

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ**

**ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΙΑ ΑΠΟΔΟΣΗ,
ΠΡΩΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ
ΜΕΤΑΞΥ ΚΑΙ ΕΝΤΟΣ ΕΞΙ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΕΩΝ
ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ (*Gossypium hirsutum* L.)**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΜΙΧΑΛΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΑΘΗΝΑ 2010



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ

**ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΙΑ ΑΠΟΔΟΣΗ,
ΠΡΩΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ
ΜΕΤΑΞΥ ΚΑΙ ΕΝΤΟΣ ΕΞΙ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΕΩΝ
ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ (*Gossypium hirsutum* L.)**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΜΙΧΑΛΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΑΘΗΝΑ 2010

**ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΙΑ ΑΠΟΔΟΣΗ, ΠΡΩΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑΞΥ ΚΑΙ ΕΝΤΟΣ ΕΞΙ
ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΕΩΝ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ (*Gossypium hirsutum* L.)**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΠΟΥ ΥΠΟΒΛΗΘΗΚΕ ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΤΟΥ ΓΕΩΠΟΝΙΚΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ

ΜΙΧΑΛΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΑΝΔΡΕΑΣ ΚΑΤΣΙΩΤΗΣ, Επ. Καθηγητής, επιβλέπων
ΠΑΝΤΟΥΣΗΣ ΚΑΛΤΣΙΚΗΣ, Καθηγητής, μέλος
ΧΡΗΣΤΟΣ ΓΟΥΛΑΣ, Καθηγητής, μέλος

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΑΝΔΡΕΑΣ ΚΑΤΣΙΩΤΗΣ, Επ. Καθηγητής
ΠΑΝΤΟΥΣΗΣ ΚΑΛΤΣΙΚΗΣ, Καθηγητής
ΧΡΗΣΤΟΣ ΓΟΥΛΑΣ, Καθηγητής
ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΣΚΑΡΑΚΗΣ, Καθηγητής
ΠΗΝΕΛΟΠΗ ΜΠΕΜΠΕΛΗ, Καθηγήτρια
ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΕΥΘΥΜΙΑΔΗΣ, Καθηγητής
ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΜΑΥΡΟΜΑΤΗΣ, Επ. Καθηγητής

ΑΘΗΝΑ 2010

ΜΙΧΑΛΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

**ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΙΑ ΑΠΟΔΟΣΗ, ΠΡΩΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑΞΥ ΚΑΙ ΕΝΤΟΣ ΕΞΙ
ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΕΩΝ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ (*Gossypium hirsutum* L.)**

Ευχαριστίες

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται σε όσες και όσους βοήθησαν με τον τρόπο τους για την πραγματοποίηση της παρούσας διατριβής.

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα της διατριβής, κ. Ανδρέα Κατσιώτη, Επ. Καθηγητή, και στο πρόσωπό του το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, για την αποδοχή, την καθοδήγηση και την υποστήριξη της ερευνητικής αυτής εργασίας.

Ευχαριστώ, επίσης, τα μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής, τους κ.κ. Παντούση Καλτσική και Χρήστο Γούλα, Καθηγητές. Ιδιαίτερα, το αμέριστο ενδιαφέρον, η συνεχής υποστήριξη και η ουσιαστική βοήθεια εκ μέρους του κυρίου Γούλα υπήρξαν καθοριστικές. Κάθε συνάντηση μαζί του ήταν για μένα ένα ραντεβού με τη Γνώση.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω ξεχωριστά τα μέλη της επταμελούς εξεταστικής επιτροπής, τον κ. Γεώργιο Σκαράκη, Καθηγητή, την κ. Πηνελόπη Μπεμπέλη, Καθηγήτρια, τον κ. Παναγιώτη Ευθυμιάδη, Καθηγητή και τον κ. Αθανάσιο Μαυρομάτη, Επ. Καθηγητή, που ανέλαβαν την εξέταση της διατριβής μου και για τις ουσιαστικές τους υποδείξεις.

Ευχαριστίες οφείλω στο Δάσκαλο μου, S. R. Sree Rangasamy, Καθηγητή, εμπνευστή αυτής της προσπάθειας. Η μαθητεία και η εκπαίδευση δίπλα του έχουν χαράξει ανεξίτηλα την ψυχή και τη σκέψη μου.

Ευχαριστώ τη σύζυγο μου, Γεωργία, για όλα. Για την υπομονή και την κατανόησή της. Για τις ατέλειωτες ώρες εργασίας στο χωράφι και στο εργαστήριο δίπλα μου. Περισσότερες από εβδομήντα χιλιάδες καταμετρήσεις στον αγρό φέρουν το γραφικό της χαρακτήρα.

Εγκάρδιες ευχαριστίες οφείλω στους γονείς μου, Αναστάσιο και Ευφροσύνη, και στην αδελφή μου Χαρούλα, που πάντοτε με προέτρεπαν να αναζητώ τη γνώση, καθώς και για την ηθική και υλική βοήθεια που μου προσέφεραν. Ιδιαίτερα στη μητέρα μου και συναδέλφο, η οποία μου εμφύσησε την αγάπη και το σεβασμό για τη γεωπονική επιστήμη.

Ευχαριστώ, επίσης, τους διαφόρους συναδέλφους για τις συμβουλές τους και τη βοήθεια, τους εργάτες και τις εργάτριες που εργάστηκαν στον πειραματικό αγρό, καθώς και τους αγρότες με τους οποίους συνεργαστήκαμε όλο αυτό το διάστημα.

Το διδακτορικό ήταν ένας ακόμη στόχος. Όλα αυτά τα χρόνια, μπορεί να υπήρχαν στιγμές έντασης, πίεσης και επίμονης προσπάθειας, αλλά ποτέ δεν το μετάνιωσα. Ζούσα την κάθε στιγμή, απολάμβανα το ταξίδι. Και τώρα, στο τέλος της διαδρομής, καθώς γυρίζω πίσω, η μόνη σκέψη που μου έρχεται στο νου είναι ότι τελικά πέρασα καλά, ήταν Ωραία !!!

«Τῷ δὲ βασιλεῖ τῶν αἰώνων, ἀφθάρτῳ, ἀοράτῳ, μόνῳ σοφῷ Θεῷ, τιμὴ καὶ δόξα εἰς τοὺς αἰῶνας τῶν αἰώνων· ἀμήν.» Α' Τιμ.1,17.

30 Νοεμβρίου 2010

Παναγιώτης Αν. Μιχαλακόπουλος

Στη σύζυγό μου Γεωργία και στο γιο μας Φίλιππο

Περιεχόμενα

Σελίδα

Ευχαριστίες	v
Περιεχόμενα	viii
Εικόνες	xi
Πίνακες	xii
1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
2. ABSTRACT	5
3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
3.1 Ιστορική Αναδρομή.....	7
3.2 Βοτανική Ταξινόμηση.....	9
3.3 Καλλιέργεια και χρήσεις.....	11
3.4 Το δυναμικό απόδοσης.....	16
3.5 Τα συστατικά της απόδοσης.....	17
3.6 Πρωιμότητα.....	17
3.6.1 Εκτίμηση της πρωιμότητας.....	18
3.7 Χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας.....	21
3.7.1 Κυτίο ή βαθμός.....	21
3.7.2 Μήκος και ομοιομορφία των ινών.....	22
3.7.3 Η λεπτότητα και η ωριμότητα των ινών.....	23
3.7.4 Η αντοχή και η επιμήκυνση των ινών κατά τη θραύση.....	25
3.8 Γενετικό υλικό – Δημιουργία γενετικής παραλλακτικότητας.....	26
3.8.1 Γενετική τροποποίηση προϋπάρχουσας ποικιλίας.....	26
3.8.2 Δημιουργία νέας ποικιλίας.....	27
3.8.2.1 Μαζική επιλογή.....	28
3.8.2.2 Γενεαλογική επιλογή.....	28
3.8.2.3 Τροποποιημένη γενεαλογική επιλογή.....	30
3.8.2.4 Το πολυφασικό πρόγραμμα βελτίωσης (Multi - Adversity Resistance, MAR Breeding).....	30

3.8.2.5 Η επιλογή μίγματος (bulk breeding)	32
3.8.2.6 Κυκλική επαναλαμβανόμενη επιλογή (recurrent selection).....	34
3.9 Ετέρωση	34
3.10 Μελέτη της γενετικής διακύμανσης.	39
3.11 Σκοπός της μελέτης.....	45
4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	47
4.1 Γενικές πληροφορίες.....	47
4.2 Δημιουργία γενετικού υλικού	47
4.2.1 Γενετικό Υλικό εκκίνησης.....	47
4.2.2 Διασταυρώσεις – Διασπώμενο υλικό.....	47
4.3 Αξιολόγηση Γενεών.....	50
4.4 Αμφίπλευρη επιλογή στην F ₂	59
4.5 Στατιστική Ανάλυση.....	65
4.5.1. Επιλογή στην F ₂	65
4.5.2 Ανάλυση μέσω των όρων γενεών.	65
4.5.3 Γενετικές επιδράσεις.....	67
4.5.4 Παραλλακτικότητες και κληρονομικότητα.....	69
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	71
5.1 Αμφίπλευρη επιλογή.....	71
5.2 Αποτελεσματικότητα επιλογής	78
5.2.1 Απόδοση.....	78
5.2.2 Πρωιμότητα.	84
5.2.3 Χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας.....	90
5.3 Αξιολόγηση γενεών	101
5.4 Ανάλυση μέσω των όρων γενεών	114
5.4.1 Απόδοση.....	114
5.4.2 Βάρος καρυδιού	115
5.4.3 Αναλογία της ίνας (Lint%)	115
5.5 Παραλλακτικότητα και συντελεστές κληρονομικότητας.	124
5.5.1 Χαρακτηριστικά απόδοσης.....	124
5.6 Ανάλυση μέσω των όρων γενεών για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας.	127

5.7 Παραλλακτικότητα και συντελεστές κληρονομικότητας για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας.....	138
6. ΓΕΝΙΚΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	143
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	153
8. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	155
9. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	156
10.1 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - Α.....	181
10.2 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - Β.....	185
10.3 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - Γ	207
10.4 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - Δ.....	217
11. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ	221

Εικόνες

Εικόνα 1: Διάταξη των ποικιλιών στον αγρό το 2003 για την παραγωγή υβριδίων.....49

Εικόνα 2: Διάταξη των ποικιλιών και των υβριδίων στον αγρό για την εκτέλεση διασταυρώσεων και αναδιασταυρώσεων το 2004. Η ίδια διάταξη εφαρμόστηκε και για τα επτά ζεύγη γονέων.50

Εικόνα 3: Διάταξη των ποικιλιών, των υβριδίων και των αναδιασταυρώσεων στον αγρό το 2005. Η ίδια διάταξη εφαρμόστηκε και για τις έξι διασταυρώσεις.....53

Εικόνα 4: Διάταξη των οικογενειών στον αγρό το 2007. Η ίδια διάταξη εφαρμόστηκε και για τις έξι διασταυρώσεις.58

Εικόνα 5: Διάταξη στον αγρό της αμφίπλευρης επιλογής για μία διασταύρωση. Σε κάθε έλλειψη περιέχονται δέκα F_2 φυτά ($10 \times 10 = 100$). Οι γονείς P_1 και P_2 χρησιμοποιούνται ως μάρτυρες. Παρόμοια ήταν η διάταξη και για τις υπόλοιπες πέντε διασταυρώσεις.60

Εικόνα 6: Διάταξη στον αγρό των οκτώ γονότυπων (F_3 φυτά) και του μάρτυρα για μία διασταύρωση το 2006. Η ίδια διάταξη εφαρμόστηκε και για τις άλλες πέντε διασταυρώσεις. Το ίδιο πειραματικό σχέδιο εφαρμόστηκε και το 2007 (F_4 φυτά).64

Πίνακες

Πίνακας 1: Συστηματική ταξινόμηση του βαμβακιού.....	9
Πίνακας 2: Τα διάφορα είδη του βαμβακιού ανάλογα με το γονιδίωμα, τον αριθμό και το μέγεθος των χρωμοσωμάτων και τη γεωγραφική τους καταγωγή.	10
Πίνακας 3: Καλλιεργούμενη έκταση με βαμβάκι σε εκτάρια (ha) για κάθε ήπειρο και για την Ελλάδα τα έτη 2001- 2007.	13
Πίνακας 4: Απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι (Kgr / στρ.) για κάθε ήπειρο και για την Ελλάδα τα έτη 2001 - 2007.....	14
Πίνακας 5: Συνολική παραγωγή βαμβακιού (tn) για κάθε ήπειρο και για την Ελλάδα τα έτη 2001 - 2007.	15
Πίνακας 6: Εφαρμογή επιφανειακής λιπάνσεως στο πείραμα βαμβακιού όπου φαίνονται η ημερομηνία εφαρμογής, η ποσότητα (Kgr / στρ.), το είδος και ο τύπος του λιπάσματος.....	51
Πίνακας 7: Παράμετροι ποιότητας και λεπτομέρειες των μετρήσεων (H.V.I. Instruction Manual Zellweger Usters).....	55
Πίνακας 8: Δεδομένα επιλογής για απόδοση (γρ. / φυτό) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2005.	73
Πίνακας 9: Δεδομένα επιλογής για πρωιμότητα (DBO) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2005.....	74
Πίνακας 10: Δεδομένα επιλογής για συνδυασμό απόδοσης (γρ.) και πρωιμότητας (DBO) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2005.....	75
Πίνακας 11: Δεδομένα επιλογής για χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας το 2005.	76

Πίνακας 12: Συμπεριφορά των επτά γονότυπων (F_3) και του μάρτυρα ως προς την απόδοση (γρ./plot) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2006.....	79
Πίνακας 13: Ανάλυση παραλλακτικότητας για την απόδοση (γρ./plot) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2006.....	80
Πίνακας 14: Εκτίμηση γενετικών παραμέτρων για την απόδοση (γρ./plot) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2006.....	80
Πίνακας 15: Συμπεριφορά των επτά γονότυπων (F_4) και του μάρτυρα ως προς την απόδοση (γρ./plot) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2007.....	82
Πίνακας 16: Ανάλυση παραλλακτικότητας για την απόδοση (γρ./plot) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2007.....	83
Πίνακας 17: Εκτίμηση γενετικών παραμέτρων για την απόδοση (γρ./plot) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2007.....	83
Πίνακας 18: Συμπεριφορά των επτά γονότυπων (F_3) και του μάρτυρα ως προς την πρωιμότητα (DBO) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2006.....	85
Πίνακας 19: Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πρωιμότητα (DBO) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2006.....	86
Πίνακας 20: Εκτίμηση γενετικών παραμέτρων για την πρωιμότητα (DBO) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2006.	86
Πίνακας 21: Συμπεριφορά των επτά γονότυπων (F_4) και του μάρτυρα ως προς την πρωιμότητα (DBO) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2007.....	88
Πίνακας 22: Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πρωιμότητα (DBO) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2007.....	89
Πίνακας 23: Εκτίμηση γενετικών παραμέτρων για την πρωιμότητα (DBO) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2007.	89

Πίνακας 24: Συμπεριφορά των επτά γονότυπων (F_3) και του μάρτυρα ως προς τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας στην αμφίπλευρη επιλογή το 2006.	91
Πίνακας 25: Ανάλυση παραλλακτικότητας για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας στην αμφίπλευρη επιλογή το 2006.	93
Πίνακας 26: Εκτίμηση γενετικών παραμέτρων για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας στην αμφίπλευρη επιλογή το 2006.	94
Πίνακας 27: Συμπεριφορά των επτά γονότυπων (F_4) και του μάρτυρα ως προς τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας στην αμφίπλευρη επιλογή το 2007.	96
Πίνακας 28: Ανάλυση παραλλακτικότητας για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας στην αμφίπλευρη επιλογή το 2007.	98
Πίνακας 29: Εκτίμηση γενετικών παραμέτρων για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας στην αμφίπλευρη επιλογή το 2007.	99
Πίνακας 30: Επιδράσεις παραλλακτικότητας για την απόδοση των έξι γενών που προήλθαν από έξι διασταυρώσεις ποικιλιών βαμβακιού. ..	104
Πίνακας 31: Συμπεριφορά της απόδοσης σε σύσπορο (Mg / ha) για τις τέσσερις γενεές στις έξι διασταυρώσεις και εκτιμήσεις της ετέρωσης (%).	105
Πίνακας 32: Επιδράσεις παραλλακτικότητας για την πρωιμότητα των έξι γενεών που προήλθαν από έξι διασταυρώσεις ποικιλιών βαμβακιού..	106
Πίνακας 33: Συμπεριφορά της πρωιμότητας (DBO) για τις τέσσερις γενεές στις έξι διασταυρώσεις και εκτιμήσεις της ετέρωσης (%).	107
Πίνακας 34: Επιδράσεις παραλλακτικότητας για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας των έξι γενεών που προήλθαν από έξι διασταυρώσεις ποικιλιών βαμβακιού.	108

Πίνακας 35: Συμπεριφορά των χαρακτηριστικών ποιότητας της ίνας για τις τέσσερις γενεές στις έξι διασταυρώσεις και εκτιμήσεις της ετέρωσης (%).110

Πίνακας 36: Μέσοι Όροι των έξι γονότυπων (P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , BC_1 και BC_2) για το συνολικό βάρος (γρ.) ανά φυτό (A), για το βάρος (γρ.) πέντε καρυδίων ανά φυτό (B) και την % αναλογία ίνας (Γ) στις έξι διασταυρώσεις το 2005.118

Πίνακας 37: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για την απόδοση (γρ. / φυτό) το 2005.119

Πίνακας 38: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για το βάρος 5 καρυδίων (γρ.) το 2005.121

Πίνακας 39: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για την αναλογία σε ίνα το 2005.122

Πίνακας 40: Παραλλακτικότητα: φαινοτυπική ($VarP$), λόγω περιβάλλοντος ($VarE$), γονοτυπική ($VarG$), παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική ($VarA$) και κυριαρχική ($VarD$) δράση των γονιδίων, συντελεστής κληρονομικότητας με τη στενή (h^2) και την ευρεία (H^2) έννοια και γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας ($GCV\%$) για το συνολικό βάρος (γρ.) ανά φυτό, για το βάρος (γρ.) πέντε καρυδίων ανά φυτό και για την % αναλογία ίνας, στις έξι διασταυρώσεις το 2005.126

Πίνακας 41: Μέσοι Όροι των έξι γονότυπων (P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , BC_1 και BC_2) για το μήκος (A), την ομοιομορφία (B), την αντοχή (Γ) και το micronaire (Δ) της ίνας, στις έξι διασταυρώσεις το 2005.129

Πίνακας 42: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για το μήκος της ίνας το 2005.	134
Πίνακας 43: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για την ομοιομορφία της ίνας το 2005.	135
Πίνακας 44: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για την αντοχή της ίνας το 2005.	136
Πίνακας 45: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για το micronaire της ίνας το 2005.	137
Πίνακας 46: Παραλλακτικότητα: φαινοτυπική (VarP), περιβάλλοντος (VarE), γονοτυπική (VarG), παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (VarA) και κυριαρχική (VarD) δράση των γονιδίων, συντελεστής κληρονομικότητας με τη στενή (h^2) και την ευρεία (H^2) έννοια, και γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για την αντοχή της ίνας, στις έξι διασταυρώσεις το 2005.	141
Πίνακας 47: Παραλλακτικότητα: φαινοτυπική (VarP), περιβάλλοντος (VarE), γονοτυπική (VarG), παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (VarA) και κυριαρχική (VarD) δράση των γονιδίων, συντελεστής κληρονομικότητας με τη στενή (h^2) και την ευρεία (H^2) έννοια, και γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για το μήκος της ίνας, στις έξι διασταυρώσεις το 2005.	141

Πίνακας 48: Παραλλακτικότητα: φαινοτυπική (VarP), περιβάλλοντος (VarE), γονοτυπική (VarG), παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (VarA) και κυριαρχική (VarD) δράση των γονιδίων, συντελεστής κληρονομικότητας με τη στενή (h^2) και την ευρεία (H^2) έννοια, και γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για την ομοιομορφία της ίνας, στις έξι διασταυρώσεις το 2005.142

Πίνακας 49: Παραλλακτικότητα: φαινοτυπική (VarP), περιβάλλοντος (VarE), γονοτυπική (VarG), παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (VarA) και κυριαρχική (VarD) δράση των γονιδίων, συντελεστής κληρονομικότητας με τη στενή (h^2) και την ευρεία (H^2) έννοια, και γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για το Micronaire της ίνας, στις έξι διασταυρώσεις το 2005.....142

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας ήταν να διερευνηθεί η δυνατότητα αξιοποίησης συγκεκριμένου γενετικού υλικού βαμβακιού στο σχεδιασμό και την υλοποίηση προγράμματος βελτίωσης των χαρακτηριστικών ανάπτυξης, της απόδοσης και των συστατικών της, της πρωιμότητας και των χαρακτηριστικών ποιότητας της ίνας.

Το γενετικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν επτά εμπορικές ποικιλίες, πέντε από τις οποίες καλλιεργούνται στην Ελλάδα και δύο στην Ινδία. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν σε πέντε καλλιεργητικές περιόδους. Το 2003 έγιναν διασταυρώσεις μεταξύ των ποικιλιών με κοινό γονέα μια από τις ποικιλίες, και την επόμενη (2004), έγιναν αναδιασταυρώσεις των υβριδίων με τους γονείς. Η αξιολόγηση των γενεών P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , $BC_1(P_1)$ και $BC_1(P_2)$, για κάθε μια από τις έξι διασταυρώσεις, έγινε κατά την καλλιεργητική περίοδο 2005, όπου μελετήθηκε η δράση των γονιδίων (αθροιστική, κυριαρχική, επιστατική). Η πειραματική διάταξη για την αξιολόγηση των γενεών, για κάθε μία από τις έξι διασταυρώσεις, ήταν τυχαιοποιημένες πλήρεις ομάδες (Randomized Complete Block -RCB- Design) με τρεις επαναλήψεις. Το 2007, έγινε αξιολόγηση των γενεών P_1 , P_2 , F_2 , F_3 , $BC_1(P_1)S$ και $BC_1(P_2)S$ για κάθε μια από τις έξι διασταυρώσεις, με την ίδια πειραματική διάταξη και με τέσσερις επαναλήψεις. Παράλληλα, στην F_2 γενεά για κάθε μία από τις έξι διασταυρώσεις, έγινε αμφίπλευρη επιλογή κατά την καλλιεργητική περίοδο 2005 για απόδοση, πρωιμότητα και χαρακτηριστικά ποιότητας ίνας. Συγκεκριμένα, αξιολογήθηκαν 100 ατομικά φυτά σε πειραματική διάταξη στρωματοποιημένης μαζικής επιλογής (grid mass selection) και χρησιμοποιήθηκαν 10 υποτεμάχια (grids) με 10 φυτά το καθένα. Οι επιλεγμένοι F_3 και F_4 πληθυσμοί, αξιολογήθηκαν τις επόμενες καλλιεργητικές περιόδους 2006 και 2007, αντίστοιχα. Η πειραματική διάταξη που εφαρμόστηκε ήταν τυχαιοποιημένες πλήρεις ομάδες (RCB) με τέσσερις επαναλήψεις.

Σύμφωνα με τα δεδομένα που προέκυψαν, για τις περισσότερες από τις διασταυρώσεις, η ανάλυση των γενετικών επιδράσεων έδειξε ότι ένα απλό, αθροιστικό – κυριαρχικό πρότυπο δεν μπορούσε να εξηγήσει το μεγαλύτερο μέρος της γενετικής παραλλακτικότητας για τα περισσότερα από τα

χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν. Το πρότυπο των έξι παραμέτρων έδειξε ότι υπήρξαν και επιστατικές δράσεις, υποδηλώνοντας ότι ο τρόπος κληρονομικότητας είναι πολύπλοκος, καθώς πολλαπλά αλληλλόμορφα αλληλεπιδρούν έχοντας ποικίλες επιπτώσεις στα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν.

Ο συντελεστής κληρονομικότητας H^2 για την απόδοση κυμάνθηκε από 0.24 έως 0.49, ενώ η διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα σε τιμές GCV κυμάνθηκε από 22.2 έως 30.7%. Για την αναλογία της ίνας (%), καθώς και για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας, ο συντελεστής κληρονομικότητας H^2 κυμάνθηκε σε μέτρια έως υψηλά επίπεδα (0.37 - 0.82), γεγονός που υπονοεί ότι, καταρχάς η επιλογή θα μπορούσε να ήταν αποτελεσματική. Όμως, η διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα (GCV), που ήταν πρακτικά ανεπαρκής, περιορίζει τις δυνατότητες βελτίωσης αυτών των χαρακτηριστικών.

Τα δεδομένα της αμφίπλευρης μαζικής επιλογής επέτρεψαν ουσιαστική διαφοροποίηση μεταξύ υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών φυτών, με την πρώτη κατηγορία να έχει περίπου τετραπλάσια απόδοση σε σχέση με τη δεύτερη. Αυτό μπορεί να είναι μια ένδειξη ύπαρξης ενδογενούς γενετικής παραλλακτικότητας και, κατά συνέπεια, πιθανολογεί δυνατότητα αποτελεσματικής επιλογής. Ο συντελεστής κληρονομικότητας ήταν ικανοποιητικά υψηλός, με τιμές από 0.38 έως 0.60. Σχετικά με την πρωιμότητα, τα δεδομένα έδειξαν ύπαρξη γενετικής παραλλακτικότητας και τιμές του συντελεστή κληρονομικότητας από 0.54 έως 0.83, κάτι που υπονοεί δυνατότητα αποτελεσματικής επιλογής. Τα δεδομένα αμφίπλευρης επιλογής επέτρεψαν, επίσης, τη διαφοροποίηση των πρώιμων από τα όψιμα φυτά, από 14 έως 19 ημέρες. Αυτό ήταν μια ένδειξη για δυνατότητα επιλογής ως προς την πρωιμότητα. Από την συνδυασμένη επιλογή για απόδοση και πρωιμότητα βρέθηκε ότι ο συνδυασμός πρωιμότητας και απόδοσης μπορεί να είναι εφικτός, ενώ ο συνδυασμός απόδοσης και οψιμότητας δε φαίνεται να είναι συμβατός στο συγκεκριμένο γενετικό υλικό και κάτω από τις συγκεκριμένες συνθήκες. Τέλος, για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας, στην αμφίπλευρη μαζική επιλογή, η γενετική παραλλακτικότητα μεταξύ των F_2 φυτών ήταν μεγαλύτερη από εκείνη μεταξύ των φυτών των γονέων, για όλα τα χαρακτηριστικά ποιότητας και για όλες σχεδόν τις διασταυρώσεις.

Στην αμφίπλευρη επιλογή, σχετικά με την απόδοση, διατηρήθηκε η διαφοροποίηση των υψηλών (HY) και χαμηλών (LY) για τρεις από τις έξι διασταυρώσεις, τόσο κατά την καλλιεργητική περίοδο 2006 (F₃ γονότυποι), όσο και το 2007 (F₄ γονότυποι). Παρόλα αυτά, μόνο μία από τις τρεις διασταυρώσεις διατήρησε αυτή τη διαφοροποίηση και τα δύο έτη. Γονότυποι που συνδύαζαν απόδοση και πρωιμότητα (YHE και YLE) διαφοροποιήθηκαν σε δύο διασταυρώσεις το 2006, και σε τέσσερις το 2007.

Ως προς την πρωιμότητα, η διαφοροποίηση των πρώιμων και όψιμων γονότυπων ήταν ουσιαστική για τις έξι διασταυρώσεις και τις δύο καλλιεργητικές περιόδους. Επίσης, διαφοροποίηση ως προς την πρωιμότητα παρατηρήθηκε και μεταξύ HY και LY γονότυπων στις ίδιες πέντε από τις έξι διασταυρώσεις και τα δύο έτη αξιολόγησης, με τους υψηλοαποδοτικούς γονότυπους να είναι οψιμότεροι από τους χαμηλοαποδοτικούς, όπως αναμενόταν. Η συμπεριφορά των γονότυπων που συνδύαζαν απόδοση και πρωιμότητα (YHE) και εκείνων που συνδύαζαν απόδοση και οψιμότητα (YLE) διαφοροποιήθηκε σε πέντε (2006) και έξι (2007) διασταυρώσεις, με τους YHE να είναι πιο πρώιμοι από τους YLE.

Για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας, οι γονότυποι βαμβακιού με τα καλύτερα (HQ) και οι αντίστοιχοι με τα κατώτερα (LQ) διαφοροποιήθηκαν ως προς το μήκος της ίνας σε πέντε και σε τρεις από τις έξι διασταυρώσεις το 2006 και 2007, αντίστοιχα. Ως προς την ομοιομορφία, υπήρξε διαφοροποίηση σε πέντε (2006) και σε δύο (2007) διασταυρώσεις, ενώ ως προς την αντοχή και το micronaire, σε τέσσερις διασταυρώσεις και τα δύο έτη αξιολόγησης. Τέλος, σύμφωνα με την αξία χρήσης, οι HQ είχαν καλύτερη βαθμολογία από τους LQ σε πέντε (2006) και σε τέσσερις (2007) διασταυρώσεις.

2. ABSTRACT

The purpose of the present study was to examine the potential use of specific genetic material in planning and implementing a breeding program for plant development traits, yield and its components, earliness and fiber quality traits of upland cotton.

The genetic material used consisted of seven commercial varieties; five cultivated in Greece and two in India. The experiments were conducted during five cultivation periods. In year 2003, crosses were performed using as a common parent one of the varieties cultivated in Greece. During year 2004, the F_1 hybrids were backcrossed to their parental progenitors. The analysis of generations P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , $BC_1(P_1)$ and $BC_1(P_2)$, for each one of the six crosses, took place during the 2005 cultivation period, when the gene action (additive, dominant, and epistatic) was studied. The experimental design used for the generation analysis for all six crosses was the Randomized Complete Blocks (RCB) with three replications. In year 2007, generations P_1 , P_2 , F_2 , F_3 , $BC_1(P_1)S$ and $BC_1(P_2)S$ were analysed for all crosses, using the same experimental design but with four replications. Meanwhile, during year 2005, bilateral selection in the F_2 generation was performed for yield, earliness and fiber quality traits. One hundred individual plants, using a grid mass selection scheme, were analyzed (10 grids and 10 plants per grid). The selected F_3 and F_4 populations were analyzed during the subsequent (2006 and 2007) cultivation periods, respectively. The experimental design used was the randomized complete blocks (RCB) with four replications.

According to the data analysis, in most crosses a simple additive-dominant model was not efficient to explain most of the genetic variance, for the majority of the traits studied. The six-parameter model showed that there were also epistatic effects implying that the heredity mode is complicated due to interaction among multiple alleles with an impact on various traits.

The broad sense heritability coefficient (H^2) for yield ranged from 0.24 to 0.49 while the available genetic variance in GCV values ranged from 22.2 to 30.7%, and can be effectively used in breeding programs. For lint percent, as well as for fiber quality traits, the H^2 ranged from moderate to high levels, implying that the initial selection could be effective. However, the available

genetic variance (GCV) for the current crosses was low, implying that there is limited improvement for these traits.

The bilateral mass selection data revealed substantial differentiation among high- and low-yielding plants, with the first ones out-yielding four times the latter. This could be an indication of the existence of genetic variance and its potential use for effective selection. The heredity coefficient was satisfactorily high, ranging from 0.38 to 0.60. As far as earliness is concerned, data showed values of the heredity coefficient ranging from 0.54 to 0.83, implying potential for effective selection. The bilateral selection revealed differentiation between early and late plants from 14 to 19 days, indicating the ability to use this material for earliness selection. Selection for earliness and yield appears to be possible while selecting for yield and late maturity seems to be impossible with this specific genetic material and under these specific circumstances. Finally, variance among F_2 plants, for fiber quality traits, in the bilateral mass selection, was larger than among the parents for almost all crosses.

In the bilateral selection for yield, the differentiation between high (HY) and low (LY) was maintained for three out of the six crosses in 2006 (F_3 genotypes) and in 2007 (F_4 genotypes). However, only one of the three crosses maintained this differentiation for both years. Genotypes combining yield and earliness (YHE and YLE) were differentiated in two crosses in 2006 and four in 2007. As for maturity, the differentiation between early and late genotypes was substantial among the six crosses during both cultivation periods. Differentiation regarding earliness was also noticed between HY and LY genotypes in the same five out of six crosses during both years of analysis, with the high-yielding genotypes being later than the low-yielding ones, as expected. Differentiation among YHE and YLE genotypes was observed in five crosses in year 2006 and in six crosses in year 2007, with the YHE genotypes being earlier than the YLE ones.

In terms of fiber quality, genotypes with the best fiber quality traits (HQ) and the lowest fiber quality traits (LQ) were differentiated in terms of fiber-length in five and in three out of the six crosses in years 2006 and 2007, respectively. Uniformity differences were observed in five crosses in 2006 and two in 2007 while differences in fiber strength and micronaire were observed in four crosses for both years of analysis.

3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

3.1 Ιστορική Αναδρομή

Η αγγλική λέξη “cotton” προέρχεται από την αραβική λέξη *qutun*, ή *kutun*, (Brown, 1938) ή *quotn* (Lee,1984) ή *al qatan* (Chaudhry, 2004). Αρχικά, σήμαινε απλώς υφαντό αρίστης ποιότητας και ο όρος ήταν αρκετά ευρύς, ώστε να περιλαμβάνει και άλλα φυτά που καλλιεργούνταν για την ίνα τους, όπως το λινάρι (flax). Επίσης, η σανσκριτική λέξη κάργασά-ι συνδέεται με την ελληνική *karposos* και τη λατινική *carbasus* (Brown, 1938).

Στα θρησκευτικά βιβλία του Βραχμανισμού το νήμα του βαμβακιού αναφέρεται με το όνομα *Kurpas* ή *Kupas*, όπως είναι και σήμερα γνωστό το σύσπορο βαμβάκι στην Ινδία. Το βαμβάκι στην Ελλάδα αναφέρεται για πρώτη φορά από τον Πausανία το 174 περίπου μ.Χ. με το όνομα *βύσσος*, στο βιβλίο του “*Ελλάδος Περιήγησις*”, ενώ η λέξη *βύσσινα*, που αποδίδεται στα βαμβακερά, αναφέρεται πολλές φορές στην Καινή Διαθήκη. Το σημερινό όνομα βαμβάκι (*Βάμβαξ*) αναφέρεται για πρώτη φορά στη νομοθεσία του Ιουστινιανού τον 6^ο αιώνα μ. Χ. και καθιερώνεται από τον 10^ο αιώνα μ.Χ., καθώς έτσι αναφέρεται στο λεξικό του Σουΐδα, που γράφτηκε την εποχή εκείνη. Τέλος, λατινικά έγγραφα του 1050 μ.Χ. αναφέρουν το φυτό με το λατινικό όνομα *gossypium* που του έδωσε ο Πλίνιος (Χριστίδης, 1965).

Το βαμβάκι ήταν γνωστό και καλλιεργούταν στους προϊστορικούς χρόνους, γι’ αυτό και δεν υπάρχουν άμεσες και σίγουρες ενδείξεις για τις χώρες που το καλλιέργησαν για πρώτη φορά. Από πολλές έρευνες, όμως, φαίνεται ότι το βαμβάκι πρωτοαναπτύχθηκε σε δύο χωριστές περιοχές: την Ινδία και την Αμερική.

Μια από τις πρώτες αρχαιολογικές ανακαλύψεις σχετικά με τη χρήση του βαμβακιού στον κόσμο εντοπίζεται στο Πακιστάν, στην κοιλάδα του Ινδού ποταμού Mohenjo – Daro πριν από 5.000 χρόνια (Chaudhry, 2004). Οι ανασκαφές που έγιναν στην περιοχή αυτή έφεραν στην επιφάνεια λείψανα υφάσματος και σκοινιών από βαμβάκι. Μικροσκοπική εξέταση των ινών έδειξε πως πρόκειται για τυπικό βαμβάκι, που ανήκει στο είδος *Gossypium arboretum*. Επίσης, το βαμβάκι αναφέρεται στον Ινδικό ύμνο Rig Veda το 1500 π.Χ. και στο ιερό βιβλίο των Ινδών, τους *Νόμους του Manu*, το 800 π.Χ. (Χριστίδης, 1965).

Ο Ηρόδοτος (484 – 425 π.Χ.) αναφέρει: “στην Ινδία φυτρώνουν άγρια δένδρα που παράγουν μαλλί πιο ωραίο και πιο εκλεκτό από το μαλλί του προβάτου. Απ’ αυτά τα δένδρα εξασφαλίζουν οι Ινδοί τα ρούχα τους.”, ενώ ο Θεόφραστος (327-287 π.Χ.) λέει ότι “τα δέντρα από τα οποία φτιάχνουν οι Ινδοί τα ρούχα τους έχουν φύλλα σαν αυτά του άγριου μούρου. Τα φυτεύουν στις πεδιάδες σε σειρές, έτσι ώστε, από απόσταση, να μοιάζουν με αμπέλια” (Brown,1938).

Με την εκστρατεία του Μεγάλου Αλεξάνδρου στην Ινδία ανοίχτηκαν εμπορικοί δρόμοι μεταξύ Ανατολής και Δύσης, κάνοντας ευκολότερη τη διάδοση και του βαμβακιού. Έτσι, το βαμβάκι έγινε πιο γνωστό και στην Ελλάδα. Ο Νέαρχος (327 π.Χ.), ναύαρχος του Μεγάλου Αλεξάνδρου, αναφέρει ότι “υπάρχουν δέντρα στην Ινδία που παράγουν τσαμπιά από μαλλί, από το οποίο οι Ινδοί φτιάχνουν τα ρούχα τους.....” (Lee,1984).

Παράλληλα με τον Παλαιό Κόσμο, το βαμβάκι αναπτύχθηκε στην Κεντρική και Νότια Αμερική, χιλιάδες χρόνια προτού ανακαλυφθεί η καινούργια αυτή ήπειρος το 1492. Αρχαιολογικές ανασκαφές στη χερσόνησο Yucatan έφεραν στο φως κομμάτια υφάσματος που ανήκουν στην εποχή των Mayas. Στο Περού, σε παρόμοιες ανασκαφές, βρέθηκαν βαμβακερά υφάσματα που πρέπει να έγιναν 2500 περίπου χρόνια π.Χ. Επιπλέον ανασκαφές, που έγιναν μετά το 1960 στο Νότιο Μεξικό, έφεραν στο φως υπολείμματα βαμβακιού (καρύδια) που ανήκουν στο *G. hirsutum* και χρονολογούνται, ύστερα από δοκιμή με ραδιοάνθρακα C₁₄, στο 5800 π.Χ. Τέλος, στο πρώτο του ταξίδι στο Νέο Κόσμο ο Κολόμβος έγραψε στο ημερολόγιο του, στις 12 Οκτωβρίου 1492, ότι οι ιθαγενείς ενός νησιού του συμπλέγματος Bahamas “ήρθαν προς το μέρος μας κολυμπώντας και μας έφεραν παπαγάλους, κουβάρια από βαμβακερό νήμα, ακόντια και πολλά άλλα πράγματα...” όταν αποβιβάστηκε στη Κούβα, που στην αρχή νόμισε πως ήταν η ηπειρωτική Ινδία, και κατάπληκτος παρατήρησε πως οι ιθαγενείς χρησιμοποιούσαν κούνιες και άλλα είδη φτιαγμένα από βαμβακερό σκοινί (Χριστίδης, 1965).

3.2 Βοτανική Ταξινόμηση

Το βαμβάκι ανήκει στο γένος *Gossypium* της οικ. Malvaceae, το οποίο αποτελείται από 30 διπλοειδή ($2n=2x=26$) και τέσσερα τετραπλοειδή ($2n=4x=52$) είδη. Στον Πίνακα 1 φαίνεται η ταξινόμηση του βαμβακιού σύμφωνα με τους κανόνες της συστηματικής βοτανικής (Βαρδαβάκης, 1993).

Πίνακας 1: Συστηματική ταξινόμηση του βαμβακιού.

Άθροισμα (ή φύλο ή διαίρεση)	Spermatophyta
Υποάθροισμα 2	Magnoliophytina (Angiospermae)
Κλάση 1	Magnoliatae (Dicotyledonae)
Υποκλάση 4	Dillenidae (Cistoflorae)
Υπερτάξη 2	Malvanae
Τάξη 1	Malvales
Οικογένεια	Malvaceae
Γένος	<i>Gossypium</i>

πηγή: Βαρδαβάκης, 1993.

Έχουν αναγνωρισθεί 6 γονιδιώματα που είναι γνωστά με τα γράμματα A, B, C, D, E, F (Πίν. 2). Τα είδη που έχουν τα γονιδιώματα A, B, E και F προέρχονται βασικά από την Αφρική ή την Ασία. Τα είδη που έχουν το γονιδίωμα C προέρχονται από την Αυστραλία ενώ τα είδη που έχουν το γονιδίωμα D από την Αμερική. Τα άγρια συγγενή είδη του βαμβακιού είναι διαδεδομένα στις Νότιες και Κεντρικές περιοχές της Αμερικάνικης ηπείρου και κυρίως στην περιοχή του Μεξικού. Μόνο τέσσερα είδη του βαμβακιού έχουν ίνες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για βιομηχανικούς σκοπούς. Αυτά τα καλλιεργούμενα είδη περιλαμβάνουν δύο διπλοειδή, το *Gossypium arboreum* και το *Gossypium herbaceum* και δύο τετραπλοειδή, το *Gossypium hirsutum* και το *Gossypium barbadense* (Καλτσίκης 1992).

Πίνακας 2: Τα διάφορα είδη του βαμβακιού ανάλογα με το γονιδίωμα, τον αριθμό και το μέγεθος των χρωμοσωμάτων και τη γεωγραφική τους καταγωγή.

Γονιδίωμα	Είδος	Χρωμοσώματα		Καταγωγή	Άγριο ή καλλιεργούμενο
		Αριθμός (2n)	Μέγεθος		
1. Διπλοειδή (2n = 2x = 26)					
A1	<i>G. herbaceum</i>	26	Μεγάλο	N. Αφρική	Καλλιεργούμενο
A2	<i>G. arboreum</i>	26	Μεγάλο	Ινδία	Καλλιεργούμενο
B1	<i>G. anomalum</i>	26	Ενδιάμεσο	Αφρική	Άγριο
B2	<i>G. triphyllum</i>	26	Ενδιάμεσο	Αφρική	Άγριο
C1	<i>G. sturtianum</i>	26	Μεγάλο	Αυστραλία	Άγριο
C2	<i>G. robinsonii</i>	26	Μεγάλο	Αυστραλία	Άγριο
E1	<i>G. stocksii</i>	26	Μεγάλο	Αραβία	Άγριο
E2	<i>G. somalense</i>	26	Μεγάλο	Αφρική	Άγριο
D1	<i>G. thurberi</i>	26	Βραχύ	Αμερική	Άγριο
D2-1	<i>G. harknessii</i>	26	Βραχύ	Αμερική	Άγριο
2. Αλλοτετραπλοειδή (2n = 4x = 52)					
(AD) 1	<i>G. hirsutum</i>	52		Αμερική	Καλλιεργούμενο
(AD) 2	<i>G. barbadense</i>	52		Αμερική	Καλλιεργούμενο
(AD) 3	<i>G. tomentosum</i>	52	Ενδιάμεσο	Χαβάη	Άγριο
(AD) 4	<i>G. caiconense</i>	52	Ενδιάμεσο	Βραζιλία	Άγριο

πηγή: Καλτσίκης, 1992.

3.3 Καλλιέργεια και χρήσεις

Το βαμβάκι συνεισφέρει σημαντικά στην παγκόσμια οικονομία, αφού αποτελεί κύρια πηγή εισοδήματος, τόσο για τους αγρότες παραγωγούς όσο και για τους βιομηχάνους και τους εμπόρους, που το επεξεργάζονται και το διακινούν. Έτσι, η σημασία του βαμβακιού είναι μεγάλη σε οικονομικό, κοινωνικό και πολιτικό επίπεδο (Office of the Gene Technology Regulator, Australia 2002).

Το βαμβάκι καλλιεργείται κυρίως για την παραγωγή ινών. Μετά τη συγκομιδή εκκοκκίζεται, για να διαχωριστεί ο σπόρος από την ίνα. Οι μακριές ίνες υποβάλλονται σε περαιτέρω επεξεργασία για νηματοποίηση και παράγωγή νήματος, το οποίο πλέκεται ή υφάινεται και διακινείται ως ύφασμα. Ο σπόρος καλύπτεται από χνούδι το οποίο πρέπει να αφαιρεθεί προτού ο σπόρος χρησιμοποιηθεί για σπορά ή επεξεργαστεί για την παραγωγή ελαίου και λοιπών προϊόντων. Κατά την εκκόκκιση διακρίνονται οι ίνες πρώτης και δεύτερης κοπής. Οι ίνες πρώτης κοπής έχουν μεγαλύτερο μήκος και χρησιμοποιούνται στην παραγωγή υφασμάτων και ενδυμάτων. Οι ίνες δεύτερης κοπής έχουν μικρότερο μήκος και είναι κύρια πηγή κυτταρίνης για παραγωγή χημικών ουσιών και τροφίμων. Στη χημική βιομηχανία χρησιμοποιούνται για παραγωγή κυτταρίνης (οξικό άλας κυτταρίνης) και άλλων χημικών ενώσεων. Ο σπόρος βαμβακιού μπορεί να υποβληθεί σε επεξεργασία για να παραχθεί λάδι. Το βαμβάκι είναι το δεύτερο σε παραγωγή σπορέλαιου στον κόσμο (Cherry and Leffler, 1984). Χρησιμοποιείται σε ποικίλα προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των φυτικών ελαίων και της μαργαρίνης, του σαπουνιού και των πλαστικών. Επίσης, ο σπόρος βαμβακιού χρησιμοποιείται στα τρόφιμα, αλλά και ως ζωοτροφή (βαμβακόπιτα, καραμέλα), χρήση που περιορίζεται από την παρουσία στους σπόρους φυσικών τοξικών προϊόντων, όπως γκοσσυπόλη και κυκλοπροπτενοειδή λιπαρά οξέα. Τέλος, τα υπολείμματα της καλλιέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ενέργειας - βιομάζας (Office of the Gene Technology Regulator, Australia 2002). Υπολογίζεται ότι από έναν τόνο ξηρής μάζας βαμβακοφύτων μπορεί να παραχθούν 300 λίτρα αιθανόλης και 180 κιλά λιγνίνης (Γαλανοπούλου, 2002).

Το βαμβάκι καλλιεργείται σε περισσότερες από 60 χώρες. Το 96% της παγκόσμιας παραγωγής καλλιεργείται με βαμβάκι τύπου Upland - *G. hirsutum* – και το υπόλοιπο 4% με βαμβάκι τύπου Pima - *G. barbadense*. Το *G. barbadense* καλείται και Αιγυπτιακό ή ‘Sea Island’ βαμβάκι (Meredith, 1999). Στον πίνακα 3, φαίνεται η καλλιεργούμενη έκταση με βαμβάκι σε εκτάρια (ha) για κάθε ήπειρο και την Ελλάδα τα έτη 2001– 2007. Στον πίνακα 4, φαίνεται η απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι (Kg / στρ.), και στον πίνακα 5, η συνολική παραγωγή σε τόνους για κάθε ήπειρο και την Ελλάδα, αντίστοιχα (FAO, 2009). Από τους πίνακες φαίνεται ότι η Ωκεανία είναι η ήπειρος με τη μεγαλύτερη απόδοση ανά στρέμμα, ενώ η Ασία καλύπτει τα τρία πέμπτα της καλλιεργούμενης έκτασης με βαμβάκι. Η Ελλάδα είναι η πρώτη βαμβακοπαραγωγός χώρα στην Ευρώπη με περίπου 3.5 εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργούμενη έκταση.

Πίνακας 3: Καλλιεργούμενη έκταση με βαμβάκι σε εκτάρια (ha) για κάθε ήπειρο και για την Ελλάδα τα έτη 2001- 2007.

ΗΠΕΙΡΟΣ \ ΕΤΟΣ	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	ΑΜΕΡΙΚΗ	7.477.271	6.388.682	6.191.314	7.402.722	7.869.675	6.973.603
ΑΣΙΑ	21.263.770	18.705.612	19.636.985	21.848.087	21.005.606	21.683.705	21.730.648
ΑΦΡΙΚΗ	5.019.164	5.019.325	4.809.061	5.253.477	5.328.027	4.744.653	4.425.231
ΕΥΡΩΠΗ	510.477	475.645	473.299	466.534	454.582	438.413	365.448
ΩΚΕΑΝΙΑ	527.300	409.000	224.500	198.100	320.900	327.242	163.486
ΣΥΝΟΛΟ	34.797.982	30.998.264	31.335.159	35.168.920	34.978.790	34.197.616	33.057.930
ΕΛΛΑΔΑ	403.700	382.500	374.500	374.161	366.392	373.872	300.000

Πηγή: FAOSTAT | © FAO Statistics Division 2009.

Πίνακας 4: Απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι (Kgr / στρ.) για κάθε ήπειρο και για την Ελλάδα τα έτη 2001 - 2007.

ΕΤΟΣ ΗΠΕΙΡΟΣ	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ΑΜΕΡΙΚΗ	204	193	212	241	229	230	252
ΑΣΙΑ	170	178	180	206	206	220	237
ΑΦΡΙΚΗ	98	93	98	100	96	99	94
ΕΥΡΩΠΗ	332	341	295	328	347	271	307
ΩΚΕΑΝΙΑ	372	430	416	425	485	450	441
ΕΛΛΑΔΑ	339	341	292	313	336	278	333

Πηγή: FAOSTAT | © FAO Statistics Division 2009.

Πίνακας 5: Συνολική παραγωγή βαμβακιού (tn) για κάθε ήπειρο και για την Ελλάδα τα έτη 2001 - 2007.

ΕΤΟΣ ΗΠΕΙΡΟΣ	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ΑΜΕΡΙΚΗ	15.265.788	12.320.342	13.139.909	17.870.984	18.061.158	16.018.069	16.043.056
ΑΣΙΑ	36.261.754	33.472.677	35.406.256	44.901.099	43.316.314	47.776.242	51.502.300
ΑΦΡΙΚΗ	4.928.420	4.692.312	4.704.410	5.232.918	5.132.272	4.728.081	4.165.585
ΕΥΡΩΠΗ	1.697.014	1.620.921	1.394.168	1.528.124	1.578.058	1.187.546	1.121.438
ΩΚΕΑΝΙΑ	1.959.000	1.756.800	932.900	842.800	1.557.400	1.464.113	720.599
ΣΥΝΟΛΟ	60.111.976	53.863.052	55.577.643	70.375.925	69.645.202	71.174.051	73.552.978
ΕΛΛΑΔΑ	1.368.000	1.306.000	1.094.000	1.173.000	1.232.000	1.040.461	1.000.000

Πηγή: FAOSTAT | © FAO Statistics Division 2009.

3.4 Το δυναμικό απόδοσης.

Ο Bingham (1967) διαχωρίζει την ικανότητα απόδοσης σε αυτήν που μια ποικιλία επιτυγχάνει όταν καλλιεργείται χωρίς τους κινδύνους των εχθρών και ασθενειών (δυναμικό απόδοσης) και στην πραγματική απόδοση, που επιτυγχάνεται σαν αποτέλεσμα των παραπάνω καταπονήσεων. Ο Mackey (1979) αναφέρει ότι η ικανότητα απόδοσης μιας ποικιλίας πρέπει να υπολογίζεται κάτω από άριστες συνθήκες καλλιέργειας και με τη χρήση προστατευτικών μηχανισμών, που να αποτρέπουν την επίδραση των βιοτικών και αβιοτικών καταπονήσεων.

Οι βελτιωτές παραδοσιακά διακρίνουν τα γονίδια σε εκείνα που καθορίζουν την αντοχή στις διάφορες καταπονήσεις, και σε εκείνα που καθορίζουν το δυναμικό της απόδοσης (Frankel, 1947). Σκοπός τους είναι να συγκεντρώσουν τα επιθυμητά γονίδια σε έναν γονότυπο, προσπαθώντας παράλληλα, να μη χαθούν γονίδια που καθορίζουν την ποιότητα ή την αντοχή σε περιβαλλοντολογικές καταπονήσεις, όπως στην ξηρασία, ζέστη, χαμηλές θερμοκρασίες, αλατότητα, κ.λ.π. Σύμφωνα με τον Evans (1993), το δυναμικό απόδοσης (yield potential) μπορεί να ορισθεί ως: η απόδοση μιας ποικιλίας που καλλιεργείται στο περιβάλλον που είναι προσαρμοσμένη, χωρίς να υπόκειται σε περιορισμούς, για τα θρεπτικά στοιχεία και το νερό και με αποτελεσματικό έλεγχο εχθρών, ασθενειών, ζιζανίων και οποιοδήποτε άλλων βιοτικών και αβιοτικών καταπονήσεων. Η γενετική πρόοδος για το χαρακτηριστικό της απόδοσης εξαρτάται από την καλλιέργεια. Πολλές φορές αυτή η πρόοδος είναι πολύ αργή, ιδιαίτερα για φυτά στα οποία δίνεται ταυτόχρονα έμφαση σε ποσότητα και ποιότητα, π.χ. πατάτα (Douches et al., 1996). Γενικά, η γενετική πρόοδος για το βαμβάκι και τα σιτηρά έχει ξεπεράσει την αντίστοιχη για άλλες καλλιέργειες, όπως τα ψυχανθή και τα βολβώδη (Evans, 1993).

3.5 Τα συστατικά της απόδοσης

Η απόδοση είναι ποσοτικό χαρακτηριστικό και επηρεάζεται πάρα πολύ από το περιβάλλον. Η απόδοση, όμως, είναι το τελικό αποτέλεσμα συνεργασίας διαφόρων επί μέρους χαρακτηριστικών, γνωστών ως συστατικά απόδοσης. Στην περίπτωση που κάποια από τα συστατικά της απόδοσης είναι ποιοτικά χαρακτηριστικά ή ελέγχονται από λίγα γονίδια και επηρεάζονται λιγότερο από το περιβάλλον σε σχέση με την απόδοση καθαυτή, με αποτέλεσμα να έχουν υψηλότερο συντελεστή κληρονομικότητας από την απόδοση, ενδιαφέρουν το βελτιωτή για ενδεχόμενη αξιοποίηση τους ως κριτηρίων έμμεσης επιλογής (Αγοραστός, 2002).

Στο βαμβάκι, από τα πιο ενδιαφέροντα συστατικά απόδοσης είναι ο αριθμός των καρυδιών ανά φυτό ή μονάδα επιφάνειας, το βάρος των καρυδιών σε σύσπορο ή σε ίνα, η επί τοις εκατό αναλογία ίνας (Lint%), ο αριθμός και το βάρος των σπόρων ανά καρύδι καθώς και το βάρος της ίνας ανά σπόρο (Worley et al., 1974, Turner et al., 1979, Coyle and Smith, 1997). Η επί τοις εκατό αναλογία ίνας (Lint%) είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τη διατήρηση υψηλής απόδοσης σε ίνα και μπορεί να προσδιοριστεί από τον αριθμό των σπόρων ανά καρύδι, την ίνα ανά σπόρο και το βάρος του καρυδιού (Culp and Harrell, 1975). Ανάμεσα στα συστατικά απόδοσης που αναφέρθηκαν προηγουμένως, ο αριθμός των καρυδιών ανά τετραγωνικό μέτρο και η επί τοις εκατό αναλογία ίνας είναι τα σημαντικότερα συστατικά που σχετίζονται με την απόδοση σε ίνα (Zeng and Meredith, 2009). Ο Worley και οι συνεργάτες του (Worley et al., 1976) διαπίστωσαν ότι ο αριθμός των καρυδιών ανά τετραγωνικό μέτρο συνέβαλε κατά 85% στην απόδοση σε ίνα, ενώ ο Meredith (1984) αναφέρει ότι η επί τοις εκατό αναλογία ίνας συνέβαλε από 70 έως 90% στην απόδοση σε ίνα.

3.6 Πρωιμότητα

Οι ποικιλίες του βαμβακιού μπορούν να χαρακτηριστούν ως πρώιμες, μεσοπρώιμες και όψιμες. Η πρωιμότητα είναι γενετικό χαρακτηριστικό που επηρεάζεται και από τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Η πρώιμη παραγωγή επηρεάζει όχι μόνο την ποσότητα αλλά και την ποιότητα του προϊόντος. Το βαμβάκι καλλιεργείται και σε χώρες που η βλαστική περίοδος είναι περιορισμένη, αρκεί να χρησιμοποιούνται πρώιμες ποικιλίες που θα

αξιοποιήσουν την δεδομένη βλαστική περίοδο. Γενικά, με την πρωιμότητα μπορούν αποφευχθούν διάφορες εντομολογικές προσβολές, όπως π.χ. του *Anthonomus grandis*. Επιπλέον, η πρώιμη συγκομιδή επιτρέπει την αποφυγή ανεπιθύμητων καιρικών συνθηκών, κυρίως βροχοπτώσεων, κατά το φθινόπωρο. Έτσι, βελτιώνεται τόσο η ποσότητα (τα καρύδια έχουν όλο τον καιρό να ωριμάσουν) όσο και η ποιότητα (χρώμα, καθαρότητα, αντοχή κλπ) του προϊόντος. Ακόμη, η πρωιμότητα αυξάνει την απόδοση της μηχανικής συγκομιδής, ενώ απελευθερώνει το χωράφι νωρίς, και έτσι υπάρχει καιρός να ετοιμαστεί και να χρησιμοποιηθεί για την επόμενη καλλιέργεια (Χριστίδης, 1965). Τέλος, με την πρωιμότητα αυξάνεται η αποτελεσματικότητα της καλλιέργειας δεδομένου ότι χρησιμοποιούνται λιγότερες εισροές σε λιπάσματα, φυτοπροστατευτικά προϊόντα, νερό και ενέργεια (Niles and Feaster, 1984).

3.6.1 Εκτίμηση της πρωιμότητας

Η πρωιμότητα στο βαμβάκι δεν εκτιμάται με ιδιαίτερη ευκολία, επειδή το φυτό είναι συνεχούς ανάπτυξης, δηλ. ανθίζει και δένει καρύδια για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η πρωιμότητα επηρεάζεται από τη φυτρωτική δύναμη του σπόρου, την εγκατάσταση του φυτού, την εμφάνιση των πρώτων φύλλων, την εμφάνιση των χτενιών, την έναρξη της ανθοφορίας και την ταχύτητα εμφάνισης νέων λουλουδιών, το άνοιγμα των καρυδιών και το χρόνο που χρειάζονται για να ωριμάσουν. Η σχετική διάρκεια κάθε μιας από τις περιόδους αυτές διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία και επηρεάζεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες κάτω από τις οποίες αναπτύσσεται το φυτό (Niles and Feaster, 1984, Καλτσίκης, 1992).

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται διάφοροι τρόποι υπολογισμού της πρωιμότητας στο βαμβάκι, μεταξύ των οποίων το βάρος του σύσπορου (ή της ίνας ή του σπόρου ξεχωριστά) βαμβακιού της πρώτης, ή των επόμενων συγκομιδών, εκφρασμένο επί τοις εκατό της συνολικής παραγωγής, ή η παραγωγή που συγκομίζεται συγκεκριμένη μέρα (amount of crop harvested – ACH) ή και η παραγωγή που συγκομίζεται συγκεκριμένη μέρα (Percentage of crop harvested – PCH), ως ποσοστό της συνολικής παραγωγής (Richmond and Radwan, 1962, Miller and Marani, 1963, White and Richmond, 1963, Richmond and Ray, 1966, Ray and Richmond, 1966, Al - Rawi and Kohel,

1969, Murray and Verhalen, 1969, Verhalen et al., 1971, Wilson, 1987, Percy and Turcotte, 1991, Gwathmey and Howard, 1998, Heitholt and Meredith, 1998, Godoy and Palomo, 1999, Basbag et al., 2007, Clement-Bailey and Gwathmey, 2007). Ως δείκτες πρωιμότητας αναφέρονται, επίσης, ο αριθμός των ημερών από την σπορά έως την εμφάνιση των χτενιών (days of first square-DFS) (Richmond and Radwan, 1962, Ben – Porath and Baker, 1990, Godoy and Palomo, 1999, Basbag et al., 2007), του πρώτου λουλουδιού ή των δύο πρώτων λουλουδιών (day of first flower-DFF) (Richmond and Radwan, 1962, Al - Rawi and Kohel, 1969, Ben – Porath and Baker, 1990, Kohel and Benedict, 1987, Kenchanagoudar et al., 1997, Godoy and Palomo, 1999, Ahuja and Dhayal, 2001, Basbag et al., 2007, Ahuja and Dhayal, 2007) και του ανοίγματος του πρώτου καρυδιού (day of boll opening-DFBO) (Richmond and Radwan, 1962, Godoy and Palomo, 1999, Ahuja and Dhayal, 2001, Kassianenko, 2003). Επίσης, ο αριθμός των ημερών από τη σπορά (DAP) έως το άνοιγμα των καρυδιών σε ένα συγκεκριμένο ποσοστό - π.χ. 65% (Heitholt et al., 1993, Heitholt and Meredith, 1998). Ακόμη, ο αριθμός των ημερών από την άνθηση έως το άνοιγμα των καρυδιών που είναι έτοιμα για συγκομιδή, γνωστή ως περίοδος ωρίμανσης των καρυδιών (boll maturation period–BMP) (Kohel and Benedict, 1987, Godoy and Palomo, 1999, Braden and Smith, 2004, Bednarz and Nichols, 2005), όπως και το ποσοστό % των ανοιγμένων καρυδιών μία συγκεκριμένη ημέρα από την ημερομηνία σποράς (Baloch and Baloch, 2004).

