

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΥ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Εκτίμηση γενετικής παραλλακτικότητας μεταξύ και εντός τοπικών πληθυσμών
καλαμποκιού για χαρακτηριστικά παραγωγικής συμπεριφοράς αγρού.

Εριφύλη Γ. ΖΑΧΑΡΟΥΛΗ

ΒΟΛΟΣ
2004



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 4187/1
Ημερ. Εισ.: 14-12-2004
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
633.153 072
ZAX

Τα μέλη της επιτροπής

Χρήστος Γούλας
Καθηγητής Π.Θ.
Γενετική Βελτίωση
Φυτών

Πέτρος Λόλας
Καθηγητής Π.Θ.
Φυσιολογία-
Ζιζανιολογία Φυτών

Αθανάσιος Μαυρομάτης
Λέκτορας Π.Θ.
Γενετική Βελτίωση
Φυτών

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Χρήστο Γούλα, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με αυτό το τόσο ενδιαφέρον αντικείμενο και για την σημαντική συμβολή του στην πραγματοποίηση αυτής της εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κ.κ Π. Λόλα και Α. Μαυρομάτη για την κριτική ανάγνωση αυτής της διατριβής και για τις χρήσιμες υποδείξεις τους για τη βελτίωσή της.

Ευχαριστώ τον κ. Α. Κορκόβελο για την πολύτιμη βοήθειά του.

Και τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και τα αδέρφια μου τόσο για την υλική όσο, κυρίως, για την πολύτιμη ηθική συμπαράστασή τους που έκαναν πραγματικότητα αυτή τη διατριβή.

A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
B. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	10
1. ΤΟ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	10
1.1 Καταγωγή του καλαμποκιού	10
1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά	10
1.3 Γενετική του καλαμποκιού	11
2. ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΓΕΝΕΤΙΚΗ	19
2.1 Παραλλακτικότητα	19
2.2 Συντελεστής κληρονομικότητας	24
2.3 Γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας	25
2.4 Μέσοι όροι	25
2.5 Εκτιμήσεις	26
2.6 Έμμεση επιλογή	27
2.7 Απόδοση	29
2.8 Η παραλλακτικότητα στην περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη των φύλλων	29
2.9 Η τιμή SPAD και η χλωροφύλλη των φύλλων	32
2.10 Πολυδημία	32
2.11 Πλάγιασμα	33
Γ. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	36
1. Γενετικό υλικό	36
2. Πειραματική διάταξη	37
3. Επεξεργασία δεδομένων	39
Δ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ	40
1. Ανάλυση διακύμανσης και παραγωγική συμπεριφορά των πληθυσμών	40
1.1 Απόδοση	41
1.2 Ποσοστό εκκοκισμού	44
1.3 Πρωιμότητα	44
1.4 Τιμή SPAD	45
1.5 Ταχύτητα φυτρώματος	49
1.6 Ύψος φυτού	51
1.7 Πολυδημία	51
1.8 Υγρασία σπόρου	52
1.9 Πλάγιασμα	53
2. Μελέτη φαινοτυπικής παραλλακτικότητας – Γενετικές παράμετροι	54
2.1 Απόδοση	54
2.2 Ποσοστό εκκοκισμού	55
2.3 Άνθηση αρσενικής ταξιανθίας	57
2.4 Άνθηση θηλυκής ταξιανθίας	57
2.5 SPAD 1 (εκτίμηση χλωροφύλλης στο βλαστικό στάδιο)	59
2.6 SPAD 2 (εκτίμηση χλωροφύλλης στο αναπαραγωγικό στάδιο)	59
2.7 SPAD 3 (εκτίμηση χλωροφύλλης στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 μέρες από την άνθηση)	62
2.8 SPAD 4 (εκτίμηση χλωροφύλλης στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 μέρες από την άνθηση)	62
2.9 Ταχύτητα φυτρώματος	65
2.10 Ύψος φυτού	65
2.12 Υγρασία σπόρου	68
3. Μελέτη συνδυακίμανσης	69

3.1. Προσομοίωση αρνητικής και θετικής επιλογής στο χαρακτηριστικό SPAD.....	71
3.2. Προσομείωση της θετικής και αρνητικής επιλογής στο χαρακτηριστικό απόδοση.....	85
Ε. ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	105
ΣΤ. ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	108
Ζ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	110
Η. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	116

A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός των προγραμμάτων γενετικής βελτίωσης των φυτών είναι η δημιουργία αγρονομικά αποδεκτών ποικιλιών, που μπορούν να αξιοποιήσουν αποτελεσματικά τους παράγοντες: γενετικό δυναμικό, περιβάλλον καλλιέργειας και την μεταξύ τους αλληλεπίδραση. Ειδικότερα, προκειμένου μια ποικιλία να έχει ευρεία αποδοχή και εμπορική επιτυχία, θα πρέπει να αποδίδει ικανοποιητικά όχι μόνο σε ευνοϊκές συνθήκες περιβάλλοντος αλλά και σε λιγότερο ευνοϊκές έως οριακές ή καταπόνησης. Η πρόκληση σε ένα πρόγραμμα γενετικής βελτίωσης φυτών είναι η δημιουργία γενετικού υλικού το οποίο με τους κατάλληλους χειρισμούς επιλογής θα αξιοποιηθεί με τη μορφή μιας ποικιλίας. Όσον αφορά τη δημιουργία υβριδίων για καλλιέργειες μεγάλης οικονομικής σημασίας, όπως το καλαμπόκι, που αποτελεί καλλιέργεια πρότυπο για τη δημιουργία υβριδίων, ένα πρόγραμμα βελτίωσης συνδυάζει τη βραχυπρόθεσμη με την μακροπρόθεσμη προοπτική του. Η βραχυπρόθεσμη αποβλέπει στην άμεση δημιουργία βιώσιμων υβριδίων ενώ η αντίστοιχη μακροπρόθεσμη στη βελτίωση του μητρικού γενετικού υλικού ως προϋπόθεση συνεχούς γενετικής προόδου από τους βελτιωτές του μέλλοντος. (Coors, 1997; Γούλας, 2000)

Ιδανική ποικιλία φυτού για κάθε αγρονομικό περιβάλλον δεν υπάρχει και δεν αναμένεται να αναπτυχθεί, επειδή οι αγρονομικές συνθήκες συνεχώς αλλάζουν, το ίδιο και οι προτεραιότητες που τίθενται. Συνεπώς, απαιτείται μια συνεχής αξιολόγηση κάθε ποικιλίας καθώς και των μεθόδων βελτίωσης ώστε να είναι αποτελεσματικές και να ανταποκρίνονται στα δεδομένα (Stoskopf, 1985)

Οι ποικιλίες της σύγχρονης ανταγωνιστικής γεωργίας είναι υψηλοαποδοτικές και χαρακτηρίζονται από ομοιομορφία και στενή γενετική βάση (Committee, 1972). Αυτό ακριβώς έδωσε την αφορμή των συντονισμένων προσπαθειών που γίνονται τα τελευταία χρόνια για τη συλλογή και τη διατήρηση των φυτογενετικών πόρων.

Οι τοπικές ποικιλίες της παραδοσιακής γεωργίας ήταν το πρώτο υλικό που αξιοποιήθηκε από τους βελτιωτές για τη δημιουργία των σύγχρονων ποικιλιών (Allard, 1960). Τέτοιες ποικιλίες αναμένεται να αποτελέσουν πηγές γενετικής παραλλακτικότητας για επιθυμητά γονίδια ανθεκτικότητας σε καταπονήσεις, προσαρμοστικότητα σε ειδικές συνθήκες αλλά και σε ποιοτικά χαρακτηριστικά. Έτσι παλιές ποικιλίες καλαμποκιού όπως η Hays Golden που δημιουργήθηκε στις ξηροθερμικές συνθήκες των αρχών της δεκαετίας του '30 αναμένεται να είναι ανθεκτική στις καταπονήσεις αυτές (Marek and Gardner, 1979)

Ισπανικοί παραδοσιακοί πληθυσμοί καλαμποκιού έχουν μεγάλη γενετική παραλλακτικότητα για ενδιαφέροντα συστατικά απόδοσης και ιδιαίτερα ως προς την πρωιμότητα και την ευρωστία στα αρχικά στάδια ανάπτυξης σε αντίξοες συνθήκες πρώιμης σποράς ενώ ταυτόχρονα είχαν καλή συνδυαστική ικανότητα με το σύγχρονο γενετικό υλικό καλαμποκιού (Malvar et al, 1996).

Οι τοπικές ποικιλίες και πληθυσμοί καλαμποκιού στην Κολομβία εξακολουθούν παρά το χαμηλό τους παραγωγικό δυναμικό, να αποτελούν ενδιαφέρουσες πηγές γενετικής παραλλακτικότητας που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για τον εμπλουτισμό της ήδη υπάρχουσας (Perez – Velasquez et al., 1995).

Οι Καρακαζάς κ. α. (1998), μελέτησαν 2 τοπικούς πληθυσμούς καλαμποκιού και ανέφεραν ότι οι είχαν χαμηλό παραγωγικό δυναμικό (περίπου το 50% των σημερινών υβριδίων), ήταν πολύδημοι (2,2 σπάδικες ανά φυτό μέσο όρο) και με μεγάλη παραλλακτικότητα (1 έως 9 σπάδικες ανά φυτό). Η διαφορά μεταξύ χρόνου ανθοφορίας και άνθησης ήταν κατά μέσο όρο 6-8 ημέρες ενώ παρατηρήθηκαν γενότυποι συγχρονισμένοι ως προς την άνθηση καθώς και πρωτόγυνοι. Η γενική εμφάνισή τους έδειξε, ότι μπορούν να αποτελέσουν ενδιαφέρουσα πηγή παραλλακτικότητας για περαιτέρω βελτιωτική εργασία.

Παρά την αναγνωρισμένη αξία του τοπικού γενετικού υλικού καλαμποκιού ένα μικρό μέρος από την υπάρχουσα παγκόσμια συλλογή γενετικού υλικού έχει συστηματικά αξιολογηθεί και χρησιμοποιηθεί σε εφαρμοσμένα προγράμματα βελτίωσης καλαμποκιού λόγω της αδυναμίας των βελτιωτών να αξιολογήσουν μεγάλο αριθμό γενοτύπων προκειμένου να επιλέξουν τον περισσότερο επιθυμητό (Goodman and Brown, 1988)

Η επιλογή της πηγής του γενετικού υλικού καθορίζει τα όρια στα οποία αναμένεται να πραγματοποιηθεί γενετική πρόοδος για το χαρακτηριστικό που αποτελεί αντικείμενο του βελτιωτικού προγράμματος. Οι πρώτες πηγές παραλλακτικότητας που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία καθαρών σειρών ήταν οι ποικιλίες ελεύθερης διασταύρωσης. Έτσι προέκυψαν οι λεγόμενες καθαρές σειρές πρώτης γενιάς. Στη συνέχεια εμφανίζονται οι καθαρές σειρές ανασυνδυασμού ή σειρές δεύτερης γενιάς που προέρχονται από F₂ (elite X elite διασταυρώσεις καθαρών σειρών) καθώς και διάφορες συνθετικές ποικιλίες που προέρχονται από εκλεκτό γενετικό υλικό (Bauman, 1981).

Μια λεπτομερή αναφορά στο γενετικό υλικό του καλαμποκιού, την προέλευση του και τη σημερινή κατάσταση, παρουσιάζεται από τον Troyer (1999) ο οποίος αναφέρει πως στα μέσα του 19^{ου} αιώνα υπήρχαν 250 ποικιλίες ελεύθερης επικονίασης ενώ στα τέλη του ίδιου αιώνα, ο αριθμός αυτός ανέβηκε στις 538, οι περισσότερες από τις οποίες χρησιμοποιήθηκαν ως γενετικό υλικό για τη δημιουργία σύγχρονων καθαρών σειρών και τελικά των υβριδίων.

Οι παραδοσιακές ποικιλίες, προϊόντα της συνεχούς αλληλεπίδρασης γενοτύπου, περιβάλλοντος και της φυσικής επιλογής, με την επιλογή του καλύτερου σπάρικα για την επόμενη χρονιά από τον ίδιο τον γεωργό, συγκέντρωσαν, με την πάροδο των χρόνων, επιθυμητά γονίδια που χρησιμοποιήθηκαν και συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται από τους βελτιωτές. Έτσι οι παραδοσιακές ποικιλίες χαρακτηρίζονται από την ποικιλομορφία και την ειδική τους προσαρμοστικότητα.

Ο Jenkins (1978) ανέφερε αυξημένη χρήση F_2 και πληθυσμών αναδιασταύρωσης από το 1948 για την ανάπτυξη καθαρής σειράς δευτέρου κύκλου, με μια ταυτόχρονη μείωση στην χρήση των ελεύθερα επικονιαζόμενων ποικιλιών. Οι συνθετικοί πληθυσμοί τώρα αποτελούν περίπου το 45% του γενετικού υλικού που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη καθαρών σειρών καλαμποκιού και οι βελτιωτές σχεδιάζουν να αυξήσουν τη χρήση τους (Hallauer, 1990)

Η ικανότητα ταυτοποίησης πληθυσμών με τη μεγαλύτερη πιθανότητα βελτιωτικής επιτυχίας, μπορεί να αυξήσει τη χρήση μη προσαρμοσμένων πληθυσμών με την συγκέντρωση πηγών επιθυμητού γενετικού υλικού (Pfaff and Kendhall, 1992).

Η αποτελεσματικότητα ενός βελτιωτικού προγράμματος εξαρτάται από το γενετικό υλικό και τη μεθοδολογία επιλογής. Επιτυχής επιλογή γενετικού υλικού έναρξης αυξάνει την προοπτική επιτυχίας του βελτιωτικού προγράμματος, ανεξάρτητα της μεθοδολογίας που εφαρμόζεται (Hallauer and Miranda, 1988). Εξωτικό υλικό ή μη προσαρμοσμένοι πληθυσμοί μπορεί να είναι μια εξαιρετική πηγή επιθυμητών αλληλομόρφων που συνήθως δεν βρίσκονται στους πληθυσμούς που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία καθαρών σειρών (Hallauer, 1978; Brown, 1983). Επιπλέον, η αξιοποίηση μη προσαρμοσμένου γενετικού υλικού θα βοηθούσε στην αύξηση της γενετικής παραλλακτικότητας μεταξύ των ευρέως καλλιεργούμενων εκλεκτών εμπορικών ποικιλιών (Stuber, 1978; Anonymous, 1972; Geadelmann, 1984; Holley and Goodman, 1988).

Η Γενετική Βελτίωση βασίζεται στην παραλλακτικότητα των φυτών. Γι αυτό και έχουν δημιουργηθεί σε παγκόσμια κλίμακα γενετικές τράπεζες για τη διασφάλιση και διατήρηση της παραλλακτικότητας (Stoskopf, 1985).

Η εκλογή του κατάλληλου γενετικού υλικού (πληθυσμός) στηρίζεται στην εκτίμηση της μέσης παραγωγικής συμπεριφοράς του και της γενετικής του παραλλακτικότητας (Gardner, 1963).

Έτσι απαραίτητες πληροφορίες που αφορούν την γενοτυπική παραλλακτικότητα, καθώς και τον τρόπο κληρονομησης ενός χαρακτηριστικού, θα πρέπει να αποκτηθούν προκειμένου να ξεκινήσει ένα πρόγραμμα βελτίωσης αφού η πρόοδος επιλογής σχετίζεται άμεσα με το μέγεθος της γενετικής παραλλακτικότητας.

Η βελτιωτική προσπάθεια έχει συνήθως, ως αντικειμενικό σκοπό την αύξηση της απόδοσης αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι αγνοούνται και τα λοιπά χαρακτηριστικά είτε αυτά είναι συστατικά απόδοσης ή άλλα που έχουν σχέση με τη φυσιολογία- φαινολογία του φυτού. Έτσι η μελέτη χαρακτηριστικών που σχετίζονται με την απόδοση και ενδεχομένως θα μπορούσαν να αποτελέσουν έμμεσα κριτήρια επιλογής (π.χ. πολυδημία, χλωροφύλλη κτλ) παρουσιάζει πάντα ενδιαφέρον.

Οι τοπικοί πληθυσμοί αναμένεται να έχουν ενδιαφέροντα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά όπως ανθεκτικότητα σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις αλλά και χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την απόδοση άμεσα ή έμμεσα. Έτσι το ενδιαφέρον για τη μελέτη των τοπικών πληθυσμών και η ενδεχόμενη αξιοποίησή τους είναι αυξημένο. Στα πλαίσια αυτά, αξίζει τον κόπο να μελετηθούν οι τοπικοί ελληνικοί πληθυσμοί προκειμένου να διερευνηθεί η πιθανή αξία τους για τη χρησιμοποίησή τους στα σύγχρονα προγράμματα βελτίωσης.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της γενετικής παραλλακτικότητας μεταξύ και εντός πέντε τοπικών παραδοσιακών πληθυσμών καλαμποκιού, σε μια προσπάθεια διερεύνησης πιθανής αξιοποίησής τους σε προγράμματα βελτίωσης.

B. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

1. ΤΟ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ

1.1 Καταγωγή του καλαμποκιού

Τόπος καταγωγής του καλαμποκιού θεωρείται η Κεντρική Αμερική και το Μεξικό (Νέος Κόσμος) όπου συναντάται σε μεγάλη ποικιλία τύπων μαζί με συγγενή είδη. Σήμερα έχει διαδοθεί σε όλο τον κόσμο και καλλιεργείται από 58°ΒΠ έως 48°ΝΠ και από την επιφάνεια της θάλασσας έως 3800m υψόμετρο και θεωρείται φυτό με μεγάλη προσαρμοστικότητα (Σφήκας 1983).

Στην Ευρώπη εισήχθη πρώτη φορά από τον Κολόμβο το 1494 και αρχικά καλλιεργήθηκε στη Σεβίλλη και στη συνέχεια προσαρμόστηκε και διαδόθηκε στη νότια Ευρώπη. Στην Ελλάδα πρωτοκαλλιεργήθηκε το 1576 στα Ιόνια νησιά και στις απέναντι κοντινές ακτές και στη συνέχεια διαδόθηκε στα Βαλκάνια (Σφακιανάκης, 1998). Καλύπτει παγκοσμίως 115εκ. στρέμματα ενώ στην Ελλάδα καλλιεργείται ετησίως σε 1,5 εκ στρέμματα.

Το καλαμπόκι καλλιεργείται κυρίως για ζωοτροφή. Ωστόσο είναι εξαιρετική πρώτη ύλη και για την παραγωγή διαφόρων χημικών που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή κιτρικού οξέως και αντιβιοτικών. Η βιομηχανία αμύλου και γλυκαντικών πρώτων υλών προτιμάει τον αραβόσιτο για πρώτη ύλη, όχι μόνο για τη χαμηλή τιμή του αλλά για την ευκολία με την οποία λαμβάνεται καλής ποιότητας άμυλο και για τη μεγάλη αξία που έχουν τα υποπροϊόντα του. Ξηρή άλεση γίνεται όταν κύριος στόχος είναι η χρήση του ενδοσπερμίου το οποίο μετατρέπεται έπειτα σε τροφή ή προωθείται στη βιομηχανία. Με την υγρή άλεση τα συστατικά από κάθε τμήμα του σπόρου χωρίζονται σε άμυλο, πρωτεΐνες, λάδι, κυτταρίνη και υδατοδιαλυτά, για διάφορες χρήσεις (τροφή, φάρμακα, καλλυντικά, βιομηχανία ποτών, καύσιμη ύλη κτλ).

1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Τα ειδικά βοτανικά χαρακτηριστικά και οι απαιτήσεις της καλλιέργειας είναι τα ακόλουθα (Σφήκας, 1983; Sprague & Dudley, 1988).

Το καλαμπόκι ανήκει στο είδος *Zea mays* L. ($2n=20$) της οικογένειας *Poaceae*. Κατατάσσεται στην υποοικογένεια *Maydeae* που περιλαμβάνει 8 γένη.

Είναι φυτό μόνικο, σταυρογονιμοποιούμενο, δικλινές με την αρσενική ταξιανθία (φόβη) στην κορυφή του φυτού και τις θηλυκές (σπάδικες) στις μασχάλες των φύλλων. Η καταβολή

της φόβης γίνεται στο τέλος της διαφοροποίησης των καταβολών των φύλλων. Μετά από 7-10 μέρες εμφανίζονται και οι καταβολές των σπαδικών.

Η άνθηση των αρσενικών ανθέων προηγείται κατά μία εβδομάδα τουλάχιστον από την άνθηση των θηλυκών, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει πως δεν υπάρχουν γενότυποι με συγχρονισμένη ανθοφορία ή ακόμα και πρωτόγυνοι. Η γύρη ωριμάζει σταδιακά σε 5-8 ημέρες οπότε τινάζεται και μεταφέρεται με τον άνεμο σε μεγάλες αποστάσεις. Στη φύση το ποσοστό σταυρογονιμοποίησης είναι συνήθως πάνω από 95%.

Κάθε φυτό παράγει συνήθως 1-3 σπάδικες, σπάνια περισσότερους που μπορούν να φτάσουν μέχρι τους 8. Μερικά φυτά μένουν άγονα (δεν παράγουν κανένα σπάδικα) πράγμα που εξαρτάται από την ποικιλία και τις καλλιεργητικές συνθήκες (πυκνότητα σποράς, εποχή σποράς κτλ).

Η μεγάλη ποικιλία βιοτύπων βοηθά το καλαμπόκι να προσαρμόζεται σε ευρύτατα όρια κλιματικών και εδαφικών συνθηκών. Είναι τυπικό φυτό φωτοσυνθετικού μηχανισμού C₄, δηλαδή εξαιρετικά αποδοτικό φυτό σε συνθήκες υψηλών εντάσεων φωτισμού και σε υψηλότερες θερμοκρασίες (30-40°C). Φωτοσυνθέτει περισσότερο στη νεαρή ηλικία των φύλλων (περίοδο έντονης αύξησης) όταν υπάρχει επάρκεια αζώτου και υγρασίας. Τέλος στο καλαμπόκι απουσιάζει η φωτοαναπνοή και έτσι οι απώλειες οφείλονται κυρίως στην αναπνοή της νύκτας όταν οι θερμοκρασίες είναι υψηλές.

Όσον αφορά τις καιρικές αντιξοότητες, αυτές που έχουν σοβαρότερες επιπτώσεις στην απόδοση του φυτού είναι η ξηρασία, το χαλάζι και ο άνεμος. Ειδικά ο άνεμος προκαλεί μηχανικές ζημιές (πλάγιασμα, σπάσιμο στελέχους) και επιτείνει τα συμπτώματα της ξηρασίας. Ξηρασία ειδικά την περίοδο της ανθοφορίας μπορεί ακόμα και να μηδενίσει την απόδοση σε καρπό. Παρόμοιες επιπτώσεις μπορεί να έχει το χαλάζι εξαιτίας των μηχανικών ζημιών που μπορεί να προκαλέσει.

Το καλαμπόκι είναι φυτό πολύ απαιτητικό σε θρεπτικά στοιχεία. Έχει μεγάλες ανάγκες σε N, P, K, Ca, Mg.

1.3 Γενετική του καλαμποκιού

Το καλαμπόκι αποτελεί φυτό πρότυπο για μελέτες Ποσοτικής Γενετικής και εφαρμογές μεθοδολογίας Βελτίωσης. Οι βελτιωτές αξιοποίησαν το φαινόμενο της ετέρωσης και δημιούργησαν υβρίδια με υψηλές αποδόσεις. Το χαρακτηριστικό εκείνο του καλαμποκιού που το καθιστά φυτό πρότυπο ως γενετικό υλικό, είναι το γεγονός ότι είναι σταυρογονιμοποιούμενο αλλά ωςμόνικο φυτό και δικλινές παρέχει την ευχέρεια τόσο

σταυρογονιμοποίησεως όσο και αυτογονιμοποίησεως καθώς και του κατευθυνόμενου υβριδισμού (Γούλας, 1994). Η αρσενική ταξιανθία που βρίσκεται στην κορυφή του φυτού, εύκολα διαχωρίζεται από τη θηλυκή ταξιανθία (σπάδικας), έτσι ώστε να μπορούν εύκολα να χειριστούν, να μετακινηθούν ή να σκεπαστούν με σακούλες. Τέλος ο σπάδικας που συγκομίζεται μπορεί εύκολα να χαρακτηριστεί και να αξιολογηθεί για απογονικό έλεγχο (Sprague & Dudley, 1988).

Μέχρι τώρα έχουν αναγνωριστεί αρκετές χιλιάδες διαφορετικών γονιδίων και έχουν σχηματιστεί οι χάρτες γενετικής σύνδεσης με αξιοποίηση μορφολογικών, ενζυματικών και μοριακών δεικτών, οι οποίοι δείχνουν τις σχετικές θέσεις των διαφόρων γονιδίων πάνω στα χρωμοσώματα του καλαμποκιού (Σφήκας 1983).

Υπάρχει μεγάλη γενετική παραλλακτικότητα εντός και μεταξύ των διάφορων ποικιλιών και φυλών του καλαμποκιού στον κόσμο και φυσικά μεταξύ καθαρών σειρών που εκτιμάται ότι ξεπερνούν το εκατομμύριο. Αν και ένα μόνο μέρος αυτής της παραλλακτικότητας έχει μελετηθεί συστηματικά, έχουν ταυτοποιηθεί παράγοντες που καθορίζουν διάφορα χαρακτηριστικά ή λειτουργίες σε κάθε τμήμα και ιστό του φυτού (Sprague & Dudley, 1988).

Η πρώτη μορφή ποικιλίας του καλλιεργούμενου καλαμποκιού ήταν οι ελεύθερα επικονιαζόμενες ποικιλίες ως αποτέλεσμα διασταυρώσεων διάφορων βιοτύπων όπου η επιλογή και η βελτίωση για το χαρακτηριστικό απόδοση γινόταν από τους ίδιους του καλλιεργητές. Ο Troyer (1999) περιγράφει λεπτομερώς την ιστορία της δημιουργίας του σύγχρονου γενετικού υλικού του καλαμποκιού όπως αυτό διαμορφώθηκε στις ΗΠΑ. Αναφέρει πως στα μέσα του 19^{ου} αιώνα υπήρχαν 250 ποικιλίες ελεύθερης επικονίασης ενώ στα τέλη του ίδιου αιώνα, ο αριθμός αυτός ανέβηκε στις 538, οι περισσότερες από τις οποίες χρησιμοποιήθηκαν ως γενετικό υλικό για τη δημιουργία σύγχρονων καθαρών σειρών και τελικά των υβριδίων.

Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα και κυρίως κατά τη δεκαετία του '30 εισήχθησαν τα πρώτα διπλά υβρίδια καλαμποκιού που έδωσαν και την πρώτη μεγάλη αύξηση της απόδοσης. Στη συνέχεια, στη δεκαετία του 60, εμφανίστηκαν τα απλά υβρίδια που αντικατέστησαν τα διπλά και έδωσαν τη δεύτερη μεγάλη ώθηση στην αύξηση της απόδοσης.

1.3.1 Ποικιλίες

Η επικρατέστερη μορφή ποικιλιών από τη δεκαετία του 70 μέχρι και σήμερα είναι τα απλά υβρίδια. Αυτά αποτελούν την F1 γενιά που προέρχεται από τη διασταύρωση δύο γονέων που κατά κανόνα είναι καθαρές σειρές χωρίς όμως να αποκλείονται και άλλοι γαμετικοί συνδυασμοί. Κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί τα διπλά υβρίδια (υβρίδια τεσσάρων καθαρών σειρών) και τα τριπλά (τριών καθαρών σειρών). Τα απλά υβρίδια έχουν τη μέγιστη

ωφέλιμη ετέρωση, παρουσιάζουν πρακτικά πλήρη φαινοτυπική ή γενετική ομοιομορφία και επιτυγχάνουν τις μεγαλύτερες αποδόσεις. Μια άλλη μορφή των απλών υβριδίων είναι και τα τροποποιημένα απλά, όπου ο θηλυκός γονέας είναι μείγμα αδελφών ή συγγενών σειρών (Γούλας, 1993).

Ο Hallauer (1990) αναφέρει ότι η τυπική γενεαλογική μεθοδολογία δημιουργίας καθαρών σειρών καλαμποκιού και κατ' επέκταση υβριδίων προϋποθέτει την ύπαρξη μιας πηγής γενετικού υλικού. Τέτοια πηγή μπορεί να είναι ένας πληθυσμός ευρείας γενετικής βάσεως ή εκλεκτό (elite) γενετικό υλικό (F_2 από διασταύρωση καθαρών σειρών) ή συνθετικοί πληθυσμοί από επιτυχημένα εμπορικά υβρίδια. Ο Coors (1999) αναφέρει ότι ο πληθυσμός αποτελεί την πλέον ενδεδειγμένη πηγή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο στη θεωρητική προσέγγιση αλλά και στη μακροπρόθεσμη προοπτική. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και εκλεκτό γενετικό υλικό προκειμένου να δημιουργηθούν νέες σειρές ανασυνδυασμού, μέθοδος που εφαρμόζεται κατά κύριο λόγο από σποροπαραγωγικές εταιρίες.

Τα υβρίδια υπερτερούν ως προς το χαρακτηριστικό της απόδοσης σε σχέση με τον μέσο όρο των δύο γονέων (μέση ετέρωση) ή υπερτερούν και από τον καλύτερο γονέα (ωφέλιμη ετέρωση). Στα σύγχρονα εμπορικά υβρίδια του καλαμποκιού, η ετέρωση εκφράζεται συνήθως σε ποσοστό 300% (απόδοση δηλαδή τριπλάσια από τον καλύτερο γονέα) (Goulas & Lonquist, 1975; Hallauer, 1990; Goulas et al, 1997).

Οι πρώτες βελτιωτικές προσπάθειες είχαν ως στόχο τη δημιουργία ελεύθερα επικονιαζόμενων πληθυσμών, που προήλθαν από τη διασταύρωση αυτόχθονων πληθυσμών και επιλογή των καλύτερων φυτών. Έτσι δημιουργήθηκαν οι γνωστοί τύποι καλαμποκιού dent, flint κτλ. Στη συνέχεια, και με κατάλληλη βελτιωτική μεθοδολογία, όπως κυρίως η μαζική επιλογή ή σπάδικας στη γραμμή, αναπτύχθηκαν ποικιλίες πιο ανεκτικές σε διάφορες συνθήκες. Μερικές ποικιλίες υιοθετήθηκαν γρήγορα και καλλιεργήθηκαν ευρέως. Όλες όμως αυτές οι ποικιλίες αξιοποιήθηκαν κυρίως ως γονείς καθαρών σειρών. Η διασταύρωση μεταξύ ποικιλιών ελεύθερης επικονίασης και η μαζική επιλογή διατήρησαν το παραγωγικό δυναμικό στα 180kg/στα έως τη δεκαετία του '30 περίπου. Ο Troyer (1999) αναφέρει ότι μετά τη δεκαετία αυτή, εκτός από τη μαζική επιλογή και τη μέθοδο «σπάδικας στη γραμμή», υιοθετήθηκε και μια άλλη βελτιωτική μεθοδολογία που ήταν εκείνη της δημιουργίας καθαρών σειρών και αξιοποίησή τους στη δημιουργία των υβριδίων. Αυτή συνετέλεσε στην αύξηση της απόδοσης σταδιακά, από 180 σε 300kg/στρ μέχρι τη δεκαετία του 1960.

Η βελτίωση των πληθυσμών οδήγησε στη δημιουργία καθαρών σειρών που αξιοποιήθηκαν στη δημιουργία υβριδίων, τριπλών στην αρχή και απλών σήμερα. Έτσι έγινε το μεγάλο άλμα

στις αποδόσεις του καλαμποκιού που έφτασαν τα 674kg/στρ στις ΗΠΑ και τα 914kg/στρ το 2002 στην Ελλάδα (www.FAO.org).

Η αύξηση των στρεμματικών αποδόσεων του καλαμποκιού κατά τα τελευταία χρόνια ήταν ως ποσοστό, μεγαλύτερη από την αύξηση σε οποιαδήποτε άλλη καλλιέργεια. Από πειραματικά δεδομένα σε άλλες χώρες, έχει υπολογισθεί ότι πάνω από το 60% της αύξησης αυτής οφείλεται στα καινούρια υβρίδια. Στη χώρα μας μέχρι το 1950 καλλιεργούνταν εγχώριοι πληθυσμοί και οι αποδόσεις ήταν της τάξεως των 150-200kg/στρ. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 50 άρχισε το Ινστιτούτο Σιτηρών το πρόγραμμα Βελτίωσης του καλαμποκιού. Δημιούργησαν τα πρώτα διπλά υβρίδια όπως το ΙΣ-228 και το ΙΣ-848 που αντικατέστησαν σιγά-σιγά τους πληθυσμούς. Έτσι οι στρεμματικές αποδόσεις στις αρχές της δεκαετίας του '70 είχαν φτάσει τα 400kg/στρ περίπου. Η εισαγωγή των απλών υβριδίων στη χώρα μας, κατά τα τέλη της δεκαετίας του 70, αύξησε θεαματικά τις αποδόσεις ενώ και η εξάπλωσή τους ήταν ταχύτατη. Αποτέλεσμα της έκρηξης αυτής ήταν και σε συνδυασμό και με την επέκταση της καλλιέργειάς του καλαμποκιού, η αύξηση της εγχώριας παραγωγής από 0,5 σε 2 εκατομμύρια τόνους. Έτσι από τα μέσα της δεκαετίας του '80 η Ελλάδα έγινε αυτόρκτη σε καλαμπόκι, κάτι που φαινόταν ακατόρθωτο λίγα χρόνια πριν, ενώ οι στρεμματικές αποδόσεις να κυμαίνονται σε πολύ υψηλά επίπεδα (>800kg/στρ) με βάση τα παγκόσμια δεδομένα (Σφακιανάκης 1998).

Ιδανικός τύπος καλαμποκιού σήμερα, θεωρείται εκείνος που διαθέτει ένα κοντό και γερό στέλεχος ώστε να είναι ανθεκτικό στο πλάγιασμα, ορθόφυλλη βλάστηση ώστε να αξιοποιεί όσο το δυνατόν καλύτερα την διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία και τάση πολυδημίας ώστε να αποφεύγεται η ύπαρξη άγονα φυτών στους πυκνούς πληθυσμούς και να είναι ανεκτικά στην καταπόνηση της αυξημένης πυκνότητας σποράς. Επιπλέον η υψηλή φωτοσυνθετική ικανότητα καθώς και η διατήρηση του πράσινου χρώματος των φύλλων μετά την φυσιολογική ωρίμανση (stay green) παράλληλα με ταυτόχρονη απώλεια υγρασίας του σπόρου (με τάση προς το 15,5%) συμβάλλουν στην μεγιστοποίηση της απόδοσης (Γούλας 1993)

Όλα τα παραπάνω βέβαια, θα πρέπει να προσαρμοσθούν και στις σύγχρονες τάσεις που είναι η γεωργία μειωμένων εισροών. Έτσι επιδιώκεται η διατήρηση του παραγωγικού δυναμικού της καλλιέργειας με την επιλογή γενοτύπων με μικρότερες απαιτήσεις σε Ν ή με δυνατότητα καλύτερης αξιοποίησής του. Επίσης εξακολουθούν να είναι επιθυμητά ορισμένα χαρακτηριστικά όπως η ανθεκτικότητα σε ασθένειες, η ανεκτικότητα σε χαμηλές θερμοκρασίες σποράς και πρώτης ανάπτυξης και η αύξηση του παραγωγικού δυναμικού σε υβρίδια μικρού βιολογικού κύκλου. Τέλος και αυτή η καλλιέργεια θα πρέπει να προσαρμοστεί στα πλαίσια του δυνατού, στη σύγχρονες τάσεις της γεωργίας για μειωμένες εισροές σε νερό και ενέργεια (Γούλας, 1993).

1.3.2 Δημιουργία καθαρών σειρών και υβριδίων

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η τυπική γενεαλογική μεθοδολογία δημιουργίας καθαρών σειρών καλαμποκιού (Hallauer, 1990; Γούλας, 2000) προϋποθέτει μια αρχική πηγή γενετικού υλικού που μπορεί να είναι ένας πληθυσμός ευρείας γενετικής βάσεως ή καθιερωμένο εκλεκτό γενετικό υλικό όπως καθαρές σειρές ή εμπορικά υβρίδια. Σύμφωνα με τη θεωρητική προσέγγιση και την μακροπρόθεσμη προοπτική, την πλέον ενδεδειγμένη πηγή γενετικού υλικού αποτελεί ο πληθυσμός. Όμως αυτό που κατά κανόνα εφαρμόζουν οι εταιρείες, είναι η χρήση του εκλεκτού γενετικού υλικού προκειμένου να δημιουργηθούν οι νέες σειρές ανασυνδυασμού (Coors, 1999).

Μία καθαρή σειρά θα πρέπει να είναι εύρωστη, δηλαδή με την μικρότερη δυνατή ομομεικτική εξασθένιση, υψηλού παραγωγικού δυναμικού *per se* και καλή συνδυαστική συμπεριφορά δηλαδή υψηλή ετερωτική συμπεριφορά στους υβριδικούς συνδυασμούς.

Μία καθαρή σειρά προκύπτει μετά από έξι συνεχείς γενεές αυτογονιμοποίησης του S_0 αρχικού επιλεγμένου φυτού ($S_0 \rightarrow S_6$). Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να δημιουργηθεί πρακτικά άπειρος αριθμός καθαρών σειρών μετά από επιλογή εντός πληθυσμού. Όμως, μεταξύ αυτών, μόνο λίγες ή ακόμη και ελάχιστες τελικά θα αξιοποιηθούν για τη δημιουργία πετυχημένων εμπορικά υβριδίων.

Η αποτελεσματικότητα της δημιουργίας καθαρών σειρών εξαρτάται από τον ακριβή προσδιορισμό της βελτιωτικής αξίας των επιλεγόμενων S_0 γενοτύπων και την ικανότητα πρόβλεψης της παραγωγικής συμπεριφοράς ως S_n καθαρών σειρών. Η παραγωγική συμπεριφορά μιας S_n καθαρής σειράς αναφέρεται τόσο σε υβριδικούς συνδυασμούς (*test cross*) όσο και στο παραγωγικό δυναμικό *per se*. Η διαδικασία αξιολόγησης μπορεί να αρχίσει στις πρώτες γενεές ομομειξίας S_1 ή S_2 (*early testing*) ή να αναβληθεί για τα τελευταία στάδια S_5 ενώ φαίνεται συνηθέστερο να γίνεται στην τρίτη γενιά ομομειξίας S_3 . Φαίνεται όμως πως καθοριστική για την επιτυχή και αποτελεσματική δημιουργία καθαρών σειρών είναι η αξιολόγηση και επιλογή στα πολύ αρχικά στάδια ακόμη και στην S_0 , με βάση πραγματικά δεδομένα και αντίστοιχα προσομοίωσης (Goulas et al., 2000; Bernardo, 1992; Obaidi, 1998).

Ο Γούλας (2000) αναφέρει πως για την αποτελεσματική επιλογή υποσχόμενων γενοτύπων στα πρώτα στάδια ομομειξίας, ο συνδυασμός δύο ή περισσότερων κριτηρίων όπως η συμπεριφορά *per se*, η ομομεικτική εξασθένιση, η ομομεικτική ρώμη και ετέρωση, φαίνεται να είναι ο πιο αποτελεσματικός. Όμως τελικά η αξία πρόβλεψης κρίνεται με βάση τη παραγωγική συμπεριφορά στους υβριδικούς συνδυασμούς στα τελευταία στάδια ομομειξίας και στο εύρος των αγρονομικών συνθηκών που περιλαμβάνουν συνθήκες ευνοϊκές και καταπόνησης (Coors, 1999).

Η μεθοδολογία δημιουργίας υποσχόμενων καθαρών σειρών και υβριδίων αναμένεται να γίνει πιο αποτελεσματική με την αξιοποίηση των μοριακών δεικτών, που μπορούν να προσδιορίσουν τόσο την ενσωμάτωση όσο και την απομάκρυνση επιθυμητού γονιδίου ή ανεπιθύμητου μέρους του γενώματος αντίστοιχα (Reyes and Valdes, 2000). Επίσης η δημιουργία καθαρών σειρών με τη μεθοδολογία της απλο-διαπλοειδίας που είναι πολύ πιο σύντομη σε σχέση με την κλασική ομομεικτική, αναμένεται να συνεισφέρει και αυτή στη δημιουργία επιθυμητών καθαρών σειρών χαμηλού κόστους (Gallais, 1990; Buchez & Gallais, 2000) καθώς επίσης και την ενσωμάτωση των QTLs στην διαδικασία που αναφέρεται ως genotype building σε περιορισμένο αριθμό ώστε να μην διαταραχθεί η ισορροπία του γενώματος (Gallais et al, 2000).

1.3.3 Βελτίωση πληθυσμών.

Οι πληθυσμοί, όπως αναφέρθηκε, αποτελούν τις ενδεδειγμένες πηγές γενετικού υλικού για τη δημιουργία καθαρών σειρών και στη συνέχεια υβριδίων. Η αξιοποίησή τους γίνεται με κριτήρια την μέση συμπεριφορά και τη διακύμανση για τα ποσοτικά χαρακτηριστικά, σε συνδυασμό με τη συχνότητα των γονιδίων για τα αντίστοιχα ποιοτικά. Οι πληθυσμοί προσφέρονται για άμεση αξιοποίηση αλλά και για τη δυνατότητα εμπλουτισμού του γενετικού υλικού τόσο με την εισαγωγή μη προσαρμοσμένου γενετικού υλικού όσο και ξένου όπως τα γονίδια από άλλα επίπεδα ζωής που ήδη αξιοποιούνται.

