

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών της Σχολής
Γεωπονικών Επιστημών μεταξύ του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής
Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος και του Τμήματος
Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος

**Εκτίμηση της γενοτυπικής σταθερότητας και αξιολόγηση της
παραγωγικής συμπεριφοράς και των χαρακτηριστικών
ποιότητας σε διαπλοειδείς σειρές βαμβακιού.**

Δαμιανίδου Γ. Ευθυμία

Βόλος 2006

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών της Σχολής
Γεωπονικών Επιστημών μεταξύ του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής
Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος και του Τμήματος
Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος

**Εκτίμηση της γενοτυπικής σταθερότητας και αξιολόγηση της
παραγωγικής συμπεριφοράς και των χαρακτηριστικών
ποιότητας σε διαπλοειδείς σειρές βαμβακιού**

Δαμιανίδου Γ. Ευθυμία

Μεταπτυχιακή διατριβή που υποβλήθηκε στο διατμηματικό
πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών ως μερική υποχρέωση για
την λήψη του Μεταπτυχιακού Διπλώματος ειδίκευσης στην
κατεύθυνση "Γενετικής και Βελτίωσης Φυτών"

Βόλος 2006

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών της Σχολής
Γεωπονικών Επιστημών μεταξύ του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής
Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος και του Τμήματος
Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος

**Εκτίμηση της γενοτυπικής σταθερότητας και αξιολόγηση της
παραγωγικής συμπεριφοράς και των χαρακτηριστικών
ποιότητας σε διαπλοειδείς σειρές βαμβακιού**

Δαμιανίδου Γ. Ευθυμία

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Μαυρομάτης Αθανάσιος
Λέκτορας, Επιβλέπων

Γούλας Χρήστος
Καθηγητής, Μέλος

Ρουπακιάς Δημήτριος
Καθηγητής, Μέλος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με οποιονδήποτε τρόπο συνέβαλαν για την πραγματοποίηση αυτής της διατριβής.

Ιδιαίτερα θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον επιβλέποντα κ. Μαυρομάτη Αθανάσιο, Λέκτορα Γενετικής της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την υπόδειξη της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής όσο για την εμπιστοσύνη, την ουσιαστική καθοδήγηση και την αμέριστη συμπαράστασή του σε όλα τα στάδια της πραγματοποίησής της.

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, κο Χ. Γούλα και κο Δ. Ρουπακιά για τις εύστοχες και χρήσιμες υποδείξεις τους στο περιεχόμενο της διατριβής.

Τέλος εγκάρδιες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον σύζυγο μου Δημήτρη και στον γιο μου Ανδρέα για την αμέριστη υποστήριξη και την ηθική συμπαράστασή τους.

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
2.	ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	4
2.1.	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	4
2.2.	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ	5
2.3.	Η ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ	6
2.3.1.	Αντικειμενικοί σκοποί της βελτίωσης	7
2.3.2.	Μέθοδοι βελτίωσης του βαμβακιού	13
1)	Μαζική επιλογή	13
2)	Γενεαλογική επιλογή	14
	Κυψελωτή μεθοδολογία	15
3)	Μέθοδος επαναδιασταύρωσης	16
5)	Επιλογή με τη βοήθεια μοριακών δεικτών	17
2.3.3.	Τα επιτεύγματα της βελτίωσης	18
2.4.	ΥΒΡΙΔΙΑ	19
2.4.1.	Υβρίδια <i>G. hirsutum</i> X <i>G. barbadense</i>	19
2.4.2.	Παραγωγή υβριδισμένου σπόρου	20
2.4.3.	Μερικώς διειδικά υβρίδια	20
2.5.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΠΛΟΕΙΔΙΑΣ	22
2.6.	ΚΥΤΤΑΡΟΜΕΤΡΙΑ ΡΟΗΣ	23
2.6.1.	Τρόπος λειτουργίας του κυτταρομετρητή ροής (F.C)	25
2.6.2.	Εφαρμογές κυτταρομετρητή ροής σε άλλα φυτά	28
2.7.	ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	29
3.	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	30
3.1.	ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	30
3.2.	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	33
3.3.	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΙΝΑΣ	34
3.3.1.	Μήκος και ομοιομορφία της ίνας	34
3.3.2.	Το micronaire	34
3.3.3.	Αντοχή και επιμήκυνση της ίνας	34
3.4.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΠΛΟΕΙΔΙΑΣ	35
3.5.	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	36
4.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ	37
4.1.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΦΥΤΡΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΠΡΩΙΜΟΤΗΤΑΣ	37
4.2.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΡΩΙΜΟΤΗΤΑΣ	39
4.3.	ΜΕΛΕΤΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ	41
4.4.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΠΛΟΕΙΔΙΑΣ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΚΥΤΤΑΡΟΜΕΤΡΗΤΗ ΡΟΗΣ	44
4.5.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	52
4.5.1.	Απόδοση 1 ^{ης} συγκομιδής	56
4.5.2.	Απόδοση 2 ^{ης} συγκομιδής	58
4.6.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ	64
4.7.	ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ	66
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	68
6.	ΠΕΡΙΛΗΨΗ	70
7.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	71

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το βαμβάκι είναι ένα από τα πιο ενδιαφέροντα οικονομικώς φυτά και κατέχει σπουδαίο ρόλο στη παγκόσμια οικονομία. Τα τελευταία χρόνια παρατηρήθηκε μεγάλη επέκταση της καλλιέργειας του με αποτέλεσμα σε πολλές χώρες, όπως και τη χώρα μας, το βαμβάκι να θεωρείται μία από τις πιο δυναμικές καλλιέργειες με υψηλή συναλλαγματική αξία. Αυτό οφείλεται στο ότι το βαμβάκι είναι φυτό που παράγει φυσική ίνα με πολύ καλές ιδιότητες για πολλές χρήσεις, και παράλληλα δίνει σπόρο που είναι πλούσια πηγή λαδιού και πρωτεΐνης για τη διατροφή του ανθρώπου αλλά και την κτηνοτροφία.

Πρέπει να σημειωθεί, ότι η Ελλάδα παρόλο που γεωγραφικά είναι οριακή περιοχή για την καλλιέργεια του βαμβακιού, συμπεριλαμβάνεται μεταξύ των πρώτων χωρών παγκοσμίως, τόσο από άποψη αποδόσεων, όσο και από άποψη ποιότητας βαμβακιού τύπου *upland*. Επιπλέον, είναι η πρώτη βαμβακοπαραγωγός χώρα μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, συνεισφέροντας περισσότερο από το 80% της συνολικής παραγωγής της Ένωσης

Το 95% του βαμβακιού που καλλιεργείται σήμερα ανήκει στο είδος *G. hirsutum* το οποίο χαρακτηρίζεται για την υψηλή παραγωγικότητα του και για την πρωιμότητα του. Στο υπόλοιπο 5% συμμετέχει σχεδόν εξ ολοκλήρου το είδος *G. barbadense* που χαρακτηρίζεται από την υψηλή ποιότητα ίνας, την οψιμότητα του και την αντοχή του σε ασθένειες και έντομα. Στο είδος *G. barbadense* ανήκουν 3 τύποι βαμβακιού: *Sea island*, *Pima*, *Egyptian* τα οποία καλλιεργούνται σε Αίγυπτο, Περού, Ρωσία, Ινδία. Τέλος ένα ποσοστό μικρότερο από 1% καταλαμβάνουν τα είδη *G. herbaceum* και *G. arboreum*.

Η ετέρωση που συχνά παρατηρείται στο βαμβάκι τόσο σε ενδοειδικές διασταυρώσεις στο *G. hirsutum*, όσο και σε διειδικές μεταξύ *G. hirsutum* και *G. barbadense*, παραλλάσει σε μεγάλο βαθμό, γι αυτό και απαιτείται μακρόχρονη διερεύνηση πολλών συνδυασμών γονέων για να απομονωθούν τα υβρίδια με μεγάλη και σταθερή οικονομική σημασία για μία περιοχή. Η πρακτική αξιοποίηση της ετέρωσης δεν βρίσκει προς το παρόν ευρεία χρήση, αφού δεν έχουν επιλυθεί ακόμη όλα τα προβλήματα για την παραγωγή υβριδισμένου σπόρου. Ο υβριδικός εκφυλισμός που παρατηρείται στις διασπώμενες γενεές αποτελεί σημαντικό εμπόδιο για τον συνδυασμό των

επιθυμητών χαρακτηριστικών των δύο ειδών (*G. hirsutum*, *G. barbadense*) σε έναν ομοζύγωτο απόγονο. Ωστόσο η δημιουργία ενός μερικώς διειδικού υβριδίου το οποίο θα φέρει στον πυρήνα των κυττάρων του μερικά από τα μη ομόλογα χρωμοσώματα του *G. hirsutum* και κάποια του *G. barbadense*, μπορεί να καταστήσει εφικτό τον σχηματισμό καθαρών σειρών που να συνδυάζουν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά των δύο ειδών σε ομόζυγη κατάσταση. Στην Ελλάδα η διαδικασία αυτή ξεκίνησε από τους Mavromatis & Roupakias, (1995), οι οποίοι επικονίασαν F1 υβρίδια *G. hirsutum* x *G. barbadense* με γύρη από τα είδη *Hibiscus cannabinus* και *Abelmoschus esculentum* και προέκυψαν γόνιμα φυτά.

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το βαμβάκι είναι φυτό τροπικών και υποτροπικών περιοχών και καλλιεργείται από τους προϊστορικούς χρόνους, γι αυτό και δεν υπάρχουν άμεσες και σίγουρες ενδείξεις για τις χώρες που το καλλιέργησαν για πρώτη φορά. Σχετικές έρευνες που γίνονται εδώ και πολλά χρόνια, δείχνουν πως το βαμβάκι πρωτοαναπτύχθηκε σε δυο χωριστές περιοχές, ανεξάρτητες και μακριά τη μία από την άλλη, την Ινδία και την Αμερική. Πολλές ενδείξεις, μαρτυρούν ότι η Ινδία υπήρξε η αρχική κοιτίδα του βαμβακιού και για μερικές μάλιστα χιλιετίδες, η παραγωγή και η χρησιμοποίησή του ίσως να γινόταν αποκλειστικά στη χώρα αυτή (Χρησιτίδης, 1965).

Η πρώτη γραπτή μαρτυρία του βαμβακιού, βρίσκεται σε ένα πανάρχαιο βιβλίο των Ινδών, το οποίο υποθέτουν πως γράφτηκε το 1500π.Χ. Με την εκστρατεία του Μεγάλου Αλεξάνδρου στην Ινδία, το βαμβάκι έγινε πιο γνωστό στην Ελλάδα, ενώ εκείνος που έδωσε την πρώτη και μάλιστα αρκετά πετυχημένη περιγραφή του φυτού στην Ινδία είναι ο Θεόφραστος, ο πατέρας της βοτανικής, στο βιβλίο του "Περί Φυτών Ιστορίας", γύρω στο 306π.Χ. (Χρησιτίδης, 1965).

Το βαμβάκι στην Ελλάδα αναφέρεται για πρώτη φορά από τον Πausανία με το όνομα βύσσος, στο βιβλίο του "Ελλάδος Περιήγησις" (174μ.Χ). Επί πλέον τόσο το βαμβάκι, όσο και η καλλιέργειά του, ήταν πολύ διαδεδομένα σε όλη τη Βυζαντινή Αυτοκρατορία, αφού αναφέρεται πολλές φορές στη νομοθεσία του Ιουστινιανού (552μ.Χ), με το σημερινό όνομα βάμβαξ. Στην Ελλάδα, η εισαγωγή του είδους *G.hirsutum*, έγινε από την Αμερική κατά την διάρκεια του εμφύλιου πολέμου της, το οποίο εκτόπισε τα είδη *G .herbaceum L.* και *G .arboreum L.* που καλλιεργούνταν μέχρι τότε, με αποτέλεσμα να χαθεί χρήσιμο γενετικό υλικό. Για την Ελλάδα, το βαμβάκι αποτελεί το κορυφαίο αγροβιομηχανικό προϊόν και ο ρόλος του είναι σημαντικός τόσο στον πρωτογενή τομέα, όσο και στον δευτερογενή τομέα συμβάλλοντας ουσιαστικά στην εθνική οικονομία.

2.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ

. Το βαμβάκι ανήκει στο γένος *Gossypium* της οικογένειας *Malvaceae*. Υπάρχουν 44 διπλοειδή είδη ($2n=2x=26$) με γενώματα A,B,C,D,E,F,G και έξι αλλοτετραπλοειδή ($2n=4x=52$) που φέρουν το καθένα 2 διαφορετικά γενώματα A,D (Πιν. 1). Υπάρχουν τρεις κυρίες ομάδες των διπλοειδών ειδών, που αντιστοιχούν σε 3 ηπείρους: την Αυστραλία (C, G, K γενώματα), την Αμερική (D γένωμα) και την Αφρική (A, B, E και F γενώματα) (Endrizzi et al., 1985).

Σύμφωνα με ιστορικά δεδομένα, τα είδη που πρωτοκαλλιεργήθηκαν χιλιάδες χρόνια πριν, είναι τα δύο διπλοειδή βαμβάκια *G. herbaceum* (A1) και *G. arboreum* (A2), ενώ κάπως αργότερα άρχισαν να καλλιεργούνται στον Νέο Κόσμο τα δύο τετραπλοειδή βαμβάκια *G. hirsutum* (AD1) (Κεντρική Αμερική) και *G. barbadense* (AD2) (Νότια Αμερική) (Χρησιτίδης 1965, Endrizzi et al. 1985)(Πιν.1). Τα υπόλοιπα είδη είναι άγρια και δεν καλλιεργούνται για εμπορική χρήση. Η ταξινόμηση των ειδών βαμβακιού γίνεται με βάση κυρίως το σχετικό μέγεθος των χρωμοσωμάτων τους, και κατά δεύτερο λόγο με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού σε συνδυασμό με τη γεωγραφική του καταγωγή (Stephens 1947, Ergle 1970). Το *G. Hirsutum* αρχικά ήταν ένας πολυετής θάμνος με προέλευση την Γουατεμάλα και το Μεξικό και μέσω της επιλογής, μετατράπηκε σε ετήσιο φυτό το οποίο εγκλιματίστηκε σε εύκρατες περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 20-42° BN (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002). Τα κύρια χαρακτηριστικά του *G. hirsutum* είναι η υψηλή απόδοση, η αρκετά καλή ποιότητα ίνας και το μήκος που κυμαίνεται από 25 ως 32mm. Αντίθετα τα αιγυπτιακού τύπου βαμβάκια που αντιπροσωπεύουν ένα πολύ μικρό ποσοστό της συνολικής παραγωγής, είναι μακρόινα (28-38mm), με πολύ καλή ποιότητα ίνας, αλλά χαμηλότερη απόδοση και σημαντική οψιμότητα στην παραγωγή τους.

Πίνακας 1 Τα είδη βαμβακιού ανάλογα με το γένωμα , τον αριθμό, το μήκος των χρωμοσωμάτων και την γεωγραφική τους καταγωγή (Καλτσίκης, 1992)

Γένωμα	Είδος	Χρωμοσώματα		Καταγωγή	Άγριο (A) ή καλλιεργούμενο
		Αριθμός (2η)	Μήκος		
A1	<i>herbaceum</i>	26	Μακρύ	N. Αφρική	K
A2	<i>arboreum</i>	26	»	Ινδία	K
B1	<i>anomalum</i>	26	Ενδιάμεσο	Αφρική	A
B2	<i>triphyllum</i>	26	»	Αφρική	A
C1	<i>sturtianum</i>	26	Μακρύ	Αυστραλία	A
C2	<i>robinsonii</i>	26	»	Αυστραλία	A
E1	<i>stocksii</i>	26	»	Αραβία	A
E2	<i>somalense</i>	26	»	Αφρική	A
D1	<i>thurberi</i>	26	Βραχύ	Αμερική	A
D2-1	<i>harknessii</i>	26	»	Αμερική	A
(AD) 1	<i>hirsutum</i>	52	Μακρύ, βραχύ	Αμερική	K
(AD) 2	<i>barbadense</i>	52	»	Αμερική	K
(AD) 3	<i>tomentosum</i>	52	»	Χαβάη	A
(AD) 4	<i>caiconense</i>	52	»	B. Βραζιλία	A

Το βαμβάκι καλλιεργείται παγκοσμίως σε έκταση 330 εκατομμυρίων στρεμμάτων και με κύριες χώρες παραγωγής τις Η.Π.Α , Κίνα, Ινδία, Πακιστάν και Ουζμπεκιστάν , οι οποίες παράγουν περίπου το 70% της παγκόσμιας παραγωγής (Οργανισμός Βάμβακος, 1999).

Ωστόσο, πολλά έντομα και ασθένειες προσβάλλουν το βαμβάκι. Σοβαρές ζημιές προκαλούν κάποια από αυτά, σε συγκεκριμένα στάδια αναπτύξεως των φυτών και καθόλη τη διάρκεια του κύκλου. Οι συνθήκες (καιρικές ή άλλες) που ευνοούν τον πολλαπλασιασμό και εξάπλωση των εχθρών και ασθενειών του βαμβακιού, επηρεάζουν και τις αντίστοιχες ζημιές στην παραγωγή. Έτσι γίνεται αναγκαία η βελτίωση των ποικιλιών, ώστε να αντέχουν σε αντίξοους αβιοτικούς και προσβολές από βιοτικούς παράγοντες.

2.3. Η ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ

Η βελτιωτική εργασία που γίνεται στη χώρα μας τα τελευταία χρόνια με την κλασική μέθοδο, είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία αρκετών

αξιόλογων ελληνικών ποικιλιών με όλο και περισσότερα επιθυμητά χαρακτηριστικά. Οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις όμως της αγοράς κάνουν ακόμα πιο έντονη την ανάγκη για δημιουργία ποικιλιών που να συνδυάζουν ταυτόχρονα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά με παράλληλη μείωση του κόστους παραγωγής.

Το βαμβάκι είναι αυτογονιμοποιούμενο φυτό με ποσοστό σταυρογονιμοποίησης 5-30%. Η σταυρογονιμοποίηση διατηρεί την ετεροζυγωτία σε πολλά γονίδια σε ένα ανάμεικτο γενετικά πληθυσμό βαμβακιού. Επειδή η ετεροζυγωτία αυτή διαρκεί, αναμένεται ότι θα υπάρχουν και διαφορετικά ποσοστά ετέρωσης στις διάφορες ποικιλίες βαμβακιού. Η ετέρωση που παρατηρείται στις ετερογενείς ποικιλίες του βαμβακιού δε θα εκφραζόταν αν οι ποικιλίες αυτές ήταν καθαρές σειρές (Καλτσίκης, 1992).

Η στρατηγική που χρησιμοποιείται από τους βελτιωτές βαμβακιού είναι η εκμετάλλευση της υπάρχουσας γενετικής παραλλακτικότητας και η δημιουργία, με τον υβριδισμό, πληθυσμών με παραλλακτικότητα από τους οποίους μπορεί να πάρει κανείς νέους γενετικούς συνδυασμούς. Στα προγράμματα διασταυρώσεων ως γονείς επιλέγονται ποικιλίες που βρίσκονται σε υψηλό επίπεδο βελτιώσεως, διαφορετικής προέλευσης έτσι ώστε να συνδυάζουν διαφορετικά επιθυμητά χαρακτηριστικά. Οι ξένες ποικιλίες που εισάγονται πρέπει πρώτα με την βοήθεια του πειραματισμού να προσαρμοστούν στις τοπικές συνθήκες και στη συνέχεια, μπορεί να εκμεταλλευτεί ο βελτιωτής την παραλλακτικότητα που παρουσιάζουν λόγω διαφορετικής προέλευσης.

2.3.1. Αντικειμενικοί σκοποί της βελτίωσης

1) Απόδοση σε ίνα (lint % per se)

Τα φυσικά χαρακτηριστικά που καθορίζουν την απόδοση ενός φυτού είναι ο αριθμός των καρυδιών, το μέγεθος των καρυδιών και η εκατοστιαία αναλογία σε ίνα. Η εκατοστιαία αναλογία της ίνας καθορίζεται από το βάρος της ίνας που μπορούμε να πάρουμε από ένα δεδομένο βάρος σύσπορου βαμβακιού. Το μέγεθος επομένως του σπόρου έχει σχέση με την εκατοστιαία αναλογία ίνας. Οι ποικιλίες που έχουν μεγάλο σπόρο, έχουν συνήθως μικρή αναλογία ίνας, και οι ποικιλίες που έχουν μικρό σπόρο έχουν μεγάλη αναλογία ίνας. Το μέγεθος του σπόρου παρουσιάζει συνήθως θετική συσχέτιση με το

μέγεθος του καρυδιού, δηλαδή οι ποικιλίες που έχουν μικρά καρύδια έχουν και μικρούς σπόρους (Καλτσίκης, 1992).

Οι συντελεστές κληρονομικότητας για την απόδοση σε ίνα κυμαίνονται από 0,29-0,66, ενώ για την αναλογία της ίνας από 0,28-0,90. Οι τιμές αυτές είναι υψηλές, ώστε να μπορεί να αναμένεται βελτίωση για τα χαρακτηριστικά αυτά (Καλτσίκης, 1992).

2) Ποιοτικά χαρακτηριστικά της ίνας

Οι παράγοντες που καθορίζουν την ποιότητα του βαμβακιού, είναι η ποικιλία, το περιβάλλον καλλιέργειας, οι συνθήκες συγκομιδής και ο τρόπος εκκόκκισης. Η κλωσιμότητα και η αξία χρήσης των ινών στηρίζεται στα τεχνολογικά τους χαρακτηριστικά τα οποία είναι (Γαλανοπούλου- Σενδούκα, 2002):

- Το μήκος και η κατανομή του
- Η λεπτότητα
- Η ωριμότητα
- Η αντοχή
- Η επιμήκυνση

Στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του βαμβακιού περιλαμβάνονται επίσης:

- Το κυτίο (αναλύεται σε χρώμα, ξένες ύλες, εμφάνιση).
- Η περιεκτικότητα σε pers
- Η ποσότητα και η ποιότητα των μη κυτταρινούχων συστατικών.
- Άλλα δευτερεύοντα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την κλωσιμότητα.

- Μήκος ινών

Από όλα τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας, το μήκος καθορίζει την κλωσιμότητα ενός δεδομένου δείγματος βαμβακιού. Το μήκος των διαφόρων ειδών και ποικιλιών βαμβακιού, κυμαίνεται από 18-37 mm και άνω, ενώ μέσα στο ίδιο δείγμα υπάρχουν ίνες από 1-45 mm. Τα βαμβάκια τύπου upland που ανήκουν και οι Ελληνικές ποικιλίες, έχουν μήκος 25-30mm. Το Ελληνικό βαμβάκι ανήκει στα περισσότερα μακρόνια του είδους του (Κεχαγιά, 1994)

Κατά καιρούς αναπτύχθηκαν διάφοροι τρόποι μέτρησης του μήκους. Όπως αναφέρεται από τους Lord (1961) και (Χρηστίδης, 1965) οι επικρατέστεροι είναι:

1. Το μήκος του ταξινομού, είναι ακόμη ο τρόπος εκτίμησης του μήκους στο εμπόριο
2. Το μήκος του ινογράφου ή του HVI, είναι ο επικρατέστερος και πιο ακριβής τρόπος ταχείας εκτίμησης του μήκους στη βιομηχανία.