Ένα μορφολογικό χαρακτηριστικό που δίνει μια ένδειξη της σχετικής πρωιμότητας των διαφόρων ποικιλιών είναι ο αριθμός των κόμπων που σχηματίζονται πάνω στον κύριο βλαστό του φυτού από τις κοτυληδόνες έως τον πρώτο κλάδο πάνω στον οποίο θα σχηματιστούν καρύδια (node of first fruiting branch-NFB) ή τα δύο πρώτα λουλούδια (Ray and Richmond, 1966, Kohel and Benedict, 1987, Ben – Porath and Baker, 1990). Επίσης, ο αριθμός των μονοποδίων (number of vegetative branches–NVB) (Ray and Richmond, 1966, Basbag et al., 2007) και ο αριθμός των καρυδιών ανά συμπόδιο που αναπτύσσεται σε κάθε μονοπόδιο εκφρασμένος σε % ποσοστό του συνολικού αριθμού των καρυδιών (percentage of bolls on vegetative branches–PBV) (Ray and Richmond, 1966).

Άλλοι τρόποι που έχουν χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση της πρωιμότητας ήταν το χρονικό διάστημα της κάθετης (vertical flowering interval–VFI) ή και της οριζόντιας ανθοφορίας (horizontal flowering interval – HFI) (Godoy and Palomo, 1999, Braden and Smith, 2004, Bednarz and Nichols, 2005). Ο πρώτος είναι ο αριθμός των ημερών της άνθησης σε αντιστοιχία με τους κόμβους στον κύριο βλαστό, από τους οποίους εκπύσσονται καρποφόροι βλαστοί. Ο δεύτερος είναι ο αριθμός των ημερών μεταξύ της άνθησης των λουλουδιών στην πρώτη και τη δεύτερη θέση στον ίδιο καρποφόρο βλαστό. Επιπλέον, αναφέρονται οι δείκτες άνθησης και ωρίμανσης (bloom index-BI και maturity index-MI αντίστοιχα) (Godoy and Palomo, 1999). Οι δείκτες αυτοί είναι η επί τοις εκατό αναλογία του συνολικού αριθμού των λουλουδιών (των καρυδιών, αντίστοιχα) προς το άθροισμα των γινομένων του αριθμού των λουλουδιών (των καρυδιών, αντίστοιχα) ανά ημέρα επί τον αριθμό των ημερών από τη σπορά.

Ο Χριστίδης (1965) ανέπτυξε ένα δείκτη για την εκτίμηση της πρωιμότητας που ονομάζεται μέση ημερομηνία ωρίμανσης (mean maturity date-MMD) και υπολογίζεται από την ημερομηνία συγκομιδής και το ποσό που συγκομίζεται κάθε φορά από τον τύπο:

$$MMD = \frac{W_1H_1 + W_2H_2 + \dots + W_nH_n}{W_1 + W_2 + \dots + W_n},$$

όπου W = το βάρος της ίνας ή του σπόρου ή του αριθμού των ανοιγμένων καρυδιών, H = ο αριθμός των ημερών από μια αυθαίρετη ημέρα έως την συγκομιδή και 1, 2, . . . n, ο αριθμός των συνεχόμενων συγκομιδών.

Ένας δείκτης που προέκυψε από το δείκτη του Χριστίδη είναι ο δείκτης ρυθμού παραγωγής (production rate index–PRI), που δίνεται από τη σχέση

$$PRI = \frac{TotalPlotWeight}{MMD}.$$

Ο προτεινόμενος από τον Χριστίδη τρόπος υπολογισμού της πρωιμότητας χρησιμοποιήθηκε αργότερα και από άλλους ερευνητές στο βαμβάκι (Richmond and Ray, 1966, Ray and Richmond, 1966, Bilbro and Quisenberry, 1973, Kohel and Benedict, 1987, Godoy and Palomo, 1999, Stiller et al., 2004).

3.7 Χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας.

Η αξία του εκκοκκισμένου βαμβακιού ποικίλει αναλόγως της ποιότητας, η οποία και καθορίζει την καταλληλότητα του προϊόντος για ορισμένες βιομηχανικές χρήσεις. Η ποιότητα του εκκοκκισμένου βαμβακιού καθορίζεται κυρίως από την ποικιλία, επηρεάζεται όμως και από το περιβάλλον, καθώς και από τις μεταχειρίσεις που δέχεται το βαμβάκι στον αγρό, στη συγκομιδή, αποθήκευση και εκκόκκισή του. Τα κύρια χαρακτηριστικά των ινών του βαμβακιού, τα οποία προσδιορίζονται στα ταξινομητήρια και τα εργαστήρια ποιοτικού ελέγχου και τα οποία χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της ποιότητας, σύμφωνα με τους Χρηστίδη (1965) και Κεχαγιά (1999), είναι:

- το κυτίο ή βαθμός (Grade) του εκκοκκισμένου
- το μήκος και η ομοιομορφία των ινών
- η λεπτότητα και η ωριμότητα των ινών
- η αντοχή και η επιμήκυνση των ινών κατά τη θραύση.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά, εκτός του κυτίου, αποτελούν τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά της ίνας του βαμβακιού, τα οποία καθορίζουν και την κλωστική ικανότητα. Σήμερα, η τυποποίηση του βαμβακιού, βάσει της οποίας ταξινομείται κάθε μπάλα βαμβακιού, γίνεται με βάση το κυτίο, το μήκος, τη λεπτότητα και την ωριμότητα της ίνας (Γαλανοπούλου, 2002).

3.7.1 Κυτίο ή βαθμός

Το κυτίο προσδιορίζεται από το χρώμα, τις ξένες ύλες και την ποιότητα εκκοκκισμού που επηρεάζει την εμφάνιση του. Η μέτρηση του γίνεται με το HVI και το AFIS. Μικρότερο σε νούμερο κυτίο σημαίνει καλύτερη ποιότητα. Ο χρωματισμός επηρεάζεται από τις συνθήκες συγκομιδής, τις προσβολές εντόμων και ασθενειών, καθώς και τις συνθήκες αποθήκευσης και εκκοκκισμού του βαμβακιού. Το χρώμα καθορίζεται από δύο στοιχεία: τη λαμπρότητα (lightness), η οποία εκφράζεται ως ποσοστό της αντανάκλαστικότητας του φωτός (%Rd), και την κιτρινάδα (yellowness), που εκφράζεται σε τιμές της κλίμακας Hunter, που μετατρέπονται αυτόματα σε ισοδύναμες τιμές του χρωματικού κυτίου (Γαλανοπούλου, 2002).

Οι ξένες ύλες αποτελούνται από τμήματα του περισπερμίου, τεμάχια φύλλων κ.λ.π., και επηρεάζονται από τις συνθήκες συλλογής και εκκοκκισμού. Οι ξένες ύλες, που ανάλογα με το μέγεθος τους χαρακτηρίζονται ως σκόνη ή σκουπίδια, προέρχονται σε μεγάλο βαθμό από τον τρόπο συγκομιδής και σε μικρότερο από την ποικιλία, την καλλιεργητική πρακτική και το περιβάλλον. Η εκτίμησή τους γίνεται με το HVI (High Volume Instrument) ή και με το AFIS (Advanced Fiber Information System).

Τέλος, κακή ποιότητα εκκοκκισμού συντελεί στο σπάσιμο των ινών, δημιουργία κόμβων (neps) και σε ατέλειες του νήματος, το οποίο γίνεται ακατάλληλο για πλέξη. Οι κόμβοι, που μπορεί να οφείλονται και σε γενετικούς παράγοντες ή και δυσμενείς συνθήκες παραγωγής στον αγρό, δυσκολεύουν τη νηματοποίηση και αυξάνουν τις απώλειες σε ίνα (Γαλανοπούλου, 2002).

3.7.2 Μήκος και ομοιομορφία των ινών

Το μήκος είναι ποσοτικό γενετικό χαρακτηριστικό και επηρεάζεται σημαντικά και από παράγοντες του περιβάλλοντος, όπως θερμοκρασία (ημερήσια και νυχτερινή) και εδαφική υγρασία, καθώς και τους παράγοντες που επηρεάζουν τη θρέψη του φυτού (Basra and Saha, 1999). Το μήκος είναι πολύ εμφανές χαρακτηριστικό και, δεδομένης της σημασίας του, προτάθηκαν κατά καιρούς διάφοροι τρόποι μέτρησης. Αναφέρονται εμπορικοί και εργαστηριακοί όπως: το μήκος ταξινόμου, τα διαγράμματα ινών, γνωστή ως array method (ASTM D-1440-90), ο ινογράφος, το HVI και το AFIS. Στον ινογράφο και το HVI γίνεται ηλεκτρονική απεικόνιση δέσμης ινών που δίνει το μήκος τους για προκαθορισμένες συχνότητες. Συνήθως μετράται το 50% και το ανώτερο 2,5% του πληθυσμού των ινών (ASTM D-1447-89, Chu and Riley, 1997), δηλ. αν μετρηθούν 2000 ίνες, το μήκος των 1000 ινών αποτελεί το μήκος 50%, και το μήκος των μακρύτερων 50 ινών αποτελεί το μήκος 2,5%..

Σημαντική παράμετρος του μήκους, που χαρακτηρίζει τη συμπεριφορά του στην κλώση, είναι η ομοιομορφία. Η ομοιομορφία του μήκους αναφέρεται στη σχέση του μέσου μήκους προς το ανώτερο μήκος με οποιονδήποτε τρόπο και αν μετρηθεί. Υψηλή ομοιομορφία δε σημαίνει ότι το συγκεκριμένο βαμβάκι είναι καλύτερο, επειδή αυτό εξαρτάται από την τελική χρήση. Έτσι, σε

νήματα πενιέ, έχει μεγαλύτερη σημασία το ανώτερο μήκος ενώ, σε πιο χαμηλές ποιότητες (καρντέ), η τιμή της ομοιομορφίας έχει μεγαλύτερη σημασία (Τσαλίκη και Κεχαγιά, 2003).

3.7.3 Η λεπτότητα και η ωριμότητα των ινών

Η λεπτότητα του βαμβακιού μπορεί να οριστεί είτε ως μάζα ανά μονάδα μήκους της ίνας (gravimetric fineness) είτε ως βιολογική λεπτότητα (biological fineness), που αναφέρεται στις διαστάσεις της ίνας και κυρίως την περίμετρό της. Η μονάδα μέτρησης της λεπτότητας είναι το millitex (m Tex) και δηλώνει το βάρος σε mg 1000 μέτρων ινών. Η βιολογική λεπτότητα είναι γενετικό χαρακτηριστικό και ορίζεται ως η περίμετρος της διατομής της ίνας με μονάδα μέτρησης τα μm και χαρακτηρίζει κάθε ποικιλία (Ramey, 1982).

Η ωριμότητα των ινών βαμβακιού αναφέρεται στην ανάπτυξη του δευτερογενούς τοιχώματος και εξαρτάται κυρίως από τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Κάθε παράγοντας που επηρεάζει τη θρέψη του φυτού επιδρά άμεσα στην εναπόθεση κυτταρίνης και στη δημιουργία του δευτερογενούς τοιχώματος. Ξηρασία και χαμηλές θερμοκρασίες επιβραδύνουν την εναπόθεση δευτερογενούς τοιχώματος, ενώ υψηλότερες θερμοκρασίες μέχρι 30-32°C οδηγούν στη δημιουργία παχύτερων τοιχωμάτων, εφόσον φυσικά το φυτό έχει στη διάθεσή του νερό και τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά (Bradow et al., 1996a, Bradow and Bauer, 1997a).

Οι μέθοδοι εκτίμησης της λεπτότητας και της ωριμότητας διακρίνονται σε άμεσες και έμμεσες, και αφορούν είτε και τα δύο χαρακτηριστικά μαζί (παλιότερες) ή κάθε ένα ξεχωριστά (νεότερες). Η εκτίμηση της λεπτότητας με τις παλιότερες μεθόδους στηρίζεται στη μέτρηση του βάρους της ίνας, στη μονάδα μήκους (gravimetric fineness) και της ωριμότητας στη μικροσκοπική εξέταση των ινών μετά από διόγκωση με 18% NaOH (ASTM D 1442-93). Στις έμμεσες μετρήσεις η εκτίμηση διακρίνεται με βάση: (α) τη διαπερατότητα στον αέρα, (β) την απορρόφηση βαφής, (γ) την οπτική ανάλυση. Στη διαπερατότητα στον αέρα στηρίζονται τα όργανα micronaire και Fineness and Manurity Tester (FMT). Το micronaire χρησιμοποιείται ευρύτατα από το 1946 για εκτίμηση της λεπτότητας και ωριμότητας και αντιστοιχεί στην αντίσταση που προβάλλει στη ροή αέρα συγκεκριμένης πίεσης, δείγμα βαμβακιού

ορισμένου βάρους, το οποίο πιέζεται σε χώρο σταθερών διαστάσεων (ASTM D 1448-90, Hear, 2000). Στο πολυόργανο HVI μετράται, επίσης, η τιμή micronaire βάσει της ίδιας αρχής, αλλά και στα δύο όργανα, για την εκτίμηση της ωριμότητας, είναι απαραίτητο να είναι γνωστή η βιολογική λεπτότητα. Η μέτρηση του micronaire αποτελεί ένδειξη ωριμότητας μόνο στην ίδια ποικιλία, και η ανάμιξη παρτίδων βαμβακιού με το ίδιο micronaire προφυλάσσει από προβλήματα διχρωμίας στο τελικό προϊόν, μόνο όταν είναι γνωστή και η λεπτότητα (Yankey, 1997). Η τιμή micronaire, αν και βασίζεται σε έμμεση μέθοδο μέτρησης, έχει πολύ μεγάλη σημασία για τη βιομηχανία, όπου βρίσκει άμεση πρακτική εφαρμογή και δεν μπόρεσε να αντικατασταθεί από κανέναν άλλο τρόπο μέτρησης (Τσαλίκη και Κεχαγιά, 2003).

Μεταγενέστερο όργανο που μετράει χωριστά τη λεπτότητα και ωριμότητα είναι το IIC Shirley Fineness and Maturity Tester (FMT), που στηρίζεται, επίσης, στη διαπερατότητα του αέρα από μια συγκεκριμένη ποσότητα ινών σε δύο διαφορετικά στάδια συμπίεσης (ASTM D 3818-92). Αρχικά, μετράται η πτώση πίεσης σε ροή αέρα 4,0 L/min (P) και μετά με ροή αέρα 1,0L/min (P). Η ωριμότητα, η λεπτότητα και η αναλογία ώριμων ινών προσδιορίζονται βάσει εξισώσεων. Άλλοι τρόποι έμμεσης μέτρησης της ωριμότητας στηρίζονται στην απορρόφηση διαφόρων χρωστικών (ASTM 1464-90) και παρατήρηση του χρώματος ή με τέστ φυγοκέντρωσης. Νεότεροι τρόποι μέτρησης της λεπτότητας και ωριμότητας στηρίζονται στην προβολή μέσω μικροσκοπίου των διαστάσεων των ινών και στην αντίστοιχη μέτρησή τους (Image analysis) (Schneider et al., 2000 και Thibodeux et al., 2000).

Με το AFIS, που αποτελεί τη νεώτερη εξέλιξη στην εκτίμηση των χαρακτηριστικών των ινών βαμβακιού, δίνονται πληροφορίες άμεσες, και σχετικά ακριβείς, για τη λεπτότητα και ωριμότητα. Η μέτρηση με το AFIS στηρίζεται στο φως που ανακλά κάθε ίνα και μετρούνται όλες οι διαστάσεις της, δηλ. η περίμετρος, η διατομή, η λεπτότητα, η ωριμότητα, ενώ συγχρόνως υπολογίζεται και το ποσοστό ανώριμων ινών (Williams and Yankey, 1996, Gordon et al., 1997).

3.7.4 Η αντοχή και η επιμήκυνση των ινών κατά τη θραύση.

Η αντοχή της ίνας είναι σημαντικό τεχνολογικό χαρακτηριστικό και επηρεάζει την αντοχή του νήματος. Καθορίζεται, κυρίως, από την ποικιλία και την ωριμότητα της ίνας. Η επιμήκυνση, που μετράται συγχρόνως με την αντοχή, συνδέεται με την κλωσιμότητα του βαμβακιού, και όσο μεγαλύτερη είναι, τόσο καλύτερη είναι η συμπεριφορά του βαμβακιού στην κλώση. Η επιμήκυνση εκφράζεται ως ποσοστό του αρχικού μήκους. Η αντοχή του νήματος επηρεάζεται από το μήκος, τη λεπτότητα, την ελαστικότητα και την αντοχή των ινών. Η αντοχή της ίνας εκφράζεται συνήθως με το απαιτούμενο βάρος για να σπάσει μια δέσμη ινών με δεδομένη εγκάρσια διατομή. Η εκτίμηση της αντοχής δέσμης ινών γίνεται με τη συσκευή Pressley, τη συσκευή Stelometer και το HVI. Στη συσκευή Pressley το σπάσιμο της δέσμης γίνεται σε απόσταση μηδέν, ενώ στα άλλα δυο όργανα σε απόσταση 3,2 mm από τη βάση της δέσμης. Με το όργανο Pressley μετράται η αντοχή της ίνας σε χιλιάδες λίβρες ανά τετραγωνική ίντσα (PSI) και εκφράζεται ως δείκτης Pressley (δίνει καλύτερη εκτίμηση για νήματα Penie). Αυξημένη τιμή δείκτη υποδηλώνει μεγαλύτερη αντοχή. Οι συνήθεις τιμές κυμαίνονται από 70 ως 90 χιλ. λίβρες / τετραγωνική ίντσα. Τροποποιημένο όργανο είναι το Stelometer, που μετρά αμέσως την αντοχή και ελαστικότητα των ινών και οι τιμές εκφράζονται σε g/tex (δίνει καλύτερη εκτίμηση για νήματα Garde). Η τιμή HVI εκφράζεται, επίσης, σε g/tex, δεν είναι όμως συγκρίσιμη με τον Stelometer και τον Pressley. Είναι λιγότερο ακριβής, μπορεί όμως να θεωρηθεί ενδεικτική, και έχει το πλεονέκτημα ότι υπολογίζεται πολύ γρήγορα (Γαλανοπούλου, 2002).

Η επιμήκυνση είναι εξίσου σημαντικό χαρακτηριστικό γιατί είναι επιθυμητός ο άριστος συνδυασμός αντοχής και επιμήκυνσης, ώστε να ελέγχεται η συμπεριφορά στην κλώση. Η αντοχή των ινών επηρεάζει την αντοχή του νήματος, ενώ η επιμήκυνση τη συμπεριφορά στην κλώση. Σύμφωνα με τον Bragg (2000), αύξηση στην αντοχή των ινών βαμβακιού κατά 2g/tex αυξάνει την αντοχή του τελικού νήματος κατά 1g/tex εφόσον οι άλλοι παράγοντες παραμένουν σταθεροί (Τσαλίκη και Κεχαγιά, 2003).

Συνοψίζοντας την προηγούμενη εκτενή αναφορά στα χαρακτηριστικά του βαμβακιού, που εκφράζουν τη συνολική εικόνα της καλλιέργειας τόσο ως

αγρονομική συμπεριφορά όσο και την αποτίμηση της βιομηχανικής αξίας, γίνεται κατανοητή η ιδιαιτερότητα του φυτού και οι δυσκολίες χειρισμού του ως υλικού για γενετική βελτίωση.

3.8 Γενετικό υλικό – Δημιουργία γενετικής παραλλακτικότητας.

3.8.1 Γενετική τροποποίηση προϋπάρχουσας ποικιλίας.

Αφορά κυρίως στη βελτίωση καλλιεργούμενης επιθυμητής ποικιλίας που μειονεκτεί σε συγκεκριμένο ποιοτικό χαρακτηριστικό π.χ. ανθεκτικότητα σε ασθένειες (μονο / ολιγονιδιακός έλεγχος). Η μεθοδολογία είναι γνωστή ως αναδιασταύρωση (back cross). Η μέθοδος της αναδιασταύρωσης είναι γνωστή στους βελτιωτές και έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλά φυτικά είδη για την μεταφορά σε υπάρχουσες καλλιεργούμενες ποικιλίες χαρακτηριστικών που κληρονομούνται με απλό τρόπο. Η τεχνική της αναδιασταύρωσης χρησιμοποιείται κυρίως στη βελτίωση ενός συγκεκριμένου χαρακτηριστικού ή ενός μικρού αριθμού χαρακτηριστικών σε μια επιθυμητή ποικιλία. Συνήθως, απαιτούνται 4-6 αναδιασταυρώσεις για τη βελτίωση μιας επιθυμητής ποικιλίας (Chaudhry and Guitchounts, 2003).

Η αναδιασταύρωση χρησιμοποιείται στη Βελτίωση των Φυτών για τη μεταφορά, σε μια επιθυμητή ποικιλία, συγκεκριμένων χαρακτηριστικών από ποικιλία ή άλλο γονότυπο δότη. Αυτό γίνεται με επανειλημμένες διασταυρώσεις της επιθυμητής ποικιλίας (επαναλαμβανόμενο γονέα) με το αρχικό F_1 υβρίδιο και ταυτόχρονη επιλογή για το επιθυμητό χαρακτηριστικό ή χαρακτηριστικά, που προέρχεται από το δότη. Τα πλεονεκτήματα της αναδιασταύρωσης είναι: η βελτίωση μιας ήδη αγρονομικά επιτυχημένης ποικιλίας για κάποιο συγκεκριμένο μειονέκτημα, ενώ, ταυτοχρόνως, διατηρούνται υπάρχοντα επιθυμητά χαρακτηριστικά. Η βελτιωτική διαδικασία είναι απλή και χρονικά σύντομη. Μπορεί να πραγματοποιηθεί σε συμβατικές συνθήκες αγρού ή να συνδυασθεί με θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις, μειώνοντας, έτσι, τη χρονική διάρκεια της (δύο γενεές αντί για μία κατά ημερολογιακό έτος). Επιπλέον, μπορεί να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα της με την αξιοποίηση μοριακών δεικτών που συντομεύουν τη σχετική διαδικασία, αφού είναι εφικτή η ακριβής αναγνώριση του ενσωματωμένου αλληλομόρφου

όσο και η αντίστοιχη ανάκτηση του γονιδιώματος της επιθυμητής ποικιλίας. Σημειώνεται, τέλος, ότι η νέα βελτιωμένη – τροποποιημένη ποικιλία είναι πρακτικά όμοια με την αρχική, ενώ δεν αποκλείονται ευμενείς, ή και κάποιες λιγότερο επιθυμητές, συνέπειες ως αποτέλεσμα σύνδεσης ή / και πλειοτροπικών δράσεων.

Η μέθοδος αυτή έχει χρησιμοποιηθεί στο βαμβάκι για τη μεταφορά μορφολογικών χαρακτηριστικών σε γενετικό υλικό για συγκεκριμένες γενετικές ερευνητικές εργασίες και για τη δημιουργία βελτιωμένων σειρών (Meredith, 1988). Έχει, επίσης, αναφερθεί και για τη μεταφορά γονιδίων που συνδέονται με την αντοχή της ίνας (Meredith, 1993). Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν συχνά διάφορες πηγές γονιδίων για επιθυμητά χαρακτηριστικά, οι βελτιωτές συνήθως χρησιμοποιούν γενετικό υλικό όπου το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό ή χαρακτηριστικά έχει ενσωματωθεί σε λίγες ή κάποιες υψηλής απόδοσης προσαρμοσμένες ποικιλίες. Για παράδειγμα, υπάρχουν διάφορες πηγές για το χαρακτηριστικό του λείου φύλλου στο βαμβάκι, οι βελτιωτές, όμως, έχουν χρησιμοποιήσει, σχεδόν αποκλειστικά, μία ποικιλία (Deltapine 16) για την εισαγωγή αυτού του χαρακτηριστικού. Χαρακτηριστικά όπως το προηγούμενο, που ελέγχονται από μια απλή γονιδιακή θέση (Lee, 1985) θα μπορούσαν να ενσωματωθούν μέσω ενός προγράμματος αναδιασταυρώσεων. Για ποσοτικά χαρακτηριστικά όπως η πρωιμότητα (Niles and Feaster, 1985), η διαδικασία της αναδιασταύρωσης θα ήταν περισσότερο πολύπλοκη. Αυτό δείχνει την ανάγκη εξεύρεσης άλλων προσαρμοσμένων πηγών επιθυμητών αλληλομόρφων όπως και την ανάγκη για ενσωμάτωση επιθυμητών αλληλομόρφων σε μεγαλύτερο εύρος γενετικού υλικού (Esbroeck et al., 1998). Τέλος, η σχετική μεθοδολογία αξιοποιείται ευρέως για την ενσωμάτωση των διαγονιδίων (transgenes) σε εμπορικά επιτυχημένες ποικιλίες βαμβακιού από τις εταιρείες δημιουργίας και εμπορίας διαγονιδιακών ποικιλιών, των γνωστών ως γενετικά τροποποιημένων.

3.8.2 Δημιουργία νέας ποικιλίας.

Ιστορικά οι μέθοδοι βελτίωσης που έχουν χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ποικιλιών στο βαμβάκι είναι η μαζική και η γενεαλογική επιλογή (Campbell et al., 2008). Στη μαζική επιλογή, κριτήριο επιλογής αποτελεί ο φαινότυπος του ατομικού φυτού. Στη γενεαλογική, κριτήριο επιλογής, εκτός

της συμπεριφοράς του φαινοτύπου του ατομικού φυτού, αποτελεί και η παραγωγική συμπεριφορά των απογόνων του επιλεγμένου φυτού (απογονικός έλεγχος) καθώς και η συμπεριφορά των απογόνων από συγκεκριμένες διασταυρώσεις (HS, FS ή TC) (Τσαυτάρης, 1995).

3.8.2.1 Μαζική επιλογή

Η μαζική επιλογή (mass selection) ήταν η επικρατούσα μέθοδος βελτίωσης του βαμβακιού κατά τον 19^ο και 20^ο αιώνα (Brown and Ware, 1958). Η μαζική επιλογή γενικά εφαρμόζεται όταν υπάρχει διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα, όπως π.χ. καλλιεργούμενες ποικιλίες που είναι πολυγονοτυπικά μείγματα ή και διασπώμενες γενεές. Η μαζική επιλογή διαφέρει από την επιλογή καθαρής σειράς στο ότι ένας αριθμός επιλεγμένων φυτών, περισσότερων από ένα, θα συνδυαστούν σε μίγμα για να αποτελέσουν τη νέα ποικιλία. Διακρίνονται τα παρακάτω στάδια: α) επιλογή μεμονωμένων φυτών με τον καλύτερο φαινότυπο, στα γνωρίσματα που θέλει ο βελτιωτής, και ανάμιξη των σπόρων των επιλεγμένων φυτών, β) σπορά του μείγματος των επιλεγμένων φυτών και συνέχιση της φαινοτυπικής επιλογής για 3-6 χρόνια, γ) ανάμιξη του σπόρου των καλύτερων φυτών και σπορά του πληθυσμού σε συγκριτικά πειράματα απόδοσης, δ) επιλογή των καλύτερων ποικιλιών και ε) παραγωγή σπόρου για διάδοσή τους. Οι ποικιλίες που δημιουργούνται με τη μέθοδο αυτή είναι πολυγονοτυπικά μείγματα. Το βασικό μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι, επειδή τα φυτά επιλέγονται με βάση το φαινότυπο, δε γνωρίζει ο βελτιωτής ως πιο σημείο ο φαινότυπος ανταποκρίνεται στο γονότυπο για τον οποίο βασικά ενδιαφέρεται. Αυτό, βέβαια, ισχύει για τα ποσοτικά γνωρίσματα, όπως η απόδοση, τα οποία επηρεάζονται πολύ από το περιβάλλον (Καλτσίκης, 1992).

3.8.2.2 Γενεαλογική επιλογή

Η γενεαλογική επιλογή είναι η μέθοδος επιλογής υπέρτερων γονότυπων με βάση τη συμπεριφορά των απογόνων τους. Η επιλογή αρχίζει στη F₂ γενεά, όπου, από τα μεμονωμένα φυτά, επιλέγονται εκείνα που την επόμενη χρονιά θα αξιολογηθούν σε γραμμές. Αυτό επαναλαμβάνεται έως την F₆ γενεά. Από τη F₃ μέχρι την F₆ γενεά γίνεται επιλογή, μεταξύ ή εντός των οικογενειών. Από την F₆ γενεά, όπου το υλικό σταθεροποιείται ικανοποιητικά, η επιλογή συνεχίζεται μόνο μεταξύ των οικογενειών. Τα προκαταρκτικά

πειράματα αρχίζουν από την F_7 , ενώ τα πειράματα απόδοσης από την F_8 και συνεχίζονται έως την F_{10} ή την F_{12} γενεά (Poehlman and Sleper, 1995).

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι η μέθοδος διαφέρει από τη μαζική επιλογή στα εξής: α) η αξία του κάθε γονότυπου, που αρχικά επιλέγεται φαινοτυπικά, εκτιμάται στη συνέχεια με βάση τη συμπεριφορά των απογόνων του, αν έχει ή όχι την ικανότητα να μεταβιβάζει τα γονίδια στους απογόνους, β) μετά από κάθε επιλογή, οι σπόροι δεν αναμειγνύονται, αλλά σπέρνονται σε χωριστές γραμμές και γ) είναι γνωστή η καταγωγή κάθε επόμενης γενεάς.

Οι βελτιωτές βαμβακιού χρησιμοποιούν κυρίως την κλασσική γενεαλογική μέθοδο ή κάποια από τις παραλλαγές της. Συνήθως, το υλικό εκκίνησης είναι μια διασπώμενη F_2 γενεά από διασταύρωση μεταξύ ποικιλιών, και συνεχίζεται με αξιολόγηση και επιλογή μεταξύ και εντός των επόμενων γενεών ($F_3 - F_5$). Αν και η γενεαλογική μέθοδος απαιτεί λεπτομερή καταγραφή δεδομένων, επιτρέπει την επιλογή επιθυμητών φαινοτύπων στις πρώτες διασπώμενες γενεές ($F_2 - F_3$), μειώνοντας έτσι τους ανεπιθύμητους γονότυπους στις επόμενες γενεές. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει στο βελτιωτή να διατηρεί το επιθυμητό γενετικό υλικό, έστω και με περιορισμένη ποσότητα σπόρου (φυτό στη γραμμή), έως τη γενεά πριν από τις δοκιμές για την απόδοση στον αγρό. Η γενεαλογική μέθοδος εφαρμόζεται στο βαμβάκι για την βελτίωση χαρακτηριστικών όπως το micronaire και το μήκος της ίνας (Verhalen and Muray, 1967). Επίσης, η % αναλογία ίνας, η απόδοση σε ίνα και σε σύσπορο καθώς και η πρωιμότητα (Verhalen et al., 1972), παρόλο που για τα χαρακτηριστικά αυτά η αθροιστική γενετική παραλλακτικότητα είναι περιορισμένη (Calhoun and Bowman, 1999).

Οι περισσότερες από τις ποικιλίες τύπου Pima και Upland, που δημιουργήθηκαν τον τελευταίο αιώνα, ήταν προϊόντα γενεαλογικής επιλογής κλασσικής ή κάποιας παραλλαγής της, όπως η επανεπιλογή σε μια υπάρχουσα ποικιλία, γνωστή και ως ενδοποικιλιακή επιλογή. Στην περίπτωση αυτή, γίνεται φαινοτυπική επιλογή ατομικών φυτών της ποικιλίας και ακολουθείται από απογονικό έλεγχο. Οι επιλεγμένοι γονότυποι μπορεί να αξιοποιηθούν με περαιτέρω επιλογή μεταξύ και εντός, καθώς και ως δυνητικά βελτιωμένες ποικιλίες μετά από τη απαραίτητη αξιολόγηση και σύγκριση με την αρχική ποικιλία. Η βελτιωτική αυτή προσέγγιση είναι αποτελεσματική στο

βαμβάκι, δεδομένου ότι οι εμπορικές ποικιλίες δεν είναι καθαρές σειρές αλλά πολυγονοτυπικές, σε συνδυασμό με την αναμενόμενη παραλλακτικότητα και ανάλογα με το ποσοστό σταυρογονιμοποίησης.

Η βελτίωση βαμβακιού τύπου Pima έχει βασιστεί σχεδόν αποκλειστικά στη γενεαλογική επιλογή (Feaster et al., 1980), ενώ το 32% σχεδόν των ποικιλιών που αναπτύχθηκαν μεταξύ 1970 και 1990 ήταν επανεπιλογές (Calhoun et al., 1997).

3.8.2.3 Τροποποιημένη γενεαλογική επιλογή.

Το πρόγραμμα βελτίωσης βαμβακιού στο Delta Research and Extension Center (DREC) στο Μισσισιππί των ΗΠΑ χρησιμοποιούσε, έως το 1990, μια τροποποίηση της κλασσικής γενεαλογικής επιλογής που συνδυαζόταν με δοκιμές για την απόδοση στον αγρό στις πρώτες διασπώμενες γενεές. Οι στόχοι της βελτίωσης ήταν η αύξηση της απόδοσης σε ίνα, της πρωιμότητας και των χαρακτηριστικών ποιότητας της ίνας. Τα επιθυμητά προϊόντα του προγράμματος περιλάμβαναν: (α) γενετικά βελτιωμένους πληθυσμούς τους οποίους οι βελτιωτές μπορούσαν να αξιοποιήσουν με επανεπιλογή, (β) ομόζυγες σειρές που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σαν γονείς και (γ) ποικιλίες για εμπορική παραγωγή. Οι διαδικασίες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν αποτελεσματικές για τη δημιουργία των τριών επιθυμητών τύπων γενετικού υλικού. Οι ποικιλίες DES 24, DES 56, DES 422 και DES 19 δημιουργήθηκαν με την τροποποιημένη αυτή γενεαλογική επιλογή (Bridge, 1990).

3.8.2.4 Το πολυφασικό πρόγραμμα βελτίωσης (Multi - Adversity Resistance, MAR Breeding).

Το πρόγραμμα αυτό ξεκίνησε το 1963 στις ΗΠΑ από τον L.S. Bird. Ο πρωταρχικός στόχος του προγράμματος ήταν η βελτίωση της ανθεκτικότητας σε ασθένειες και σε άλλες συνθήκες καταπόνησης (π.χ. χαμηλές θερμοκρασίες μετά την σπορά κ.α.), διατηρώντας ή και αυξάνοντας την απόδοση. Ο Bird (1982), οριοθέτησε το στόχο του προγράμματος ως «τη δημιουργία ποικιλιών που συνδυάζουν ανθεκτικότητα σε όλα τα παθογόνα, στους νηματώδεις, τα έντομα, και σε αντίξοες συνθήκες καθώς και υψηλή απόδοση και χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας». Το πολυφασικό

πρόγραμμα βελτίωσης βασίζεται σε δύο βασικές αρχές: α) στη γενετική συσχέτιση που αναμένεται να υπάρχει μεταξύ διαφόρων αγρονομικών χαρακτηριστικών και ανθεκτικότητας, και β) στη δυνατότητα συνδυασμού αλληλομόρφων για ανθεκτικότητα σε πολλαπλές καταπονήσεις και αλληλομόρφων για επιθυμητή αγρονομική συμπεριφορά με έμμεση επιλογή στις πρώτες διασπώμενες γενεές. Τα κριτήρια της επιλογής περιλαμβάνουν: (1) ανθεκτικότητα στους μύκητες εδάφους, (2) φυτρωτική ικανότητα σε χαμηλές θερμοκρασίες (13.3^o C), (3) ανθεκτικότητα των κοτυληδόνων στα βακτήρια και (4) απουσία αλλοιώσεων στις υποκοτυλιδόνες μετά από την έκθεσή τους στα *Pythium ultimum* και *Rhizoctonia solani* (Bird, 1982). Οι Thaxton και El-Zik (1996) αναφέρουν σταθερή βελτίωση σε απόδοση, χαρακτηριστικά απόδοσης και ανθεκτικότητα μετά από μια σειρά επτά και πλέον κύκλων επιλογής με το σύστημα MAR.

Ειδικότερα, το σχήμα προβλέπει κάθε χρόνο να γίνονται διασταυρώσεις στον αγρό μεταξύ ανθεκτικών και άλλων γονέων. Οι F₁ σπόροι σπέρνονται στο θερμοκήπιο το χειμώνα και οι κοτυληδόνες των νεαρών φυταρίων επιμολύνονται με ένα μίγμα φυλών του *Xanthomonas campestris pv malvacearum* που προκαλούν το βακτηριακό μαρασμό. Τα ανθεκτικά F₁ φυτά αναπτύσσονται και συγκομίζεται ο F₂ σπόρος. Την άνοιξη, οι F₂ σπόροι σπέρνονται στον αγρό και επιμολύνονται εκ νέου με μίγμα βακτηρίων. Οι επιλογές γίνονται με βάση την ανθεκτικότητα σε βακτήρια, ασθένειες φυταρίων, μορφολογικά χαρακτηριστικά, και την αγρονομική συμπεριφορά. Στη συνέχεια συγκομίζονται καρύδια από 600 ατομικά φυτά περίπου (El-Zik and Thaxton, 1989). Οι αποχλωμένοι σπόροι τοποθετούνται σε ανοιχτά τρυβλία με 1.5% άγαρ για να μολυνθούν με φυσικό τρόπο από τους μύκητες *Fusarium spp.* και *Alternaria spp.* Μετά από 6 ώρες τα τρυβλία σκεπάζονται και τοποθετούνται στους 13.3^o C, όπου, 8 ημέρες αργότερα, οι σπόροι αξιολογούνται για την ανθεκτικότητα στη μόλυνση και για τη βλαστικότητα τους. Σπόροι με λίγη ή καθόλου μόλυνση και με πολύ μικρά ριζίδια επιλέγονται για επιπλέον αξιολόγηση. Οι επιλεγμένοι σπόροι μεταφυτεύονται σε χάρτινα κύπελα με χώμα μολυσμένο με οργανισμούς που προκαλούν τις ασθένειες των νεαρών φυταρίων, κατά κύριο λόγο *Rhizoctonia solani* και *Pythium spp.* Μετά από 5 ημέρες απομακρύνονται τα ευπαθή φυτάρια και στα

υπόλοιπα γίνεται εκ νέου τεχνητή επιμόλυνση με ένα μίγμα τεσσάρων φυλών παθογόνων βακτηρίου (*Xanthomonas malvacearum*) στην επιδερμίδα του κάτω μέρος των κοτυληδόνων. Δέκα ημέρες αργότερα ακολουθεί η αξιολόγηση της ανθεκτικότητας στο βακτήριο και στις σήψεις των φυταρίων. Όλα τα φυτάρια που περνούν τη διπλή αυτή δοκιμασία τοποθετούνται σε γλάστρες για την παραγωγή σπόρου. Σπόροι από F₃ φυτά συγκομίζονται ξεχωριστά και σπέρνονται στον αγρό σε γραμμές (μια γραμμή ανά φυτό). Κάθε γραμμή αξιολογείται για το ρυθμό ανάπτυξης και καρποφορίας, την αγρονομική της εμφάνιση, τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας και του σπόρου, την ανθεκτικότητα στο βακτήριο (γίνεται εκ νέου τεχνητή μόλυνση στον αγρό με φυλές του *Xanthomonas malvacearum*) και στις εντομολογικές προσβολές. Γίνεται τυχαία συγκομιδή καρυδιών από κάθε σειρά και ακολουθεί νέος κύκλος επιλογής για ανθεκτικότητα στο κρύο και στα παθογόνα (Bird, 1982).

3.8.2.5 Η επιλογή μίγματος (bulk breeding)

Η μέθοδος διαφέρει από τη γενεαλογική επιλογή στο ότι τα επιλεγμένα φυτά διατηρούνται σε μίγμα και δεν καταγράφεται η γενεαλογία των απογόνων. Εάν γίνει τεχνητή επιλογή κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής του μίγματος από γενιά σε γενιά, η επιλογή αυτή θα βασιστεί στην απόδοση του μεμονωμένου φυτού (δε γίνεται δηλαδή απογονικός έλεγχος των επιλεγέντων φυτών). Η περίοδος της αναπαραγωγής του μίγματος θα τερματιστεί στην F₄ γενιά. Στην F₅ γενιά θα σπαρθούν αραιότερα, ώστε να γίνει η επιλογή των επιθυμητών μεμονωμένων φυτών από τον πληθυσμό. Τα φυτά αυτά θα σπαρθούν είτε ως “στάχυς ή φυτό στη γραμμή” είτε ως μεμονωμένα φυτά στην F₆, και οι καλύτερες γραμμές επιλέγονται για τα προκαταρκτικά πειράματα στην F₇ γενιά. Από αυτές τις επιλογές θα δημιουργηθούν οικογένειες, οι οποίες θα αξιολογηθούν σε συγκριτικά πειράματα αγρού από την F₈ έως την F₁₀ γενιά, όπως και στην περίπτωση της γενεαλογικής επιλογής (Poehlman and Sleper, 1995).

Η προηγούμενη μέθοδος εφαρμόζεται στο βαμβάκι ως τροποποιημένη Bulk μέθοδος επιλογής στο πρόγραμμα DREC. Πρόκειται για μια τροποποιημένη μέθοδο επιλογής, όπου τα δείγματα αξιολογούνται σε αρχικές γενεές. Έτσι, αξιολογούνται F₄ οικογένειες και γίνεται επιλογή μεταξύ και εντός

των F_4 και επιλέγονται ατομικά φυτά με τη μεγαλύτερη απόδοση, με προτίμηση στα φυτά που έχουν τα επιθυμητά μορφολογικά χαρακτηριστικά. Στη συνέχεια, από τα επιλεγμένα φυτά, απομακρύνονται εκείνα με μικρή % αναλογία ίνας ή / και με ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας. Οι επιλογές σπέρνονται ως $F_{4:5}$ απογονικές σειρές, οι οποίες αξιολογούνται ως προς τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά και συγκομίζονται μηχανικά. Κατά την συγκομιδή παίρνονται τυχαία δείγματα σπόρου για επαναλαμβανόμενες δοκιμές απόδοσης το επόμενο έτος. Οι τελικές επιλογές βασίζονται στην απόδοση σε σπόρο, την αναλογία της ίνας και τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας. Ένα πλεονέκτημα της καθυστερημένης επιλογής των φυτών σε αυτό το πρόγραμμα είναι η αυξημένη συχνότητα των επιθυμητών φαινοτύπων στην F_4 γενεά. Ένα δεύτερο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι επιτρέπει στο βελτιωτή να διατηρεί μια ευρεία γενετική παραλλακτικότητα. Με την bulk συγκομιδή ο ανταγωνισμός μεταξύ των φυτών και η φυσική επιλογή μπορούν να αλλάξουν τις γονιδιακές συχνότητες σε επιθυμητές ή μη κατευθύνσεις. Με την συγκομιδή ενός καρυδιού από κάθε επιθυμητού αγρονομικά φυτού, αποφεύγονται οι ανεπιθύμητοι υψηλότεροι και οψιμότεροι γονότυποι. Ένα μειονέκτημα της καθυστερημένης επιλογής είναι ότι ο βελτιωτής δεν μπορεί να περιορίσει ανεπιθύμητους γονότυπους σε ένα πρώιμο στάδιο της διαδικασίας, αν και το κόστος μεταφοράς τους είναι σχετικά χαμηλό (Calhoun and Bowman, 1999).

Οι Meredith και Bridge (1973) αναφέρουν μια σχετικά χαμηλή συσχέτιση για την απόδοση σε ίνα ($r = 0.48$, $n = 10$, $p = 0.1$) ανάμεσα στη απόδοση των F_2 bulk πληθυσμών βαμβακιού τύπου upland και των $F_{2:3}$ απογόνων τους. Υπέθεσαν ότι η χαμηλή αυτή συσχέτιση θα μπορούσε να οφείλεται σε επιδράσεις του ανταγωνισμού μεταξύ των φυτών, στη γενετική παραλλακτικότητα μέσα στα F_2 plots, στην αλληλεπίδραση γονότυπου και περιβάλλοντος (οι F_2 και F_3 γενεές αναπτύχθηκαν σε διαφορετικές καλλιεργητικές περιόδους), ή και στο γεγονός ότι οι μεγάλες επιδράσεις της κυριαρχικής δράσης των γονιδίων παρατηρήθηκαν στην F_2 και όχι στην F_3 γενεά. Οι ερευνητές συνέχισαν για να δείξουν ότι, κατά την περαιτέρω επιλογή μεταξύ των απογόνων, η μοναδική γενεαλογία που επιβίωσε έως την F_7 προερχόταν από τον μεγαλύτερο σε απόδοση F_2 πληθυσμό.

3.8.2.6 Κυκλική επαναλαμβανόμενη επιλογή (recurrent selection).

Πρόκειται για βελτιωτική προσέγγιση που αποβλέπει στη βελτίωση των πληθυσμών που θα αξιοποιηθούν στη συνέχεια ως υλικό εκκίνησης για τα προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών. Σκοπός της μεθόδου είναι η αύξηση της συχνότητας των επιθυμητών γονιδίων στους πληθυσμούς με επαναλαμβανόμενους κύκλους επιλογής. Χρησιμοποιείται κυρίως στα σταυρογονιμοποιούμενα φυτά, όπως καλαμπόκι κ.λ.π. Παρόλο που το βαμβάκι θεωρείται κυρίως αυτογονιμοποιούμενο φυτό, η επαναλαμβανόμενη επιλογή έχει θέση στο βελτιωτικό του πρόγραμμα. Πειραματικά αποτελέσματα με βάση πληθυσμούς που προέρχονταν από τη διασταύρωση δυο ποικιλιών που διέφεραν κατά την απόδοση και τα χαρακτηριστικά της ίνας δείχνουν ότι η απόδοση σε εκκοκισμένο βαμβάκι μετά από τρεις κύκλους φαινοτυπικής επαναλαμβανόμενης επιλογής ήταν 13% μεγαλύτερη από την απόδοση του καλύτερου γονέα (Καλτσίκης, 1992). Οι Miller και Rawlings (1967b) εφαρμόζοντας επαναλαμβανόμενη επιλογή σε ένα βελτιωτικό πρόγραμμα βαμβακιού αναφέρουν ότι μετά τον τρίτο κύκλο επιλογής η απόδοση αυξήθηκε κατά 29,7% σε σχέση με τον μέσο όρο των γονέων που αποτελούσαν το υλικό εκκίνησης, και κατά 13,0% σε σχέση με τον καλύτερο σε απόδοση γονέα. Η δυνατότητα του βαμβακιού να σταυρογονιμοποιείται έχει διευκολύνει την επίτευξη γενετικού κέρδους μέσω της επανεπιλογής (Bowman et al., 1996). Ο Manning (1963), έδειξε μια αύξηση από 24 έως 32% στην απόδοση βαμβακιού τύπου upland μετά από δέκα γενεές επανεπιλογής. Από τις 285 ποικιλίες βαμβακιού τύπου upland που δόθηκαν στην αγορά μεταξύ 1970 και 1990, οι 91 ήταν άμεσες επιλογές από άλλες ποικιλίες ή σειρές (Calhoun et al., 1994). Από την άλλη μεριά, ο μεγάλος αριθμός των επανεπιλογών στη γενεαλογία των μοντέρνων ποικιλιών βαμβακιού ίσως υποδεικνύουν μια στενή γενετική βάση και, συνεπώς, μια δυναμική για γενετική ευπάθεια (Bowman et al., 1996).

3.9 Ετέρωση

Οι συνεχείς αυξανόμενες απαιτήσεις σε βαμβάκι για την κάλυψη των καταναλωτικών αναγκών (ένδυσης κ.λ.π.) σε παγκόσμιο επίπεδο απαιτούν μια αύξηση στην παραγωγή βαμβακιού, που μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε

με την αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων είτε με την αύξηση της παραγωγής ανά μονάδα καλλιεργούμενης μέτρησης. Ο Chaudhry (1997a) αναφέρει ότι η παραγωγή του βαμβακιού σε όλες σχεδόν τις χώρες που καλλιεργείται, με εξαίρεση την Ινδία και την Τουρκία, έχει φτάσει στο μέγιστο σημείο της. Με βάση αυτά τα δεδομένα, είναι απίθανο να σημειωθεί μια αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων με βαμβάκι παγκοσμίως. Έτσι, αξίζει να μελετηθεί η δυνατότητα αξιοποίησης της ετέρωσης στο βαμβάκι για την αύξηση της απόδοσης.

Η υπεροχή σε ευρωστία και παραγωγικότητα της F_1 γενεάς έναντι των γονέων ορίζεται ως ετέρωση ή ευρωστία των υβριδίων (hybrid vigour) (Χρηστίδης, 1965). Η ετέρωση μπορεί να οριστεί με δύο τρόπους:

α) από τη σχέση του υβριδίου με το μέσο όρο των γονέων (mid-parent), που δίνεται από τη σχέση: $MPH = 100 \times \frac{F_1 - MP}{MP}$ (HETEROSIS) ή

β) από τη σχέση του υβριδίου με τον καλύτερο γονέα (best parent), που δίνεται από τη σχέση: $BPH = 100 \times \frac{F_1 - BP}{BP}$, ή τον καλύτερο μάρτυρα (USEFUL HETEROSIS) (Meredith and Bridge, 1972, Meredith, 1999). Ο όρος ετέρωση είναι χρήσιμος στο να εξηγήσει τη δράση των γονιδίων, ενώ ο όρος ωφέλιμη ετέρωση είναι καταλληλότερος για να εξηγήσει την οικονομική σημασία ενός ειδικού F_1 ή F_2 υβριδίου (Meredith, 1999).

Η ύπαρξη ετέρωσης είναι ένας δείκτης κυριαρχικής (dominance) ή επιστατικής δράσης (dominance x dominance) των γονιδίων (Meredith, 1984). Παρόλο που μέχρι σήμερα δεν είναι γνωστό πού οφείλεται η ετέρωση, εν τούτοις, έχει γίνει κατ' εξοχήν αξιοποίηση του φαινομένου στη Βελτίωση των φυτών. Οι θεωρίες που προσπαθούν να εξηγήσουν την ετέρωση είναι αυτές της κυριαρχίας, της υπερκυριαρχίας, της επίστασης και της φυσιολογικής συμπλήρωσης (Γούλας, 1994). Πολλές μέθοδοι ανάλυσης με μοριακούς δείκτες έχουν ενισχύσει (Stuber et al., 1992, Xiao et al., 1995) τις δύο κλασσικές θεωρίες σχετικά με την ετέρωση, δηλαδή, την κυριαρχία (Bruce, 1910) και την υπερκυριαρχία (Shull, 1908, East, 1936). Μια τρίτη θεωρία για την ετέρωση, η επίσταση, (Stuber et al., 1973, 1992), αποδείχθηκε πρόσφατα ότι παίζει σημαντικό ρόλο στην ετέρωση του Shanyou 63, ένα elite υβρίδιο

ρυζιού (*Oryza sativa* vs Shanyou 63) (Yu et al., 1997, Hua et al., 2003). Πρόσφατες έρευνες έχουν προτείνει, επίσης, την επίσταση και την κυριαρχία ως την αρχική γενετική βάση της ετέρωσης στο ρύζι (Li et al., 2001, Luo et al., 2001). Οι γενετικοί μηχανισμοί της ετέρωσης είναι σύνθετοι και μπορούν να διαφέρουν, ανάλογα με τη φυτικό είδος ή τις διάφορες διασταυρώσεις εντός του ίδιου φυτικού είδους.

Υπάρχουν δύο ερωτήματα κατά τον Meredith (1999) που απαιτούν θετική απάντηση προκειμένου να αναπτυχθούν υβρίδια βαμβακιού σε εμπορικό επίπεδο. Το πρώτο είναι: υπάρχει επαρκής ετέρωση για απόδοση, ώστε η παραγωγικότητα των υβριδίων να είναι μεγαλύτερη από τις ήδη καλλιεργούμενες ποικιλίες; Αν η απάντηση είναι θετική, τότε ανακύπτει το επόμενο ερώτημα: μπορεί η δημιουργία και παραγωγή σπόρου υβριδίου να είναι πρακτικά σε ένα λογικό επίπεδο από οικονομικής και εμπορικής άποψης; Στο βαμβάκι ετερωτικά φαινόμενα είναι πολύ έντονα, κυρίως σε διασταυρώσεις με διαφορετικά είδη. Παρά την εκτεταμένη έρευνα, η χρήση της ετέρωσης στο βαμβάκι είναι περιορισμένη. Εξαίρεση αποτελεί η Ινδία, όπου πάνω από το 40% της παραγωγής προέρχεται από ενδοειδικά υβρίδια F_1 (*G. hirsutum* x *G. hirsutum*), και 8% από διειδικά υβρίδια (*G. hirsutum* x *G. barbadense*). Στην Ινδία, επίσης, καλλιεργούνται και μικρές ποσότητες (<1%) από το υβρίδιο *G. arboretum* x *G. herbaceum*. Η Κίνα καλλιεργεί περίπου 330.000 εκτάρια με F_1 ή F_2 υβρίδια (Chaudhry, 1977b). Στην ίδια εργασία του ο Chaudhry επισημαίνει ότι σχεδόν όλα τα υβρίδια στην Ινδία γίνονται με το χέρι (αποστημόνωση, επικονίαση), ενώ υπογραμμίζει και τις προσπάθειες που γίνονται με τη χρήση κυτοπλασματικής (CMS) και γονιδιακής (μενδελικής) αρρενοστεριότητας (GMS).

Ο Χρηστίδης (1965) αναφέρει τα πειράματα του Mell (1894), ο οποίος διαπίστωσε μεγάλη ευρωστία στα φυτά της F_1 όταν διασταύρωσε *G. hirsutum* με *G. barbadense*. Τα τελευταία πενήντα χρόνια έχουν γίνει πολλές μελέτες για την ετέρωση στο βαμβάκι, χρησιμοποιώντας F_1 και F_2 υβρίδια (Campbell, 2008). Οι περισσότερες από αυτές που περιλαμβάνουν τις ετερωτικές επιδράσεις για την απόδοση και τα συστατικά της αναφέρονται από τον Meredith (1984), όπου ο μέσος όρος της ετέρωσης για την απόδοση ήταν 18% με ένα εύρος από 3 έως 33%. Η ετέρωση για τα συστατικά της

απόδοσης ήταν 13.5% για τον αριθμό των καρυδιών ανά εκτάριο και 8.3% για το βάρος των καρυδιών. Η αναλογία ίνας (Lint%) και τα συστατικά της, οι δείκτες ίνας (Lint Index) και σπόρου (Seed Index) εμφάνισαν μικρή ετέρωση, περίπου 4%. Σε μια πιο πρόσφατη μελέτη του ο Meredith (1990) αναφέρει τιμές ετέρωσης για την απόδοση της τάξης του 21,4% και 10,7% για τα F_1 και F_2 υβρίδια αντίστοιχα. Επιπλέον, αρκετές μελέτες αναφέρουν ότι η ετέρωση για τα συστατικά της απόδοσης συμβάλλουν στην ετέρωση για την απόδοση αυτή καθαυτή (Campbell, 2008). Η πλειονότητα των μελετών αναφέρει ότι το βάρος των καρυδιών ή ο αριθμός των καρυδιών ανά μονάδα έκτασης συνεισφέρουν κατά μεγάλο μέρος στην ετέρωση για απόδοση (White and Richmond, 1963, Miller and Lee, 1964, White and Kohel, 1964, Marani, 1968, Al-Rawi and Kohel, 1969, Meredith and Bridge, 1972, Tang et al., 1993a). Επίσης, οι Lee et al. (1967) αναφέρουν την επίδραση της ετέρωσης της επί τοις εκατό αναλογία της ίνας στην ετέρωση της συνολικής απόδοσης. Τα δεδομένα που αφορούν ετέρωση για χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας γενικότερα δεν αναφέρουν μεγάλες τιμές ετέρωσης (Meredith, 1990, Tang et al., 1993a). Ο Meredith (1990) αναφέρει αύξηση στην απόδοση της ίνας 15% και 8% στις F_1 και F_2 αντίστοιχα, σε σχέση με τους καλύτερους μάρτυρες, ενώ η ετέρωση για το micronaire, την αντοχή και το μήκος της ίνας ήταν πολύ μικρή. Οι Tang et al. (1993a), αναφέρουν ότι το 9% από 64 F_2 υβρίδια που μελέτησαν υπερέιχαν σε απόδοση ίνας κατά 13.6% κατά μέσο όρο έναντι των καλλίτερων γονέων. Άλλες μελέτες που έχουν αναφέρει F_2 ετέρωση στο βαμβάκι είναι των Weaver (1984), Zhang and Pan (1999) και Wu et al., (2004). Αν και τα F_1 και F_2 υβρίδια παρουσίασαν σημαντική ετέρωση ως προς την απόδοση, η ετέρωση για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας ήταν συγκριτικά χαμηλότερη. Αν υπήρχε έστω και μικρός διαχωρισμός στους γονείς για τα χαρακτηριστικά ποιότητας, τότε η συμπεριφορά του F_2 υβριδίου θα μπορούσε να ήταν παρόμοια με εκείνη του F_1 υβριδίου. Μια από τις σημαντικότερες προκλήσεις στην βελτίωση του βαμβακιού είναι να διευκρινιστούν οι γενετικοί μηχανισμοί της ετέρωσης, ώστε να βελτιωθεί η αποδοτικότητα επιλογής υβριδίων.

Ο Davis (1978) σε μια περίληψη μελετών από το 1947 έως το 1972 για την ωφέλιμη ετέρωση (useful eterosis) σε διειδικά και σε ενδοειδικά

υβρίδια βαμβακιού αναφέρει για τα διειδικά αύξηση 7% έως 50% της απόδοσης της F_1 σε σχέση με τον καλύτερο μάρτυρα, ενώ στα ενδοειδικά η αύξηση ήταν από 10% έως 138%. Οι Wells και Meredith (1986) αναφέρουν αύξηση στην απόδοση κατά μέσο όρο 14% σε έξι υβρίδια σε σχέση με τους γονείς τους και απέδωσαν την αύξηση της απόδοσης στην συνολική αύξηση της βιομάζας, που προήλθε από την γρήγορη και πρώιμη ανάπτυξη, καθώς και της φυλλικής επιφάνειας των υβριδίων σε σχέση με τους γονείς. Ο Wilson (1991) αναφέρει 16% υψηλότερη απόδοση του καλύτερου υβριδίου που μελέτησε σε σχέση με τον καλύτερο μάρτυρα, ενώ οι Cook και Namken (1994), σε ανάλογη μελέτη, ανεβάζουν το ποσοστό αυτό στο 64%.

Οι Campbell et al. (2008) μελέτησαν τις ετερωτικές επιδράσεις για την απόδοση, τα συστατικά της και για χαρακτηριστικά ποιότητας ίνας σε σύγχρονες και παλιές ποικιλίες. Διαπίστωσαν σημαντικές διαφορές για την ετέρωση μεταξύ συγχρόνων και παλιών ποικιλιών για την απόδοση σε σπόρο, την απόδοση σε ίνα και την επί τοις εκατό αναλογία ίνας. Αντιθέτως, δε βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στην ετέρωση για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας. Η ομάδα των παλιών ποικιλιών έδωσε τιμές ετέρωσης για την απόδοση σε ίνα 34%, ενώ η ομάδα των συγχρόνων ποικιλιών 23% κατά μέσο όρο. Και οι δύο ομάδες έδωσαν σημαντικές αλλά παρόμοιες τιμές ετέρωσης για τον αριθμό των καρυδίων ανά τετραγωνικό μέτρο (17% και 15% αντίστοιχα). Ο Campbell και οι συνεργάτες του καταλήγουν πως οι παλιές ποικιλίες ίσως να αποτελούν μια επιπλέον πηγή μη αθροιστικών γενετικών επιδράσεων, γεγονός που μπορεί να αξιοποιηθεί σε ένα σύστημα παραγωγής υβριδίων βαμβακιού.