Η βελτίωση των πληθυσμών γίνεται συνήθως με τη μέθοδο της κυκλικής επαναλαμβανόμενης επιλογής που αποβλέπει στην αύξηση της συχνότητας των επιθυμητών αλληλομόρφων και στη συγκέντρωσή τους σε επιθυμητούς γενότυπους, διαδικασία απαραίτητη για την καλύτερη αξιοποίησή τους. Οι προϋποθέσεις για αποτελεσματική βελτίωση ενός πληθυσμού είναι ο ακριβέστερος δυνατός προσδιορισμός της βελτιωτικής αξίας των So γενοτύπων, η αποτελεσματική επιλογή των επιθυμητών και ο ανασυνδυασμός τους. Αποτελεσματική επιλογή είναι εκείνη που συνδυάζει όλες ή τις περισσότερες και πλέον ενδιαφέρουσες γονιδιακές δράσεις. Επί πλέον όμως, λαμβάνεται υπόψιν η διάρκεια του κύκλου επιλογής, ο αριθμός των αξιολογούμενων γενοτύπων και η οικονομικότητα. Ειδικά η οικονομικότητα εκφράζεται ως κόστος ανά πειραματική μονάδα αξιολόγησης σε συνδυασμό με τη γενετική πρόοδο αλλά και την αποτελεσματικότητα της μεθόδου να επιλέγει τους υποσχόμενους γενότυπους που τελικά θα αξιοποιηθούν ως καθαρές σειρές για τη δημιουργία υβριδίων (Γούλας 2000).

1.3.3.1. Ενδοπληθυσμιακά σχήματα βελτίωσης.

Τα ενδοπληθυσμιακά σχήματα βελτίωσης αποβλέπουν στη βελτίωση του πληθυσμού κυρίως *per se* αλλά και της συνδυαστικής του ικανότητας. Πρόκειται για σχήματα που βασίζονται στην απλή φαινοτυπική αξιολόγηση ή στην αξιολόγηση απογόνων. Για την αξιολόγηση με βάση την συμπεριφορά ενός τύπου απογόνων χρησιμοποιούνται ετεροθαλλικές (HS) ή ομοθαλλικές οικογένειες (FS), ομομεικτικές πρώτης ή δεύτερης γενιάς (S_1 ή S_2) αλλά και απόγονοι από διασταυρώσεις δοκιμής (TC) ή διπλοαπλοειδείς σειρές (Hallauer & Miranda, 1988; Buchez & Gallais, 2000). Ο Coors (1999) αναφέρει επίσης, τη μαζική επιλογή και την τροποποιημένη μέθοδο σπάδικας στη γραμμή. Στην περίπτωση της συνδυασμένης αξιολόγησης δύο ή τριών τύπων απογόνων έχουν χρησιμοποιηθεί τρεις τύποι οικογενειών : ομομεικτικές πρώτης γενιάς (S_1), ετεροθαλλικές (HS) και διασταύρωσης δοκιμής (TC) σε συνδυασμούς ανά δύο ή τρεις (Goulas and Lonquist, 1976; Coors, 1988; Goulas 1997; Gallais, 1996; Goulas, 2000).

Η αποτελεσματικότητα της κάθε μεθόδου επιλογής έχει μελετηθεί και έχει δώσει αντιφατικά αποτελέσματα.

Το γενικό πρόβλημα των ενδοπληθυσμιακών σχημάτων είναι ότι προβλέπουν την αξιολόγηση των απογόνων μόνο σε ένα περιβάλλον και έτσι δεν ελέγχεται η αλληλεπίδραση GxE (Coors, 1999). Επι πλέον, κάθε ένα από τα σχήματα με συνδυασμένη αξιολόγηση δύο ή τριών τύπων απογόνων που βασίζεται σε αξιολόγηση ενός τύπου απογόνων αξιοποιεί συγκεκριμένες κάθε φορά γονιδιακές δράσεις. Αντιθέτως τα αντίστοιχα σχήματα αξιοποιούν όλες τις γονιδιακές δράσεις ενώ προσφέρουν και τη δυνατότητα αξιολόγησης των So γενοτύπων σε περισσότερα από ένα περιβάλλοντα (ευνοϊκά και καταπόνησης). Επιπλέον προσφέρονται για την μελέτη της ενδοπληθυσμιακής παραλλακτικότητας ως προς την ομομεικτική εξασθένηση και την ετερωτική ευρωστία και δίνουν τη δυνατότητα για αποτελεσματική επιλογή των So γενοτύπων με βάση τόσο τη συνδυασμένη αξιολόγηση όσο και την αντίστοιχη με ένα μόνο τύπο οικογένειας. Επίσης αξιοποιούν την δυνατότητα επιλογής υποσχόμενων So γενοτύπων για δημιουργία καθαρών σειρών με βάση την αξιολόγηση στην αρχή της ομομεικτικής διαδικασίας και συνδυασμό κριτηρίων επιλογής (Goulas, 2000).

1.3.3.2. Διαπληθυσμιακά σχήματα βελτίωσης.

Τα διαπληθυσμιακά σχήματα βελτίωσης αποβλέπουν στην βελτίωση της συνδυαστικής ικανότητας μεταξύ δύο πληθυσμών ώστε να αποτελέσουν πηγές δημιουργίας καθαρών σειρών που θα αξιοποιηθούν άμεσα και αποτελεσματικά σε υβριδικούς συνδυασμούς. Πρόκειται για τη μέθοδο που είναι γνωστή ως αμοιβαία κυκλική επαναλαμβανόμενη επιλογή με αξιολόγηση

ομοθαλλικών (FS) ή ετεροθαλλικών (HS) αλλά και τη συνδυασμένη αξιολόγηση S₂ και FS οικογενειών (Hallauer & Miranda, 1998; Moreno-Gonzales & Hallauer, 1992). Η προηγούμενη διαδικασία δεν αποκλείει και την ταυτόχρονη ενδοπληθυσμιακή βελτίωση καθενός πληθυσμού χωριστά (Xie and Xu, 1998; Moreau et al, 2000).

2. ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΓΕΝΕΤΙΚΗ

Η παραλλακτικότητα που προκαλείται από τα πολυγονίδια και τις ενδοαλληλικές αλληλεπιδράσεις τους που σχετίζονται με ποσοτικά χαρακτηριστικά, είναι συνεχής στη φύση και για τον λόγο αυτό μπορεί να αναλυθεί μόνο με πολύπλοκες στατιστικές μεθόδους. Οι διαφορές μεταξύ ατόμων είναι συνήθως ποσοτικές κυρίως παρά ποιοτικές και τα ποσοτικά χαρακτηριστικά επηρεάζονται πολύ από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η μελέτη ποσοτικών χαρακτηριστικών επιτυγχάνεται μέσω εκτίμησης των γενετικών παραμέτρων και των γενετικών επιδράσεων σε πληθυσμούς. Η δράση γονιδίων μπορεί να περιγραφεί ως προσθετική, κυριαρχική και επιστατική και οι αλληλεπιδράσεις τους με περιβαλλοντικούς παράγοντες. Στις καλλιέργειες, τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά, όπως η απόδοση, είναι ποσοτικά κληρονομήσιμα και γι' αυτό η Ποσοτική Γενετική παίζει σημαντικό ρόλο στη βελτίωση τέτοιων χαρακτηριστικών.

Τα ποσοτικά χαρακτηριστικά ελέγχονται από πολλά γονίδια σε αντίθεση με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που ελέγχονται από ένα ή δύο γονίδια και είναι πολύπλοκο να μελετηθούν επειδή :

- α) η έκφρασή τους τροποποιείται από περιβαλλοντικούς παράγοντες και παράγοντες διαχείρισης
- β) ένα ποσοτικό χαρακτηριστικό επηρεάζεται από διαφορετικά γονίδια με ποικίλες επιδράσεις
- γ) η έκφραση ενός συγκεκριμένου γονιδίου συχνά επηρεάζεται από την έκφραση άλλων γονιδίων
- δ) ο άριστος γενότυπος για ένα δεδομένο περιβάλλον/ σύστημα διαχείρισης μπορεί να απαιτεί συνεισφορές γονιδίων από ποικίλες πηγές
- ε) ο άριστος γενότυπος για κάθε περιβάλλον/ σύστημα διαχείρισης είναι πιθανό να είναι διαφορετικός από εκείνο για άλλο σύστημα

(Hallauer, 1985)

2.1 Παραλλακτικότητα

Η παραλλακτικότητα είναι βασικό χαρακτηριστικό της βιολογικής ζωής. Στη φύση δεν υπάρχουν δύο ζωντα πράγματα όμοια μεταξύ τους και το γεγονός ότι βλέπουμε ορισμένα ως όμοια οφείλεται στην αδυναμία μας να αναγνωρίσουμε τις διαφορές μεταξύ τους (Γούλας, 1993)

Η μειωτική διαίρεση, η φυλετική αναπαραγωγή και οι μεταλλάξεις του γενετικού υλικού είναι οι γνωστοί μηχανισμοί δημιουργίας παραλλακτικότητας. (Γούλας, 1993)

Η γνώση της παραλλακτικότητας ως προς την προέλευση (γενετική, περιβάλλοντος) και το μέτρο της (διακύμανση) είναι απαραίτητα στοιχεία προκειμένου να χειρισθεί ο βελτιωτής τη διαθέσιμη παραλλακτικότητα με σκοπό τη Βελτίωση των Φυτών (Γούλας, 1993)

Η μελέτη της συνολικής φαινοτυπικής παραλλακτικότητας που προκύπτει από τη συνδυασμένη δράση γενετικών και περιβαλλοντικών δυνάμεων είναι πολύ σημαντική για το βελτιωτή στο να παίρνει αποφάσεις για την χρήση των πηγών και την αναμενόμενη αντίδραση στην επιλογή. Οι βελτιωτές φυτών παρατηρούν και εκτιμούν φαινοτύπους που είναι η έκφραση των γενοτύπων σε ένα συγκεκριμένο set περιβαλλόντων. Το περιβάλλον είναι μια πολύ σημαντική παράμετρος στη βελτίωση του καλαμποκιού επειδή είναι συχνά πέρα από τον έλεγχο του βελτιωτή. Σε κάποιες περιπτώσεις κάποιοι από τους μακροπεριβαλλοντικούς παράγοντες μπορούν να ελεγχθούν (π.χ. συμπληρωματική υγρασία με άρδευση, εφαρμογή λιπασμάτων, παρασιτοκτόνα και μέθοδοι καλλιέργειας). Για κάποιους από αυτούς έχουμε πληροφορίες (πχ είδη εδαφών, προηγούμενα καλλιεργητικά σχέδια και μακροπρόθεσμα καιρικά αρχεία), κάποιοι άλλοι δεν ελέγχονται εξαιτίας της αβεβαιότητας του καιρού (πχ νεφοκάλυψη, εμφάνιση δυνατών βροχών και υψηλών θερμοκρασιών και σε τροπικές περιοχές η διάρκεια των ημερών που είναι ελεύθερες από παγετούς) καθώς και επιδρομές από έντομα και ασθένειες που επίσης επηρεάζονται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Έτσι η έκφραση ενός φαινοτύπου περιλαμβάνει όχι μόνο τη γενοτυπική επίδραση αλλά και τις επιδράσεις ενός αριθμού περιβαλλοντικών παραγόντων που είναι προβλέψιμοι και μη. Επιπρόσθετα, μικροπεριβαλλοντικοί παράγοντες είναι συχνά πιο «σκοτεινοί» από τους μακροπεριβαλλοντικούς. Αυτές οι ποικιλότητες συμβαίνουν εξαιτίας των μικρών παραλλαγών στις μεταχειρίσεις που εφαρμόζονται στην πειραματική περιοχή, ανομοιότητα στη κατανομή της υγρασίας και καλλιεργητικές φροντίδες που επηρεάζουν το φυτό. Επειδή ο φαινότυπος είναι μια συνδυασμένη έκφραση της γενοτυπικής και περιβαλλοντικής επίδρασης, το κύριο ενδιαφέρον είναι να καθορίσουμε ποια αναλογία της φαινοτυπικής έκφρασης οφείλεται στις γενοτυπικές και περιβαλλοντικές επιδράσεις. (Hallauer, 1981)

Όπως έδωσε έμφαση ο Cockerham (1956a), η γενοτυπική επίδραση ενός συγκεκριμένου γενότυπου εκφράζεται ως η διαφορά μεταξύ αυτού και του μέσου όρου όλων των φαινοτύπων του πληθυσμού. Η γενοτυπική επίδραση καθορίζεται μόνο σε σύγκριση με άλλους γενοτύπους στα ίδια περιβάλλοντα. Αν οι γενότυποι ποικίλλουν στην έκφραση από το ένα περιβάλλον στο άλλο, οι σχετικές συγκρίσεις μεταξύ των γενοτύπων μπορούν είτε να παραμείνουν ίδιες είτε να αλλάξουν σε σχετικό μέγεθος. Επειδή οι συγκρίσεις μεταξύ των γενοτύπων μπορούν να αλλάξουν, και αποδεικνύεται πως το κάνουν συχνά, γίνεται απαραίτητο να αξιολογούνται οι γενότυποι σε διαφορετικά περιβάλλοντα για τον καθορισμό της γενικής τους συμπεριφοράς.

Οι αλλαγές σε κατάταξη, σε βαθμό και σε σχετικές αξίες μεταξύ των γενοτύπων σε διάφορα περιβάλλοντα καλείται αλληλεπίδραση γενοτύπου-περιβάλλοντος και εξαρτάται κυρίως από μακροπεριβαλλοντικούς παράγοντες. Κατάλληλα σχεδιασμένα πειράματα που επαναλαμβάνονται στα διάφορα περιβάλλοντα επιτρέπουν την εκτίμηση της παραλλακτικότητας που οφείλεται σε περιβαλλοντικές επιδράσεις και καθορίζει τη σχετική σημασία του για τους συγκεκριμένους γενοτύπους, που αξιολογούνται για το συγκεκριμένο σύνολο περιβαλλόντων. Κατάλληλα πειραματικά σχέδια και διαδικασίες τυχαιοποίησης έχουν την τάση να ελαχιστοποιούν τις συσχετίσεις γενοτύπων και περιβαλλόντων και το πρόσθετο μοντέλο επιτρέπει εκτίμηση των συστατικών της παραλλακτικότητας.

2.1.1 Φαινοτυπική παραλλακτικότητα

Η συνολική παραλλακτικότητα (V_T ή V_P) και το μέτρο της, η συνολική διακύμανση (σ^2_P ή σ^2_T), είναι εκείνη που εκτιμάται και εκφράζει τις συνολικές φαινοτυπικές διαφορές μεταξύ των ατόμων-φυτών. Τα συστατικά αυτής είναι τρία: η γενετική παραλλακτικότητα-διακύμανση (V_G , σ^2_G), η παραλλακτικότητα-διακύμανση περιβάλλοντος (V_E , σ^2_E) και εκείνη που προέρχεται από την αλληλεπίδραση γενοτύπου και περιβάλλοντος ($V_{G \times E}$, $\sigma^2_{G \times E}$)

Ο βελτιωτής μετράει κάθε φορά συνολική φαινοτυπική παραλλακτικότητα και προσπαθεί να εκτιμήσει τη γενετική διακύμανση ελέγχοντας τα άλλα δύο συστατικά (σ^2_E και $\sigma^2_{G \times E}$) και αυτή προσπαθεί να χειρισθεί προκειμένου να επιτύχει τον επιδιωκόμενο σκοπό.

2.1.2 Γενετική παραλλακτικότητα - διακύμανση

Η γενετική παραλλακτικότητα-διακύμανση είναι το αποτέλεσμα της δράσεως των γονιδίων. Τρία είναι τα συστατικά της: η αθροιστική (V_A ή σ^2_A) που οφείλεται στην αθροιστική δράση των γονιδίων (αλληλόμορφων και μη), η κυριαρχική (V_D ή σ^2_D) που οφείλεται στην αλληλεπίδραση των αλληλομόρφων στην ίδια γονιδιακή θέση και η επιστατική (V_I ή σ^2_I) που οφείλεται στην αλληλεπίδραση μεταξύ μη αλληλομόρφων (διαφορετικές γονιδιακές θέσεις)

Ο Fisher (1918) πρώτος έδειξε ότι η κληρονομήσιμη παραλλακτικότητα σε ένα τυχαία διασταυρώμενο πληθυσμό μπορεί να διαχωριστεί σε τρία τμήματα: α) ένα αθροιστικό τμήμα με μέση επίδραση γονιδίων, β) ένα κυριαρχικό τμήμα εξαιτίας αλληλικών αλληλεπιδράσεων και γ) ένα τμήμα που οφείλεται σε μη αλληλικές αλληλεπιδράσεις ή επιστατικές επιδράσεις. Μία γενική θεωρία για την διαχώριση της κληρονομήσιμης παραλλακτικότητας αναπτύχθηκε περαιτέρω από Cockerham (1954) και Kempthorne (1954). Έτσι γενικά, η συνολική γενετική παραλλακτικότητα σ^2_G μπορεί να διαχωριστεί στα ακόλουθα συστατικά:

σ^2_A = αθροιστική παραλλακτικότητα εξαιτίας μέσων επιδράσεων των αλληλομόρφων στην ίδια θέση (αθροιστικές επιδράσεις)

σ^2_D = κυριαρχική παραλλακτικότητα εξαιτίας αλληλεπιδράσεων μέσω επιδράσεων αλληλομόρφων στην ίδια θέση (κυριαρχικές επιδράσεις)

$\sigma^2_{AA}, \sigma^2_{AAA} \dots$ = επιστατικές παραλλακτικότητες εξαιτίας αλληλεπιδράσεων αθροιστικών επιδράσεων δύο ή περισσότερων θέσεων

$\sigma^2_{DD}, \sigma^2_{DDD} \dots$ = επιστατικές παραλλακτικότητες εξαιτίας αλληλεπιδράσεων κυριαρχικών επιδράσεων σε 2 ή περισσότερες θέσεις

$\sigma^2_{AD}, \sigma^2_{AAD}, \sigma^2_{ADD}, \dots$ = επιστατικές παραλλακτικότητες εξαιτίας αλληλεπιδράσεων αθροιστικών και κυριαρχικών επιδράσεων αφορώντας σε δύο ή περισσότερες θέσεις

συγκεντρώνοντας όλα τα συστατικά, η συνολική γενετική παραλλακτικότητα είναι:

$$\sigma^2_G = \sigma^2_A + \sigma^2_D + \sigma^2_{AA} + \sigma^2_{DD} + \sigma^2_{AD} + \sigma^2_{AAD} + \sigma^2_{ADD} \dots \text{ (Hallauer, 1981)}$$

Η προέλευση της γενετικής παραλλακτικότητας μπορεί να είναι φυσική ή τεχνητή. Η φυσική είναι εκείνη που μας παραδόθηκε από τους αιώνες ως αποτέλεσμα της συνεχούς αλληλεπιδράσεως γενοτύπου με το περιβάλλον με την παρέμβαση της φυσικής επιλογής ή την αντίστοιχη δημιουργική επιλογή του ανθρώπου στις παλαιότερες μορφές γεωργίας. Είναι αυτή η παραλλακτικότητα που βρίσκεται αποταμιευμένη στις διάφορες μορφές του γενετικού υλικού με πιο χρήσιμη και άμεσα αξιοποιήσιμη εκείνη των παλαιών ποικιλιών. Η τεχνητή είναι εκείνη που κάθε φορά δημιουργεί ο βελτιωτής διασταυρώνοντας γενετικό υλικό δικής του επιλογής. Η διασταύρωση αυτή νοείται με την ευρεία έννοιά της και μπορεί να αφορά διασταύρωση εντός του είδους, μεταξύ ειδών ή και γενεών, χρησιμοποιώντας είτε τη συμβατική μεθοδολογία είτε τη μοριακή.

Οι πληθυσμοί με όσο γίνεται ευρύτερη γενετική βάση είναι οι πιο κατάλληλες πηγές γενετικής παραλλακτικότητας που χρειάζεται ο βελτιωτής. Ένας πληθυσμός αυτογονιμοποιούμενων φυτών είναι ένα μείγμα καθαρών σειρών και η γενετική διακύμανση είναι μεταξύ αυτών και ελάχιστη εντός των σειρών, ανάλογα με το υφιστάμενο ποσοστό σταυρογονιμοποιήσεως που μπορεί να κυμαίνεται στα διάφορα φυτά (πχ ελάχιστο στο σιτάρι, μηδενικό στα ψυχανθή, μεγαλύτερο στο βαμβάκι). Ο κατάλληλος πληθυσμός με τη μέγιστη διαθέσιμη γενετική διακύμανση στα αυτογονιμοποιούμενα φυτά είναι η F_2 γενιά που προέρχεται από την αυτογονιμοποίηση της F_1 γενιάς προϊόν διασταυρώσεως καθαρών σειρών. Από τις επόμενες γενιές F_3 κτλ λόγω της αυτογονιμοποίησης ο πληθυσμός στρωματώνεται σε καθαρές σειρές. Ένας πληθυσμός σταυρογονιμοποιούμενων φυτών αντιθέτως χαρακτηρίζεται από ετεροζυγωτία και πρακτικά θεωρείται ότι κάθε άτομο είναι ένας διαφορετικός γενότυπος. Πρόκειται δηλαδή για ένα μείγμα υβριδίων δύο αγνώστων γαμετών. Φυσικά και σε αυτή την

περίπτωση υπάρχει κάποια μορφή στρωματοποίησης που πρακτικά υπαγορεύεται από μορφές συγγενικής διασταυρώσεως.

Η εκτίμηση της γενετικής διακύμανσης (V_G , σ^2_G) ως μέγεθος και είδος είναι απαραίτητη προκειμένου να επιλεγεί η κατάλληλη βελτιωτική μεθοδολογία. Η γνώση του είδους της γενετικής διακύμανσης (αθροιστική ή κυριαρχική), προσδιορίζει τη μορφή της κατάλληλης ποικιλίας και επομένως τη βελτιωτική μεθοδολογία που θα απαιτηθεί ενώ το μέγεθος της γενετικής διακύμανσης προσδιορίζει την αναμενόμενη πρόοδο λόγω επιλογής.

Ο βελτιωτής κάθε φορά μετράει συνολική φαινοτυπική παραλλακτικότητα, (διακύμανση) που είναι για το συγκεκριμένο χρόνο και τόπο μια αλληλεπίδραση γενότυπου-περιβάλλοντος (μια συγκεκριμένη φαινοτυπική έκφραση) και από τη συνολική διακύμανση προσπαθεί να εκτιμήσει το κομμάτι εκείνο που οφείλεται στο γενότυπο, ελέγχοντας τις άλλες δύο πηγές: περιβάλλον και αλληλεπίδραση.

Η διερεύνηση της γενετικής παραλλακτικότητας είναι επιθυμητή για τη μείωση της γενετικής ευπάθειας των καλλιεργειών και την παροχή μιας αποτελεσματικής γενετικής δεξαμενής για την βελτίωση των καλλιεργειών. Όταν μεγάλες γεωγραφικές περιοχές καλλιεργούνται με την ίδια ποικιλία ή με ποικιλίες που έχουν τα ίδια γονίδια ή κυτοπλασματικούς παράγοντες, η ευπάθεια αυξάνεται. Αυτή η γενετική ομοιομορφία σε εμπορικούς αγρούς, μπορεί να οδηγήσει σε μη ελεγχόμενες εξάρσεις μιας ασθένειας ή ενός εχθρού. Η γενετική παραλλακτικότητα είναι ουσιώδης για τον βελτιωτή φυτού όχι μόνο για την παροχή νέων γενετικών πηγών ανθεκτικότητας σε νέους εχθρούς αλλά και για την παροχή νέων μορφολογικά χαρακτηριστικών που προσαρμόζονται σε μεταβαλλόμενες αγρονομικές πρακτικές όπως στενότερες αποστάσεις γραμμών ή αλλαγές στον τρόπο μηχανοποίησης της καλλιέργειας (Stoskopf, 1985).

2.1.3 Διακύμανση λόγω περιβάλλοντος

Κάθε μορφή παραλλακτικότητας που δεν έχει γενετική προέλευση είναι γνωστή ως διακύμανση λόγω περιβάλλοντος. Το μέγεθος αυτής της διακυμάνσεως εξαρτάται από το χαρακτηριστικό που μελετάται και από το γενότυπο ενώ έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη ακρίβεια στις εκτιμήσεις της γενετικής παραλλακτικότητας και φυσικό είναι ο βελτιωτής να επιδιώκει να την ελέγξει και να τη μειώσει κατά το δυνατό, χρησιμοποιώντας το κατάλληλο πειραματικό σχέδιο με επιθυμητό σκοπό φυσικά τον μηδενισμό της (Γούλας, 1993).

Πηγές της διακυμάνσεως αυτής, είναι το μικροκλίμα, η ανομοιογένεια του αγρού, η αδυναμία εξασφάλισης απόλυτης ομοιομορφίας στην καλλιεργητική πρακτική που συνεπάγονται οι διάφοροι χειρισμοί και επεμβάσεις του ανθρώπου, μητρικές και

κυτοπλασματικές επιδράσεις, ανθρώπινο λάθος, άλλες επιδράσεις (ανταγωνισμός, διαφορά βαθμού ομομιξίας) και γενικά κάθε τι που ξεφεύγει από τον έλεγχο του βελτιωτή. (Γούλας, 1993)

Ο βελτιωτής πρέπει να έχει υπόψιν του όλες τις παραπάνω αιτίες που μπορούν να δημιουργήσουν μη γενετική παραλλακτικότητα, προκειμένου να είναι σε θέση να τις αποφύγει όσο είναι δυνατόν και να ελαχιστοποιήσει την επίδραση των άλλων, χρησιμοποιώντας το κατάλληλο πειραματικό σχέδιο ή σχήμα επιλογής. Όσο η διακύμανση λόγω περιβάλλοντος (σ^2_E) τείνει να γίνει ίση με την σ^2_P τόσο μειώνεται η σ^2_G και επομένως μειώνεται η πιθανότητα γενετικής προόδου λόγω επιλογής και φυσικά όταν εξισωθούν ($\sigma^2_E = \sigma^2_P$) δεν είναι δυνατόν να υπάρξει πρόοδος.

Η εκτίμηση της σ^2_E είναι απαραίτητη στα προγράμματα βελτίωσης προκειμένου να εκτιμηθεί το μέγεθος της σ^2_G και των γενετικών παραμέτρων που θα επιτρέψουν στο βελτιωτή να προβλέψει την αναμενόμενη πρόοδο λόγω επιλογής και να διαλέξει το κατάλληλο κάθε φορά σχήμα επιλογής. Φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_P) μεταξύ ατόμων που έχουν ίδιο γενότυπο είναι ακριβώς διακύμανση λόγω περιβάλλοντος (σ^2_E). Άτομα με τον ίδιο γενότυπο είναι τα άτομα μιας καθαρής σειράς ή τα άτομα ενός υβριδίου μεταξύ δύο καθαρών σειρών. Επομένως για παράδειγμα διακύμανση μεταξύ ατόμων μιας καθαρής σειράς καλαμποκιού ή ενός υβριδίου είναι εξ ολοκλήρου διακύμανση λόγω περιβάλλοντος (σ^2_E). Επίσης σε πειράματα αγρού η διακύμανση μεταξύ πειραματικών τεμαχίων της ίδιας ποικιλίας είναι διακύμανση περιβάλλοντος. (Γούλας, 1993;)

2.2 Συντελεστής κληρονομικότητας

Ο συντελεστής κληρονομικότητας δίνεται από τη σχέση $h^2 = \sigma^2_G / \sigma^2_P$ και εκφράζει το ποσό της γενετικής διακύμανσης σε σχέση με τη φαινοτυπική. Ο συντελεστής κληρονομικότητας παίρνει τιμές από 0 έως 1 και είναι αυτονόητο πως όσο η γενετική διακύμανση πλησιάζει τη φαινοτυπική τόσο η τιμή h^2 προσεγγίζει τη μονάδα και η επιλογή είναι πιο αποτελεσματική. Έτσι είναι κύριο μέλημα του βελτιωτή να μεγιστοποιήσει την τιμή h^2 προσπαθώντας να ελέγξει τους παράγοντες εκείνους που εμποδίζουν την ακριβή εκτίμηση της σ^2_G (Γούλας, 1993).

Η εκτίμηση αυτή είναι γνωστή ως κληρονομικότητα με την ευρεία έννοια. Αντίθετα, κληρονομικότητα με τη στενή έννοια είναι ο λόγος της αθροιστικής γενετικής παραλλακτικότητας προς τη φαινοτυπική παραλλακτικότητα (Dudley and Moll, 1969).

2.3 Γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας

Ο γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας είναι γνωστός ως GCV και είναι μια γενετική παράμετρος που δίνεται από τη σχέση $GCV = \sigma^2_A / MO$ και εκφράζει την αθροιστική γενετική διακύμανση ως ποσοστό επί του μέσου όρου, δηλαδή ένας αδιάστατος αριθμός. Έτσι μας δίνεται μια σχετική τιμή που επιτρέπει τις συγκρίσεις μεταξύ εκτιμήσεων της γενετικής διακύμανσης από διαφορετικά δεδομένα. Η τιμή της συνήθως κυμαίνεται και όσο μεγαλύτερη είναι τόσο περισσότερο διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα έχουμε. Στην πρακτική βελτίωση τιμές της γύρω στο 15% ή και μεγαλύτερες σε ένα πληθυσμό είναι ικανοποιητικές. Τιμές μικρότερες του 10% υπονοούν πως η διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα δεν είναι επαρκής για ικανοποιητική γενετική πρόοδο. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι μια εκτίμηση της παραμέτρου αυτής που κρίνεται χαμηλή μπορεί να σημαίνει ότι η διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα είναι χαμηλή αλλά εξίσου μπορεί να σημαίνει αδυναμία του ερευνητή να εκτιμήσει με ακρίβεια την σ^2_G επειδή για διάφορους λόγους οι άλλοι δυο παράγοντες της σ^2_P υπερεκτιμήθηκαν (Γούλας, 1993).

2.4 Μέσοι όροι

Το σκεπτικό των μέσων όρων των πληθυσμών στην τρέχουσα θεωρία ποσοτικής γενετικής, βασίζεται στις γονιδιακές συχνότητες και επιδράσεις ή με άλλα λόγια στη γενετική δομή του πληθυσμού που βρίσκεται υπό μελέτη. Η δομή του πληθυσμού εξαρτάται από αρκετούς άλλους παράγοντες όπως το επίπεδο πλοειδίας, η σύνδεση γονιδίων, το σύστημα διασταύρωσης και έναν αριθμό περιβαλλοντικών και γενετικών παραγόντων (Hallauer, 1981).

Ένας πληθυσμός καλαμποκιού μπορεί να χαρακτηριστεί από τις ακόλουθες ιδιότητες: Διπλοειδής ($2n=20$), παμμεικτικός (τυχαία διασταύρωση με περισσότερο από 95 % από σταυρογονιμοποίηση), με μόνοικα φυτά (και τα δύο φύλλα είναι στο ίδιο άτομο αλλά σε διαφορετικές inflorescences) και μία τάση για πρωτανδρία. Επιπρόσθετες προϋποθέσεις απαραίτητες για τον πλήρη χαρακτηρισμό ενός πληθυσμού καλαμποκιού είναι οι μη μητρικές επιδράσεις, η ισορροπία σύνδεσης, η κανονική γονιμοποίηση (μη ανταγωνιστικοί γαμέτες) η κανονική μείωση και ο κανονικός διαχωρισμός χρωμοσωμάτων. Ο αναφερόμενος πληθυσμός γενοτύπων μπορεί να καταλήξει σε μία διασταύρωση μεταξύ 2 ομόζυγων καθαρών σειρών, διασταυρώσεις μεταξύ ενός ζεύγους ομόζυγων καθαρών σειρών (συνθετική ποικιλία) μίας ανοιχτά επικονιαζόμενης ποικιλίας ή ένα μείγμα ποικιλιών και φυλών. Γενικές θεωρίες ωστόσο δεν κάνουν διαχωρισμό σχετικά με την προέλευση του πληθυσμού εκτός και αν δεν πληρεί κάποιες βασικές απαιτήσεις (Hallauer, 1981).

2.5 Εκτιμήσεις

Εκτιμήσεις της γενετικής παραλλακτικότητας και κληρονομικότητας παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες για την απάντηση των προβλημάτων που ανακύπτουν σε ένα βελτιωτικό πρόγραμμα.

Η βελτίωση των φυτών μπορεί να χωριστεί σε τρία στάδια: δημιουργία μιας δεξαμενής γενετικού υλικού, επιλογή επιθυμητών ατόμων και χρήση των επιλεγμένων ατόμων για τη δημιουργία μιας ποικιλίας (Dudley and Moll, 1969)

Σε μια συγκεκριμένη περίπτωση όπου ο βελτιωτής θα έχει διαθέσιμη μία δεξαμενή γενετικού υλικού που περιέχει κάποιον αριθμό από διαφορετικούς πληθυσμούς, ο βελτιωτής πρέπει να καθορίσει (Dudley and Moll, 1969):

1. την διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα
2. τη διαδικασία αξιολόγησης (γεωργικό πειραματισμό) ώστε να αναγνωριστούν οι επικρατέστεροι πληθυσμοί ή να αναγνωριστούν οι επιθυμητοί γενότυποι εντός των πληθυσμών
3. τον πληθυσμό που μπορεί να αξιοποιηθεί καλύτερα ως πηγή βελτιωμένου βελτιωτικού υλικού
4. τη μεθοδολογία επιλογής που γρήγορα και αποτελεσματικά θα βελτιώσει τα υπόψιν χαρακτηριστικά
5. τον επιθυμητό τύπο ποικιλίας (υβρίδιο, καθαρή σειρά, συνθετική κτλ) που θα παραχθεί.

Η ύπαρξη σημαντικής γενετικής διακύμανσης δείχνει ότι υπάρχει γενετική παραλλακτικότητα μέσα σε ένα συγκεκριμένο πληθυσμό. Η εκτίμηση του συντελεστή κληρονομικότητας παρέχει πληροφορίες για τα σχετικά μεγέθη της γενετικής διακύμανσης και της αντίστοιχης που οφείλεται στο περιβάλλον και προσδιορίζει τα όρια της αναμενόμενης προόδου λόγω επιλογής (Dudley and Moll, 1969).

Η επιλογή σε ένα συγκεκριμένο πληθυσμό γενετικού υλικού εξαρτάται από τη μέση συμπεριφορά του πληθυσμού και τη γενετική παραλλακτικότητα εντός του πληθυσμού. Έτσι ο βελτιωτής ενδιαφέρεται για πληθυσμούς με υψηλή μέση συμπεριφορά αλλά επίσης ενδιαφέρεται και για την ύπαρξη γενετικής παραλλακτικότητας εντός των πληθυσμών, έτσι ώστε περαιτέρω πρόοδος να είναι δυνατή. Οι συγκρίσεις της μέσης συμπεριφοράς μεταξύ πληθυσμών μπορούν να γίνουν με τη διαδικασία αξιολόγησης στον αγρό (γεωργικός πειραματισμός). Ωστόσο αξιόπιστες συγκρίσεις των γενετικών παραμέτρων (διακύμανση, συντελεστής κληρονομικότητας κτλ) μεταξύ πληθυσμών απαιτούν μεγάλα δείγματα απογόνων από κάθε πληθυσμό που είναι υπό αξιολόγηση και εκτεταμένη δοκιμή σε περισσότερα περιβάλλοντα αφού συνήθως η αλληλεπίδραση γενοτύπου-περιβάλλοντος είναι σημαντική (Dudley and Moll, 1969).

Εκτίμηση της αθροιστικής και μη αθροιστικής γενετικής παραλλακτικότητας απαιτεί τη χρήση των κατάλληλων σχεδίων διασταύρωσης που θα δώσουν τους κατάλληλους απογόνους και πειραματικών σχεδίων. (Dudley and Moll, 1969)

Ουσιώδεις εκτιμήσεις των συστατικών της γενετικής παραλλακτικότητας μπορεί να υπάρξουν από πληθυσμούς τυχαίας διασταύρωσης χωρίς περιορισμούς στις γονιδιακές συχνότητες. Αυτές οι εκτιμήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση του συντελεστή κληρονομικότητας και την πρόβλεψη του αναμενόμενου κέρδους από επιλογή (Dudley and Moll, 1969).

Για συγκεκριμένους πληθυσμούς, το αναμενόμενο γενετικό κέρδος με βάση διαφορετικές μεθόδους επιλογής μπορεί να προβλεφθεί εφόσον είναι διαθέσιμες επαρκείς εκτιμήσεις των συστατικών της γενετικής διακύμανσης και της αντίστοιχης λόγω περιβάλλοντος. Εξισώσεις για τον υπολογισμό του αναμενόμενου κέρδους της επιλογής για ποικίλα βελτιωτικά σχέδια δίνονται από τον Falconer (1960, p.231) και Sprague (1966). Η γενική σχέση για την πρόγνωση του κέρδους είναι $G=K \sigma_p H$ όπου G είναι το αναμενόμενο κέρδος, K είναι το διαφορικό επιλογής σε μονάδες τυπικής απόκλισης, σ_p είναι η φαινοτυπική τυπική απόκλιση και H είναι η εκτίμηση της κληρονομικότητας. Το σημαντικό στοιχείο της σχέσης είναι η εκτίμηση του συντελεστή κληρονομικότητας H επειδή βασίζεται στη σχέση που προκύπτει από την εκτίμηση των συστατικών της γενετικής παραλλακτικότητας ως προς τη φαινοτυπική παραλλακτικότητα. Πειράματα σχεδιασμένα για την εκτίμηση των συστατικών της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας, για να χρησιμοποιηθούν στην εκτίμηση της κληρονομικότητας πρέπει να περιλαμβάνουν ένα επαρκές δείγμα περιβαλλόντων έτσι ώστε η εκτίμηση της γενετικής παραλλακτικότητας να είναι ελεύθερη από τον παράγοντα της αλληλεπίδρασης γενοτύπου-περιβάλλοντος (Dudley and Moll, 1969).

Το είδος της γενετικής παραλλακτικότητας (αθροιστική, κυριαρχική, συνολική) εξαρτάται από το είδος των απογόνων και καθορίζει την επιλογή που πρέπει να εφαρμοστεί (Hanson, 1963). Σε περιπτώσεις επιλογής μεταξύ κλώνων ή μεταξύ ομόζυγων σειρών, η επιλογή βασίζεται στη συνολική γενετική παραλλακτικότητα. Ωστόσο η συνολική γενετική παραλλακτικότητα μεταξύ ομόζυγων σειρών περιλαμβάνει μόνο την αθροιστική γενετική παραλλακτικότητα ή την αντίστοιχη επιστατική (αθροιστική X αθροιστική) (Dudley and Moll, 1969).

2.6 Έμμεση επιλογή

Τα τελευταία 40 χρόνια η απόδοση των υβριδίων έχει σταθερά αυξηθεί. Αυτή η αύξηση οφείλεται κυρίως στη βελτίωση της απόδοσης με άμεση επιλογή (βάρος σπόρων, πολυδημία

παραλλακτικότητα ή την αντίστοιχη επιστατική (αθροιστική X αθροιστική) (Dudley and Moll, 1969).

2.6 Έμμεση επιλογή

Τα τελευταία 40 χρόνια η απόδοση των υβριδίων έχει σταθερά αυξηθεί. Αυτή η αύξηση οφείλεται κυρίως στη βελτίωση της απόδοσης με άμεση επιλογή (βάρος σπόρων, πολυδημία κτλ) καθώς και μορφολογικά χαρακτηριστικά που συσχετίζονται με την απόδοση (ευρωστία, πλάγιασμα, ανθεκτικότητα σε εχθρούς και ασθένειες κτλ). Ωστόσο εκτός από την άμεση επιλογή, στην αύξηση της απόδοσης έχει συνεισφέρει και η έμμεση επιλογή με κριτήριο επιθυμητά γνωρίσματα φυσιολογίας που σχετίζονται με την απόδοση και έχουν υψηλό συντελεστή κληρονομικότητας. Σε πολλές περιπτώσεις, επιλογή με κριτήριο τα φυσιολογικά γνωρίσματα, όπως η φωτοσύνθεση, μπορούν να αυξήσουν την απόδοση γρηγορότερα και πιο αποτελεσματικά σε σχέση με την άμεση επιλογή για απόδοση (Hageman, 1988; Bort et al, 1998).

Η απόδοση είναι ένα σύνθετο χαρακτηριστικό. Τα μορφολογικά συστατικά που συνεισφέρουν στην απόδοση δεν χρησιμοποιήθηκαν μέχρι σήμερα εντατικά ως κριτήρια επιλογής από τους βελτιωτές για τη βελτίωση της απόδοσης καθαυτής. Ο Frey αναφέρει τρεις αιτίες για αυτό: α) η σχέση μεταξύ της απόδοσης και των συστατικών της δεν είναι πάντοτε γραμμική, β) το περιβάλλον επηρεάζει τη σχέση μεταξύ της απόδοσης και των συστατικών της και γ) η συλλογή των δεδομένων των συστατικών απόδοσης μπορεί να είναι πιο δύσκολη και δαπανηρή από τη συλλογή των δεδομένων της απόδοσης αυτής καθ' αυτής. Όμως η επιλογή για τα συστατικά της απόδοσης μπορεί να είναι αποτελεσματική κατά τη διαδικασία δημιουργίας καθαρών σειρών. Αν τέτοιες καθαρές σειρές έχουν μεγάλη συνδυαστική ικανότητα για απόδοση, τα συστατικά της απόδοσης μπορεί να είναι εξίσου χρήσιμα κριτήρια επιλογής (Kuhn and Stucker, 1976).

Οι αποδόσεις του καλαμποκιού στις ΗΠΑ αυξήθηκαν σταθερά από το 1930 και η γενετική βελτίωση χρεώνεται με το 50% αυτής της αύξησης (Duvick, 1984; Russel, 1991).

