

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας
Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

Β. Α. ΧΑΤΖΗΘΕΟΔΩΡΟΥ

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕ
ΦΑΙΝΟΤΥΠΙΚΗ ΚΑΙ ΜΟΡΙΑΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΚΑΙ
ΕΝΤΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΦΑΣΟΛΙΟΥ
(*Phaseolus coccineus*) ΓΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΕΔΩΔΙΜΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΒΟΛΟΣ 2011

Μελέτη της γενετικής παραλλακτικότητας με φαινοτυπική και μοριακή
αξιολόγηση μεταξύ και εντός παραδοσιακών πληθυσμών φασολιού
(*Phaseolus coccineus*) για χαρακτηριστικά παραγωγικής συμπεριφοράς και
ποιότητας εδάδιμου προϊόντος

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. **Χα Αβραάμ** Αναπληρωτής Καθηγητής Π. Θ.

Γνωστικό αντικείμενο: Παραγωγή, Βελτίωση Σπόρων και Τεχνολογία Πολλαπλασιαστικού Υλικού Κηπευτικών και Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας

2. **Μαυρομάτης Αθανάσιος** Επίκουρος Καθηγητής Π. Θ.

Γνωστικό αντικείμενο: Γενετική Βελτίωση Φυτών - Κυτταρογενετική

3. **Γούλας Χρήστος** π. Καθηγητής Α. Π. Θ.

Γνωστικό αντικείμενο: Γενετική Βελτίωση Φυτών

4. **Κούτσικα Μεταξία** Καθηγήτρια Α. Π. Θ.

Γνωστικό αντικείμενο: Βελτίωση Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας

5. **Αρβανιτογιάννης Ιωάννης** Αναπληρωτής Καθηγητής Π. Θ.

Γνωστικό αντικείμενο: Τεχνολογία Τροφίμων με έμφαση στην Μεταποίηση, την Ποιότητα και την Ασφάλεια

6. **Κατσιώτης Ανδρέας** Επίκουρος Καθηγητής Γ. Π. Α.

Γνωστικό αντικείμενο: Γενετική Βελτίωση Φυτών

7. **Μπλαδενόπουλος Κωνσταντίνος** Ερευνητής Α' - ΕΘΙΑΓΕ

Γνωστικό αντικείμενο: Βελτίωση Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της διδακτορικής διατριβής μου, θεωρώ ουσιαστική και όχι τυπική υποχρέωση μου να απευθύνω ένα μεγάλο και ολόψυχο ευχαριστώ σε όλους όσους στάθηκαν ο καθένας με το δικό του τρόπο δίπλα μου σ' αυτό το δύσκολο εγχείρημα και με βοήθησαν με τη συμπαράσταση και την υποστήριξη που μου παρείχαν να το φέρω σε πέρας.

Τον ουσιαστικά επιβλέποντα μου Δρ. Αθανάσιο Μαυρομάτη, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την επιστημονική και ηθική υποστήριξη που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια.

Τον συνεπιβλέποντα Δρ Χρήστο Γούλα, π. Καθηγητή του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, του οποίου οι συμβουλές υπήρξαν πολύτιμες για την ροή και βέλτιστη δομή της διδακτορικής διατριβής.

Τον Δρ. Αβραάμ Χα, Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την θετική του παρουσία στη διάρκεια της υποστήριξης.

Τα μέλη της επταμελούς επιτροπής που με τίμησαν με τη συμμετοχή και ουσιαστική συμβολή τους, με υποστήριξαν και έδειξαν ενδιαφέρον και εμπιστοσύνη στην προσπάθειά μου αυτή. Ιδιαίτερος τους/τις ευχαριστώ γιατί σεβάστηκαν την προσέγγισή μου και μέσα στα πλαίσια της ελευθερίας της πανεπιστημιακής έρευνας συνέβαλαν εποικοδομητικά στην ευδοκίμηση αυτής της προσπάθειας.

Ξεχωριστές ευχαριστίες καρδιάς οφείλω στους νονούς μου Δρ. Δημήτριο Καραμπερόπουλο, Παιδίατρο και Βάσω Καραμπεροπούλου, Φαρμακοποιό για την συνεχή και αδιάκοπη ενθάρρυνση για πρόοδο και κατάκτηση της γνώσης.

Θα ήθελα επίσης να αναφερθώ στους φίλους Δρ Αθανάσιο Κορκόβελο για τις πολύτιμες συμβουλές του και την υποστήριξή του σε ευχάριστες και δυσάρεστες στιγμές και την υποψήφια διδάκτορα Σταυρούλα Κωστούλα για τις επικοινωνιακές μας συζητήσεις.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την αμέριστη συμπαράσταση τους και την πολύτιμη αγάπη τους.

Θέσπιος ἐξέλιξθη συλλογή,
συλλογία καὶ ἔργα.
Ρίγα Βελεσλινίη

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας ήταν η γενετική μελέτη παραδοσιακών πληθυσμών του είδους *Phaseolus coccineus*, και η εκτίμηση της αποτελεσματικότητας επιλογής δύο μεθοδολογιών βελτίωσης, για τη δημιουργία ποικιλιών φασολιού κατάλληλων στην οργανική γεωργία. Ο σκοπός της εργασίας παρουσιάζεται σε συγκεκριμένες ενότητες και αναλύεται: **(I)** στην μελέτη της γενετικής ταυτότητας και το χαρακτηρισμό της παραλλακτικότητας τριών παραδοσιακών πληθυσμών με βάση φαινοτυπικούς και μοριακούς δείκτες, **(II)** στην επιλογή για βελτίωση της παραγωγικής συμπεριφοράς των εξεταζόμενων γενοτύπων με δύο μεθοδολογικές προσεγγίσεις, **(III)** στη διερεύνηση της αναπαραγωγικής συμπεριφοράς του είδους μέσω ελεγχόμενων αυτογονιμοποιήσεων και **(IV)** στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των δύο μεθοδολογιών στο περιβάλλον δημιουργίας του γενετικού υλικού και στον έλεγχο του γενετικού δυναμικού σε περιβάλλον καταπόνησης.

Το γενετικό υλικό αποτέλεσαν τρεις παραδοσιακοί C_0 πληθυσμοί (Δίστρατου Γρεβενών, Αγ. Γερμανού Πρεσπών και Ζαγοράς) που ανήκουν στο είδος *P. coccineus*. Η μελέτη των φυλογενετικών σχέσεων μεταξύ των εξεταζόμενων γενοτύπων έγινε μέσω γενετικών αναλύσεων με χρήση εκκινητών τύπου RAPD's και ταυτόχρονης καταγραφής των μορφολογικών χαρακτηριστικών κατά UPOV. Η βελτίωση των πληθυσμών φασολιού έγινε με την εφαρμογή αμφίπλευρης επιλογής με δύο μεθοδολογίες (μαζική και τροποποιημένη γενεαλογική επιλογή) κάτω από συνθήκες οργανικής καλλιέργειας στον αγρό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κατά την τριετία 2004-2006. Μετά από τρεις γενιές αμφίπλευρης επιλογής, προέκυψαν με τη μαζική οι υψηλοαποδοτικοί πληθυσμοί C_1 m-HY, C_2 m-HY, C_3 m-HY και οι χαμηλοαποδοτικοί πληθυσμοί C_2 m-LY και C_3 m-LY αντίστοιχα, ενώ με τη μεθοδολογία τροποποιημένης γενεαλογικής επιλογής, προέκυψαν 3 υψηλοαποδοτικές οικογένειες ανά κύκλο (C_1 Pedigree-HY, C_2 Pedigree-HY και C_3 Pedigree-

HY) και ανά ποικιλία και 3 χαμηλοαποδοτικές οικογένειες ανά κύκλο (C_1 Pedigree-LY, C_2 Pedigree-LY και C_3 Pedigree-LY) και ανά ποικιλία.

Όσον αφορά τη μελέτη της αναπαραγωγικής συμπεριφοράς, εφαρμόστηκαν ελεγχόμενες αυτογονιμοποιήσεις σε φυτά όλων των οικογενειών από κάθε ποικιλία και δημιουργήθηκαν S_1 απόγονοι. Την επόμενη χρονιά αξιολογήθηκαν οι S_1 οικογένειες σε πλήρως τυχαιοποιημένο σχέδιο (CRD) με εννέα επαναλαμβανόμενες τιμές και παράλληλα εγκαταστάθηκε αγρός απομόνωσης για την αυτογονιμοποίηση των S_1 οικογενειών, προκειμένου να δημιουργηθούν S_2 οικογένειες. Τέλος, το σύνολο του παράγωγου γενετικού υλικού μετά την εφαρμογή των δύο μεθοδολογιών βελτίωσης (μαζική και τροποποιημένη γενεαλογική επιλογή) αξιολογήθηκε σε δύο περιβάλλοντα, στον πειραματικό οργανικό αγρό δημιουργίας (Βελεστίνο) και σε οργανικό αγρό καταπόνησης (Μ. Περιβολάκι).

Με βάση τα αποτελέσματα της ενότητας (I), οι τρεις ποικιλίες ήταν αναρριχώμενες, ενώ παρατηρήθηκε παραλλακτικότητα μεταξύ των εξεταζόμενων λευκόσπερμων πληθυσμών από την φαινοτυπική και μοριακή αξιολόγησή τους. Συγκεκριμένα στους πληθυσμούς των Πρεσπών και της Ζαγοράς προέκυψαν φυτά με κόκκινα άνθη, ενώ και οι τρεις πληθυσμοί κατατάχθηκαν σε διαφορετικό τύπο φύλλου κατά UPOV. Από τη μοριακή ανάλυση του DNA, των εξεταζόμενων γενοτύπων και βάση του δενδρογράμματος φυλογενετικών σχέσεων, βρέθηκε ότι όλοι οι πληθυσμοί διαφέρουν μεταξύ τους και περισσότερο συγγενής φαίνονται να είναι των Πρεσπών και της Ζαγοράς των Γρεβενών έχει γενετική απόσταση με τους δύο πληθυσμούς. Η ανάλυση PCA σε δύο κύριες συνιστώσες για τη μελέτη των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών, έδειξε ότι οι τρεις εξεταζόμενες ποικιλίες ομαδοποιούνται ξεχωριστά. Η οργανοληπτική εξέταση διαφοροποίησε τις τρεις ποικιλίες του είδους *P.coccineus*. Η ποικιλία των Γρεβενών σύμφωνα με το πάνελ των δοκιμαστών για τα δύο έτη οργανοληπτικών εξετάσεων, φαίνεται να

χαρακτηρίζεται από την ολική εκτίμηση και την γλυκιά γεύση, ενώ των Πρεσπών χαρακτηρίστηκε χυμώδης.

Με βάση τα αποτελέσματα του ελέγχου αναπαραγωγικής συμπεριφοράς, βρέθηκε ότι και στους τρεις πληθυσμούς, τα HS φυτά που αυτογονιμοποιήθηκαν έδωσαν περίπου το 1/3 σε βάρος σπόρων έναντι των ελεύθερα επικονιαζόμενα HS φυτών και συνεπώς η απουσία της σταυρογονιμοποίησης, εκφράστηκε με αισθητή μείωση του παραγωγικού δυναμικού των αυτογονιμοποιούμενων HS φυτών εντός των οικογενειών.

Σύμφωνα με τα δεδομένα του πειράματος βρέθηκε ότι υπήρχε γενετικό κέρδος και στα δύο σχήματα επιλογής, το οποίο κυμάνθηκε ανάλογα με τον πληθυσμό. Με δεδομένο ότι οι πληθυσμοί εμφάνισαν ομομεικτική εξασθένιση και στους δύο κύκλους αυτογονιμοποίησης, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η μαζική επιλογή είναι θετική σε επίπεδο πληθυσμού αφού προστατεύει την ισορροπία χωρίς σημαντικές απώλειες ενώ αντίθετα η γενεαλογική είναι αποτελεσματικότερη σε επίπεδο καθαρού γενετικού κέρδους όπως αυτό εκφράστηκε μέσω του μικρού αριθμού των τελικά επιλεγόμενων ημισυγγενικών σειρών. Με βάση την παρατήρηση, ότι οι επιλεγμένες υψηλοαποδοτικές οικογένειες των Πρεσπών εμφάνισαν το μεγαλύτερο μέσο κέρδος ανά έτος μετά από τρεις κύκλους γενεαλογικής επιλογής, για τα συστατικά της απόδοσης και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι ο γενότυπος των Πρεσπών παρουσίασε την μικρότερη ομομεικτική επίδραση, μετά από δύο κύκλους αυτογονιμοποίησης, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο συγκεκριμένος γενότυπος ανταποκρίθηκε καλύτερα στην μεθοδολογία της τροποποιημένης γενεαλογικής επιλογής. Αντίθετα οι υψηλοαποδοτικοί πληθυσμοί των γενοτύπων Ζαγοράς και Γρεβενών εμφάνισαν το μεγαλύτερο μέσο κέρδος ανά έτος μετά από τρεις κύκλους μαζικής επιλογής. Επίσης οι επιλεγμένες οικογένειες των δύο αυτών γενοτύπων εμφάνισαν το μικρότερο μέσο κέρδος ανά έτος μετά από τρεις κύκλους γενεαλογικής επιλογής, για τα συστατικά της απόδοσης και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι παρουσίασαν την μεγαλύτερη ομομεικτική επίδραση, μετά από δύο κύκλους αυτογονιμοποίησης,

φάνηκε ότι ο συγκεκριμένοι γενότυποι ανταποκρίθηκαν καλύτερα στην μεθοδολογία της μαζικής επιλογής.

Λέξεις κλειδιά: μαζική επιλογή, γενεαλογική επιλογή, ομομεικτική εξασθένιση, οργανική βελτίωση, πληθυσμοί Πρεσπών – Ζαγοράς - Γρεβενών

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	15
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	20
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	20
2. 1. Καταγωγή και Διάδοση	20
2. 2. Βοτανικά και Μορφολογικά Χαρακτηριστικά	28
2. 3. Θρεπτική Αξία	35
2. 4. Η Βελτίωση του Φασολιού.....	41
2. 4. 1. Γενετική παραλλακτικότητα του γένους <i>Phaseolus</i>	41
2. 4. 2. Κλασσική Βελτίωση.....	44
2. 4. 3. Μοριακή Βελτίωση.....	56
2. 4. 4. Βελτίωση φασολιού στην Ελλάδα.....	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	72
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	72
ΕΝΟΤΗΤΑ Ι.....	78
Χαρακτηρισμός και ταυτοποίηση γενοτύπων	78
I-A. Μελέτη της γενετικής παραλλακτικότητας με φαινοτυπική και μοριακή αξιολόγηση μεταξύ και εντός παραδοσιακών πληθυσμών φασολιού <i>P.coccineus</i> ..	78
I-A. 1. Φαινοτυπικοί δείκτες	78
Εκτίμηση της απόδοσης και των συστατικών της	82

I-A. 2. Γενετική μελέτη γενοτύπων φασιολιών με βάση μοριακούς δείκτες τύπου RAPD's.....	83
1. Απομόνωση DNA.....	84
2. Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός DNA.....	85
3. Μοριακή γενετική ανάλυση με μοριακούς δείκτες RAPD's.....	85
I-B. 2. Μελέτη οργανοληπτικών και φυσικοχημικών ιδιοτήτων εδάδιμου προϊόντος σε παραδοσιακούς πληθυσμούς φασιολιού	89
1. Φυσικοχημικές ιδιότητες	89
2. Οργανοληπτική εξέταση.....	90
ΕΝΟΤΗΤΑ II.....	93
Επιλογή για βελτίωση της παραγωγικής συμπεριφοράς	93
II-A. Μαζική Επιλογή.....	93
II-B. Γενεαλογική Επιλογή.....	99
ΕΝΟΤΗΤΑ III	106
Εκτίμηση του βαθμού αυτογονιμοποίησης στο είδος <i>Phaseolus coccineus</i> με την εφαρμογή δύο κύκλων αυτογονιμοποίησης	106
III-A. Δημιουργία σπόρου S ₁ μέσω ελεγχόμενης αυτογονιμοποίησης HS φυτών εντός των οικογενειών (2005)	107
III-B. Αξιολόγηση των S ₁ οικογενειών για τον κάθε γενότυπο (2006).....	108
III-Γ. Δημιουργία σπόρου S ₂ μέσω ελεγχόμενης αυτογονιμοποίησης S ₁ φυτών εντός των οικογενειών (2006)	109
ΕΝΟΤΗΤΑ IV	110
Τελική Συγκριτική Αξιολόγηση του Γενετικού Υλικού σε Δυο Περιβάλλοντα Οργανικής Καλλιέργειας	110
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	116
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	116
ΕΝΟΤΗΤΑ I.....	116
Χαρακτηρισμός και ταυτοποίηση γενοτύπων	116

I-A. Μελέτη της γενετικής παραλλακτικότητας με φαινοτυπική και μοριακή αξιολόγηση μεταξύ και εντός παραδοσιακών πληθυσμών φασολιού <i>P. coccineus</i>	116
I-A. 1. Μελέτη παραδοσιακών πληθυσμών φασολιού με βάση μορφολογικούς δείκτες.....	116
I-A. 2. Εκτίμηση της απόδοσης και των συστατικών της	120
I-A. 3. Γενετική μελέτη γενοτύπων φασολιών με βάση μοριακούς δείκτες τύπου RAPD's.....	121
I-A. 3. 1 Ποσοτικός και ποιοτικός προσδιορισμός DNA.....	121
I-A. 3. 2. Μοριακή γενετική ανάλυση με μοριακούς δείκτες RAPD's	122
I-B. Μελέτη οργανοληπτικών και φυσικοχημικών ιδιοτήτων εδάδιμου προϊόντος σε παραδοσιακούς πληθυσμούς φασολιού	126
I-B. 1. 1. Φυσικοχημικές ιδιότητες	126
I-B. 1. 2. Οργανοληπτική εξέταση.....	128
I-B. 1. 3. Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (Principal Components Analysis-PCA) ...	130
Γενικευμένη Συζήτηση της Ενότητας I	135
ΕΝΟΤΗΤΑ II.....	140
II-A. Μαζική Επιλογή	140
II. Β. Μεθοδολογία Γενεαλογικής Επιλογής	144
Γενικευμένη Συζήτηση της Ενότητας II.....	156
ΕΝΟΤΗΤΑ III	163
III-A. Δημιουργία σπόρου S ₁ μέσω ελεγχόμενης αυτογονιμοποίησης HS φυτών εντός των οικογενειών (2005)	163
III-B. Αξιολόγηση των S ₁ οικογενειών για τον κάθε γενότυπο (2006).....	167
III-Γ. Δημιουργία σπόρου S ₂ μέσω ελεγχόμενης αυτογονιμοποίησης S ₁ φυτών εντός των οικογενειών (2006)	169
Γενικευμένη Συζήτηση της Ενότητας III.....	172
ΕΝΟΤΗΤΑ IV	175

Τελική συγκριτική αξιολόγηση του γενετικού υλικού σε δύο περιβάλλοντα οργανικής καλλιέργειας.....	175
IV-A. Αξιολόγηση πληθυσμών (C_0 , C_{1M-HY} , C_{2M-HY} , C_{2M-LY} , C_{3M-HY} και C_{3M-LY}).....	175
IV-B. Αξιολόγηση ετεροθαλλικών HS_1 και HS_3 οικογενειών.....	188
IV-Γ. Ομομεικτική συμπεριφορά των οικογενειών	199
Γενικευμένη Συζήτηση της Ενότητας IV	205
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	212
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	225
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	244
SYMMARY	275

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το φασόλι ανήκει στην οικογένεια Papilionoideae (ψυχανθή), στην τάξη Leguminosae και στο γένος *Phaseolus*. Το γένος αυτό, περιλαμβάνει περίπου 200 μονοετή και πολυετή είδη (**Σφήκας, Α., 1971**). Μεταξύ αυτών, καλλιεργούνται σε παγκόσμιο επίπεδο κυρίως τα είδη *Phaseolus vulgaris* και *P.coccineus* (**Ratikanta & Maiti, 1997; Schoonhoven & Voysest, 1991**).

Οι χλωροί λοβοί του φασολιού καταναλώνονται ως λαχανικό στην Δυτική Ευρώπη και οι ξηροί σπόροι τους, αποτελούν παραδοσιακά γεύματα σε αρκετές περιοχές του κόσμου. Η θρεπτική αξία των σπόρων συνίσταται στο υψηλό ποσοστό πρωτεΐνης που περιέχουν, το οποίο κυμαίνεται στο γένος *Phaseolus* από 17 έως 32% (**Baldi and Salamini, 1973; Salunkhe et al., 1985**). Οι λειτουργικές ιδιότητες των πρωτεϊνών των οσπρίων έχει αποδειχθεί ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στην παρασκευή διαφόρων τροφίμων που παραδοσιακά παρασκευάζονται με αξιοποίηση ζωικών πρωτεϊνών. Το γεγονός αυτό, κάνει τα φασόλια μια οικονομική πηγή πρωτεΐνης, παρόλο που η θρεπτική τους αξία εμφανίζεται μειωμένη λόγω των μικρών ποσοτήτων κάποιων απαραίτητων αμινοξέων που περιέχουν. Εν τούτοις έχει βρεθεί παραλλακτικότητα στο επίπεδο κάποιων αμινοξέων σε ορισμένα είδη φασολιού, γεγονός που καθιστά τη χρήση τους ιδιαίτερα σημαντική (**Alvarez et al., 1998**).

Η εκτίμηση της παραγωγής κυμαίνεται από 400 έως 1000 Kg ανά εκτάριο στις θαμνοειδείς μορφές ενώ στις αναρριχόμενες ποικιλίες, η παραγωγή μπορεί να είναι πολύ υψηλότερη (1500 Kg). Στο Ηνωμένο

Βασίλειο, η απόδοση σε νεαρούς λοβούς, κυμαίνεται από 23 έως 25 τόνους καρπού/ha (Debouck, 1991).

Το είδος *P.coccineus* διακρίνεται λόγω του υψηλού ποσοστού σταυρογονιμοποίησης που εμφανίζει καθώς και για το μεγάλο μέγεθος των σπόρων του (το βάρος των 100 σπόρων, κυμαίνεται από 80 – 170 g) (Debouck, 1991). Γενετικό υλικό του είδους *P.coccineus* υπάρχει σήμερα σε τράπεζες γενετικού υλικού, κυρίως στο Μεξικό (INIFAP), στην Αμερική (USDA), και στην Κολομβία (CIAT). Έχει ήδη γίνει συλλογή του καλλιεργούμενου υλικού σε μεγάλη έκταση, εκτός από ορισμένες περιοχές της Γουατεμάλας που και ίσως είναι πολύ αργά για κάτι τέτοιο. Άγριες μορφές συλλέγονται γύρω από το Μεξικό, το οποίο είναι κέντρο καταγωγής του *P.coccineus* και έτσι εμφανίζει πλούσια γενετική παραλλακτικότητα. Πολλές περιοχές παραμένουν ακόμη ανεξερεύνητες κυρίως λόγω των δυσκολιών κατά τη συλλογή του (Debouck, 1991).

Όσον αφορά τη βελτίωση του είδους έχουν αναπτυχθεί διάφορες μεθοδολογίες για τη δημιουργία ποικιλιών φασολιού. Οι κυριότερες μέθοδοι που εφαρμόζονται είναι, η μαζική επιλογή (Beebe *et al.*, 1995; Singh *et al.*, 1989, 1993), η γενεαλογική επιλογή (Kelly *et al.*, 1994) και η επαναδιασταύρωση (Bliss, 1993 από Beebe *et al.*, 2000) στην κλασσική της μορφή ή τις διάφορες τροποποιήσεις της. Επίσης έχουν εφαρμοσθεί, η ταυτόχρονη επαναδιασταύρωση (conguity backcrossing) (Mejia-Jimenez *et al.*, 1994; Urrea and Singh, 1995), η καταγωγή από μεμονωμένο σπόρο (single seed descent, SSD) (Kelly *et al.*, 1989; Urrea and Singh, 1994), η κυκλική επαναλαμβανόμενη επιλογή (Beaver and Kelly, 1994; Kelly and Adams, 1987; Singh *et al.*, 1999) και η επιλογή μέσω γαμετών (gamete selection) (Singh *et al.*, 1998). Παρόλα αυτά, τα δεδομένα σύγκρισης της αποτελεσματικότητας των διαφόρων μεθόδων επιλογής γενικά είναι περιορισμένα (Beaver and Kelly, 1994; Gutierrez and Singh 1992; Singh and Teran, 1998; Urrea and Singh, 1994, 1995).

Συνοψίζοντας τα προηγούμενα, όπου το είδος *P. coccineus* διακρίνεται λόγω του υψηλού ποσοστού σταυρογονιμοποίησης, εμφανίζοντας πλούσια γενετική παραλλακτικότητα και επιπλέον τα δεδομένα σύγκρισης της αποτελεσματικότητας των διαφόρων μεθοδολογιών επιλογής είναι γενικά περιορισμένα, θα άξιζε να μελετηθεί η δυνατότητα βελτίωσης του είδους σε σχήμα μαζικής και γενεαλογικής επιλογής.

Η καλλιέργεια του φασολιού (*P. coccineus*) στην Ελλάδα βασίζεται κυρίως σε τοπικούς παραδοσιακούς πληθυσμούς, καθώς και σε ποικιλίες που εισάγονται από τις εταιρίες σποροπαραγωγής. Οι παραδοσιακές ποικιλίες ως προϊόν συνεχούς εξέλιξης λόγω φυσικής επιλογής και μη συστηματικής προσπάθειας εκ μέρους των γεωργών, έχουν ενσωματώσει με την πάροδο του χρόνου ωφέλιμα γονίδια που αφορούν προσαρμοστικότητα, ανθεκτικότητα σε βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες αλλά και επιθυμητά φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Επομένως καθίσταται ενδιαφέρουσα η μελέτη και η καταγραφή των χαρακτηριστικών των παραδοσιακών πληθυσμών του είδους *P. coccineus*, αφενός λόγω του υψηλού ποσοστού σταυρογονιμοποίησης που εμφανίζει το συγκεκριμένο φυτικό είδος, με συνέπεια τον μεγάλο βαθμό ετεροζυγωτίας και αφετέρου λόγω της δυνατότητας καλλιέργειας τους σε συνθήκες χαμηλών εισροών.

Σκοπός της εργασίας είναι:

1. Η μελέτη της γενετικής συγγένειας μεταξύ τριών τοπικών πληθυσμών φασολιού που ανήκουν στο είδος *Phaseolus coccineus* και η καταγραφή των μορφολογικών χαρακτηριστικών τους
2. Η εκτίμηση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών και οργανοληπτικών ιδιοτήτων των εξεταζόμενων ποικιλιών του είδους *P. coccineus*
3. Η ανίχνευση της γενετικής παραλλακτικότητας μεταξύ και εντός των τριών τοπικών πληθυσμών φασολιού για χαρακτηριστικά παραγωγικής

συμπεριφοράς και η αξιοποίηση της για τη δημιουργία ποικιλιών προσαρμοσμένων σε οργανικό περιβάλλον καλλιέργειας μέσω της χρήσης δύο μεθοδολογικών προσεγγίσεων βελτίωσης.

Κεφάλαιο 2

Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2. 1. Καταγωγή και Διάδοση

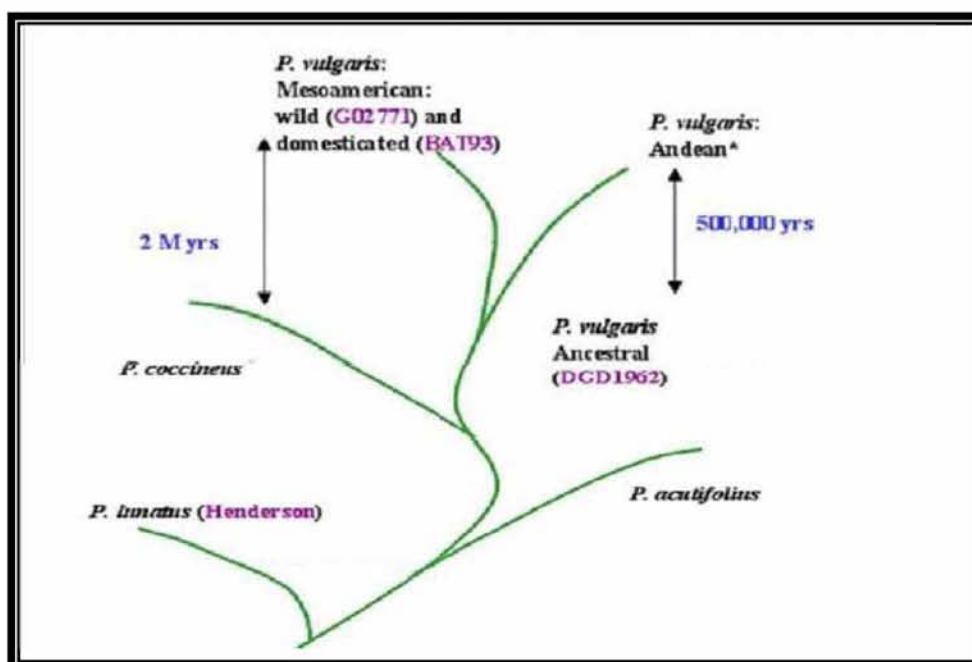
Το φασόλι (*Phaseolus coccineus* L.) είναι διπλοειδές είδος ($2n=2X=22$) και ανήκει στην οικογένεια *Fabaceae* (*Leguminosae*). Η τάξη *Leguminosae* περιέχει την υποοικογένεια *Papilionoideae* της οποίας η φυλή *Phaseoleae* είναι μια από τις σημαντικότερες, αφού περιέχει τα γένη *Glycine*, *Phaseolus* και *Vigna*, τα οποία συμβάλουν σημαντικά στη διατροφή των ανθρώπων και των ζώων (Lackey, 1981).

Αρχικά το γένος *Phaseolus* περιγράφηκε από τον Λινναίο το 1753 και περιλάμβανε 11 είδη, τα οποία με τον καιρό αυξήθηκαν στα 200 και είναι κατανεμημένα τόσο στον Παλαιό όσο και στον Νέο Κόσμο (Linnaeus, 1753). Αργότερα το 1970, ενισχύθηκε η άποψη ότι το γένος προέρχεται αποκλειστικά από το Νέο Κόσμο και περιέχει περίπου 50 είδη, των οποίων τα χαρακτηριστικά είναι παρόμοια με το *P. vulgaris* (Verdcourt, 1970). Πολλές μελέτες υποστηρίζουν αυτόν τον ισχυρισμό ως επικρατέστερο (Marechal et al., 1978; Lackey, 1981).

Μια επανεξέταση του γένους έγινε το 1985 όπου αναγνωρίστηκαν μόνο 36 είδη στην Νότια και Κεντρική Αμερική (Delgado Salinas, 1985). Παρόλες τις ταξινομικές μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στο γένος και έχουν βοηθήσει στην οριοθέτηση του, ούτε ο αριθμός των taxa ούτε οι γενετικές σχέσεις μεταξύ των ειδών έχουν ακόμη εξακριβωθεί (Debouck, 1991). Ωστόσο, εκτιμάται ότι το γένος περιέχει 36 είδη, με προέλευση τη Νότια και Κεντρική Αμερική, κάποια από τα οποία περιλαμβάνουν και υποείδη Delgado-Salinas (1985) ενώ σύμφωνα με τον Debouck (1991) περιλαμβάνει 52 είδη χωρίς υποείδη.

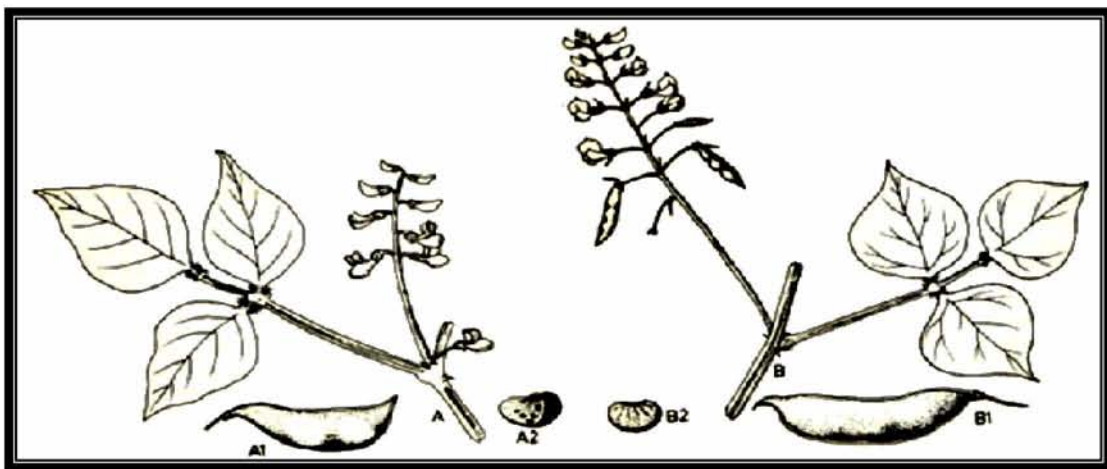
Από αρχαιολογικά ευρήματα, προκύπτει ότι πολλά είδη φασολιού είχαν καλλιεργηθεί από τους ιθαγενείς της Αμερικής (**Berglund-Brucher, 1976**). Στη Γουατεμάλα και στο Μεξικό απαντώνται διάφοροι άγριοι τύποι του γένους *Phaseolus* που θεωρούνται πρόγονοι του καλλιεργούμενου φασολιού. Υπάρχουν ενδείξεις ότι το γένος *Phaseolus* πιθανώς να εξημερώθηκε στην περιοχή της Βραζιλίας και Βόρειας Αργεντινής και προέρχεται από το άγριο είδος *Phaseolus aborigineus* (**Berglund-Brucher, 1976**).

Από τα είδη που ανήκουν στο γένος *Phaseolus* μόνο 5 πιθανόν να εξημερώθηκαν: *P.acutifolius* A.Gay (Tepary bean), *P.coccineus* L. (scarlet runner bean), *P.lunatus* L. (Lima bean), *P.polyanthus* (υποείδος *darwinianus*) και *P.vulgaris* L. (common bean) (**Debouck, 1999, 2000**). Έχει αποδειχθεί, με εφαρμογή μεθόδων ηλεκτροφόρησης, ότι τα είδη *P. vulgaris*, *P. coccineus* και *P. polyanthus* είναι από γενετική άποψη περισσότερο συγγενή (εικόνα 1), ενώ λιγότερο συγγενή φαίνεται να είναι τα είδη *P.vulgaris* και *P.lunatus* (**Ratikanta & Maiti, 1997; Schoonhoven & Voysest, 1991**).



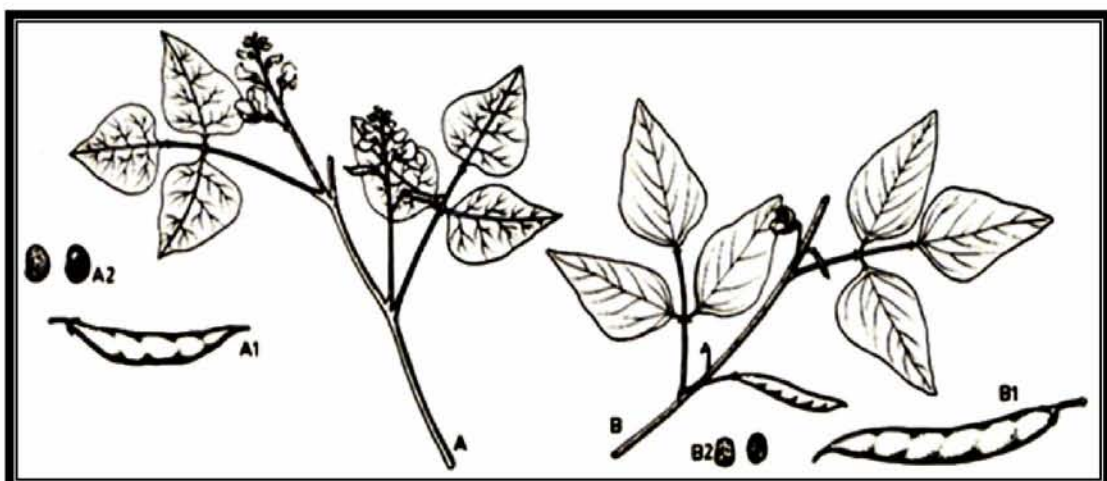
Εικόνα 1. Φυλογενετικές και γενεαλογικές σχέσεις μεταξύ ειδών του γένους *Phaseolus* (McClellan κ.α. 2004)

Το φασόλι ανήκει στο γένος *Phaseolus* της οικογένειας Leguminosae. Ο αριθμός των ειδών που περιλαμβάνονται στο συγκεκριμένο γένος δεν είναι πλήρως γνωστός, αν και θεωρείται ότι φθάνει τα 150 είδη (Maiti 1997a). Τα κυριότερα καλλιεργούμενα είδη παγκοσμίως είναι το *P. vulgaris* L. var. *vulgaris* ($2n = 2x = 22$), το *P. coccineus* L. subsp. *coccineus*, το *P. lunatus* L. Var *lunatus* και το *P. acutifolius* A. Gray var. *acutifolius*, με πλέον διαδεδομένο το *P. vulgaris* (Aramuganathan και Earle 1991) (εικόνες 2 και 3)



Εικόνα 2. Beans: A) *P. lunatus*: A1) λοβός, A2) σπόρος
B) *P. polyanthus*: B1) λοβός, B2) σπόρος

*Πηγή: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/1492/beans.html>



Εικόνα 3. Beans: A) *P. coccineus*: A1) λοβός, A2) σπόροι
B) *P. acutifolius*: B1) λοβός, B2) σπόροι

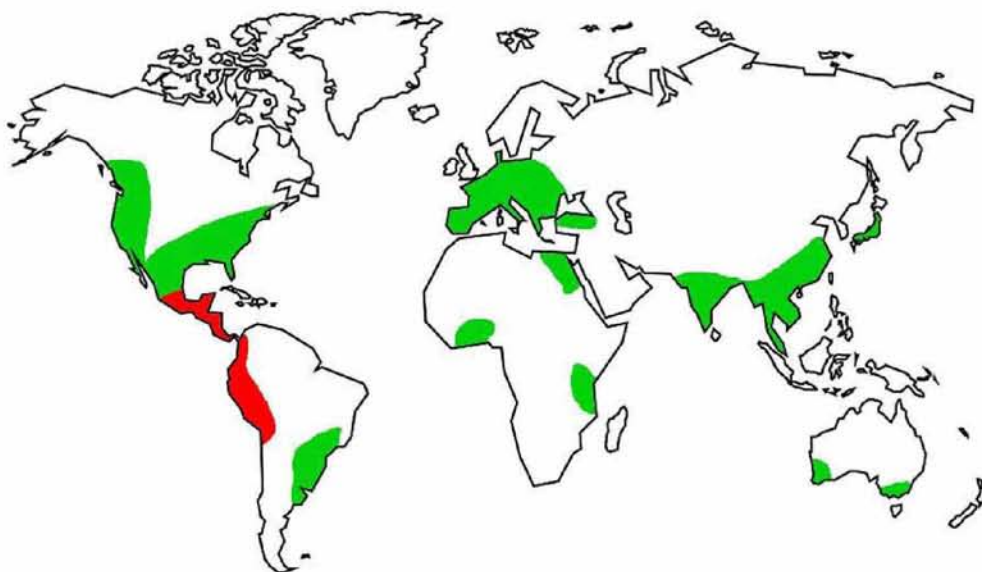
*Πηγή: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/1492/beans.html>

Το είδος *P.coccineus* καλλιεργούνταν για πολλούς αιώνες στα υψίπεδα της Κεντρικής Αμερικής, ενώ αντίθετα στο Μεξικό, η καλλιέργεια ήταν εντατική. Κατά τον δέκατο έβδομο αιώνα εμφανίστηκε στην βόρεια Κολομβία και στην Ευρώπη και πριν εξαπλωθεί σε άλλα μέρη του κόσμου, όπως στα υψίπεδα της Αιθιοπίας. Επίσης έχουν βρεθεί καλλιεργούμενες μορφές σε αρχαιολογικές ανασκαφές μόνο στις περιοχές Durango και Puebla ενώ άγριες μορφές βρέθηκαν μόνο στην περιοχή Tamaulipas του Μεξικού. Μολονότι οι αρχαιολογικές πληροφορίες είναι σπάνιες, μπορεί να υποθεθεί ότι η μεξικάνικη εξημέρωση του έγινε σε υγρές και υψηλές ζώνες **(Delgado-Salinas, 1988)**. Το συγκεκριμένο είδος καλλιεργούνταν στο κέντρο καταγωγής του για τους ξηρούς και χλωρούς σπόρους του. Ωστόσο η κατανάλωση νεαρών σπόρων οδήγησε στην επέκταση της καλλιέργειας σε μεγαλύτερα υψόμετρα, αφού η σαρκώδης ρίζα του αυξάνεται ιδιαίτερα όταν εκτεθεί σε συνθήκες ελαφρού παγετού **(Kaplan, 1988)**.

Η άγρια μορφή του είδους παρουσιάζει μεγάλη φαινοτυπική παραλλακτικότητα, σε αντίθεση με άλλα είδη του γένους *Phaseolus*. Μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι ένα σύμπλεγμα πολλών μορφών, που έχουν προκαλέσει διαφοροποίηση σε αυτό το είδος, στην περιοχή της εξάπλωσής του. Κάποιες από τις μορφές του, όπως το *P. glabellus*, είναι πολύ πιθανόν να έχουν διαφοροποιηθεί και να αποτελούν μια νέα ομάδα, η οποία να παρεκκλίνει από το είδος. Το ποσοστό σταυρογονιμοποίησης που εμφάνισαν αρκετά είδη του γένους, βρίσκεται σε υψηλό ποσοστό και για το λόγο αυτό, οι διασταυρώσεις μεταξύ άγριων και καλλιεργούμενων μορφών οδήγησαν στη δημιουργία νέων τύπων και μορφών. Εξαιτίας της ενεργούς εξέλιξης του είδους, αφενός δεν μπορούν εύκολα να ταξινομηθούν οι πολλές μορφές του, αφετέρου υπάρχουν μεγάλες δυνατότητες που μπορεί να χρησιμοποιήσει ένας βελτιωτής **(Debouck, 1991)**.

Με την πάροδο των χρόνων, η εξημέρωση (καλλιέργεια) του φασολιού οδήγησε σε διάφορες μορφολογικές και φυσιολογικές αλλαγές





που αφορούν την ανάπτυξη του, την αντίδραση του στη φωτοπερίοδο, το μέγεθος του σπόρου και τον τύπο ληθάργου του σπόρου (**Gepts and Debouck, 1991**). Η προέλευση και η εξέλιξη της καλλιέργειας των φυτών του γένους *Phaseolus* (Εικόνα 4), μελετήθηκαν με βάση τις μορφολογικές αλλαγές στα φυτά και τις αλλαγές στον τύπο της φασεολίνης, που αποτελεί την κύρια αποθηκευτική πρωτεΐνη των σπερμάτων.



Εικόνα 4: Περιοχές καταγωγής (κόκκινο χρώμα) και περιοχές καλλιέργειας (πράσινο χρώμα) του γένους *Phaseolus*

Σύμφωνα με την **Παπουτσή (1999)**, από τη συνδυασμένη χρήση μοριακών μεθόδων ανάλυσης, όπως η ηλεκτροφόρηση για φασεολίνη καθώς και των στατιστικών μεθόδων ανάλυσης δεδομένων από παρατηρήσεις μορφολογικών και ανατομικών χαρακτηριστικών στον αγρό, διαπιστώθηκε η ύπαρξη 5 υπο-ομάδων μέσα στην Κεντροαμερικανική ομάδα και 4 υπο-ομάδων μέσα στην ομάδα των Άνδεων. Οι αναλύσεις αυτές έδειξαν ότι μπορεί να υπάρχουν ποικιλίες με όμοια μορφολογικά γνωρίσματα, αλλά με γενετική απόσταση μεταξύ τους. Ο **Singh (1982)**

ταξινόμησε τα φασόλια ανάλογα με τον τύπο ανάπτυξης τους και περιέλαβε τέσσερις κατηγορίες (εικόνα 5).

Τύπος ανάπτυξης	Μορφολογικά Χαρακτηριστικά	Φωτογραφίες
I	Καθορισμένη όρθια ανάπτυξη, νάνα φυτά με όρθιο ισχυρό βλαστό	
II	Ακαθόριστη όρθια ανάπτυξη	
III	Κυμαινόμενη ικανότητα αναρρίχησης, έρπον στέλεχος, πολλούς πλευρικούς βλαστούς	
IV	Καλή ικανότητα αναρρίχησης με τη βοήθεια κάποιου μέσου	

Εικόνα 5. Ταξινομήση φασολιού ανάλογα με τον τύπο ανάπτυξης και φωτογραφίες

Τον **τύπο I**, ο οποίος περιλαμβάνει την καθορισμένη όρθια ανάπτυξη δηλαδή νάνα φυτά με όρθιο ισχυρό βλαστό, τον **τύπο II** που αφορά την ακαθόριστη όρθια ανάπτυξη, τον **τύπο III** ο οποίος περιλαμβάνει φυτά με έρπον στέλεχος και πολλούς πλευρικούς βλαστούς με κυμαινόμενη ικανότητα αναρρίχησης και τέλος τον **τύπο IV** όπου ανήκουν τα φυτά που έχουν την ικανότητα αναρρίχησης εφόσον στηριχθούν σε κάποιο μέσο. Τα τελευταία παρουσιάζουν αδύνατο, μακρύ και 'δίδυμο' στέλεχος καθώς και ελάχιστους πλευρικούς βλαστούς (Schoonhoven and Pastor-Corrales, 1987).

Αξίζει να σημειωθεί ότι η πρώτη προσπάθεια να ορισθούν οι γενετικές πηγές των φυτών του γένους *Phaseolus* (genetic resources) έγινε από τον FAO/IBP (Food and Agriculture Organization/International Biological Program) σε συνέδριο που πραγματοποιήθηκε στην Ρώμη το έτος 1967. Το CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), που είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός για την εξάλειψη της πείνας και της φτώχειας στις αναπτυσσόμενες χώρες [και ένα από τα 13 διεθνή κέντρα γεωργικής έρευνας που ανήκουν στο GIAR (Group on International Agricultural Research)] διαθέτει από το 1969 συλλογή φασολιών (germplasm), ενώ μέχρι το 1988 διέθετε περίπου 40.000 διαλογές. Για τη διατήρηση ενός αντιπροσωπευτικού δείγματος διαλογών στα κέντρα καλλιέργειας, ιδρύθηκε το 1977 το GRU (Genetic Resources Unit), που το έτος 1988 διέθετε 41.060 διαλογές εκ των οποίων 88% ήταν του είδους *P. vulgaris* και 4% του είδους *P. coccineus*.

Στις μέρες μας, φυτά του γένους *Phaseolus* καλλιεργούνται στην Αμερική (Κολομβία, Περού, Χιλή, Βραζιλία, Βενεζουέλα, Μεξικό), Αφρική (Αγκόλα, Μπουρούντι, Καμερούν, Ζαΐρ, Μοζαμβίκη), Ασία (Συρία, Ιράν, Πακιστάν), Αφρική (Τυνησία) και Ευρώπη (Ελλάδα, Βουλγαρία, Ισπανία, Γαλλία).

Σε κάθε περιοχή βέβαια, καλλιεργούνται διαφορετικές ποικιλίες και τύποι φασολιών. Έτσι στην Κολομβία καταναλώνονται κυρίως κόκκινα

φασόλια, στη Βραζιλία φασόλια μικρού μεγέθους, στη Βενεζουέλα μαύρα φασόλια, ενώ στην Αφρική και την Ευρώπη λευκά φασόλια (**Papiros Larousse Brittanica, 1996**).

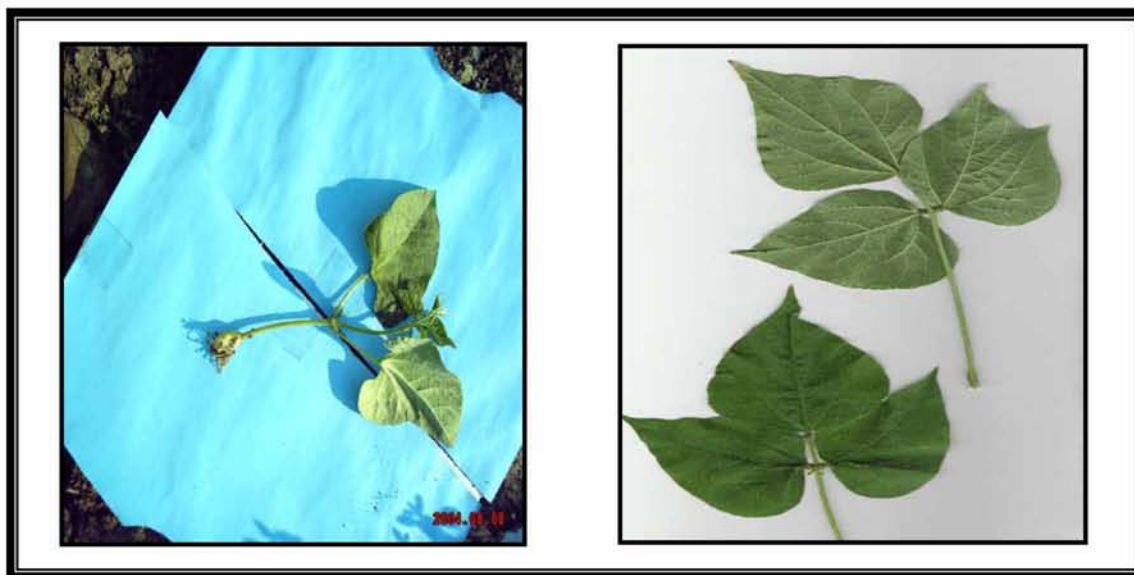
Στην Ελλάδα και κυρίως σε περιοχές της Δ. Μακεδονίας καλλιεργούνται τοπικοί πληθυσμοί του είδους *P. coccineus (multiflorus)* που είναι ετήσιοι με αναρριχόμενα φυτά, τα οποία φέρουν λεπτούς βλαστούς, σύνθετα φύλλα και τελικό ύψος μεγαλύτερο των δύο μέτρων. Η καλλιέργεια τοπικών πληθυσμών ξηρού φασολιού αποτελεί αξιόλογη γεωργική δραστηριότητα, στις περιοχές των Πρεσπών και της Καστοριάς, όπου λόγω των ποιοτικών χαρακτηριστικών του προϊόντος, πιστοποιήθηκαν με τη βοήθεια και του εργαστηρίου Γενετικής Βελτίωσης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο μητρώο των προστατευόμενων ονομασιών προέλευσης και προστατευόμενων γεωγραφικών ενδείξεων (**Commission Regulation ec No 1428/2003 of 11 August 2003**).

Στην Ελλάδα καλλιεργούνται ευρέως τα είδη *P. vulgaris*, από το οποίο λαμβάνεται το κοινό ξερό φασόλι, και *P. coccineus* από το οποίο λαμβάνεται το ξερό φασόλι γίγαντας. Η κατάταξη των ποικιλιών γίνεται ανάλογα με την ανάπτυξη και το μέγεθος των καρπών. Έτσι οι καλλιεργούμενες ποικιλίες κατατάσσονται σε τρεις (3) κατηγορίες: (α) τις **νάνες**, που έχουν ύψος 25-40 cm και άσπρους ή κίτρινους λοβούς, (β) τις **ημιαναρριχώμενες** που έχουν ύψος 50-120 cm, και (γ) τις **αναρριχώμενες** που έχουν ύψος πάνω από 120 cm και λοβούς μακρείς και πλατείς. Στη χώρα μας, η καλλιέργεια των αναρριχόμενων ποικιλιών περιορίζεται στις ορεινές περιοχές όπου υπάρχει νερό, ενώ οι νάνες ποικιλίες καλλιεργούνται στις πεδινές περιοχές και οι καρποί τους αξιοποιούνται σε βιομηχανική κλίμακα.

2. 2. Βοτανικά και Μορφολογικά Χαρακτηριστικά

Τα φασόλια του είδους *P. coccineus* είναι αναρριχώμενα φυτά με λεπτούς μεγάλο μήκους βλαστούς και σύνθετα φύλλα. Είναι ένα συνεχούς ανάπτυξης φυτό, το οποίο μεγαλώνει ως ετήσιο σε εύκρατα κλίματα για τα ελκυστικά του άνθη και τους σαρκώδεις χωρίς ίνες, άγουρους λοβούς (Marta Santalla *et al.*, 1998). Γενικά είναι πολυετές αναρριχώμενο φυτό, αλλά υπάρχουν και κάποιες μη αναρριχώμενες ποικιλίες. Ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες το ύψος του φυτού μπορεί να ξεπεράσει τα 3 m (Christman, 2005).