Το υψηλό επίπεδο ετεροζυγωτίας των υβριδίων έχει αναφερθεί ότι θα μπορούσε να συνεισφέρει σε μεγαλύτερη σταθερότητα της απόδοσης (Calhoun and Bowman, 1999). Διάφορες μελέτες, όμως, αντικρούουν την παραπάνω άποψη τόσο για το βαμβάκι τύπου upland (Quisenberry and Kohel, 1971, Mahill et al., 1984) όσο και για το pima (Feaster and Turcotte, 1973). Ο Lee (1983) υποστήριξε ότι το μεγαλύτερο γενετικό κέρδος για απόδοση που παρατηρείται στα F_1 υβρίδια μπορεί να ενσωματωθεί σε ομοζύγωτες σειρές μέσω της επιλογής. Ο Lee (1983) στήριξε τα περισσότερα από τα συμπεράσματα του πάνω σε μια προηγούμενη μελέτη των El – Adl και Miller

(1971). Οι τελευταίοι, σε μια διασταύρωση μεταξύ των Coker 100A και Acala 1517, παρατήρησαν μια αύξηση 13.3% στην απόδοση του F₁ υβριδίου έναντι του καλύτερου γονέα. Έπειτα από τρεις κύκλους επανεπιλογής ανέπτυξαν έξι ομόμεικτες σειρές που ξεπερνούσαν την απόδοση των F₁ υβριδίων κατά 5.5%. Μια διασταύρωση (intercross) των έξι αυτών σειρών παράγαγε F₁ υβριδία που η μέση απόδοσή τους ήταν 9.6% υψηλότερη του μέσου όρου των έξι γονέων, αποδεικνύοντας πως περισσότερα οφέλη θα μπορούσαν να επιτευχθούν με την επιλογή εντός των πληθυσμών. Ο Lee (1983) συμπέρανε ότι τα υβρίδια θα μπορούσαν, στην καλύτερη περίπτωση, να έχουν ένα προσωρινό πλεονέκτημα που διαρκεί έως η επιλογή να παράγει σειρές ανώτερες από τους γονείς – υβρίδια. Ο Davis (1978) αναφέρει ότι γενικά τα υψηλότερα σε απόδοση υβρίδια προκύπτουν από την διασταύρωση των υψηλότερων σε απόδοση γονέων. Επομένως, ένα βελτιωτικό πρόγραμμα παραγωγής υβριδίων χρειάζεται να περιλαμβάνει ένα πρόγραμμα ανάπτυξης συμβατικών σειρών που θα αξιοποιούνται ως γονείς δημιουργίας υβριδίων.

Προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι ποικίλες γενετικές επιδράσεις είναι η βάση της ετέρωσης για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας στο βαμβάκι (*Gossypium hirsutum* L.). Οι Meredith και Bridge (1972) βρήκαν ότι αθροιστικές επιδράσεις επικρατούσαν σε χαρακτηριστικά όπως η αντοχή, η επιμήκυνση και η λεπτότητα της ίνας, ενώ αθροιστικές και κυριαρχικές επιδράσεις σχετίζονταν με το μήκος της ίνας. Οι Al-Rawi και Kohel (1970) βρήκαν ότι το μέγεθος των αθροιστικών συστατικών ήταν μεγαλύτερο από εκείνο της κυριαρχίας για όλα τα χαρακτηριστικά ποιότητας εκτός της λεπτότητας, και ότι όλα τα χαρακτηριστικά ήταν μέσα στο εύρος της ημικυριαρχίας εκτός της λεπτότητας, η οποία παρουσίασε υπερκυριαρχία. Μια προηγούμενη μελέτη των παραπάνω ερευνητών έδειξε ότι η επίσταση και η κυριαρχία ίσως είναι το ίδιο σημαντικές για τις ετερωτικές δράσεις (Al-Rawi and Kohel, 1969).

3.10 Μελέτη της γενετικής διακύμανσης.

Η γνώση για τη φύση και το μέγεθος των γενετικών επιδράσεων που επικρατούν στο υπό βελτίωση υλικό είναι απαραίτητη προκειμένου να αποφασιστεί η διαδικασία βελτίωσης, καθώς η γενετική συμπεριφορά κάθε γνωρίσματος μπορεί να ποικίλει με το γενετικό υλικό και το περιβάλλον. Έτσι,

είναι απαραίτητο να διερευνάται η δράση των γονιδίων των ποσοτικών χαρακτηριστικών πριν την έναρξη ενός βελτιωτικού προγράμματος.

Η ύπαρξη γενετικής παραλλακτικότητας και ο προσδιορισμός της φύσεώς της (αθροιστική, μη αθροιστική κ.λ.π.) είναι αναγκαία προκειμένου να αποφασισθεί η πλέον αποτελεσματική βελτιωτική μεθοδολογία για τη δημιουργία της επιθυμητής ποικιλίας. Η πρώτη και πλέον απλή προσέγγιση είναι η αμφίπλευρη επιλογή (υψηλή vs. χαμηλή απόδοση ή επιθυμητοί vs. ανεπιθύμητοι γονότυποι γενικότερα). Ο σχεδιασμός της επιτρέπει την ανάκτηση πληροφοριών σχετικά με την ύπαρξη γενετικής παραλλακτικότητας και τον τρόπο κληρονόμησης του υπόψη χαρακτηριστικού. Επιπλέον, δίνει πληροφορίες για την ανταπόκριση στην επιλογή καθώς και για έμμεσες αλλαγές σε χαρακτηριστικά που δεν είναι ευθέως επιλεγόμενα (Falconer, 1960). Η αμφίπλευρη επιλογή έχει αξιοποιηθεί κατεξοχήν στο καλαμπόκι (Chesang-Chumo, 1993, Masole, 1993, Martin et al., 2004, Pressoir and Berthaud, 2004, Chimenti et al., 2006, Uribealarea et al., 2006, Hallauer et al., 2010) και σε άλλες καλλιέργειες, όπως στο σιτάρι (Hucl, 1995, Al Hakimi et al., 1998), στη μηδική (Pederson, 1984, Chloupek, 1999, Lamb et al., 1999, Klos and Brummer, 2000) και στο βαμβάκι (Verhalen et al., 1975, Radin et al., 1994, Ulloa et al., 2000).

Όμως, ο λεπτομερέστερος σχεδιασμός για τη μελέτη της συνολικής γενετικής παραλλακτικότητας στα συστατικά της είναι απαραίτητος. Από την γονοτυπική παραλλακτικότητα αξιολογείται ευκολότερα και διευκολύνει την επιλογή μόνο αυτή που οφείλεται κυρίως στην αθροιστική δράση των γονιδίων, που αποτελεί το κυριότερο αίτιο των ομοιοτήτων που παρουσιάζουν οι πρόγονοι με τους απογόνους της. Από την παραλλακτικότητα που δημιουργούν τόσο η κυριαρχία, όσο και η επίσταση, μέρος μόνο κληρονομείται, γι' αυτό και είναι απαραίτητη η ανάλυση της γονοτυπικής παραλλακτικότητας στα επιμέρους συστατικά της: αθροιστική, κυριαρχική και επιστατική (Τσαυτάρης, 1995). Στα χαρακτηριστικά που κληρονομούνται ποσοτικά η δράση των γονιδίων περιγράφεται ως αθροιστική, κυριαρχική και επιστατική. Η αθροιστική επίδραση ορίζεται ως ο μέσος όρος των δράσεων των γονιδίων, η κυριαρχική ως η αλληλεπίδραση των αλληλομόρφων και η επιστατική ως η αλληλοεπίδραση των μη αλληλομόρφων που επηρεάζουν

ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό. Η δημιουργία των 'ελίτ' ποικιλιών γίνεται εφικτή για το βελτιωτή – γενετιστή, όταν αξιοποιεί μεθοδολογίες που του επιτρέπουν όχι μόνο την επιλογή των επιθυμητών γονότυπων αλλά και το καθορισμό των γονιδιακών δράσεων που συμβάλουν στην έκφραση των επιθυμητών χαρακτηριστικών (Kenty and Wofford, 2003).

Η δράση των γονιδίων μπορεί να εκτιμηθεί χρησιμοποιώντας διαλληλικές διασταυρώσεις, ακολουθώντας τις μεθόδους που περιγράφονται από τους Hayman (1954) και Jinks (1954) ή χρησιμοποιώντας την ανάλυση των μέσων όρων των γενεών και τις παραλλακτικότητες από διαφορετικούς πληθυσμούς, σύμφωνα με τις μεθόδους που περιγράφονται από τους Mather and Jinks (1982). Η γενική συνδυαστική ικανότητα (GCA) συνδέεται με την αθροιστική δράση των γονιδίων, ενώ η ειδική συνδυαστική ικανότητα (SCA) με την κυριαρχική δράση. Γονείς με ευνοϊκότερη γενική συνδυαστική ικανότητα θα συνέβαλλαν στις διασταυρώσεις με την αθροιστική δράση των γονιδίων, ενώ η τυχόν ειδική συνδυαστική ικανότητα των υβριδίων οφείλεται στην κυριαρχική δράση των γονιδίων. Οι Sprague and Tatum (1942) αναφέρουν ότι, όταν η ειδική είναι μεγαλύτερη από τη γενική συνδυαστική ικανότητα, τότε διαφαίνεται υπεροχή της μη αθροιστικής δράσης (κυριαρχία ή επίσταση) στον τρόπο κληρονομικότητας του υπό μελέτη γνωρίσματος.

Ενώ μία ανάλυση διαλληλικών εξετάζει πολλές διασταυρώσεις μαζί την ίδια χρονική στιγμή, η ανάλυση των μέσων όρων των γενεών παρέχει μία εις βάθος ανάλυση για μία διασταύρωση και τη σχετική σημασία των γενετικών επιδράσεων (Kang, 1994). Η ανάλυση αυτή ελέγχει εάν στο υπό μελέτη χαρακτηριστικό μπορεί να εφαρμοστεί ένα αθροιστικό – κυριαρχικό πρότυπο και επιτρέπει την εκτίμηση του τρόπου δράσης των γονιδίων (αθροιστική, κυριαρχική, επιστατική) (Mather and Jinks, 1982). Στο πιο σύνηθες απλό πρότυπο μελέτης θεωρείται μια γονιδιακή θέση (locus) με δύο αλληλόμορφα A_1 και A_2 με γονοτυπικές τιμές είναι $\bar{P} + a$ για το A_1A_1 , $\bar{P} + d$ για το A_1A_2 και $\bar{P} - a$ για το A_2A_2 . Διασταυρώνοντας μια A_1A_1 καθαρή σειρά με μια A_2A_2 , και παίρνοντας τις F_1 και F_2 γενεές, οι μέσοι όροι στη γονιδιακή θέση θα είναι:

$$\bar{P}_1 = \bar{P} + a,$$

$$\bar{P}_2 = \bar{P} - a,$$

$$\bar{F}_1 = \bar{P} + d,$$

$$\bar{F}_2 = \bar{P} + \frac{1}{4}a + \frac{1}{2}d - \frac{1}{4}a = \bar{P} + \frac{1}{2}d.$$

Οι μέσοι όροι είναι αδύνατο να παρατηρηθούν για μια μοναδική γονιδιακή θέση και πρακτικά υπολογίζονται οι συμψηφισμένες επιδράσεις. Η χρήση επιπλέον γενεών επιτρέπει την εκτίμηση των επιστατικών δράσεων (Bernardo, 2002). Η απουσία επιστατικών αλληλεπιδράσεων δείχνει ότι η κληρονομία είναι απλή, οπότε η επιλογή για τη βελτίωση των υπό μελέτη χαρακτηριστικών μπορεί να ξεκινήσει από νωρίς στους διασπώμενους πληθυσμούς. Σε πολλές, όμως, αναλύσεις των μέσων όρων των γενεών, οι γενετικές παράμετροι συσχετίζονται, και έτσι δεν μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για την κληρονομικότητα και το δυναμικό επιλογής (Meredith, 1984). Η ανάλυση των μέσων όρων των γενεών (Hayman, 1958, 1960, Mather and Jinks, 1982) έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως στη μελέτη της κληρονομικότητας των ποσοτικών χαρακτηριστικών. Σε μία από τις πρώτες μελέτες, ο Norton (1915) βρήκε κυριαρχική δράση στο φασόλι (*Phaseolus vulgaris* L.) για χαρακτηριστικά όπως η ανθοφορία, το μήκος του βλαστού και η ικανότητα αναρρίχησης, ενώ οι Checa et al. (2006), για το τελευταίο χαρακτηριστικό, βρήκαν σημαντικότερη αθροιστική δράση σε σχέση με την αντίστοιχη κυριαρχική-αθροιστική. Οι Balatero et al., (1995) διαπίστωσαν αθροιστικές επιδράσεις στο σχηματισμό εμβρύων στο κριθάρι. Οι Kunkaew et al., (2007) βρήκαν ότι οι κυριαρχικές επιδράσεις ήταν πολύ μεγαλύτερες από τις αθροιστικές για την απόδοση σε σπόρο ανά φυτό σε φασόλι στις περισσότερες διασταυρώσεις και σε όλες τις περιοχές του πειράματος, ενώ οι Umaharan et al., (1997) βρήκαν μεγαλύτερες αθροιστικές και αθροιστικές x αθροιστικές επιδράσεις σε σχέση με τα συστατικά της κυριαρχίας στην απόδοση και τα συστατικά της στο κτηνοτροφικό κουκί (*Vigna unguiculata* L, Walp). Στο ίδιο φυτό, οι Dravo et al., (1984), μελετώντας το μέγεθος του σπόρου, διέκριναν υπερέχουσα αθροιστική δράση των γονιδίων αλλά και κυριαρχικές και επιστατικές (αθροιστική x αθροιστική) επιδράσεις. Οι Fooland and Jones (1991) μελέτησαν την αντοχή σε αλατότητα κατά το φύτεμα σπόρων τομάτας. Αν και δεν διαπίστωσαν σημαντικές αθροιστικές, κυριαρχικές ή επιστατικές δράσεις στο στάδιο του εμβρύου, η ανάλυση μέσων

όρων των γενεών έδειξε σημαντικές αθροιστικές δράσεις στο στάδιο του ενδοσπερμίου και σημαντικές κυριαρχικές δράσεις στο περίβλημα του σπόρου. Η δράση των γονιδίων για το βάρος του κόκκου ήταν αθροιστική σε δύο διασταυρώσεις ανοιξιάτικου (Bhatt, 1972) και σε μία διασταύρωση χειμερινού σιταριού (Ketata et al., 1976). Ακόμη, επιστατικές δράσεις σε διασταυρώσεις σιταριού διαπιστώθηκαν όταν μελετήθηκε η διάρκεια γεμίσματος του σπόρου από τους Przulj και Mladenov (1999). Οι Murty and House (1984), μελετώντας την αντοχή του σπόρου του σόργου σε μύκητες, διαπίστωσαν ότι το F_1 υβρίδιο ήταν περισσότερο ανθεκτικό στους μύκητες *C. Lunata* και *F. Moniliforme* συγκριτικά με τον μέσο όρο των γονέων, γεγονός που υποδεικνύει αθροιστικές επιδράσεις για το χαρακτηριστικό της αντοχής. Για το ίδιο χαρακτηριστικό στο σόργο οι Rodriguez-Herrera et al., (2000), εγκατέστησαν πειράματα σε οκτώ διαφορετικά περιβάλλοντα. Η ανάλυση των μέσων όρων των γενεών ανέδειξε αθροιστικές, κυριαρχικές και επιστατικές δράσεις στα οκτώ, επτά και δύο περιβάλλοντα, αντίστοιχα. Οι Zalapa et al., (2006) βρήκαν σημαντικές αθροιστικές επιδράσεις στο πεπόνι για χαρακτηριστικά όπως ο αριθμός των διακλαδώσεων και ο αριθμός των φρούτων ανά φυτό, και κυριαρχικές και επιστατικές επιδράσεις για το βάρος του φρούτου ανά φυτό και το μέσο όρο του βάρους ανά φρούτο. Μελετώντας την αντοχή στην νέκρωση του βλαστού, στην αραχίδα, οι Pensuk et al., (2004) διαπίστωσαν κυριαρχικές και επιστατικές επιδράσεις σε τρεις και σε δύο διασταυρώσεις αντίστοιχα, όμως ο Buiel (1996) αναφέρει ότι η συγκεκριμένη αντοχή κληρονομείται αθροιστικά. Οι Velasco et al., (2004) μελετώντας την ζημιά στο σπάδικα του γλυκού καλαμποκιού από τα έντομα *Sesamia nonagrioides* και *Ostrinia nubilalis* διαπίστωσαν σημαντικές κυριαρχικές και αθροιστικές δράσεις σε μία διασταύρωση για το πρώτο και αθροιστικές δράσεις για το δεύτερο έντομο. Οι Zewdie and Bosland (2003) βρήκαν σημαντικές αθροιστικές, κυριαρχικές, και αθροιστικές x αθροιστικές αλληλεπιδράσεις, μελετώντας την κληρονομικότητα του χρώματος του σπόρου στην πιπεριά. Οι Gusmini and Wehner (2007) βρήκαν αθροιστικές γενετικές επιδράσεις για το βάρος του καρπού καρπουζιού.

Στο βαμβάκι, με δεδομένα από την ανάλυση των μέσων όρων των γενεών, οι Meredith et al., (1970) διαπίστωσαν κυριαρχική x κυριαρχική (dd)

επίσταση για την απόδοση σε μία από τις έξι διασταυρώσεις που μελέτησαν. Σε μια άλλη μελέτη, πάλι με έξι διασταυρώσεις, οι Meredith and Bridge (1972) διαπιστώσαν αθροιστική x αθροιστική επίσταση για την απόδοση σε μία διασταύρωση. Άλλοι ερευνητές που διαπίστωσαν επίσταση στο βαμβάκι ήταν οι Ramey (1963) για το δείκτη ίνας (lint index), οι Hosfield et al., (1970) για το μήκος της ίνας, οι Wilson and Wilson (1976a) για το μήκος του άνθους, οι Wilson and Wilson (1976b) για τον αριθμό των ημερών της εμφάνισης του πρώτου άνθους και ο Kappelman (1971) για την αντοχή στο φουζάριο (*Fusarium oxysporum* f. *vasinfectum*). Ο Pathak (1975) διαπίστωσε μερική κυριαρχία των μακριών έναντι των κοντών ινών, καθώς και των ώριμων έναντι των μη ώριμων ινών, ενώ υπερκυριαρχία για τη λεπτότητα, και αθροιστική δράση για την αντοχή της ίνας. Οι Iqbal και Nadeem (2003) βρήκαν αθροιστική δράση των γονιδίων σε πέντε από τις δώδεκα διασταυρώσεις για τον αριθμό των συμποδίων ανά φυτό και επίσταση στις έντεκα διασταυρώσεις για την απόδοση σε σπόρο ανά φυτό.

Συνοψίζοντας τα προηγούμενα, που αφορούσαν τη μεθοδολογία δημιουργίας ποικιλιών και τις αναγκαίες προϋποθέσεις για την επιλογή της πλέον αποτελεσματικής μεθοδολογίας, σημειώνεται ότι οι ποικιλίες βαμβακιού είναι συνήθως επιλεγμένα μείγματα $F_4 - F_5$ οικογενειών, προϊόντα γενεαλογικής επιλογής (κλασικής ή κάποιας από τις παραλλαγές της). Επιπλέον, ποικιλίες υβρίδια καλλιεργούνται κυρίως στην Ινδία και, εφόσον εξασφαλισθεί το εφικτό της παραγωγής τους, αποτελούν μια ακόμη δυνατότητα δημιουργίας νέου γενετικού υλικού.

3.11 Σκοπός της μελέτης

Για τις ελληνικές συνθήκες, τονίζεται η σημαντική και αξιόλογη παράδοση δημιουργίας ποικιλιών βαμβακιού από το Ινστιτούτο Βάμβακος, τον ιδρυτή του Χρηστίδη και τους διαδόχους του. Στα τελευταία χρόνια, η δημόσια έρευνα και στη χώρα μας έχει περιορισθεί θεαματικά, υπάρχουν όμως ενδιαφέρουσες προσπάθειες ιδιωτικών φορέων που δραστηριοποιούνται με επιτυχία στον τομέα της δημιουργίας ποικιλιών, παρόλο που μεγάλο μέρος των καλλιεργούμενων ποικιλιών είναι εισαγόμενες. Στα πλαίσια μιας οποιασδήποτε βελτιωτικής προσπάθειας (δημόσιας ή ιδιωτικής), χρειάζεται να μελετηθεί η δυνατότητα δημιουργίας νέας γενετικής παραλλακτικότητας. Συγκεκριμένα, η πιθανότητα εισαγωγής γονιδίων από ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ινδία, ή / και διασταυρώνοντας καλλιεργούμενες στην Ελλάδα ποικιλίες διαφορετικών σποροπαραγωγικών οίκων και, κατά τεκμήριο διαφορετικής γενετικής βάσης.

Στα πλαίσια ενός εφαρμοσμένου προγράμματος δημιουργίας ποικιλιών το ενδιαφέρον εστιάζεται αφενός στην επιλογή των γονέων που θα χρησιμοποιηθούν ως πηγές δότες γονιδίων και αφετέρου στη διερεύνηση των γενετικών δράσεων που θα επιτρέψουν την επιλογή της πλέον αποτελεσματικής μεθοδολογίας για δημιουργία και αξιοποίηση ποικιλιών.

Σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη της δυνατότητας αποτελεσματικής επιλογής μεταξύ και εντός έξι διασταυρώσεων μεταξύ εμπορικών ποικιλιών βαμβακιού, και η εκτίμηση των γονιδιακών δράσεων που θα μπορούσε να οδηγήσει στη δημιουργία νέων ποικιλιών, που συνδυάζουν ιδιαίτερα επιθυμητά χαρακτηριστικά (απόδοση, πρωιμότητα και ποιότητα ίνας) των ήδη εμπορικά καλλιεργούμενων ποικιλιών.

4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1 Γενικές πληροφορίες

Τα πειράματα αγρού, που αναφέρονται στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκαν σε πέντε καλλιεργητικές περιόδους (2003, 2004, 2005, 2006 και 2007). Στις δύο πρώτες έγινε η δημιουργία γενετικού υλικού και ένας κύκλος επιλογής, ενώ τις τρεις επόμενες, ακολούθησε η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας μέσω επιλογής. Όλα τα πειράματα έγιναν στην ευρύτερη περιοχή του Αλμυρού Μαγνησίας, σε αγρούς τυπικούς της περιοχής, με γόνιμο έδαφος και συνθήκες κανονικής βροχόπτωσης. Κάθε χρονιά η εγκατάσταση του πειράματος έγινε σε διαφορετικά αγροτεμάχια, στα οποία το σύστημα αμειψισποράς ήταν σιτηρά – βαμβάκι – ψυχανθή - βαμβάκι ή αγρανάπαυση - βαμβάκι.

4.2 Δημιουργία γενετικού υλικού

4.2.1 Γενετικό Υλικό εκκίνησης

Χρησιμοποιήθηκαν εμπορικές ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα, και αναφέρονται με τους κωδικούς GR₁, GR₂, GR₃, GR₄ και GR₅, και στην Ινδία, όπου χαρακτηρίζονται με τους κωδικούς IN₁, IN₂ και IN₃. Η GR₁ είναι μέσης απόδοσης αλλά πολύ πρώιμη. Η ποικιλία GR₂ είναι υψηλής απόδοσης, ιδιαίτερα ορθόκλαδη, με συμπαγή τύπο φυτού και με ανθοφορία συγκεντρωμένη γύρω από το κεντρικό στέλεχος. Οι ποικιλίες GR₃, GR₄ και GR₅ καθώς και οι IN₁, IN₂ και IN₃ θεωρούνται υψηλού παραγωγικού δυναμικού απόδοσης. Σχετικά με τα χαρακτηριστικά ποιότητας ίνας, και οι οκτώ ποικιλίες είναι πρακτικά ισοδύναμες και, γενικά, με πολύ καλή ποιότητα.

4.2.2 Διασταυρώσεις – Διασπώμενο υλικό

Προκειμένου να δημιουργηθεί το κατάλληλο γενετικό υλικό, ώστε να γίνει ανάλυση μέσου όρων γενεών, κατά την καλλιεργητική περίοδο 2003 έγιναν οι παρακάτω διασταυρώσεις των επτά ποικιλιών με κοινό γονέα την ποικιλία GR₁: 1) GR₁ x GR₅

2) GR₁ x GR₄

3) GR₁ x GR₂


- 4) $GR_1 \times GR_3$
- 5) $GR_1 \times IN_1$
- 6) $GR_1 \times IN_2$
- 7) $GR_1 \times IN_3$.

Για τη διαδικασία της διασταύρωσης, κάθε ποικιλία σπάρθηκε με το χέρι σε ξεχωριστή γραμμή μήκους δέκα (10) μέτρων, με την ποικιλία GR_1 να επαναλαμβάνεται εναλλάξ με τις άλλες ποικιλίες, ώστε να σχηματιστούν τα επτά ζεύγη των γονέων (Εικ. 1). Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν δύο μέτρα. Ακολούθησε αραίωμα με το χέρι, ώστε να παραμείνουν εντός των γραμμών της ποικιλίας GR_1 τρία φυτά ανά μέτρο και 12 φυτά ανά μέτρο στις γραμμές των άλλων ποικιλιών. Κατά την περίοδο της εμφάνισης των ανθέων έγιναν οι διασταυρώσεις μόνο στις γραμμές της ποικιλίας GR_1 . Την προηγούμενη ημέρα ή και το πρωί της ίδιας ημέρας της διασταύρωσης, γινόταν ο ευνουχισμός (emasculation) με το χέρι και σκεπαζόταν το άνθος με χάρτινη σακούλα. Ακολουθούσε μεταφορά της γύρης από άνθη των φυτών των άλλων ποικιλιών στα άνθη της GR_1 που ήταν δεκτικά. Όποτε ήταν δυνατόν, η επικονίαση ακολουθούσε αμέσως μετά τον ευνουχισμό. Κάθε επικονιαζόμενο άνθος επισημαίνονταν με καρτελάκι, στο οποίο αναφέρονταν η διασταύρωση και η ημερομηνία επικονίασης. Τέλος, το άνθος σκεπαζόταν με χάρτινη σακούλα για την αποφυγή μεταφοράς της γύρης από τον αέρα ή τα έντομα. Η σακούλα αυτή είχε διαφορετικό χρώμα, ώστε να διακρίνεται από την σακούλα που χρησιμοποιούνταν για την αποστημόνωση. Παράλληλα, σκεπάστηκαν και λουλούδια φυτών από όλες τις ποικιλίες, ώστε να παραχθεί σπόρος από αυτογονιμοποίηση των γονέων (P_1 και P_2). Τα καρύδια που προέρχονταν από διασταύρωση (F_1), ή από αυτογονιμοποίηση (P_1 και P_2) εκκοκκίσθηκαν το κάθε ένα ξεχωριστά σε μακινέτο με πριόνια. Έτσι, για κάθε μία από τις έξι διασταυρώσεις ήταν διαθέσιμος σπόρος P_1 , P_2 και F_1 .

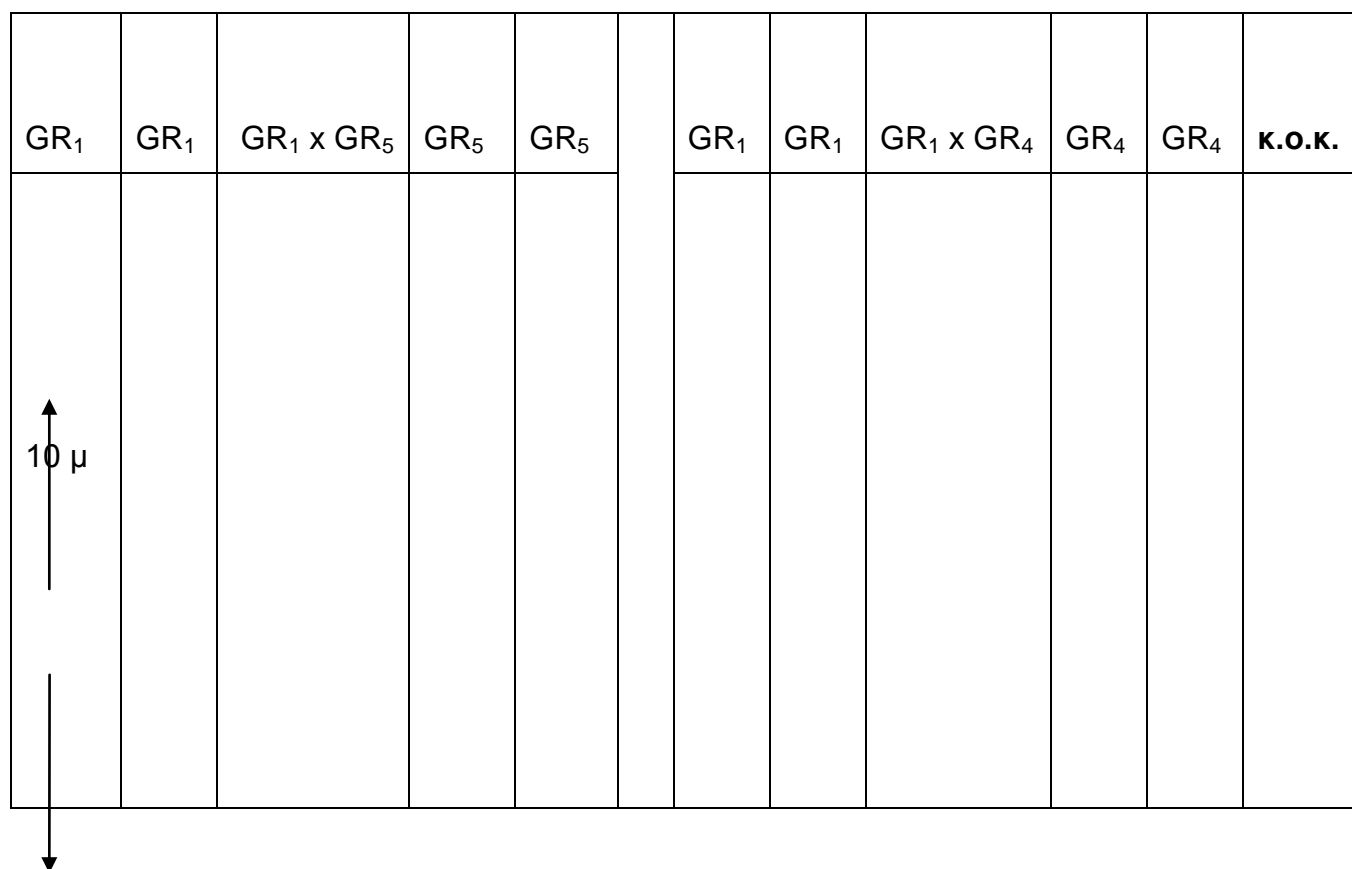
Την καλλιεργητική περίοδο 2004, από κάθε διασταύρωση σπάρθηκαν οι αντίστοιχοι F_1 , P_1 , και P_2 σπόροι ως εξής: Δύο σειρές του ενός γονέα (P_1), έπειτα μία γραμμή με το F_1 υβρίδιο και στη συνέχεια δύο γραμμές του άλλου γονέα (P_2) (Εικ. 2). Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν ένα μέτρο, ενώ μετά το αραίωμα έμειναν πέντε φυτά ανά μέτρο επί της γραμμής.

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία που ακολουθήθηκε το 2003, έγιναν οι αναδιασταυρώσεις (BC_1) των παραπάνω υβριδίων και με τους αντίστοιχους γονείς για κάθε μία από τις επτά (7) διασταυρώσεις. Επιπλέον, έγιναν ξανά και οι διασταυρώσεις των επτά ζευγών γονέων για επιπλέον δημιουργία F_1 σπόρου. Συγχρόνως, σκεπάστηκαν καρύδια σε φυτά F_1 και, έτσι, προέκυψε η F_2 γενεά. Ομοίως σκεπάστηκαν καρύδια και σε φυτά των γονέων P_1 και P_2 , ώστε να υπάρχει σπόρος από αυτογονιμοποίηση. Έτσι, προέκυψαν οι γενεές P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , $BC_1(P_1)$ και $BC_1(P_2)$ για κάθε μία από τις επτά διασταυρώσεις. Λόγω αδυναμίας δημιουργίας επαρκούς σπόρου της $BC_1(P_2)$ γενεάς για τη διασταύρωση $GR_1 \times IN_3$, για την ανάλυση των μέσων όρων γενεών χρησιμοποιήθηκαν μόνο οι έξι διασταυρώσεις.

Εικόνα 1: Διάταξη των ποικιλιών στον αγρό το 2003 για την παραγωγή υβριδίων.

GR_1	GR_5	GR_1	GR_4	GR_1	GR_2	GR_1	IN_1	GR_1	IN_2	GR_1	GR_3	GR_1	IN_3
 10 μ													

Εικόνα 2: Διάταξη των ποικιλιών και των υβριδίων στον αγρό για την εκτέλεση διασταυρώσεων και αναδιασταυρώσεων το 2004. Η ίδια διάταξη εφαρμόστηκε και για τα επτά ζεύγη γονέων.



4.3 Αξιολόγηση Γενεών.

Η αξιολόγηση των γενεών P₁, P₂, F₁, F₂, BC₁(P₁) και BC₁(P₂) για κάθε μια από τις έξι διασταυρώσεις έγινε κατά την καλλιεργητική περίοδο 2005. Η προετοιμασία του αγρού καθώς και η καλλιεργητική πρακτική ήταν η συνήθης που εφαρμόζεται από τους βαμβακοπαραγωγούς.

Συγκεκριμένα, πριν από την εγκατάσταση του πειράματος ελήφθησαν δείγματα από διάφορες θέσεις του αγρού σε 30, 60 και 90cm βάθος και υποβλήθηκαν σε εδαφική ανάλυση στο Περιφερειακό Εργαστήριο Γεωργικών Εφαρμογών και Ανάλυσης Λιπασμάτων (Π.Ε.Γ.Ε.Α.Λ.) στη Λάρισα (Παράρτημα Α). Στις 21/4/2005 έγινε εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου SONALAN 33.3 EC (ethalfluralin 33.3% β/ο) με ψεκασμό και ενσωμάτωση. Πρόκειται για ένα εκλεκτικό προφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο, που καταπολεμά τα πλατύφυλλα και αγρωστώδη ζιζάνια. Η δοσολογία ήταν 400 κυβικά εκατοστά ανά στρέμμα και ο όγκος του ψεκαστικού υγρού 40-60 λίτρα ανά στρέμμα. Η σπορά έγινε

στις 4, 5 και 6 Μαΐου 2005 με το χέρι. Κατά τη σπορά, έγινε εφαρμογή της βασικής λίπανσης N-P-K (20-10-10) με 30 Kg / στρ. ώστε να αποδοθούν 6, 3 και 3 μονάδες αντίστοιχα. Για τον υπολογισμό της δοσολογίας λίπανσης εφαρμόστηκε ο τύπος $X = M \times 100 / \Pi$, όπου M οι απαιτούμενες μονάδες λίπανσης της καλλιέργειας, Π η αναγραφόμενη περιεκτικότητα του στοιχείου στη συσκευασία και X η ποσότητα του λιπάσματος που πρέπει να εφαρμοστεί σε κιλά ανά στρέμμα (Γαλανοπούλου, 1999). Η επιφανειακή λίπανση έγινε σε πέντε δόσεις, όπως φαίνεται στον πίνακα 6, αποβλέποντας στο να μην ξεπεραστούν οι πέντε μονάδες N ανά στρέμμα, ώστε το συνολικό N στο έδαφος να μην υπερβεί τις δέκα λιπαντικές μονάδες. Επιπλέον, έγινε εφαρμογή του διασυστηματικού εντομοκτόνου - νηματωδοκτόνου Carbofuran 10% β/β (κοκκώδες, GR) στη γραμμή σποράς με δοσολογία 1 κιλό ανά στρέμμα. Μετά τη σπορά, και πριν φυτρώσει το βαμβάκι, έγινε εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου Prometryne 50 SC σε συμπυκνωμένο εναιώρημα με 50% β/ο δραστική ουσία. Σε όλη την καλλιεργητική περίοδο δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στην καταπολέμηση των ζιζανίων, η οποία έγινε με χημικά (Maestro – glyphosate 800 κ.εκ. / στρ.) και μηχανικά μέσα (χέρια, σκαλιστήρια). Για την άρδευση χρησιμοποιήθηκαν σταλακτοφόροι ελαστικοί σωλήνες (στάγδην άρδευση), με έναρξη τα μέσα Μαΐου έως και τα τέλη Αυγούστου, με μέσο όρο περίπου τις 12 ημέρες (συνολικά έγιναν 7 ποτίσματα). Ειδικά το πρώτο πότισμα έγινε στις 14/5/2005, και από την ημέρα εκείνη, υπολογίστηκαν οι δείκτες πρωιμότητας.

Πίνακας 6: Εφαρμογή επιφανειακής λιπάνσεως στο πείραμα βαμβακιού όπου φαίνονται η ημερομηνία εφαρμογής, η ποσότητα (Kgr / στρ.), το είδος και ο τύπος του λιπάσματος.

Ημερομηνία εφαρμογής	Ποσότητα (Kgr/στρ.)	Είδος λιπάσματος	Τύπος λιπάσματος
20/6/2005	4 Kg/στρ.	Ουρία	46-0-0
29/6/2005	4 Kg/στρ.	Ουρία	46-0-0
16/7/2005	3 Kg/στρ.	Κρυσταλλικό	20-20-20
22/7/2005	3 Kg/στρ.	Κρυσταλλικό	20-20-20
3/8/2005	3 Kg/στρ.	Φωσφορούχο	10-50-10

Η πειραματική διάταξη για την αξιολόγηση των γενεών P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , $BC_1(P_1)$ και $BC_1(P_2)$ για κάθε μία από τις έξι διασταυρώσεις ήταν τυχαιοποιημένες πλήρεις ομάδες (Randomized Complete Block Design) με τρεις επαναλήψεις. Τα πειραματικά τεμάχια ήταν τριών γραμμών μήκους πέντε μέτρων (Εικ. 3). Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 95cm και η τελική πυκνότητα ήταν 14-16 φυτά ανά τ.μ. Στην αρχή, μέση και τέλος κάθε επανάληψης σπάρθηκε και μια εμπορική ποικιλία ως μάρτυρας. Οι ποικιλίες μάρτυρες ήταν η εμπορική ποικιλία 'ST 474' για τις διασταυρώσεις $GR_1 \times GR_5$ και $GR_1 \times GR_3$, η ποικιλία 'ZETA-2' για τις διασταυρώσεις $GR_1 \times GR_2$ και $GR_1 \times IN_1$ και η ποικιλία 'VELOS' για τις διασταυρώσεις $GR_1 \times GR_4$ και $GR_1 \times IN_2$.

Καταγράφηκαν οι ακόλουθες παρατηρήσεις: πρωιμότητα, απόδοση και τα συστατικά της, χαρακτηριστικά ποιότητας ίνας και έμμεση μέτρηση της χλωροφύλλης φύλλων. Η καταγραφή έγινε τόσο σε επίπεδο πειραματικού τεμαχίου όσο και σε επίπεδο ατομικού φυτού για κάθε γενεά και πειραματικό τεμάχιο.

α) Πρωιμότητα: Ως δείκτης πρωιμότητας χρησιμοποιήθηκε ο αριθμός των ημερών από τη σπορά έως το άνοιγμα του πρώτου καρυδιού (DBO) (Godoy and Palomo 1999, Ahuja and Dhayal 2001, Kassianenko 2003). Οι μετρήσεις έγιναν σε επίπεδο γραμμής του κάθε π.τ.

β) Απόδοση: Μετρήθηκε η παραγωγή σε σύσπορο για κάθε πειραματικό τεμάχιο (π.τ.). Επιπλέον, από κάθε π.τ. πάρθηκε μεικτό δείγμα (bulk) σύσπορου, το οποίο διαχωρίστηκε με μακινέτο στην ίνα και το σπόρο. Τα τελευταία ζυγίστηκαν σε ζυγαριά ακριβείας και υπολογίστηκε η επί της εκατό αναλογία της ίνας (Lint%) (Χριστίδης, 1965).

Μετρήσεις σε επίπεδο ατομικού φυτού: για κάθε μία από τις έξι διασταυρώσεις και για κάθε επανάληψη, πάρθηκε δείγμα φυτών από κάθε πειραματικό τεμάχιο στα οποία έγιναν μετρήσεις σε επίπεδο ατομικού φυτού. Το μέγεθος του δείγματος διέφερε ανάλογα με την γενεά. Έτσι από κάθε π.τ. για τις γενεές P_1 , P_2 και F_1 , μετρήθηκαν 25-30 ατομικά φυτά, για τις F_2 100-120 ατομικά φυτά, και για τις οικογένειες $BC_1(P_1)$ και $BC_1(P_2)$ 35-50 ατομικά φυτά. Τέλος, από κάθε γραμμή του μάρτυρα μετρήθηκαν 20 ατομικά φυτά.

Εικόνα 3: Διάταξη των ποικιλιών, των υβριδίων και των αναδιασταυρώσεων στον αγρό το 2005. Η ίδια διάταξη εφαρμόστηκε και για τις έξι διασταυρώσεις.

<u>ΜΑΡΤΥΡΑΣ</u>
P ₁
P ₁
P ₁
P ₂
P ₂
P ₂
F ₁
F ₁
F ₁
<u>ΜΑΡΤΥΡΑΣ</u>
F ₂
F ₂
F ₂
BC ₁ (P ₁)
BC ₁ (P ₁)
BC ₁ (P ₁)
BC ₁ (P ₂)
BC ₁ (P ₂)
BC ₁ (P ₂)
<u>ΜΑΡΤΥΡΑΣ</u>

ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

<u>ΜΑΡΤΥΡΑΣ</u>
F ₂
F ₂
F ₂
BC ₁ (P ₁)
BC ₁ (P ₁)
BC ₁ (P ₁)
P ₁
P ₁
P ₁
<u>ΜΑΡΤΥΡΑΣ</u>
BC ₁ (P ₂)
BC ₁ (P ₂)
BC ₁ (P ₂)
F ₁
F ₁
F ₁
P ₂
P ₂
P ₂
<u>ΜΑΡΤΥΡΑΣ</u>

ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

<u>ΜΑΡΤΥΡΑΣ</u>
BC ₁ (P ₂)
BC ₁ (P ₂)
BC ₁ (P ₂)
F ₁
F ₁
F ₁
BC ₁ (P ₁)
BC ₁ (P ₁)
BC ₁ (P ₁)
<u>ΜΑΡΤΥΡΑΣ</u>
P ₂
P ₂
P ₂
F ₂
F ₂
F ₂
P ₁
P ₁
P ₁
<u>ΜΑΡΤΥΡΑΣ</u>

Συνολικά και για τις έξι διασταυρώσεις μετρήθηκαν σε ατομικό επίπεδο περίπου 6,660 φυτά: 90 φυτά ανά διασταύρωση για κάθε μία από τις γενεές P_1 , P_2 και F_1 (σύνολο 1,620 φυτά), 360 φυτά ανά διασταύρωση για την F_2 (σύνολο 2160 φυτά) και 150 φυτά ανά διασταύρωση για κάθε μια από τις γενεές $BC_1(P_1)$ και $BC_1(P_2)$ (σύνολο 1,800 φυτά). Επιπλέον, μετρήθηκαν και 1,080 φυτά από τις ποικιλίες μάρτυρες.

Οι μετρήσεις που έγιναν σε κάθε φυτό ήταν οι εξής:

- 1) Ύψος φυτού σε εκατοστά (cm)
- 2) Αριθμός κόμβων από τις κοτυληδόνες έως τον πρώτο καρποφόρο βραχίονα (1^ο καρύδι)
- 3) Η απόσταση σε εκατοστά (cm) από τις κοτυληδόνες έως τον πρώτο καρποφόρο βραχίονα (1^ο καρύδι)
- 4) Αριθμός μονοποδίων (όπου υπήρχε)
- 5) Μήκος μονοποδίων σε εκατοστά (cm)
- 6) Αριθμός συμποδίων
- 7) Αριθμός καρυδιών ανά συμπόδιο, ανά μονοπόδιο (όπου υπήρχε)
- 8) Αριθμός ανοιχτών καρυδιών του φυτού
- 9) Αριθμός κλειστών καρυδιών του φυτού
- 10) Συνολικός αριθμός καρυδιών του φυτού (8+9)
- 11) Το βάρος σε γραμμάρια (γρ.) πέντε καλά ανοιγμένων καρυδιών
- 12) Το συνολικό βάρος του φυτού σε γραμμάρια (γρ.).
- 13) Αριθμός των κοιλοτήτων (locules) ανά καρύδι.

γ) χαρακτηριστικά ποιότητας ίνας : από τα 6,660 φυτά που μετρήθηκαν, το σύσπορο βαμβάκι τοποθετήθηκε σε αντίστοιχα σακουλάκια με την κατάλληλη σήμανση. Στη συνέχεια, από κάθε π.τ. (το οποίο εκπροσωπεί μια γενεά), από κάθε επανάληψη και από όλες τις διασταυρώσεις, πάρθηκαν τυχαία επτά (7) ατομικά φυτά για κάθε μία από τις γενεές P_1 , P_2 και F_1 (σύνολο 378 φυτά), 37 φυτά ανά διασταύρωση για την F_2 (σύνολο 666 φυτά) και 10 φυτά ανά διασταύρωση για κάθε μια από τις γενεές $BC_1(P_1)$ και $BC_1(P_2)$ (σύνολο 360

φυτά). Επιπλέον, από κάθε π.τ. του μάρτυρα, πάρθηκαν τυχαία 2 ατομικά φυτά: $2 \text{ δείγματα/π.τ.} \times 3 \text{ π.τ./επανάληψη} \times 3 \text{ επαναλήψεις/διασταύρωση} \times 6 \text{ διασταυρώσεις} = 108$ φυτά.

Τα 1512 αυτά φυτά στο σύνολό τους υπέστησαν επεξεργασία με μακινέτο, όπου έγινε ο διαχωρισμός του σπόρου από την ίνα. Τα δύο τελευταία, σπόρος και ίνα, συσκευάστηκαν με την κατάλληλη σήμανση και ζυγίστηκαν σε ζυγαριά ακριβείας. Με τον τρόπο αυτό υπολογίστηκε η επί της εκατό αναλογία της ίνας (Lint%) σε επίπεδο ατομικού φυτού. Τα σακουλάκια με την ίνα τόσο των ατομικών φυτών όσο και των δειγμάτων από κάθε π.τ. στάλθηκαν σε εργαστήριο των εκκοκκιστηρίων Θεσσαλίας Α.Β.Ε.Ε., του ομίλου Ακκά, στο Γραμματικό Καρδίτσας, για να μετρηθούν τα χαρακτηριστικά ποιότητας.

Τα χαρακτηριστικά ποιότητας μετρήθηκαν με τη συσκευή High Volume Instrument (HVI) της εταιρείας USTER (Uster Technologies AG Wilstrasse 11 CH-8610 Uster / Switzerland) και ήταν τα εξής: Μήκος ίνας (LEN), Αντοχή ίνας (SRT), Ομοιομορφία ίνας (UNF), Micronaire (MIC), Ωριμότητα ίνας (MAT) και Δείκτης κοντών ινών (SFI). Επιπλέον, το HVI έδωσε μετρήσεις δευτερευούσης σημασίας, όπως ο δείκτης καθαρότητας, η κιτρινάδα του δείγματος και η υγρασία του. Οι λεπτομέρειες των παραμέτρων ποιότητας, όπως αυτές δίνονται στο H.V.I. Manual, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.

Πίνακας 7: Παράμετροι ποιότητας και λεπτομέρειες των μετρήσεων (H.V.I. Instruction Manual Zellweger Usters).

Παράμετροι ποιότητας	Τρόπος μέτρησης
Micronair	Μια τιμή που συνδέεται με τη λεπτότητα της ίνας (περίμετρο ίνας) και την ωριμότητα (πάχος του τοιχώματος ίνας). Η εκτίμηση γίνεται με τη μέθοδο ροής αέρα (air-flow method).
Μήκος	Το μέσο μήκος των ινών στο δείγμα διαιρούμενο με το 50% των μακρύτερων ινών σε ίντσες.
Αντοχή	Είναι η σχέση της δύναμης που απαιτείται για να σπάσει μια μάζα ινών, διορθωμένη με το Micronaire και τροποποιημένη με παράγοντα καλυμπραρίσματος σε gram/tex.

Ομοιομορφία	Ο λόγος (%) δύο μετρήσεων του μήκους. (Το μέσο μήκος των ινών στο δείγμα διαιρούμενο με το μήκος του 50% των μακρύτερων ινών).
Επιμήκυνση	Η μέγιστη απόσταση της ίνας.
Δείκτης κοντών ινών SFI	Ένας υπολογισμός της περιεκτικότητας σε κοντές ίνες με τη χρήση της μεθόδου Sutter Webber.
+b	Είναι μέρος της κλίμακας Hunter και περιγράφει το κίτρινο χρώμα των ινών με τιμές από 4 έως 18.
Rd	Μέτρηση της αντανάκλασης του χρώματος. Είναι μέρος της κλίμακας Hunter και περιγράφει το κίτρινο χρώμα των ινών με τιμές από 40 έως 85.
Κλάση	Όπως εμφανίζεται στην κλίμακα Hunter με τη συνένωση των σημείων τομής των B, RD. (Universal Standard for Grade of American Upland Cotton Chart). Όσο πιο υψηλός είναι αυτός ο δείκτης τόσο πιο υψηλό είναι το κίτρινο χρώμα.

(δ) έμμεση μέτρηση της χλωροφύλλης: για τη μέτρηση αυτή χρησιμοποιήθηκε το χλωροφυλλόμετρο SPAD 502 της Minolta. Η μέτρηση έγινε στο στάδιο εμφάνισης του 1^{ου} καρυδιού. Συγκεκριμένα, οι μετρήσεις ελήφθησαν από το φύλλο που τροφοδοτούσε το πρώτο καρύδι του φυτού. Οι μετρήσεις ήταν 10 τιμές ανά φύλλο σε 5 φυτά των γενεών P₁, P₂ και F₁, σε 15 φυτά F₂ και σε 10 φυτά των BC₁(P₁) και BC₁(P₂) για όλες τις διασταυρώσεις και για τις 3 επαναλήψεις. Οι ίδιες σε αριθμό μετρήσεις έγιναν και στα κορυφαία φύλλα του ίδιου φυτού ταυτόχρονα με τις προηγούμενες καθώς και στα κορυφαία φύλλα του ίδιου φυτού στο στάδιο του ανοίγματος του τελευταίου καρυδιού για όλες τις διασταυρώσεις και για τις 3 επαναλήψεις. Συνολικά έγιναν 30,000 μετρήσεις.

Επιπλέον δημιουργήθηκε και σπόρος P₁, P₂, F₂, F₃ και σπόρος από αυτογονιμοποίηση των BC₁(P₁)S₁ και BC₁(P₂)S₁ με τη διαδικασία που έχει περιγραφεί προηγουμένως.

Την καλλιεργητική περίοδο 2007, για κάθε μία από τις έξι διασταυρώσεις, οι έξι γενεές P₁, P₂, F₂, F₃, BC₁(P₁)S₁ και BC₁(P₂)S₁ αξιολογήθηκαν με την ίδια διαδικασία που περιγράφηκε προηγουμένως, για την καλλιεργητική περίοδο

2005, με τέσσερις επαναλήψεις σε π. τ. μίας γραμμής μήκους δέκα μέτρων (Εικ. 4). Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 97cm. Η τελική πυκνότητα ήταν 14-16 φυτά ανά τ.μ. και οι καλλιεργητικές συνθήκες ήταν οι ίδιες με τις άλλες χρονιές, όπως περιγράφηκαν παραπάνω. Οι μετρήσεις και αυτή τη χρονιά αφορούσαν στην α) πρωιμότητα, β) απόδοση και γ) χαρακτηριστικά ποιότητας ίνας και έγιναν σε επίπεδο πειραματικού τεμαχίου και ατομικού φυτού. Σκοπός ήταν να γίνει μια προκαταρκτική διερεύνηση για τη δυνατότητα πιθανής αξιοποίησης της BC₁ ως πιθανής ποικιλίας για καλλιέργεια. Δηλαδή, αν είναι δυνατή η άμεση βελτίωση μιας εμπορικής ποικιλίας με εισαγωγή επιθυμητών γονιδίων από το γονέα δότη.

Σε μία από τις έξι διασταυρώσεις, την GR₁ x GR₃, και σε κάθε επανάληψη πάρθηκε τυχαία ένας αριθμός φυτών από κάθε πειραματικό τεμάχιο, στα οποία έγιναν μετρήσεις σε επίπεδο ατομικού φυτού. Ο αριθμός των φυτών διέφερε ανάλογα με το είδος της γενεάς του π.τ. Έτσι, από κάθε π.τ. με τις γενεές P₁ και P₂ μετρήθηκαν από 20 ατομικά φυτά, από τις F₂ 100, από τις F₃ 70 και από τις BC₁(P₁)S₁ και BC₁(P₂)S₁ 40 ατομικά φυτά (συνολικά 1,160 φυτά).

Από τα παραπάνω ατομικά φυτά, για κάθε επανάληψη και ανάλογα με τη γενεά στην οποία ανήκουν, εκκοκκίστηκε σε μακινέτο το σύσπορο βαμβάκι πέντε φυτών για τις P₁ και P₂, 20 για την F₂ και 10 για τις F₃, BC₁(P₁)S₁ και BC₁(P₂)S₁ οικογένειες. Συνολικά εκκοκκίστηκαν 240 ατομικά φυτά. Στα δείγματα αυτά ζυγίστηκε ο σπόρος και η ίνα, και υπολογίστηκε η επί της εκατό αναλογία της ίνας. Επιπλέον, για τα δείγματα αυτά μετρήθηκαν τα χαρακτηριστικά ποιότητας τους σε συσκευή HVI.

Μετρήθηκε η παραλλακτικότητα των γονέων (P₁ και P₂), των F₂ και F₃ γονότυπων καθώς και των BC₁(P₁)S₁ και BC₁(P₂)S₁ για όλα τα χαρακτηριστικά, προκειμένου να συγκριθούν οι παραλλακτικότητες των BC₁(P₁)S₁ και BC₁(P₂)S₁ με τις αντίστοιχες των γονέων. Ομοίως, συγκρίθηκαν οι παραλλακτικότητες των F₂ και F₃ με το μέσο όρο της παραλλακτικότητας των γονέων.

Εικόνα 4: Διάταξη των οικογενειών στον αγρό το 2007. Η ίδια διάταξη εφαρμόστηκε και για τις έξι διασταυρώσεις.

P_1	P_2	F_2	F_3	$BC_1(P_1)S_1$	$BC_1(P_2)S_1$
-------	-------	-------	-------	----------------	----------------

ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

F_2	$BC_1(P_1)S_1$	$BC_1(P_2)S_1$	P_2	P_1	F_3
-------	----------------	----------------	-------	-------	-------

ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

P_2	$BC_1(P_2)S_1$	P_1	$BC_1(P_1)S_1$	F_3	F_2
-------	----------------	-------	----------------	-------	-------

ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

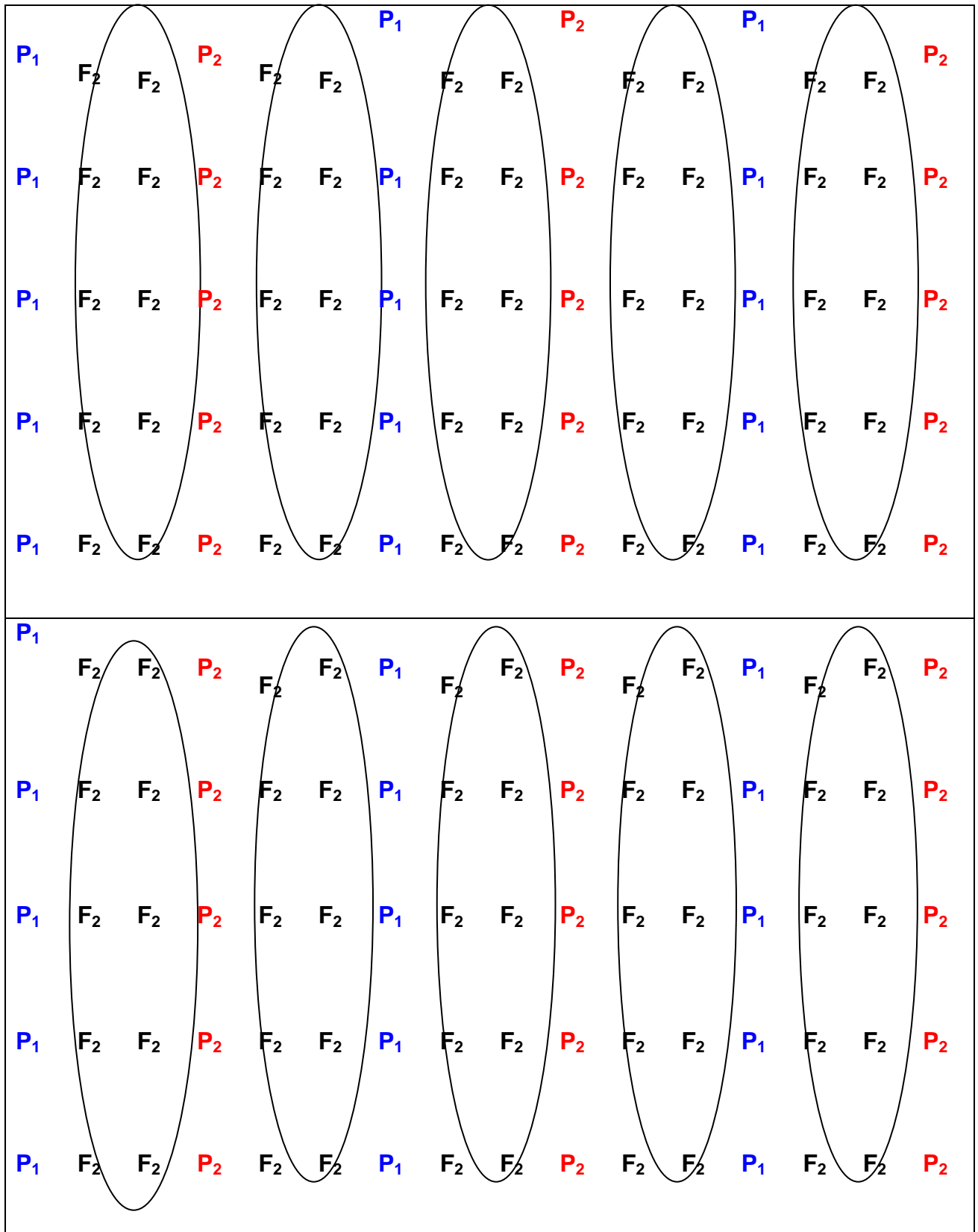
$BC_1(P_1)S_1$	F_3	F_2	$BC_1(P_2)S_1$	P_2	P_1
----------------	-------	-------	----------------	-------	-------

4.4 Αμφίπλευρη επιλογή στην F_2

Στην F_2 γενεά για κάθε μία από τις έξι διασταυρώσεις έγινε αμφίπλευρη επιλογή κατά την καλλιεργητική περίοδο 2005, ως μια απλή και αποτελεσματική μεθοδολογία για την καταρχάς μελέτη της δυνατότητας επιλογής στο βαμβάκι για απόδοση, πρωιμότητα και χαρακτηριστικά ποιότητας ίνας (Falconer, 1960). Αξιολογήθηκαν 100 ατομικά φυτά σε πειραματική διάταξη στρωματοποιημένης μαζικής επιλογής (grid mass selection) (Gardner, 1961). Χρησιμοποιήθηκαν 10 υποτεμάχια (grids) με 10 φυτά το καθένα. Η σπορά έγινε με το χέρι σε όρχους και, μετά το αραίωμα, υπήρχε τελικά ένα φυτό ανά όρχο ($10 \times 10 = 100$ φυτά). Κάθε ένα τεμάχιο είχε δύο γραμμές μήκους 1.25m. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 97 εκατοστά και η αντίστοιχη των φυτών επί της γραμμής 25cm, δηλ. 4 φυτά m^{-2} . Εκατέρωθεν των δύο γραμμών κάθε υποτεμαχίου σπάρθηκαν εναλλάξ ως μάρτυρες οι γονείς της κάθε διασταύρωσης (Εικ. 5). Σε κάθε ένα από τα 600 F_2 φυτά σκεπάστηκε με σακουλάκι ένα καρύδι, προκειμένου να υπάρξει σπόρος από αυτογονιμοποίηση (S_1) για πιθανή μετέπειτα αξιοποίηση. Για κάθε ατομικό φυτό (F_2 και οι αντίστοιχοι γονείς P_1 και P_2) καταγράφηκε η πρωιμότητα και η απόδοση σε σύσπορο. Για την πρωιμότητα χρησιμοποιήθηκε ο αριθμός των ημερών από τη σπορά έως το άνοιγμα του πρώτου καρυδιού (DBO) και για την απόδοση το βάρος του σύσπορου βαμβακιού σε γραμμάρια. Ακολούθησε εκκόκκιση του κάθε δείγματος (συνολικά 960, 600 F_2 και 360 γονείς) σε μακινέτο και διατηρήθηκαν χωριστά ο σπόρος από την ίνα. Από τον υπολογισμό του βάρους τους μετρήθηκε και η επί τοις εκατό αναλογία της ίνας (Lint%). Τέλος, μετρήθηκαν τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας για κάθε ατομικό φυτό με τη συσκευή HVI.