Σύμφωνα με τον Duvick (1999), αρκετά από τα χαρακτηριστικά φυσιολογίας του φυτού θα μπορούσαν να συμβάλλουν στην αύξηση των αποδόσεων. Τέτοια χαρακτηριστικά που συνδέονται με την αύξηση της απόδοσης του καλαμποκιού είναι η μείωση του μεγέθους της αρσενικής ταξιανθίας (Hageman & Lambert και εν αυτό αναφορές, 1988), η μείωση του αριθμού των άγονων φυτών και η διατήρηση του πράσινου χρώματος μετά το γέμισμα του κόκκου (Duvick, 1999), η δράση της νιτρικής αναγωγής και η φωτοσυνθετική ικανότητα (Crosbie et al, 1981; Bort et al, 1998). Άλλα χαρακτηριστικά που θα μπορούσαν να βοηθήσουν

στη δημιουργία γενετικού υλικού με ανεκτικότητα σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις όπως η μείωση της διαφοράς μεταξύ του χρόνου έκπτυξης της αρσενικής ταξιανθίας σε σχέση με τη θηλυκή, και της εμφάνισης των στιγμάτων γνωστή ως παράμετρος ASI (Anthesis-Silking Interval) που είναι και δείκτης αντοχής σε καταπονήσεις λόγω μειωμένης υγρασίας εδάφους ή γενοτύπων με αντοχή σε υψηλές πυκνότητες φύτευσης (Uribelarrea et al., 2002). Πρόσφατα, η εκτίμηση της έντασης του πράσινου χρώματος των φύλλων (leaf greenness) έδωσε επίσης ενθαρρυντικά στοιχεία για τη βελτίωση της απόδοσης (Blackmer et al., 1995)

Η χρησιμοποίηση τέτοιων χαρακτηριστικών ως κριτηρίων έμμεσης επιλογής για βελτίωση της απόδοσης, είναι αποτελεσματική εφόσον αυτά έχουν μεγάλη γενοτυπική συσχέτιση με την απόδοση, υψηλό συντελεστή κληρονομικότητας, μπορούν να μετρηθούν ευκολότερα και επηρεάζονται από το περιβάλλον λιγότερο σε σχέση με την άμεσα μετρήσιμη απόδοση (Lonnquist, 1967).

2.7 Απόδοση.

Όπως και στις άλλες καλλιέργειες, η απόδοση σε σπόρο αποτελεί το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό για τη βελτίωση του καλαμποκιού. Η παραγωγική ικανότητα του καλαμποκιού το έχει καταστήσει ένα από τα πιο σημαντικά δημητριακά ενώ η ικανότητα των υβριδίων να δίνουν μεγάλες αποδόσεις είναι ο κύριος λόγος που οδήγησε στην αντικατάσταση των ελεύθερων επικονιαζόμενων ποικιλιών.

Η απόδοση αποτελεί το πιο σύνθετο χαρακτηριστικό με το οποίο ασχολείται ο βελτιωτής. Βασικά καθορίζεται από την έκφραση και την αλληλεπίδραση πολλών γονιδίων τα οποία επηρεάζουν ζωτικές διαδικασίες μέσα στο φυτό, όπως η θρέψη, η φωτοσύνθεση, η διαπνοή καθώς και η κατανομή και αποθήκευση των θρεπτικών υλικών. Η απόδοση επηρεάζεται επίσης άμεσα ή έμμεσα από τα γονίδια που επηρεάζουν την πρωιμότητα και την ανθεκτικότητα στο πλάγιασμα, τα έντομα και τις ασθένειες. Αρκετά από αυτά τα χαρακτηριστικά ο βελτιωτής μπορεί να τα αξιολογήσει με αρκετή ακρίβεια οπτικά, όμως δεν συμβαίνει το ίδιο και με την απόδοση. Για το λόγο αυτό τα χαρακτηριστικά αυτά χρησιμοποιούνται στην επιλογή που γίνεται στις πρώτες γενεές δημιουργίας των ομομεικτικών σειρών (Καλτσίκης, 1992).

2.8 Η παραλλακτικότητα στην περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη των φύλλων.

Ο πράσινος χρωματισμός των φυτών αποδίδεται πρωταρχικά στις χλωροφύλλες a και b αν και υπάρχουν και άλλοι τύποι χλωροφύλλης. Με τις εξαιρέσεις των μπλε-πράσινων άλγων και των φωτοσυνθετικών βακτηρίων, οι χλωροφύλλες υπάρχουν μόνο στους χλωροπλάστες των

ανώτερων φυτών και αποτελούν τις πλήρεις φωτοσυνθετικές πηγές των φυτικών κυττάρων των ανώτερων φυτών. Το σχήμα τους και το μέγεθός τους είναι χαρακτηριστικό για κάθε φυτό (Fleming and Palmer 1975).

Όλες οι χλωροφύλλες συμμετέχουν βασικά στην φωτοσύνθεση με τον ίδιο τρόπο: α) απορροφούν ενεργή ακτινοβολία σε συγκεκριμένα μήκη κύματος και είτε την μετατρέπουν σε άλλα μήκη κύματος που χρησιμοποιούνται στη φωτοσύνθεση ή μεταφέρουν την απορροφώμενη ενέργεια κατευθείαν στα διάφορα τμήματα όπου θα αξιοποιηθεί και β) δρουν ως καταλύτες στη φωτοσυνθετική διαδικασία (Fleming and Palmer 1975).

Από μελέτες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα, φαίνεται ότι η χλωροφύλλη a είναι η μόνη χρωστική που δίνει ενέργεια κατευθείαν στη φωτοσυνθετική αντίδραση και ότι όλες οι άλλες χρωστικές μεταφέρουν την απορροφώμενη ενέργειά τους στην χλωροφύλλη a. Περαιτέρω, φαίνεται πως η χλωροφύλλη b, τα καροτενοειδή και οι φυτοκυανίνες παίζουν ένα ρόλο στην προστασία του φυτικού κυττάρου από τις φωτοχημικές αντιδράσεις (Fleming and Palmer 1975).

Ορατές διαφορές στην ένταση του πράσινου χρώματος των φύλλων (greenness) μεταξύ καθαρών σειρών αλλά και υβριδίων στο καλαμπόκι (*Zea mays* L.) έχουν παρατηρηθεί από τους βελτιωτές. Ωστόσο υπάρχουν αντικρουόμενες αναφορές στην βιβλιογραφία όσον αφορά τη συσχέτιση μεταξύ χλωροφύλλης και απόδοσης.

Ο Everett (1960), αναφέρει την απομόνωση των γονιδίων που ελέγχουν την μορφοποίηση των χρωστικών των χλωροπλαστών στο καλαμπόκι και συμπέρανε ότι τα κύρια γονίδια προφανώς ελέγχουν τις σχετικές ποσότητες ποικίλων χρωστικών των πλαστιδίων και η σχέση μεταξύ των χρωστικών προφανώς επηρεάζουν την φωτοσυνθετική επάρκεια και την ετερωτική ρώμη στο καλαμπόκι.

Σε αντίθεση με τις εκτεταμένες έρευνες στις μεταλλάξεις χλωροφύλλης, δεν έχουν γίνει πολλές αναφορές σχετικές με τη σχέση της συνολικής περιεκτικότητας με άλλα χαρακτηριστικά όπως είναι η απόδοση. Από τις πρώτες προσπάθειες (Jenkins, 1929) έδειξε πως ο βαθμός χλωροφύλλης στις καθарές σειρές ή στα υβρίδια δεν σχετιζόταν σημαντικά με την απόδοση.

Οι Sprague and Curtis (1933) ανέφεραν ότι η περιεκτικότητα της χλωροφύλλης σε καθарές σειρές καλαμποκιού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης για την παραγωγικότητα F₁ υβριδίων. Για το λόγο αυτό, μελέτησαν 18 υβρίδια και βρήκαν ότι το σκούρο πράσινο χρώμα ήταν κυρίαρχο σε κάποια υβρίδια, το ανοιχτό πράσινο σε κάποια άλλα, ενώ καμία κυριαρχία δεν εκφράστηκε σε άλλα υβρίδια. Οι Miller and Johnson έφτασαν σε αντικρουόμενα αποτελέσματα σε σχέση με εκείνα των Sprague and Curtis. Οι ερευνητές αυτοί,

χρησιμοποιώντας 16 καθαρές σειρές και 28 απλά υβρίδια καλαμποκιού, παρατήρησαν μόνο μια μικρή σχέση μεταξύ της συνολικής χλωροφύλλης και της απόδοσης. Άλλες μελέτες έδειξαν ότι η χλωροφύλλη είναι χαρακτηριστικό που επηρεάζει το δυναμικό απόδοσης. Αν γενετικό υλικό του καλαμποκιού με μεγάλη φωτοσυνθετική ικανότητα μπορεί να δημιουργηθεί ως αποτέλεσμα βελτίωσης, αναμένεται ότι η επιλογή για απόδοση και άλλα επιθυμητά χαρακτηριστικά θα πρέπει να οδηγήσει στη δημιουργία γενοτύπων καλαμποκιού με ικανότητα αξιοποίησης αυξημένων δυνατοτήτων φωτοσύνθεσης (Crosbie et al. 1977).

Αν και έχουν αναφερθεί ποικιλιακές διαφορές ως προς τη φωτοσύνθεση στο καλαμπόκι, είναι περιορισμένες οι πληροφορίες που αφορούν την κληρονομικότητα της φωτοσυνθετικής ικανότητας. Έχει αναφερθεί ετέρωση για υψηλή φωτοσυνθετική ικανότητα σε F₁ υβρίδια από τους Doronkaya (1963), Fousova and Avratovscukova (1967), Heichel and Musgrave (1969) και Rubtsova (1960). Αντίθετα δεν έχει αναφερθεί εκτίμηση της γενετικής διακύμανσης και του συντελεστή κληρονομικότητας, προβλεπόμενη και πραγματική πρόοδος επιλογής και γενοτυπικές συσχετίσεις μεταξύ της καθαρής φωτοσύνθεσης και άλλων χαρακτηριστικών του καλαμποκιού (απ' όσο είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε).

Εφόσον ο άνθρακας είναι το κύριο συστατικό της φυτικής ξηράς ουσίας, αναμένεται ότι η αύξηση του ρυθμού αφομοίωσης του CO₂, θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των αποδόσεων. Από το 1960 ο ρυθμός αφομοίωσης CO₂ υπήρξε ένα δημοφιλές συστατικό για τη βελτίωση των αποδόσεων. Έτσι η έρευνα προσανατολίστηκε στην εύρεση ποικιλιών με υψηλούς φωτοσυνθετικούς ρυθμούς ή στην εύρεση τεχνικών για αύξηση της φυλλικής επιφάνειας. Παραδόξως, δεν εμφανίστηκαν να υπάρχουν σχέσεις μεταξύ του ρυθμού ανταλλαγής καθαρού CO₂ ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας και απόδοσης. Μια εξήγηση για το ότι αυξημένος ρυθμός φυλλικής φωτοσύνθεσης μπορεί να μην οδηγήσει στην αύξηση της απόδοσης διαμορφώνεται με βάση την κατανόηση της φυσιολογίας των καλλιεργειών σε σχέση με την αύξηση και ανάπτυξή τους. Τα προϊόντα φωτοσύνθεσης που παράγονται δεν κατευθύνονται εξ' ολοκλήρου στην απόδοση σπόρου. Κάποια κατευθύνονται στην ανάπτυξη των ριζών, φύλλων και στελεχών και άλλα χρησιμοποιούνται στην αναπνοή και στη διατήρηση ζωτικών λειτουργιών του φυτού. Φυσικά η διάρκεια του φυλλικού φωτοσυνθετικού ρυθμού φαίνεται να είναι τόσο σημαντική όσο και το μέγεθός του. Πρέπει να αναγνωριστεί επίσης ότι οι μετρήσεις του ρυθμού φωτοσύνθεσης σε ένα μεμονωμένο φύλλο ενός συγκεκριμένου φυτού δεν αντικατοπτρίζουν το συνολικό ρυθμό του φυτού ή του πληθυσμού. Σε μια ανασκόπηση των πολλών αναφορών όπου οι φωτοσυνθετικοί ρυθμοί δεν είχαν σχέση με την απόδοση ο Zelitch (1982), ανέφερε ότι στιγμιαίες μετρήσεις της φωτοσύνθεσης ήταν παραπλανητικές και ότι η απόδοση είναι στενά συνδεδεμένη με την καθαρή φωτοσυνθετική αφομοίωση του CO₂ καθ'

όλη τη βλαστική περίοδο ανάπτυξης. Επίσης πειράματα εμπλουτισμού CO₂, παρείχαν την καλύτερη απόδειξη ότι αυξάνοντας την καθαρή φωτοσύνθεση αυξάνεται και η απόδοση (Stoskopf, 1985).

2.9 Η τιμή SPAD και η χλωροφύλλη των φύλλων.

Το χλωροφυλλόμετρο SPAD 502 της MINOLTA εκτιμά την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη έμμεσα με την εκτίμηση της έντασης του πράσινου χρώματος των φύλλων. Είναι μια μέθοδος μη καταστροφική για τα φυτά και μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση ως έμμεσο κριτήριο επιλογής. Οι εκτιμήσεις βασίζονται στην εκπομπή φωτεινής δέσμης σε δύο μήκη κύματος 650 και 940nm και στη μέτρηση της απορροφούμενης ποσότητας ακτινοβολίας μέσω ενός φωτοευαίσθητου αισθητήρα. Η χρήση συγκεκριμένων μηκών κύματος, βοηθά στην εξομάλυνση της επίδρασης των δυο παραγόντων που δεν σχετίζονται με την περιεκτικότητα των χρωστικών στο φύλλο, το πάχος του φύλλου και την ικανότητα αντανάκλασης της επιδερμίδας. Η απορρόφηση της δέσμης φωτός μήκους κύματος 650nm (κόκκινο) ανταποκρίνεται στην περιεκτικότητα της χλωροφύλλης των φύλλων αφού απορροφάται από αυτή. Το υπεριώδες σήμα των 940nm δεν απορροφάται από την χλωροφύλλη και χρησιμεύει στην συγκριτική μέτρηση της απορροφούμενης (650nm) και μεταφερόμενης (940nm) δέσμης για εγκυρότερες εκτιμήσεις. Η συσκευή εκτιμά την απορροφούμενη ποσότητα φωτός και μέσω αλγορίθμου εκτιμά το πράσινο χρώμα των φύλλων σε μονάδες SPAD (Soil Plant Analysis Development).

$$SPAD = A [\log (RC_0/RC) - \log(IRC_0/IRC)] + B$$

Όπου A και B είναι σταθερές, RC και IRC οι μετρούμενες φωτεινές δέσμες, η RC με την παρεμβολή δείγματος και η IRC χωρίς την παρεμβολή δείγματος (Wood et al, 1993).

Το χλωροφυλλόμετρο ανιχνεύει επίσης την ποσότητα της ερυθρής και υπέρυθρης ακτινοβολίας που μεταβιβάζεται διαμέσου του μετρούμενου δίσκου του φύλλου. Η ποσότητα της απορροφούμενης ερυθρής ακτινοβολίας δηλώνει το ποσό της χλωροφύλλης και το ποσό της απορροφούμενης υπέρυθρης ακτινοβολίας χρησιμεύει ως εσωτερική αναφορά της συσκευής για το πάχος του φύλλου και την υδατική του κατάσταση.

Οι μετρήσεις του χλωροφυλλόμετρου εκτιμούν την συγκέντρωση της χλωροφύλλης που σχετίζεται με τη συγκέντρωση του N στα φύλλα και συνεπώς την θρεπτική του κατάσταση τόσο σε φυτά καλαμποκιού όσο και σε άλλα είδη φυτών (Wood et al., 1993; Blackmer and Schepers, 1995).

2.10 Πολυδημία

Η πολυδημία στο καλαμπόκι έχει λάβει πρόσφατα μεγαλύτερη προσοχή από τους βελτιωτές καλαμποκιού σε σχέση με άλλα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την απόδοση. Κάποιοι λόγοι γι' αυτό είναι ότι η απόδοση μπορεί να αυξηθεί, επειδή τα πολυδημικά υβρίδια μπορεί να είναι πιο σταθερά από τα υβρίδια με ένα σπάδικα και έτσι οι βελτιωτικές μέθοδοι που απαιτούν πολυδημία μπορούν να αξιοποιηθούν κατάλληλα (Hallauer and Troyer, 1972).

Οι El-Lakany and Russell (1971) έδειξαν σχετικά μεγάλη φαινοτυπική συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης και των συστατικών της, μήκος σπόρου, μήκος σπάδικα και αριθμός σπαδικών/φυτό.

Το πλεονέκτημα της απόδοσης σε συνδυασμούς φυτών με μεγάλο μήκος σπάδικα και περισσότερους του ενός σπάδικα ανά φυτό μπορεί να αποδοθεί σε αυξήσεις των συστατικών αυτών καθαυτών, των πλειοτροπικών επιδράσεων και/ή συνδεδεμένων γονιδίων που επηρεάζουν την απόδοση με κάποιο άλλο τρόπο (πχ μέσω μετατοποθέτησης φωτοσύνθεσης) (Kuhn and Stucker, 1976). Επίσης αυξάνοντας τους σπάδικες ανά φυτό στις καθαρές σειρές βρέθηκε ότι έχει μεγαλύτερη επίδραση στην απόδοση σε σχέση με την αύξηση του μήκους του σπάδικα ή το βάρος των κόκκων (Kuhn and Stucker, 1976).

2.11 Πλάγιασμα

Οι απώλειες στην απόδοση που αποδίδονται στο πλάγιασμα προκαλούνται επειδή το φυτό γέρνει ή σπάζει κάτω από το σημείο έκφυσης του σπάδικα με συνέπεια οι σπάδικες των πλαγιασμένων φυτών συνήθως δεν μπορούν να συγκομιστούν. Η ποιότητα του καλαμποκιού μπορεί επίσης να υποβαθμιστεί όταν το στέλεχος σπάσει και ο σπάδικας ακουμπάει στο έδαφος με αποτέλεσμα να σαπίζουν οι σπόροι (Καλτσίκης, 1992).

Υπάρχουν γενετικά καθορισμένες διαφορές στις καθαρές σειρές και τα υβρίδια όσον αφορά την ανθεκτικότητά τους στο πλάγιασμα. Οι καθαρές σειρές και τα υβρίδια αξιολογούνται για το χαρακτηριστικό αυτό με βάση το πλάγιασμα και το σπάσιμο του στελέχους. Ένα φυτό θεωρείται ότι έχει πλαγιάσει όταν η γωνία κλίσης του από το έδαφος απέχει πάνω από 30° από την κατακόρυφο. Το πλάγιασμα μπορεί να προκληθεί εξαιτίας του ριζικού συστήματος που από τη φύση του είναι αδύνατο ή από σαπισμένες ρίζες ως συνεπεία ζημιών που προκαλούνται στις ρίζες από μύκητες ή έντομα. Οι καθαρές σειρές του καλαμποκιού που δεν πλαγιάζουν, έχουν συνήθως μεγαλύτερο ριζικό σύστημα σε σχέση με αυτές που έχουν την τάση να πλαγιάζουν. Η πρόοδος που έχει γίνει στη βελτίωση της ανθεκτικότητας κατά του

πλαγιάσματος οφείλεται στην αυξημένη ανθεκτικότητα στις αρρώστιες που προκαλούν της σηψηριζίες και τα έντομα που προσβάλλουν τις ρίζες του φυτού (Καλτσίκης, 1992).

Γενικά το πλάγιασμα θα μπορούσε να διακριθεί σε τρεις μορφές :

1. κάμψη του στελέχους στη βάση του
2. σπάσιμο του στελέχους σε οποιοδήποτε σημείο κατά μήκος
3. πλάγιασμα της ρίζας.

Το πλάγιασμα μπορεί να προκληθεί από φυσικές δυνάμεις (άνεμο, βροχή), από προσβολή εντόμων και ευαισθησία των ριζών και των στελεχών σε ασθένειες, από ανισορροπία γονιμότητας όπως ανεπάρκεια καλίου σε σχέση με το άζωτο, από υψηλή απόδοση σε σχέση με υψηλό αριθμό πληθυσμού, από ζημιά εξαιτίας ζιζανιοκτόνου ή από γενετικά ασθενές στέλεχος. Το πλάγιασμα μπορεί να συμβεί σε οποιοδήποτε στάδιο της ανάπτυξης του φυτού με σοβαρές αρνητικές επιδράσεις. Αν το πλάγιασμα συμβαίνει στα φυτάρια ή σε νεανικά βλαστικά στάδια, το φυτό μπορεί πιθανότατα να ανακτήσει την όρθια θέση του. Στο καλαμπόκι, μεγάλα και ρωμαλέα ριζικά συστήματα και γερά νεαρά στελέχη αποτρέπουν το πλάγιασμα των νεαρών σταδίων της ανάπτυξης του φυτού (Stoskopf, 1985).

Ο πιθανός κίνδυνος πλαγιάσματος, αποκλείει εντατική διαχείριση όπως εφαρμογές υψηλών επιπέδων λίπανσης και άλλων εισροών για αύξηση της απόδοσης σε σπόρου ειδικά σε σιτηρά με μικρό στέλεχος. Το πλάγιασμα έχει ως αποτέλεσμα άμεση απώλεια απόδοσης όταν η καλλιέργεια φωτοσυνθέτει ενεργά για βλαστική αύξηση ή αναπαραγωγή. Πλάγιασμα που συμβαίνει κατά τη φάση έκπτυξης της αρσενικής ταξιανθίας έχει ως αποτέλεσμα 10% μεγαλύτερη μέση μείωση από το πλάγιασμα που συμβαίνει 15-20 μέρες αργότερα. Το πλάγιασμα διακόπτει την υψηλά οργανωμένη φυτική φυλλοστιβάδα και έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη αμοιβαία σκίαση και μείωση σε παροχή αέρα και CO₂, παράγοντες που μειώνουν το ρυθμό της φωτοσύνθεσης και φυσικά την απόδοση. Η ευαισθησία του φωτοσυνθετικού μηχανισμού αυξάνεται δραματικά αν το πλάγιασμα έχει ως συνέπεια τη διακοπή της ροής του νερού και των θρεπτικών συστατικών μέσω του στελέχους που απαιτούνται στη φωτοσύνθεση καθώς και τη ροή των προϊόντων αφομοίωσης προς τις ρίζες ή τον αναπτυσσόμενο καρπό. Επίσης στις περιπτώσεις αυτές, έμμεσες απώλειες απόδοσης συμβαίνουν εξαιτίας των δυσκολιών στη συγκομιδή των σπόρων. Το πλάγιασμα μπορεί να οδηγήσει στη συγκόμιση υγρού σπόρου που δεν μπορεί να αποθηκευτεί χωρίς περαιτέρω ξήρανση και έχει φυσικά χαμηλότερη εμπορική και θρεπτική αξία, εξαιτίας της χαμηλότερης του ποιότητας (Stoskopf, 1985).

Το πλάγιασμα δημιουργεί ένα πραγματικό εμπόδιο στην υψηλή απόδοση και αντιπροσωπεύει αυστηρό περιορισμό στην αύξηση του γενετικού δυναμικού απόδοσης. Η

ανάπτυξη των σιτηρών με μειωμένο ύψος υπήρξε ένα σημαντικό βήμα. (Stoskopf, 1985). Έτσι η βελτιωτική προσπάθεια πρέπει να συνδυάζει αύξηση της απόδοσης με αντοχή στο πλάγιασμα.

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω, είναι ενδιαφέρον να μελετηθούν τοπικοί πληθυσμοί ως προς τη μέση συμπεριφορά τους για τα χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν με ταυτόχρονη εκτίμηση της γενετικής παραλλακτικότητας για κάθε ένα από τα χαρακτηριστικά.

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της γενετικής παραλλακτικότητας μεταξύ και εντός πέντε τοπικών παραδοσιακών πληθυσμών καλαμποκιού σε μια προσπάθεια διερεύνησης πιθανής αξιοποίησής τους στη βελτίωση του καλαμποκιού.

Γ. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

1. ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Το φυτικό υλικό πειραματισμού αποτέλεσαν πέντε τοπικοί παραδοσιακοί πληθυσμοί που διατηρούνται στο Ινστιτούτο Σιτηρών του ΕΘΙΑΓΕ. Οι πληθυσμοί αυτοί ήταν οι εξής:

1. πληθυσμός 1: 102/GR-OP-84

Η προέλευση του πληθυσμού αυτού είναι το Τσοτύλη Κοζάνης. Έχει μέσο αριθμό ημερών έκπτυξης της αρσενικής ταξιανθίας 55 ημέρες. Το χρώμα της αρσενικής ταξιανθίας είναι κίτρινο ενώ της θηλυκής ροζ. Το σχήμα του σπάδικα είναι ελαφρώς κυλινδρικό και το χρώμα των σπόρων είναι κίτρινο. Το χρώμα του φυλλώματος που αναπτύσσει το φυτό είναι σκούρο πράσινο ενώ έχει μέσο ύψος φυτού 165cm.

2. πληθυσμός 2: 30/GR-OP-163

Η προέλευσή του είναι από την Ηλεία. Έχει μέσο αριθμό ημερών έκπτυξης της αρσενικής ταξιανθίας 51 ημέρες. Το χρώμα της αρσενικής ταξιανθίας είναι κόκκινο ενώ της θηλυκής κίτρινο. Το σχήμα του σπάδικα είναι κυλινδρικό και το χρώμα των σπόρων του είναι κίτρινο. Αναπτύσσει φύλλωμα χρώματος σκούρο πράσινο ενώ το μέσο ύψος του φυτού είναι 150cm.

3. πληθυσμός 3: 163/GR-OP-85

Η προέλευσή του είναι από το Σαλακό Ρόδου. Έχει μέσο αριθμό ημερών έκπτυξης της αρσενικής ταξιανθίας 70 ημέρες. Το χρώμα της αρσενικής ταξιανθίας είναι κίτρινο ενώ της θηλυκής ροζ. Το σχήμα του σπάδικα είναι κωνικό και σχηματίζει σπόρους λευκού χρώματος. Αναπτύσσει φύλλωμα χρώματος ανοιχτό πράσινο ενώ το μέσο ύψος φυτού είναι 175cm.

4. πληθυσμός 4: 28/GR-OP-183

Η προέλευσή του είναι από τη Τυμφορηστό Φθιώτιδας. Έχει μέσο αριθμό ημερών έκπτυξης της αρσενικής ταξιανθίας 51 ημέρες. Το χρώμα της αρσενικής ταξιανθίας είναι κίτρινο όπως και της θηλυκής. Σχηματίζει κωνικό σπάδικα και σπόρους λευκού χρώματος. Το χρώμα του φυλλώματος που αναπτύσσει είναι πράσινο ενώ το μέσο ύψος φυτού είναι 160cm.

5. πληθυσμός 5: 141/GR-OP-12

Η προέλευσή του είναι από τη Χαλκιδική. Το χρώμα της αρσενικής ταξιανθίας είναι κίτρινο ενώ της θηλυκής ροζ. Σχηματίζει κυλινδρικό σπάδικα ενώ οι σπόροι είναι χρώματος λευκού.

Έχει μέσο αριθμό ημερών έκπτυξης της αρσενικής ταξιανθίας 59 ημέρες. Το χρώμα του φυλλώματος είναι πράσινο ενώ το μέσο ύψος φυτού είναι 150cm.

Ως μάρτυρας χρησιμοποιήθηκε το απλό υβρίδιο Constanza.

2. Πειραματική διάταξη

Οι πληθυσμοί και το υβρίδιο αξιολογήθηκαν στον αγρό την καλλιεργητική περίοδο 2002. Η πειραματική διάταξη ήταν η «στρωματοποιημένη μαζική επιλογή» (grid mass selection arrangement) (Gardner, 1961).

Το πείραμα εγκαταστάθηκε στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Για κάθε πληθυσμό σπάρθηκαν 120 όρχει διατεταγμένοι σε 10 υποτεμάχια (grids) με 12 όρχους το καθένα. Οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών ήταν 1m μεταξύ των γραμμών και 0,40m επί της γραμμής. Αυτό αντιστοιχεί σε πυκνότητα σποράς 2500 φυτά ανά στρέμμα. (πίνακας 1).

Διάγραμμα της διάταξης του πειράματος στο χωράφι.

X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X

Η προετοιμασία για την σπορά περιελάμβανε βαθιά άροση, δύο φρεζαρίσματα και βασική λίπανση N, P, K, σε αναλογία 11, 5 και 2,5 kg ανά στρέμμα.

Η σπορά έγινε όψιμα στις 1 Ιουνίου 2002. Σε κάθε όρχο σπάρθηκαν 3 σπόροι και έγινε αραίωμα μετά την εγκατάσταση των φυτών ώστε να υπάρχει ένα φυτό σε κάθε όρχο.

Κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου ακολουθήθηκε η συνιστώμενη αγρονομική πρακτική όπως αυτή εφαρμόζεται στα επίσημα πειράματα αξιολόγησης υβριδίων από το Ινστιτούτο Σιτηρών. Ειδικότερα, εφαρμόστηκε μεταφυτρωτική ζιζανιοκτονία με το σκεύασμα Lasso AT. Επίσης, έγιναν τρία σκαλίσματα ώστε ο πειραματικός αγρός να διατηρηθεί καθαρός από ζιζάνια και να αποφευχθεί ο αλλοανταγωνισμός μεταξύ των φυτών του καλαμποκιού και ζιζανίων. Το πότισμα των φυτών έγινε με σύστημα στάγδην άρδευσης και εφαρμογή κάθε 8 ημέρες περίπου. Η τελευταία άρδευση έγινε στα τέλη Αυγούστου. Γενικά οι συνθήκες που επικράτησαν κατά τη διάρκεια του πειράματος ήταν ευνοϊκές και ο αριθμός φυτών για κάθε πληθυσμό ήταν πρακτικά άριστος.

Κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου σε επίπεδο ατομικού φυτού καταγράφηκαν παρατηρήσεις για τις ακόλουθες παραμέτρους:

1. **Αριθμός φυτών** για κάθε πληθυσμό.
2. **Ταχύτητα φυτρώματος** (αριθμός ημερών από την ημερομηνία σποράς)
3. **Ύψος φυτού** (τελικό ύψος, από το έδαφος ως το σημείο έκπτυξης της αρσενικής ταξιανθίας σε cm)
4. **Έκπτυξη της αρσενικής ταξιανθίας** (σε ημέρες από την ημερομηνία σποράς)
5. **Έκπτυξη της θηλυκής ταξιανθίας** (σε ημέρες από την ημερομηνία σποράς)
6. **Περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη**. Η εκτίμηση της χλωροφύλλης έγινε έμμεσα με το χλωροφυλλόμετρο SPAD 502 της Minolta (μονάδες SPAD). Το όργανο εκτιμά την ένταση του πράσινου χρώματος του φύλλου (leaf greenness) που σχετίζεται με την περιεκτικότητα του φύλλου σε χλωροφύλλη καθώς και με την αζωτούχο θρεπτική κατάσταση του φυτού (Blackmer et al., 1994). Καταγράφηκε ο μέσος όρος 10 μετρήσεων σε κάθε φυτό. Η μέτρηση της χλωροφύλλης έγινε σε πέντε στάδια ανάπτυξης:

α) στο βλαστικό στάδιο (7-8 φύλλων). Ελήφθησαν 10 μετρήσεις από κάθε φυτό αρχίζοντας από τα κατώτερα φύλλα προς την κορυφή του φυτού.

β) στο αναπαραγωγικό στάδιο. Οι μετρήσεις έγιναν στο φύλλο του κυρίου σπάδικα καθώς και στα κοντινά σε αυτόν φύλλα (δύο φύλλα πάνω και κάτω από τον σπάδικα) που είναι και τα πιο ενεργά.

γ) στο στάδιο γεμίσματος κόκκου, δηλαδή 25 μέρες από την άνθηση.

δ) στο στάδιο γεμίσματος κόκκου, 50 μέρες από την άνθηση.

ε) στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου, δηλαδή 70 μέρες από την άνθηση.

Οι μετρήσεις για τα στάδια β, γ, δ, ε έγιναν στα ίδια φύλλα όπως αναφέρθηκε για το αναπαραγωγικό στάδιο.

7. **Πλάγιασμα.** Για την εκτίμηση του πλαγιάσματος χρησιμοποιήθηκε μια εμπειρική κλίμακα από 1 έως 10. Η εκτίμηση 1 σήμαινε φυτό που δεν έχει πλαγιάσει καθόλου και 10 φυτό πλήρως πλαγιασμένο. Για την εκτίμηση του ποσοστού πλαγιάσματος, πλαγιασμένα θεωρήθηκαν τα φυτά που είχαν κλίση μεγαλύτερη των 30° από την κατακόρυφο

8. **Σπάσιμο φυτών.** Μετρήθηκαν τα φυτά που είχαν σπασμένο στέλεχος κάτω από τον κύριο σπάδικα.

9. **Απόδοση σε καθαρό σπόρο.** Η συγκομιδή έγινε στις 16/11/2002 με το χέρι. Οι σπάδικες από κάθε φυτό συγκομίσθηκαν χωριστά και ζυγίστηκαν. Στα πολύδημα φυτά η απόδοση υπολογίστηκε στο σύνολο των σπαδικών κάθε φυτού. Καταγράφηκε επίσης ο αριθμός των φυτών χωρίς σπάδικα (άγονα, barren).

10. **Ποσοστό Εκκοκισμού.** Υπολογίστηκε για κάθε φυτό ξεχωριστά με βάση το λόγο της καθαρής απόδοσης σε σπόρο προς το μεικτό βάρος του σπάδικα.

11. **Υγρασία σπόρου.**

3. Επεξεργασία δεδομένων

Για κάθε πληθυσμό υπολογίστηκε ο μέσος όρος των 120 φυτών και η φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p). Επιπλέον υπολογίστηκε η διακύμανση (σ^2_b) μεταξύ των 12 υποτεμαχίων (grids) που είναι μια εκτίμηση της διακύμανσης λόγω περιβάλλοντος (σ^2_e). Έτσι ήταν δυνατή μια ανάλυση της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας (σ^2_p) στα συστατικά της $\sigma^2_p = \sigma^2_g + \sigma^2_e/n$.

Το πρότυπο ήταν :

Πηγή	BE	M. T.	Αναμενόμενο M.T.
Μεταξύ υποτεμαχίων	11	M1	$\sigma^2_w + 10\sigma^2_b$
Εντός υποτεμαχίων	12x9=108	M2	σ^2_w
Σύνολο	119		

Η σ^2_b είναι μια εκτίμηση της παραλλακτικότητας λόγω περιβάλλοντος ενώ η σ^2_w είναι εκτίμηση της μέσης γενετικής διακύμανσης σ^2_g για κάθε πληθυσμό.

Το συστατικό σ^2_g είναι η γενοτυπική διακύμανση, δηλαδή οι γενοτυπικές διαφορές μεταξύ των 120 φυτών και η σ^2_e η διακύμανση λόγω περιβάλλοντος ($n = 10$, ο αριθμός των φυτών

στο υποτεμάχιο). Επιπλέον μια ακριβέστερη εκτίμηση της σ^2_e ήταν δυνατή από τα 120 φυτά του υβριδίου CONSTANZA, όσο και από την εκτίμηση της από κάθε υποτεμάχιο (10 φυτά) επίσης του υβριδίου.

Η εκτίμηση έγινε με το ίδιο πρότυπο που προαναφέρθηκε. Στην περίπτωση του υβριδίου, οι εκτιμήσεις $\sigma^2_{b(\text{υβρ})}$ και $\sigma^2_{w(\text{υβρ})}$ είναι εκτιμήσεις της διακύμανσης λόγω περιβάλλοντος (σ^2_e). Έτσι στο προηγούμενο πρότυπο η χρησιμοποίηση των παραμέτρων αυτών επέτρεπε να υπολογισθούν οι σ^2_g για κάθε πληθυσμό και να ελεγχθεί η σημαντικότητά τους. Στην περίπτωση αυτή έγινε κατάλληλη διόρθωση της διακύμανσης για την επίδραση μεγέθους (scaling effect) επειδή η απόδοση του υβριδίου ήταν τουλάχιστον τριπλάσια εκείνης των πληθυσμών.

Επιπλέον για τη σύγκριση μεταξύ των πέντε πληθυσμών έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας στα συστατικά μεταξύ και εντός των πληθυσμών σύμφωνα με το πρότυπο:

Πηγές	ΒΕ	ΜΕΣΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ	
Μεταξύ πληθυσμών	4	M1	$\sigma^2_w + \sigma^2_b$
Εντός πληθυσμών	5X119=595	M2	σ^2_w
Σύνολο	599		

Ως σφάλμα χρησιμοποιήθηκε η σ^2_w του υβριδίου CONSTANZA που αναφέρθηκε προηγουμένως.

Με βάση τα προηγούμενα πρότυπα και τις εκτιμήσεις της γενετικής διακύμανσης σ^2_g υπολογίστηκαν οι τιμές του συντελεστή κληρονομικότητας $h^2 = \sigma^2_g / \sigma^2_p$ (ευρεία έννοια) ενώ η γενετική διακύμανση εκφράστηκε και ως γενετικός συντελεστής κληρονομικότητας GCV από τη σχέση $GCV = [(\sigma^2_g)^{1/2} / MO] \times 100$

Τέλος έγινε εκτίμηση της φαινοτυπικής συσχέτισης μεταξύ των χαρακτηριστικών που μελετήθηκαν. Ειδικότερα για τη συσχέτιση μεταξύ τιμής SPAD και απόδοσης εκτός του υπολογισμού της φαινοτυπικής συσχέτισης, που ήταν αναμενόμενα χαμηλή, έγινε και προσομοίωση επιλογής. Συγκεκριμένα έγινε χωρισμός σε κλάση υψηλού και χαμηλού SPAD και αντίστοιχη επιλογή για απόδοση με αναλογία επιλογής 15%. Εκεί υπολογίστηκε και το αναμενόμενο γενετικό κέρδος $R=SxH$ όπου S το διαφορικό επιλογής και H ο συντελεστής κληρονομότητας.

Δ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

1. Ανάλυση διακύμανσης και παραγωγική συμπεριφορά των πληθυσμών.

Η αξία ενός πληθυσμού ως πηγή παραλλακτικότητας που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών κρίνεται από δύο παραμέτρους : τη μέση παραγωγική συμπεριφορά του, που εκφράζεται ως δυναμικό απόδοσης και μια σειρά χαρακτηριστικών φυσιολογίας του φυτού, και τη διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα. Με βάση τα παραπάνω κριτήρια θα συζητηθούν τα δεδομένα που αποκτήθηκαν κατά την πειραματική διαδικασία.

Η ανάλυση διακύμανσης έδειξε ότι υπάρχουν διαφορές μεταξύ των πληθυσμών στα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν.

Στη συνέχεια αναλύονται η σημαντικότητα του κάθε χαρακτηριστικού καθώς και η παραγωγική συμπεριφορά του.

1.1 Απόδοση

Από την ανάλυση διακύμανσης μεταξύ των πληθυσμών για το χαρακτηριστικό της απόδοσης βρέθηκε ότι οι διαφορές μεταξύ των πέντε πληθυσμών ήταν σημαντικές σε επίπεδο σημαντικότητας $P=0.05$ (πίνακας 2).

Πίνακας 2. Ανάλυση διακύμανσης μεταξύ των πέντε πληθυσμών για τα χαρακτηριστικά απόδοση, ποσοστό εκκοκισμού, άνθηση αρσενικής ταξιανθίας και άνθηση θηλυκής ταξιανθίας.

Πρωιμότητα					
	Απόδοση (g/φυτό)		Ποσοστό εκκοκισμού	Άνθηση αρσενικής ταξιανθίας (ημέρες από την σπορά)	Άνθηση θηλυκής ταξιανθίας (ημέρες από τη σπορά)
	BE	MT	MT	MT	MT
	4	5669.9	0.14	3457.6	2841.4
F test		*	**	**	**

* Επίπεδο σημαντικότητας $P=0,05$

**Επίπεδο σημαντικότητας $P=0,01$

Το παραγωγικό δυναμικό απόδοσης για το συγκεκριμένο πείραμα εκφράζεται από το εμπορικό υβρίδιο CONSTANZA που είναι πλήρως προσαρμοσμένο στην περιοχή. Ειδικότερα, οι πέντε πληθυσμοί διαφοροποιήθηκαν ως προς την απόδοση. Ο 5^{ος} πληθυσμός είχε σημαντικά

μεγαλύτερη απόδοση από τους υπόλοιπους πληθυσμούς (πίνακας 3). Οι πληθυσμοί 1, 2 και 3 είχαν παραγωγικό δυναμικό χαμηλότερο αλλά ισοδύναμο μεταξύ τους ενώ ο πληθυσμός 4 είχε το χαμηλότερο δυναμικό. Ο μέσος συντελεστής παραλλακτικότητας των πληθυσμών ήταν 40.8% και, συγκρινόμενος με τον αντίστοιχο του υβριδίου, σαφώς μεγαλύτερος γεγονός που αποτελεί ένδειξη ύπαρξης γενετικής παραλλακτικότητας μεταξύ των πληθυσμών.

Η απόδοση των πληθυσμών στο μέσο της όρο (102.4 g/φυτό) παρουσιάστηκε μειωμένη σε σχέση με το μέσο όρο του υβριδίου (317.3 g/φυτό) κατά 67.7% με εύρος από 63.5% έως 73.2% γεγονός που δείχνει πως οι πληθυσμοί είχαν το ίδιο παραγωγικό δυναμικό. Το γεγονός πως το υβρίδιο είχε μεγαλύτερο δυναμικό απόδοσης ήταν φυσικά αναμενόμενο και συμφωνεί με παλαιότερα δεδομένα (Καρακαζάς, 1997; Gardner, 1990; Malvar et al. 1996). Η απόδοση σε σπόρο των πληθυσμών κυμάνθηκε σε ποσοστό από 26.8% (πληθυσμός 4) έως 36.5% (πληθυσμός 5) επί της απόδοσης του υβριδίου. Ο 2^{ος} και ο 3^{ος} πληθυσμός κυμάνθηκαν στο ίδιο επίπεδο (31.5% και 31.9% αντίστοιχα) και ο 1^{ος} πληθυσμός στο 34.6% της απόδοσης του υβριδίου.



ΠΙΝΑΚΑΣ 3 : Παραγωγική συμπεριφορά των πέντε πληθυσμών και ενός υβριδίου καλαμτοκού για τα χαρακτηριστικά απόδοσης, ποσοστό εκκοκισμού, άνθηση αρσενικής ταξιανθίας και άνθηση θηλυκής ταξιανθίας.