Η ρίζα είναι παχιά και συμπαγής και ξεπερνάει το μήκος των 30cm. Τα δύο πρώτα φύλλα είναι απλά ενώ τα υπόλοιπα σύνθετα με τρία φυλλάρια (εικόνα 6) και έχουν συνήθως καρδιόσχημη μορφή με μήκος 10-12 cm (Christman, 2005).



Εικόνα 6: Πρώτα φύλλα (φωτ. αριστερά) και σύνθετα φύλλα (φωτ. δεξιά)

Στα τέλη του 19^{ου} αιώνα απομονώθηκε το βακτήριο *Rhizobium*, το οποίο είναι υπεύθυνο για την αζωτοδεσμευτική ικανότητα των ψυχανθών. Το φαινόμενο της συμβίωσης μεταξύ φυτού και βακτηρίου, έχει εξαιρετική

σημασία αν λάβει κανείς υπόψη ότι σε παγκόσμιο επίπεδο παράγονται ετησίως 50 εκατομμύρια τόνοι αζωτούχων λιπασμάτων (Cleyet-Marel and Pinochet, 1980). Επίσης τα φυμάτια των ριζών των ψυχανθών μπορούν να δεσμεύσουν $20 \cdot 10^6$ τόνους ατμοσφαιρικού αζώτου το οποίο στη συνέχεια το μετατρέπουν σε αμμωνιακό. Το άζωτο το οποίο δεσμεύεται από τα φυμάτια εισέρχεται στο φυτικό περιβάλλον και χρησιμοποιείται από το φυτό για τη σύνθεση αμινοξέων. Το κοινό φασόλι έχει χαμηλή αζωτοδεσμευτική ικανότητα, γεγονός το οποίο έχει αποδοθεί σε διάφορους παράγοντες όπως η αναστολή του σχηματισμού φυματίων από αντιβιοτικές ουσίες που εκκρίνονται από τον φλοιό του σπόρου (Kreman *et al.*, 1972), καθυστερημένη δραστηριοποίηση των ριζοβίων (Cackett, 1965), σύντομος βλαστικός κύκλος φασολιού (Gallagher, 1968), εποχιακές διακυμάνσεις (Masefield, 1986) και διαφορές στον τύπο ανάπτυξης (Masefield, 1971). Ο βλαστός είναι λεπτός, εύκαμπτος, κυλινδρικός που τυλίγεται στο υποστήριγμα συνεχώς από αριστερά προς τα δεξιά. Τα άνθη περιλαμβάνουν πενταμερή κάλυκα, πενταμερή λευκή στεφάνη, δέκα στήμονες και ύπερο. Παράγονται σε μεγάλες ομάδες από τη μασχάλη άνοιγμα διαδοχικά από τη βάση προς την κορυφή του φυτού, όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα 7.



Εικόνα 7: Μέρη φυτού του είδους *P. coccineus*, ανθοταξία (φωτ. αριστερά), λοβοί (φωτ. κέντρο), σπόροι (φωτ. δεξιά)

Ανθίζει περίπου 50 ημέρες από τη σπορά ενώ συνεχίζει να παράγει λουλούδια για μεγάλο χρονικό διάστημα, αφού παρουσιάζει σταδιακή άνθιση και ωρίμανση λοβών (Debouck, 1991). Τα άνθη του είναι τέλεια, ανοικτού κόκκινου χρώματος, αλλά μπορεί να είναι λευκά ή ακόμη και να παρουσιάζουν διχρωμία (εικόνα 8).



Χρώμα ανθέων λευκό



Χρώμα ανθέων λευκό-κόκκινο



Χρώμα ανθέων κόκκινο

Εικόνα 8: Παραλλακτικότητα χρώματος ανθέων του είδους *P. coccineus*

Η ανθόρροια είναι ένα σοβαρό πρόβλημα, αφού μπορεί κατά περιόδους να είναι μεγάλη ίσως λόγω της έλλειψης επικονιαστών καθώς και από την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών, γεγονός που προκαλεί σημαντικές απώλειες στην παραγωγή τους (**Huxley, 1992**).

Μολονότι έχουν τέλεια άνθη με αρσενικό και θηλυκό μέρος, δεν μπορούν να αυτογονιμοποιηθούν εκτός αν έρθει σε άμεση επαφή ο στήμονας με τον ύπερο με τη βοήθεια μελισσών ή άλλων εντόμων. Σε κάθε ανθοταξία μπορεί να υπάρχουν από τρία έως και είκοσι άνθη. Το μήκος των λοβών ποικίλλει από 15 – 30 cm και μπορεί να περιέχουν 4 – 10 σπόρους ανά λοβό (**Christman, 2005**).

Ο σπόρος των άγριων ποικιλιών διασκορπίζεται μέσω της εκρηκτικής διάρρηξης των λοβών κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου. Σε μερικούς άγριους πληθυσμούς υπάρχει μια μικρή λανθάνουσα κατάσταση ληθάργου. Στην περίπτωση αυτή, η βιωσιμότητα των σπόρων κάτω από φυσικές συνθήκες δεν υπερβαίνει τα τρία έτη (**Debouck, 1991**).

Τα φασόλια κατατάσσονται ανάλογα με το σχήμα τους, το βάρος χιλίων κόκκων ή το ποσοστό διέλευσης μέσα από ένα κόσκινο από ένα ειδικό μετρητή για κάθε είδος και κατηγορία ως εξής:

(α) **Φασόλια ελέφαντες**: βάρος ανά 1000 φασόλια τουλάχιστον 1800 g ή ποσοστό 90% από τους κόκκους αυτούς να μη διέρχεται από κόσκινο με στρογγυλές οπές διαμέτρου 13 mm σε διάμετρο

(β) **Φασόλια γίγαντες**: βάρος ανά 1000 φασόλια μεταξύ 1200 και 1800 g ή ποσοστό 90% των φασολιών δεν μπορεί να περάσει από κόσκινο με στρογγυλές οπές διαμέτρου 12 mm.

Το υψόμετρο της ζώνης καλλιέργειας κυμαίνεται από 630 έως 900 μέτρα. Στην Ελλάδα οι ελέφαντες και γίγαντες είναι τα μόνο ξερά φασόλια με βάρος 1000 σπόρων μεγαλύτερο από 1200 γραμμάρια. (Πηγή: Ε.Σ.Υ, www.minagric.gr)

Η αύξηση και ανάπτυξη του φασολιού χωρίζεται σε δυο στάδια στο βλαστικό και στο αναπαραγωγικό (εικ. 9). Το βλαστικό στάδιο καθορίζεται από τον αριθμό των γονάτων στον κεντρικό άξονα ενώ το αναπαραγωγικό στάδιο καθορίζεται από τη θεμελίωση του λοβού και του σπόρου στα γόνατα (Fageria, Baligar and Jones 1997; από Singh, 2000).



Εικόνα 9: Βλαστικό στάδιο ανάπτυξης (φωτογραφία αριστερά) και αναπαραγωγικό στάδιο ανάπτυξης (φωτογραφία δεξιά) του είδους *P. coccineus*

Λόγω του τύπου βλάστησής του, το *P. coccineus* είναι ένα χρήσιμο είδος για την καταπολέμηση της μύγας των φασολιών (*Ophiomyia phaseoli*) στις ορεινές περιοχές της Ανατολικής Αμερικής (Gepts and Debouck, 1991; Smartt, 1988). Η ρίζα του φυτού έχει φαρμακευτικές ιδιότητες ενώ σε περιοχές όπως το Μεξικό συνηθίζεται, η κατανάλωση των ανθέων. Η έντονη ανθοφορία του και τα όμορφα χρώματα του *P. coccineus* είναι πιθανώς ο λόγος της πρόσφατης αξιοποίησης του και ως καλλωπιστικό φυτό στην Ευρώπη και Αμερική (Kaplan, 1988).

Υπάρχουν βέβαια περιορισμοί ως προς τις καλλιεργητικές συνθήκες για τα φασόλια με σκοπό την αυξημένη παραγωγή (**Debouck,1998**). Σύμφωνα με τον **Debouck 1999**, τα είδη *P.polyanthus* και το *P.coccineus* μπορούν να καλλιεργηθούν σε μεγαλύτερο υψόμετρο από τα άλλα είδη *Phaseolus* (Πίν. 1).

Πίνακας 1: Επιλεγμένα καλλιεργούμενα είδη *Phaseolus*: υψόμετρο, ημερήσια θερμοκρασία, η μέση ετήσια βροχόπτωση, η διάρκεια του κύκλου ανάπτυξης από την αρχή μέχρι το τέλος της συγκομιδής, παραγωγικού δυναμικού στις τροπικές περιοχές

ΕΙΔΗ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΒΕΛΤΙΣΤΟ ΕΥΡΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (°C)	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ (mm/έτος)	ΚΥΚΛΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (μέρες)	ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/ha)
<i>P. coccineus</i>	400-2800	12-22	400-2600	90-365	400-4000
<i>P. acutifolius</i>	50-1900	20-32	200-400	60-110	400-2000
<i>P. lunatus</i>	50-2800	14-26	0-2800	90-365	400-5000
<i>P. polyanthus</i>	800-2600	14-24	1000-2600	110-365	300-3500
<i>P. vulgaris</i>	50-3000	14-26	400-1600	70-330	400-5000

[http://www.fao.org/docrep/t0646e/T0646E07.htm#Beans%20<I>\(Phaseolus%20<I>spp.\)](http://www.fao.org/docrep/t0646e/T0646E07.htm#Beans%20<I>(Phaseolus%20<I>spp.))

O Singh et al., (2003) προσπάθησε να καθορίσει το κατώτερο όριο γονιμότητας εδάφους στο οποίο τα φυτά παρουσίαζαν αντοχή, ικανότητα αναπαραγωγής και καλές αποδόσεις. Το έδαφος το οποίο χρησιμοποίησε για τη διεξαγωγή του πειράματος παρουσίαζε έλλειψη N, P, B, Mg, Ca και τοξικά επίπεδα Al και Mn. Οι διάφοροι γενότυποι παρουσίασαν μεγάλη παραλλακτικότητα ως προς την αντοχή τους σε χαμηλής γονιμότητας εδάφη. Η μείωση της παραγωγής σπόρων κυμάνθηκε από 36 έως 63%.

Η καλλιέργεια του φασολιού αναπτύχθηκε αρχικά κυρίως σε περιοχές όπου η θερμοκρασία κυμαίνεται από 12 έως 24 °C (**Debouck and Tohme, 1988**). Σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 45 °C, το κοινό φασόλι μπορεί να αποδώσει εμπορικά, αλλά παρεμποδίζεται η φωτοσυνθετική του ικανότητα και καταστρέφεται η ακεραιότητα της πλασματικής μεμβράνης,

μειώνοντας την απόδοση. Οι πιο ευαίσθητες περίοδοι της αναπαραγωγικής ανάπτυξης του φασολιού στις υψηλές θερμοκρασίες είναι η έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών, η άνθηση και η περίοδος της επικονίασης (**Bouwkamp and Sammers, 1982**).

Το φασόλι είναι ιδιαίτερα απαιτητικό σε νερό, ενώ κάτω από συνθήκες έλλειψης νερού κατά την ανάπτυξη του σπόρου οδηγείται σε μείωση της περιεκτικότητας του σε άμυλο και σε αύξηση των διαλυτών σακχάρων, ενώ οι διαλυτές πρωτεΐνες και τα αμινοξέα δεν επηρεάζονται από την καταπόνηση (**Pasin et al., 1991**). Επίσης οι υψηλές βροχοπτώσεις συνδέονται με τη δημιουργία λεπτού περιβλήματος σπόρων, γεγονός το οποίο μειώνει τον χρόνο βρασμού (**Stamboliev et al., 1995; Kigel, 1999**).

Το φασόλι έχει και φαρμακευτική χρησιμότητα. Από όλα τα υπέργεια μέρη του φυτού, κατά το στάδιο της ημιωρίμανσης των σπόρων παρασκευάζονται αφεψήματα, καθώς τα φύλλα τότε έχουν επαρκή ποσότητα λεκιθίνης, καροτίνης, χοληστερίνης (HDL), γαλακτάσης, δεξτρίνης, νιτρικού οξέος, B1 και πολλών άλλων ωφέλιμων στοιχείων για την καταπολέμηση του διαβήτη, της υδροπекίασης και άλλων πολλών ασθενειών (**Bonnier G., 1990**).

Η χρήση του *P.coccineus* ως συμπλήρωμα ζωοτροφής σε συνδυασμό με τον αραβόσιτο αξίζει να ερευνηθεί όπως επίσης και η αξία χορτονομής της, δεδομένου ότι, τα φυτά αυτά μπορεί να περιορίσουν την εδαφική διάβρωση. Μπορεί επίσης να είναι χρήσιμο να σπέρνεται στις νέες φυτείες δασών ή λαχανοκομικών κήπων (για να δώσει την εδαφική προστασία, την αξία λίπανσης ή το πρόσθετο εισόδημα) (**Delgado- Salinas, 1988**).

2. 3. Θρεπτική Αξία

Το φασόλι εισήχθηκε στην Ευρώπη στα μέσα του 16^{ου} αιώνα και η καλλιέργειά του επεκτάθηκε σε όλη την εύκρατη ζώνη. Η γρήγορη εξάπλωση του οφείλεται στη μεγάλη αξία ως βασικό τρόφιμο, καθώς τροφοδοτεί με υψηλά επίπεδα ενέργειας τον οργανισμό. Η ενέργεια αυτή προέρχεται κυρίως από πρωτεΐνες και υδατάνθρακες χωρίς τη συμμετοχή του λίπους. Τα σπέρματα του λοβού είναι νεφρόσχημα και μπορεί να έχουν διαφορετικό μέγεθος και χρώμα. Η σύσταση των ξηρών σπερμάτων παρουσιάζεται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2. Σύσταση των ξηρών σπερμάτων των φυτών του γένους *Phaseolus*

Συστατικό	Περιεκτικότητα (%)
Πρωτεΐνες (N x 6.25)	19-23
Υδατάνθρακες	60-65
Λίπος	1.2-1.5
Φυτικές ίνες ή Διαιτητικές ίνες	4.0-7.0
Υγρασία	9.0-12.0
Τέφρα	3.4-4.0

(Augustin & Klein, 1992)

Σύμφωνα με τους **Gela και Gunter (1995)**, το είδος *P. coccineus* έχει χαμηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε τέφρα σε σύγκριση με το *P. vulgaris*. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι η σύσταση των σπερμάτων διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία και εξαρτάται από την περιοχή στην οποία καλλιεργείται το φυτό.

Έχουν γίνει ορισμένες προσπάθειες για να αυξηθεί η περιεκτικότητα των σπερμάτων σε πρωτεΐνες. Ωστόσο, αυτές είχαν ως αποτέλεσμα, μεταβολές στη δομή της φασεολίνης, που αποτελεί το 50% του συνόλου των πρωτεϊνών και μείωση της απόδοσης (**Schoonhoven & Voysest, 1991**).

Η φασεολίνη αποτελεί την κύρια αποθηκευτική πρωτεΐνη του φασολιού. Η παραγωγή αυτής ελέγχεται από την **Phs** γονιδιακή περιοχή και η οποία παρέχει όλα τα απαραίτητα αμινοξέα, τα οποία ο ανθρώπινος οργανισμός δε δύναται να βιοσυνθέσει. Έχουν αναγνωρισθεί δύο τύποι φασεολίνης με τη μέθοδο ζωνών σε πηκτική πολυακτυλαμίδης SDS. Ο κύριος τύπος είναι ο **'S'** ο οποίος βρέθηκε στην καλλιεργούμενη ποικιλία Sanilac, και ο τύπος **'T'** (**Brown et al., 1982**). Επίσης η φασεολίνη έχει χρησιμοποιηθεί για τον διαχωρισμό των καλλιεργούμενων ειδών, καθώς τα γονιδιακά αποθέματα της Μεσοαμερικής έχουν τύπο φασεολίνης **'S'** και αυτά της ζώνης των Άνδεων έχουν τύπο **'T'**. Ο **Hartana (1983)**, αναπτύσσοντας ισογονιδιακές σειρές διαπίστωσε ότι ο τύπος **'T'** συσχετίζεται με το μεγαλύτερο βάρος σπόρου, αυξημένη πρωτεΐνη και αυξημένο ποσοστό φασεολίνης σε σχέση με το τύπο **'S'**.

Η περιεκτικότητα του σπόρου σε ολική πρωτεΐνη αποτελεί το βασικό χαρακτηριστικό της ποιότητας των σπόρων, η οποία κληρονομείται ποσοτικά (**Leleji et al., 1972; Kelly and Bliss, 1975**). Οι **Leleji et al., (1972)** είχαν ενδείξεις ότι η περιεκτικότητα των σπόρων σε πρωτεΐνη ελέγχεται από τον μητρικό γενότυπο και σχετίζεται αρνητικά με την απόδοση σε σπόρο, τον αριθμό λοβών/φυτό και τον αριθμό σπόρων/φυτό. Η παραλλακτικότητα που παρατηρείται στο γενετικό υλικό των φασολιών ως προς την περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη παρουσιάζει σημαντικότητα που κυμαίνεται από 14% έως 36% (**Kelly, 1975; Crocomo et al., 1977**) αλλά ο συντελεστής κληρονομικής ικανότητας του χαρακτηριστικού αυτού, είναι εξαιρετικά χαμηλός έως μέτριος (**Kelly, 1975**).

Στα ψυχανθή όπως και στα σιτηρά, είναι δεδομένη η ύπαρξη αρνητικής συσχέτισης μεταξύ απόδοσης σε σπόρο και περιεκτικότητας του σπόρου σε πρωτεΐνη (**Evans and Gidley, 1979**). Ωστόσο η χαμηλή αυτή αρνητική συσχέτιση δεν εμποδίζει τη βελτίωση ως προς και τα δύο

χαρακτηριστικά. Για το λόγο αυτό, προτάθηκε η επιλογή να αρχίζει ως προς την υψηλή απόδοση και στη συνέχεια εντός των υψηλοαποδοτικών οικογένειων να επιλέγονται φυτά με υψηλή περιεκτικότητα πρωτεΐνης (Kelly & Bliss, 1975).

Όσον αφορά τη διατροφική αξία (πίνακας 3), τα σπέρματα περιέχουν διάφορες βιταμίνες, είναι πλούσια σε μέταλλα ενώ οι πρωτεΐνες τους έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε λυσίνη και λευκίνη. Όπως αυτές όλων των όσπριων, εμφανίζουν χαμηλή περιεκτικότητα σε θειούχα αμινοξέα. Διαφοροποιήσεις εμφανίζει η σύσταση σε αμινοξέα των γλοβουλινών σε σχέση με εκείνη των αλβουμινών, οι οποίες εμφανίζουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε θειούχα αμινοξέα και κυρίως σε κυστεΐνη (Chagas & Santoro, 1997).

Πίνακας 3: Σύσταση ξηρών σπερμάτων των φυτών του γένους *Phaseolus* σε βιταμίνες, αμινοξέα, μέταλλα και αμέταλλα

Βιταμίνες	Περιεκτικότητα (% mg καρπού)	Τύπος Αμινοξέος	(g) αμινοξέος /100g πρωτεϊνών
Θειαμίνη (B1)	0.7-1.0	Ασπαραγινικό οξύ	14.57
Ριβοφλαβίνη (B2)	0.17-0.26	Θρεονίνη	3.29
Νιασίνη	1.3-2.3	Σερίνη	9.04
Πυριδοξίνη (B6)	0.30-0.55	Γλουταμινικό οξύ	18.59
Φολικό οξύ	0.35-0.65	Προλίνη	3.24
Παντοθενικό οξύ (B5)	0.7-1.1	Γλυκίνη	3.84
β-καροτένιο	11.3	Αλανίνη	3.62
Μέταλλα/Αμέταλλα		Βαλίνη	4.83
Φωσφόρος	380-450	Μεθειονίνη	1.21
Κάλιο	1.250-1.600	Ισολευκίνη	4.93
Νάτριο	5-20	Λευκίνη	10.74
Ασβέστιο	90-170	Τυροσίνη	4.28
Σίδηρος	4.8-7.5	Φαινυλαλανίνη	7.99
Ψευδάργυρος	2.4-4.0	Λυσίνη	7.45
Μαγνήσιο	152-205	Ιστιδίνη	3.04
Μαγγάνιο	1.0-1.6	Αργινίνη	6.12

Στην τεχνολογία τροφίμων, ως λειτουργικές ιδιότητες των

πρωτεϊνών χαρακτηρίζονται οι φυσικοχημικές ιδιότητες, οι οποίες καθορίζουν τη συμπεριφορά των πρωτεϊνικών μορίων σε συστήματα τροφίμων κατά την επεξεργασία, την αποθήκευση και την κατανάλωσή τους (**Kinsella, 1979**). Οι λειτουργικές ιδιότητες των πρωτεϊνών μπορούν να διακριθούν σύμφωνα με τους **Cheftel, Cuq & Lorient (1985)** σε αυτές που οφείλονται:

α) στην αλληλεπίδραση των πρωτεϊνικών μορίων με το νερό (διαλυτότητα, ικανότητα συγκράτησης νερού, ιξώδες, διαβροχή, διόγκωση),

β) στην αλληλεπίδραση των διαφόρων πρωτεϊνικών μορίων (συσσωμάτωση, ικανότητα σχηματισμού πηκτής) και

γ) στην προσρόφηση και στην οριοθέτηση των πρωτεϊνικών μορίων (επιφανειακή δράση, σχηματισμός και σταθεροποίηση γαλακτωμάτων και αφρών).

Πολλοί παράγοντες επηρεάζουν τις λειτουργικές ιδιότητες των πρωτεϊνών, όπως η σύστασή τους σε αμινοξέα, οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για την παραλαβή τους, ο βαθμός της καθαρότητάς τους, η παρουσία άλλων συστατικών (νερό, σάκχαρα, λιπίδια), καθώς και εξωτερικοί παράγοντες όπως η τιμή pH, η θερμοκρασία, η παρουσία αλάτων κ.α. (**Kinsella, 1977**).

Αποτελέσματα πειραμάτων δείχνουν ότι η ποιότητα των φασολιών που φτάνουν στον καταναλωτή, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως οι συνθήκες που επικρατούν τη στιγμή της συγκομιδής, οι συνθήκες αποθήκευσης, η τεχνολογία της επεξεργασίας καθώς και βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες που επιδρούν κατά την ανάπτυξη των φυτών. Έχει αποδειχθεί ότι οι περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, εδαφικές συνθήκες) σπάνια επιδρούν επί της ποιότητας και των θρεπτικών συστατικών του σπόρου που φτάνει στον καταναλωτή (**Kigel, 1999**).

Σε πειράματα διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης (**Bengtsson, 1991**) και θειούχου λίπανσης (**Sharma et al., 1993**) αυξάνει τη

συγκέντρωση των πρωτεϊνών στον σπόρο, ενώ αντίθετα συνθήκες στέρησης νερού κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του σπόρου, έχει ως συνέπεια τη μείωση του αμύλου και την αύξηση της συγκέντρωσης των διαλυτών σακχάρων (Pasin *et al.*, 1991).

Οι Negi *et al.*, (2001) χρησιμοποίησαν 3 συνδυασμούς δεικτών ALFPs για να βρεθούν QTL που σχετίζονται με τον ρυθμό ανάπτυξης, το βάρος, το σχήμα και το χρώμα των σπόρων από 31 ποικιλίες *P. vulgaris* και 5 ποικιλίες *P. coccineus*, οι οποίες καλλιεργούνταν από τοπικούς παραγωγούς. Τα πειραματικά δεδομένα έδειξαν πολύ μεγάλη γενετική παραλλακτικότητα ανάμεσα στις ποικιλίες και κάθε ποικιλία έδωσε μοναδικές μορφές πολυμορφισμού. Επίσης μελετήθηκε η πίεση επιλογής λόγω ανθρώπου και περιβάλλοντος στη γενετική ταυτότητα των ποικιλιών. Διαπιστώθηκε περιορισμένη γενετική παραλλακτικότητα μεταξύ των καλλιεργούμενων ειδών σε σχέση με αυτή που βρέθηκε ανάμεσα στα άγρια είδη (Sonnante *et al.*, 1994; Gepts, 1996). Η ποικιλομορφία και η στενή σύνδεση της με τις τοπικές συνθήκες αποδεικνύει ότι η διατήρηση των ποικιλιών από τους τοπικούς παραγωγούς αφού οι ίδιοι εμπλέκονται στις επιδράσεις των βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων, στην αντιμετώπιση των απαιτήσεων της αγοράς και κοινωνικοοικονομικές αλλαγές, επηρεάζουν και τα βασικά χαρακτηριστικά των υπό μελέτη ποικιλιών (Frankel *et al.*, 1995). Επίσης διαπιστώθηκε ότι το 22% των επιλογών παρέμεινε σταθερό ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του, εξαιτίας της τοπικής αγοράς που υποστήριζε τα τοπικά και ωφέλιμα προϊόντα.

Οι Salvador *et al.*, (2003) προσπάθησαν να εξηγήσουν τη διαφορετικότητα των συγκεντρώσεων μικροστοιχείων Ca, Fe, Zn και των ταννινών στους σπόρους με σκοπό την εύρεση QTL συνδεδεμένων με τα χαρακτηριστικά αυτά. Ελέγχθηκαν 291 ALFPs σε 120 F_{2:3} οικογένειες οι οποίες προήλθαν από διασταύρωση ενός άγριου είδους και της ποικιλίας

‘Bayo Barada’. Δυο QTL σχετίστηκαν σημαντικά με το Ca, δύο με το Fe, ένα με τον Zn και τέσσερα με τη συγκέντρωση ταννινών στον σπόρο.

Οι **Yan et al., (1995)** μελέτησαν την επίδραση στην απόδοση καλλιεργειών φασολιού από διαφορετικές ποσοότητες φωσφόρου και σε διαφορετικούς τύπους εδαφών. Διαπιστώθηκε διαφορετική ανταπόκριση των γενοτύπων που ανήκαν στο Μεσοαμερικανικό κέντρο σε σχέση με αυτούς που ανήκουν στο κέντρο των Άνδεων. Η έρευνα απέδειξε ότι οι γενότυποι από το Μεσοαμερικανικό κέντρο ανταποκρίνονταν καλύτερα στην προσθήκη φωσφόρου, γεγονός το οποίο αποδεικνύει ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή, επηρεάζονται με τη σειρά τους από το επίπεδο του φωσφόρου στο έδαφος. Συνεπώς υπάρχουν διαφορετικοί φυσιολογικοί μηχανισμοί σε κάθε ποικιλία ή γονότυπο που ενεργοποιούνται κάτω από συνθήκες στρες ή επάρκειας φωσφόρου.

Από πειράματα φάνηκε ότι η ανεπάρκεια ή η τοξικότητα των μετάλλων στο έδαφος επηρεάζει την παραγωγικότητα των φασολιών, την ανάδυσή τους από το έδαφος. Επίσης μπορεί να προκαλέσει χαμηλή ανάπτυξη, κιτρίνισμα των φύλλων, χλωρώσεις, καθυστερημένη ή παρατεταμένη άνθηση και ωρίμανση, μειωμένο βάρος σπόρων, αποχρωματισμό σπόρων και τελική μείωση της παραγωγής έως και 100% (**Cumming et al., 1992; Fawole et al., 1982a**). Προς αποφυγή όλων αυτών των δυσάρεστων συνεπειών, θα πρέπει να προτιμούνται ασβεστούχα εδάφη (**Fageria et al., 1995; Westernman et al., 1992**) καθώς και προσθήκη κοπριάς (**Tarkalson et al., 1998**).

Το φασόλι θα πρέπει γενικά να μαγειρεύεται, ωστόσο παρατεταμένη αποθήκευση σε υψηλή θερμοκρασία και σχετική υγρασία οδηγεί στο φαινόμενο κατά το οποίο τα φασόλια ενώ βράζονται για αρκετό χρονικό διάστημα, δεν μαλακώνουν (**Kigel, 1999**). Μια άλλη εξήγηση για την περίπτωση αυτή δίνεται από τον **Agbo et al. (1987)**, όπου τα φασόλια δεν βράζουν εξαιτίας του σκληρού περιβλήματος τους. Η διαφορετικότητα των

φασολιών ως προς την ικανότητα του βρασίματος οφείλεται στο διαφορετικό μέγεθος της μικροπύλης, η οποία σχετίζεται με τη διαπερατότητα του περιβλήματος από το νερό. Ο χρόνος βρασμού καθώς και η σκληρότητα του περιβλήματος επηρεάζονται και από τη σύσταση του εδάφους. Σε εδάφη πλούσια σε Ca και Mg αυξάνεται ο χρόνος βρασμού καθώς και η σκληρότητα του περιβλήματος ενώ σε εδάφη φτωχά σε P και Mg μειώνεται (Paredes- Lopez *et al.*, 1989).

Το μέγεθος των σπόρων των καλλιεργούμενων ποικιλιών διαφέρει ανάλογα με τον γενότυπο. Οι καταναλωτές παρουσιάζουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τους σπόρους μεσαίου και μεγάλου μεγέθους αν και οι ποικιλίες με μικρούς σπόρους έχουν μεγαλύτερες αποδόσεις (Nienhuis, 1986).

Η τυποποίηση των φασολιών με κριτήριο την εμπορικότητα τους γίνεται με βάση το μέγεθος των σπερμάτων (πίνακας 4).

Πίνακας. 4 Κατάταξη φασολιών με βάση το μέγεθος των σπερμάτων

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (g)
Μικρόσπερμα	150-300
Μεσόσπερμα	300-450
Μεγαλόσπερμα	450-700
Γίγαντες	1200-1800
Ελέφαντες	1800-2500

Πηγή : Ε.Σ.Υ , www.minagric.gr

2. 4. Η Βελτίωση του Φασολιού

2. 4. 1. Γενετική παραλλακτικότητα του γένους *Phaseolus*

Η γενετική παραλλακτικότητα του φασολιού είναι σχετικά μεγάλη. Υπάρχουν περίπου 65.000 διαλογές σε μεγάλες τράπεζες γενετικού υλικού

από τις οποίες περισσότερες από το 90% ανήκουν στο είδος *Phaseolus vulgaris* (CIAT, 2001). Η συνεχής βελτίωση με σκοπό την αύξηση της παραγωγικότητας αλλά και της προσαρμοστικότητας του φασολιού είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της γενετικής παραλλακτικότητας μέσω της διασποράς των ποικιλιών από τα κέντρα καταγωγής σε άλλες περιοχές αλλά και λόγω της συνεχούς επιλογής (Gepts, 2004).

Η γενετική βελτίωση των καλλιεργούμενων φυτών περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα αγρονομικών χαρακτηριστικών όπως η απόδοση, ο τύπος ανάπτυξης, ποιοτικά χαρακτηριστικά, η πρωιμότητα, η ανθεκτικότητα για βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις. Ωστόσο η αύξηση των χαρακτηριστικών της απόδοσης είναι ο κύριος στόχος των βελτιωτών.

Στην περίπτωση του γένους *Phaseolus*, η παραλλακτικότητα εντός διακρίνεται σε δυο κύρια γονιδιακά αποθέματα (gene pools), των Άνδεων και της Κεντρικής Αμερικής. Μεταξύ των ειδών τα γονιδιακά αποθέματα οργανώνονται σε πρωτογενή, δευτερογενή, τριτογενή και τεταρτογενή (Smartt 1995; Debouck, 1999, 2000; όπως αναφέρεται από τους Singh *et al.*, 2000). Στα πρωτογενή γονιδιακά αποθέματα περιλαμβάνονται τοπικές ποικιλίες και άγριοι πληθυσμοί, οι οποίοι είναι και οι άμεσοι πρόγονοι των ποικιλιών του κοινού φασολιού (Berglund-Brucher, 1976; Brucher 1988; Gentry, 1969; Kami *et al.*, 1995; Kaplan, 1981; Miranda, 1967; Weiseth, 1954 όπως αναφέρονται από τους Gepts *et al.*, 1986). Οι άγριοι πληθυσμοί κατανέμονται από το βόρειο Μεξικό (Chihuahua) έως την βορειοδυτική Αμερική (San Luis) (Gepts *et al.*, 1986; Koenig *et al.*, 1990). Πέραν τούτου, το φασόλι είναι μια καλλιέργεια ακεντρική (noncentric), δηλαδή δεν μπορεί να αποδοθεί σε ένα μόνο κέντρο καταγωγής και έτσι εμφανίζονται πολλαπλά κέντρα εξημέρωσης με γενική διασπορά στην Κεντρική και Νότια Αμερική (Gepts *et al.*, 1986).

Στα δευτερογενή γονιδιακά αποθέματα, περιλαμβάνονται τα είδη *P.coccineus*, *P.costaricensis* και *P.polyanthus* (Freytag and Debouck, 1982). Αυτά

τα τρία είδη διασταυρώνονται μεταξύ τους και κάθε ένα μπορεί να διασταυρωθεί με το κοινό φασόλι ειδικά όταν το κοινό φασόλι χρησιμοποιείται ως θηλυκός γονέας (**Camarena and Baudoin, 1987; Manshardt and Bassett, 1984 από Singh et al., 2000; Singh et al., 1997**). Αντιθέτως διασταυρώσεις των προηγούμενων τριών ειδών με το κοινό φασόλι ως αρσενικός γονέας είναι πιο δύσκολες, επειδή οι νεοσυνδυασμοί είναι ασταθείς ενώ υπάρχει η τάση να επανέρχονται στο φαινότυπο του θηλυκού γονέας (**Debouck, 1999 όπως αναφέρεται στο Gepts et al., 1986**).

Τα τριτογενή γονιδιακά αποθέματα περιλαμβάνουν τα είδη *P.acutifolius* και *P.parvifolius* (**Freytag, 1982**). Αυτά τα δυο είδη, μπορούν να διασταυρωθούν και να παράγουν πλήρως γόνιμους απογόνους (**Singh et al., 1998**), ενώ οι διασταυρώσεις με το κοινό φασόλι δεν είναι επιτυχείς (**Mejia-Jimenez et al., 1994; Singh et al., 1998**).

Στα τεταρτογενή γονιδιακά αποθέματα του φασολιού ανήκουν διασταυρώσεις του κοινού φασολιού με τα *P.filiformis*, *P.angustissimus* και *P.lunatus*, αλλά έχουν επιχειρηθεί χωρίς να παραχθούν βιώσιμοι και γόνιμοι απόγονοι (**Gepts et al., 1986**).

Από τα παραπάνω είδη, το *P. vulgaris* είναι αυτογονιμοποιούμενο φυτό (>95%) με χαμηλά ποσοστά φυσικής σταυρογονιμοποίησης που κυμαίνονται από 0 έως 0,007% (**Tucker και Harding, 1975**). Ο Πάνου (1965) αναφέρει ότι η σταυρογονιμοποίηση, η οποία γίνεται κυρίως με έντομα του γένους *Bombus*, αυξάνει τα ποσοστά, καθώς μετακινούμαστε από την εύκρατη ζώνη προς τον Ισημερινό. Το ποσοστό σταυρογονιμοποίησης μερικές φορές μπορεί να φτάσει το 6% ή και το 10% (**Bliss, 1980**). Αντίθετα το είδος *P.coccineus* θεωρείται σταυρογονιμοποιούμενο φυτό με μικρό ποσοστό αυτογονιμοποίησης (**Debouck, 1991**). Παρόλο που έχει τέλεια άνθη με αρσενικό και θηλυκό μέρος, δεν μπορούν να αυτογονιμοποιηθούν εκτός αν για κάποιο λόγο έρθει ο στήμονας σε άμεση επαφή με τον ύπερο με τη βοήθεια μελισσών (εικ. 10) ή άλλων εντόμων (**Steve Christman, 2005**).



Εικόνα 10: Φυτό σε ανάπτυξη (φωτογραφία αριστερά) και γονιμοποίηση του άνθους από μέλισσα (φωτογραφία δεξιά) του είδους *P. coccineus*

Τα αποτελέσματα διασταυρώσεων μεταξύ *P.coccineus* x *P.vulgaris* έδειξαν υψηλό ποσοστό γενετικής ομολογίας αλλά δεν κατάφεραν να αποδείξουν αν το υβρίδιο που προέκυψε ήταν το νεοφανές είδος *P.polyanthus* (*P.coccineus* υποείδος *darwinianus*) όπως αρχικώς θεωρούσαν (Mercado-Ruaro και Delgado-Salinas, 1996).

2. 4. 2. Κλασσική Βελτίωση

Η ιδιότυπη βελτίωση που πρεσβεύεται από τον **Donald (1968)** είναι βασισμένη στο καθορισμένο μοντέλο το οποίο ενσωματώνει όλα τα επιθυμητά χαρακτηριστικά με σκοπό την αύξηση της παραγωγής. Έχουν αναπτυχθεί διάφορες μεθοδολογίες βελτίωσης για τη δημιουργία ποικιλιών φασολιών. Οι κυριότερες μέθοδοι που εφαρμόζονται είναι, η μαζική (Beebe *et al.*, 1995; Singh *et al.*, 1989, 1993), η γενεαλογική (Kelly *et al.*, 1994) και η επαναδιασταύρωση (Bliss, 1993 από Beebe *et al.*, 2000) στην κλασική της μορφή ή τις διάφορες τροποποιήσεις της. Επίσης έχουν εφαρμοσθεί η ταυτόχρονη επαναδιασταύρωση (congruity backcrossing)

(Mejia-Jimenez *et al.*, 1994; Urrea and Singh, 1995), η καταγωγή από μεμονωμένο σπόρο (single seed descent, SSD) (Kelly *et al.*, 1989; Urrea and Singh, 1994), η κυκλική επαναλαμβανόμενη επιλογή (Beaver and Kelly, 1994 ; Kelly and Adams, 1987 ; Singh *et al.*, 1999) και η επιλογή γαμέτη (gamete selection) (Singh *et al.*, 1998). Τα δεδομένα σύγκρισης της αποτελεσματικότητας των διάφορων μεθόδων επιλογής γενικά είναι περιορισμένα (Beaver and Kelly, 1994; Gutierrez and Singh 1992; Singh and Teran, 1998; Urrea and Singh, 1994, 1995).

Το κυψελωτό σχέδιο εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στο κοινό φασόλι από τον Hamblin J. (1975) σε τρεις πυκνότητες σπορές (10, 20, 30 cm απόσταση μεταξύ των φυτών), ο οποίος διαπίστωσε ότι η απόδοση σπόρων/φυτό και αριθμός σπόρων/φυτό επηρεάστηκαν σημαντικά από την πυκνότητα σποράς και οι τιμές αυξάνονταν όσο η πυκνότητα σποράς γίνονταν αραιότερη. Επίσης σημαντική ήταν η επίδραση του γενότυπου, του περιβάλλοντος και της αλληλεπίδρασης τους, στην απόδοση σε σπόρους/λοβό και στον αριθμό σπόρων/φυτό, ενώ στο μέγεθος του σπόρου, η επίδραση του περιβάλλοντος ήταν μικρή.

Η εφαρμογή δείκτη επιλογής χρησιμοποιήθηκε από τους Davis and Evans (1977b) για να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα της επιλογής στο κοινό φασόλι ως προς 4 χαρακτηριστικά (την απόδοση, το σχήμα του σπόρου, την πρωιμότητα ωρίμανσης και το ύψος έκφυσης των λοβών). Τελευταία έχει δοθεί έμφαση στη βελτίωση για την πρώιμη ωρίμανση και έχει δημιουργηθεί ήδη βελτιωμένο υλικό (CIAT, 1988).

Οι Urrea and Singh, (1994) βρήκαν ότι η επιλογή σε F₂ οικογένειες ήταν υπέρτερη της καταγωγής από μεμονωμένο σπόρο (SSD) και της μαζικής μεθόδου επιλογής, που συχνά χρησιμοποιούνται ως μέθοδοι επιλογής στις πρώτες διασπώμενες γενεές. Οι Urrea and Singh, (1995) πρότειναν επιλογή για απόδοση με αξιολόγηση στις πρώτες διασπώμενες γενεές σε διαφυλετικούς και ενδοφυλετικούς πληθυσμούς με σκοπό να

αναγνωρίζουν υποσχόμενους πληθυσμούς με επιθυμητούς ανασυνδυασμούς. Οι ίδιοι ερευνητές σε σύγκριση της ταυτόχρονης επαναδιασταύρωσης με την κλασσική επαναδιασταύρωση βρήκαν την πρώτη μέθοδο ανώτερη. Από δοκιμές πρώιμης επιλογής για απόδοση ($F_2 - F_4$), οι **Singh and Teran, (1998)**, αναγνώρισαν υψηλό και χαμηλό αποδοτικούς πληθυσμούς που τελικά παρήγαγαν υψηλό και χαμηλό αποδοτικές F_7 σειρές.

Όταν τα επιθυμητά γονίδια που ελέγχουν τα ενδιαφέροντα γνωρίσματα, βρίσκονται σε διαφορετικούς γονείς-δότες, η διαδικασία της επαναδιασταύρωσης δεν είναι η πλέον αποτελεσματική όπως στις καθαρά μονογονιδιακές περιπτώσεις (**Singh, 2001**). Έτσι πρέπει να προτιμηθούν διασταυρώσεις μεταξύ πολλαπλών γονέων, σε σχέση με ένα μεγάλο αριθμό απλών διασταυρώσεων και επαναδιασταυρώσεων. Αν και συγκριτικά χρειάζεται περισσότερος χρόνος κατά τον υβριδισμό για να δημιουργηθούν πολλαπλές διασταυρώσεις, η διαδικασία επιτρέπει την παραγωγή ανασυνδυασμών με επιθυμητά αλληλόμορφα για πολλαπλά χαρακτηριστικά. Αυτή η δημιουργία ανασυνδυασμών δεν είναι δυνατή μέσω απλών διασταυρώσεων και επαναδιασταυρώσεων και έτσι απαιτείται η αξιοποίηση της κυκλικής επιλογής με τους επαναλαμβανόμενους κύκλους επιλογής για συγκεκριμένα γνωρίσματα. Έτσι έχει προταθεί η μεθοδολογία για επιλογή γαμέτη στην F_1 γενιά σε συνδυασμό με επιλογή στις πρώτες γενιές (early generation $F_2 - F_4$) που μπορεί να βοηθήσει στην αναγνώριση ελπιδοφόρων οικογενειών μέσα στους πληθυσμούς και στη συνέχεια ανάπτυξη ανώτερων σειρών (**Singh, 1994**). Παρατηρήθηκε καλή γενική συνδυαστική ικανότητα μεταξύ των τριών κοινών φυλών φασολιού, στα γονιδιακά αποθέματα της κεντρικής Αμερικής. Έτσι δημιουργήθηκαν, υψηλοαποδοτικοί γενότυποι με εφαρμογή μαζικής - γενεαλογικής (**Singh, 1995; Singh et al., 1993**) και επαναλαμβανόμενης επιλογής (**Singh et al., 1999**) από διαφυλετικούς

πληθυσμούς εντός των Κεντροαμερικάνικων γονιδιακών αποθεμάτων. Όσον αφορά την ανάπτυξη ανθεκτικότητας για βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις είναι αναγκαίο να αξιολογούνται ταυτόχρονα πολλές οικογένειες σε διαφορετικές περιοχές ώστε να επιλεγούν οι υποσχόμενες οικογένειες (Singh *et al.*, 1998).

Ο Adams (1982) υιοθέτησε αυτή τη μέθοδο βελτίωσης για το κοινό φασόλι (*Phaseolus vulgaris*) αλλά πρότεινε ένα μοντέλο που καθορίζεται κυρίως από τα μορφολογικά χαρακτηριστικά. Περαιτέρω βελτίωση, χρησιμοποιώντας φαινοτυπικές επαναλαμβανόμενες διαφυλετικές επιλογές (Kelly and Adams, 1987), κατέληξε στον καθορισμό του τύπου II ανάπτυξης. Ο Acquah *et al.*, (1991) αξιολόγησαν έναν μεγάλο αριθμό χαρακτηριστικών συμπεριβαλλόμενων και αυτών που καθορίστηκαν από τον Adams (1982) για καταλήξουν σε εκείνα που είναι σημαντικοί δείκτες καλής δομής φυτών. Βρήκανε ότι η διάμετρος της υποκοτύλης, το ύψος του φυτού, η γωνία των βλαστών και η διασπορά των καρπών στα 2/3 του πάνω μέρους των φυτών, αποτελούν τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά για την όρθια ανάπτυξη τους.

Ο Nienhuis (1986), χρησιμοποίησε σειρές μικρόσπερμες, μεγαλόσπερμες και μεσαίου μεγέθους σπερμάτων για τη διεξαγωγή πειράματος με σκοπό την εύρεση σχέσεων κληρονομικότητας μεταξύ των παραγόντων που επηρεάζουν την παραγωγή και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού. Ακολούθησαν διαλληλικές διασταυρώσεις και κατέληξαν ότι η απόδοση της καλλιέργειας σχετίζεται θετικά με τον αριθμό λοβών/m², αριθμό σπόρων/λοβό και με όλα τα μορφολογικά χαρακτηριστικά εκτός από τον αριθμό βλαστών/φυτό. Αντίθετα το βάρος των σπόρων σχετιζονταν αρνητικά με την απόδοση, τον αριθμό λοβών/βλαστό και τον αριθμό λοβών/φυτό και θετικά συσχετιζόμενη με το μήκος του κεντρικού στελέχους. Η γενετική ανάλυση μεταξύ των χαρακτηριστικών έδειξε ότι η επιλογή για αυξημένο μήκους κεντρικού

στελέχους μπορεί να οδηγήσει σε ταυτόχρονη αύξηση της παραγωγής και του βάρους των σπόρων.

Η εφαρμογή της γενεαλογικής επιλογής από την F₂ έως την F₇ για την αύξηση της απόδοσης σε φασόλια τύπου II και III από τους **Singh and Gutierrez (1990)** είχε θετικά αποτελέσματα και στις τρεις πυκνότητες που εφαρμόστηκε (6.6, 13.3, 26.6 φυτά/m²), όμως η υψηλοαποδοτικότερη σειρά προήλθε κατά την επιλογή στη μεγαλύτερη πυκνότητα, ενώ η χαμηλή πυκνότητα δεν ήταν κατάλληλη ούτε για επιλογή ούτε για αξιολόγηση των υψηλοαποδοτικών σειρών.

Γενικά παρατηρείται γενετική παραλλακτικότητα στο φασόλι ως προς το μέγεθος του σπόρου. Έτσι οι ποικιλίες διακρίνονται σε μεγαλόσπερμες (>40g οι 100 σπόροι), μικρόσπερμες (<25 g οι 100 σπόροι) και μεσαίου μεγέθους (25-40 g οι 100 σπόροι) (**Singh, 1992**). Ο **Singh (1992)** περιέγραψε με λεπτομέρειες το πρότυπο της ποικιλομορφίας στις ποικιλίες φασολιού, οι οποίες διαχωρίζονται περαιτέρω σε έξι φυλές:

- i) των Άνδεων (όλες μεγαλόσπερμες) = Chile, Nueva, Granada και Peru,
- ii) της Κεντρικής Αμερικής (μετριόσπερμες και ημιαναρριχώμενες)=Durango
- iii) του Jalisco (μετριόσπερμες, αναρριχώμενες) και
- iv) της Μέσο Αμερικής (μικρόσπερμες)

Κάθε μια έχει τα δικά της ξεχωριστά χαρακτηριστικά, οικολογική προσαρμοστικότητα και αγρονομικά χαρακτηριστικά.

Υπάρχουν αρκετές ποικιλίες *P .coccineus* που καλλιεργούνται σήμερα σε όλον τον κόσμο. Η πιο γνωστή είναι η "Scarlet Runner" που έχει κόκκινα άνθη και σκούρους μωβ και μαύρους διάστικτους σπόρους. Η "Painted Lady" έχει λευκά άνθη με κόκκινα στίγματα. Οι "White Dutch "Runner", " White Holland" και "Case Knife1" έχουν άσπρα λουλούδια και άσπρους σπόρους. Οι 'Butler' και Polestar' είναι νέες μη αναρριχώμενες ποικιλίες με πολύ μακριούς λοβούς (30,5 εκατ.) και οι 'Hammond's Dwarf και 'Pickwick

Dwarf είναι μη αναρριχώμενες ποικιλίες που ωριμάζουν 2-3 εβδομάδες νωρίτερα από τις συνήθεις ποικιλίες (www.floridata.com).

Οι εκτιμήσεις του συντελεστή κληρονομικότητας για απόδοση σε σπόρο βρέθηκε, όπως είναι αναμενόμενο, να διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με το γενετικό υλικό (Welsh, 1995). Οι Singh *et al.*, 1999 αναφέρουν τιμές του συντελεστή κληρονομικότητας από 0.32 και 0.34 για το χαρακτηριστικό της απόδοσης ενώ για το βάρος των 100 σπόρων τιμές από 0.75 έως 0.86. Οι Singh *et al.*, (1999) επέλεξαν με επιτυχία για υψηλή απόδοση σε γενοτύπους που προέκυψαν από διασταύρωση Κεντροαμερικάνικων πληθυσμών με πληθυσμούς των Άνδεων. Οι πληθυσμοί αυτοί είχαν αναπτυχθεί με κυκλική επαναλαμβανόμενη επιλογή. Στη διαδικασία της επαναλαμβανόμενης κυκλικής επιλογής, κριτήριο ήταν οι γενότυποι με τη μέγιστη έκφραση πολύτιμων χαρακτηριστικών σε συνδυασμό με το μέγιστο αριθμό επιθυμητών γνωρισμάτων για κάθε κύκλο βελτίωσης.

Ο Gisela *et al.*, (1994) ασχολήθηκαν με την εύρεση της γενετικής περιοχής που ελέγχει την ανθεκτικότητα σε υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια των ευαίσθητων περιόδων ανάπτυξης, γεγονός που θα μπορούσε να οδηγήσει σε αύξηση της παραγωγής κάτω από συνθήκες στρες λόγω ζέστης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ γενοτύπου-περιβάλλοντος, αλλά τα φυτά παρουσίασαν μεγαλύτερη αντοχή ως προς τη πτώση των οφθαλμών, όταν επικρατούσαν υψηλές θερμοκρασίες. Η ικανότητα διατήρησης των οφθαλμών οφείλονταν πιθανώς σε κάποια αλληλουχία ή στον πλειοτροπισμό κάποιου μεμονωμένου γονιδίου που καθορίζει την έκφραση αυτού του χαρακτηριστικού.

Οι J.S. Beaver and J Kelly, (1994) ακολούθησαν δύο μεθόδους επιλογής με σκοπό τη δημιουργία νέων υψηλοαποδοτικών ποικιλιών προσαρμοσμένων σε τοπικές συνθήκες. Κατά τη πρώτη μέθοδο

επαναεπιλογής, αυτή έγινε στην F₂, ενώ η δεύτερη στην F₅. Η επαναεπιλογή στην F₅ έδωσε περισσότερους πληθυσμούς με μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο σε σχέση με τις ήδη υπάρχουσες ποικιλίες. Αυτό οφείλεται στην μεγαλύτερη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου που είχαν στη διάθεση τους οι ποικιλίες αυτές, καθώς και στις περισσότερες ημέρες για τη φυσιολογική ωρίμανση. Η ικανότητα της επαναεπιλογής επιβροηθά την συσσώρευση επιθυμητών αλληλόμορφων τα οποία εκφράζουν ποσοτικά χαρακτηριστικά και είναι κατάλληλη σε θερμές (τροπικές) περιοχές όπου 3 γενεές φασολιού μπορούν να αναπτυχθούν σε ένα χρόνο. Η ετέρωση επηρεάζει την επιλογή τις πρώτες γενιές και μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό διαφορών μεταξύ των πληθυσμών όταν γίνεται έλεγχος στις αρχικές γενιές. Η διαδικασία της επαναεπιλογής ευνοείται στην περίπτωση της έλλειψης γενετικής σύνδεσης μεταξύ μεγέθους σπόρου και αρχιτεκτονικής φυτού.