-Λεπτότητα-ωριμότητα (micronaire)

Η λεπτότητα αναφέρεται στη διάμετρο ή περίμετρο των ινών, ενώ η ωριμότητα στο πάχος του δευτερογενούς τοιχώματος (Χρηστίδης, 1965). Επειδή δεν υπάρχει τρόπος άμεσης μέτρησης των χαρακτηριστικών αυτών, μετρώνται έμμεσα με το micronaire. Σε βαμβάκια τύπου upland το micronaire εκφράζει κυρίως ωριμότητα.

Η λεπτότητα είναι το πιο σταθερό χαρακτηριστικό μιας ποικιλίας και δεν επηρεάζεται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος αντίθετα από την ωριμότητα. Η λεπτότητα και το μήκος είναι αλληλένδετα, με συνέπεια τα μακρόινα βαμβάκια να είναι και κατά κανόνα λεπτόινα.

Το Ελληνικό βαμβάκι έχει χαμηλό micronaire. Το γεγονός αυτό δεν οφείλεται στη ποικιλία, αλλά στη βλαστική περίοδο που είναι πολύ μικρή αφού βρισκόμαστε στα όρια της ζώνης καλλιέργειας και οι ίνες δεν προλαβαίνουν να ωριμάσουν (Γαλανοπούλου – Σενδούκα, 2002). Στη μείωση της τιμής micronaire, δηλαδή στην υποβάθμιση της ποιότητας, εκτός από την ποικιλία και τις καιρικές συνθήκες συντελούν η ελλιπής άρδευση, η προσβολή από αδρομύκωση ή έντομα και τέλος η πρώιμη αποφύλλωση (Κεχαγιά, 1999).

-Αντοχή και επιμήκυνση

Η αντοχή επηρεάζεται από την ποικιλία και την ωριμότητα των ινών (Γαλανοπούλου – Σενδούκα, 2002). Χαρακτηριστικά που οφείλονται στην ποικιλία και επηρεάζουν την αντοχή, είναι η ποιότητα της κυτταρίνης, η κρυσταλλική ή άμορφη, καθώς και τα χαρακτηριστικά της δομής των ινών όπως είναι οι αναστροφές.

Η αντοχή εκτιμάται σε μεμονωμένες ίνες ή σε δέσμη ινών που εκφράζει καλύτερα την αντοχή του νήματος. Όργανα μέτρησης της αντοχής δέσμης ινών είναι το *Pressley*, που η τιμή του εκφράζεται σε PSI και το *Stelometer* που η τιμή του εκφράζεται σε gr/tex (Χρηστίδης, 1965).

Η επιμήκυνση μετράται συγχρόνως με την κλωσιμότητα του βαμβακιού. Υψηλή επιμήκυνση εγγυάται καλή συμπεριφορά στο κλωστήριο. Η αντοχή και η επιμήκυνση του Ελληνικού βαμβακιού κυμαίνεται σε ικανοποιητικά επίπεδα όταν αυτό είναι ώριμο.

Με τη διάδοση του HVI, άλλαξε ο τρόπος εκτίμησης της αντοχής και ενώ η τιμή του δεν είναι συγκρίσιμη με εκείνη του *Pressley* και *Stelometer*, μπορεί να θεωρηθεί ως ενδεικτική (Σφήκας, 1984).

3) Πρωιμότητα

Η δημιουργία βελτιωμένων πρώιμων ποικιλιών είναι δύσκολη, γιατί η πρωιμότητα συσχετίζεται αρνητικά με βασικούς γεωργικούς χαρακτήρες, όπως τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ίνας, η αντοχή στη βερτισιλλίωση και η παραγωγικότητα (Γαλανοπούλου – Σενδούκα, 2002). Εξάλλου, τα περιθώρια ενίσχυσης της πρωιμότητας, με τη δημιουργία ποικιλιών που να αρχίζουν την καρποφορία από χαμηλότερο κόμβο, φαίνεται ότι έχουν εξαντληθεί, γιατί η πολύ χαμηλή καρποφορία αυξάνει τις απώλειες κατά τη μηχανοσυλλογή.

Τα χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν την πρωιμότητα στο βαμβάκι είναι: α) ο δείκτης μέσης ημερομηνίας ωρίμανσης, που προσδιορίζει την ημερομηνία που ανοίγουν το 50% των καρυδιών β) ο κόμβος που εμφανίζεται ο πρώτος καρποφόρος κλάδος, γ) η ημερομηνία ενάρξεως ανθοφορίας, δ) ο αριθμός χτενιών που έχει σχηματίσει το φυτό κατά την ημερομηνία αυτή και ε) ο ρυθμός με τον οποίο ανοίγουν τα καρύδια (Χρηστίδης, 1965).

Ο βραχύς βιολογικός κύκλος του φυτού αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την προσαρμοστικότητα των ποικιλιών στις ψυχρότερες περιοχές. Επίσης η πρωιμότητα αποτελεί ουσιαστικό παράγοντα για την μείωση του κόστους παραγωγής, αφού περιορίζει τις εισροές (ψεκασμούς, αρδεύσεις κ.τ.λ).

4) Καταλληλότητα για μηχανοσυλλογή

Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει μια ποικιλία κατάλληλη για μηχανοσυλλογή είναι το χαμηλό ύψος, η συμπαγής εμφάνιση, η καθορισμένη αύξηση με λίγους πλάγιους κλάδους και με καρύδια συγκεντρωμένα στο κύριο στέλεχος, έτσι ώστε να έχει πιο σύγχρονη και πρώιμη ανθοφορία, καθώς και περιορισμένες απώλειες κατά τη μηχανοσυλλογή. Επίσης ένα τέτοιο βαμβάκι

πρέπει να έχει ανοιχτή φυλλοστέγη και η ίνα τους να μην απομακρύνεται εύκολα με τον αέρα ή την βροχή πριν από την συγκομιδή.

5) Ανθεκτικότητα σε εντομολογικές ασθένειες

Η αντοχή σε εχθρούς και ασθένειες αποκτά μεγαλύτερη σημασία σήμερα στα πλαίσια της σύγχρονης γεωργίας, που αποβλέπει στον περιορισμό των εισροών για μείωση του κόστους παραγωγής καθώς και στον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Οι κυριότεροι εχθροί του βαμβακιού, είναι το πράσινο σκουλήκι (*Heliothis spp.*), ο λύγκος (*Lygus spp.*) και ο ανθονόμος (*Anthonomus grandis*), ενώ λιγότερο σημαντικοί εχθροί είναι ο θρύπας (*Thrips spp.*) και οι αφίδες (*Aphis spp.*) (S. Johnson Hake et al., 1996). Τα φυτά που έχουν ανθεκτικότητα στα έντομα, είναι τα πρώιμα, χωρίς τρίχες, χωρίς νεκταριούχους αδένες και με μεγάλη περιεκτικότητα σε γκοσσυπόλη. Τα χαρακτηριστικά αυτά, κάνουν τα φυτά λιγότερο ελκυστικά στα έντομα και στην εναπόθεση των αυγών τους, με αποτέλεσμα να περιορίζονται σε μεγάλο βαθμό οι προσβολές. Για την μείωση επίσης των προσβολών χρησιμοποιούνται εντομοκτόνα και ανθεκτικές ποικιλίες. Επειδή όμως τα έντομα παρουσίασαν βαθμιαία ανεκτικότητα σε εντομοκτόνα, ο ψεκασμός με εντομοκτόνα είναι δαπανηρός και έχει γίνει απαγόρευση κάποιων αποτελεσματικών δραστικών ουσιών, έχει δοθεί μεγάλη έμφαση στη δημιουργία ανθεκτικών ποικιλιών (Καλτσίκης, 1992). Ένας τρόπος δημιουργίας τέτοιων φυτών είναι με την βοήθεια της βιοτεχνολογίας και προκύπτουν τα λεγόμενα διαγονιδιακά φυτά, τα οποία είναι από μόνα τους τοξικά για τα επιβλαβή έντομα (Χατζόπουλος, 1996). Χαρακτηριστικότερο παράδειγμα αποτελούν τα φυτά που φέρουν την τοξίνη που συντίθεται από το βακτήριο *Bacillus thuringiensis*, για την καταπολέμηση των λεπιδοπτέρων. Σύμφωνα με πειράματα που έγιναν από εταιρείες που δημιούργησαν τέτοιες ποικιλίες, έχει επιτευχθεί σημαντική μείωση των εντομοκτόνων και αύξηση της παραγωγής (Δ. Μπαξεβάνος, 1999). Υπάρχουν όμως αμφιβολίες για το αν η δημιουργία τέτοιων διαγονιακών φυτών και η σκόπιμη απελευθέρωσή τους για καλλιεργητικούς σκοπούς δεν εγκυμονεί κινδύνους για την υγεία του ανθρώπου, το περιβάλλον και τη δημιουργία εντόμων ανθεκτικών στις τοξίνες, μέσω της φυσικής επιλογής (Χατζόπουλος, 1996).

6) Ανθεκτικότητα σε μυκητολογικές ασθένειες

Οι κυριότερες μυκητολογικές ασθένειες που προσβάλλουν το βαμβάκι, είναι το βερτισίλιο (*Verticillium spp.*) και το φουζάριο (*Fusarium oxysporum f.vasinfeatum.*), ενώ οι μύκητες *Rizoctonia solani*, *Pythium spp* και *Thielaviopsis basicola* προκαλούν σήψη του σπόρου, σάπισμα του φυταρίου και προκαλούν μείωση της απόδοσης κατά 2-5%.

Η αρνητική συσχέτιση της αντοχής στο βερτισίλιο και άλλων επιθυμητών χαρακτηριστικών, όπως η πρωιμότητα, εμποδίζει την εντυπωσιακή πρόοδο στον τομέα της δημιουργίας ανθεκτικών ποικιλιών (Γαλανοπούλου, 2002). Επίσης η κληρονομικότητα ενός τέτοιου χαρακτηριστικού είναι πολύπλοκη και δεν υπάρχει γενετικό υλικό που να είναι πολύ ανθεκτικό. Οι καλύτερες πηγές ανθεκτικότητας βρίσκονται σε ποικιλίες του *G. barbadense*, στο *G. hirsutum* (Hartsville) και σε διάφορες μορφές των ποικιλιών *Acala*. Οι ανθεκτικές αυτές ποικιλίες δεν έχουν συνήθως επιθυμητά χαρακτηριστικά. Η πρόοδος στη βελτίωση της ανθεκτικότητας των καλλιεργούμενων ποικιλιών, επιτεύχθηκε διασταυρώνοντας τις πηγές ανθεκτικότητας με ποικιλίες που είχαν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά μέσω της επαναδιασταύρωσης (Καλτσίκης, 1992).

Όσον αφορά το φουζάριο, η ασθένεια αυτή σχετίζεται με τις ζημιές που προκαλούνται από τους νηματώδεις, οι οποίοι δημιουργούν ανοίγματα, μέσω των οποίων μπορεί να περάσει ο μύκητας στις ρίζες. Επομένως για να έχουμε καλή προστασία για την ασθένεια αυτή, απαιτείται συνδυασμένη ανθεκτικότητα στους νηματώδεις και στον μύκητα. Το 1950 δημιουργήθηκαν οι πρώτες ποικιλίες με ανθεκτικότητα στο φουζάριο, οι οποίες παρουσιάζουν ζημιές 5-30%, ενώ οι ευαίσθητες ποικιλίες παρουσιάζουν ζημιά 80% (Καλτσίκης, 1992).

7) Αντοχή στην ξηρασία

Όταν το νερό είναι περιοριστικός παράγοντας τότε ποικιλίες ανεκτικές στην έλλειψη νερού όπως *Acala SJ-2*, *M-5* ή *DP6100* είναι η μόνη λύση. Παράλληλα ποικιλίες ανεκτικές στην ξηρασία, συμπεριφέροντε και με σχετική ανεκτικότητα στην αδρομύκωση, αφού ο μύκητας αυτός είναι λιγότερο πιθανό να προσβάλει φυτά τα οποία βρίσκονται σε συνθήκες ξηρασίας (S. Johnson Hake et al., 1996)

Παράλληλα μπορούμε με την κατάλληλη τεχνική καλλιέργειας ή με αξιοποίηση πρώιμων ποικιλιών να επιτύχουμε συντόμευση του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας έτσι ώστε η πιθανή έλλειψη νερού ή οι συνθήκες

ξηρασίας, να μην επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό την καλλιέργεια (S.Johnson Hake et al., 1996)

Επίσης στο Ισραήλ βρίσκονται κοντά στη δημιουργία νέων ποικιλιών ανθεκτικών στην ξηρασία (Καλτσίκης, 1992). Τέλος, γονίδια ανθεκτικότητας σε συνθήκες ξηρασίας ανακαλύφθηκαν σε άγρια είδη βαμβακιού όπως το *G. anomalum*, και το *G.thurberi* (Musaev, 1993).

2.3.2. Μέθοδοι βελτίωσης του βαμβακιού

Οι κυριότερες μέθοδοι βελτίωσης που εφαρμόστηκαν ή εφαρμόζονται ακόμη σε διεθνές επίπεδο είναι οι ακόλουθες:

1) Μαζική επιλογή

Η μαζική επιλογή, δηλαδή η επιλογή των υπέρτερων φαινοτύπων από κάποιο πληθυσμό χωρίς απογονικό έλεγχο, αποτέλεσε την παλαιότερη μέθοδο βελτίωσης στο βαμβάκι, καθώς χρονολογείται από τον 19ο αιώνα..

Η επιλογή για την τροποποίηση του τύπου του φυτού μπορεί να οδηγήσει σε μια καινούρια ποικιλία. Η εντατική όμως επιλογή για τον επιθυμητό τύπο φυτού θα πρέπει να γίνει επί πολλές γενεές, ώστε να επιτευχθεί ομοιομορφία. Ένας παράγοντας που επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της επιλογής, είναι και το ποσοστό των ατόμων που θα επιλέξουμε για να μας δώσουν την νέα γενιά. Είναι προφανές πως οι πιθανότητες επιτυχίας αυξάνουν όσο το ποσοστό των ατόμων προς επιλογή περιορίζεται στα λίγα άτομα με την εξαιρετική συμπεριφορά (Τσαυτάρης, 1995). Επίσης η μαζική επιλογή είναι περισσότερο αποτελεσματική όταν χρησιμοποιείται για χαρακτηριστικά που έχουν μεγάλο συντελεστή κληρονομικότητας (Καλτσίκης, 1992).

2) Γενεαλογική επιλογή

Είναι μία μέθοδος επιλογής των γενοτύπων με βάση τόσο το φαινότυπο του ατομικού φυτού, όσο και τη συμπεριφορά των απογόνων του. Χαρακτηριστικό της μεθόδου αυτής είναι ότι διατηρούμε γενεαλογικά στοιχεία κάθε επιλεγόμενου φυτού, έτσι ώστε σε οποιοδήποτε στάδιο επιλογής να γνωρίζουμε τους προγόνους του κάθε φυτού. Επειδή ο διαχωρισμός των γονιδίων παρατηρείται για πρώτη φορά στην F₂, η γενεά αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αρχή της διαδικασίας επιλογής (Καλτσίκης, 1989). Οι σπόροι σπέρνονται σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερες αποστάσεις για να τους δοθεί η ευκαιρία αφενός να αναπτυχθούν ικανοποιητικά, αφετέρου να παράγουν πολλούς σπόρους. Προσπαθούμε να επιλέξουμε και να συγκομίσουμε 5-20% από τα φυτά της F₂, ώστε να έχουμε ένα καλό δείγμα των γενοτύπων της διασταύρωσης. Από τον σπόρο κάθε F₂ φυτό που επιλέξαμε, σπέρνουμε μια F₃ οικογένεια. Στην F₄ εργαζόμαστε κατά τον ίδιο τρόπο όπως και στην F₃ και μονάδα επιλογής είναι ακόμα το ατομικό φυτό. Στην F₅ γενεά, η ομοζυγωτία έχει προχωρήσει αρκετά και επομένως μπορούμε να επιλέξουμε οικογένειες. Το ίδιο επαναλαμβάνεται και στην F₆ γενεά και τα φυτά μιας οικογένειας συγκομίζονται όλα μαζί. Στην F₇, ο σπόρος κάθε οικογένειας σπέρνεται σε κανονικές αποστάσεις και σε τρεις αντί για μία γραμμές. Με αυτόν τον τρόπο, έχουμε μια καλύτερη εικόνα της κάθε οικογένειας. Στην F₈ αρχίζουμε προκαταρκτικά πειράματα ενώ γίνεται περαιτέρω αξιολόγηση του υλικού μας

Υπάρχουν διάφορες τροποποιήσεις της γενεαλογικής επιλογής κάθε μία προσαρμοσμένη σε ένα συγκεκριμένο στόχο. Τρεις τέτοιες παραλλαγές είναι πιο χαρακτηριστικές. Πρόκειται για την μαζική - γενεαλογική τεχνική (mass pedigree technique), το πολυφασικό πρόγραμμα βελτίωσης (MAR), και το πρόγραμμα ποικιλιών τύπου ACALA (ACALA breeding program).

Κυψελωτή μεθοδολογία

Μία διαφορετική προσέγγιση της βελτίωσης των φυτών έχει προταθεί από τον Φασούλα (1991-1992). Ο Φασούλας προτείνει την παντελή έλλειψη ανταγωνισμού ως το ενδεδειγμένο περιβάλλον επιλογής. Το περιβάλλον αυτό μεγιστοποιεί τις διαφορές μεταξύ των γενοτύπων και σε συνδυασμό με την κυψελωτή μεθοδολογία επιλογής των υπέρτερων γενοτύπων, διευκολύνει την επιλογή.

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, το διασπώμενο γενετικό υλικό σπέρνεται σε μεγάλες αποστάσεις για την αποφυγή του ανταγωνισμού, σε γόνιμα εδάφη και ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης. Μετά τη συγκομιδή και την καταγραφή της απόδοσης κάθε φυτού, ένα φυτό επιλέγεται μόνο αν ξεπερνά σε απόδοση την απόδοση των 6 φυτών που το περιβάλλουν. Στην προκειμένη περίπτωση η πίεση επιλογής είναι 15%. Υπάρχει βέβαια, η δυνατότητα η πίεση επιλογής να γίνει πιο αυστηρή, όταν ο βελτιωτής συγκρίνει την απόδοση κάθε φυτού για να δει αν ξεπερνά σε απόδοση τα 18 ή περισσότερα φυτά που αναπτύσσονται στις κορυφές ενός ευρύτερου εξαγώνου.

Με την κυψελωτή γενεαλογική επιλογή, οι απόγονοι των φυτών επιλέγονται από έναν διασπώμενο γενετικά πληθυσμό και σπέρνονται την επόμενη χρονιά στο χωράφι. Η διασπορά των απογόνων κάθε επιλεγόμενου φυτού είναι τέτοια ώστε οι απόγονοι κάθε φυτού:

- 1) να διασκορπίζονται πραγματικά και να αξιολογούνται σε όλη την επιφάνεια του χωραφιού και όχι μόνο σε μία λωρίδα που πιθανόν κατά τύχη να ήταν γόνιμη ή άγονη.
- 2) να περιβάλλονται πάντοτε σε κάθε σημείο, από ίσο αριθμό απογόνων όλων των υπολοίπων με τους οποίους και συγκρίνεται κάτω από τις σχεδόν πανομοιότυπες συνθήκες περιβάλλοντος.

Τοποθετώντας τα φυτά με αυτόν τον τρόπο, είναι πραγματικά δύσκολο, εφόσον όλοι οι απόγονοι ενός φυτού υστερούν ή υπερτερούν, να πούμε ότι αυτό οφείλεται στο ότι όλοι ευνοήθηκαν ή όχι από τα συγκεκριμένα σημεία του περιβάλλοντος. Η κυψελωτή διάταξη επιτρέπει την διατοπική αξιολόγηση και επιλογή για την αντιμετώπιση του προβλήματος της αλληλεπίδρασης γενοτύπου και περιβάλλοντος. Επιτρέπει επίσης να συμπεριληφθούν μεταξύ των απογονικών φυτών, φυτά από την καλύτερη

καλλιεργούμενη ποικιλία, έτσι ώστε να παρακολουθεί κανείς την πρόοδο που κάνει με την επιλογή του έχοντας ένα σταθερό μέτρο σύγκρισης.

Στην περίπτωση που τα επιλεγόμενα φυτά είναι περισσότερα, η υλοποίηση των διατάξεων αυτών γίνεται δυσκολότερη και η πολυπλοκότητα αυτή αναφέρεται σαν ένα από μειονεκτήματα της κυψελωτής γενεαλογικής επιλογής (Τσαυτάρης, 1995). Για τον λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί διάφοροι πίνακες και συστήματα που μπορούν να βοηθήσουν ακόμη και όσους δεν είναι τόσο εξοικειωμένοι ώστε να εφαρμόσουν τις διατάξεις αυτές στο χωράφι.

Συνοψίζοντας, τα κυψελωτά σχέδια αγρού επιτρέπουν από νωρίς στο βελτιωτικό πρόγραμμα την επισήμανση και επιλογή ατομικών φυτών με κληρονομήσιμη υψηλή απόδοση, ευρεία προσαρμογή και άλλες ιδιότητες (όπως αντοχή στις ασθένειες) αφού:

α) εξασφαλίζουν συγκρίσιμες συνθήκες σε ένα μεγάλο αριθμό γενοτύπων και οικογενειών

β) η κυψελωτή αρχή της αξιολόγησης κάνει τα κριτήρια πιο αντικειμενικά όταν μάλιστα η ένταση επιλογής μεγαλώνει

γ) η αξιολόγηση και η επιλογή γίνονται σε πολλές περιοχές συγχρόνως και προσφέρουν τη δυνατότητα να επιλέξουμε για ευρεία προσαρμογή, αντοχή στο πλάγιασμα και στις αρρώστιες, νωρίς στο βελτιωτικό πρόγραμμα, γεγονός που μειώνει κατά πολύ το χρόνο δημιουργίας των ποικιλιών (Τσαυτάρης, 1995).

3) Μέθοδος επαναδιασταύρωσης

Η μέθοδος της επαναδιασταύρωσης είναι χρήσιμη για την μεταφορά μεμονωμένων, συνήθως ποιοτικών, χαρακτηριστικών στις ποικιλίες. Κυρίως χρησιμοποιείται για την ενσωμάτωση γονιδίων ανθεκτικότητας σε ασθένειες, από γονέα που δεν έχει άλλα επιθυμητά χαρακτηριστικά. Το πλεονέκτημα της αναδιασταύρωσης είναι ότι σε κάθε γενεά ασχολούμαστε με μικρούς αριθμούς φυτών, γιατί οι γενότυποι που θέλουμε βρίσκονται σε μεγαλύτερη αναλογία στους απογόνους της αναδιασταύρωσης (Καλτσίκης, 1989).