Α/Α Πληθυσμών	ΠΡΩΙΜΟΤΗΤΑ			
	Απόδοση (g/Φυτό)	Ποσοστό εκκοκισμού	Άνθηση αρσενικής ταξιανθίας (μέρες από τη σπορά)	Άνθηση θηλυκής ταξιανθίας (μέρες από τη σπορά)
πληθυσμός 1: 102/GR-OP-84	109.9 ± 50.9 (15.3-280.3)	0.79 ± 0.1 (0.29-0.90)	59.5 ± 6.5 (46-84)	61.8 ± 6.0 (48-77)
πληθυσμός 2: 30/GR-OP-163	99.9 ± 47.7 (22.5-231.1)	0.81 ± 0.1 (0.35-0.89)	57.3 ± 5.3 (50-74)	61.0 ± 5.6 (52-77)
πληθυσμός 3: 163/GR-OP-85	101.3 ± 43.8 (16.7-217.8)	0.80 ± 0.1 (0.40-0.84)	71.1 ± 4.6 (62-85)	73.7 ± 5.7 (57-88)
πληθυσμός 4: 28/GR-OP-183	85.1 ± 39.1 (17.1-184.2)	0.76 ± 0.1 (0.54-0.88)	58.6 ± 7.0 (49-88)	61.2 ± 6.6 (50-78)
πληθυσμός 5: 141/GR-OP-12	115.8 ± 44.9 (26.9-239.4)	0.77 ± 0.1 (0.48-0.85)	58.4 ± 4.3 (49-70)	61.8 ± 4.2 (51-73)
ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	102.4 (15.3-280.3)	0.79 (0.29-0.90)	61 (46-88)	63.9 (48-88)
F test	*	**	**	**
ΕΣΔ	13.9	0.03	1.9	1.6
CV (%)	40.8%	14.1%	11.1%	8.9%
CONSTANZA	317.3 ± 79.6 (51.6-470.4)	0.84 ± 0.1 (0.25-0.90)	64.1 ± 5.3 (48-82)	65.2 ± 4.2 (50-92)
CV (%)	25.1%	8.3%	8.4%	6.5%

* Επίπεδο σημαντικότητας P=0,05

** Επίπεδο σημαντικότητας P=0,01

1.2 Ποσοστό εκκοκισμού

Η ανάλυση διακύμανσης μεταξύ των πέντε πληθυσμών για το χαρακτηριστικό ποσοστό εκκοκισμού έδειξε πως οι πληθυσμοί διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας $P=0.01$ (πίνακας 2).

Το ποσοστό εκκοκισμού των πληθυσμών κυμάνθηκε σε ελαφρώς χαμηλότερα επίπεδα από εκείνο του υβριδίου. Ο μέσος όρος των πληθυσμών παρουσιάστηκε σχετικά μειωμένος σε σχέση με του υβριδίου σε ποσοστό περίπου 6.0%. Ο πληθυσμός 4 που παρουσιάζει το χαμηλότερο μέσο όρο απόδοσης παρουσιάζει και το χαμηλότερο ποσοστό εκκοκισμού. Ο πληθυσμός 5 παρόλο που παρουσιάζει τον υψηλότερο μέσο όρο απόδοσης παρουσιάζει, σε σχέση με τους υπόλοιπους πληθυσμούς, χαμηλό ποσοστό εκκοκισμού ενώ το υψηλότερο ποσοστό εκκοκισμού δίνει ο πληθυσμός 2 που όμως παρουσιάζει σχετικά χαμηλό μέσο όρο απόδοσης. Οι πληθυσμοί 1,2 και 3 δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους, αλλά διέφεραν σημαντικά από τους πληθυσμούς 4 και 5 (πίνακας 3). Η εκτίμηση του μέσου συντελεστή παραλλακτικότητας ήταν 14.1%, μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο του υβριδίου, γεγονός που αποτελεί μια πρώτη ένδειξη ύπαρξης γενετικής παραλλακτικότητας (πίνακας 3).

1.3 Πρωιμότητα

1.3.1 Άνθηση αρσενικής ταξιανθίας.

Βρέθηκαν σημαντικές διαφορές κατά την ανάλυση διακύμανσης μεταξύ των πληθυσμών για το χαρακτηριστικό αυτό σε επίπεδο σημαντικότητας $P=0,01$ όπως φαίνεται στον πίνακα 2.

Ο μέσος όρος των πληθυσμών ήταν 61 ημέρες, πρωιμότερος κατά 3.1 ημέρες από το μέσο όρο του υβριδίου. Ο πληθυσμος 2 εμφανίζει την πρωιμότερη άνθηση της αρσενικής ταξιανθίας και διαφέρει σημαντικά από τους υπόλοιπους πληθυσμούς. Συγκεκριμένα, οι πληθυσμοί 1, 2 και 3 διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους ενώ ο 4^{ος} και ο 5^{ος} είχαν παρόμοια συμπεριφορά. Οι πληθυσμοί 1, 4 και 5 κυμάνθηκαν σε ελαφρώς υψηλότερα επίπεδα, ενώ ο πληθυσμός 3 εμφανίζει την οψιμότερη άνθηση (71.1 ± 4.6). Ωστόσο ο 1^{ος} και ο 4^{ος} πληθυσμός παρουσιάζουν μεγαλύτερο εύρος τιμών από το υβρίδιο. Γεγονός που υποδηλώνει την ύπαρξη τόσο πρωιμότερων όσο και οψιμότερων γενοτύπων από το υβρίδιο. Ο μέσος όρος του υβριδίου κυμαίνεται σε περίπου μεσαίο επίπεδο σε σχέση με τους υπόλοιπους πληθυσμούς (πίνακας 3). Η εκτίμηση του μέσου συντελεστή παραλλακτικότητας των πέντε πληθυσμών ήταν 11.1% και, συγκρινόμενος με τον αντίστοιχο του υβριδίου (8.4%) ήταν μεγαλύτερος. Αυτό αποτελεί μια ένδειξη ύπαρξης γενετικής παραλλακτικότητας.

1.3.2 Άνθηση της θηλυκής ταξιανθίας.

Οι πληθυσμοί διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας $P=0.01$ όπως φαίνεται από την ανάλυση διακύμανσης μεταξύ των πληθυσμών (πίνακας 2).

Ο γενικός μέσος όρος των πληθυσμών βρέθηκε 2.7 μέρες πρωιμότερος σε σχέση με το μέσο όρο του υβριδίου (πίνακας 3). Ο μέσος όρος του 3^{ου} πληθυσμού κυμάνθηκε σε αρκετά υψηλότερα επίπεδα (8 ημέρες οψιμότερος) και είναι σημαντικά διαφορετικός από τους υπόλοιπους πληθυσμούς. Ο 2^{ος} και ο 4^{ος} πληθυσμός ήταν οι πρωιμότεροι και παρόλο που η διαφορά μεταξύ τους δεν ήταν σημαντική, διέφεραν σημαντικά από τους υπόλοιπους πληθυσμούς και το υβρίδιο. Σε συνδυασμό με το γεγονός πως αυτός ο πληθυσμός παρουσιάζει και την οψιμότερη άνθηση της αρσενικής ταξιανθίας, ίσως αποτελεί μια πρώτη ένδειξη ύπαρξης όψιμων γενοτύπων. Όλοι οι πληθυσμοί διέφεραν σημαντικά από το υβρίδιο (πίνακας 3).

Ο μέσος συντελεστής παραλλακτικότητας που εκτιμήθηκε ήταν μεγαλύτερος από εκείνο του υβριδίου, γεγονός που αποτελεί ένδειξη ύπαρξης γενετικής παραλλακτικότητας.

1.4 Τιμή SPAD

Η περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη αναμένεται να είναι ένα ενδιαφέρον κριτήριο επιλογής για αυξημένη φωτοσυνθετική ικανότητα και κατ' επέκταση υψηλή παραγωγικότητα (Revilla et al.). Ωστόσο ο προσδιορισμός της απαιτεί εργαστηριακή μέθοδο που καταστρέφει το φυτό, είναι δαπανηρή και χρονοβόρα και δεν μπορεί να εφαρμοσθεί για αξιολόγηση μεγάλου αριθμού γενοτύπων σε σύντομο χρονικό διάστημα. Προκειμένου, λοιπόν, να χρησιμοποιηθεί ως έμμεσο κριτήριο επιλογής γίνεται ένα έμμεσος προσδιορισμός της χλωροφύλλης με το κλωροφυλλόμετρο σε μονάδες SPAD. Η εκτίμηση της τιμής SPAD θα μπορούσε να αξιοποιηθεί ως έμμεσο κριτήριο επιλογής, σύμφωνα με δημοσιευμένα δεδομένα (Κορκόβελος, 2003).

Πίνακας 4. Ανάλυση διακύμανσης μεταξύ των πέντε πληθυσμών για τα χαρακτηριστικότιμή SPAD στο βλαστικό στάδιο (SPAD 1), στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2), στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3) και στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση (SPAD 4)

	SPAD 1	SPAD2	SPAD3	SPAD4	
	BE	MT	MT	MT	
	4	1778,6	3334,4	2533,3	1369,2
F test		**	**	**	**

**Επίπεδο σημαντικότητας $P=0,01$

Από την ανάλυση διακύμανσης μεταξύ των πληθυσμών για το χαρακτηριστικό τιμή SPAD στα τέσσερα στάδια στα οποία εκτιμήθηκε, βρέθηκε ότι οι διαφορές ήταν σημαντικές σε επίπεδο σημαντικότητας $P=0.01$ σε όλα τα στάδια (πίνακας 4).

Στον πίνακα 5 παρουσιάζεται η συμπεριφορά των πληθυσμών και του υβριδίου για αυτό το χαρακτηριστικό. Η συμπεριφορά του υβριδίου ήταν μια καλή ένδειξη της έκφρασης του χαρακτηριστικού αυτού στις δεδομένες αγρονομικές συνθήκες. Γενικά το υβρίδιο παρουσίασε μεγαλύτερους μέσους όρους χλωροφύλλης από τους πέντε πληθυσμούς σε όλα τα στάδια όπως ήταν αναμενόμενο και όπως έχει καταγραφεί και σε παλαιότερα δεδομένα. Στο βλαστικό στάδιο το υβρίδιο είχε μέση τιμή SPAD ίση με 50.4 μονάδες SPAD που μεγιστοποιήθηκε στο αναπαραγωγικό στάδιο (56.5 μονάδες SPAD). Η τιμή αυτή είναι ενδεικτική της επάρκειας αζώτου και η φωτοσυνθετική μηχανή ήταν σε πλήρη δραστηριότητα. Η βαθμιαία πτώση της μέσης τιμής SPAD στην πορεία των φυτών προς την ωρίμανση ήταν αναμενόμενη.

Το υβρίδιο διατήρησε το πράσινο χρώμα των φύλλων και στο τέλος της ωρίμανσης (στάδιο γεμίσιματος του κόκκου 70 μέρες από την άνθηση) όπως αναμένεται στα σύγχρονα εμπορικά υψηλοαποδοτικά υβρίδια. Αντίθετα οι πληθυσμοί στο μέσο τους όρο υστέρησαν σημαντικά σε σχέση με το υβρίδιο τόσο στην απόλυτη τιμή του χαρακτηριστικού όσο και στη βαθμιαία μεταβολή του από στάδιο σε στάδιο. Η χαμηλότερη τιμή SPAD θα μπορούσε να σημαίνει τόσο αδυναμία προσρόφησης του αζώτου από το έδαφος όσο και αδυναμίας αξιοποίησής του στο έπακρο. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η παρατήρηση ότι οι πληθυσμοί διατήρησαν τη φωτοσυνθετική τους επιφάνεια μόνο μέχρι 50 ημέρες μετά την άνθηση (με την εξαίρεση κάποιων φυτών του 3^{ου} πληθυσμού που διατήρησαν το πράσινο χρώμα των φύλλων στο στάδιο 70 μέρες από την άνθηση σε ποσοστό 6.3%) και μάλιστα στα επίπεδα που το υβρίδιο είχε 70 μέρες μετά την άνθηση. Επιπλέον ο πληθυσμός 4 φάνηκε να μειονεκτεί ακόμα περισσότερο αφού έχασε την αφομοιωτική του επιφάνεια αρκετά νωρίτερα από τους υπόλοιπους πληθυσμούς. Αυτό προφανώς είναι και η αιτία του χαμηλότερου δυναμικού παραγωγής που αναφέρθηκε νωρίτερα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 : Παραγωγική συμπεριφορά πέντε πληθυσμών και ενός υβριδίου καλαμποκιού για το χαρακτηριστικό «περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη» (τιμή SPAD) κατά το βλαστικό στάδιο (SPAD1), το αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2), το στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 μέρες από την άνθηση (SPAD 3), το στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 μέρες από την άνθηση (SPAD 4) και το στάδιο γεμίσματος του κόκκου 70 μέρες από την άνθηση.

Πληθυσμοί	Spad 1	Spad 2	Spad 3	Spad 4	Spad 5
πληθυσμός 1: 102/G-OP-84	41.3±7.2 (21.7-59.3)	48.8±6.4 (26.3-63.8)	36.7±8.8 (17.4-53.3)	27.8±5.9 (17.9-39.4)	
πληθυσμός 2: 30/G-OP-163	46.0±7.6 (30.4-69.7)	49.6±8.1 (26.2-64.8)	37.1±9.3 (17.2-58.0)	26.7±6.3 (15.8-41.9)	19.6±5.8 (15.4-32.0)
πληθυσμός 3: 163/G-OP-85	37.2±5.3 (24.8-54.5)	36.4±5.8 (18.5-51.5)	25.6±5.9 (15.7-46.7)	19.5±4.4 (15.7-30.1)	
πληθυσμός 4: 28/G-OP-183	44.7±6.8 (26.2-57.2)	43.2±7.2 (23.9-57.8)	31.8±7.9 (15.5-48.8)	28.0±10.0 (17.0-43.9)	
πληθυσμός 5: 141/G-OP-12	47.7±6.6 (30.9-62.9)	49.7±7.6 (20.9-63.0)	37.6±8.8 (17.7-53.5)	28.2±8.5 (16.1-52.2)	
ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	43.4 (21.7-69.7)	45.5 (18.5-64.8)	33.8 (15.5-58.0)	26.0 (15.7-52.2)	19.6 (15.4-32.0)
F test	**	**	**	**	**
ΕΣΔ	1.9	2.0	2.6	3.8	
CV (%)	15.6%	15.5%	25.3%	31.6%	
CONSTANZA	50.4±5.8 (32.2-59.9)	56.5±3.5 (36.8-62.4)	52.9±4.8 (36.8-62.4)	34.4±7.2 (15.2-49.0)	27.8±6.4 (15.5-44.4)
CV (%)	9,0%	12,0%	8,9%	21,3%	24,5%

**Επίπεδο σημαντικότητας P=0,01

Πιο συγκεκριμένα για τη τιμή SPAD στο βλαστικό στάδιο ο μέσος όρος των πληθυσμών ήταν μειωμένος κατά 13.9% του μέσου όρου του υβριδίου, στο αναπαραγωγικό στάδιο 19.5%, στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 μέρες από την άνθηση 36.1% και στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 μέρες από την άνθηση 24.4%. Ο 5^{ος} πληθυσμός είχε σε όλα τα στάδια καλύτερη συμπεριφορά από τους υπόλοιπους πληθυσμούς με σχετικά υψηλούς μέσους όρους και διαφέροντας σημαντικά από όλους τους υπόλοιπους πληθυσμούς, γεγονός που είναι ενδιαφέρον για την περαιτέρω αξιολόγησή του ως προς το χαρακτηριστικό της χλωροφύλλης και, σε συνδυασμό με τον υψηλότερο μέσο όρο απόδοσης του, παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον. Από τους πέντε πληθυσμούς, ο 3^{ος} εμφάνισε τους χαμηλότερους μέσους όρους σε όλα τα στάδια μέτρησης της χλωροφύλλης και διέφερε σημαντικά τόσο από τους υπόλοιπους πληθυσμούς όσο και από το υβρίδιο. Στο βλαστικό και στο αναπαραγωγικό στάδιο η εκτίμηση του συντελεστή παραλλακτικότητας ήταν μικρή ενώ αντίθετα ήταν έως ικανοποιητική στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 και 50 ημέρες από την άνθηση.

Αν η παραλλακτικότητα των πληθυσμών εκφραστεί με το εύρος των τιμών του χαρακτηριστικού παρατηρείται ότι στο βλαστικό στάδιο όλοι οι πληθυσμοί παρουσιάζουν μεγαλύτερο εύρος τιμών από το υβρίδιο. Μάλιστα ο 2^{ος} και ο 5^{ος} πληθυσμών παρουσιάζουν και μεγαλύτερο μέγιστο από το υβρίδιο. Στο αναπαραγωγικό στάδιο συμβαίνει το ίδιο με τους πληθυσμούς 1, 2 και 5 να παρουσιάζουν επίσης μεγαλύτερο μέγιστο από το υβρίδιο. Ωστόσο όλοι οι πληθυσμοί παρουσιάζουν μικρότερο ελάχιστο από το υβρίδιο. Στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 μέρες από την άνθηση παρόλο που όλοι οι πληθυσμοί παρουσιάζουν μεγαλύτερο εύρος από το υβρίδιο, είναι φανερό η πτώση των τιμών της τιμής SPAD με μεγαλύτερο ρυθμό από εκείνη του υβριδίου. Στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 μέρες από την άνθηση τα δεδομένα δείχνουν πως όλοι οι πληθυσμοί έχουν μικρότερο εύρος από το υβρίδιο εξαιρουμένου του 5^{ου} πληθυσμού που μάλιστα παρουσιάζει μεγαλύτερο μέγιστο από το υβρίδιο.

Η μέση παραλλακτικότητα των πληθυσμών ήταν, σε όλα τα στάδια στα οποία εκτιμήθηκε το χαρακτηριστικό, μεγαλύτερη από το υβρίδιο. Συνεπώς σε όλα τα στάδια υπάρχει ένδειξη ύπαρξης γενετικής παραλλακτικότητας. Ωστόσο βρέθηκε ότι στο υβρίδιο η εκτίμηση της παραλλακτικότητας έχει μεγαλύτερο πειραματικό σφάλμα όσο προχωρά η βλαστική περίοδος. Βρέθηκε ότι η πιο αξιόπιστη εκτίμηση είναι στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3) όπου βρέθηκε το μικρότερο πειραματικό σφάλμα.

Από τον πίνακα 102 του παραρτήματος φαίνεται ότι, στο υβρίδιο, για το χαρακτηριστικό τιμή SPAD στο βλαστικό στάδιο, η ανάλυση διακύμανσης έδειξε σημαντικές διαφορές εντός του υβριδίου. Αυτό σημαίνει πως η εκτίμηση σε αυτό το στάδιο δεν μπορεί να είναι αξιόπιστη.

1.5 Ταχύτητα φυτρώματος.

Από την ανάλυση διακύμανσης μεταξύ των πέντε πληθυσμών για το χαρακτηριστικό ταχύτητα φυτρώματος βρέθηκε ότι και οι πέντε πληθυσμοί διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας $P=0.01$ (πίνακας 6).

Πίνακας 6. Ανάλυση διακύμανσης μεταξύ των πέντε πληθυσμών για τα χαρακτηριστικά φυτρωτική δύναμη, ύψος φυτού, πολυδημία και υγρασία σπόρου.

	Ταχύτητα φυτρώματος (ημέρες από τη σπορά)	Ύψος φυτού (cm)	Πολυδημία	Υγρασία σπόρου	
	BE	MT	MT	MT	
	4	138,8	27937	4	79,4
F test		**	**	**	**

**Επίπεδο σημαντικότητας $P=0,01$

Το υβρίδιο ήταν πρώιο ως προς αυτό το χαρακτηριστικό με μέσο όρο 8.6 ± 2.3 ημέρες από τη σπορά (πίνακας 7), γεγονός που ήταν αναμενόμενο μιας και η πρωιμότητα στο φύτεμα αποτελεί χαρακτηριστικό των σημερινών εμπορικών υβριδίων. Ο μέσος όρος των πληθυσμών ήταν 9.8 ημέρες δηλαδή 1.2 μέρες οψιμότερος. Παρατηρούμε όμως πως στο 2^ο πληθυσμό ο μέσος όρος (8.6 ± 1.4 ημέρες) κυμαίνεται στο ίδιο επίπεδο (με μικρότερη τυπική απόκλιση από το υβρίδιο) γεγονός που αποτελεί μια πρώτη ένδειξη για την πιθανή ύπαρξη πρώιμων γενεοτύπων. Ο 2^{ος} και ο 3^{ος} δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους. Οι υπόλοιποι πληθυσμοί κυμαίνονται σε οψιμότερα επίπεδα φυτρώματος με τον 1^ο πληθυσμό να είναι ο οψιμότερος στο φύτεμα με μέσο όρο 11.6 ± 4.4 ημέρες, σημαντικά διαφορετικός. Αν η παραλλακτικότητα των τιμών του χαρακτηριστικού εκφραστεί σε εύρος τιμών παρατηρούμε πως όλοι οι πληθυσμοί παρουσιάζουν μεγαλύτερο εύρος από το υβρίδιο με τον 1^ο πληθυσμό μάλιστα να παρουσιάζει διπλάσιο εύρος. Ο μέσος συντελεστής παραλλακτικότητας των πληθυσμών ήταν μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο του υβριδίου, γεγονός που υποδηλώνει την ύπαρξη επαρκούς γενετικής παραλλακτικότητας (Πίνακας 7).

Ωστόσο, από τον πίνακα 97 του παραρτήματος, φαίνεται ότι εκτιμήθηκαν σημαντικές διαφορές για το χαρακτηριστικό αυτό εντός του υβριδίου, γεγονός που σημαίνει πως η εκτίμηση για το χαρακτηριστικό της φυτρωτικής δύναμης κρίνεται αναξιόπιστη.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7: Παραγωγική συμπεριφορά πέντε πληθυσμών και ενός υβριδίου καλαμποκιού για τα χαρακτηριστικά ταχύτητα φαινόματος, ύψος φυτού, πολυδημία, υγρασία σπόρου και πλάγιασμα

Πληθυσμοί	Ταχύτητα φαινόματος (μέρες)	Ύψος Φυτού (cm)	Πολυδημία	Υγρασία σπόρου	Πλάγιασμα
πληθυσμός 1: 102/G-OP-84	11.6 ± 4.4 (6-27)	140 ± 20.2 (100-200)	1.3 ± 0.7 (0-5)	14.0 ± 1.4 (11.4-19.6)	1.5 ± 1.8 (1-10)
πληθυσμός 2: 30/G-OP-163	8.6 ± 1.4 (6-12)	130.3 ± 27.4 (60-200)	1.2 ± 0.5 (0-3)	14.1 ± 0.9 (12.7-16.4)	1.8 ± 2.0 (1-10)
πληθυσμός 3: 163/G-OP-85	9.1 ± 2.3 (6-21)	172.0 ± 25.1 (110-225)	0.9 ± 0.3 (0-2)	16.3 ± 1.9 (13.2-23.2)	4.2 ± 3.4 (1-10)
πληθυσμός 4: 28/G-OP-183	10.4 ± 3.4 (6-24)	130.5 ± 20.7 (80-175)	1.5 ± 0.6 (0-3)	13.8 ± 0.8 (12.8-16.2)	1.8 ± 2.1 (1-10)
πληθυσμός 5: 141/G-OP-12	9.4 ± 2.5 (6-21)	143.5 ± 20.9 (60-195)	1.2 ± 0.5 (0-2)	14.0 ± 0.8 (12.2-16.9)	1.7 ± 1.5 (1-10)
ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	9.8 (6-27)	143.3 (60-225)	1.2 (0-5)	14.4 (11.4-23.2)	2.2 (1-10)
F test	**	**	**	**	**
ΕΣΔ	0.8	6.7	0.2	0.5	0.7
CV (%)	30.4%	16.1%	43.6%	11.0%	102.3%
CONSTANZA	8.6 ± 2.3 (6-16)	203.5 ± 16 (150-235)	1.4 ± 0.16 (1-4)	15.1 ± 0.9 (13-18.5)	1.0 ± 0.1 (1-2)
CV (%)	20,2%	7,2%	34,1%	5,3%	-

**Επίπεδο σημαντικότητας P=0,01

1.6 Ύψος φυτού

Από την ανάλυση της διακύμανσης μεταξύ των πληθυσμών (πίνακας 6) βρέθηκε ότι οι πληθυσμοί διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους στο ύψος του φυτού σε επίπεδο σημαντικότητας $P=0.01$.

Το υβρίδιο είχε μέσο όρο ύψους ίσο με $203.5 \pm 16\text{cm}$ ενώ ο μέσος όρος των πληθυσμών παρουσιάστηκε μειωμένος σε ποσοστό 29.6%. Οι μέσοι όροι των πληθυσμών κυμάνθηκαν από $130.3 \pm 27.4\text{ cm}$ που ήταν το μέσο ύψος του 2^{ου} πληθυσμού έως και $172.0 \pm 25.1\text{ cm}$ που ήταν ο μέσος όρος ύψους του 3^{ου} πληθυσμού. Ο 3^{ος} πληθυσμός διαφέρει σημαντικά από τους υπόλοιπους ενώ οι 4 απομείνοντες δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους. Τα χαμηλότερα επίπεδα ύψους στους πληθυσμούς σε σχέση με το υβρίδιο ήταν επίσης αναμενόμενα σύμφωνα με παλαιότερες μελέτες που αναφέρθηκαν πιο πάνω. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός πως το εύρος των τιμών για το χαρακτηριστικό αυτό ήταν μεγαλύτερο από εκείνο του υβριδίου. Οι μέγιστες τιμές των πληθυσμών 1,2 και 3 είναι στα επίπεδα του υβριδίου γεγονός που αποτελεί μια ένδειξη ύπαρξης τόσο υψηλόσωμων όσο και χαμηλόσωμων γενοτύπων. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας που εκτιμήθηκε για το χαρακτηριστικό αυτό μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο του υβριδίου που οφείλεται καθαρά στο περιβάλλον. Συνεπώς αποτελεί μια πρώτη ένδειξη ύπαρξης γενετικής παραλλακτικότητας. (πίνακας 7).

1.7 Πολυδημία

Εδώ ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός πως ο 4^{ος} πληθυσμός, παρόλο που είχε το χαμηλότερο μέσο όρο απόδοσης, παρουσιάζει υψηλό μέσο όρο σπαδικών ανά φυτό (1.5 ± 0.6), υψηλότερο από το υβρίδιο, διαφορά στατιστικώς σημαντική, και δίνει μια πρώτη ένδειξη για την χρήση του χαρακτηριστικού αυτού για έμμεση επιλογή. Οι υπόλοιποι πληθυσμοί κυμάνθηκαν στα ίδια περίπου επίπεδα, χαμηλότερα από εκείνο του υβριδίου με τον πληθυσμό 3 να παρουσιάζει το χαμηλότερο μέσο όρο πολυδημίας (0.9 ± 0.3 σπάδικες). Από το εύρος των τιμών του χαρακτηριστικού διαπιστώνεται η ύπαρξη πολύδημων γενοτύπων σε όλους τους πληθυσμούς. Ο μέσος συντελεστής παραλλακτικότητας των πληθυσμών ήταν μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο του υβριδίου και αποτελεί μια πρώτη ένδειξη ύπαρξης γενετικής παραλλακτικότητας.

Στον πίνακα 8 φαίνεται ότι το υβρίδιο είχε 0% ποσοστό άγονων φυτών. Οι πληθυσμοί 1 και 4 κυμάνθηκαν στο ίδιο χαμηλό ποσοστό περίπου 1%, ο πληθυσμός 2 περίπου 2%, ο πληθυσμός 4 περίπου 3% ενώ ο πληθυσμός 3 είχε το μεγαλύτερο ποσοστό στειρότητας που φτάνει το 9%. Όσον αφορά το ποσοστό των φυτών που είχαν ένα σπάδικα, το χαμηλότερο

ποσοστό το παρουσιάζει ο πληθυσμός 4 με 50%, ακολουθεί το υβρίδιο με 62.5%, οι πληθυσμοί 1,2 και 5 κυμαίνονται περίπου στο ίδιο ποσοστό περίπου 75%, ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό το παρουσιάζει ο πληθυσμός 3 που αγγίζει το 90%. Όσον αφορά το ποσοστό των φυτών που ανέπτυξαν 2 σπάδικες ο πληθυσμός 3 έχει μόλις 1.98%, ακολουθεί ο πληθυσμός 1 με 17.17%, οι πληθυσμοί 2 και 5 με ποσοστό που κυμαίνεται περίπου στο 23%, το υβρίδιο με 36.54% και τέλος ο πληθυσμός 4 με το μεγαλύτερο ποσοστό φυτών με 2 σπάδικες που είναι 46.6%. Όσον αφορά το ποσοστό των φυτών που εμφάνισαν περισσότερους από 2 σπάδικες, οι πληθυσμοί 3 και 5 είχαν 0%, ακολούθησαν ο πληθυσμός 2 και το υβρίδιο με περίπου 1%, ο πληθυσμός 4 με 2.27% και τέλος ο πληθυσμός 1 με το μεγαλύτερο ποσοστό που ήταν 6.06%.

Πίνακας 8: Εκτίμηση του ποσοστού πολυδημίας σε 5 πληθυσμούς και ένα υβρίδιο καλαμποκιού.

Πληθυσμοί	0 σπάδικες (%)	1 σπάδικας (%)	2 σπάδικες (%)	>2σπάδικες (%)
πληθυσμός 1: 102/G-OP-84	1.0	75.8	17.2	6.1
πληθυσμός 2: 30/G-OP-163	2.0	72.5	23.5	1.0
πληθυσμός 3: 163/G-OP-85	8.9	89.1	2.0	0.0
πληθυσμός 4: 28/G-OP-183	1.1	50.0	46.6	2.3
πληθυσμός 5: 141/G-OP-12	3.0	74.8	22.2	0.0
CONSTANZA	0.0	62.5	36.6	1.0

Βρέθηκε ότι ο πληθυσμός 4 παρουσίασε αξιοπρόσεκτα μεγάλο ποσοστό ύπαρξης δύο σπαδικών σε κάθε φυτό και αρκετά μεγάλο ποσοστό ύπαρξης φυτών με περισσότερους από 2 σπάδικες. Παρόλο που ο 4^{ος} πληθυσμός εμφάνισε την μικρότερη απόδοση, το γεγονός της ύπαρξης σημαντικής πολυδημίας αποτελεί ένδειξη ύπαρξης πολύδημων γενοτύπων.

1.8 Υγρασία σπόρου

Από την ανάλυση παραλλακτικότητας μεταξύ των πληθυσμών για την υγρασία του σπόρου βρέθηκε πως και οι πέντε πληθυσμοί διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας $P=0.01$ (πίνακας 6).

Ο μέσος όρος των πληθυσμών παρουσιάστηκε μειωμένος κατά 4.6%, κυμάνθηκε δηλαδή στα ίδια περίπου επίπεδα με το υβρίδιο. Μόνο ο 3^{ος} πληθυσμός παρουσίασε μεγαλύτερη υγρασία σπόρου από το υβρίδιο, διαφέροντας σημαντικά από τους υπόλοιπους πληθυσμούς, ενώ οι υπόλοιποι 4 πληθυσμοί είχαν αρκετά χαμηλότερη υγρασία σπόρου χωρίς σημαντική

στατιστική διαφορά μεταξύ τους. Η υγρασία είναι ενδεικτική της πρωιμότητας. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τις ημέρες για το αναπαραγωγικό στάδιο. Ο 1^{ος} και ο 3^{ος} πληθυσμός παρουσίασαν μεγαλύτερο εύρος τιμών από το υβρίδιο. Ο μέσος όρος του συντελεστή παραλλακτικότητας των πληθυσμών ήταν μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο του υβριδίου. Όλα αυτά συνηγορούν στο ότι οι πληθυσμοί θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για την επιλογή πρώιμων γενοτύπων, σε σύγκριση με το υβρίδιο (πίνακας 7). Όμως από τον πίνακα 110 του παραρτήματος βρέθηκαν σημαντικές διαφορές εντός του υβριδίου γεγονός που καθιστούν τις εκτιμήσεις για το χαρακτηριστικό αναξιόπιστες.

1.9 Πλάγιασμα

Κανένα φυτό υβριδίου δεν πλάγιασε, πράγμα αναμενόμενο μιας και το CONSTANZA είναι ένα υψηλοαποδοτικό, ευρέως διαδεδομένο εμπορικά υβρίδιο. Ο πιο ευαίσθητος πληθυσμός φαίνεται να είναι ο 3^{ος} (4.2 ± 3.4), διαφέροντας σημαντικά από τους υπόλοιπους, ενώ οι υπόλοιποι 4 πληθυσμοί κυμάνθηκαν σε παρόμοια χαμηλά επίπεδα χωρίς στατιστικές διαφορές μεταξύ τους (πίνακας 4)

Στον πίνακα 9 φαίνεται ότι ο πληθυσμός στον οποίο παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη ευαισθησία στο πλάγιασμα είναι ο πληθυσμός 3 με 40.39%. Οι πληθυσμοί 1, 4 και 5 κυμάνθηκαν στα ίδια αρκετά χαμηλά επίπεδα, περίπου 8%, και ο πληθυσμός 2 κυμάνθηκε σε κάπως υψηλότερα επίπεδα (21.63%). Το υβρίδιο δεν παρουσίασε ευαισθησία στο πλάγιασμα όπως άλλωστε αναμενόταν.

Οι πληθυσμοί 1 και 2 παρουσίασαν ανθεκτικότητα στο σπάσιμο. Οι πληθυσμοί 4, 5 και το υβρίδιο κυμάνθηκαν στα ίδια επίπεδα τα οποία ήταν χαμηλά, περίπου 1% ενώ σε υψηλότερα κυμάνθηκε ο πληθυσμός 3 (3.85%).

Πίνακας 9. Ποσοστό πλαγιάσματος και σπασίματος του στελέχους του φυτού πέντε πληθυσμών και ενός υβριδίου καλαμποκιού.

Πληθυσμοί	Πλάγιασμα	Σπάσιμο
πληθυσμός 1: 102/G-OP-84	8.16%	0%
πληθυσμός 2: 30/G-OP-163	12.63%	0%
πληθυσμός 3: 163/G-OP-85	40.39%	3.85%
πληθυσμός 4: 28/G-OP-183	8.79%	1.1%
πληθυσμός 5: 141/G-OP-12	8.08%	1.01%
CONSTANZA	0%	0.95%

2. Μελέτη φαινοτυπικής παραλλακτικότητας – Γενετικές παράμετροι.

Η ύπαρξη γενετικής παραλλακτικότητας είναι σημαντική για την ενδεχόμενη αξιοποίηση του πληθυσμού. Το εύρος των παραμέτρων καθώς και ο συντελεστής φαινοτυπικής παραλλακτικότητας CV που μνημονεύθηκε παραπάνω ήταν μια πρώτη ένδειξη ότι η φαινοτυπική παραλλακτικότητα των πέντε πληθυσμών ήταν μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του υβριδίου και επομένως αναμένεται μέρος αυτής να είναι γενετική. Στη συνέχεια παρατίθενται οι γενετικές παράμετροι όπως αυτές εκτιμήθηκαν από την ανάλυση παραλλακτικότητας εντός και μεταξύ των πληθυσμών.

2.1 Απόδοση

Η φαινοτυπική παραλλακτικότητα για κάθε έναν από τους πέντε πληθυσμούς που μελετήθηκαν και τα επι μέρους συστατικά της παρουσιάζονται στον πίνακα 10.

Η φαινοτυπική διακύμανση σ^2_p κυμάνθηκε από 145.6g/φυτό (πληθυσμός 4) έως 201.0g/φυτό (πληθυσμός 1) και ο συντελεστής φαινοτυπικής παραλλακτικότητας CV από 40.8% έως 51.4%. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η αντίστοιχη φαινοτυπική εκτίμηση για το υβρίδιο, που εκφράζει την διακύμανση λόγω περιβάλλοντος (σ^2_e) ήταν 72.0g/φυτό και η αντίστοιχη CV 25.1% είναι προφανές ότι για κάθε πληθυσμό παρατηρήθηκε γενετική διακύμανση (σ^2_g). Η μέση εκτίμηση της φαινοτυπικής διακύμανσης για τους πέντε πληθυσμούς ήταν 193.3g/φυτό και CV=40.8%.

Στο μέτρο που οι πέντε πληθυσμοί μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελούν ένα τυχαίο δείγμα των τοπικών ελληνικών πληθυσμών καλαμποκιού, φαίνεται ότι οι τοπικοί πληθυσμοί διαθέτουν παραλλακτικότητα για την απόδοση που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί σε σχήματα επιλογής. Αυτό προκύπτει από τις εκτιμήσεις της σ^2_g τόσο από τις απόλυτες τιμές όσο και από τις σχετικές του γενετικού συντελεστή παραλλακτικότητας GCV (πίνακας 10). Ειδικότερα οι τιμές του GCV κυμάνθηκαν από 9.8% (πληθυσμός 4) έως 12.6% (πληθυσμός 5). Τέτοιες τιμές, παρόλο που δεν είναι ιδιαίτερα υψηλές είναι οριακά ικανοποιητικές και υπονοούν ότι η γενετική αυτή παραλλακτικότητα είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί. Ειδικότερα, η μέση εκτίμηση του GCV των πέντε πληθυσμών ήταν 10.8% και είναι ικανοποιητική για να υπάρξει ανταπόκριση στην επιλογή.

2.2 Ποσοστό εκκοκισμού

Στον πίνακα 11 φαίνονται για κάθε πληθυσμό η φαινοτυπική παραλλακτικότητα και τα συστατικά της. Ο συντελεστής φαινοτυπικής παραλλακτικότητας των πληθυσμών κυμάνθηκε από 8.3% (πληθυσμός 1) έως 27.8% (πληθυσμός 3) ενώ του υβριδίου που οφείλεται καθαρά σε περιβάλλον ήταν 8.25%. Φαίνεται λοιπόν πως όλοι οι πληθυσμοί διαθέτουν γενετική διακύμανση με μόνη εξαίρεση τον πληθυσμό 5 όπου ο CV είναι οριακά μεγαλύτερος από εκείνο του υβριδίου. Η μέση γενική διακύμανση για τους πέντε πληθυσμούς ήταν 0.0012 ενώ ο μέσος συντελεστής φαινοτυπικής παραλλακτικότητας ήταν 14.1%.

Η γενική εκτίμηση της γενετικής παραλλακτικότητας των πληθυσμών έδωσε τιμή 0.007 με GCV 3.3%. Ο γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας GCV κυμάνθηκε από 1.8% (πληθυσμός 2) έως 8.1% (πληθυσμός 3) και φαίνεται πως μόνο ο πληθυσμός 3 φαίνεται να έχει σημαντική γενετική διακύμανση που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε σχήματα επιλογής.

Πίνακας 10: Στοιχεία διακύμανσης για το χαρακτηριστικό «απόδοση» σε πέντε πληθυσμούς καλαμποκιού.

	πληθυσμός 1:	πληθυσμός 2:	πληθυσμός 3:	πληθυσμός 4:	πληθυσμός 5:	Συνδυασμένες εκτιμήσεις
	102/G-OP-84	30/G-OP-163	163/G-OP-85	28/G-OP-183	141/G-OP-12	
MO	109.9 ± 50.9 (15.3-280.3)	99.9 ± 47.7 (22.5-231.1)	101.3 ± 43.8 (16.7-217.8)	85.1 ± 39.1 (17.1-184.2)	115.8 ± 44.9 (26.9-239.4)	102.4 (15.3-280.3)
CV%	40.8	44.5	43.9	43.4	51.4	40.8
σ^2_p	201.0	183.0	192.0	145.6	179.0	193.3
σ^2_e	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0
σ^2_g	129.0	111.0	120.0	73.6	107.0	121.3
GCV%	10.3	11.0	11.0	9.8	12.6	10.8
H	0.64	0.61	0.63	0.51	0.60	0.63

Πίνακας 11: Στοιχεία διακύμανσης για το χαρακτηριστικό «Δείκτης εκκοκισμού» σε πέντε πληθυσμούς καλαμποκιού.

	πληθυσμός 1:	πληθυσμός 2:	πληθυσμός 3:	πληθυσμός 4:	πληθυσμός 5:	Συνδυασμένες εκτιμήσεις
	102/G-OP-84	30/G-OP-163	163/G-OP-85	28/G-OP-183	141/G-OP-12	
MO	0.79 ± 0.1 (0.29-0.90)	0.81 ± 0.1 (0.35-0.89)	0.80 ± 0.1 (0.40-0.84)	0.76 ± 0.1 (0.54-0.88)	0.77 ± 0.1 (0.48-0.85)	0.79 (1.29-0.89)
CV%	12.3	12.2	27.8	17.7	8.3	14.1
σ^2_p	0.001	0.0007	0.0036	0.0017	0.0004	0.0012
σ^2_e	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
σ^2_g	0.00050	0.00020	0.00310	0.00120	-	0.0007
GCV%	2.8	1.8	8.1	4.8	-	3.3
H	0.50	0.29	0.86	0.71	-	0.58

2.3 Άνθηση αρσενικής ταξιανθίας.

Η φαινοτυπική παραλλακτικότητα και τα συστατικά της παρατίθενται στον πίνακα 12. Η σ^2_p κυμάνθηκε από 1.6 ημέρες (πληθυσμός 5) έως 4.0 ημέρες (πληθυσμός 4) ενώ ο συντελεστής φαινοτυπικής παραλλακτικότητας CV από 6.5% (πληθυσμοί 2 και 3) έως 11.0% (πληθυσμός 5). Οι αντίστοιχες τιμές για το υβρίδιο ήταν $\sigma^2_p=2.3$ ημέρες και $CV=8.4\%$. Συγκρίνοντας τα δεδομένα βρέθηκε ότι ο CV των πληθυσμών 1 και 4 είναι μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο του υβριδίου (που οφείλεται καθαρά στο περιβάλλον) γεγονός που επιβεβαιώνει την ύπαρξη διαθέσιμης γενετικής διακύμανσης.