Οι **Urrea and Singh, 1995** διαπίστωσαν ότι η επιλογή σε F₂ οικογένειες ήταν υπέρτερη της καταγωγής από μεμονωμένους σπόρους και της μαζικής μεθόδου επιλογής. Επίσης πρότειναν την επιλογή για απόδοση στις πρώτες γενεές σε διαφυλετικούς και ενδοφυλετικούς πληθυσμούς ενώ η σύγκριση της ταυτόχρονης επαναδιασταύρωσης με την κλασική επαναδιασταύρωση έδωσε αποτελέσματα που έδειχναν την υπεροχή της πρώτης.

Οι **Anderson et al., (1996)** ασχολήθηκαν με την αναδιασταύρωση ανάμεσα *P. vulgaris* x *P. accutifolius* με σκοπό τη διατήρηση γενετικού υλικού. Το *P. coccineus* έχει χρησιμοποιηθεί περισσότερο σε διασταυρώσεις με το *P. vulgaris* για αύξηση της ανεκτικότητας σε χαμηλές θερμοκρασίες, της αντοχής στην σηψηριζία καθώς και στον ιό του κίτρινου μωσαικού του φασολιού.

Οι **Kelly et al., (1998)** πρότειναν την εφαρμογή ενός προγράμματος βελτίωσης το οποίο βασιζόταν στην τριγωνική πυραμίδα, κατά το οποίο

δίνεται έμφαση στην αύξηση της απόδοσης και λαμβάνει υπόψη την αξιοποίηση της γενετικής παραλλακτικότητας. Σε κάθε επίπεδο της πυραμίδας γίνεται διαφορετική προσέγγιση ενώ στην κορυφή της αξιοποιούνται οι διασταυρώσεις μεταξύ των καλύτερων ποικιλιών. Στο σύστημα αυτό διασταυρώνονται γονείς με τη μέγιστη παραλλακτικότητα, δηλαδή προτείνονται διασταυρώσεις μεταξύ γονιδιακών αποθεμάτων και μεταξύ ποικιλιών της ίδιας εμπορικής κλάσης. Στη βάση της πυραμίδας δεν υπάρχει κανένας περιορισμός όσον αφορά τον τύπο των ποικιλιών. Γίνεται βελτίωση με σκοπό την εισαγωγή χαρακτηριστικών από άγριο ή διαειδικό πληθυσμό. Ακολουθεί επαναλαμβανόμενη επιλογή, επιλογή στο στάδιο του γαμέτη, ταυτόχρονη επαναδιασταύρωση. Στη μέση της πυραμίδας δεν υπάρχει κανένας περιορισμός στον συνδυασμό μεταξύ εμπορικών κλάσεων, τύπο ανάπτυξης και ωρίμανσης. Μπορούν να συμβούν διαφυλετικές διασταυρώσεις, γενεαλογική βελτίωση και επαναδιασταύρωση. Στην κορυφή της πυραμίδας γίνονται διασταυρώσεις μεταξύ εκλεκτών ποικιλιών και οι οποίες περιορίζονται στην ίδια εμπορική κλάση, έχουν τον ίδιο τύπο ανάπτυξης και τον ίδιο χρόνο ωρίμανσης. Στο σημείο αυτό, η μέθοδος που ακολουθείται συνήθως είναι η καταγωγή από μεμονωμένο σπόρο.

Οι **Kolkman and Kelly, (2000)** μελέτησαν εάν ο εστέρας του οξαλικού οξέος, ως πρωτεύον παθογόνος παράγοντας της σκληρωτινίας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο έμμεσης επιλογής για ανθεκτικότητα στην ασθένεια. Αξιολόγησαν 27 γενότυπους ως προς τον δείκτη DSI στην σκληρωτινίαση, ο οποίος βρέθηκε αρνητικά συσχετισμένος με την απόδοση. Οι ίδιοι κατέληξαν ότι ο έλεγχος του εστέρα του οξαλικού οξέος είναι κριτήριο χρήσιμο για τον προσδιορισμό της ανθεκτικότητας και μπορεί να αξιοποιηθεί για την αξιολόγηση μεγάλου αριθμού σειρών σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Οι **De Lange and Labuschagne, (2000)** αξιολόγησαν 6 ποικιλίες φασολιού με λευκό σπόρο σε 11 περιβάλλοντα, για να αποτιμήσουν παραμέτρους ποιότητας και να μελετήσουν την αλληλεπίδραση του γενοτύπου με το περιβάλλον. Από τα αποτελέσματα των πειραμάτων τους, προέκυψε ότι οι ποικιλίες διέφεραν σημαντικά μεταξύ των περιοχών για 8 μελετηθέντα χαρακτηριστικά. Σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ γενοτύπου και περιβάλλοντος βρέθηκαν για την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, το μέγεθος του σπόρου, τη μάζα μουλιασμένων φασολιών, την οπτική εμφάνιση, το σκίσιμο, την υφή και την απόδοση. Χαμηλή γραμμική συσχέτιση αποδεικνύει ότι καμία παράμετρος από μόνη της δεν μπορεί να ερμηνεύσει την παραλλακτικότητα για την απόδοση και τα χαρακτηριστικά ποιότητας. Οι αλληλεπιδράσεις γενοτύπου με το περιβάλλον είναι αυτές που επηρεάζουν περισσότερο την ποιότητα.

Οι **Shirtliffe and Johnson, (2002)** μελέτησαν τη σχέση μεταξύ πυκνότητας και απόδοσης σε δυο νάνες ποικιλίες φασολιού με στόχο την εκτίμηση του άριστου για καλλιέργεια πληθυσμού φυτών. Στις περισσότερες περιοχές, η σχέση απόδοσης-πυκνότητας, ήταν ασυμπτωτική και δεν μπορούσε να καθοριστεί η άριστη πυκνότητα φυτών για μέγιστη απόδοση. Στην συγκεκριμένη μελέτη η αύξηση του αριθμού των φυτών δεν επηρέασε το βάρος 1000 σπόρων ενώ ήταν μεγαλύτερος ο αριθμός των σπόρων που παράγονταν ανά m².

Οι **Perin et al., (2002)** μελέτησαν την επίδραση του μεγέθους του σπόρου στην ανάπτυξη, στη συσσώρευση θρεπτικών και στην απόδοση σε 3 ποικιλίες φασολιού με δυο διαφορετικά μεγέθη σπόρου (μεγάλο και μικρό). Οι μεγάλοι σπόροι αύξησαν το ύψος των φυτών, το δείκτη φυλλικής επιφάνειας και τη βιομάζα των βλαστών και των ριζών. Τα φυτά που προήλθαν από μεγάλους σπόρους συσσώρευσαν περισσότερο N και K στους βλαστούς και στις ρίζες.

Ανεκτικές ποικιλίες σε χαμηλής γονιμότητας εδάφη (LF) μπορούν να υποστηρίξουν αειφορικά συστήματα καλλιέργειας, να μειώσουν το κόστος παραγωγής και την εξάρτηση των παραγωγών από τα λιπάσματα. Οι **Singh et al., (2003)** προσπάθησαν να αναγνωρίσουν ντόπιες ποικιλίες αλλά και βελτιωμένους γενοτύπους φασολιού ανεκτικούς σε χαμηλής γονιμότητας εδάφη. Αξιολόγησαν 5000 με 5500 ντόπιες ποικιλίες σε δυο περιοχές της Κολομβίας, (Popayan και Quilichao) μεταξύ των ετών 1978 και 1998. Η μέση τιμή του δείκτη καταπόνησης από χαμηλής γονιμότητας εδάφη LF μεταξύ των περιοχών για απόδοση κυμάνθηκε από 0.35-0.68. Η απόδοση, η βιομάζα και ο δείκτης συγκομιδής σχετίστηκαν θετικά σε εδάφη LF και σε εδάφη HF. Σε 14 γενοτύπους και 8 ντόπιες ποικιλίες της κεντρικής Αμερικής (MA) παρατηρήθηκε ανεκτικότητα σε χαμηλής γονιμότητας εδάφη LF. Σε εδάφη LF η μέση απόδοση κυμάνθηκε από 856 Kg ha⁻¹ έως 332 Kg ha⁻¹, δηλαδή μειώθηκε από 31% έως 63%. Η χρήση αυτών των ντόπιων ποικιλιών και βελτιωμένων γενοτύπων ανεκτικών σε LF εδάφη, θα μπορούσε να αυξηθεί με ερευνητικά προγράμματα βελτίωσης που έχουν ως σκοπό την αύξηση της απόδοσης στα ολοκληρωμένα συστήματα καλλιέργειας.

Ο **Mekbib, (2003)** μελέτησε 21 γενοτύπους φασολιού που αντιπροσώπευαν τρεις τύπους ανάπτυξης (7 από κάθε τύπο), για να καθορίσει τη σταθερότητα της απόδοσης σε 3 περιοχές και για 3 χρόνια. Οι γενοτύποι διέφεραν σημαντικά στην απόδοση και στην παραγωγική σταθερότητα ή την αλληλεπίδραση γενοτύπου με το περιβάλλον. Οι περισσότεροι από τους υψηλοαποδοτικούς γενοτύπους ήταν σταθεροί. Από τους 21 γενοτύπους, οι 11 επιλέχθηκαν για την υψηλή τους απόδοση και τη σταθερότητα. Γενικά γενοτύποι με τύπο ανάπτυξης III και I φάνηκε να είναι οι περισσότεροι σταθεροί. Επίσης σε μελέτη για την προσαρμοστικότητα και σταθερότητα 18 ποικιλιών φασολιού, σε 23 περιβάλλοντα στη Βραζιλία, οι **Morales Carbonell et al., (2004)** κατέληξαν

στο συμπέρασμα ότι οι πιο σταθερές ποικιλίες ήταν αυτές με την υψηλότερη απόδοση.

Ο **Gomez O. (2004)**, μελέτησε την εξέλιξη και ανάπτυξη του κοινού φασολιού στη Νικαράγουα, όπου η καλλιέργεια του φασολιού αποτελεί τη σημαντικότερη επιλογή για την κατηγορία των μικροκαλλιεργητών. Πολλές τοπικές ποικιλίες έχουν μπει σε βελτιωτικά προγράμματα στη συγκεκριμένη περιοχή με σκοπό τη δημιουργία νέων βελτιωμένων ποικιλιών και την απόκτηση περισσότερων γνώσεων σχετικά με την προσαρμοστικότητα τους, τα φυσιολογικά και τα μοριακά τους χαρακτηριστικά καθώς και σχετικά με τη διασπορά τους, τη γενετική παραλλακτικότητα και πως έχει αυτή αλλάξει με τη πάροδο των ετών. Ο κύριος σκοπός της εργασίας, ήταν η μελέτη της παραγωγής και απόδοσης των καλλιεργούμενων και των βελτιωμένων ποικιλιών, ο καθορισμός της παραλλακτικότητας ως προς την προσαρμογή τους σε ποικίλα περιβάλλοντα, ώστε να βρεθεί το είδος της γενετικής παραλλακτικότητας και να καταγραφούν όλες οι αλλαγές, σε καλλιέργειες *ex situ*. Το φυτικό υλικό αποτελούνταν από σειρές κόκκινων σπόρων, από σειρές που παραμένουν *ex situ* σε τράπεζες γονιδίων και από δύο βελτιωμένες ποικιλίες. Η μοριακή και η φαινοτυπική αξιολόγηση του φυτικού υλικού έγινε σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Οι τοπικές σειρές απέδωσαν λιγότερο από τις βελτιωμένες ποικιλίες στις περιοχές με φτωχές και μη ιδανικές περιβαλλοντικές συνθήκες, αλλά αποδίδουν σχεδόν το ίδιο σε άλλες περιοχές. Μια βελτιωμένη ποικιλία (**INTA-Masatepe**) και δυο σειρές (**V16 & V29**) έδειξαν πολύ μεγάλη σταθερότητα στην παραγωγή. Οι σειρές διαφοροποιούνται ως προς την παραλλακτικότητα εντός των πληθυσμών ενώ αυτή παρουσιάζεται μεγάλη και μεταξύ των πληθυσμών. Σε γενικά χαρακτηριστικά προσαρμοστικότητας, οι πληθυσμοί *ex situ* και *in situ* δε διέφεραν μεταξύ τους αλλά διέφεραν σε μοριακό επίπεδο. Οι πρώτοι πληθυσμοί, είχαν μικρότερη γενετική παραλλακτικότητα σε σχέση με τους

δεύτερους. Το μοναδικό πρόβλημα των μη βελτιωμένων ποικιλιών το οποίο προκαλούσε και μείωση στην παραγωγή, ήταν η ευαισθησία αυτών των σειρών σε στρες που προκαλούνται από βιοτικούς παράγοντες.

Οι **Ngatia et al., (2004)** σε πρόσφατη μελέτη, προσπάθησαν να καθορίσουν τη επίδραση των δόσεων και του χρόνου εφαρμογής γιβερριλικού οξέως (GA3) στην ανάπτυξη και στα συστατικά της απόδοσης, σε ποικιλίες κοινού φασολιού. Αυτοί ψέκασαν γιβερριλικό οξύ (GA3) σε δόσεις 0, 2.5, 5.0 και 7.5 mg l⁻¹ ολόκληρο το φυτό στις 7, 14 και 28 μέρες μετά το φύτευμα. Οι επιδράσεις της GA3 στην ανάπτυξη, απόδοση και συστατικά απόδοσης ήταν σημαντικές αυξάνοντας το ύψος του φυτού, το δείκτη φυλικής επιφάνειας, τις ρίζες, τα φύλλα και τη συνολική ξηρά βιομάζα. Επίσης αύξησε την απόδοση ανά φυτό, τους λοβούς ανά φυτό και το βάρος 100 σπόρων. Οι προαναφερόμενοι ερευνητές μέτρησαν αποδόσεις από 1854 Kg ha⁻¹ έως 5890 Kg ha⁻¹ όταν την ίδια στιγμή οι μέσες αποδόσεις στην Κένυα είναι 500 Kg ha⁻¹. Τις καλύτερες επιδράσεις είχε η μεταχείριση 5.0 mg l⁻¹ GA3 στις 14 μέρες μετά το φύτευμα.

Η συνεχής βελτίωση με σκοπό την αύξηση της παραγωγικότητας αλλά και της προσαρμοστικότητας του φασολιού είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της γενετικής παραλλακτικότητας μέσω της διασποράς των ποικιλιών από τα κέντρα καταγωγής σε άλλες περιοχές και της συνεχούς επιλογής (**Gepts, 2004**).

Το φασόλι έχει εξελιχθεί από εξαιρετικά ακαθόριστη, αναρριχώμενης ανάπτυξης σε καθορισμένης νάνας ανάπτυξης, από ευαίσθητο φυτό στη μακρά φωτοπερίοδο σε αντίστοιχο ουδέτερης αντίδρασης, από μικρόσπερμο σε μεγαλόσπερμο, από τύπο με λήθαργο σπόρου και στεγανότητα στην περατότητα νερού του περισπερμίου, σε έλλειψη λήθαργου και με περισπέρμιο διαπερατό στο νερό, από εξαιρετικά ινώδη λοβό και θρυμματιστό σε αντίστοιχο λοβό χωρίς ίνες και

αθρυμμάτιστο (Gepts and Debouck, 1991; Smartt, 1988; από Gepts *et al.*, 1986).

2. 4. 3. Μοριακή Βελτίωση

Τη στιγμή που το μοντέλο του Donald (1968) περιλάμβανε μόνο μορφολογικά χαρακτηριστικά, ο Rasmusson (1987) πρότεινε τη διεύρυνση του ορισμού αυτού μέσω της μελέτης των φυσιολογικών βιοχημικών και φαινολογικών χαρακτηριστικών. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιώντας μοριακούς δείκτες που σχετίζονται με περιοχές ποσοτικών χαρακτηριστικών (QTLs), δόθηκε η δυνατότητα στους βελτιωτές να εκτιμήσουν τα χαρακτηριστικά ανεξάρτητα από τις επιδράσεις του περιβάλλοντος. Ο Stuber *et al.*, (1982) απέδειξε ότι τα φυτά που επιλέχθηκαν με βάση τη χρήση μοριακών δεικτών μπορούν να μεταβάλλουν τα ποσοτικά χαρακτηριστικά με σκοπό την αύξηση της παραγωγής όταν η επιλογή γίνεται σε συγκεκριμένη περιοχή ισοενζύμων.

Στο είδος *P.coccineus* εντοπίστηκαν σιστρόνια (τιμήματα του DNA) τόσο στον πυρήνα όσο και σε μικροδορυφορικές περιοχές από τα χρωμοσωμικά ζευγάρια I και V χρησιμοποιώντας ισότοπα υδρογόνου με rRNA. Αυτές τις μελέτες με πολυταινικά χρωμοσώματα, έδειξαν την δυνατότητα *in situ* υβριδισμών για τη δημιουργία χρωμοσωμικού χάρτη (Ananzi *et al.*, 1972).

Τα μεγαλογονίδια ή αλλιώς γονιδιακές θέσεις ποσοτικών χαρακτηριστικών (QTLs), συνδέθηκαν αργότερα με χαρακτηριστικά εξημέρωσης του κοινού φασολιού, έχουν αναγνωρισθεί και χαρτογραφηθεί (Freyre *et al.*, 1998; Gu *et al.*, 1998; Koinange *et al.*, 1996). Η εξημέρωση συνοδεύτηκε από τη μείωση του αριθμού των διακλαδώσεων και των φύλλων, ενώ η διάμετρος του στελέχους και το μέγεθος των φύλλων αυξήθηκαν.

Επίσης η ανάπτυξη φυτών σε πυκνή σπορά επέτρεψε κατά τους **Hamblin and Evans (1976)** πολύ πιο αξιόπιστη πρόβλεψη για το δυναμικό διασταύρωσης των ατόμων, δηλαδή την επιτυχημένη επιλογή γονέων σε σχέση με την καλλιέργεια των φυτών σε μεγάλες αποστάσεις.

Παρόλο που είναι πολύ σημαντική η κυτογενετική μελέτη από πολλούς συγγραφείς (**Thomas, 1973; Green et al., 1980; Almeda και Chuang, 1992**) οι περισσότερες έρευνες έχουν περιοριστεί σε οικονομικά σημαντικά είδη, αγνοώντας το δυναμικό των άγριων ειδών και ασχολούνται μόνο με τα καλλιεργούμενα όπως το *Phaseolus*. Οι πρώτες αναφορές για το χρωμοσωμικό αριθμό του γένους *Phaseolus* έγιναν το 1925, από τον **Karpetschenko**, ο οποίος παρατήρησε $2n=22$ χρωμοσώματα για τα *P.vulgaris*, *P.coccineus*, *P.acutigolius*, *P.lunatus*. Από τότε μεγάλος αριθμός κυτογενετικών μελετών έχει επικεντρωθεί στον προσδιορισμό του χρωμοσωμικού αριθμού επαληθεύοντας τον βασικό χρωμοσωμικό αριθμό $x=11$ (**Mercado-Ruaro και Delgado-Salinas, 1996**). Το περιεχόμενο του πυρήνα σε DNA για το είδος *P.coccineus* είναι 3,5 pg (**Ayonoadu, 1974**) και για το είδος *P.vulgaris* είναι 1,98 pg (**Castagnaro et al., 1990**). Οι διαφορές αυτές πιθανώς οφείλονται στο γενετικό υλικό, στη διαφορετική μεθοδολογία και στα τυχόν σφάλματα της τεχνικής. Από μελέτες βρέθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ βάρους του σπόρου και περιεχομένου του πυρήνα σε DNA. Επίσης βρέθηκε ότι οι ποικιλίες με υψηλό περιεχόμενο DNA στον πυρήνα προσαρμόζονται καλύτερα σε κρύες και εύκρατες περιοχές, σε αντίθεση με τις ποικιλίες που έχουν μικρότερη ποσότητα DNA στον πυρήνα τους όπου προσαρμόζονται κυρίως σε θερμά, ξηρά περιβάλλοντα (**Castagnaro et al., 1990**).

Οι μοριακές δείκτες έχουν χρησιμοποιηθεί στο φασόλι, για να συνδέσουν θέσεις ποσοτικών χαρακτηριστικών QTLs για αντοχή σε διάφορες ασθένειες όπως η βακτηριακή σήψη (**Yu et al., 1998**), ο ιός του κίτρινου μωσαικού (**Urrea et al., 1996**) καθώς και ανεκτικότητα στην

ξηρασία (**Schneider et al., 1997**). Επίσης έχουν εντοπισθεί γονίδια αντοχής στον άνθρακα (**Kelly, 1997**) και τη σκωρίωση (**Jung et al., 1996**).

Το φασόλι εάν αναπτύσσεται σε περιοχές όπου επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής τους φάσης, μειώνονται οι αποδόσεις. Η ζημιά από υψηλές θερμοκρασίες προκαλείται κυρίως κατά τη διάρκεια του σχηματισμού των ανθικών αφθαλμών και του γεμίσματος του λοβού. Οι **G.C. Shonnard and Gepts (1994)** ερεύνησαν από γενετικής άποψης την αντοχή στον καύσωνα κατά το στάδιο της αναπαραγωγής και η ζημιά εκτιμήθηκε καταγράφοντας τα χαρακτηριστικά της πτώσης των οφθαλμών και του μειωμένου γεμίσματος των λοβών. Για κάθε χαρακτηριστικό χρησιμοποιήθηκαν 2 ανθεκτικοί και 2 ευαίσθητοι γενότυποι και διασταυρώθηκαν σε όλους τους δυνατούς συνδυασμούς και ακολούθησε αναδιασταύρωση (BC). Η εκτίμηση της ανεκτικότητας έγινε σε δύο περιοχές και κάτω από συνθήκες καύσωνα. Η αλληλεπίδραση γενότυπου-περιβάλλοντος ήταν εμφανής και στα δύο χαρακτηριστικά ενώ ο έλεγχος των απογόνων F_1 , F_2 και των μαρτύρων αποκάλυψε έντονη παραλλακτικότητα ως τα παραπάνω χαρακτηριστικά, γεγονός το οποίο υποδηλώνει ποσοτική κληρονομικότητα. Οι γενεολογικές αναλύσεις των μέσων όρων απέδειξαν ότι η αθροιστική γενετική επίδραση ήταν ιδιαίτερα σημαντική όσον αφορά την πτώση των οφθαλμών γεγονός το οποίο οφείλεται είτε στη σύνδεση είτε σε πλειοτροπισμό και λιγότερο σημαντική όσον αφορά την αντοχή στον καύσωνα. Η ανάλυση επίσης επεξήγησε την αλληλεπίδραση κυτοπλάσματος με πυρηνικά γονίδια. Με τη μελέτη αυτή υποδηλώνεται ότι το κέρδος από επιλογή για τη βελτίωση της αντοχής στον καύσωνα θα μπορούσε να συμβεί και για τα δύο χαρακτηριστικά.

Οι **Beebe et al., (1995)** προσπάθησαν να εκτιμήσουν την γενετική παραλλακτικότητα ανάμεσα σε σειρές κοινού φασολιού από τη Κεντρική Αμερική, τα οποία επιλέχθηκαν για αντοχή στον ιό BGMV. Η γενετική

απόσταση, η οποία βασίζεται στην παρουσία ή απουσία πολυμορφισμών με τη χρήση δεικτών RAPD, εκτιμήθηκε ανάμεσα σε 76 σειρές καλλιεργούμενων ποικιλιών κόκκινων και μαύρων φασολιών. Χρησιμοποίησαν επίσης τους συντελεστές καταγωγής για την εκτίμηση των σχέσεων μεταξύ επιλεγμένων και μη, καθαρών σειρών. Το πολυδιάστατο κλιμακωτό σχέδιο έδειξε ότι τα κόκκινα και τα μαύρα φασόλια ταξινομούνται σε διαφορετικές ομάδες χωρίς καμία επικάλυψη. Ο μέσος όρος της παραλλακτικότητας απεδείκνυε ότι η επιλογή για ανθεκτικότητα, είχε μειώσει τη γενετική παραλλακτικότητα τόσο στα κόκκινα όσο στα μαύρα φασόλια. Οι επιλεγμένες σειρές έδειξαν μεγαλύτερο συντελεστή καταγωγής και στα δύο είδη φασολιών, αποδεικνύοντας τις στενές γενετικές σχέσεις και την μικρή παραλλακτικότητα.

Σημαντική πρόοδο έχει επιδείξει και η χρήση της ιστοκαλλιέργειας με σκοπό την αναγέννηση φυτών από κύτταρα και ιστούς καθώς και τη μεταφορά γονιδίων με αποτέλεσμα τη δημιουργία διαγονιδιακών φυτών. Παρόλα αυτά η επιτυχία της ιστοκαλλιέργειας είναι περιορισμένη καθώς απαιτείται σωστή επιλογή γενοτύπων, καλή φυσική κατάσταση του φυτού δότη δηλαδή υγιείς και νεαρούς ιστούς και ιδανικές συνθήκες καλλιέργειας (Kim and Minamikawa, 1997).

Οι Souza *et al.*, (1998) χρησιμοποίησαν μοριακούς δείκτες για την εκτίμηση της επίδρασης του αζώτου στη φαινοτυπική έκφραση μιας περιοχής QTL η οποία ελέγχει τον αριθμό των κόμπων *Rhizobium* και την ανθεκτικότητα στο *Xanthomonas axonopoli* s. *Phaseoli*. Σειρές που προήλθαν από τη διασταύρωση δύο ποικιλιών BAT-93 X Jalo EEP558, οι οποίες μεγάλωσαν σε θερμοκήπιο με παρουσία ή απουσία (5mM NH₄NO₃) αζώτου. Η ανθεκτικότητα στο *Xanthomonas* προσδιορίστηκε από τον βαθμό προσβολής της φυλλικής επιφάνειας και ο αριθμός των κόμπων παρατηρήθηκε και μετρήθηκε οπτικά. Η ανάλυση της παραλλακτικότητας

χρησιμοποιήθηκε για να ανιχνεύσει σημαντικές συνδέσεις μεταξύ 85 δεικτών από 12 συνδεόμενες ομάδες (linkage group-LG) με ποσοτικά χαρακτηριστικά. Σε απουσία αζώτου 15 και 11 δείκτες διασκορπίστηκαν πάνω σε 7 και 5 LG, δείχνοντας σημαντική συσχέτιση με την εμφάνιση κόμπων *Rhizobium* και τη προσβολή από *Xanthomonas*. Σε παρουσία αζώτου υπήρχαν μόνο 5 LG και 8 LG για το *Rhizobium* και *Xanthomonas* αντίστοιχα, γεγονός το οποίο εξηγούσε μόνο το 28% και 26% της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας. Η σταθεροποίηση αυτών των QTL μπορεί αργότερα να συσχετισθεί με τη δημιουργία νέων ποικιλιών οι οποίες θα παρουσιάζουν προσαρμοστικότητα σε εδάφη ποικίλης γονιμότητας.

Ο ιός του χρυσού μωσαϊκού (**Goodman and Bird, 1978**) αποτελούσε μια καινούρια απειλή για το κοινό φασόλι στην περιοχή της Βραζιλίας (**Costa, 1965**) στην Καραϊβική (**Bird et al., 1973**) και την Κεντρική Αμερική (**Galvez and Gardenas, 1980**) κατά τη δεκαετία του '60 και του '70. Οι **Singh et al., (2000)**, διαπίστωσαν ότι γονίδια από διαφορετικές φυλές μπορούν να αυξήσουν την ανθεκτικότητα στον ιό και να μειώσουν την επίδραση των φαρμάκων. Σκοπός της έρευνας ήταν να συγκριθούν γενότυποι τόσο εντός κάθε πληθυσμού όσο και μεταξύ των πληθυσμών, οι οποίοι παρουσίαζαν ανθεκτικότητα στον ιό. Επιπλέον προσπάθησαν να επιβεβαιώσουν την ανθεκτικότητα με τη χρήση μοριακών δεικτών και να συγκρίνουν την ανθεκτικότητα απέναντι στον ιό με την ανθεκτικότητα σε άλλες ασθένειες. Χρησιμοποιήθηκε ένας ενδοφυλετικός πληθυσμός και τέσσερις διαφυλετικοί οι οποίοι αναπτύχθηκαν στο CIAT. Τα φυτά της F₂ συγκεντρώθηκαν μαζί από κάθε πληθυσμό και η F₃ γενεά σπάρθηκε στο χωράφι. Όλα τα φυτά της F₃ προσβλήθηκαν από το βακτήριο *Xanthomonas Campestris* pv. *phaseoli* και εμφανίστηκε κηλίδωση στα φύλλα η οποία προκλήθηκε από το *Phaeoisariopsis griseola*. Η επιλογή ατομικών φυτών έγινε στην F₃ και F₄. Τα φυτά της F_{4:5} συγκομίστηκαν όλα μαζί και ελέγχθηκαν ως προς τις προσβολές για όλες τις ασθένειες. Μερικοί από τους γενότυπους

μελετήθηκαν με δείκτες RAPD και SCAR για το QTL το οποίο συνδέεται με την ανθεκτικότητα στον ιό. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι κανένας γενότυπος από τον ενδοφυλετικό πληθυσμό δεν ήταν ανθεκτικός στον ιό. Οι δύο πληθυσμοί έδωσαν 5 γενότυπους με αρκετά μεγάλη ανθεκτικότητα και οι άλλοι δύο έδωσαν γενότυπους με μεσαία ανθεκτικότητα. Όλοι οι γενότυποι είχαν το *bgt-1* γονίδιο για ανθεκτικότητα ιό. Η περαιτέρω έρευνα των διαφυλετικών πληθυσμών με τη χρήση μοριακών δεικτών για την εξήγηση της ανθεκτικότητας μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία νέων βελτιωμένων ποικιλιών.

Καθώς το κοινό φασόλι έχει από τα μικρότερα γενώματα μεταξύ των καλλιεργούμενων φυτών έχουν γίνει μεγάλες προσπάθειες μελέτης και χαρτογράφηση τους με τη χρήση μοριακών δεικτών RAPD και RLFP. Χάρτες που χρησιμοποιούν δείκτες RLFP έχουν δημιουργηθεί στο University of Florida (Yu *et al.*, 1998), στο University of California (Gepts *et al.*, 1993), ενώ οι δείκτες RAPD εφαρμόστηκαν από το US στο Orsay-of Paris (Blondon *et al.*, 1994b).

Η οπτική επιλογή ατομικών φυτών της F₂ με σκοπό την αύξηση της απόδοσης, και προγονικών σειρών της F₃ (Patino and Singh, 1989), επιδρούσε θετικά στην παραγωγή και τα συστατικά που την επηρεάζουν, η οποία αποτελεί και το σημαντικότερο κριτήριο επιλογής (Nienhuis and Singh, 1988b). Οι Singh *et al.*, (1990) θεώρησαν ότι η ταυτοποίηση υψηλοαποδοτικών πληθυσμών κοινού φασολιού, θα μπορούσε να βοηθήσει στην εξάλειψη φτωχών πληθυσμών, να εξασφαλιστούν επαρκή δείγματα υποσχόμενων πληθυσμών και να εξοικονομηθούν πηγές γενετικού υλικού. Το αντικείμενο της μελέτης ήταν να καθοριστεί η αξία της παραγωγής εξετάζοντας 33 F₂ πληθυσμούς ως προς την απόδοση. Χρησιμοποίησαν εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο με δύο επαναλήψεις σε τρεις περιοχές στην Κολομβία κατά τη διάρκεια τριών εποχών καθώς και 3 ποικιλίες-μάρτυρες. Από τους 33 πληθυσμούς, οι 13 προέκυψαν από απλές

διασταυρώσεις, οι 7 από διπλές, οι 4 από τριπλές και οι 9 από πολλαπλές. Εξετάστηκε η παραγωγή, το βάρος των σπόρων, η ωριμότητα, η συστροφή των φύλλων και η προσβολή από το κοινό βακτήριο. Διαφορές παρατηρήθηκαν ανάμεσα στους πληθυσμούς και για όλα τα χαρακτηριστικά. Η επίδραση της περιοχής ήταν σημαντική για τα χαρακτηριστικά, απόδοση, βάρος των σπόρων και ωριμότητα. Θετική συσχέτιση ανιχνεύθηκε για την απόδοση μεταξύ της F₂ και F₃, F₂ και F₄, F₃ και F₄, που εγκαταστάθηκαν στην πρώτη περιοχή. Όλες οι τιμές ήταν θετικές για την δεύτερη περιοχή εκτός από την απόδοση μεταξύ F₂ και F₄. Καμία συσχέτιση δε βρέθηκε μεταξύ των πληθυσμών της τρίτης περιοχής εγκατάστασης του πειράματος. Η κληρονομικότητα η οποία μετρήθηκε υπολογίσθηκε σε 0,29 για την απόδοση, 0,61 για το βάρος των σπόρων και 0,47 για την ωριμότητα. Το προβλεπόμενο όφελος από την επιλογή όσον αφορά την απόδοση στην F₂ γενεά ήταν 6,1%, για την F₃ 5,6% και 5,1% για την F₄. Με τον τρόπο αυτό, δίνεται δυνατότητα επιλογής φυτών πολύ σύντομα, με πολύ καλές αποδόσεις και βελτιωμένα αγροκομικά χαρακτηριστικά.

Οι **Singh et al., (1999)** επέλεξαν με επιτυχία για υψηλή απόδοση γενότυπους που προέκυψαν από τη διασταύρωση Κεντροαμερικάνικων πληθυσμών με πληθυσμούς των Άνδεων. Οι πληθυσμοί αυτοί είχαν αναπτυχθεί με κυκλική επαναλαμβανόμενη επιλογή. Στη διαδικασία της επαναλαμβανόμενης κυκλικής επιλογής, κριτήριο ήταν οι γενότυποι με τη μέγιστη έκφραση πολύτιμων χαρακτηριστικών σε συνδυασμό με τον μέγιστο αριθμό επιθυμητών γνωρισμάτων για κάθε κύκλο βελτίωσης. Για τον σκοπό αυτό οι **Singh and Grafton (2000), Kelly et al., (1998)** περιέγραψαν διάφορους τρόπους βελτίωσης του φασολιού. Συνεπώς οι εμπορικές ποικιλίες, οι οποίες χρησιμοποιούνται ως δότες γονιδίων θα πρέπει να είναι καλά προσαρμοσμένες στο περιβάλλον καλλιέργειας τους και κάθε διασταύρωση να γίνεται μόνο μεταξύ υψηλοαποδοτικών δοτών και δεκτών.

Οι **Faleiro et al., (2000)** χρησιμοποίησε 242 άτομα της F₂ που προήλθαν από διασταύρωση δύο ποικιλιών της 'Ouro Negro' και 'US Pinto 111' και προσπάθησαν με τη χρήση δεικτών τύπου RAPDs να συνδέσουν γονίδια για ανθεκτικότητα στη σκωρίαση που προκαλείται από τον μύκητα *Uromyces appendiculatus*. Αποδείχθηκε ότι η ανθεκτικότητα είναι μονογενετικό χαρακτηριστικό, με κυριαρχική όμως δράση. Με την ανθεκτικότητα βρέθηκε ότι συνδέονται δύο δείκτες, ο OX11₆₃₀ και ο OF10_{1,050}. Με αυτούς τους δείκτες υπάρχει δυνατότητα επιλογής ανθεκτικών γενοτύπων.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η έρευνα σχετικά με την ανθεκτικότητα του κοινού φασολιού σε διάφορες ασθένειες. Οι **Koikman and Kelly (2000)** μελέτησαν εάν ο εστέρας του οξαλικού οξέος, ως πρωτεύον παθογόνος παράγοντας της σκληρωτινίασης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο επιλογής για ανθεκτικότητα στην ασθένεια. Αξιολόγησαν 27 γενότυπους ως προς τον δείκτη DSI (Disease severity index) που δηλώνει την ένταση προσβολής στην σκληρωτινίαση, ο οποίος βρέθηκε αρνητικά συσχετισμένος με την απόδοση. Ο έλεγχος του εστέρα αποτελεί κριτήριο προσδιορισμού της ανθεκτικότητας στην προσβολή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση σειρών σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Όταν τα επιθυμητά γονίδια που ελέγχουν σημαντικά γνωρίσματα, βρίσκονται σε διαφορετικούς γονείς-δότες, η διαδικασία της επαναδιασταύρωσης δεν είναι η πλέον αποτελεσματική όπως στις καθαρά μονογονιδιακές θέσεις (**Singh, 2001**). Συνεπώς θα πρέπει να προτιμούνται διασταυρώσεις μεταξύ πολλαπλών γονέων, σε σχέση με έναν μεγάλο αριθμό απλών διασταυρώσεων και επαναδιασταυρώσεων. Οι **Vallejos et al., (1992)** χρησιμοποίησαν 9 πρωτεΐνες σπόρων, 9 ισοένζυμα και 224 RFLPs για την χαρτογράφηση της περιοχής που ελέγχει το χρώμα των σπόρων και το είδος των πρωτεϊνών, για την κατασκευή ενός γενετικού χάρτη του κοινού φασολιού. Ο χαρτογραφούμενος πληθυσμός προέκυψε από την

αναδιασταύρωση προγόνων μεταξύ μιας σειράς από το Μεσοαμερικανικό Κέντρο 'XR-235-1-1' και μιας σειράς από τις Άνδεις 'Calima', από τις οποίες η πρώτη χρησιμοποιήθηκε ως επαναλαμβανόμενος γονέας. Η σειρά 'XR-235-1-1', η οποία περιλαμβάνει και κάποια χρωμοσώματα από το *P. coccineus*, χρησιμοποιήθηκε ως επικονιαστής για την παραγωγή της F₁ γενιάς. Τα παραγόμενα F₁ φυτά γονιμοποίησαν τον επαναλαμβανόμενο γονέα. Οι πατρικοί γενότυποι διέφεραν σε μεγάλο αριθμό μορφολογικών και μοριακών χαρακτηριστικών, όπως το μέγεθος των σπόρων, την ποσοτική ανθεκτικότητα στη βακτηρίωση, τον τύπο της φασεολίνης και των ισοενζύμων. Η περιοχή **P** ελέγχει την ανάπτυξη της χρωστικής ουσίας των περιβλημάτων των σπόρων. Το κυρίαρχο αυτό αλληλόμορφο εμφανίζεται στην ποικιλία Calima (δωρήτης γονέας) και απουσιάζει από την XR-235-1-1. Ο διαχωρισμός σε αυτή την περιοχή έγινε καταγράφοντας την έλλειψη ή την παρουσία χρωματισμού στους σπόρους που συλέχθηκαν από τα ατομικά φυτά της BC₁. Οι μοριακοί δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν έδειξαν τις σχέσεις και την αλληλουχία των διαχωριζόμενων δεικτών. Οι δείκτες διαχωρίστηκαν σε 11 ομάδες καλύπτοντας 960cM του γενώματος του φασολιού. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν 4 ένζυμα περιορισμού τα οποία παρουσίασαν διαφορετική ικανότητα ως προς την αποκάλυψη πολυμορφισμών μεταξύ της Calima και της XR-235-1-1. Ανιχνεύθηκαν 5 πρωτείνες σπόρων σε δύο περιοχές τις *Est2* και *P*. Βρέθηκαν 19 ακόμα περιοχές, οι οποίες ομαδοποιήθηκαν σε 2 ομάδες ανάλογα με τη θέση τους πάνω στο γένωμα, (**C** και **K**). Η τελευταία υποδεικνύει την ύπαρξη ομοζυγωτίας για ένα συγκεκριμένο γονίδιο το *Bng35*, καθώς η εξέταση 4 φυτών από τα οποία έλειπε το *Bng35* ήταν ετεροζυγωτά για μια χρωμοσωμική περιοχή 25 cM.

Οι **Cattan et al., (1998)** απέδειξαν ότι οι μοριακοί δείκτες παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για την ιστορία και τη βιολογία των φυτικών πληθυσμών αλλά δεν απεικόνιζαν με σαφήνεια τα αγρονομικά

χαρακτηριστικά. Αντίθετα η διαδικασία της επιλογής μπορεί να οδηγήσει στην επιλογή των καλύτερων αλληλόμορφων γονιδίων και κατ' επέκταση στους καλύτερους γενότυπους. Με τον τρόπο αυτό αναμένεται υψηλή ομοιότητα μεταξύ γενοτύπων, ισοδύναμης αξίας όπως συμβαίνει με τους βιομηχανικούς τύπους φασολιού. Οι RAPDs δείκτες είναι διασκορπισμένοι σε όλο το γένωμα και η γενετική σύνθεση επηρεάζεται από την ένωση και το υβριδισμό τους πάνω στο γένωμα, γεγονός το οποίο επηρεάζεται από τον βελτιωτή και περιορίζεται στην περιοχή που βρίσκεται κάτω από την ένταση επιλογής. Στις υπόλοιπες θέσεις, η οργάνωση υποβάλλεται στην τυχαία γενετική τάση. Ο ανασυνδυασμός που εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της μείωσης, έχει σχέση με τις ομάδες των δεικτών που υπάρχουν (**Peltier et al., 1994**). Σε ένα τέτοιο σχέδιο ο βελτιωτής έχει στη διάθεσή του μερικά ρυθμιστικά αλληλόμορφα γονίδια που θα μπορούσαν να ανασυνδυαστούν, γεγονός το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε περιορισμό των αναδιοργανωμένων ομάδων δεδομένου ότι ο αριθμός των ανασυνδυασμών σε χρωμοσωμικό επίπεδο, είναι περιορισμένος. Συνεπώς σε κάθε βελτιωτικό πρόγραμμα, ο βελτιωτής μπορεί να κάνει τη δική του οργάνωση ομάδων αλληλόμορφων.

Οι **Metais et al., (2000)** ασχολήθηκαν με την περιγραφή και την ανάλυση της γενετικής παραλλακτικότητας μεταξύ εμπορικών σειρών φασολιού. Εκτιμήθηκε και αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα των δεικτών *RFLP*, *DAMD-PCR*, *ISSR*, *RAPD* ως προς τον πολυμορφισμό και τις σχέσεις μεταξύ 24 εμπορικών σειρών *P. vulgaris*, αφού είχαν χρησιμοποιήσει μικροδορυφόρους για την χαρτογράφηση 23 σειρών. Βασιζόμενοι στις πληροφορίες από την προηγούμενη έρευνα, οι εκκινητές που χρησιμοποιήθηκαν στη διαδικασία, αποτέλεσαν τη βάση για την εφαρμογή της PCR. Διαπιστώθηκε ότι ενώ η *DAMD-PCR*, ήταν ευαίσθητη στην διερεύνηση γενετικής παραλλακτικότητας μεταξύ ειδών και ποικιλιών *P. vulgaris*, μπορεί να είναι περιορισμένη η δυνατότητα της ως

προς την εξεύρεση γενετικής ποικιλομορφίας μεταξύ καλλιεργούμενων σειρών φασολιού, εξαιτίας του μικρού αριθμού των περιοχών που ανιχνεύει. Μόνο ένας από τους πέντε *ISSR* έδωσε επαρκείς ζώνες πολυμορφισμού, γεγονός το οποίο στο σύνολο του, ήταν ανεπαρκές για την διάκριση όλων των διαφορετικών σειρών φασολιού. Οι δείκτες *RAPD* εμφάνισαν τη διαφοροποίηση όλων των γενοτύπων που εξετάστηκαν με τη χρήση 7 εκκινητών. Παράλληλα χρησιμοποιήθηκαν μόνο οι δείκτες *RAPD* και *RFLP* για τη διερεύνηση της γενετικής παραλλακτικότητας μεταξύ των εμπορικών ποικιλιών. Όλες οι αναλύσεις οδήγησαν στην ίδια ομαδοποίηση η οποία ήταν ανάλογη της γεωγραφικής τους καταγωγής (Ευρώπη ή Αμερική), ενώ επίσης υπήρχε δυνατότητα ομαδοποίησης τους και ανάλογα με το δημιουργό-βελτιωτή.

Σε προηγούμενες μελέτες που χρησιμοποίησαν την πρωτεΐνη του σπόρου του φασολιού ως δείκτη, αποκάλυψαν ότι το σημερινό καλλιεργούμενο φασόλι προέρχεται από την εξημέρωση των άγριων συγγενών του, οι οποίοι βρίσκονταν τόσο στην Μεσοαμερική όσο και στις Άνδεις. Επειδή οι μελέτες βασίστηκαν στην παραλλακτικότητα μιας γονιδιακής θέσης, αναζητήθηκε η επιβεβαίωση της παραπάνω μελέτης στην ανάλυση της παραλλακτικότητας σε 9 πολυμορφικές θέσεις αλλοενζύμων, όλες ασύνδετες με τη θέση της πρωτεΐνης. Η επιβεβαίωση δόθηκε από τους **Singh et al., (1991)** οι οποίοι αξιολόγησαν ένα σύνολο από 227 ντόπιες ποικιλίες που αντιπροσώπευαν γεωγραφικές περιοχές από το Μεξικό έως την Αργεντινή και Χιλή. Ακολούθησε η εφαρμογή της cluster ανάλυσης, η οποία βασίστηκε στη γενετική απόσταση και υπέδειξε την ύπαρξη δύο μεγάλων ομάδων, της Μεσοαμερικής και των Άνδεων. Παράλληλα υπήρχαν ενδείξεις μεταφοράς γονιδίων από τα άγρια είδη στα καλλιεργούμενα με αποτέλεσμα τη δημιουργία 4 υποομάδων στην Μεσοαμερική και άλλες 4 στις Άνδεις.

Οι **Hernandez *et al.*, (2003)** αξιολόγησαν 104 καθαρές σειρές φασολιού για τρία χρόνια ως προς τον χρόνο βρασμού. Η πρώτη αξιολόγηση έγινε με τη χρήση δεικτών RAPDs, οι οποίοι συνδέονταν με το χαρακτηριστικό του βρασμού. Οι πολυμορφισμοί που εμφανίστηκαν εξήγησαν μόνο το 23% της παραλλακτικότητας που σχετίζονταν με τον χρόνο βρασμού και η οποία ήταν κληρονομήσιμη. Ο εντοπισμός γενοτύπων που παρουσιάζουν υψηλή κληρονομικότητα ως προς το συγκεκριμένο γνώρισμα αποδεικνύει ότι η επιλογή με βάση το χρόνο βρασμού μπορεί να οδηγήσει σε γενετική πρόοδο και βελτίωση.

2. 4. 4. Βελτίωση φασολιού στην Ελλάδα

Η καλλιεργούμενη έκταση φασολιού στην Ελλάδα υπολογίζεται ότι το 2005 ήταν 114.500 στρέμματα με ύψος παραγωγής που έφτανε τους 22.000 τόνους. Εκτιμάται ότι η μέση κατανάλωση φασολιού στην Ελλάδα είναι 1000 τόνοι μηνιαίως και συνεπώς η μέση ετήσια κατανάλωση είναι 12.000 τόνοι. Είναι εμφανές ότι η παραγωγή της χώρας καλύπτει την αναγκαία ποσότητα κατανάλωσης και απομένουν και 10.000 τόνοι προς εξαγωγή.

Όσον αφορά τις παραδοσιακές ποικιλίες στην Ελλάδα έχουν γίνει προσπάθειες αξιολόγησης και βελτίωσης παραδοσιακών ποικιλιών φασολιού. Η **Κωστοπούλου Ε. (1999)** αξιολόγησε 7 εγχώριους πληθυσμούς μαζί με 2 βελτιωμένες ποικιλίες (μάρτυρες) ως προς την αζωτοδεσμευτική τους ικανότητα και ορισμένα αγροκομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά. Βρέθηκε σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ νωπού βάρους φυματίων και πυκνότητας φυματίων και σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ νωπού βάρους φυματίων και πρωιμότητας στην άνθηση. Από το πρώτο έτος του πειράματος επιλέχθηκαν δύο πληθυσμοί προς περαιτέρω βελτίωση που υπερείχαν ως προς κάποια χαρακτηριστικά. Στους δύο αυτούς πληθυσμούς

εφαρμόστηκε, κατά το επόμενο έτος το κυψελωτό σχέδιο επιλογής απουσία ανταγωνισμού και μετρήθηκαν η απόδοση ανά φυτό σε σπόρο, ο αριθμός των λοβών, ο αριθμός σπόρων/ λοβό, το βάρος 1000 σπόρων, η πρωιμότητα στην άνθηση και η πρωιμότητα στη φυσιολογική ωρίμανση. Επιλέχθηκαν 20 φυτά από κάθε πληθυσμό και αξιολογήθηκαν σε διαφορετικούς αγρούς. Από τον πρώτο πληθυσμό επιλέχθηκαν 6 οικογένειες οι οποίες υπερέιχαν σημαντικά από τον μάρτυρα ως προς ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά χωρίς να υστερούν στα υπόλοιπα, ενώ από τον δεύτερο πληθυσμό επιλέχθηκαν οι 5 πρώτες οικογένειες, οι οποίες ήταν ισοδύναμες σε απόδοση με τον μάρτυρα, αριθμό λοβών και βάρος 1000 σπόρων. Οι τελικές διαλογές αξιολογήθηκαν σε χωριστά πειράματα και σε διαφορετικές τοποθεσίες σύμφωνα με το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων. Από τις 6 διαλογές του πρώτου πληθυσμού, οι δύο ξεπέρασαν τον μάρτυρα ως προς την απόδοση και τρεις από αυτές σε βάρος 1000 σπόρων, ενώ από τις πέντε διαλογές του δεύτερου πληθυσμού, οι δύο ξεπέρασαν και πάλι τον μάρτυρα ως προς την απόδοση. Διαπιστώνεται συνεπώς ότι τα χαρακτηριστικά ενός πληθυσμού όταν βρίσκεται κάτω από συνδυασμένη επιλογή απουσία ανταγωνισμού, για δύο χρόνια στην ίδια τοποθεσία επηρεάζονται. Οπότε με τον τρόπο αυτό δίνεται η δυνατότητα να δοκιμαστεί η απόδοση καθώς και τα υπόλοιπα αγροκομικά χαρακτηριστικά μιας ποικιλίας κάτω από συνθήκες πυκνής σποράς ενώ παράλληλα μπορούν να δημιουργηθούν νέες ποικιλίες κοινού φασολιού σε σύντομο χρονικό διάστημα αξιοποιώντας τη γενετική παραλλακτικότητα των εγχώριων πληθυσμών εφαρμόζοντας πολλαπλά κριτήρια επιλογής.

Σε εργασία επίσης των **Traka-Mavrona et al., (2000)** εργαζόμενοι με την παραδοσιακή ποικιλία Ζαργάνα Καβάλας εφάρμοσαν κυψελωτή μεθοδολογία επιλογής και βρήκαν οικογένειες, οι οποίες απέδιδαν 219 έως 276% πάνω από το μάρτυρα. Βρέθηκε μεγάλη παραλλακτικότητα εντός της

ποικιλίας Ζαργάνα όσον αφορά την πρωιμότητα και την απόδοση σε φρέσκους λοβούς.

Ο **Καλλιμόπουλος Κ. (2004)** αξιολόγησε 8 παραδοσιακούς πληθυσμούς κοινού φασολιού εντός των οποίων επηλέχθηκαν καθαρές σειρές με κριτήριο την πρωιμότητα και την απόδοση. Οι σειρές αυτές χρησιμοποιήθηκαν από τον **Ροδιάτη Α. (2004)** και συγκρίθηκαν με εμπορικές ποικιλίες φασολιού ενώ ταυτόχρονα όλες μαζί αξιολογήθηκαν για την αγρονομική τους συμπεριφορά. Ουσιαστικά μελετήθηκε η απόδοση σε σπόρο, λοβούς, ολική βιομάζα, αριθμό λοβών ανά φυτό, δείκτη συγκομιδής και προσδιορισμό της χλωροφύλλης σε μονάδες SPAD. Τα χαρακτηριστικά ποιότητας αξιολογήθηκαν με βάση την οργανοληπτική εξέταση από ομάδα 10 ατόμων ενώ η φυσικοχημική έγινε με βάση την εκατοστιαία περιεκτικότητα των σπόρων σε λίπος και πρωτεΐνη, την πυκνότητα των σπόρων, το PH, τις παραμέτρους του χρώματος L, a, b, την ικανότητα ενυδάτωσης και απορρόφησης. Παράλληλα έγινε μοριακή ανάλυση των γενοτύπων χρησιμοποιώντας μοριακούς δείκτες τύπου RAPDs. Από τα αποτελέσματα προέκυψαν ότι οι παραδοσιακές ποικιλίες είχαν πολύ καλά χαρακτηριστικά ποιότητας και μπορούν να συγκριθούν με τις βελτιωμένες εμπορικές ποικιλίες. Επίσης βρέθηκε γραμμική συσχέτιση της ολικής αποδοχής από το κοινό με κάποια χαρακτηριστικά της οργανοληπτικής και της φυσικοχημικής εξέτασης.