4) Επαναλαμβανόμενη επιλογή

Κύριο χαρακτηριστικό της μεθόδου αυτής, είναι ότι κάθε κύκλος επιλογής επαναλαμβάνεται αρκετές φορές και διαρκεί περισσότερο από ένα χρόνο. Κατά το δεύτερο ή τρίτο έτος κάθε κύκλου επιλογής (ανάλογα με το σχέδιο) γίνονται όλες οι διασταυρώσεις σε όλους τους δυνατούς συνδυασμούς μεταξύ των επιλεγμένων φυτών. Σκοπός αυτών των διασταυρώσεων είναι να δοθεί η ευκαιρία στα γονίδια των επιλεγμένων φυτών να ανασυνδυαστούν. Με βάση τα γνωρίσματα που μας ενδιαφέρουν επιλέγουμε έναν αριθμό φυτών τα οποία αφενός τα αυτογονιμοποιούμε αφετέρου τα διασταυρώνουμε με έναν κοινό γονέα. Η επαναλαμβανόμενη επιλογή διαιρείται σε τρία σχέδια ανάλογα με το αν τα επιλεγόμενα φυτά διασταυρώνονται ή όχι με κοινό γονέα και αν ο κοινός γονέας είναι ομοζύγωτος ή ετεροζύγωτος (Τσαυτάρης, 1995).

- α) απλή επαναλαμβανόμενη επιλογή
- β) επαναλαμβανόμενη επιλογή για Γενική Συνδυαστικότητα, (κοινός γονέας, ένας πληθυσμός)
- γ) επαναλαμβανόμενη επιλογή για Ειδική Συνδυαστικότητα, (κοινός γονέας, μια καθαρή σειρά).

5) Επιλογή με τη βοήθεια μοριακών δεικτών

Οι μοριακοί δείκτες που είναι γενετικά χαρτογραφημένοι, είναι χρήσιμοι για τη μελέτη της κληρονομικότητας γενετικών χαρακτηριστικών και της ποικιλομορφίας μεταξύ των ατόμων εντός των πληθυσμών. Επίσης, υπόσχονται να δώσουν την αναγκαία ώθηση στα προγράμματα βελτίωσης. Οι μοριακοί δείκτες είναι τυχαία επιλεγμένα τμήματα του DNA, χωρίς άμεση επίδραση στο φαινότυπο και δεν επηρεάζονται από το περιβάλλον αφού αξιοποιούν το πολυμορφισμό που παρουσιάζεται στην αλληλουχία των βάσεων του DNA, χωρίς αναγκαία επίπτωση στα προϊόντα που τυχόν κωδικοποιούν. Επιπλέον, δεν εξαρτώνται από τα αναπτυξιακά στάδια του φυτού και δύναται να καλύψουν ολόκληρο το γονιδίωμα σε προβλεπόμενες γενετικές αποστάσεις (Χατζόπουλος, 2001)..

Η φύση των μοριακών δεικτών εξαρτάται άμεσα από τη μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για την αξιοποίησή τους στα προγράμματα βελτίωσης όπως και σε προγράμματα ταυτοποίησης και πιστοποίησης γενετικού υλικού. Οι

μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται εξελίσσονται συνεχώς και η χρήση της μιας ή της άλλης εξαρτάται από το ποσοστό επιθυμίας σάρωσης των χρωμοσωμάτων με τους μοριακού δείκτες, από το χρόνο, από το κόστος, αλλά επίσης και από τον τύπο της διασταύρωσης καθώς και το βαθμό ετεροζυγωτίας. Οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες τεχνικές σήμερα είναι οι εξής : RFLP, RAPD, AFLP, SSR, STR, VNTR (Χατζόπουλος, 2001).

2.3.3. Τα επιτεύγματα της βελτίωσης

Η εφαρμογή των μεθόδων της κλασσικής βελτίωσης στο βαμβάκι οδήγησε σε ορισμένα θετικά αποτελέσματα:

- Γρήγορη βλάστηση των σπόρων και απώλεια ληθάργου.
- Μείωση στο μέγεθος του φυτού και αλλαγές στις συνήθειες του όπως η διαφοροποίηση άνθεων και ο ετήσιος χαρακτήρας του.
- Αύξηση της παραγωγικότητας, με συνδυασμό του μεγέθους και του αριθμού των καρυδιών αλλά και της ποσότητας ινών ανά σπόρο.

Ωστόσο υπήρξαν και αρνητικές συνέπειες όπως ο περιορισμός του διαθέσιμου γενετικού υλικού, οι αυξημένες απαιτήσεις των βελτιωμένων ποικιλιών σε νερό και θρεπτικά συστατικά, η ευαισθησία των ποικιλιών βαμβακιού από εχθρούς και ασθένειες

2.4. ΥΒΡΙΔΙΑ

2.4.1. Υβρίδια *G. hirsutum* X *G. barbadense*

Το βαμβάκι θεωρείται αυτογονιμοποιούμενο με ποσοστό σταυρογονιμοποίησης 5-30%. Το ποσοστό αυτό εξαρτάται περισσότερο από τη σχετική αφθονία των εντόμων που μεταφέρουν τη γύρη και από τις καιρικές συνθήκες (Καλτσίκης, 1992).

Ο συνδυασμός βασικών χαρακτηριστικών των δύο ειδών (Πιν. 2) είναι επιθυμητός και αποσκοπεί στη δημιουργία απογόνων με υψηλή απόδοση, εξαιρετη ποιότητας ίνας και αντοχή σε βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες (Μαυρομάτης, 1996). Ετέρωση σε σχέση με τον καλύτερο γονέα έχει παρατηρηθεί πολλές φορές στο βαμβάκι, τόσο σε ενδοειδικές διασταυρώσεις στο *G. hirsutum*, όσο και σε διειδικές διασταυρώσεις μεταξύ *G. hirsutum* και *G. barbadense* (Roupakias et al., 1998). Τα δύο είδη διασταυρώνονται εύκολα μεταξύ τους και παρατηρείται σημαντική ετέρωση σε σχέση με τον καλύτερο γονέα μέχρι και 97% (Marani, 1963), δίνοντας μια ζωνρή και γόνιμη F1 γενιά (Kohel et al., 1974).

Πίνακας 2 Χαρακτηριστικά των ειδών *Gossypium hirsutum* και *Gossypium barbadense*

Χαρακτηριστικά	<i>Gossypium hirsutum</i>	<i>Gossypium barbadense</i>
	Μονοετές	Μονοετές & Πολυετές
Ύψος	1- 1,5 m	1-3 m 5-6 m
Μήκος ίνας	13 - 33 mm	μέχρι 60 mm
Κοντές ίνες (χνούδι)	Ναι	Ναι
Πρωιμότητα	Πρώιμες	Όψιμες
	Ελληνικές : 28 mm	Αιγυπτιακές : 32 mm

2.4.2. Παραγωγή υβριδισμένου σπόρου

Οι προσπάθειες για την εμπορική παραγωγή σπόρων υβριδίου, συμπεριλαμβάνουν διαδικασίες όπως την επικοινωνία με το χέρι, την φυσική σταυρεπικοινωνία, χρήση χημικών γαμετοκτόνων και τη χρήση της γαμετικής ή της κυτταροπλασματικής αρρενοστειρότητας. Η παραγωγή σπόρου υβριδίου με επικοινωνία με το χέρι γίνεται στην Ινδία, όπου το 40% της παραγωγής της προέρχεται από ενδοειδικά υβρίδια του *G.hirsutum*, ενώ το 8% προέρχεται από διειδικά υβρίδια *G. hirsutum* X *G. barbadense* (Chaudhry, 1997) και βασίζεται στη χρήση υποτελών γονιδίων αρρενοστειρότητας. Ο τρόπος αυτός είναι αντιοικονομικός σε περιοχές όπου τα εργατικά κοστίζουν πολύ και επομένως η πρακτική αξιοποίηση της ετέρωσης στο βαμβάκι με τη χρήση F1 υβριδίων δεν έχει προς το παρόν ευρεία χρήση.

Η ανακάλυψη της κυτταροπλασματικής αρρενοστειρότητας από το *G. harknessii* (Olvey, 1986) σε συνδυασμό με την ανακάλυψη σειρών με γονίδια επαναφοράς της γονιμότητας της γύρης (Weaver, 1997), αναζωπύρωσε το ενδιαφέρον για τη δημιουργία εμπορικών υβριδίων. Εξάλλου, η βιοτεχνολογία υπόσχεται να προσεγγίσει το πρόβλημα παραγωγής υβριδισμένου σπόρου με διάφορους τρόπους, όπως με την ενσωμάτωση υποτελούς γονιδίου που ελέγχει το αυτοασυμβίβαστο σε γονείς με καλή συνδυαστική ικανότητα (Stewart, 1991).

2.4.3. Μερικώς διειδικά υβρίδια

Η ετέρωση σε σχέση με τον καλύτερο γονέα που παρατηρείται στα διειδικά υβρίδια βαμβακιού (*G.hirsutum* x *G. barbadense*), χάνεται σταδιακά και οι γενιές που ακολουθούν περιλαμβάνουν εξασθενημένα και αδύνατα φυτά, που τελικά τείνουν προς τα χαρακτηριστικά του ενός ή του άλλου είδους (Μαυρομάτης, 1996). Ο υβριδικός αυτός εκφυλισμός οδήγησε τους ερευνητές να αναζητήσουν εναλλακτικές μεθόδους αξιοποίησης της ετέρωσης των διειδικών υβριδίων, έτσι ώστε να προκύψουν ποικιλίες που να συνδυάζουν επιθυμητά χαρακτηριστικά. Η ιδέα της δημιουργίας ενός μερικώς διειδικού υβριδίου, το οποίο θα φέρει σε ομοζυγωτία ορισμένα χρωμοσώματα από το ένα και τα υπόλοιπα από το άλλο είδος είναι μία από αυτές τις προσεγγίσεις.

Η ιδέα του μερικώς διειδικού υβριδίου μπορούσε να γίνει πραγματικότητα με κυτταρογενετικά μέσα, δηλαδή με τη χρήση μονοσωμικών ή με τη δημιουργία σταθεροποιημένων ομοζύγων σειρών που θα προέρχονται από γαμετικά κύτταρα της F1 γενιάς τα οποία συνδυάζουν στο

απλοειδές επίπεδο τα χαρακτηριστικά των δύο ειδών (Μαυρομάτης, 1996). Διπλασιάζοντας τον αριθμό των χρωμοσωμάτων των απλοειδών φυτών, θα παράγονταν ένας μεγάλος αριθμός μερικώς διειδικών υβριδίων, από τα οποία θα μπορούσε να επιλεγεί εκείνο που συνδυάζει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά και των δύο ειδών.

Τα τελευταία χρόνια άρχισε στο Εργαστήριο Γενετικής και Βελτίωσης Φυτών του Α.Π.Θ. μια προσπάθεια ανάπτυξης ενός συστήματος παραγωγής μερικώς διειδικών υβριδίων βαμβακιού, που να προέρχονται από την επικονίαση F1 υβριδίων *G.hirsutum* x *G. barbadense* με γύρη από τα είδη *Hibiscus cannabinus* και *Abelmoschus esculentum* (*Malvaceae*) (Μαυρομάτης & Ρουπακιάς, 1995). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των εργασιών, τα μερικώς διειδικά υβρίδια που προέκυψαν εμφάνισαν υψηλή γενετική παραλλακτικότητα και φαινόμενα ανευπλοειδίας, ενώ το ποσοστό γονιμότητας ήταν ιδιαίτερα ικανοποιητικό. Το γενετικό υλικό αυτό αποτέλεσε το αντικείμενο αυτής της εργασίας.

2.5. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΠΛΟΕΙΔΙΑΣ

Από τα 44 διπλοειδή και τα 6 τετραπλοειδή είδη που έχουν αναγνωρισθεί στο γένος *Gossypium* μόνο 2 από κάθε κατηγορία χρησιμοποιούνται για εμπορική χρήση. Τα διπλοειδή υποδιαιρούνται σε 7 γενωμικές ομάδες (A,B,C,D,E,F,G), ενώ τα τετραπλοειδή έχουν τα γενώματα A και D (Endrizzi, 1984). Ο *Beal* (1928) παρατήρησε ότι τα χρωμοσώματα των αλλοτετραπλοειδών ποικίλουν σε μέγεθος στη μετάφαση I, και ο *Davie* (1933) αναγνώρισε ότι το μήκος των χρωμοσωμάτων των *G.hirsutum* κυμαίνεται από 0,8 ως 1,8μm και αυτό του *G.herbaceum* κυμαίνεται από 1,5-2,5 μm. Ο *Skovsted* (1937) έκανε τη σημαντική παρατήρηση ότι τα τετραπλοειδή του νέου κόσμου είχαν 13 μεγάλα χρωμοσώματα με μέσο όρο μήκους 2.25-2,36 μm και 13 μικρά χρωμοσώματα με μέσο όρο μήκους 1,25-1,4 μm. Το μέγεθος των χρωμοσωμάτων στο γένωμα του βαμβακιού έχει ταξινομηθεί από τους *Stephens* (1947), *Katterman* και *Ergle*(1970) και οι οποίοι έχουν καταλήξει στα εξής συμπεράσματα :

1. Το C γένωμα αποτελείται από πολύ μεγάλα χρωμοσώματα.
2. Τα E και το F γενώματα αποτελούνται από μεγάλα χρωμοσώματα, τα οποία είναι ελαφρώς μεγαλύτερα από αυτά του A και B γενώματος.
3. Το B γένωμα έχει μεγάλα χρωμοσώματα ,περισσότερα από τα οποία είναι ελαφρώς μεγαλύτερα από αυτά του A γενώματος .
4. Το γένωμα A έχει μέτρια έως μεγάλα χρωμοσώματα.
5. Το G γένωμα έχει μέτρια έως μεγάλα χρωμοσώματα, τα οποία όμως είναι μικρότερα από αυτά του A γενώματος .
6. Το D γένωμα έχει μικρά χρωμοσώματα.

Αναλύοντας τη συγγένεια των ειδών για να καταλήξουν ποιο γένωμα αποτελεί τον πρόγονο των ειδών, οι ερευνητές πήραν υπόψη τους τις ομολογίες των χρωμοσωμάτων (*Phillips*, 1963), τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών (*Fryxell*, 1971,; *Valicek*, 1978) και τα μοντέλα *Seed pr. Patterns* (*Johnson and Thein*, 1970).

Το συμπέρασμα ήταν ότι τα γενώματα A,B,E και F κατάγονται από την Ασία και Αφρική ,τα C από την Αυστραλία και το D από την Αμερική. Επομένως η ήπειρος καταγωγής του γένους *Gossypium* θεωρείται (*Saunders*,

1961) η Κεντρική Αφρική επειδή 4 από τις 7 διπλοειδείς γενωμικές ομάδες βρέθηκαν σ'αυτήν.

2.6. ΚΥΤΤΑΡΟΜΕΤΡΙΑ ΡΟΗΣ

Η κυτταρομέτρηση ροής είναι μια μέθοδος με την οποία μπορούμε να μετρήσουμε την ποσότητα D.N.A στον πυρήνα των κυττάρων. Ο ακριβής καθορισμός του ποσού του DNA του πυρήνα είναι πολύ σημαντικός για να κατανοήσουμε τα κληρονομικά συστατικά ενός οργανισμού. Ο κυτταρομετρητής ροής, αρχικά αναπτύχθηκε για να εξυπηρετήσει τις ιατρικές επιστήμες, τώρα όμως αποτελεί ένα εύκολο, γρήγορο, ακριβή και πρακτικό εργαλείο για τον υπολογισμό του μεγέθους του γενώματος των φυτών, του επιπέδου πλοειδίας, της περιεκτικότητας σε DNA και την ανάλυση του κύκλου του κυττάρου (*Dolezel et al., 1989,; Dolezel, 1991,; Awolaye et al., 1994,; Bharathan et al., 1994,; Baranyi and Greilhuber 1995,; 1996, Greilhuber, 1998,; Winkelmann et al., 1998*). Πολλές πληροφορίες επίσης για την περιεκτικότητα του πυρήνα σε DNA έχουν δημοσιευτεί από τον *Bennett* και τους συναδέλφους του (*Bennett and Leitch, 1995, 1997, 2001, ; Bennett et al., 1998, ; Bennett et al., 2000, ; Hanson et al., 2001*). Το 1996 δημιουργήθηκε ο πρώτος εμπορικός κυτταρομετρητής ροής που χρησιμοποιείται αποκλειστικά με την ανάλυση δομών DNA, κάνοντας την γρηγορότερη, ακριβέστερη και περισσότερο οικονομική, αφού απαιτεί ελάχιστο εργατικό δυναμικό.

Επίσης εκτός από τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας των πυρήνων σε DNA, ο κυτταρομετρητής ροής χρησιμοποιείται και για τη μελέτη των πρωτοπλαστών των φυτών (μέγεθος, σύνθεση κυτταρικού τοιχώματος, περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη, αλκαλοειδή, πρωτεΐνες και RNA, αλληλεπίδραση πρωτοπλαστών-μικροβίων) και των χρωμοσώμων (μέγεθος, κεντρομερές, ταξινόμηση πολλών χρωμοσωμάτων για την απομόνωση και χαρτογράφηση γονιδίων) (*Dolezel et al., 1999*). Αρκετά πρωτόκολλα έχουν αναπτυχθεί για τον σκοπό αυτό και αφορούν την προετοιμασία των διαλυμάτων και των δειγμάτων που θα χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό του DNA του πυρήνα. Αναλυτικά ο κυτταρομετρητής ροής χρησιμοποιείται για:

- Τον υπολογισμό του αριθμού των χρωμοσώμων του πυρήνα. Ο αριθμός τους υπολογίζεται συγκρίνοντας τη κορυφή της G1 φάσης των κυττάρων που θέλουμε με την κορυφή ενός εσωτερικού μάρτυρα:

Nuclear DNA amount= (mean position of unknown plant nuclear peak / mean position of known nuclear peak) x DNA content of known standard

Ως εσωτερικός μάρτυρας συνήθως χρησιμοποιείται δείγμα από ερυθροκύτταρα πουλερικών (2-3 εβδομάδων), ανθρώπινα λευκοκύτταρα ή φυτικά κύτταρα από κάποιο άλλο γνωστό φυτικό είδος.

- Τον υπολογισμό της περιεκτικότητας του πυρήνα σε DNA, σε σχέση με τον κύκλο του κυττάρου και η οποία δίνεται από τον τύπο:

$$2C \text{ DNA (pg)} = \text{Sample G1 Peak Mean} \times \text{Standard 2C DNA Content (pg)} / \text{Standard G1 Peak Mean}$$

Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στο γεγονός ότι το περιεχόμενο του πυρήνα των κυττάρου σε DNA, αντανakλά τη θέση του κυττάρου στο κύκλο της μίτωσης (G1, G2, S). Ο συντελεστής παραλλακτικότητας των κορυφών G1 και G2 των ιστογραμμάτων που προκύπτουν, αντανakλά την παραλλακτικότητα που προκύπτει από την απομόνωση, την χρώση και τον υπολογισμό των πυρήνων. Όσο μικρότερη είναι η τιμή του CV, τόσο πιο αξιόπιστες θεωρούνται οι μετρήσεις της περιεκτικότητας του πυρήνα σε DNA.

$$CV = \text{Standard Deviation} / (\text{Mean} \times 100)$$

- Τον καθορισμό του επιπέδου πλοειδίας των φυτών

Ο καθορισμός του επιπέδου πλοειδίας με τη βοήθεια του κυτταρομετρητή ροής, βασίζεται στο γεγονός ότι η ποσότητα του DNA που αντιστοιχεί στην G1 φάση αντανakλά το απλοειδές επίπεδο των κυττάρων (Πιν. 3) και έτσι μπορεί να γίνει διαχωρισμός των πολυπλοειδών φυτών από τα διπλοειδή.

Πίνακας 3 Αντιστοιχία επιπέδου πλοειδίας και περιεκτικότητας σε DNA της φάσης του κύκλου του κυττάρου

Πλοειδία	Περιεκτικότητα DNA- G1 φάση
2n=x	1C
2n=2x	2C
2n=4x	4C

- Την αναγνώριση ανευπλοειδών σειρών

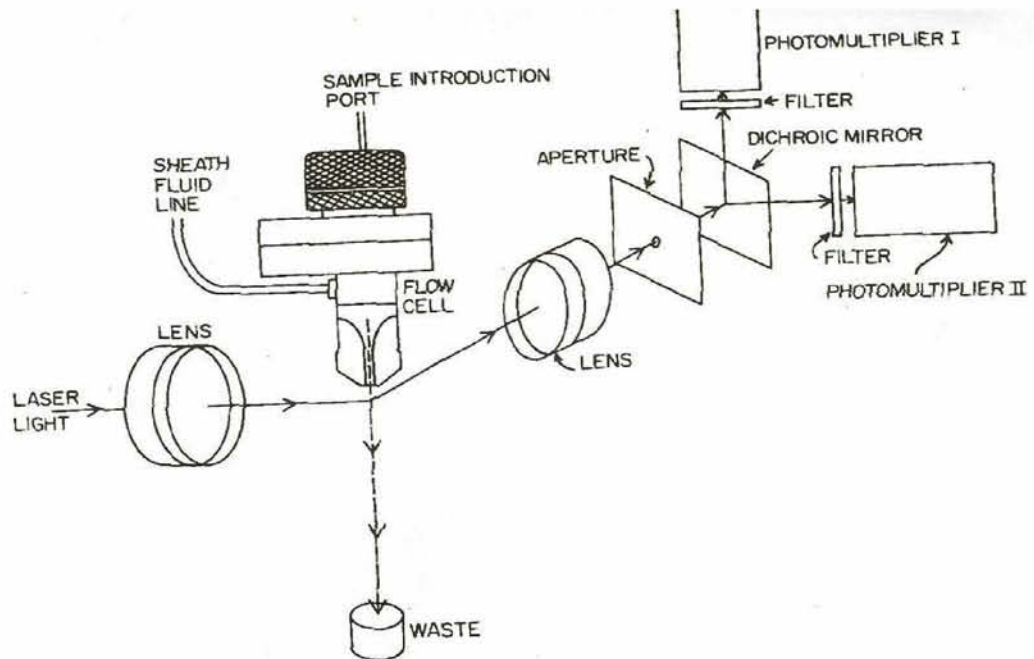
Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται οπωσδήποτε εσωτερικοί μάρτυρες, οι οποίοι μπορεί να ανήκουν σε ευπλοειδή φυτά του ίδιου είδους ή και σε διαφορετικά είδη. Η σχετική διαφορά σε περιεκτικότητα σε DNA ανάμεσα σε ευπλοειδή και ανευπλοειδή φυτά δίνεται από τον τύπο:

$$D = \frac{(G1 \text{ peak Ratio}2) - (G1 \text{ peak Ratio}1)}{(G1 \text{ peak Ratio}1)} \times 100(\%)$$

Η καλή αξιοπιστία και επαναληψιμότητα των αποτελεσμάτων του κυτταρομετρητή ροής εξασφαλίζεται όταν ισχύουν 2 προϋποθέσεις: α) ο συντελεστής παραλλακτικότητας CV των κορυφών (peak) δεν ξεπερνάει το 6% και β) ο λόγος 4C/2C πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 1,9 και 2,1.