Οι απόλυτες τιμές της σ^2_g στους πέντε πληθυσμούς κυμάνθηκε (για τους πληθυσμούς στους οποίους ήταν δυνατή η εκτίμησή της) από 0.1 ημέρες (πληθυσμός 2) έως 1.1 ημέρες (πληθυσμός 4) ενώ ο γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας κυμάνθηκε από 0.5% (πληθυσμός 2) έως 1.8% (πληθυσμός 4). Η μέση εκτίμηση των αντίστοιχων παραμέτρων για τους πέντε πληθυσμούς που αποτελούν ένα ικανοποιητικό δείγμα 500 φυτών ήταν 1.7 ημέρες και 2.1% αντίστοιχα. Φαίνεται λοιπόν πως παρόλο που οι πληθυσμοί παρουσιάζουν γενετική διακύμανση για το χαρακτηριστικό αυτό, οι τιμές του GCV είναι χαμηλές και δείχνουν πως δεν είναι άμεσα αξιοποιήσιμη σε επιλογή.

2.4 Άνθηση θηλυκής ταξιανθίας.

Η φαινοτυπική παραλλακτικότητα και τα συστατικά της για το χαρακτηριστικό της άνθησης της θηλυκής ταξιανθίας παρουσιάζονται στον πίνακα 13. Η φαινοτυπική παραλλακτικότητα για κάθε ένα πληθυσμό κυμάνθηκε από 1.6 ημέρες (πληθυσμός 5) έως 4.1 ημέρες (πληθυσμός 4) ενώ ο συντελεστής φαινοτυπικής παραλλακτικότητας κυμάνθηκε από 6.5% (πληθυσμός 5) έως 10.6% (πληθυσμός 4). Στο υβρίδιο οι αντίστοιχες τιμές ήταν 1.8 ημέρες και 6.5%.

Πίνακας 12: Στοιχεία διακύμανσης για το χαρακτηριστικό «Άνθηση Αρσενικής Ταξιανθίας» σε πέντε πληθυσμούς καλαμποκιού.

	πληθυσμός 1: 102/G-OP-84	πληθυσμός 2: 30/G-OP-163	πληθυσμός 3: 163/G-OP-85	πληθυσμός 4: 28/G-OP-183	πληθυσμός 5: 141/G-OP-12	Συνδυασμένες εκτιμήσεις
MO	59.5 ± 6.5 (46-84)	57.3 ± 5.3 (50-74)	71.1 ± 4.6 (62-85)	58.6 ± 7.0 (49-88)	58.4 ± 4.3 (49-70)	61 (46-70)
CV%	10.1	6.5	6.5	11.0	6.9	11.1
σ²p	3.7	3.0	2.2	4.0	1.6	4.6
σ²e	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
σ²g	0.8	0.1	-	1.1	-	1.7
GCV%	1.5	0.49	-	1.83	-	2.1
H	0.21	0.03	-	0.28	-	0.37

Πίνακας 13: Στοιχεία διακύμανσης για το χαρακτηριστικό «Άνθηση Θηλυκής Ταξιανθίας» σε πέντε πληθυσμούς καλαμποκιού.

	πληθυσμός 1: 102/G-OP-84	πληθυσμός 2: 30/G-OP-163	πληθυσμός 3: 163/G-OP-85	πληθυσμός 4: 28/G-OP-183	πληθυσμός 5: 141/G-OP-12	Συνδυασμένες εκτιμήσεις
MO	61.8 ± 6.0 (48-77)	61.0 ± 5.6 (52-77)	73.7 ± 5.7 (57-88)	61.2 ± 6.6 (50-78)	61.8 ± 4.2 (51-73)	63.9 (48-88)
CV%	9.2	9.0	7.4	10.6	6.5	8.9
σ²p	3.2	3.1	3.0	4.1	1.6	3.2
σ²e	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
σ²g	1.5	1.3	1.2	2.3	-	1.5
GCV%	2.0	1.9	1.5	2.5	-	1.9
H	0.45	0.42	0.41	0.57	-	0.45

Βρέθηκε πως όλοι οι πληθυσμοί φαίνεται να διαθέτουν γενετική διακύμανση εκτός του πληθυσμού 5 που είχε $CV = 6.5\%$.

Λαμβάνοντας όμως υπόψη ότι η εκτίμηση του συντελεστή γενετικής παραλλακτικότητας GCV ήταν χαμηλή για όλους τους πληθυσμούς, καθώς και ο μέσος των πληθυσμών, δεν είναι δυνατό να εκτιμηθεί το γενετικό δυναμικό που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί σε σχήματα επιλογής.

2.5 SPAD 1 (εκτίμηση χλωροφύλλης στο βλαστικό στάδιο)

Στον πίνακα 14 παρουσιάζονται η φαινοτυπική παραλλακτικότητα και τα συστατικά στα οποία αναλύεται για κάθε πληθυσμό.

Το υβρίδιο είχε φαινοτυπική παραλλακτικότητα, η οποία εκφράζει τη διακύμανση λόγω περιβάλλοντος, 2.2 μονάδες SPAD και συντελεστή φαινοτυπικής παραλλακτικότητας 9.0%. παρατηρείται ότι όλοι οι πληθυσμοί είχαν μεγαλύτερη τόσο φαινοτυπική παραλλακτικότητα (2.2 έως 5.3 μονάδες SPAD) όσο και CV (13% έως 17.4%) γεγονός που ενισχύει την ένδειξη γενετικής παραλλακτικότητας εντός των πληθυσμών. Μεγαλύτερη διακύμανση εμφανίζει ο πληθυσμός 2 ενώ την μικρότερη ο πληθυσμός 3.

Η γενετική παραλλακτικότητα που εκτιμήθηκε εντός των πληθυσμών κυμάνθηκε από 0.1 μονάδες SPAD (πληθυσμός 3) έως 3.1 μονάδες SPAD (πληθυσμός 2) ενώ η παράμετρος GCV κυμάνθηκε από 0.7% (πληθυσμός 3) έως 4.2% (πληθυσμός 1). Φαίνεται, λοιπόν ότι στον πληθυσμό 3 δεν είναι δυνατό να εκτιμηθεί η γενετική διακύμανση που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε σχήμα επιλογής, ενώ για τους λοιπούς πληθυσμούς, παρόλη τη σχετικά χαμηλή εκτίμηση του γενετικού συντελεστή παραλλακτικότητας, φαίνεται πως η γενετική παραλλακτικότητα που διαθέτουν είναι οριακά επαρκής με τη μεγαλύτερη να τη συγκεντρώνει ο πληθυσμός 1. Ωστόσο οι εκτιμήσεις αυτές για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό είναι αναξιόπιστες διότι η ανάλυση διακύμανσης στο υβρίδιο έδειξε σημαντικές στατιστικές διαφορές εντός του υβριδίου.

2.6 SPAD 2 (εκτίμηση χλωροφύλλης στο αναπαραγωγικό στάδιο)

Η εκτίμηση της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό της τιμής SPAD στο αναπαραγωγικό στάδιο κυμάνθηκε από 3.0 μονάδες SPAD (πληθυσμός 3) έως 5.9 μονάδες SPAD (πληθυσμός 5). Παραθέτοντας τις αντίστοιχες τιμές του υβριδίου που ήταν αντίστοιχα 4.5 μονάδες SPAD και CV 12.3% βρέθηκε ότι οι πληθυσμοί 1 και 3 δεν εμφάνισαν επαρκή παραλλακτικότητα για το χαρακτηριστικό αυτό. Από τους υπόλοιπους

πληθυσμούς, ο πληθυσμός 5 εμφάνισε τη μεγαλύτερη σ^2g (1.3 μονάδες SPAD) και GCV (2.3%) (πίν. 14).

Πίνακας 14: Στοιχεία διακύμανσης για το χαρακτηριστικό «SPAD 1» σε πέντε πληθυσμούς καλαμποκιού.

	πληθυσμός 1: 102/G-OP-84	πληθυσμός 2: 30/G-OP-163	πληθυσμός 3: 163/G-OP-85	πληθυσμός 4: 28/G-OP-183	πληθυσμός 5: 141/G-OP-12	Συνδυασμένες εκτιμήσεις
MO	41.3±7.2 (21.7-59.3)	46.0±7.6 (30.4-69.7)	37.2±5.3 (24.8-54.5)	44.7±6.8 (26.2-57.2)	47.7±6.6 (30.9-62.9)	43.4 (21.7-69.7)
CV%	17,4	16,0	12,7	15,2	13,0	15,6
σ²_p	5.2	5.3	2.2	4.6	3.9	4.5
σ²_e	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
σ²_g	3.0	3.1	0.1	2.5	1.8	2.4
GCV%	4.2	3.9	0.7	3.5	2.8	3.6
H	0.59	0.59	0.03	0.53	0.45	0.53

Πίνακας 15: Στοιχεία διακύμανσης για το χαρακτηριστικό «SPAD 2» σε πέντε πληθυσμούς καλαμποκιού.

	πληθυσμός 1: 102/G-OP-84	πληθυσμός 2: 30/G-OP-163	πληθυσμός 3: 163/G-OP-85	πληθυσμός 4: 28/G-OP-183	πληθυσμός 5: 141/G-OP-12	Συνδυασμένες εκτιμήσεις
MO	48.8±6.4 (26.3-63.8)	49.6±8.1 (26.2-64.8)	36.4±5.8 (18.5-51.5)	43.2±7.2 (23.9-57.8)	49.7±7.6 (20.9-63.0)	45.5 (18.5-64.8)
CV%	12,5	14,4	14,9	17,0	15,4	15,5
σ²_p	3.8	5.0	3.0	5.4	5.9	5.0
σ²_e	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
σ²_g	-	0.5	-	0.9	1.3	0.5
GCV%	-	1.4	-	2.2	2.3	1.5
H	-	0.09	-	0.16	0.23	0.09

2.7 SPAD 3 (εκτίμηση χλωροφύλλης στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 μέρες από την άνθηση)

Η φαινοτυπική παραλλακτικότητα του υβριδίου, που εκφράζει τη διακύμανση λόγω περιβάλλοντος για το χαρακτηριστικό τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση, ήταν 2.2 μονάδες SPAD ενώ ο συντελεστής φαινοτυπικής παραλλακτικότητας CV ήταν 8.9%. Ο πληθυσμός 5 βρέθηκε να εμφανίζει τη μεγαλύτερη σ^2_p (9.3 μονάδες SPAD) με CV=26.5% ενώ τη μικρότερη φαινοτυπική παραλλακτικότητα φαίνεται να εμφανίζει ο πληθυσμός 3 (3.7 μονάδες SPAD) με CV=24.3%. Φαίνεται όμως πως όλοι οι πληθυσμοί είχαν μεγαλύτερες εκτιμήσεις από το υβρίδιο γεγονός που πείθει για την ύπαρξη επαρκούς γενετικής παραλλακτικότητας εντός των πληθυσμών. Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνεται από τις εκτιμήσεις της γενετικής διακύμανσης σ^2_g (κυμάνθηκε από 1.5 μονάδες SPAD έως 7.1 μονάδες SPAD) ενώ η παράμετρος GCV κυμάνθηκε σε χαμηλά μεν αλλά ελπιδοφόρα επίπεδα (4.9% έως 7.3). Σε συνδυασμό με την υψηλή εκτίμηση του συντελεστή κληρονομίας H που κυμάνθηκε σε πολύ ικανοποιητικά επίπεδα (0.4 – 0.76) φαίνεται πως, στο στάδιο αυτό, οι πληθυσμοί διαθέτουν επαρκή γενετική διακύμανση που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε σχήματα επιλογής και να υπάρξει ανταπόκριση.

2.8 SPAD 4 (εκτίμηση χλωροφύλλης στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 μέρες από την άνθηση)

Στο στάδιο αυτό δεν ήταν δυνατή η εκτίμηση των γενετικών παραμέτρων κυρίως επειδή τα φυτά που διατήρησαν το πράσινο χρώμα των φύλλων τους ήταν λίγα σε σχέση με το σύνολο του πληθυσμού με αποτέλεσμα να μην είναι αξιόπιστη η ανάλυση παραλλακτικότητας (πίνακας 15). Συγκρίνοντας όμως τα CV των πληθυσμών με την αντίστοιχη τιμή του υβριδίου (21.3%) φαίνεται ότι υπάρχει παραλλακτικότητα που οφείλεται σε γενετικούς παράγοντες. Γι αυτό και η ύπαρξη των μεμονομένων αυτών φυτών από κάθε πληθυσμό που διατήρησαν το πράσινο χρώμα στα φύλλα τους μέχρι αυτό το στάδιο αποτελεί μια ένδειξη ύπαρξης γενοτύπων που διατηρούν το πράσινο χρώμα στα φύλλα τους.

Ο μόνος πληθυσμός που επαρκής αριθμός φυτών διατήρησαν το πράσινο χρώμα τους μέχρι αυτό το στάδιο ήταν ο πληθυσμός 5. Ο συντελεστής γενετικής παραλλακτικότητας εκτιμήθηκε σχετικά χαμηλός (4.7%)

Πίνακας 16: Στοιχεία διακρίμανσης για το χαρακτηριστικό «SPAD 3» σε πέντε πληθυσμούς καλαμποκιού.

	πληθυσμός 1:	πληθυσμός 2:	πληθυσμός 3:	πληθυσμός 4:	πληθυσμός 5:	Συνδυασμένες εκτιμήσεις
	102/G-OP-84	30/G-OP-163	163/G-OP-85	28/G-OP-183	141/G-OP-12	
MO	36.7±8.8 (17.4-53.3)	37.1±9.3 (17.2-58.0)	25.6±5.9 (15.7-46.7)	31.8±7.9 (15.5-48.8)	37.6±8.8 (17.7-53.5)	33.8 (15.5-58.0)
CV%	22,5	22,6	24,3	27,1	26,5	25,3
σ ² p	6.8	6.7	3.7	7.3	9.3	7.1
σ ² e	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
σ ² g	4.6	4.5	1.5	5.1	7.1	4.9
GCV%	5.8	5.8	4.9	7.2	7.3	6.6
H	0.68	0.67	0.41	0.70	0.76	0.69

Πίνακας 17: Στοιχεία διακρίμανσης για το χαρακτηριστικό «SPAD 4» σε πέντε πληθυσμούς καλαμποκιού.

	πληθυσμός 1:	πληθυσμός 2:	πληθυσμός 3:	πληθυσμός 4:	πληθυσμός 5:	Συνδυασμένες εκτιμήσεις
	102/G-OP-84	30/G-OP-163	163/G-OP-85	28/G-OP-183	141/G-OP-12	
MO	27.8±5.9 (17.9-39.4)	26.7±6.3 (15.8-41.9)	19.5±4.4 (15.7-30.1)	-	28.2±8.5 (16.1-52.2)	26.0 (15.7-52.2)
CV%	23,1	27,2	30,5	-	30,3	31,6
σ ² p	4.1	4.8	2.7	-	6.9	5.3
σ ² e	5.2	5.2	5.2	-	5.2	5.2
σ ² g	-	-	-	-	1.6	0.1
GCV%	-	-	-	-	4.7	1.0
H	-	-	-	-	0.24	0.01

Πίνακας 18: Στοιχεία διακύμανσης για το χαρακτηριστικό «Ταχύτητα φινιρώματος» σε πέντε πληθυσμούς καλαμποκιού.

πληθυσμός 1: 102/G-OP-84 πληθυσμός 2: 30/G-OP-163 πληθυσμός 3: 163/G-OP-85 πληθυσμός 4: 28/G-OP-183 πληθυσμός 5: 141/G-OP-12

Συνδυσασμένες
εκτιμήσεις

MO	11,6 ± 4,4 (6-27)	8,6 ± 1,4 (6-12)	9,1 ± 2,3 (6-21)	10,4 ± 3,4 (6-24)	9,4 ± 2,5 (6-21)	9,8 (6-27)
CV%	33,8	16,2	25,6	32,2	24,0	30,4
σ²p	1,5	0,2	0,6	1,1	0,5	0,9
σ²e	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
σ²g	1,2	-	0,3	0,8	0,2	0,6
GCV%	9,6	-	5,6	8,7	4,9	7,9
H	0,81	-	0,48	0,73	0,42	0,68

Πίνακας 19: Στοιχεία διακύμανσης για το χαρακτηριστικό «Υψος φυτό» σε πέντε πληθυσμούς καλαμποκιού.

πληθυσμός 1: 102/G-OP-84 πληθυσμός 2: 30/G-OP-163 πληθυσμός 3: 163/G-OP-85 πληθυσμός 4: 28/G-OP-183 πληθυσμός 5: 141/G-OP-12

Συνδυσασμένες
εκτιμήσεις

MO	140 ± 20,2 (100-200)	130,3 ± 27,4 (60-200)	172,0 ± 25,1 (110-225)	130,5 ± 20,7 (80-175)	143,5 ± 20,9 (60-195)	143,3 (60-225)
CV%	13,7	19,1	14,3	16,0	14,7	12,8
σ²p	3,7	61,2	60,6	44,0	43,9	5,3
σ²e	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5
σ²g	-	39,6	39,1	22,5	22,4	31,9
GCV%	-	4,9	3,6	3,6	3,3	0,6
H	-	0,65	0,65	0,51	0,51	3,9

2.9 Ταχύτητα φυτρώματος.

Από την ανάλυση διακύμανσης του υβριδίου για το χαρακτηριστικό «φυτρωτική δύναμη» προέκυψαν διαφορές εντός του υβριδίου με αποτέλεσμα οι εκτιμήσεις στο στάδιο αυτό να μην είναι αξιόπιστες. Ωστόσο παρατίθενται (πίνακας 18). Οι συντελεστές φαινοτυπικής παραλλακτικότητας στους πληθυσμούς κυμάνθηκαν από 16.2% (πληθυσμός 2) έως 33.8% (πληθυσμός 1) ενώ οι απόλυτες τιμές της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας κυμάνθηκαν από 0.2 ημέρες (πληθυσμός 2) έως 1.5 ημέρες (πληθυσμός 1). Λαμβάνοντας υπόψιν τις αντίστοιχες τιμές για το υβρίδιο το οποίο ήταν καθαρά περιβάλλον (2.8 ημέρες και $CV=20,2\%$) παρατηρήθηκε ότι μόνο ο πληθυσμός 2 φαίνεται να μην διαθέτει επαρκή γενετική δικύμανση ενώ τη μεγαλύτερη φαίνεται να την διαθέτει ο πληθυσμός 1. Η υπεροχή αυτού του πληθυσμού φαίνεται να επιβεβαιώνεται και από την εκτίμηση της σ^2g και του GCV αφού για τον πληθυσμό 1 ήταν 1.2 ημέρες και 9.6% αντίστοιχα. Ο συντελεστή GCV δεν εκτιμήθηκε ιδιαίτερα υψηλός αλλά είναι ικανοποιητικός και υπονοεί την ύπαρξη γενετικής παραλλακτικότητας που μπορεί να αξιοποιηθεί σε σχημα επιλογής. Το ίδιο φαίνεται να συμβαίνει και με τον πληθυσμό 4 αφού τόσο η σ^2p και ο GCV εμφανίζονται ελαφρά μειωμένα σε σχέση με τον πληθυσμό 1.

2.10 Ύψος φυτού.

Η φαινοτυπική παραλλακτικότητα και τα συστατικά της για κάθε έναν από τους πέντε πληθυσμούς παρατίθενται στον πίνακα 19.

Η φαινοτυπική παραλλακτικότητα του υβριδίου, που στην ουσία είναι διακύμανση λόγω περιβάλλοντος, εκτιμήθηκε 21,5cm με $CV=7.2\%$. Συγκρίνοντας τις τιμές του υβριδίου με τις εκτιμήσεις των αντίστοιχων παραμέτρων των πληθυσμών βρέθηκε ότι όλοι οι πληθυσμοί διέθεταν επαρκή παραλλακτικότητα, ώστε μέρος αυτής να θεωρηθεί γενετική, εκτός του πληθυσμού 1, για τον οποίον δεν εκτιμήθηκαν οι γενετικές παράμετροι. Ωστόσο οι λοιποί πληθυσμοί φαίνονται να διαθέτουν επαρκή γενετική παραλλακτικότητα με τον πληθυσμό 2 να υπερέχει ελαφρώς έχοντας μεγαλύτερο CV. Αυτό φαίνεται να επιβεβαιώνεται με την εκτίμηση των γενετικών παραμέτρων σ^2g και GCV αφού ο πληθυσμός αυτός φαίνεται να έχει τη μεγαλύτερη εκτίμηση και των δύο αυτών παραμέτρων. Αν και ο GCV εκτιμήθηκε σε χαμηλό σχετικά επίπεδο (4.9%) ωστόσο δίνει μια καλή ένδειξη ύπαρξης γενετικής παραλλακτικότητας εντός του πληθυσμού.

2.11 Πολυδημία.

Στον πίνακα 20 παρατίθενται η εκτίμηση της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας και των συστατικών της για κάθε ένα από τους πέντε πληθυσμούς. Για τους πληθυσμούς 2, 3 και 5 δεν ήταν δυνατή η εκτίμηση των γενετικών παραμέτρων διότι η διακύμανση λόγω περιβάλλοντος του

Πίνακας 20: Στοιχεία διακύμανσης για το χαρακτηριστικό «Πολυδερμία» σε πέντε πληθυσμούς καλαμποκιού.

	πληθυσμός 1:	πληθυσμός 2:	πληθυσμός 3:	πληθυσμός 4:	πληθυσμός 5:
	102/G-OP-84	30/G-OP-163	163/G-OP-85	28/G-OP-183	141/G-OP-12
MO	1.3 ± 0.7 (0-5)	1.2 ± 0.5 (0-3)	0.9 ± 0.3 (0-2)	1.5 ± 0.6 (0-3)	1.2 ± 0.5 (0-2)
CV%	54,8	37,7	36,0	37,2	39,1
σ²p	0.1	0.02	0.01	0.03	0.02
σ²e	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
σ²g	0.03	-	-	0.01	-
GCV%	13.2	-	-	5.8	-
H	0.57	-	-	0.24	-
					Συνδυσασμένες εκτιμήσεις

Πίνακας 21: Στοιχεία διακύμανσης για το χαρακτηριστικό «Υγρασία σπόρου» σε πέντε πληθυσμούς καλαμποκιού.

	πληθυσμός 1:	πληθυσμός 2:	πληθυσμός 3:	πληθυσμός 4:	πληθυσμός 5:
	102/G-OP-84	30/G-OP-163	163/G-OP-85	28/G-OP-183	141/G-OP-12
MO	14.0 ± 1.4 (11.4-19.6)	14.1 ± 0.9 (12.7-16.4)	16.3 ± 1.9 (13.2-23.2)	13.8 ± 0.8 (12.8-16.2)	14.0 ± 0.8 (12.2-16.9)
CV%	8,7	5,8	9,6	5,2	4,9
σ²p	0.2	0.07	0.3	0.05	0.05
σ²e	0.1	0.06	0.1	0.06	0.06
σ²g	0.1	0.01	0.2	-	-
GCV%	19.6	0.4	2.6	-	-
H	0.57	0.05	0.74	-	-
					Συνδυσασμένες εκτιμήσεις

υβριδίου εκτιμήθηκε υψηλή ($\sigma^2_e = 0.02$ σπάδικες και $CV = 34.1\%$) . Ωστόσο βρέθηκε ότι ο πληθυσμός 1 είχε $CV = 54.8\%$, εκτίμηση ιδιαίτερη υψηλή που δίνει μια ένδειξη της ύπαρξης γενετικής διακύμανση εντός του πληθυσμού. Αυτό επιβεβαιώνεται με την εκτίμηση των γενετικών παραμέτρων, σ^2_g και GCV , 0.03 σπάδικες και 13.2% αντίστοιχα. Η εκτίμηση του GCV είναι τέτοια που επιβεβαιώνει την ύπαρξη γενετικής παραλλακτικότητας εντός του πληθυσμού, ικανή να χρησιμοποιηθεί σε σχήματα επιλογής.

2.12 Υγρασία σπόρου.

Από την ανάλυση διακύμανσης του υβριδίου βρέθηκαν σημαντικές διαφορές εντός του υβριδίου γεγονός που καθιστά την εκτίμηση αναξιόπιστη. Πιθανόν αυτός να είναι ο λόγος, η υπερεκτίμηση δηλαδή της διακύμανσης λόγω περιβάλλοντος του υβριδίου, που δεν ήταν δυνατή η εκτίμηση των γενετικών παραμέτρων των πληθυσμών 4 και 5.

Η φαινοτυπική παραλλακτικότητα του υβριδίου εκτιμήθηκε 0.06 ενώ ο συντελεστής φαινοτυπικής παραλλακτικότητας CV εκτιμήθηκε 5.3%. Βρέθηκε ότι ο πληθυσμός 2 φαίνεται να έχει μικρή γενετική διακύμανση ανίκανη να χρησιμοποιηθεί. Το ίδιο συμβαίνει και με τον πληθυσμό 3. Αντίθετα ο πληθυσμός 1 εμφανίζει εξαιρετική εκτίμηση του συντελεστή γενετικής διακύμανσης GCV (19,6%) και απόλυτη τιμή της γενετικής διακύμανσης 0.1. οι εκτιμήσεις αυτές υπονοούν την ύπαρξη επαρκούς γενετικής παραλλακτικότητας που είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί σε ενδεχόμενο σχήμα επιλογής για το χαρακτηριστικό αυτό.

3. Μελέτη συνδυακόμενης.

Η ανάλυση της συνδυακόμενης αποβλέπει στην διερεύνηση της συσχέτισης μεταξύ των διαφόρων χαρακτηριστικών που μελετήθηκαν με σκοπό την πιθανή αναγνώριση κάποιων απ' αυτών που θα ήταν δυνατόν να αξιοποιηθούν ως έμμεσα κριτήρια επιλογής.

Οι συντελεστές φαινοτυπικής συσχέτισης για όλα τα χαρακτηριστικά και για κάθε ένα από τους πληθυσμούς παρουσιάζονται αναλυτικά στους πίνακες 124, 125, 126, 127, 128 και 129 στο παράρτημα. Σύμφωνα με τα δεδομένα οι τιμές r στους πληθυσμούς ήταν γενικά χαμηλές και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πρόβλεψη. Από τα αναλυτικά στοιχεία των πινάκων του παραρτήματος συνοψίζονται εκείνες οι συσχετίσεις που παρουσιάζουν ενδιαφέρον καθώς και εκείνες του υβριδίου, που οφείλονται καθαρά στο περιβάλλον (πίνακας 22). Παρόλο που οι φαινοτυπικές συσχετίσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών που μελετήθηκαν ήταν σχετικά χαμηλές, οι αντίστοιχες στο υβρίδιο ήταν ακόμη χαμηλότερες. Οι φαινοτυπικές συσχετίσεις που παρουσιάζονται επιβεβαιώνουν την αναμενόμενη σχετικά υψηλή συσχέτιση μεταξύ ανθοφορίας και άνθησης. Σημειώνεται ότι η αντίστοιχη συσχέτιση στο υβρίδιο που είναι καθαρά σχέση που οφείλεται στο περιβάλλον ήταν ίση με 0.49.

Πίνακας 22 : Φαινοτυπικές συσχετίσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών ανθοφορία, άνθηση, απόδοση, τιμή SPAD στο βλαστικό στάδιο (SPAD 1), τιμή SPAD στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2) και τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος κόκκου 25 μέρες από την άνθηση (SPAD 3). Αναφέρεται το εύρος των τιμών των πληθυσμών και η τιμή του υβριδίου εντός της παρένθεσης για κάθε συσχέτιση.

	ΑΝΘΗΣΗ	ΑΠΟΔΟΣΗ	SPAD1	SPAD2	SPAD3
ΑΝΘΟΦΟΡΙΑ	0.74-0.89 (0.49)	0.13-0.46 (0.22)	0.21-0.66 (0.32)	0.07-0.31 (0.08)	0.02-0.32 (0.04)
SPAD1	0.16-0.60 (0.41)	0.05-0.44 (0.56)			
SPAD2	0.1-0.5 (0.08)	0.23-0.55 (0.11)	0.32-0.64 (0.30)		
SPAD3	0-0.32 (~0)	0.17-0.37 (0.30)	0.02-0.30 (0.20)	0.33-0.66 (0.25)	

Σχετικά με την εκτίμηση της χλωροφύλλης σε μονάδες SPAD και την ενδεχόμενη αξιοποίησή τους ως έμμεσων κριτηρίων επιλογής για απόδοση αναφέρονται τα εξής:

Οι φαινοτυπικές συσχετίσεις μεταξύ της τιμής SPAD που εκτιμήθηκε στα διάφορα στάδια και της άνθησης ήταν χαμηλή έως ικανοποιητική αφού οι αντίστοιχες συσχετίσεις στο υβρίδιο που οφείλονται στο περιβάλλον ήταν χαμηλότερες με μόνη εξαίρεση το βλαστικό στάδιο στο οποίο το r του υβριδίου (0.41) ήταν εντός του εύρους του r των πέντε πληθυσμών (0.16-0.60).

Το ίδιο παρατηρείται με τις φαινοτυπικές συσχετίσεις μεταξύ της τιμής SPAD που εκτιμήθηκε στα διάφορα στάδια και της ανθοφορίας. Οι αντίστοιχες συσχετίσεις στο υβρίδιο και στα τρία στάδια ήταν εντός του εύρους των πέντε πληθυσμών εγγιζοντας την ελάχιστη τιμή r .

Όσον αφορά τις φαινοτυπικές συσχετίσεις μεταξύ των τιμών SPAD στα διάφορα στάδια στα οποία μελετήθηκε, η εκτίμηση SPAD στο βλαστικό στάδιο είχε μια χαμηλή έως ικανοποιητική συσχέτιση με την αντίστοιχη στο αναπαραγωγικό στάδιο (0.32-0.64), ενώ στο υβρίδιο ήταν χαμηλότερη (0.30). Η εκτίμηση της συσχέτισης στο αναπαραγωγικό στάδιο και στο αντίστοιχο γεμίσματος του κόκκου 25 μέρες από την άνθηση ήταν ικανοποιητική μιας και εκείνη του υβριδίου ήταν χαμηλότερη (0.25). Η εκτίμηση της συσχέτισης μεταξύ της τιμής SPAD στο βλαστικό στάδιο και στο στάδιο γεμίσματος κόκκου 25 μέρες από την άνθηση ήταν σχετικά χαμηλή μιας και η αντίστοιχη του υβριδίου ήταν μεν εντός του εύρους του r των πληθυσμών αλλά ήταν κοντά στη μέγιστη τιμή (0.20).

Είναι γενικά παραδεκτό ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση μεταξύ του ρυθμού της φωτοσύνθεσης από τη φυλλοστοιβάδα του φυτού και τη βιολογική παραγωγική τητα (Zelitch 1982).

Οι φαινοτυπικές συσχετίσεις μεταξύ της απόδοσης και της τιμής SPAD στα διάφορα στάδια στα οποία μελετήθηκε έδειξαν ότι υπάρχει χαμηλή συσχέτιση μεταξύ της τιμής SPAD στο βλαστικό στάδιο και της απόδοσης ενώ αντίθετα βρέθηκε υψηλότερη συσχέτιση της απόδοσης και της μέτρησης της χλωροφύλλης στο στάδιο της ανθοφορίας στους πληθυσμούς (0.23-0.55) από ότι στο υβρίδιο (0.11) γεγονός που δίνει μια πρώτη εκτίμηση της αξίας των πληθυσμών, φαίνεται ενδιαφέρουσα και συμφωνεί με προηγούμενα δεδομένα (Κορκόβελος, 2003). Τέλος η φαινοτυπική συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης και της τιμής SPAD στο στάδιο γεμίσματος κόκκου 25 μέρες από την άνθηση βρέθηκε χαμηλή αφού η αντίστοιχη του υβριδίου ήταν μεν εντός του εύρους r των πληθυσμών πλησιάζοντας όμως τη μέγιστη τιμή.

Βρέθηκε επίσης ότι στο υβρίδιο η συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης και της ανθοφορίας ήταν εντός του εύρους του r των πληθυσμών.

Με βάση τα προηγούμενα δεδομένα, προκειμένου να διερευνηθεί καλύτερα η πιθανή αξία του χαρακτηριστικού τιμή SPAD έγινε μια προσομοίωσης αρνητικής και θετικής επιλογής (υψηλό και χαμηλό SPAD) και της αντίστοιχης ανταπόκρισης στο χαρακτηριστικό της απόδοσης. Έγινε επίσης μια προσομοίωση αρνητικής και θετικής επιλογής στο χαρακτηριστικό «απόδοση» (υψηλοαποδοτικοί και χαμηλοαποδοτικοί γενότυποι) και της αντίστοιχης ανταπόκρισής στο χαρακτηριστικό τιμή SPAD σε όλα τα στάδια στα οποία μελετήθηκε.

Όσον αφορά το εμπορικό υβρίδιο CONSTANZA, είναι γνωστό πως ο γενότυπος είναι ένας και κάθε διαφορά που παρατηρείται στη συμπεριφορά των φυτών οφείλεται στην επίδραση

του περιβάλλοντος. Ωστόσο επιχειρήθηκε μια «επιλογή» όπως έγινε και στους πληθυσμούς και τα αποτελέσματα αναφέρονται κατά αντιπαράθεση με εκείνα των πληθυσμών.

3.1. Προσομοίωση αρνητικής και θετικής επιλογής στο χαρακτηριστικό SPAD

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 1

Στη θετική επιλογή που έγινε για το χαρακτηριστικό τιμή SPAD στο βλαστικό στάδιο (πίνακας 23) βρέθηκε ότι ο μέσος όρος της τιμής SPAD στους επιλεγμένους γενοτύπους ήταν ίσος με 52.8 ± 3.2 και υπερτερούσε κατά 11.5 μονάδες SPAD από το μέσο όρο της τιμής SPAD του πληθυσμού ενώ το αναμενόμενο γενετικό κέρδος ήταν περίπου το μισό (5.1). Το χαρακτηριστικό της απόδοσης που ακολούθησε την επιλογή είχε μέσο όρο ίσο με $128.3 \pm 55.8g$ και βρέθηκε αύξηση κατά 16.7% επί του γενικού μέσου όρου του πληθυσμού. Στην αρνητική επιλογή που έγινε για το ίδιο στάδιο βρέθηκε ότι ο μέσος όρος των επιλεγόμενων γενοτύπων μειώθηκε κατά 10.4 μονάδες SPAD (30.9 ± 3.6) (με αναμενόμενο γενετικό κέρδος 4.5) με ταυτόχρονη μείωση του μέσου όρου της απόδοσης κατά 22.6%. Δηλαδή με αύξηση 21.9 μονάδων SPAD βρέθηκε αύξηση 43.2g και αντιστοιχεί σε αύξηση 2g/μονάδα SPAD.

Όσον αφορά το χαρακτηριστικό τιμή SPAD στο αναπαραγωγικό στάδιο βρέθηκε ότι η θετική επιλογή έδωσε γενοτύπους των οποίων ο μέσος όρος απείχε κατά 8.6 μονάδες SPAD από τον μέσο όρο του πληθυσμού με ταυτόχρονη αύξηση της απόδοσης κατά 19.5% επί του μέσου όρου του πληθυσμού. Αντίθετα αρνητική επιλογή στο ίδιο στάδιο είχε ως αποτέλεσμα μείωση του μέσου όρου των γενοτύπων κατά 9.9 μονάδες SPAD με ταυτόχρονη μείωση της απόδοσης κατά 32.6%. Για αύξηση 18.5 μονάδων SPAD, η απόδοση αυξήθηκε κατά 57.2g (3.1g/μονάδα SPAD). Δεν ήταν δυνατή η εκτίμηση του γενετικού κέρδους εξαιτίας αδυναμίας εκτίμησης του συντελεστή κληρονομής H (πίνακας 23).

Θετική επιλογή στο χαρακτηριστικό μέτρηση τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος κόκκου 20 μέρες από την άνθηση είχε ως αποτέλεσμα αύξηση της τιμής SPAD των γενοτύπων κατά 12.0 μονάδες SPAD (με αναμενόμενο γενετικό κέρδος επίσης στο μισό, 5.9) με ταυτόχρονη αύξηση του μέσου όρου της απόδοσης κατά 21.2%. Αρνητική επιλογή στο ίδιο χαρακτηριστικό οδήγησε σε μείωση της τιμής SPAD των γενοτύπων κατά 13.2 μονάδες SPAD (με γενετικό κέρδος 5.6) με ταυτόχρονη μείωση της απόδοσης κατά 7.5%. Βρέθηκε αύξηση 31.5g με αύξηση 25.2 μονάδων SPAD (1.3g/μονάδα SPAD) (πίνακας 23).

Πίνακας 23. Προσομοίωση επιλογής και εκτίμηση του διαφορικού επιλογής και του αναμενόμενου κέρδους για το χαρακτηριστικό «τιμή SPAD» των φύλλων για τον πληθυσμό 1 στο βλαστικό στάδιο (SPAD1), στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD2), στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3) και 50 μέρες από την άνθηση (SPAD4).

	ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΟΙ ΓΕΝΟΤΥΠΟΙ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ SPAD	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ ΕΠΙΛΟΓΗΣ		
				ΜΟΝΑΔΕΣ SPAD	ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΚΕΡΔΟΣ R	ΑΠΟΔΟΣΗ (%μέσου όρου του πληθυσμού)
SPAD1	ΥΨΗΛΑ	52.8±3.2 (49.6-59.3)	128.3±55.8 (57.7-280.3)	11.5	5.1	16.7
	ΧΑΜΗΛΑ	30.9±3.6 (21.7-34.7)	85.1±50.2 (15.3-162.4)	-10.4	-4.5	-22.6
SPAD2	ΥΨΗΛΑ	57.4±2.4 (55.2-63.4)	131.3±58.5 (44.1-280.3)	8.6	-	19.5
	ΧΑΜΗΛΑ	38.9±4.4 (26.3-43.3)	74.1±39.7 (15.3-142.2)	-9.9	-	-32.6
SPAD3	ΥΨΗΛΑ	48.7±2.7 (45.6-53.3)	133.2±53.4 (15.3-239.7)	12.0	5.9	21.2
	ΧΑΜΗΛΑ	23.5±3.8 (17.4-29.6)	101.7±41.5 (37.8-169.1)	-13.2	-5.6	-7.5
SPAD4	ΥΨΗΛΑ	32.7±3.5 (28.2-39.4)	132.1±42.1 (25.7-220.5)	4.9	-	20.2
	ΧΑΜΗΛΑ	22.9±3.1 (17.9-27.2)	127.8±59.5 (15.3-218.1)	-4.9	-	16.3

Θετική επιλογή στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 μέρες από την άνθηση βρέθηκε ότι ο μέσος όρος της τιμής SPAD των επιλεγμένων γενοτύπων αυξήθηκε κατά 4.9 μονάδες SPAD ενώ η απόδοση ακολούθησε την επιλογή με αύξηση 20.2% επί του μέσου όρου του πληθυσμού. Αρνητική επιλογή στο ίδιο στάδιο είχε ως αποτέλεσμα μείωση 4.9 μονάδων της τιμής SPAD με αύξηση όμως της απόδοσης κατά 16.3%. Για αύξηση, δηλαδή, 9.8 μονάδων SPAD, η απόδοση αυξήθηκε κατά 4.3g ή 0.4g/μονάδα SPAD. Δεν ήταν δυνατή η εκτίμηση του αναμενόμενου γενετικού κέρδους εξαιτίας της αδυναμίας εκτίμησης του συντελεστή κληρονομής H (πίνακας 23).

• Για τον πληθυσμό 1 επιβεβαιώνεται η υψηλή συσχέτιση μεταξύ τιμής SPAD και απόδοσης. Βρέθηκε ότι το στάδιο στο οποίο συμβαίνει η μεγαλύτερη αύξηση απόδοσης για κάθε 1 μονάδα SPAD αύξηση είναι στο αναπαραγωγικό στάδιο όπου έχουμε αύξηση 3.1g/μονάδα SPAD. Αυτό σημαίνει ότι σε αυτό το στάδιο θα μπορούσε να είναι πιο αποτελεσματική μια επιλογή γενοτύπων υψηλού SPAD με στόχο την αυξημένη απόδοση. Αντίθετα το στάδιο στο οποίο έχουμε την μικρότερη αύξηση απόδοσης ανά μονάδα SPAD είναι στο στάδιο του τέλους του γεμίσματος κόκκου 50 μέρες από την άνθηση με 0.4g/μονάδα SPAD γεγονός που είναι αναμενόμενο μιας και το φυτό προχωρά προς τη φυσιολογική ωρίμανσή του. Όσον αφορά το αναμενόμενο γενετικό κέρδος σε κάθε στάδιο ήταν περίπου ίσο τόσο στη θετική επιλογή όσο και στην αρνητική όσο και στα στάδια μεταξύ τους

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 2

Στη θετική επιλογή που έγινε στο βλαστικό στάδιο (SPAD 1), ο μέσος όρος της τιμής SPAD των επιλεγμένων γενοτύπων αυξήθηκε κατά 10.9 μονάδες SPAD ενώ και η απόδοση ακολούθησε την αύξηση σε ποσοστό 22.6% επί του μέσου όρου του πληθυσμού. Το αναμενόμενο γενετικό κέρδος εκτιμήθηκε ίσο με 5.2. Στην αρνητική επιλογή που έγινε στο ίδιο στάδιο η τιμή SPAD μειώθηκε κατά 10.0 μονάδες SPAD (αναμενόμενο γενετικό κέρδος -4.0) και η απόδοση μειώθηκε επίσης κατά 41.4%. Δηλαδή με αύξηση 20.9 μονάδων SPAD παρατηρήθηκε αύξηση 64 g ή αύξηση 3.1g/μονάδα SPAD (πίνακας 24).

Στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2), η θετική επιλογή έδωσε μέσο όρο τιμής SPAD των γενοτύπων μεγαλύτερο κατά 10.5 μονάδες SPAD από το μέσο όρο του πληθυσμού, με χαμηλή όμως εκτίμηση του αναμενόμενου κέρδους (0.8) και η απόδοση ακολούθησε την αύξηση σε ποσοστό 35.7%. Η αρνητική επιλογή στο ίδιο στάδιο έδωσε μέσο όρο τιμής SPAD μειωμένο κατά 11.6 μονάδες SPAD και η απόδοση μειώθηκε στο μισό. Για αύξηση

22.1 μονάδων SPAD παρατηρήθηκε αντίστοιχη αύξηση στην απόδοση κατά 81.6 g (3.7g/μονάδα SPAD) (πίνακας 24).

Πίνακας 24 . Προσομοίωση επιλογής και εκτίμηση του διαφορικού επιλογής και του αναμενόμενου κέρδους για το χαρακτηριστικό «τιμή SPAD» των φύλλων για τον πληθυσμό 2 στο βλαστικό στάδιο (SPAD1), στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD2), στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3) και 50 μέρες από την άνθηση (SPAD4)

	ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΟΙ ΓΕΝΟΤΥΠΟΙ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ SPAD	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ ΕΠΙΛΟΓΗΣ			ΑΠΟΔΟΣΗ (%μέσου όρου του πληθυσμού)
				ΜΟΝΑΔΕΣ SPAD	ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΚΕΡΔΟΣ R	ΑΠΟΔΟΣΗ	
SPAD1	ΥΨΗΛΑ	56.9±4.0 (53.9-69.7)	122.5±48.8 (23.7-220.7)	10.9	5.2	22.6	
	ΧΑΜΗΛΑ	36.0±2.6 (30.4-38.6)	58.5±35.1 (24.6-138.4)	-10.0	-4.0	-41.4	
SPAD2	ΥΨΗΛΑ	60.1±2.0 (58.2-64.8)	135.6±34.1 (92.5-220.7)	10.5	0.8	35.7	
	ΧΑΜΗΛΑ	38.0±4.8 (26.2-43.5)	54.0±31.4 (22.5-111.4)	-11.6	-0.7	-50.0	
SPAD3	ΥΨΗΛΑ	50.1±3.2 (45.7-58.0)	135.4±29.6 (78.4-190.3)	13.0	6.4	35.5	
	ΧΑΜΗΛΑ	23.5±3.1 (17.2-27.8)	74.3±44.5 (23.7-153.0)	-13.6	-5.2	-25.6	
SPAD4	ΥΨΗΛΑ	31.8±5.5 (26.2-41.9)	109.4±58.3 (28.8-220.7)	5.1	-	9.5	
	ΧΑΜΗΛΑ	21.93±2.8 (15.8-24.7)	116.1±30.7 (74.4-173.2)	-4.8	-	16.2	

Η θετική επιλογή στο χαρακτηριστικό τιμή SPAD στο βλαστικό στάδιο 25 μέρες από την άνθησης (SPAD 3) αύξησε το μέσο όρο των γενοτύπων κατά 13 μονάδες SPAD ενώ η απόδοσή τους αυξήθηκε κατά 35.5%. Η αρνητική επιλογή έδωσε μέσο όρο της τιμής SPAD των γενοτύπων μειωμένο κατά 13.6 μονάδες SPAD (γενετικό κέρδος ίσο με 6.4) και η απόδοση μειώθηκε αντίστοιχα κατά 25.6%. Για αύξηση 26.6 μονάδων SPAD βρέθηκε αύξηση 61.1g στην απόδοση, δηλαδή 2.3g/μονάδα SPAD.

Τέλος, θετική επιλογή στο χαρακτηριστικό τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 μέρες από την άνθηση (SPAD 4) αύξησε το μέσο όρο των γενοτύπων κατά 5.1 μονάδες SPAD με ταυτόχρονη αύξηση του μέσου όρου της απόδοσης 9.5% ενώ αρνητική επιλογή μείωσε το μέσο όρο της τιμής SPAD κατά 4.8 μονάδες SPAD ενώ οδήγησε σε αύξηση της απόδοσης σε ποσοστό 16.2%. Για αύξηση 9.9 μονάδων SPAD υπήρξε μείωση 6.7g ή 0.7g/μονάδα SPAD. Στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 μέρες από την άνθηση δεν ήταν δυνατή η εκτίμηση του γενετικού κέρδους λόγω αδυναμίας εκτίμησης του συντελεστή κληρονόμησης H.

- Στον πληθυσμό 2, το στάδιο στο οποίο έχουμε την μεγαλύτερη αύξηση ανά μονάδα SPAD είναι επίσης το αναπαραγωγικό στάδιο με μεγαλύτερη όμως αύξηση απόδοσης ανά μονάδα SPAD (3.7g/μονάδα SPAD) από τον πληθυσμό 1. Το στάδιο με την μικρότερη αύξηση απόδοσης ανά μονάδα SPAD ήταν τον στάδιο τέλους γεμίσματος κόκκου 50 μέρες από την άνθησης (SPAD 4) όπου στην πραγματικότητα παρατηρήθηκε μείωση της απόδοσης με αύξηση της τιμής SPAD με 0.7g/ μονάδα SPAD. Ωστόσο το μεγαλύτερο γενετικό κέρδος εκτιμήθηκε στην απόλυτη τιμή του για το στάδιο γεμίσματος κόκκου 25 μέρες από την άνθηση.

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 3

Θετική επιλογή στο χαρακτηριστικό τιμή SPAD στο βλαστικό στάδιο (SPAD 1) αύξησε τον μέσο όρο των επιλεγμένων γενοτύπων κατά 5.8 μονάδες SPAD σε σχέση με το μέσο όρο του συνόλου των γενοτύπων του πληθυσμού. Το αναμενόμενο γενετικό κέρδος όμως που εκτιμήθηκε ήταν χαμηλό και ίσο με 0.2. Το χαρακτηριστικό απόδοση που ακολούθησε την επιλογή αυξήθηκε σε ποσοστό 12.9%. Αρνητική επιλογή στο ίδιο χαρακτηριστικό είχε ως αποτέλεσμα μείωση της τιμής SPAD κατά 7.2 μονάδες SPAD με ταυτόχρονη μείωση της απόδοσης σε ποσοστό 12.8%. Με αύξηση, συνεπώς, 13.0 μονάδων SPAD υπήρξε αύξηση 26.1g δηλαδή επήλθε αύξηση 2.0g/μονάδα SPAD (πίνακας 25).

Θετική επιλογή στο χαρακτηριστικό τιμή SPAD στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2) είχε ως αποτέλεσμα αύξησης του μέσου όρου της τιμής SPAD 5.3 μονάδες SPAD με ταυτόχρονη

αύξηση του μέσου όρου της απόδοσης κατά 29.9%. Αρνητική επιλογή στο ίδιο στάδιο μείωσε το μέσο όρο της τιμής SPAD κατά 8.8 μονάδες SPAD και την απόδοση κατά 9.0%. Βρέθηκε αύξηση 39.4g για αύξηση 14.1 μονάδων SPAD (2.8g/μονάδα SPAD) (πίνακας 25).

Στο χαρακτηριστικό τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθησης (SPAD 3), θετική επιλογή αύξησε το μέσο όρο της τιμής SPAD 4.0 μονάδες SPAD με αναμενόμενο γενετικό κέρδος ίσο με 3.0 και την απόδοση 30.9% ενώ αρνητική επιλογή μείωσε το μέσο όρο της τιμής SPAD 7.2 μονάδες SPAD και την απόδοση 8.5%. Για αύξηση, δηλαδή, 11.2 μονάδων SPAD παρατηρήθηκε αύξηση 39.9g (3.6g/μονάδα SPAD) (πίνακας 25).

Στο χαρακτηριστικό τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση (SPAD 4), θετική επιλογή μεταξύ των γενοτύπων του πληθυσμού είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της τιμής SPAD και της απόδοσης κατά 2.0 μονάδες SPAD και 9.3% αντίστοιχα ενώ αρνητική επιλογή οδήγησε σε μείωση της τιμής SPAD κατά 2.3 μονάδες SPAD ενώ η απόδοση αύξηθηκε ελαφρώς σε ποσοστό 0.8%. Για αύξηση 4.3 μονάδων SPAD βρέθηκε αύξηση 8.6g ή 2.0g/μονάδα SPAD (πίνακας 25).

- Στον πληθυσμό 3, αντίθετα με τους δύο πρώτους πληθυσμούς, το πιο αποτελεσματικό στάδιο φαίνεται να είναι το στάδιο γεμίσματος κόκκου 25 μέρες μετά την άνθηση με 3.6g ανά μονάδα SPAD και μεγαλύτερο αναμενόμενο κέρδος από τα υπόλοιπα στάδια στα οποία εκτιμήθηκε. Το στάδιο με τη μικρότερη αύξηση ανά μονάδα SPAD ήταν το στάδιο του τέλους γεμίσματος κόκκου με 2.0g/μονάδα SPAD καθώς και το βλαστικό στάδιο με τον ίδιο ρυθμό αύξησης.

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 4

Στο βλαστικό στάδιο (SPAD1), θετική επιλογή είχε ως αποτέλεσμα αύξηση του μέσου όρου της τιμής SPAD των γενοτύπων κατά 8.8 μονάδες SPAD και γενετικό κέρδος ίσο με 3.9 και ταυτόχρονη αύξηση της απόδοσης, που ακολούθησε την επιλογή, κατά 30.0%. Αρνητική επιλογή στο ίδιο στάδιο μείωσε την τιμή SPAD κατά 9.0 μονάδες SPAD και την απόδοση κατά 32.2%. Παρατηρήθηκε, δηλαδή, αύξηση 52.9g με αύξηση 17.8 μονάδων SPAD (3.0g/μονάδα SPAD) (πίνακας 26).

Στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2), θετική επιλογή, αύξησε των μέσο όρο της τιμής SPAD κατά 9.6 μονάδες SPAD και γενετικό κέρδος ίσο με 1.3 και την απόδοση σε ποσοστό 13.3% ενώ αρνητική επιλογή στο ίδιο στάδιο μείωσε τη τιμή SPAD και την απόδοση κατά 9.3 μονάδες SPAD και 35.3% αντίστοιχα. Βρέθηκε αύξηση 41.3g για 18.9 μονάδες SPAD (2.2g/μονάδα SPAD) (πίνακας 26).

Πίνακας 25. Προσομοίωση επιλογής και εκτίμηση του διαφορικού επιλογής και του αναμενόμενου κέρδους για το χαρακτηριστικό «τιμή SPAD» των φύλλων για τον πληθυσμό 3 στο βλαστικό στάδιο (SPAD1), στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD2), στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3) και 50 μέρες από την άνθηση (SPAD4)

	ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΟΙ ΓΕΝΟΤΥΠΟΙ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ SPAD	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ ΕΠΙΛΟΓΗΣ		
				ΜΟΝΑΔΕΣ SPAD	ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΚΕΡΔΟΣ R	ΑΠΟΔΟΣΗ (%μέσου όρου του πληθυσμού)
SPAD1	ΥΨΗΛΑ	43.0±2.6 (39.5-46.9)	114.4±40.8 (28.7-163.8)	5.8	0.2	12.9
	ΧΑΜΗΛΑ	30.0±2.7 (24.8-34.3)	88.3±28.3 (67.9-106.4)	-7.2	-0.2	-12.8
SPAD2	ΥΨΗΛΑ	41.7±2.6 (39.4-47.4)	131.6±42.1 (74.8-217.8)	5.3	-	29.9
	ΧΑΜΗΛΑ	27.6±3.4 (18.5-31.6)	92.2±27.4 (41.1-145.1)	-8.8	-	-9.0
SPAD3	ΥΨΗΛΑ	29.6±2.1 (27.0-35.6)	132.6±42.7 (70.7-217.8)	4.0	3.0	30.9
	ΧΑΜΗΛΑ	18.4±1.8 (15.7-20.6)	92.7±31.1 (41.1-154.4)	-7.2	-5.1	-8.5
SPAD4	ΥΨΗΛΑ	21.5±2.5 (18.5-26.1)	110.7±21.5 (81.9-148.4)	2.0	-	9.3
	ΧΑΜΗΛΑ	17.2±1.0 (15.2-18.2)	102.1±35.3 (93.8-163.8)	-2.3	-	0.8

Πίνακας 26 . Προσομοίωση επιλογής και εκτίμηση του διαφορικού επίλογής και του αναμενόμενου κέρδους για το χαρακτηριστικό «τιμή SPAD» των φύλλων για τον πληθυσμό 4 στο βλαστικό στάδιο (SPAD1), στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD2), στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3) και 50 μέρες από την άνθηση (SPAD4).

	ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ ΕΠΙΛΟΓΗΣ					
	ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΟΙ ΓΕΝΟΤΥΠΟΙ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ SPAD	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΠΟΛΟΣΗΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ SPAD	ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΚΕΡΛΟΣ R	ΑΠΟΛΟΣΗ (%μέσου όρου του πληθυσμού)
SPAD1	ΥΨΗΛΑ	53.5±2.0 (51.3-57.2)	110.6±36.7 (66.4-184.2)	8.8	3.9	30.0
	ΧΑΜΗΛΑ	35.7±2.9 (28.6-38.6)	57.7±25.2 (24.6-125.5)	-9.0	-4.3	-32.2
SPAD2	ΥΨΗΛΑ	52.8±1.7 (50.4-57.2)	96.4±38.0 (17.1-179.6)	9.6	1.3	13.3
	ΧΑΜΗΛΑ	33.9±4.4 (23.9-39.0)	55.1±18.1 (19.9-83.4)	-9.3	-1.4	-35.3
SPAD3	ΥΨΗΛΑ	41.8±4.8 (35.9-48.8)	104.9±42.4 (38.5-184.2)	10.0	5.7	23.3
	ΧΑΜΗΛΑ	23.2±3.0 (15.6-27.3)	75.4±43.6 (24.6-179.6)	-8.6	-4.4	-11.4
SPAD4	ΥΨΗΛΑ	-	-	-	-	-
	ΧΑΜΗΛΑ	-	-	-	-	-

Στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 μέρες από την άνθηση (SPAD 3), η θετική επιλογή είχε ως αποτέλεσμα αύξηση της τιμής SPAD κατά 10.0 μονάδες SPAD και αναμενόμενο γενετικό κέρδος 5.7 και της απόδοσης κατά 23.3%. Αρνητική επιλογή στο ίδιο στάδιο είχε ως αποτέλεσμα μείωση τόσο της τιμής SPAD όσο και της απόδοσης κατά 8.6 μονάδες SPAD και 11.4% αντίστοιχα. Για αύξηση, δηλαδή, 18.6 μονάδων SPAD παρατηρήθηκε αύξηση 29.5g ή 1.6g/μονάδα SPAD (Πίνακας 26).

Στον 4^ο πληθυσμό δεν έγινε προσομείωση επιλογής στο 15% των γενοτύπων για το χαρακτηριστικό τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 μέρες από την άνθηση διότι το σύνολο των φυτών του πληθυσμού είχαν ήδη μπει στο στάδιο της συγκομιδής.

- Όσον αφορά τον πληθυσμό 4, το στάδιο στο οποίο είναι δυνατή η αποτελεσματικότερη επιλογή γενοτύπων υψηλού SPAD για αυξημένη απόδοση είναι το βλαστικό στάδιο με αύξηση 3.0g/μονάδα SPAD. Όσον αφορά το στάδιο με την μικρότερη αύξηση απόδοσης ανά μονάδα SPAD, αυτό είναι στάδιο γεμίσματος κόκκου 25 μέρες από την άνθηση με 1.6g/μονάδα SPAD με το μεγαλύτερο όμως αναμενόμενο κέρδος.

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 5

Στο βλαστικό στάδιο (SPAD 1), η θετική επιλογή αύξησε την τιμή SPAD κατά 8.7 μονάδες SPAD (αναμενόμενο γενετικό κέρδος 3.1) ενώ αύξησε και την απόδοση σε ποσοστό 18.3%. Αρνητική επιλογή στο ίδιο στάδιο μείωσε την τιμή SPAD κατά 11.4 μονάδες SPAD και την απόδοση κατά 22.6%. Βρέθηκε δηλαδή αύξηση 2.4g/μονάδα SPAD (πίνακας 27).

Θετική επιλογή στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2) είχε ως αποτέλεσμα αύξηση της τιμής SPAD και της απόδοσης κατά 8.8 μονάδες SPAD (αναμενόμενο γενετικό κέρδος ίσο με 1.5) και 18.2% αντίστοιχα. Η αρνητική επιλογή στο ίδιο στάδιο είχε ως αποτέλεσμα μείωση της τιμής SPAD κατά 14.2 μονάδες SPAD και της απόδοσης κατά 20.8%. Βρέθηκε, δηλαδή, αύξηση 45.2g με αύξηση 23 μονάδων SPAD (2.0g/μονάδα SPAD) (πίνακας 27).

Στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3), η θετική επιλογή αύξησε την τιμή SPAD κατά 10.5 μονάδες SPAD και 11.7% την απόδοση. Το αναμενόμενο γενετικό κέρδος ήταν 6.7. Η αρνητική επιλογή μείωσε την τιμή SPAD κατά 14.7 μονάδες SPAD και την απόδοση κατά 14.5%. Βρέθηκε, για αύξηση της τιμής SPAD κατά 25.2 μονάδες, αύξηση της απόδοσης κατά 30.3g ή 1.2g/μονάδα SPAD (πίνακας 27).

Στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες (SPAD 4), η θετική επιλογή αύξησε 7.1 μονάδες SPAD την τιμή SPAD (αναμενόμενο κέρδος 1.2) και 1.9% την απόδοση ενώ αρνητική επιλογή μείωσε κατά 6.3 μονάδες την τιμή SPAD ενώ αντίθετα αύξησε την απόδοση 14.6% (πίνακας 27).

Πίνακας 27. Προσομοίωση επιλογής και εκτίμηση του διαφορικού επιλογής και του αναμενόμενου κέρδους για το χαρακτηριστικό «τιμή SPAD» των φύλλων για τον πληθυσμό 5 στο βλαστικό στάδιο (SPAD1), στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD2), στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3) και 50 μέρες από την άνθηση (SPAD4).

	ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΟΙ ΓΕΝΟΤΥΠΟΙ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ SPAD	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ ΕΠΙΛΟΓΗΣ			ΑΠΟΔΟΣΗ (%μέσου όρου του πληθυσμού)
				ΜΟΝΑΔΕΣ SPAD	ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΚΕΡΔΟΣ R	ΑΠΟΔΟΣΗ (%μέσου όρου του πληθυσμού)	
SPAD1	ΥΨΗΛΑ	56.4±2.4 (53.8-62.9)	137±51.8 (49.1-239.4)	8.7	3.1	18.3	
	ΧΑΜΗΛΑ	36.3±3.6 (30.9-41.4)	89.6±29.4 (38.0-127.4)	-11.4	-3.9	-22.6	
SPAD2	ΥΨΗΛΑ	58.5±2.4 (55.5-63.0)	136.9±47.2 (49.1-239.4)	8.8	1.5	18.2	
	ΧΑΜΗΛΑ	35.5±5.5 (20.9-40.6)	91.7±40.1 (27.5-184.0)	-14.2	2.3	-20.8	
SPAD3	ΥΨΗΛΑ	48.1±1.9 (45.8-53.5)	129.3±24.6 (42.4-196.8)	10.5	6.7	11.7	
	ΧΑΜΗΛΑ	22.9±3.0 (17.7-26.5)	99.0±44.7 (27.5-184.0)	-14.7	-7.3	-14.5	
SPAD4	ΥΨΗΛΑ	35.3±5.8 (29.3-52.2)	118.0±42.2 (55.1-227.4)	7.1	1.2	1.9	
	ΧΑΜΗΛΑ	21.9±4.2 (16.1-28.3)	132.7±42.3 (26.9-196.3)	-6.3	-1.2	14.6	

Πίνακας 28. Προσομοίωση επιλογής για το χαρακτηριστικό «τιμή SPAD» των φύλλων για το υβρίδιο στο βλαστικό στάδιο (SPAD1), στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD2), στο στάδιο ρεμίσηματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3) και 50 μέρες από την άνθηση (SPAD4).

	ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΦΥΤΑ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ SPAD	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ SPAD	ΑΠΟΔΟΣΗ (% μέσου όρου του πλήθους)
SPAD1	ΥΨΗΛΑ	58.1±1.1 (56.1-59.9)	347.1±69.1 (51.6-426.8)	7.7	9.4
	ΧΑΜΗΛΑ	40.7±4.4 (32.2-46.1)	225.3±69.1 (102.1-329.8)	-9.7	-30.0
SPAD2	ΥΨΗΛΑ	61.0±1.3 (59.7-63.9)	353.2±82.2 (135.3-470.4)	4.5	11.3
	ΧΑΜΗΛΑ	50.4±1.6 (46.9-52.7)	264.4±89.6 (109.4-446.3)	-6.1	-16.7
SPAD3	ΥΨΗΛΑ	58.8±1.7 (56.9-61.9)	333.6±88.5 (135.3-427.8)	5.9	5.1
	ΧΑΜΗΛΑ	44.4±3.0 (36.8-47.5)	254.3±101.7 (51.6-409.2)	-8.5	-19.9
SPAD4	ΥΨΗΛΑ	43.4±1.8 (41.6-49)	329.0±83.4 (109.4-427.8)	9	3.7
	ΧΑΜΗΛΑ	21.9±3.3 (15.2-26.0)	299.2±101.2 (51.6-446.3)	-12.5	-5.7
SPAD 5	ΥΨΗΛΑ	37.6±2.8 (34.2-34.8)	302.8±80.8 (51.6-402.4)	9.8	-4.6
	ΧΑΜΗΛΑ	18.0±1.6 (15.5-20.3)	337.8±54.4 (238.7-446.3)	-9.8	6.5

Δηλαδή για αύξηση 21.5 μονάδων SPAD υπήρξε αύξηση 29.8g (1.4g/μονάδα SPAD).

- Ο πληθυσμός 5 έδωσε μεγαλύτερη αύξηση απόδοσης ανά μονάδα SPAD στο βλαστικό στάδιο με 2.4g/μονάδα SPAD και με ικανοποιητική εκτίμηση γενετικού κέρδους ενώ το στάδιο με την μικρότερη αύξηση, που στην πραγματικότητα ήταν μείωση της απόδοσης, ήταν το στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση με 1.2g/ μονάδα SPAD ρυθμό μείωσης της απόδοσης. Το στάδιο με το μεγαλύτερο αναμενόμενο γενετικό κέρδος ήταν το στάδιο γεμίσματος κόκκου 25 μέρες από την άνθηση με ρυθμό αύξησης 1.2g/μονάδα SPAD

ΥΒΡΙΔΙΟ

Η θετική επιλογή φυτών στο βλαστικό στάδιο (SPAD 1) στο υβρίδιο είχε ως αποτέλεσμα αύξηση τόσο της τιμής SPAD όσο και της απόδοσης κατά 7.7 μονάδες SPAD και 9.4% αντίστοιχα σε σχέση με τους μέσους όρους του υβριδίου. Αντίθετα αρνητική επιλογή φυτών είχε ως αποτέλεσμα μείωση της τιμής SPAD κατά 9.7 μονάδες SPAD και της απόδοσης κατά 30.0%. Δηλαδή για αύξηση 17.4 μονάδων SPAD παρατηρήθηκε αύξηση 121.8g στην απόδοση, δηλαδή 7g/μονάδα SPAD (πίνακας 28).

Η θετική επιλογή στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2) οδήγησε σε αύξηση του μέσου όρου της τιμής SPAD κατά 4.5 μονάδες SPAD και της απόδοσης κατά 11.3% ενώ αρνητική επιλογή οδήγησε σε μείωση κατά 6.1 μονάδες SPAD και 16.7% αντίστοιχα. Παρατηρήθηκε αύξηση 8.4g/μονάδα SPAD (πίνακας 28).

Θετική επιλογή στο στάδιο γεμίσματος κόκκου 25 (SPAD 3)μέρες από την άνθηση αύξησε τον μέσο όρο της τιμής SPAD κατά 5.9 μονάδες SPAD και της απόδοσης κατά 5.1% ενώ αρνητική επιλογή μείωσε τους μέσους όρους αντίστοιχα κατά 8.5 μονάδες SPAD και 19.9% αντίστοιχα. Αύξηση δηλαδή 14.4 μονάδες SPAD στην τιμή SPAD συνοδεύτηκε από 79.3g αύξηση της απόδοσης ή 5.5g/μονάδα SPAD (πίνακας 28).

Θετική επιλογή στο στάδιο γεμίσματος κόκκου 50 μέρες από την άνθηση (SPAD 4) αύξησε κατά 9 μονάδες SPAD και 3.7% τους μέσους όρους της τιμής SPAD και της απόδοσης αντίστοιχα ενώ αντίθετα, αρνητική επιλογή φυτών στο ίδιο στάδιο, μείωσε τους μέσους όρους των δύο αυτών χαρακτηριστικών κατά 12.5 μονάδες SPAD και 5.7% αντίστοιχα. Αύξηση δηλαδή 21.5 μονάδες SPAD στην τιμή SPAD συνοδεύτηκε από 29.8g αύξηση της απόδοσης ή 1.4g/μονάδα SPAD (πίνακας 28).

Το υβρίδιο κράτησε το πράσινο χρώμα των φύλλων του ακόμα και 70 μέρες από την άνθηση οπότε και λήφθηκε η τελευταία εκτίμηση της τιμής SPAD. Ο ρυθμός αύξησης ήταν

μικρός (1.4g/μονάδα SPAD) όσο και στο προηγούμενο στάδιο πράγμα που ήταν αναμενόμενο.

Όσον αφορά τώρα το κάθε στάδιο ξεχωριστά στο σύνολο των πέντε πληθυσμών και του υβριδίου βρέθηκε ότι:

- Συνολικά βρέθηκε ότι στο βλαστικό στάδιο των φυτών την μεγαλύτερη αύξηση ανά μονάδα SPAD παρουσίασε το υβρίδιο όπως άλλωστε ήταν αναμενόμενο. Ο 2^{ος} και ο 4^{ος} πληθυσμός εμφάνισαν καλή αναλογία απόδοσης/μονάδα SPAD (~3.0 g/μονάδα SPAD) και δίνουν μια ένδειξη συσχέτισης των δύο αυτών χαρακτηριστικών. Ο 5^{ος} πληθυσμός έχει ελαφρώς μικρότερη αναλογία (2.4 g/μονάδα SPAD), ενώ την μικρότερη παρουσιάζει ο 1^{ος} και ο 3^{ος} πληθυσμός (2.0 g/μονάδα SPAD). Στο βλαστικό στάδιο, τη μεγαλύτερη αύξηση απόδοσης ανά μονάδα SPAD παρουσίασε ο πληθυσμός 2 με 3.1g/μονάδα SPAD ενώ την μικρότερη ο πληθυσμός 1 με 2.0g/μονάδα SPAD

- Στο αναπαραγωγικό στάδιο, το υβρίδιο εμφανίζει τη μεγαλύτερη αναλογία αύξησης της απόδοσης και της τιμής SPAD. Ακολουθεί ο 2^{ος} πληθυσμός με 3.7g/μονάδα SPAD, ο 1^{ος} με 3.1 g/μονάδα SPAD, ο 3^{ος} με 2.8 g/μονάδα SPAD και ακολουθούν οι υπόλοιποι δύο πληθυσμοί με παρόμοια αναλογία (ο 4^{ος} πληθυσμός με 2.2 g/μονάδα SPAD και ο 5^{ος} με 2.0 g/μονάδα SPAD)

- Στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 μέρες από την άνθηση, μετά το υβρίδιο, ο πληθυσμός που είχε τη μεγαλύτερη αύξηση ανά μονάδα SPAD ήταν ο 3^{ος} με 3.6g/μονάδα SPAD, ακολούθησε ο 2^{ος} με 2.3g/μονάδα SPAD και ακολούθησαν οι πληθυσμοί 1, 4 και 5 με τουλάχιστον μία μονάδα χαμηλότερη αναλογία. Στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 μέρες από την άνθηση, ο πληθυσμός 3 παρουσίασε την μεγαλύτερη αύξηση απόδοσης ανά μονάδα SPAD με 3.6g/μονάδα SPAD ενώ την μικρότερη αύξηση παρουσίασε ο πληθυσμός 5 με 1.2g/μονάδα SPAD

- Στην επιλογή που έγινε με βάση το χαρακτηριστικό τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 μέρες από την άνθηση, παρατηρούμε ότι και οι τέσσερις πληθυσμοί (εκτός του 4^{ου} που δεν είχε εκτίμηση τιμής SPAD σε αυτό το στάδιο) παρουσίασαν μεγαλύτερο μέσο όρο απόδοσης από τον αντίστοιχο μέσο όρο του κάθε πληθυσμού και στις δύο επιλογές (χαμηλού και υψηλού SPAD) γεγονός που αποτελεί τουλάχιστον ένδειξη για την ύπαρξη γενοτύπων στους πληθυσμούς που διατηρούν περισσότερο χρόνο το πράσινο χρώμα του φυλλώματος (stay green) και οι οποίοι συνοδεύονται φυσικά από αύξηση της απόδοσης και συνεπώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως έμμεσο κριτήριο επιλογής. Ο πληθυσμός που είχε το μεγαλύτερο ποσοστό αύξησης της απόδοσης στην επιλογή γενοτύπων χαμηλού SPAD ήταν

ο 1^{ος} πληθυσμός με 16.3%, ακολούθησε με μικρή διαφορά ο 2^{ος} (16.2%), ο 5^{ος} με 12.2% ενώ ο 3^{ος} πληθυσμός είχε μια ελάχιστη αύξηση (0.8%).

Συνοψίζοντας τα παραπάνω φαίνεται ότι στα περισσότερα στάδια η τιμή SPAD συσχετίζεται θετικά με την απόδοση αφού επιλογή γενοτύπων με υψηλή τιμή SPAD είχε ως αποτέλεσμα να αυξάνεται και ο μέσος όρος της απόδοσης που ακολούθησε την επιλογή. Επίσης, εφόσον στα περισσότερα στάδια, αρνητική επιλογή γενοτύπων ως προς το χαρακτηριστικό SPAD είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης που ακολούθησε την επιλογή θα μπορούσαμε να πούμε ότι επιλογή για υψηλή απόδοση θα μπορούσε να είναι πιο αποτελεσματική με ταυτόχρονη απομάκρυνση τέτοιων ανεπιθύμητων γενοτύπων χαμηλού SPAD. Συνεπώς το χαρακτηριστικό SPAD μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως έμμεσο κριτήριο επιλογής υψηλοαποδοτικών γενοτύπων καλαμποκιού που θα μπορούσαν να συνδυάζουν καλή αφομοιωτική ικανότητα και μικρότερες απαιτήσεις σε άζωτο (Goulas et al., 1997; Γούλας κ.α 1998, Goulas et. al., 200)

3.2. Προσομείωση της θετικής και αρνητικής επιλογής στο χαρακτηριστικό απόδοση.

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 1.

Οι επιλεγμένοι γενότυποι κατά τη θετική επιλογή είχαν μέσο όρο απόδοσης 188.0 ± 37.6 g, τιμή που ήταν αυξημένη κατά 71.3% από το μέσο όρο του πληθυσμού. Οι γενότυποι αυτοί διατηρήθηκαν στα τρία πρώτα στάδια μέτρησης της τιμής SPAD (βλαστικό στάδιο, αναπαραγωγικό στάδιο και στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθησης). Στο στάδιο γεμίσματος κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση ο αριθμός των επιλεγμένων γενοτύπων μειώθηκε επειδή κάποιοι από αυτούς είχαν ήδη μπει στο στάδιο της ωρίμανσης γι αυτό και ο μέσος όρος των εναπομεινάντων γενοτύπων παρουσιάζεται ελαφρώς μειωμένος (182.9 ± 27.2 g) (πίνακας 29).

Όσον αφορά το χαρακτηριστικό SPAD που ακολούθησε την επιλογή:

α) στο βλαστικό στάδιο (SPAD 1) οι επιλεγμένοι γενότυποι είχαν μέσο όρο τιμής SPAD 41.3 ± 7.4 μονάδες SPAD που ήταν ίσος με το μέσο όρο της τιμής SPAD του πληθυσμού.

β) στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2) οι επιλεγμένοι γενότυποι είχαν μέσο όρο τιμής SPAD 52.9 ± 3.7 μονάδες SPAD και ήταν αυξημένος κατά 4.1 μονάδες σε σχέση με το μέσο όρο του πληθυσμού.

γ) στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3) ο μέσος όρος τιμής SPAD των επιλεγμένων γενοτύπων ήταν 41.3 ± 7.4 μονάδες SPAD και ήταν αυξημένος κατά 4.6 μονάδες SPAD από το μέσο όρο του πληθυσμού.

δ) στο στάδιο γεμίσματος κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση (SPAD 4) ο μέσος όρος της τιμής SPAD των επιλεγμένων γενοτύπων ήταν οριακά μικρότερος από το μέσο όρο του πληθυσμού (0.5 μονάδες SPAD).

Πίνακας 29. Προσομοίωση επιλογής για το χαρακτηριστικό «Απόδοση» για το πληθυσμό 1.

	SPAD 1		SPAD 2		SPAD 3		SPAD 4	
	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	188.3±37.6 (153.6-280.3)	33.4±12.7 (15.3-48.3)	188.3±37.6 (153.6-280.3)	33.4±12.7 (15.3-48.3)	188.3±37.6 (153.6-280.3)	31.2±13.1 (15.3-47.8)	182.9±27.2 (153.8-220.5)	20.1±5.2 (15.3-25.7)
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΤΙΜΗΣ SPAD	41.3±7.4 (30.3-57.4)	37.3±7.4 (21.7-47.6)	52.9±3.7 (47.2-62.0)	44.5±7.1 (26.3-55.2)	41.3±7.4 (25.3-52.3)	32.8±9.2 (17.4-51.1)	27.3±5.7 (21.0-33.5)	24.5±5.7 (17.9-28.9)
ΑΠΟΔΟΣΗ (%μέσου όρου του πληθυσμού)	71.3	-69.6	71.3	-69.6	71.3	-71.6	66.4	-81.7
ΜΟΝΑΔΕΣ SPAD	0	-4.0	4.1	-4.3	4.6	-3.9	-0.5	3.3

SPAD 1 : τιμή SPAD στο βλαστικό στάδιο

SPAD 2 : τιμή SPAD στο αναπαραγωγικό στάδιο

SPAD 3 : τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση

SPAD 4 : τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι το στάδιο στο οποίο η επιλογή ήταν πιο αποτελεσματική ήταν το στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3) ενώ η λιγότερη αποτελεσματική βρέθηκε να είναι το στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση (SPAD 4). Επιβεβαιώνεται η θετική συσχέτιση μεταξύ υψηλής απόδοσης και αυξημένου SPAD.

Οι επιλεγμένοι γενότυποι κατά την αρνητική επιλογή είχαν, κατά το βλαστικό (SPAD 1) και αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2), μέσο όρο απόδοσης 33.4 ± 12.7 μειωμένο κατά 69.6% από το μέσο όρο του πληθυσμού. Στη συνέχεια ο αριθμός των επιλεγμένων γενοτύπων μειώνεται στα επόμενα δύο στάδια διότι τα φυτά μπαίνουν στο στάδιο της φυσιολογικής τους ωρίμανσης. Έτσι στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 μέρες από την άνθηση (SPAD 3) η απόδοση των γενοτύπων μειώνεται οριακά σε ποσοστό 71.6% ενώ στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση (SPAD 4) μειώνεται περαιτέρω σε ποσοστό 81.7%

Όσον αφορά το χαρακτηριστικό τιμή SPAD που ακολούθησε την επιλογή σημειώνεται ότι:

α) στο βλαστικό στάδιο (SPAD 1) η τιμή SPAD των επιλεγμένων γενοτύπων μειώθηκε κατά 4 μονάδες SPAD σε σχέση με το μέσο όρο του συνόλου των γενοτύπων του πληθυσμού.

β) στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2) η τιμή SPAD των χαμηλοαποδοτικών γενοτύπων μειώθηκε κατά 4.3 μονάδες SPAD.

γ) στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3) η τιμή SPAD βρέθηκε μειωμένη κατά 3.9 μονάδες SPAD.

δ) στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 μέρες από την άνθηση (SPAD 4) ο μέσος όρος της τιμής SPAD των επιλεγμένων γενοτύπων ήταν αυξημένος κατά 3.3 μονάδες Spad.

Συνοψίζοντας, παρατηρούμε πως η μεγαλύτερη μείωση της τιμής SPAD βρέθηκε στο αναπαραγωγικό στάδιο ενώ η μικρότερη στο στάδιο γεμίσματος κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση που στην πραγματικότητα ήταν αύξηση της τιμής SPAD των γενοτύπων.

Το γενετικό κέρδος για τη θετική επιλογή υπολογίστηκε ίσο με 33.9 ενώ στην αρνητική επιλογή ίσο με 29.0

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 2

Οι επιλεγμένοι γενότυποι είχαν μέσο όρο απόδοσης ίσο με 172.5 ± 28.0 g, αυξημένος σε ποσοστό 72.7% από τον μέσο όρο του συνόλου των γενοτύπων του πληθυσμού. Ο αριθμός των γενοτύπων αυτών διατηρήθηκε σταθερός μόνο κατά την συσχέτισή τους με την τιμή SPAD στο βλαστικό και στο αναπαραγωγικό στάδιο. Στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25

μέρες από την άνθηση, ο μέσος όρος απόδοσης των επιλεγμένων γενοτύπων που διατήρησαν το πράσινο χρώμα τους ήταν ίσος με 168.3 ± 23.6 g ενώ στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου

50

Πίνακας 30. Προσομοίωση επιλογής για το χαρακτηριστικό «Απόδοση» για το πληθυσμό 2.

	SPAD 1		SPAD 2		SPAD 3		SPAD 4	
	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	172.5±28.0 (151.4-231.1)	33.5±10.1 (20.6-49.5)	172.5±28.0 (151.4-231.1)	33.5±10.1 (20.6-49.5)	168.3±23.6 (151.4-220.7)	33.4±9.6 (22.5-49.5)	173.3±27.6 (153.0-220.7)	38.2±13.3 (28.8-47.6)
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΤΙΜΗΣ SPAD	50.5±4.6 (38.7-56.1)	43.5±10.2 (30.4-10.2)	55.6±5.1 (43.9-62.6)	42.6±8.3 (26.2-54.3)	41.1±11.1 (26.0-58.0)	30.5±6.7 (21.4-43.8)	26.7±9.5 (15.8-41.9)	32.3±3.0 (30.1-34.4)
ΑΠΟΔΟΣΗ (%μέσου όρου του πληθυσμού)	72.7	-66.5	72.7	-66.5	68.5	-66.7	73.5	-61.7
ΜΟΝΑΔΕΣ SPAD	4.5	-2.5	6.0	-7.0	4.0	-6.6	0	5.6

SPAD 1 : τιμή SPAD στο βλαστικό στάδιο

SPAD 2 : τιμή SPAD στο αναπαραγωγικό στάδιο

SPAD 3 : τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση

SPAD 4 : τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση

Πίνακας 31. Προσομοίωση επιλογής για το χαρακτηριστικό «Απόδοση» για το πληθυσμό 3.

	SPAD 1		SPAD 2		SPAD 3		SPAD 4	
	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	153.7±26.0 (124.6-217.8)	52.5±18.4 (16.7-74.7)	153.7±26.0 (124.6-217.8)	52.5±18.4 (16.7-74.7)	153.7±26.0 (124.6-217.8)	52.3±18.9 (16.7-74.7)	143.5±16.7 (124.6-163.8)	61.4±15.5 (50.4-72.3)
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΤΙΜΗΣ SPAD	39.1±4.7 (31.3-46.9)	35.1±6.1 (24.8-46.6)	38.3±6.7 (23.4-47.4)	32.8±5.1 (18.5-39.2)	25.5±4.8 (17.5-35.6)	22.7±4.2 (15.7-30.0)	18.9±1.7 (17.0-20.5)	16.8±0.2 (16.6-16.9)
ΑΠΟΔΟΣΗ (%μέσου όρου του πληθυσμού)	51.7	-48.2	51.7	-48.2	51.7	-48.4	41.7	-39.4
ΜΟΝΑΔΕΣ SPAD	1.9	-1.3	1.9	-3.6	-0.1	-2.9	-0.6	-2.7

SPAD 1 : τιμή SPAD στο βλαστικό στάδιο

SPAD 2 : τιμή SPAD στο αναπαραγωγικό στάδιο

SPAD 3 : τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση

SPAD 4 : τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση

ημέρες από την άνθηση, ο αριθμός των γενοτύπων που διατήρησαν το χρώμα τους μειώθηκε ξανά με αποτέλεσμα ο μέσος όρος της απόδοσης να είναι 173.3 ± 27.6 g (πίνακας 30).

Όσον αφορά το χαρακτηριστικό τιμή SPAD στα διάφορα στάδια που ακολούθησαν την θετική επιλογή ως προς την απόδοση βρέθηκε ότι :

α) στο βλαστικό στάδιο (SPAD 1), ο μέσος όρος της τιμής SPAD των επιλεγμένων γενοτύπων ήταν αυξημένος σε σχέση με το μέσο όρο του πληθυσμού κατά 4.5 μονάδες SPAD.

β) στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2) ο μέσος όρος των υψηλοαποδοτικών γενοτύπων ήταν 6.0 μονάδες μεγαλύτερος από τον μέσο όρο του πληθυσμού

γ) στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3) ο μέσος όρος της τιμής SPAD των γενοτύπων βρέθηκε αυξημένος κατά 4.0 μονάδες SPAD σε σχέση με τον μέσο όρο του πληθυσμού ενώ

δ) στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση (SPAD 4) δεν υπήρξε διαφορά μεταξύ του μέσου όρου των επιλεγμένων γενοτύπων και του μέσου όρου του πληθυσμού.