Η **Κατσαβού Κ. (2006)** αξιολόγησε 5 παραδοσιακούς πληθυσμούς του είδους *P. coccineus* με βάση τα αγρονομικά χαρακτηριστικά ακολουθώντας τρεις διαδοχικές περιόδους σποράς. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε γενετική παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών όσον αφορά τα περισσότερα μορφολογικά χαρακτηριστικά. Η εποχή σποράς επηρέασε σημαντικά την απόδοση και τα συστατικά της, ενώ βρέθηκε ότι η όψιμη σπορά εξαιτίας του συγχρονισμού της μέγιστης ανθοφορίας με τις δροσερές νύχτες του Αυγούστου, οδήγησαν σε

υψηλότερες αποδόσεις. Ταυτόχρονα οι μοριακές αναλύσεις με τη χρήση δεικτών τύπου RAPD's, έδωσαν αρχικά στοιχεία για το γενετικό profile των εξεταζόμενων πληθυσμών έδειξαν γενετική συγγένεια μεταξύ των πληθυσμών.

Η **Πατσιαούρα Ι. (2007)** αξιολόγησε 13 ποικιλίες που ανήκαν στο είδος *P. vulgaris* και αντίστοιχα 5 που ανήκαν στο είδος *P. coccineus*. Έγινε παράλληλα εξέταση των σειρών ως προς τα οργανοληπτικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα προέκυψε ότι οι ποικιλίες των δύο ειδών, διαχωρίζονται σαφώς με βάση την ιεραρχική ανάλυση (cluster analysis) των φυσικοχημικών και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών τους.

Ο **Παπαδόπουλος Ι. (2007)** μελέτησε την αλληλεπίδραση γενοτύπου-περιβάλλοντος στο κοινό φασόλι *P. vulgaris* με επιλογή και απογονικό έλεγχο. Αξιολόγησε 2 τοπικούς πληθυσμούς κοινού φασολιού σε συνθήκες θερμοκηπίου και υπαίθρου. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι το περιβάλλον του θερμοκηπίου σε συνθήκες πυκνής σποράς έδειξε μικρότερη διακριτική ικανότητα των αξιολογούμενων γενοτύπων σε σχέση με το περιβάλλον αγρού, ενώ αντίθετα με τις συνθήκες μειωμένου ανταγωνισμού παρατηρήθηκε μεγαλύτερη διαφοροποίηση σε συνθήκες θερμοκηπίου. Από τη μελέτη της αλληλεπίδρασης GxE στα πέντε περιβάλλοντα αξιολόγησης, όσον αφορά την απόδοση ανά επιφάνεια, φάνηκε ότι αυτή προέκυψε κυρίως από διαφορές μεταξύ των δύο ετών αξιολόγησης και όχι μεταξύ των τοποθεσιών. Επίσης βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαλογών όσον αφορά την περιεκτικότητα των σπερμάτων σε πρωτεΐνη. Η επίδραση των περιβαλλόντων στην περιεκτικότητα των σπερμάτων σε πρωτεΐνη ήταν μικρή και μη σημαντική τόσο σε συνθήκες αραιής όσο και σε συνθήκες πυκνής σποράς. Η αρνητική συσχέτιση μεταξύ απόδοσης σε σπόρο και περιεκτικότητας του σπόρου σε πρωτεΐνη διαπιστώθηκε τόσο σε αραιή όσο και σε πυκνή σπορά.

Κεφάλαιο 3

Υλικά και Μέθοδοι

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Τα πειράματα αγρού διεξήχθησαν κατά τη διάρκεια τεσσάρων καλλιεργητικών περιόδων (2004-2007). Κατά τα 3 πρώτα χρόνια τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στον οργανικό αγρό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, που βρίσκεται σε υψόμετρο 50m, ενώ κατά την τελευταία χρονιά (καλλιεργητική περίοδος 2007) έγινε παράλληλη αξιολόγηση στον οργανικό αγρό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο (υψόμετρο 50m) και σε οργανικό αγρό στο Μ. Περιβολάκι (υψόμετρο 350m) (MIO Technology). Στην εικόνα 11 εμφανίζεται η συνολική απεικόνιση του πειραματισμού της διδακτορικής διατριβής και στην εικόνα 12, γίνεται επεξήγηση των συμβολισμών για τα υλικά που χρησιμοποιούνται.

Γενετικό υλικό:

Ως γενετικό υλικό έναρξης χρησιμοποιήθηκαν τρεις παραδοσιακές τοπικές ελληνικές ποικιλίες φασολιού (*Phaseolus coccineus*) που καλλιεργούνται στις περιοχές των Γρεβενών της Ζαγοράς και των Πρεσπών.

1. Η τοπική ποικιλία των Γρεβενών, καλλιεργείται στο χωριό Δίστρατο της Πίνδου, σε υψόμετρο περίπου 1500μ και σε απόσταση 10Km δυτικά από το χιονοδρομικό κέντρο της Βασιλίτσας. Πρόκειται για τοπική ποικιλία που διατηρείται σε μικρή κλίμακα. Το έτος 2003, ένα δείγμα 100 σπόρων πάρθηκε από παραγωγούς της περιοχής και σπάρθηκαν σε αγρό απομονώσεως στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, με σκοπό τον αναπολλαπλασιασμό τους. Παρατηρήθηκαν προβλήματα έντονης

ανθόπτωσης ή και έλλειψης ανθοφορίας, πιθανόν λόγω διαφοράς υψομέτρου-προσαρμογής, με αποτέλεσμα να προκύψει μικρός αριθμός σπόρων για την οργάνωση των πειραμάτων της πρώτης χρονιάς.

2. Η τοπική ποικιλία των Πρεσπών αποκτήθηκε από εμπορική παρτίδα από τον Άγιο Γερμανό Πρεσπών. Στα πλαίσια συνεργασίας του εργαστηρίου Γενετικής Βελτίωσης των Φυτών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας με την εταιρία ΑΡΟΣΙΣ, η οποία δραστηριοποιείται στην ευρύτερη περιοχή του Ν. Πρεσπών, δόθηκε δείγμα τοπικής ποικιλίας που καλλιεργήθηκε στον Άγιο Γερμανό Πρεσπών.
3. Η τοπική ποικιλία της Ζαγοράς αποκτήθηκε από μικροκαλλιεργητές από την Ζαγορά του Πηλίου (2003). Πρόκειται για τοπική ποικιλία που διατηρείται σε μικρή κλίμακα από μικροπαραγωγούς στην περιοχή της Ζαγοράς. Το δείγμα ήταν αναλόγου ποσότητας με τις προηγούμενες ποικιλίες.

Οι προηγούμενοι τρεις πληθυσμοί **(C₀)** αξιολογήθηκαν την καλλιεργητική περίοδο 2004. Συγκεκριμένα στις 17 Ιουνίου 2004, σε πειραματικούς αγρούς απομονώσεως του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, εγκαταστάθηκε ένα πείραμα μελέτης των τριών τοπικών πληθυσμών φασολιού του είδους *P. cocchineus*. Στόχος της μελέτης ήταν:

α) Η ανάπτυξη της γενετικής ταυτότητας και ο χαρακτηρισμός της παραλλακτικότητας των πληθυσμών με βάση φαινοτυπικούς και μοριακούς δείκτες **(ΕΝΟΤΗΤΑ I)**

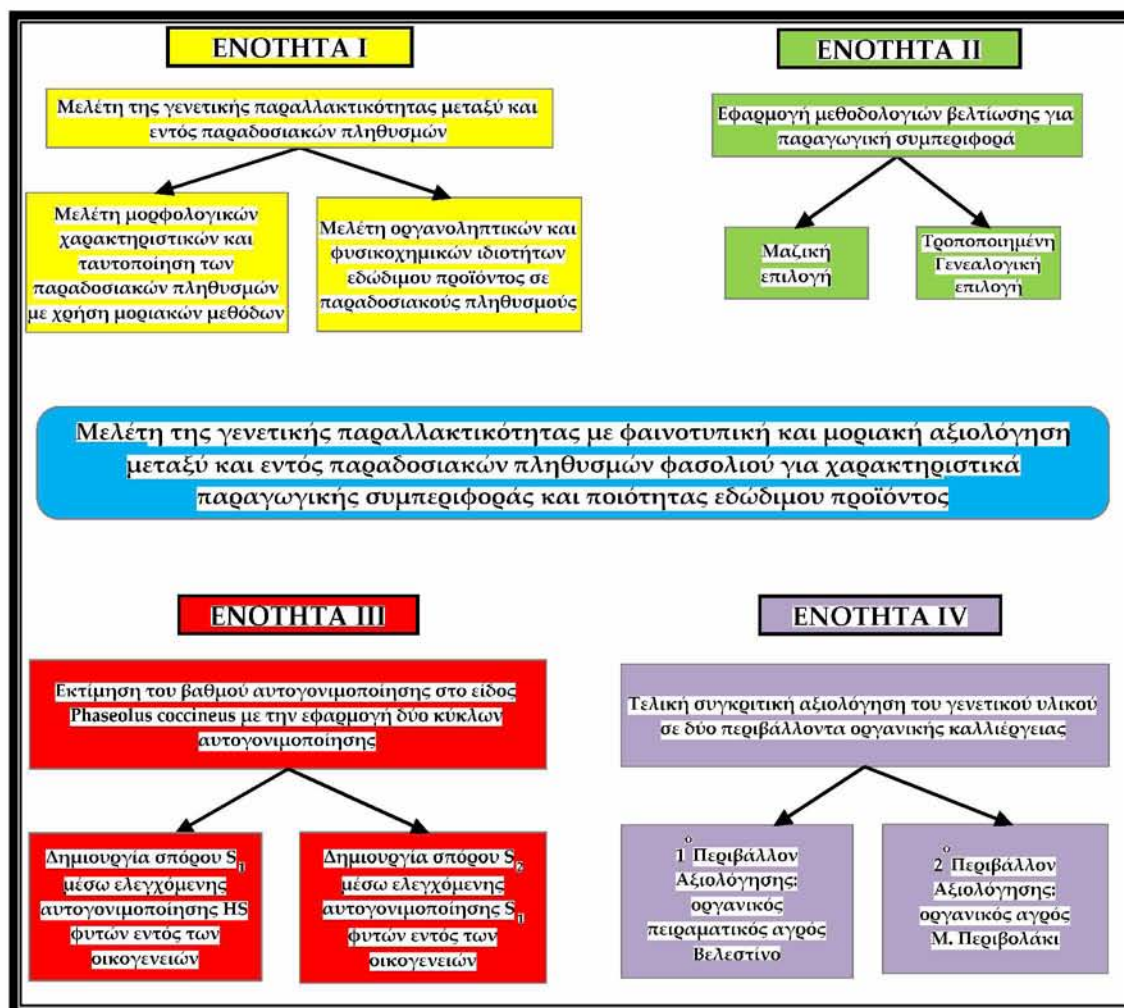
β) Η επιλογή για βελτίωση της παραγωγικής συμπεριφοράς των εξεταζόμενων γενοτύπων **(ΕΝΟΤΗΤΑ II)**

γ) Η διερεύνηση της αναπαραγωγικής συμπεριφοράς **(ΕΝΟΤΗΤΑ III)**

δ) Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των δύο μεθοδολογιών επιλογής στο περιβάλλον δημιουργίας του γενετικού υλικού (Βελεστίνο)

και στον έλεγχο του γενετικού δυναμικού των τριών πληθυσμών σε περιβάλλον καταπόνησης (Μ. Περιβολάκι) (ΕΝΟΤΗΤΑ IV)

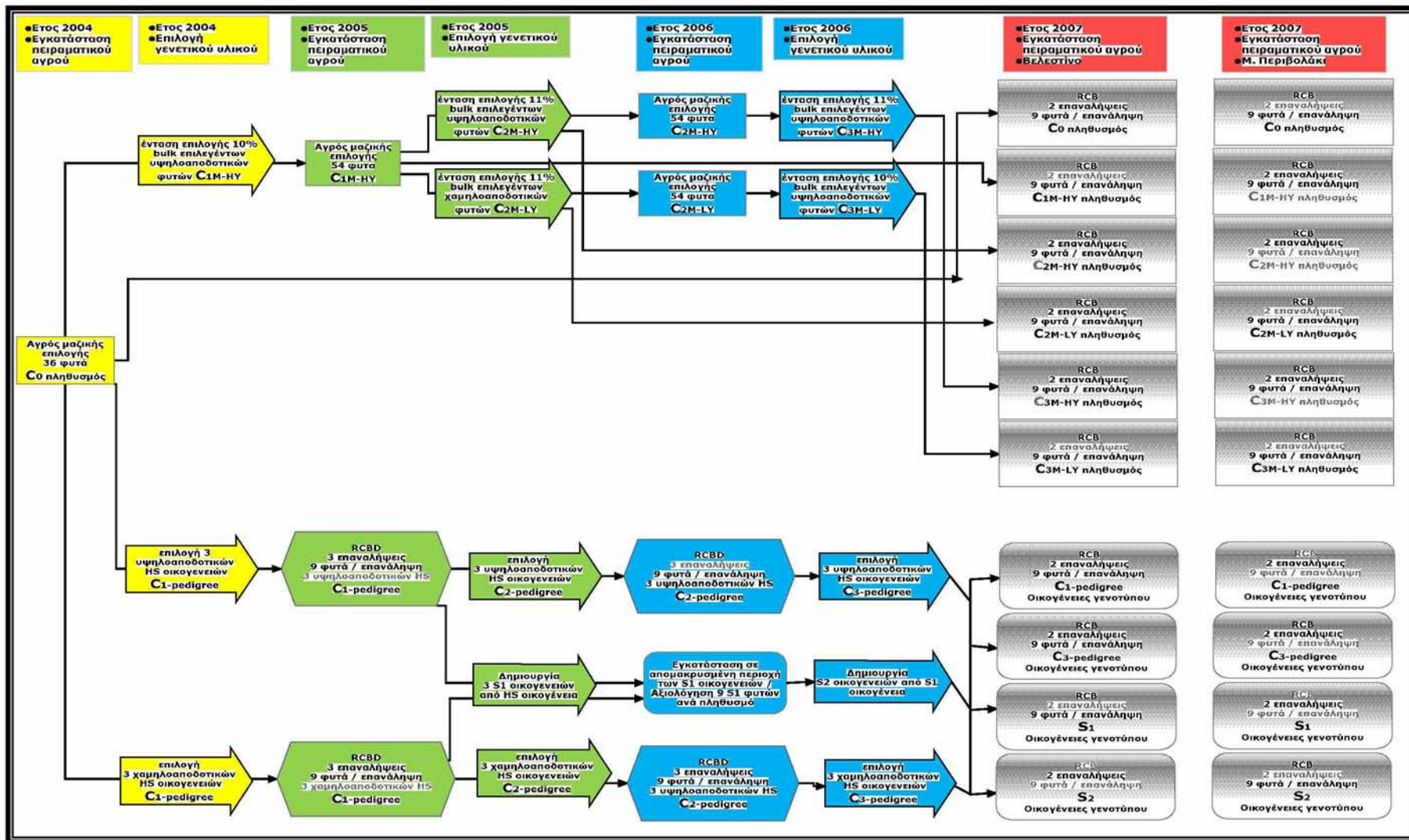
Συνοπτικά η δομή της εργασίας παρουσιάζεται στο διάγραμμα της εικόνας 13. Ο αρχικός στόχος για το γενετικό υλικό έναρξης ήταν τα 50 φυτά ανά πληθυσμό, αλλά με βάση το γεγονός ότι η μειωμένη ποσότητα σπόρου του πληθυσμού των Γρεβενών ήταν περιοριστική, χρησιμοποιήθηκαν για κάθε πληθυσμό (C₀) τα 36 φυτά.



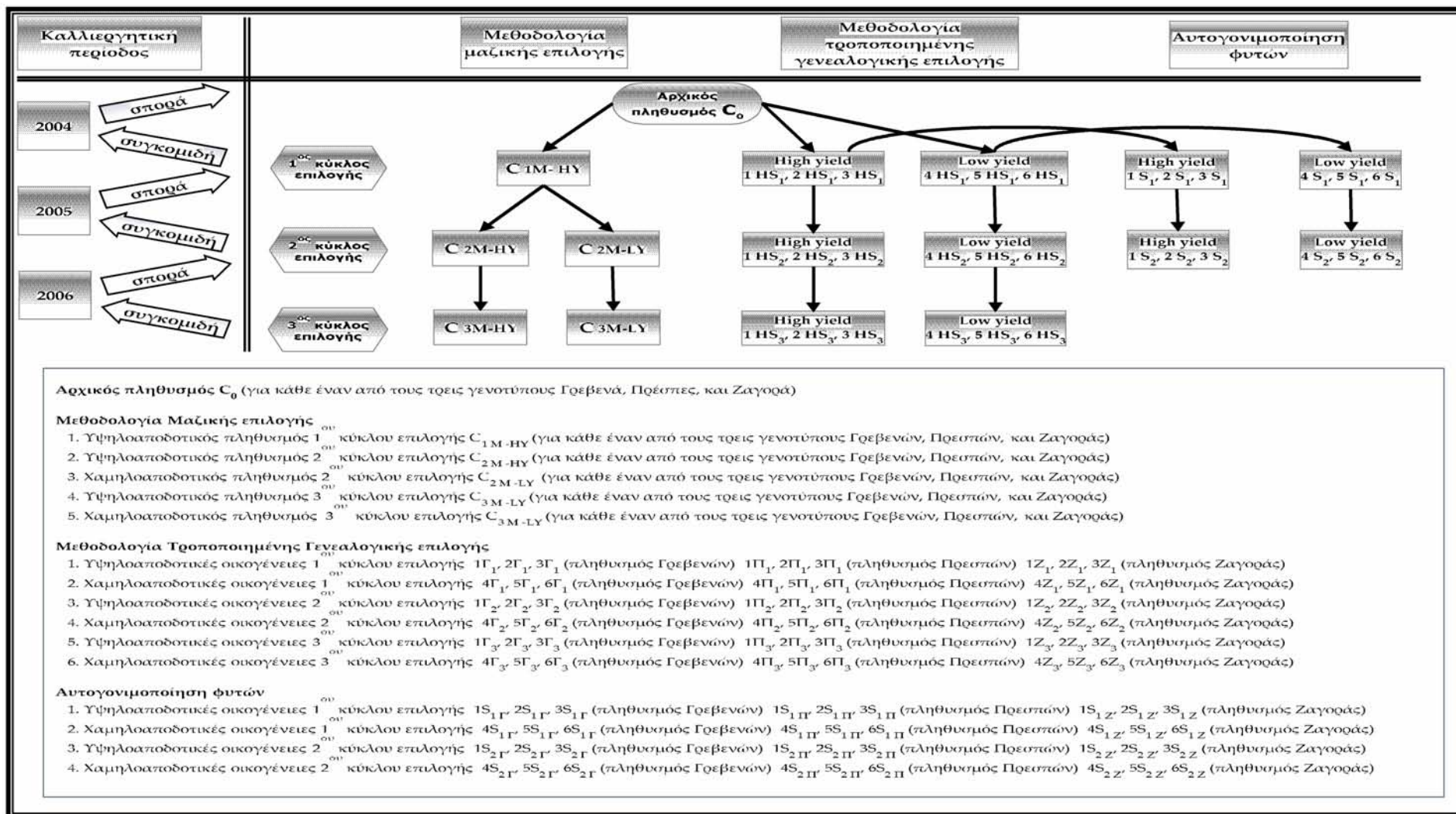
Εικόνα 13: Σχεδιασμός πειραμάτων με στόχο τη μελέτη της γενετικής παραλλακτικότητας, ομομεικτικής συμπεριφοράς και βελτίωση πληθυσμών φασολιού του είδους *P. coccineus*

Η πειραματική διάταξη ήταν έξι γραμμές των έξι όρχων η κάθε μια και σε αποστάσεις 1m x 1m, από όρχο σε όρχο. Η αξιολόγηση έγινε σε συνθήκες

οργανικής καλλιέργειας. Ο οργανικός αγρός την προηγούμενη χρονιά είχε μείνει ακαλλιέργητος ενώ δεν εφαρμόστηκαν λιπάσματα για τα δυο προηγούμενα χρόνια. Το έδαφος ανήκει στην υποομάδα Typic Xerochert, με μηχανική σύσταση αργιλοπηλώδες, pH =7,9-8, οργανική ουσία 1,44%, P₂O₅ 15-17 ppm (κατά Olsen) και ολικό CaCO₃ 2,8-5,3 % (Μήτσιος, 2000).



Εικόνα 11: Συνολική απεικόνιση του πειραματισμού της διδακτορικής διατριβής



Εικόνα 12: Επεξήγηση συμβολισμών από τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην διδακτορική διατριβή

ΕΝΟΤΗΤΑ Ι

Χαρακτηρισμός και ταυτοποίηση γενοτύπων

I-A. Μελέτη της γενετικής παραλλακτικότητας με φαινοτυπική και μοριακή αξιολόγηση μεταξύ και εντός παραδοσιακών πληθυσμών φασολιού *P.coccineus*

Στη συγκεκριμένη ενότητα, της οποίας η πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε κατά την καλλιεργητική περίοδο 2004-2005, έγινε:

α) η μελέτη της γενετικής παραλλακτικότητας με φαινοτυπικούς και μοριακούς δείκτες μεταξύ και εντός τριών παραδοσιακών πληθυσμών φασολιού και

β) η μελέτη των οργανοληπτικών και των φυσικοχημικών τους ιδιοτήτων. Συγκεκριμένα έγινε η καταγραφή των μορφολογικών χαρακτηριστικών των φυτών κατά **UPOV** (www.upov.org) και η μελέτη των φυλογενετικών σχέσεων μεταξύ των εξεταζόμενων πληθυσμών με τη βοήθεια μοριακών δεικτών τύπου **RAPD's**. Αφετέρου έγινε εκτίμηση των φυσικοχημικών και οργανοληπτικών ιδιοτήτων του εδώδιμου προϊόντος, με βάση μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο. Στόχος της εργασίας αυτής ήταν η πλήρης καταγραφή των μορφολογικών χαρακτηριστικών, των γνωρισμάτων ποιότητας και η ανάπτυξη του μοριακού DNA profile των εξεταζόμενων γενοτύπων.

I-A. 1. Φαινοτυπικοί δείκτες

Για τη μελέτη της γενετικής παραλλακτικότητας με φαινοτυπική αξιολόγηση για κάθε ένα από τους τρεις πληθυσμούς, οι παρατηρήσεις λαμβάνονταν σύμφωνα με τις οδηγίες του διεθνούς οργανισμού **UPOV** (International Union for the Protection of New Varieties of Plants) για το είδος *Phaseolus coccineus* L. Συγκεκριμένα καταγράφηκαν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- **Παρουσία ή απουσία ανθοκυανών (κωδικός UPOV N° 1)**

Καταγράφηκε η παρουσία ή απουσία ανθοκυανών σε δείγματα φυτών κατά το στάδιο των δύο πραγματικών φύλλων (εικόνα 14).



Εικόνα 14: Απουσία ανθοκυανών (φωτ. αριστερά) και παρουσία ανθοκυανών (φωτ. δεξιά) στο στάδιο των δύο πραγματικών φύλλων σε φυτά φασολιού του είδους *P. coccineus*

- **Τύπος ανάπτυξης φυτού (κωδικός UPOV N° 2)**

Καταγράφηκε το ποσοστό των φυτών κάθε πληθυσμού που ήταν στους αντίστοιχους τύπους ανάπτυξης (**I, II, III και IV**) κατά **UPOV**.

- **Ταχύτητα ανάπτυξης φυτών (κωδικός UPOV N° 5)**

Καταγράφηκε το ποσοστό των φυτών από κάθε πληθυσμό με μικρή, μεσαία και μέτρια ανάπτυξη. Ως κριτήριο της ανάπτυξης αποτέλεσε το ύψος των φυτών (ως απόκλιση από το 1 m) και το μέγεθος της βιομάζας, σε σχέση με τον τύπο ανάπτυξης των φυτών (**UPOV**).

- **Έναρξη και ποσοστό 50% της ανθοφορίας (κωδικός UPOV N° 33)**

Εκτιμήθηκε ο αριθμός ημερών που απαιτείται από τη σπορά έως το χρόνο παρουσίας του πρώτου άνθους για κάθε πληθυσμό (έναρξη άνθησης) καθώς και ο αριθμός ημερών που απαιτείται από τη σπορά έως

το χρόνο που παρατηρείται άνθιση σε ποσοστό 50% των φυτών του κάθε πληθυσμού (50% άνθισης) (εικ. 15).

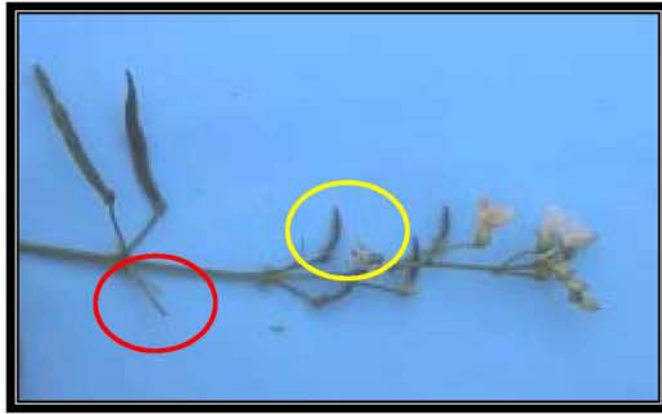
- **Μελέτη ποσοστού ανθόρροιας**

Στο στάδιο του 50% της άνθισης επιλέχθηκαν τυχαία 5 φυτά. Σε κάθε φυτό έγινε τυχαία επιλογή βραχιόνων και έγινε επισήμανση 10 ανθέων σ' αυτές ώστε τοποθετήθηκαν καρτέλες με την ημερομηνία της άνθισης (εικ. 15)



Εικόνα 15: Σήμανση ανθέων με ημερομηνία άνθισης (φωτ. αριστερά), άνθιση σε ποσοστό 50% των φυτών του πληθυσμού (φωτ. δεξιά)

Μετά από τρεις ημέρες γινόταν έλεγχος και σημειωνόταν αν έχει δημιουργηθεί λοβός ή το άνθος (εικ. 16) έχει πέσει για να βρεθεί το ποσοστό της ανθόπτωσης. Έγινε αναγωγή του ποσοστού για το σύνολο των φυτών του πληθυσμού.



Εικόνα 16: Δημιουργία λοβού (κίτρινος κύκλος) και πτώση άνθους (κόκκινος κύκλος)

- **Χρώμα ανθέων (κωδικός UPOV N^ο 12)**

Έγινε καταγραφή του χρώματος των ανθέων σε επίπεδο ατομικών φυτών. Έτσι υπολογίστηκε το ποσοστό των λευκών και κόκκινων ανθέων σε κάθε πληθυσμό (εικ. 17).



Εικόνα 17: Χρώμα άνθους λευκό (αριστερά) ή κόκκινο (δεξιά)

- **Περιεκτικότητα χλωροφύλλης στα φύλλα (SPAD)**

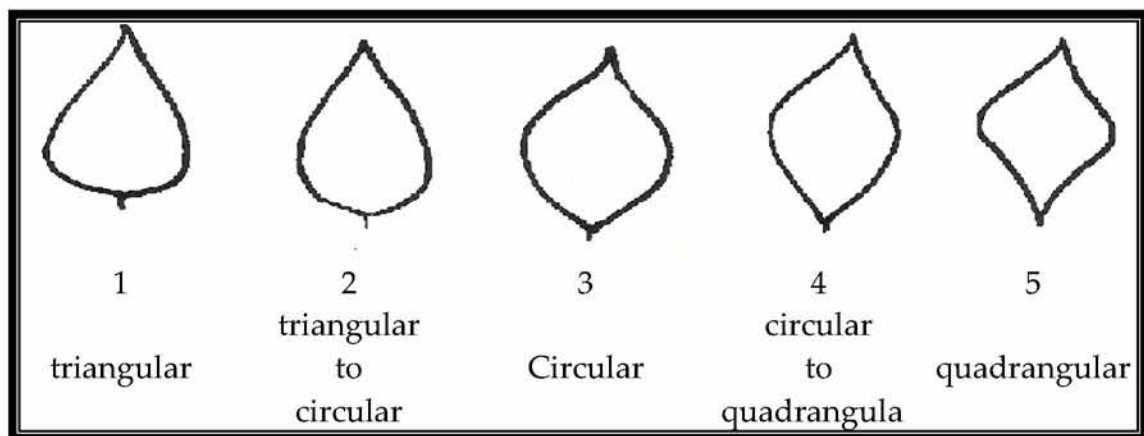
Η εκτίμηση στην περίπτωση αυτή έγινε έμμεσα με το χλωροφυλλόμετρο SPAD-502 της MINOLTA κατά την περίοδο της πλήρους άνθησης και υπολογίστηκε με βάση τον μέσο όρο τριών μετρήσεων σε 10 φύλλα ίδιου μεγέθους και για κάθε φυτό. Το όργανο μετρά την ένταση του πράσινου χρώματος και ανάγει την τιμή σε περιεκτικότητα του φύλλου σε χλωροφύλλη.



Εικόνα 18: Συσκευή μέτρησης του πράσινου χρώματος των φύλλων

- **Σχήμα φύλλων (κωδικός UPOV N^o 10)**

Προέκυψε από την πλειοψηφία του σχήματος των φύλλων σε κάθε πληθυσμό. Το σχήμα φύλλου κάθε πληθυσμού αντιστοιχεί σε κάποια κατηγορία σύμφωνα με τον κατάλογο UPOV από το 1 ως το 5 (εικ. 19)



Εικόνα 19: Πέντε κατηγορίες φύλλου ανάλογα με το σχήμα κατά UPOV

Εκτίμηση της απόδοσης και των συστατικών της

α. Απόδοση

Εκτιμήθηκε το καθαρό βάρος ξηρών σπόρων (g) σε επίπεδο ατομικού φυτού για κάθε πληθυσμό

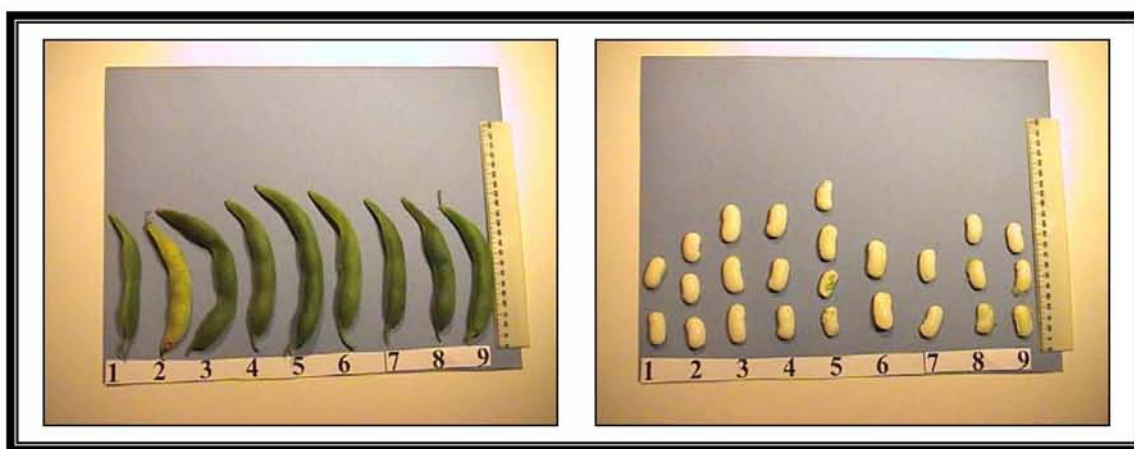
β. Συστατικά της απόδοσης

- **Αριθμός λοβών / φυτό**

Έγινε καταγραφή του αριθμού των λοβών ανά φυτό για το σύνολο των φυτών του κάθε πληθυσμού

- **Αριθμός σπόρων / λοβό**

Έγινε καταγραφή του αριθμού των σπόρων ανά λοβό για το σύνολο των φυτών του κάθε πληθυσμού (εικ. 20)



Εικόνα 20: Χλωροί λοβοί (φωτ. αριστερά) και σπόροι (φωτ. δεξιά) φασολιού του είδους *P. coccineus*

- **Βάρος 100 σπόρων**

Μετρήθηκε το βάρος 100 σπόρων (g) για κάθε πληθυσμό

I-A. 2. Γενετική μελέτη γενοτύπων φασολιών με βάση μοριακούς δείκτες τύπου RAPD's

Για την μελέτη του γενετικού υλικού σε μοριακό επίπεδο έγινε απομόνωση του DNA, και χρησιμοποιήθηκαν 21 πολυμορφικοί δείκτες τύπου RAPD's (Rodiatis *et al*, 2004), με σκοπό την καταγραφή της γενετικής συγγένειας μεταξύ των εξεταζόμενων πληθυσμών.

1. Απομόνωση DNA

Η απομόνωση του DNA έγινε από μείγμα ιστού νεαρών, υγιών φύλλων 5 φυτών συνολικού βάρους 0,3g από κάθε πληθυσμό, σύμφωνα με τη CTAB μέθοδο για απομόνωση ολικού DNA.

Η τροποποιημένη CTAB μέθοδος που ακολουθήθηκε είναι η εξής:

- Ομογενοποίηση των ιστών του φύλλου με αποστειρωμένο γουδί και υγρό άζωτο
- Τοποθέτηση των εκχυλισμάτων σε μικροφυγοκεντρικούς σωλήνες με προσθήκη 800 μL ρυθμιστικού διαλύματος CTAB και 10 μL β-μερκαπτοαιθανόλης (1%v/v)
- Αποστείρωση του διαλύματος και τοποθέτηση σε υδατόλουτρο για 25 min στους 60 °C
- Εξαγωγή από το υδατόλουτρο και προσθήκη φρέσκου διαλύματος χλωροφόρμιου: ισοαμυλικής αλκοόλης (24-1 v/v) έως πληρώσεως του όγκου και ανακίνηση με το χέρι και κατόπιν φυγοκέντρηση για 25 min σε 10.000 στροφές
- Εξαγωγή της υπερκείμενης υγρής φάσης σε νέους μικροφυγοκεντρικούς σωλήνες και προσθήκη 2/3 του όγκου ισοπροπανόλης και 1/10 του όγκου Na- acetate
- Ανακίνηση και εισαγωγή στην κατάψυξη σε θερμοκρασία (-20 °C) για 30 min
- Φυγοκέντρηση για 20 min σε 10.000 στροφές και προσεκτική αφαίρεση της υγρής φάσης των μικροφυγοκεντρικών σωλήνων για να μην αφαιρεθεί και το λευκό ίζημα που είναι εμφανές
- Προσθήκη 900 μL αιθανόλης (EtOH) 70% και 100 μL K-acetate και φυγοκέντρηση για 15 min σε 14.000 στροφές. Εξαγωγή του υπερκείμενου και επανάληψη της φυγοκέντρησης

- Εξαγωγή του υπερκείμενου και πλύση με προσθήκη 900 μL καθαρής αιθανόλης και κατόπιν φυγοκέντρωση για 5 min σε 10.000 στροφές
- Ξήρανση των δειγμάτων σε κενό αέρος και θερμοκρασία 60 °C για 10 min
- Διάλυση του τελικού προϊόντος σε 200 μL TE και αποθήκευση στην συντήρηση του ψυγείου για περαιτέρω χρήση

2. Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός DNA

Η συγκέντρωση της ποσότητας του dsDNA σε ng/ μL προσδιορίστηκε σε φασματοφωτόμετρο υπεριώδους/ορατού με απορρόφηση των δειγμάτων στα 260nm. Ο ποιοτικός προσδιορισμός των δειγμάτων έγινε με απορρόφηση στα 280nm, για να εκτιμηθεί το επίπεδο παρουσίας πρωτεϊνών στο δείγμα, από το λόγο των μετρήσεων των 260/280nm. Ο μέσος όρος της συγκέντρωσης DNA των δειγμάτων για τους πληθυσμούς, υπολογίστηκε στα 100ng/ μL . Τα παραπάνω δείγματα αραιώθηκαν με TE ώστε να έχουν όλα την ίδια αναλογία DNA και TE. Οι παραπάνω εκτιμήσεις επιβεβαιώθηκαν και με ηλεκτροφόρηση σε πηκτή αγαρόζης 0,8% με πρότυπο δείγμα DNA ως μάρτυρα.

3. Μοριακή γενετική ανάλυση με μοριακούς δείκτες RAPD's

Κατά την μοριακή ανάλυση των πληθυσμών χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 21 εκκινητές (primers) με τυχαία νουκλεοτιδική ακολουθία, των σειρών OPB, OPC, OPD, OPE, OPF και OPG (πίν. 5) της εταιρίας OPERON.

Ο τελικός όγκος κάθε αντίδρασης ορίστηκε στα 25 μL , τα οποία περιείχαν τα εξής αντιδραστήρια:

- 150ng γενωμικού DNA
- 2.5 μL διαλύματος PCR buffer 10x

- 10 pmoles RAPD εκκινητή (Operon Tech)
- 2μL διαλύματος MgCl συγκέντρωσης 25mM
- 2μL διαλύματος dNTP's (dATP, dGTP, dCTP, dTTP) με τελική συγκέντρωση 2.5mM
- 1 unit Taq πολυμεράσης

Η προσαρμογή στο τελικό όγκο των 25μL έγινε με ddH₂O.

Πίνακας 5. Τύπος και αλληλουχία των RAPD εκκινητών που χρησιμοποιήθηκαν στους πληθυσμούς

Τύπος	Αλληλουχία του εκκινητή	Τύπος	Αλληλουχία του εκκινητή
OPB 13	5' - TTCCCCCGCT - 3'	OPC 19	5' - GTTGCCAGCC - 3'
OPC 1	5' - TTCGAGCCAG - 3'	OPC 20	5' - ACTTCGCCAC - 3'
OPC 3	5' - GGGGGTCTTT - 3'	OPD 1	5' - ACCGCGAAGG - 3'
OPC 4	5' - CCGCATCTAC - 3'	OPE 6	5' - AAGACCCCTC - 3'
OPC 7	5' - GTCCCGACGA - 3'	OPE 13	5' - CCCGATTCGG - 3'
OPC 8	5' - TGGACCGGTG - 3'	OPE 20	5' - AACGGTGACC - 3'
OPC 10	5' - TGTCTGGGTG - 3'	OPF 4	5' - GGTGATCAGG - 3'
OPC 12	5' - TGTCATCCCC - 3'	OPF 7	5' - CCGATATCCC - 3'
OPC 13	5' - AAGCCTCGTC - 3'	OPF 13	5' - GGCTGCAGAA - 3'
OPC 14	5' - TGCGTGCTTG - 3'	OPG 2	5' - GGCACTGAGG - 3'

Οι συνθήκες του προγράμματος Αλυσιδωτής Αντίδρασης Πολυμεράσης που εφαρμόστηκε, αναφέρονται αναλυτικά στον πίνακα 6. Στα προϊόντα της Αλυσιδωτής Αντίδρασης Πολυμεράσης για κάθε γενότυπο, γινόταν προσθήκη 2μL διαλύματος φόρτωσης και ηλεκτροφορούνταν για 1 ώρα σε πηκτική αγαρόζη 1%, η οποία περιείχε 0,004% (w/v) βρωμιούχο αιθίδιο. Μετά το πέρας της ηλεκτροφόρησης, γινόταν έκθεση της πηκτικής αγαρόζης σε υπεριώδη ακτινοβολία και φωτογραφίζονταν. Παράλληλα γινόταν καταγραφή των πολυμορφικών ζωνών των δειγμάτων και εκτίμηση του

μοριακού βάρους με τη βοήθεια πρότυπου δείγματος DNA (100 bp PCR ladder).

Πίνακας 6. Συνθήκες Αλυσιδωτής Αντίδρασης Πολυμεράσης (PCR)

Στάδιο	Θερμοκρασία	Χρόνος	Κύκλοι
Προ-αποδιάταξη των αλυσίδων	94°C	6 min	
Αποδιάταξη των αλυσίδων	94°C	1 min	35
Επικόλληση των εκκινητών	37°C	1 min	
Σύνθεση και επιμήκυνση των νέων αλυσίδων	72°C	1.30 min	
Τελική επιμήκυνση των νεοσυντιθέμενων αλυσίδων	72°C	7 min	
Αποθήκευση των προϊόντων της αντίδρασης	4°C		

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων της μοριακής ανάλυσης έγινε με τη χρήση του προγράμματος *NTSYS pc v2.02i* σε Windows XP, μετά από κωδικοποίηση των μοριακών δεδομένων. Ειδικότερα η παρουσία πολυμορφικών ζωνών στα δείγματα αντιπροσωπεύτηκε με την τιμή (1) και η απουσία με το (0) για κάθε εκκινητή. Με βάση τα δεδομένα αυτά, υπολογίστηκε η γενετική ομοιότητα των δειγμάτων με τη βοήθεια των συντελεστών γενετικής ομοιότητας Jaccard $S_{ij} = a/(a+b+c)$ (κατά Sneath και Sokal, 1973) και Dice $S_{ij} = 2a/(2a+b+c)$ (κατά Nei και Li, 1979), όπου:

- S_{ij} : η γενετική ομοιότητα των δειγμάτων i και j
- a : το πλήθος των πολυμορφικών τμημάτων DNA που είναι παρόντα στο δείγμα i και στο δείγμα j
- b : το πλήθος των πολυμορφικών τμημάτων DNA που είναι παρόντα στο δείγμα i αλλά απουσιάζουν στο δείγμα j
- c : το πλήθος των πολυμορφικών τμημάτων DNA που είναι παρόντα στο δείγμα j αλλά απουσιάζουν στο δείγμα i .

Στη συνέχεια κατασκευάστηκαν τα αντίστοιχα δενδρογράμματα φυλογενετικών σχέσεων με τις μεθόδους Neighbourjoining και UPGMA. Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος που παρουσίασε το μεγαλύτερο συντελεστή συσχέτισης με τον αρχικό πίνακα των δεδομένων και των δύο αλγορίθμων.

I-B. 2. Μελέτη οργανοληπτικών και φυσικοχημικών ιδιοτήτων εδώδιμου προϊόντος σε παραδοσιακούς πληθυσμούς φασολιού

1. Φυσικοχημικές ιδιότητες

Για την εκτίμηση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των σπόρων έγιναν οι παρακάτω μετρήσεις:

Το χρώμα. Το χρώμα είναι από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά ποιότητας καθώς οι βιομηχανίες τροφίμων δίνουν μεγάλη σημασία σε αυτό, όπως και οι καταναλωτές. Οι μεταβολές του χρώματος δε μειώνουν μόνο την ποιότητα αλλά και την εμπορική αξία. Το χρώμα του φλοιού μετρήθηκε με τον χρωματόμετρο Hunter LAB (Miniscan XE Plus) μετά από σταντάρισμα με άσπρη και μαύρη πλάκα. Πάρθηκαν 4 μετρήσεις γύρω από τον ισημερινό κάθε καρπού και καταγράφηκε ο μέσος όρος αυτών.

Η σκληρότητα. Η μέτρηση της σκληρότητας έγινε με μέτρηση της πίεσης αντίστασης του προϊόντος. Για τη μέτρηση της σκληρότητας όλα τα δείγματα υποβλήθηκαν σε βρασμό 15 λεπτών με 500ml νερό. Χρησιμοποιήθηκε πενετόμετρο τύπου FT 327 και για το χαρακτηριστικό αυτό μετρήθηκαν 10 σπόροι ανά γενότυπο και παραγματοποιήθηκαν 10 επαναλήψεις.

Πυκνότητα σπόρων. Χρησιμοποιήθηκαν 100g σπόρων από κάθε ποικιλία. Αφού ζυγίστηκαν τοποθετήθηκαν σε ογκομετρικό κύλινδρο και καταγράφηκε η αύξηση του όγκου του νερού. Η πυκνότητα των σπόρων υπολογίστηκε ως g/ml (βάρος σπόρων/αύξηση όγκου νερού). Για το χαρακτηριστικό αυτό έγιναν 10 επαναλήψεις.

Πυκνότητα σπόρων μετά από 24ωρη ενυδάτωση. Οι σπόροι αφού ενυδατώθηκαν για 24 ώρες επανατοποθετήθηκαν σε ογκομετρικό κύλινδρο και καταγράφηκε η αύξηση του όγκου του νερού. Η πυκνότητα των σπόρων υπολογίστηκε ως g/ml (βάρος ενυδατωμένων σπόρων/αύξηση όγκου νερού). Έγιναν 10 επαναλήψεις.

Συντελεστής ενυδάτωσης (hydration coefficient). Σε ανάλογη ποσότητα σπόρου (100g) υπολογίστηκε ως ποσοστό της μάζας των σπόρων μετά από 24ωρη ενυδάτωση προς τη μάζα των σπόρων πριν την ενυδάτωση.

Συντελεστής απορρόφησης (swelling coefficient). Υπολογίστηκε ως ποσοστό της αύξησης του όγκου του νερού των σπόρων μετά την ενυδάτωση προς την αύξηση του όγκου του νερού των σπόρων πριν την ενυδάτωση.

Το PH των σπόρων. Χρησιμοποιήθηκαν 5g σπόρων από κάθε ποικιλία και κονιοροτοποιήθηκαν. Στη συνέχεια διαλύθηκαν σε 20 ml απεσταγμένο νερό όπου έγινε η μέτρηση του PH με πεχάμετρο (Hanna Instruments: PH/EC/TDS waterproof family) και πραγματοποιήθηκαν 10 επαναλήψεις.

2. Οργανοληπτική εξέταση

Με την οργανοληπτική εξέταση μπορεί να επιτευχθεί προσδιορισμός της ποιότητας των τροφίμων. Για να μπορούν να εξαχθούν αντικειμενικά αποτελέσματα από αυτή, πρέπει να ελεγχθούν ορισμένες μεταβλητές. Οι μεταβλητές αυτές χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, οι οποίες είναι ο έλεγχος δοκιμής, ο έλεγχος προϊόντος και ο έλεγχος των ατόμων που πραγματοποιούν την εξέταση.

Ο έλεγχος της δοκιμής αφορά το περιβάλλον, το χώρο στον οποίο πραγματοποιείται η οργανοληπτική εξέταση. Καθοριστικός παράγοντας στην οργανοληπτική εξέταση είναι η ατμόσφαιρα του χώρου. Ο έλεγχος προϊόντος αφορά τον τρόπο εξέτασης του δείγματος, τα μέσα τα οποία είναι απαραίτητα για την εξέταση και την προετοιμασία των δειγμάτων. Για τον έλεγχο των ατόμων που πραγματοποιούν την δοκιμή πρέπει κάθε δείγμα να δοκιμάζεται την ίδια στιγμή από όλα τα άτομα, ενώ η χρονική

διάρκεια της δοκιμής πρέπει να είναι κοινή για να περιορισθούν οι διάφορες εξωτερικές αλληλεπιδράσεις καθώς και οι λανθασμένες εκτιμήσεις των ατόμων που την πραγματοποιούν.

Η οργανοληπτική εξέταση πραγματοποιήθηκε σε δύο χρονικές στιγμές (2004 και 2007) και αφορούσε τους αρχικούς πληθυσμούς C₀ των τριών γενοτύπων. Σπόροι από κάθε ποικιλία όσον το δυνατό πιο αντιπροσωπευτικοί

Πίνακας 7. Το ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε από τα άτομα κατά την οργανοληπτική εξέταση των σπόρων

A. Εξωτερική εμφάνιση	Πολύ έντονο (1)	Έντονο (2)	Μέτριο (3)	Λίγο έντονο (4)	Καθόλου έντονο (5)
Χρώμα					
Φωτεινότητα					
B. Γεύση	Πολύ έντονο (1)	Έντονο (2)	Μέτριο (3)	Λίγο έντονο (4)	Καθόλου έντονο (5)
Αλμυρότητα					
Πικρή					
Στυφή					
Γλυκιά					
Χορτώδης					
Μεταλλική					
Μουχλιασμένη					
Όξινη					
Έντονη					
Συνεκτικότητα					
Αποδοχή					
Χυμώδης					
Γ. Οσμή	Πολύ έντονο (1)	Έντονο (2)	Μέτριο (3)	Λίγο έντονο (4)	Καθόλου έντονο (5)
Δ. Ολική Εκτίμηση	Πολύ έντονο (1)	Έντονο (2)	Μέτριο (3)	Λίγο έντονο (4)	Καθόλου έντονο (5)

υποβλήθηκαν σε βρασμό για 15 λεπτά στους 95°C. Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε πλαστικά πιάτα και δόθηκαν σε 10 άτομα για εξέταση. Μετά τη δοκιμή συμπλήρωναν το έντυπο με τα προς εξέταση χαρακτηριστικά που τους δόθηκε. Οι ενότητες των χαρακτηριστικών αυτών ήταν α) Εξωτερική εμφάνιση β) Γεύση γ) Οσμή δ) Ολική αποδοχή. Οι χαρακτηρισμοί για τα χαρακτηριστικά των παραπάνω εννοιών έγινε με αριθμούς από το 1 έως το 5, οι οποίοι αντιστοιχούσαν στις ενδείξεις πολύ έντονο έως καθόλου έντονο (Πίν. 7).

Στατιστική Ανάλυση: Εφαρμόστηκε πολυπαραγοντική στατιστική ανάλυση κυρίων συνιστωσών PCA (Principal Component Analysis). Έτσι ήταν δυνατός ο προσδιορισμός ομοιότητας ποικιλιών και κατηγοριοποίησης των χαρακτηριστικών, καθώς και εκτίμηση των συσχετίσεων και καταγραφής των χαρακτηριστικών σε σχέση με τις ποικιλίες.

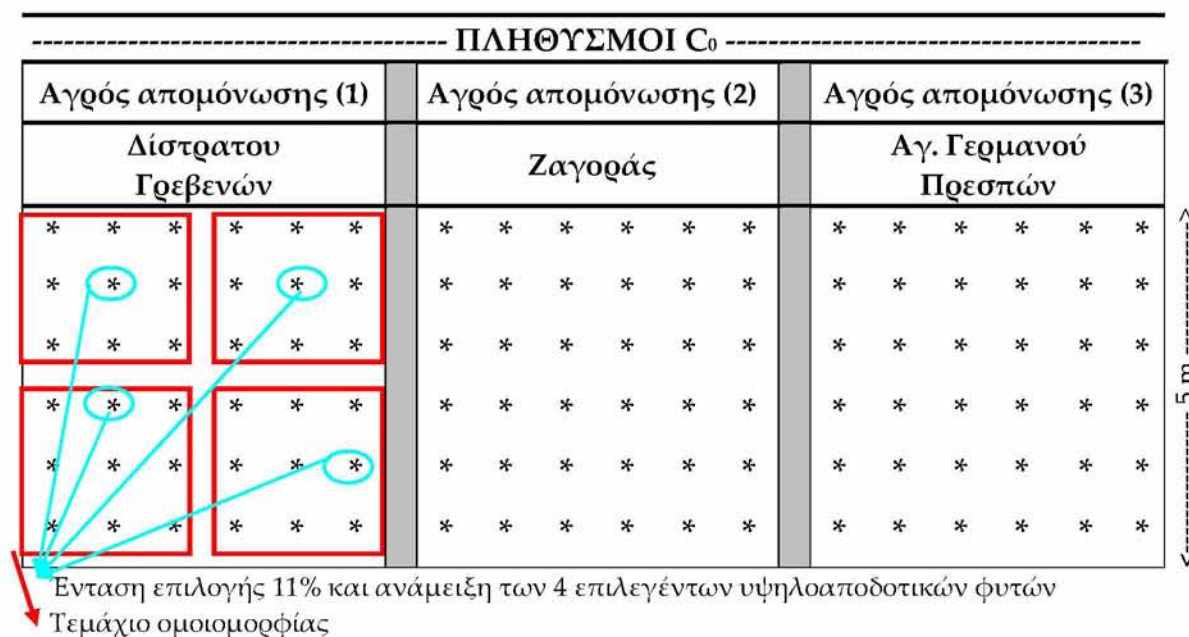
ΕΝΟΤΗΤΑ II

Επιλογή για βελτίωση της παραγωγικής συμπεριφοράς

Η διαδικασία επιλογής πραγματοποιήθηκε σε τρεις συνεχείς καλλιεργητικές περιόδους, 2004, 2005 και 2006 στον οργανικό πειραματικό αγρό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο. Εφαρμόστηκαν δύο βελτιωτικές προσεγγίσεις, η τροποποιημένη γενεαλογική και η μαζική επιλογή.