2.6.1. Τρόπος λειτουργίας του κυτταρομετρητή ροής (F.C)

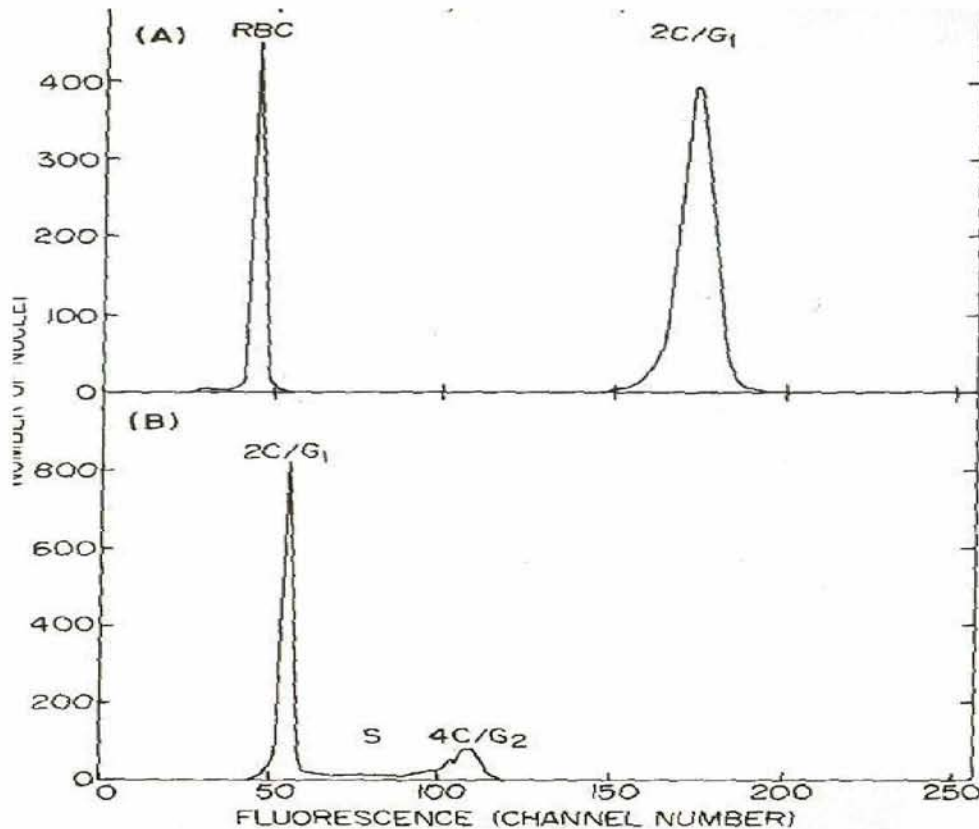
- Τα δείγματα προέρχονται από υγιή φυτά και μπορεί να είναι από φύλλα, ρίζες στήμονες, πέταλα, ανθήρες κ.α. Βάρος δείγματος 10mg θεωρείται ικανοποιητικό για μια μόνο εφαρμογή FC. Ο ιστός πλένεται με νερό και μπορεί να αποθηκευτεί σε κρύο και υγρό περιβάλλον για μερικές μέρες. Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής:
- Γίνεται προσθήκη 1,7ml διαλύματος ethanol : acetic 3:1 για την απομόνωση και λύση των πρωτοπλαστών
- Το δείγμα τεμαχίζεται με αποστειρωμένο ξυράφι για 2-3 λεπτά
- Ακολουθεί αποθήκευση του δείγματος στο ψυγείο για λίγα λεπτά
- Εφαρμόζεται χρώση των πυρήνων με διάφορες ουσίες φθορισμού μισή ώρα πριν την έναρξη των μετρήσεων και
- Ολοκληρώνεται με την εφαρμογή μετρήσεων με τον κυτταρομετρητή ροής (F.C).



Εικόνα 1 Λειτουργία κυτταρομετρητή ροής

Η εξήγηση των τιμών και των κορυφών που προβάλλονται στην οθόνη αναλύονται παρακάτω. Όταν οι πυρήνες των κυτάρων βάφονται με κάποια ουσία φθορισμού τότε το διάλυμα που τους περιέχει, διασταυρώνεται με μια δέσμη ακτινών laser. Το DNA των κυτάρων απορροφά και εκπέμπει ακτινοβολία συγκεκριμένου μήκους κύματος, η οποία εξαρτάται γραμμικά από την ακτινοβολία που εφαρμόστηκε. Ο φθορισμός του DNA προβάλλεται σε διαγράμματα συχνότητας με τη βοήθεια ενός ή δύο φωτοπολλαπλασιαστών.

Το όργανο ρυθμίζεται έτσι ώστε οι κορυφές του φθορισμού στα ιστογράμματα που αντιστοιχούν στην περιεκτικότητα σε DNA στην G1 και G2 φάση στο κύκλο του κυτάρου, να πέφτουν περίπου στις τιμές που εμείς έχουμε προκαθορίσει ως μέτρο συγκρίσεων (Εικ. 3). Στα ιστογράμματα αυτού του τύπου, ο συντελεστής παραλλακτικότητας των κορυφών και οι υπόλοιπες παράμετροι υπολογίζονται αυτόματα με το σύστημα E.A.S.Y.1. Σημαντικός παράγοντας για την εξασφάλιση των βέλτιστων λειτουργικών παραγόντων, αποτελεί η χρήση πρότυπων διαλυμάτων (π.χ με μικροφθορίζοντες μικρόσφαιρες, τους πυρήνες που απομονώνονται από κοτόπουλο ή τα κόκκινα κύτταρα αίματος ψαριών). Εξίσου σημαντική είναι και η ρύθμιση του κυτταρομετρητή ροής (gain) για να δώσει το μέγιστο εύρος και το ελάχιστο CV που χρησιμοποιούν τα πρότυπα οργάνων.



Εικόνα 2 Ανάλυση με κυτταρομετρητή ροής, πυρήνων που προέρχονται από φυτό καπνού, μετά από χρώση τους με mithramycin. (A), ρύθμιση του οργάνου έτσι να απεικονίζεται ο εσωτερικός μάρτυρας(ερυθρά αιμοσφαίρια κοτόπουλου) και η 2C/G1 φάση των πυρήνων του καπνού.(B) ρύθμιση του οργάνου έτσι ώστε ο εσωτερικός μάρτυρας να παραλείπεται και απεικονίζονται μόνο οι G1 και G2 φάσεις του κύκλου των κυττάρων του καπνού

Για την χρώση των πυρήνων των κυττάρων χρησιμοποιούνται διάφορες ουσίες φθορισμού, με επικρατέστερες τις Mithramycin, DAPI, Ethidium bromide και Propidium iodide. Η σύνδεση και οι φασματικές ιδιότητες του φθορίζοντος μορίου του DNA, εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες συμπεριλαμβανομένου της αναλογίας DNA προς τη χρωστική ουσία, την ιοντική δύναμη και το PH της λύσης χρωματισμού.

Η λειτουργία του κυτταρομετρητή ροής στηρίζεται στο γεγονός ότι ένα διπλοειδές κύτταρο περιέχει 2C ποσότητα DNA κατά τη διάρκεια της G1 φάσης. Το DNA του πυρήνα διπλασιάζεται από 2C σε 4C κατά τη διάρκεια της S φάσης του κύκλου του κυττάρου. Μετά την S φάση ακολουθεί η G2 φάση (δεύτερη περίοδο ανάπτυξης του κυττάρου), κατά την οποία η περιεκτικότητα του κυττάρου σε DNA είναι 4C. Στη συνέχεια η ποσότητα DNA πέφτει ξαφνικά σε 2C, καθώς από τη G2 φάση περνάμε στη μίτωση κατά την οποία προκύπτουν δύο όμοιοι θυγατρικοί πυρήνες.

Τα τελευταία χρόνια γίνονται αρκετές προσπάθειες βελτίωσης των μηχανημάτων αυτών, αφού η κυτταρομέτρηση ροής αποτελεί μια γρήγορη, ακριβή και πρακτική μέθοδο για τον ποσοτικό προσδιορισμό του DNA.

2.6.2. Εφαρμογές κυτταρομετρητή ροής σε άλλα φυτά

Η κυτταρομετρία ροής εφαρμόστηκε σε μεγάλο βαθμό και σε άλλα φυτικά είδη, όπως το ζαχαρότευτλο (*Sliwinska & Steen, 1995*), του οποίου οι ποικιλίες χαρακτηρίζονται από διαφορετικά επίπεδα πλοειδίας (διπλοειδή, τριπλοειδή υβρίδια, τετραπλοειδείς O.P.- πληθυσμοί). Οι *Sliwinska & Steen (1995)* ανέλυσαν δείγματα διπλοειδών, τριπλοειδών και τετραπλοειδών ποικιλιών ζαχαροτεύτλου ενώ η προετοιμασία τους έγινε σύμφωνα με το πρωτόκολλο των *Galbraith et al. (1983)* με κάποιες μικρές τροποποιήσεις. Κάθε δείγμα αποτελούνταν από 20.000 ως 50000 πυρήνες και η ανάλυση έφτανε τους 50 -100 πυρήνες το λεπτό. Στα ιστογράμματα που προέκυψαν, η θέση G1 και G2 του κάθε δείγματος καθόριζε το επίπεδο πλοειδίας των αναλυόμενων φυτών. Έτσι για τα διπλοειδή περιέχονταν ποσό DNA στο πυρήνα 2C (G1) και 4C (G2), για τα τριπλοειδή περιέχεται 3C(G1) και 6C(G2) και για τα τετραπλοειδή περιέχεται 4C(G1) και 8C(G2) αντίστοιχα. Η αναλογία των δειγμάτων, ως προς το επίπεδο πλοειδίας, που χρησιμοποιήθηκε ήταν συγκεκριμένη για τους τρεις τύπους ζαχαρότευτλου. Έτσι γνωρίζοντας τις φάσεις G1, G2, ενός από τα δύο συστατικά του δείγματος και την αναλογία τους στο δείγμα, μπορούσαν να ανατρέχουν στους πίνακες ώστε να βρεθεί το αντίστοιχο επίπεδο πλοειδίας σε σχέση με το συστατικό αναφοράς (*Bino et al., 1993, ; Sliwinska 1995*).

Επίσης ο κυτταρομετρητή ροής χρησιμοποιήθηκε στα ζαχαρότευτλα για τον καθορισμό του κύκλου του κυττάρου κατά την διάρκεια του φυτρώματος του σπόρου, όταν αυτός αρχίζει να απορροφά νερό μέχρι και 96 ώρες αργότερα (εικ.5), καθώς και τις αλλαγές που συμβαίνουν στην κατανομή του γενετικού υλικού του πυρήνα όταν το φυτάριο εξέρχεται από τον σπόρο (*Sliwinska, 1996*). Κάτι ανάλογο εφαρμόστηκε με την βοήθεια του κυτταρομετρητή ροής και για άλλες καλλιέργειες, όπως το καλαμπόκι (*Georgieva et al., 1994*), την ντομάτα (*Bino et al., 1992,; Liu et al., 1994*) και την πιπεριά (*Lanteri et al., 1992,;1993*), όπου εκτιμήθηκαν οι αλλαγές που συμβαίνουν στο γενετικό υλικό κατά την διάρκεια φυτρώματος του σπόρου.

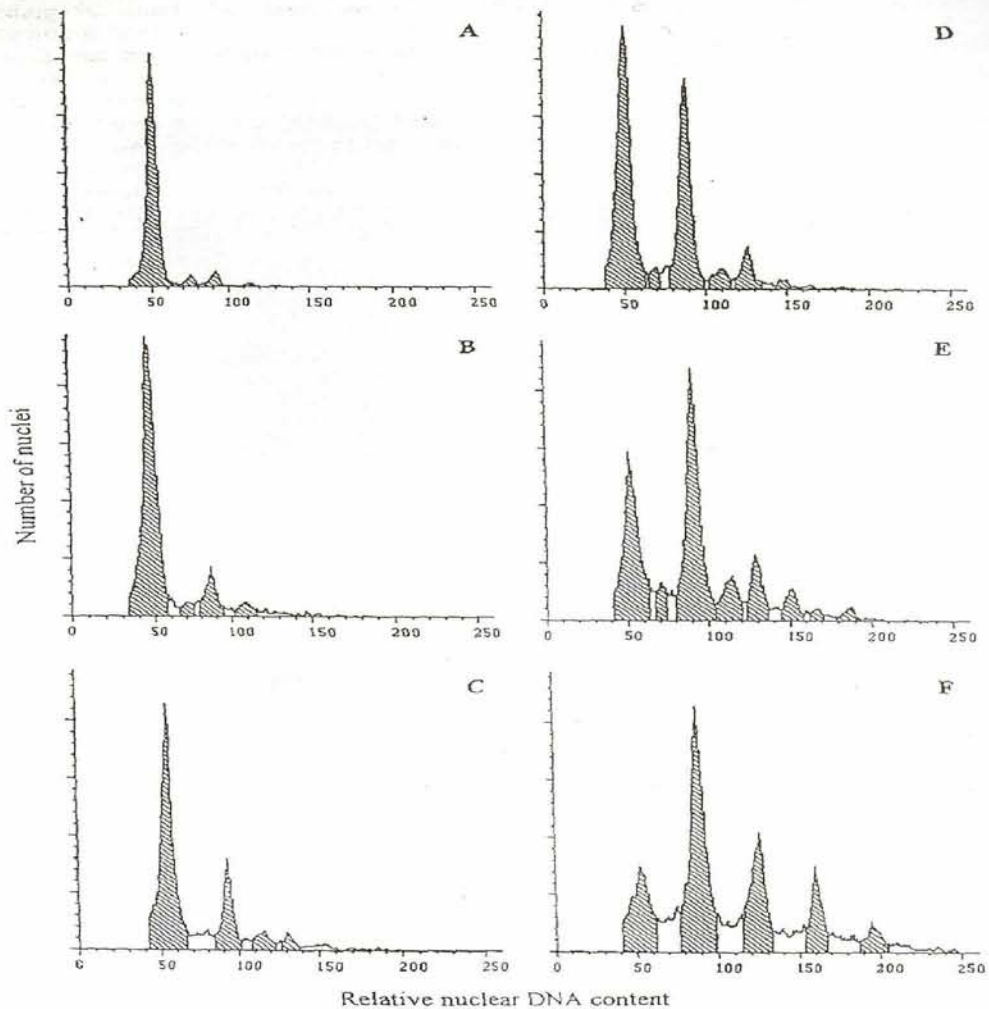


Figure 1. Histograms of flow cytometric analysis of nuclei isolated from diploid sugar-beet dry seed (A), and seeds imbibed in water during 24 h (B), 36 h (C), 60 h (D), 72 h (E), and 96 h (F)

Εικόνα 3 Ιστογράμματα DNA κατά τη διάρκεια φυτρώματος σπόρου ζαχαρότευτλου (Sliwinska, 1996).

2.7. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η αξιολόγηση 31 Ρο5 μερικώς διειδικών υβριδίων με βάση τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά, την παραγωγική τους συμπεριφορά και τα χαρακτηριστικά ποιότητας ίνας, με σκοπό να αξιοποιηθούν σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών και ο έλεγχος της ομοιομορφίας των φυτών και η ομοιότητά τους με τους αρχικούς μητρικούς γενότυπους και η κυτταρογενετική ανάλυση των φυτών για εκτίμηση του επιπέδου πλοειδίας και εξέταση φαινομένων ανευπλοειδίας με τη χρήση του κυτταρομετρητή ροής.

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1. ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Το γενετικό υλικό αποτελούνταν από 31 P_α5 οικογένειες βαμβακιού. Οι οικογένειες αυτές έχουν προκύψει από επικονίαση F1 διειδικών υβριδίων βαμβακιού με γύρη από τα είδη *Hibiscus cannabinus* και *Abelmoschous esculentum* (P_α, 1998). Τα φυτά της (P_α5) προέκυψαν μετά από ελεύθερη διασταύρωση και απλή φαινοτυπική επιλογή.

Πίνακας 4 Γενεαλογία των μερικώς διειδικών υβριδίων βαμβακιού που χρησιμοποιήθηκαν και ο αντίστοιχος κωδικός τους το έτος 2003

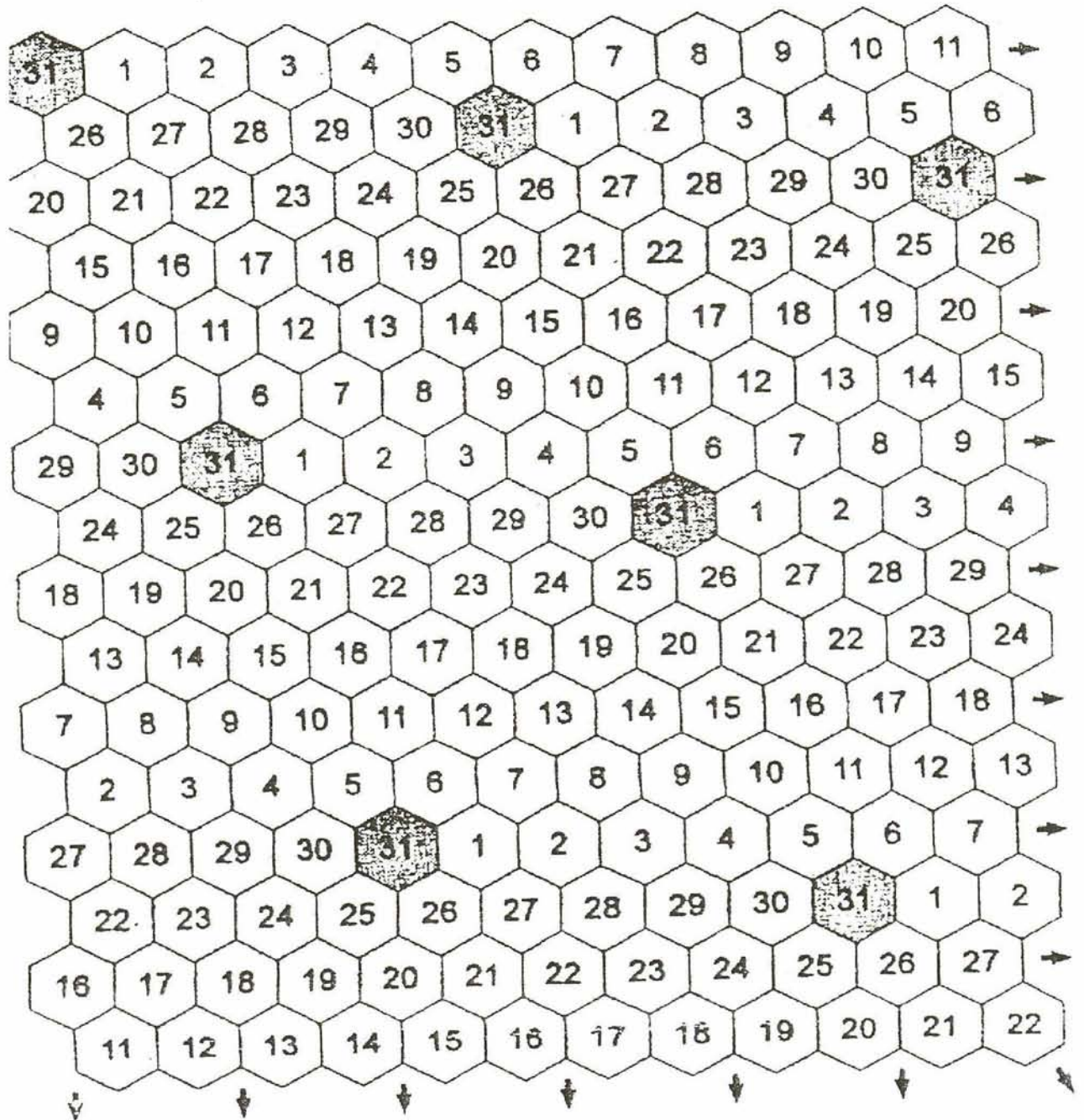
Γενότυπος P _α (1998)	Κωδικός P _α 5 (2003)
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	27
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	1
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	22
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	14
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	14
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	14
[(B403 x Coker) x Hib.cannabinus]	8
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	12
[(B403 x Coker) x Hib.cannabinus]	8
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	22
[(B403 x Coker) x Hib.cannabinus]	4
[(B403 x Coker) x Hib.cannabinus]	8
[(B403 x Coker) x Hib.cannabinus]	4
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	25
[(B403 x Coker) x Hib.cannabinus]	6
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	28
[(B403 x Acala) x Abel.esculentum]	17
[(B403 x Coker) x Hib.cannabinus]	8
[(B403 x Coker) x Hib.cannabinus]	5
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	14
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	24
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	15
[(B403 x Acala) x Hib.cannabinus]	10
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	2
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	2
[(B403 x Coker) x Hib.cannabinus]	9
[(B403 x Coker) x Hib.cannabinus]	9
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	18
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	12
[(B403 x Coker) x Hib.cannabinus]	7
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	29

Οι οικογένειες αξιολογήθηκαν στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο κατά την καλλιεργητική περίοδο 2003. Το πειραματικό σχέδιο στον αγρό ήταν το R-31 κυψελωτό (Fasoulas, A. and V. Fasoula, 1995). Σπάρθηκαν 31 σειρές – οικογένειες ,με 33 φυτά ανά σειρά και τοποθετήθηκαν 3 σπόροι της κάθε οικογένειας σε κάθε όρχο. Οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών ήταν 1m εντός της σειράς και 0,90m μεταξύ των σειρών σε έκταση περίπου 1000μ².

Πριν την εγκατάσταση του πειράματος προηγήθηκε όργωμα, δισκορβάνισμα, λίπανση και κατεργασία του εδάφους με φρέζα. Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 5/5/2003, ενώ πριν εφαρμόστηκε βασική λίπανση με το σύνθετο λίπασμα 11-15-15, σε συνδυασμό με καλιομαγνήσιο. Επίσης πριν τη σπορά εφαρμόστηκε και ζιζανιοκτονία που περιλάμβανε συνδυασμό των δραστικών ουσιών *trifluralin* (300γρ/στρ.) και *prometryn*(250γρ/στρ). Με το αραίωμα που εφαρμόστηκε μετά την σπορά, διατηρήθηκε το πιο εύρωστο φυτό ανά θέση ώστε να αναπτυχθεί χωρίς ανταγωνισμό. Καθόλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, εφαρμόζονταν όλες οι απαραίτητες εργασίες (ποτίσματα, λιπάνσεις, ψεκασμοί, σκαλίσματα κ.τ.λ) για την απρόσκοπτη ανάπτυξη των φυτών και τη διατήρηση της ευρωστίας τους.

Η συγκομιδή έγινε με το χέρι και πραγματοποιήθηκε σε δύο στάδια (15-16/11/03 και 5-6/12/03). Ο σπόρος κάθε φυτού τοποθετήθηκε σε ξεχωριστές χαρτοσακούλες, πάνω στις οποίες αναγράφονταν ο γενότυπος, η σειρά και η θέση του φυτού εντός της σειράς.

R-31 (k=5)



Εικόνα 4 Κυψελωτή Διάταξη σποράς (R-31) των μερικώς διειδικών υβριδίων βαμβακιού

3.2. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Η εκτίμηση της φυτρωτικής ικανότητας έγινε με βάση το γεγονός εάν φύτευσε έστω και ένας από τους τρεις σπόρους που σπάρθηκε στην κάθε θέση.