Σε κάθε υποτεμάχιο των 10 F_2 φυτών ανά διασταύρωση έγινε αμφίπλευρη επιλογή (αναλογία επιλογής 10%) για τα εξής χαρακτηριστικά: α) το ένα φυτό με την υψηλότερη απόδοση (HY) και το αντίστοιχο με τη μικρότερη απόδοση (LY), β) το ένα πιο πρώιμο φυτό (HE) και το όψιμότερο (LE), γ) ένα φυτό που ήταν πιο πρώιμο από εκείνα που είχαν απόδοση μεγαλύτερη από το 85% του μέσου όρου των μαρτύρων (YHE) και το αντίστοιχο πιο όψιμο από εκείνα που είχαν απόδοση μεγαλύτερη του 85% του μέσου όρου των μαρτύρων (YLE),

Εικόνα 5: Διάταξη στον αγρό της αμφίπλευρης επιλογής για μία διασταύρωση. Σε κάθε έλλειψη περιέχονται δέκα F_2 φυτά ($10 \times 10 = 100$). Οι γονείς P_1 και P_2 χρησιμοποιούνται ως μάρτυρες. Παρόμοια ήταν η διάταξη και για τις υπόλοιπες πέντε διασταυρώσεις.



δ) το φυτό που είχε καλύτερα χαρακτηριστικά ποιότητας ίνας και απόδοση μεγαλύτερη του 85% του μέσου όρου των μαρτύρων (YHQ) και το αντίστοιχο που είχε κατώτερα χαρακτηριστικά ποιότητας ίνας και απόδοση μεγαλύτερη του 85% του μέσου όρου των μαρτύρων (YLQ) (αμφίπλευρη επιλογή με κριτήριο απόδοσης).

Έτσι, δημιουργήθηκαν τα αντίστοιχα ισόρροπα μίγματα των 10 επιλεγμένων φυτών, δηλ. HY – LY, HE – LE, YHE – YLE, YHQ- YLQ, για κάθε μια από τις έξι διασταυρώσεις. Ο χαρακτηρισμός ανώτερα ή κατώτερα χαρακτηριστικά ποιότητας προέκυψε από τη βαθμολογία που συγκέντρωσε το κάθε φυτό ως προς την αξία χρήσης. Η αξία χρήσης μετριέται σε βαμβάκι που συγκομίζεται με το χέρι, εκκοκκίζεται με μακινέτο και υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη: α) το μήκος των ινών (κλίμακα βαθμολογίας 1 έως 5), β) το δείκτη ομοιομορφίας του μήκους (κλίμακα βαθμολογίας 0 έως 3), γ) το δείκτη λεπτότητας – ωριμότητας (Micronaire) με κλίμακα βαθμολογίας 0 έως 4 και δ) το δείκτη αντοχής (κλίμακα βαθμολογίας 0 έως 5).

Η αξία χρήσης συνυπολογίζεται με την απόδοση και τα αγρονομικά χαρακτηριστικά, προκειμένου μία ποικιλία να εγγραφεί στον εθνικό (άρα και κοινοτικό) κατάλογο ποικιλιών (ΦΕΚ Τεύχος Β 454/15.04.2003). Η αξία χρήσης μετριέται σε βαμβάκι που συγκομίζεται στα πειράματα με το χέρι, εκκοκκίζεται με μακινέτο και υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη:

α. Το μήκος των ινών (2.5% μετρούμενο με HVI, όρια πιστότητας 0.5). Κλίμακα βαθμολογίας 1 έως 5.

Μήκος (mm)	Βαθμοί
28.0 – 28.5	1
28.6 – 29.0	2
29.1 – 29.9	3
30.0 – 30.9	4
> 31.0	5

Ποικιλίες βαμβακιού με μήκος ίνας κάτω από 28 mm δεν γίνονται αποδεκτές.

β. Το δείκτη ομοιομορφίας του μήκους (μετρούμενη με HVI). Κλίμακα βαθμολογίας 0– 3.

Ομοιομορφία %	Βαθμοί
Μέχρι 78.0	0
78.0 – 81.0	1
82.0 – 84.5	2
> 84.5	3

γ. Το δείκτη λεπτότητας – ωριμότητας (Micronaire). Κλίμακα βαθμολογίας 0– 4.

Micronaire	Βαθμοί
3.8 έως 4.1	4
3.7 και 4.2	3
3.6 και 4.3	2
3.5 και 4.4	1
< 3.5 και > 4.5	0

Ποικιλίες με τιμές Micronaire > 4.7 και < 3.3 δεν γίνονται αποδεκτές.

δ. Το δείκτη αντοχής. Κλίμακα βαθμολογίας 0 – 5. Η αντοχή μετριέται σε GRS / TEX ως εξής:

Αντοχή	Βαθμοί
Έως 23.0	0
23.1 – 26.0	1
26.1 – 28.0	2
28.1 – 30.0	3
30.1 – 32.0	4
> 32.0	5

Για όλες τις μετρήσεις λαμβάνονται υπόψη για την αξιοπιστία των οργάνων τα διεθνώς αποδεκτά όρια.

Οι οκτώ (8) επιλεγμένοι F_3 πληθυσμοί (HY – LY, HE – LE, YHE – YLE, YHQ - YLQ) κάθε διασταύρωσης (48 συνολικά) αξιολογήθηκαν την καλλιεργητική περίοδο 2006. Η πειραματική διάταξη ήταν τυχαιοποιημένες πλήρεις ομάδες (RCB) με τέσσερις επαναλήψεις. Χρησιμοποιήθηκε πειραματικό τεμάχιο μιας γραμμής μήκους πέντε (5) μέτρων. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 97 εκατοστά, ενώ η τελική πυκνότητα μετά το αραίωμα ήταν 12-14 φυτά το μέτρο (Εικ. 6). Καταγράφηκε η πρωιμότητα (DBO) και η απόδοση σε σύσπορο. Τυχαία δείγματα σύσπορου (bulk) από κάθε πειραματικό τεμάχιο εκκοκκίσθηκαν στο μακινέτο και ζυγίστηκαν χωριστά σε σπόρο και ίνα. Τέλος, τα δείγματα με την ίνα μετρήθηκαν στο HVI για τα χαρακτηριστικά της ποιότητάς τους.

Από κάθε επιλεγμένο πληθυσμό πάρθηκε τυχαίο δείγμα F_4 σπόρου και χρησιμοποιήθηκε για αξιολόγηση την καλλιεργητική περίοδο 2007, με την ίδια διαδικασία που περιγράφηκε για τους επιλεγμένους F_3 πληθυσμούς.

Εικόνα 6: Διάταξη στον αγρό των οκτώ γονότυπων (F₃ φυτά) και του μάρτυρα για μία διασταύρωση το 2006. Η ίδια διάταξη εφαρμόστηκε και για τις άλλες πέντε διασταυρώσεις. Το ίδιο πειραματικό σχέδιο εφαρμόστηκε και το 2007 (F₄ φυτά).

<p>A ΕΠΑΝ/ΨΗ</p>	<p>HY LQ YLE ΜΑΡΤΥΡΑΣ HQ LE YHE HE LY</p>
<p>B ΕΠΑΝ/ΨΗ</p>	<p>HE HQ LY HY YHE ΜΑΡΤΥΡΑΣ LQ YLE LE</p>
<p>Γ ΕΠΑΝ/ΨΗ</p>	<p>LY ΜΑΡΤΥΡΑΣ LE LQ HE YLE HY YHE HQ</p>
<p>Δ ΕΠΑΝ/ΨΗ</p>	<p>LQ YLE YHE HQ LY HE LE ΜΑΡΤΥΡΑΣ HY</p>

4.5 Στατιστική Ανάλυση

4.5.1. Επιλογή στην F₂.

Για κάθε μία από τις έξι διασταυρώσεις εκτιμήθηκε η διακύμανση των 100 F₂ φυτών για όλα τα χαρακτηριστικά γεγονός που έδωσε μια εκτίμηση της συνολικής φαινοτυπικής διακύμανσης ως $\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2$. Εκτιμήθηκε, επίσης, η διακύμανση των 30 φυτών κάθε γονέα (P₁ & P₂). Η μέση διακύμανση των φυτών των γονέων P₁ και P₂ (30+30) ήταν μια εκτίμηση της σ_e^2 . Έγινε ο έλεγχος F για την ισότητα των διακυμάνσεων P₁, P₂ καθώς και της F₂ vs. P₁, P₂ και (P₁+ P₂) / 2. Έτσι, ήταν δυνατή η εκτίμηση της $\sigma_g^2 = \sigma_p^2 - \sigma_e^2$ και του συντελεστή κληρονομικότητας $H^2 = \sigma_g^2 / \sigma_p^2$. Επιπλέον, εκτιμήθηκε ο συντελεστής γενετικής παραλλακτικότητας (GCV), καθώς και το διαφορικό επιλογής για την αμφίπλευρη επιλογή (υψηλά – χαμηλά), και η αναμενόμενη πρόοδος επιλογής $R = S \times H^2$ για απόδοση και πρωιμότητα. Επίσης, έγινε έλεγχος t για τη διαφορά μεταξύ F₂ vs. P₁, P₂, P₁ vs. P₂, της F₂ ετέρωσης ως προς τη μέση τιμή των γονέων και των διαφορών επιλογής (ψηλά – χαμηλά). Τα δεδομένα αποτελεσματικότητας της επιλογής αναλύθηκαν με τη συμβατική RCB Anova (Steel and Torrie, 1980). Ο διαχωρισμός των μέσων όρων έγινε με την ελάχιστη σημαντική διαφορά (Ε.Σ.Δ.) (Fisher's protected LSD) για κάθε χαρακτηριστικό. Το στατιστικό πρότυπο ήταν σταθερό και επέτρεψε την εκτίμηση της γενετικής διακύμανσης σ_g^2 μεταξύ των 8 γονότυπων με βάση τη μέση τιμή κάθε γονότυπου (plot mean basis).

4.5.2 Ανάλυση μέσων όρων γενεών.

i) Έγινε συμβατική ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο (RCB) με βάση τη μέση τιμή κάθε γενεάς (on a per plot mean basis) για τις γενεές P₁, P₂, F₁, F₂, BC₁(P₁) και BC₁(P₂) για κάθε ένα χαρακτηριστικό και καθεμιά από τις διασταυρώσεις χωριστά (αξιολόγηση 2005). Το στατιστικό πρότυπο ήταν σταθερό (Fixed model). Ο διαχωρισμός των μέσων όρων έγινε με την Ε.Σ.Δ. (Fisher's protected LSD) καθώς και με επιλεγμένες συγκρίσεις ενός βαθμού ελευθερίας (Steel and Torrie, 1980). Εκτιμήθηκαν τιμές ετέρωσης (F₁ & F₂) για την απόδοση, την πρωιμότητα και τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας, το micronaire, την αντοχή, το μήκος και την ομοιομορφία ως εξής:

$$\text{Het}(F_1) = F_1 - \frac{P_1 + P_2}{2} \text{ και } \text{Het}(F_2) = F_2 - \frac{P_1 + P_2}{2},$$

καθώς και ωφέλιμης ετέρωσης (Useful heterosis) $U_{\text{het}} F_1$ και $U_{\text{het}} F_2$ ως η υπεροχή της F_1 & F_2 αντίστοιχα σε σχέση με τον καλύτερο γονέα (Meredith, 1999).

ii) Οι μέσοι όροι των γενεών χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή ενός απλού και ενός joint scaling τεστ (Kearsey and Pooni, 1996). Το απλό scaling τεστ βασίζεται στην παραδοχή ότι οι μέσοι όροι των γενεών στηρίζονται μόνο στις αθροιστικές και κυριαρχικές δράσεις των γονιδίων καθώς και στην ύπαρξη γραμμικής συσχέτισης μεταξύ των μέσων όρων. Για τον έλεγχο αυτής της παραδοχής, η καταλληλότητα του αθροιστικού – κυριαρχικού προτύπου καθορίστηκε για κάθε διασταύρωση με το ABCD scaling τεστ (Mather and Jinks, 1971, Singh and Chaudhary, 1985). Στο ABCD scaling τεστ, οι παράμετροι A και B συγκρίνουν τους μέσους όρους των αναδιασταυρώσεων και ελέγχουν την ύπαρξη αθροιστικής x κυριαρχικής επίστασης, η παράμετρος C συγκρίνει τους μέσους όρους μεταξύ γονέων F_1 και F_2 γενεών και ελέγχει την ύπαρξη κυριαρχικής x κυριαρχικής επίστασης, ενώ η παράμετρος D δείχνει αθροιστική x αθροιστική επίσταση. Χρησιμοποιήθηκαν οι εξισώσεις:

$$A = 2BC_1P_1 - P_1 - F_1$$

$$B = 2BC_1P_2 - P_2 - F_1$$

$$C = 4F_2 - 2F_1 - P_1 - P_2$$

$$D = 2F_2 - BC_1P_1 - BC_1P_2.$$

Οι μέσοι όροι των γενεών θεωρούνται ανεξάρτητοι, οπότε οι παραλλακτικότητες τους (V) είναι:

$$V(A) = 4V(BC_1P_1) + V(P_1) + V(F_1)$$

$$V(B) = 4V(BC_1P_2) + V(P_2) + V(F_1)$$

$$V(C) = 16V(F_2) + 4V(F_1) + V(P_1) + V(P_2)$$

$$V(D) = 4V(F_2) + V(BC_1P_1) + V(BC_1P_2).$$

Στο ABCD scaling τεστ, ένα απλό t-test καθόριζε την παρουσία ή την απουσία γονιδιακών αλληλεπιδράσεων. Αν το αθροιστικό – κυριαρχικό πρότυπο είναι

ορθό, τότε τα A, B, C, και D θα είναι ίσα με το μηδέν εντός των ορίων του σφάλματος. Τα τυπικά σφάλματα υπολογίστηκαν από την τετραγωνική ρίζα των αντίστοιχων παραλλακτικότητων. Αυτό το στάδιο είναι σημαντικό επειδή σε πολλές περιπτώσεις η εκτίμηση των αθροιστικών και κυριαρχικών συστατικών της παραλλακτικότητας γινόταν με την παραδοχή της έλλειψης γονιδιακών αλληλεπιδράσεων.

4.5.3 Γενετικές επιδράσεις

Στα δεδομένα των γενεών με βάση το ατομικό φυτό έγινε ανάλυση των μέσων όρων γενεών (generation mean analysis) σύμφωνα με τη διαδικασία που περιγράφεται από τον Hayman (1958) και τον Gamble (1962). Σύμφωνα με το πρότυπο, ήταν δυνατή η εκτίμηση των δράσεων: αθροιστική (a), κυριαρχική (d), καθώς και των επιστατικών δράσεων αθροιστική x αθροιστική (aa), αθροιστική x κυριαρχική (ad), και κυριαρχική x κυριαρχική (dd), με βάση τους μέσους όρους των γενεών. Το πρότυπο για την ανάλυση των μέσων όρων των γενεών ήταν:

$$P_1 = m + a - \frac{1}{2}d + aa - ad + \frac{1}{4}dd,$$

$$P_2 = m - a - \frac{1}{2}d + aa + ad + \frac{1}{4}dd,$$

$$F_1 = m + \frac{1}{2}d + \frac{1}{4}dd,$$

$$F_2 = m,$$

$$B_1 = m + \frac{1}{2}a + \frac{1}{4}aa,$$

$$B_2 = m - \frac{1}{2}a + \frac{1}{4}aa,$$

Το joint scaling τεστ βασίζεται σε ένα πρότυπο τριών παραμέτρων (m , a , και d). Οι τρεις γενετικές παράμετροι ήταν οι: m = η τιμή του μέσου όρου των γονέων, a = η παραλλακτικότητα μεταξύ των μέσων όρων που οφείλεται στην αθροιστική δράση των γονιδίων, και d = η παραλλακτικότητα μεταξύ των μέσων όρων που οφείλεται στην κυριαρχική δράση των γονιδίων. Για τον έλεγχο του προτύπου χρησιμοποιήθηκε το χ^2 – τεστ με τρεις βαθμούς ελευθερίας.

Στις περιπτώσεις που υπήρχε σημαντική τιμή του X^2 (poor fit; $P \geq 0.05$) για το πρότυπο τριών παραμέτρων, τότε εφαρμοζόταν ένα πρότυπο έξι παραμέτρων (m, a, d, aa, ad και dd). Οι έξι γενετικές παράμετροι ήταν οι: m = ο μέσος όρος των πληθυσμών, a και d όπως αναφέρονται στο πρότυπο τριών παραμέτρων, aa = η παραλλακτικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών που οφείλεται στην αθροιστική x αθροιστική επιστατική δράση των γονιδίων, ad = η παραλλακτικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών που οφείλεται στην αθροιστική x κυριαρχική επιστατική δράση των γονιδίων, και dd = η παραλλακτικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών που οφείλεται στην κυριαρχική x κυριαρχική επιστατική δράση των γονιδίων. Για τον έλεγχο σημαντικότητας των γενετικών αυτών παραμέτρων, χρησιμοποιήθηκε το t-test καθώς η ορθότητα του προτύπου των έξι παραμέτρων δεν μπορεί να ελεγχθεί με το X^2 τεστ λόγω της έλλειψης βαθμών ελευθερίας.

Χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω εξισώσεις:

$$m = \text{μέσος όρος} = \mu F_2 \text{ (Hayman)}$$

$$a = \text{αθροιστικές επιδράσεις} = \mu B_1 - \mu B_2 \text{ (Hayman)}$$

$$d = \text{κυριαρχικές επιδράσεις} = -\frac{\mu P_1}{2} - \frac{\mu P_2}{2} + \mu F_1 - 4 \times \mu F_2 + 2 \times (\mu B_1 + \mu B_2)$$

(Hayman)

$$m = \text{μέσος όρος} = \frac{1}{2} \mu P_1 + \frac{1}{2} \mu P_2 + 4 \times \mu F_2 - 2 \times \mu B_1 - 2 \times \mu B_2$$

$$a = \text{αθροιστικές επιδράσεις} = \frac{1}{2} \mu P_1 - \frac{1}{2} \mu P_2$$

$$d = \text{κυριαρχικές επιδράσεις} = 6 \times \mu B_1 + 6 \times \mu B_2 - 8 \times \mu F_2 - \mu F_1 - 3/2 \mu P_1 - 3/2 \mu P_2$$

$$aa = \text{αθροιστικές x αθροιστικές επιδράσεις} = -4 \times \mu F_1 + 2 \times (\mu B_1 + \mu B_2)$$

$$ad = \text{αθροιστικές x κυριαρχικές επιδράσεις} = -\frac{\mu P_1}{2} + \frac{\mu P_2}{2} + \mu B_1 - \mu B_2$$

$$dd = \text{κυριαρχικές x κυριαρχικές επιδράσεις} = \mu P_1 + \mu P_2 + 2 \times \mu F_1 + 4 \times \mu F_2 - 4 \times (\mu B_1 + \mu B_2).$$

4.5.4 Παραλλακτικότητες και κληρονομικότητα

Από τις εκτιμήσεις της παραλλακτικότητας των έξι γενεών P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , $BC_1(P_1)$ και $BC_1(P_2)$ για κάθε διασταύρωση και για κάθε χαρακτηριστικό, εκτιμήθηκαν η γενετική ($VarG$), η αθροιστική ($VarA$) καθώς και η παραλλακτικότητα λόγω περιβάλλοντος ($VarE$). Η παραλλακτικότητα της F_2 γενεάς (σ^2F_2) έδωσε μια εκτίμηση της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας, ενώ η μέση παραλλακτικότητα των P_1 , P_2 και F_1 γενεών (σ^2P_1 , σ^2P_2 και σ^2F_1 , αντίστοιχα) έδωσε μια εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιδράσεων (Wright, 1968). Η αθροιστική παραλλακτικότητα προέκυψε από την αφαίρεση της παραλλακτικότητας των αναδιασταυρώσεων ($\sigma^2BC_1P_1$ και $\sigma^2BC_1P_2$) από την διπλάσια παραλλακτικότητα της F_2 γενεάς, με την παραδοχή της απουσίας σύνδεσης και αλληλεπίδρασης γονότυπου και περιβάλλοντος (Warner, 1952). Εφαρμόστηκαν οι παρακάτω εξισώσεις (Gusmini and Wehner, 2007):

$$VarP = \sigma^2P = \sigma^2F_2,$$

$$VarE = \sigma^2E = \frac{\sigma^2P_1 + \sigma^2P_2 + 2\sigma^2F_1}{4},$$

$$VarA = \sigma^2_A = 2\sigma^2F_2 - (\sigma^2BC_1P_1 + \sigma^2BC_1P_2),$$

$$VarG = \sigma^2G = \sigma^2P - \sigma^2E,$$

$$VarD = \sigma^2D = \sigma^2G - \sigma^2A.$$

Στη συνέχεια, υπολογίστηκε ο συντελεστής κληρονομικότητας με την ευρεία έννοια σύμφωνα με την εξίσωση:

$$H^2 (B) = 100 \times \frac{\sigma^2G}{\sigma^2F_2} = 100 \times \frac{\sigma^2G}{\sigma^2G + \sigma^2E}.$$

Για τον υπολογισμό του συντελεστή κληρονομικότητας με τη στενή έννοια χρησιμοποιήθηκε ο τύπος (Warner, 1952):

$$h^2 (N) = 100 \times \frac{\sigma^2A}{\sigma^2F_2} = 100 \times [2\sigma^2F_2 - (\sigma^2BC_1P_1 + \sigma^2BC_1P_2)] / \sigma^2F_2. \text{ Οι τυχόν}$$

αρνητικές, όπως και οι εξωπραγματικές τιμές, εμφανίζονται στους πίνακες με το σύμβολο (-).

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Αμφίπλευρη επιλογή

Το 2005, η απόδοση της F_2 ήταν πρακτικά στο μέσο όρο των γονέων, όπως αναμένεται για ένα ποσοτικό χαρακτηριστικό όπως η απόδοση. Η γενετική διακύμανση μεταξύ των F_2 φυτών κυμάνθηκε από 36.59% στην διασταύρωση $GR_1 \times GR_5$ έως 42.16% στην διασταύρωση $GR_1 \times IN_1$, και σε μεγαλύτερα ποσοστά σε σχέση με τη γενετική διακύμανση μεταξύ των φυτών των γονέων σε όλες τις διασταυρώσεις. Τα δεδομένα της αμφίπλευρης επιλογής επέτρεψαν ουσιαστική διαφοροποίηση μεταξύ υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών φυτών, με τα πρώτα να έχουν περίπου τετραπλάσια απόδοση σε σχέση με τα δεύτερα. Η συγκεκριμένη παρατήρηση υπονοεί ένδειξη ύπαρξης γενετικής παραλλακτικότητας και δυνατότητα αποτελεσματικής επιλογής για απόδοση. Ο συντελεστής κληρονομικότητας ήταν ικανοποιητικά υψηλός, με τιμές από 0.38 έως 0.60 (Πιν. 8).

Σχετικά με την πρωιμότητα, τα δεδομένα έδειξαν ύπαρξη γενετικής παραλλακτικότητας και τιμές του συντελεστή κληρονομικότητας από 0.54 έως 0.83, κάτι που αποτελεί ένδειξη δυνατότητας αποτελεσματικής επιλογής. Τα δεδομένα αμφίπλευρης επιλογής επέτρεψαν τη διαφοροποίηση των πρώιμων από τα όψιμα φυτά από 14 έως 19 ημέρες. Ένδειξη ενθαρρυντική για δυνατότητα επιλογής ως προς την πρωιμότητα (Πιν. 9).

Από τη συνδυασμένη επιλογή για απόδοση και πρωιμότητα (Πιν. 10) φαίνεται καταρχάς δυνατή η επιλογή γονότυπων που να συνδυάζουν ικανοποιητική απόδοση – που σε διαφορικό επιλογής κυμάνθηκε από 45% έως 72% του αντίστοιχου διαφορικού επιλογής μόνο για απόδοση – με αντίστοιχη πρωιμότητα από 5 έως 7 ημέρες, σε σύγκριση με την επιλογή μόνο για πρωιμότητα που ήταν από 8 έως 11 ημέρες. Ο συνδυασμός πρωιμότητας και απόδοσης φαίνεται να είναι εφικτός, ενώ ο συνδυασμός απόδοσης και οψιμότητας δείχνει να μη συμβαδίζει στο συγκεκριμένο γενετικό υλικό και κάτω από τις συγκεκριμένες συνθήκες (όπως φαίνεται στην πρώτη διασταύρωση).

Στον πίνακα 11, φαίνονται τα δεδομένα επιλογής για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας στην αμφίπλευρη επιλογή το 2005. Γενικά, η γενετική παραλλακτικότητα μεταξύ των F_2 φυτών ήταν μεγαλύτερη από εκείνη μεταξύ

των φυτών των γονέων για όλα τα χαρακτηριστικά ποιότητας σε όλες σχεδόν τις διασταυρώσεις. Σχετικά με το συντελεστή κληρονομικότητας, για το χαρακτηριστικό Micronaire, ήταν υψηλός στις πέντε από τις έξι διασταυρώσεις και κυμάνθηκε από 0.44 έως και 0.73, ενώ για το μήκος της ίνας η διακύμανση του ήταν από 0.30 έως 0.62. Για το χαρακτηριστικό αντοχή της ίνας, ο συντελεστής κληρονομικότητας είχε χαμηλές τιμές σε τρεις διασταυρώσεις (0.16, 0.19 και 0.21), μέτριες σε δύο διασταυρώσεις (0.35 και 0.36) και 0.45 στην έκτη διασταύρωση. Τέλος, για το χαρακτηριστικό ομοιομορφία της ίνας, ο συντελεστής κληρονομικότητας έδωσε τιμές 0.40 και 0.45 σε δύο διασταυρώσεις, χαμηλές σε άλλες τρεις (0.13, 0.19 και 0.20), ενώ δεν ήταν δυνατόν να εκτιμηθεί σε μία διασταύρωση (Πιν. 11).

Πίνακας 8: Δεδομένα επιλογής για απόδοση (γρ. / φυτό) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2005.

Διασταύρωση	Μ.Ο.		CV%		σ_G^2	h^2	ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ ΕΠΙΛΟΓΗΣ	
	Γονείς	F ₂	Γονείς	F ₂			-	+
1) GR ₁ x GR ₂	111.27 118 - 104.53	113.29	26.07 – 25.03	40.04	1242.05	0.60	58 136	78
2) GR ₁ x GR ₃	111.90 116.53 - 107.27	118.23	30.32 – 31.21	40.68	1128.27	0.49	61 149	88
3) GR ₁ x GR ₄	105.93 118.80 - 93.07	98.81	21.45 – 36.28	38.56	556.70	0.38	51 112	61
4) GR ₁ x IN ₁	106.95 114.90 - 99	102.29	27.41 – 29.54	42.16	938.90	0.50	54 137	83
5) GR ₁ x GR ₅	112.03 113.63 - 110.43	113.04	27.07 – 25.32	36.59	846.22	0.49	53 132	79
6) GR ₁ x IN ₂	110.23 103.03 - 117.43	107.36	27.94 – 26.27	41.28	1073.40	0.55	57 132	75

Πίνακας 9: Δεδομένα επιλογής για πρωιμότητα (DBO) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2005.

Διασταύρωση	Μ.Ο.		σ_P^2 (CV%)		σ_G^2	h^2	ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ ΕΠΙΛΟΓΗΣ	
	Γονείς	F_2	Γονείς	F_{2s}			-	+
1) GR ₁ x GR ₂	113.5 104.6 - 122.4	115.6	2.88 - 2.87	5.1	24.08	0.69	7	9 16
2) GR ₁ x GR ₃	114.7 107.4 - 122	113.6	2.86 - 2.59	4.68	18.52	0.66	7	9 16
3) GR ₁ x GR ₄	106.3 107.1 - 105.4	109.9	2.46 - 3.18	5.07	22.00	0.71	5	10 15
4) GR ₁ x IN ₁	115.7 108.7 - 122.7	114.5	3.97 - 4.10	5.60	24.82	0.60	8	11 19
5) GR ₁ x GR ₅	112.7 106.8 - 118.7	112.5	3.88 - 2.78	4.90	16.41	0.54	6	8 14
6) GR ₁ x IN ₂	106.8 101 - 112.7	112.1	1.84 - 2.39	5.07	26.90	0.83	6	10 16

Πίνακας 10: Δεδομένα επιλογής για συνδυασμό απόδοσης (γρ.) και πρωιμότητας (DBO) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2005.

Διασταύρωση	Μ.Ο.		Μ.Ο.		ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ ΕΠΙΛΟΓΗΣ	
	Γονείς		F ₂		ΑΠΟΔ / ΠΡΩΙΜ.	ΑΠΟΔ / ΟΨΙΜΑ
	ΑΠΟΔΟΣΗ	ΠΡΩΙΜΟΤΗΤΑ	ΑΠΟΔΟΣΗ	ΠΡΩΙΜΟΤΗΤΑ		
1) GR ₁ x GR ₂	114.2	113.5	113.3	115.6	165 / 109	148 / 121
	118 - 110.4	104.6 - 122.4				
2) GR ₁ x GR ₃	118.5	114.7	118.23	113.6	168 / 107	147 / 119
	128.7 - 108.3	107.4 - 122				
3) GR ₁ x GR ₄	107.8	106.3	98.81	109.9	150 / 105	133 / 114
	116 - 99.7	107.1 - 105.4				
4) GR ₁ x IN ₁	104.5	115.7	102.29	114.5	163 / 107	120 / 120
	113.6 - 95.4	108.7 - 122.7				
5) GR ₁ x GR ₅	114.8	112.7	113	112.5	148 / 107	148 / 117
	115.6 - 113.9	106.8 - 118.7				
6) GR ₁ x IN ₂	107.8	106.8	107.4	112.1	142 / 107	133 / 117
	100.4 - 115.1	101 - 112.7				

Πίνακας 11: Δεδομένα επιλογής για χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας το 2005.

Διασταύρωση	M.O.		CV%		σ_G^2	h^2
	Γονείς	F ₂	Γονείς	F ₂		
α. Micronaire						
1) GR ₁ x GR ₂	4.5 4.5 - 4.5	4.3	7.2 - 7.3	8.1	0.02	0.14
2) GR ₁ x GR ₃	4.5 4.4 - 4.6	4.6	6.6 - 8.3	10.1	0.10	0.47
3) GR ₁ x GR ₄	4.1 4.4 - 3.8	4.0	5.5 - 6.6	11.8	0.16	0.73
4) GR ₁ x IN ₁	4.3 4.5 - 4.1	4.2	6.7 - 10.1	11.9	0.12	0.47
5) GR ₁ x GR ₅	4.4 4.4 - 4.4	4.3	7.3 - 9.7	11.8	0.12	0.46
6) GR ₁ x IN ₂	4.2 4.4 - 3.9	3.8	7.8 - 9.7	12.7	0.10	0.44
β. Μήκος ίνας						
1) GR ₁ x GR ₂	31.0 31.7 - 30.4	31.1	3.1 - 2.5	3.9	0.67	0.46
2) GR ₁ x GR ₃	30.6 31.5 - 29.8	31.0	3.0 - 2.1	4.2	1.05	0.62
3) GR ₁ x GR ₄	31.1 31.3 - 30.9	30.7	3.9 - 3.0	4.6	0.85	0.42
4) GR ₁ x IN ₁	31.3 31.6 - 31.0	31.0	3.4 - 3.7	4.3	0.54	0.30
5) GR ₁ x GR ₅	30.9 31.4 - 30.5	30.7	3.2 - 2.7	4.6	1.15	0.58
6) GR ₁ x IN ₂	31.4 32.0 - 30.9	31.2	2.7 - 2.9	4.4	1.13	0.59

συνέχεια →

γ. Αντοχή ίνας						
1) GR ₁ x GR ₂	36.1	35.0	4.2 - 4.7	5.7	1.42	0.35
	59.9 - 36.3					
2) GR ₁ x GR ₃	35.7	35.6	5.6 - 5.3	6.1	0.88	0.19
	35.7 - 35.8					
3) GR ₁ x GR ₄	37.1	35.2	5.5 - 5.7	7.4	2.47	0.36
	36.3 - 37.8					
4) GR ₁ x IN ₁	34.8	34.7	4.9 - 4.4	6.3	2.14	0.45
	36.3 - 33.4					
5) GR ₁ x GR ₅	37.3	36.8	4.6 - 7.6	7.1	1.05	0.16
	35.6 - 38.8					
6) GR ₁ x IN ₂	37.2	34.5	4.6 - 4.4	5.4	0.74	0.21
	36.7 - 37.7					
γ. Ομοιομορφία ίνας						
1) GR ₁ x GR ₂	85.6	85.4	1.3 - 1.4	1.7	0.86	0.40
	86.4 - 84.7					
2) GR ₁ x GR ₃	85.8	86.5	1.3 - 1.7	1.5	-	-
	86.0 - 85.7					
3) GR ₁ x GR ₄	85.7	85.8	1.6 - 1.2	1.5	0.21	0.13
	85.9 - 85.5					
4) GR ₁ x IN ₁	85.1	85.6	1.5 - 1.5	2.0	1.30	0.45
	86.3 - 83.8					
5) GR ₁ x GR ₅	85.9	86.3	1.4 - 1.5	1.6	0.38	0.20
	86.1 - 85.7					
6) GR ₁ x IN ₂	85.8	85.5	1.7 - 1.5	1.8	0.44	0.19
	86.2 - 85.4					

5.2 Αποτελεσματικότητα επιλογής

5.2.1 Απόδοση

Η παραγωγική συμπεριφορά των επτά γονότυπων (F_3) και του μάρτυρα ως προς την απόδοση το 2006 φαίνεται στον πίνακα 12, ενώ η ανάλυση παραλλακτικότητας και η εκτίμηση των γενετικών παραμέτρων για την απόδοση την ίδια χρονιά παρουσιάζονται στους πίνακες 13 και 14, αντίστοιχα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι γονότυποι διέφεραν μεταξύ τους στις πέντε από τις έξι διασταυρώσεις σε επίπεδο σημαντικότητας 99% και στην έκτη σε επίπεδο σημαντικότητας 90%. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας CV% κυμάνθηκε σε πολύ καλά επίπεδα από 2.78 έως 8.07%, ενώ ο συντελεστής κληρονομικότητας έδωσε τιμές 0.25 για την $GR_1 \times GR_2$ και μεγαλύτερες (από 0.41 έως 0.57) για τις υπόλοιπες διασταυρώσεις. Τέλος, ο γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα από 3.17 έως 6.59%.

Οι γονότυποι που είχαν επιλεγεί ως υψηλοαποδοτικοί (HY) το 2005 διαφοροποιήθηκαν από τους χαμηλοαποδοτικούς (LY) στις διασταυρώσεις $GR_1 \times GR_2$, $GR_1 \times GR_5$ και $GR_1 \times IN_2$ (Πιν. 12). Οι γονότυποι που συνδύαζαν υψηλή απόδοση και πρωιμότητα (YHE) διαφοροποιήθηκαν από εκείνους που συνδύαζαν υψηλή απόδοση και οψιμότητα (YLE) σε δύο διασταυρώσεις: στην $GR_1 \times GR_4$, όπου ο όψιμος γονότυπος είχε και την μεγαλύτερη απόδοση, όπως αναμενόταν, και στην $GR_1 \times GR_4$, όπου όμως συνέβη το αντίθετο: ο πρώιμος γονότυπος είχε μεγαλύτερη απόδοση από τον όψιμο. Όσον αφορά μόνο στην πρωιμότητα, οι πρώιμοι γονότυποι (HE) διαφοροποιήθηκαν από τους οψιμότερους (LE) σε δύο διασταυρώσεις ($GR_1 \times GR_3$ και $GR_1 \times GR_4$), με τους δεύτερους να έχουν μεγαλύτερη απόδοση από τους πρώτους, όπως αναμενόταν. Τέλος, το 2006 δεν παρουσιάστηκε διαφοροποίηση ως προς την απόδοση για τους γονότυπους που επιλέχθηκαν με βάση τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας (HQ και LQ).

Πίνακας 12: Συμπεριφορά των επτά γονότυπων (F₃) και του μάρτυρα ως προς την απόδοση (γρ. / plot) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2006.

Γονότυποι	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
HE	2059bc	2110d	1894c	1966abc	2032bc	1963d
HQ	2113bc	2209bcd	2178b	1727d	2115ab	2066bc
HY	2158ab	2456a	2226ab	1868bcd	2179a	2188a
LE	2060bc	2443a	2166b	2137a	1999c	1996cd
LQ	2088bc	2307abc	2251ab	1803cd	2067bc	2038bcd
LY	1946c	2374ab	2159b	1835cd	2010bc	2066bc
YHE	2329a	2362abc	2176b	1748cd	2178a	2151a
YLE	2200ab	2188cd	2336a	1757cd	1974c	2109ab
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	2051bc	2198bcd	2223ab	2056ab	2029bc	2109ab
LSD	208	186	156	221	109	84

Οι γονότυποι που δεν έχουν το ίδιο γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Πίνακας 13: Ανάλυση παραλλακτικότητας για την απόδοση (γρ. / plot) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2006.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
ΜΤμετ.	47208	60635.4	57782.2	84253	23182.8	20622.4
ΜΤσφ.	20361	16240.6	11426.2	22974	5578	3323.8
CV%	6.76	5.56	4.91	8.07	3.62	2.78
F _{test}	+	**	**	**	**	**

** p = 0.01, * p = 0.05, + p = 0.10 .

Πίνακας 14: Εκτίμηση γενετικών παραμέτρων για την απόδοση (γρ. / plot) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2006.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
σ _G ²	6711.7	11098.7	11589	15319.7	4401.2	4324.6
σ _P ²	27072.7	27339.3	23015.2	38293.7	9979.2	7648.4
h ²	0.25	0.41	0.50	0.40	0.44	0.57
GCV%	3.88	4.59	4.94	6.59	3.21	3.17

Στους πίνακες 15, 16 και 17 παρουσιάζονται η συμπεριφορά των επτά γονότυπων (F_4) και του μάρτυρα, η ανάλυση παραλλακτικότητας και οι γενετικές παράμετροι, αντίστοιχα, ως προς την απόδοση το επόμενο έτος, το 2007. Οι γονότυποι διέφεραν μεταξύ τους και στις έξι διασταυρώσεις σε επίπεδο σημαντικότητας 99%. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας CV% κυμάνθηκε επίσης σε πολύ καλά επίπεδα, από 2.51 έως 3.83%, ενώ ο συντελεστής κληρονομικότητας έδωσε αισθητά υψηλότερες τιμές από 0.73 έως 0.90 για όλες τις διασταυρώσεις. Ο γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας κυμάνθηκε και πάλι σε χαμηλά επίπεδα, από 4.86 έως 8.57%.

Οι γονότυποι που είχαν επιλεγεί ως υψηλοαποδοτικοί (HY) το 2005 διαφοροποιήθηκαν από τους χαμηλοαποδοτικούς (LY) το 2007 στις τέσσερις από τις έξι διασταυρώσεις όμως μόλις στη μία από αυτές ($GR_1 \times GR_2$) είχε παρατηρηθεί η ανάλογη διαφοροποίηση το 2006. Στις άλλες δύο διασταυρώσεις ($GR_1 \times GR_5$ και $GR_1 \times IN_2$), με διαφοροποίηση το 2006, δεν παρουσιάστηκε διαφορά ως προς την απόδοση το 2007. Οι γονότυποι που συνδύαζαν υψηλή απόδοση και πρωιμότητα (YHE) διαφοροποιήθηκαν από εκείνους που συνδύαζαν υψηλή απόδοση και οψιμότητα (YLE) στις πέντε από τις έξι διασταυρώσεις (εκτός της $GR_1 \times GR_2$). Έτσι, η διαφοροποίηση που παρατηρήθηκε το 2006 στις διασταυρώσεις $GR_1 \times GR_4$ και $GR_1 \times GR_5$ διατηρήθηκε και στην επόμενη γενεά το 2007. Χαρακτηριστικό είναι ότι ο πρώιμος γονότυπος (YHE) είχε μεγαλύτερη απόδοση από τον όψιμο (YLE) και στις έξι διασταυρώσεις. Όσο αφορά μόνο στην πρωιμότητα, οι πρώιμοι γονότυποι (HE) διαφοροποιήθηκαν από τους οψιμότερους (LE) σε τρεις από τις έξι διασταυρώσεις ($GR_1 \times GR_2$, $GR_1 \times GR_4$ και $GR_1 \times IN_2$), με τη δεύτερη να διατηρεί τη διαφοροποίηση που παρουσίασε το 2006. Επιπλέον, στις δύο πρώτες διασταυρώσεις ο πρώιμος γονότυπος (HE) ήταν καλύτερος σε απόδοση από τον οψιμότερο (LE) ενώ στην τρίτη διασταύρωση παρατηρήθηκε το αντίθετο. Τέλος, σε αντίθεση με το 2006, το 2007 υπήρξε διαφοροποίηση ως προς την απόδοση για τους γονότυπους που επιλέχθηκαν με βάση τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας (HQ και LQ) στις τέσσερις από τις έξι διασταυρώσεις: $GR_1 \times GR_2$, $GR_1 \times GR_4$, $GR_1 \times IN_2$ και $GR_1 \times GR_3$. Στις τρεις πρώτες ο HQ γονότυπος είχε μεγαλύτερη απόδοση από τον LQ, ενώ στην τελευταία παρατηρήθηκε το αντίθετο.

Πίνακας 15: Συμπεριφορά των επτά γονότυπων (F₄) και του μάρτυρα ως προς την απόδοση (γρ. / plot) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2007.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
HE	1847c	1748c	2057b	1822abc	1777e	1747cd
HQ	2020a	1622ef	2188a	1629d	2107a	2009a
HY	2094a	1730cd	1855d	1736c	1948c	1857b
LE	1701d	1696cd	1818d	1899a	1836de	1947a
LQ	1928b	1832b	1928c	1603de	2057ab	1784bcd
LY	1828c	1581f	1631e	1911a	1987bc	1826bc
YHE	1804c	2006a	1929c	1779bc	2064ab	1946a
YLE	1847c	1681 ^{de}	1842d	1529e	1914cd	1740d
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	1935b	1868b	2088b	1861ab	1830de	1842b
LSD	79	64	72	98	85	81

Οι γονότυποι που δεν έχουν το ίδιο γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Πίνακας 16: Ανάλυση παραλλακτικότητας για την απόδοση (γρ. / plot) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2007.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
ΜΤμετ.	56491.8	69687.9	111498	75805.9	54687.6	35547.5
ΜΤσφ.	2914.2	1927.4	2442	4493.7	3419.3	3055.3
CV%	2.86	2.51	2.57	3.83	3.00	2.98
F _{test}	**	**	**	**	**	**

** p = 0.01, * p = 0.05, + p = 0.10.

Πίνακας 17: Εκτίμηση γενετικών παραμέτρων για την απόδοση (γρ. / plot) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2007.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
σ _G ²	13394.4	16940.1	27264	17828	12817.1	8123
σ _P ²	16308.6	18867.5	29706	22321.7	16236.4	11178.3
h ²	0.82	0.90	0.92	0.80	0.79	0.73
GCV%	6.13	7.43	8.57	7.62	5.82	4.86

5.2.2 Πρωιμότητα.

Στους πίνακες 18, 19 και 20 παρουσιάζονται η συμπεριφορά των επτά γονότυπων (F_3) και του μάρτυρα, η ανάλυση παραλλακτικότητας και οι γενετικές παράμετροι, αντίστοιχα, ως προς την πρωιμότητα το 2006. Οι γονότυποι διέφεραν μεταξύ τους στις πέντε από τις έξι διασταυρώσεις σε επίπεδο σημαντικότητας 99%, και στην έκτη σε επίπεδο σημαντικότητας 90%. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας CV% κυμάνθηκε σε όλες τις διασταυρώσεις σε πολύ καλά επίπεδα, από 1.17 έως 2.06%, ενώ ο συντελεστής κληρονομικότητας έδωσε υψηλές τιμές από 0.71 για την $GR_1 \times GR_4$ έως και 0.91 για την διασταύρωση $GR_1 \times IN_2$. Τέλος, σε χαμηλά επίπεδα κυμάνθηκε ο γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας, από 3.21 έως 4.86%.

Οι γονότυποι που είχαν επιλεγεί ως πρώιμοι (HE) το 2005 διαφοροποιήθηκαν από τους οψιμότερους (LE) και στις έξι διασταυρώσεις το 2006, με τους πρώιμους γονότυπους να παραμένουν πρώιμοι και τους όψιμους να παραμένουν όψιμοι. Η διαφοροποίηση αυτή σε ημέρες ήταν από 6 για την $GR_1 \times IN_2$ έως και 15 για την $GR_1 \times GR_2$ διασταύρωση. Οι γονότυποι που συνδύαζαν υψηλή απόδοση και πρωιμότητα (YHE) διαφοροποιήθηκαν από εκείνους που συνδύαζαν υψηλή απόδοση και οψιμότητα (YLE) σε πέντε από τις έξι διασταυρώσεις, με τους πρώτους (YHE) να είναι πρωιμότεροι από τους δεύτερους (YLE) από 6 ($GR_1 \times GR_3$) έως 11 ($GR_1 \times GR_5$) ημέρες. Οι υψηλοαποδοτικοί (HY) και οι χαμηλοαποδοτικοί (LY) γονότυποι διέφεραν ως προς την πρωιμότητα στις πέντε από τις έξι διασταυρώσεις, με τους υψηλοαποδοτικούς να είναι οψιμότεροι, όπως αναμενόταν. Οι γονότυποι που επιλέχθηκαν με βάση τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας (HQ και LQ) διαφοροποιήθηκαν το 2006 ως προς την πρωιμότητα σε τρεις διασταυρώσεις $GR_1 \times GR_2$, $GR_1 \times IN_2$ και $GR_1 \times GR_5$: στις δύο πρώτες οι HQ γονότυποι ήταν οψιμότεροι, ενώ στην τελευταία το αντίθετο.

Πίνακας 18: Συμπεριφορά των επτά γονότυπων (F₃) και του μάρτυρα ως προς την πρωιμότητα (DBO) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2006.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
Γονότυποι	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
HE	105c	104cd	98e	108cd	106de	117a
HQ	111b	106bc	101cde	109c	108d	116a
HY	117a	108b	104bc	109c	114b	111b
LE	120a	114a	109a	114b	118a	111b
LQ	107c	105bcd	103c	109c	114b	110b
LY	108bc	102d	102cd	105d	106de	107c
YHE	107c	106bc	99de	109c	104e	107c
YLE	117a	112a	107ab	118a	115b	106cd
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	108bc	106bc	102cd	113b	111c	105d
LSD	3	3	3	3	3	2

Οι γονότυποι που δεν έχουν το ίδιο γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Πίνακας 19: Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πρωιμότητα (DBO) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2006.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
ΜΤμετ.	121.42	53.76	47.82	60.69	99.75	66.40
ΜΤσφ.	5	4.66	4.47	5.07	3.60	1.64
CV%	2.01	2.02	2.06	2.04	1.71	1.17
F _{test}	+	**	**	**	**	**

** p = 0.01, * p = 0.05, + p = 0.10.

Πίνακας 20: Εκτίμηση γενετικών παραμέτρων για την πρωιμότητα (DBO) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2006.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
σ _G ²	29.11	12.27	10.84	13.91	24.04	16.19
σ _P ²	34.10	16.94	15.31	18.98	27.64	17.83
h ²	0.85	0.72	0.71	0.73	0.87	0.91
GCV%	4.86	3.28	3.21	3.38	4.43	3.66

Η ίδια περίπτωση εικόνα διατηρήθηκε στην συμπεριφορά των επτά γονότυπων (F_4) ως προς την πρωιμότητα και το 2007 (Πιν. 21). Οι γονότυποι διέφεραν μεταξύ τους και στις έξι διασταυρώσεις σε επίπεδο σημαντικότητας 99%, ενώ ο συντελεστής παραλλακτικότητας CV% κυμάνθηκε σε όλες τις διασταυρώσεις σε πολύ καλά επίπεδα, από 1.15 έως 2.18% (Πιν. 22). Ο συντελεστής κληρονομικότητας έδωσε τιμές από 0.49 για την $GR_1 \times GR_4$ έως 0.89 για την $GR_1 \times IN_2$ διασταύρωση και ο γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας κυμάνθηκε από 1.98 έως 3.58% (Πιν. 23).

Οι πρώιμοι (HE) γονότυποι διαφοροποιήθηκαν από τους οψιμότερους (LE) και στις έξι διασταυρώσεις και το 2007, με τους HE να παραμένουν πρώιμοι και τους LE όψιμοι. Η διαφοροποίηση αυτή σε ημέρες ήταν από 4 για την $GR_1 \times IN_2$ έως και 10 για την $GR_1 \times GR_2$ διασταύρωση. Ομοίως, οι γονότυποι που συνδύαζαν υψηλή απόδοση και πρωιμότητα (YHE) διαφοροποιήθηκαν από εκείνους που συνδύαζαν υψηλή απόδοση και οψιμότητα (YLE) και στις έξι διασταυρώσεις, με τους πρώτους (YHE) να είναι πρωιμότεροι από τους δεύτερους (YLE) από 3 ($GR_1 \times GR_3$) έως 8 ($GR_1 \times GR_5$) ημέρες. Οι υψηλοαποδοτικοί (HY) και οι χαμηλοαποδοτικοί (LY) γονότυποι διέφεραν ως προς την πρωιμότητα στις πέντε από τις έξι διασταυρώσεις, με τους υψηλοαποδοτικούς να είναι οψιμότεροι και το 2007, όπως αναμενόταν. Οι γονότυποι που επιλέχθηκαν με βάση τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας (HQ και LQ) διαφοροποιήθηκαν το 2007 ως προς την πρωιμότητα σε τρεις διασταυρώσεις, $GR_1 \times GR_2$, $GR_1 \times IN_2$ και $GR_1 \times GR_5$, τις ίδιες με το 2006, με τη διαφορά ότι στη διασταύρωση $GR_1 \times IN_2$ ο HQ γονότυπος ήταν πρωιμότερος, σε αντίθεση με το 2006.

Πίνακας 21: Συμπεριφορά των επτά γονότυπων (F₄) και του μάρτυρα ως προς την πρωιμότητα (DBO) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2007.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
HE	112bc	110def	106cd	112de	112de	110g
HQ	116b	110ef	106cd	114cd	113d	116c
HY	122a	113cd	109bc	114cd	119ab	114cd
LE	122a	117a	113a	120ab	121a	114de
LQ	112c	110fg	109bc	114cd	120ab	122a
LY	113bc	107g	107bcd	110e	111de	112ef
YHE	113bc	112cde	105d	115cd	110e	112efg
YLE	120a	115ab	110b	121a	118bc	119b
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	115b	114bc	113α	116bc	116c	111fg
LSD	3	2	3	4	2	2

Οι γονότυποι που δεν έχουν το ίδιο γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Πίνακας 22: Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πρωιμότητα (DBO) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2007.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
ΜΤμετ.	72.65	33.76	23.11	50.13	71.13	57.57
ΜΤσφ.	5.63	2.88	4.78	6.29	2.87	1.72
CV%	2.05	1.52	2.02	2.18	1.47	1.15
F _{test}	**	**	**	**	**	**

** p = 0.01, * p = 0.05, + p = 0.10.

Πίνακας 23: Εκτίμηση γενετικών παραμέτρων για την πρωιμότητα (DBO) στην αμφίπλευρη επιλογή το 2007.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
σ _G ²	16.75	7.72	4.58	10.96	17.06	13.96
σ _P ²	22.39	10.60	9.36	17.25	19.93	15.68
h ²	0.75	0.73	0.49	0.64	0.86	0.89
GCV%	3.53	2.48	1.98	2.88	3.58	3.27

5.2.3 Χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας.

Στους πίνακες 24, 25 και 26 παρουσιάζονται η συμπεριφορά των επτά γονότυπων (F_3) και του μάρτυρα, η ανάλυση παραλλακτικότητας και οι γενετικές παράμετροι, αντίστοιχα, ως προς τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας το 2006. Οι γονότυποι διέφεραν μεταξύ τους και στις έξι διασταυρώσεις για τα χαρακτηριστικά μήκος ίνας, ομοιομορφία ίνας και micronaire καθώς και στις πέντε από τις έξι διασταυρώσεις για την αντοχή της ίνας σε επίπεδο σημαντικότητας 99%. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας CV% κυμάνθηκε σε όλες τις διασταυρώσεις σε πολύ χαμηλά επίπεδα (1.01 - 1.81% για το μήκος, 0.58 – 0.75 για την ομοιομορφία, 1.62 – 3.73 για την αντοχή της ίνας και 0.96 – 3.55 για το micronaire). Ο συντελεστής κληρονομικότητας έδωσε υψηλές τιμές, από 0.71 έως 0.85, για το μήκος ίνας, ενώ για την ομοιομορφία της ίνας κυμάνθηκε από 0.43 έως 0.80. Για την αντοχή της ίνας οι τιμές ήταν από 0.52 έως 0.78 για τις πέντε διασταυρώσεις και μόλις 0.25 για μία διασταύρωση ($GR_1 \times IN_1$). Τέλος, για το micronaire ο συντελεστής κληρονομικότητας ήταν από 0.43 έως 0.93. Η διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα (GCV) ήταν γενικά περιορισμένη: 1.84 – 2.82% για το μήκος, 0.64 – 1.14% για την ομοιομορφία, 1.70 – 3.94% για την αντοχή της ίνας και 2.36 – 4.96% για το micronaire.

Οι γονότυποι HQ και LQ διέφεραν σημαντικά το 2006 σε πέντε, πέντε, τέσσερις και τέσσερις από τις έξι διασταυρώσεις για τα χαρακτηριστικά μήκος, ομοιομορφία, αντοχή της ίνας και micronaire, αντίστοιχα (Πιν 24). Σε όλες σχεδόν τις παραπάνω περιπτώσεις οι HQ γονότυποι είχαν καλύτερες επιδόσεις από τους αντίστοιχους LQ γονότυπους, με εξαίρεση τη διασταύρωση $GR_1 \times GR_3$, όπου ο LQ γονότυπος είχε μεγαλύτερη ομοιομορφία ίνας (88.5) από τον αντίστοιχο HQ (87.6).

Πίνακας 24: Συμπεριφορά των επτά γονότυπων (F₃) και του μάρτυρα ως προς τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας στην αμφίπλευρη επιλογή το 2006.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
α. Μήκος						
HE	30.7c	31.3cd	31.6c	32.6b	31.8cd	31.8e
HQ	30.6c	33.2a	32.9ab	33.5a	32.4cd	33.9a
LE	32.1ab	32.7b	33.1a	32.3bc	33.4ab	32.5cd
LQ	30.5c	30.8d	30.9d	31.5d	30.4e	32.2de
LY	31.7b	32.8ab	31.6c	31.6d	32.7bc	32.2de
YHE	30.8c	31.8c	31.7c	32.6b	31.6d	31.9e
YLE	31.6b	31.5c	31.4cd	31.9cd	33.5a	33.1b
HY	32.2ab	32.6b	31.7c	31.9cd	32.4cd	32.6bcd
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	32.4a	32.6b	32.4b	32.6b	32.2cd	32.8bc
LSD	0.61	0.49	0.59	0.51	0.85	0.48
β. Ομοιομορφία						
HE	88.2bc	88.9b	88.5bc	89.6a	89.8a	88.6ab
HQ	88.6b	87.6c	90.0a	88.7abc	88.9abc	88.7ab
LE	89.9a	87.4c	90.7a	89.6ab	89.0abc	87.9b
LQ	86.8d	88.5b	88.9b	87.8cd	87.7d	86.7c
LY	88.1bc	88.8b	88.4bcd	87.7d	87.5d	88.9a
YHE	87.7bcd	88.5b	88.5bc	88.4cd	88.3cd	88.3ab
YLE	87.4cd	88.7b	87.8cd	88.5cd	89.0abc	88.7ab
HY	87.7bcd	89.8a	87.7d	88.4cd	88.8bc	88.0b
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	87.0d	90.0a	87.8cd	88.6bcd	89.5ab	87.9b
LSD	0.96	0.86	0.75	0.96	0.94	0.87

Συνέχεια →

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
γ. Αντοχή						
HE	35.0b	34.4de	35.8ab	35.3abcd	39.1a	34.1d
HQ	35.8a	35.9bc	35.6abc	34.4cd	39.9a	37.0a
LE	36.0a	33.7e	36.7a	34.4cd	36.8b	35.0bcd
LQ	34.0c	32.4f	34.9bcde	33.7d	35.1c	34.0d
LY	36.0a	36.1ab	35.1bcd	34.6bcd	36.8b	36.1abc
YHE	34.9b	34.9cd	33.9def	35.3abcd	35.4c	34.9cd
YLE	35.3ab	34.9cd	33.1f	36.5ab	37.3b	36.2ab
HY	34.8bc	36.3ab	33.8ef	36.6a	37.4b	35.1bcd
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	35.2ab	37.0a	34.5cde	36.0abc	37.7b	35.4bc
LSD	0.83	1.09	1.24	1.91	1.15	1.16

δ. Micronaire						
HE	4.8ab	4.9a	4.4b	4.3c	4.7bc	4.3a
HQ	5.0a	4.2d	4.0d	4.2c	4.2d	4.0e
LE	4.7b	4.6c	4.2cd	4.6ab	4.7bc	3.9f
LQ	5.0a	4.9ab	4.6a	4.6ab	5.0a	4.0de
LY	5.0a	4.5c	4.3bc	4.5ab	4.5c	3.9f
YHE	4.8b	4.6c	4.4b	4.4bc	4.6bc	4.1c
YLE	4.7b	4.9a	4.3bc	4.7a	4.6bc	3.9f
HY	4.8b	4.7bc	4.2bc	4.6ab	4.6bc	4.2b
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	4.7b	4.6c	4.2bc	4.4bc	4.8ab	4.0cd
LSD	0.18	0.18	0.18	0.22	0.24	0.05

Οι γονότυποι που δεν έχουν το ίδιο γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Πίνακας 25: Ανάλυση παραλλακτικότητας για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας στην αμφίπλευρη επιλογή το 2006.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
α. Μήκος						
ΜΤμετ.	2,6	2.66	2.09	1.53	3.66	1.64
ΜΤσφ.	0.18	0.11	0.17	0.12	0.34	0.11
CV%	1.33	1.05	1.27	1.08	1.81	1.01
F _{test}	**	**	**	**	**	**
β. Ομοιομορφία						
ΜΤμετ.	3.42	2.96	4.37	1.74	2.31	1.82
ΜΤσφ.	0.43	0.32	0.26	0.43	0.42	0.35
CV%	0.75	0.64	0.58	0.74	0.73	0.67
F _{test}	**	**	**	**	**	**
γ. Αντοχή						
ΜΤμετ.	1.76	8.18	5.16	3.99	9.60	3.86
ΜΤσφ.	0.33	0.56	0.72	1.72	0.63	0.63
CV%	1.62	2.13	2.44	3.73	2.12	2.26
F _{test}	**	**	**	-	**	**
δ. Micronaire						
ΜΤμετ.	0.067	0.229	0.106	0.091	0.168	0.087
ΜΤσφ.	0.016	0.015	0.015	0.023	0.027	0.002
CV%	2.59	2.66	2.85	3.36	3.55	0.96
F _{test}	**	**	**	**	**	**

** p = 0.01, * p = 0.05, + p = 0.10.

Πίνακας 26: Εκτίμηση γενετικών παραμέτρων για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας στην αμφίπλευρη επιλογή το 2006.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
	α. Μήκος					
σ_G^2	0.52	0.64	0.48	0.35	0.83	0.38
σ_P^2	0.70	0.75	0.65	0.47	1.17	0.49
h^2	0.75	0.85	0.74	0.74	0.71	0.78
GCV%	2.30	2.48	2.17	1.84	2.82	1.90
	β. Ομοιομορφία					
σ_G^2	0.75	0.66	1.03	0.33	0.47	0.37
σ_P^2	1.18	0.98	1.29	0.76	0.89	0.72
h^2	0.63	0.67	0.80	0.43	0.53	0.51
GCV%	0.98	0.92	1.14	0.64	0.77	0.69
	γ. Αντοχή					
σ_G^2	0.36	1.91	1.11	0.57	2.24	0.81
σ_P^2	0.68	2.46	1.83	2.29	2.87	1.44
h^2	0.52	0.77	0.61	0.25	0.78	0.56
GCV%	1.70	3.94	3.02	2.14	4.02	2.54
	δ. Micronaire					
σ_G^2	0.01	0.05	0.02	0.02	0.04	0.021
σ_P^2	0.03	0.07	0.04	0.04	0.06	0.023
h^2	0.45	0.78	0.60	0.43	0.56	0.93
GCV%	2.36	4.96	3.51	2.92	4.04	3.64

Τα ανάλογα στοιχεία του 2007 (F₄ γονότυποι) για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας εμφανίζονται στους πίνακες 27, 28 και 29. Οι γονότυποι διέφεραν μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας 99% στις πέντε, τέσσερις, πέντε και τέσσερις από τις έξι διασταυρώσεις για τα χαρακτηριστικά μήκος, ομοιομορφία, αντοχή της ίνας και micronaire, αντίστοιχα. Επίσης, διέφεραν μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας 95% σε μία διασταύρωση για το

μήκος και την αντοχή της ίνας. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας (CV%) κυμάνθηκε σε όλες τις διασταυρώσεις σε πολύ χαμηλά επίπεδα (0.90 - 1.77% για το μήκος, 0.75 – 1.80% για την ομοιομορφία, 2.29 – 3.57% για την αντοχή της ίνας και 2.43 – 4.27% για το micronaire). Ο συντελεστής κληρονομικότητας έδωσε υψηλές τιμές, από 0.48 έως 0.78, για το μήκος ίνας στις πέντε και χαμηλή τιμή για μία διασταύρωση ($GR_1 \times GR_2$), ενώ για την ομοιομορφία της ίνας κυμάνθηκε από 0.22 έως 0.38 στις τρεις και από 0.72 έως 0.74 για τις υπόλοιπες διασταυρώσεις. Για την αντοχή της ίνας οι τιμές ήταν από 0.34 έως 0.69. Τέλος, για το micronaire ο συντελεστής κληρονομικότητας ήταν από 0.64 έως 0.72 για τέσσερις διασταυρώσεις και μόλις 0.17 και 0.21 για τις υπόλοιπες δύο. Η διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα (GCV) ήταν και αυτή τη χρονιά περιορισμένη: 1.08 – 2.39% για το μήκος, 0.77 – 1.65% για την ομοιομορφία, 2.40 – 3.99% για την αντοχή της ίνας και 1.89 – 4.46% για το micronaire.