II-A. Μαζική Επιλογή

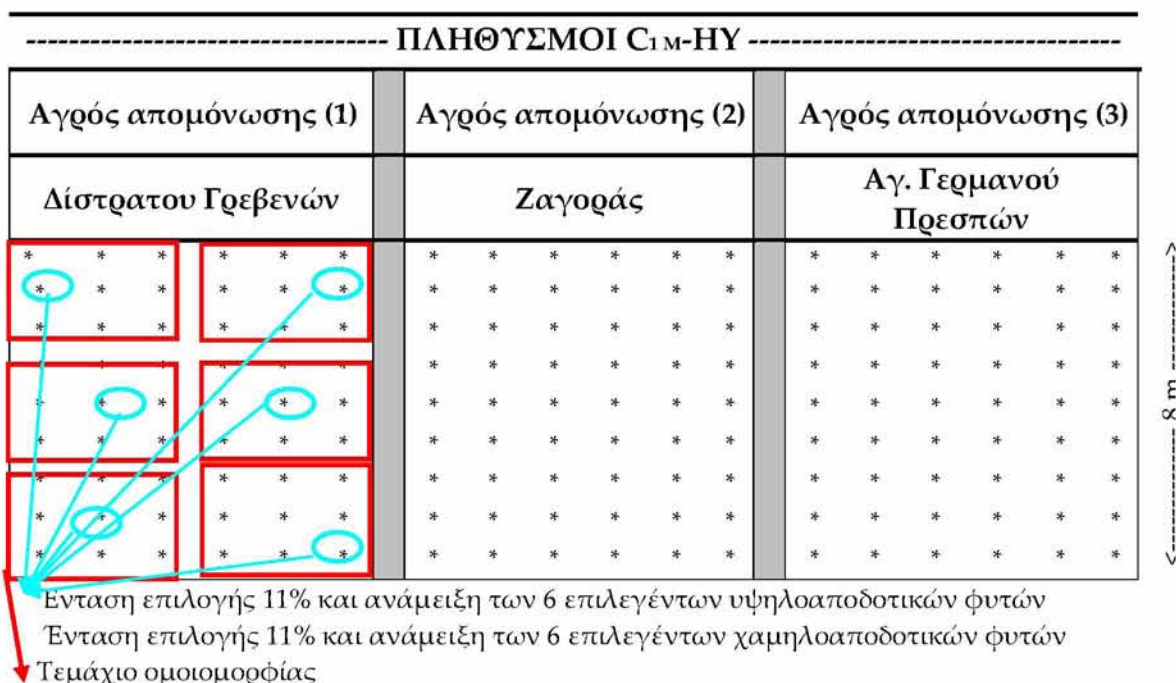
Την καλλιεργητική περίοδο του 2004, η πειραματική διάταξη των 36 φυτών χωρίστηκε σε τέσσερα υποτεμάχια (grids) των εννέα φυτών (εικ. 21). Τα πειραματικά τεμάχια των τριών πληθυσμών C₀, εγκαταστάθηκαν σε αγρούς απομόνωσης στον πειραματικό αγρό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Οι αποστάσεις φύτευσης ήταν 1m μεταξύ των γραμμών και 1m επί της γραμμής και σε κάθε αγρό απομόνωσης υπήρχε ο μάρτυρας *Bianco di Spagna* με τις ίδιες αποστάσεις φύτευσης.



Εικόνα 21: Πειραματική διάταξη μελέτης των τριών πληθυσμών C₀ (*P. coccineus*)

Καταγράφηκε η απόδοση, σε επίπεδο ατομικού φυτού, και συγκεκριμένα το ξηρό βάρος σπόρων και ο αριθμός λοβών ανά φυτό για κάθε πληθυσμό C_0 . Από κάθε C_0 πληθυσμό και με ένταση επιλογής 11% σε κάθε grid, επιλέχθηκαν τα 4 καλύτερα φυτά ως προς το καθαρό ξηρό βάρος σπόρων (g/φυτό). Με την ανάμειξη του σπόρου αυτών των 4 φυτών, δημιουργήθηκε ισόρροπο μείγμα που αποτέλεσε τον πληθυσμό C_{1M-HY} για κάθε μια από τις τρεις ποικιλίες.

Την επόμενη χρονιά, οι τρεις πληθυσμοί C_{1M-HY} σπάρθηκαν στις 25/05/2005, στον οργανικό αγρό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, σε χωριστούς αγρούς απομόνωσης. Ο κάθε αγρός περιελάμβανε 54 φυτά για κάθε έναν από τους τρεις πληθυσμούς. Η διάταξη στον αγρό ήταν στρωματοποιημένη μαζική επιλογή με έξι υποτεμάχια (grids) των εννέα φυτών και οι αποστάσεις φύτευσης ήταν όπως την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο, ενώ η συνολική απεικόνιση του πειράματος φαίνεται στην εικ 22.



Εικόνα 22: Πειραματική διάταξη τριών αξιολογούμενων πληθυσμών (C_{1M-HY})

Καταγράφηκαν σε επίπεδο ατομικού φυτού, το καθαρό ξηρό βάρος των σπόρων και ο αριθμός λοβών ανά φυτό για το σύνολο των 54 φυτών από κάθε πληθυσμό **C₁M-HY**.

Στους τρεις πληθυσμούς έγινε αμφίπλευρη επιλογή με κριτήριο την απόδοση (καθαρό ξηρό βάρος σπόρων) και επιλέχθηκε από κάθε υποτεμάχιο ομοιομορφίας (grid) το πιο υψηλοαποδοτικό και το πιο χαμηλοαποδοτικό φυτό. Δηλαδή επιλέχθηκαν έξι υψηλοαποδοτικά και έξι χαμηλοαποδοτικά φυτά για κάθε έναν από τους τρεις πληθυσμούς (ένταση επιλογής 11%). Από τα επιλεγμένα φυτά δημιουργήθηκε ισόρροπο μείγμα που αντιπροσωπεύει τους πληθυσμούς (**C₂ M-HY** και **C₂ M-LY**) για κάθε γενότυπο (εικ. 22).

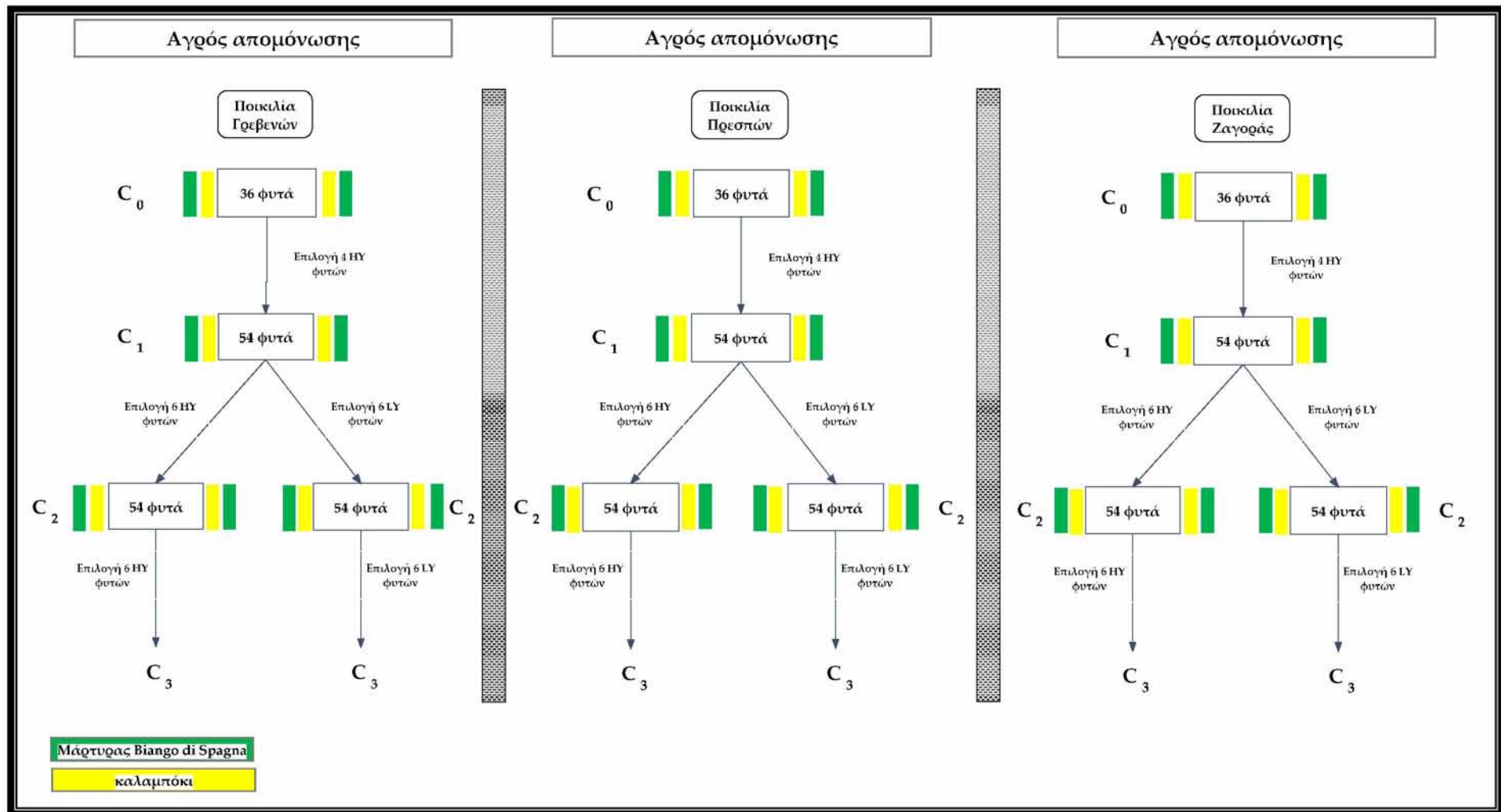
Οι πληθυσμοί **C₂M-HY** και **C₂M-LY** χρησιμοποιήθηκαν για τον επόμενο κύκλο επιλογής του 2006. Η σπορά έγινε στις 20/06/2006 στον οργανικό αγρό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο με την ίδια διαδικασία όπως και το 2005. Η μόνη διαφορά ήταν ότι η επιλογή έγινε για υψηλή και χαμηλή απόδοση στους πληθυσμούς **C₂ M-HY** και **C₂ M-LY** αντίστοιχα (εικ. 23). Επίσης μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων των πληθυσμών **C₂ M-HY** και **C₂ M-LY** της ίδιας ποικιλίας, τοποθετήθηκαν τρεις γραμμές με φυτά καλαμποκιού, ενώ σε κάθε αγρό απομόνωσης υπήρχε ο μάρτυρας Biango di Spagna με τις ίδιες αποστάσεις φύτευσης εκατέρωθεν του πειραματικού τεμαχίου και τη μεσολάβηση δύο γραμμών καλαμποκιού.

Καταγράφηκαν σε επίπεδο ατομικού φυτού, το καθαρό ξηρό βάρος των σπόρων και ο αριθμός λοβών ανά φυτό για το σύνολο των 54 φυτών από κάθε πληθυσμό **C₂M-HY** και **C₂M-LY** για τις τρεις ποικιλίες. Έτσι προέκυψαν οι πληθυσμοί **C₃ M-HY** και **C₃ M-LY** για κάθε μια ποικιλία. Κατά συνέπεια από την διαδικασία μαζικής επιλογής προέκυψαν από τον **C₀** πληθυσμό, οι πέντε παράγωγοι πληθυσμοί **C₁ M-HY**, **C₂ M-HY**, **C₂ M-LY**, **C₃ M-HY** και **C₃ M-LY** για κάθε μια από τις τρεις τοπικές ποικιλίες. Σχηματικά η διαδικασία που ακολουθήθηκε με την μαζική επιλογή εμφανίζεται στην εικόνα 24.

----- ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ -----																					
Αγρός απομόνωσης (1)				Αγρός απομόνωσης (2)				Αγρός απομόνωσης (3)													
Δίστρατου Γρεβενών				Ζαγοράς				Αγ. Γερμανού Πρεσπών													
--- C _{2M} -HY ---		*	--- C _{2M} -LY ---		*	--- C _{2M} -HY ---		*	--- C _{2M} -LY ---		*										
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

→ Ένταση επιλογής 11% και ανάμειξη των έξι επιλεγέντων υψηλοαποδοτικών φυτών
→ Ένταση επιλογής 11% και ανάμειξη των έξι επιλεγέντων χαμηλοαποδοτικών φυτών
→ Τεμάχιο ομοιομορφίας
→ 3 γραμμές με φυτά καλαμποκιού

Εικόνα 23: Πειραματική διάταξη τριών C_{2M}-HY και των τριών C_{2M}-LY αξιολογούμενων πληθυσμών



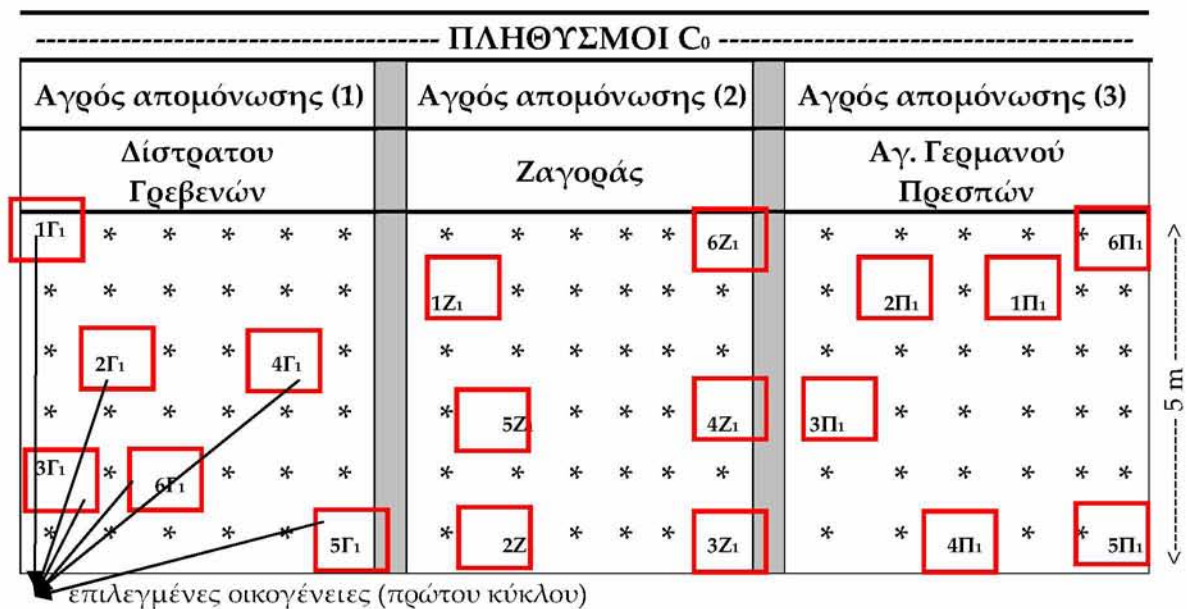
Εικόνα 24: Σχηματική παράσταση της μαζικής επιλογής

Αξιολόγηση της προόδου επιλογής:

Για κάθε κύκλο επιλογής εκτιμήθηκε το διαφορικό επιλογής (S) $S = \bar{X}_s - \bar{X}_p$ τη διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των φυτών του πληθυσμού (\bar{X}_p) και των επιλεγμένων (\bar{X}_s). Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της επιλογής έγινε έμμεσα και άμεσα. Η έμμεση αξιολόγηση έγινε με τα δεδομένα των μαζικών αγρών, τα οποία διορθώθηκαν για την επίδραση του έτους αξιολόγησης με βάση την παραγωγική συμπεριφορά του κοινού μάρτυρα της ποικιλίας Biango di Spagna, που περιλήφθηκε σε κάθε αγρό. Για τη διόρθωση οι παρατηρηθείσες τιμές εκφράστηκαν επί της % του μέσου όρου του κοινού μάρτυρα για κάθε έτος και στη συνέχεια πολλαπλασιάστηκαν με το γενικό μέσο όρο του μάρτυρα των τριών ετών και έγιναν πάλι σε απόλυτες τιμές (Bletsos and Goulas, 1999). Με τις διορθωμένες τιμές ήταν εφικτή η εκτίμηση της προόδου επιλογής R και ο υπολογισμός του μέσου γενετικού κέρδους ανά έτος $\bar{R} * \text{έτος}^{-1}$ και του συντελεστή πραγματικής κληρονομικής ικανότητας [$H^2 = R / S$].

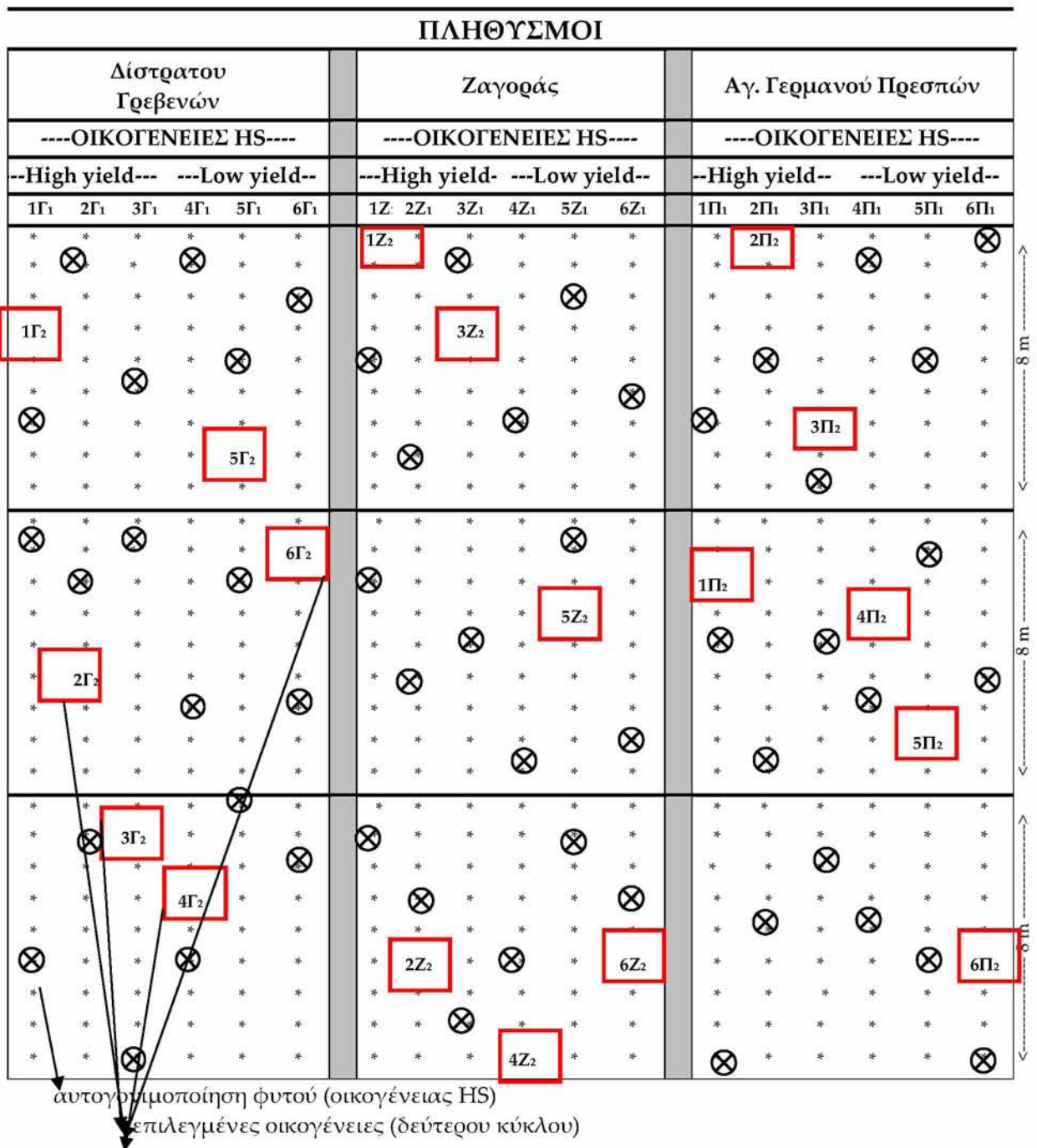
II-B. Γενεαλογική Επιλογή

Στους τρεις C_0 πληθυσμούς που είχαν εγκατασταθεί σε αγρούς απομόνωσης με επαναλαμβανόμενο μάρτυρα (Biangio di Spagna) την καλλιεργητική περίοδο 2004 (εικ. 21), αναγνωρίστηκαν ατομικά φυτά με καθαρό βάρος ξηρού σπόρου τουλάχιστον 100g (επίπεδο απόρριψης). Συνολικά αναγνωρίστηκαν 14 φυτά με επιθυμητά γνωρίσματα για τον πληθυσμό της Ζαγοράς, 16 φυτά για τον πληθυσμό του Δίστρατου Γρεβενών και 26 φυτά για τον πληθυσμό Αγ. Γερμανού Πρεσπών με στόχο την δημιουργία ημιθαλλικών οικογενειών (HS). Από τις αντίστοιχες HS οικογένειες κάθε πληθυσμού, επιλέχθηκαν οι τρεις (3) πιο υψηλοαποδοτικές (HY) και οι αντίστοιχες τρεις (3) πιο χαμηλοαποδοτικές (LY) ως προς το καθαρό βάρος ξηρού σπόρου. Έτσι προέκυψαν συνολικά 18 HS οικογένειες, δηλαδή 9 HY (1Γ₁, 2Γ₁, 3Γ₁, 1Ζ₁, 2Ζ₁, 3Ζ₁, 1Π₁, 2Π₁, 3Π₁) και 9 LY (4Γ₁, 5Γ₁, 6Γ₁, 4Ζ₁, 5Ζ₁, 6Ζ₁, 4Π₁, 5Π₁, 6Π₁) για το σύνολο των εξεταζόμενων πληθυσμών (εικ. 25).



Εικόνα 25: Πειραματική διάταξη μελέτης των τριών πληθυσμών C_0 (*P.coccineus*)

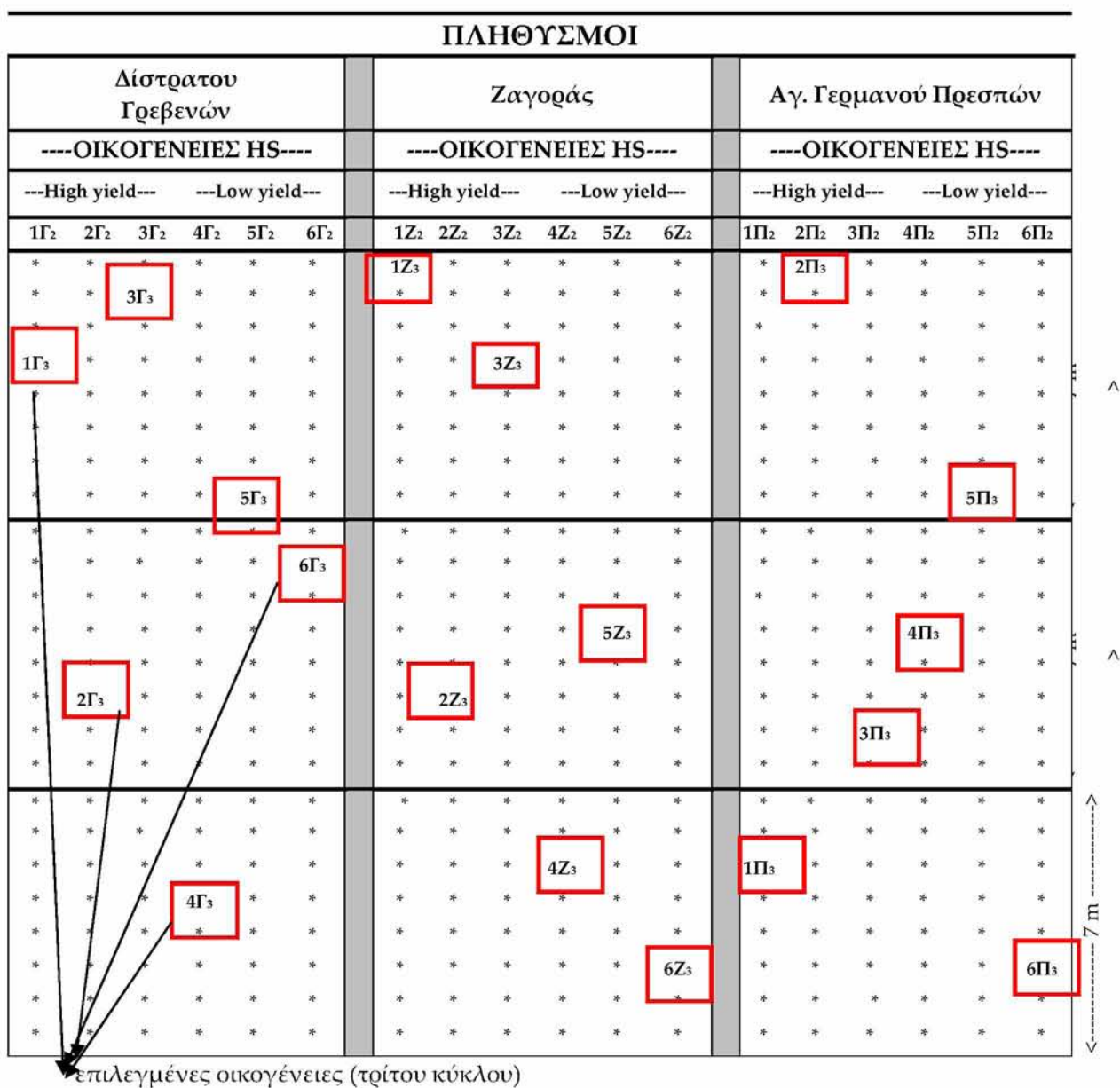
Οι επιλεγμένες οικογένειες εγκαταστάθηκαν σε γενεαλογικό αγρό το 2005. Η πειραματική διάταξη αντιστοιχούσε σε σχέδιο πλήρων τυχαιοποιημένων ομάδων (RCB) με τρεις επαναλήψεις, δηλαδή 24 φυτά για κάθε μια από τις 18 αξιολογούμενες οικογένειες και η εμφανίζεται στην εικόνα 26. Το πειραματικό τεμάχιο αποτέλεσε γραμμή μήκους 8m με αποστάσεις φύτευσης 1m μεταξύ των τεμαχίων και 1m επί της γραμμής (9 φυτά ανά επανάληψη). Τυχαία ένα φυτό ανά επανάληψη αυτογονιμοποιήθηκε (υλικό που θα χρησιμοποιηθεί στην ενότητα III), οπότε για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν τα 24 φυτά που έμειναν. Η σπορά έγινε στις 25/05/2005, στον οργανικό αγρό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, με σκοπό την αξιολόγηση της παραγωγικής συμπεριφοράς μεταξύ και εντός ημισυγγενικών οικογενειών για κάθε ένα από τους τρεις πληθυσμούς. Για κάθε μια από τις επιλεγμένες **HS-HY** οικογένειες επιλέχθηκε από τα 24 φυτά το πιο υψηλοαποδοτικό και αντίστοιχα για τις **HS-LY** οικογένειες το πιο χαμηλοαποδοτικό. Έτσι προέκυψαν οι 18 αντίστοιχες HS οικογένειες της **C₂** γενεαλογικής επιλογής **9 HY** (1Γ₂, 2Γ₂, 3Γ₂, 1Z₂, 2Z₂, 3Z₂, 1Π₂, 2Π₂, 3Π₂) και **9 LY** (4Γ₂, 5Γ₂, 6Γ₂, 4Z₂, 5Z₂, 6Z₂, 4Π₂, 5Π₂, 6Π₂).



Εικόνα 26: Πειραματική διάταξη δεκαοκτώ αξιολογούμενων οικογενειών (πρώτος κύκλος γενεαλογικής επιλογής C₁ pedigree)

Την επόμενη καλλιεργητική περίοδο 2006, αξιολογήθηκαν οι 18 οικογένειες **9 HY** (1Γ₂, 2Γ₂, 3Γ₂, 1Ζ₂, 2Ζ₂, 3Ζ₂, 1Π₂, 2Π₂, 3Π₂) και **9 LY** (4Γ₂, 5Γ₂, 6Γ₂, 4Ζ₂, 5Ζ₂, 6Ζ₂, 4Π₂, 5Π₂, 6Π₂) με την ίδια διαδικασία που αξιολογήθηκαν στον C₁ κύκλο το 2005 (εικ. 26) στον οργανικό αγρό του Βελεστίνου. Το πειραματικό τεμάχιο αποτέλεσε γραμμή μήκους 8m με αποστάσεις σποράς

1m μεταξύ των τεμαχίων και 1m επί της γραμμής (εικ. 27). Η πειραματική διάταξη αντιστοιχούσε σε σχέδιο πλήρων τυχαιοποιημένων ομάδων (RCB) με τρεις επαναλήψεις, δηλαδή 24 φυτά για κάθε μια από τις 18 αξιολογούμενες οικογένειες. Η σπορά έγινε στις 20/06/2006, στον οργανικό αγρό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, με σκοπό την αξιολόγηση της παραγωγικής συμπεριφοράς μεταξύ και εντός ημισυγγενικών οικογενειών της C₂ γενεαλογικής επιλογής.



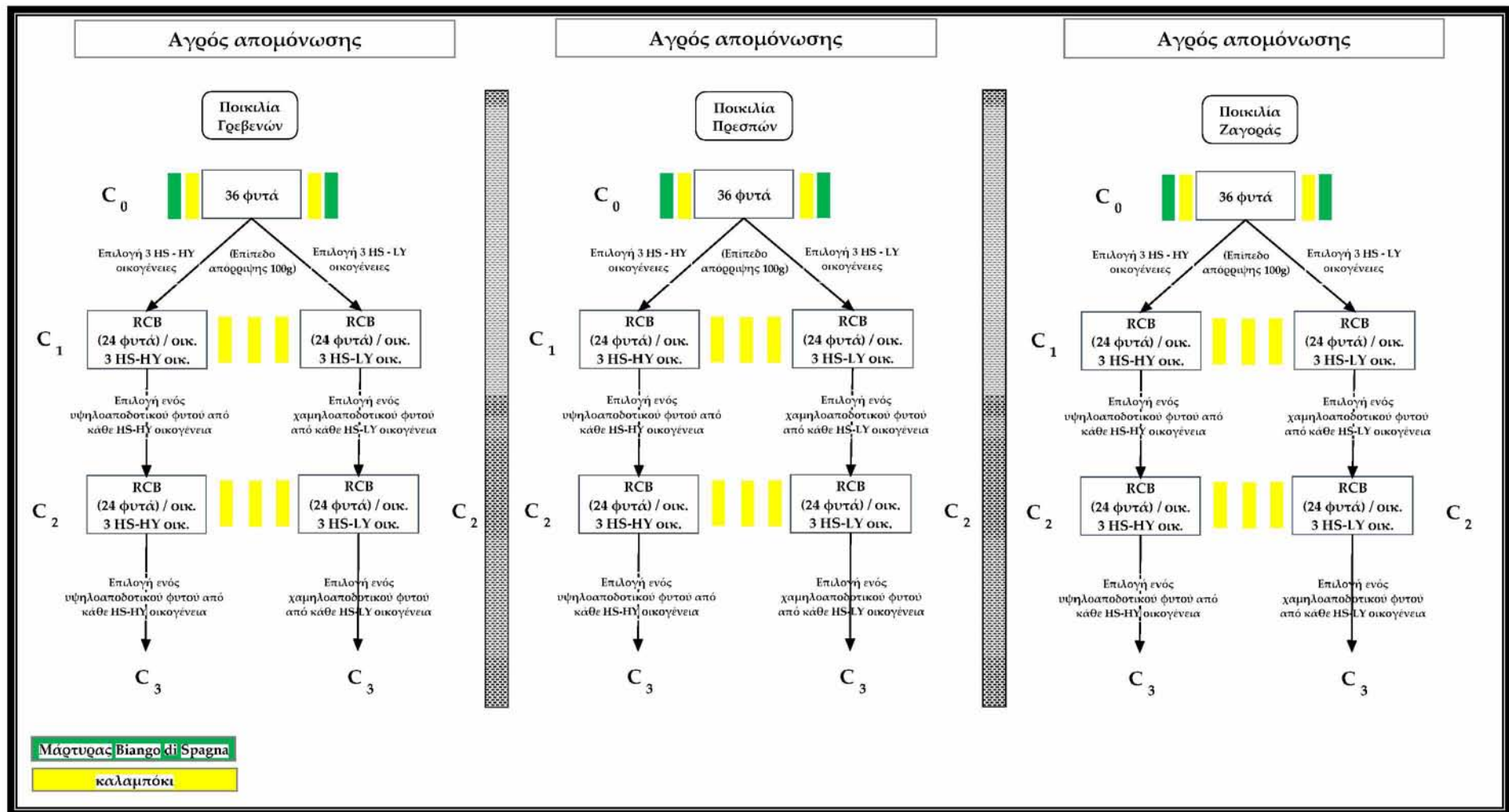
Εικόνα 27: Πειραματική διάταξη δεκαοκτώ αξιολογούμενων οικογενειών (δευτέρος κύκλος γενεαλογικής επιλογής C₂ pedigree)

Για κάθε μια από τις επιλεγμένες **HS-HY** οικογένειες επιλέχθηκε από τα 24 φυτά το πιο υψηλοαποδοτικό και αντίστοιχα για τις **HS-LY** οικογένειες το πιο χαμηλοαποδοτικό. Έτσι προέκυψαν οι 18 αντίστοιχες HS οικογένειες της **C₃** γενεαλογικής επιλογής **9 HY** (1Γ₃, 2Γ₃, 3Γ₃, 1Z₃, 2Z₃, 3Z₃, 1Π₃, 2Π₃, 3Π₃) και **9 LY** (4Γ₃, 5Γ₃, 6Γ₃, 4Z₃, 5Z₃, 6Z₃, 4Π₃, 5Π₃, 6Π₃). Σχηματικά η διαδικασία που ακολουθήθηκε με την τροποποιημένη γενεαλογική επιλογή εμφανίζεται στην εικόνα 28.

Αξιολόγηση της προόδου επιλογής:

Για κάθε κύκλο επιλογής εκτιμήθηκε το διαφορικό επιλογής (S) $S = \bar{X}_{s-HY} - \bar{X}_P$ τη διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των φυτών του πληθυσμού (\bar{X}_P) και των επιλεγμένων υψηλοαποδοτικών οικογενειών (\bar{X}_{s-HY}). Επίσης εκτιμήθηκε το διαφορικό επιλογής (S) $S = \bar{X}_{s-LY} - \bar{X}_P$ τη διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των φυτών του πληθυσμού (\bar{X}_P) και των επιλεγμένων χαμηλοαποδοτικών οικογενειών (\bar{X}_{s-HY}). Όπως στην μεθοδολογία της μαζικής επιλογής, έτσι και στην γενεαλογική, η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της επιλογής έγινε έμμεσα και άμεσα. Η έμμεση αξιολόγηση έγινε με τα δεδομένα των αγρών RCB, τα οποία διορθώθηκαν για την επίδραση του έτους αξιολόγησης με βάση την παραγωγική συμπεριφορά του κοινού μάρτυρα της ποικιλίας Biango di Spagna, που περιλήφθηκε σε κάθε αγρό. Για τη διόρθωση οι παρατηρηθείσες τιμές εκφράστηκαν επί της % του μέσου όρου του κοινού μάρτυρα για κάθε έτος και στη συνέχεια πολλαπλασιάστηκαν με το γενικό μέσο όρο του μάρτυρα των τριών ετών και έγιναν πάλι σε απόλυτες τιμές (**Bletsos and Goulas, 1999**). Με τις διορθωμένες τιμές ήταν εφικτή η εκτίμηση της προόδου επιλογής R και ο υπολογισμός του μέσου γενετικού κέρδους ανά έτος $\bar{R} * \text{έτος}^{-1}$ και του συντελεστή πραγματικής κληρονομικής ικανότητας [**H² = R / S**]. Επί πλέον η φαινοτυπική διακύμανση του μάρτυρα ήταν μια

εκτίμηση της σ_E^2 (διακύμανση περιβάλλοντος). Έτσι η φαινοτυπική διακύμανση των φυτών κάθε κύκλου ήταν μια εκτίμηση της συνολικής φαινοτυπικής διακύμανσης $\sigma_P^2 = \sigma_E^2 + \sigma_G^2$ και επομένως ήταν δυνατή μια εκτίμηση της σ_G^2 και η έκφρασή της ως **GCV**.



Εικόνα 28: Σχηματική παράσταση της τροποποιημένης γενεαλογικής επιλογής

ΕΝΟΤΗΤΑ ΙΙΙ

Εκτίμηση του βαθμού αυτογονιμοποίησης στο είδος *Phaseolus coccineus* με την εφαρμογή δύο κύκλων αυτογονιμοποίησης

Το γενικό πρόβλημα των ενδοπληθυσμιακών σχημάτων επιλογής που βασίζονται σε ένα μόνο τύπο απογόνων και ένα περιβάλλον αξιολόγησης είναι ότι δεν ελέγχεται η αλληλεπίδραση γενοτύπου και περιβάλλοντος (**Coors, 1999**). Αντίθετα τα σχήματα που αξιοποιούν πέραν του ενός τύπου απογόνων, αξιολογούν και διαφορετικές γενετικές δράσεις που χαρακτηρίζουν τον κάθε τύπο απογόνων, δίνοντας τη δυνατότητα αξιολόγησης του S_0 γενοτύπου σε περισσότερα από ένα περιβάλλοντα (ευνοϊκά ή / και καταπόνησης). Επί πλέον προσφέρονται για τη μελέτη της ενδοπληθυσμιακής παραλλακτικότητας ως προς την ομομεικτική εξασθένιση και την ετερωτική ευρωστία και δίνουν τη δυνατότητα για αποτελεσματική επιλογή των S_0 γενοτύπων με βάση τόσο την συνδυασμένη αξιολόγηση όσο και την αντίστοιχη με ένα μόνο τύπο οικογένειας (**Goulas et al., 2000**). Τέλος αξιοποιούν τη δυνατότητα επιλογής υποσχόμενων S_0 γενοτύπων για δημιουργία καθαρών σειρών με βάση την αξιολόγηση στην αρχή της ομομεικτικής διαδικασίας (early testing) και συνδυασμό κριτηρίων επιλογής (**Goulas et al., 2000**).

Σκοπός του συγκεκριμένου πειράματος ήταν η δημιουργία S_1 και S_2 οικογενειών μετά από έναν και δύο κύκλους αυτογονιμοποίησης, αντίστοιχα, εντός των επιλεγμένων HS (υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών) οικογενειών για τον κάθε γενότυπο και η αξιολόγηση της συμπεριφοράς τριών αντιπροσωπευτικών γενοτύπων του είδους *P. coccineus* που καλλιεργούνται στην Ελλάδα, ως προς το ποσοστό αυτογονιμοποίησης.

III-A. Δημιουργία σπόρου S_i μέσω ελεγχόμενης αυτογονιμοποίησης HS φυτών εντός των οικογενειών (2005)

Η πειραματική διάταξη RCB (3 επαναλήψεις με 9 φυτά ανά επανάληψη) που εφαρμόστηκε στις HS οικογένειες του πρώτου κύκλου (2005), δίνεται στην εικόνα 26.

Κατά την καλλιεργητική περίοδο 2005, καλύφθηκε ένα φυτό ανά επανάληψη με μεταλλικό κλωβό απομονώσεως διαστάσεων (1m x 1m x 1.80m), έτσι ώστε να αποφευχθεί η σταυρογονιμοποίηση (εικ. 29). Με την διαδικασία αυτή αυτογονιμοποιήθηκαν 3 φυτά εντός κάθε HS οικογένειας, με σκοπό να δοθεί μια εκτίμηση του βαθμού αυτογονιμοποίησης των οικογενειών και αφετέρου τη δημιουργία S_i οικογενειών.

Εικόνα 29:

Απομόνωση ατομικών φυτών φασολιού σε μεταλλικούς κλωβούς με στόχο την αυτογονιμοποίησή τους



Με αυτό τον τρόπο δημιουργήθηκαν S_i απόγονοι από κάθε HS οικογένεια και έτσι προέκυψαν 18 S_i οικογένειες. Καταγράφηκαν το βάρος σπόρων και ο αριθμός λοβών ανά φυτό, σε επίπεδο ατομικού φυτού, ως έκφραση του δυναμικό των HS οικογενειών μετά από αυτογονιμοποίηση ενώ στη συνέχεια συγκρίθηκαν με τους μέσους όρους των ελεύθερα επικονιαζόμενων HS οικογενειών.

III-B. Αξιολόγηση των S₁ οικογενειών για τον κάθε γενότυπο (2006)

Την επόμενη χρονιά εγκαταστάθηκε ένα πειραματικό τεμάχιο σε πλήρως τυχαιοποιημένο σχέδιο (CRD) με εννέα επαναλαμβανόμενες τιμές και επαναλαμβανόμενο μάρτυρα την εμπορική ποικιλία Biango di Spagna, για την εκτίμηση του δυναμικού των S₁ οικογενειών (εικ. 30). Επειδή η ποσότητα του σπόρου ήταν περιοριστική, το πειραματικό τεμάχιο για τις S₁ οικογένειες αποτέλεσε μία γραμμή μήκους 8m με αποστάσεις σποράς 1m μεταξύ των γραμμών και 1m επί της γραμμής. Η σπορά έγινε στις 20/06/2006 στον πειραματικό αγρό του Βελεστίνου σε απομόνωση από το υπόλοιπο υλικό αξιολόγησης. Τα χαρακτηριστικά της απόδοσης που εξετάστηκαν, σε επίπεδο ατομικού φυτού, ήταν το καθαρό βάρος των σπόρων και ο αριθμός των λοβών ανά φυτό. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με το πρόγραμμα SPSS 17 (one way anova).

ΠΑΛΗΘΥΣΜΟΙ																	
Δίστρατου Γρεβενών						Ζαγοράς						Αγ. Γερμανού Πρεσπών					
----ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ S ₁ ----						----ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ S ₁ ----						----ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ S ₁ ----					
--High yield--			--Low yield--			--High yield--			--Low yield--			--High yield--			--Low yield--		
1S _{1Γ}	2S _{1Γ}	3S _{1Γ}	4S _{1Γ}	5S _{1Γ}	6S _{1Γ}	1S _{1Ζ}	2S _{1Ζ}	3S _{1Ζ}	4S _{1Ζ}	5S _{1Ζ}	6S _{1Ζ}	1S _{1Π}	2S _{1Π}	3S _{1Π}	4S _{1Π}	5S _{1Π}	6S _{1Π}
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Εικόνα 30: Πειραματική διάταξη δεκαοκτώ αξιολογούμενων οικογενειών S₁

III-Γ. Δημιουργία σπόρου S₂ μέσω ελεγχόμενης αυτογονιμοποίησης S₁ φυτών εντός των οικογενειών (2006)

Την ίδια χρονιά εγκαταστάθηκε αγρός απομόνωσης για την αυτογονιμοποίηση των S₁ οικογενειών. Από κάθε S₁ οικογένεια, τοποθετήθηκαν 3 σπόροι στις 22/06/2006 σε αποστάσεις σποράς 2m μεταξύ τους και επαναλαμβανόμενο μάρτυρα (Biango di Spagna). Στη συνέχεια πριν τα 3 φυτά φτάσουν στο στάδιο της άνθησης καλύφθηκαν με μεταλλικούς κλωβούς απομονώσεως διαστάσεων 1m x 1m x 1.80m (εικ. 31).

Εικόνα 31:

Μεταλλικός κλωβός απομονώσεως των φυτών για αυτογονιμοποίησης



Με αυτό τον τρόπο ελήφθησαν δεδομένα για το βάρος σπόρων και τον αριθμό λοβών ανά φυτό, από τα φυτά S₁ που αυτογονιμοποιήθηκαν και στη συνέχεια συγκρίθηκαν με τους μέσους όρους των ελεύθερα επικονιαζόμενων S₁ φυτών.

ΕΝΟΤΗΤΑ IV

Τελική Συγκριτική Αξιολόγηση του Γενετικού Υλικού σε Δυο Περιβάλλοντα Οργανικής Καλλιέργειας

Σκοπός της ενότητας IV ήταν η αξιολόγηση του συνόλου του γενετικού υλικού κάτω από συνθήκες οργανικής καλλιέργειας, τόσο στο περιβάλλον που δημιουργήθηκε (Αγρόκτημα Βελεστίνου) όσο και σε περιβάλλον με (διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες λόγω υψομέτρου) (ακραίες περιβαλλοντολογικές συνθήκες) (Μικρό Περιβολάκι).

Συγκεκριμένα η ενότητα αυτή αφορούσε τη διατοπική αξιολόγηση των αρχικών πληθυσμών C₀, των νέων πληθυσμών που προέκυψαν με τη μαζική επιλογή, των οικογενειών που προήλθαν ως αποτέλεσμα της γενεαλογικής μεθοδολογίας και των αυτογονιμοποιούμενων οικογενειών S₁ και S₂ (πιν. 8).

Πίνακας 8: Γενετικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση των πληθυσμών και των οικογενειών κατά το καλλιεργητικό έτος 2007

Αξιολογούμενοι Πληθυσμοί			Αξιολογούμενες Οικογένειες		
Γρεβενώ	Πρεσπών	Ζαγοράς	Γρεβενών	Πρεσπών	Ζαγοράς
C ₀ Γρεβενών	C ₀ Πρεσπών	C ₀ Ζαγοράς	High yield	High yield	High yield
C _{1M} -HY	C _{1M} -HY	C _{1M} -HY	1Γ ₁ , 1Γ ₃ , 1S _{1Γ} , 1S _{2Γ}	1Π ₁ , 1Π ₃ , 1S _{1Π} , 1S _{2Π}	1Ζ ₁ , 1Ζ ₃ , 1S _{1Ζ} , 1S _{2Ζ}
C _{2M} -HY	C _{2M} -HY	C _{2M} -HY	2Γ ₁ , 2Γ ₃ , 2S _{1Γ} , 2S _{2Γ}	2Π ₁ , 2Π ₃ , 2S _{1Π} , 2S _{2Π}	2Ζ ₁ , 2Ζ ₃ , 2S _{1Ζ} , 2S _{2Ζ}
C _{2M} -LY	C _{2M} -LY	C _{2M} -LY	3Γ ₁ , 3Γ ₃ , 3S _{1Γ} , 3S _{2Γ}	3Π ₁ , 3Π ₃ , 3S _{1Π} , 3S _{2Π}	3Ζ ₁ , 3Ζ ₃ , 3S _{1Ζ} , 3S _{2Ζ}
C _{3M} -HY	C _{3M} -HY	C _{3M} -HY	Low yield	Low yield	Low yield
C _{3M} -LY	C _{3M} -LY	C _{3M} -LY	4Γ ₁ , 4Γ ₃ , 4S _{1Γ} , 4S _{2Γ}	4Π ₁ , 4Π ₃ , 4S _{1Π} , 4S _{2Π}	4Ζ ₁ , 4Ζ ₃ , 4S _{1Ζ} , 4S _{2Ζ}
			5Γ ₁ , 5Γ ₃ , 5S _{1Γ} , 5S _{2Γ}	5Π ₁ , 5Π ₃ , 5S _{1Π} , 5S _{2Π}	5Ζ ₁ , 5Ζ ₃ , 5S _{1Ζ} , 5S _{2Ζ}
			6Γ ₁ , 6Γ ₃ , 6S _{1Γ} , 6S _{2Γ}	6Π ₁ , 6Π ₃ , 6S _{1Π} , 6S _{2Π}	6Ζ ₁ , 6Ζ ₃ , 6S _{1Ζ} , 6S _{2Ζ}

(*) Ως μάρτυρας χρησιμοποιήθηκε η εμπορική ποικιλία Di Spagnia

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε κατά το καλλιεργητικό έτος 2007 σε δύο περιβάλλοντα και περιελάμβανε εγκατάσταση δυο όμοιων πειραματικών οργανικών αγρών, έναν στο Βελεστίνο (πειραματικός αγρός του

Πανεπιστημίου Θεσσαλίας – υψόμετρο 50 m) και έναν στο Μ. Περιβολάκι (οργανικός αγρός – υψόμετρο 350 m) που αποτελεί ακραίο περιβάλλον υψηλής καταπόνησης.

Στόχος του πειράματος ήταν η αξιολόγηση του παραγωγικού δυναμικού των αρχικών πληθυσμών και του νέου γενετικού υλικού που επιλέχθηκε μετά την εφαρμογή 3-ετούς επιλογής, σε δύο περιβάλλοντα οργανικής καλλιέργειας (περιβάλλον δημιουργίας / αντίξοο οργανικό περιβάλλον). Απώτερος σκοπός είναι η εκτίμηση του γενετικού κέρδους που προκύπτει με την επιλογή για κάθε μια από τις δύο εφαρμοζόμενες μεθοδολογίες βελτίωσης και ο έλεγχος της αποτελεσματικότητας επιλογής μέσω συγκριτικής αποτίμησης της ομομεικτικής επίδρασης στο συγκεκριμένο φυτικό είδος.

Το πειραματικό τεμάχιο αποτέλεσε γραμμή μήκους 8m με αποστάσεις σποράς 1m μεταξύ των τεμαχίων και 1m επί της γραμμής. Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν RCB, με δύο επαναλήψεις ανά περιβάλλον αξιολόγησης. Η ποικιλία Biango di Spagna χρησιμοποιήθηκε ως επαναλαμβανόμενος μάρτυρας και στις δύο τοποθεσίες. Η σπορά έγινε στις 22/06/2007 και το γενετικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε παρουσιάζεται στον πίνακα 8. Στα δύο περιβάλλοντα, οι απαιτήσεις σε νερό ικανοποιήθηκαν μετά την σπορά, κατά το φύτευμα και κατά την ανάπτυξη των φυτών. Οι υπόλοιπες αρδεύσεις γίνονταν σε διαστήματα 5 έως 7 ημερών καθ'όλη τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου. Οι πρώτες δύο αρδεύσεις έγιναν με αυτοκινούμενο εκτοξευτήρα παροχής $34 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ (λειτουργία πίεσης 4,5 atm και έντασης 18 mmh^{-1}). Η τοποθέτηση του δικτύου στάγδην άρδευσης έγινε στις 10/07/2007. Οι αγωγοί άρδευσης ήταν από μαλακό πολυαιθυλένιο διατομής 20mm και αντοχής 6atm. Οι σταλάκτες ήταν αυτορυθμιζόμενοι και αυτοκαθαριζόμενοι, ισαποχής 1m επί των αγωγών και παροχής 4 l/h. Οι σταλακτηφόροι τοποθετήθηκαν σε

κάθε γραμμή φασολιών. Όλα τα φυτά των τριών γενοτύπων υποστηρίχτηκαν με καλάμια και στα δύο περιβάλλοντα (Εικ. 32 και 33).



Εικόνα 32: Φωτογραφία πειραματικού αγρού αξιολόγησης στο Μικρό Περιβολάκι



Εικόνα 33: Φωτογραφία πειραματικού αγρού αξιολόγησης στο Βελεστίνο

Η άρδευση διακόπηκε στις 20/09/2007 ταυτόχρονα και στα δύο περιβάλλοντα και 15 μέρες αργότερα ξεκίνησε η συγκομιδή των πλήρως ώριμων λοβών. Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα στα δύο περιβάλλοντα και για το σύνολο των φυτών, ανάλογα με την ολοκλήρωση ωρίμανσης των λοβών. Το κάθε φυτό συγκομίσθηκε χωριστά και οι μετρήσεις που ελήφθησαν αφορούσαν το βάρος σπόρων, τον αριθμό λοβών ανά φυτό και τον αριθμό σπόρων ανά λοβό.