Οι μετρήσεις και οι παρατηρήσεις που έγιναν αφορούσαν μορφολογικά κυρίως χαρακτηριστικά σε επίπεδο ατομικών φυτών και ήταν τα εξής :

- Είδος ανάπτυξης φυτών (συμπαγής, ημισυμπαγής, ανοιχτή διακλάδωση)
- Σχήμα φύλλου
- Χρώμα άνθους(λευκό, υπόλευκο)
- Ύπαρξη κηλίδων στο εσωτερικό του άνθους και η ένταση του χρώματος τους
- Ημερομηνία εμφάνισης 1ου άνθους
- Απόδοση 1ης συγκομιδής
- Απόδοση 2ης συγκομιδής
- Συνολική απόδοση

Η μελέτη των μορφολογικών χαρακτηριστικών έγινε σε επίπεδο ατομικού φυτού και αφορούσε την ομοιότητα των φυτών με τα είδη *G. barbadense* και *G. hirsutum*. Το είδος *G. barbadense* διακρίνεται για το παλαμοσχιδές σχήμα του φύλλου του, το κίτρινο χρώμα των πετάλων του άνθους του και την ύπαρξη κηλίδων μεγάλης έντασης στο εσωτερικό αυτού. Αντίθετα το είδος *G. hirsutum* διακρίνεται για το μικρό μέγεθος του φύλλου του χωρίς μεγάλες εγκολπώσεις και το λευκό του άνθος χωρίς κηλίδα στο εσωτερικό του.

3.3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΙΝΑΣ

Από κάθε οικογένεια χρησιμοποιήθηκε δείγμα 100γρ από την συνολική ποσότητα σύσπορου βαμβακιού, ο εκκοκκισμός των οποίων έγινε με εκκοκκιστική μηχανή βάμβακος SDL 010 (MAKINETO). Οι μετρήσεις που έγιναν στα δείγματα αυτά, αφορούσαν τα εξής χαρακτηριστικά ποιότητας:

3.3.1. Μήκος και ομοιομορφία της ίνας

Το μήκος και η ομοιομορφία της ίνας προσδιορίστηκαν με τη βοήθεια του ειδικού οργάνου HVI (Hight Volume Instrument), το οποίο σαρώνει ένα ποσοστό των ινών 50% καθώς το 2,5% αυτών, δίνοντας αναλογικές τιμές του μήκους των ινών. Πριν αρχίσουν οι μετρήσεις είναι απαραίτητη η διαδικασία της βαθμονόμησης (calibration) της συσκευής, με τη μέτρηση πρότυπων δειγμάτων με γνωστό μήκος ινών.

3.3.2. To micronaire

Η εκτίμηση της λεπτότητας των ινών σε συνδυασμό με την ωριμότητά τους, έγινε με τη βοήθεια του οργάνου MICRONAIRE SDL 019, το οποίο προσδιορίζει τον δείκτη micronaire. Η αρχή του οργάνου αυτού βασίζεται στην αντίσταση που συναντά ρεύμα αέρος, όταν διέρχεται από στρώμα ινών ορισμένου βάρους και όγκου (λεπτές ίνες προβάλλουν μεγαλύτερη αντίσταση από τις χοντρές). Από κάθε πειραματικό τεμάχιο χρησιμοποιήθηκαν τρία δείγματα βαμβακιού των 5γρ. και έγιναν αντίστοιχα τρεις μετρήσεις για κάθε τεμάχιο. Από τις τρεις αυτές τιμές, υπολογίστηκε ο μέσος όρος, ο οποίος έδωσε τελικά την τιμή του micronaire του κάθε δείγματος.

3.3.3. Αντοχή και επιμήκυνση της ίνας

Η μέτρηση της αντοχής και επιμήκυνσης της ίνας έγινε με το όργανο PRESSLEY SDL 019. Η χρήση πρότυπου δείγματος βαμβακιού με γνωστές τιμές των χαρακτηριστικών ποιότητας, κρίνεται απαραίτητη για την εξακρίβωση της σωστής λειτουργίας του οργάνου. Η αντοχή της ίνας εκφράζεται με την απαιτούμενη δύναμη (σε λίβρες) για να σπάσει μία δέσμη ινών βάρους ενός χιλιοστού του γραμμαρίου και ορισμένου μήκους (περίπου 1,8 εκατοστά). Ο αριθμός αυτός είναι γνωστός ως δείκτης Pressley και προκύπτει μετά από διαίρεση του βάρους που απαιτείται για το σπάσιμο (ως δείγμα), σε σχέση με το βάρος των ινών που χρησιμοποιήθηκαν (σε mm).

Στη συσκευή PRESSLEY το σπάσιμο της δέσμης γίνεται σε απόσταση μηδέν από τη βάση της δέσμης, σε αντίθεση με κάποια άλλα όργανα που το σπάσιμο γίνεται σε απόσταση 3,2mm. Οι μετρήσεις επαναλαμβάνονται αρκετές φορές και βγάζουμε τον μέσο όρο αυτών των τιμών.

Η επιμήκυνση, που μετράται συγχρόνως με την αντοχή, συνδέεται με την κλωσιμότητα του βαμβακιού και εκφράζεται ως ποσοστό του αρχικού μήκους.

3.4. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΠΛΟΕΙΔΙΑΣ

Από το σύνολο των 31 οικογενειών που εξετάστηκαν, ελήφθησαν δείγματα φύλλων τυχαία, από φυτά που παρουσίασαν ενδιαφέρον για την εκτίμηση του επιπέδου πλοειδίας τους. Συγκεκριμένα τα φυτά αυτά είτε ήταν χλωρωτικά, είτε ήταν άγονα, είτε παρουσίαζαν εκτροπή από τον συνηθισμένο φαινότυπο. Η εκτίμηση του επιπέδου πλοειδίας των φυτών που επιλέχθηκαν, έγινε με τη χρήση του κυτταρομετρητή ροής (flow cytometer PA-II) της εταιρίας (*Partec, Germany*), και οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο της Υπηρεσίας Βελτίωσης Ποικιλιών της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης. Η μέθοδος της κυτταρομετρίας βασίζεται στην εκτίμηση της ποσότητας του DNA στους πυρήνες των κυττάρων μετά από απομόνωση και χρώση αυτών (*Galbraith κ.α. 1983*). Η διαδικασία διακρίνεται σε δύο στάδια : (α) απομόνωση των πυρήνων ενός φυτικού δείγματος, (β) χρώση των πυρήνων και ποσοτική εκτίμηση του περιεχομένου DNA. Το φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν μικρά τμήματα νεαρών φύλλων βαμβακιού, τα οποία μετά την προσθήκη 2 ml του διαλύματος απομόνωσης (*PA – isolation buffer*) τεμαχίζονταν σε πολύ μικρά τμήματα ώστε να επιτευχθεί ο κατακερματισμός των κυττάρων. Με την εφαρμογή του διαλύματος απομόνωσης, το οποίο προκαλεί την λύση του κυτταρικού τοιχώματος, επιτυγχάνονταν ο διαχωρισμός και η απομόνωση των πυρήνων. Ακολουθούσε φιλτράρισμα του διαλύματος με μικροφίλτρα διαμέτρου 50 mesh για την απομάκρυνση των ανεπιθύμητων τμημάτων. Τα δείγματα διατηρούνταν σε πάγο για 3-4 λεπτά και στη συνέχεια προσθέτονταν στο διάλυμα, τετραπλάσιος όγκος διαλύματος χρώσης των πυρήνων (*DAPI – PA II staining solution*). Ακολουθώς γινόταν βαθμονόμηση στον κυτταρομετρητή και ακολουθούσαν οι μετρήσεις με χρήση δείγματος αναφοράς ερυθροκυττάρων κοτόπουλου (*CRBCD*) και μάρτυρα τετραπλοειδές βαμβάκι ($2n=4x=52$).

3.5. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Για την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν τα στατιστικά πακέτα SPSS για windows και HONEY για IBM-PCs. Το στατιστικό πακέτο HONEY χρησιμοποιήθηκε για την επιλογή των υψηλοαποδοτικότερων οικογενειών, με βάση το κυψελωτό σχέδιο R-31. Όσον αφορά το SPSS, έγινε μονοπαραγοντική ανάλυση διακύμανσης, σύμφωνα με το πρότυπο Becker (1992).

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΦΥΤΡΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΠΡΩΙΜΟΤΗΤΑΣ

Η φυτρωτική ικανότητα είναι κύριο χαρακτηριστικό για την αξιολόγηση μιας εμπορικής ποικιλίας. Από τις 31 οικογένειες υβριδίων που εκτιμήθηκαν βρέθηκε ότι τα ποσοστά φυτρώματος κυμάνθηκαν από 59%-94%. Η οικογένεια που ξεχώρισε ως προς τη φυτρωτική ικανότητα ήταν η **24** με 94% και ακολούθησαν οι οικογένειες **9** και **10** με 88%. Η μικρότερη φυτρωτική ικανότητα παρατηρήθηκε στην οικογένεια **27** με 59%. Οι περισσότερες οικογένειες κυμάνθηκαν γύρω στο 70%. Στην εικόνα 5 φαίνονται με κόκκινο χρώμα οι θέσεις που δεν φύτεψε κανένας σπόρος και στον πίνακα 5 δίνονται τα ποσοστά φυτρώματος ανά οικογένεια.

4.2. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΡΩΙΜΟΤΗΤΑΣ

Η εκτίμηση της πρωιμότητας των 31 οικογενειών έγινε με βάση την καταγραφή δύο χαρακτηριστικών (Πιν.5): α) πρωιμότητα άνθησης, δηλαδή τον αριθμό των ημερών από την ημερομηνία σποράς μέχρι την εμφάνιση του πρώτου άνθους και β) πρωιμότητα συγκομιδής, δηλαδή το ποσοστό επί τοις εκατό (%) που μαζεύτηκε κατά την 1^η συγκομιδή ως προς το σύνολο της απόδοσης (σύσπορου βαμβακιού). Με βάση το κριτήριο της πρωιμότητας άνθησης, βρέθηκε ότι πρωιμότερες ήταν οι οικογένειες **5, 23, 1, 9, 7, 20**, οι οποίες άνθισαν μεταξύ 69 και 72 ημερών από την ημερομηνία σποράς (DAS). Όψιμότερες αποδείχτηκαν οι οικογένειες **16, 10, 21, 3, 6, 4**, των οποίων η άνθηση πραγματοποιήθηκε στο διάστημα από 75 ως 77 (DAS).

Όσον αφορά την πρωιμότητα συγκομιδής, τα ποσοστά που προκύπτουν για τις πρωιμότερες οικογένειες δεν συμβαδίζουν απόλυτα με τις πρώιμες οικογένειες που προέκυψαν σύμφωνα με την πρωιμότητα άνθησης (Πιν. 5). Οι οικογένειες που ξεχωρίζουν ως προς την πρωιμότητα συγκομιδής είναι οι **27, 24, 16, 17**, με ποσοστά 1^{ης} συγκομιδής που κυμαίνονται από 66,5 ως 70,3% ως επί του συνόλου της παραγωγής. Αντίθετα όψιμες χαρακτηρίζονται οι οικογένειες **6, 19, 10, 20, 31**, και τα αντίστοιχα ποσοστά συγκομιδής κυμαίνονται από 50,4% ως 54,%. Οι οικογένειες που θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως πρώιμες και με τα δύο κριτήρια επιλογής (πρωιμότητα άνθησης, πρωιμότητα συγκομιδής) είναι οι **7, 8, 14, 17** και **30**.

Πίνακας 5. Ποσοστά φυτρώματος, και χαρακτηριστικά πρωιμότητας, όπως εκφράζονται ως αριθμός ημερών για την εμφάνιση του 1ου άνθους και ως ποσοστό 1^{ης} συγκομιδής, ανά οικογένεια, σε σχέση με την ημερομηνία σποράς.

Οικογένεια	Αριθμός ημερών εμφάνισης 1ου άνθους	ποσοστό φυτρώματος %	Ποσοστό 1 ^{ης} συγκομιδής
1	71,4	79	61,80%
2	74	76	57,70%
3	75,3	82	55,70%
4	77,4	76	62,00%
5	69	85	64,50%
6	76,1	75	54,80%
7	71,9	73	62,50%
8	73,8	82	62,70%
9	71,5	88	63,00%
10	75,2	88	53,30%
11	74,5	69	62,00%
12	72,6	76	58,10%
13	74,8	73	61,60%
14	73	73	62,90%
15	74,5	82	59,80%
16	75,1	64	68,30%
17	73,7	81	66,50%
18	72,5	67	60,30%
19	74,5	73	54,80%
20	72	73	53,30%
21	75,3	68	57,70%
22	74,9	70	65,30%
23	69,8	82	64,70%
24	73	94	69,80%
25	74,4	73	65,60%
26	72,4	64	57,60%
27	72,4	59	70,30%
28	72,2	76	62,70%
29	72,8	76	56,10%
30	73	85	63,70%
31	74,9	67	50,40%

4.3. ΜΕΛΕΤΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

Η μελέτη των μορφολογικών χαρακτηριστικών έγινε σε επίπεδο ατομικού φυτού και αφορούσε την ομοιότητα των φυτών με τα είδη *G.barbadense* και *G.hirsutum* (Πιν.6). Η καταγραφή των χαρακτηριστικών αυτών έγινε με βάση το σχήμα του φύλλου, το χρώμα του άνθους, την ύπαρξη κηλίδας στο εσωτερικό του, καθώς και την ένταση του χρώματος της κηλίδας αυτής.

Πίνακας 6 Κατάταξη των οικογενειών με βάση τα μορφολογικά τους γνωρίσματα ως προς την ομοιότητά τους με τα είδη *G.barbadense* και *G.hirsutum*

Γενότυπος	GB	GH	Ενδιάμεσος τύπος
1	85%	0%	15%
2	64%	12%	24%
3	88%	0%	12%
4	96%	0%	4%
5	43%	29%	29%
6	92%	0%	8%
7	88%	0%	13%
8	81%	0%	19%
9	79%	0%	21%
10	46%	4%	50%
11	29%	14%	57%
12	92%	4%	4%
13	92%	0%	8%
14	100%	0%	0%
15	44%	11%	44%
16	19%	38%	43%
17	35%	23%	42%
18	52%	10%	38%
19	83%	8%	8%
20	83%	0%	17%
21	91%	0%	9%
22	91%	0%	9%
23	85%	0%	15%
24	58%	16%	26%
25	75%	8%	17%
26	84%	5%	11%
27	40%	10%	50%
28	40%	17%	43%
29	57%	0%	43%
30	86%	0%	14%
31	86%	0%	14%

Όπως παρατηρούμε και από τον πίνακα 6, οι δεκαεπτά από τις τριανταένα οικογένειες, εμφάνισαν τα τυπικά μορφολογικά χαρακτηριστικά του *G. barbadense* σε ποσοστό πάνω από 80%, ενώ μόλις μία από αυτές εμφάνισε τα τυπικά μορφολογικά χαρακτηριστικά του *G. hirsutum*. Τέλος, οκτώ οικογένειες συνδύασαν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά και των δύο ειδών, σε ποσοστό πάνω από 40% και τα οποία χαρακτηρίζονται ως ενδιάμεσα. Αξίζει να σημειωθεί ότι μεταξύ των 31 μερικώς διειδικών υβριδίων εμφανίστηκε αρκετά μεγάλο ποσοστό ανομοιομορφίας, που πιθανόν να οφείλεται στο μεγάλο ποσοστό ετεροζυγωτίας και ασταθούς ανευπλοειδίας που υπάρχει εντός της κάθε οικογένειας.

Από τον πίνακα 6, παρατηρούμε ότι η οικογένεια **14** εμφανίζει 100% ομοιότητα με το *G. barbadense*, αντίθετα η οικογένεια **16** εμφανίζει υψηλή ομοιότητα με το *G. hirsutum*, ενώ κάποια φυτά της οικογένειας αυτής συνδυάζουν μορφολογικά χαρακτηριστικά και από τα δύο είδη.



Εικόνα 6 : Μορφολογικά χαρακτηριστικά του είδους *G. Hirsutum* (λευκό άνθος, φύλλα χωρίς εγκολπώσεις).



Εικόνα 3, πάνω: Μορφολογικά χαρακτηριστικά του είδους *G. barbadense* (κίτρινο άνθος, φύλλα με εγκολπώσεις), **κάτω:** Μορφολογικά χαρακτηριστικά φυτών ενδιάμεσου τύπου (λευκό άνθος με κηλίδες μέτριας έντασης, φύλλα με μικρές εγκολπώσεις)

4.4. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΠΛΟΕΙΔΙΑΣ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΚΥΤΤΑΡΟΜΕΤΡΗΤΗ ΡΟΗΣ

Από τις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν με τον κυτταρομετρητή ροής σε δείγματα από τις μελετώμενες Ρα5 οικογένειες, προέκυψαν ιστογράμματα που δίνουν πληροφορίες για την κυτταρογενετική σύνθεση των φυτών που αναλύθηκαν. Μεταξύ αυτών προέκυψαν φυτά απλοειδή, ανευπλοειδή, και τετραπλοειδή. Για τη διάκριση των μελετώμενων δειγμάτων και την κατηγοριοποίησή τους, χρησιμοποιήθηκαν δείγματα τετραπλοειδούς βαμβακιού *G. hirsutum* (μάρτυρα), μπιζελιού (μάρτυρα) και συνδυασμός αυτών.

Ο κυτταρομετρικής ροής είχε ρυθμιστεί έτσι ώστε η G1 φάση του μιτωτικού κύκλου ενός τετραπλοειδούς βαμβακιού ($2n=2x$) να πέφτει γύρω στη τιμή 100 ± 4 (Εικ. 9α, peak2). Επομένως τα δείγματα φυτών που αναλύθηκαν και εμφανίζουν G1 φάση γύρω στο 50 (Εικ. 6β, peak1) χαρακτηρίζονται ως απλοειδή ($2n=2x$) και τετραπλοειδή ($2n=4x$) φυτά αντίστοιχα. Τα δείγματα των φυτών που εμφανίζουν τη G1 φάση ανάμεσα στο 50 και στο 100, βρέθηκε ότι ανήκουν σε ανευπλοειδή φυτά (Εικ. 9β peak2), τα οποία δεν εμφανίζουν χρωμοσωμική ομολογία και στις περισσότερες περιπτώσεις δεν ήταν γόνιμα. Επίσης για την εξασφάλιση αξιόπιστων αποτελεσμάτων, χρησιμοποιήθηκε, ως εσωτερικός μάρτυρας, δείγμα DNA από φυτά μπιζελιού (*Pisum sativum*) (Εικ. 9β, peak3) καθώς και δείγμα DNA από τετραπλοειδές βαμβάκι (Εικ. 9α, peak2), έτσι ώστε να εκτιμηθεί η σχετική αναλογία ως προς την περιεκτικότητα σε DNA ανάμεσα σε ευπλοειδή και ανευπλοειδή φυτά.

Τα ιστογράμματα DNA που προέκυψαν με βάση την ανάλυση τυχαίων δειγμάτων φυτικών ιστών δίνονται παρακάτω. Συγκεκριμένα στην εικόνα 9(α) απεικονίζεται το μπιζέλι (μάρτυρας), το οποίο εμφανίζει G1 φάση (peak 3) στο 159,24, ενώ η G2 φάση, γύρω στο 300, μόλις που διακρίνεται. Επίσης στην ίδια εικόνα απεικονίζεται η G1φάση στο 95,71 (peak 2) ενός τετραπλοειδούς βαμβακιού *G.hirsutum*, που χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας. Το φυτικό δείγμα που αναλύθηκε και που ανήκει στην οικογένεια **10**, εμφανίζει G1 φάση στο 48,76 (peak 1) και επομένως πρόκειται για απλοειδές φυτό. Στο γεγονός αυτό πιθανόν να οφείλεται και το υψηλό ποσοστό (50%) συνδυασμού μορφολογικών χαρακτηριστικών του *G.hirsutum*, και του *G. barbadense*.