Συνοψίζοντας, φαίνεται ότι το στάδιο στο οποίο είχαμε μεγαλύτερη συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης και της τιμής SPAD ήταν το αναπαραγωγικό στάδιο ενώ σε εκείνο στο οποίο δεν υπήρξε καμία μεταβολή στην τιμή SPAD ήταν το στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση.

Οι χαμηλοαποδοτικοί γενότυποι που επιλέχθηκαν κατά την αρνητική επιλογή είχαν μέσο όρο απόδοσης μειωμένο κατά 66.5% από το μέσο όρο του πληθυσμού. Ο αριθμός των επιλεγμένων γενοτύπων σταδιακά μειωνόταν λόγω της εισόδου των φυτών στο στάδιο της ωρίμανσης. Έτσι στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση, ο μέσος όρος απόδοσης των γενοτύπων που διατήρησαν το πράσινο χρώμα τους ήταν μειωμένος κατά 66.7% σε σχέση με το μέσο όρο του πληθυσμού, ενώ στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση τα φυτά που παρέμειναν ήταν ακόμη λιγότερα με το μέσο όρο απόδοσής τους να είναι μειωμένος κατά 61.7% σε σχέση με το γενικό μέσο όρο. Αν εκφραστεί η παραλλακτικότητα των γενοτύπων με το εύρος τους παρατηρείται πως οι γενότυποι που δεν έφτασαν τελικά σε αυτά τα στάδια ήταν κοντά στην ελάχιστη τιμή της απόδοσης.

Όσον αφορά το χαρακτηριστικό τιμής SPAD που ακολούθησε την επιλογή βρέθηκε ότι:

α) στο βλαστικό στάδιο (SPAD 1), ο μέσος όρος της τιμής SPAD των χαμηλοαποδοτικών γενοτύπων ήταν μειωμένος κατά 2.5 μονάδες SPAD από το μέσο όρο του πληθυσμού

β) στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2), ο μέσος όρος τιμής SPAD ήταν μειωμένος κατά 7.0 μονάδες SPAD

γ) στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3), ο μέσος όρος της τιμής SPAD ήταν κατά 6.6 μονάδες SPAD μικρότερος από τον μέσο όρο του πληθυσμού ενώ

δ) στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση (SPAD 4), αντίθετα από τα προηγούμενα στάδια, ο μέσος όρος της τιμής SPAD ήταν αυξημένος κατά 5.6 μονάδες SPAD.

Συνεπώς, στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2) βρέθηκε η μεγαλύτερη μείωση της τιμής SPAD ενώ στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση (SPAD 4) βρέθηκε αύξηση της τιμής SPAD. Το αναμενόμενο γενετικό κέρδος που εκτιμήθηκε στη θετική επιλογή ήταν ίσο με 33.0 και στην αρνητική επιλογή 23.2.

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 3

Η θετική επιλογή οδήγησε σε υψηλοαποδοτικούς γενοτύπους με μέσο όρο απόδοσης 153.7 ± 26.0 , αυξημένο κατά 51.7%. Στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση (SPAD 4), ο αριθμός των γενοτύπων μειώθηκε αρκετά μιας και, όπως φαίνεται από το εύρος των γενοτύπων, αρκετοί από αυτούς δεν διατήρησαν το πράσινο χρώμα των φύλλων τους σε αυτό το στάδιο. ο μέσος όρος των εναπομείναντων γενοτύπων ήταν αυξημένος κατά 41.7% (πίνακας 31).

Όσον αφορά το χαρακτηριστικό τιμής SPAD που ακολούθησε την επιλογή βρέθηκε ότι:

α) στο βλαστικό στάδιο (SPAD 1), ο μέσος όρος της τιμής SPAD ήταν αυξημένος κατά 1.9 μονάδες SPAD σε σχέση με το μέσο όρο του πληθυσμού

β) στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2), ο μέσος όρος της τιμής SPAD ήταν αυξημένος κατά 1.9 μονάδες SPAD σε σχέση με το μέσο όρο του πληθυσμού

γ) στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3), ο μέσος όρος μειώθηκε κατά 0.1 μονάδες SPAD και

δ) στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση (SPAD 4), ο μέσος όρος της τιμής SPAD των επιλεγμένων γενοτύπων μειώθηκε κατά 0.6 μονάδες SPAD σε σχέση με τον μέσο όρο.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω φαίνεται πως οι αυξομειώσεις που βρέθηκαν στους μέσους όρους των υψηλοαποδοτικών γενοτύπων της τιμής SPAD στα διάφορα στάδια ήταν μικρές αν αντιπαρατεθούν με τις αντίστοιχες τιμές των μέσων όρων στους δύο προηγούμενους

πληθυσμούς που μνημονεύθηκαν. Πιθανόν λοιπόν μια επιλογή υψηλοαποδοτικών γενοτύπων σε αυτόν τον πληθυσμό να μην έχει την αναμενόμενη γενετική πρόοδο.

Η αρνητική επιλογή στον 3^ο πληθυσμό ως προς την απόδοση είχε ως αποτέλεσμα την επιλογή γενοτύπων των οποίων η μέση τιμή της απόδοσής τους εμφανίστηκε μειωμένη σε σχέση με το μέσο όρο του πληθυσμού κατά 48.2%. Στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση κάποιιοι από τους επιλεγμένους γενότυπους είχαν ήδη μπει στο στάδιο της ωρίμανσης με αποτέλεσμα ο μέσος όρος των εναπομείναντων γενοτύπων να είναι ελαφρώς μειωμένος σε σχέση με το μέσο όρο του πληθυσμού κατά 48.4%. Στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση επήλθε περαιτέρω μείωση του αριθμού των επιλεγμένων γενοτύπων. Από το εύρος όμως της απόδοσης σε αυτό το στάδιο φαίνεται πως οι γενότυποι που μπήκαν στο στάδιο ωρίμανσης ήταν εκείνοι με τη χαμηλότερη απόδοση, με αποτέλεσμα ο μέσος όρος της απόδοσής τους να είναι μειωμένος κατά 39,4%

Όσον αφορά το χαρακτηριστικό τιμή SPAD που ακολούθησαν την επιλογή βρέθηκε ότι:

α) στο βλαστικό στάδιο (SPAD 1), ο μέσος όρος της τιμής SPAD ήταν μειωμένος σε σχέση με τον μέσο όρο του πληθυσμού κατά 1.3 μονάδες SPAD

β) στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2), ο μέσος όρος της τιμής SPAD των επιλεγμένων γενοτύπων ήταν μειωμένος κατά 3.6 μονάδες SPAD σε σχέση με τον μέσο όρο του πληθυσμού

γ) στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3), η μείωση του μέσου όρου που παρατηρήθηκε ήταν 2.9 μονάδες SPAD και

δ) στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση (SPAD 4) η μείωση του μέσου όρου της τιμής SPAD των γενοτύπων ήταν ίση με 2.7 μονάδες SPAD σε σχέση με το μέσο όρο των πληθυσμών

Βρέθηκε, λοιπόν, πως το στάδιο στο οποίο οι χαμηλοαποδοτικοί γενότυποι είχαν την μεγαλύτερη μείωση στον μέσο τους όρο της τιμής SPAD ήταν το αναπαραγωγικό στάδιο ενώ η μικρότερη μείωση παρατηρήθηκε στο βλαστικό στάδιο.

Το αναμενόμενο γενετικό κέρδος για τον πληθυσμό αυτό εκτιμήθηκε στη θετική επιλογή 28.0 και στην αρνητική 23.0.

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 4

Η θετική επιλογή στον πληθυσμό 4 οδήγησε στην επιλογή υψηλοαποδοτικών γενοτύπων που ο μέσος τους όρος απόδοσης ήταν αυξημένος σε σχέση με το μέσο όρο του πληθυσμού κατά 68.4%. Ο αριθμός των επιλεγμένων γενοτύπων διατηρήθηκε σταθερός για το βλαστικό και αναπαραγωγικό στάδιο ενώ μειώθηκε στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από

την άνθηση. Ο μέσος όρος της απόδοσης των εναπομείναντων γενοτύπων βρέθηκε αυξημένος κατά 72.5% αφού προφανώς στο στάδιο αυτό δεν διατήρησαν το πράσινο χρώμα τους κάποιοι από τους επιλεγμένους γενότυπους που είχαν χαμηλότεροι απόδοση σε σχέση με τους υπόλοιπους. Σημειώνεται επίσης πως ο τέταρτος πληθυσμός, στο σύνολό του πλην ελαχίστων εξαιρέσεων, δεν διατήρησε το πράσινο χρώμα των φύλλων των φυτών 50 ημέρες από την άνθηση (πίνακας 32).

Όσον αφορά το χαρακτηριστικό τιμή SPAD στα διάφορα στάδια που ακολούθησε την επιλογή βρέθηκε ότι:

α) στο βλαστικό στάδιο (SPAD 1), ο μέσος όρος της τιμής SPAD των γενοτύπων ήταν αυξημένος κατά 4.2 μονάδες SPAD σε σχέση με τον μέσο όρο του πληθυσμού

β) στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2), οι επιλεγμένοι γενότυποι είχαν αυξημένο μέσο όρο τιμής SPAD σε σχέση με το μέσο όρο του συνόλου του πληθυσμού κατά 3.3 μονάδες SPAD

γ) στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3), ο μέσος όρος της τιμής SPAD των επιλεγμένων γενοτύπων ήταν αυξημένος κατά 2.2 μονάδες SPAD

Βρέθηκε, λοιπόν, πως στον πληθυσμό 4, οι υψηλοαποδοτικοί γενότυποι είχαν μεγαλύτερη αύξηση σε σχέση με το μέσο όρο του πληθυσμού στο βλαστικό στάδιο (SPAD 1) ενώ μικρότερη στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση.

Στην αρνητική επιλογή, οι επιλεγμένοι γενότυποι είχαν μέσο όρο απόδοσης μειωμένο σε ποσοστό 58.8% σε σχέση με το μέσο όρο του συνόλου των γενοτύπων του πληθυσμού. Στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση, ο αριθμός των γενοτύπων μειώθηκε λόγω της εισόδου μερικών εξ αυτών στην ωρίμανση με αποτέλεσμα ο μέσος όρος των γενοτύπων που διατήρησαν το πράσινο χρώμα των φύλλων τους να είναι μειωμένος κατά 58.3%.

Όσον αφορά το χαρακτηριστικό τιμή SPAD που ακολούθησε την επιλογή βρέθηκε ότι:

α) στο βλαστικό στάδιο (SPAD 1) η τιμή SPAD των επιλεγμένων γενοτύπων είναι κατά 5.1 μονάδες SPAD μικρότερη από το γενικό μέσο όρο του πληθυσμού

β) στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2), η μέση τιμή είναι μικρότερη κατά 3.3 μονάδες SPAD

γ) στο στάδιο γεμίσματος κόκκου 25 ημέρες από τη σπορά (SPAD 3) είναι μικρότερη επίσης κατά 3.3 μονάδες SPAD

Βρέθηκε λοιπόν πως το βλαστικό στάδιο ήταν αυτό κατά το οποίο η εκτίμηση της τιμής SPAD των επιλεγμένων γενοτύπων ήταν μικρότερη σε σχέση με το μέσο όρο της τιμής του πληθυσμού.

Το αναμενόμενο γενετικό κέρδος εκτιμήθηκε ίσο με 18.1 και 20.0 στη θετική και αρνητική επιλογή αντίστοιχα. (πίνακας 32)

Πίνακας 32. Προσομοίωση επιλογής για το χαρακτηριστικό «Απόδοση» για το πληθυσμό 4.

	SPAD 1		SPAD 2		SPAD 3		SPAD 4	
	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	143.3±24.2 (120.6-184.2)	35.1±10.0 (17.1-51.5)	143.3±24.2 (120.6-184.2)	35.1±10.0 (17.1-51.5)	146.8±26.0 (120.6-184.2)	35.5±9.0 (17.1-48.6)	-	-
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΤΙΜΗΣ SPAD	48.9±5.1 (36.6-57.2)	39.6±6.0 (28.6-50.3)	46.5±3.7 (41.6-52.8)	39.9±7.7 (23.9-53.8)	34.0±6.3 (23.6-46.6)	28.5±6.6 (15.6-37.2)	-	-
ΑΠΟΔΟΣΗ (%μέσου όρου του πληθυσμού)	68.4	-58.8	68.4	-58.8	72.5	-58.3	-	-
ΜΟΝΑΔΕΣ SPAD	4.2	-5.1	3.3	-3.3	2.2	-3.3	-	-

SPAD 1 : τιμή SPAD στο βλαστικό στάδιο

SPAD 2 : τιμή SPAD στο αναπαραγωγικό στάδιο

SPAD 3 : τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση

SPAD 4 : τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 5

Στη θετική επιλογή, οι επιλεγόμενοι γενοτύποι είχαν μέσο όρο αυξημένο κατά 60.9%. Στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση (SPAD 4), ο αριθμός των επιλεγμένων για υψηλή απόδοση γενοτύπων μειώθηκε λόγω του ότι κάποια από αυτά μπήκαν στην ωρίμανση με αποτέλεσμα ο μέσος όρος της απόδοσης των υπόλοιπων γενοτύπων να είναι αυξημένος σε σχέση με το μέσο όρο του πληθυσμού κατά 63% (πίνακας 33).

Όσον αφορά την τιμή SPAD, χαρακτηριστικό που ακολούθησε την επιλογή βρέθηκε ότι:

α) στο βλαστικό στάδιο (SPAD 1), η μέση τιμή της τιμής SPAD των υψηλοαποδοτικών γενοτύπων εμφανίστηκε αυξημένη σε σχέση με τη μέση τιμή του πληθυσμού κατά 4.7 μονάδες SPAD

β) στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2), βρέθηκε αυξημένη κατά 3.0 μονάδες SPAD

γ) στο στάδιο γεμίσματος κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3), βρέθηκε αυξημένη κατά 3.3 μονάδες SPAD και

δ) στο στάδιο γεμίσματος κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση (SPAD 4) βρέθηκε αυξημένη οριακά κατά 0.7 μονάδες SPAD.

Βρέθηκε λοιπόν ότι το στάδιο με την μεγαλύτερη αύξηση του μέσου όρου της τιμής SPAD ήταν το βλαστικό (SPAD 1), ακολούθησε το αναπαραγωγικό (SPAD 2) και το στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3) και τέλος, το στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση (SPAD 4)

Η αρνητική επιλογή ως προς την απόδοση στον πληθυσμό αυτό, έδωσε χαμηλοαποδοτικούς γενοτύπους των οποίων ο μέσος όρος της απόδοσής τους ήταν μειωμένος κατά 58.1%. Στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 μέρες από την άνθηση (SPAD 3), κάποιοι φαινότυποι δεν διατήρησαν το πράσινο χρώμα στα φύλλα τους και μπήκαν στην φυσιολογική ωρίμανση. Γι αυτό και ο μέσος όρος τους παρουσιάζεται διαφοροποιημένος σε σχέση με τον μέσο όρο των γενοτύπων στα προηγούμενα στάδια και μειωμένος κατά 60.1%. το ίδιο συμβαίνει και στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση (SPAD 4) με τον αριθμό των γενοτύπων να μειώνεται κι άλλο και ο μέσος όρος να παρουσιάζεται μειωμένος σε ποσοστό 57.7%

Όσον αφορά το χαρακτηριστικό τιμή SPAD ου ακολούθησε την επιλογή βρέθηκαν τα εξής:

α) στο βλαστικό στάδιο (SPAD 1), ο μέσος όρος της τιμής SPAD βρέθηκε μειωμένος σε σχέση με το μέσο όρο του πληθυσμού κατά 2.0 μονάδες SPAD

β) στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2) μειώθηκε αντίστοιχα κατά 4.3 μονάδες SPAD

γ) στο στάδιο γεμίσματος κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3) μειώθηκε αντίστοιχα κατά 5.7 μονάδες SPAD και

δ) στο στάδιο γεμίσματος κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση (SPAD 4) μειώθηκε αντίστοιχα κατά 0.4 μονάδες SPAD.

Βρέθηκε, λοιπόν, ότι η μεγαλύτερη μείωση στην τιμή SPAD παρατηρήθηκε στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 μέρες από την άνθηση (SPAD 3) ενώ η μικρότερη στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση (SPAD 4).

Το αναμενόμενο γενετικό κέρδος που εκτιμήθηκε για το χαρακτηριστικό της απόδοσης σε αυτό τον πληθυσμό ήταν ίσο με 52.0 και 11.8 στην θετική και αρνητική επιλογή αντίστοιχα.

ΥΒΡΙΔΙΟ

Στο υβρίδιο φυσικά δεν είναι δυνατή η επιλογή γενοτύπων. Ωστόσο έγινε μια «επιλογή» στα φυτά του υβριδίου και τα αποτελέσματα παρατίθενται στον πίνακα 34.

Στη θετική επιλογή των φυτών, ο μέσος όρος των φυτών εμφανίζεται αυξημένος κατά 31.9%. Παρατηρήθηκε επίσης, όπως άλλωστε ήταν αναμενόμενο, πως τα φυτά του υβριδίου διατήρησαν το πράσινο χρώμα τους μέχρι και 70 ημέρες από την άνθηση (SPAD 5) σε αντίθεση με τους πέντε πληθυσμούς που, όπως αναφέρθηκε ήδη, διατήρησαν το πράσινο χρώμα μόνο μέχρι 50 ημέρες μετά την άνθηση. Ωστόσο παρατηρήθηκε μια μείωση των επιλεγμένων φυτών στο SPAD 5 με αποτέλεσμα ο μέσος τους όρος της απόδοσης να εμφανίζεται αυξημένος κατά 32.3% σε σχέση με τον γενικό μέσο όρο.

Όσον αφορά το χαρακτηριστικό τιμή SPAD που ακολούθησε την επιλογή βρέθηκε ότι ο μέσος όρος των επιλεγμένων φυτών σε σχέση με τον μέσο όρο του υβριδίου:

- α) στο βλαστικό στάδιο (SPAD 1) αυξήθηκε κατά 4.6 μονάδες SPAD
- β) στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2), αυξήθηκε κατά 1.0 μονάδα SPAD
- δ) στο βλαστικό στάδιο γεμίσματος κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3) αυξήθηκε κατά 1.1 μονάδες SPAD
- ε) στο βλαστικό στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση (SPAD 4) αυξήθηκε οριακά κατά 0.3 μονάδες SPAD ενώ
- στ) στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 70 ημέρες από την άνθηση μειώθηκε οριακά κατά 0.1 μονάδες SPAD.

Βρέθηκε λοιπόν πως υπάρχει μια φθίνουσα πορεία της αύξησης του μέσου όρου της τιμής SPAD σε σχέση με το μέσο όρο του υβριδίου, από το βλαστικό στάδιο που είχε τη

μεγαλύτερη αύξηση μέχρι το στάδιο γεμίσματος του κόκκου 70 ημέρες από την άνθηση όπου στην πραγματικότητα υπήρξε οριακή αύξηση.

Πίνακας 33. Προσομοίωση επίλογής για το χαρακτηριστικό «Απόδοση» για το πληθυσμό 5.

	SPAD 1		SPAD 2		SPAD 3		SPAD 4	
	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	186.3±24.6 (157.1-239.4)	48.5±13.6 (26.9-68)	186.3±24.6 (157.1-239.4)	48.5±13.6 (26.9-68)	186.3±24.6 (157.1-239.4)	46.2±12.1 (26.9-65.1)	188.8±27.8 (157.2-227.4)	49.0±19.8 (26.9-65.1)
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΤΙΜΗΣ SPAD	52.4±4.8 (45.8-62.9)	45.7±6.9 (31.6-54.8)	52.7±6.1 (35.4-60.6)	45.4±10.1 (20.9-62.3)	40.9±7.2 (24.7-48.7)	31.9±9.7 (18.5-48.5)	28.9±3.9 (24.7-34.7)	27.8±10.3.04 (16.1-35.8)
ΑΠΟΔΟΣΗ (%μέσου όρου του πληθυσμού)	60.9	-58.1	60.9	-58.1	60.9	-60.1	63.0	-57.7
ΜΟΝΑΔΕΣ SPAD	4.7	-2.0	3.0	-4.3	3.3	-5.7	0.7	-0.4

SPAD 1 : τιμή SPAD στο βλαστικό στάδιο

SPAD 2 : τιμή SPAD στο αναπαραγωγικό στάδιο

SPAD 3 : τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση

SPAD 4 : τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση

Πίνακας 34 . Προσομοίωση επιλογής για το χαρακτηριστικό «Απόδοση» για το υφρίδιο.

	SPAD 1		SPAD 2		SPAD 3		SPAD 4		SPAD 5	
	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ	ΥΨΗΛΑ	ΧΑΜΗΛΑ
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	418.5±20.6 (390.5-470.4)	176.2±59.8 (51.6-245.8)	418.5±20.6 (390.5-470.4)	176.2±59.8 (51.6-245.8)	418.5±20.6 (390.5-470.4)	176.2±59.8 (51.6-245.8)	418.5±20.6 (390.5-470.4)	176.2±59.8 (51.6-245.8)	419.9±20.7 (390.5-470.4)	167.4±62.5 (51.6-245.8)
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΤΙΜΗΣ SPAD	55.0±3.1 (48.0-59.1)	44.6±7.7 (32.2-59.9)	57.5±3.4 (50.8-63.8)	54.0±4.2 (46.9-61.8)	54.0±4.4 (46.8-61.3)	50.5±5.9 (41.5-59.9)	34.7±7.2 (21.6-44.4)	32.2±9.0 (18.8-43.9)	27.7±5.2 (16.7-35.4)	28.2±5.4 (19.8-39.1)
ΑΠΟΔΟΣΗ (%μέσου όρου του πληθυσμού)	31.9	-44.5	31.9	-44.5	31.9	-44.5	31.9	-44.5	32.3	-47.2
ΜΟΝΑΔΕΣ SPAD	4.6	-5.8	1.0	-2.5	1.1	-2.4	0.3	-2.2	-0.1	0.4

SPAD 1 : τιμή SPAD στο βλαστικό στάδιο

SPAD 2 : τιμή SPAD στο ανακαταγωγικό στάδιο

SPAD 3 : τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση

SPAD 4 : τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση

SPAD 5 : τιμή SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 70 ημέρες από την άνθηση

Στην αρνητική επιλογή, ο μέσος όρος των φυτών ήταν μειωμένος σε σχέση με το γενικό μέσο όρο κατά 44.5%. Όπως και στη θετική επιλογή, στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 70 ημέρες από την άνθηση (SPAD 5) ο αριθμός των φυτών μειώθηκε με αποτέλεσμα ο μέσος όρος των φυτών να είναι μειωμένος κατά 47.2%.

Όσον αφορά το χαρακτηριστικό τιμή SPAD, που ακολούθησε την επιλογή, βρέθηκε ότι ο μέσος όρος των φυτών σε σχέση με το γενικό μέσο όρο των φυτών του υβριδίου:

- α) μειώθηκε κατά 5.8 μονάδες SPAD στο βλαστικό στάδιο (SPAD 1)
- β) μειώθηκε κατά 2.5 μονάδες SPAD στο αναπαραγωγικό στάδιο (SPAD 2)
- γ) μειώθηκε κατά 2.4 μονάδες SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση (SPAD 3)
- δ) μειώθηκε κατά 2.2 μονάδες SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση ενώ (SPAD 4)
- ε) αυξήθηκε οριακά κατά 0.4 μονάδες SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 70 ημέρες από την άνθηση (SPAD 5)

Βρέθηκε λοιπόν ότι, όπως στα φυτά που επιλέχθηκαν κατά την θετική επιλογή, υπάρχει μια παρόμοια φθίνουσα πορεία, με την μείωση της μέσης τιμής SPAD να είναι η μεγαλύτερη στο βλαστικό στάδιο (SPAD 1) ενώ να φτάνει στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 70 ημέρες από την άνθηση (SPAD 5) να υπάρχει μια οριακή αύξηση.

Συνοψίζοντας θα μπορούσαμε να πούμε ότι:

- στο βλαστικό στάδιο τη μεγαλύτερη αύξηση της απόδοσης των υψηλοαποδοτικών γενοτύπων είχε ο πληθυσμός 2 με 72.7%, ακολούθησε ο πληθυσμός 1 με 71.3%, ο πληθυσμός 4 με 68.4%, ο πληθυσμός 5 με 60.95 και τέλος ο πληθυσμός 3 με 51.7%. την μεγαλύτερη αύξηση της μέσης τιμής SPAD των γενοτύπων είχε ο πληθυσμός 5 (4,7 μονάδες SPAD), ακολούθησε ο πληθυσμός 2 με 4.5 μονάδες SPAD, ο πληθυσμός 4 με 4.2 μονάδες SPAD, ο πληθυσμός 3 με 1.9 μονάδες SPAD και τέλος ο πληθυσμός 1 ο οποίος δεν είχε μεταβολή της μέσης τιμής SPAD των γενοτύπων. Συμπεραίνεται πως ο πληθυσμός 5 εμφανίζει τη μεγαλύτερη συσχέτιση μεταξύ των δύο αυτών χαρακτηριστικών κατά το βλαστικό στάδιο και ο πληθυσμός 1 την ελάχιστη (πρακτικά μηδενική).

Κατά την αρνητική επιλογή τη μεγαλύτερη μείωση της μέσης τιμής SPAD εμφανίζει ο πληθυσμός 4 με 5.1 μονάδες SPAD, ακολουθεί ο πληθυσμός 1 με 4.0 μονάδες SPAD, ο πληθυσμός 2 με 2.5, ο πληθυσμός 5 με 2.0 και τέλος ο πληθυσμός 3 με 1.3 μονάδες SPAD.

- στο αναπαραγωγικό στάδιο την μεγαλύτερη αύξηση του μέσου όρου της τιμής SPAD των υψηλοαποδοτικών γενοτύπων σε σχέση με τον μέσο όρο παρουσίασε ο πληθυσμός 2 με

6.0 μονάδες SPAD, ακολούθησε ο πληθυσμός 1 με 4.1 μονάδες SPAD, ο πληθυσμός 4 με 3.3 μονάδες SPAD, ο πληθυσμός 5 με 3.0 μονάδες SPAD και τέλος ο πληθυσμός 3 με 1.9 μονάδες SPAD. Φαίνεται πως σε αυτό το στάδιο τη μεγαλύτερη συσχέτιση παρουσιάζει ο πληθυσμός 2

- στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση τηνμεγαλύτερη αύξηση του μέσου όρου της τιμής SPAD εμφάνισε ο πληθυσμός 1 με 4.6 μονάδες SPAD, ακολούθησε ο πληθυσμός 2 με 4.0 μονάδες SPAD, ο πληθυσμός 5 με 3.3, ο πληθυσμός 4 με 2.2 και τέλος ο πληθυσμός 3 του οποίου ο μέσος όρος της τιμής SPAD των υψηλοαποδοτικών γενοτύπων ουσιαστικά μειώθηκε οριακά.

- στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση τηνμεγαλύτερη αύξηση του μέσου όρου της τιμής SPAD εμφάνισε ο πληθυσμός 5 με 0.7 μονάδες SPAD, ο πληθυσμός 2 του οποίου ο μέσος όρος έμεινε σταθερός (0), ο πληθυσμός 1 με την οριακή μείωση 0.5 μονάδες SPAD του μέσου όρου, ο πληθυσμός 3 με μείωση 0.6 και τέλος ο πληθυσμός 4 με μείωση 3.3 μονάδες SPAD.

Ε. ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Γενικά τα χαρακτηριστικά της φυσιολογίας του φυτού αποτέλεσαν αντικείμενο ενδιαφέροντος ως κριτήρια επιλογής (άμεσα ή έμμεσα) για αυξημένη απόδοση. Χαρακτηριστικά όπως η πολυδημία συνδέθηκαν με την απόδοση. Παρόλο που τα έμμεσα κριτήρια δεν ήταν πάντοτε αποτελεσματικά δεν πρέπει να αγνοούνται.

Βασική γενετική παράμετρος μελέτης ενός χαρακτηριστικού είναι ο τρόπος κληρονομιάς τους, αν υπάρχει γενετική παραλλακτικότητα σ^2_g , τι μέρος της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας οφείλεται σε γενετικούς παράγοντες και ο συντελεστής κληρονομικότητας H δεν πρέπει να είναι πολύ μικρός.

Αξιολογήθηκαν πέντε τοπικοί ελληνικοί πληθυσμοί σε σχέση με το προσαρμοσμένο στην περιοχή, εμπορικό υβρίδιο **CONSTANZA**, και βρέθηκε επαρκής γενετική παραλλακτικότητα, στα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν, που θα έπρεπε να μελετηθεί περαιτέρω.

Βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών για όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ανεξαιρέτως.

Ο πληθυσμός **141/G-OP-12** ήταν ο πιο υψηλοαποδοτικός από τους πέντε πληθυσμούς ενώ ο πληθυσμός **28/G-OP-183** παρουσίασε το μικρότερο δυναμικό απόδοσης.

Ο πληθυσμός **30/G-OP-163** ήταν ο πρωιμότερος τόσο κατά το φύτρωμα των φυτών όσο στην άνθηση και στην ανθοφορία ενώ ο πληθυσμός **163/G-OP-85** ήταν τελευταίος που μπήκε στο αναπαραγωγικό στάδιο.

Ο πληθυσμός **141/G-OP-12** είχε την υψηλότερη μέση τιμή SPAD σε όλα τα στάδια που εκτιμήθηκε ενώ οριακά μικρότερους μέσους όρους της τιμής SPAD είχε ο πληθυσμός **30/G-OP-163**. Ο πληθυσμός **163/G-OP-85** είχε τους μικρότερους μέσους όρους στα αντίστοιχα στάδια.

Ο πληθυσμός **102/G-OP-84** βρέθηκε να είναι οψιμότερος κατά το φύτρωμα από τους υπόλοιπους πληθυσμούς.

Ο πληθυσμός **163/G-OP-85** εμφάνισε το μεγαλύτερο ύψος φυτού ενώ το πιο κοντό στέλεχος εμφάνισαν οι πληθυσμοί **30/G-OP-163** και **28/G-OP-183**.

Το μεγαλύτερο ποσοστό πολυδημίας εμφάνισε ο πληθυσμός **28/G-OP-183** ενώ το μικρότερο ο πληθυσμός **163/G-OP-85**.

Το μεγαλύτερο μέσο όρο της υγρασίας σπόρου εμφάνισε ο πληθυσμός **163/G-OP-85** ενώ τον μικρότερο μέσο όρο ο πληθυσμός **28/G-OP-183**.

Τέλος, τη μεγαλύτερη ευαισθησία στο πλάγιασμα εμφάνισε ο πληθυσμός **28/G-OP-183** ενώ την καλύτερη ανθεκτικότητα έδωσε ο πληθυσμός **102/G-OP-84**.

Γενικά ο πληθυσμός **141/G-OP-12** παρουσιάζει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για επιλογή υψηλοαποδοτικών γενοτύπων μιας και είχε την καλύτερη συσχέτιση μεταξύ απόδοσης και χλωροφύλλης ενώ ο πληθυσμός **28/G-OP-183** φαίνεται να είναι ο πιο ευαίσθητος στις διάφορες καταπονήσεις (πλάγιασε παρόλο που είχε το πιο κοντό στέλεχος από τους πέντε πληθυσμούς). Ωστόσο παρουσιάζει ενδιαφέρον για την διερεύνηση γονιδίων πολυδημίας στους γενοτύπους του. Επίσης ενδιαφέρον παρουσιάζει ο πληθυσμός **30/G-OP-163** επειδή ήταν πρωιμότερος από τους πέντε πληθυσμούς τόσο στο φύτρωμα όσο και στην είσοδο του πληθυσμού στο στάδιο της ανθοφορίας.

Βρέθηκε επαρκής γενετική παραλλακτικότητα για το χαρακτηριστικό της απόδοσης εντός και των πέντε πληθυσμών. Η περισσότερο αξιοποιήσιμη φαίνεται να είναι στον πληθυσμό **141/G-OP-12** που έχει το μεγαλύτερο συντελεστή γενετικής παραλλακτικότητας ($GCV = 12.6\%$ και συντελεστή κληρονόμησης $H = 0.60$). Αντίθετα το μικρότερο γενετικό δυναμικό φαίνεται να έχει ο πληθυσμός **28/G-OP-183**.

Η μέτρηση της τιμής SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση φαίνεται να είναι το στάδιο κατά το οποίο η γενετική παραλλακτικότητα που εμφανίζουν οι πληθυσμοί μπορεί να αξιοποιηθεί σε σχήμα επιλογής.

Όσον αφορά τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, υπήρξαν ενδείξεις ύπαρξης επαρκούς γενετικής παραλλακτικότητας εντός των πληθυσμών ωστόσο περαιτέρω έρευνα πρέπει να γίνει για να αποδειχτεί η δυνατότητα αξιοποίησής της.

Επιβεβαιώθηκε η σχετικά υψηλή συσχέτιση της απόδοσης με την τιμή SPAD στα στάδια στα οποία μετρήθηκε. Κατά την προσομείωση της επιλογής για το χαρακτηριστικό τιμή SPAD σε όλους τους πληθυσμούς, η απόδοση ακολούθησε την επιλογή.

Στο βλαστικό στάδιο τη μεγαλύτερη αύξηση απόδοσης ανά μονάδα SPAD είχε ο πληθυσμός **30/G-OP-163** ενώ τη μικρότερη ο πληθυσμός **102/G-OP-84**.

Στο αναπαραγωγικό στάδιο τη μεγαλύτερη αύξηση απόδοσης ανά μονάδα SPAD είχε ο πληθυσμός **30/G-OP-163** ενώ την μικρότερη ο πληθυσμός **141/G-OP-12**.

Στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου τη μεγαλύτερη αύξηση απόδοσης ανά μονάδα SPAD την είχε ο πληθυσμός **163/G-OP-85** ενώ την μικρότερη ο πληθυσμός **141/G-OP-12**.

Στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση όλοι οι πληθυσμοί εμφάνισαν αύξηση του μέσου όρου της απόδοσης των επιλεγμένων γενοτύπων σε σχέση με το μέσο όρο του πληθυσμού) γεγονός που αποτελεί τουλάχιστον ένδειξη για την ύπαρξη

γενοτύπων στους πληθυσμούς που διατηρούν περισσότερο χρόνο το πράσινο χρώμα του φυλλώματος (stay green) και οι οποίοι συνοδεύονται φυσικά από αύξηση της απόδοσης και συνεπώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως έμμεσο κριτήριο επιλογής.

Κατά την προσομείωση της επιλογής για το χαρακτηριστικό απόδοση, η τιμή SPAD ακολούθησε την επιλογή επιβεβαιώνοντας την συσχέτιση μεταξύ των δύο αυτών χαρακτηριστικών.

Στο βλαστικό στάδιο την υψηλότερη συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης και της τιμής SPAD εμφάνισε ο πληθυσμός **30/G-OP-163** ενώ την μικρότερη ο πληθυσμός **102/G-OP-84**, στο αναπαραγωγικό στάδιο οι πληθυσμοί **30/G-OP-163** και **163/G-OP-85** αντίστοιχα, στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση οι πληθυσμοί **102/G-OP-84** και **163/G-OP-85** αντίστοιχα, και τέλος, στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση οι πληθυσμοί **141/G-OP-12** και **28/G-OP-183**.

ΣΤ. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της γενετικής παραλλακτικότητας μεταξύ και εντός πέντε τοπικών παραδοσιακών πληθυσμών καλαμποκιού, σε μια προσπάθεια διερεύνησης πιθανής αξιοποίησής τους σε προγράμματα βελτίωσης.

Το φυτικό υλικό πειραματισμού αποτέλεσαν πέντε τοπικοί παραδοσιακοί πληθυσμοί που διατηρούνται στο Ινστιτούτο Σιτηρών του ΕΘΙΑΓΕ. Οι πληθυσμοί αυτοί ήταν οι εξής:

1. *πληθυσμός 1: 102/GR-OP-84*
2. *πληθυσμός 2: 30/GR-OP-163*
3. *πληθυσμός 3: 163/GR-OP-85*
4. *πληθυσμός 4: 28/GR-OP-183*
5. *πληθυσμός 5: 141/GR-OP-12*

Ως μάρτυρας χρησιμοποιήθηκε το απλό υβρίδιο Constanza.

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε κατά την καλλιεργητική περίοδο 2002-2003 στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.

Το σύνολο των πληθυσμών εμφάνισε ικανοποιητική γενετική διακύμανση για το χαρακτηριστικό της απόδοσης. Για το χαρακτηριστικό Ποσοστό εκκοκισμού ο πληθυσμός **163/GR-OP-85** βρέθηκε να διαθέτει σχετικά υψηλή γενετική διακύμανση. Για το χαρακτηριστικό εκτίμηση της τιμής SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 25 ημέρες από την άνθηση ο πληθυσμός **141/GR-OP-12** και ο πληθυσμός **28/GR-OP-183** βρέθηκε να διαθέτουν ικανοποιητική γενετική διακύμανση. Για το χαρακτηριστικό εκτίμηση της τιμής SPAD στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου 50 ημέρες από την άνθηση ο πληθυσμός **141/GR-OP-12** βρέθηκε να διαθέτει μεγαλύτερο αριθμό γενοτύπων που διατηρούν το πράσινο χρώμα των φύλλων τους μέχρι και αυτό το στάδιο. Για το χαρακτηριστικό ταχύτητα φυτρώματος ο πληθυσμός **102/GR-OP-84** και ο πληθυσμός **28/GR-OP-183** βρέθηκε να διαθέτουν επαρκή γενετική διακύμανση. Για το χαρακτηριστικό πολυδημία ο πληθυσμός **102/GR-OP-84** βρέθηκε να διαθέτει επαρκή γενετική παραλλακτικότητα όπως και για το χαρακτηριστικό υγρασία σπόρου.

Επιβεβαιώθηκε η σχετικά υψηλή συσχέτιση της απόδοσης με την τιμή SPAD στα στάδια στα οποία μετρήθηκε κατά την προσομείωση επιλογής για την τιμή SPAD. Κρίσιμο στάδιο για την επιλογή υψηλής τιμής SPAD βρέθηκαν το βλαστικό και το αναπαραγωγικό στάδιο.

Γενικά ο πληθυσμός **141/GR-OP-12** παρουσιάζει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για επιλογή υψηλοαποδοτικών γενοτύπων μιας και είχε την καλύτερη συσχέτιση μεταξύ απόδοσης και χλωροφύλλης-ενώ ο πληθυσμός **163/GR-OP-85** φαίνεται να είναι ο πιο ευαίσθητος στις

διάφορες καταπονήσεις (σε συνδυασμό με το γεγονός ότι παρουσίασε το υψηλότερο στέλεχος από τους πέντε πληθυσμούς). Ο πληθυσμός **28/GR-OP-183** παρουσιάζει ενδιαφέρον για την διερεύνηση γονιδίων πολυδημίας στους γενοτύπους του. Επίσης ενδιαφέρον παρουσιάζει ο πληθυσμός **30/GR-OP-163** επειδή ήταν πρωιμότερος από τους πέντε πληθυσμούς τόσο στο φύτρωμα όσο και στην είσοδο του πληθυσμού στο στάδιο της ανθοφορίας.