Η ανάλυση της παραλλακτικότητας και στις δύο περιπτώσεις (πληθυσμών και οικογενειών), για κάθε ένα από τα συστατικά της απόδοσης: βάρος σπόρων, αριθμός λοβών ανά φυτό, σπόροι ανά λοβό και για το κάθε περιβάλλον χωριστά, έγινε σύμφωνα με το πρότυπο:

	BE	M.T.	Αναμενόμενο M.T.
Πληθυσμός	n-1	MT μεταχειρίσεων	$\sigma_e^2 + r \sigma_g^2$
Επαναλήψεις	r-1	MT επαναλήψεων	-
Σφάλμα	(n-1)*(r-1)	MT σφ.	σ_e^2
Σύνολο	n*r-1		

n = ο αριθμός πληθυσμών

r = ο αριθμός επαναλήψεων

σ_p^2 = φαινοτυπική παραλλακτικότητα = $\sigma_e^2 + \sigma_g^2$

σ_g^2 = γενετική διακύμανση

σ_e^2 = διακύμανση λόγω περιβάλλοντος

Με βάση τις τιμές των μέσων τετραγώνων εκτιμήθηκαν οι παράμετροι: γενετική διακύμανση (σ_g^2), διακύμανση λόγω περιβάλλοντος (σ_e^2), συντελεστής κληρονομησης υπό την ευρεία έννοια: $h^2 = \sigma_g^2 / \sigma_p^2$, και γενετικός

συντελεστής παραλλακτικότητας $GCV = \sqrt{\frac{\sigma_g^2}{X}}$. Η επεξεργασία των

δεδομένων έγινε με το πρόγραμμα EXCEL ενώ η ανάλυση παραλλακτικότητας με το υποπρόγραμμα ANOVA.

Η συνδυασμένη ανάλυση της παραλλακτικότητας και στις δύο περιπτώσεις (πληθυσμών και οικογενειών), για κάθε ένα από τα συστατικά της απόδοσης: βάρος σπόρων, αριθμός λοβών ανά φυτό, σπόροι ανά λοβό και για τα δύο περιβάλλοντα, έγινε σύμφωνα με το ακόλουθο πρότυπο:

Πηγές	BE	M.T.	Αναμενόμενο M.T.
Περιβάλλοντα	$l-1$		
Επαναλήψεις / Περιβαλλόντων	$r*(l-1)$		
Πληθυσμοί	$p-1$	MT ₁	$\sigma_E^2 + r \sigma_{G \times E}^2 + r l \sigma_G^2$
Πληθυσμοί x Περιβάλλοντα	$(p-1)*(l-1)$	MT ₂	$\sigma_E^2 + r \sigma_{G \times E}^2$
Σφάλμα	$l*(r-1)*(p-1)$	MT ₃	σ_E^2

p = ο αριθμός των πληθυσμών ή των οικογενειών

r = ο αριθμός επαναλήψεων

$\sigma_{G \times E}^2$ = διακύμανση λόγω αλληλεπίδρασης γενοτύπου x περιβάλλοντος

σ_G^2 = γενετική διακύμανση

σ_E^2 = διακύμανση λόγω περιβάλλοντος

Προηγήθηκε Bartlett's test για έλεγχο της ομοιογένειας της διακύμανσης των σφαλμάτων των δύο περιβαλλόντων αξιολόγησης.

Επιπλέον για το βάρος σπόρων, το οποίο αποτέλεσε και το κριτήριο επιλογής εντός των πληθυσμών και των οικογενειών, εκτιμήθηκε η ομομεικτική συμπεριφορά (Inbreeding effect, IBEF) για τον πρώτο κύκλο αυτογονιμοποίησης, σύμφωνα με τον τύπο **IBEF= 1 - S₁/HS (Goulas et al., 1997)**. Για την εκτίμηση της Ομομεικτικής συμπεριφοράς του δεύτερου κύκλου αυτογονιμοποίησης, χρησιμοποιήθηκε ο τύπος **IBEF= 1 - S₂/S₁**. Τιμές μικρότερες της μονάδας (ή του 100) δηλώνουν μείωση αποδόσεων λόγω ομομειξίας (ομομεικτική εξασθένιση-inbreeding depression ID), ενώ μεγαλύτερη της μονάδας (ή του 100) δηλώνουν αύξηση αποδόσεων λόγω ομομειξίας δηλαδή ομομεικτική ευρωστία (inbreeding vigor IV).

Κεφάλαιο 4

Αποτελέσματα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΕΝΟΤΗΤΑ I

Χαρακτηρισμός και ταυτοποίηση γενοτύπων

I-A. Μελέτη της γενετικής παραλλακτικότητας με φαινοτυπική και μοριακή αξιολόγηση μεταξύ και εντός παραδοσιακών πληθυσμών φασολιού *P. coccineus*

I-A. 1. Μελέτη παραδοσιακών πληθυσμών φασολιού με βάση μορφολογικούς δείκτες

Στα πλαίσια του πρώτου πειράματος (2004) για τη μελέτη των γενοτύπων με βάση το φαινότυπο και σύμφωνα με τις παρατηρήσεις του οδηγού του διεθνούς οργανισμού **UPOV** (International Union for the Protection of New Varieties of Plants) για το *Phaseolus coccineus* L, προέκυψαν τα αποτελέσματα που αποτυπώνονται στον πίνακα 9.

Σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα, οι αναλογίες παρουσίας-απουσίας ανθοκυανών είναι συγκριτικά παρόμοιες (3:1) για όλους τους πληθυσμούς και δεν υπάρχει διαφοροποίηση της ομοιογένειας κάθε πληθυσμού των περιοχών προέλευσης. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα των **Zeven et al., (1993)**, οι οποίοι εξαίρεσαν τα χαρακτηριστικά που αφορούσαν ανθοκυάνες στην κατασκευή των δένδρογραμμάτων γενετικής συγγένειας, καθώς βρέθηκε ότι ελέγχονται από ένα κυρίαρχο γονίδιο. Σύμφωνα με την κατάταξη UPOV όσον αφορά τον τύπο ανάπτυξης των πληθυσμών, προκύπτει ότι οι πληθυσμοί ανήκουν στην κατηγορία IV και είναι αναρριχώμενοι.

Πίνακας 9: Μορφολογικά χαρακτηριστικά κατά UPOV τριών πληθυσμών φασολιού (*P.coccineus*)




α/α	Χαρακτηριστικά κατά UPOV	ΓΕΝΟΤΥΠΟΣ		
		— Γρεβενών —	— Πρεσπών —	— Ζαγοράς —
1	Παρουσία ανθοκυανών (%)	40	40	40
2	Τύπος ανάπτυξης	IV	IV	IV
3	Χρώμα ανθέων (%) Λ --- Κ	100.0 --- 0.0	86.6 --- 13.3	93.3 --- 6.67
4	Σχήμα φύλλων	V	IV	III
5	Μέγεθος σπόρων	Μεσαίο	Μεγάλο	Μεσαίο
6	Χρώμα σπόρων (%) Λ --- Κ	100 --- 0	86.6 --- 13.3	93.3 --- 6.67
7	Ταχύτητα ανάπτυξης φυτού	Μικρή	Μεσαία	Γρήγορη

* όπου Λ= λευκό χρώμα και Κ= κόκκινο χρώμα

Για το χρώμα των ανθέων κάθε πληθυσμού έγινε αναγωγή του ποσοστού του συνόλου των φυτών κάθε πληθυσμού στο οποίο παρατηρήθηκαν λευκά και κόκκινα άνθη. Σύμφωνα με τα δεδομένα προκύπτει ότι ο πληθυσμός των Γρεβενών δεν παρουσίασε φυτά με κόκκινα άνθη, ενώ αντίθετα οι πληθυσμοί των Πρεσπών και της Ζαγοράς είχαν ένα ποσοστό φυτών με κόκκινα άνθη (πιν. 9). Μια αξιοσημείωτη παρατήρηση έγκειται στο γεγονός ότι ενώ τα δείγματα των αρχικών πληθυσμών αποτελούνταν από λευκούς σπόρους, εμφανίστηκαν και φυτά με κόκκινα άνθη τα οποία στη συνέχεια έδωσαν σκουρόχρωμους σπόρους. Η σταυρογονιμοποίηση του είδους με κάποιον άλλο πληθυσμό με κόκκινα άνθη που μπορεί να έγινε στις περιοχές από όπου προήλθε το υλικό του πειράματος και η ενσωμάτωση του χαρακτηριστικού στους σπόρους των φυτών στα οποία πραγματοποιήθηκε, μπορεί να δώσει μια πιθανή εξήγηση

του φαινομένου. Μια άλλη πιθανή εξήγηση είναι η ετεροζυγωτία των φυτών που καλύπτει την υποτελή δράση αλληλομόρφων υπεύθυνων για το κόκκινο χρώμα και πιθανή εμφάνιση λόγω διασπάσεων στις επόμενες γενιές. Για την εκτίμηση του μεγέθους των σπόρων κατά UPOV, του κάθε γενοτύπου χρησιμοποιήθηκε έμμεσα το βάρος 100 σπόρων (πιν. 11). Σύμφωνα με τα δεδομένα, οι γενότυποι που χαρακτηρίζονται από μεσαίο μέγεθος σπόρων είναι οι πληθυσμοί των Γρεβενών και της Ζαγοράς, ενώ των Πρεσπών χαρακτηρίζεται από μεγάλο μέγεθος σπόρων (πιν. 9). Τέλος, φαίνεται ότι η ταχύτητα ανάπτυξης των φυτών, διαφοροποιείται στους πληθυσμούς Πρεσπών, Ζαγοράς και Γρεβενών. Όπως προκύπτει, ο πληθυσμός των Γρεβενών παρουσίασε το μεγαλύτερο ποσοστό φυτών με χαμηλή ταχύτητα ανάπτυξης ενώ στους υπόλοιπους πληθυσμούς βρέθηκε ότι τα περισσότερα φυτά είχαν μια μέση ταχύτητα ανάπτυξης.

Το σχήμα φύλλων παρατηρήθηκε σύμφωνα με τον κατάλογο UPOV και ο κάθε πληθυσμός κατατάσσεται σε μία κατηγορία (εικ. 34). Συγκεκριμένα ο πληθυσμός των Γρεβενών κατατάσσεται στον τύπο με κυκλικό σχήμα, ο πληθυσμός των Πρεσπών με τετραγωνικό σχήμα και ο πληθυσμός της Ζαγοράς με σχήμα τριγωνικό προς κυκλικό.

ΓΕΝΟΤΥΠΟΣ		
Γρεβενών	Πρεσπών	Ζαγοράς
		
κυκλικό (V)	τετραγωνικό (IV)	τριγωνικό προς κυκλικό (III)

Εικόνα 34: Κατηγορίες φύλλου ανάλογα με το σχήμα των τριών πληθυσμών

Η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη εκτιμήθηκε έμμεσα με το δείκτη SPAD, για όλα τα φυτά του κάθε πληθυσμού. Από τα δεδομένα φάνηκε ότι υπήρχε παραλλακτικότητα εντός και μεταξύ των πληθυσμών κατά την περίοδο της πλήρους άνθισης (πιν. 9). Το μεγαλύτερο ποσοστό ανθόρροιας παρουσίασε ο πληθυσμός των Γρεβενών και το μικρότερο ο πληθυσμός των Πρεσπών. Σύμφωνα με τα δεδομένα μεταπτυχιακής διατριβής (**Κατσαβού 2006**) βρέθηκε ότι οι υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν εντονότερη ανθόρροια και σε συνδυασμό με την εποχή σποράς, ο γενότυπος παρουσιάζει μικρή ή μεγάλη ανθόρροια. Δηλαδή οι υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν εντονότερη ανθόρροια (για τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο), ενώ αντίθετα κατά τη διάρκεια του Αυγούστου όπου οι περισσότεροι λοβοί έχουν αναπτυχθεί δεν κινδυνεύουν από πτώση. Οι διαφορές που βρέθηκαν μεταξύ των πληθυσμών δεν ήταν σημαντικές γεγονός που ενισχύει την άποψη ότι καθοριστικός παράγοντας για την ανθόρροια είναι η εποχή σποράς και κατά συνέπεια το στάδιο του φυτού στο οποίο επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης διαπιστώθηκε ότι η εποχής σποράς δεν επηρεάζει την έναρξη και τον χρόνο ανθοφορίας σε αντίθεση με τους συγκεκριμένους τρεις πληθυσμούς που εμφανίζεται μια μικρή παραλλακτικότητα.

Πίνακας 9: Μέσοι όροι σε αγρονομικά χαρακτηριστικά τριών πληθυσμών φασολιού (*P.coccineus*)

ΓΕΝΟΤΥΠΟΣ	Περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη στην πλήρη άνθιση ___ SPAD ___	Ποσοστό ανθόπτωσης ___ % ___	Έναρξη άνθισης από σπορά ___ Ημέρες ___	Άνθιση 50% του γενοτύπου από σπορά ___ Ημέρες ___
ΓΡΕΒΕΝΩΝ	41.2 ± 3.6	70.7 ± 1.3	38.3 ± 0.6	45.7 ± 0.6
ΠΡΕΣΠΩΝ	38.4 ± 3.7	61.3 ± 4.8	35.0 ± 1.7	42.7 ± 2.1
ΖΑΓΟΡΑΣ	39.6 ± 6.9	66.4 ± 12.1	37.0 ± 1.0	44.7 ± 0.6

Από τα δεδομένα της εργασίας **Κατσαβού 2006** και σε συνδυασμό με τις αποδόσεις που παρουσίασαν οι πληθυσμοί **C₀** προκύπτει ότι ο πληθυσμός των Γρεβενών έχει το μεγαλύτερο βιολογικό κύκλο και πρωιμότερος είναι ο πληθυσμός της Ζαγοράς.

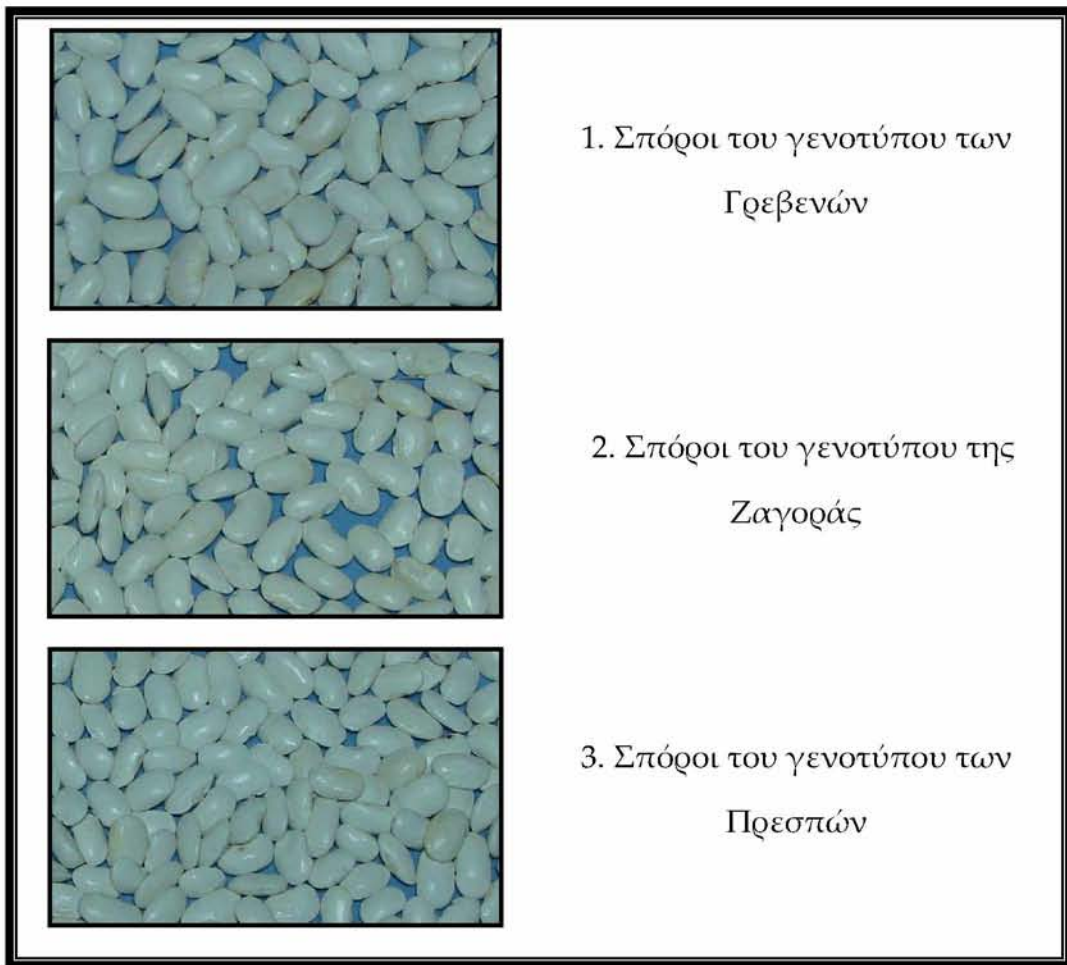
I-A. 2. Εκτίμηση της απόδοσης και των συστατικών της

Σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα 11, ο μέσος όρος του πληθυσμού των Γρεβενών **C₀** παρουσίασε τάση να υπερέχει σε σύγκριση με τους μέσους όρους των άλλων πληθυσμών και συγκεκριμένα υπερείχε κατά 32.6% έναντι του πληθυσμού Πρεσπών **C₀** ως προς το βάρος των σπόρων, παρόλο που ο πληθυσμός των Γρεβενών είχε μεσαίο μέγεθος σπόρων και ο πληθυσμός των Πρεσπών μεγάλο (εικ. 35). Το γεγονός αυτό συμφωνεί με τα δεδομένα του **Nienhuis, (1986)** όπου αναφέρει ότι οι ποικιλίες με μικρούς σπόρους έχουν μεγαλύτερες αποδόσεις.

Πίνακας 11: Μέσοι όροι συστατικών της απόδοσης των αρχικών πληθυσμών **C₀** του είδους *P.coccineus*

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ C ₀				
ΓΕΝΟΤΥΠΟΣ	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _	Βάρος 100 σπόρων — g —
ΓΡΕΒΕΝΩΝ				
\bar{X}	275.8 ± 104.0	84.3 ± 19.5	3.0 ± 0.6	199.9 ± 12.6
ΠΡΕΣΠΩΝ				
\bar{X}	204.4 ± 108.5	57.7 ± 23.1	2.6 ± 0.6	208.9 ± 5.5
ΖΑΓΟΡΑΣ				
\bar{X}	125.4 ± 46.6	38.0 ± 16.7	2.7 ± 0.6	185.5 ± 31.0

\bar{X} : μέσος όρος του πληθυσμού



Εικόνα 35: Φωτογραφίες σπόρων των τριών πληθυσμών *P.coccineus*

I-A. 3. Γενετική μελέτη γενοτύπων φασολιών με βάση μοριακούς δείκτες τύπου RAPD's

I-A. 3. 1 Ποσοτικός και ποιοτικός προσδιορισμός DNA

Μετά την εξαγωγή DNA από τους τρεις εξεταζόμενους πληθυσμούς φασολιών, ακολούθησε ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός τους με σκοπό να εκτιμηθεί η συγκέντρωση DNA στα δείγματα καθώς και η ποιότητα του. Τα δείγματα φωτομετρήθηκαν σε φασματοφωτόμετρο σε απορρόφηση 260 nm με σκοπό την εκτίμηση της συγκέντρωσης του DNA και στα 280 nm για την εκτίμηση της παρουσίας πρωτεϊνών στα δείγματα από τον λόγο 260/280 nm. Τιμή μεταξύ 1,8-2,2 μονάδων του παραπάνω λόγου βεβαιώνει την απουσία πρωτεϊνικών προσμίξεων στο δείγμα. Ο

ποιοτικός έλεγχος των δειγμάτων ολοκληρώθηκε με ηλεκτροφόρηση τους σε πηκτή αγαρόζης. Τα τρία δείγματα που υποβλήθηκαν στις ανωτέρω αναλύσεις, βρέθηκαν να είναι σε ικανοποιητική κατάσταση.

I-A. 3. 2. Μοριακή γενετική ανάλυση με μοριακούς δείκτες RAPD's

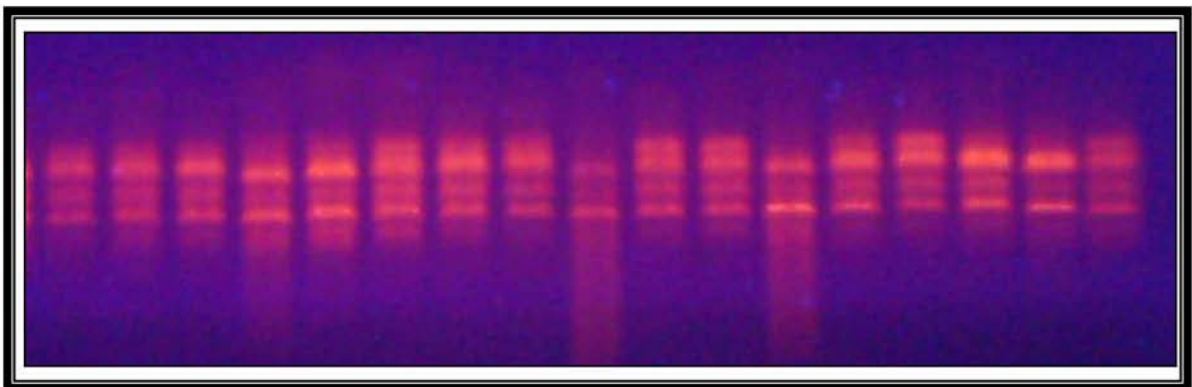
Στα πλαίσια της μοριακής γενετικής ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν 21 συνολικά εκκινητές με τυχαία νουκλεοτιδική αλυσίδα (τύπου RAPD's), των σειρών OPB, OPC, OPD, OPE, OPF και OPG.

Πίνακας 12: Σύνοψη μοριακού προτύπου των 21 εκκινητών

RAPD εκκινητής	Αλληλουχία Εκκινητή	Αριθμός πολυμορφικών ζωνών	Σύνολο ζωνών που πολ/σιασε ο εκκινητής
OPB 13	5'-TTCCCCCGCT-3'	2	7
OPC 3	5'-GGGGGTCTTT-3'	1	7
OPC 4	5'-CCGCATCTAC-3'	1	4
OPC 7	5'-GTCCCGACGA-3'	2	6
OPC 10	5'-TGTCTGGGTG-3'	2	4
OPC 12	5'-TGTCATCCCC-3'	1	7
OPC 13	5'-AAGCCTCGTC-3'	2	8
OPC 14	5'-TGCGTGCTTG-3'	3	6
OPC 19	5'-GTTGCCAGCC-3'	1	3
OPC 20	5'-ACTTCGCCAC-3'	2	5
OPD 1	5- ACCGCGAAGG-3'	1	4
OPE 6	5'-AAGACCCCTC-3'	4	7
OPE 13	5- CCCGATTCCGG-3'	1	4
OPE 20	5-AACGGTGACC-3'	3	7
OPF 4	5'-GGTGATCAGG-3'	2	6
OPF 7	5'-CCGATATCCC-3'	1	4
OPF 13	5'-GGCTGCAGAA-3'	2	4
OPG 2	5'-GGCACTGAGG-3'	4	4
OPC 1	5'-TTCGAGCCAG-3'	Μονομορφικός	4
OPC 8	5'-TGGACCGGTG-3'	Μονομορφικός	4
OPC 15	5'-GACGGATCAG-3'	Μονομορφικός	3

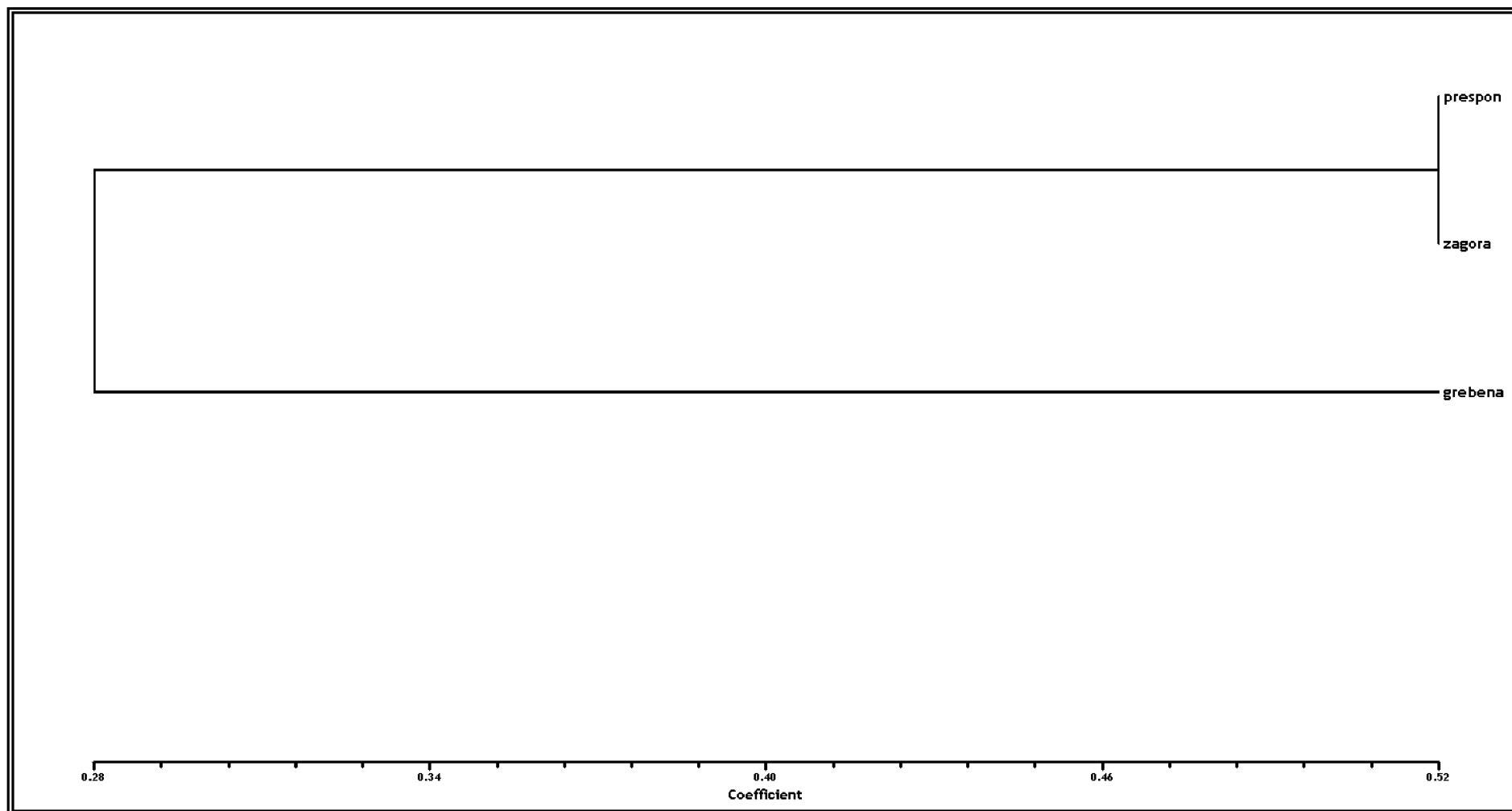
Εκ του συνόλου των 21 εκκινητών που χρησιμοποιήθηκαν, οι 18 βρέθηκαν πολυμορφικοί, ενώ οι υπόλοιποι τρεις βρέθηκαν μονομορφικοί για το σύνολο των γενοτύπων που εξετάστηκαν (πιν. 12). Όπως φανέρωσε η ηλεκτροφόρηση σε πηκτή αγαρόζης (1%), παρουσία βρωμιούχου αιθιδίου και κατόπιν εκθέσεως της σε υπεριώδη ακτινοβολία, η μοριακή ανάλυση των γενοτύπων φασολιού με βάση το μοριακό πρότυπο των 18 εκκινητών που επιλέχθηκαν, αποτελείται συνολικά από 108 ζώνες που αντιστοιχούν σε ίσο αριθμό περιοχών του γενώματος που πολλαπλασιάστηκαν κατά το σύνολο των αντιδράσεων της PCR.

Το ποσοστό των πολυμορφισμών για τη δεδομένη μοριακή ανάλυση, ανήλθε στο 33% καθώς 35 από τις 108 περιοχές του γενώματος που πολλαπλασιάστηκαν βρέθηκαν πολυμορφικές. Κατά μέσο όρο κατεγράφησαν 2 πολυμορφικές ζώνες ανά εκκινητή, ενώ ο μέγιστος αριθμός πολυμορφικών ζωνών ανά εκκινητή ήταν 4 και ο ελάχιστος 1. Το μοριακό πρότυπο καταγράφηκε και στη συνέχεια κωδικοποιήθηκε για το σύνολο των γενοτύπων. Κατά την κωδικοποίηση, η παρουσία ή η απουσία των ζωνών αντιπροσωπεύτηκε από τη μονάδα «1» ή το μηδέν «0» αντίστοιχα, για την ηλεκτρονική επεξεργασία των δεδομένων σύμφωνα με το δυαδικό σύστημα.



Εικόνα 36. Πολυμορφισμοί του εκκινητή OPC 4 και OPC 14 των παραδοσιακών πληθυσμών (1: Πρέσπες, 2: Ζαγορά, 3: Γρεβενά)

Με το σύνολο των παραπάνω κωδικοποιημένων παρατηρήσεων κατασκευάστηκαν δένδρογράμματα φυλογενετικών σχέσεων με την μέθοδο Neighbourjoining και με την μέθοδο UPGMA. Τελικά επιλέχθηκε η μέθοδος UPGMA ως η καταλληλότερη και περισσότερο αντιπροσωπευτική για τα δεδομένα του πειράματος. Στο δένδρογράμμα (εικ. 37) που ακολουθεί, αναπαριστώνται γραφικά οι γενετικές αποστάσεις μεταξύ των τριών παραδοσιακών πληθυσμών. Οι γενετικές αποστάσεις του δέντρογράματος είναι αρκετά μεγάλες (έως 0,52). Ειδικότερα οι πληθυσμοί των Πρεσπών και της Ζαγοράς δείχνουν να ομαδοποιούνται μαζί, ενώ ο πληθυσμός των Γρεβενών έχει γενετική απόσταση με τους δύο πληθυσμούς.



Εικόνα 37. Δενδρογράμμα φυλογενετικής ανάλυσης των πέντε παραδοσιακών πληθυσμών φασολιού *P.coccineus* με βάση τον JACCARD-UPGMA αλγόριθμο

I-B. Μελέτη οργανοληπτικών και φυσικοχημικών ιδιοτήτων εδάδιμου προϊόντος σε παραδοσιακούς πληθυσμούς φασολιού

I-B. 1. 1. Φυσικοχημικές ιδιότητες

Στον πίνακα 13 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών ιδιοτήτων εδάδιμου προϊόντος σε παραδοσιακούς πληθυσμούς φασολιού του είδους *P. coccineus* μετά από μελέτη δύο ετών. Αφορούν τα χαρακτηριστικά του pH, της σκληρότητας των σπόρων, της πυκνότητας των σπόρων πριν την ενυδάτωση, του συντελεστή ενυδάτωσης, την πυκνότητα των σπόρων μετά από εικοσιτετράωρη ενυδάτωση και τον συντελεστή απορρόφησης. Από τα δεδομένα βρέθηκε ότι μεταξύ των πληθυσμών υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλα τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν.

Πίνακας 13. Μέσοι όροι μετρήσεων δύο ετών για τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των εξεταζόμενων ποικιλιών

ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	pH	σκληρότητα (KgF)	πυκνότητα σπόρων πριν την ενυδάτωση (gr/ml)	συντελεστής ενυδάτωσης	πυκνότητα σπόρων μετά από 24h ενυδάτωση (gr/ml)	συντελεστής απορρόφησης
ΖΑΓΟΡΑΣ	6.91 ^c	3.35 ^a	1.17 ^a	2.10 ^a	1.17 ^a	2.08 ^a
ΓΡΕΒΕΝΩΝ	6.85 ^b	3.30 ^a	1.20 ^b	2.44 ^c	1.20 ^b	2.22 ^c
ΠΡΕΣΠΩΝ	6.75 ^a	5.29 ^b	1.19 ^b	2.31 ^b	1.19 ^b	2.15 ^b
\bar{X}	6.84	3.98	1.18	2.28	1.18	2.15
Sx	0.07	1.11	0.02	0.15	0.02	0.06
F test	**	**	**	**	**	**
ΕΣΔ	0.009	0.55	0.009	0.009	0.009	0.09
CV(%)	0.15	15.2	2.68	1.39	2.68	4.65

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

Συγκεκριμένα για το χαρακτηριστικό pH των σπόρων, οι διαφορές ήταν στατιστικώς σημαντικές για επίπεδο σημαντικότητας 1% με συντελεστή παραλλακτικότητας CV=0.15%. Το εύρος των τιμών για το

χαρακτηριστικό αυτό ήταν 6.75 για την ποικιλία των Πρεσπών έως 6.91 για την ποικιλία της Ζαγοράς. Οι **Martinez et al., (1995)** σε μελέτη δύο ποικιλιών φασολιού αναφέρουν τιμές pH 6.2 και 6.4. Για το χαρακτηριστικό της σκληρότητας του σπόρου μετά από βρασμό 15 λεπτών, οι διαφορές ήταν επίσης στατιστικώς σημαντικές μεταξύ των ποικιλιών. Οι τιμές είχαν εύρος από 3.30 KgF για την ποικιλία των Γρεβενών έως 5.29 KgF για την ποικιλία των Πρεσπών. Οι **Shimelis and Rakshit, (2004)** μετά από μελέτη οχτώ ποικιλιών φασολιού αναφέρουν τιμές σκληρότητας από 126.687 έως 178.717 Ng⁻¹.

Ο συντελεστής ενυδάτωσης στις 24 ώρες είχε εύρος τιμών από 2.10 για την ποικιλία της Ζαγοράς έως 2.44 για την ποικιλία των Γρεβενών. Ο συντελεστής ενυδάτωσης εκφράζει το ποσοστό αύξησης της μάζας των σπόρων μετά από την απορρόφηση νερού σε σχέση με την αρχική μάζα. Στην περίπτωση των εξεταζόμενων ποικιλιών προκύπτει ότι η ποικιλία των Γρεβενών αυξάνει 2.44 φορές την μάζα των σπόρων της μετά από 24 ώρες παραμονής στο νερό. Οι **Shimelis and Rakshit, (2004)** αναφέρουν τιμές συντελεστή ενυδάτωσης για 12 ώρες από 1.259 έως 2.283 σε μελέτη τους με ποικιλίες φασολιού.

Οι ποικιλίες διέφεραν στατιστικώς σημαντικά και για τον συντελεστή απορρόφησης και το εύρος τιμών κυμάνθηκε από 2.08 για την ποικιλία της Ζαγοράς έως 2.22 για την ποικιλία των Γρεβενών. Ο συντελεστής απορρόφησης εκφράζει το ποσοστό αύξησης του όγκου των σπόρων μετά από 24 ώρες παραμονής στο νερό σε σχέση με τον αρχικό όγκο των σπόρων. Δηλαδή οι σπόροι της ποικιλίας των Γρεβενών αυξάνουν τον όγκο τους κατά μέσο όρο 2.22 φορές. Οι **Shimelis and Rakshit, (2004)** αναφέρουν συντελεστή απορρόφησης στις 12 ώρες 1.385 έως 2.564 σε μελέτη οχτώ ποικιλιών φασολιού.

I-B. 1. 2. Οργανοληπτική εξέταση

Τα αποτελέσματα των οργανοληπτικών αναλύσεων των δύο ετών παρουσιάζονται στον πίνακα 14. Σύμφωνα με τα δεδομένα δεν παρατηρήθηκαν διαφορές για όλα τα χαρακτηριστικά, ενώ οι συντελεστές παραλλακτικότητας βρέθηκαν αρκετά υψηλοί, γεγονός το οποίο οφείλεται στην υποκειμενικότητα των απαντήσεων από τους δοκιμαστές. Οι ποικιλίες διαφοροποιήθηκαν ως προς το χαρακτηριστικό της ολικής εκτίμησης, όπου παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 0.05 και $CV=23.08\%$. Το χαρακτηριστικό της όξινης γεύσης σε όλες τις αναλύσεις παρουσίασε σταθερότητα, το οποίο συνδέθηκε με χαμηλό συντελεστή παραλλακτικότητας.

Για το χαρακτηριστικό του χρώματος των σπόρων, φάνηκε να διαφοροποιούνται μεταξύ τους οι πληθυσμοί της Ζαγοράς και των Πρεσπών, ενώ ο πληθυσμός των Γρεβενών δεν διέφερε. Ως προς την ολική εκτίμηση, η προτίμηση των δοκιμαστών εστιάστηκε στον πληθυσμό των Γρεβενών, ο οποίος είχε τη μεγαλύτερη αποδοχή, σε αντίθεση με τον πληθυσμό των Πρεσπών που είχε τη μικρότερη.

Γενικά η οργανοληπτική εξέταση διαφοροποίησε τις ποικιλίες. Ωστόσο δεν βρέθηκαν για όλες τις παραμέτρους στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Θα μπορούσε να υποθεί ότι οι παράμετροι της οργανοληπτικής εξέτασης ήταν ενδιαφέρουσες, αλλά θα πρέπει να ερμηνεύονται και με την ανάλογη προσοχή με δεδομένο ότι το σφάλμα εκτίμησης, όπως προκύπτει από τις τιμές CV ήταν γενικά υψηλό. Με δεδομένη την κλίμακα 1 έως 5 της οργανοληπτικής εξέτασης οι παραδοσιακές ποικιλίες γενικώς αποτιμήθηκαν θετικά από το κοινό και συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι έχουν ικανοποιητικά και αποδεκτά ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Πίνακας 14. Μέσοι όροι μετρήσεων δύο ετών για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τριών εξεταζόμενων ποικιλιών

Ποικιλίες	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΕΜΦΑΝΙΣΗ		ΓΕΥΣΗ												ΟΣΜΗ	ΟΛΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ
	Χρώμα	Φωτεινότητα	Αλμυρότητα	Πικρή	Στυφή	Γλυκιά	Χορτώδης	Μεταλλική	Μουχλιασμένη	Όξινη	Έντονη	Συνεκτικότητα	Αποδοχή	Χυμώδης	Οσμή	Ολική Εκτίμηση
ΖΑΓΟΡΑΣ	2.3 ^a	2.4 ^a	3.3 ^a	4.3 ^a	3.6 ^a	4.0 ^a	4.3 ^a	3.7 ^a	4.0 ^a	4.3 ^a	3.4 ^a	2.3 ^a	3.3 ^a	4.2 ^a	3.1 ^a	3.2 ^b
ΓΡΕΒΕΝΩΝ	2.7 ^{ab}	2.9 ^a	4.5 ^a	4.7 ^a	4.5 ^a	3.8 ^a	4.0 ^a	4.3 ^a	4.6 ^a	4.6 ^a	3.5 ^a	2.8 ^a	3.0 ^a	3.9 ^a	2.6 ^a	2.3 ^a
ΠΡΕΣΠΙΩΝ	3.1 ^b	2.8 ^a	3.8 ^a	4.3 ^a	3.4 ^a	4.0 ^a	3.2 ^a	3.6 ^a	3.7 ^a	4.4 ^a	2.9 ^a	2.8 ^a	3.3 ^a	4.2 ^a	3.2 ^a	3.4 ^b
\bar{X}	2.7	2.7	3.9	4.4	3.8	3.9	3.8	3.9	4.1	4.4	3.3	2.6	3.2	4.1	2.9	2.9
Sx	0.79	0.75	1.45	0.93	1.37	1.14	1.31	1.36	1.24	0.85	1.25	0.92	0.66	0.96	0.89	0.81
F test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
ΕΣΔ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.61
CV(%)	27.69	27.52	36.32	21.56	34.83	30.26	33.48	35.10	29.87	19.99	38.59	35.73	21.01	23.98	30.34	23.08

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

I-B. 1. 3. Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (Principal Components Analysis-PCA)

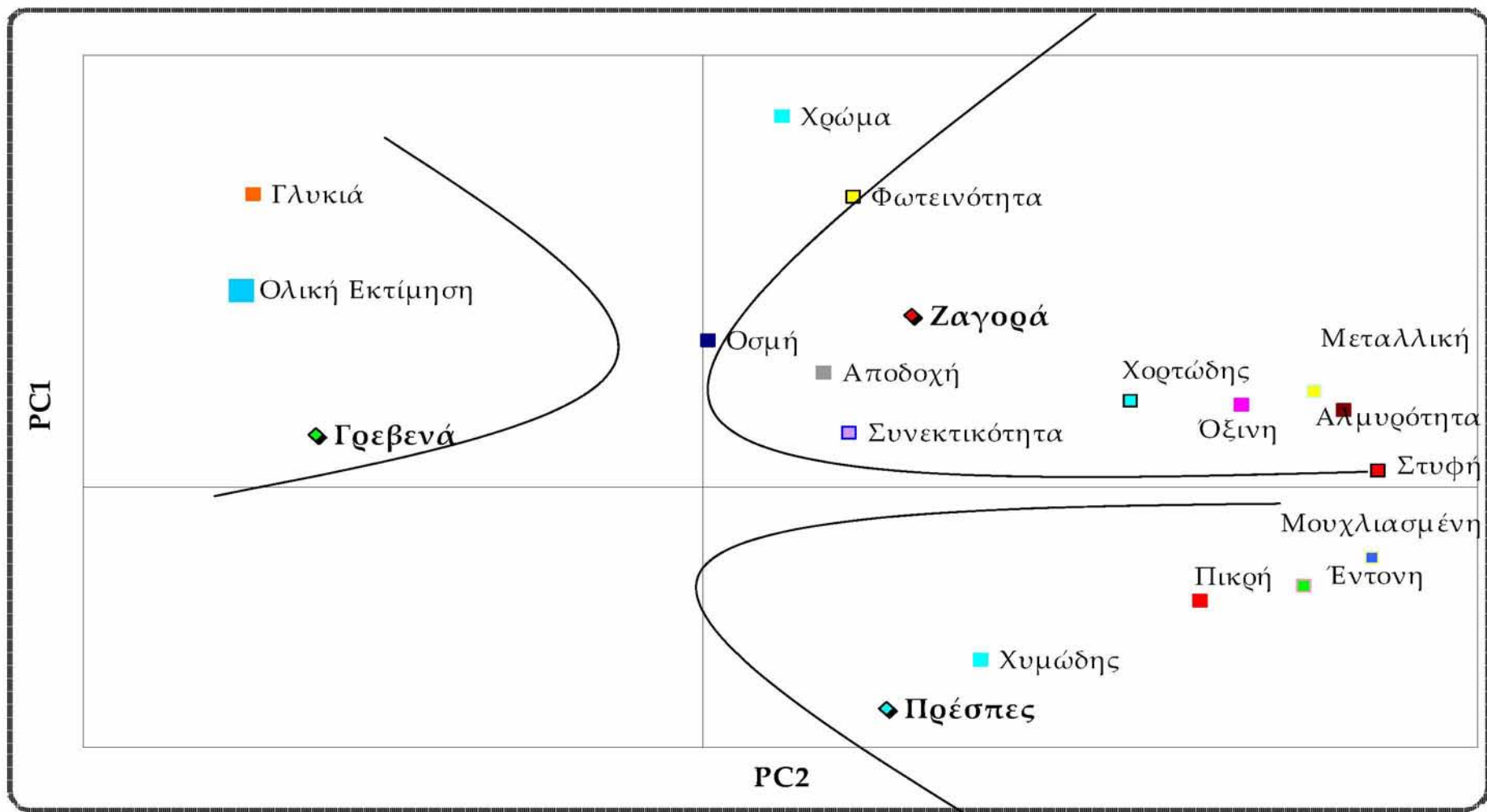
Η ανάλυση σε κύριες συνιστώσες έγινε για τη μελέτη των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών μεταξύ τους, για τη μελέτη της παραλλακτικότητας που εμφανίζουν οι ποικιλίες αλλά και για τη διαπίστωση των γνωρισμάτων που χαρακτηρίζουν τις ποικιλίες.

Όσον αφορά την μελέτη των ποικιλιών ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, χρειάστηκαν έξι κύριες συνιστώσες, ώστε η ερμηνεία της ολικής μεταβολής να ανέλθει στο 80.88% της συνολικής παραλλακτικότητας. Ωστόσο, οι δύο πρώτες κύριες συνιστώσες εξηγούν αθροιστικά το 44.53% της ολικής παραλλακτικότητας (πιν. 15).

Πίνακας 15. Ολική παραλλακτικότητα όπως προέκυψε από την εφαρμογή της ανάλυσης σε κύριες συνιστώσες (PCA) για τις ποικιλίες ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

PCA	% της μεταβολής	% άθροισμα
PC1	29.03	29.03
PC2	15.50	44.53
PC3	13.31	57.84
PC4	9.44	67.28
PC5	7.67	74.95
PC6	5.93	80.88

Το ποσοστό δεν είναι ιδιαίτερα υψηλό, αλλά από τις τιμές των συντελεστών των δύο πρώτων συνιστωσών προκύπτει ότι οι ποικιλίες και ολική αποδοχή εμφανίζουν τις υψηλότερες τιμές. Το διάγραμμα *PC1 vs PC2*, το οποίο εξηγεί αθροιστικά το 44.53% της ολικής παραλλακτικότητας (εικ. 38), δείχνει ότι οι ποικιλίες οι οποίες ανήκουν στο είδος *P. coccineus*,



Εικόνα 38: Διάγραμμα συνδυασμένης ανάλυσης κύριων συνιστωσών (PC1 - PC2) για οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τριών γενοτύπων φασολιού του είδους *P. coccineus*

ομαδοποιούνται ξεχωριστά. Η μελέτη των ποικιλιών και η ομαδοποίηση έγινε ως προς όλα τα υπό εξέταση οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Σύμφωνα με την εικόνα 38, η ποικιλία των Γρεβενών ομαδοποιείται με την ολική εκτίμηση και χαρακτηρίζεται από τη γλυκιά γεύση. Η ποικιλία της Ζαγοράς χαρακτηρίζεται από τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της στυφής, μεταλλικής, χορτώδης και όξινης γεύσης καθώς επίσης με την αλμυρότητα και συνεκτικότητα. Αντίθετα η ποικιλία των Πρεσπών ομαδοποιείται με τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της έντονης, πικρής, μουχλιασμένης και χυμώδης γεύσης.

Συμπερασματικά όσον αφορά την μελέτη των ποικιλιών ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, χρειάστηκαν δύο κύριες συνιστώσες, ώστε η ερμηνεία της ολικής μεταβολής να ανέλθει στο 44.53% της συνολικής παραλλακτικότητας. Με βάση το ποσοστό αυτό, οι τρεις ποικιλίες ομαδοποιούνται χωριστά ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Η ποικιλία των Γρεβενών σύμφωνα με το πάνελ των δοκιμαστών για τα δύο έτη οργανοληπτικών εξετάσεων, φαίνεται να χαρακτηρίζεται από την ολική εκτίμηση και η οποία είχε σχέση με την γλυκιά γεύση, ενώ η ποικιλία των Πρεσπών χαρακτηρίστηκε χυμώδης.

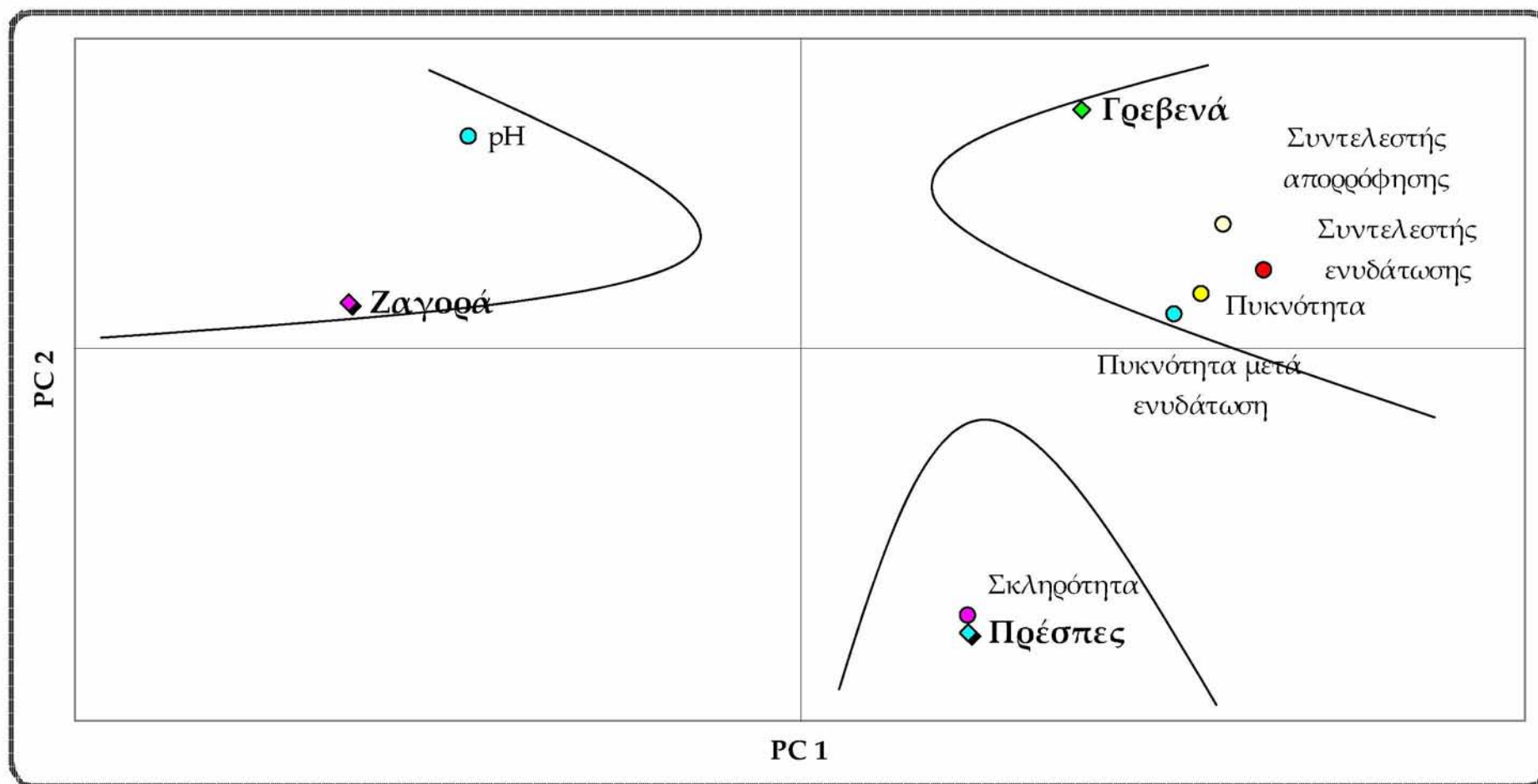
Η ανάλυση σε κύριες συνιστώσες για τη μελέτη των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών και της παραλλακτικότητας που εμφανίζουν οι ποικιλίες, καταδεικνύει ότι πρακτικά απαιτούνται δύο κύριες συνιστώσες, ώστε η ερμηνεία της ολικής μεταβολής να ανέλθει στο 85.52% της συνολικής παραλλακτικότητας (πίνακας 16).

Πίνακας 16. Ολική παραλλακτικότητα όπως προέκυψε από την εφαρμογή της ανάλυσης σε κύριες συνιστώσες (PCA) για τις ποικιλίες ως προς τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά

PCA	% της μεταβολής	% άθροισμα
PC1	54.48	54.48
PC2	32.04	85.52
PC3	9.97	94.49
PC4	2.14	97.63
PC5	0.63	98.26
PC6	0.41	98.67

Το διάγραμμα *PC1 vs PC2*, το οποίο εξηγεί αθροιστικά το 85.52% της ολικής παραλλακτικότητας (εικόνα 41) και δείχνει ότι οι τρεις εξεταζόμενες ποικιλίες ομαδοποιούνται ξεχωριστά, βάση των φυσικοχημικών τους χαρακτηριστικών.

Σύμφωνα με την εικ. 39, η ποικιλία των Πρεσπών ομαδοποιείται με το χαρακτηριστικό της σκληρότητας σε KgF. Αντίθετα η ποικιλία της Ζαγοράς χαρακτηρίζεται από το υψηλότερο και κοντά σε ουδέτερο pH. Τέλος η ποικιλία των Γρεβενών ομαδοποιείται με τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, όπως την πυκνότητα σπόρων πριν την ενυδάτωση, πυκνότητα σπόρων μετά την 24h ενυδάτωση, τον συντελεστή ενυδάτωσης και τον συντελεστή απορρόφησης. Μολονότι οι σπόροι της ποικιλίας των Γρεβενών παρουσιάζουν τους υψηλότερους συντελεστές ενυδάτωσης και απορρόφησης, σε έρευνα της **Κατσαβού (2006)** βρέθηκε να εμφανίζουν την μικρότερη φυτρωτική ικανότητα σε σχέση με τέσσερις ποικιλίες του είδους *P. coccineus*.