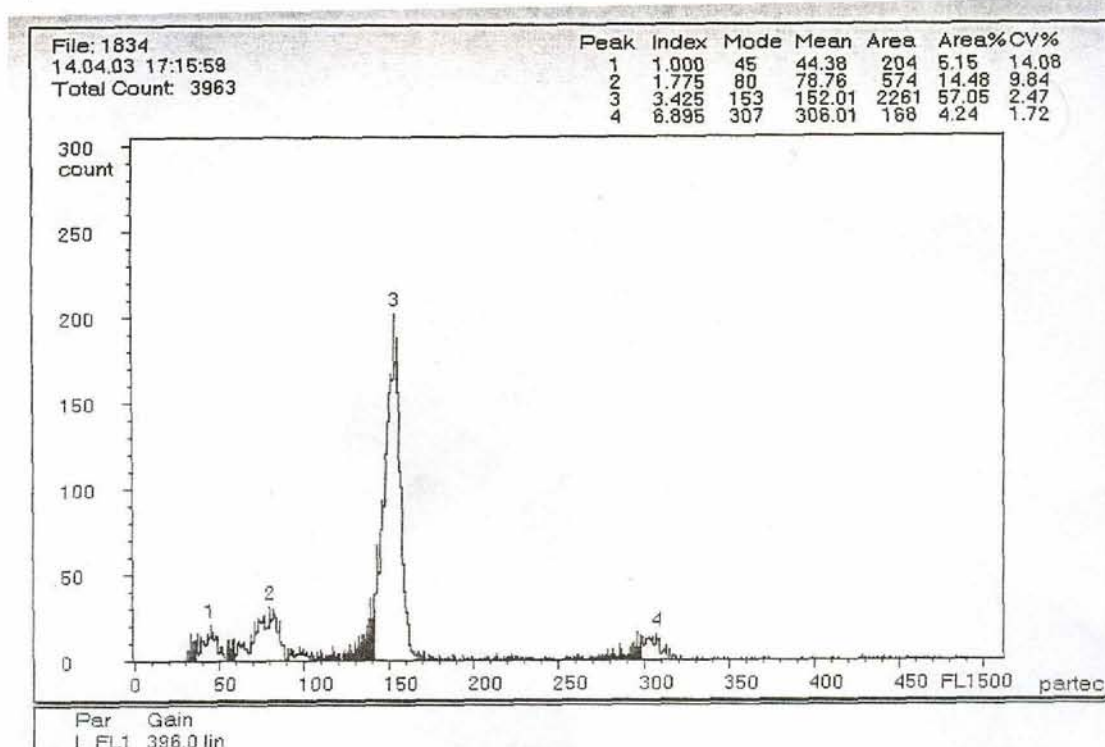
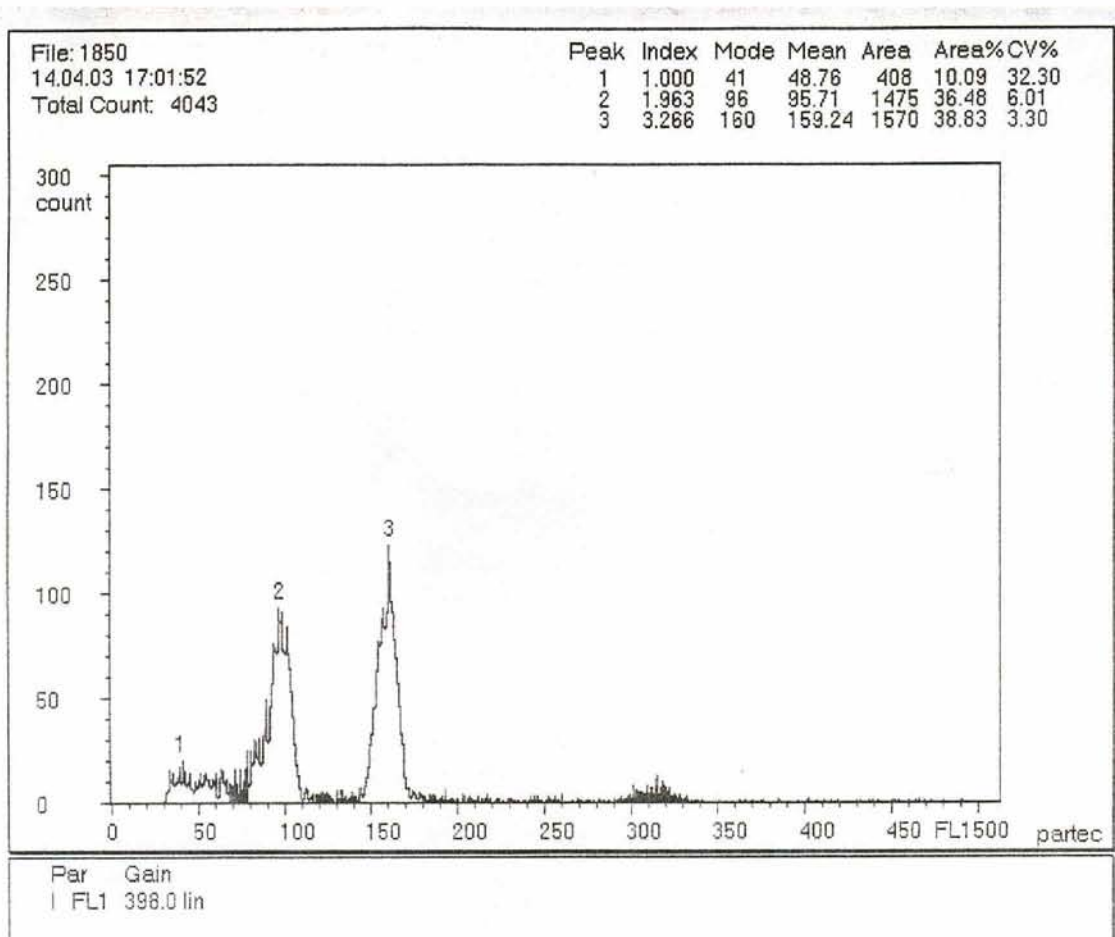
Στην εικόνα 9(β) ο μάρτυρας *Pisum sativum* εμφανίζει G1φάση στο 152, 01 (peak 3) και G2 φάση στο 306,01 (peak 4). Τα δείγματα που αναλύθηκαν ανήκουν στις οικογένειες **27** και **1** και εμφανίζουν G1 φάση 44,38 (peak 1) και 78,76 (peak 2) και πρόκειται επομένως για απλοειδές και ανευπλοειδές φυτά αντίστοιχα. Στην οικογένεια 27 παρατηρήθηκε το μικρότερο ποσοστό φυτρωτικής ικανότητας (59%) και από τα μεγαλύτερα ποσοστά συνδυασμού μορφολογικών χαρακτηριστικών του *G.hirsutum*, και του *G.barbadense* (50%), γεγονότα που ίσως οφείλονται στην έλλειψη πλήρους χρωμοσωμικής ομολογίας.

Στην εικόνα 10(α) απεικονίζεται η G1 και G2 φάση ενός τετραπλοειδούς μάρτυρα *G.hirsutum* στο 100,72 (peak 1) και στο 198,64 (peak 2) αντίστοιχα, με αρκετά καλό συντελεστή παραλλακτικότητας (CV).

Στην εικόνα 10(β) παρατηρούμε ότι η G1 φάση του αναλυόμενου φυτικού δείγματος της οικογένειας **16** πέφτει στο 72,88 (peak 1), πρόκειται δηλαδή για ανευπλοειδές φυτό και η G1 φάση του μάρτυρα *Pisum sativum* στο 162,54 (peak 2).

Στην εικόνα 11 η ανάλυση του συγκεκριμένου φυτικού ιστού της οικογένειας **26** δείχνει πως πρόκειται για ανευπλοειδές φυτό, αφού εμφανίζει G1 φάση 80,71 (peak 1), ανάμεσα δηλαδή στο 52 του απλοειδούς και στο 104 του τετραπλοειδούς φυτού. Πιθανή συνέπεια της ανευπλοειδίας αυτής, ίσως να αποτελεί και το γεγονός ότι οι οικογένειες αυτές (16, 26) εμφάνισαν μικρό ποσοστό φυτρωτικής ικανότητας (64%). Επίσης διακρίνεται η G1 και G2 φάση του μάρτυρα *Pisum sativum* στο 156,7 (peak 2) και 314,74 (peak 3) αντίστοιχα.

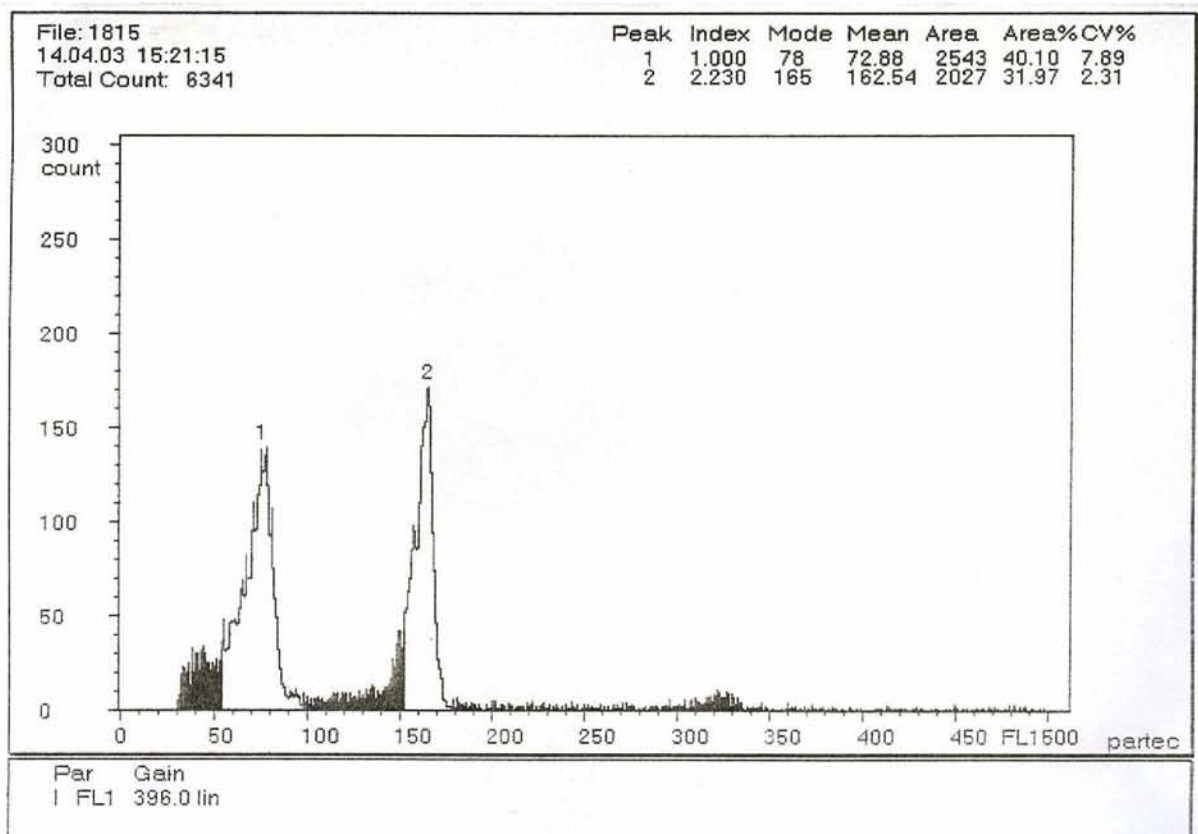
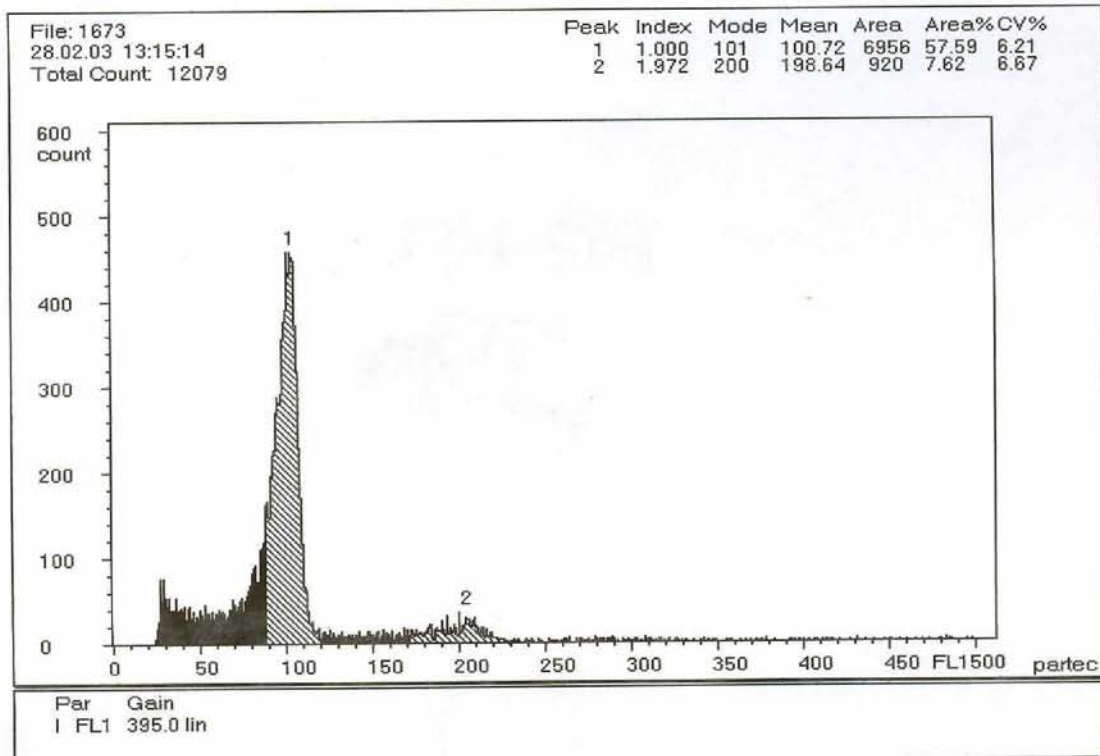
Στις εικόνες 12 και 13 η G1 φάση των φυτικών ιστών που λήφθηκαν από τις οικογένειες **15** και **29**, εμφανίζονται στο 85,23 (peak 1) και στο 81,77 (peak1) αντίστοιχα και δείχνει ότι ανήκουν σε ανευπλοειδή φυτά. Οι οικογένειες αυτές εμφάνισαν τόσο μεταξύ των φυτών, όσο και εντός της κάθε οικογένειας ανομοιομορφία ως προς τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά και υψηλά ποσοστά συνδυασμού χαρακτηριστικών του *G.hirsutum*, και του *G. barbadense* (44% και 43% αντίστοιχα).



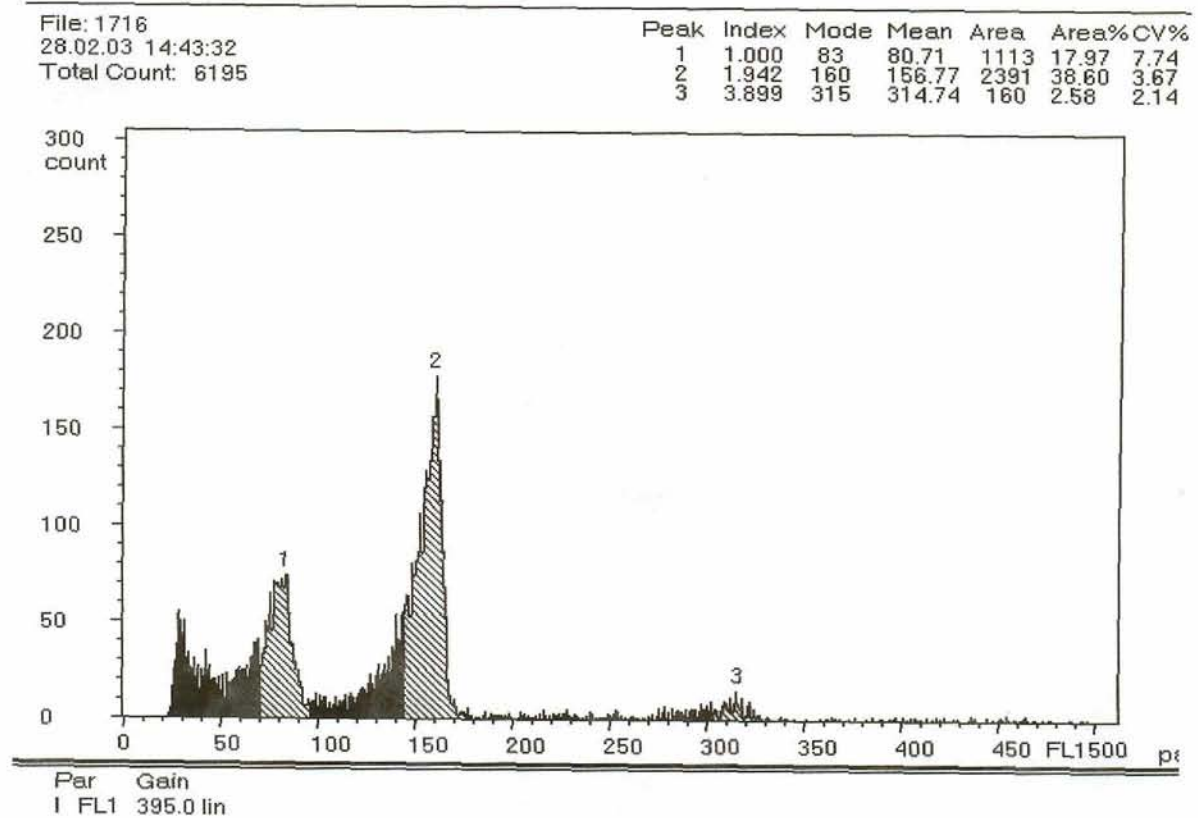
Εικόνα 9. Ιστογράμματα Κυτταρομέτρησης ροής

α) απλοειδές φυτό (peak 1), τετραπλοειδές *G.hirsutum* (peak 2) - *Pisum sativum* (peak 3)

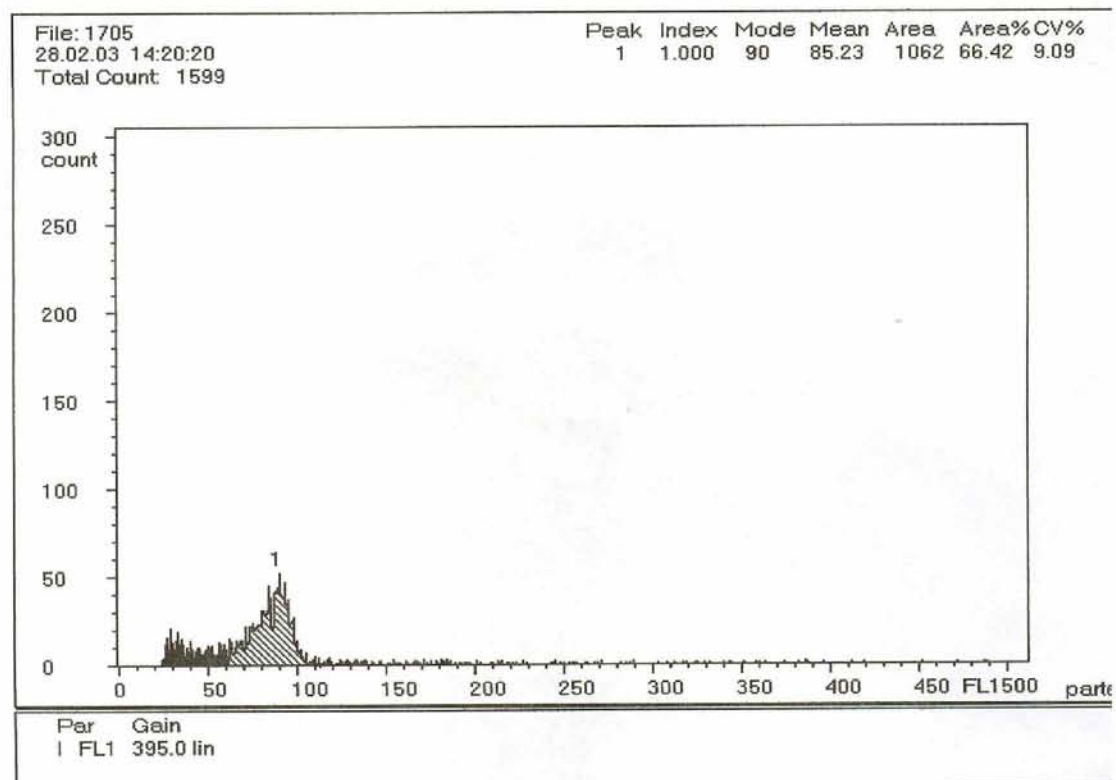
β) απλοειδές φυτό (peak 1), ανευπλοειδές (peak 2), και *Pisum sativum* (peak 3 - G1, peak 4 - G2)



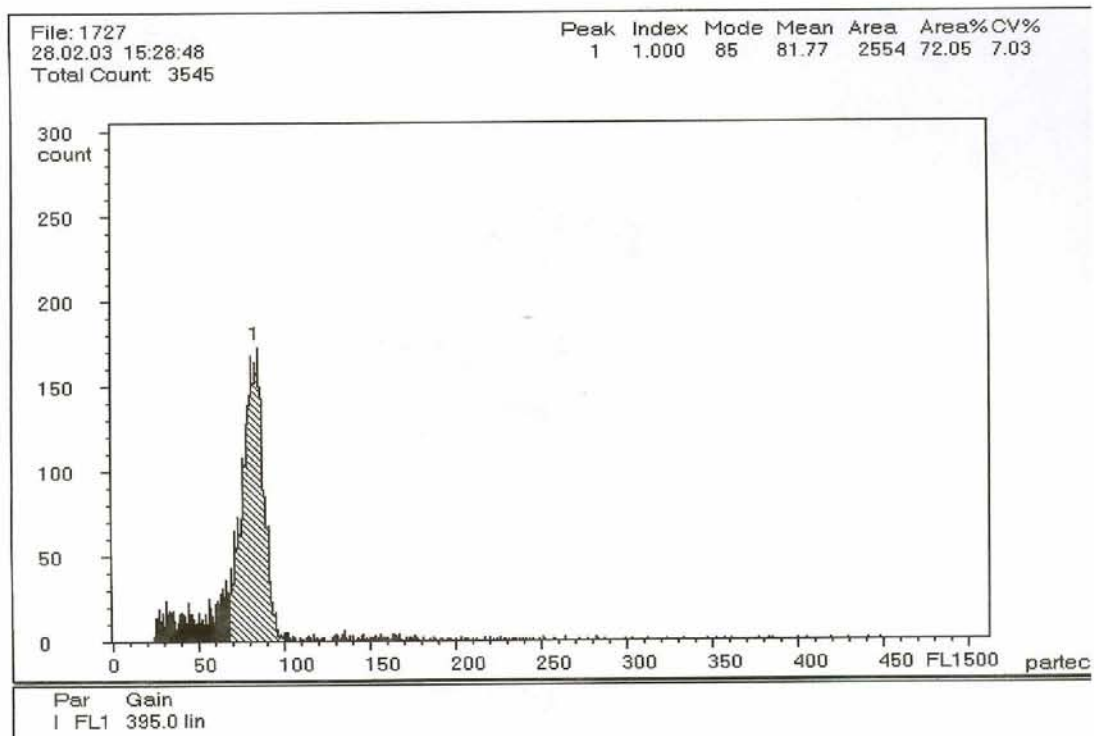
Εικόνα 10 Ιστογράμματα DNA, α) μάρτυρας *G.hirsutum* (peak1) β) ανευπλοειδές φυτό (peak1) + μάρτυρας *Pisum sativum* (peak2).



Εικόνα 11. Ιστογράμματα DNA, α) ανευπλοειδές φυτό (peak1) + μάρτυρας *Pisum sativum* (peak2 - G1, peak 3 - G2).



Εικόνα 12 Ιστογράμματα DNA, α) ανευπλοειδές φυτό (peak1)



Εικόνα 13. Ιστόγραμμα DNA, ανευπλοειδές φυτό (peak1).

4.5. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Για κάθε φυτό ξεχωριστά έγινε καταγραφή του 1ου και 2ου χεριού συγκομιδής για σύσπορο βαμβάκι και βρέθηκε ότι οι οικογένειες με την υψηλότερη συνολική απόδοση ήταν οι **2, 28, 17, 7, 5 και 9**, με μέσο όρο συνολικής απόδοσης που κυμάνθηκε από 221,6 ως 188γρ/φυτό(πιν. 7).

Πίνακας 7. Κατάταξη των γενοτύπων σε φθίνουσα σειρά, με βάση τα χαρακτηριστικά της απόδοσης (1^η συγκομιδή, 2^η συγκομιδή) και της συνολικής απόδοσης

Γενότυπος	γρ/φυτό/1οχέρι	γρ/φυτό/2οχέρι	Σύνολο
2	132,4	89,2	221,6
28	137,3	75,4	212,6
17	137,0	55,9	192,9
7	122,9	66,9	189,8
5	113,4	74,6	188,0
9	115,8	69,0	184,9
3	99,7	81,4	181,0
29	101,4	79,0	180,3
20	103,9	74,8	178,7
11	109,3	69,4	178,7
15	113,0	64,3	177,4
14	116,4	60,3	176,7
23	109,7	68,6	175,6
4	112,5	62,7	175,2
24	121,0	53,8	174,7
31	89,0	85,2	174,2
30	100,7	65,0	165,7
8	102,5	53,4	155,9
6	86,3	67,5	153,8
18	106,8	46,3	153,1
1	92,3	53,5	145,8
26	85,4	60,3	145,7
21	90,4	52,6	143,0
22	89,1	53,1	142,3
16	96,2	42,7	138,9
25	98,2	40,5	138,7
10	79,1	56,6	135,8
13	79,4	51,3	130,7
19	77,1	47,5	124,5
27	83,8	27,4	111,2
12	67,5	39,1	106,7

Οι λιγότερο αποδοτικές ως προς την συνολική απόδοση, ήταν οι οικογένειες **16, 25, 10, 13, 19, 27 και 12** με μέσο όρο που κυμάνθηκε από 138,9 ως 106,7γρ/φυτό.