Οι γονότυποι HQ και LQ διέφεραν σημαντικά το 2007 σε τρεις (από πέντε το 2006), δύο (από πέντε το 2006), τέσσερις (οι δύο ίδιες από το 2006) και τέσσερις (οι δύο ίδιες από το 2006) από τις έξι διασταυρώσεις για τα χαρακτηριστικά μήκος, ομοιομορφία, αντοχή της ίνας και micronaire, αντίστοιχα (Πιν 27). Σε όλες σχεδόν τις παραπάνω περιπτώσεις οι HQ γονότυποι είχαν καλύτερες επιδόσεις από τους αντίστοιχους LQ γονότυπους, με εξαίρεση τη διασταύρωση $GR_1 \times GR_5$, όπου ο LQ γονότυπος είχε μεγαλύτερη αντοχή ίνας (37.5) από τον αντίστοιχο HQ (34.4).

Πίνακας 27: Συμπεριφορά των επτά γονότυπων (F₄) και του μάρτυρα ως προς τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας στην αμφίπλευρη επιλογή το 2007.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
α. Μήκος						
HE	31.0ab	29.2d	30.3bc	31.1abc	30.8b	29.9f
HQ	30.9bc	30.3bc	30.8ab	31.5a	30.7b	31.7bc
HY	30.4abc	31.4a	30.5ab	30.3de	31.4a	30.8e
LE	31.2a	30.4bc	29.2de	31.4ab	31.4a	31.8b
LQ	30.2c	29.8c	29.0e	30.1e	30.3c	31.2cde
LY	30.4abc	31.1a	29.7cd	30.8bcd	31.0ab	31.0de
YHE	30.9abc	30.4bc	30.4b	31.4ab	29.9d	31.9b
YLE	31.2a	30.1bc	31.0a	30.6cde	31.0ab	32.6a
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	30.2c	30.3bc	30.5ab	31.0abc	31.2ab	31.5bcd
LSD	0.79	0.55	0.62	0.70	0.41	0.58
β. Ομοιομορφία						
HE	87.3a	83.6d	86.2ab	86.0a	86.1b	82.9ef
HQ	83.6c	84.1d	86.1ab	85.3ab	85.6bc	85.5abc
HY	84.6bc	86.6a	84.6cd	86.3a	86.7ab	82.3f
LE	85.0bc	84.4cd	83.1e	86.2a	87.7a	84.0de
LQ	84.5bc	85.2bc	84.7cd	84.3b	86.5ab	86.3ab
LY	86.7ab	86.0ab	83.9de	85.4ab	85.6bc	85.6abc
YHE	85.5abc	83.6d	85.5bc	86.8a	84.3c	86.5a
YLE	85.2abc	84.0d	83.8de	84.3b	86.1b	84.9cd
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	85.4abc	85.8ab	87.0a	86.1a	85.6bc	85.1bcd
LSD	2.24	0.92	1.12	1.70	1.49	1.26

Συνέχεια →

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
γ. Αντοχή						
HE	36.0ab	34.2c	35.6ab	36.2a	37.3a	32.3d
HQ	34.6b	34.6bc	36.0a	35.0ab	34.4cd	35.3b
HY	35.3ab	35.6ab	33.6d	35.0abc	37.8a	32.4d
LE	34.6b	36.1a	32.2e	36.3a	36.6ab	36.9a
LQ	32.9c	33.9c	33.6d	33.2c	37.5a	34.1bc
LY	36.1ab	36.6a	34.5bcd	35.3ab	36.8ab	35.0bc
YHE	36.4a	34.4bc	35.0abc	36.0a	35.8bc	33.6cd
YLE	35.0ab	34.3bc	34.1cd	33.9bc	36.5ab	34.2bc
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	35.9ab	34.2c	35.7a	34.1bc	33.8d	33.4cd
LSD	1.53	1.37	1.15	1.82	1.46	1.59

δ. Micronaire						
HE	4.9a	4.7ab	4.4bcd	4.1d	4.4a	4.0ab
HQ	4.5de	4.5c	4.3cde	4.5ab	4.0b	4.1a
HY	4.4e	4.8a	4.2e	4.5a	4.2ab	3.9bc
LE	4.6cd	4.5abc	4.5bc	4.5ab	4.2ab	3.6e
LQ	4.8ab	4.5bc	4.7a	4.4bc	4.4a	3.7de
LY	4.5de	4.6abc	4.6ab	4.5a	4.2ab	3.9bc
YHE	4.4e	4.5c	4.2de	4.5ab	4.3a	3.9ab
YLE	4.7bc	4.6abc	4.1e	4.2d	4.2ab	3.8cd
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	4.5de	4.4c	4.6ab	4.2cd	4.2ab	3.7cd
LSD	0.18	0.25	0.21	0.16	0.26	0.14

Οι γονότυποι που δεν έχουν το ίδιο γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Πίνακας 28: Ανάλυση παραλλακτικότητας για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας στην αμφίπλευρη επιλογή το 2007.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
α. Μήκος						
ΜΤμετ.	0.73	1.65	1.94	1.08	1.02	2.40
ΜΤσφ.	0.29	0.14	0.18	0.23	0.08	0.16
CV%	1.77	1.24	1.40	1.55	0.90	1.28
F _{test}	*	**	**	**	**	**
β. Ομοιομορφία						
ΜΤμετ.	5.05	4.99	6.74	3.07	3.61	8.54
ΜΤσφ.	2.36	0.40	0.58	1.35	1.04	0.75
CV%	1.80	0.75	0.90	1.36	1.18	1.02
F _{test}	-	**	**	-	**	**
γ. Αντοχή						
ΜΤμετ.	4.71	3.69	6.15	4.75	7.67	8.59
ΜΤσφ.	1.10	0.88	0.62	1.56	1.00	1.19
CV%	2.97	2.69	2.29	3.57	2.76	3.19
F _{test}	**	**	**	*	**	**
δ. Micronaire						
ΜΤμετ.	0.14	0.06	0.18	0.12	0.06	0.10
ΜΤσφ.	0.02	0.03	0.02	0.01	0.03	0.01
CV%	2.73	3.72	3.32	2.57	4.27	2.43
F _{test}	**	-	**	**	-	**

** p = 0.01, * p = 0.05, + p = 0.10.

Πίνακας 29: Εκτίμηση γενετικών παραμέτρων για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας στην αμφίπλευρη επιλογή το 2007.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
α. Μήκος						
σ_G^2	0.11	0.38	0.44	0.21	0.23	0.56
σ_P^2	0.40	0.52	0.62	0.44	0.31	0.72
h^2	0.27	0.73	0.71	0.48	0.75	0.78
GCV%	1.08	2.02	2.20	1.49	1.57	2.39
β. Ομοιομορφία						
σ_G^2	0.67	1.15	1.54	0.43	0.64	1.95
σ_P^2	3.04	1.55	2.12	1.78	1.68	2.69
h^2	0.22	0.74	0.72	0.24	0.38	0.72
GCV%	0.96	1.26	1.46	0.77	0.93	1.65
γ. Αντοχή						
σ_G^2	0.90	0.70	1.38	0.80	1.67	1.85
σ_P^2	2.00	1.58	2.01	2.36	2.67	3.04
h^2	0.45	0.44	0.69	0.34	0.62	0.61
GCV%	2.70	2.40	3.41	2.55	3.56	3.99
δ. Micronaire						
σ_G^2	0.03	0.01	0.04	0.03	0.01	0.02
σ_P^2	0.05	0.04	0.06	0.04	0.04	0.03
h^2	0.66	0.21	0.64	0.68	0.17	0.72
GCV%	3.80	1.89	4.46	3.75	1.92	3.89

Συμπερασματικά, στην αμφίπλευρη επιλογή, σχετικά με την απόδοση, διατηρήθηκε η διαφοροποίηση των υψηλών (HY) και χαμηλών (LY) για τρεις από τις έξι διασταυρώσεις τόσο το 2006 (F_3 γονότυποι) όσο και το 2007 (F_4 γονότυποι). Μόνο μία, όμως, από τις τρεις διασταυρώσεις διατήρησε τη διαφοροποίηση αυτή και τα δύο έτη. Οι γονότυποι που συνδύαζαν απόδοση και πρωιμότητα (YHE και YLE) διαφοροποιήθηκαν σε δύο διασταυρώσεις το 2006 και σε τέσσερις το 2007.

Ως προς την πρωιμότητα, η διαφοροποίηση των πρώιμων και όψιμων γονότυπων υπήρξε απόλυτη για τις έξι διασταυρώσεις και τις δύο καλλιεργητικές περιόδους. Επίσης, διαφοροποίηση υπήρξε μεταξύ HY και LY γονότυπων στις ίδιες πέντε από τις έξι διασταυρώσεις και τα δύο έτη αξιολόγησης, με τους πρώτους να είναι οψιμότεροι από τους δεύτερους, όπως αναμενόταν. Η συμπεριφορά των YHE και YLE γονότυπων διαφοροποιήθηκε στις πέντε το 2006 και στις έξι το 2007 διασταυρώσεις, με τους YHE να είναι πιο πρώιμοι από τους YLE.

Για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας οι HQ και LQ γονότυποι διαφοροποιήθηκαν ως προς το μήκος της ίνας σε πέντε και σε τρεις από τις έξι διασταυρώσεις το 2006 και το 2007 αντίστοιχα. Ως προς την ομοιομορφία, υπήρξε διαφοροποίηση σε πέντε διασταυρώσεις το 2006 και σε δύο το 2007, ενώ ως προς την αντοχή και το micronaire σε τέσσερις διασταυρώσεις και τα δύο έτη αξιολόγησης. Τέλος, σύμφωνα με την αξία χρήσης, οι HQ είχαν καλύτερη βαθμολογία από τους LQ σε πέντε (2006) και σε τέσσερις (2007) διασταυρώσεις (Πίν. 41 του Παραρτήματος).

5.3 Αξιολόγηση γενεών

Η αξιολόγηση των γενεών P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , $BC_1(P_1)$ και $BC_1(P_2)$ για κάθε μια από τις έξι διασταυρώσεις έγινε κατά την καλλιεργητική περίοδο 2005. Η ανάλυση παραλλακτικότητας έδειξε για την απόδοση σημαντικές γενετικές επιδράσεις μεταξύ των γενεών στις τέσσερις από τις έξι διασταυρώσεις που μελετήθηκαν (Πίν. 30). Ο συντελεστής παραλλακτικότητας (CV%) κυμάνθηκε σε πολύ ικανοποιητικά επίπεδα, με τιμές από 4.8% έως 11.4%, που σημαίνει πολύ ικανοποιητική πειραματική ακρίβεια και αξιόπιστα αποτελέσματα. Τα δεδομένα έδωσαν ενδείξεις αποτελεσματικής διαφοροποίησης μεταξύ κάποιων γενεών, ενώ παρατηρήθηκαν σημαντικές F_1 και F_2 ετερωτικές επιδράσεις σε σχέση με το μέσο όρο των γονέων. Η ένδειξη αυτή επιβεβαιώθηκε περαιτέρω από τα λεπτομερή δεδομένα απόδοσης κάθε γενεάς (Πίν. 31). Ο κοινός γονέας GR_1 ήταν ισοδύναμος με τους γονείς GR_2 , GR_4 , GR_5 και IN_1 και σημαντικά χαμηλότερος από τους GR_3 και IN_2 κατά 21.0% και 18.1%, αντίστοιχα. Σημαντική F_1 και F_2 ετέρωση ως προς το μέσο όρο των γονέων (MP) παρατηρήθηκε σε τέσσερις διασταυρώσεις με εύρος τιμών από 10.1% έως 24.8% για την F_1 και από 8.6% έως 26.8% για την F_2 , αντίστοιχα. Η συμπεριφορά αυτή δε συνδέθηκε απαραίτητα με σημαντική διαφοροποίηση στην παραγωγική ικανότητα μεταξύ των γονέων κάθε διασταύρωσης. Οι τιμές ετέρωσης που παρατηρήθηκαν, κυμάνθηκαν στο εύρος τιμών που έχουν αναφερθεί από διάφορους ερευνητές, όπως συνοψίζονται από τον Meredith (1999). Αντιθέτως, σημαντική ωφέλιμη ετέρωση παρατηρήθηκε μόνο σε δύο διασταυρώσεις. Οι τιμές ήταν 17.4% και 25.9% για την F_1 BP ετέρωση στις $GR_1 \times IN_1$ και $GR_1 \times GR_5$ διασταυρώσεις, αντίστοιχα, ενώ η αντίστοιχη F_2 ωφέλιμη ετέρωση ήταν 23.1% και 24.8% (Πίν. 31). Οι τιμές αυτές ήταν υψηλότερες από εκείνες που έχουν αναφερθεί (Meredith, 1999). Η F_1 και F_2 ωφέλιμη ετέρωση εναρμονίζεται με την άποψη ότι τα υψηλοαποδοτικά υβρίδια προέρχονται συνήθως από τη διασταύρωση υψηλοαποδοτικών γονέων (Davis, 1978). Παρά ταύτα, δεν παρατηρήθηκε ωφέλιμη ετέρωση στις διασταυρώσεις μεταξύ του κοινού γονέα GR_1 με τους δύο αντίστοιχους ανώτερους σε απόδοση γονείς. Αυτά τα δεδομένα που αφορούν τις συγκεκριμένες διασταυρώσεις συνιστούν μια αρχική ένδειξη για την αξία των ποικιλιών αυτών να αξιοποιηθούν ως μια χρήσιμη πηγή γενετικού υλικού σε εφαρμοσμένα προγράμματα βελτίωσης.

Επιπλέον, η BC_1P_1 στις διασταυρώσεις $GR_1 \times GR_3$ και $GR_1 \times GR_5$ ήταν σημαντικά πιο αποδοτική από τον επαναλαμβανόμενο γονέα GR_1 κατά 30.0% και 25.0%, αντίστοιχα, ενώ η BC_1P_2 στη διασταύρωση $GR_1 \times GR_5$ υπερέιχε σημαντικά από τον επαναλαμβανόμενο γονέα GR_5 κατά 37.2%. Αυτή η απόδοση, αν και μη αναμενόμενη, είναι μια ένδειξη για τη δυνατότητα να βελτιώσει ουσιαστικά την απόδοση του επαναλαμβανόμενου γονέα. Τα δεδομένα αυτά χρειάζονται περαιτέρω πειραματισμό, προκειμένου να επιβεβαιωθούν, πριν καταλήξει κανείς σε οποιαδήποτε συμπεράσματα για τις επιπτώσεις τους στα εφαρμοσμένα προγράμματα βελτίωσης. Συνοψίζοντας τα δεδομένα που συζητήθηκαν προηγουμένως, η ποικιλία GR_1 είχε καλή συνδυαστική ικανότητα και θα μπορούσε να αποτελέσει πολύ καλή πηγή γενετικού υλικού για αξιοποίηση σε προγράμματα βελτίωσης.

Η πρωιμότητα είναι ένα ενδιαφέρον γνώρισμα, ειδικά όταν δεν επηρεάζει αρνητικά την απόδοση. Ο αριθμός των ημερών από τη σπορά έως το άνοιγμα του πρώτου καρυδιού φαίνεται να είναι ένα αξιόπιστο κριτήριο εκτίμησης της πρωιμότητας. Η ανάλυση της παραλλακτικότητας έδειξε σημαντικές γενετικές επιδράσεις στις πέντε από τις έξι διασταυρώσεις που μελετήθηκαν (Πίν. 32) και η πειραματική ακρίβεια ήταν πολύ ικανοποιητική. Οι ετερωτικές επιδράσεις της F_1 και της F_2 ήταν μη σημαντικές. Επίσης, δεν παρατηρήθηκε ωφέλιμη ετέρωση, με την έννοια ότι κάποια F_1 ή F_2 ήταν πρωιμότερη από τον κοινό και πρωιμότερο γονέα GR_1 . Τα λεπτομερή δεδομένα της πρωιμότητας (Πίν. 33) έδειξαν ότι πέντε από τους έξι γονείς ήταν σημαντικά οψιμότεροι από τον κοινό γονέα. Η συμπεριφορά των F_2 , BCP_1 και BCP_2 έδειξε ότι χρησιμοποιώντας αυτό το υλικό ως διασπώμενους πληθυσμούς θα ήταν πιθανόν να βρεθούν γονότυποι ελαφρώς οψιμότεροι από τον πρώιμο κοινό γονέα και πρωιμότεροι από τους όψιμους γονείς.

Η ανάλυση της παραλλακτικότητας για το μήκος, την αντοχή, το micronaire και την ομοιομορφία της ίνας παρουσιάζεται στον πίνακα 34. Η πειραματική ακρίβεια ήταν ικανοποιητική, με τιμές CV από 0.8 έως 2.4% για το μήκος, από 2.0 έως 3.6% για την αντοχή, από 2.8 έως 7.8% για το micronaire και από 0.5 έως 1.1% για την ομοιομορφία της ίνας. Παρατηρήθηκαν σημαντικές γενετικές επιδράσεις σε συνδυασμό με σημαντική F_1 MP ετέρωση σε τέσσερις από τις έξι διασταυρώσεις για το μήκος της ίνας, σε τρεις, δύο και μία διασταύρωση για το micronaire, την αντοχή και την

ομοιομορφία της ίνας, αντίστοιχα. Τα δεδομένα (Πίν. 35) έδειξαν ότι για τον κοινό γονέα GR₁ το μήκος της ίνας ήταν μεγαλύτερο από τους GR₂, GR₃, GR₄, GR₅, και IN₁ ενώ το micronaire ήταν μεγαλύτερο από τους GR₄ και IN₂, αλλά μικρότερο από τον γονέα GR₃. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκε καμιά διαφοροποίηση για την αντοχή και την ομοιομορφία της ίνας, με εξαίρεση τη διασταύρωση GR₁ X GR₃ όπου ο γονέας GR₁ ήταν καλύτερος από τον GR₃ ως προς την ομοιομορφία. Σημαντική F₁ MP ετέρωση παρατηρήθηκε σε τέσσερις, δύο και σε μία από τις έξι διασταυρώσεις για το μήκος της ίνας, την αντοχή και το micronaire, και την ομοιομορφία, αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές ήταν χαμηλές και σε συμφωνία με δημοσιευμένα δεδομένα (Meredith, 1998). Η μέση συμπεριφορά των γενεών F₂ και BC δεν ήταν ιδιαίτερα ενθαρρυντική για την επιλογή γονότυπων με καλύτερα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας από τους γονείς, παρόλο που η επιλογή εντός κάποιων από τους διασπασμένους πληθυσμούς δεν αποκλείουν την αναγνώριση επιθυμητών γονότυπων.

Η δημιουργία ποικιλιών βαμβακιού που θα διατηρούν το υψηλό παραγωγικό δυναμικό θα έχουν την κατάλληλη πρωιμότητα σε συνδυασμό, και με καλά χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας αποτελεί κύριο βελτιωτικό στόχο υπο τις σημερινές συνθήκες καλλιέργειας του βαμβακιού. Τα δεδομένα έδειξαν ότι η ποικιλία GR₁, που χρησιμοποιήθηκε σαν κοινός γονέας, αν και φαίνεται να ικανοποιεί τις παραπάνω απαιτήσεις, θα μπορούσε να βελτιωθεί περαιτέρω ως προς την απόδοση χρησιμοποιώντας την ποικιλία GR₃ ως γονέα δότη.

Συνοψίζοντας την προηγούμενη συζήτηση, σύμφωνα με τα δεδομένα, προέκυψαν πρόδρομες ενδείξεις ότι κάποιοι από τους διασπασμένους πληθυσμούς που προέκυψαν από τις διασταυρώσεις, όπως ο BCP₂ στη διασταύρωση GR₁ x GR₂, ο BCP₁ στη διασταύρωση GR₁ x GR₃ και οι BCP₁, BCP₂ στη διασταύρωση GR₁ x GR₅, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως πηγές γενετικού υλικού σε εφαρμοσμένα προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών.

Πίνακας 30: Επιδράσεις παραλλακτικότητας για την απόδοση των έξι γενεών που προήλθαν από έξι διασταυρώσεις ποικιλιών βαμβακιού.

	Διασταυρώσεις						
	BE	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
Γενεές ^z	5	ns	*	ns	†	**	**
MP vs F ₁	1	-	†	-	*	**	*
MP vs F ₂	1	-	*	-	*	**	†
CV(%)		11.4	6.2	6.1	11.0	4.8	5.6

^zMP = Μέσος όρος των γονέων.

^y†, *, ** σημαντικό στο p=0.10, 0.05 και 0.01 αντίστοιχα.

Πίνακας 31: Συμπεριφορά της απόδοσης σε σύσπορο (Mg/ha) για τις τέσσερις γενεές στις έξι διασταυρώσεις και εκτιμήσεις της ετέρωσης (%).

Γενεές ^z	Διασταυρώσεις					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
P ₁	4.8 a	4.3 c	5.2 a	4.0 bc	4.9 c	4.7 c
P ₂	5.1 a	5.3 ab	5.0 a	3.8 c	4.9 c	5.5 ab
F ₁	4.9 a	5.3 ab	5.2 a	4.7 ab	6.1 b	5.6 a
F ₂	5.8 a	5.8 a	5.3 a	4.9 a	6.1 b	5.5 ab
BCP ₁	5.1 a	5.7 a	5.0 a	4.0 bc	6.2 b	4.9 c
BCP ₂	5.6 a	5.5 a	5.7 a	4.4 b	6.6 a	5.8 a

ΕΤΕΡΩΣΗ (%)						
F ₁ vs MP	-1.8 ns	10.1 +	2.8 ns	20.8 *	24.8 **	10.6 *
F ₂ vs MP	16.4 ns	20.0 **	3.8 ns	26.8 *	23.6 **	8.6 +
F ₁ vs BP	-4.4 ns	0.3 ns	1.6 ns	17.4 +	25.9 *	2.3 ns
F ₂ vs BP	13.4 ns	9.4 ns	2.6 ns	23.1 *	24.8 *	0.6 ns

^z MP = Μέσος όρος γονέων, BP = καλύτερος γονέας.

^y οι τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το Fisher's Protected LSD τεστ.

^x †, *, ** σημαντικό στο p=0.10, 0.05 και 0.01 αντίστοιχα, συγκρίσεις ενός βαθμού ελευθερίας.

Πίνακας 32: Επιδράσεις παραλλακτικότητας για την πρωιμότητα των έξι γενεών που προήλθαν από έξι διασταυρώσεις ποικιλιών βαμβακιού.

	Διασταυρώσεις						
	BE	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
Γενεές ^z	5	**	**	ns	*	**	**
MP vs F ₁	1	†	Ns	ns	ns	ns	ns
MP vs F ₂	1	ns	Ns	ns	ns	*	ns
CV(%)		2.2	2.1	2.7	3.8	1.6	2.8

^zMP = Μέσος όρος των γονέων.

^y†, *, ** σημαντικό στο $p=0.10$, 0.05 και 0.01 αντίστοιχα.

Πίνακας 33: Συμπεριφορά της πρωιμότητας (DBO) για τις τέσσερις γενεές στις έξι διασταυρώσεις και εκτιμήσεις της ετέρωσης (%).

Γενεές ^z	Διασταυρώσεις					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
P ₁	105 e	111 d	107 a	106 c	104 d	103 c
P ₂	123 a	122 a	109 a	120 a	118 a	115 a
F ₁	111 cd	115 bc	107 a	116 ab	112 bc	109 b
F ₂	116 b	115 b	110 a	115 ab	114 b	111 ab
BCP ₁	108 de	111 cd	104 a	113 ab	112 bc	112 ab
BCP ₂	118 b	117 b	107 a	117 ab	114 b	112 ab
ΕΤΕΡΩΣΗ (%)						
F ₁ vs MP	3.2 †	1.1 ns	1.2 ns	-2.5 ns	-1.2 ns	-0.6 ns
F ₂ vs MP	-1.7 ns	0.9 ns	-1.8 ns	-1.6 ns	-3.0 *	-2.1 ns

^z MP = Μέσος όρος γονέων,

^y οι τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το Fisher's Protected LSD τεστ.

^x †, *, ** σημαντικό στο p=0.10, 0.05 και 0.01 αντίστοιχα, συγκρίσεις ενός βαθμού ελευθερίας.

Πίνακας 34: Επιδράσεις παραλλακτικότητας για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας των έξι γενεών που προήλθαν από έξι διασταυρώσεις ποικιλιών βαμβακιού.

	df	Διασταυρώσεις					
		GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
α. Μήκος							
Γενεές ^z	5	**	**	†	**	†	ns
MP vs F ₁	1	**	*	ns	*	*	ns
MP vs F ₂	1	**	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)		1.0	1.5	1.2	0.8	1.6	2.4
B. Αντοχή							
Γενεές	5	*	†	ns	ns	ns	ns
MP vs F ₁	1	**	*	ns	ns	ns	ns
MP vs F ₂	1	ns	Ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)		2.0	3.4	2.0	3.6	2.8	2.9

Συνέχεια →

		Διασταυρώσεις					
	df	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
γ. Micronaire							
Γενεές	5	ns	**	**	ns	ns	*
MP vs F ₁	1	ns	*	*	ns	ns	ns
MP vs F ₂	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)		4.3	3.2	2.8	4.3	6.6	7.8
δ. Ομοιομορφία							
Γενεές	5	ns	*	ns	ns	ns	ns
MP vs F ₁	1	ns	*	ns	ns	ns	ns
MP vs F ₂	1	ns	ns	ns	Ns	ns	ns
CV(%)		0.7	0.5	0.5	0.9	0.5	1.1

^zMP = Μέσος όρος γονέων,

^x†, *, ** σημαντικό στο p=0.10, 0.05 και 0.01 αντίστοιχα, συγκρίσεις ενός βαθμού ελευθερίας.

Πίνακας 35: Συμπεριφορά των χαρακτηριστικών ποιότητας της ίνας για τις τέσσερις γενεές στις έξι διασταυρώσεις και εκτιμήσεις της ετέρωσης (%).

Γενεές ^z	Διασταυρώσεις					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
α. Μήκος						
P ₁	31.1 bc	31.7 ab	31.6 a	32.0 ab	31.6 ab	31.6 a
P ₂	30.3 d	29.4 d	30.7 a	31.5 c	30.6 c	30.7 a
F ₁	31.8 a	31.4 ab	30.1 a	32.3 a	32.0 a	31.9 a
F ₂	31.5 ab	31.1bc	31.1 a	31.8 bc	31.8 ab	31.8 a
BCP ₁	31.5 ab	32.1 a	31.2 a	31.5 c	31.5 ab	30.6 a
BCP ₂	31.2 bc	30.4 c	30.6 a	32.5 a	31.5 ab	31.3 a
ΕΤΕΡΩΣΗ (%)						
F ₁ vs MP	3.5 **	2.6 *	-0.5 ns	1.6 *	2.8 *	2.5 ns
F ₂ vs MP	2.7 **	1.7 ns	- ns	0.2 ns	2.3 ns	2.0 ns
F ₁ vs BP	2.2	-1.1	-2.1 ns	0.7	1.3	1.0 ns
F ₂ vs BP	1.4	-2.0	-1.5 ns	-0.7	0.7	0.6 ns

Συνέχεια →

Γενεές ^z	Διασταυρώσεις					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
β. Αντοχή						
P ₁	32.9 cd	33.3 bc	33.3 a	33.8 a	35.8 a	34.8 a
P ₂	32.6 d	32.4 c	34.2 a	32.7 a	36.2 a	33.9 a
F ₁	34.7 a	35.4 a	34.1 a	33.6 a	37.9 a	36.0 a
F ₂	33.5 bcd	33.4 bc	34.8 a	34.5 a	37.0 a	34.9 a
BCP ₁	34.5 ab	34.8 ab	35.0 a	34.6 a	37.1 a	33.9 a
BCP ₂	33.9 abc	34.1 abc	33.9 a	35.0 a	36.7 a	34.6 a
ΕΤΕΡΩΣΗ (%)						
F ₁ vs MP	6.2 **	7.7 *	1.0 ns	1.2 ns	5.2 ns	4.9 ns
F ₂ vs MP	2.5 ns	1.8 ns	3.0 ns	3.8 ns	2.7 ns	1.7 ns
F ₁ vs BP	5.7	6.2	-0.3 ns	-0.5 ns	4.7 ns	3.6 ns
F ₂ vs BP	2.0	0.4	1.7 ns	2.1 ns	2.2 ns	0.4 ns

Συνέχεια →

Γενέες ^Z	Διασταυρώσεις					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
γ. Micronaire						
P ₁	4.3 a	4.2 c	4.3 a	4.2 a	4.3 a	4.4 a
P ₂	4.4 a	4.6 ab	3.8 c	4.2 a	4.6 a	3.8 b
F ₁	4.7 a	4.6 ab	4.3 a	4.1 a	4.8 a	4.3 ab
F ₂	4.3 a	4.6 ab	3.9 bc	4.2 a	4.5 a	3.8 b
BCP ₁	4.5 a	4.3 c	4.3 a	4.4 a	4.5 a	4.4 a
BCP ₂	4.3 a	4.8 a	3.9 bc	4.0 a	4.5 a	3.7 b
ΕΤΕΡΩΣΗ (%)						
F ₁ vs MP	7.0 ns	5.3 *	5.3 *	-1.6 ns	8.1 ns	3.0 ns
F ₂ vs MP	-2.5 ns	3.7 ns	-3.4 ns	0.9 ns	2.0 ns	-7.0 ns
F ₁ vs BP	5.6 ns	0.1	-0.7	-1.8 ns	4.5 ns	-4.2
F ₂ vs BP	-3.9 ns	-1.4	-8.9	0.7 ns	-1.5 ns	-13.5

Συνέχεια →

Γενεές ^z	Διασταυρώσεις					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
δ. Ομοιομορφία						
P ₁	85.0 a	86.1 ab	85.7 a	86.1 a	86.1 a	86.2 a
P ₂	84.5 a	85.0 c	85.0 a	84.4 a	86.1 a	84.6 a
F ₁	85.4 a	86.5 a	85.3 a	85.5 a	86.6 a	86.4 a
F ₂	85.0 a	85.5 bc	85.3 a	85.7 a	85.9 a	84.6 a
BCP ₁	85.7 a	85.8 abc	86.2 a	85.7 a	86.8 a	85.8 a
BCP ₂	84.7 a	86.1 ab	85.4 a	85.0 a	86.1 a	85.2 a
ΕΤΕΡΩΣΗ (%)						
F ₁ vs MP	0.8 ns	1.1 *	-0.1 ns	0.3 ns	0.5 ns	1.1 ns
F ₂ vs MP	0.3 ns	-0.1 ns	- ns	0.5 ns	-0.2 ns	-1.0 ns
F ₁ vs BP	0.5 ns	0.5	-0.5 ns	-0.7 ns	0.5 ns	0.2 ns
F ₂ vs BP	1.1 ns	-0.7	-0.4 ns	-0.5 ns	-0.2 ns	-1.9 ns

^zMP = Μέσος όρος γονέων,

^y οι τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το Fisher's Protected LSD τεστ.

^x†, *, ** σημαντικό στο $p=0.10$, 0.05 και 0.01 αντίστοιχα, συγκρίσεις ενός βαθμού ελευθερίας.

5.4 Ανάλυση μέσω των όρων γενεών

5.4.1 Απόδοση

Στον πίνακα 36 παρουσιάζεται η συμπεριφορά των μέσω των όρων κάθε γενεάς για το συνολικό βάρος κάθε φυτού. Οι δύο γονείς, P_1 και P_2 , ήταν πρακτικά ισοδύναμοι στις πέντε διασταυρώσεις, ενώ στην $GR_1 \times GR_3$ ο γονέας P_2 ήταν σημαντικά καλύτερος από τον P_1 κατά 20.8%. Η F_1 γενεά διέφερε σημαντικά από τον P_1 γονέα στη διασταύρωση $GR_1 \times GR_3$, από τον P_2 στις διασταυρώσεις $GR_1 \times GR_5$ και $GR_1 \times IN_2$, και από τους δύο γονείς στη διασταύρωση $GR_1 \times IN_1$. Παρατηρήθηκε 12.1% σημαντική ετέρωση ως προς τον καλύτερο γονέα στη διασταύρωση $GR_1 \times IN_1$ καθώς και μη σημαντική, που κυμάνθηκε από 3.9 έως 9.2% σε τρεις ακόμη διασταυρώσεις. Σημειώνεται ότι η προηγούμενη σημαντική ετέρωση καθώς και η αντίστοιχη 9.2% αφορά τις διασταυρώσεις που ο ένας γονέας προέρχεται από την Ινδία, γεγονός που πιθανόν να οφείλεται σε μια αναμενόμενη γενετική απόσταση. Με εξαίρεση τη διασταύρωση $GR_1 \times GR_4$, στις υπόλοιπες πέντε, η F_1 ήταν σημαντικά υπέρτερη από το μέσο όρο των γονέων, ένδειξη ετέρωσης που κυμάνθηκε από 5,8% έως 12,5%. Η F_2 γενεά είχε σε όλες τις διασταυρώσεις χαμηλότερη απόδοση σε σχέση με το μέσο όρο των γονέων. Η BC_1 δε διέφερε σημαντικά από τον P_1 γονέα και στις έξι διασταυρώσεις, αν και στην $GR_1 \times GR_5$ είχε υψηλότερη απόδοση κατά 5.9% και 8.3% από τον P_1 και το μέσο όρο των δύο γονέων, αντίστοιχα. Η BC_2 δε διέφερε σημαντικά από τον P_2 γονέα στις διασταυρώσεις $GR_1 \times GR_2$ και $GR_1 \times IN_2$, ήταν σημαντικά μικρότερη στις $GR_1 \times GR_3$, $GR_1 \times GR_4$ και την $GR_1 \times IN_1$, ενώ παρουσίασε σημαντικά μεγαλύτερη απόδοση στη διασταύρωση $GR_1 \times GR_5$. Συγκεκριμένα, ήταν καλύτερη κατά 21.5% και 19.3% από τον P_2 και τον μέσο όρο των γονέων, αντίστοιχα. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι δύο γονείς δε διέφεραν σημαντικά στις περισσότερες των διασταυρώσεων. Παρόμοια συμπεριφορά παρουσίασαν και οι γενεές BC_1 και BC_2 που δε διέφεραν στις τέσσερις ($GR_1 \times GR_2$, $GR_1 \times GR_3$, $GR_1 \times GR_4$ και $GR_1 \times IN_2$) από τις έξι διασταυρώσεις. Όμως, αν και στη διασταύρωση $GR_1 \times GR_3$ ο P_2 γονέας ήταν σημαντικά καλύτερος από τον P_1 κατά 20.8%, δεν παρατηρήθηκε ανάλογη συμπεριφορά μεταξύ των BC_1 και BC_2 γενεών. Αντιθέτως, στις διασταυρώσεις $GR_1 \times IN_1$ και $GR_1 \times GR_5$, όπου οι δύο γονείς δε διέφεραν σημαντικά, οι BC_1 και BC_2 διαφοροποιήθηκαν μεταξύ

τους. Στη διασταύρωση $GR_1 \times IN_1$, η BC_1 υπερείχε της BC_2 κατά 15%, ενώ στην $GR_1 \times GR_5$ διασταύρωση, η BC_2 υπερείχε της BC_1 κατά 13.7%. Από τη συμπεριφορά των BC , σημειώνεται η BC_2 της $GR_1 \times GR_5$, όπου επιβεβαιώνεται από την αξιολόγηση των γενεών σε επίπεδο πειραματικού τεμαχίου (Πιν. 31) η ένδειξη ότι πιθανόν να υπάρχει δυνατότητα συμπληρωματικής δράσης των γονιδίων ως προς την απόδοση και, κατά συνέπεια, ενδιαφέρον για αξιοποίηση του στη δημιουργία ποικιλιών βαμβακιού.

5.4.2 Βάρος καρυδιού

Από κάθε φυτό επιλέχθηκαν πέντε καλά ανοιγμένα καρύδια και υπολογίστηκε το βάρος τους σε γραμμάρια (Πίν. 36). Οι γονείς GR_2 , GR_3 , GR_4 , και GR_5 είχαν μεγαλύτερο βάρος κατά 4.4% έως 11%, ενώ οι γονείς IN_1 και IN_2 μικρότερο (24.4% και 10.4%, αντίστοιχα) από τον κοινό γονέα GR_1 . Η F_1 γενεά είχε την ίδια συμπεριφορά με τον καλύτερο γονέα της κάθε διασταύρωσης εκτός από την διασταύρωση $GR_1 \times IN_1$, όπου κυμάνθηκε στο ίδιο επίπεδο με το μέσο όρο των γονέων. Η F_2 γενεά είχε σε όλες τις διασταυρώσεις χαμηλότερες τιμές σε σχέση με το μέσο όρο των γονέων. Η BC_1 διέφερε σημαντικά από τον κοινό GR_1 γονέα στις διασταυρώσεις $GR_1 \times GR_2$, $GR_1 \times GR_3$, $GR_1 \times GR_5$, (3.3%, 7.6% και 6.2%, αντίστοιχα) και $GR_1 \times IN_2$ (-4.4%). Η BC_2 ήταν σημαντικά μικρότερη από τον P_2 γονέα στις διασταυρώσεις $GR_1 \times GR_2$, $GR_1 \times GR_3$, $GR_1 \times IN_2$ (-3.9%, -6.8% και -4.6% αντίστοιχα) και σημαντικά καλύτερη στη διασταύρωση $GR_1 \times GR_5$ (6.7%).

5.4.3 Αναλογία της ίνας (Lint%)

Η συμπεριφορά των μέσων όρων κάθε γενεάς για την επί τοις εκατό αναλογία της ίνας (Lint%) παρουσιάζεται στον Πίνακα 36. Οι δύο γονείς διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους σε όλες τις διασταυρώσεις. Ο κοινός γονέας GR_1 παρουσίασε μεγαλύτερη αναλογία ίνας από τους γονείς με τους οποίους διασταυρώθηκε στις διασταυρώσεις $GR_1 \times GR_4$ (4.2%) και $GR_1 \times IN_2$ (4.3%), ενώ είχε σημαντικά μικρότερη αναλογία ίνας από τους αντίστοιχους γονείς στις υπόλοιπες διασταυρώσεις (από 2.9% έως 6.3%). Παρατηρήθηκε σημαντική ετέρωση της F_1 ως προς το μέσο όρο των γονέων από 2.7 – 5.7% σε τρεις διασταυρώσεις. Η F_2 γενεά είχε μικρότερη αναλογία ίνας στις πρώτες τέσσερις διασταυρώσεις σε σχέση με το μέσο όρο των γονέων, ενώ διατηρήθηκε στα ίδια με αυτούς επίπεδα στις άλλες δύο διασταυρώσεις. Η

BC₁ διέφερε σημαντικά από τον P₁ γονέα στις πέντε από τις έξι διασταυρώσεις, έχοντας μεγαλύτερες τιμές στις διασταυρώσεις GR₁ x GR₃ και GR₁ x GR₅ και μικρότερες στις διασταυρώσεις GR₁ x GR₄, GR₁ x IN₁ και GR₁ x IN₂. Η BC₂ γενεά διέφερε σημαντικά από τον P₂ γονέα στις τέσσερις πρώτες διασταυρώσεις, αλλά είχε μεγαλύτερη αναλογία ίνας μόνο στη διασταύρωση GR₁ x GR₄ κατά 3.5%. Τέλος, οι γενεές BC₁ και BC₂ διέφεραν μεταξύ τους σημαντικά μόνο στη διασταύρωση GR₁ x IN₁, με την BC₂ να έχει μεγαλύτερη αναλογία ίνας από την BC₁ κατά 3.8%.

Η προηγούμενη αναφορά στα αποτελέσματα (Πιν. 36) ήταν μια πρώτη ένδειξη για απόκλιση από το αθροιστικό πρότυπο και πιθανολογεί κυριαρχικές ή / και επιστατικές δράσεις. Η ανάλυση των δεδομένων με τους ελέγχους αναλογικότητας (scaling test) μεταξύ των γενεών επιτρέπει μια ακριβέστερη προσέγγιση και εκτίμηση των γενετικών δράσεων ως προς την απόδοση και τα λοιπά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν. Τα δεδομένα σχετικά με την απόδοση σε σύσπορο εμφανίζονται στον πίνακα 37. Σύμφωνα με τον έλεγχο αναλογικότητας (scaling test), για όλες τις διασταυρώσεις παρατηρήθηκαν γενικά επιστατικές δράσεις. Ο συγκεκριμένος έλεγχος έδειξε περαιτέρω ότι οι επιστατικές δράσεις επιμερίζονταν σε τρεις τύπους: αθροιστική x κυριαρχική (παράμετροι A και B), κυριαρχική x κυριαρχική (παράμετρος C) και αθροιστική x αθροιστική (παράμετρος D). Κάποιες διαφοροποιήσεις μεταξύ των διασταυρώσεων, που μελετήθηκαν ως προς τον επιμερισμό των επιστατικών δράσεων στα τρία συστατικά τους, ήταν αναμενόμενες και είναι σύμφωνες με διάφορα δημοσιεύματα (Meredith and Bridge, 1972, Iqbal and Nadeem, 2003, Esmail, 2007).

Σύμφωνα με τον κοινό έλεγχο αναλογικότητας των τριών παραμέτρων (joint scaling test), παρατηρήθηκαν σημαντικές κυριαρχικές δράσεις (παράμετρος d) καθώς και σημαντικές επιστατικές δράσεις (έλεγχος χ^2). Αντιθέτως, σημαντικές αθροιστικές δράσεις παρατηρήθηκαν μόνο σε τρεις από τις έξι διασταυρώσεις. Η παρουσία των επιστατικών δράσεων μελετήθηκε περεταίρω με τον κοινό έλεγχο αναλογικότητας των έξι παραμέτρων (joint scaling test). Τα δεδομένα, συγκρινόμενα με τα αντίστοιχα των δύο προηγούμενων ελέγχων, ήταν καταρχάς αντιφατικά. Το γεγονός αυτό ήταν αναμενόμενο και αντανακλά τόσο τις γενικά αναμενόμενες αδυναμίες των προτύπων όσο και τη διαφοροποίηση των αποτελεσμάτων ανάλογα με το

χρησιμοποιούμενο γενετικό υλικό, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως. Παρόλα, αυτά από μια συνεκτίμηση των τριών ελέγχων (Πιν. 37), τα δεδομένα είναι μια ένδειξη ότι στη διαμόρφωση της απόδοσης συμμετέχουν και επιστατικές δράσεις, όπως προκύπτει και από την απλή ερμηνεία των δεδομένων που συζητήθηκε με βάση την ετερωτική συμπεριφορά. Αξίζει να σημειωθεί ότι για τη διασταύρωση $GR_1 \times GR_5$ οι σημαντικές κυριαρχικές (d) και κυριαρχικές x κυριαρχικές (dd) επιστατικές δράσεις είχαν διαφορετικό πρόσημο. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει εμπλοκή όμοιων μη αλληλόμορφων (duplicate epistasis) σύμφωνα με τους Kearsey and Pooni (1996). Η ένδειξη αυτή έχει ιδιαίτερη σημασία, που χρήζει περαιτέρω έρευνα και επιβεβαίωση, για την αξιοποίηση της συγκεκριμένης διασταύρωσης, της οποίας η BC_2 έδειξε ένα ιδιαίτερα υψηλό παραγωγικό (Πιν. 36).

Ιδιαίτερο, πάντως, ενδιαφέρον έχει και ο επιμερισμός της γενετικής διακύμανσης στις δύο διασταυρώσεις $GR_1 \times IN_1$ και $GR_1 \times IN_2$ σύμφωνα με το πρότυπο των έξι παραμέτρων. Έτσι, στην πρώτη διασταύρωση παρατηρήθηκε σημαντική επίσταση (αθροιστική x κυριαρχική). Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με όσα σημειώθηκαν προηγουμένως σχετικά με τη σημαντική ετέρωση ως προς τον καλλίτερο γονέα καθώς και τη συμπεριφορά της BC_2 (Πιν. 36), είναι μια ιδιαίτερα ενθαρρυντική ένδειξη για την αξιοποίηση του συγκεκριμένου γενετικού υλικού σε εφαρμοσμένα προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών. Συνεκτιμώντας και την αντίστοιχη συμπεριφορά της δεύτερης διασταύρωσης ($GR_1 \times IN_2$) φαίνεται ότι η εισαγωγή γενετικού υλικού από την Ινδία έχει ενδιαφέρον για την προοπτική βελτίωσης ποικιλιών που καλλιεργούνται στην Ελλάδα.

Πίνακας 36: Μέσοι Όροι των έξι γονότυπων (P₁, P₂, F₁, F₂, BC₁ και BC₂) για το συνολικό βάρος (γρ.) ανά φυτό (Α), για το βάρος (γρ.) πέντε καρυδιών ανά φυτό (Β) και την % αναλογία ίνας (Γ) στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

(Α) Συνολικό βάρος ανά φυτό (γρ.)

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
Γονότυπος	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
P₁	57.02 ab	63.87 c	64.01 a	60.37 b	62.27bc	60.41 ab
P₂	54.37 ab	80.60 a	65.83 a	62.81 b	59.09 c	59.64 b
F₁	59.23 a	78.97 a	60.91 ab	70.43 a	65.40 b	65.94 a
F₂	45.74 c	70.26 b	52.67 c	58.41 b	50.66 d	47.62 c
BC₁	56.86 ab	64.99 c	62.09 ab	62.21 b	66.19 b	56.77 b
BC₂	52.84 b	67.03 bc	57.79 b	52.85 c	75.24 a	60.99 ab
MP	55.78	72.23	64.92	61.59	60.68	60.02

(Β) Βάρος πέντε καρυδιών ανά φυτό (γρ.)

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
Γονότυπος	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
P₁	26.92 c	26.22 b	27.05 c	27.01 a	28.37 d	27.94 a
P₂	28.17 a	28.60 a	28.57 a	21.71 d	31.88 b	25.31 c
F₁	28.54 a	28.92 a	28.48 a	24.77 b	31.81 b	27.02 ab
F₂	25.88 d	26.85 b	27.30 c	22.69 c	29.66 c	25.67 c
BC₁	27.84 ab	28.37 a	27.42 bc	26.92 a	30.23 c	26.75 b
BC₂	27.10 bc	26.78 b	28.15 ab	20.75 e	33.09 a	25.30 c
MP	27.54	27.41	27.81	24.36	30.12	26.62

(Γ) % αναλογία της ίνας.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
Γονότυπος	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
P₁	42.49 bc	43.14 c	43.84 a	42.97 b	43.47 b	42.62 b
P₂	44.91 a	46.04 a	42.07 cd	45.31 a	44.75 a	40.87 c
F₁	43.09 b	42.47 c	44.44 a	45.38 a	44.41 ab	44.27 a
F₂	41.73 c	42.51 c	41.91 d	42.13 b	44.44 ab	42.11 b
BC₁	42.67 b	44.88 b	42.90 bc	41.47 c	44.53 a	39.68 d
BC₂	42.71 b	45.17 b	43.59 ab	43.04 b	44.51 a	40.33 cd
MP	43.70	44.59	42.95	44.14	44.11	41.74

Πίνακας 37: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για την απόδοση (γρ./φυτό) το 2005.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ

	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
Α. έλεγχος αναλογικότητας, απόκλισης από το πρότυπο αθροιστικής – κυριαρχικής δράσης.						
A	-2.54	-12.86 *	-0.74	-6.39	4.70	-12.80 *
B	-7.92	-25.52 **	-11.15	-27.55 **	26.00 **	-3.59
C	-46.90 **	-21.37 *	-40.99 **	-30.42 **	-49.52 **	-61.46 **
D	-18.22 **	8.51	-14.55 *	1.76	-40.11 **	-22.54 **
Β. κοινός έλεγχος αναλογικότητας τριών παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική δράση).						
m	54.49 **	70.01 **	63.46 **	56.82 **	61.16 **	57.86 **
a	-1.75 **	7.39 **	-0.012	3.98 **	-0.20	0.71
d	2.52 *	2.37 *	-5.16 **	5.24 **	5.18 **	4.35 **
X ²	155.07 **	397.61 **	210.38 **	1725.81 **	493.69 **	362.29 **
Γ. κοινός έλεγχος αναλογικότητας, έξι παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική, επιστατική δράση).						
m	45.74 **	70.26 **	52.67 **	58.41 **	50.66 **	47.62 **
a	4.02	-2.04	4.30	9.36 *	-9.06 *	-4.22
d	39.98 *	-10.28	25.08	5.32	84.94 **	50.99 **
aa	36.44 *	-17.01	29.09 *	-3.52	80.22 **	45.07 **
ad	2.69	6.33	5.21	10.58 *	-10.65 *	-4.60
dd	-25.98	55.39	-17.19	37.46	-110.92 **	-28.68

Στον Πίνακα 38 φαίνονται τα αποτελέσματα των scaling και joint scaling τεστ τριών και έξι παραμέτρων για το βάρος σε γραμμάρια πέντε καρυδιών ανά φυτό. Από το πρώτο τεστ φαίνεται ότι υπήρξαν επιστατικές δράσεις σε όλες τις διασταυρώσεις εκτός από την $GR_1 \times GR_4$. Συγκεκριμένα, κυριαρχικές x κυριαρχικές δράσεις υπήρξαν σε πέντε, αθροιστικές x κυριαρχικές σε τέσσερις και αθροιστικές x αθροιστικές σε τρεις από τις έξι διασταυρώσεις. Το πρότυπο των τριών παραμέτρων δεν μπόρεσε να ερμηνεύσει τα δεδομένα για το βάρος των καρυδιών. Από το πρότυπο των έξι παραμέτρων προκύπτουν σημαντικές ($P < 0.05$) δράσεις γονιδίων μόνο στις τρεις από τις έξι διασταυρώσεις. Στη διασταύρωση $GR_1 \times GR_2$ βρέθηκαν κυριαρχικές αλλά και αθροιστικές x αθροιστικές δράσεις των γονιδίων, στην $GR_1 \times IN_1$ αθροιστικές και αθροιστικές x κυριαρχικές, ενώ στην $GR_1 \times GR_5$ αθροιστικές, κυριαρχικές και αθροιστικές x αθροιστικές δράσεις.

Τα δεδομένα της ανάλυσης των γενεών για την αναλογία της απόδοσης σε ίνα εμφανίζονται στον Πίνακα 39. Από τα δεδομένα σχολιάζονται τα κατά την κρίση μας πιο ενδιαφέροντα. Έτσι, σημειώνονται οι σημαντικές κυριαρχικές δράσεις της διασταύρωσης $GR_1 \times IN_1$ που επιβεβαιώνουν όσα προηγουμένως συζητήθηκαν και ενδιαφέρουν για πιθανή αξιοποίηση του συγκεκριμένου γενετικού υλικού. Επίσης, ενδιαφέρον γενετικό υλικό φαίνεται να αποτελούν οι διασταυρώσεις $GR_1 \times GR_3$ και $GR_1 \times IN_2$ που εμφανίζουν σημαντική επιστατική αθροιστική x αθροιστική δράση, που σύμφωνα με τους Mather and Jinks (1977) υπονοεί ότι και οι δύο γονείς συνεισφέρουν γονίδια για την απόδοση σε ίνα.

Πίνακας 38: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για το βάρος 5 καρυδίων (γρ.) το 2005.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
Α. έλεγχος αναλογικότητας, απόκλισης από το πρότυπο αθροιστικής – κυριαρχικής δράσης.						
A	0.21	1.60	-0.68	2.06*	0.27	-1.47
B	-2.51*	-3.97**	-0.76	-4.99**	2.49*	-1.74
C	-8.67**	-5.28*	-3.36	-7.48**	-5.22**	-4.63**
D	-3.19**	-1.45	-0.97	-2.28**	-3.99**	-0.71
Β. κοινός έλεγχος αναλογικότητας τριών παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική δράση).						
m	27.32**	27.33**	27.65**	24.20**	30.13**	26.09**
a	0.44	0.84	0.74	-2.98	1.87	-1.42
d	0.73	1.06	0.58	-0.013	1.71	-0.54
X ²	0.24	0.51	0.05	0.52	0.24	0.64
Γ. κοινός έλεγχος αναλογικότητας, έξι παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική, επιστατική δράση).						
m	25.88**	26.85**	27.30**	22.69**	29.66**	25.67**
a	0.74	1.60†	-0.72	6.17*	-2.86**	1.45†
d	7.36*	4.41	2.61	4.97	9.67*	1.82
aa	6.37*	2.90	1.93	4.55†	7.98*	1.42
ad	1.36	2.78†	0.04	3.52**	-1.11	0.14
dd	-4.07	-0.53	-0.50	-1.63	-10.74†	1.79

Πίνακας 39: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για την αναλογία σε ίνα το 2005.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
Α. έλεγχος αναλογικότητας, απόκλισης από το πρότυπο αθροιστικής – κυριαρχικής δράσης.						
A	-0.24	4.14**	-2.48	-5.42**	1.17	-7.53**
B	-2.58*	1.82	0.66	-4.61**	-0.14	-4.48**
C	-6.67*	-4.07	-7.14*	-10.53**	0.73	-3.59
D	-1.92	-5.01**	-2.66*	-0.25	-0.15	4.21**
Β. κοινός έλεγχος αναλογικότητας τριών παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική δράση).						
m	43.03**	44.60**	42.49**	34.53**	44.17**	41.20**
a	0.72	1.00	-0.26	0.57	0.48	-0.68
d	-0.96	-1.91	1.09	-40.76**	0.47	1.13
X ²	0.28	0.96	0.43	142.36**	0.062	1.04
Γ. κοινός έλεγχος αναλογικότητας, έξι παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική, επιστατική δράση).						
m	41.73**	42.51**	41.91**	42.13**	44.44**	42.11**
a	-0.04	-0.29	-0.69	-1.57†	0.01	-0.65
d	3.24	7.91	6.80	1.73	0.61	-5.90
aa	3.85	10.03*	5.32	0.50	0.30	-8.43*
ad	1.17	1.16	-1.57	-0.40	0.65	-1.53
dd	-1.02	-15.99*	-3.50	9.53	-1.34	20.44*

Μια σύγκριση της αθροιστικής, κυριαρχικής και επιστατικής δράσης των γονιδίων δείχνει την αντίστοιχη σημασία αυτών των εκτιμήσεων στον τρόπο κληρονομικότητας του κάθε χαρακτηριστικού. Οι αθροιστικές επιδράσεις αντιπροσωπεύουν τη φαινοτυπική διαφορά μεταξύ δύο ομοζυγωτών και αντανakλούν τη συμβολή στην ενσωμάτωση ή αλλιώς στην αθροιστική γενετική παραλλακτικότητα. Οι κυριαρχικές επιδράσεις αντιπροσωπεύουν τη συνεισφορά στη μη ενσωματωμένη, κληρονομήσιμη παραλλακτικότητα και οι επιστατικές επιδράσεις αντανakλούν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μη αλληλομόρφων. Η φύση της δράσης των γονιδίων είναι σημαντικό να εξεταστεί, καθώς η ετέρωση είναι αποτέλεσμα των μη αθροιστικών γενετικών επιδράσεων, δηλ. της κυριαρχίας, της ημικυριαρχίας, της υπερκυριαρχίας ή της επίστασης. Οι Young and Murray (1966), Marani (1968), Al-Rawi and Kohel (1969), Meredith and Bridge (1972), και οι Tang et al. (1993a) ανέφεραν ότι η κυριαρχία ήταν η κύρια μορφή της δράσης των γονιδίων που ευθύνονταν για την ετέρωση σε F_1 υβρίδια για την απόδοση και τα συστατικά της. Άλλες μελέτες ανέφεραν την παρουσία επίστασης στην έκφραση της ετέρωσης (Lee et al., 1967, Al-Rawi and Kohel, 1969, Meredith and Bridge, 1972, Meredith, 1990), ενώ κάποιες άλλες μελέτες που συγκρίνανε F_1 , F_2 , και F_3 υβρίδια ανέφεραν ότι η υπεροχή των μη αθροιστικών επιδράσεων στην F_1 συνοδεύτηκε από αυξημένες αθροιστικές επιδράσεις στις F_2 και F_3 (Meredith and Bridge, 1973, Tang et al., 1993a). Τα αποτελέσματα αυτών των μελετών προέτρεψαν τους βελτιωτές να κατευθύνουν τις προσπάθειες τους στη συγκέντρωση των αθροιστικών επιδράσεων μέχρι την ανάπτυξη ενός εφικτού συστήματος παραγωγής υβριδίων (Lee et al., 1967, Meredith and Bridge, 1972). Άλλες μελέτες έχουν δείξει ότι η απόδοση του βαμβακιού και τα συστατικά της ελέγχονται από γονίδια των οποίων η δράση ήταν αθροιστική και μη αθροιστική. Οι Punitha et al. (1991) και οι Shakeel et al. (2001) βρήκαν ότι ο αριθμός των καρυδίων, το βάρος των καρυδίων και η απόδοση σε σπόρο επηρεάζονταν από γονίδια τα οποία δρούσαν μη αθροιστικά, ενώ οι Kumaresan et al. (1999) και οι Khan and Idris (1995) έδειξαν ότι τόσο η αθροιστική όσο και η μη αθροιστική δράση των γονιδίων ήταν σημαντικές για τον έλεγχο του αριθμού των καρυδίων και της απόδοσης σε σπόρο. Οι Miller και Marani (1963) ανέφεραν μικρές αλλά σημαντικές αποκλίσεις από τη γραμμική συσχέτιση στην F_2 για την απόδοση

σε ίνα και το βάρος των καρυδιών, υποδηλώνοντας την παρουσία επίστασης για αυτά τα χαρακτηριστικά. Οι Ahuja and Dhayal (2007) παρατήρησαν υπεροχή της μη αθροιστικής δράσης για την απόδοση και τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας στο βαμβάκι. Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι η βελτίωση αυτών των χαρακτηριστικών θα μπορούσε να επιτευχθεί μέσω της ετέρωσης.

5.5 Παραλλακτικότητα και συντελεστές κληρονομικότητας.