Εικόνα 39: Διάγραμμα συνδυασμένης ανάλυσης κύριων συνιστωσών (PC1 – PC2) για φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των τριών γενοτύπων φασολιού του είδους *P. coccineus*

Γενικευμένη Συζήτηση της Ενότητας I

Γενικότερα η μελέτη της γενετικής παραλλακτικότητας παραδοσιακών πληθυσμών φασολιού αποτέλεσε αντικείμενο πολλών ερευνητών (Κωστοπούλου Ε. 1999; Traka-Mavrona *et al.*, 2000; Ροδιάτης Α. 2004; Κατσαβού Κ. 2006; Πατσιαούρα Ι. 2007; Παπαδόπουλος Ι. 2007) με λίγες αναφορές στο είδος *P. coccineus*. Με βάση τα αποτελέσματα της πρώτης ενότητας, για το συγκεκριμένο είδος, παρατηρήθηκε παραλλακτικότητα μεταξύ των εξεταζόμενων λευκόσπερμων πληθυσμών από την φαινοτυπική και μοριακή αξιολόγησή τους. Συγκεκριμένα για το χρώμα των ανθέων προέκυψε ότι ο πληθυσμός των Γρεβενών δεν παρουσίασε φυτά με κόκκινα άνθη, ενώ αντίθετα οι πληθυσμοί των Πρεσπών και της Ζαγοράς είχαν ένα ποσοστό φυτών με κόκκινα άνθη, τα οποία δημιούργησαν στη συνέχεια έγχρωμους σπόρους. Επίσης οι πληθυσμοί των Γρεβενών και της Ζαγοράς χαρακτηρίστηκαν από μεσαίο μέγεθος σπόρων, ενώ των Πρεσπών από μεγάλο μέγεθος σπόρων με βάση την κατάταξη UPOV.

Όσον αφορά τον τύπο ανάπτυξης των πληθυσμών, προέκυψε ότι οι πληθυσμοί ανήκουν στην κατηγορία IV και είναι αναρριχώμενοι, ενώ παράλληλα ο πληθυσμός των Γρεβενών παρουσίασε το μεγαλύτερο ποσοστό φυτών με χαμηλή ταχύτητα ανάπτυξης. Με βάση την κατάταξη UPOV όσον αφορά το σχήμα του φύλλου, ο πληθυσμός των Γρεβενών κατατάχθηκε στον τύπο με κυκλικό σχήμα, ο πληθυσμός των Πρεσπών με τετραγωνικό σχήμα και ο πληθυσμός της Ζαγοράς με σχήμα τριγωνικό προς κυκλικό. Επίσης φάνηκε ότι υπήρχε παραλλακτικότητα της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη εντός και μεταξύ των πληθυσμών κατά την περίοδο της πλήρους άνθισης. Από τους τρεις πληθυσμούς, το μεγαλύτερο ποσοστό ανθόρροιας παρουσίασε αυτός των Γρεβενών και το

μικρότερο ο πληθυσμός των Πρεσπών. Σύμφωνα με τα δεδομένα της **Κατσαβού 2006**, διαφοροποίηση υπήρχε και στον βιολογικό κύκλο ζωής των πληθυσμών και φάνηκε ο πληθυσμός των Γρεβενών να έχει το μεγαλύτερο βιολογικό κύκλο και πρωιμότερος να είναι ο πληθυσμός της Ζαγοράς.

Από την αξιολόγηση των αγρονομικών χαρακτηριστικών προέκυψε ότι ο μέσος όρος του πληθυσμού των Γρεβενών C_0 παρουσίασε τάση να υπερέχει σε σύγκριση με τους μέσους όρους των άλλων πληθυσμών και συγκεκριμένα υπερείχε κατά 32.6% έναντι του πληθυσμού των Πρεσπών C_0 ως προς το βάρος των σπόρων, παρόλο που ο πληθυσμός των Γρεβενών είχε μεσαίο μέγεθος σπόρων και ο πληθυσμός των Πρεσπών μεγάλο κατά UPOV. Το γεγονός αυτό συμφωνεί με τα δεδομένα του **Nienhuis, (1986)** όπου αναφέρει ότι οι ποικιλίες με μικρούς σπόρους έχουν μεγαλύτερες αποδόσεις.

Με βάση την μοριακή αξιολόγηση των εξεταζόμενων γενοτύπων, όπου χρησιμοποιήθηκαν 21 εκκινητές και οι 18 βρέθηκαν πολυμορφικοί, το ποσοστό των πολυμορφισμών για τη δεδομένη μοριακή ανάλυση, ανήλθε στο 33%. Κατά μέσο όρο κατεγράφησαν 2 πολυμορφικές ζώνες ανά εκκινητή, ενώ ο μέγιστος αριθμός πολυμορφικών ζωνών ανά εκκινητή ήταν 4 και ο ελάχιστος 1. Το δενδρόγραμμα φυλογενετικών σχέσεων που κατασκευάστηκε με την μέθοδο UPGMA, έδειξε ότι οι γενετικές αποστάσεις είναι αρκετά μεγάλες (έως 0,52) και ειδικότερα οι πληθυσμοί των Πρεσπών και της Ζαγοράς δείχνουν να ομαδοποιούνται μαζί, ενώ ο πληθυσμός των Γρεβενών έχει γενετική απόσταση με τους δύο πληθυσμούς. Η γενετική παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών και το γεγονός ότι ο κάθε πληθυσμός έδωσε μοναδικές μορφές πολυμορφισμού, συμφωνεί με δημοσιευμένα δεδομένα (**Sonnante et al., 1994; Gepts, 1996; Negi et al., 2001**), όπου βρέθηκε μεγάλη γενετική παραλλακτικότητα μεταξύ τοπικών ποικιλιών του είδους *P. coccineus*.

Με βάση τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών μετρήσεων βρέθηκε ότι μεταξύ των πληθυσμών υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλα τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν. Συγκεκριμένα για το χαρακτηριστικό pH των σπόρων, το εύρος των τιμών για το χαρακτηριστικό αυτό ήταν 6.75 για την ποικιλία των Πρεσπών έως 6.91 για την ποικιλία της Ζαγοράς, δεδομένα που συμφωνούν με την παραλλακτικότητα τιμών μεταξύ ποικιλιών με δημοσιευμένες εργασίες (**Martinez et al., 1995**) που αναφέρουν τιμές pH 6.2 και 6.4. Για το χαρακτηριστικό της σκληρότητας του σπόρου, οι τιμές είχαν εύρος από 3.30KgF για την ποικιλία των Γρεβενών έως 5.29 KgF για την ποικιλία των Πρεσπών. Οι **Shimelis and Rakshit, (2004)** μετά από μελέτη οχτώ ποικιλιών φασολιού αναφέρουν τιμές σκληρότητας από 126.687 έως 178.717 Ng⁻¹.

Ο συντελεστής ενυδάτωσης στις 24 ώρες είχε εύρος τιμών από 2.10 για την ποικιλία της Ζαγοράς έως 2.44 για την ποικιλία των Γρεβενών και σημαίνει ότι η ποικιλία των Γρεβενών αυξάνει 2.44 φορές την μάζα των σπόρων της μετά από 24 ώρες παραμονής στο νερό. Οι **Shimelis and Rakshit, (2004)** αναφέρουν τιμές συντελεστή ενυδάτωσης για 12 ώρες από 1.259 έως 2.283 σε μελέτη τους με ποικιλίες φασολιού. Τέλος παραλλακτικότητα καταγράφηκε και για τον συντελεστή απορρόφησης με εύρος τιμών να κυμαίνεται από 2.08 για την ποικιλία της Ζαγοράς έως 2.22 για την ποικιλία των Γρεβενών. Δηλαδή οι σπόροι της ποικιλίας των Γρεβενών αυξάνουν τον όγκο τους κατά μέσο όρο 2.22 φορές. Οι **Shimelis and Rakshit, (2004)** αναφέρουν συντελεστή απορρόφησης στις 12 ώρες 1.385 έως 2.564 σε μελέτη οχτώ ποικιλιών φασολιού.

Η ανάλυση σε δύο κύριες συνιστώσες για τη μελέτη των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών (διάγραμμα *PC1 vs PC2*), το οποίο εξηγεί αθροιστικά το 85.52% της ολικής παραλλακτικότητας έδειξε ότι οι τρεις εξεταζόμενες ποικιλίες ομαδοποιούνται ξεχωριστά, βάση των φυσικοχημικών τους χαρακτηριστικών. Συγκεκριμένα η ποικιλία των Πρεσπών ομαδοποιείται

με το χαρακτηριστικό της σκληρότητας σε KgF. Αντίθετα η ποικιλία της Ζαγοράς χαρακτηρίζεται από το υψηλότερο και κοντά σε ουδέτερο pH. Τέλος η ποικιλία των Γρεβενών ομαδοποιείται με τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, όπως την πυκνότητα σπόρων πριν την ενυδάτωση, πυκνότητα σπόρων μετά την 24h ενυδάτωση, τον συντελεστή ενυδάτωσης και τον συντελεστή απορρόφησης. Μολονότι οι σπόροι της ποικιλίας των Γρεβενών παρουσιάζουν τους υψηλότερους συντελεστές ενυδάτωσης και απορρόφησης, σε έρευνα της Κατσαβού (2006) βρέθηκε να εμφανίζουν την μικρότερη φυτρωτική ικανότητα σε σχέση με τέσσερις ποικιλίες του είδους *P. coccineus*.

Γενικά η οργανοληπτική εξέταση διαφοροποίησε τις τρεις ποικιλίες του είδους *P. coccineus*. Παρόλο που δεν βρέθηκαν για όλες τις παραμέτρους στατιστικώς σημαντικές διαφορές και με δεδομένη την κλίμακα 1 έως 5 της οργανοληπτικής εξέτασης, οι παραδοσιακές ποικιλίες γενικώς αποτιμήθηκαν θετικά από το κοινό και συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι έχουν ικανοποιητικά και αποδεκτά ποιοτικά χαρακτηριστικά. Οι ποικιλίες διαφοροποιήθηκαν ως προς το χαρακτηριστικό της ολικής εκτίμησης, όπου παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 0.05 και CV=23.08%. Το χαρακτηριστικό της όξινης γεύσης σε όλες τις αναλύσεις παρουσίασε σταθερότητα, το οποίο συνδέθηκε με χαμηλό συντελεστή παραλλακτικότητας.

Για το χαρακτηριστικό του χρώματος των σπόρων, φάνηκε να διαφοροποιούνται μεταξύ τους οι πληθυσμοί της Ζαγοράς και των Πρεσπών, ενώ ο πληθυσμός των Γρεβενών δεν διέφερε. Ως προς την ολική εκτίμηση, η προτίμηση των δοκιμαστών εστιάστηκε στον πληθυσμό των Γρεβενών, ο οποίος είχε τη μεγαλύτερη αποδοχή, σε αντίθεση με τον πληθυσμό των Πρεσπών που είχε τη μικρότερη.

Συμπερασματικά όσον αφορά την μελέτη των ποικιλιών ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, χρειάστηκαν δύο κύριες συνιστώσες, ώστε η ερμηνεία της ολικής μεταβολής να ανέλθει στο 44.53% της συνολικής παραλλακτικότητας. Με βάση το ποσοστό αυτό, οι τρεις ποικιλίες ομαδοποιούνται χωριστά ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Η ποικιλία των Γρεβενών σύμφωνα με το πάνελ των δοκιμαστών για τα δύο έτη οργανοληπτικών εξετάσεων, φαίνεται να χαρακτηρίζεται από την ολική εκτίμηση και η οποία είχε σχέση με την γλυκιά γεύση, ενώ η ποικιλία των Πρεσπών χαρακτηρίστηκε χυμώδης.

ΕΝΟΤΗΤΑ II

II-A. Μαζική Επιλογή

Στον πίνακα 17 (παράρτημα) δίνονται οι μέσοι όροι για το βάρος σπόρων ατομικών φυτών, των τριών αρχικών πληθυσμών C_0 και των επιλεγμένων υψηλοαποδοτικών φυτών. Σύμφωνα με τα δεδομένα του πειράματος (2004), ο μέσος όρος του πληθυσμού C_0 των Γρεβενών παρουσίασε τάση για υπεροχή σε σύγκριση με τους μέσους όρους των άλλων πληθυσμών. Συγκεκριμένα υπερείχε κατά 34.9% έναντι του πληθυσμού C_0 των Πρεσπών και κατά 54.5% έναντι του πληθυσμού C_0 της Ζαγοράς, ως προς το βάρος των σπόρων.

Βρέθηκε ότι οι μέσοι όροι των επιλεγμένων υψηλοαποδοτικών φυτών ακολούθησαν την ίδια κατάταξη τιμών στους τρεις πληθυσμούς σε σύγκριση με τους αρχικούς πληθυσμούς C_0 και συγκεκριμένα ο πληθυσμός Πρεσπών παρουσίασε τη μεγαλύτερη διακύμανση (πιν. 17).

Την επόμενη καλλιεργητική περίοδο (2005) ελήφθησαν τα δεδομένα του πίνακα 18 (παράρτημα), όπου παρατίθενται οι μέσοι όροι για το βάρος σπόρων των τριών αξιολογούμενων πληθυσμών C_{1M-HY} και των επιλεγμένων υψηλοαποδοτικών (HY_2) και χαμηλοαποδοτικών (LY_2) ατομικών φυτών, που θα αποτελέσουν το γενετικό υλικό της επόμενης καλλιεργητικής περιόδου. Σύμφωνα με τα δεδομένα του πειράματος βρέθηκε ότι οι μέσοι όροι των πληθυσμών C_{1M-HY} (Γρεβενά και Πρέσπες), ως προς το βάρος σπόρων, κυμάνθηκαν στο ίδιο επίπεδο με τάση υπεροχής έναντι του πληθυσμού της Ζαγοράς. Τη μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των επιλεγέντων υψηλοαποδοτικών \bar{X}_{SHY-2} και χαμηλοαποδοτικών \bar{X}_{SLY-2} ατομικών φυτών, παρουσίασε ο πληθυσμός των

Πρεσπών (410.8 g/φυτό), ενώ ο πληθυσμός των Γρεβενών εμφάνισε την μικρότερη τιμή (285.6 g/φυτό).

Από την τελευταία καλλιεργητική περίοδο (2006) δημιουργίας των υλικών, προέκυψαν τα δεδομένα του πίνακα 19 (παράρτημα) και στον οποίο δίνονται οι μέσοι όροι για το βάρος σπόρων των έξι αξιολογούμενων πληθυσμών (3 πληθυσμοί **C_{2M-HY}** και 3 πληθυσμοί **C_{2M-LY}**) και των επιλεγμένων υψηλοαποδοτικών (**HY₃**) και χαμηλοαποδοτικών (**LY₃**) ατομικών φυτών, τα οποία μαζί με το υπόλοιπο γενετικό υλικό που δημιουργήθηκε, θα αξιολογηθούν σε δύο περιβάλλοντα το πειραματικό έτος 2007.

Από τα δεδομένα του πίνακα 19 προκύπτει ότι στη διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των υψηλοαποδοτικών \bar{X}_{HY-2} και χαμηλοαποδοτικών \bar{X}_{LY-2} πληθυσμών **C_{2M-HY}** και **C_{2M-LY}**, αντίστοιχα, που προέκυψαν από αμφίπλευρη επιλογή, παρουσιάστηκε σημαντική παραλλακτικότητα. Συγκεκριμένα για το βάρος σπόρου, στον πληθυσμό της Ζαγοράς η διαφορά είχε την μεγαλύτερη τιμή (84.0 g/φυτό), ενώ η μικρότερη παρουσιάστηκε στον πληθυσμό των Πρεσπών (57.0 g/φυτό). Το αντίθετο παρουσιάστηκε στη διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των επιλεγέντων υψηλοαποδοτικών \bar{X}_{SHY-3} και χαμηλοαποδοτικών \bar{X}_{SLY-3} ατομικών φυτών. Ο πληθυσμός των Πρεσπών εμφάνισε την μεγαλύτερη διαφορά (285.0 g/φυτό), ενώ στον πληθυσμό της Ζαγοράς η διαφορά είχε την μικρότερη τιμή (188.6 g/φυτό). Το γεγονός ότι, με την αμφίπλευρη επιλογή υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών φυτών εντός του πληθυσμού, προκύπτουν στη συνέχεια πληθυσμοί οι οποίοι ακολουθούν αυτό τον διαχωρισμό, δηλαδή παρέχουν σημαντικά περιθώρια επιλογής ώστε να αυξηθεί η διαφορά αυτή, μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι οι εξεταζόμενοι πληθυσμοί εμφάνισαν θετική ανταπόκριση στην επιλογή. Οι πληθυσμοί έδειξαν τάση για βελτίωση ως προς τα συστατικά της απόδοσης, μολονότι

παρουσίασαν μειωμένες αποδόσεις την 3^η χρονιά πειραμάτων, γεγονός που οφείλεται σε επιδράσεις του περιβάλλοντος και συγκεκριμένα στην απότομη πτώση των θερμοκρασιών πριν την ολοκλήρωση της συγκομιδής (εικ. 44-παράρτημα).

Προκειμένου να γίνει εκτίμηση του αναμενόμενου κέρδους για τους δύο κύκλους μαζικής επιλογής διορθώθηκαν οι μέσοι όροι για το βάρος σπόρων των τριών αρχικών πληθυσμών C_0 και των επιλεγμένων υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών ατομικών φυτών, με βάση κοινό μάρτυρα *Bianco di Spagna* (πιν. 20). Σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα 16 για τη θετική επιλογή, ο πληθυσμός της Ζαγοράς, για το βάρος σπόρων, έδειξε τάση για υπεροχή εμφανίζοντας το μεγαλύτερο αναμενόμενο μέσο κέρδος ανά έτος 75.6, ακολούθησε ο πληθυσμός των Πρεσπών με μέσο κέρδος 24.0 και τελευταίος ο πληθυσμός των Γρεβενών με μέσο κέρδος 15.4. Με δεδομένο ότι η επιλογή για χαμηλό βάρος σπόρων έγινε για ένα κύκλο ($C_1 \rightarrow C_2$), ωστόσο και οι τρεις πληθυσμοί ανταποκρίθηκαν μειώνοντας το δυναμικό του πληθυσμού C_1 , από όπου ξεκίνησε η αρνητική επιλογή (πιν. 20). Θα μπορούσε να ειπωθεί ότι στους τρεις πληθυσμούς υπάρχει η δυνατότητα επιλογής φυτών, με κριτήριο το βάρος σπόρων, για βελτίωση των αρχικών πληθυσμών C_0 , με διαφορετική ανταπόκριση στην εφαρμογή της μαζικής μεθοδολογίας.

Πίνακας 20: Διορθωμένοι μέσοι όροι για το βάρος σπόρων από δύο κύκλους μαζικής επιλογής (C_0 , C_{1M} , C_{2M}) για υψηλοαποδοτικούς και χαμηλοαποδοτικούς πληθυσμούς (High & Low yield). Εμφανίζονται ο μέσος όρος πληθυσμού (\bar{X}_P), ο μέσος όρος των 9 επιλεγμένων υψηλοαποδοτικών ατομικών φυτών (\bar{X}_S) και ο μέσος όρος των 9 επιλεγμένων χαμηλοαποδοτικών ατομικών φυτών (\bar{X}_s), ανά έτος επιλογής, το διαφορικό επιλογής S , και η ανταπόκριση στην επιλογή R των τριών ποικιλιών

Κύκλοι επιλογής	Επιλογή για υψηλή απόδοση (βάρος σπόρων) g/ φυτό			Κύκλοι επιλογής	Επιλογή για χαμηλή απόδοση (βάρος σπόρων) g/ φυτό		
	_ ΓΡΕΒΕΝΑ _	_ ΖΑΓΟΡΑ _	_ ΠΡΕΣΠΕΣ _		_ ΓΡΕΒΕΝΑ _	_ ΖΑΓΟΡΑ _	_ ΠΡΕΣΠΕΣ _
C_0				C_0			
\bar{X}_P	209.8±40.1	118.3±19.3	193.1±57.7	\bar{X}_P	-	-	-
\bar{X}_S	276.5±36.8	115.7±31.1	241.8±78.1	\bar{X}_S	-	-	-
S	66.7	-2.6	48.7	S	-	-	-
C_{1M}				C_{1M}			
\bar{X}_P	311.6±162.8	260.8±192.4	316.4±193.6	\bar{X}_P	311.6±162.8	260.8±192.4	316.4±193.6
\bar{X}_S	506.5±170.3	604.8±199.9	619.4±143.3	\bar{X}_S	174.8±36.2	200.1±232.5	142.2±47.9
S	194.9	344.0	303.0	S	-136.8	-60.7	-174.2
R	101.8	142.5	123.3	R	-	-	-
C_{2M}				C_{2M}			
\bar{X}_P	240.7±89.3	269.5±74.8	241.2±106.5	\bar{X}_P	168.6±83.3	233.4±81.4	174.1±97.5
\bar{X}_S	385.9±81.6	364.6±32.7	410.8±39.3	\bar{X}_S	53.1±35.8	125.7±19.8	49.9±29.1
S	145.2	95.1	169.9	S	-115.5	-107.7	-124.2
R	-70.9	8.7	-75.2	R	-143.0	-27.4	-142.3
\bar{R}^* έτος ⁻¹	15.4	75.6	24.0	\bar{R}^* έτος ⁻¹	-143.0	-27.4	-142.3

II. B. Μεθοδολογία Γενεαλογικής Επιλογής

Στον πίνακα 21 δίνονται οι τιμές για το βάρος σπόρων των επιλεγμένων υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών ατομικών φυτών των τριών γενοτύπων (1^ο έτος πειραματισμού–2004). Με βάση τα δεδομένα βρέθηκε ότι παρόλο που ο γενότυπος των Πρεσπών παρουσίασε το μεγαλύτερο εύρος τιμών, ωστόσο ο γενότυπος των Γρεβενών εμφάνισε το μεγαλύτερο μέσο όρο στο επίπεδο των έξι οικογενειών.

Με βάση τη συμπεριφορά των ατομικών φυτών ως προς χαρακτηριστικό της απόδοσης (βάρος σπόρων) και μετά από εφαρμογή αμφίπλευρης επιλογής, επιλέχθηκαν ως υψηλοαποδοτικά τα φυτά με κωδικούς αριθμούς (1Γ₁, 2Γ₁ και 3Γ₁) για το γενότυπο των Γρεβενών, (1Ζ₁, 2Ζ₁ και 3Ζ₁)

Πίνακας 21: Τιμές ατομικών φυτών για βάρος σπόρων ανά φυτό, μέσοι όροι πειραματικού τεμαχίου των τριών γενοτύπων και μέσοι όροι των υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών φυτών (1^ο έτος πειραματισμού–2004)

	___ ΓΡΕΒΕΝΑ ___		___ ΖΑΓΟΡΑ ___		___ ΠΡΕΣΠΕΣ ___	
	Ατομικά φυτά	Βάρος σπόρων ανά φυτό	Ατομικά φυτά	Βάρος σπόρων ανά φυτό	Ατομικά φυτά	Βάρος σπόρων ανά φυτό
		— g —		— g —		— g —
High yield	1 Γ ₁	453.3	1 Ζ ₁	227.1	1 Π ₁	520.5
	2 Γ ₁	360.3	2 Ζ ₁	144.2	2 Π ₁	422.2
	3 Γ ₁	413.0	3 Ζ ₁	212.6	3 Π ₁	308.5
Low yield	4 Γ ₁	255.0	4 Ζ ₁	108.2	4 Π ₁	86.5
	5 Γ ₁	199.2	5 Ζ ₁	129.2	5 Π ₁	123.4
	6 Γ ₁	139.7	6 Ζ ₁	119.2	6 Π ₁	100.5
\bar{X}_p (εύρος)		275.8 ± 104.0 (74.0 – 453.3)		125.4 ± 46.6 (85.9 - 227.1)		204.4 ± 108.5 (51.4 – 520.5)
\bar{X}_{SHY}		408.9 ± 46.6		194.6 ± 44.3		417.1 ± 106.1
\bar{X}_{SLY}		198.0 ± 57.7		118.9 ± 10.5		103.5 ± 18.6

(\bar{X}_{HY} και \bar{X}_{LY} : οι μέσοι όροι των επιλεγμένων 3 υψηλοαποδοτικών και 3 χαμηλοαποδοτικών φυτών αντίστοιχα)

για το γενότυπο της Ζαγοράς και (1Π₁, 2Π₁ και 3Π₁) για το γενότυπο των Πρεσπών, αντίστοιχα, διότι υπερετερούσαν σε σύγκριση με το γενικό μέσο όρο του πειραματικού τεμαχίου σε κάθε γενότυπο.

Αντίστοιχα επιλέχθηκαν ως χαμηλοαποδοτικά τα φυτά με κωδικούς αριθμούς (4Γ₁, 5Γ₁ και 6Γ₁) για το γενότυπο των Γρεβενών, (4Ζ₁, 5Ζ₁ και 6Ζ₁) για το γενότυπο της Ζαγοράς και (4Π₁, 5Π₁ και 6Π₁) για το γενότυπο των Πρεσπών, διότι υστερούσαν σε σύγκριση με το γενικό μέσο όρο του πειραματικού τεμαχίου.

Από τα δεδομένα του πίνακα 21 φάνηκε ότι στο γενότυπο των Γρεβενών, ο μέσος όρος $\bar{X}_{s\ hy}$ των επιλεγμένων υψηλοαποδοτικών φυτών υπερετερεί έναντι του γενικού μέσου όρου \bar{X}_p του γενότυπου κατά 32.5% ως προς το βάρος σπόρων, ενώ ο μέσος όρος $\bar{X}_{s\ ly}$ των επιλεγμένων χαμηλοαποδοτικών φυτών υστερεί έναντι του γενικού μέσου όρου \bar{X}_p του γενότυπου κατά 28.2%.

Επίσης στο γενότυπο των Πρεσπών για το βάρος σπόρων υπήρξε μεγάλη διακύμανση μεταξύ των επιλεγμένων υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών φυτών. Συγκεκριμένα ο μέσος όρος $\bar{X}_{s\ hy}$ των επιλεγμένων υψηλοαποδοτικών φυτών υπερετερεί έναντι του γενικού μέσου όρου του γενότυπου κατά 51.0% ως προς το βάρος σπόρων, ενώ ο μέσος όρος $\bar{X}_{s\ ly}$ των επιλεγμένων χαμηλοαποδοτικών φυτών υστερεί έναντι του γενικού μέσου όρου \bar{X}_p του γενότυπου κατά 49.4% (πιν. 21).

Αντίθετα στο γενότυπο της Ζαγοράς, για το βάρος σπόρων βρέθηκε η μικρότερη διακύμανση μεταξύ των επιλεγμένων υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών φυτών. Συγκεκριμένα ο μέσος όρος $\bar{X}_{s\ hy}$ των επιλεγμένων υψηλοαποδοτικών φυτών υπερετερεί έναντι του γενικού μέσου όρου του γενότυπου κατά 35.6% ως προς το βάρος σπόρων, ενώ ο μέσος όρος $\bar{X}_{s\ ly}$ των επιλεγμένων χαμηλοαποδοτικών φυτών υστερεί έναντι του

γενικού μέσου όρου \bar{X}_p του γενότυπου κατά 5.2%. Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ επιλεγμένων υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών φυτών παρουσιάστηκε στο γένοτυπο των Πρεσπών, ακολούθησε ο γενότυπος των Γρεβενών και τελευταίος της Ζαγοράς. Σε επίπεδο ατομικού φυτού, στους γενότυπους των Πρεσπών και των Γρεβενών βρέθηκε ότι υπάρχουν περιθώρια επιλογής τόσο στα υψηλοαποδοτικά όσο και στα χαμηλοαποδοτικά ατομικά φυτά, ενώ στον γενότυπο της Ζαγοράς δεν συμβαίνει το ίδιο στα χαμηλοαποδοτικά (πιν. 21).

Τα δεδομένα από την ανάλυση για το βάρος σπόρων των τριών πληθυσμών (2^ο έτος πειραματισμού–2005) εμφανίζονται στον πίνακα 22, από τα οποία προκύπτει ότι υπάρχει παραλλακτικότητα μεταξύ των οικογενειών και στους τρεις γενότυπους.

Πίνακας 22: Μέσοι όροι υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών οικογενειών για βάρος σπόρων ανά φυτό των τριών γενότυπων (2^ο έτος πειραματισμού–2005)

	___ ΓΡΕΒΕΝΑ ___		___ ΖΑΓΟΡΑ ___		___ ΠΡΕΣΠΕΣ ___	
	Οικ/εξ HS	Βάρος σπόρων ανά φυτό	Οικ/εξ HS	Βάρος σπόρων ανά φυτό	Οικ/εξ HS	Βάρος σπόρων ανά φυτό
		___ g ___		___ g ___		___ g ___
High yield	1 Γ ₂	259.8 ± 90.4	1 Ζ ₂	227.7 ± 35.8	1 Π ₂	305.2 ± 11.2
	2 Γ ₂	241.3 ± 94.1	2 Ζ ₂	246.9 ± 24.1	2 Π ₂	230.4 ± 53.0
	3 Γ ₂	230.2 ± 17.7	3 Ζ ₂	257.9 ± 19.4	3 Π ₂	235.3 ± 48.2
Low yield	4 Γ ₂	149.9 ± 15.6	4 Ζ ₂	203.1 ± 35.5	4 Π ₂	255.5 ± 64.9
	5 Γ ₂	189.1 ± 30.0	5 Ζ ₂	207.4 ± 33.5	5 Π ₂	204.2 ± 23.5
	6 Γ ₂	195.5 ± 23.0	6 Ζ ₂	217.9 ± 42.4	6 Π ₂	198.9 ± 64.0
\bar{X}		211.2 ± 40.3		226.8 ± 21.9		238.3 ± 38.9
F test		**		Ns		ns
CV%		20.4		14.3		17.4
ΕΣΔ		63.7		-		-

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

Οι τρεις επιλεγμένες υψηλοαποδοτικές οικογένειες έδειξαν υπεροχή για το κριτήριο επιλογής, έναντι των τριών χαμηλοαποδοτικών οικογενειών στο γενότυπο των Γρεβενών και της Ζαγοράς. Αντίθετα στο γενότυπο των Πρεσπών, δύο από τις τρεις επιλεγμένες υψηλοαποδοτικές οικογένειες παρουσίασαν μείωση για το βάρος σπόρων, ενώ παράλληλα μια χαμηλοαποδοτική οικογένεια έδειξε τάση για υπεροχή έναντι του γενικού μέσου όρου του γενότυπου (πιν. 22).

Παρόλο που το δείγμα ήταν μικρό, ωστόσο με την αξιολόγηση μεταξύ των έξι οικογενειών στον κάθε γενότυπο, ο γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV) για το βάρος σπόρων, βρέθηκε υψηλός με τιμές 15.0 και 12.8 στους γενότυπους των Γρεβενών και Πρεσπών, αντίστοιχα, ενώ για τον γενότυπο της Ζαγοράς είχε τιμή 4.9. Επίσης ο εκτιμώμενος συντελεστής κληρονομής, για το βάρος σπόρων, ήταν υψηλός με τιμή 0.35 για τους γενότυπους των Γρεβενών και των Πρεσπών, ενώ χαμηλός με τιμή 0.11 για το γενότυπο της Ζαγοράς (πιν. 23-παράρτημα). Εφόσον υπήρξαν διαφορές μεταξύ των οικογενειών σε συνδυασμό με τις υψηλές τιμές του γενετικού συντελεστή παραλλακτικότητας (GCV) και του συντελεστή κληρονομής h^2 , φάνηκε ότι υπήρξε τάση προόδου λόγω επιλογής.

Τέλος τα δεδομένα από την ανάλυση, για το βάρος σπόρων, των έξι οικογενειών του κάθε πληθυσμού (3^ο έτος πειραματισμού–2006) εμφανίζονται στον πίνακα 24. Σύμφωνα με τα δεδομένα προκύπτει ότι υπάρχει παραλλακτικότητα μεταξύ των οικογενειών και οι τρεις επιλεγμένες υψηλοαποδοτικές οικογένειες έδειξαν υπεροχή για το κριτήριο επιλογής, έναντι των τριών χαμηλοαποδοτικών οικογενειών στον κάθε γενότυπο. Συγκεκριμένα ο μέσος όρος του βάρους σπόρων των οικογενειών που επιλέχθηκαν ως υψηλοαποδοτικές, υπερείχε κατά 7.0% στο γενότυπο των Γρεβενών, κατά 14.9% στο γενότυπο της Ζαγοράς και 8.9% στο

γενότυπο των Πρεσπών, σε σύγκριση με τον γενικό μέσο όρο (πιν. 24). Αντίθετα ο μέσος όρος του βάρους σπόρου των οικογενειών που επιλέχθηκαν ως χαμηλοαποδοτικές, υστερούσε κατά 7.5% στο γενότυπο των Γρεβενών, 17.5% κατά στο γενότυπο της Ζαγοράς και 9.7% στο γενότυπο των Πρεσπών, σε σύγκριση επίσης με τον γενικό μέσο όρο (πιν. 24).

Με την αξιολόγηση μεταξύ των έξι οικογενειών φάνηκε ότι ο γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV) ήταν σχετικά υψηλός στους γενοτύπους της Ζαγοράς και των Πρεσπών με τιμή 11.7 και 11.8, αντίστοιχα (πιν. 25-παράρτημα).

Πίνακας 24: Μέσοι όροι υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών οικογενειών για βάρος σπόρων ανά φυτό των τριών γενοτύπων (3^ο έτος πειραματισμού – 2006)

	___ ΓΡΕΒΕΝΑ ___		___ ΖΑΓΟΡΑ ___		___ ΠΡΕΣΠΕΣ ___	
	Οικ/ες HS	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Οικ/ες HS	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Οικ/ες HS	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___
High yield	1 Γ ₃	229.2 ± 56.0	1 Ζ ₃	334.9 ± 129.4	1 Π ₃	231.8 ± 12.4
	2 Γ ₃	225.8 ± 25.3	2 Ζ ₃	352.3 ± 74.9	2 Π ₃	280.2 ± 42.5
	3 Γ ₃	240.9 ± 24.2	3 Ζ ₃	308.4 ± 86.0	3 Π ₃	290.7 ± 35.8
Low yield	4 Γ ₃	176.4 ± 20.5	4 Ζ ₃	206.0 ± 58.9	4 Π ₃	227.4 ± 11.0
	5 Γ ₃	214.6 ± 9.2	5 Ζ ₃	222.0 ± 117.9	5 Π ₃	207.4 ± 43.6
	6 Γ ₃	207.8 ± 19.5	6 Ζ ₃	271.3 ± 24.6	6 Π ₃	225.5 ± 46.4
\bar{X}		215.8 ± 22.5		282.5 ± 59.9		243.8 ± 33.5
F test		**		Ns		ns
CV%		11.2		30.6		12.1
ΕΣΔ		35.6		-		-

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

Αντίθετα ο εκτιμώμενος συντελεστής κληρονομησης ήταν υψηλός στους γενοτύπους των Πρεσπών και των Γρεβενών με τιμή 0.49 και 0.35, αντίστοιχα (πιν. 25-παράρτημα).

Συνοψίζοντας φάνηκε ότι υπήρξε τάση προόδου λόγω επιλογής, η οποία συνοδεύτηκε από μια ανακατανομή των οικογενειών, ως προς το βάρος σπόρου, τόσο μεταξύ των υψηλοαποδοτικών όσο και μεταξύ των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών.

Προκειμένου να συγκριθούν τα δεδομένα των τριών πειραματικών ετών διορθώθηκαν οι μέσοι όροι για το βάρος σπόρων των τριών αρχικών πληθυσμών C₀ και των επιλεγμένων υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών οικογενειών, με βάση κοινό μάρτυρα Biango di Spagna (πιν. 26). Σύμφωνα με τα δεδομένα, υπήρξε παραλλακτικότητα τόσο μεταξύ των πληθυσμών όσο εντός και μεταξύ των οικογενειών και για τα τρία έτη πειραματισμού. Η παραλλακτικότητα αυτή συνοδεύτηκε με αύξηση του βάρους σπόρων από χρονιά σε χρονιά και στους τρεις πληθυσμούς. Συγκρίνοντας το μέσο όρο των τριών ετών, για τις υψηλοαποδοτικές σε σχέση με το μέσο όρο των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών, προκύπτει ότι τη μεγαλύτερη απόκλιση να παρουσιάζει ο πληθυσμός των Πρεσπών (112.0 g/φυτό), ενώ ακολουθούν ο πληθυσμός των Γρεβενών (91.1 g/φυτό) και ο πληθυσμός της Ζαγοράς (73.8 g/φυτό). Μεταξύ των οικογενειών στους πληθυσμούς των Πρεσπών και των Γρεβενών για τα έτη πειραματισμού 2005 και 2006, παρατηρήθηκε παραλλακτικότητα με σημαντικές διαφορές ($p=0.01$). Το χαρακτηριστικό συνοδεύτηκε από υψηλούς συντελεστές γενετικής παραλλακτικότητας GCV και η μέση τιμή για τους τρεις πληθυσμούς ήταν 10.7%. Η τιμή αυτή είναι ικανή και επιβεβαιώνει υψηλή αποτελεσματικότητα επιλογής. Αντίθετα στον πληθυσμό της Ζαγοράς, οι διαφορές μεταξύ των αξιολογούμενων οικογενειών δεν ήταν σημαντικές. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι ο πληθυσμός της Ζαγοράς παρουσιάζει κάποια σταθερότητα και εκφράζεται με μικρή παραλλακτικότητα ως προς το βάρος σπόρου μεταξύ

των έξι οικογενειών, ενώ συνοδεύεται με μικρό συντελεστή κληρονομής 0.11 και 0.13 για τα δύο έτη πειραματισμού 2005 και 2006 αντίστοιχα.

Πίνακας 26: Διορθωμένες τιμές μέσω των όρων βάρους σπόρου των τριών γενοτύπων με βάση το μάρτυρα Biango di Spagna κατά έτος (pedigree selection)

	ΓΡΕΒΕΝΑ			οικ/εξ	ΖΑΓΟΡΑ			οικ/εξ	ΠΡΕΣΠΕΣ		
	2004	2005	2006		2004	2005	2006		2004	2005	2006
οικ/εξ	g / φυτό			οικ/εξ	g / φυτό			οικ/εξ	g / φυτό		
1 Γ _(1,2,3)	335.9	301.8±119.1	290.2±70.9	1 Ζ _(1,2,3)	168.3	264.5±41.6	424.1±163.8	1 Π _(1,2,3)	385.7	354.5±13.0	293.5±15.7
2 Γ _(1,2,3)	267.0	280.2±109.3	285.9±32.0	2 Ζ _(1,2,3)	106.9	299.5±22.6	446.1±94.8	2 Π _(1,2,3)	312.9	267.6±61.5	354.8±53.9
3 Γ _(1,2,3)	306.1	267.4±20.6	305.0±30.6	3 Ζ _(1,2,3)	157.6	286.8±28.0	390.5±109.0	3 Π _(1,2,3)	228.6	273.3±56.0	368.2±45.3
\bar{X}_{HY}	303.0	283.1	293.7	\bar{X}_{HY}	144.2	283.6	420.2	\bar{X}_{HY}	309.1	298.5	338.8
4 Γ _(1,2,3)	189.0	174.2±18.1	223.4±25.9	4 Ζ _(1,2,3)	80.2	253.0±49.3	261.0±74.6	4 Π _(1,2,3)	64.1	296.8±75.4	288.0±13.9
5 Γ _(1,2,3)	147.6	219.6±34.8	271.8±11.7	5 Ζ _(1,2,3)	95.8	240.9±38.9	281.1±149.3	5 Π _(1,2,3)	91.5	231.0±74.4	285.6±58.8
6 Γ _(1,2,3)	103.5	227.0±26.8	263.2±24.7	6 Ζ _(1,2,3)	88.3	235.9±41.2	343.6±31.2	6 Π _(1,2,3)	74.5	237.2±27.3	262.6±55.2
\bar{X}_{LY}	146.7	206.9	252.8	\bar{X}_{LY}	88.1	243.2	295.2	\bar{X}_{LY}	76.7	255.0	278.7
\bar{X}	204.4	245.0	273.3	\bar{X}	92.9	263.4	357.7	\bar{X}	151.5	276.7	308.8
Sx	77.1	46.8	28.4	Sx	34.5	25.4	75.8	Sx	80.4	45.2	42.4
F test	-	*	*	F test	-	ns	ns	F test	-	*	*
CV%	-	20.4	11.2	CV%	-	14.3	30.6	CV%	-	17.4	12.1
ΕΣΔ	-	74.0	45.1	ΕΣΔ	-	-	-	ΕΣΔ	-	71.4	55.3
h ²	-	0.35	0.35	h ²	-	0.11	0.13	h ²	-	0.35	0.49
GCV	-	15.0	8.2	GCV	-	4.9	11.7	GCV	-	12.8	11.8

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

ο δείκτης στις οικογένειες (π.χ. Γ1) δείχνει το έτος δημιουργίας της (το 1 είναι για το έτος 2004, το 2 για το έτος 2005 και το 3 για το έτος 2006)

Στο γενότυπο των Γρεβενών, μεταξύ των υψηλοαποδοτικών οικογενειών **1Γ₁**, **2Γ₁** και **3Γ₁**, η οικογένεια **1Γ₁** εμφάνισε τη μεγαλύτερη τιμή για το βάρος σπόρου για το καλλιεργητικό έτος 2004. Την επόμενη καλλιεργητική περίοδο (2005) η οικογένεια **1Γ₂** εμφάνισε τη μεγαλύτερη τιμή για το βάρος σπόρου, ενώ την τρίτη χρονιά διατηρήθηκε πάνω από το μέσο όρο των υψηλοαποδοτικών οικογενειών και εξισώθηκε περίπου με την οικογένεια **2Γ₂**. Μεταξύ των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών **4Γ₁**, **5Γ₁** και **6Γ₁**, βρέθηκε η οικογένεια **6Γ₁** να εμφανίζει τη μικρότερη τιμή του βάρους σπόρου για το καλλιεργητικό έτος 2004. Μετά από δύο κύκλους επιλογής, οι επιλεγμένες ως χαμηλοαποδοτικές οικογένειες μολονότι παρουσίασαν τάση για αύξηση, ωστόσο διατηρήθηκαν κάτω από το μέσο όρο των έξι οικογενειών στα δύο πειραματικά έτη 2005 και 2006. Μεταξύ των έξι οικογενειών παρατηρήθηκε παραλλακτικότητα με σημαντικές διαφορές στα δύο έτη ενώ χαρακτηρίστηκαν από υψηλούς συντελεστές κληρονομής με μέσο όρο 0.35 (πιν. 26).

Στον πληθυσμό της Ζαγοράς, μεταξύ των υψηλοαποδοτικών οικογενειών **1Ζ₁**, **2Ζ₁**, **3Ζ₁**, η οικογένεια **1Ζ₁** είχε εμφανίσει τη μεγαλύτερη τιμή στο βάρος σπόρου για το καλλιεργητικό έτος 2004. Αντίθετα η οικογένεια **2Ζ₂** παρουσίασε την μεγαλύτερη τιμή για το βάρος σπόρου στην δεύτερη (2005) καθώς και η οικογένεια **2Ζ₃** στην τρίτη καλλιεργητική περίοδο (2006). Μεταξύ των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών **4Ζ₁**, **5Ζ₁** και **6Ζ₁**, η οικογένεια **6Ζ₁** είχε εμφανίσει τη μικρότερη απόδοση για το καλλιεργητικό έτος 2004. Μετά από δύο κύκλους επιλογής, οι επιλεγμένες ως χαμηλοαποδοτικές οικογένειες παρουσίασαν τάση για αύξηση, ενώ συγχρόνως διατηρήθηκαν κάτω από το μέσο όρο των έξι οικογενειών και στα δύο πειραματικά έτη 2005 και 2006 (πιν. 26).

Τέλος στον πληθυσμό των Πρεσπών, μεταξύ των υψηλοαποδοτικών οικογενειών **1Π₁**, **2Π₁**, **3Π₁**, η οικογένεια **1Π₁** είχε εμφανίσει τη μεγαλύτερη τιμή στο βάρος σπόρου για τα δύο καλλιεργητικά έτη 2004 και 2005.

Αντίθετα η οικογένεια **2Π₃** παρουσίασε την μεγαλύτερη τιμή για το βάρος σπόρου στην τρίτη καλλιεργητική περίοδο (2006). Μεταξύ των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών **4Π₁**, **5Π₁** και **6Π₁**, η οικογένεια **4Π₁** είχε εμφανίσει τη μικρότερη απόδοση για το καλλιεργητικό έτος 2004. Μετά από δύο κύκλους επιλογής, οι επιλεγμένες ως χαμηλοαποδοτικές οικογένειες παρουσίασαν τάση για αύξηση και συγχρόνως διατηρήθηκαν κάτω από το μέσο όρο των έξι οικογενειών και στα δύο πειραματικά έτη 2005 και 2006 (πιν. 26).

Για να εκτιμηθεί το γενετικό κέρδος στους δύο κύκλους γενεαλογικής επιλογής (**C₀**, **C₁ Pedigree**, **C₂ Pedigree**) για υψηλοαποδοτικές (High yield) και χαμηλοαποδοτικές οικογένειες (Low yield), διορθώθηκαν όλες οι τιμές, με βάση το μέσο όρο της απόδοσης κοινού μάρτυρα για τα τρία έτη πειραματισμού. Ακολούθως αναλύεται η συμπεριφορά των οικογενειών για το βάρος σπόρων, που επιλέχθηκαν ως υψηλοαποδοτικές για τον κάθε γενότυπο (πιν. 27). Από τα δεδομένα προκύπτει ότι η ανταπόκριση στην επιλογή για υψηλοαποδοτικές οικογένειες ήταν θετική και στους τρεις γενοτύπους στον πρώτο κύκλο επιλογής. Συγκεκριμένα τη μεγαλύτερη ανταπόκριση παρουσίασε ο πληθυσμός της Ζαγοράς για το βάρος σπόρων, ακολούθησε ο πληθυσμός των Πρεσπών και τέλος ο πληθυσμός των Γρεβενών. Επίσης στο δεύτερο κύκλο επιλογής παρατηρήθηκε ίδια κατανομή ως προς την ανταπόκριση στην επιλογή για υψηλοαποδοτικές οικογένειες στους τρεις γενοτύπους (πιν. 27).

Σύμφωνα με τα δεδομένα, παρόλο που ο αρχικός πληθυσμός **C₀** της Ζαγοράς εμφανίστηκε με το μικρότερο μέσο όρο για βάρος σπόρων, ωστόσο είχε θετική ανταπόκριση στην επιλογή των υψηλοαποδοτικών οικογενειών και υπερέιχε ξεκάθαρα έναντι των άλλων πληθυσμών. Ο πληθυσμός της Ζαγοράς παρουσίασε το μεγαλύτερο αναμενόμενο γενετικό κέρδος ανά έτος και συγκεκριμένα της τάξης του 163.7 για βάρος

Πίνακας 27: Διορθωμένοι μέσοι όροι για το βάρος σπόρων από δύο κύκλους γενεαλογικής επιλογής (C_0 , C_1 Pedigree, C_2 Pedigree) για υψηλοαποδοτικές και χαμηλοαποδοτικές οικογένειες (High & Low yield). Εμφανίζονται ο μέσος όρος πληθυσμού (\bar{X}_p), ο μέσος όρος των 9 επιλεγμένων υψηλοαποδοτικών ατομικών φυτών (\bar{X}_s) και ο μέσος όρος των 9 επιλεγμένων χαμηλοαποδοτικών ατομικών φυτών (\bar{X}_s), ανά έτος επιλογής, το διαφορικό επιλογής S , και η ανταπόκριση στην επιλογή R των τριών ποικιλιών

Κύκλοι επιλογής	Επιλογή για υψηλή απόδοση (βάρος σπόρων) g/ φυτό			Κύκλοι επιλογής	Επιλογή για χαμηλή απόδοση (βάρος σπόρων) g/ φυτό		
	_ ΓΡΕΒΕΝΑ _	_ ΖΑΓΟΡΑ _	_ ΠΡΕΣΠΕΣ _		_ ΓΡΕΒΕΝΑ _	_ ΖΑΓΟΡΑ _	_ ΠΡΕΣΠΕΣ _
C_0				C_0			
$\bar{X}_{\text{Πληθ. -2004}}$	204.4	92.9	151.5	$\bar{X}_{\text{Πληθ. -2004}}$	204.4	92.9	151.5
$\bar{X}_{\text{S-HY-2004}}$	303.0	144.2	309.1	$\bar{X}_{\text{S-LY-2004}}$	146.7	88.1	76.7
S	98.6	51.3	157.6	S	-57.7	-4.8	-74.8
C_1 Pedigree				C_1 Pedigree			
$\bar{X}_{\text{P-HY-2005}}$	283.1	299.4	298.5	$\bar{X}_{\text{P-LY-2005}}$	206.9	243.2	255.0
$\bar{X}_{\text{S-HY-2005}}$	440.5	562.8	481.5	$\bar{X}_{\text{S-LY-2005}}$	115.7	135.3	125.9
S	157.4	263.4	182.8	S	-91.2	-107.9	-129.1
R	78.7	206.5	147.0	R	2.5	47.2	103.5
C_2 Pedigree				C_2 Pedigree			
$\bar{X}_{\text{P-HY-2006}}$	293.7	420.2	338.8	$\bar{X}_{\text{P-LY-2006}}$	252.8	295.2	278.7
$\bar{X}_{\text{S-HY-2006}}$	484.6	658.1	460.3	$\bar{X}_{\text{S-LY-2006}}$	116.5	133.2	166.8
S	190.9	237.9	121.5	S	-136.3	-162.0	-111.9
R	10.6	120.8	40.3	R	45.9	52.0	23.7
$\bar{R}^* \text{έτος}^{-1}$	44.7	163.7	93.7	$\bar{R}^* \text{έτος}^{-1}$	24.2	49.6	63.6

σπόρων, ακολούθησε ο πληθυσμός των Πρεσπών με γενετικό κέρδος 93.7 και τελευταίος ο πληθυσμός των Γρεβενών με μέσο γενετικό κέρδος 44.7 (πιν. 27).

Ακολούθως αναλύεται η συμπεριφορά των οικογενειών για το βάρος σπόρων, που επιλέχθηκαν ως χαμηλοαποδοτικές για τον κάθε γενότυπο (πιν. 27). Από τα δεδομένα προκύπτει ότι στους δύο κύκλους επιλογής, το διαφορικό επιλογής S ήταν αρνητικό και στους τρεις γενοτύπους. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι σε κάθε κύκλο επιλογής μεταξύ των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών, υπήρχαν οικογένειες που θα μπορούσαν να επιλεχθούν για απώλεια και συνεπώς για χαρακτηρισμό των ορίων του δυναμικού του γενοτύπου στο περιβάλλον πειραματισμού.

Από τα δεδομένα βρέθηκε ότι στον πρώτο κύκλο επιλογής μολονότι το διαφορικό επιλογής S είναι αρνητικό και στους τρεις γενοτύπους, ωστόσο παρατηρείται αύξηση του μέσου όρου των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών σε σύγκριση με τον αρχικό πληθυσμό C_0 . Την μικρότερη αύξηση παρουσίασε ο πληθυσμός των Γρεβενών ($R=2.5$) και την μεγαλύτερη ο πληθυσμός των Πρεσπών ($R=103.5$). Στο δεύτερο κύκλο επιλογής, ενώ το διαφορικό επιλογής S είναι επίσης αρνητικό, ωστόσο η ανταπόκριση στην επιλογή για το βάρος σπόρου, μεταβάλλεται. Συγκεκριμένα τη μεγαλύτερη ανταπόκριση στην αρνητική επιλογή εμφανίζει ο πληθυσμός των Πρεσπών ($R=23.7$), ακολουθεί ο πληθυσμός των Γρεβενών με τιμή ($R=45.9$) και τελευταίος της Ζαγοράς ($R=52.0$) (πιν. 27).

Σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα 27, στους δύο κύκλους επιλογής για χαμηλοαποδοτικές οικογένειες, οι τρεις γενότυποι εμφάνισαν θετικό γενετικό κέρδος ανά έτος, αλλά χαμηλότερο από αυτό που εμφάνισαν για επιλογή υψηλοαποδοτικών οικογενειών. Στην αρνητική επιλογή βρέθηκε ότι ο πληθυσμός των Γρεβενών ανταποκρίθηκε καλύτερα σε σύγκριση με τους άλλους δύο, με την μικρότερη αύξηση για το κριτήριο επιλογής, και συγκεκριμένα παρουσίασε αναμενόμενο γενετικό κέρδος 24.2 (πιν. 27).