Πίνακας 8. Τα στατιστικά στοιχεία της συνολικής απόδοσης των 31 μερικώς δειδικών οικογενειών

Γενότυπος	Τιμές δείγματος	Μ.Ο	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα
2	24	221,6	111,8	22,8
28	24	212,6	126,1	25,7
17	26	192,9	136,7	26,8
7	24	189,8	89,6	18,3
5	28	188,0	117,4	22,2
9	28	184,9	113,3	21,4
3	24	181,0	77,8	15,9
29	23	180,3	98,4	20,5
20	23	178,7	106,1	22,1
11	20	178,7	57,1	12,8
15	26	177,4	101,4	19,9
14	24	176,7	104,1	21,2
23	26	175,6	91,1	17,9
4	25	175,2	79,0	15,8
24	30	174,7	83,3	15,2
31	19	174,2	97,4	22,4
30	28	165,7	88,0	16,6
8	23	155,9	112,0	23,3
6	24	153,8	52,3	10,7
18	21	153,1	109,7	23,9
1	28	145,8	69,7	13,2
26	20	145,7	103,2	23,1
21	23	143,0	85,7	17,9
22	22	142,3	58,4	12,5
16	21	138,9	77,4	16,9
25	24	138,7	92,3	18,8
10	28	135,8	78,8	14,9
13	22	130,7	76,3	16,3
19	24	124,5	70,8	14,4
27	20	111,2	74,7	16,7
12	24	106,7	76,3	15,6
Total		163,8	95,4	3,5

Πίνακας 9. Ανάλυση παραλλακτικότητας της συνολικής απόδοσης (gr/φυτό) των 31 μερικώς διειδικών υβριδίων

Πηγή	ΑΤ	ΒΕ	ΜΤ	F	p
Μεταξύ γενοτύπων	535830,3	30	17861,01	2,047394	0,000904
Εντός γενοτύπων	6237502	715	8723,779		
Σύνολο	6773333	745			

Σύμφωνα με τον πίνακα 9, βρέθηκε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ως προς την συνολική απόδοση μεταξύ των οικογενειών που εξετάστηκαν για επίπεδο σημαντικότητας 0,05. Οι μεγάλες αποκλίσεις που παρουσιάζουν οι τιμές των αποδόσεων των φυτών εντός της κάθε οικογένειας, έχει ως αποτέλεσμα να παρατηρείται και υψηλή τιμή του CV (CV=58,24%). Επίσης από την υψηλή τιμή του συντελεστή κληρονομικότητας για τη συνολική κυρίως απόδοση ($h^2=0,51$), φαίνεται ότι υπάρχει σημαντική γενετική παραλλακτικότητα που είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί σε προγράμματα βελτίωσης.

Πίνακας 10. Κατάταξη των οικογενειών ως προς την συνολική απόδοση, σύμφωνα με το κριτήριο Duncan

	Γενότυπος	N	Επίπεδο σημαντικότητας= 0,05						
			a	ab	b	bc	c	d	
Duncan(a,b)	2	24	221,6						
	28	24		212,63					
	17	26		192,88					
	7	24		189,81					
	5	28		188					
	9	28			184,88				
	3	24			181,04				
	29	23			180,34				
	20	23			178,75				
	11	20			178,75				
	15	26			177,35				
	14	24			176,74				
	23	26			175,64				
	4	25			175,2				
	24	30			174,72				
	31	19			174,21				
	30	28			165,66				
	8	23			155,9				
	6	24				153,83			
	18	21				153,06			
	1	28				145,79			
	26	20				145,74			
	21	23				142,99			
	22	22				142,27			
	16	21				138,94			
	25	24				138,73			
	10	28				135,78			
	13	22				130,74			
	19	24					124,54		
	27	20						111,15	
	12	24							106,66

Με βάση το κριτήριο Duncan, μέσοι όροι που ανήκουν στην ίδια ομάδα, δεν διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$. Επομένως παρατηρώντας τον πίνακα 10, διαπιστώνουμε ότι η οικογένεια **2** ξεχωρίζει από τις υπόλοιπες για την υψηλή συνολική της απόδοση, ενώ οι οικογένειες 27 και 12 δεν διαφέρουν σημαντικά και ξεχωρίζουν από τις υπόλοιπες για την χαμηλή τους απόδοση.

4.5.1. Απόδοση 1^{ης} συγκομιδής

Πίνακας 11. Στατιστικά στοιχεία της απόδοσης για την 1^η συγκομιδή, των 31 μερικώς διειδικών υβριδίων

Γενότυπος	Τιμές δείγματος	M.O	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα
1	28	92,3	67,5	12,8
2	24	132,4	90,4	18,5
3	24	99,7	64,1	13,1
4	25	112,5	71,9	14,4
5	28	113,4	78,5	14,8
6	24	86,3	47,9	9,8
7	24	122,9	86,3	17,6
8	23	102,5	99,1	20,7
9	28	115,8	86,8	16,4
10	28	79,1	65,8	12,4
11	20	109,3	66,6	14,9
12	24	67,5	61,3	12,5
13	22	79,4	55,0	11,7
14	24	116,4	86,7	17,7
15	26	113,0	79,2	15,5
16	21	96,2	67,7	14,8
17	26	137,0	127,3	25,0
18	21	106,8	95,0	20,7
19	24	77,1	56,9	11,6
20	23	103,9	104,0	21,7
21	23	90,4	72,4	15,1
22	22	89,1	48,7	10,4
23	26	109,7	80,6	15,8
24	30	121,0	74,3	13,6
25	24	98,2	86,2	17,6
26	20	85,4	80,4	18,0
27	20	83,8	78,6	17,6
28	24	137,3	103,9	21,2
29	23	101,4	70,5	14,7
30	28	100,7	73,0	13,8
31	19	89,0	57,1	13,1
M.O		102,8	79,4	2,9

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 11, οι τιμές της απόδοσης για την 1^η συγκομιδή των 31 οικογενειών κυμαίνονται από 67,5 γρ/φυτό ως 137,3γρ/φυτό, με μέσο όρο 102,8γρ/φυτό. Τη μεγαλύτερη απόδοση σε σύσπορο, που αποτελεί και μέτρο της πρωιμότητας των οικογενειών, παρουσιάζει η οικογένεια **28**, ενώ ακολουθούν οι οικογένειες **17** και **2** με απόδοση 137γρ/φυτό και 132,4 γρ/φυτό αντίστοιχα. Αντίθετα οι οικογένειες με τη μικρότερη απόδοση σε σύσπορο στην 1^η συγκομιδή, άρα και οψιμότερες είναι οι **12**, **19**, **13** και **10**, με αποδόσεις 67,5γρ/φυτό, 77,1γρ/φυτό, 79,4 γρ/φυτό και 79,1γρ/φυτό αντίστοιχα(Πιν. 11).

Πίνακας 12 . Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης της 1^{ης} συγκομιδής (γρ/φυτό) των 31 μερικών διειδικών υβριδίων

Πηγή	AT	BE	MT	F	p
Μεταξύ γενοτύπων	228887	30	7629,566	1,220558	0,195156
Εντός γενοτύπων	4469383	715	6250,885		
Σύνολο	4698270	745			

Σύμφωνα με τον πίνακα 12, βρέθηκε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ως προς την απόδοση της 1^{ης} συγκομιδής μεταξύ των οικογενειών που εξετάστηκαν για επίπεδο σημαντικότητας 0,05, αφού $p > 0,05$.

4.5.2. Απόδοση 2^{ης} συγκομιδής

Η απόδοση των 31 οικογενειών κατά την 2^η συγκομιδή κυμάνθηκε από 27,4γρ/φυτό ως 89,2γρ/φυτό, με μέσο όρο 61γρ/φυτό. Τη μεγαλύτερη απόδοση παρουσίασαν οι οικογένειες **2** και **31** με τιμές 89,2 γρ/φυτό και 85,2 γρ/φυτό αντίστοιχα. (Πιν. 13)

Πίνακας 13. Στατιστικά της απόδοσης της 2^{ης} συγκομιδής των 31 μερικώς διειδικών υβριδίων

Γενότυπος	Τιμές δείγματος	Μ.Ο	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα
1	28	53,5	44,2	8,4
2	24	89,2	73,2	14,9
3	24	81,4	74,8	15,3
4	25	62,7	41,4	8,3
5	28	74,6	80,9	15,3
6	24	67,5	43,6	8,9
7	24	66,9	57,9	11,8
8	23	53,4	39,8	8,3
9	28	69,0	61,5	11,6
10	28	56,6	31,8	6,0
11	20	69,4	64,3	14,4
12	24	39,1	29,3	6,0
13	22	51,3	42,6	9,1
14	24	60,3	34,8	7,1
15	26	64,3	31,9	6,3
16	21	42,7	44,0	9,6
17	26	55,9	89,2	17,5
18	21	46,3	29,6	6,4
19	24	47,5	37,7	7,7
20	23	74,8	64,4	13,4
21	23	52,6	28,8	6,0
22	22	53,1	51,6	11,0
23	25	68,6	81,9	16,4
24	30	53,8	56,9	10,4
25	24	40,5	35,8	7,3
26	20	60,3	59,8	13,4
27	20	27,4	29,7	6,6
28	24	75,4	79,6	16,2
29	23	79,0	68,1	14,2
30	28	65,0	63,9	12,1
31	19	85,2	55,2	12,7
Σύνολο	Μ.Ο	61,0	56,5	2,1

Λιγότερο αποδοτικές, για την 2^η συγκομιδή ήταν οι οικογένειες **27, 12** και **25** με τιμές 27,4 γρ φυτό, 39,1 γρ/ φυτό και 40,5γρ/ φυτό, αντίστοιχα (Πιν. 13). Σε γενικές γραμμές, στη χώρα μας προτιμώνται οι ποικιλίες που δεν αφήνουν μεγάλη ποσότητα σύσπορου βαμβακιού κατά τη δεύτερη συγκομιδή, γιατί δεν γνωρίζουμε αν οι καιρικές συνθήκες θα επιτρέψουν τη συγκομιδή του.

Πίνακας 14 . Ανάλυση Παραλλακτικότητας της απόδοσης της 2^{ης} συγκομιδής των 31 μερικώς διειδικών

Πηγή	AT	BE	MT	F	p
Μεταξύ γενοτύπων	140320,2	30	4677,341	1,496513	0,043977
Εντός γενοτύπων	2231602	714	3125,493		
Σύνολο	2371922	744			

Σύμφωνα με τον πίνακα 14, βρέθηκε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ως προς την συνολική απόδοση μεταξύ των οικογενειών που εξετάστηκαν για επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Πίνακας 15. Κατάταξη των οικογενειών με βάση την απόδοση της 2^{ης} συγκομιδής, σύμφωνα με το κριτήριο Duncan

Γενότυπος	N	Επίπεδο σημαντικότητας=0,05					
		a	ab	c	cd	d	e
2	24	89,24					
31	19		85,19				
3	24		81,38				
29	23		78,99				
28	24		75,38				
20	23		74,80				
5	28		74,64				
11	20		69,44				
9	28		69,04				
23	25		68,59				
6	24		67,49				
7	24		66,89				
30	28		64,99				
15	26		64,32				
4	25		62,67				
26	20		60,35				
14	24		60,32				
10	28		56,65				
17	26		55,89				
24	30		53,75				
1	28		53,53				
8	23		53,41				
22	22		53,13				
21	23		52,61				
13	22		51,35				
19	24			47,49			
18	21			46,30			
16	21				42,74		
25	24					40,49	
12	24					39,14	
27	20						27,40

Σύμφωνα με το κριτήριο Duncan, μέσοι όροι που ανήκουν στην ίδια ομάδα, δεν διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$. Όπως παρατηρούμε από τον πίνακα 15, οι οικογένειες που διαφέρουν από τις υπόλοιπες για την απόδοσή τους κατά την 2^η συγκομιδή είναι οι **2** και **27**.

Με βάση την στατιστική ανάλυση του προγράμματος HONEY (Honeycomb Selection Design), επιλέχθηκαν 52 γενότυποι από συνολικά 24 οικογένειες (Πιν. 16).

Πίνακας 16. Οι αποδόσεις 1^{ης}, 2^{ης} συγκομιδής και η συνολική απόδοση, των 52 επιλεγμένων φυτών ανεξαρτήτως οικογένειας

A/A	Γενότυπος	Σειρά	Φυτό	1ο χέρι	2ο χέρι	Σύνολο
1	8	1	9	347,3	59,4	406,7
2	21	1	22	101,1	109,2	210,3
3	26	2	1	105	100	205
4	11	2	17	138,4	32	170,4
5	20	2	26	102,1	70,1	172,2
6	24	3	5	35,2	292,3	327,5
7	25	4	11	325,1	66,1	391,2
8	28	4	14	157,8	71,5	229,3
9	2	4	19	117,6	97,5	215,1
10	5	4	22	231,6	45,7	277,3
11	5	5	28	101,8	75,6	177,4
12	4	6	32	289	69,8	358,8
13	3	7	6	22,6	373	395,6
14	20	7	23	21,4	216,2	237,6
15	9	8	17	50,6	242,6	293,2
16	17	8	25	80,6	186,2	266,8
17	22	8	30	44,4	221,5	265,9
18	14	10	2	334,7	80,6	415,3
19	21	10	9	286,1	53,7	339,8
20	20	11	14	332,7	26,2	358,9
21	29	11	23	219	98,2	317,2
22	2	11	27	168,6	85,3	253,9
23	8	11	33	334	117,1	451,1
24	28	13	2	337,5	139,8	477,3
25	5	14	15	97,1	268,4	365,5
26	23	14	33	28,8	364	392,8
27	24	15	9	361	51,3	412,3
28	2	15	18	365	24,4	389,4
29	5	15	21	153	334	487
30	18	16	8	292,2	60,7	352,9
31	29	17	25	46,3	251,4	297,7
32	28	19	4	98	281,8	379,8
33	2	19	9	105,2	325,2	430,4
34	30	20	11	322,3	22,6	344,9
35	7	20	19	239,6	82,8	322,4
36	29	21	16	250,4	64,3	314,7
37	12	21	30	236	105	341
38	10	22	2	258,2	138,2	396,4
39	17	22	9	550,2	0	550,2
40	10	22	33	122,4	36,8	159,2
41	26	23	24	234,7	170,4	405,1
42	2	24	5	222,3	189,1	411,4
43	17	24	20	312,7	27,1	339,8
44	5	25	14	267,2	152,7	419,9

Συνέχεια από προηγούμενη σελίδα						
45	24	25	33	125,6	81,3	206,9
46	4	26	18	188,3	87,6	275,9
47	2	27	22	292,8	91,5	384,3
48	7	27	27	220,4	106,5	326,9
49	9	28	3	108,6	251,9	360,5
50	17	28	11	33,6	449,3	482,9
51	23	28	17	72,5	228,7	301,2
52	31	29	31	100,6	128,6	229,2

Η συνολική απόδοση των 52 επιλεγμένων φυτών κυμαίνεται από 170,4 γρ/ φυτό ως 550,2 γρ/ φυτό, με μέσο όρο τα 332,6 γρ/ φυτό. Η οικογένεια **17** στη σειρά 22 παρουσίασε την μεγαλύτερη απόδοση σε επίπεδο ατομικού φυτού με τιμή 550 γρ/ φυτό, η οποία μαζεύτηκε εξ ολοκλήρου κατά την 2^η συγκομιδή. Στη συνέχεια ακολούθησαν σε απόδοση η οικογένεια **5** στη σειρά 15 με 487 γρ/ φυτό και πάλι η οικογένεια **17** στη σειρά 28, με τιμή 482,9 γρ/ φυτό, με το μεγαλύτερο ποσοστό των αποδόσεων αυτών να μαζεύονται κατά την 2^η συγκομιδή. (Πιν. 16)

Τα περισσότερα από τα φυτά που επιλεχθήκαν ανήκουν στις οικογένειες **2**, **5** και **17**, με μέσο όρο συνολικής απόδοσης 347,4 γρ/φυτό, 345,5 γρ/φυτό και 409,9 γρ/φυτό αντίστοιχα (Πιν. 17). Όσον αφορά την πρωιμότητα συγκομιδής, εκφρασμένη ως ποσοστό επί τοις εκατό (%) που μαζεύτηκε κατά την 1^η συγκομιδή, για τη συνολική απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι, βρέθηκε ότι ο μέσος όρος των οικογενειών αυτών κυμάνθηκε σε αρκετά ικανοποιητικά επίπεδα, με τιμές 61,6%, 52,5% και 57,2% αντίστοιχα.

Πίνακας 17. Οι οικογένειες στις οποίες ανήκουν τα φυτά που επιλέχθηκαν και ο αριθμός φυτών που επιλέχθηκε από κάθε οικογένεια

1998	Οικογένεια	Αριθμός φυτών
<i>[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]</i>	2	6
<i>((B403 x Coker) x Hib. cannabinus)</i>	5	5
<i>((B403 x Acala) x Abel.esculentum)</i>	17	4
	20	3
<i>[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]</i>	24	3
<i>[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]</i>	28	3
<i>[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]</i>	29	3
<i>[(B403 x Coker) x Hib.cannabinus]</i>	4	2
<i>((B403 x Coker) x Hib.cannabinus)</i>	7	2
<i>[(B403 x Coker) x Hib.cannabinus]</i>	8	2
<i>((B403 x Coker) x Hib. cannabinus)</i>	9	2
<i>((B403 x Acala) x Hib.cannabinus)</i>	10	2
	21	2
	23	2
	26	2
	3	1
	11	1
<i>[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]</i>	12	1
<i>[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]</i>	14	1
<i>((Carnak x 4S) x Hib.cannabinus)</i>	18	1
<i>[(Carnak x 4S) x Hib. cannabinus]</i>	22	1
<i>[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]</i>	25	1
	30	1
	31	1

4.6. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Ως προς την απόδοση σε ίνα, οι τιμές κυμάνθηκαν από 26,6% ως και 56,7% (Πιν. 18). Σε γενότυπο της οικογένειας **29** παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη τιμή (56,7%), ενώ αντίθετα η μικρότερη τιμή (26,6%) παρατηρήθηκε σε γενότυπο της οικογένειας 18. Επίσης οι οικογένειες **9, 24, 28 και 2** είχαν αρκετά υψηλές αποδόσεις σε ίνα με τιμές από 43,9% ως και 38,9%, ενώ οι οικογένειες **18, 10, 8, 5 και 9** ήταν αυτές με τις χαμηλότερες σε ίνα αποδόσεις. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η οικογένεια **9**, από την οποία επιλέχθηκαν δύο φυτά ως προς την συνολική απόδοση σε σύσπορο, τα οποία όμως διαφέρουν αρκετά ως προς την απόδοση σε ίνα με τιμές 43,9% και 34,2% (Πιν. 18).

Πίνακας 18. Τα χαρακτηριστικά ποιότητας των 16 φυτών που συνδυάζαν υψηλή απόδοση και ποιότητα ίνας.

Γεν/πος	Σειρά	1ο χέρι γρ/φυτό	2ο χέρι γρ/φυτό	Σύνολο γρ/φυτό	Ποσοστό ίνας (%)	Μήκος mm	Αντοχή g/tex	Επιμ/νση mm	Λεπτ/α micronaire
17	22	550,2		550,2	35,4	31,1	2	7,8	3,5
8	11	334	117,1	451,1	33,5	34	40,3	8,7	3,3
5	25	267,2	152,7	419,9	34	37,1	36,2	7,5	2,1
14	10	334,7	80,6	415,3	37,2	35,5	39	7	2,2
24	15	361	51,3	412,3	40,9	32,1	32,5	7,5	3,2
15	30	291,2	108,8	400	37,4	31,1	33,3	5,4	4,4
10	22	258,2	138,2	396,4	31	31,6	35,5	7,7	2,5
2	15	365	24,4	389,4	38,9	31,9	37,5	8,5	3
2	27	292,8	91,5	384,3	39,3	32,8	40,3	7,7	3,5
9	30	286,3	84,5	370,8	34,2	32,2	36,2	6,7	3,1
9	28	108,6	251,9	360,5	43,9	34,5	39,5	6,9	3
18	16	292,2	60,7	352,9	26,6	35,7	37,9	7,8	2,8
12	21	236	105	341	37,1	32,5	36,9	6,7	2,2
7	20	239,6	82,8	322,4	36,3	33,3	37,7	6,8	3,5
29	11	219	98,2	317,2	56,7	33,4	32,6	6,6	4,4
28	31	209,1	103,1	312,2	40,6	33	38,6	7,9	3,5

Όσον αφορά το μήκος της ίνας, οι τιμές κυμάνθηκαν από 31,1mm ως 37,1 mm . Οι καλύτεροι γενότυποι ανήκαν στις οικογένειες **5, 18 και 14** με τιμές 37,1 mm, 35,7 mm και 35,5 mm αντίστοιχα. Τη μικρότερη τιμή σε μήκος ίνας παρουσίασαν οι οικογένειες **15** (31,1mm) και **17** (31,1mm) ενώ

ακολούθησαν οι οικογένειες **10** και **2** με τιμές 31,6 mm και 31,9 mm αντίστοιχα (Πιν. 18).

Ως προς την αντοχή της ίνας, οι τιμές ήταν μεταξύ 32,5g/tex και 40,3g/tex . Οι οικογένειες που ξεχώρισαν ήταν η **2** και η **8** και οι οποίες παρουσίασαν την ίδια αντοχή των 40,3g/tex. Οι περισσότερες οικογένειες παρουσιάζουν αρκετά καλή αντοχή της ίνας, με εξαίρεση τις οικογένειες **24**, **29**, **15**, των οποίων οι αντίστοιχες τιμές είναι 32,5 g/tex, 32,6 g/tex και 33,3 g/tex (Πιν. 18).

Οι τιμή της επιμήκυνσης της ίνας των φυτών που επιλέχθηκαν, κυμάνθηκε από 5,4mm ως 8,7mm. Η μεγαλύτερη τιμή παρατηρήθηκε στην οικογένεια **8** (8,7mm), ενώ η μικρότερη στην οικογένεια **15** (5,4mm). Οι τιμές των περισσότερων οικογενειών θεωρούνται ικανοποιητικές και βρίσκονται γύρω στο 7,5mm. Ωστόσο δεν λείπουν και οικογένειες των οποίων οι τιμές βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα όπως αυτές των **29**, **12**, **9**, **7** που κυμαίνονται από 6,6 ως 6,9mm (Πιν. 18).

Ένα από τα σημαντικότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά είναι και το micronaire, με τις τιμές των οικογενειών να βρίσκονται μεταξύ 2,1 και 4,4g/tex. Οι οικογένειες **15** και **29** είχαν την μεγαλύτερη τιμή που ήταν 4,4g/tex και ακολούθησαν οι οικογένειες **28**, **7**, **2** και **17** . Η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στην οικογένεια **5** (Πιν. 18).