5.5.1 Χαρακτηριστικά απόδοσης

Τα συστατικά της παραλλακτικότητας καθώς και οι μετρήσεις της κληρονομικότητας (με τη στενή και την ευρεία έννοια) για τα χαρακτηριστικά της απόδοσης, της αναλογίας της ίνας, του βάρους των καρυδιών και των άλλων χαρακτηριστικών υπολογίστηκαν προκειμένου να διαφανεί η σημασία των διάφορων παραγόντων που καθορίζουν το φαινότυπο, το βαθμό δηλ. στον οποίο οι φαινότυποι των ατόμων καθορίζονται από τους γονότυπούς τους, καθώς και το βαθμό στον οποίο οι φαινότυποι καθορίζονται από τα αλληλόμορφα γονίδια που προέρχονται από τους γονείς (Falconer and MacKay, 1996). Στον πίνακα 40 παρουσιάζονται η φαινοτυπική παραλλακτικότητα (Var_P), η παραλλακτικότητα λόγω περιβάλλοντος (Var_E), η γονοτυπική παραλλακτικότητα (Var_G), η παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (Var_A) και στην κυριαρχική (Var_D) δράση των γονιδίων, ο συντελεστής κληρονομικότητας με τη στενή (h^2) και την ευρεία (H^2) έννοια, και ο γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για το συνολικό βάρος ανά φυτό σε γραμμάρια, στις έξι διασταυρώσεις την καλλιεργητική περίοδο 2005. Τα δεδομένα έδειξαν διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα, που σε τιμές GCV κυμάνθηκε από 22.2 έως 30.7%, που είναι υπεραρκετή για να αξιοποιηθεί σε προγράμματα βελτίωσης. Η γενετική αυτή διακύμανση κυμάνθηκε από 0.24 έως 0.49, δηλαδή συντελεστής κληρονομικότητας με την ευρεία έννοια (H ή H^2). Οι τιμές αυτές είναι χαρακτηριστικές ποσοτικού χαρακτηριστικού, όπως αναμενόταν, και έχουν αναφερθεί για διάφορες καλλιέργειες, συμπεριλαμβανομένου και του βαμβακιού. Οι Murray and Verhalen (1969) υπολόγισαν τους συντελεστές κληρονομικότητας, H^2 και h^2 , για την απόδοση σε ίνα και οι εκτιμήσεις τους κυμάνθηκαν από 0.00 έως 0.75 (h^2) και από 0.20 έως 0.82 (H^2), αντίστοιχα. Παρόμοιες εκτιμήσεις έχουν παρατηρηθεί σύμφωνα με τα

δεδομένα της αμφίπλευρης επιλογής που ήδη έχουν συζητηθεί τόσο σε επίπεδο ατομικού φυτού το 2005 (Πιν.8) όσο και σε επίπεδο πειραματικού τεμαχίου το 2006 (Πιν. 14). Οι εκτιμήσεις αυτές υπονοούν ότι η επιλογή από συγκεκριμένο γενετικό υλικό μπορεί να είναι αποτελεσματική στο μέτρο που αναμένεται για την απόδοση και ανάλογα με την πειραματική ακρίβεια κατά την αξιολόγηση, δηλαδή έλεγχο του περιβάλλοντος. Εκτιμήσεις για το συντελεστή κληρονομικότητας με τη στενή έννοια (h^2) παρατηρήθηκαν μόνο σε τρεις διασταυρώσεις (16 – 49%), ενώ παρατηρήθηκαν και αρνητικές τιμές, οι οποίες φυσικά σημαίνουν αδυναμία εκτίμησης. Το ίδιο ισχύει και για τις εκτιμήσεις της κυριαρχικής διακύμανσης για τις τρεις διασταυρώσεις, ενώ για τις άλλες τρεις που παρατηρήθηκαν συντελεστές h^2 ήταν εφικτή και η εκτίμηση της κυριαρχικής διακύμανσης (σ^2_d) που σε ποσοστό της σ^2_p ήταν 8, 3.3 και 7% αντίστοιχα. Ο επιμερισμός της γενετικής διακύμανσης v_g σε αθροιστική v_a και κυριαρχική v_d για τις τρεις διασταυρώσεις αντιστοιχούσε σε 66 και 34%, 93.7 και 6.3%, 82 και 18%. Ο βαθμός κυριαρχίας (degree dominance) (a) $=\sqrt{2\sigma^2_d/\sigma^2_A}$ για τις τρεις διασταυρώσεις ήταν 1, 0.37 και 0.67, που είναι ένδειξη πλήρους έως μερικής κυριαρχίας (dominance – partial dominance). Τα δεδομένα υπονοούν ότι η δημιουργία ποικιλιών “καθαρών σειρών” ή “μείγματος καθαρών σειρών” που επικρατούν στο βαμβάκι είναι καταρχήν η πιο αποτελεσματική χωρίς να αποκλείεται η περίπτωση ποικιλιών υβριδίων σε συγκεκριμένους συνδυασμούς.

Σχετικά με την αναλογία της ίνας, σύμφωνα με το συντελεστή κληρονομικότητας (H) που ήταν υψηλός για ποσοτικό χαρακτηριστικό, φαίνεται καταρχήν να σημαίνει ότι η επιλογή μπορεί να είναι αποτελεσματική. Όμως, η διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα (GCV) ήταν χαμηλή και ουσιαστικά ανεπαρκής για προγράμματα βελτίωσης. Προφανώς το μικρό μέγεθος δείγματος υπονοεί ότι οι εκτιμήσεις δεν ήταν αντιπροσωπευτικές και αξιόπιστες και τα δεδομένα έχουν μάλλον ενδεικτική σημασία.

Πίνακας 40: Παραλλακτικότητα φαινοτυπική (VarP), λόγω περιβάλλοντος (VarE), γονοτυπική (VarG), παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (VarA) και κυριαρχική (VarD) δράση των γονιδίων, συντελεστής κληρονομικότητας με τη στενή (h^2) και την ευρεία (H^2) έννοια και γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για το συνολικό βάρος (γρ.) ανά φυτό, για το βάρος (γρ.) πέντε καρυδίων ανά φυτό και για την % αναλογία ίνας, στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
α. Συνολικό βάρος φυτού.						
VarP	428.0	658.4	556.1	659.2	453.9	534.6
VarE	325.3	314.2	345.7	337.4	260.9	321.3
VarG	102.8	344.2	210.5	321.8	193.0	213.3
VarA	68.6	322.3	171.8	-	-	-
VarD	34.2	21.9	38.6	-	-	-
h^2 (%)	16.0	49.0	30.9	-	-	-
H^2 (%)	24.0	52.3	37.8	48.8	42.5	39.9
GCV(%)	22.2	26.4	27.5	30.7	27.4	30.7
β. Βάρος καρυδίων.						
VarP	13.0	22.2	19.4	14.5	22.2	15.4
VarE	11.0	13.7	12.2	10.1	15.6	8.4
VarG	2.0	8.5	7.2	4.3	6.5	7.1
VarA	-	-	-	-	-	5.9
VarD	-	-	-	-	-	1.2
h^2 (%)	-	-	-	-	-	38.0
H^2 (%)	15.1	38.4	36.9	29.8	29.4	45.7
GCV(%)	5.41	10.9	9.8	9.2	8.6	10.3
γ. % Αναλογία της ίνας.						
VarP	4.8	7.1	8.0	8.8	4.8	5.1
VarE	1.5	2.2	1.8	2.3	1.9	2.5
VarG	3.4	4.9	6.2	6.5	2.9	2.6
VarA	-	-	-	-	2.5	-
VarD	-	-	-	-	0.4	-
h^2 (%)	-	-	-	-	52.7	-
H^2 (%)	69.8	69.2	77.7	73.6	60.8	51.0
GCV(%)	4.4	5.2	5.9	6.0	3.8	3.8

Με – συμβολίζονται οι αρνητικές τιμές καθώς και εκείνες που είναι ίσες με το μηδέν.

5.6 Ανάλυση μέσων όρων γενεών για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας.

Στον Πίνακα 41 παρουσιάζεται η συμπεριφορά των έξι γονότυπων ως προς το μήκος, την ομοιομορφία, την αντοχή και το micronaire της ίνας το 2005. Ως προς το μήκος της ίνας, ο κοινός γονέας GR₁, ήταν γενικά υπέρτερος από όλους τους άλλους γονείς και, μάλιστα, διέφερε σημαντικά από τους GR₂, GR₃ και IN₁, σύμφωνα και με τα δεδομένα από τις εκτιμήσεις του πειράματος σε επίπεδο πειραματικού τεμαχίου (Πιν. 35). Παρατηρήθηκε σημαντική F₁ ετέρωση ως προς το μέσο όρο των γονέων στις διασταυρώσεις GR₁ x GR₂ και GR₁ x GR₅ με ποσοστά 2.31% και 2.18%, αντίστοιχα, ενώ δεν παρατηρήθηκε F₂ ετέρωση σε καμία από τις διασταυρώσεις. Η ύπαρξη ετέρωσης υποδηλώνει απόκλιση από το αθροιστικό πρότυπο. Οι BC₁ και BC₂ διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους σε τέσσερις από τις έξι διασταυρώσεις. Στις GR₁ x GR₃, GR₁ x GR₄ και GR₁ x IN₂ η BC₁ είχε μεγαλύτερο μήκος ίνας από την BC₂ κατά 4.97%, 4.44% και 3.66%, αντίστοιχα, ενώ μόνο στην GR₁ x GR₅ η BC₂ είχε μεγαλύτερο μήκος ίνας από την BC₁ κατά 2.76%. Ενδιαφέρον για βελτίωση έχει ο κοινός γονέας GR₁ ως δότης, όπως φαίνεται από τη συμπεριφορά της BC₂ στις διασταυρώσεις GR₁ x GR₂, GR₁ x GR₃ και GR₁ x GR₅ (Πιν. 41), αλλά και από τη συμπεριφορά της BC₂S στις διασταυρώσεις GR₁ x GR₂, GR₁ x GR₄ και GR₁ x IN₂ (Πιν. 34 του παραρτήματος).

Ο κοινός γονέας GR₁ είχε καλύτερη συμπεριφορά από όλους τους άλλους γονείς στις μεταξύ τους διασταυρώσεις και ως προς την ομοιομορφία της ίνας, μόνο όμως σε δύο η διαφορά αυτή ήταν σημαντική: στις GR₁ x GR₂ και GR₁ x IN₁ με ποσοστά 2.01% και 3.27%, αντίστοιχα. F₁ ετέρωση ως προς το μέσο όρο των γονέων παρατηρήθηκε μόνο στη διασταύρωση GR₁ x GR₂ (1.13%), ενώ δεν παρατηρήθηκε F₂ ετέρωση σε καμία από τις διασταυρώσεις, όπως και στην περίπτωση του μήκους της ίνας. Μεταξύ των BC₁ και BC₂ υπήρξαν διαφοροποιήσεις σε δύο διασταυρώσεις, τις GR₁ x GR₂ και GR₁ x GR₄, όπου η BC₁ είχε μεγαλύτερη ομοιομορφία της ίνας από την BC₂ κατά 1.30% και 1.01%, αντίστοιχα.

Σχετικά με την αντοχή της ίνας υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των γονέων στις πέντε από τις έξι διασταυρώσεις: στις GR₁ x GR₂, GR₁ x GR₄, GR₁ x GR₅ και GR₁ x IN₂ ο αντίστοιχος P₂ γονέας υπερερεύσε του κοινού γονέα κατά 3.86%, 3.62%, 11.23% και 4.90%, αντίστοιχα, ενώ το

αντίθετο παρατηρήθηκε στη διασταύρωση $GR_1 \times IN_1$, όπου ο γονέας GR_1 είχε μεγαλύτερη αντοχή ίνας κατά 7.75% από το γονέα IN_1 . Σημαντική F_1 ετέρωση, ως προς το μέσο όρο των γονέων, παρατηρήθηκε μόνο στη διασταύρωση $GR_1 \times GR_2$ (9.6%), ενώ οι τιμές της F_2 ήταν μικρότερες από τον μέσο όρο των γονέων σε όλες τις διασταυρώσεις. Στις διασταυρώσεις $GR_1 \times GR_4$ και $GR_1 \times IN_2$, η BC_1 είχε σημαντικά μεγαλύτερη αντοχή ίνας από την BC_2 κατά 6.08% και 4.13%, αντίστοιχα, ενώ στη διασταύρωση $GR_1 \times GR_5$ η BC_2 υπερετερούσε της BC_1 κατά 6.44%.

Σχετικά με το δείκτη λεπτότητας – ωριμότητας (micronaire), ο κοινός γονέας GR_1 διέφερε σημαντικά από τους αντίστοιχους γονείς στις διασταυρώσεις $GR_1 \times GR_3$, $GR_1 \times GR_4$, $GR_1 \times GR_5$ και $GR_1 \times IN_2$. Στην πρώτη διασταύρωση, ο κοινός γονέας GR_1 είχε μικρότερη τιμή από το γονέα GR_3 κατά 5.93%, ενώ στις υπόλοιπες τρεις διασταυρώσεις είχε μεγαλύτερες τιμές από τους αντίστοιχους γονείς κατά 19.95%, 8.39% και 21.37%. Η F_1 είχε μεγαλύτερες τιμές κατά 4.21% και 6.45% από το μέσο όρο των γονέων στις διασταυρώσεις $GR_1 \times GR_2$ και $GR_1 \times GR_4$, αντίστοιχα, και μικρότερη κατά 4.09% στη διασταύρωση $GR_1 \times IN_2$. Στην τελευταία διασταύρωση, η F_2 είχε σημαντικά μικρότερη τιμή από το μέσο όρο των γονέων με ποσοστό 9.24%. Η BC_1 είχε σημαντικά μεγαλύτερη τιμή από την BC_2 στις διασταυρώσεις $GR_1 \times GR_4$ και $GR_1 \times IN_2$, 8.75% και 13.32% αντίστοιχα, και σημαντικά μικρότερη τιμή στη διασταύρωση $GR_1 \times GR_3$ (8.80%). Τέλος, για το micronaire, θα πρέπει να επισημανθεί ότι δεν ισχύει το «όσο μεγαλύτερες τιμές τόσο το καλύτερο», καθώς οι καλύτερες τιμές του δείκτη κυμαίνονται μεταξύ 3.8 και 4.1.

Οι Wang et al. (2007), μελετώντας τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας, βρήκαν ότι η ετέρωση στην F_2 ήταν μικρότερη από ό,τι στην F_1 , και ο συντελεστής παραλλακτικότητας στην F_2 είχε υψηλότερη τιμή από τους δύο γονείς, υποδηλώνοντας έτσι την ύπαρξη μεγαλύτερης παραλλακτικότητας στην F_2 σε σχέση με τους γονείς και την F_1 . Επιπλέον, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι προκειμένου να χρησιμοποιηθεί η F_2 γενεά στην καλλιέργεια του βαμβακιού, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν γονείς με πολύ καλά χαρακτηριστικά ποιότητας καθώς και να υπάρχει μικρή διαφορά μεταξύ των γονέων ως προς αυτά τα χαρακτηριστικά. Η ετέρωση έναντι του μέσου όρου των γονέων στην F_2 γενεά κυμάνθηκε από -1.61% για την επιμήκυνση της ίνας έως 1.67%

για την αντοχή της ίνας. Το χαμηλό επίπεδο της ετέρωσης έδειξε ότι οι γενετικές επιδράσεις στην F_2 , ήταν σε ένα μεγάλο ποσοστό αθροιστικές. Η υψηλότερη τιμή της ετέρωσης στην F_1 ήταν 1.87% για το μήκος της ίνας. Αν και το F_1 υβρίδιο είχε υψηλή ετέρωση ως προς την απόδοση, η ετέρωση των χαρακτηριστικών της ποιότητας είχε χαμηλότερες τιμές όταν συγκρινόταν με εκείνη της απόδοσης και των συστατικών της, ενώ η συμπεριφορά της F_1 για τα περισσότερα χαρακτηριστικά της ποιότητας της ίνας ήταν παρόμοια με τη συμπεριφορά των δύο γονέων. Αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί και από προηγούμενες έρευνες, οι οποίες υποδηλώνουν ότι ο η δράση των γονιδίων για χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας στο βαμβάκι είναι κυρίως αθροιστική (Tang et al., 1993b), ή / και λιγότερο μη αθροιστική (Meredith, 1990).

Πίνακας 41: Μέσοι Όροι των έξι γονότυπων (P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , BC_1 και BC_2) για το μήκος (Α), την ομοιομορφία (Β), την αντοχή (Γ) και το micronaire (Δ) της ίνας, στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

(Α) Μήκος ίνας.		ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ				
Γονότυπος	$GR_1 \times GR_2$	$GR_1 \times GR_3$	$GR_1 \times GR_4$	$GR_1 \times IN_1$	$GR_1 \times GR_5$	$GR_1 \times IN_2$
P_1	31.80 a	31.82 ab	31.36 a	31.75 ab	31.33 bc	31.17 abc
P_2	30.41 b	29.88 d	30.86 ab	30.96 c	30.59 c	30.91 bc
F_1	31.84 a	31.19 bc	30.89 ab	31.74 ab	31.65 ab	31.33 ab
F_2	31.31 a	31.03 c	30.72 b	31.01 c	30.95 c	31.18 abc
BC_1	31.80 a	32.22 a	31.30 a	31.44 abc	31.17 bc	31.69 a
BC_2	31.62 a	30.62 c	29.91 c	31.14 bc	32.03 a	30.53 c
MP	31.10	30.85	31.11	31.55	30.96	31.04

(Β) Ομοιομορφία ίνας.		ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ				
Γονότυπος	$GR_1 \times GR_2$	$GR_1 \times GR_3$	$GR_1 \times GR_4$	$GR_1 \times IN_1$	$GR_1 \times GR_5$	$GR_1 \times IN_2$
P_1	86.37 a	86.05 ab	86.13 a	86.50 a	86.16 a	85.75 a
P_2	84.67 c	85.68 b	85.52 ab	83.76 d	86.07 a	85.50 a
F_1	86.50 a	85.59 b	86.01 a	85.31 bc	86.40 a	85.77 a
F_2	85.43 b	86.19 ab	85.87 a	85.61 b	86.21 a	85.47 a
BC_1	86.30 a	86.54 a	86.01 a	85.26 bc	85.94 a	85.76 a
BC_2	85.18 bc	86.24 ab	85.14 b	84.98 c	86.24 a	85.44 a
MP	85.52	85.86	85.82	85.13	86.11	85.62

Συνέχεια →

(Γ) Αντοχή ίνας.		ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ				
Γονότυπος	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
P₁	34.87 d	36.48 ab	36.50 b	36.00 a	36.06 c	36.11 b
P₂	36.27 bc	35.73 b	37.87 a	33.41 c	40.62 a	37.97 a
F₁	39.33 a	37.08 a	36.00 bc	34.64 b	39.33 b	35.83 b
F₂	35.55 cd	35.81 b	35.26 cd	34.70 b	36.80 c	34.66 c
BC₁	35.94 bcd	35.58 b	36.50 b	36.24 a	34.79 d	37.29 a
BC₂	37.10 b	36.22 ab	34.28 d	35.95 a	37.03 c	35.75 b
MP	35.57	36.10	37.18	34.70	38.34	37.04

Δ. Micronaire		ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ				
Γονότυπος	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
P₁	4.35 bc	4.28 c	4.51 a	4.30 a	4.65 a	4.60 a
P₂	4.52 ab	4.55 ab	3.76 d	4.15 ab	4.29 b	3.79 cd
F₁	4.63 a	4.46 bc	4.42 ab	4.13 ab	4.55 a	4.03 b
F₂	4.34 c	4.57 ab	4.02 c	4.20 a	4.31 b	3.84 c
BC₁	4.27 c	4.32 c	4.23 b	4.09 ab	4.42 ab	4.13 b
BC₂	4.31 c	4.70 a	3.86 d	3.98 b	4.26 b	3.58 d
MP	4.43	4.41	4.13	4.22	4.47	4.19

Ο έλεγχος αναλογικότητας (scaling test) με τις παραμέτρους A, B, C και D έδωσε μια πρώτη εικόνα για την ύπαρξη ή όχι επίστασης καθώς και για τον τύπο της δράσης των μη αλληλόμορφων (Πιν. 42). Για το μήκος της ίνας παρατηρήθηκαν σημαντικές επιστατικές δράσεις σε τέσσερις από τις έξι διασταυρώσεις. Ως προς τον τύπο της επίστασης, σημαντικές αθροιστικές x κυριαρχικές δράσεις υπήρξαν στις διασταυρώσεις GR₁ x GR₃, GR₁ x GR₄ και GR₁ x GR₅. Στην τελευταία διασταύρωση ανιχνεύτηκαν και επιστατικές δράσεις του τύπου αθροιστική x αθροιστική, ενώ κυριαρχική x κυριαρχική επίσταση εμφανίστηκε στη διασταύρωση GR₁ x IN₁.

Από το πρότυπο των έξι παραμέτρων προέκυψαν για το μήκος της ίνας αθροιστικές δράσεις σε τέσσερις από τις έξι διασταυρώσεις, τις GR₁ x GR₃, GR₁ x GR₄, GR₁ x GR₅ και GR₁ x IN₂. Για το μήκος της ίνας του βαμβακιού αναφέρεται στη βιβλιογραφία ότι η αθροιστική παραλλακτικότητα είναι

σημαντικότερη από τη μη αθροιστική (Miller and Marani, 1963, Ramey and Miller, 1966, Lee et al., 1967, Al-Rawi and Kohel, 1969, Al-Rawi and Kohel, 1970, Meredith and Bridge, 1972, Green and Culp, 1990, Tang et al., 1993b). Ειδικότερα, σύμφωνα με τον Quisenberry (1975), ο γενετικός έλεγχος για το μήκος των ινών περιείχε αθροιστική και μη αθροιστική παραλλακτικότητα, αλλά η πρώτη ήταν σε μεγαλύτερο ποσοστό. Έτσι, παρατηρήθηκε ότι το 41% της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας σε ποικιλίες Acala ήταν αθροιστική έναντι μόνο 13% για τις ποικιλίες που καλλιεργούνταν στο Τέξας. Αντιθέτως, έχει αναφερθεί ως σημαντικότερη και μη αθροιστική παραλλακτικότητα (Verhalen and Murray, 1967, Baker and Verhalen, 1973, May and Green, 1994, Cheatham et al., 2003). Οι May and Green (1994), με δεδομένα από τις F₂, F₃ και F₄ γενεές, αναφέρουν ότι για το μήκος της ίνας η κυριαρχική ήταν μεγαλύτερη από την αθροιστική παραλλακτικότητα. Οι Cheatham et al. (2003) με βάση το αθροιστικό - κυριαρχικό πρότυπο διαπίστωσαν ότι η γενετική παραλλακτικότητα για το μήκος της ίνας ήταν πρωτίστως κυριαρχική. Στα προηγούμενα δεδομένα δεν αναφέρθηκε επιστατική δράση εκτός από τους May and Green (1994), οι οποίοι ανέφεραν αθροιστική x αθροιστική επίσταση.

Για την ομοιομορφία της ίνας (Πιν. 43), στη διασταύρωση GR₁ x GR₂, από το scaling test φάνηκε ότι υπάρχει κυριαρχική x κυριαρχική επίσταση και από το πρότυπο των έξι παραμέτρων αθροιστική δράση των γονιδίων.

Σχετικά με την αντοχή της ίνας το scaling test έδειξε ότι υπήρξαν επιστατικές δράσεις στις πέντε από τις έξι διασταυρώσεις (Πιν. 44). Αθροιστικές x κυριαρχικές δράσεις υπήρξαν στις διασταυρώσεις GR₁ x GR₄, GR₁ x IN₁, GR₁ x GR₅ και GR₁ x IN₂, κυριαρχική x κυριαρχική επίσταση εμφανίστηκε στις διασταυρώσεις GR₁ x GR₂, GR₁ x GR₄, GR₁ x GR₅ και GR₁ x IN₂, και αθροιστική x αθροιστική επίσταση εμφανίστηκε στις διασταυρώσεις GR₁ x GR₂, GR₁ x IN₁, GR₁ x GR₅ και GR₁ x IN₂. Για το ίδιο χαρακτηριστικό, από το πρότυπο των έξι παραμέτρων φάνηκαν αθροιστικές δράσεις στις διασταυρώσεις GR₁ x GR₄, GR₁ x GR₅ και GR₁ x IN₂, ενώ κυριαρχικές δράσεις στις διασταυρώσεις GR₁ x GR₂, και GR₁ x IN₂. Επίσης, σημαντικές αθροιστικές x αθροιστικές δράσεις προέκυψαν για τις διασταυρώσεις GR₁ x IN₁ και GR₁ x IN₂, κυριαρχικές x κυριαρχικές δράσεις για τις διασταυρώσεις GR₁ x IN₁ και GR₁ x GR₅, ενώ αθροιστικές x κυριαρχικές δράσεις βρέθηκαν στη διασταύρωση GR₁ x IN₂.

Τέλος, για το micronaire (Πιν. 45), από το scaling test φάνηκε ότι δεν υπάρχει επίσταση, ενώ από το πρότυπο των έξι παραμέτρων φάνηκε αθροιστική δράση των γονιδίων στις διασταυρώσεις $GR_1 \times GR_3$, $GR_1 \times GR_4$ και $GR_1 \times IN_2$.

Γενικά, δεν προέκυψαν ενδείξεις ικανές να τεκμηριώσουν το γενετικό έλεγχο των χαρακτηριστικών ποιότητας της ίνας ώστε να βοηθήσουν στο σχεδιασμό και την υλοποίηση του προγράμματος βελτίωσης με το συγκεκριμένο υλικό.

Σχετικές μελέτες παρουσιάζουν αντικρουόμενα αποτελέσματα για τη δράση των γονιδίων που εμπεριέχουν την επίσταση, στην προσπάθειά τους να ερμηνεύσουν την ετέρωση. Οι Meredith και Bridge (1972) σημείωσαν ότι η αποτελεσματικότητα διερεύνησης της επίστασης εξαρτάται καταρχάς από το γενετικό υλικό που χρησιμοποιείται, από τα χαρακτηριστικά τα οποία μελετώνται και από το γενετικό πρότυπο που εφαρμόζεται κάθε φορά. Οι Miller και Marani (1963) ανέφεραν μικρές αλλά σημαντικές αποκλίσεις από τη γραμμική συσχέτιση στην F_2 για την αντοχή της ίνας, υποδηλώνοντας την παρουσία επίστασης. Ο Marani (1968) βρήκε για το μήκος της ίνας μικρές κυριαρχικές δράσεις τόσο σε διασταυρώσεις του *G. barbadense* όσο και του *G. hirsutum* καθώς και μερική επίσταση σε διασταυρώσεις με *G. barbadense*. Οι Baker and Verhalen (1975) ανέφεραν ότι οι μέσοι όροι της F_2 για όλα τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας που μελέτησαν ήταν σχεδόν παρόμοιοι με την F_1 και τους μέσους όρους των γονέων, ενώ οι αποκλίσεις στην F_2 ήταν μικρές και στατιστικά μη σημαντικές, υπονοώντας ότι οι αθροιστικές και οι κυριαρχικές επιδράσεις ήταν πιο σημαντικές από τις επιστατικές. Οι Wang et al., (2007) βρήκαν σημαντικές επιστατικές δράσεις για χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας, όπως ο δείκτης κοντών ινών, το μήκος, η ομοιομορφία, η ωριμότητα και η επιμήκυνση της ίνας, ενώ δεν εντόπισαν επίσταση για το micronaire της ίνας. Επιπλέον, διαπίστωσαν ότι για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας δεν υπήρξε μεγάλος διαχωρισμός και η συμπεριφορά του F_2 υβριδίου ήταν σχεδόν παρόμοια με εκείνη του F_1 υβριδίου, κάτι που θα μπορούσε να οδηγήσει σε εκμετάλλευση της F_2 . Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν το γεγονός ότι, αν και ανιχνεύτηκαν μη αθροιστικές επιδράσεις, οι αθροιστικές επιδράσεις παίζουν ένα σημαντικό ρόλο για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας στο συγκεκριμένο υλικό που μελετήθηκε.

Οι ίδιοι ερευνητές κατέληξαν στο ότι για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας το μεγαλύτερο ποσοστό της γενετικής παραλλακτικότητας οφείλεται στην αθροιστική δράση των γονιδίων.

Μη αθροιστική δράση για χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας, όπως το μήκος, η αντοχή και το micronaire, έχουν αναφερθεί από αρκετούς ερευνητές (Khan et al., 1991, Baloch et al., 1997, Hassan et al., 1999, Hassan et al., 2000). Οι Ahuja and Dhayal (2007) παρατήρησαν υπεροχή της μη αθροιστικής δράσης για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας στο βαμβάκι. Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι η βελτίωση αυτών των χαρακτηριστικών θα μπορούσε να επιτευχθεί μέσω της ετέρωσης. Οι Pathak (1975), Rehman et al., (1993), Babar and Khan (1999) και Mukhtar et al., (2000) ανέφεραν αθροιστικές και κυριαρχικές γενετικές επιδράσεις για τη λεπτότητα της ίνας, ενώ οι Innes et al., (1975) και οι Pavaasia et al., (1999) ανέφεραν ότι το χαρακτηριστικό αυτό ελεγχόταν από την αθροιστική δράση των γονιδίων. Ομοίως, οι Ahmad et al., (2003) κατέληξαν στο ότι η λεπτότητα και η αντοχή της ίνας ελέγχονταν από αθροιστική δράση, ενώ βρήκαν υπερκυριαρχία για το μήκος της ίνας. Τα αποτελέσματα των Murtaza et al., (2004) και των Rahman and Malik (2008) ενισχύουν αυτά της παρούσας εργασίας, καθώς αναφέρουν αθροιστικές και κυριαρχικές επιδράσεις για την αντοχή της ίνας. Για το ίδιο χαρακτηριστικό, ο Pathak (1975) και οι Hendawy et al., (1999) ανέφεραν αθροιστικές και κυριαρχικές καθώς και αθροιστικές x αθροιστικές δράσεις. Οι Kohel et al., (2001) αναγνώρισαν τέσσερα QTLs με αθροιστικές δράσεις για την αντοχή της ίνας. Σχετικά με το μήκος της ίνας στην παρούσα εργασία η δράση των γονιδίων ήταν αθροιστική στις τέσσερις από τις έξι διασταυρώσεις. Η αθροιστική και κυριαρχική δράση των γονιδίων για το μήκος της ίνας έχει επίσης αναφερθεί και από άλλους μελετητές (Nistor and Nistor, 1999, Babar and Khan, 1999). Από την άλλη μεριά, οι Singh and Yadavendra (2002) ανέφεραν αθροιστικές, κυριαρχικές καθώς και αθροιστικές x αθροιστικές και αθροιστικές x κυριαρχικές δράσεις για το μήκος της ίνας. Ο Pathak (1975) ανέδειξε την παρουσία κυριαρχικής και κυριαρχικής x κυριαρχικής δράσης των γονιδίων για τον έλεγχο του μήκους της ίνας, ενώ και οι Murtaza et al., (2004) ανέφεραν επιστατικές δράσεις για το μήκος της ίνας.

Οι διαφορετικές μορφές της δράσης των γονιδίων σε διαφορετικές μελέτες για το ίδιο χαρακτηριστικό μπορεί να οφείλονται στο διαφορετικό

γενετικό υπόβαθρο των γονέων καθώς και στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ γονότυπων και περιβάλλοντος.

Πίνακας 42: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για το μήκος της ίνας το 2005.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
A. έλεγχος αναλογικότητας, απόκλισης από το πρότυπο αθροιστικής – κυριαρχικής δράσης.						
A	-0.05	1.44*	0.35	-0.61	-0.63	0.88
B	1.00	0.17	-1.94*	-0.42	1.82*	-1.19
C	-0.67	0.03	-1.14	-2.14*	-1.43	-0.02
D	-0.81	-0.79	0.23	-0.56	-1.31*	0.14
B. κοινός έλεγχος αναλογικότητας τριών παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική δράση).						
m	31.32**	30.89**	30.93**	31.27**	31.03**	31.00**
a	-0.43	-1.08	-0.53	-0.39	-0.12	-0.39
d	0.58	0.54	-0.22	0.22	0.71	0.29
X ²	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Γ. κοινός έλεγχος αναλογικότητας, έξι παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική, επιστατική δράση).						
m	31.31**	31.03**	30.72**	31.01**	30.95**	31.18**
a	0.17	1.61*	1.39*	0.30	-0.86*	1.17*
d	2.36	1.93	-0.67	1.50	3.31	0.00
aa	1.62	1.58	-0.45	1.11	2.62	-0.29
ad	-0.52	0.64	1.14	-0.09	-1.22	1.04
dd	-2.57	-3.19	2.04	-0.08	-3.80	0.60

Πίνακας 43: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για την ομοιομορφία της ίνας το 2005.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
<i>A. έλεγχος αναλογικότητας, απόκλισης από το πρότυπο αθροιστικής – κυριαρχικής δράσης.</i>						
A	-0.26	1.44	-0.12	-1.29	-0.67	-0.01
B	-0.81	1.22	-1.25	0.88	0.01	-0.40
C	-2.31*	1.85	-0.21	1.53	-0.20	-0.91
D	-0.62	-0.40	0.58	0.97	0.23	-0.25
<i>B. κοινός έλεγχος αναλογικότητας τριών παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική δράση).</i>						
m	85.39**	85.98**	85.66**	85.19**	86.07**	85.59**
a	-0.94	-0.19	-0.48	-1.15	-0.0002	-0.16
d	0.89	0.38	0.15	0.16	0.22	0.09
X ²	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Γ. κοινός έλεγχος αναλογικότητας, έξι παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική, επιστατική δράση).</i>						
m	85.43**	86.19**	85.87**	85.61**	86.21**	85.47**
a	1.12*	0.30	0.87	0.28	-0.29	0.32
d	2.22	0.53	-0.97	-1.76	-0.18	0.64
aa	1.24	0.80	-1.16	-1.94	-0.46	0.50
ad	0.27	0.11	0.56	-1.09	-0.34	0.20
dd	-0.17	-3.46	2.53	2.35	1.13	-0.09

Πίνακας 44: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για την αντοχή της ίνας το 2005.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
Α. έλεγχος αναλογικότητας, απόκλισης από το πρότυπο αθροιστικής – κυριαρχικής δράσης.						
A	-2.31	-2.41	0.50	1.84	-5.80**	2.64**
B	-1.38	-0.37	-5.32**	3.84**	-5.89**	-2.30*
C	-7.58**	-3.11	-5.32*	0.10	-8.14**	-7.09**
D	-1.95*	-0.16	-0.25	-2.79**	1.77*	-3.72**
Β. κοινός έλεγχος αναλογικότητας τριών παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική δράση).						
m	35.17**	35.91**	36.74**	35.27**	37.62**	36.97**
a	0.69	-0.20	-0.038	-0.91	2.42	0.40
d	3.56	0.66	-1.82	0.20	0.24	-1.30
X ²	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Γ. κοινός έλεγχος αναλογικότητας, έξι παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική, επιστατική δράση).						
m	35.55**	35.81**	35.26**	34.70**	36.80**	34.66**
a	-1.16	-0.64	2.22*	0.29	-2.24*	1.54*
d	7.65*	1.30	-0.68	5.50	-2.56	6.22*
aa	3.89	0.33	0.50	5.58*	-3.55	7.44*
ad	-0.46	-1.02	2.91	-1.00	0.04	2.47*
dd	-0.20	2.45	4.31	-11.26*	15.23*	-7.78

Πίνακας 45: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για το micronaire της ίνας το 2005.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
Α. έλεγχος αναλογικότητας, απόκλισης από το πρότυπο αθροιστικής – κυριαρχικής δράσης.						
A	-0.44	-0.09	-0.48	-0.25	-0.36	-0.37
B	-0.53	0.40	-0.46	-0.32	-0.32	-0.66
C	-0.77	0.54	-1.03	0.09	-0.82	-1.09
D	0.10	0.12	-0.05	0.33	-0.07	-0.03
Β. κοινός έλεγχος αναλογικότητας τριών παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική δράση).						
m	4.35	4.35	4.02	4.21	4.43	4.11
a	0.048	0.007	-0.34	-0.094	-0.16	-0.40
d	0.10	0.14	0.19	-0.23	-0.046	-0.28
X ²	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Γ. κοινός έλεγχος αναλογικότητας, έξι παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική, επιστατική δράση).						
m	4.34**	4.57**	4.02**	4.20**	4.31**	3.84**
a	-0.04	-0.38**	0.37*	0.12	0.16	0.55*
d	-0.01	-0.19	0.38	-0.76	0.22	-0.11
aa	-0.20	-0.23	0.10	-0.66	0.14	0.05
ad	0.04	-0.24	-0.01	0.04	-0.02	0.14
dd	1.17	-0.07	0.83	1.23	0.54	0.98

5.7 Παραλλακτικότητα και συντελεστές κληρονομικότητας για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας.

Τα συστατικά της παραλλακτικότητας καθώς και οι μετρήσεις της κληρονομικότητας (με τη στενή και την ευρεία έννοια) για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας υπολογίστηκαν προκειμένου να διαφανεί η σημασία των διάφορων παραγόντων που καθορίζουν το φαινότυπο, το βαθμό δηλ. στον οποίο οι φαινότυποι των ατόμων καθορίζονται από τους γονότυπους τους, καθώς και το βαθμό στον οποίο οι φαινότυποι καθορίζονται από τα αλληλόμορφα γονίδια που διαβιβάζονται από τους γονείς (Falconer and MacKay, 1996). Στους πίνακες 46 – 49, παρουσιάζονται η φαινοτυπική παραλλακτικότητα (VarP), η παραλλακτικότητα λόγω περιβάλλοντος (VarE), η γονοτυπική παραλλακτικότητα (VarG), η παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (VarA) και στην κυριαρχική (VarD) δράση των γονιδίων, ο συντελεστής κληρονομικότητας με τη στενή (HerN% ή h^2) και την ευρεία (HerB% ή H^2) έννοια και ο γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας, στις έξι διασταυρώσεις την καλλιεργητική περίοδο 2005. Τα δεδομένα για την αντοχή της ίνας παρουσιάζονται στον πίνακα 46. Η εκτίμηση όλων των παραμέτρων ήταν εφικτή για τις δύο από τις έξι διασταυρώσεις. Σύμφωνα με τα δεδομένα, ο συντελεστής κληρονομικότητας H^2 κυμάνθηκε και για τις έξι διασταυρώσεις από 0.37 έως 0.51, με μέσο όρο 0.46, ποσοστά ικανοποιητικά, που αρχικά υπονοούν ότι η επιλογή μπορεί να είναι αποτελεσματική. Όμως, η διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα (GCV%) ήταν χαμηλή και ουσιαστικά ανεπαρκής για προγράμματα βελτίωσης. Η παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική δράση των γονιδίων αποτελούσε το 56% και 83% της συνολικής γονοτυπικής παραλλακτικότητας για τις διασταυρώσεις $GR_1 \times GR_4$, και $GR_1 \times IN_1$, αντίστοιχα.

Παρόμοια ήταν η εικόνα και για τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας. Έτσι, ενώ ο συντελεστής κληρονομικότητας H^2 ήταν υψηλός και έδειξε ότι υπάρχει καταρχήν γενετική παραλλακτικότητα για το μήκος της ίνας (Πιν. 47), την ομοιομορφία (Πίν. 48) και το micronaire (Πιν. 49), εντούτοις υπήρξε αδυναμία διαφοροποίησης της παραλλακτικότητας σε αθροιστική και κυριαρχική. Ο συντελεστής H^2 έδειξε ότι πρόκειται για ποσοστικά χαρακτηριστικά, όπως και η απόδοση, όμως, η διαθέσιμη γενετική

παραλλακτικότητα (GCV%) ήταν πολύ μικρή για όλα τα χαρακτηριστικά εκτός από το micronaire (Πιν. 49). Στην τελευταία περίπτωση, παρά την αδυναμία επιμερισμού της γενετικής διακύμανσης στα συστατικά της, ο συντελεστής H^2 ήταν ικανοποιητικά υψηλός σε τρεις διασταυρώσεις ($GR_1 \times GR_4$, $GR_1 \times IN_1$ και $GR_1 \times IN_2$) και η διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα (GCV%) οριακά ικανοποιητική, ώστε κάποιο από το συγκεκριμένο γενετικό υλικό να αξιοποιηθεί περαιτέρω. Τέλος, η παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική δράση των γονιδίων αποτελούσε το 82% και 80% της συνολικής γονοτυπικής παραλλακτικότητας στη διασταύρωση $GR_1 \times IN_2$ για το μήκος της ίνας και το micronaire αντίστοιχα, και το 34% στη διασταύρωση $GR_1 \times GR_4$ για την ομοιομορφία της ίνας.

Οι εκτιμήσεις της κληρονομικότητας με τη στενή έννοια είναι ιδιαίτερα σημαντικές στη βελτίωση του βαμβακιού, καθώς χαρακτηριστικά όπως το μήκος, η αντοχή, η επιμήκυνση και το micronaire της ίνας επηρεάζονται πολύ από την αθροιστική γενετική παραλλακτικότητα (May, 1999). Σε μια ανασκόπηση μελετών της κληρονομικότητας, ο May (1999) αναφέρει ότι το εύρος των τιμών του συντελεστή κληρονομικότητας, H^2 και h^2 , κυμάνθηκε από 0.10 έως 1.00 για το μήκος, από 0.10 έως 0.90 για την αντοχή, από 0.21 έως 0.90 για την επιμήκυνση και από 0.08 έως 0.87 για το micronaire. Οι Murray και Verhalen (1969) υπολόγισαν συντελεστές κληρονομικότητας, H^2 και h^2 , για το micronaire και την αντοχή της ίνας. Οι εκτιμήσεις για το micronaire ήταν από 0.00 έως 0.46 (h^2) και από 0.00 έως 0.02 (H^2), αντίστοιχα, και για την αντοχή της ίνας από 0.00 έως 0.19 και από 0.10 έως 0.24, αντίστοιχα.

Οι μεσαίες τιμές της κληρονομικότητας με την ευρεία έννοια (με εξαίρεση το Micronaire) που βρέθηκαν σε αυτήν την εργασία δείχνουν ότι η βελτίωση για το χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας μπορεί να επιτευχθεί εάν ένα μέρος της γενετικής παραλλακτικότητας είναι αθροιστική. Μεσαίες με σχετικά υψηλές τιμές των συντελεστών κληρονομικότητας ($H^2 > 0.50$ και $h^2 > 0.50$) για το μήκος της ίνας έχουν αναφερθεί από αρκετούς ερευνητές στο παρελθόν (May, 1999, May and Jividen, 1999, Herring et al., 2004). Ομοίως, οι Vyahalkar et al., (1984), βρήκαν μεσαίες προς υψηλές τιμές του συντελεστή κληρονομικότητας με τη στενή έννοια για την αντοχή, το μήκος και την λεπτότητα της ίνας στο βαμβάκι, ενώ και ο Ulloa (2006) ανέφερε υψηλό συντελεστή κληρονομικότητας (>0.78) για τη λεπτότητα, το μήκος και την

αντοχή της ίνας. Όμως, οι περισσότερες από τις εκτιμήσεις του συντελεστή κληρονομικότητας με τη στενή έννοια σε αυτήν την εργασία ήταν χαμηλές, κάτι που υποδεικνύει ότι ο τρόπος κληρονομικότητας είναι σύνθετος και ότι η επιλογή των μεμονωμένων φυτών σε έναν πληθυσμό F_2 με βελτιωμένα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας δεν θα είναι τόσο απλή, όπως φαίνεται από τις εκτιμήσεις του συντελεστή κληρονομικότητας με την ευρεία έννοια.

Πίνακας 46: Παραλλακτικότητα: φαινοτυπική (VarP), περιβάλλοντος (VarE), γονοτυπική (VarG), παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (VarA) και κυριαρχική (VarD) δράση των γονιδίων, συντελεστής κληρονομικότητας με τη στενή (h^2) και την ευρεία (H^2) έννοια, και γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για την αντοχή της ίνας, στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR1 x GR2	GR1 x GR3	GR1 x GR4	GR1 x IN1	GR1 x GR5	GR1 x IN2
VarP	5.7	5.4	7.0	4.7	5.9	3.8
VarE	3.57	3.1	3.7	2.4	3.2	1.9
VarG	2.17	2.3	3.3	2.3	2.7	1.9
VarA	-	-	1.9	1.9	-	-
VarD	-	-	1.4	0.4	-	-
$H^2(\%)$	-	-	26.7	40.7	-	-
$H^2(\%)$	37.6	43.3	47.3	49.0	45.8	50.8
GCV(%)	4.2	4.3	5.2	4.4	4.5	4.0

Πίνακας 47: Παραλλακτικότητα: φαινοτυπική (VarP), περιβάλλοντος (VarE), γονοτυπική (VarG), παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (VarA) και κυριαρχική (VarD) δράση των γονιδίων, συντελεστής κληρονομικότητας με τη στενή (h^2) και την ευρεία (H^2) έννοια, και γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για το μήκος της ίνας, στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR1 x GR2	GR1 x GR3	GR1 x GR4	GR1 x IN1	GR1 x GR5	GR1 x IN2
VarP	2.2	1.8	2.1	1.7	2.0	2.1
VarE	1.2	0.9	1.0	1.0	1.3	0.9
VarG	1.0	0.9	1.1	0.7	0.7	1.2
VarA	-	-	-	-	-	0.9
VarD	-	-	-	-	-	0.2
$h^2(\%)$	-	-	-	-	-	45.1
$H^2(\%)$	46.5	50.3	51.1	39.6	36.9	55.3
GCV(%)	3.2	3.0	3.4	2.6	2.8	3.5

Πίνακας 48: Παραλλακτικότητα: φαινοτυπική (VarP), περιβάλλοντος (VarE), γονοτυπική (VarG), παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (VarA) και κυριαρχική (VarD) δράση των γονιδίων, συντελεστής κληρονομικότητας με τη στενή (h^2) και την ευρεία (H^2) έννοια, και γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για την ομοιομορφία της ίνας, στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR1 x GR2	GR1 x GR3	GR1 x GR4	GR1 x IN1	GR1 x GR5	GR1 x IN2
VarP	2.3	3.1	2.0	3.1	2.1	2.3
VarE	1.4	1.8	1.2	1.7	1.3	1.4
VarG	0.9	1.3	0.8	1.4	0.8	0.9
VarA	-	-	0.3	-	-	-
VarD	-	-	0.5	-	-	-
h^2 (%)	-	-	13.9	-	-	-
H^2 (%)	39.9	41.2	40.8	45.6	38.0	41.3
GCV(%)	1.1	1.3	1.0	1.4	1.0	1.1

Πίνακας 49: Παραλλακτικότητα: φαινοτυπική (VarP), περιβάλλοντος (VarE), γονοτυπική (VarG), παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (VarA) και κυριαρχική (VarD) δράση των γονιδίων, συντελεστής κληρονομικότητας με τη στενή (h^2) και την ευρεία (H^2) έννοια, και γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για το Micronaire της ίνας, στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR1 x GR2	GR1 x GR3	GR1 x GR4	GR1 x IN1	GR1 x GR5	GR1 x IN2
VarP	0.15	0.21	0.24	0.25	0.22	0.23
VarE	0.09	0.11	0.04	0.07	0.09	0.08
VarG	0.07	0.10	0.20	0.18	0.13	0.15
VarA	-	-	-	-	-	0.12
VarD	-	-	-	-	-	0.03
h^2 (%)	-	-	-	-	-	53.0
H^2 (%)	43.8	45.9	82.4	71.1	57.9	64.8
GCV(%)	5.9	6.8	11.0	10.0	8.3	10.2

6. ΓΕΝΙΚΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ύπαρξη γενετικής παραλλακτικότητας είναι η απαραίτητη προϋπόθεση ενός εφαρμοσμένου προγράμματος δημιουργίας ποικιλιών για κάθε καλλιεργούμενο φυτό, φυσικά και για το βαμβάκι. Η γενετική βάση των εμπορικά πετυχημένων ποικιλιών για τις καλλιέργειες μείζονος οικονομικής σημασίας, μεταξύ των οποίων συμπεριλαμβάνεται και το βαμβάκι είναι περιορισμένη και ο κίνδυνος τόσο της γενετικής ευπάθειας αλλά και της παρατηρούμενης μείωσης της έχει αναφερθεί από πολλούς ερευνητές (National Academy of Sciences, 1972, Hammons, 1976, Walsh, 1981, Bowman et al., 1996, Rahman et al., 2002). Ειδικότερα για το βαμβάκι, η γενετική ομοιομορφία των σύγχρονων ποικιλιών είναι ήδη πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με τις αντίστοιχες της δεκαετίας του 60 (Van Esbroeck et al., 1988). Επιπλέον, η γενετική αυτή ομοιομορφία συνεχώς αυξάνεται (Van Esbroeck and Bowman, 1998) και θεωρείται ως ο κύριος παράγοντας της μειωμένης γενετικής προόδου που παρατηρείται στα σύγχρονα προγράμματα βελτίωσης (Meredith, 1991, Meredith et al., 1997). Οι προηγούμενες αναφορές δίνουν έμφαση στην ανάγκη δημιουργίας γενετικής παραλλακτικότητας με την κατά το δυνατόν αξιοποίηση γενετικού υλικού με τη μικρότερη δυνατή γενετική συγγένεια.

Οι Dudley and Moll (1969) περιέγραψαν με σαφήνεια τις αναγκαίες προϋποθέσεις για την επιτυχή οργάνωση ενός προγράμματος γενετικής βελτίωσης που αποβλέπει στη δημιουργία ποικιλιών. Συγκεκριμένα, δίνουν έμφαση στην εκλογή του πλέον κατάλληλου γενετικού υλικού, το οποίο γρήγορα και αποτελεσματικά θα οδηγήσει στη δημιουργία των επιθυμητών ποικιλιών. Έτσι, τίθεται το θέμα ποιο γενετικό υλικό θα χρησιμοποιηθεί από τη διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα ή πώς θα δημιουργηθεί αυτό το υλικό, δηλαδή με ποιούς από τους γονείς – δότες, που με υβριδισμό θα συνθέσουν νέα γενετική παραλλακτικότητα. Στη συνέχεια, είναι απαραίτητο να μελετηθεί η αγρονομική συμπεριφορά (απόδοση, ανθεκτικότητα, ποιότητα προϊόντος κ.λ.π.). Επιπλέον, απαραίτητη είναι η μελέτη γενετικής δομής σχετικά με την ύπαρξη διαθέσιμης γενετικής παραλλακτικότητας και του τρόπου κληρονόμησης.

Ακριβώς αυτό επιδιώχθηκε στη συγκεκριμένη εργασία. Έτσι, επιλέχθηκε γενετικό υλικό από εμπορικά πετυχημένες ποικιλίες βαμβακιού

που δημιουργήθηκαν από διαφορετικά προγράμματα. Αυτό, κατά τεκμήριο, υπονοεί γενετική διαφοροποίηση ή τουλάχιστον λογική έλλειψη στενής ή πλήρους γενετικής συγγένειας. Ακολουθήθηκε μεν η συνήθης βελτιωτική στρατηγική με την πρόβλεψη χρησιμοποίησης ποικιλιών – γονέων από την Ινδία. Στη συνέχεια, έγινε η γενετική ανάλυση σε δύο επίπεδα. Την κλασική, απλή και γρήγορη προσέγγιση της αμφίπλευρης μαζικής επιλογής, όπως έχει προταθεί από τους Falconer and Mackay (1996), καθώς και την ανάλυση μέσω των όρων γενεών (Anderson and Kempthorne, 1954, Hayman, 1958, Hayman, 1960, Gamble, 1962b, Gardner and Eberhart, 1966a, Mather and Jinks, 1982).

Τα δεδομένα της αμφίπλευρης επιλογής, με βάση το ατομικό φυτό ως μονάδα αξιολόγησης, είχαν ως αποτέλεσμα ουσιαστική διαφοροποίηση μεταξύ υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών φυτών, με τα υψηλοαποδοτικά να έχουν περίπου τετραπλάσια απόδοση σε σχέση με τα χαμηλοαποδοτικά. Τα δεδομένα είναι μια ένδειξη ύπαρξης γενετικής παραλλακτικότητας και επομένως δυνατότητα αποτελεσματικής επιλογής. Ο συντελεστής κληρονομικότητας ήταν στα αναμενόμενα επίπεδα με τιμές από 0.38 έως 0.60 (Πιν. 8). Σχετικά με την πρωιμότητα, τα δεδομένα έδειξαν ύπαρξη γενετικής παραλλακτικότητας και τιμές συντελεστή κληρονομικότητας από 0.54 έως 0.83, που είναι ένδειξη δυνατότητας για αποτελεσματική επιλογή. Τα δεδομένα αμφίπλευρης επιλογής είχαν ως αποτέλεσμα τη διαφοροποίηση των πρώιμων από τα όψιμα φυτά από 14 έως 19 ημέρες (Πιν. 9). Επομένως αποτελεί μια ένδειξη για αναμενόμενη δυνατότητα αποτελεσματικής επιλογής για πρωιμότητα. Επίσης, επιλογή από το συνδυασμό πρωιμότητας και απόδοσης (Πιν. 10) φαίνεται να είναι εφικτή, ενώ αντίθετα από το συνδυασμό απόδοσης με οψιμότητα δε φαίνεται εφικτή στο συγκεκριμένο γενετικό υλικό για τις συγκεκριμένες συνθήκες. Τέλος, για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας τα δεδομένα της αμφίπλευρης επιλογής έδειξαν ύπαρξης γενετικής παραλλακτικότητας μεταξύ των F_2 φυτών για όλα τα χαρακτηριστικά ποιότητας σε όλες σχεδόν τις διασταυρώσεις (Πίν. 11).

Τα δεδομένα της αμφίπλευρης επιλογής γενικά επιβεβαιώθηκαν από την αξιολόγηση σε πειράματα με επαναλήψεις. Στην απόδοση, διατηρήθηκε η διαφοροποίηση μεταξύ υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών (HY vs LY) σε τρεις από τις έξι διασταυρώσεις τόσο το 2006 (ως F_3 γονότυποι) όσο και το

2007 (ως F₄ γονότυποι). Μόνο μία όμως από τις τρεις διασταυρώσεις έδειξε σταθερή συμπεριφορά ως προς τη διαφοροποίηση και τα δύο έτη. Τα προηγούμενα δεδομένα είναι μια ένδειξη ικανοποιητικής συμπεριφοράς, αλλά συγχρόνως αντικατοπτρίζουν και την αναμενόμενη ασυνέπεια των δεδομένων που προέκυψαν από τον περιορισμένο πειραματισμό. Επαναλαμβανόμενα πειράματα είναι βέβαιο ότι θα επέτρεπαν ασφαλέστερα συμπεράσματα. Για τους γονότυπους που συνδύαζαν απόδοση και πρωιμότητα (YHE και YLE) παρατηρήθηκε διαφοροποίηση σε δύο διασταυρώσεις το 2006 και σε τέσσερις το 2007.

Ως προς την πρωιμότητα, η διαφοροποίηση των πρώιμων και όψιμων γονότυπων παρατηρήθηκε και για τις έξι διασταυρώσεις και για τις δύο καλλιεργητικές περιόδους. Επίσης, διαφοροποίηση ως προς την πρωιμότητα παρατηρήθηκε και μεταξύ HY και LY γονότυπων στις ίδιες πέντε από τις έξι διασταυρώσεις και τα δύο έτη αξιολόγησης, με τους υψηλοαποδοτικούς γονότυπους να είναι οψιμότεροι από τους χαμηλοαποδοτικούς, όπως αναμενόταν. Η συμπεριφορά των YHE και YLE γονότυπων διαφοροποιήθηκε στις πέντε το 2006 και στις έξι το 2007 διασταυρώσεις, με τους YHE να είναι πιο πρώιμοι από τους YLE. Τα δεδομένα μας είναι μια ενθαρρυντική ένδειξη ότι είναι δυνατός ο συνδυασμός απόδοσης με πρωιμότητα, γεγονός ιδιαίτερα επιθυμητό για τις ελληνικές αγρονομικές συνθήκες, ειδικότερα όταν επιδιώκεται μείωση κόστους.

Ανάλογα ήταν και τα δεδομένα από την αξιολόγηση των F₃ και F₄ γονότυπων σχετικά με τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας. Έτσι, οι HQ και LQ γονότυποι, διαφοροποιήθηκαν ως προς το μήκος της ίνας σε πέντε και σε τρεις από τις έξι διασταυρώσεις το 2006 και 2007, αντίστοιχα. Ως προς την ομοιομορφία σε πέντε το 2006 και σε δύο το 2007 διασταυρώσεις, ως προς την αντοχή και ως προς το micronaire σε τέσσερις διασταυρώσεις και τα δύο έτη αξιολόγησης. Ως προς την αξία χρήσης, οι HQ γονότυποι είχαν καλύτερη βαθμολογία από τους LQ σε πέντε το 2006 και σε τέσσερις το 2007 από τις έξι διασταυρώσεις, αντίστοιχα. Συνοψίζοντας τα δεδομένα από την απλή προσέγγιση της ποσοτικής γενετικής ανάλυσης με βάση την αμφίπλευρη μαζική επιλογή τα δεδομένα ήταν ενθαρρυντικά. Προέκυψαν ενδείξεις ότι το συγκεκριμένο γενετικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία

γενετικής παραλλακτικότητας έχει τις προϋπόθεσης να αξιοποιηθεί σε εφαρμοσμένα προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών.

Τα προηγούμενα δεδομένα της αμφίπλευρης επιλογής είναι μια απλή προσέγγιση με άμεση εφαρμογή σε ένα εφαρμοσμένο πρόγραμμα δημιουργίας ποικιλιών που έχει ως σκοπό την άμεση και κατά το δυνατόν ταχύτερη αξιοποίηση του γενετικού υλικού. Αντιθέτως, η μεσοπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη βελτιωτική στρατηγική προϋποθέτει λεπτομερή γενετική ανάλυση τόσο της απόδοσης και των χαρακτηριστικών της όσο και των λοιπών χαρακτηριστικών, όπως η πρωιμότητα και τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας. Η ανάλυση των μέσων όρων γενεών είναι η πιο κατάλληλη μέθοδος για την απόκτηση των πληροφοριών σχετικά με τη γενετική διακύμανση και τα επιμέρους συστατικά της. Αυτό σε συνδυασμό με τις ανάλογες γενετικές παραμέτρους δίνει τη δυνατότητα να επιλεγεί η πλέον αποτελεσματική μεθοδολογία.

Σύμφωνα με τα δεδομένα μας, η ανάλυση των γενετικών επιδράσεων έδειξε ότι ένα απλό αθροιστικό – κυριαρχικό πρότυπο δεν ήταν επαρκές να εξηγήσει το μεγαλύτερο μέρος της γενετικής παραλλακτικότητας για τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν (Πιν. 37, 38, 39, 42, 44). Σύμφωνα με τα δεδομένα ανάλυσης με το πρότυπο των έξι παραμέτρων, εκτός των αθροιστικών – κυριαρχικών δράσεων, παρατηρήθηκαν και επιστατικές δράσεις. Αυτό υπονοεί ότι ο τρόπος κληρονομικότητας για τα υπόψη χαρακτηριστικά είναι σύνθετος και φαίνεται ότι οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ πολλαπλών αλληλομόρφων διαμορφώνουν τη γενική εικόνα.

Η παρουσία επιστατικών δράσεων που παρατηρήθηκε σε κάποιους από τους πληθυσμούς που μελετήθηκαν υπονοεί ότι η επιλογή ατομικών φυτών στα πρώτα στάδια (*early generation selection*) δεν αναμένεται να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική λόγω των ανασυνδυασμών στην αμέσως επόμενη / επόμενες γενεές. Επομένως, η επιλογή σε προχωρημένες γενεές και ο απογονικός έλεγχος θα μπορούσαν να είναι περισσότερο αποτελεσματικές προσεγγίσεις.

Έτσι, για χαρακτηριστικά όπως η απόδοση στα οποία παρατηρείται αθροιστική x αθροιστική επίσταση, η κλασική βελτιωτική προσέγγιση με επιλογή στις πρώτες γενεές μπορεί να τροποποιηθεί. Συγκεκριμένα, συνιστάται επιλογή στις μεταγενέστερες γενεές αντί των πρώτων με σύγχρονη

διατήρηση μεγάλων πληθυσμών προκειμένου να είναι εφικτή η εμφάνιση επιθυμητών νεοσυνδυασμών (Upadhyaya and Nigam, 1998). Ειδικότερα, η διατήρηση μεγάλου αριθμού ατόμων στον πληθυσμό είναι μια απαραίτητη προϋπόθεση όταν στα προγράμματα βελτίωσης περιλαμβάνεται εξωτικό ή αρχέγονο γενετικό υλικό. Και αυτό επειδή στις διασταυρώσεις μεταξύ προσαρμοσμένου και αρχέγονου γενετικού υλικού, οι νεοσυνδυασμοί στις γονιδιακές θέσεις αναμένεται να είναι περισσότεροι σε σύγκριση με τους αντίστοιχους σε προσαρμοσμένους πληθυσμούς που είναι προϊόντα μακράς βελτιωτικής προσπάθειας. Επιπλέον, στα προγράμματα που περιλαμβάνουν διασταυρώσεις προσαρμοσμένου και αρχέγονου γενετικού υλικού, θεωρείται χρήσιμη η εφαρμογή μιας ή περισσότερων επαναδιασταυρώσεων με έναν επαναλαμβανόμενο γονέα πριν από την επιλογή προκειμένου να αυξηθούν οι πιθανότητες δημιουργίας υπέρτερων γονότυπων (Dudley, 1982).