Z. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Allard, R. W. 1960. Principles of plant breeding. J. Willey and Sons, Inc. New York.
2. Anonymous. 1972. Genetic variability of major crops. Committee on genetic vulnerability of major crops. Agric. Board, NAS-NRC, Washington, DC.
3. Bauman, L. F. 1981. Review of methods used by breeders to develop superior corn inbreds. Proc. Corn Sorghum Industry Res. Conf. 36:199-208
4. Bernardo R. 1992. Retention of genetically superior lines during early generation testcrossing of maize. Crop Sci. 32: 933-937
5. Blackmer, T.M and J.S. Schepers. 1995. Use of a chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. J. Prod. Agric. 8:56-60
6. Bletsos, E.A. and C.K. Goulas, 1999. Mass selection of gain yield and protein in a maize population. Crop Sci. 39: 1-5
7. Bolanos J. and G.O. Edmeades. 1996. The importance of the anthesis-silking interval in breeding for draught tolerance in tropical maize. Field Crops Res. 48:65-80
8. Bort, J., J.L. Araus, H. Hazzam, S. Gando and S. Cessarelli. 1998. Relation between early vigor, gain yield, leaf structure and stable isotope composition in field grown barley. Plant physiol. Biochem. 36 (12), 889-897
9. Bouchez A., and Gallais A., 2000. Efficiency of the use of doubled-haploids in recurrent selection for combining ability. Crop Sci. 40:23-29
10. Bridges, W. C., Jr., and S. J. Knapp. 1987. Probabilities of negative estimates of genetic variances. Theor. Appl. Genet. 74:269-274
11. Brown, W.L. 1983. Genetic diversity and genetic vulnerability: An appraisal. Econ. Bot. 37:4-12
12. Cockerham, C. Clark. 1954. An extension of the concept of partitioning hereditary variance for analysis of covariances among relatives when epistasis is present. Genetics 39:859-882
13. Cockerham, C.C. 1956a Analysis of quantitative gene action. Brookhaven Symp. Biol. 9: 53-68
14. Committee. 1972. Genetic vulnerability of major crops. National Academy of Sciences, Washington, D. C.
15. Coors, J. G. 1999. Response to four cycles of combined half-sib and S₁ family selection in maize. Crop Sci. 40: 20-39

16. Coors, J. G. 1999. Selection methods and heterosis. In: Coors J and Padey S. (ed): Genetics and exploitation of heterosis in crops. American Society of Agronomy and Crop Science Society of America Madison p. 222-245
17. Crosbie, T. M., J. J. Mock and R. B. Pearce. 1977. Variability and selection advance for photosynthesis in Iowa Stiff Stalk Synthetic maize population. *Crop Sci.* 17:511-514
18. Crosbie, T. M., R.B. Pearce and J.J Mock. 1981. Selection for high CO₂ exchange rate among inbred lines of maize. *Crop Sci.* 28: 891-896
19. Dorovskaya, I. F. 1963. Formation and photosynthetic activity of assimilating surface of inbred and hybrid corn. *Sov. Plant Physiol.* 9 (5):506-509. [Engl. Transl. *Fisiol. Rast.*]
20. Dudley J. W. and Moll R. H., 1969. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic Variances in Plant Breeding. *Crop Sci.* 9:257-262
21. Duvick, D. N. 1984. Genetic contributions to yield gains in U.S hybrid maize. P. 15-47. In W. R. Fehr (ed.) Genetic contribution to yield gains of five major crop plants. Spec. Publ. 7. CSSA, Madison, WI.
22. Duvick, D.N and Gassman, 1999. Post green revolution trends in yield potential of temperate maize in the North-Central United States. *Crop Sci.* 39Q1622-1630
23. El-Lakany, M.A., and W.A. Russell. 1971. Relationship of maize characters with yield in testcrosses of inbreds at different plant densities. *Crop Sci.* 11:698-701
24. Everett, H. L. 1960. isolation of a genic series controlling chloroplast pigment production in *Zea mays* L. *Genetics* 35:104
25. Falconer, D. E. 1960. Introduction to quantitative genetics. The Ronald Press Co., new York, 365p
26. Fleming, A. A. and Palmer, J. H. 1975. Variation in Chlorophyll Content of Maize Lines and Hybrids. *Crop. Sci.* Vol 15: 617- 620
27. Fousova, S. and Avratovscukova. 1967. Hybrid vigor and photosynthetic rate at leaf disks in *Zea mays* L. *Photosynthetica* 1 (1-2):3-12
28. Gallais A., 1990. Quantitive genetics of doubled haploid populations and application to theory of line development. *Genetics* 124: 199-206
29. Gallais A., Charcosset A., Goldringer I., Hospital F., Moreau L., 2000. Progress and prospects for marker-assisted selection. A. Gallais, C. Dillmann and I. Goldringer (Ed) : Quantitive genetics and breeding methods: the way ahead. INRA Les Colloques. N° 96 p. 183-197

30. Gardner, C.O. 1963. Estimates of genetic parameters in cross fertilizing plants and their implications in plant breeding. p. 225-252. in W.D. Hanson and H.F. Robinson (ed.). *Statistical genetics and plant breeding*. Nat. Acad. Sci. Publ. 782
31. Gardner, F. P., Raul Valle and D.E. McCloud, 1990. Yield Characteristics of Ancient Races of Maize compared to a modern hybrid. *Crop Sci*: 82 p. 864-868
32. Geadelmann, J.L. 1984. Using exotic germplasm to improve northern corn. *Proc. Annu. Corn Sorghum Ind. Res. Conf.* 39:98-110
33. Goodrich, C. L., R. E. Stucker, and W. A. Compton. 1975. Average gene frequency estimates in two open-pollinated cultivars of corn. *Crop Sci.* 15:746-749
34. Gouesnard, B. and Gallais, A. 1992. Genetic variance component estimation in a nested mating design with positive assortative mating and application to maize. *Crop Sci.* 32:1127-1131
35. Γούλας, Χ. Κ, Βελτίωση φυτών. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, 1994.
Βόλος. Σελ: 41
36. Goulas, C. K., and J. H. Lonquist. 1976. Combined Half-Sib and S1 Family selection in a Maize Composite Population. *Crop Sci.* 16: 461-464
37. Goulas, C. K., D. N. Deliporanidou, N. D. Katsantonis, J. N. Sfakianakis, C. J. Caramalingas, N. S. Katranis, E. A. Bletsos and A. Gertis. 1997. Combined selection based on HS, S1 and TC family evaluation under low nitrogen in put conditions in maize. In: Tsaftaris A. (Ed): *Genetics, Biotechnology and Breeding of Maize and Sorghum*. He Royal Society of Chemistry, Caimbridge, p. 163-168
38. Goulas C. K., E. N. Bletsos and A. E. Korkovelos 2000. Population improvement breeding schemes based on combined S1, HS and TC progeny evaluation to develop maize germplasm tolerant to stress growing conditions. On XIth Meeting of the section Biometrics in Plant Breeding PARIS France, 30 August – 1 September 2000. *Proceedings* pg 147-153
39. Hageman, R.H., and R.J. Lambert. 1988. The use of physiological traits for corn improvement. In Sprague and Dudley (Eds), *Corn and Corn Improvement*. ASA, CSSA, SSSA. PpQ431-461
40. Hallauer, A.R. and A.F. Troyer. 1972. Prolific corn hybrids and minimizing risk of stress. *Ann. Hybrid Corn and Sorghum Res. Con., Proc.* 27th. p. 140-158
41. Hallauer, A.R. 1978. Potential of exotic germplasm for maize improvement. p. 229-247. in D. B. Walden (ed.) *Proc. Int. Maize Sym.: Breeding and Genetics*. John Wiley and sons, New York

42. Hallauer, A. R., 1981. Selection and Breeding methods. P 3-55. In K.J. Frey (ed.) Plant Breeding II. Iowa State Univ. Press. Ames.
43. Hallauer, A.R., and J.B. Miranda, Fo.1988. Quantitative genetics in maize breeding. 2nd ed. Iowa State Univ. Press. Ames.
44. Hallauer, A. R. 1990. Methods used in developing maize inbreds. *Maydica* 35:1-16
45. Heichel, G. H. and R. B. Musgave. 1969. varietal differences in net photosynthesis of *Zea mays* L. *Crop Sci.* 9:483-486
46. Holley, R.N. and M.M. Goodman. 1988. Yield potential of tropical hybrid maize derivatives. *Crop Sci.* 28:213-218
47. Jenkins, M. T. 1978. Maize breeding during the developments and early years of hybrid maize. P. 13-28 in D. B. Walden (ed.) *Proc. Int. Maize Sym.: Breeding and Genetics.* John Wiley and sons, New York
48. Jenkins, M. T. 1929. Correlation studies in maize. *J. Agric. Res.* 39:677-721
49. Καρακαζάς, Β., Χ. Γούλας και Μ. Πανάγου, 1998. Γενετικό δυναμικό τοπικών ποικιλιών σιταριού και καλαμποκιού και δυνατότητα αξιοποίησεως σε προγράμματα βελτιώσεως. *Γεωπονικά, Έκδοση Γεωπονικού Συλλόγου Μακεδονίας-Θράκης, Τεύχος 373, σελ. 11-15*
50. Kempthorne, O. 1955. The theoretical values of correlations between relatives in random mating populations. *Genetics* 40:153-167
51. Knapp, S.J., W. W. Stroup and W. M. Ross. 1985. Exact confidence intervals for heritability on a progeny basis. *Crop Sci.* 25: 192 – 194.
52. Κορκόβελος Α. 2003. Η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη ως κριτήριο επιλογής στην βελτίωση πληθυσμών καλαμποκιού. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
53. Kuhn, W.E., and R.E. Stucker. 1976. Effect of increasing morphological component expression on yiel in corn. *Crop Sci.* 16:270-274
54. Lonquist, J.H. 1967. Mass selection for prolificacy in maize. *Zuchtor/Genet. Beed. Res.* 37 (4): 185-188
55. Malvar, R. A., A. Ordas, P. Revilla and M. E. Cartea. 1996. Estimates of genetic variances in two Spanish populations of maize. *Crop Sci.* 36:291-295
56. Marek, J. H. And C. O. Gardner. 1979. Response to mass selection in maize and stability of resultingpopulations. *Crop Sci.* 19:779-783

57. Moreau L., S. Lemarie, A. Charcosset and A. Gallais. 2000. Economic efficiency of one cycle of marker- assisted selection. *Crop Sci.* 40. 329-337
58. Moreno-Gonzalez J., Hallauer A. R., 1982. Combined S2 and crossbred family selection in full-sib reciprocal recurrent. *Theor. Appl. Genet.* 61. 353-358
59. Lindsey, M. F., J. H. Lonquist and C. O. Gardner. 1962. Estimates of genetic variances in open-pollinated varieties of corn-belt corn. *Crop Sci.* 2:105-109
60. Obaidi M., Johnson B. E, Van Vleck L. D., Kachman S. D., Smith U. S.. 1998. Family per se response to selfing and selection in maize based on testcross performance. A simulation study. *Crop Sci.* 40:91-98
61. Perez-Velasquez, N. Cebbalos, S. Pandey, and C. Diaz-Amaris.1995. Analysis of diallel crosses among Columbian landraces and improved populations of maize. *Crop Sci.* 35:572-578.
62. Revilla P., R. A. Malvar, M. E. Cartea, A. Butron and A. Ordas. 2002. Inheritance of cold tolerance at emergence and during early season growth in maize. *Crop Sci.* 40: 1579-1585
63. Reyes-Valdes M. H. 2000. A model for marker-based selection in gene introgression breeding programs. *Crop Sci.* 40:91-98
64. Rubtsova, M. S. 1960. Some physiological features of hybrids and initial self-pollinated lines of corn. *Sov. Plant Physiol.* 7 (6):574-578. [Engl. Transl. *Fisiol. Rast.*]
65. Russel, W. A. 1991. Genetic improvement of maize yields. *Adv. Agon.* 46:245-298
66. Σφακιανάκης, Ι. 1998. Διάδοση, χρήσεις και καλλιεργητικές φροντίδες στον Αραβόσιτο. *Αγροτική Έρευνα και τεχνολογία.* Τεύχος 10 σελ. 17-19
67. Σφήκας, Α. Γ. 1987. Ειδική Γεωργία Ι. Σιτηρά, ψυχανθή και χορτοδοτικά φυτά. *Θεσσαλονίκη 1987.* Σελ. 85-123
68. Sprague, G. F. 1966. Quantitative genetics in plant improvement. In Kenneth J. Frey (ed.). *Plant breeding.* Iowa State Univ. Press, Ames. P.315-347.
69. Sprague, G. F. and J. W. Dudley. 1988. *Corn and Corn Improvement.* Agronomy No 18, 3rd Edition. Pg: 81, 82,
70. Sprague, H. B., and N. Curtis. 1933. Chlorophyll content as an index of the productive capacity of selfed lines of corn and their hybrids. *J. Am. Soc. Agon.* 25:709-724
71. Shahi, J. P., and I. S. Singh. 1985. Estimation of genetic variability for grain yield and its components in a random mating population of maize. *Crop Improv.* 12:126-129

72. Singh, H., A. S. Khedra, and B. S. dhillon. 1985. Genetic architecture of two hererotic populations of maize. *Maydica* 30:31-36
73. Starnes, W. J. And H. H. Hadley, 1965. Chlorophyll content of various strains of soybeans, *Glucine max* L. *Crop Sci.* 5:9-11
74. Stuber, C.W. 1978. Exotic sources for broadening genetic diversity in cornh breeding programs. *Proc. Annu. Corn Sorghum Ind. Res. Conf.* 33:34-47
75. Troyer, A. F. 1999. Background of U.S. Hybrid Corn. *Crop Sci.* Vol. 39, pg: 601-625
76. Uribelarrea, M., J. Carcova, M.E. Otrgui and M.E. Westgate. 2002. Pollen production, pollination dynamics and kernel set in Maize. *Crop Sci.* 42:1910-1918
77. Williams. J. C., L. H. Penny and G. F. Sprague. 1965. Full-sib and half-sib estimates of genetic variance in an open-pollinated variety of corn, *Zea mays* L. *Crop Sci.* 5:125-129
78. Wood C.W., D.W. Reeves and D.G. Himelrick. 1993. Relationships between chloropfyll meter readings and leaf chlorophyll concentration, N status and crop yield: A review. *Proc. Agon. Soc. N. Z.* 23:1-9
79. Xie C., and S. Xu. 1998. Strategies of marker aided recurrent selection. *Crop Sci.* 38 1526-1535
80. Zelitch, I. 1982. The close relationship between net photosynthesis and crop yield. *Bioscience* 32: 796-802

Η. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΙΝΑΚΕΣ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΥ ΜΕΛΕΤΗΘΗΚΑΝ ΕΝΤΟΣ ΤΩΝ ΠΕΝΤΕ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΥΒΡΙΔΙΟΥ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΥ ΜΕΛΕΤΗΘΗΚΑΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΦΑΙΝΟΤΥΠΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΟΥ ΜΕΛΕΤΗΘΗΚΑΝ ΣΤΟΥΣ ΠΕΝΤΕ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΥΒΡΙΔΙΟ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΦΑΙΝΟΤΥΠΙΚΩΝ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΟΥ ΜΕΛΕΤΗΘΗΚΑΝ ΣΤΟΥΣ 5 ΠΛΗΘΥΣΜΟΥΣ ΚΑΙ ΤΟ ΥΒΡΙΔΙΟ

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 1

ΠΙΝΑΚΑΣ 35: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Φυτρωτική ικανότητα» στο πληθυσμό 1.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	622.378	56.580	3.710	0.0002
Within	92	1403.151	15.252		
Total	103	2025.529			

ΠΙΝΑΚΑΣ 36: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Άνθηση της αρσενικής ταξιανθίας» στο πληθυσμό 1.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	1041.847	94.713	2.601	0.0063
Within	91	3313.901	36.416		
Total	102	4355.748			

ΠΙΝΑΚΑΣ 37: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Άνθηση της θηλυκής ταξιανθίας» στο πληθυσμό 1.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	770.780	70.071	2.177	0.0223
Within	91	2929.337	32.191		
Total	102	3700.117			

ΠΙΝΑΚΑΣ 38: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «ASI» στο πληθυσμό 1.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	449.670	40.879	2.201	0.0208
Within	91	1690.000	18.571		
Total	102	2139.670			

ΠΙΝΑΚΑΣ 39: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «πολυδημία» στο πληθυσμό 1.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	7.861	0.715	1.358	0.2077
Within	87	45.796	0.526		
Total	98	53.657			

ΠΙΝΑΚΑΣ 40: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 1» στο πληθυσμό 1.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	571.606	51.964	1.002	0.4505
Within	92	4769.029	51.837		
Total	103	5340.635			

ΠΙΝΑΚΑΣ 41: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 2» στο πληθυσμό 1.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	787.989	71.635	1.913	0.0474
Within	92	3445.205	37.448		
Total	103	4233.194			

ΠΙΝΑΚΑΣ 42: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 3» στο πληθυσμό 1.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	1462.864	132.988	1.955	0.0460
Within	72	4898.366	68.033		
Total	83	6361.229			

ΠΙΝΑΚΑΣ 43: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 4» στο πληθυσμό 1.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	173.540	19.282	0.468	
Within	21	865.447	41.212		
Total	30	1038.987			

ΠΙΝΑΚΑΣ 44: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Ύψος φυτού» στο πληθυσμό 1.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	7970.308	724.573	1.970	0.0413
Within	86	31629.692	367.787		
Total	97	39600.000			

ΠΙΝΑΚΑΣ 45: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Απόδοση» στο πληθυσμό 1.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	77768.612	7069.874	3.517	0.0004
Within	85	170848.484	2009.982		
Total	96	248617.096			

ΠΙΝΑΚΑΣ 46: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Ποσοστό εκκοκισμού» στο πληθυσμό

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	0.125	0.011	1.194	0.3036
Within	85	0.808	0.010		
Total	96	0.933			

ΠΙΝΑΚΑΣ 47: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Υγρασία σπόρου» στο πληθυσμό 1

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	65.467	5.952	3.973	
Within	85	127.323	1.498		
Total	96	6192.790			

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 2

ΠΙΝΑΚΑΣ 48: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Φυτρωτική ικανότητα» στο πληθυσμό 2.

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	15.423	1.714	0.871	
Within	77	151.565	1.968		
Total	86	166.989			

ΠΙΝΑΚΑΣ 49: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Άνθηση της αρσενικής ταξιανθίας» στο πληθυσμό 2.

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	184.092	20.455	0.689	
Within	76	2255.396	29.676		
Total	85	2439.488			

ΠΙΝΑΚΑΣ 50: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Άνθηση της θηλυκής ταξιανθίας» στο πληθυσμό 2.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	371.918	41.324	1.352	0.2254
Within	76	2323.721	30.575		
Total	85	2695.640			

ΠΙΝΑΚΑΣ 51: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «ASI» στο πληθυσμό 2.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	257.586	28.621	4.483	0.0001
Within	75	478.837	6.384		
Total	84	736.424			

ΠΙΝΑΚΑΣ 52: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «πολυδημία» στο πληθυσμό 2.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	4.674	0.519	2.447	0.0167
Within	76	16.128	0.212		
Total	85	20.802			

ΠΙΝΑΚΑΣ 53: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 1» στο πληθυσμό 2.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	1136.229	126.248	2.401	0.0186
Within	77	4048.661	52.580		
Total	86	5184.890			

ΠΙΝΑΚΑΣ 54: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 2» στο πληθυσμό 2.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	1860.514	206.724	4.151	0.0002
Within	77	3834.544	49.799		
Total	86	5695.058			

ΠΙΝΑΚΑΣ 55: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 3» στο πληθυσμό 2.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	1271.518	141.280	2.104	0.0422
Within	63	4231.089	67.160		
Total	72	5502.607			

ΠΙΝΑΚΑΣ 56: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 4» στο πληθυσμό 2.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	8	239.673	29.959	0.626	
Within	10	478.873	47.887		
Total	18	718.545			

ΠΙΝΑΚΑΣ 57: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Ύψος φυτού» στο πληθυσμό 2.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	23109.775	2567.753	4.199	0.0002
Within	75	45860.813	611.478		
Total	84	68970.588			

ΠΙΝΑΚΑΣ 58: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Απόδοση» στο πληθυσμό 2.

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	49026.487	5447.387	2.977	0.0046
Within	71	129923.064	1829.902		
Total	80	178949.551			

ΠΙΝΑΚΑΣ 59: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Ποσοστό εκκοκισμού» στο πληθυσμό 2.

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	0.059	0.007	0.979	
Within	71	0.477	0.007		
Total	80	0.537			

ΠΙΝΑΚΑΣ 60: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Υγρασία σπόρου» στο πληθυσμό 2.

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	13.577	1.509	2.257	0.0275
Within	72	48.118	0.668		
Total	81	61.695			

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 3

ΠΙΝΑΚΑΣ 61: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Φυτρωτική ικανότητα» στο πληθυσμό 3..

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	38.095	3.463	0.635	
Within	99	540.139	5.456		
Total	110	578.234			

ΠΙΝΑΚΑΣ 62: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Άνθηση της αρσενικής ταξιανθίας» στο πληθυσμό 3

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	189.793	17.254	0.803	
Within	93	1997.597	21.480		
Total	104	2187.390			

ΠΙΝΑΚΑΣ 63: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Άνθηση της θηλυκής ταξιανθίας» στο πληθυσμό 3

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	601.586	54.690	1.827	0.0624
Within	82	2454.839	29.937		
Total	93	3056.426			

ΠΙΝΑΚΑΣ 64: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «ASI» στο πληθυσμό 3

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	237.768	21.615	1.939	0.0458
Within	82	914.062	11.147		
Total	93	1151.830			

ΠΙΝΑΚΑΣ 65: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «πολυδημία» στο πληθυσμό 3

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	0.529	0.048	0.428	
Within	89	9.986	0.112		
Total	100	10.515			

ΠΙΝΑΚΑΣ 66: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 1» στο πληθυσμό 3

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	830.323	75.484	3.398	0.0006
Within	93	2065.923	22.214		
Total	104	2896.245			

ΠΙΝΑΚΑΣ 67: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 2» στο πληθυσμό 3

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	783.341	71.213	2.415	0.0112
Within	89	2624.460	29.488		
Total	100	3407.801			

ΠΙΝΑΚΑΣ 68: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 3» στο πληθυσμό 3

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	713.839	64.894	1.743	0.0770
Within	87	3238.303	37.222		
Total	98	3952.142			

ΠΙΝΑΚΑΣ 69: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 4» στο πληθυσμό 3

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	338.692	30.790	1.129	0.3570
Within	57	1554.979	27.280		
Total	68	1893.671			

ΠΙΝΑΚΑΣ 70: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Ύψος φυτού» στο πληθυσμό 3

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	9132.606	830.237	1.369	0.2020
Within	87	52758.304	606.417		
Total	98	61890.909			

ΠΙΝΑΚΑΣ 71: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Απόδοση» στο πληθυσμό 3

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	27107.307	2464.301	1.283	0.2602
Within	52	99846.159	1920.118		
Total	63	126953.466			

ΠΙΝΑΚΑΣ 72: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Ποσοστό εκκοκισμού» στο πληθυσμό 3

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	0.590	0.054	1.486	0.1609
Within	60	2.166	0.036		
Total	71	2.756			

ΠΙΝΑΚΑΣ 73: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Υγρασία σπόρου» στο πληθυσμό 3

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	101.813	9.256	3.767	0.0004
Within	59	144.966	2.457		
Total	70	246.779			

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 4

ΠΙΝΑΚΑΣ 74: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Φυτρωτική ικανότητα» στο πληθυσμό 4.

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	8	186.603	23.325	2.233	0.0349
Within	70	731.194	10.446		
Total	78	917.797			

ΠΙΝΑΚΑΣ 75: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Άνθηση της αρσενικής ταξιανθίας» στο πληθυσμό 4.

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	8	225.863	28.233	0.703	
Within	67	2690.071	40.150		
Total	75	2915.934			

ΠΙΝΑΚΑΣ 76: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Άνθηση της θηλυκής ταξιανθίας» στο πληθυσμό 4.

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	8	297.199	37.150	0.908	
Within	67	2741.907	40.924		
Total	75	3039.105			

ΠΙΝΑΚΑΣ 77: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «ASI» στο πληθυσμό 4.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	8	122.362	15.295	0.968	
Within	67	1058.835	15.804		
Total	75	1181.197			

ΠΙΝΑΚΑΣ 78: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «πολυδημία» στο πληθυσμό 4.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	8	2.858	0.357	1.181	0.3243
Within	64	19.361	0.303		
Total	72	22.219			

ΠΙΝΑΚΑΣ 79: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 1» στο πληθυσμό 4.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	530.581	48.235	1.044	0.4171
Within	80	3697.257	46.216		
Total	91	4227.837			

ΠΙΝΑΚΑΣ 80: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 2» στο πληθυσμό 4.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	374.889	34.081	0.633	
Within	79	4251.703	53.819		
Total	90	4626.592			

ΠΙΝΑΚΑΣ 81: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 3» στο πληθυσμό 4.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	11	544.996	49.545	0.682	
Within	52	3776.213	72.619		
Total	63	4321.209			

ΠΙΝΑΚΑΣ 82: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Ύψος φυτού» στο πληθυσμό 4.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	8	1883.433	235.429	0.535	
Within	63	27727.679	440.122		
Total	71	29611.111			

ΠΙΝΑΚΑΣ 83: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Απόδοση» στο πληθυσμό 4.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	8	19690.128	2461.266	1.691	0.1219
Within	54	78613.311	1455.802		
Total	62	98303.439			

ΠΙΝΑΚΑΣ 84: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Ποσοστό εκκοκισμού» στο πληθυσμό 4.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	8	0.244	0.030	1.831	0.0887
Within	60	0.997	0.017		
Total	68	1.241			

ΠΙΝΑΚΑΣ 85: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Υγρασία σπόρου» στο πληθυσμό 4.

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	8	11.382	1.423	2.795	0.0107
Within	60	30.541	0.509		
Total	68	41.923			

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 5

ΠΙΝΑΚΑΣ 86: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Φωτρωτική ικανότητα» στο πληθυσμό 5

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	10	119.325	11.933	2.429	0.0127
Within	94	461.722	4.912		
Total	104	581.048			

ΠΙΝΑΚΑΣ 87: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Άνθηση της αρσενικής ταξιανθίας» στο πληθυσμό 5

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	10	204.367	20.437	1.284	0.2536
Within	81	1289.633	15.921		
Total	91	1494.000			

ΠΙΝΑΚΑΣ 88: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Άνθηση της θηλυκής ταξιανθίας» στο πληθυσμό 5

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	10	189.362	18.936	1.171	0.3223
Within	81	1309.627	16.168		
Total	91	1498.989			

ΠΙΝΑΚΑΣ 89: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «ASI» στο πληθυσμό 5

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	10	59.986	5.999	1.317	0.2357
Within	81	369.003	4.556		
Total	91	428.989			

ΠΙΝΑΚΑΣ 90: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «πολύδημία» στο πληθυσμό 5

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	10	2.958	0.296	1.335	0.2259
Within	82	18.161	0.221		
Total	92	21.118			

ΠΙΝΑΚΑΣ 91: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 1» στο πληθυσμό 5

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	10	80.011	8.001	0.204	
Within	83	3263.058	39.314		
Total	93	3343.069			

ΠΙΝΑΚΑΣ 92: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 2» στο πληθυσμό 5

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	10	670.655	67.065	1.144	0.3404
Within	82	4805.757	58.607		
Total	92	5476.412			

ΠΙΝΑΚΑΣ 93: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 3» στο πληθυσμό 5

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	10	2168.705	216.871	2.337	0.0186
Within	74	6866.011	92.784		
Total	84	9034.716			

ΠΙΝΑΚΑΣ 94: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 4» στο πληθυσμό 5

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	1040.590	115.621	1.684	0.1658
Within	18	1236.137	68.674		
Total	27	2276.727			

ΠΙΝΑΚΑΣ 95: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Ύψος φυτού» στο πληθυσμό 5

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	10	4969.393	496.939	1.131	0.3500
Within	80	35145.992	439.325		
Total	90	40115.385			

ΠΙΝΑΚΑΣ 96: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Απόδοση» στο πληθυσμό 5

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	8	21918.782	2739.848	1.531	0.1663
Within	59	105615.930	1790.101		
Total	67	127534.712			

ΠΙΝΑΚΑΣ 97: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Ποσοστό εκκοκισμού» στο πληθυσμό 5

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	10	0.033	0.003	0.825	
Within	79	0.320	0.004		
Total	89	0.353			

ΠΙΝΑΚΑΣ 98: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Υγρασία σπόρου» στο πληθυσμό 5

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	10	23.372	2.337	5.113	0.0000
Within	79	36.112	0.457		
Total	89	59.485			

ΥΒΡΙΔΙΟ

ΠΙΝΑΚΑΣ 99: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Φυτρωτική ικανότητα» στο υβρίδιο

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	159.303	17.700	6.204	0.0000
Within	85	242.529	2.853		
Total	94	401.832			

ΠΙΝΑΚΑΣ 100: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Άνθηση της αρσενικής ταξιανθίας» στο υβρίδιο

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	408.943	45.438	1.573	0.1455
Within	57	1646.520	28.886		
Total	66	2055.463			

ΠΙΝΑΚΑΣ 101: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Άνθηση της θηλυκής ταξιανθίας» στο υβρίδιο

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	125.255	13.917	0.790	
Within	84	1479.213	17.610		
Total	93	1604.468			

ΠΙΝΑΚΑΣ 102: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «ASI» στο υβρίδιο

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	10	196.721	19.672	0.789	
Within	61	1520.779	24.931		
Total	71	1717.500			

ΠΙΝΑΚΑΣ 103: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «πολυδημία» στο υβρίδιο

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	3.479	0.387	1.707	0.1003
Within	83	18.800	0.227		
Total	92	22.280			

ΠΙΝΑΚΑΣ 104: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 1» στο υβρίδιο

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	488.362	54.262	2.523	0.0130
Within	84	1806.368	21.504		
Total	93	2294.730			

ΠΙΝΑΚΑΣ 105: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 2» στο υβρίδιο

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	496.583	55.176	1.221	0.2935
Within	84	3796.777	45.200		
Total	93	4293.360			

ΠΙΝΑΚΑΣ 106: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 3» στο υβρίδιο

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	317.714	35.302	1.605	0.1273
Within	83	1825.776	21.997		
Total	92	2143.489			

ΠΙΝΑΚΑΣ 107: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 4» στο υβρίδιο

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	486.291	54.032	1.031	0.4226
Within	83	4349.741	52.407		
Total	92	4836.032			

ΠΙΝΑΚΑΣ 108: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 5» στο υβρίδιο

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	292.421	32.491	0.706	
Within	73	3359.131	46.015		
Total	82	3651.552			

ΠΙΝΑΚΑΣ 109: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Ύψος φυτού» στο υβρίδιο

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	2309.844	256.649	1.193	0.3103
Within	83	17851.984	215.084		
Total	92	20161.828			

ΠΙΝΑΚΑΣ 110: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Απόδοση» στο υβρίδιο

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	73052.472	8116.941	1.253	0.2764
Within	77	498882.643	6478.995		
Total	86	571935.115			

ΠΙΝΑΚΑΣ 111: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Ποσοστό εκκοκισμού» στο υβρίδιο

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	0.056	0.006	1.285	0.2585
Within	77	0.370	0.005		
Total	86	0.426			

ΠΙΝΑΚΑΣ 112: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Υγρασία σπόρου» στο πληθυσμό 1

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	9	17.863	1.985	3.105	0.031
Within	77	49.225	0.639		
Total	86	67.087			

ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΠΕΝΤΕ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 113: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Φυτρωτική ικανότητα» στους πέντε πληθυσμούς.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	4	555.225	138.806	15.603	0.0000
Within	519	4617.187	8.896		
Total	523	5172.412			

ΠΙΝΑΚΑΣ 114: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Άνθηση της αρσενικής ταξιανθίας» στους πέντε πληθυσμούς.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	4	13830.254	3457.563	75.820	0.0000
Within	491	22390.835	45.603		
Total	495	36221.089			

ΠΙΝΑΚΑΣ 115: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Άνθηση της Θηλυκής ταξιανθίας» στους πέντε πληθυσμούς.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	4	11365.762	2841.440	88.554	0.0000
Within	479	15369.683	32.087		
Total	483	26735.444			

ΠΙΝΑΚΑΣ 116: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Δείκτης ASI» στους πέντε πληθυσμούς.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	4	96.413	24.103	1.915	0.1067
Within	480	6040.919	12.585		
Total	484	6137.332			

ΠΙΝΑΚΑΣ 117: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Πολυδημία» στους πέντε πληθυσμούς.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	4	15.936	3.984	13.947	0.0000
Within	480	137.116	0.286		
Total	484	153.052			

ΠΙΝΑΚΑΣ 118: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 1» στους πέντε πληθυσμούς.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	4	7114.356	1778.589	39.237	0.0000
Within	495	22438.074	45.329		
Total	499	29552.429			

ΠΙΝΑΚΑΣ 119: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 2» στους πέντε πληθυσμούς.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	4	13337.669	3334.417	66.823	0.0000
Within	489	24400.700	49.899		
Total	493	37738.369			

ΠΙΝΑΚΑΣ 120: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 3» στους πέντε πληθυσμούς.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	4	10133.305	2533.326	35.618	0.0000
Within	415	29516.805	71.125		
Total	419	39650.110			

ΠΙΝΑΚΑΣ 121: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «SPAD 4» στους πέντε πληθυσμούς.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	4	5476.804	1369.201	25.774	0.0000
Within	140	7437.128	53.122		
Total	144	12913.932			

ΠΙΝΑΚΑΣ 122: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Ύψος φυτού» στους πέντε πληθυσμούς.

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	4	111747.926	27936.981	52.345	0.0000
Within	470	250843.864	533.710		
Total	474	362591.789			

ΠΙΝΑΚΑΣ 122: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Απόδοση» στους πέντε πληθυσμούς

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	4	22679.404	5669.851	2.934	0.0206
Within	396	765367.868	1932.747		
Total	400	788047.271			

ΠΙΝΑΚΑΣ 124: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Ποσοστό εκκοκκισμού» στους πέντε πληθυσμούς

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	4	0.556	0.139	12.036	0.0000
Within	435	5.025	0.012		
Total	439	5.581			

ΠΙΝΑΚΑΣ 125: Ανάλυση παραλλακτικότητας για το χαρακτηριστικό «Υγρασία» στους πέντε πληθυσμούς

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	4	317.617	79.404	31.650	0.0000
Within	436	1093.859	2.509		
Total	440	1411.476			

	Φυτροτική δύναμη	Άνθηση Αρσενικής Ταξιανθίας	Άνθηση Θηλυκής Ταξιανθίας	ASI	Πολυδημία	SPAD1	SPAD2	SPAD3	SPAD4	Ύψος	Απόδοση	Ποσ. Εκκ/σμού	Υγρασία
Φυτροτική δύναμη	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Άνθηση Αρσενικής Ταξιανθίας	0.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Άνθηση Θηλυκής Ταξιανθίας	0.56	0.74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ASI	0.10	0.46	0.26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Πολυδημία	0.12	0.05	0.02	0.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPAD1	0.32	0.53	0.46	0.15	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-
SPAD2	0.11	0.21	0.19	0.05	0.17	0.32	-	-	-	-	-	-	-
SPAD3	0.37	0.32	0.32	0.05	0.05	0.02	0.33	-	-	-	-	-	-
SPAD4	0.04	0.01	0.38	0.33	0.07	0.06	0.43	0.43	-	-	-	-	-
Ύψος	0.06	0.12	0.18	0.07	0.12	0.13	0.13	0.17	0.11	-	-	-	-
Απόδοση	0.13	0.13	0	0.23	0.28	0.27	0.44	0.26	0.10	0.38	-	-	-
Ποσοστό εκκκοκισμού	0.24	0.01	0.01	0.02	0.13	0.10	0.13	0.16	0.06	0.09	0.41	-	-
Υγρασία σπόρου	0.16	0.22	0.20	0.06	0.04	0.08	0.15	0.02	0.10	0.02	0.10	0	-
Πλάγισμα	0.02	0.04	0.08	0.05	0.04	0.02	0.06	0.20	0.06	0.24	0.05	0.05	0.03

Πίνακας 126. Συντελεστής συσχέτισης r των διαφόρων χαρακτηριστικών στον πληθυσμό 1.

	Φυτρωτική δύναμη	Ανθιση Αρσενικής Ταξιανθίας	Ανθιση Θηλυκής Ταξιανθίας	ASI	Πολυδημία	SPAD1	SPAD2	SPAD3	SPAD4	Ύψος	Απόδοση	Ποσ. Εκκ/σμού	Υγρασία
Φυτρωτική δύναμη													
Ανθιση Αρσενικής Ταξιανθίας	0.48												
Ανθιση Θηλυκής Ταξιανθίας	0.48	0.85											
ASI	0.03	0.28	0.36										
Πολυδημία	0.17	0.14	0.08	0.06									
SPAD1	0.22	0.56	0.6	0.17	0.14								
SPAD2	0.11	0.31	0.5	0.38	0.28	0.64							
SPAD3	0.01	0	0.13	0.23	0.08	0.3	0.66						
SPAD4	0.07	0.14	0.16	0	0.22	0.03	0.37	0.52					
Ύψος	0.26	0.13	0.36	0.39	0.19	0.26	0.46	0.31	0.4				
Απόδοση	0.18	0.23	0.41	0.31	0.36	0.38	0.55	0.37	0.13	0.61			
HI	0.05	0.09	0.19	0.22	0.13	0.03	0.2	0.13	0.49	0.12	0.42		
Υγρασία σπόρου	0.2	0.3	0.21	0.14	0.05	0.25	0.06	0.08	0.15	0.08	0.04	0.04	
Πλάγισμα	0.1	0.04	0.02	0.02	0.18	0.09	0.16	0	0.02	0.02	0.21	0.12	0.21

Πίνακας 127. Συντελεστής συσχέτισης r των διαφόρων χαρακτηριστικών στον πληθυσμό 2

	Φυτρωτική δύναμη	Άνθηση Αρσενικής Ταξιανθίας	Άνθηση Θηλυκής Ταξιανθίας	ASI	Πολυδημία	SPAD1	SPAD2	SPAD3	SPAD4	Ύψος	Απόδοση	Ποσ. Εκκ/σμού	Υγρασία
Φυτρωτική δύναμη													
Άνθηση Αρσενικής Ταξιανθίας	0.26												
Άνθηση Θηλυκής Ταξιανθίας	0.31	0.79											
ASI	0.12	0.09	0.68										
Πολυδημία	0.1	0.33	0.14	0.07									
SPAD1	0.05	0.21	0.16	0.07	0.1								
SPAD2	0.12	0.11	0.1	0.02	0.08	0.36							
SPAD3	0.01	0.12	0.14	0	0.05	0.19	0.64						
SPAD4	0.26	0.08	0.06	0.18	0.05	0.08	0.23	0.62					
Ύψος	0.23	0.22	0.15	0.01	0.05	0.16	0	0.05	0				
Απόδοση	0.28	0.27	0.36	0.14	0.32	0.05	0.23	0.17	0.04	0.29			
Ποσ.													
Εκκ/σμού	0.21	0.27	0.4	0.23	0.12	0.09	0.14	0.19	0.12	0.16	0.72		
Υγρασία σπόρου	0.02	0.4	0.41	0.22	0.14	0.09	0.04	0.22	0.3	0.25	0.24	0.27	
Πλάγισμα	0.07	0.09	0.17	0.19	0.01	0	0.05	0.08	0.28	0.06	0.25	0.1	0.2

Πίνακας 128. Συντελεστής συσχέτισης r των διαφόρων χαρακτηριστικών στον πληθυσμό 3.

	Φυτρωτική δύναμη	Άνθηση Αρσενικής Ταξιανθίας	Άνθηση Θηλυκής Ταξιανθίας	ASI	Πολυδημία	SPAD1	SPAD2	SPAD3	SPAD4	Ύψος	Απόδοση	Ποσ. Εκκ/σμού	Υγρασία
Φυτρωτική δύναμη													
Άνθηση Αρσενικής Ταξιανθίας	0.44												
Άνθηση Θηλυκής Ταξιανθίας	0.4	0.81											
ASI	0.12	0.29	0.37										
Πολυδημία	0.12	0.26	0.13	0.03									
SPAD1	0.28	0.66	0.55	0.09	0.36								
SPAD2	0.13	0.1	0.13	0.04	0.33	0.59							
SPAD3	0.19	0.02	0.11	0.13	0.21	0.3	0.6						
SPAD4	0.79	0.2	0.08	-	0.77	0.49	0.8	0.99					
Ύψος	0.18	0.05	0.06	0.02	0.19	0.3	0.27	0.17	0.18				
Απόδοση	0.33	0.46	0.5	0.13	0.4	0.44	0.34	0.29	0.59	0.21			
Ποσ. Εκκ/σμού	0.22	0.36	0.39	0.18	0.22	0.08	0.06	0.11	0.36	0.06	0.68		
Υγρασία σπόρου	0.08	0.03	0.04	0.15	0.07	0.02	0.12	0.04	0.82	0.8	0.25	0.16	
Πλάγισμα	0.34	0.05	0.02	0.09	0.08	0.06	0.15	0.13	0	0	0.11	0.1	0.18

Πίνακας 129. Συντελεστής συσχέτισης r των διαφόρων χαρακτηριστικών στον πληθυσμό 4.

	Φορτωτική δύναμη	Άνθηση Αρσενικής Ταξιανθίας	Άνθηση Θηλυκής Ταξιανθίας	ASI	Πολυδημία	SPAD1	SPAD2	SPAD3	SPAD4	Ύψος	Απόδοση	Ποσ. Εκκ/σμού	Υγρασία
Φορτωτική δύναμη	-												
Άνθηση Αρσενικής Ταξιανθίας	0.57												
Άνθηση Θηλυκής Ταξιανθίας	0.6	0.87											
ASI	0.07	0.31	0.20										
Πολυδημία	0.05	0.22	0.24	0.03									
SPAD1	0.41	0.5	0.51	0	0.27								
SPAD2	0.19	0.07	0.18	0.20	0.24	0.36							
SPAD3	0.08	0.06	0	0.12	0.29	0.07	0.65						
SPAD4	0.02	0.09	0.03	0.13	0.33	0.16	0.32	0.41					
Ύψος	0.04	0.03	0.07	0.18	0.34	0.07	0.37	0.32	0.08				
Απόδοση	0.18	0.36	0.2	0.30	0.5	0.31	0.35	0.35	0	0.56			
Ποσ. Εκκ/σμού	0.03	0.08	0.06	0.25	0.06	0.11	0.08	0.17	0.23	0.21	0.42		
Υγρασία σπόρου	0.06	0.27	0.22	0.12	0.11	0.13	0.12	0.06	0.01	0.05	0.15	0.03	
Πλάγασμα	0.07	0.13	0.07	0.12	0.1	0.06	0	0.03	0.07	0.17	0.1	0.03	0.18

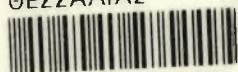
Πίνακας 130. Συντελεστής συσχέτισης r των διαφόρων χαρακτηριστικών στον πληθυσμό 5.

Φυτρωτική δύναμη	Ανθιση Αρσενικής Ταξιανθίας	Ανθιση Θηλυκής Ταξιανθίας	ASI	Πολυδερμία	SPAD1	SPAD2	SPAD3	SPAD4	SPAD5	Ύψος	Απόδοση	Ποσ. Εκκ/σμού	Υγρασία
0.12													
0.21	0.49												
0.09	0.69	0.28											
0.05	0.07	0.15	0.10										
0.29	0.32	0.41	0	0.11									
0.16	0.08	0.04	0.12	0.21	0.30								
0.10	0.04	0	0.06	0.25	0.20	0.45							
0.08	0.22	0.26	0.09	0.09	0.05	0.25	0.33						
0.14	0.22	0.04	0.25	0.06	0.03	0.14	0.24	0.22					
0.18	0.10	0.05	0.06	0.08	0.19	0.06	0.04	0.20	0.15				
0.17	0.22	0.25	0.01	0.52	0.56	0.11	0.30	0.08	0.06	0.45			
0.28	0.02	0.29	0.06	0.32	0.27	0.06	0.03	0.07	0.12	0.21	0.57		
0.09	0.31	0.23	0	0.19	0.24	0.09	0.03	0.22	0.12	0.12	0.01	0.29	
0.11	0	0	0	0.07	0.02	0.16	0.15	0.04	0.17	0.08	0.04	0.03	0.08

Πίνακας 131. Συντελεστής συσχέτισης r των διαφόρων χαρακτηριστικών στο υβρίδιο



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074269

Αριθμός
Τμήμα
Βιβλιοθήκη
Παράρτημα

0 00

0 50