4.7. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ

Πίνακας 19. Σύγκριση της συνολικής απόδοσης των 31 μερικώς διειδικών υβριδίων κατά τα έτη 2003 και 2004

Γενεαλογία / (1998) Γενότυπος	κωδικός 2003	Αριθμός φυτών	Συν.απόδοση 2003 γρ./φυτό	κωδικός 2004	Συν.απόδοση 2004 γρ./φυτό
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	1	1	145,8	2	208,7
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	2	2	221,6	24	128,3
				25	294
[(B403 x Coker) x Hib.cannabinus]	4	2	175,2	11	119,8
				13	209
[(B403 x Coker) x Hib.cannabinus]	5	1	188	19	237,7
[(B403 x Coker) x Hib.cannabinus]	6	1	153,8	15	150
[(B403 x Coker) x Hib.cannabinus]	7	1	189,8	30	200
[(B403 x Coker) x Hib.cannabinus]	8	4	155,9	7	228,5
				9	148,6
				12	184,4
				18	207,1
[(B403 x Coker) x Hib.cannabinus]	9	2	184,9	26	157,8
				27	198,7
[(B403 x Acala) x Hib.cannabinus]	10	1	135,8	23	117,2
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	12	2	106,7	8	136,4
				29	118,8
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	14	4	176,7	4	205,8
				5	117,4
				6	257
				20	133,8
[(B403 x Acala) x Abel.esculentum]	17	1	192,9	17	194,6
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	18	1	153,1	28	149,4
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	22	2	142,3	3	172
				10	144,2
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	25	1	138,7	14	235,6
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	27	1	111,2	1	246,4
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	28	1	212,6	16	256
[(Carnak x 4S) x Hib.cannabinus]	29	1	180,3	31	

Όπως παρατηρούμε και από τον πίνακα 19, οι πιο υψηλοαποδοτικές οικογένειες για το έτος σποράς 2003 είναι **2, 28, 17, 7,** και **5** με αντίστοιχες αποδόσεις 221,6 γρ/φυτό, 212,6 γρ/φυτό 192,9 γρ/φυτό, 189,8γρ/φυτό και

188γρ/φυτό. Την επόμενη χρονιά οι οικογένειες **2**, **28** και **5** εξακολουθούν να είναι το ίδιο υψηλοαποδοτικές και μάλιστα η οικογένεια **2** και τις δυο χρονιές παρουσιάζει την πιο μεγάλη συνολική απόδοση ανάμεσα στις 31 οικογένειες. Εξίσου αποδοτική εξακολουθεί να είναι και η οικογένεια **28**, η οποία και τις δυο χρονιές βρίσκεται σταθερά στις τρεις πιο υψηλοαποδοτικές οικογένειες. Αντίθετα, οι οικογένειες **17** και **7**, των οποίων η απόδοση ήταν από τις πιο υψηλές το 2003, την επόμενη χρονιά βρέθηκαν περίπου στη μέση της κατάταξης αν και η συνολική τους απόδοση αυξήθηκε σε σχέση με την καλλιεργητική περίοδο 2003. Επίσης σημαντικό είναι ότι η συνολική απόδοση των περισσότερων οικογενειών έχει αυξηθεί αρκετά την επόμενη χρονιά, που σημαίνει ότι υπάρχει η δυνατότητα επιλογής ώστε οι οικογένειες αυτές να γίνουν περισσότερο παραγωγικές. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η οικογένεια **27**, της οποίας η συνολική απόδοση αυξάνεται πάνω από 100% από τη μία χρονιά στην άλλη και το 2004 εντάσσεται στις πιο υψηλοαποδοτικές οικογένειες.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Το ποσοστό φυτρώματος των οικογενειών που εξετάστηκαν, εμφάνισε παραλλακτικότητα, με τα ποσοστά των περισσότερων οικογενειών να κυμαίνονται μεταξύ 70-80%. Εντούτοις 5 από τις 31 οικογένειες που εξετάστηκαν, είχαν ποσοστό πάνω από 85%, ενώ μόλις μία από αυτές είχε ποσοστό φυτρώματος μικρότερο από 60%. Με δεδομένο ότι μια εμπορική ποικιλία έχει ποσοστό φυτρώματος πάνω από 90%, είναι φανερό ότι χρειάζεται περαιτέρω βελτίωση του χαρακτηριστικού αυτού.
- Από τα 52 φυτά που επιλέχθηκαν σε επίπεδο ατομικού φυτού με βάση την απόδοση, τα περισσότερα προήλθαν από τη διασταύρωση (*Carnak* x *4S*) x *Hibiscus cannabinus* (7φυτά) και (*B403* x *Coker*) x *Hibiscus cannabinus* (6 φυτά).
- Παίρνοντας ως ποσοστό αναφοράς 1^{ης} συγκομιδής το 65%, συμπεραίνουμε ότι 6 από τις 31 οικογένειες ήταν πολύ πρώιμες, 11 από τις 31 ήταν πολύ όψιμες, ενώ το ποσοστό 1^{ης} συγκομιδής για τις υπόλοιπες κυμαίνεται σε ικανοποιητικά επίπεδα και μπορούμε να τις χαρακτηρίσουμε ως αρκετά πρώιμες. Ωστόσο, συγκρίνοντας το ποσοστό 1^{ης} συγκομιδής των 31 οικογενειών με αυτό των εμπορικών ποικιλιών, τότε προκύπτει ότι οι περισσότερες οικογένειες χαρακτηρίζονται όψιμες, αφού στην πλειοψηφία τους ήταν τύπου *G. barbadense*.
- Ως προς τα μορφολογικά χαρακτηριστικά, οι περισσότεροι γενότυποι εμφάνισαν ανομοιομορφία τόσο μεταξύ τους, όσο και εντός της κάθε οικογένειας. Η παρατήρηση αυτή εξηγείται από το υψηλό ποσοστό ανευπλοειδίας που εντοπίστηκε με τις αναλύσεις του κυτταρομετρητή ροής. Από το σύνολο των οικογενειών που εξετάστηκαν, βρέθηκε ότι 17 από τις 31 οικογένειες εμφάνισαν τα τυπικά μορφολογικά χαρακτηριστικά του *G. barbadense*, ενώ μόλις μία από αυτές εμφάνισε τα τυπικά μορφολογικά χαρακτηριστικά του *G. hirsutum*. Τέλος, 8 από τις 31 οικογένειες συνδύασαν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά και των δύο ειδών και τα οποία χαρακτηρίστηκαν ως ενδιάμεσα.

- Με βάση την εκτίμηση του επιπέδου πλοειδίας που έγινε με τον κυτταρομετρητή ροής, προέκυψε ότι ένα μεγάλο ποσοστό των φυτών που παρουσίασε εκτροπή από τον κλασικό φαινότυπο ήτανε ανευπλοειδή. Οι οικογένειες στις οποίες ανήκαν τα φυτά αυτά χαρακτηρίζονταν από χαμηλά ποσοστά φυτρωτικής ικανότητας, χαμηλή γονιμότητα και κατά συνέπεια χαμηλή απόδοση.
- Από τη μελέτη των χαρακτηριστικών ποιότητας της ίνας, προέκυψε το ιδιαίτερα σημαντικό γεγονός ότι πολλά από τα φυτά που μελετήθηκαν είχαν υψηλή ποιότητα ίνας. Συγκεκριμένα, οι οικογένειες που επιλέχθηκαν ξεχώρισαν ιδιαίτερα για την αντοχή της ίνας, την απόδοση σε ίνα και το μήκος της.
- Συμπερασματικά προκύπτει ότι μεταξύ των 31 οικογενειών που εξετάστηκαν, υπάρχουν ορισμένες οικογένειες που ξεχωρίζουν τόσο για την συνολική τους απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι, όσο και για τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά. Ωστόσο απαιτείται περαιτέρω έρευνα για τον πλήρη χαρακτηρισμό τους.

6. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μελετήθηκε η γενοτυπική σταθερότητα και αξιολογήθηκαν ως προς την απόδοση 31 οικογένειες μερικώς διειδικών υβριδίων βαμβακιού. Συγκεκριμένα, το γενετικό υλικό αποτελούνταν από 31 ($P_{\alpha 5}$) οικογένειες βαμβακιού, οι οποίες είχαν προκύψει από διασταύρωση F1 διειδικών υβριδίων βαμβακιού με γύρη από τα είδη *Hibiscus cannabinus* και *Abelmoschous esculentum*. Έγιναν μετρήσεις που αφορούσαν την συνολική απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι, τα χαρακτηριστικά ποιότητας και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά για να διαπιστωθεί η ομοιότητα τους με τα είδη *G. hirsutum* και *G. barbadense*. Επίσης πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις, για τον προσδιορισμό του επιπέδου πλοειδίας, με χρήση κυτταρομετρητή ροής (Partec, Germany) σε ατομικά φυτά (δείγματα) ορισμένων οικογενειών που εμφάνισαν κάποιες ενδείξεις εκτροπής από τον συνηθισμένο τύπο φυτών.

Βρέθηκε ότι στο μεγαλύτερο ποσοστό των οικογενειών κυριαρχούσε ο φαινότυπος του *G. barbadense*, ενώ μόλις σε μία από αυτές κυριαρχούσε ο φαινότυπος του *G. hirsutum*. Τέλος, 8 από τις 31 οικογένειες συνδύααν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά και των δύο ειδών, σε ποσοστό πάνω από 40%. Εντός των οικογενειών που εξετάστηκαν παρατηρήθηκε κάποια ανομοιομορφία η οποία ήταν ιδιαίτερα έντονη σε οικογένειες που αποδείχθηκε ότι εμφάνιζαν υψηλό ποσοστό ανευπλοειδών φυτών. Μεταξύ των 31 οικογενειών ξεχώρισαν κάποια φυτά που ήταν ιδιαίτερα υψηλοαποδοτικά και τα οποία βρέθηκε ότι τα περισσότερα από αυτά, προέρχονταν από τις διασταυρώσεις (Carnak x 4S) x *Hib. cannabinus* καθώς και (B403 x Coker) x *Hib. cannabinus*. Τα περισσότερα μερικώς διειδικά υβρίδια αποδείχτηκαν όψιμα, γεγονός που δικαιολογείται και από την ομοιότητά τους με το *G. barbadense*. Επίσης, η φυτρωτική ικανότητα των υβριδίων αφήνει περιθώρια για περαιτέρω βελτίωση. Όσον αφορά την ποιότητα ίνας οι περισσότερες οικογένειες παρουσίασαν πολύ καλά χαρακτηριστικά, με μοναδική εξαίρεση το *micronaire* στο οποίο μειονεκτούσαν. Συμπερασματικά προκύπτει ότι μεταξύ των 31 οικογενειών που εξετάστηκαν, υπήρχαν ορισμένες οικογένειες που ξεχώρισαν τόσο για την συνολική τους απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι, όσο και για τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά. Ωστόσο απαιτείται περαιτέρω έρευνα για τον πλήρη χαρακτηρισμό τους.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Awoleye, F., M. Van Duren, J. Dolezel, and F.J. Novak, 1999. Nuclear DNA content and in vitro induced somatic polyploidization (*Mahiholt esculanta* Crantz) cassava breeding. *Eyphytica* 76: 195-202.

Baranyi, M., Greilhuber J., 1995, 1996. Flow cytometric and Feulgen densitometric analysis of genome size in *Pisum*. *Theoretical and Applied Genetics* 92: 297-1228.

Barrow, J.R., and H.K. Chaudhari. 1976. A homozygous interspecific F2 hybrid of *Gossypium barbadense* x *G. hirsutum* via the semigametic haploid method. *Crop Sci.* 16:441–442

Barrow, J.R., F. Katterman, D. Williams, 1978. Haploid and diploid callus from cotton anthers. *Crop Sci.* 18: 619-622.

Beal, J.M., 1928. A study of the heterotypic prophase in the microsporogenesis of cotton. *Cellule* 38: 247-268

Beasley, C.A., and I.P. Ting, 1973. The effects of plant growth substances on in vitro fiber development from fertilized cotton ovules. *Amer. J. Bot.* 60: 130-139.

Bennett, M.D., Leitch I. J., 1995. Nuclear DNA amounts in angiosperms. *Annals of Bottany* 76: 113-176.

Bennett, M.D., Leitch I.J., 1997. Nuclear DNA amounts in angiosperms- 583 New estimates. *Annals of Bottany* 80: 169-196.

Bennett, M.D., Leitch I.J., 2001. Nuclear DNA amounts in Pteridophytes. *Annals of Bottany* 87: 333-345.

Bennett, M.D., Leitch I.J., and Hanson L., 1998. DNA amounts in two samples of angiosperm weeds . *Annals of Bottany* 82: 121-134.

Bennett, M.D., ., Bhandol P., Leitch I.J., 2000. Nuclear DNA amounts in angiosperms and their modern uses- 807 New estimates. *Annals of Bottany* 86: 859-909.

Bharathan, G., G. Lambert, DW Galbraith, 1994. Nuclear DNA content of monocotyledons and related taxa. *Am J Bot* 81: 381-386

Bino, R.J., S. Lanteri, H.A. Verhoven, H.L. Kraak, 1993. Flow cytometric determination of nuclear replication stages in seed tissues. *Ann. Bot.* 72: 181-187

Bino, R.J., J.N. De Vries, H.L. Kraak, J.G. Pijlen, 1992. Flow cytometric determination of nuclear replication stages in tomato seeds during priming and germination. *Ann. Bot.* 69: 231-236

Blakeslee, A.F., J. Belling, M.E. Farnham, A.D. Bergner, 1922. A haploid mutant in the jimson weed, *Datura stramonium*. *Science* 55: 646-647.

Chadhry, M. R., 1997b. Commercial cotton hybrids. In: *The Int. cotton Advisory Committee Recorder Xv* (2): 3-14.

Davie, J.H. (1933). Cytological studies in the Malvaceae and certain related families. *J. Genet.* 28, 33-67.

Dolezel, J., 1991. Flow cytometric analysis of nuclear DNA content in higher plants. *Phytochem. Anal.* 2: 143-154

Dolezel, J. et al., 1989. Analysis of nuclear DNA content in plant cells, by flow cytometry. *Biologia Plantarum* 31: 113-120.

Edwards, G.A., J.E. Endrizzi, 1976. Cell size, nuclear size, and DNA content relationships in *Gossypium*. *Can. J. Genet. Cytol.* 17: 181-186

Edwards, G.A., J.E. Endrizzi, R. Stein, 1974. Genome DNA content chromosome organization in *Gossypium*. *Chromosoma* 47: 309-326

Endrizzi, J.E., 1966. Use of haploids in *Gossypium barbadense* L. as a source of aneuploids. *Curr. Sci* 35: 34-35

Endrizzi, J.E., E.L. Turcotte and R.J. Kohel, 1985. Genetics, cytology and evolution of *Gossypium*. *Adv. Genet.* 23: 271-375

Fasoulas, A.C., and V. Fasoula, 1995. Honeycomb selection Designs. *Plant breeding. Rev.* 13: 87-139.

Fryxell, P.A. (1971). Phenetic analysis and the phylogeny of the diploid species of *Gossypium* L. (Malvaceae). *Evolution* 25, 554-562.

Galbraith, D.W., 1989. Analysis of higher plants by flow cytometry and cell sorting. *Int. Rev. Cytol.* 116: 165-228

Galbraith, D.W., K.R. Harkins, J.M. Maddox, N.M. Ayres, D.P. Sharma, E. Firoozabady, 1983. Rapid flow cytometric analysis of cell cycle in intact plant tissues. *Science* 220: 1049-1051

Greilhuber, J., 1998. Intraspecific variation in genome size: a critical reassessment. *Annals of Botany* 82 : 27-35

Georgieva, E.I., G. Lopez-Rodas, A. Hittmair, H. Feichtinger, G. Brosch, P. Loidl, 1994. Maize embryo germination. I. Cell cycle analysis. *Planta* 192: 118-124.

Goodin, J.R., N.L. Trolinder, 1990. The in vitro production of cotton fibres. In: *Proc. Of VIIIth International Congress on plant tissue and cell culture*. June 24-29 Amsterdam, Netherland.

Γαλανοπούλου–Σενδούκα, Στέλλα, 2002. Βιομηχανικά φυτά. Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα

Hake, S.J. T.A Kerbi, K.D. Hake, 1996. Cotton production manual. University of California.

Hanson, L., K.A. McMahon, MAT Johnson, M.D. Bennett, 2001. First nuclear DNA c-values for 25 angiosperm families. *Annals of Botany* 87: 251-258

Johnson, B. L. and Thein, M. M. (1970). Assessment of evolutionary affinities in *Gossypium* by protein electrophoresis. *Am. J. Bot.* 57, 1081-1092.

Katterman, F.R. H., D.R. Ergle, 1970. A study of quantitative variations of nucleic acids in *Gossypium*. *Phytochemistry* 9: 2007-2010

Καλτσίκης, Π.Ι, 1989. Βελτίωση φυτών. Εκδόσεις Σταμούλης, Πειραιάς

Καλτσίκης, Π.Ι, 1992. Ειδική βελτίωση φυτών. Εκδόσεις Σταμούλης, Πειραιάς

Κεχαγιά, Ο., 1994. Ποιότητα βαμβακιού. Πρακτικά συνεδρίου με θέμα το Ελληνικό βαμβάκι στην Ευρώπη. Λάρισα 13-14 Μαΐου 1994 σέλ. 161-178.

Κεχαγιά, Ο., 1999. Τι είναι και πως επηρεάζεται η ποιότητα του βαμβακιού. Γεωργική τεχνολογία , Βαμβάκι 2000: 56-62.

Kohel, R., T. Richmond, C. Lewis, 1974. Genetics of flowering response in cotton. Flowering behavior of *Gossypium hirsutum* L. and *G. barbadense* hybrids. *Crop Sci.* 14: 14-32.

Lanteri, S., R.J. Bino, H.L. Kraak, 1992. Flow cytometric determination of nuclear replication stages in pepper seeds during germination and after priming treatment. In: Quagliotti L., ed. *Capsicum Newsletter* 4: 249-253

Lanteri, S., C.H.R De Vos, H.L. Kraak, R.J. Bino, 1993. Effects of osmotic preconditioning on nuclear replication activity in seeds of pepper (*Capsicum annum*). *Physiol. Plant.* 89: 433-440.

Liu, Y., J.H.W. Bergervoet, C.H.R De Vos, W.M. Hilhorst, H.L. Kraak, C.M. Karssen, R.J. Bino, 1994. Nuclear replication activities during imbibition of abscisic acid- and gibberelin-deficient tomato (*Lycopersicon esculentum*) seeds.

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

Marani, A., 1963. Heterosis and combining ability for yield and components of yield in a diallel cross of two species of cotton. *Crop Sci* 3: 552-555.

Μαυρομάτης, 1996. Αναγέννηση *in vitro* και σωμακλωνική παραλλακτικότητα στο βαμβάκι (*Gossypium* sp.p). (Διδακτορική διατριβή).

Mavromatis, G.A., & D.G. Roupakias, 1993. Biotechnology: A hope for partial interspecific hybrid in cotton (*Gossypium* spp.) In : *Proceedings of FAO Interregional Cooperative Research Network on Cotton (IRCRNC)*, Leuven (Belgium) on 22-23 October.

Mavromatis, G.A., & D.G. Roupakias, 1995. "Haploid production via intergeneric pollination and in ovule culture in cotton(*Gossypium* sp.p)". In *Proceedings of the 2nd F.A.O Interregional Cooperative Research Network on Cotton (IRCRNC) Thessaloniki (Greece), (April 1995) F.A.O Technical Series 35: 185-189*

Musaev, D. A., 1993. Genetics and breeding techniques to improve cotton production under irrigated conditions in Uzbekistan. *Technical Seminar at the 52nd Plenary Meeting of the Inter. Cott. Advis. Comm.* New Delhi, India: Oct. 1993, 126-139.

Μπαξεβάνος, 1999. Εφαρμογές της βιοτεχνολογίας στην καλλιέργεια του βαμβάκιού. *Γεωργική Τεχνολογία*, Βαμβάκι 2002 : 131-141.

Olvery, J. M., 1986. Performance and potential of F2 hybrids. P. 101-102. In T.C. *Proc. Beltwide Cotton Conf.*, Las Vegas, NV. 4-9 Jan. 1986. Natl. Cotton Council Am., Memphis, TN. . Nelson (ed)

Phillip, L.L., 1963. The cytogenetics of *Gossypium* and the origin of New World cottons. *Evolution* 17: 460-469

Roupakias, D.G., E. Gouli-Vavdinoudi, M. Koutsika-Sotiriou, S. Galanopoylou- Sendouca, and A. S. Mavromatis, 1998. Heterosis in cotton. In: *Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol. 42, Cotton.* Springer-Verlang, Berlin, 140-172. Y.P.S Bajaj(ed).

Saunders, J.H, 1961a. "The Wild Species of *Gossypium*-and their History."Oxford Univ. Press, London and New York

Skovsted A., 1937. Cytological studies in cotton □ . Two interspecific hybrids between Asiatic and new wild cottons. *J Genet*, 1934,28:407 ~ 428.

Sliwinska, E., 1996. Flow cytometric analysis of cell cycle of sugar-beet during germination. *Journal of Applied Genetics* 37A: 254-257.

Sliwinska, E. 1995. Cell cycle activity during development of sugar-beet seed

Sliwinska, E. and Steen P., 1995. Flow cytometric estimation of ploidy in anisoploid sugar-beet populations. *Journal of Applied Genetics* 36(2): 111-118

Stephens, S.G, 1947. Cytogenetics of *Gossypium* and the problems of the origin of the New World cottons. *Adv. Genet.* 1: 431-442

Stewart, J.McD., 1981. In vitro fertilization and embryo rescue. *Environmental and Experimental Botany* 21: 301-315.

Stewart, J.McD., 1991. Biotechnology of cotton. ICAC Review Articles on Cotton Production Research. No 3. Intern. Cotton Advis. Comm.: 50
Σφήκας, Α.Γ., 1984. «Ειδική Γεωργία ΙΙ». Έκδοση : Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ. Σελ. 406, Θεσσαλονίκη 1984

Turaev, A.M., Z. Shamina, 1986. Optimization of the medium for cotton anther culture. *Fiziologiya Rastenii* 33: 565-571.

Turcotte, E.L., and C.V. Feanster, 1967. Semigamy in Pima cotton, *Gossypium barbadense* L. *J. Hered.* 58: 54-57.

Τσαυτάρης, Α., 1995. Βελτίωση φυτών, Αρχές και μέθοδοι. Θεσσαλονίκη, 1995.

Valicek, P. (1 978). Wild and cultivated cottons. *Cotton Fibres Trop., Engl. Ed.* 33, 363-387.

Weaver, D. M. and J. B. Weaver, 1977. Inheritance of pollen fertility restoration in cytoplasmic male sterile Upland cotton. *Crop Sci.*, 17: 497-499.

Winkelman, T., RS Sangman, H-G Schwenkel, 1998. Flow cytometric analyses in embryogenic and non-embryogenic callus lines of *Cyclamen persicum* Mill.: relation between ploidy level and competence for somatic embryogenesis. *Plant Cell Rep.* 17: 400-404

Χατζόπουλος, Πολυδεύκης, 2001. Βιοτεχνολογία φυτών. Εκδόσεις Έμβρυο.

Χρησιτίδης, Β., 1965. Το βαμβάκι. Θεσσαλονίκη.

Χλίχλιας, Α.Γ., 1967. Περιφερειακά πειράματα βάμβακος.
Αποτελέσματα 1961-65. Ινστ. Βάμβακος Σίνδου.