Για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας στο βαμβάκι, αυτά κληρονομούνται με σύνθετο τρόπο και η επίδραση του περιβάλλοντος καλλιέργειας είναι σημαντική και ειδικά η επίσταση τα επηρεάζει ουσιαστικά (Cheverud και Rountman, 1995, Rieseberg et al., 1996). Το γεγονός αυτό δίνει ιδιαίτερη έμφαση στην αλληλεπίδραση γονότυπου - περιβάλλοντος ως μια ιδιαίτερα σημαντική παράμετρο που επηρεάζει την κληρονομικότητα αυτών των γνωρισμάτων στο βαμβάκι (Saranga et al., 2001, Paterson et al., 2003). Σύμφωνα με τα δεδομένα για το μήκος της ίνας, το πρότυπο των έξι παραμέτρων έδειξε αθροιστικές δράσεις σε τέσσερις από τις έξι διασταυρώσεις (Πιν. 42). Η παρουσία αθροιστικής δράσης υπονοεί ότι η επιλογή για τη βελτίωση του μήκους της ίνας μπορεί να είναι επιτυχής με τα γενεαλογικά σχήματα επιλογής και φαίνεται ότι η δημιουργία ποικιλιών υβριδίων δεν είναι κατ' ανάγκη απαραίτητη (Culp, 1982).

Η ύπαρξη ετέρωσης και η εκτίμηση του μεγέθους της είναι η πιο απλή προσέγγιση που επιτρέπει μια καταρχήν προσέγγιση για τον τρόπο δράσης των γονιδίων. Συνήθως, εκτιμάται ως απόκλιση της F_1 από τον καλύτερο γονέα ή από το μέσο όρο των γονέων. Ως προς την απόδοση, παρατηρήθηκαν σημαντικές F_1 και F_2 ετερωτικές δράσεις σε σχέση με το μέσο όρο των γονέων (Πιν. 31). Η ύπαρξη σημαντικής ετέρωσης γενικά υπονοεί απόκλιση από το αθροιστικό πρότυπο με απόρροια κυριαρχική ή επιστατική δράση ή συνδυασμό των δύο. Οι εκτιμήσεις ετέρωσης σύμφωνα με τα

δεδομένα κυμάνθηκαν στο εύρος τιμών που έχουν αναφερθεί από διάφορους ερευνητές και συνοψίζονται από τον Meredith (1999). Σημαντική F_1 ετέρωση ως προς τον μέσο όρο των γονέων παρατηρήθηκε σε τέσσερις, δύο και σε μία από τις έξι διασταυρώσεις για το μήκος της ίνας, την αντοχή, το micronaire, και την ομοιομορφία αντίστοιχα (Πιν. 35). Οι τιμές αυτές ήταν μάλλον χαμηλές και σε συμφωνία με δημοσιευμένα δεδομένα (Meredith, 1998). Οι Lee et al., (1967) έχουν αναφέρει ετέρωση για το μήκος της ίνας όπως και οι Al-Rawi and Kohel (1969). Συνοψίζοντας δεδομένα εννέα πειραμάτων, ο May (1999) ανέφερε ότι μπορεί να παρατηρηθεί ετέρωση για το μήκος της ίνας αλλά είναι τόσο μικρή και προφανώς χωρίς πρακτική σημασία. Τέλος, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές ετερωτικές δράσεις ως προς την πρωιμότητα (Πιν. 33).

Η περιορισμένη ετέρωση που αναφέρθηκε προηγουμένως φαίνεται να είναι αποτέλεσμα της βελτιωτικής μεθοδολογίας που έχει ακολουθηθεί. Συγκεκριμένα, οι βελτιωτές στο βαμβάκι από την αρχή του 20^{ου} αιώνα χρησιμοποίησαν κυρίως την επανεπιλογή, τη γενεαλογική και τη μαζική επιλογή σε πληθυσμούς ελεύθερης διασταύρωσης καθώς και σε τοπικές ποικιλίες (Calhoun et al., 2006). Η μεθοδολογία αξιοποίησε τις αθροιστικές δράσεις και πιθανότατα συντέλεσε στη μείωση των μη αθροιστικών δράσεων και επομένως σε μειωμένη ετέρωση. Εάν αυτό ισχύει, ο βελτιωτής που επιθυμεί να αξιοποιήσει την ετέρωση θα μπορούσε να προσπαθήσει να ενσωματώσει μη αθροιστικές δράσεις διασταυρώνοντας αρχέγονο γενετικό υλικό με γονείς που έχουν επιθυμητά αγρονομικά χαρακτηριστικά (Campbell et al., 2008).

Η αποτελεσματική αξιοποίηση μιας F_2 γενεάς ως υλικό εκκίνησης καθορίζεται από τη επιλογή των γονέων. Οι Meredith και Brown (1998) πρότειναν τρία σημεία στα οποία πρέπει να δίνεται έμφαση κατά τη διαδικασία δημιουργίας F_2 πληθυσμών με προοπτική την επιλογή για υψηλή απόδοση: ένας τουλάχιστον από τους δύο γονείς πρέπει να είναι καλά προσαρμοσμένος στο περιβάλλον - στόχο. Επιπλέον, αν σκοπός είναι η βελτίωση χαρακτηριστικών ποιότητας της ίνας, τουλάχιστον ο ένας γονέας πρέπει να είναι πάνω από το μέσο όρο και αυτό να συνδυάζεται με καλή απόδοση.

Πρέπει να τονιστεί ότι οι γονείς που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία F_2 παραλλακτικότητας δεν είναι καθαρές σειρές με την έννοια π.χ.

του καλαμποκιού ή ακόμη και του σιταριού. Έτσι, σύμφωνα με τους Dever and Gannaway (1992), η παραγωγική συμπεριφορά των F_1 ή F_2 υβριδίων ήταν συνάρτηση της γενετικής παραλλακτικότητας των γονέων. Αυτό σημαίνει ότι, όταν η διακύμανση εντός των γονέων ήταν χαμηλή για τα χαρακτηριστικά της ποιότητας της ίνας και επιπλέον οι γονείς είχαν πρακτικά την ίδια ποιότητα, είναι φυσικό να αναμένεται μικρή παραλλακτικότητα στην F_2 . Αντιθέτως, οι Tang et al., (1993a) πρότειναν την αξιολόγηση της ετέρωσης στην F_2 γενεά με βάση την παραγωγική συμπεριφορά των F_2 υβριδίων στα περιβάλλοντα στόχος.

Η εκτίμηση των γενετικών παραμέτρων, όπως ο συντελεστής κληρονομικότητας, είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα και απαραίτητη για ένα αποτελεσματικό σχεδιασμό της βελτιωτικής στρατηγικής που έχει ως σκοπό τη δημιουργία ποικιλιών. Ο συντελεστής κληρονομικότητας έχει μελετηθεί εκτεταμένα στη βελτίωση των φυτών και η εκτίμησή του έχει αναφερθεί από πλειάδα ερευνητών (Al-Rawi and Kohel, 1970, Falconer and Mackay, 1991, Fehr, 1991, Henning and Townsend, 2005, May, 1999, Murray and Verhalen, 1969, Nguyen and Sleper, 1983, Ulloa, 2006, Wilson and Wilson, 1975). Οι εκτιμήσεις της κληρονομικότητας με την ευρεία έννοια (H) επιτρέπουν στους βελτιωτές να καθορίσουν την αναλογία της συνολικής γονοτυπικής διακύμανσης, η οποία περιλαμβάνει την αθροιστική, την κυριαρχική και την επιστατική διακύμανση σε σχέση με τη φαινοτυπική διακύμανση. Οι εκτιμήσεις της κληρονομικότητας με τη στενή έννοια (h^2) επιτρέπει στους βελτιωτές να καθορίσουν τη σημασία της αθροιστικής γενετικής διακύμανσης, η οποία είναι ιδιαίτερα σημαντική για καλλιέργειες όπως το βαμβάκι (May, 2000, Fehr, 1991). Ο Fehr (1991) σημειώνει ότι οι εκτιμήσεις του συντελεστή κληρονομικότητας με τη στενή έννοια είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τους βελτιωτές προκειμένου να εκτιμήσουν το αναμενόμενο κέρδος από την επιλογή. Η επιλογή σε επίπεδο ατομικού φυτού που χρησιμοποιείται συχνά σε βελτιωτικά προγράμματα βαμβακιού θεωρείται ότι είναι αποτελεσματική για χαρακτηριστικά με υψηλό συντελεστή κληρονομικότητας αλλά δεν αναμένεται ιδιαίτερα αποτελεσματική για χαρακτηριστικά με αντίστοιχα χαμηλό συντελεστή (Fehr, 1991).

Σύμφωνα με τα δεδομένα μας, οι εκτιμήσεις του συντελεστή κληρονομικότητας (με τη στενή και την ευρεία έννοια) για τα χαρακτηριστικά:

απόδοση, αναλογία της ίνας, βάρος των καρυδιών και των άλλων χαρακτηριστικών υπολογίστηκαν προκειμένου να εκτιμηθεί η δυνατότητα αποτελεσματικής επιλογής, ώστε να επιτευχθεί ο προσδιορισμός της κατάλληλης βελτιωτικής μεθοδολογίας. Έτσι, για την απόδοση, ο συντελεστής κληρονομικότητας H^2 κυμάνθηκε από 0.24 έως 0.49, ενώ η διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα σε τιμές GCV κυμάνθηκε από 22.2 έως 30.7%, που είναι ικανοποιητικά υψηλή για να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά σε προγράμματα βελτίωσης (Πιν. 40). Για την % αναλογία της ίνας καθώς και για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας, ο συντελεστής κληρονομικότητας H^2 κυμάνθηκε από 0.37 έως 0.82, γεγονός που υπονοεί ότι καταρχάς η επιλογή φαίνεται να είναι αποτελεσματική. Όμως, η διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα εκφρασμένη ως γενετικός συντελεστής κληρονομικότητας (GCV) κυμάνθηκε από 1 έως 11% και ήταν ουσιαστικά ανεπαρκής για προγράμματα βελτίωσης (Πιν. 40, 46, 47, 48 και 49).

Σύμφωνα με τους Dudley and Moll (1969) στη βελτίωση των φυτών διακρίνουμε τρία βασικά στάδια: α. απόκτηση υπάρχοντος γενετικού υλικού από διάφορες πηγές ή δημιουργία νέου γενετικού υλικού, β. επιλογή, γ. αξιοποίηση. Και στα τρία αυτά στάδια η εκτίμηση της γενετικής διακύμανσης και ο επιμερισμός της στα συστατικά (αθροιστικές, κυριαρχικές, επιστατικές δράσεις) καθώς και η εκτίμηση του συντελεστή κληρονομικότητας είναι ουσιαστικής και αποφασιστικής σημασίας για την αποτελεσματικότητα και επιτυχία του προγράμματος.

Ειδικότερα στην περίπτωση ενός εφαρμοσμένου προγράμματος, στα πλαίσια του σύγχρονου ανταγωνισμού, από μια μικρή ιδιωτική επιχείρηση που θέλει να επενδύσει στην άμεση δημιουργία ποικιλιών, οι προηγούμενες προϋποθέσεις έχουν ιδιαίτερη σημασία. Η παρούσα εργασία ήταν μέρος μιας τέτοιας προσπάθειας για δημιουργία ποικιλιών βαμβακιού.

Συνοψίζοντας τα δεδομένα, όπως λεπτομερώς κατά κεφάλαιο συζητήθηκαν και ανακεφαλαιώθηκαν στη γενική συζήτηση, συμπερασματικά σημειώνονται τα ακόλουθα καταληκτικά σχόλια:

Η επιλογή εμπορικών ποικιλιών, που είναι δημιουργίες διαφορετικών βελτιωτικών προγραμμάτων και καλλιεργούνται με επιτυχία στην Ελλάδα, καθώς και ποικιλιών που καλλιεργούνται στην Ινδία, φάνηκε να είναι επιτυχής. Σύμφωνα με τα δεδομένα, προέκυψαν ενθαρρυντικές ενδείξεις ότι το

διασπώμενο υλικό ήταν υποσχόμενο. Έτσι, φάνηκε ότι σε εφικτό χρονοδιάγραμμα είναι δυνατή η δημιουργία ποικιλιών παραγωγικά ισοδύναμων με τις καλλιεργούμενες και συγχρόνως βελτιωμένες σε αγρονομικά χαρακτηριστικά, όπως η πρωιμότητα, και ανάλογα βελτιωμένα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας.

Επιπλέον, τα δεδομένα της γενετικής ανάλυσης, τόσο της απλής με την αμφίπλευρη επιλογή όσο και τα λεπτομερή από την ανάλυση μέσω των όρων των γενεών, ήταν ενδιαφέροντα και διαφωτιστικά για τη χάραξη μιας αποτελεσματικής βελτιωτικής στρατηγικής τόσο για άμεση όσο και μακροπρόθεσμη αξιοποίηση του γενετικού υλικού για τη δημιουργία επιθυμητών ποικιλιών.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Τα δεδομένα της αμφίπλευρης επιλογής έδειξαν ότι η διαφοροποίηση γονότυπων σε υψηλοαποδοτικούς και χαμηλοαποδοτικούς και, αντιστοίχως, σε πρώιμους και όψιμους ήταν αποτελεσματική.
2. Η συνδυασμένη επιλογή για πρωιμότητα και απόδοση φαίνεται να είναι εφικτή, ενώ, αντιθέτως, ο αντίστοιχος συνδυασμός απόδοση και οψιμότητα δε φαίνεται εφικτός στις δεδομένες αγρονομικές συνθήκες.
3. Για τις περισσότερες από τις διασταυρώσεις που μελετήθηκαν, η ανάλυση των γενετικών επιδράσεων έδειξε ότι το απλό αθροιστικό – κυριαρχικό πρότυπο δεν ήταν επαρκές για να εξηγήσει το μεγαλύτερο μέρος της γενετικής παραλλακτικότητας για τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν.
4. Το πρότυπο των έξι παραμέτρων έδειξε ότι υπήρξαν επιπλέον και επιστατικές δράσεις, υποδηλώνοντας ότι ο τρόπος κληρονομικότητας είναι γενικότερα πολύπλοκος σε όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν.
5. Από τους γονείς που χρησιμοποιήθηκαν ως γενετικό υλικό η ποικιλία GR₁ είχε καλή συνδυαστική ικανότητα και φαίνεται να αποτελεί ένα ενδιαφέρον και υποσχόμενο γενετικό υλικό.
6. Ως προς την πρωιμότητα γενικά, η συμπεριφορά των F₂, BCP₁ και BCP₂ έδειξε ότι, χρησιμοποιώντας το διασπώμενο αυτό υλικό για επιλογή, φαίνεται ότι είναι δυνατόν να βρεθούν γονότυποι ελαφρώς οψιμότεροι από τον πρώιμο κοινό γονέα και πρωιμότεροι από τους όψιμους γονείς.
7. Η μέση συμπεριφορά των γενεών F₂ και BC δεν ήταν ιδιαίτερα ενθαρρυντική ως υλικό για επιλογή γονότυπων με βελτιωμένα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας σε σχέση με τους γονείς. Παρ' όλα αυτά προέκυψαν ενδείξεις ότι δεν πρέπει να αποκλείεται η επιλογή επιθυμητών γονότυπων εντός κάποιων από αυτούς τους πληθυσμούς.

8. Η ποικιλία GR₁, που χρησιμοποιήθηκε ως κοινός γονέας, φαίνεται ότι θα μπορούσε να βελτιωθεί περαιτέρω ως προς την απόδοση, χρησιμοποιώντας την ποικιλία GR₃ ως γονέα δότη.
9. Κάποιοι από τους διασπώμενους πληθυσμούς που προέκυψαν από τις διασταυρώσεις που μελετήθηκαν, όπως ο BCP₂ στη διασταύρωση GR₁ x GR₂, ο BCP₁ στη διασταύρωση GR₁ x GR₃ και οι BCP₁, BCP₂ στη διασταύρωση GR₁ x GR₅ θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν άμεσα ως πηγές γενετικού υλικού σε εφαρμοσμένα προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών.
10. Σύμφωνα με τα δεδομένα από την ανάλυση μέσω ωρών γενεών σχετικά με την απόδοση παρατηρήθηκαν και επιστατικές δράσεις, γεγονός που υπονοεί ότι ο σχεδιασμός βελτιωτικής μεθοδολογίας πρέπει να αξιοποιεί όλους τους τύπους της γενετικής δράσης.
11. Δεν προέκυψαν ενδείξεις ικανές να τεκμηριώσουν το γενετικό έλεγχο για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας, που να είναι ικανές να υποδείξουν την πιο αποτελεσματική μεθοδολογία, ώστε το συγκεκριμένο υλικό να αξιοποιηθεί κατάλληλα.
12. Για την απόδοση, ο συντελεστής κληρονομικότητας H² κυμάνθηκε από 0.24 έως 0.49, αναμενόμενο γενικά για το χαρακτηριστικό της απόδοσης. Η διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα σε τιμές GCV κυμάνθηκε από 22.2 έως 30.7%. Τα δεδομένα είναι μια ενθαρρυντική ένδειξη ότι το συγκεκριμένο γενετικό υλικό μπορεί άμεσα να αξιοποιηθεί σε εφαρμοσμένα προγράμματα και η αναμενόμενη γενετική πρόοδος επιλογής θα είναι ικανοποιητική.
13. Για την % αναλογία της ίνας καθώς και για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας, ο συντελεστής κληρονομικότητας H² κυμάνθηκε σε μεσαία έως υψηλά επίπεδα, γεγονός που υπονοεί ότι καταρχάς η επιλογή φαίνεται να είναι αποτελεσματική. Όμως, η διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα (GCV) ήταν ουσιαστικά ανεπαρκής για προγράμματα βελτίωσης.

8. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αγοραστός, Άγγελος. Μελέτη γενετικής παραλλακτικότητας και βελτίωση δύο τοποικών πληθυσμών και δύο ποικιλιών σκληρού σιταριού (*T. Turgidum* L. Var. *Durum*). Διδακτορική διατριβή. Βόλος, 2002.
- Βαρδαβάκης, Μανώλης. Συστηματική Βοτανική (Κρυπτόγαμα – Σπερματοφύτα) Τόμος Ι Έκδοση Τέταρτη βελτιωμένη. Εκδόσεις Δ. Κ. Σαλονικίδης. Θεσσαλονίκη, 1993.
- Γαλανοπούλου - Σενδούκα Στέλλα. Γενική Γεωργία, Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, Βόλος 1999.
- Γαλανοπούλου - Σενδούκα Στέλλα. Βιομηχανικά Φυτά - Βαμβάκι και υπόλοιπα κλωστικά Ελαιοδοτικά - Ζαχαρότευτλα – Καπνός. Εκδόσεις Σταμπουλή. Αθήνα 2002.
- Εφημερίδα της Κυβερνήσεως (Τεύχος Δεύτερο) ΦΕΚ 454/15.04.2003.
- Γούλας, Χρήστος. Βελτίωση Φυτών Πανεπιστημιακές παραδόσεις. Βόλος 1994.
- Γούλας, Χρήστος. Πανεπιστημιακές παραδόσεις στο μάθημα 'Σποροπαραγωγή – Τεχνολογία Σπόρου' Βόλος 1994.
- Καλτσίκης, Ι. Παντούσης. Βελτίωση Φυτών. Αρχές και Μέθοδοι. Εκδόσεις Α. Σταμούλης. Πειραιάς 1989.
- Καλτσίκης, Ι. Παντούσης. Ειδική Βελτίωση Φυτών. Εκδόσεις Α. Σταμούλης. Πειραιάς 1992.
- Κεχαγιά Ουρανία. 2000. Τι είναι και πως επηρεάζεται η ποιότητα του βαμβακιού. Βαμβάκι. Εκδόσεις Γεωργική Τεχνολογία. σελ. 56-62.
- Τσαλίκη, Ε.Ι., Ο.Ε.Κεχαγιά. 2003. Ποιοτικά χαρακτηριστικά ινών βαμβακιού που επηρεάζουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα. Σειρά VI. Τόμος 14. Τεύχος 2. σελ. 72-80.
- Τσαυτάρης, Αθανάσιος. Βελτίωση Φυτών. Αρχές και Μέθοδοι σημειώσεις. Θεσσαλονίκη 1995.
- Φασούλας, Απόστολος. Θεωρεία και Προβλήματα Γενετικής. Τεύχος Α. Θεσσαλονίκη 1980.
- Χριστίδης, Βασίλειος. Το βαμβάκι, Θεσσαλονίκη 1965.

9. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ahmad, S., M.Z. Iqbal, A. Hussain, M.A. Sadiq and A. Jabbar, 2003. Gene action and Heritability studies in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *J. Biol. Sci.*, 3: 443–50.
- Ahuja S.L. and L. S. Dhayal. 2007. Combining ability estimates for yield and fibre quality traits in 4 x 13 line x tester crosses of *Gossypium hirsutum*. *Euphytica*. 153:87-98.
- Al Hakimi, A., Monneveux, P. and M.M. Nachit. 1998. Direct and indirect selection for drought tolerance in alien tetraploid wheat x durum wheat crosses. *Euphytica* 100: 287-294(8).
- Allard R. W., 1960. Principles of plant breeding. John Wiley and sons, Inc. p.p. 43-45 and 109-114.
- Al-Rawi K.M., and R.J. Kohel. 1969. Diallel Analyses of Yield and Other Agronomic Characters in *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.* 9:779-783.
- Al-Rawi, K.M., and R.J. Kohel. 1970. Gene action in the inheritance of fiber properties in intervarietal diallel crosses of upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.*10:82-85.
- Anderson, V.L., and O. Kempthorne. 1954. A model for the study of quantitative inheritance. *Genetics* 39:883-898.
- ASTM D 1440-90. Standard test method for length and length distribution of cotton fibers (array method). Annual Book of ASTM standards. Textiles Vol. 07.01.1995. American Society for Testing and Materials. USA. pp.357-362.
- ASTM D 1442-93. Standard method for maturity of cotton fibers (sodium hydroxide swelling and polarized light procedures). Annual Book of ASTM standards. Textiles Vol. 07.01.1995. American Society for Testing and Materials. USA. pp.366-371.

- ASTM D 1447-89. Standard test method for length and length uniformity of cotton fibers by fibrograph measurement. Annual Book of ASTM standards. Textiles Vol. 07.01.1995. American Society for Testing and Materials. USA. pp.380-384.
- ASTM D 1448-90. Standard method for micronaire reading of cotton fibers. Annual Book of ASTM standards. Textiles Vol. 07.01.1995. American Society for Testing and Materials. USA. pp.385-387.
- ASTM D 1464-90. Standard test method for differential dyeing behavior of cotton. Annual Book of ASTM standards. Textiles Vol. 07.01.1995. American Society for Testing and Materials. USA. pp. 388-389.
- ASTM D 3818-92. Standard method for linear density and maturity index of cotton fibers (IIC- Shirley Fineness/ Maturity Tester). Annual Book of ASTM standards. Textiles Vol. 07.02.1995. American Society for Testing and Materials. USA. pp. 127-130.
- Babar, M. and I.A. Khan, 1999. Genetic analysis of some agronomic and fibre characters in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Pakistan J. Biol. Sci.*, 2: 1484–7.
- Baker, J.L., and L.M. Verhalen. 1973. The inheritance of several agronomic and fiber properties among selected lines of upland cotton, *Gossypium hirsutum*. L. *Crop Sci.*13:444-450.
- Baker, J.L., and L.M. Verhalen. 1975. Heterosis and combining ability for several agronomic and fiber properties among selected lines of upland cotton. *Cotton Grow. Rev.* 52:209–223.
- Balatero, C. H., Darvey, N. L., and D. J. Luckett. 1995. Genetic analysis of anther-culture response in 6x triticales. *Theor Appl Genet.* 90: 279-284.
- Baloch M.J. and Q.B. Baloch. 2004. Plant Characters in Relation to Earliness in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Proc. Pakistan Acad. Sci.* 41(2):103-108.

- Baloch M.J, Butto H.U., and A.R. Lakho. 1997. Combining ability estimates in 5 x 5 highly adapted tester lines crosses with pollinator inbreds of cotton (*Gossypium hirsutum L*). Pakistan J. Sci. Indus Res. 40:95–98.
- Basbag S., R. Ekinici and O. Gencer. 2007. Combining ability and heterosis for earliness characters in line x tester population of *Gossypium hirsutum L*. Hereditas 144: 185-190.
- Basra, A.S. and Saha S. 1999. Growth regulation of cotton fibers. In: A.S. Basra (ed) Cotton fibers: Developmental biology, quality improvement and textile processing. Haworth Press Inc. New York. pp. 47-63.
- Bednarz C.W. and R.L. Nichols. 2005. Phenological and Morphological Components of Cotton Crop Maturity. Crop Sci.45: 1497-1503.
- Ben-Porath A. and D.N. Baker. 1990. Taproot Restriction Effects on Growth, Earliness, and Dry Weight Partitioning of Cotton. Crop Sci. 30: 809-814.
- Bernardo, R., 2002. Quantitative traits in plants. Stemma Press, 1938 Bowsens Lanne Woodbury, N 55125.
- Bhatt, G. M., 1972: Inheritance of heading date, plant height, and kernel weight in two spring wheat crosses. Crop Sci. 12:95 -98.
- Bilbro J. D., and J. E. Quisenberry. 1973. A yield-related measure of earliness for cotton, *Gossypium hirsutum L*. Crop Sci. 13:392-393.
- Bingham, J. 1967. Breeding cereals for improved yielding capacity. Ann. Appl. Biol. 59:312-315.
- Bird, L.S. 1982. Multi-adversity (disease, insects, and stresses) resistance (MAR) in cotton. Plant. Dis. 66:821-824.
- Braden C.A. and C.W. Smith. 2004. Phenology Measurements and Fiber Associations of Near-Long Staple Upland Cotton. Crop Sci.44: 2032-2037.
- Bradow, J.M., G.F. Sassenrath-Cole, O. Hinojosa, and L.H. Wartelle. 1996a. Cotton fiber physical and physiological maturity variation in response to genotype and

- environment. p. 1251–1254. In Proc. Beltwide Cotton Conf., Nashville, TN. 9–12 Jan. 1996. Natl. Cotton Counc. Am., Memphis, TN.
- Bradow, J.M., and P.J. Bauer. 1997a. Fiber quality variation related to cotton planting date and temperature. p. 1491–1495. *In Proc. Beltwide Cotton Conf.*, New Orleans, LA. 7–10 Jan. 1997. Natl. Cotton Counc. Am., Memphis, TN.
- Bragg, C.K. 2000. An overview of fibre strength measurements. Proceedings of 25th International Cotton Conference, Bremen. pp. 129-140.
- Bruce, A.B. 1910. The Mendelian theory of heredity and the augmentation of vigor. *Science* 32:627–628.
- Bowman, D. T., O. L. May and D. S. Calhoun. 1996. Genetic Base of Upland Cotton Cultivars Released between 1970 and 1990. *Crop Sci.*36: 577-581.
- Bridge, R. R. 1990. Registration of three cotton germplasm lines. *Crop Sci.*30:755.
- Brown, H. B. COTTON. 1938. History, Species, Varieties, Morphology, Breeding, Culture, Diseases, Marketing, and Uses. MCGRAW-HILL BOOK COMPANY, INC. New York and London.
- Brown, H. B. and J. O. Ware. 1958. Cotton. MCGRAW-HILL New York.
- Buiel, A. A. M., 1996: Quantitative resistance to peanut bud necrosis topovirus in groundnut. PhD Thesis. Wageningen Agricultural University, The Netherlands.
- Calhoun, D. S., D. T. Bowman, and O. L. May. 1994. Pedigree of Upland and Pima Cotton Cultivars Released Between 1970 and 1995. Mississippi Agriculture & Forestry Experiment Station Bulletin 1017.
- Calhoun, D. S. and D. T. Bowman. 1999. Techniques for Development of New Cultivars. Chapter 2.6 In Cotton: Origin, History, Technology, and Production, edited by Wayne C. Smith. John Wiley & Sons, Inc.
- Calhoun, D.S., D.T. Bowman, and O.L. May. 2006. Pedigrees of upland and pima cotton cultivars released between 1970 and 1990. Bull. 1155. Miss. Agric. and For. Exp. Stn., Mississippi State.

- Campbell B. T., D. T. Bowman, and D. B. Weaver. 2008. Heterotic Effects in Topcrosses of Modern and Obsolete Cotton Cultivars. *Crop Sci.* 48:593-600.
- Chaudhry, M. R. and Andrei Guitchounts. Cotton Facts. International Cotton Advisory Committee, Washington, DC USA, 2004.
- Chaudhry, N.R. 1997a. Cotton yields stagnating. *The ICAC Recorder* XV(1):3-7.
- Chaudhry, N.R. 1997b. Commercial cotton hybrids. *The ICAC Recorder* XV(2):3-4.
- Cheatham, L. C., J. N. Jenkins, J. C. McCarty, Jr., C. E. Watson and J. Wu. 2003. Genetic Variances and Combining Ability of Crosses of American Cultivars, Australian Cultivars, and Wild Cottons. *The Journal of cotton Science* 7:16-22.
- Checa, O., Ceballos H., and M. W. Blair. 2006. Generation Mean Analysis of Climbing Ability in Common Bean (*Phaseolus Vulgaris L.*). *Journal of Heredity* 97(5):456-465.
- Cherry, J. P., and H. R. Leffler, 1984: seeds. In: R. J. Kohel, and C. F. Lewis (eds), Cotton, 511-569. ASA Medison, Wisconsin.
- Chesang-Chumo, J. 1993. Direct and correlated responses to divergent selection for rind penetrometer resistance in MoSCSSS maize synthetic (*Zea mays L.*). Ph.D. thesis. Univ. of Missouri, Columbia.
- Chimenti A. C., M. Marcantonio and A.J. Hall. 2006. Divergent selection for osmotic adjustment results in improved drought tolerance in maize (*Zea mays L.*) in both early growth and flowering phases. *Field Crops Research* 95:305-315.
- Chloupek, O. 1999. Effect of divergent selection for root size in field-grown alfalfa. *Can. J. Plant Sci.* 79:93–95.
- Christides B.G. and G.J. Harrison. 1955. Cotton growing problems. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Cheverud, J.M., and E.J. Rountman. 1995. Epistasis and its contribution to genetic variance components. *Genetics* 139:1455–1461.

- Cook, C. G., and L. N. Namken. 1994. Performance of F₁ hybrids in the lower Rio Grande Valley. Proc. Beltwide Cotton Conf. 1994:674 – 675.
- Coyle, G.G., and C.W. Smith. 1997. Combining ability for within boll yield componets in cotton, *Gossypium hirsutum* L. Crop Sci. 37:1118-1122.
- Clement-Bailey J. and C.O. Gwathmey. 2007. Potassium Effects on Partitioning, Yield, and Earliness of Contrasting Cotton Cultivars. Agron. J. 99: 1130-1136.
- Culp, T.W. 1982. The present state of the art and science of cotton breeding for fiber quality. p. 99-111. In J.M. Brown (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf. Las Vegas, NV. 3-7 Jan. 1982. Natl. Cotton Council, Memphis, TN.
- Cupl, T.W., and D.W. Harrell. 1975. Influence of lint percentage, boll size, and seed size on lint yield of upland cotton with high fiber strength. Crop Sci. 15:741-746.
- Davis, D. D. 1978. Hybrid cotton: Specific problems and potentials. Adv. Agron. 30:129 -157.
- Dever, J.K., and J.R. Gannaway. 1992. Relative fiber uniformity between parent and F₁ and F₂ generations in cotton. Crop Sci.32:1402–1408.
- Douches, D. S., D. Maas, K. Jastrzebski, and R. W. Chase. 1996. Assessment of potato breeding progress in the U.S.A. over the last century. Crop Sci. 36:1544-1552.
- Dravo, I., Redden, R., Smithson, J. B., and V. D. Aggarwal. 1984. Inheritance of seed size in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Euphytica 33:929-934.
- Dudley, J.W., 1982. Theory for transfer of alleles. Crop Sci. 22: 631–635.
- Dudley, J.W., and R. H. Moll. 1969. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. Crop Sci. 9: 257 – 262.
- East, E.M. 1936. Heterosis. Genetics 21:375–397.

- El – Adl, A. M., and P. A. Miller. 1971. Transgressive segregation and the nature of gene action for yield in an intervarietal cross of upland cotton. *Crop Sci.* 11: 381 – 384.
- El - Zik, K.M., and P.M. Thaxton. 1989. Genetic improvement for resistance to pests and stresses in cotton, in R. E. Frisbie, K. M. El – Zik, and L.T. Wilson (eds), *Integrated Pest Management Systems and Cotton Production*. John Wiley & Sons, New York, pp.191 – 224.
- Esmail, R. M. 2007. Genetic analysis of yield and its contributing traits in two intra-specific cotton crosses. *J. Appl. Sci. Res.*, 3(12):2075-2080.
- Evans, L. T. 1993. *Crop evolution, adaptation and yield*. Cambridge Univ. press, Cambridge.
- Falconer, D. S. 1960. *Introduction to quantitative genetics*. The Ronald Press Co., New York.
- Falconer, D.S., and T.F.C. Mackay. 1996. *Introduction to quantitative genetics*. 4th ed. Longman Group Limited, Harlow, Essex, U.K.
- FAOSTAT, 2009. <http://www.fao.org/corp/statistics/en/>
- Feaster, C. V., and E. L. Turcotte. 1973. Yield stability in doubled haploids of American Pima cotton. *Crop Sci.*13: 232 -233.
- Feaster, C. V., E. F. Young, Jr., and E. L. Turcotte. 1980. Comparison of artificial and natural selection in American Pima cotton under different environments. *Crop Sci.*20: 555-558.
- Fehr, W.R. 1991. *Principles of cultivar development*. Vol. 1. Theory and technique. Macmillan Publishing, New York.
- Fooland, M. R., and R. A. Jones. 1991: Genetics analysis of salt tolerance during germination in *Lycopersicon*. *Theor. Appl Genet* 81: 321-326.

- Fouilloux, G., and H. Bannerot. 1988. Selection methods in the common bean (*Phaseolus vulgaris*). p. 503–542. In P. Gepts (ed.) Genetic resources of *Phaseolus* beans. Kluwer, Dordrecht, the Netherlands.
- Frankel, O. H. 1947. The theory of plant breeding for yield. *Heredity* 1: 109-120.
- Gamble, E. E. 1962. Gene effects in corn (*Zea mays* L.) I. Separation and relative importance of gene effects for yield. *Canadian Journal of Plant Science* 42: 339-348.
- Gamble, E.E. 1962. Gene effects in corn (*Zea mays* L.). II. Relative importance of gene effects for plant height and certain component attributes of yield. *Can. J. Plant Sci.* 42:349-358.
- Gardner, C.O. 1961. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yields of corn. *Crop Sci.* 1:241–245.
- Gardner, C.O., and S.A. Eberhart. 1966a. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics* 22:439-452.
- Garret, K.A., and C.C. Mundt. 1999. Epidemiology in mixed host populations. *Phytopathology* 89:984–990.
- Godoy A.S. and G.A. Palomo. 1999. Genetic Analysis of Earliness in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) I. Morphological and Phenological Variables. *Euphytica* 105:155-160.
- Godoy A.S. and G.A. Palomo. 1999. Genetic Analysis of Earliness in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) II. Yield and Lint Percentage. *Euphytica* 105:161-166.
- Gordon S.T., Montalvo jr. J.G., Faught S.E. and Grimball R.T. 1997. Theoretical and experimental profiles of fiber fineness and maturity using the Shirley Micromat and the Zellweger Uster Advanced Fiber Information System Module. *Textile Research Journal.* 67(8), 545-555.
- Green, C.C., and T.W. Culp. 1990. Simultaneous improvement of yield, fiber quality, and yarn strength in upland cotton. *Crop Sci.* 30:66-69.

- Gusmini, G., and T. C. Wehner. 2007. Heritability and Genetic Variance Estimates for Fruit Weight in Watermelon. *HORTSCIENCE* 42(6):1332-1336.
- Gwathmey C. O. and D. D. Howard. 1998. Potassium Effects on Canopy Light Interception and Earliness of No-Tillage Cotton. *Agron. J.* 90:144-149.
- Hallauer, A. R. and J. B. Miranda. 1988. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press, Ames, IA.
- Hallauer, A. R., Ross, A. J. and Lee, M. 2010. Long-Term Divergent Selection for Ear Length in Maize, in *Plant Breeding Reviews: Long-term Selection: Crops, Animals, and Bacteria, Volume 24, Part 2* (ed J. Janick), John Wiley & Sons, Inc., Oxford, UK.
- Hammons, R. O. 1976. Peanuts: Genetic vulnerability and breeding strategy. *Crop Sci.* 16: 527-530.
- Hassan G, Mahood G, Khan NU, and A. Razzaq. 1999. Combining ability and heterobeltiotic estimates in a diallel cross of cotton. *Sarhad J. Agri.* 15:563–568.
- Hassan G, Mahood G, Razzaq A, and Hayatullah. 2000. Combining ability in inter-varietal crosses of Upland cotton (*Gossypium hirsutum L.*). *Sarhad J. Agri.* 16:407–410.
- Hayman, B.I. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*, 39: 789–809.
- Hayman, B. I. 1958. The separation of epistatic from additive and dominance variation in generation means. *Heredity* 12:371-390.
- Hayman, B.I. 1960. The separation of epistatic from additive and dominance variation in generation means. II. *Genetica* 31:133-146.
- Heap, S.A. 2000. The meaning of micronaire. p. 97-113. *In Proc. Int. Cotton Conf.* Bremen, Bremen, Germany, 1-4 Mar. 2000. Faserinstitut Bremen e.V., Bremen, Germany.

- Heitholt J.J. and W. R. Meredith, Jr. 1998. Yield, Flowering, and Leaf Area Index of Okra-Leaf and Normal-Leaf Cotton Isolines. *Crop Sci.*38: 643-648.
- Hendawy, F.A., M.S. Rady, A.M. Abd-el-Hamid and R.M. Ismail, 1999. Inheritance of fibre traits in some cotton crosses. *Egyptian J. Agron.*, 21: 15–36.
- Henning, J.A., and M.S. Townsend. 2005. Field-based estimates of heritability and genetic correlations in Hop. *Crop Sci.* 45:1469-1475.
- Herring, A.D., D.L. Auld, M.D. Ethridge, E.F. Hequet, E. Bechere, C.J. Green, and R.G. Cantrell. 2004. Inheritance of fiber quality and lint yield in a chemically mutated population of cotton. *Euphytica* 136:333-339.
- Holley, R.N., and M.M. Goodman. 1989. New sources of resistance to southern corn leaf blight from tropical hybrid maize derivatives. *Plant Dis.* 73:562–564.
- Hosfield, G. L., J. A. Lee, and J. O. Rawlings. 1970. Agronomic properties associated with the glandless alleles in two varieties of upland cotton. *Crop Sci.* 10:392 - 396.
- Hua, J.P., Y.Z. Xing, W.R. Wu, C.G. Xu, X.L. Sun, and Q.F. Zhang. 2003. Single-locus heterotic effects and dominance by dominance interactions can adequately explain the genetic basis of heterosis in an elite rice hybrid. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 100(5):2574–2579.
- Hucl, P. 1995. Divergent selection for sprouting resistance in spring wheat. *Plant Breeding.* 114: 199–204.
- Innes, N.L., R.H. Wimble and H.E. Gridley, 1975. Estimates of genetic parameters for lint quality in upland cotton (*Gossypium hirsutum*). *Theor. Appl. Genet.*, 46: 249–56.
- Iqbal, M. Z., and M. A. Nadeem. 2003. Generation Mean analysis for Seed Cotton Yield and Number of Sympodial Branches per Plant in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Asian J. Plant . Sci.*, 2(4): 395-399.
- Jinks, J.L., 1954. The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica*. *Genetics*, 39: 767–88.

- Kang, W. S. 1994. Applied Quantitative genetics. Baton Rouge, LA, USA.
- Kappelman, A. J. 1971. Inheritance of resistance to fusarium wilt in cotton. *Crop Sci.* 11:672 -674.
- Kassianenko V.A. 2003. Genetic Analysis of the Duration of Vegetative Period in Cotton *Gossypium hirsutum L.* on Soil with Different Nitrogen Content. *Russian Journal of Genetics*, Vol.39, No. 12, pp. 1400-1404.
- Kearsey M.J. and Pooni H.S. 1996. The genetical analysis of quantitative traits. 1st ed. Chapman & Hall, London, pp 381.
- Kenchanagoudar B.M. Khadi and R.B. Naik. 1997. Studies on Factors Influencing Earliness and Yield in Cotton (*Gossypium hirsutum L.*). *J. Indian Soc. Cotton Improv.*, September, 1997. p. 105-109.
- Kenty, M. M., and D. S. Wofford. 2003. Generation Means Analysis. Chapter 6. In *Handbook of Formulas and Software for Plant Geneticists and Breeders of Manjit S. Kang.* The Hawerth Press Inc. NY.
- Kerby T. A., K. G. Cassman, and M. Keeley. 1990. Genotypes and Plant Densities for Narrow Row Cotton Systems. I. Height, Nodes, Earliness, and Location of Yield. *Crop Sci.* 30:644-649.
- Ketata, H., Edwards L. H., and E. L. Smith. 1976.: Inheritance of eight agronomic characters in a winter wheat cross. *Crop Sci.* 16:19 - 22.
- Khan M.A., Cheema K.L., Massod A., and H.A. Sadaqat. 1991. Combining ability in cotton (*Gossypium hirsutum L.*). *J Agric Res* 29:311–318.
- Khan T. M., and M.A. Idris. 1995. Inheritance of boll weight, boll number and yield of seed cotton in upland cotton (*Gossypium hirsutum L.*). *Sarhad J. Agric.* 11:599–605.
- Klos L. E. K., and E. C. Brummer. 2000. Response of Six Alfalfa Populations to Selection under Laboratory Conditions for Germination and Seedling Vigor at Low Temperatures *Crop Sci.* 40:959–964.

- Kohel R.J. and C.R. Benedict. 1987. Growth Analysis of Cottons with Differing Maturities. *Agron. J.* 79: 31-34.
- Kohel, R.J., J. Yu, Y.H. Park and G.R. Lazo, 2001. Molecular mapping and characterization of traits controlling fiber quality in cotton. *Euphytica*, 121: 163–72.
- Kumaresan D., Senthilkumar P., and J. Ganesan. 1999. Combining ability studies for quantitative traits in cotton (*Gossypium hirsutum L.*). *Madras Agric. J.* 18:430–432.
- Kunkaew, W., S. Julsrigival, C Senthong, and D. Karladee. 2007. Inheritance of Seed Yield in Azuki Bean [*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi and Ohashi]. *CMU. J. Nat. Sci.*6(2):341-346.
- Lamb, J.F.S., D. K. Barnes and K. I. Henjum. 1999. Gain from two cycles of divergent selection for root morphology in alfalfa. *Crop Sci.* 39:1026–1035.
- Lande, R. 1981. The minimum number of genes contributing to quantitative variation between and within populations. *Genetics* 99:541-553.
- Lee, J.J., P.A. Miller, and J.O. Rawlings. 1967. Interaction of combining ability effects with environment in diallel crosses of upland cotton (*Gossypium hirsutum L.*). *Crop Sci.* 7:477-481.
- Lee, J. A. 1983. Is there much genetic room left for hybrid cotton? *Proc Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.* 1983: 92 – 94.
- Lee, J. A. 1985. Revision of the genetics of the hairiness-smoothness system of *Gossypium*. *J. Hered.* 76:123-126.
- Lee, A. Joshua. Cotton as a world Crop. in *COTTON* of Kohel R.J. and Lewis C.F., Number 24 in the series *AGRONOMY*, ASA,CSSA, SSSA, Madison, Wisconsin, USA 1984.
- Li, Z.K., L.J. Luo, H.W. Mei, D.L. Wang, Q.Y. Shu, R. Tabien, D.B. Zhong, C.S. Ying, J.W. Stansel, G.S. Khush, and A.H. Paterson. 2001. Overdominant epistatic

loci are the primary genetic basis of inbreeding depression and heterosis in rice: I. biomass and grain yield. *Genetics* 158:1737–1753.

Luo, L.J., Z.K. Li, H.W. Mei, Q.Y. Shu, R. Tabien, D.B. Zhong, C.S. Ying, J.W. Stansel, G.S. Khush, and A.H. Paterson. 2001. Overdominant epistatic loci are the primary genetic basis of inbreeding depression and heterosis in rice: II. Grain yield components. *Genetics* 158:1755–1771.

MacKey, J. 1979. Genetic potentials for improved yield. P. 121-143. In S. Rajki (ed) *Proc. Workshop on Agricultural Potentiality Directed by Nutritional Needs*. Akad. Kiado. Budapest.

Marani, A. 1968. Heterosis and F_2 performance of intraspecific crosses among varieties of *Gossypium hirsutum* L. and of *G. barbadense* L. *Crop Sci.* 8:111–113.

Martin, A . S., L. L. Darrah, and B. E. Hibbard. 2004. Divergent Selection for Rind Penetrometer Resistance and Its Effects on European Corn Borer Damage and Stalk Traits in Corn. *Crop Sci.* 44:711–717.

Masole, H. 1993. Evaluation of high and low divergent rind penetrometer resistance selection at three plant densities in maize. M.Sc. thesis. Univ. of Missouri, Columbia.

Mather, K. and J. L. Jinks. 1971. *Biometrical genetics. The study of continuous variation.* 2nd ed. Cornell University press.

Mahill, J. F., J. N. Jenkins, J. C. McCarty, Jr., and W. L. Parrott, 1984. Performance and stability of doubled haploid lines of upland cotton derived via semigammy. *Crop Sci.* 24: 271 – 277.

Mann, C. 1997. Reseeding the green revolution. *Science* 277:1038 - 1042.

Manning, H.L. 1963. Realized yield improvement from twelve generations of progeny selection in a variety of upland cotton. *In* W.D. Hanson and H.F. Robinson (ed) *Statistical genetics and plant breeding*. NAS-NRC #982. National Academy of Science/National Research Council, Washington, DC.

- May, O.L. 1999. Genetic variation in fiber quality. P. 183-229. *In* A.S. Basra (ed.) Cotton fibers: Developmental biology, quality improvement, and textile processing. Food Products Press, Binghamton, NY.
- May, O.L., and C.C. Green. 1994. Genetic variation for fiber traits in elite Pee Dee cotton populations. *Crop Sci.* 34:684-690.
- May, O.L., and G.M. Jividen. 1999. Genetic modification of cotton fiber properties as measured by single- and high-volume instruments. *Crop Sci.* 39:328-333.
- May, O. L., D. T. Bowman, and D. S. Calhoun. 1995. Genetic diversity of U.S. upland cotton cultivars released between 1980 and 1990. *Crop Sci.* 35:1570 -1574.
- McCarty, J. C., Jixiang Wu, and J. N. Jenkins. 2007. Use of Primitive Derived Cotton Accessions for Agronomic and Fiber Traits Improvement: Variance Components and Genetic Effects. *Crop Sci.* 47:100 -110.
- Meredith William. Quantitative Genetics. 1984. Chapter 5. in COTTON of Kohel R.J. and Lewis C.F., Number 24 in the series AGRONOMY, ASA,CSSA, SSSA, Madison, Wisconsin, USA.
- Meredith, W. R., Jr. 1988. Registration of Eight Sub – Okra Cotton Germplasm Lines. *Crop Sci.* 28:1035 -1036.
- Meredith, W. R., Jr. 1993. Registration of ‘MD51ne’ Cotton. *Crop Sci.* 33:1415.
- Meredith, W. R., Jr. 1990. Yield and Fiber-Quality Potential for Second-Generation Cotton Hybrids. *Crop Sci.* 30:1045 -1048.
- Meredith, W. R., Jr. 1999. Cotton and Heterosis. P. 451-462. In the genetics and Exploitation of Heterosis in Crops. ASA-CSSA-SSSA, 677 South Segoe Road, Madison, WI 53711,USA.
- Meredith, W.R., Jr., and J.S. Brown. 1998. Heterosis and combining ability of cottons originating from different regions of the United States. *J. Cotton Sci.* 2:77–84.
- Meredith, W. R., and R. R. Bridge. 1972. Heterosis and gene action in cotton. *Crop Sci.* 12:304 -310.

- Meredith, W. R., and R. R. Bridge. 1973. The relationship between F2 and F3 progenies in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Crop Sci.* 13:354 -356.
- Meredith, W. R., J. J. Heitholt, W. T. Pettigrew, and S. T. Rayburn, Jr. 1997. Comparison of obsolete and modern cotton cultivars at two nitrogen levels. *Crop Sci.* 37:1453 -1457.
- Meredith, W. R., Bridge R. R. and J. F. Chism. 1970. Relative performance of F1 and F2 hybrids from double haploids and their parent varieties in upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.* 10:295 -298.
- Messmer, M.M., A.E. Melchinger, J. Boppenmaier, R.G. Herrmann, and E. Brunklaus-Jung. 1992. RFLP analyses of early-maturing European maize germplasm. *Theor. Appl. Genet.* 83:1003–1112.
- Miller, P.A. and A. Marani. 1963. Heterosis and Combining Ability in Diallel Crosses of Upland Cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.*3: 441-444.
- Miller, P. A., and J. O. Rawlings. 1967b. Selection for increasing lint yield correlated responses in upland cotton, *Gossypium hirsutum* L.. *Crop Sci.* 7:637-640.
- Mukhtar, M.S., T.M. Khan and A.S. Khan, 2000. Gene action study in some fibre traits in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Pakistan J. Biol. Sci.*, 3: 1609–11.
- Murray J. C. and L. M. Verhalen. 1969. Genetic Studies of Earliness, Yield, and Fiber Properties in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Crop Sci.* 9:752-755.
- Murtaza, N., A. Qayyum and M.A. Khan, 2004. Estimation of genetic effects in upland cotton for fibre strength and staple length. *Int. J. Agric. Biol.*, 6: 61–4.
- Murty, D. S., and L. R. House. 1984. Components of generation mean for resistance to grain mold-causing fungi *Curvularia* and *Fusarium* in sorghum. *Cereal Res. Comm.* 12:237-244.
- National Academy of Sciences. 1972. Genetic vulnerability of major crops. National Academy of Sciences. Washington, DC.
- Nguyen, H.T., and D.A. Sleper. 1983. Theory and application of half-sib matings in

- forage grass breeding. *Theor. Appl. Genet.* 64: 187-196.
- Niles G.A. and C.V. Feaster. 1984. Breeding Chapter 7 in COTTON of Kohel R.J. and Lewis C.F., Number 24 in the series AGRONOMY, ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI.
- Nistor, T. and G. Nistor, 1999. Inheritance of fibre length in cotton. *Analele-Institutului-de-Cercetari-pentru-Cereale-si-Plante-Tehnice-Fundulea*, 66: 13–23.
- Norton J. B. 1915. Inheritance of habit in the common bean. *Am. Nat* 49:242-261.
- Office of the Gene Technology Regulator. 2002. The biology and ecology of cotton in Australia. [http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/Content/cotton3/\\$FILE/biologycotton.pdf](http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/Content/cotton3/$FILE/biologycotton.pdf)
- Paterson, A.H., Y. Saranga, M. Menz, C.X. Jiang, and R.J. Wright. 2003. QTL analysis of genotype X environment interactions affecting cotton fiber quality. *Theor. Appl. Genet.* 106:384–396.
- Pathak, R. S. 1975. Gene Effects for Fibre properties in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Theor. Appl Genet* 46: 129-133.
- Pavasia, M.J., P.T. Shukla and U.G. Patel, 1999. Combining ability analysis over environments for fibre characters in upland cotton. *Indian J. Genet. Plant Breed.*, 59: 77–81.
- Pederson, G.A. 1984. Effect of divergent selection for root weight on genetic variation for root and shoot characteristics in alfalfa. *Crop Sci.* 24:570–573.
- Percy, R. G., and J.F. Wendel. 1990. Allozyme evidence for the origin and diversification of *Gossypium barbadense* L. *Theor. Appl. Genet.* 79:529–542.
- Percy R. G. and E. L. Turcotte. 1991. Early-Maturing, Short-Staturred American Pima Cotton Parents Improve Agronomic Traits of Interspecific Hybrids *Crop Sci.* 31: 709-712.

- Pensuk, V., Jogloy S., Wongkaew S., and A. Patanothai. 2004. Generation means analysis of resistance to peanut bud necrosis caused by peanut bud necrosis tospovirus in peanut. *Plant Breeding* 123:90-94.
- Poehlman, J. M., and D. A. Sleper. 1995. *Breeding Field Crops*. Fourth edition.
- Pressoir G., and J. Berthaud. 2004. Population structure and strong divergent selection shape phenotypic diversification in maize landraces. *Heredity* 92: 95–101.
- Przulj, N., and N. Mladenov. 1999: Inheritance of grain filling duration in spring wheat. *Plant Breeding* 118: 517-521.
- Punitha D, Raveendran T. S., and M. Kavitha. 1991. Combining ability studies for yield and quality traits in interspecific coloured linted cotton *Gossypium hirsutum* L. - *Gossypium barbadense* L. *PKV Res J.* 23:14–16.
- Quisenberry, J.E. 1975. Inheritance of fiber properties among crosses of acala and high plains cultivars of upland cotton. *Crop Sci.* 15:202-204.
- Quisenberry, J. E., and R. J. Kohel. 1971. Phenotypic stability of cotton. *Crop Sci.* 11: 827 - 829.
- Radin, J. W., Lu, Z. M., Percy, R. G., and Zeiger, E. 1994. Genetic variation for stomatal conductance in Pima cotton and its relation to improvements of heat adaptation. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 91: 7217–7221.
- Rahman, M., D. Hussain, and Y. Zafar. 2002. Estimation of Genetic Divergence among Elite Cotton Cultivars–Genotypes by DNA Fingerprinting Technology. *Crop Sci.* 42:2137–2144.
- Rahman, S. and T.A. Malik, 2008. Generation means analysis of fiber traits in cotton. *Int. J. Agri. Biol.*, 10: 209–12.
- Ramey, H. H. 1963. Gene action in the inheritance of lint index in upland cotton. *Crop Sci.* 3:32 -33.

- Ramey, H.H. 1982. The meaning and assessment of cotton fibre fineness. Int. Inst. of Cotton, Manchester, UK.
- Ramey, H.H., and P.A. Miller. 1966. Partitioned genetic variances for several characters in a cotton population of interspecific origin. *Crop Sci.* 6:123-125.
- Ray L.L., and T.R. Richmond. 1966. Morphological Measures of Earliness of Crop Maturity in Cotton. *Crop Sci.* 6:527-531.
- Rehana A., A.R. Soomro and M.A. Chang. 2001. Measurement of Earliness in Upland Cotton. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 4:462-463.
- Rehman, A., M.A. Khan and I. Hassan, 1993. A diallel analysis of varietal different for some ginning and fibre traits in *Gossypium hirsutum* L. Crosses. *Pakistan J. Agric. Res.*, 31: 257–66.
- Reinisch, A.J., J.M. Dong, C. Brubaker, D. Stelly, J. Wendel, and A.H. Paterson. 1994. A detailed RFLP map of cotton (*Gossypium hirsutum* x *Gossypium barbadense*): Chromosome organisation and evolution in a disomic polyploid genome. *Genet.* 138:829–847.
- Richmond T.R. and Sami R.H. Radwan.1962. A Comparative Study of Seven Methods of Measuring Earliness of Crop Maturity in Cotton. *Crop Sci.* 2:397-400.
- Richmond T.R. and L.L. Ray. 1966. Product-Quantity Measures of earliness of Crop Maturity in Cotton. *Crop Sci.*6: 235-239.
- Rieseberg, L.H., B. Sinervo, C.R. Linder, M.C. Ungerer, and D.M. Arias. 1996. Role of gene interactions in hybrid speciation: Evidence from ancient and experimental hybrids. *Science* 272:741–745.
- Rodriguez-Herrera, R., Rooney, W. L., Rosenow, D. T., and R. A. Frederiksen. 200. Inheritance of Grain Mold Resistance in Grain Sorghum without a Pigmented Testa. *Crop Sci.* 40:1573 -1578.

- Saranga, Y., M. Menz, C.X. Jiang, R.J. Wright, D. Yakir, and A.H. Paterson. 2001. Genomic dissection of genotype X environment interactions conferring adaptation of cotton to arid conditions. *Genome Res.* 11:1988–1995.
- Scheider T., Rettig D. and Kermann W. 2000. Improving a maturity testing device by the means of an Image Analysis Reference System. *Proceedings of Beltwide Cotton Conferences.* pp.745-748.
- Shakeel A, Khan I.A, and F.M. Azhar. 2001. Study pertaining to the estimation of gene action controlling yield and related traits in upland cotton. *J Biol Sci* 1:67–70.
- Singh, R.K., and B.D. Chaudhary. 1985. *Biometrical methods in quantitative genetic analysis.* Kalyani Publishers, New Dehli, India.
- Shull, G.H. 1908. The composition of a field of maize. *Ann. Breed. Assn.* 4:296–301.
- Singh, D. and J.P. Yadavendra, 2002. Gene actions for ginning outturn and staple length in cotton. *Annl. Agric. Res.*, 23: 558–62.
- Sprague GF, Tatum LA (1942) General vs specific combining ability in single crosses of corn. *J Am Soc Agron* 34:923–952.
- Steel, R. and J. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics, A Biometrical Approach.* Second Edition. *McGraw-Hill* International Editions. Boston, MA.
- Stiller W.N., P.E. Reid, and G.A. Constable. 2004. Maturity and Leaf Shape as Traits Influencing Cotton Cultivar Adaptation to Dryland Conditions. *Agron. J.* 96:656-664.
- Stuber, C.W., W.P. Williams, and R.H. Moll. 1973. Epistasis in maize (*Zea mays L*): III. Significance in predictions of hybrid performance. *Crop Sci.* 13:195–200.
- Stuber, C.W., S.E. Lincoln, D.W. Wolff, T. Helentjaris, and E.S. Lander. 1992. Identification of genetic factors contributing to heterosis in a hybrid from two elite maize inbred lines using molecular markers. *Genetics* 132:823–839.

- Tang, B., J.N. Jenkins, J.C. McCarty, and C.E. Watson. 1993. F₂ hybrids of host plant germplasm and cotton cultivars: I. Heterosis and combining ability for lint yield and yield components. *Crop Sci.* 33: 700-705.
- Tang, B., J.N. Jenkins, J.C. McCarthy, and C.E. Watson. 1993. F₂ hybrids of host plant germplasm and cotton cultivars: II. Heterosis and combining ability for fiber properties. *Crop Sci.* 33:706-710.
- Thaxton, P. M., and K.M. El-Zik. 1996. Genetic advance in new multi-adversity resistance (MAR) cotton germplasm. *Proc. Beltwide Cotton Conf.* 1996:601-610.
- Thibodeaux, D.P., R. Rajasekram, J.G. Montalvo, Jr., and T.M. Von Hoven. 2000. The status of cotton maturity measurements in the new millennium. p. 115-128. *In Proc. Int. Cotton Conf. Bremen, Bremen, Germany, 1-4 Mar. 2000.* Faserinstitut Bremen e.V., Bremen, Germany.
- Thormann, C.E., M.E. Ferreira, L.E.A. Camargo, J.G. Tivang, and T.C. Osborn. 1994. Comparison of RFLP and RAPD markers to estimating genetic relationship within and among cruciferous species. *Theor. Appl. Genet.* 88:973–980.
- Tillman, D. 1998. The greening of the green revolution. *Nature* 396: 211–212.
- Turner, J.H., Worley, S., Ramey, H.H., Hoskinson, P.E., and J.M. Stewart. 1979. Relationship of week of flowering and parameters of boll yield in cotton. *Agron. J.* 71:248-251.
- Ulloa, M., 2006. Heritability and correlations of agronomic and fibre traits in an okra leaf upland cotton population. *Crop Sci.*, 46: 1508–14.
- Ulloa M., R. G. Cantrell, P. G. Richard, E. Zeiger and Z. Lu. 2000. QTL Analysis of Stomatal Conductance and Relationship to Lint Yield in an Interspecific Cotton. *J. Cotton Sci.* 4:10-18.
- Umaharan, P., Ariyanayagam, R. P., and S. Q. Haque. 1997. Genetic analysis of yield and its components in vegetable cowpea (*Vigna unguiculata L. Walp*). *Euphytica* 96: 207-213.

- Upadhyaya, H.D., Nigam, S.N., 1998. Epistasis for vegetative and reproductive traits in peanut. *Crop Sci.* 38, 44–49.
- Uribelarrea, M., S. P. Moose and Frederick E. Below. 2007. Divergent selection for grain protein affects nitrogen use in maize hybrids. *Field Crops Research* 100 (1): 82-90.
- Van Esbroeck, G.A., and D.T. Bowman. 1998. Cotton germplasm diversity and its importance to cultivar development. *J. Cotton Sci.* 2:121–129.
- Van Esbroeck, G.A., D.T. Bowman, D.S. Calhoun, and O.L. May. 1998. Changes in the genetic diversity in cotton in the USA from 1970 to 1995. *Crop Sci.* 38:33 – 37.
- Velasco, P., Soengas P., Revilla P., Ordas A., and R. A. Malvar. 2004. Mean Generation Analysis of the Damage caused by *Sesemia nonagrioides* (Lepidoptera: *Noctuidae*) and *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: *Crambidae*) in Sweet Corn Ears. *Journal of Economic Entomology.* 97(1):120-126.
- Verhalen L. M., and J. C. Murray. 1967. A Diallel Analysis of Several Fiber Property Traits in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum L.*). *Crop Sci.*7: 501-505.
- Verhalen L. M., W. C. Morrison, and R. W. McNew. 1972. Practical considerations in regard to heritability. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.* 1972:60.
- Verhalen L. M., J. L. Baker, and R. W. McNew. 1975. Gardner's Grid System and Plant Selection Efficiency in Cotton. *Crop Sci.*15: 588-591.
- Verhalen L. M., W. C. Morrison, B. A. Al-Rawi, K-C. Fun, and J. C. Murray. 1971. A Diallel Analysis of Several Agronomic Traits in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum L.*). *Crop Sci.*11: 92-96.
- Vyahalkar, G.R., N.L. Bhale and L.A. Deshpande, 1984. Inheritance of fibre traits in *Gossypium arboreum L.* *Indian J. Agric. Sci.*, 54: 702–4.
- Walsh, J. 1981. Genetic vulnerability down on the farm. *Science.* 214: 161-164.

- Wang, B., Y. Wu, W. Guo, X. Zhu, N. Huang, and Tianzhen Zhang. 2007. QTL Analysis and Epistasis Effects Dissection of Fiber Qualities in an Elite Cotton Hybrid Grown in Second Generation. *Crop Sci.*47:1384–1392.
- Warner, J. N. 1952. A method for estimating heritability. *Agron. J.* 44:427-430.
- Weaver, J.B. 1984. Agronomic properties of F1 hybrids and open pollinated F2's among twelve cultivars of cotton. p. 103–104. *In Beltwide Cotton Prod. Res. Conf. National Cotton Council of America, Memphis, TN.*
- Wells, R, and W. R. Meredith, Jr. 1986. Heterosis in upland cotton. I. Growth and leaf area partitioning. *Crop Sci.* 26: 1119 – 1123.
- White T.G. and T.R. Richmond. 1963. Heterosis and Combining Ability in Top and Diallel Crosses Among Primitive, Foreign and Cultivated American Upland Cottons. *Crop Sci.* 3:58-63.
- Williams, G.F., and J.M. Yankey. 1996. New developments in single fiber fineness and maturity measurements. p. 1284–1289. *In Proc. Beltwide Cotton Conf., Nashville, TN. 9–12 Jan. 1996. Natl. Cotton Counc. Am., Memphis, TN.*
- Wilson F.D. 1991. Combining Ability for Yield Characteristics and Earliness of Pink Bollworm-Resistant Cotton. *Crop Sci.* 31:922-925.
- Wilson F.D. 1987. Pink Bollworm Resistance, Lint Yield, and Earliness of Cotton Isolines in a Resistant Genetic Background. *Crop Sci.* 27:957-960.
- Wilson, F.D., and R.L. Wilson. 1975. Breeding potentials of noncultivated cottons. I. Some agronomic and fiber properties of selected parents and their F1 hybrids. *Crop Sci.* 15:763-766.
- Wilson, F. D., and R. L. Wilson. 1976a. Breeding potential of nocultivated cottons. II. Inheritance of peduncle length. *Crop Sci.* 16:221 -224.
- Wilson, F. D., and R. L. Wilson. 1976b. Breeding potential of noncultivated cottons. III. Inheritance of date of first flower. *Crop Sci.* 16:871 -873.

- Worley, S., T.W. Culp, and D.C. Harrel. 1974. The relative contributions of yield components to lint yield of upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Euphytica* 23: 399-403.
- Worley, S., Jr., H.H. Ramey, Jr., D.C. Harrel, and T.W. Culp. 1976. Ontogenetic model of cotton yield. *Crop Sci.* 16: 30-34.
- Wright, S. 1968. The genetics of quantitative variability, p. 373 - 420. In: S. Wright (ed.). *Evolution and genetics of populations*. University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Wu, Y.T., J.M. Yin, W.Z. Guo, X.F. Zhu, and T.Z. Zhang. 2004. Heterosis performance of yield and fiber quality in F1 and F2 hybrids in Upland cotton. *Plant Breed.* 123:285–289.
- Xiao, J., J. Li, and S.D. Tanksley. 1995. Dominance is the major genetic basis of heterosis in rice as revealed by QTL analysis using molecular markers. *Genetics* 140:745–754.
- Yankey, J.M. 1997. The solutions for controlling fabric barre'. In: *Proceedings of the Beltwide Cotton Conference*. National Cotton Council, Memphis, TN. pp. 738-742.
- Young, E.F., and J.C. Murray. 1966. Heterosis and inbreeding depression in diploid and tetraploid cottons. *Crop Sci.* 6:436–438.
- Yu, J., P. Yong-Ha, G.R. Lazo, and R.J. Kohel. 1998. Molecular mapping of the cotton genome: QTL analysis of fibre quality properties. p. 485. *In Proc. Beltwide Cotton Conf.*, San Diego, CA. 5–9 Jan. 1998. Natl. Cotton Council Am., Memphis, TN.
- Yu, S.B., J.X. Li, Y.F. Tan, Y.J. Gao, X.H. Li, Q.F. Zhang, and M.A. Saghai Maroof. 1997. Importance of epistasis as the genetic basis of heterosis in an elite rice hybrid. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 94:9226–9231.
- Zalapa, J. E., Staub J. E., and J. D. McCreight . 2006. Generation means analysis of plant architectural traits and fruit yield in melon. *Plant Breeding* 125. 482-487.

- Zeng, L., and W. R. Meredith, Jr. 2009. Associations among Lint Yield, Yield Components, and Fiber Properties in an Introgressed Population of Cotton. *Crop Sci.* 49:1647-1654.
- Zewdie, Y. and P. W. Bosland. 2003. Inheritance of Seed Color in Capsicum. *Journal of Heredity.* 94(4): 355-357.
- Zhang, T.Z., and J.J. Pan. 1999. Hybrid seed production in cotton. p.149–184. In A.S. Basra (ed.) *Heterosis and hybrid seed production in agronomic crops.* Food Products Press, New York.
- Zhu, Y., H. Chen, J. Fan, Y. Wang, Y. Li, J. Chen, J. Fan, S. Yang, L. Hu, H. Leung, T.W. Mew, P.S. Teng, Z.Wang, and C.C. Mundt. 2000. Genetic diversity and disease control in rice. *Nature* 406: 718–722.

10.1 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - Α

Αποτελέσματα της ανάλυσης των δειγμάτων εδάφους που ελήφθησαν από τον πειραματικό αγρό το 2005. Η ανάλυση έγινε στο Περιφερειακό Εργαστήριο Γεωργικών Εφαρμογών & Ανάλυσης Λιπασμάτων.

α/α	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ			Βάθος δείγματος	ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ				pH 1:1	Νιτρικό Άζωτο mg/Kg	Αμωνιακό Άζωτο mg/Kg	% Ολικό CaCO ₃	% Οργανική ουσία	P Olsen mg/Kg	K+ mg/Kg	
	Α.Μ.Δ.	Όνομα Ιδιοκτήτη αγρού	Περιοχή		Ιδιαίτερη ονομασία	% Άμμος	% Αργίλλος	% Ίλος								Χαρακτηρισμός
1	7455	Κολοβός Χρήστος	Αλμυρός	Βαμβάκι	0-30	49	26	25	SCL	7.69	3.84	2.8	1.02	1.04	20	110
2	7456	Κολοβός Χρήστος	Αλμυρός	Βαμβάκι	30-60	53	30	17	SCL	7.64	4.16	3.3	1.84		5	111
3	7457	Κολοβός Χρήστος	Αλμυρός	Βαμβάκι	60-90	35	40	25	CL-C	7.58	5.28	2.0	1.84			

ΕΝΤΥΠΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Α.Μ.Δ.	ΡΗ (Αιώρημα 1:1)							Ολικό CaCO ₃ (%)					Οργανική ουσία (%)					P Olsen mg/Kg					K ⁺ (mg/Kg)															
	ΙΣΧΥΡΑ ΟΕΙΝΟ	ΑΡΚΕΤΑ ΟΕΙΝΟ	ΟΕΙΝΟ	ΕΛΑΦΡΑ ΟΕΙΝΟ	ΟΥΔΕΤΕΡΟ	ΕΛΑΦΡΑ ΑΛΚΑΛΙΚΟ	ΑΛΚΑΛΙΚΟ	ΑΡΚΕΤΑ ΑΛΚΑΛΙΚΟ	ΙΣΧΥΡΑ ΑΛΚΑΛΙΚΟ	ΑΠΟΥΣΙΑ CaCO ₃	ΙΧΝΗ	ΜΕΤΡΙΩΣ ΕΦΟΔΙΑΣΜΕΝΟ	ΕΠΑΡΚΩΣ ΕΦΟΔΙΑΣΜΕΝΟ	ΑΡΚΕΤΑ ΕΦΟΔΙΑΣΜΕΝΟ	ΠΛΟΥΣΙΟ	ΜΑΡΓΑ	ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΟ	ΠΟΛΥ ΠΤΩΧΟ	ΠΤΩΧΟ	ΜΕΤΡΙΩΣ ΕΦΟΔΙΑΣΜΕΝΟ	ΕΠΑΡΚΩΣ ΕΦΟΔΙΑΣΜΕΝΟ	ΠΛΟΥΣΙΟ	ΠΟΛΥ ΠΛΟΥΣΙΟ	ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ	ΧΑΜΗΛΟΣ	ΜΕΤΡΙΑ ΕΦΟΔΙΑΣΜΕΝΟ	ΕΠΑΡΚΩΣ ΕΦΟΔΙΑΣΜΕΝΟ	ΥΨΗΛΟΣ	ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΟΣ	ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟ	ΧΑΜΗΛΟ	ΜΕΤΡΙΑ ΕΦΟΔΙΑΣΜΕΝΟ	ΕΠΑΡΚΩΣ ΕΦΟΔΙΑΣΜΕΝΟ	ΥΨΗΛΟ	ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΟ			
7455							X				X							X	X									X										
7456							X				X													X										X				
7457						X	X				X																											

10.2 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - Β

Πίνακας 1: Μέσοι Όροι των έξι γονότυπων (P₁, P₂, F₁, F₂, BC₁ και BC₂) για το ύψος του φυτού (cm) (A), για τον αριθμό των κόμβων από τις κοτυληδόνες έως τον πρώτο καρποφόρο κλάδο (B), στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

(A)		ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ				
Γονότυπος	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
P₁	88.20 ab	84.34 c	89.98 a	87.20 c	87.87 b	88.97 de
P₂	90.24 a	89.22 b	91.47 a	98.40 a	81.98 c	96.54 b
F₁	86.91 b	92.20 a	92.25 a	99.82 a	90.44 b	92.45 c
F₂	84.46 c	83.64 c	85.82 b	94.55 b	80.93 c	89.80 d
BC₁	87.53 b	85.07 c	86.93 b	89.71 c	88.16 b	87.74 e
BC₂	86.71 b	84.36 c	86.75 b	99.15 a	94.53 a	100.73 a

(B)		ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ				
Γονότυπος	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
P₁	4.13 c	4.10 c	3.94 bc	4.06 c	4.33 c	4.06 c
P₂	5.72 a	5.10 a	4.17 ab	5.08 a	5.21 a	4.81 a
F₁	4.26 c	3.59 d	4.33 a	4.20 bc	4.59 c	3.83 c
F₂	5.57 a	4.21 c	4.02 b	5.07 a	4.90 b	4.49 b
BC₁	3.97 c	3.96 cd	3.69 c	4.56 b	4.41 c	4.05 c
BC₂	5.24 b	4.58 b	4.20 ab	5.21 a	4.99 ab	4.60 ab

Πίνακας 2: Μέσοι Όροι των έξι γονότυπων (P₁, P₂, F₁, F₂, BC₁ και BC₂) για την απόσταση από τις κοτυληδόνες έως τον πρώτο καρποφόρο κλάδο (cm) (A), για τα μεσογονάτια διαστήματα (cm) (B), στις πέντε διασταυρώσεις και τον αριθμό των συμποδίων ανά φυτό (Γ) στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

(A) ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
Γονότυπος	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅
P₁	8.57 d	11.59 a	11.58 ab	11.07 cd	12.93 c
P₂	11.14 c	11.33 ab	11.57 ab	10.91 cd	13.02 c
F₁	11.54 c	9.20 d	12.46 a	9.92 d	13.88 bc
F₂	16.57 a	10.33 c	11.78 ab	11.78 bc	14.73 a
BC₁	11.06 c	10.27 cd	10.12 c	12.75 ab	14.27 ab
BC₂	14.67 b	11.26 a	11.05 b	12.85 a	13.70 bc

(B) ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
Γονότυπος	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅
P₁	2.10 d	2.98 a	3.01 a	2.81 a	3.04 b
P₂	1.93 e	2.21 d	2.78 bc	2.12 d	2.51 d
F₁	2.72 c	2.66 b	2.88 ab	2.40 bc	3.03 b
F₂	2.98 a	2.48 c	2.98 a	2.33 c	3.04 b
BC₁	2.85 b	2.67 b	2.80 bc	2.84 a	3.33 a
BC₂	2.77 bc	2.35 cd	2.67 c	2.50 b	2.76 c

(Γ) ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
Γονότυπος	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
P₁	8.87 ab	8.94 bc	9.84 a	9.19 b	8.64 b	8.69 cd
P₂	9.12 a	10.29 a	9.67 a	10.84 a	7.94 c	9.57 b
F₁	8.73 ab	10.40 a	8.80 bc	10.47 a	8.53 bc	10.03 ab
F₂	7.61 c	9.25 b	8.00 d	8.98 b	6.87 d	8.13 d
BC₁	8.23 b	8.56 c	9.38 ab	9.48 b	8.84 b	8.86 c
BC₂	8.46 ab	9.01 bc	8.67 c	9.14 b	9.34 a	10.39 a

Πίνακας 3: Μέσοι Όροι των έξι γονότυπων (P₁, P₂, F₁, F₂, BC₁ και BC₂) για τον αριθμό των ανοιχτών καρυδιών (A) και για τον συνολικό αριθμό των καρυδιών ανά φυτό (B) στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

(A)		ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ				
Γονότυπος	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
P₁	10.77a	11.27 cd	12.67 a	11.69 c	10.80 b	11.09 bc
P₂	10.53 ab	14.36 a	12.37 a	15.00 a	9.48 c	12.20 ab
F₁	10.72 ab	13.60 a	11.70 a	14.96 a	10.49 b	12.68 a
F₂	8.58 c	12.46 b	10.08 b	12.75 b	8.39 d	9.56 d
BC₁	10.05 ab	10.67 d	11.99 a	12.35 bc	11.04 b	11.02 c
BC₂	9.90 b	12.15 bc	10.63 b	12.57 bc	11.93 a	12.60 a

(B)		ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ				
Γονότυπος	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
P₁	11.27 ab	11.90 cd	13.37 a	12.11 d	11.54 b	11.79 b
P₂	11.56 a	15.71 a	12.96 a	18.78 a	9.90 c	13.62 a
F₁	11.24 ab	14.56 a	12.09 ab	16.77 b	10.98 b	13.98 a
F₂	9.12 c	13.30 b	10.58 c	14.37 c	8.77 d	10.63 c
BC₁	10.50 b	11.51 d	12.61 a	13.13 d	11.81 b	11.74 b
BC₂	10.55 b	12.81 bc	11.22 bc	14.43 c	12.78 a	14.13 a

Πίνακας 4: Μέσοι Όροι των έξι γονότυπων (P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , BC_1 και BC_2) για την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη (SPAD) στα κάτω φύλλα (Α), στα άνω φύλλα (Β) στο στάδιο ανοίγματος του πρώτου καρυδιού και στα πάνω φύλλα, στο στάδιο ανοίγματος του τελευταίου καρυδιού (Γ) στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

(Α)		ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
Γονότυπος	$GR_1 \times GR_2$	$GR_1 \times GR_3$	$GR_1 \times GR_4$	$GR_1 \times IN_1$	$GR_1 \times GR_5$	$GR_1 \times IN_2$	
P_1	28.19 bc	29.91 ab	25.22 ab	26.07 b	27.67 a	27.51 a	
P_2	29.75 ab	28.63 bc	26.14 ab	26.22 b	26.65 a	28.70 a	
F_1	31.11 a	26.37 cd	25.86 ab	26.87 b	27.58 a	26.94 a	
F_2	28.03 c	30.71 a	25.28 ab	25.44 b	26.50 b	27.55 b	
BC_1	29.16 bc	30.99 a	26.19 a	25.24 b	26.76 a	26.56 a	
BC_2	29.15 bc	26.20 d	25.08 b	28.73 a	27.05 a	26.85 a	

(Β)		ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
Γονότυπος	$GR_1 \times GR_2$	$GR_1 \times GR_3$	$GR_1 \times GR_4$	$GR_1 \times IN_1$	$GR_1 \times GR_5$	$GR_1 \times IN_2$	
P_1	37.31 d	38.10 d	38.80 ab	38.39 b	39.74 abc	40.14 a	
P_2	41.93 a	41.06 ab	40.12 a	37.39 bc	40.46 ab	38.17 b	
F_1	39.81 bc	39.46 cd	39.79 ab	36.41 c	41.26 a	38.06 b	
F_2	39.46 bc	40.95 a	38.68 b	37.43 bc	39.95 ab	38.51 b	
BC_1	39.02 c	39.83 bc	38.70 b	40.94 a	38.14 c	39.89 a	
BC_2	40.40 ab	39.70 bc	38.88 ab	37.65 bc	39.57 b	37.72 b	

(Γ)		ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
Γονότυπος	$GR_1 \times GR_2$	$GR_1 \times GR_3$	$GR_1 \times GR_4$	$GR_1 \times IN_1$	$GR_1 \times GR_5$	$GR_1 \times IN_2$	
P_1	41.48 a	38.94 ab	40.73 ab	35.77 ab	42.83 a	43.44 a	
P_2	34.62 c	33.04 c	43.82 a	31.06 c	42.72 a	34.96 bc	
F_1	42.28 a	37.22 b	41.85 a	32.01 bc	41.84 ab	35.69 bc	
F_2	37.92 b	40.25 a	37.95 b	36.02 a	38.74 c	32.72 c	
BC_1	41.12 a	37.65 b	42.59 a	34.81 ab	39.26 bc	35.72 b	
BC_2	39.29 ab	33.79 c	41.67 a	32.61 bc	40.67 abc	34.26 bc	

Πίνακας 5: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για το ύψος του φυτού (cm) το 2005.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
A. έλεγχος αναλογικότητας, απόκλισης από το πρότυπο αθροιστικής – κυριαρχικής δράσης.						
A	-0.05	-6.41*	-8.36**	-7.59**	-1.99	-5.93*
B	-3.73*	-12.70**	-10.23**	0.09	16.65**	12.48**
C	-14.43**	-23.41**	-22.67**	-7.02†	-27.02**	-11.22*
D	-5.32**	-2.15	-2.04	0.24	-20.84**	-8.88**
B. κοινός έλεγχος αναλογικότητας τριών παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική δράση).						
m	88.71**	84.75**	89.01**	92.27**	84.56**	92.46**
a	0.63	1.78†	0.45	6.14**	-2.21*	4.81**
d	-2.49	4.76*	0.68	6.69**	5.08*	-0.30
χ ²	ns	26.89**	16.71**	ns	40.70**	16.95**
Γ. κοινός έλεγχος αναλογικότητας, έξι παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική, επιστατική δράση).						
m	84.46 **	83.64 **	85.82 **	94.55**	80.93**	89.80 **
a	0.81	0.70	0.19	-9.44 **	-6.37**	-12.99**
d	8.33	9.72	5.60	6.53	47.19**	17.46*
aa	10.65 *	4.30	4.08	-0.48	41.67**	17.77*
ad	1.84	3.14	0.93	-3.84	-9.32**	-9.20 **
dd	-6.87	14.81	14.50	7.98	-56.33**	-24.32†

Πίνακας 6: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για τον αριθμό των κόμβων από τις κοτυληδόνες έως τον πρώτο καρποφόρο κλάδο το 2005.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
A. έλεγχος αναλογικότητας, απόκλισης από το πρότυπο αθροιστικής – κυριαρχικής δράσης.						
A	-0.46	0.22	-0.90*	0.87*	-0.09	0.22
B	0.49	0.46	-0.09	1.15*	0.17	0.57†
C	3.89**	0.44	-0.70	2.75**	0.88†	1.44*
D	1.93**	-0.12	0.15	0.37	0.40*	0.32
B. κοινός έλεγχος αναλογικότητας τριών παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική δράση).						
m	4.98**	4.64**	4.0**	4.72**	4.78**	4.48**
a	0.83	0.50	0.17	0.51	0.45	0.38
d	-0.57	-0.97	0.15	-0.21	-0.15	-0.54
X ²	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Γ. κοινός έλεγχος αναλογικότητας, έξι παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική, επιστατική δράση).						
m	5.57**	4.21**	4.02**	5.07**	4.90**	4.49**
a	-1.27**	-0.62*	-0.51*	-0.65†	-0.57*	-0.55*
d	-4.52**	-0.76	-0.02	-1.11	-0.97	-1.25
aa	-3.86**	0.24	-0.29	-0.73	-0.79	-0.64
ad	-0.47	-0.12	-0.40	-0.14	-0.13	-0.17
dd	3.83†	-0.92	1.28	-1.29	0.71	-0.15

Πίνακας 7: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για την απόσταση από τις κοτυληδόνες έως τον πρώτο καρποφόρο κλάδο το 2005.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅
A. έλεγχος αναλογικότητας, απόκλιση από το πρότυπο αθροιστικής – κυριαρχικής δράσης.					
A	2.01*	-0.25	-3.79**	4.52**	1.74*
B	6.66**	1.99*	-1.93*	4.86**	0.51
C	23.51**	0.00	-0.94	5.28*	5.23**
D	7.42**	-0.87	2.39*	-2.05†	1.49*
B. κοινός έλεγχος αναλογικότητας τριών παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική δράση).					
m	11.25**	11.50**	11.26**	11.63**	13.14**
a	1.46	0.007	0.10	-.17	0.0035
d	2.14	-2.13	0.64	-.27	1.06
χ ²	ns	ns	ns	ns	ns
Γ. κοινός έλεγχος αναλογικότητας, έξι παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική, επιστατική δράση).					
m	16.57**	10.33**	11.78**	11.78**	14.73**
a	-3.61**	-0.99	-0.93	-0.09	0.57
d	-13.16**	-0.53	-3.89	3.03	-2.09
aa	-14.84**	1.73	-4.78†	4.09	-2.99
ad	-2.33*	-1.12	-0.93	-0.17	0.62
dd	6.18	-3.47	10.50†	-13.47†	0.74

Πίνακας 8: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για τα μεσογονάτια διαστήματα το 2005.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅
A. έλεγχος αναλογικότητας, απόκλιση από το πρότυπο αθροιστικής – κυριαρχικής δράσης.					
A	0.89**	-0.29	-0.28†	0.46*	0.59**
B	0.90**	-0.16	-0.32*	0.47*	-0.02
C	2.44**	-0.56*	0.35	-0.41	0.53*
D	0.33**	-0.06	0.48**	-0.67**	-0.02
B. κοινός έλεγχος αναλογικότητας τριών παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική δράση).					
m	2.20**	2.56**	2.87**	2.52**	2.80**
a	-0.056	-0.38	-0.12	-0.33	-0.30
d	0.91	0.042	-0.023	-0.0026	0.34
χ ²	ns	ns	ns	ns	ns
Γ. κοινός έλεγχος αναλογικότητας, έξι παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική, επιστατική δράση).					
m	2.98**	2.48**	2.98**	2.33**	3.04**
a	0.08	0.32*	0.13	0.34*	0.57**
d	0.05	0.17	-0.96	1.27*	0.30
aa	-0.66†	0.11	-0.95†	1.34*	0.04
ad	0.00	-0.06	0.02	-0.01	0.31†
dd	-1.13	0.34	1.55	-2.27	-0.61

Πίνακας 9: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για τον αριθμό των συμποδίων το 2005.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
Α. έλεγχος αναλογικότητας, απόκλιση από το πρότυπο αθροιστικής – κυριαρχικής δράσης.						
A	-1.14*	-2.22**	0.12	-0.70	0.51	-0.99
B	-0.93	-2.66**	-1.14*	-3.03**	2.21**	1.18†
C	-5.01**	-3.01*	-5.13**	-5.05**	-6.18**	-5.80**
D	-1.47**	0.94*	-2.05**	-0.66	-4.45**	-2.99**
Β. κοινός έλεγχος αναλογικότητας τριών παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική δράση).						
m	8.80**	9.38**	9.59**	9.66**	8.38**	9.00**
a	0.13	0.67	-0.20	0.62	-0.17	0.60
d	-0.36	0.35	-1.06	0.30	0.23	0.90
Χ ²	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Γ. κοινός έλεγχος αναλογικότητας, έξι παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική, επιστατική δράση).						
m	7.61**	9.25**	8.00**	8.98**	6.87**	8.13**
a	-0.23	-0.45	0.71	0.34	-0.50	-1.53*
d	2.68	-1.10	3.15	1.77	9.14**	6.89*
aa	2.95*	-1.87	4.11*	1.32	8.90**	5.98**
ad	-0.10	0.22	0.63	1.17	-0.85	-1.09
dd	-0.88	6.76†	-3.09	2.41	-11.62**	-6.17

Πίνακας 10: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για τον αριθμό των ανοιχτών καρυδίων το 2005.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
A. έλεγχος αναλογικότητας, απόκλιση από το πρότυπο αθροιστικής – κυριαρχικής δράσης.						
A	-1.39*	-3.54**	-0.38	-1.95	0.79	-1.73*
B	-1.45*	-3.66**	-2.80*	-4.81**	3.90**	0.31
C	-8.42**	-3.01	-8.11**	-5.59*	-7.69**	-10.41**
D	-2.79**	2.09*	-2.47*	0.59	-6.19**	-4.50**
B. κοινός έλεγχος αναλογικότητας τριών παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική δράση).						
m	10.41**	12.46**	12.17**	12.88**	10.27**	11.33**
a	-0.12	1.54	-0.35	1.50	-0.41	0.80
d	-0.20	0.12	-0.98	1.19	0.41	0.93
Χ ²	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Γ. κοινός έλεγχος αναλογικότητας, έξι παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική, επιστατική δράση).						
m	8.58**	12.46**	10.08**	12.75**	8.39**	9.56**
a	0.14	-1.49†	1.36†	-0.23	-0.89	-1.57*
d	5.64†	-3.39	4.11	0.44	12.73**	10.03*
aa	5.57*	-4.19	4.93†	-1.17	12.38**	8.99**
ad	0.03	0.06	1.21	1.43	-1.55†	-1.02
dd	-2.73	11.38†	-1.75	7.93	-17.07**	-7.57

Πίνακας 11: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για τον συνολικό αριθμό των καρυδίων το 2005.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
A. έλεγχος αναλογικότητας, απόκλιση από το πρότυπο αθροιστικής – κυριαρχικής δράσης.						
A	-1.51†	-3.43**	-0.25	-2.63†	1.10	-2.28*
B	-1.70†	-4.65**	-2.60*	-6.68**	4.69**	0.66
C	-8.82**	-3.52†	-8.18**	-6.94**	-8.31**	-10.85**
D	-2.81**	2.28*	-2.66*	1.19	-7.05**	-4.61**
B. κοινός έλεγχος αναλογικότητας τριών παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική δράση).						
m	11.16**	13.40**	12.77**	14.85**	10.97**	12.34**
a	0.14	1.84	-0.40	3.14	-0.46	1.25
d	-0.47	0.018	-1.18	0.66	0.41	1.22
Χ ²	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Γ. κοινός έλεγχος αναλογικότητας, έξι παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική, επιστατική δράση).						
m	9.12**	13.30**	10.58**	14.37**	8.77**	10.63**
a	-0.05	-1.30	1.39†	-1.31	-0.98	-2.39*
d	5.44†	-3.81	4.26	-1.05	14.35**	10.50*
aa	5.61*	-4.56	5.33†	-2.37	14.09**	9.23*
ad	0.09	0.61	1.18	2.02	-1.80†	-1.47
dd	-2.40	12.64†	-2.48	11.68	-19.88**	-7.60

Πίνακας 12: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη (SPAD) στο στάδιο ανοίγματος του τελευταίου καρυδιού στα πάνω φύλλα το 2005.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
A. έλεγχος αναλογικότητας, απόκλισης από το πρότυπο αθροιστικής – κυριαρχικής δράσης.						
A	-1.51	-0.86	2.60	1.85	-6.15*	-7.70*
B	1.68	-2.68	-2.32	2.15	-3.21	-2.15
C	-8.96	14.59*	-16.43*	13.25*	-14.26*	-18.90**
D	-4.57*	9.06**	-8.35*	4.63†	-2.45	-4.53†
B. κοινός έλεγχος αναλογικότητας τριών παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική δράση).						
m	38.01**	36.20**	41.89**	34.05**	42.15**	38.68**
a	-3.19**	-2.90	1.18†	1.61*	0.13	-3.89**
d	4.19**	1.32	-0.59	-1.47	-1.65	-4.81**
Χ ²	ns	9.83*	13.91**	14.36**	12.54**	23.4**
Γ. κοινός έλεγχος αναλογικότητας, έξι παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική, επιστατική δράση).						
m	37.92**	40.25**	37.95**	36.02**	38.74**	32.72**
a	1.83	3.86*	0.92	2.21	-1.41	1.46
d	13.36	-16.89	16.28	-10.66	3.97	5.55
aa	9.13	-18.12*	16.71†	-9.25	4.91	9.06
ad	-1.60	0.91	2.46	-0.15	-1.47	-2.77
dd	-9.30	21.66	-16.99	5.26	4.45	0.78

Πίνακας 13: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη (SPAD) στα πάνω φύλλα, στο στάδιο ανοίγματος του πρώτου καρυδιού, στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
A. έλεγχος αναλογικότητας, απόκλισης από το πρότυπο αθροιστικής – κυριαρχικής δράσης.						
A	0.93	2.10	-1.20	7.07**	-4.72*	1.57
B	-0.94	-1.12	-2.15†	1.49	-2.58	-0.79
C	-1.02	5.73*	-3.79†	1.13	-2.92	-0.36
D	-0.50	2.38*	-0.22	-3.72*	2.19*	-0.58
B. κοινός έλεγχος αναλογικότητας τριών παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική δράση).						
m	39.53**	39.53**	39.31**	37.30**	39.73**	38.42**
a	2.12	2.12	0.61	1.39	0.49	1.25
d	0.22	0.22	0.024	1.43	1.00	0.34
χ ²	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Γ. κοινός έλεγχος αναλογικότητας, έξι παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική, επιστατική δράση).						
m	39.46**	40.95**	38.68**	37.43**	39.95**	38.51**
a	-1.37	0.13	-0.18	3.29*	-1.43	2.17†
d	1.20	-4.87	0.78	5.95	-3.22	0.05
aa	1.01	-4.75	0.45	7.43†	-4.38	1.15
ad	0.93	1.61	0.48	2.79	-1.07	1.18
dd	-1.00	3.78	2.90	-15.99	11.69	-1.94

Πίνακας 14: Εκτίμηση των γενετικών δράσεων με βάση τη σχέση – αναλογικότητα μεταξύ των μέσων όρων των γενεών (Scaling test) και την ακρίβεια των σφαλμάτων δειγματοληψίας τους για την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη (SPAD) στα κάτω φύλλα, στο στάδιο ανοίγματος του πρώτου καρυδίου το 2005.

ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ						
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
A. έλεγχος αναλογικότητας, απόκλισης από το πρότυπο αθροιστικής – κυριαρχικής δράσης.						
A	-0.98	5.69*	1.29	-2.46*	-1.72	-1.34
B	-2.56	-2.60†	-1.83†	4.38*	-0.13	-1.94
C	-8.05*	11.53**	-1.98	-4.29	-29.96**	-27.45**
D	-2.26	4.22†	-0.72	-3.10*	-14.06**	-12.09*
B. κοινός έλεγχος αναλογικότητας τριών παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική δράση).						
m	28.02**	29.82**	25.63**	25.66**	27.01**	27.89**
a	0.062	-1.17	0.27	0.36	-0.43	0.48
d	2.69	-2.07	0.12	0.78	0.26	-1.13
Χ ²	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Γ. κοινός έλεγχος αναλογικότητας, έξι παραμέτρων (αθροιστική, κυριαρχική, επιστατική δράση).						
m	28.03**	30.71**	25.28**	25.44**	26.50**	27.55**
a	0.01	4.79**	1.10	-3.50*	-0.29	-0.29
d	6.66	-11.33	1.63	6.93	2.04	-4.54
aa	4.52	-8.43	1.44	6.20	1.63	-3.38
ad	0.79	4.15*	1.56	-3.42†	-0.80	0.30
dd	-0.99	5.33	-0.90	-8.11	0.22	6.65

Πίνακας 15: Φαινοτυπική παραλλακτικότητα (VarP), λόγω περιβάλλοντος (VarE), γονοτυπική (VarG), παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (VarA) και κυριαρχική (VarD) δράση των γονιδίων, συντελεστής κληρονομικότητας με την στενή (HerN%) και την ευρεία (HerB%) έννοια και γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για το ύψος του φυτού (cm), στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
VarP	85.89	148.82	121.95	144.86	167.34	141.07
VarE	57.27	66.73	53.28	65.68	63.54	76.82
VarG	28.62	82.08	68.68	79.17	103.80	64.25
VarA	23.50	-	59.10	-	-	-
VarD	5.12	-	9.57	-	-	-
h ² (%)	27.36	-	48.46	-	-	-
H ² (%)	33.32	55.16	56.31	54.66	62.03	45.54
GCV(%)	6.33	10.83	9.66	9.41	12.59	8.93

Πίνακας 16: Φαινοτυπική παραλλακτικότητα (VarP), λόγω περιβάλλοντος (VarE), γονοτυπική (VarG), παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (VarA) και κυριαρχική (VarD) δράση των γονιδίων, συντελεστής κληρονομικότητας με την στενή (HerN%) και την ευρεία (HerB%) έννοια και γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για τον αριθμό των κόμβων από τις κοτυληδόνες έως τον πρώτο καρποφόρο κλάδο, στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
VarP	2.60	1.95	1.38	3.70	1.04	1.65
VarE	1.68	2.26	1.00	2.40	0.77	1.43
VarG	0.92	-	0.38	1.30	0.27	0.22
VarA	-	-	-	-	-	-
VarD	-	-	-	-	-	-
h ² (%)	-	-	-	-	-	-
H ² (%)	35.30	-	27.18	35.05	25.79	13.49
GCV(%)	17.20	-	15.23	22.45	10.54	10.52

Πίνακας 17: Φαινοτυπική παραλλακτικότητα (VarP), λόγω περιβάλλοντος (VarE), γονοτυπική (VarG), παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (VarA) και κυριαρχική (VarD) δράση των γονιδίων, συντελεστής κληρονομικότητας με την στενή (HerN%) και την ευρεία (HerB%) έννοια και γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για την απόσταση των κόμβων από τις κοτυληδόνες έως τον πρώτο καρποφόρο κλάδο (cm), στις πέντε διασταυρώσεις το 2005.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ				
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅
VarP	32.11	16.17	21.36	34.03	18.86
VarE	11.25	16.70	13.53	20.24	11.34
VarG	20.87	-	7.83	13.79	7.53
VarA	-	-	-	5.25	-
VarD	-	-	-	8.53	-
h ² (%)	-	-	-	15.44	-
H ² (%)	64.98	-	36.65	40.52	39.91
GCV(%)	27.56	-	23.75	31.53	18.62

Πίνακας 18: Φαινοτυπική παραλλακτικότητα (VarP), λόγω περιβάλλοντος (VarE), γονοτυπική (VarG), παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (VarA) και κυριαρχική (VarD) δράση των γονιδίων, συντελεστής κληρονομικότητας με την στενή (HerN%) και την ευρεία (HerB%) έννοια και γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για τα μεσογονάτια διαστήματα (cm), στις πέντε διασταυρώσεις το 2005.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ				
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅
VarP	0.24	0.33	0.75	0.37	0.51
VarE	0.10	0.52	0.36	0.36	0.30
VarG	0.14	-	0.38	0.01	0.21
VarA	-	-	-	-	-
VarD	-	-	-	-	-
h ² (%)	-	-	-	-	-
H ² (%)	59.57	-	51.22	2.80	40.69
GCV(%)	12.81	-	20.78	4.34	15.01

Πίνακας 19: Φαινοτυπική παραλλακτικότητα (VarP), λόγω περιβάλλοντος (VarE), γονοτυπική (VarG), παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (VarA) και κυριαρχική (VarD) δράση των γονιδίων, συντελεστής κληρονομικότητας με την στενή (HerN%) και την ευρεία (HerB%) έννοια και γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για τον αριθμό των συμποδίων ανά φυτό, στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
VarP	6.82	7.10	8.29	10.96	5.42	7.80
VarE	6.21	5.03	5.05	6.03	3.37	5.20
VarG	0.61	2.06	3.24	4.93	2.05	2.60
VarA	-	-	2.92	-	-	-
VarD	-	-	0.33	-	-	-
h ² (%)	-	-	35.17	-	-	-
H ² (%)	8.91	29.06	39.12	45.01	37.75	33.30
GCV(%)	10.25	15.52	22.52	24.74	20.83	19.83

Πίνακας 20: Φαινοτυπική παραλλακτικότητα (VarP), λόγω περιβάλλοντος (VarE), γονοτυπική (VarG), παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (VarA) και κυριαρχική (VarD) δράση των γονιδίων, συντελεστής κληρονομικότητας με την στενή (HerN%) και την ευρεία (HerB%) έννοια και γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για τον αριθμό των ανοιχτών καρυδίων ανά φυτό, στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
VarP	12.89	25.29	19.72	25.85	10.63	18.33
VarE	10.13	12.45	13.63	14.35	7.32	11.11
VarG	2.76	12.83	6.10	11.50	3.31	7.23
VarA	1.63	-	-	-	-	-
VarD	1.12	-	-	-	-	-
h ² (%)	12.68	-	-	-	-	-
H ² (%)	21.40	50.75	30.92	44.49	31.17	39.42
GCV(%)	19.36	28.76	24.50	26.59	21.69	28.11

Πίνακας 21: Φαινοτυπική παραλλακτικότητα (VarP), λόγω περιβάλλοντος (VarE), γονοτυπική (VarG), παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (VarA) και κυριαρχική (VarD) δράση των γονιδίων, συντελεστής κληρονομικότητας με την στενή (HerN%) και την ευρεία (HerB%) έννοια και γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για τον συνολικό αριθμό των καρυδίων ανά φυτό, στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
VarP	14.85	29.39	24.19	33.23	12.75	23.33
VarE	11.67	14.91	15.09	19.72	7.93	14.96
VarG	3.17	14.49	9.10	13.51	4.82	8.38
VarA	3.04	-	-	-	3.79	-
VarD	0.13	-	-	-	1.03	-
h ² (%)	20.51	-	-	-	29.75	-
H ² (%)	21.37	49.29	37.62	40.66	37.82	35.90
GCV(%)	19.53	28.61	28.51	25.57	25.04	27.23

Πίνακας 22: Φαινοτυπική παραλλακτικότητα (VarP), λόγω περιβάλλοντος (VarE), γονοτυπική (VarG), παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (VarA) και κυριαρχική (VarD) δράση των γονιδίων, συντελεστής κληρονομικότητας με την στενή (HerN%) και την ευρεία (HerB%) έννοια και γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη (SPAD) στα κάτω φύλλα, στο στάδιο ανοίγματος του πρώτου καρυδίου, στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
VarP	21.14	35.96	12.59	8.30	9.25	7.73
VarE	12.47	9.98	5.53	4.38	4.10	6.05
VarG	8.67	25.99	7.06	3.92	5.15	1.68
VarA	-	-	-	1.06	-	-
VarD	-	-	-	2.86	-	-
h ² (%)	-	-	-	12.74	-	-
H ² (%)	41.03	72.26	56.07	47.26	55.68	21.71
GCV(%)	10.51	16.60	10.51	7.78	8.56	4.70

Πίνακας 23: Φαινοτυπική παραλλακτικότητα (VarP), λόγω περιβάλλοντος (VarE), γονοτυπική (VarG), παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (VarA) και κυριαρχική (VarD) δράση των γονιδίων, συντελεστής κληρονομικότητας με την στενή (HerN%) και την ευρεία (HerB%) έννοια και γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη (SPAD) στα πάνω φύλλα, στο στάδιο ανοίγματος του πρώτου καρυδιού, στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
VarP	18.74	15.53	9.39	5.56	4.43	7.45
VarE	11.96	5.59	8.09	4.90	8.92	7.47
VarG	6.78	9.94	1.30	0.67	-	-
VarA	-	-	-	-	-	-
VarD	-	-	-	-	-	-
h ² (%)	-	-	-	-	-	-
H ² (%)	36.19	64.00	13.86	12.02	-	-
GCV(%)	6.60	7.70	2.95	2.18	-	-

Πίνακας 24: Φαινοτυπική παραλλακτικότητα (VarP), λόγω περιβάλλοντος (VarE), γονοτυπική (VarG), παραλλακτικότητα που οφείλεται στην αθροιστική (VarA) και κυριαρχική (VarD) δράση των γονιδίων, συντελεστής κληρονομικότητας με την στενή (HerN%) και την ευρεία (HerB%) έννοια και γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV%) για την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη (SPAD) στο στάδιο ανοίγματος του τελευταίου καρυδιού στα πάνω φύλλα, στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
VarP	14.75	31.99	34.78	37.79	30.38	21.55
VarE	40.89	24.08	25.89	15.33	24.22	32.49
VarG	-	7.91	8.89	22.46	6.16	-
VarA	-	-	-	-	-	-
h ² (%)	-	-	-	-	-	-
H ² (%)	-	24.72	25.55	59.43	20.29	-
GCV(%)	-	6.99	7.85	13.16	6.41	-

10.3 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - Γ

Πίνακας 25: Συμπεριφορά των τεσσάρων γενεών (P₁, P₂, F₂, F₃, BC₁S και BC₂S) που προήλθαν από τις επτά ποικιλίες βαμβακιού ως προς την απόδοση το 2007.

Γενεά	Διασταύρωση					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
P ₁	3242.5d	3229.7d	3230.5b	3125.5b	3262.5c	3219.5e
P ₂	4419.7a	4079.5b	3950a	2860.7c	4473.5a	3503cd
F ₂	4086.2b	3257.2d	2969.2d	3130b	4470a	3712.2b
F ₃	3424.5d	3626.5c	3126.7bc	3513a	3353.2c	3365de
BC ₁ S	3853c	3615c	3086.7cd	3190.7b	4189.7b	3648.7bc
BC ₂ S	4420.7a	4528.2a	2753.2e	3096.2b	4614.7a	3910a
LSD	182.1	138.6	142	197.2	196.9	193.

Πίνακας 26: Ανάλυση παραλλακτικότητας για την απόδοση για τις τέσσερις γενεές (P₁, P₂, F₂, F₃, BC₁S και BC₂S) που προήλθαν από τις επτά ποικιλίες βαμβακιού το 2007.

	Διασταύρωση					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
ΜΤμετ.	989009	1005371	666632	176752	1439331	248616
ΜΤσφ.	14591	8454	8882	17113	17060	16401
CV(%)	3.09	2.47	2.96	4.15	3.22	3.60
F _{test}	**	**	**	**	**	**

** p = 0.01. * p = 0.05. + p = 0.10.

Πίνακας 27: Εκτίμηση γενετικών παραμέτρων για την απόδοση για τις τέσσερις γενεές (P₁, P₂, F₂, F₃, BC₁S και BC₂S) που προήλθαν από τις επτά ποικιλίες βαμβακιού το 2007.

	Διασταύρωση					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
σ_G^2	243604.5	249229.25	164437.5	39909.75	355567.75	58053.75
σ_P^2	258195.5	257683.25	173319.5	57022.75	372627.75	74454.75
H ²	0.94	0.97	0.95	0.70	0.95	0.78
GCV(%)	12.63	13.41	12.73	6.34	14.68	6.77

Πίνακας 28: Συμπεριφορά των τεσσάρων γενεών (P₁, P₂, F₂, F₃, BC₁S και BC₂S) που προήλθαν από τις επτά ποικιλίες βαμβακιού ως προς την απόδοση σε ίνα (Lint%) το 2007.

Γενεά	Διασταύρωση					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
P ₁	39.50bc	41.25b	39.25a	39c	39.50c	39.50abc
P ₂	40.50abc	41.25b	37.50a	39.25bc	42.25a	38.25bc
F ₂	41.75a	41.25b	38.25a	41.5a	41.25ab	40.25a
F ₃	41.25a	42.25ab	39.75a	39c	41.25ab	39.75ab
BC ₁ S	39.25c	42ab	39.50a	39.75b	42.25a	37.75c
BC ₂ S	40.75ab	43a	38.50a	41.25a	40.75bc	39abc
LSD	1.44	1.27	2.34	0.69	1.33	1.97

Πίνακας 29: Ανάλυση παραλλακτικότητας για την απόδοση σε ίνα (Lint%) για τις τέσσερις γενεές (P₁, P₂, F₂, F₃, BC₁S και BC₂S) που προήλθαν από τις επτά ποικιλίες βαμβακιού το 2007.

	Διασταύρωση					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
MTμετ.	3.80	2.07	2.94	5.14	4.24	3.57
MTσφ.	0.91	0.71	2.41	0.21	0.78	1.70
CV(%)	2.36	2.02	4.00	1.14	2.14	3.34
F _{test}	*	*	-	**	**	+

** p = 0.01. * p = 0.05. + p = 0.10.

Πίνακας 30: Εκτίμηση γενετικών παραμέτρων για την απόδοση σε ίνα (Lint%) για τις τέσσερις γενεές (P₁, P₂, F₂, F₃, BC₁S και BC₂S) που προήλθαν από τις επτά ποικιλίες βαμβακιού το 2007.

	Διασταύρωση					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
σ _G ²	0.72	0.34	0.13	1.23	0.87	0.47
σ _P ²	1.63	1.05	2.54	1.44	1.64	2.17
H ²	0.44	0.32	0.05	0.86	0.53	0.22
GCV(%)	2.10	1.39	0.94	2.78	2.26	1.75

Πίνακας 31: Συμπεριφορά των τεσσάρων γενεών (P₁, P₂, F₂, F₃, BC₁S και BC₂S) που προήλθαν από τις επτά ποικιλίες βαμβακιού ως προς την πρωιμότητα (DBO) το 2007.

Γενεά	Διασταύρωση					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
P ₁	110.75c	108.75de	107.50b	111.5d	107.75c	110.5d
P ₂	121.25a	119a	114.25a	123a	122.25a	126a
F ₂	118b	112.25bc	113.25a	116.25bc	115b	116.75b
F ₃	116.50b	106.25e	108.25b	114.5c	115b	115.5b
BC ₁ S	111.25c	110.25cd	114.75a	115.5c	109c	112.25cd
BC ₂ S	117b	114.75b	112.50a	118.5b	117.75b	115bc
LSD	2.25	2.68	3.80	2.43	3.67	3.12

Πίνακας 32: Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πρωιμότητα (LBO) για τις τέσσερις γενεές (P₁, P₂, F₂, F₃, BC₁S και BC₂S) που προήλθαν από τις επτά ποικιλίες βαμβακιού το 2007.

	Διασταύρωση					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
ΜΤμετ.	66.67	82.58	38.70	61.04	117.54	116.90
ΜΤσφ.	2.22	3.15	6.37	2.60	5.92	4.28
CV(%)	1.29	1.59	2.26	1.38	2.13	1.78
F _{test}	**	**	**	**	**	**

** p = 0.01. * p = 0.05. + p = 0.10.

Πίνακας 33: Εκτίμηση γενετικών παραμέτρων για την πρωιμότητα (LBO) για τις τέσσερις γενεές (P₁, P₂, F₂, F₃, BC₁S και BC₂S) που προήλθαν από τις επτά ποικιλίες βαμβακιού το 2007.

	Διασταύρωση					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
σ _G ²	16.11	19.86	8.08	14.61	27.91	28.16
σ _P ²	18.33	23.01	14.45	17.21	33.82	32.43
H ²	0.88	0.86	0.56	0.85	0.83	0.87
GCV(%)	3.47	3.98	2.54	3.28	4.62	4.57

Πίνακας 34: Συμπεριφορά των τεσσάρων γενεών (P₁, P₂, F₂, F₃, BC₁S και BC₂S) που προήλθαν από τις επτά ποικιλίες βαμβακιού ως προς τα χαρακτηριστικά ποιότητας το 2007.

Γενεά	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
	α. Μήκος					
P ₁	31.28a	30.9a	31.4b	31.8a	31.8a	31.4a
P ₂	30.3c	29.7c	30.4c	29.8c	30c	30.8bc
F ₂	30.6bc	30.8a	30.7c	30.6bc	30.5bc	30.8bc
F ₃	30.6bc	30.6ab	30.4c	31ab	31.2ab	31.2a
BC ₁ S	31.44a	29.9bc	32a	31ab	31.8a	31.1ab
BC ₂ S	31ab	30.4abc	31.6ab	31.1ab	30.6bc	30.6c
LSD	0.55	0.78	0.52	0.88	1.03	0.34
	β. Ομοιομορφία					
P ₁	85.5a	84.9a	85.4a	85.2a	85.1ab	85.2a
P ₂	85.2ab	84.4a	84b	82.5d	83.2b	84.8a
F ₂	83.8c	85.5a	84.2b	83.7bcd	84..b	83.4a
F ₃	84.1bc	83.8a	83.3b	83.9abc	85ab	84.4a
BC ₁ S	84.2abc	84.5a	85.8a	84.8ab	87.1a	85a
BC ₂ S	84.1bc	84.2a	85.5a	83.4cd	83.7b	83.5a
LSD	1.37	2.66	1.11	1.32	2.12	1.89
	γ. Αντοχή					
P ₁	35.4a	33.5ab	34.7bc	35a	36.5ab	35.3ab
P ₂	34bc	32.7b	34.7bc	32.2b	35.8d	35.6ab
F ₂	35ab	34.1a	36.3a	34.2a	36.4bc	34.9b
F ₃	33.5c	33.4ab	34.1c	34.5a	36cd	35.7ab
BC ₁ S	35.7a	33.5ab	35.1b	34.4a	36.9a	36.5a
BC ₂ S	35.1ab	32.5b	35.1b	33.7ab	35.8d	34.7b
LSD	1.17	1.01	0.64	2.00	0.46	1.28
	δ. Micronaire					
P ₁	4.6ab	4.6ab	4.3a	4.1cd	4.1bc	3.92b
P ₂	4.8a	4.7a	3.9c	4.1bcd	4.5a	3.89bc
F ₂	4.5bc	4.3bc	4.1b	4.3a	3.8c	3.5d
F ₃	4.2d	4.1c	4.0bc	4.1bc	4.2ab	3.79bc
BC ₁ S	4.4cd	4.1c	4.1b	4.2b	4.4ab	4.4a
BC ₂ S	4.5bc	4.7a	4.0bc	4d	4.1bc	3.7cd
LSD	0.17	0.33	0.14	0.11	0.35	0.21

Πίνακας 35: Ανάλυση παραλλακτικότητας για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας για τις τέσσερις γενεές (P₁, P₂, F₂, F₃, BC₁S και BC₂S) που προήλθαν από τις επτά ποικιλίες βαμβακιού το 2007.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
	α. Μήκος					
MTμετ.	0.72	0.86	2.01	1.77	2.21	0.34
MTσφ.	0.13	0.27	0.12	0.34	0.46	0.05
CV(%)	1.19	1.71	1.11	1.89	2.20	0.72
F _{test}	**	*	**	**	**	**
	β. Ομοιομορφία					
MTμετ.	1.99	1.47	4.05	3.84	7.22	2.31
MTσφ.	0.82	3.12	0.54	0.77	1.99	1.57
CV(%)	1.07	2.09	0.87	1.05	1.66	1.49
F _{test}	*	-	**	**	*	-
	γ. Αντοχή					
MTμετ.	2.96	1.31	2.18	3.95	0.74	1.63
MTσφ.	0.60	0.45	0.18	1.77	0.09	0.72
CV(%)	2.22	2.02	1.21	3.91	0.84	2.40
F _{test}	**	*	**	-	**	+
	Δ. Micronaire					
MTμετ.	0.16	0.31	0.06	0.05	0.23	0.37
MTσφ.	0.01	0.05	0.01	0.01	0.06	0.02
CV(%)	2.58	4.98	2.32	1.72	5.65	3.65
F _{test}	**	**	**	**	*	**

** p = 0.01. * p = 0.05. + p = 0.10.

Πίνακας 36: Εκτίμηση γενετικών παραμέτρων για τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας για τις τέσσερις γενεές (P₁, P₂, F₂, F₃, BC₁S και BC₂S) που προήλθαν από τις επτά ποικιλίες βαμβακιού το 2007.

	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
	α. Μήκος					
σ_G^2	0.15	0.15	0.47	0.36	0.44	0.07
σ_P^2	0.28	0.42	0.59	0.70	0.90	0.12
H ²	0.52	0.35	0.80	0.51	0.48	0.59
GCV(%)	1.24	1.27	2.22	1.94	2.13	0.87
	β. Ομοιομορφία					
σ_G^2	0.29	-0.41	0.88	0.77	1.31	0.18
σ_P^2	1.12	2.71	1.42	1.54	3.29	1.76
H ²	0.26	-0.15	0.62	0.50	0.40	0.10
GCV(%)	0.64	-	1.11	1.04	1.35	0.51
	γ. Αντοχή					
σ_G^2	0.59	0.21	0.50	0.55	0.16	0.23
σ_P^2	1.19	0.67	0.68	2.31	0.25	0.95
H ²	0.50	0.32	0.74	0.24	0.64	0.24
GCV(%)	2.21	1.39	2.02	2.17	1.11	1.34
	δ. Micronaire					
σ_G^2	0.04	0.06	0.01	0.01	0.04	0.09
σ_P^2	0.05	0.11	0.02	0.02	0.10	0.11
H ²	0.73	0.57	0.60	0.66	0.44	0.81
GCV(%)	4.25	5.72	2.82	2.43	5.03	7.59

Πίνακας 37: Παραλλακτικότητα των έξι γονότυπων (P₁, P₂, F₂, F₃, BC₁S και BC₂S) και του μέσου όρου των γονέων (MP) για τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης του φυτού στην διασταύρωση GR₁ x GR₃, το 2007.

ΓΟΝΟΤΥΠΟΣ	Ύψος (cm)	Αρ. Κόμβων	Απόσταση (cm)	Μεσογονάτια (cm)
P ₁	100.33	1.30	12.05	0.25
P ₂	126.94	0.99	24.09	0.27
MP	113.63	1.15	18.07	0.26
F ₂	136.75	1.18	14.71	0.21
F ₃	93.67	1.40	19.26	0.21
BC ₁ S	46.87	1.34	16.53	0.48
BC ₂ S	94.36	1.16	16.41	4.30

Πίνακας 38: Παραλλακτικότητα των έξι γονότυπων (P₁, P₂, F₂, F₃, BC₁S και BC₂S) και του μέσου όρου των γονέων (MP) για τα χαρακτηριστικά απόδοσης στην διασταύρωση GR₁ x GR₃, το 2007.

ΓΟΝΟΤΥΠΟΣ	Αρ. Συμποδίων	Ανοιχτά Καρύδια	Βάρος / φυτό (gr)	Αναλογία Ίνας %
P ₁	2.30	2.93	68.29	6.56
P ₂	2.82	2.91	67.79	5.94
MP	2.56	2.92	68.04	6.25
F ₂	3.44	5.66	95.99	10.72
F ₃	2.43	4.05	74.44	8.85
BC ₁ S	2.83	3.13	72.42	4.17
BC ₂ S	2.65	4.77	78.92	6.61

Πίνακας 39: Παραλλακτικότητα των έξι γονότυπων (P₁, P₂, F₂, F₃, BC₁S και BC₂S) και του μέσου όρου των γονέων (MP) για τα χαρακτηριστικά ποιότητας στην διασταύρωση GR₁ x GR₃, το 2007.

ΓΟΝΟΤΥΠΟΣ	Μήκος	Ομοιομορφία	Αντοχή	Micronaire
P ₁	1.15	5.21	4.86	0.17
P ₂	1.19	3.06	3.50	0.20
MP	1.17	4.14	4.18	0.19
F ₂	1.44	5.27	5.24	0.18
F ₃	1.76	4.02	3.97	0.32
BC ₁ S	1.48	4.54	4.27	0.08
BC ₂ S	1.96	6.72	5.34	0.25

10.4 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - Δ

Πίνακας 40: Βαθμολογία των γενεών σύμφωνα με την αξία χρήσης στις έξι διασταυρώσεις το 2005.

Γενεά	Διασταυρώσεις					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
P ₁	15	16	15	16	15	14
P ₂	12	11	16	15	12	16
F ₁	13	13	14	17	13	15
F ₂	15	13	17	16	13	17
BC ₁ P ₁	13	15	15	14	13	13
BC ₁ P ₂	15	12	16	17	13	16

Πίνακας 41: Βαθμολογία των πληθυσμών HQ και LQ στην αμφίπλευρη επιλογή σύμφωνα με την αξία χρήσης το 2006 (F₃) και το 2007 (F₄).

	Διασταυρώσεις					
	GR ₁ x GR ₂	GR ₁ x GR ₃	GR ₁ x GR ₄	GR ₁ x IN ₁	GR ₁ x GR ₅	GR ₁ x IN ₂
2006 (F ₃)						
HQ	12	16	17	16	16	17
vs.						
LQ	12	12	12	13	12	13
2007 (F ₄)						
HQ	11	11	14	13	16	17
vs.						
LQ	11	11	10	12	13	16

11. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ



Εικόνα 1: Προετοιμασία και χάραξη του πειραματικού αγρού.



Εικόνα 2: Σπορά του πειραματικού αγρού.



Εικόνα 3: Η βαμβakoφυτεία στο στάδιο των πρώτων πραγματικών φύλλων.



Εικόνα 4: Το σύστημα άρδευσης ήταν στάγδην (με σταλακτηφόρους σωλήνες).



Εικόνα 5: Η βαμβakoφυτεία στο στάδιο εμφάνισης των πρώτων ανθέων.



Εικόνα 6: Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο σκεπάστηκαν άνθη σε ατομικά φυτά ώστε να αποφευχθεί η φυσική διασταύρωση από τα έντομα και τον αέρα.



Εικόνα 7: Η βαμβakoφυτεία έτοιμη προς συγκομιδή.



Εικόνα 8: Στάδιο συγκομιδής. Δεξιά διακρίνεται η επανάληψη που έχει ήδη συγκομισθεί.



Εικόνα 9: Για την ανάλυση των μέσων όρων των γενεών συγκομίσθηκαν και αξιολογήθηκαν 9,000 ατομικά φυτά.



Εικόνα 10: Σύσπορο βαμβάκι. Κάθε ατομικό φυτό συγκομίζεται και συσκευάζεται ξεχωριστά.



Εικόνα 11: Συσσκευή μακινέτου με πριόνια. Στο επάνω μέρος αριστερά τοποθετείται το σύσπορο βαμβάκι. Κάτω αριστερά εξάγεται ο σπόρος ενώ δεξιά η ίνα του βαμβακιού.



Εικόνα 12: Εκκοκκισμένο βαμβάκι μετά από επεξεργασία στο μακινέτο.



Εικόνα 13: Ο σπόρος και η ίνα από κάθε ατομικό φυτό συσκευάζονται ξεχωριστά και υπολογίζεται το βάρος τους σε ζυγαριά ακριβείας.



Εικόνα 14: Ο σπόρος τοποθετείται σε σακουλάκια για την σπορά της επόμενης καλλιεργητικής περιόδου.



Εικόνα 15: Τα δείγματα της ίνας επεξεργάζονται στη συσκευή HVI προκειμένου να εκτιμηθούν τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας.



Εικόνα 16: Στη συσκευή HVI εκτιμήθηκαν τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας σε 3,500 ατομικά φυτά.



Εικόνα 17: Άνθος βαμβακιού έτοιμο για αποστημόνωση.



Εικόνα 18: Κάθε άνθος προς γονιμοποίηση επισημαίνεται με καρτελάκι.



Εικόνα 19: Άνθος βαμβακιού μετά την αποστημόνωση (emasculation).



Εικόνα 20: Γονιμοποίηση του άνθους από γύρη άλλου φυτού – γονέα.



Εικόνα 21: Διασταύρωση.



Εικόνα 22: Διασταύρωση.



Εικόνα 23: Μετά την επικονίαση το άνθος καλύπτεται με χάρτινο σακουλάκι.



Εικόνα 24: Άνθος βαμβακιού μετά το τέλος της επικονίασης.



Εικόνα 25: Άνθος βαμβακιού μετά το τέλος της επικονίασης.



Εικόνα 26: Γονιμοποιημένη ωοθήκη σε άνθος από διασταύρωση.



Εικόνα 27: Γονιμοποιημένη ωοθήκη σε άνθος από διασταύρωση.



Εικόνα 28: Η ωοθήκη έχει μετασχηματιστεί σε καρύδι.