Γενικευμένη Συζήτηση της Ενότητας II

Όσον αφορά τη βελτίωση του είδους *P. coccineus*, το οποίο διακρίνεται για το υψηλό ποσοστό σταυρογονιμοποίησης, έχουν αναπτυχθεί διάφορες μεθοδολογίες για τη δημιουργία ποικιλιών φασολιού. Παρόλα αυτά, επειδή τα δεδομένα σύγκρισης της αποτελεσματικότητας των διαφόρων μεθόδων επιλογής γενικά είναι περιορισμένα (Beaver and Kelly, 1994; Gutierrez and Singh 1992; Singh and Teran, 1998; Urrea and Singh, 1994, 1995) συγκρίθηκαν δύο μεθοδολογίες βελτίωσης, η μαζική επιλογή και η τροποποιημένη γενεαλογική επιλογή σε γενετικό υλικό τριών γενοτύπων του είδους *P. coccineus*.

Από την αξιολόγηση των τριών γενοτύπων σε επίπεδο πληθυσμού (μεθοδολογία μαζικής επιλογής) για τα τρία καλλιεργητικά έτη 2004-2006, βρέθηκε ότι η αμφίπλευρη επιλογή ήταν αποτελεσματική και στους τρεις πληθυσμούς. Με την αμφίπλευρη επιλογή υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών φυτών εντός του κάθε πληθυσμού, προέκυψαν στη συνέχεια πληθυσμοί οι οποίοι ακολουθούν αυτό τον διαχωρισμό, δηλαδή παρέχουν σημαντικά περιθώρια επιλογής ώστε να αυξηθεί η διαφορά αυτή. Τα δεδομένα συμφωνούν με δημοσιευμένες εργασίες (Sing and Teran, 1998), όπου βρέθηκαν σε δοκιμές πρώιμης επιλογής για απόδοση, υψηλό και χαμηλοαποδοτικούς πληθυσμούς να παράγουν υψηλό και χαμηλοαποδοτικές F₇ σειρές.

Συγκεκριμένα φάνηκε ότι ο μέσος όρος του πληθυσμού C₀ των Γρεβενών παρουσίασε τάση να υπερέχει σε σύγκριση με τους μέσους όρους των άλλων πληθυσμών, ως προς το βάρος σπόρου (πιν. 17-παράρτημα). Την επόμενη καλλιεργητική περίοδο οι μέσοι όροι των πληθυσμών C₁ M-HY (Γρεβενά και Πρέσπες), ως προς το βάρος σπόρων, κυμάνθηκαν στο ίδιο επίπεδο με τάση υπεροχής έναντι του πληθυσμού της Ζαγοράς (πιν. 8-παράρτημα). Ενώ την

τελευταία καλλιεργητική περίοδο οι μέσοι όροι των υψηλοαποδοτικών πληθυσμών **C₂ m-HY** (Γρεβενά και Πρέσπες) και των χαμηλοαποδοτικών πληθυσμών **C₂ m-LY** (Γρεβενά και Πρέσπες), ως προς το βάρος σπόρων, κυμάνθηκαν στο ίδιο επίπεδο με τάση να υστερούν έναντι των υψηλοαποδοτικών πληθυσμών **C₂ m-HY** και των χαμηλοαποδοτικών πληθυσμών **C₂ m-LY** του γενοτύπου της Ζαγοράς (πιν. 19-παράρτημα). Η τάση για υπεροχή που έδειξε ο πληθυσμός της Ζαγοράς την τρίτη καλλιεργητική περίοδο και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι επικράτησε απότομη πτώση των θερμοκρασιών πριν την ολοκλήρωση της συγκομιδής, επιβεβαιώνει την πρωιμότητα του πληθυσμού αυτού έναντι των άλλων δύο (εικ. 44).

Από την εκτίμηση του γενετικού κέρδους για το βάρος σπόρων, μετά από δύο κύκλους μαζικής επιλογής (**C₀**, **C₁ m-HY**, **C₂ m-HY**), για υψηλοαποδοτικούς πληθυσμούς (High yield), προέκυψε ότι η ανταπόκριση στην επιλογή ήταν θετική και στους τρεις γενοτύπους. Συγκεκριμένα καλύτερα ανταποκρίθηκε ο γενότυπος της Ζαγοράς με μέσο κέρδος ανά έτος \bar{R}^* έτος⁻¹ (+75.6 g/φυτό), ακολούθησε ο γενότυπος των Πρεσπών με \bar{R}^* έτος⁻¹ (+24.0 g/φυτό) και τελευταίος ο γενότυπος των Γρεβενών με \bar{R}^* έτος⁻¹ (+15.4 g/φυτό) (πιν. 20). Αντίθετα μετά από ένα κύκλο μαζικής επιλογής (**C₁ m-LY**, **C₂ m-LY**), για χαμηλοαποδοτικούς πληθυσμούς (Low yield), προέκυψε ότι η ανταπόκριση στην επιλογή ήταν αρνητική για τους τρεις γενοτύπους. Συγκεκριμένα καλύτερα ανταποκρίθηκαν οι γενότυποι των Γρεβενών και των Πρεσπών με μέση απώλεια ανά έτος \bar{R}^* έτος⁻¹ (-143.0 g/φυτό) και (-142.3 g/φυτό), αντίστοιχα, ενώ τη μικρότερη παρουσίασε ο γενότυπος της Ζαγοράς με \bar{R}^* έτος⁻¹ (-27.4 g/φυτό) (πιν. 20). Θα μπορούσε να ειπωθεί ότι στους τρεις πληθυσμούς υπάρχει η δυνατότητα επιλογής φυτών, με κριτήριο το βάρος σπόρων, για βελτίωση των αρχικών

πληθυσμών C_0 , με διαφορετική ανταπόκριση στην εφαρμογή της μαζικής μεθοδολογίας.

Με την αξιολόγηση των τριών γενοτύπων σε επίπεδο οικογενειών (μεθοδολογία τροποποιημένης γενεαλογικής επιλογής) για τα τρία καλλιεργητικά έτη 2004-2006, φάνηκε ότι η αμφίπλευρη επιλογή ήταν επίσης αποτελεσματική και στους τρεις γενοτύπους. Συγκεκριμένα από το πρώτο καλλιεργητικό έτος, τα δεδομένα έδειξαν ότι ο μέσος όρος \bar{X}_{HY} των επιλεγμένων υψηλοαποδοτικών φυτών υπερτερεί έναντι του γενικού μέσου όρου \bar{X} των γενοτύπων Γρεβενά, Ζαγορά και Πρέσπες κατά 32.5%, 35.6% και 51.0% αντίστοιχα, ως προς το βάρος σπόρων. Αντίθετα ο μέσος όρος \bar{X}_{LY} των επιλεγμένων χαμηλοαποδοτικών φυτών έδειξε τάση να υστερεί έναντι του γενικού μέσου όρου \bar{X} των γενοτύπων Γρεβενά, Ζαγορά και Πρέσπες κατά 28.2%, 5.2% και 49.4% αντίστοιχα, ως προς το ίδιο συστατικό της απόδοσης.

Στο επόμενο καλλιεργητικό έτος (2005) εφαρμογής της τροποποιημένης γενεαλογικής επιλογής, τα δεδομένα έδειξαν ότι υπήρξε παραλλακτικότητα μεταξύ των οικογενειών τόσο στα συστατικά της απόδοσης, όσο και στους συντελεστές κληρονομικότητας. Αυτό συμφωνεί και με δεδομένα εργασιών (Welsh, 1995), όπου οι εκτιμήσεις του συντελεστή κληρονομικότητας για απόδοση σε σπόρο, διέφεραν σημαντικά ανάλογα με το γενετικό υλικό. Ο συντελεστής κληρονομικότητας για το βάρος σπόρων μετά από την αξιολόγηση υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών οικογενειών (καλλιεργητικό έτος 2005) κυμάνθηκε από 0.11 έως 0.35 και συμφωνούν με τις τιμές που αναφέρουν οι Singh *et al.*, 1999, για το χαρακτηριστικό της απόδοσης από 0.32 έως 0.34. Επίσης ο συντελεστής γενετικής παραλλακτικότητας GCV για το βάρος σπόρων,

ήταν αρκετά υψηλός στους γενοτύπους Γρεβενά και Πρέσπες, 15.0% και 12.8% αντίστοιχα, για να υπάρχει γενετικό κέρδος.

Στο τελευταίο καλλιεργητικό έτος (2006) εφαρμογής της τροποποιημένης γενεαλογικής επιλογής, τα δεδομένα έδειξαν ότι υπήρξε παραλλακτικότητα μεταξύ των οικογενειών τόσο στα συστατικά της απόδοσης, όσο και στους συντελεστές κληρονομικότητας. Ο συντελεστής κληρονομικότητας για το βάρος σπόρων μετά από την αξιολόγηση υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών οικογενειών κυμάνθηκε από 0.13 έως 0.49, ενώ ο συντελεστής γενετικής παραλλακτικότητας GCV για το βάρος σπόρων, ήταν αρκετά υψηλός στους γενοτύπους Γρεβενά, Ζαγορά και Πρέσπες, 8.2%, 11.7% και 11.8% αντίστοιχα. Τέλος φάνηκε ότι υπήρξε τάση προόδου λόγω επιλογής, η οποία συνοδεύτηκε από μια ανακατανομή των οικογενειών, ως προς το βάρος σπόρου, τόσο μεταξύ των υψηλοαποδοτικών όσο και μεταξύ των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών.

Μετά από τη διόρθωση των τιμών για τα τρία έτη πειραματισμού 2004-2006 με βάση κοινό μάρτυρα (Biangio di Spagna), προέκυψε ότι για το βάρος σπόρου, υπήρξε παραλλακτικότητα τόσο μεταξύ των πληθυσμών όσο εντός και μεταξύ των οικογενειών και για τα τρία έτη πειραματισμού. Η παραλλακτικότητα αυτή συνοδεύτηκε με αύξηση του βάρους σπόρου από χρονιά σε χρονιά και στους τρεις πληθυσμούς. Συγκρίνοντας το μέσο όρο των τριών ετών, για τις υψηλοαποδοτικές σε σχέση με το μέσο όρο των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών, προκύπτει ότι τη μεγαλύτερη απόκλιση εξακολουθεί να παρουσιάζει ο πληθυσμός των Πρεσπών (112.0 g/φυτό), ενώ ακολουθούν ο πληθυσμός των Γρεβενών (91.1 g/φυτό) και ο πληθυσμός της Ζαγοράς (73.8 g/φυτό). Μεταξύ των οικογενειών στους πληθυσμούς των Πρεσπών και των Γρεβενών για τα έτη πειραματισμού 2005 και 2006, παρατηρήθηκε παραλλακτικότητα με σημαντικές διαφορές ($p=0.01$). Το χαρακτηριστικό συνοδεύτηκε από υψηλούς συντελεστές γενετικής παραλλακτικότητας GCV και η μέση τιμή για τους τρεις

πληθυσμούς ήταν 10.7%. Η τιμή αυτή είναι ικανή και επιβεβαιώνει υψηλή αποτελεσματικότητα επιλογής. Αντίθετα στον πληθυσμό της Ζαγοράς, οι διαφορές μεταξύ των αξιολογούμενων οικογενειών δεν ήταν σημαντικές. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι ο πληθυσμός της Ζαγοράς παρουσιάζει κάποια σταθερότητα και εκφράζεται με μικρή παραλλακτικότητα ως προς το βάρος σπόρου μεταξύ των έξι οικογενειών, ενώ συνοδεύεται με μικρό συντελεστή κληρονομής 0.11 και 0.13 για τα δύο έτη πειραματισμού 2005 και 2006 αντίστοιχα.

Στον πληθυσμό των Γρεβενών, μεταξύ των υψηλοαποδοτικών οικογενειών **1Γ₁**, **2Γ₁** και **3Γ₁**, η οικογένεια **1Γ₁** είχε εμφανίσει τη μεγαλύτερη τιμή για το βάρος σπόρων για το καλλιεργητικό έτος 2004. Την επόμενη καλλιεργητική περίοδο (2005) η οικογένεια **1Γ₂** εμφάνισε τη μεγαλύτερη τιμή για το βάρος σπόρου, ενώ την τρίτη χρονιά διατηρήθηκε πάνω από το μέσο όρο των υψηλοαποδοτικών οικογενειών και εξισώθηκε περίπου με την οικογένεια **2Γ₂**. Μεταξύ των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών **4Γ₁**, **5Γ₁** και **6Γ₁**, βρέθηκε η οικογένεια **6Γ₁** να εμφανίζει τη μικρότερη τιμή του βάρους σπόρου για το καλλιεργητικό έτος 2004. Μετά από δύο κύκλους επιλογής, οι επιλεγμένες ως χαμηλοαποδοτικές οικογένειες μολονότι παρουσίασαν τάση για αύξηση, ωστόσο διατηρήθηκαν κάτω από το μέσο όρο των έξι οικογενειών στα δύο πειραματικά έτη 2005 και 2006. Μεταξύ των έξι οικογενειών παρατηρήθηκε παραλλακτικότητα με σημαντικές διαφορές στα δύο έτη ενώ χαρακτηρίστηκαν από υψηλούς συντελεστές κληρονομής με μέσο όρο 0.35.

Στον πληθυσμό της Ζαγοράς, μεταξύ των υψηλοαποδοτικών οικογενειών **1Ζ₁**, **2Ζ₁**, **3Ζ₁**, η οικογένεια **1Ζ₁** είχε εμφανίσει τη μεγαλύτερη τιμή στο βάρος σπόρου για το καλλιεργητικό έτος 2004. Αντίθετα η οικογένεια **2Ζ₂** παρουσίασε την μεγαλύτερη τιμή για το βάρος σπόρου στην δεύτερη (2005) καθώς και η οικογένεια **2Ζ₃** στην τρίτη καλλιεργητική περίοδο (2006). Μεταξύ των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών **4Ζ₁**, **5Ζ₁** και **6Ζ₁**, η οικογένεια

6Ζ₁ είχε εμφανίσει τη μικρότερη απόδοση για το καλλιεργητικό έτος 2004. Μετά από δύο κύκλους επιλογής, οι επιλεγμένες ως χαμηλοαποδοτικές οικογένειες παρουσίασαν τάση για αύξηση και συγχρόνως διατηρήθηκαν κάτω από το μέσο όρο των έξι οικογενειών και στα δύο πειραματικά έτη 2005 και 2006.

Τέλος στον πληθυσμό των Πρεσπών, μεταξύ των υψηλοαποδοτικών οικογενειών 1Π₁, 2Π₁, 3Π₁, η οικογένεια 1Π₁ είχε εμφανίσει τη μεγαλύτερη τιμή στο βάρος σπόρου για τα δύο καλλιεργητικά έτη 2004 και 2005. Αντίθετα η οικογένεια 2Π₃ παρουσίασε την μεγαλύτερη τιμή για το βάρος σπόρου στην τρίτη καλλιεργητική περίοδο (2006). Μεταξύ των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών 4Π₁, 5Π₁ και 6Π₁, η οικογένεια 4Π₁ είχε εμφανίσει τη μικρότερη απόδοση για το καλλιεργητικό έτος 2004. Μετά από δύο κύκλους επιλογής, οι επιλεγμένες ως χαμηλοαποδοτικές οικογένειες παρουσίασαν τάση για αύξηση και συγχρόνως διατηρήθηκαν κάτω από το μέσο όρο των έξι οικογενειών και στα δύο πειραματικά έτη 2005 και 2006.

Η εκτίμηση του γενετικού κέρδους στους δύο κύκλους γενεαλογικής επιλογής (C_0 , $C_{pedigree-1}$, $C_{pedigree-2}$) για υψηλοαποδοτικές οικογένειες (High yield), έδειξε ότι η ανταπόκριση στην επιλογή για υψηλοαποδοτικές οικογένειες ήταν θετική στους τρεις γενοτύπους και στα συστατικά της απόδοσης. Συγκεκριμένα τη μεγαλύτερη ανταπόκριση παρουσίασε ο γενότυπος της Ζαγοράς για το βάρος σπόρου, με μέσο κέρδος ανά έτος \bar{R}^* έτος⁻¹ (+163.7 g/φυτό), ακολούθησε ο γενότυπος των Πρεσπών με \bar{R}^* έτος⁻¹ (+93.7 g/φυτό) και τελευταίος ο γενότυπος των Γρεβενών με \bar{R}^* έτος⁻¹ (+44.7 g/φυτό). Αντίθετα μετά από δύο κύκλους γενεαλογικής επιλογής (C_0 , $C_{pedigree-1}$, $C_{pedigree-2}$) για χαμηλοαποδοτικές οικογένειες (Low yield), καλύτερα ανταποκρίθηκε ο γενότυπος των Γρεβενών. Συγκεκριμένα τη μεγαλύτερη ανταπόκριση παρουσίασε ο γενότυπος των Γρεβενών για το βάρος σπόρου, με μέσο κέρδος ανά έτος \bar{R}^* έτος⁻¹ (+24.2 g/φυτό) με μικρή αύξηση σε

σύγκριση με τον πληθυσμό C_0 , ακολούθησε ο γενότυπος της Ζαγοράς με \bar{R}^* έτος⁻¹ (+49.6 g/φυτό) και τελευταίος ο γενότυπος των Πρεσπών με \bar{R}^* έτος⁻¹ (+63.6 g/φυτό).

ΕΝΟΤΗΤΑ ΙΙΙ

ΙΙΙ-Α. Δημιουργία σπόρου S₁ μέσω ελεγχόμενης αυτογονιμοποίησης HS φυτών εντός των οικογενειών (2005)

Από τη συγκομιδή των ελεύθερα επικονιαζόμενων και των καλυμμένων HS φυτών εντός των οικογενειών για το έτος 2005, καταγράφηκαν το βάρος σπόρων σε επίπεδο ατομικού φυτού και ο αριθμός λοβών ανά φυτό. Από τα δεδομένα του πίνακα 28 προκύπτει ότι υπάρχει παραλλακτικότητα στο παραγωγικό δυναμικό των HS φυτών μετά από αυτογονιμοποίηση, μεταξύ και εντός των επιλεγμένων οικογενειών (υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών) στους τρεις γενοτύπους.

Η συμμετοχή της αυτογονιμοποίησης σε συνδυασμό με την απουσία της σταυρογονιμοποίησης στα καλυμένα HS φυτά, και σε σύγκριση πάντα με τα ελεύθερα επικονιαζόμενα HS φυτά, εκφράστηκε με αισθητή μείωση του παραγωγικού δυναμικού των αυτογονιμοποιούμενων HS φυτών εντός των οικογενειών. Συγκεκριμένα, το μεγαλύτερο μέσο όρο, για το βάρος σπόρων, εμφάνισαν τα υψηλοαποδοτικά HS φυτά της Ζαγοράς και αποτελούσαν το 38.1% του μέσου όρου των ελεύθερα επικονιαζόμενων HS φυτών. Ακολούθησαν τα υψηλοαποδοτικά HS φυτά των Πρεσπών με ποσοστό 36.1% έναντι του μέσου όρου των ελεύθερα επικονιαζόμενων HS φυτών και τέλος με το μικρότερο μέσο όρο παρουσιάστηκαν τα υψηλοαποδοτικά HS φυτά των Γρεβενών με ποσοστό 35.0% έναντι του μέσου όρου των ελεύθερα επικονιαζόμενων HS φυτών (πιν. 28). Δηλαδή στο γενότυπο της Ζαγοράς τα καλυμμένα HS φυτά εκφράστηκαν με υψηλό παραγωγικό δυναμικό, το οποίο οφείλεται σε αυτογονιμοποίηση του φυτού, σε σύγκριση με τα ελεύθερα επικονιαζόμενα φυτά της ίδιας ποικιλίας.

Πίνακας 28: Μέσοι όροι για το βάρος σπόρων και τον αριθμό λοβών ανά φυτό, μεταξύ των ελεύθερα επικονιαζόμενων HS οικογενειών και των καλυμμένων HS οικογενειών των τριών γενοτύπων (Συγκομιδή 2005)

		ΓΡΕΒΕΝΑ			ΖΑΓΟΡΑ			ΠΡΕΣΠΕΣ		
	οικ/ες HS	Βάρος σπόρων	Αρ. λοβών / φυτό	οικ/ες HS	Βάρος σπόρων	Αρ. λοβών / φυτό	οικ/ες HS	Βάρος σπόρων	Αρ. λοβών / φυτό	
		_ g/φυτό _	_ αρ. λοβών _		_ g/φυτό _	_ αρ. λοβών _		_ g/φυτό _	_ αρ. λοβών _	
High yield	Ελεύθερη επικονίαση σε HS φυτά	1 Γ ₁	259.8±90.4	1 Ζ ₁	227.7±35.8	68.0±20.7	1 Π ₁	205.2±11.2	70.4±7.4	
		2 Γ ₁	241.3±94.1	2 Ζ ₁	257.9±19.4	80.3±6.3	2 Π ₁	230.4±53.0	53.0±14.7	
		3 Γ ₁	230.2±17.7	3 Ζ ₁	246.9±24.1	76.2±22.7	3 Π ₁	235.5±48.2	55.8±6.4	
	\bar{X}	243.8	49.0	\bar{X}	244.2	74.8	\bar{X}	223.7	59.7	
High yield	Ελεγχόμενη επικονίαση σε HS φυτά	1 Γ ₁	93.9±8.7	1 Ζ ₁	93.6±17.8	35.0±7.5	1 Π ₁	75.3±10.4	29.0±6.2	
		2 Γ ₁	77.2±9.3	2 Ζ ₁	97.6±19.4	32.0±4.6	2 Π ₁	88.4±7.3	32.3±3.5	
		3 Γ ₁	85.0±8.3	3 Ζ ₁	87.8±9.0	26.7±5.0	3 Π ₁	78.6±10.4	32.0±4.0	
	\bar{X}	85.4	32.7	\bar{X}	93.0	31.2	\bar{X}	80.8	31.1	
Low yield	Ελεύθερη επικονίαση σε HS φυτά	4 Γ ₁	150.0±15.6	4 Ζ ₁	217.8±42.4	41.4±16.7	4 Π ₁	255.5±64.9	55.6±3.0	
		5 Γ ₁	189.1±30.0	5 Ζ ₁	207.4±33.5	53.5±24.9	5 Π ₁	198.9±64.0	48.1±18.0	
		6 Γ ₁	195.5±23.0	6 Ζ ₁	203.1±35.5	51.2±11.9	6 Π ₁	204.2±23.5	48.3±8.4	
	\bar{X}	178.2	32.8	\bar{X}	209.4	48.7	\bar{X}	219.5	50.7	
Low yield	Ελεγχόμενη επικονίαση σε HS φυτά	4 Γ ₁	61.6±7.4	4 Ζ ₁	66.7±2.8	23.3±4.2	4 Π ₁	50.7±16.0	22.0±8.0	
		5 Γ ₁	59.3±20.1	5 Ζ ₁	45.3±13.8	22.3±6.7	5 Π ₁	51.0±20.6	24.7±3.1	
		6 Γ ₁	65.6±5.9	6 Ζ ₁	67.9±5.0	22.3±3.5	6 Π ₁	52.1±16.1	20.3±4.9	
	\bar{X}	62.2	25.4	\bar{X}	60.0	22.6	\bar{X}	51.3	22.3	

*Ελεύθερη επικονίαση: σταυρογονιμοποίηση με τις υπόλοιπες HS οικογένειες της ποικιλίας

*Ελεγχόμενη επικονίαση: καλυμμένα φυτά HS με κλωβό απομονώσεως

Σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα 28, προκύπτει ότι μειώθηκε ο αριθμός των λοβών ανά φυτό που έδωσε ώριμο σπόρο στην περίπτωση των απομονωμένων HS οικογενειών (υψηλοαποδοτικών). Συγκεκριμένα το μικρότερο μέσο όρο, για τον αριθμό λοβών ανά φυτό, εμφάνισαν τα αυτογονιμοποιούμενα υψηλοαποδοτικά HS φυτά της Ζαγοράς και αποτελούσαν το 41.7% του μέσου όρου των ελεύθερα επικονιαζόμενων HS φυτών. Αντίθετα το μεγαλύτερο μέσο όρο εμφάνισαν τα αυτογονιμοποιούμενα υψηλοαποδοτικά HS φυτά εντός των οικογενειών του γενοτύπου των Γρεβενών και τα οποία αποτελούσαν το 66.7% του μέσου όρου των ελεύθερα επικονιαζόμενων HS φυτών.

Ο τελικός αριθμός λοβών που απομένει στο φυτό κατά την συγκομιδή, εξαρτάται κυρίως από τις υψηλές θερμοκρασίες που θα επικρατήσουν κατά την περίοδο της άνθησης καθώς και από την επικονίαση των ανθέων. Με βάση το γεγονός ότι το είδος *P. coccineus* είναι εντομόγαμο ως επί το πλείστον φυτό (Steve Christman, 2005) και με το δεδομένο ότι οι κλιματολογικές συνθήκες ήταν ίδιες για όλες τις οικογένειες, θα μπορούσε να υποθεί ότι η μείωση στον αριθμό των λοβών που παρατηρήθηκε στα HS φυτά, τα οποία αυτογονιμοποιήθηκαν, οφείλεται κυρίως στην έλλειψη σταυρογονιμοποίησης.

Παρόμοια συμπεριφορά με τα αυτογονιμοποιούμενα υψηλοαποδοτικά HS φυτά υπήρξε και στα αυτογονιμοποιούμενα χαμηλοαποδοτικά HS φυτά εντός των οικογενειών. Συγκεκριμένα, το μεγαλύτερο μέσο όρο για το βάρος σπόρων, εμφάνισαν τα χαμηλοαποδοτικά HS φυτά των Γρεβενών και αποτελούσαν το 34.9% του μέσου όρου των ελεύθερα επικονιαζόμενων HS φυτών. Ακολούθησαν τα χαμηλοαποδοτικά HS φυτά της Ζαγοράς με ποσοστό 28.7% έναντι του μέσου όρου των ελεύθερα επικονιαζόμενων HS φυτών και τέλος το μικρότερο μέσο όρο εμφάνισαν τα χαμηλοαποδοτικά HS φυτά των Πρεσπών με ποσοστό 23.4% έναντι των ελεύθερα επικονιαζόμενων HS φυτών (πιν. 28). Επίσης από τα δεδομένα προκύπτει

ότι μειώθηκε ο αριθμός των λοβών ανά φυτό που γονιμοποιήθηκε και έδωσε ώριμο σπόρο στην περίπτωση των απομονωμένων HS οικογενειών (χαμηλοαποδοτικών). Συγκεκριμένα το μικρότερο μέσο όρο, για τον αριθμό λοβών ανά φυτό, εμφάνισαν τα αυτογονιμοποιούμενα υψηλοαποδοτικά HS φυτά των Πρεσπών και αποτελούσαν το 44.0% των ελεύθερα επικονιαζόμενων HS φυτών, ενώ το μεγαλύτερο μέσο όρο εμφάνισαν τα αυτογονιμοποιούμενα χαμηλοαποδοτικά HS φυτά εντός των οικογενειών του γενοτύπου των Γρεβενών και αποτελούσαν το 77.4% του μέσου όρου των ελεύθερα επικονιαζόμενων HS φυτών.

Γενικά βρέθηκε μείωση του παραγωγικού δυναμικού εντός των οικογενειών, τόσο στα υψηλοαποδοτικά όσο και στα χαμηλοαποδοτικά αυτογονιμοποιούμενα φυτά HS. Επίσης παρατηρήθηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ βάρους σπόρων και αριθμού λοβών ανά φυτό που εμφάνισαν τα υψηλοαποδοτικά και χαμηλοαποδοτικά αυτογονιμοποιούμενα HS φυτά σε σύγκριση με τα ελεύθερα επικονιαζόμενα HS φυτών και στους τρεις γενοτύπους. Η παραλλακτικότητα αυτή πιθανόν να οφείλεται στη μορφολογική κατασκευή του άνθους του κάθε γενοτύπου. Σύμφωνα με τους **Rocha et al., 1991** το είδος *P. coccineus* έχει 6 σπερματοβλάστες ανά ωθήκη, και γονιμοποιούνται με μεγαλύτερη επιτυχία οι 3 πρώτες σπερματοβλάστες που βρίσκονται κοντά στο στύλο του άνθους. Σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα 28, στην ποικιλία των Γρεβενών ο μέσος όρος του αριθμού λοβών ανά φυτό, υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών αυτογονιμοποιούμενων HS φυτών, ήταν ο υψηλότερος με ποσοστό 72.0% σε σύγκριση με το μέσο όρο των ελεύθερα επικονιαζόμενων HS φυτών. Η αρνητική συσχέτιση αυτή που παρατηρήθηκε έντονα στην ποικιλία των Γρεβενών, θα μπορούσε να δικαιολογηθεί από τον μεγαλύτερο βιολογικό κύκλο της ποικιλίας σε σύγκριση με τις άλλες αξιολογούμενες ποικιλίες.

III-B. Αξιολόγηση των S_i οικογενειών για τον κάθε γενότυπο (2006)

Από την αξιολόγηση των S_i οικογενειών κατά το πειραματικό έτος 2006 προέκυψαν τα δεδομένα του πίνακα 29. Σύμφωνα με αυτά υπήρξε παραλλακτικότητα μεταξύ των S_i οικογενειών με στατιστικά σημαντικές διαφορές και φάνηκε ότι ο πληθυσμός των Γρεβενών παρουσίασε το μεγαλύτερο μέσο όρο ως προς το συστατικό βάρος σπόρων (126.8g/φυτό). Ακολούθησε ο πληθυσμός των Πρεσπών με μέσο όρο (119.5g/φυτό) και τελευταίος κατατάχθηκε ο πληθυσμός της Ζαγοράς (114.4g/φυτό). Ωστόσο ο πληθυσμός της Ζαγοράς παρουσίασε το μεγαλύτερο συντελεστή κληρονομής $h^2=0.42$ για το συστατικό της απόδοσης βάρος σπόρων, ακολούθησε ο πληθυσμός των Πρεσπών με τιμή (0.28) και τελευταίος κατατάχθηκε ο πληθυσμός των Γρεβενών με τιμή (0.20). Οι συντελεστές γενετικής παραλλακτικότητας GCV των τριών πληθυσμών για το βάρος σπόρων και τον αριθμό λοβών ανά φυτό, ήταν χαμηλοί και κυμάνθηκαν από 1.74 έως 11.86.

Επίσης παρουσιάστηκε παραλλακτικότητα μεταξύ υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών S_i οικογενειών για το βάρος σπόρων, όπου οι μέσοι όροι των υψηλοαποδοτικών οικογενειών διαφοροποιήθηκαν από τους μέσους όρους των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών και στις τρεις ποικιλίες. Συγκεκριμένα ο μέσος όρος για το βάρος σπόρων των υψηλοαποδοτικών S_i οικογενειών υπερέιχε έναντι του γενικού μέσου όρου του αξιολογούμενου γενοτύπου κατά 8.5% στην ποικιλία των Γρεβενών, 14.5% στην ποικιλία της Ζαγοράς και κατά 11.5% στην ποικιλία των Πρεσπών. Αντίθετα ο μέσος όρος για το βάρος σπόρων των χαμηλοαποδοτικών S_i οικογενειών υστερούσε έναντι του γενικού μέσου όρου του γενοτύπου κατά 9.4% στην ποικιλία των Γρεβενών, 16.9% στην ποικιλία της Ζαγοράς και κατά 13.0% στην ποικιλία των Πρεσπών. Η μεγαλύτερη διακύμανση μεταξύ υψηλά και

Πίνακας 29: Μέσοι όροι τιμών και γενετικές παράμετροι για το βάρος σπόρων και αριθμό λοβών ανά φυτό, μεταξύ των S₁ οικογενειών των τριών γενοτύπων (Αξιολόγηση 2006)

ΓΡΕΒΕΝΑ			ΖΑΓΟΡΑ			ΠΡΕΣΠΕΣ		
οικ/ες	Βάρος σπόρων	Αρ. λοβών / φυτό	οικ/ες	Βάρος σπόρων	Αρ. λοβών / φυτό	οικ/ες	Βάρος σπόρων	Αρ. λοβών / φυτό
S ₁	_g/φυτό_	_αρ. λοβών_	S ₁	_g/φυτό_	_αρ. λοβών_	S ₁	_g/φυτό_	_αρ. λοβών_
1 S _{1Γ}	158.9	27.3	1 S _{1Z}	124.0	31.1	1 S _{1Π}	133.1	31.1
2 S _{1Γ}	125.6	35.4	2 S _{1Z}	142.4	39.0	2 S _{1Π}	121.8	40.3
3 S _{1Γ}	131.4	23.0	3 S _{1Z}	134.9	44.0	3 S _{1Π}	150.3	34.1
\bar{X}_{HY}	138.6	28.6	\bar{X}_{HY}	133.8	38.0	\bar{X}_{HY}	135.1	35.2
4 S _{1Γ}	111.8	30.7	4 S _{1Z}	95.7	31.7	4 S _{1Π}	112.1	29.8
5 S _{1Γ}	115.5	18.3	5 S _{1Z}	91.7	32.3	5 S _{1Π}	99.0	31.7
6 S _{1Γ}	117.3	35.4	6 S _{1Z}	98.0	31.8	6 S _{1Π}	100.6	30.2
\bar{X}_{LY}	114.9	28.1	\bar{X}_{LY}	95.1	31.9	\bar{X}_{LY}	103.9	30.6
\bar{X}	126.8	28.4	\bar{X}	114.4	35.0	\bar{X}	119.5	32.9
S _x	17.3	6.9	S _x	22.0	5.3	S _x	19.9	3.9
F test	**	**	F test	**	**	F test	**	ns
CV%	22.70	25.92	CV%	20.89	19.50	CV%	23.57	24.21
ΕΣΔ	19.3	4.9	ΕΣΔ	16.0	4.6	ΕΣΔ	18.8	-
σ ² p	1036.0	95.1	σ ² p	993.2	69.4	σ ² p	1099.4	71.8
σ ² g	207.8	41.1	σ ² g	421.8	22.8	σ ² g	306.3	8.5
h ²	0.20	0.43	h ²	0.42	0.33	h ²	0.28	0.12
GCV	1.74	11.86	GCV	3.59	10.26	GCV	2.21	4.60
σ ² e	828.2	54.1	σ ² e	571.4	46.6	σ ² e	793.1	63.3

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

χαμηλά παρουσιάστηκε στην ποικιλία της Ζαγοράς με τιμή 31.4% και η μικρότερη στην ποικιλία των Γρεβενών με τιμή 17.9%. Η αμφίπλευρη επιλογή (υψηλά vs χαμηλά) για το βάρος σπόρων, δείχνει να είναι αποτελεσματική στις S_1 οικογένειες, αφού οι επιλεγμένες υψηλοαποδοτικές οικογένειες έδειξαν τάση για υπεροχή έναντι των επιλεγμένων χαμηλοαποδοτικών οικογενειών και στις τρεις ποικιλίες (πιν.29).

III-Γ. Δημιουργία σπόρου S_2 μέσω ελεγχόμενης αυτογονιμοποίησης S_1 φυτών εντός των οικογενειών (2006)

Κατά την συγκομιδή των ελεύθερα επικονιαζόμενων S_1 και των καλυμμένων S_1 φυτών εντός των οικογενειών για το έτος 2006, καταγράφηκαν το βάρος σπόρων και ο αριθμός λοβών ανά φυτό. Από τα δεδομένα του πιν. 30 προκύπτει ότι υπάρχει παραλλακτικότητα στο παραγωγικό δυναμικό των S_1 φυτών, τα οποία αυτογονιμοποιήθηκαν μεταξύ και εντός των επιλεγμένων (υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών) οικογενειών στους τρεις γενοτύπους. Μετά από ένα κύκλο αυτογονιμοποίησης και δημιουργίας των S_1 οικογενειών, φαίνεται ότι η συμμετοχή της αυτογονιμοποίησης στα καλυμένα S_1 φυτά και η απουσία της σταυρογονιμοποίησης σε σύγκριση με τα ελεύθερα επικονιαζόμενα S_1 φυτά, εκφράστηκε με αισθητή μείωση του παραγωγικού δυναμικού των αυτογονιμοποιούμενων S_1 φυτών εντός των οικογενειών.

Συγκεκριμένα, το μεγαλύτερο μέσο όρο, για το βάρος σπόρων, εμφάνισαν τα υψηλοαποδοτικά S_1 φυτά της Ζαγοράς και αποτελούσαν το 48.2% του μέσου όρου των ελεύθερα επικονιαζόμενων S_1 φυτών. Ακολούθησαν τα υψηλοαποδοτικά S_1 φυτά των Γρεβενών με ποσοστό 41.8% έναντι του μέσου όρου των ελεύθερα επικονιαζόμενων S_1 φυτών και τέλος το μικρότερο μέσο όρο εμφάνισαν τα υψηλοαποδοτικά S_1 φυτά των Πρεσπών με ποσοστό

33.2% έναντι του μέσου όρου των ελεύθερα επικονιαζόμενων S_i φυτών (πιν. 30).

Από τα δεδομένα του πιν. 30, προκύπτει ότι μειώθηκε ο αριθμός των λοβών ανά φυτό που γονιμοποιήθηκε και έδωσαν ώριμο σπόρο στην περίπτωση των απομονωμένων S_i οικογενειών (υψηλοαποδοτικών). Συγκεκριμένα το μικρότερο μέσο όρο, για τον αριθμό λοβών ανά φυτό, εμφάνισαν τα αυτογονιμοποιούμενα υψηλοαποδοτικά S_i φυτά της Ζαγοράς και αποτελούσαν το 61.3% του μέσου όρου των ελεύθερα επικονιαζόμενων S_i φυτών. Το μεγαλύτερο μέσο όρο εμφάνισαν τα υψηλοαποδοτικά S_i φυτά εντός των οικογενειών του γενοτύπου των Γρεβενών τα οποία αποτελούσαν το 86.0% του μέσου όρου των ελεύθερα επικονιαζόμενων S_i φυτών.

Σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα 30, στην περίπτωση της ελεγχόμενης επικονίασης των χαμηλοαποδοτικών S_i φυτών, οι μέσοι όροι για το βάρος σπόρων και τον αριθμό λοβών ανά φυτό, υστερούσαν σε σύγκριση με τους αντίστοιχους μέσους όρους των υψηλοαποδοτικών S_i φυτών. Συγκεκριμένα για το βάρος σπόρων, ο μέσος όρος των χαμηλοαποδοτικών S_i φυτών των Γρεβενών αποτελούσε το 33.3% του μέσου όρου των ελεύθερα επικονιαζόμενων χαμηλοαποδοτικών S_i φυτών. Ο μέσος όρος των χαμηλοαποδοτικών S_i φυτών της Ζαγοράς αποτελούσε το 43.4% έναντι του μέσου όρου των ελεύθερα επικονιαζόμενων χαμηλοαποδοτικών S_i φυτών και τέλος με το μικρότερο μέσο όρο εμφάνισαν τα χαμηλοαποδοτικά S_i φυτά των Πρεσπών με ποσοστό 22.4% έναντι του μέσου όρου των ελεύθερα επικονιαζόμενων χαμηλοαποδοτικών S_i φυτών (πιν. 30). Μετά από ένα κύκλο αυτογονιμοποίησης φάνηκε ότι η αμφίπλευρη επιλογή (υψηλά vs χαμηλά) για το βάρος σπόρων, ήταν αποτελεσματική στις απομονωμένες S_i οικογένειες, αφού οι επιλεγμένες υψηλοαποδοτικές S_i οικογένειες έδειξαν τάση για υπεροχή έναντι των επιλεγμένων χαμηλοαποδοτικών S_i οικογενειών και στις τρεις ποικιλίες (πιν. 30).

Πίνακας 30: Μέσοι όροι για το βάρος σπόρων και τον αριθμό λοβών ανά φυτό, μεταξύ των ελεύθερα επικονιαζόμενων S₁ φυτών και των καλυμμένων S₁ φυτών των τριών γενοτύπων (Συγκομιδή 2006)

		ΓΡΕΒΕΝΑ			ΖΑΓΟΡΑ			ΠΡΕΣΠΕΣ		
	οικ/ες	Βάρος σπόρων	Αρ. λοβών / φυτό	οικ/ες	Βάρος σπόρων	Αρ. λοβών / φυτό	οικ/ες	Βάρος σπόρων	Αρ. λοβών / φυτό	
		S ₁	_ g/φυτό _		_ αρ. λοβών _	S ₁		_ g/φυτό _	_ αρ. λοβών _	S ₁
High yield	Ελεύθερη	1 S _{1Γ}	158.9±35.7	27.3±8.0	1 S _{1Ζ}	124.0±31.2	31.1±7.2	1 S _{1Π}	168.5±38.3	34.9±10.4
	επικονίαση	2 S _{1Γ}	125.6±25.2	35.4±12.1	2 S _{1Ζ}	142.4±32.2	39.0±6.8	2 S _{1Π}	154.2±29.9	45.2±12.5
	σε S ₁ φυτά	3 S _{1Γ}	131.4±46.6	23.0±8.7	3 S _{1Ζ}	134.9±26.8	44.0±10.3	3 S _{1Π}	190.3±37.6	38.2±5.0
		\bar{X}	138.6	28.6	\bar{X}	133.8	38.0	\bar{X}	171.0	39.4
High yield	Ελεγχόμενη	1 S _{1Γ}	61.5±3.7	29.3±4.5	1 S _{1Ζ}	64.7±4.5	23.0±3.6	1 S _{1Π}	58.7±3.3	24.0±4.0
	επικονίαση	2 S _{1Γ}	55.3±7.2	20.7±2.1	2 S _{1Ζ}	64.1±5.5	24.0±4.0	2 S _{1Π}	54.7±10.1	26.3±5.1
	σε S ₁ φυτά	3 S _{1Γ}	57.0±5.2	23.7±2.1	3 S _{1Ζ}	64.6±5.9	23.0±3.0	3 S _{1Π}	57.0±4.5	25.7±3.5
		\bar{X}	57.9	24.6	\bar{X}	64.5	23.3	\bar{X}	56.8	25.3
Low yield	Ελεύθερη	4 S _{1Γ}	111.8±26.5	30.7±4.0	4 S _{1Ζ}	95.7±16.2	31.7±5.9	4 S _{1Π}	141.9±16.6	33.4±4.4
	επικονίαση	5 S _{1Γ}	115.5±6.8	18.3±2.5	5 S _{1Ζ}	91.7±18.8	32.3±5.6	5 S _{1Π}	125.3±18.5	35.5±5.9
	σε S ₁ φυτά	6 S _{1Γ}	117.3±20.3	35.4±3.9	6 S _{1Ζ}	98.0±9.0	31.8±3.0	6 S _{1Π}	127.4±19.2	33.9±5.8
		\bar{X}	114.9	28.1	\bar{X}	95.1	31.9	\bar{X}	131.5	34.3
Low yield	Ελεγχόμενη	4 S _{1Γ}	43.6±8.1	20.0±5.0	4 S _{1Ζ}	41.1±2.2	17.7±2.5	4 S _{1Π}	29.1±3.2	18.7±3.5
	επικονίαση	5 S _{1Γ}	37.6±4.5	18.3±3.5	5 S _{1Ζ}	24.3±2.2	19.3±3.5	5 S _{1Π}	35.1±4.2	18.3±3.2
	σε S ₁ φυτά	6 S _{1Γ}	33.5±4.8	16.7±2.1	6 S _{1Ζ}	58.5±6.7	18.7±3.5	6 S _{1Π}	24.2±4.7	16.0±2.6
		\bar{X}	38.2	18.3	\bar{X}	41.3	18.6	\bar{X}	29.5	17.7

*Ελεύθερη επικονίαση: σταυρογονιμοποίηση με τις υπόλοιπες S₁ οικογένειες της ποικιλίας

*Ελεγχόμενη επικονίαση: καλυμμένα φυτά S₁ με κλωβό απομονώσεως

Γενικευμένη Συζήτηση της Ενότητας III

Η συμμετοχή της αυτογονιμοποίησης και σε συνδυασμό με την απουσία της σταυρογονιμοποίησης στα καλυμμένα HS φυτά, σε σύγκριση πάντα με τα ελεύθερα επικονιαζόμενα HS φυτά, εκφράστηκε με αισθητή μείωση του παραγωγικού δυναμικού των αυτογονιμοποιούμενων HS φυτών εντός των οικογενειών. Συγκεκριμένα βρέθηκε ότι και στους τρεις πληθυσμούς, τα HS φυτά που αυτογονιμοποιήθηκαν έδωσαν περίπου το 30% σε βάρος σπόρων έναντι των ελεύθερα επικονιαζόμενα HS φυτών (πιν. 28). Μετά από ένα κύκλο αυτογονιμοποίησης και δημιουργίας των S₁ οικογενειών, φάνηκε ότι η συμμετοχή της αυτογονιμοποίησης στα καλυμμένα S₁ φυτά και η απουσία της σταυρογονιμοποίησης σε σύγκριση με τα ελεύθερα επικονιαζόμενα S₁ φυτά, εκφράστηκε επίσης με μείωση του παραγωγικού δυναμικού των αυτογονιμοποιούμενων S₁ φυτών εντός των οικογενειών. Η ποσοστιαία διαφορά για το βάρος των σπόρων, μεταξύ καλυμμένων S₁ φυτών και των ελεύθερα επικονιαζόμενων S₁ φυτών, ήταν περίπου 30% για τους πληθυσμούς των Γρεβενών και Πρεσπών, ενώ περίπου 47% στον πληθυσμό της Ζαγοράς (πιν. 30). Θα μπορούσε να ειπωθεί ότι το φυτό του είδους *P. coccineus* κατά το 1/3 περίπου, εκφράζεται ως αυτογονιμοποιούμενο, επομένως δεν θα ήταν αποδεκτό να χρησιμοποιηθεί μόνο το 1/3 του δυναμικού για δημιουργία π.χ. καθαρών σειρών.

Παρατηρήθηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ του βάρους σπόρων και αριθμού λοβών ανά φυτό που εμφάνισαν τα υψηλοαποδοτικά και χαμηλοαποδοτικά αυτογονιμοποιούμενα HS φυτά σε σύγκριση με τα ελεύθερα επικονιαζόμενα HS φυτών και στους τρεις γενοτύπους. Το γεγονός αυτό μας δείχνει ότι στην περίπτωση των αυτογονιμοποιούμενων

φυτών, δημιουργούνται λιγότεροι σπόροι ανά λοβό, αλλά αυτοί λόγω του ίδιου μήκους της τρόπιδας, είχαν τελικά μεγαλύτερο μέγεθος και βάρος.

Η παραλλακτικότητα αυτή πιθανόν να οφείλεται στην μορφολογική κατασκευή του άνθους του κάθε γενοτύπου. Σύμφωνα με τους **Rocha et al., 1991** το είδος *P. coccineus* έχει 6 σπερματοβλάστες ανά ωθήκη, και γονιμοποιούνται με μεγαλύτερη επιτυχία οι 3 πρώτες σπερματοβλάστες που βρίσκονται κοντά στο στύλο του άνθους. Σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα 28, στην ποικιλία των Γρεβενών ο μέσος όρος του αριθμού λοβών ανά φυτό, υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών αυτογονιμοποιούμενων HS φυτών, ήταν ο υψηλότερος με ποσοστό 72.0% σε σύγκριση με το μέσο όρο των ελεύθερα επικονιαζόμενων HS φυτών. Η αρνητική συσχέτιση αυτή που παρατηρήθηκε έντονα στην ποικιλία των Γρεβενών, θα μπορούσε να δικαιολογηθεί από τον μεγαλύτερο βιολογικό κύκλο της ποικιλίας σε σύγκριση με τις άλλες αξιολογούμενες ποικιλίες.

Με βάση την αξιολόγηση των S_i οικογενειών κατά το πειραματικό έτος 2006, φάνηκε ότι υπήρξε παραλλακτικότητα μεταξύ των S_i οικογενειών με στατιστικά σημαντικές διαφορές και ο πληθυσμός των Γρεβενών έδειξε υπεροχή παρουσιάζοντας το μεγαλύτερο μέσο όρο ως προς το συστατικό βάρος σπόρων (126.8g/φυτό), ακολούθησε ο πληθυσμός των Πρεσπών με μέσο όρο (119.5g/φυτό) και τελευταίος ο πληθυσμός της Ζαγοράς (114.4g/φυτό). Ωστόσο ο πληθυσμός της Ζαγοράς παρουσίασε το μεγαλύτερο συντελεστή κληρονομησης $h^2=0.42$ για το συστατικό της απόδοσης βάρος σπόρων, ακολούθησε ο πληθυσμός των Πρεσπών με τιμή (0.28) και τελευταίος ο πληθυσμός των Γρεβενών με τιμή (0.20). Οι συντελεστές γενετικής παραλλακτικότητας GCV των τριών πληθυσμών για το βάρος σπόρων και τον αριθμό λοβών ανά φυτό, ήταν χαμηλοί και κυμάνθηκαν από 1.74 έως 11.86 (πιν. 29).

Επίσης παρουσιάστηκε παραλλακτικότητα μεταξύ υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών S_i οικογενειών για το βάρος σπόρων, όπου οι μέσοι

όροι των υψηλοαποδοτικών οικογενειών διαφοροποιήθηκαν από τους μέσους όρους των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών και στις τρεις ποικιλίες. Η μεγαλύτερη διακύμανση μεταξύ υψηλά και χαμηλά παρουσιάστηκε στην ποικιλία της Ζαγοράς με τιμή 31.4% και η μικρότερη στην ποικιλία των Γρεβενών με τιμή 17.9%. Τέλος η αμφίπλευρη επιλογή (υψηλά vs χαμηλά) για το βάρος σπόρων, δείχνει να είναι αποτελεσματική στις S1 οικογένειες, αφού οι επιλεγμένες υψηλοαποδοτικές οικογένειες έδειξαν τάση για υπεροχή έναντι των επιλεγμένων χαμηλοαποδοτικών οικογενειών και στις τρεις ποικιλίες (πιν.29).

ΕΝΟΤΗΤΑ IV

Τελική συγκριτική αξιολόγηση του γενετικού υλικού σε δύο περιβάλλοντα οργανικής καλλιέργειας

IV-A. Αξιολόγηση πληθυσμών (C₀, C_{1M-HY}, C_{2M-HY}, C_{2M-LY}, C_{3M-HY} και C_{3M-LY})

Η αποτελεσματικότητα της επιλογής αξιολογήθηκε με απ' ευθείας σύγκριση, σε δύο περιβάλλοντα, του βασικού πληθυσμού έναρξης C₀ και των παραγόμενων πληθυσμών, οι οποίοι προέκυψαν με την εφαρμογή τριών κύκλων μαζικής επιλογής στους τρεις αξιολογούμενους πληθυσμούς φασολιού.

Από την αξιολόγηση στο 1^ο περιβάλλον (πειραματικός αγρός του Βελεστίνου) προέκυψαν τα δεδομένα του πίνακα 31. Σύμφωνα με τα δεδομένα παρατηρήθηκε παραλλακτικότητα με στατιστικά σημαντικές διαφορές για το βάρος σπόρων, μεταξύ του βασικού πληθυσμού έναρξης C₀ και των παραγόμενων πληθυσμών και στους τρεις γενοτύπους.

Συγκεκριμένα στην ποικιλία των Γρεβενών η αύξηση του παραγωγικού δυναμικού στους υψηλοαποδοτικούς πληθυσμούς, σε σχέση με τον βασικό πληθυσμό C₀ (C₀ vs C_{2M HY} και C₀ vs C_{3M HY}) ήταν σημαντική και είχε αντίστοιχα τιμή 31.7% και 51.4% (πιν. 31). Αντίθετα στο παραγωγικό δυναμικό των χαμηλοαποδοτικών πληθυσμών, σε σύγκριση με τον πληθυσμό C₀ (C₀ vs C_{2M LY} και C₀ vs C_{3M LY}), μολονότι δεν παρουσιάστηκε μείωση (αλλά αύξηση σε χαμηλό ποσοστό 4.4% και 1.2% αντίστοιχα), εντούτοις οι χαμηλοαποδοτικοί πληθυσμοί διατηρήθηκαν κάτω από τον γενικό μέσο όρο (πιν. 31). Σύμφωνα με τα παραπάνω για την ποικιλία των Γρεβενών θα μπορούσε να ειπωθεί αφενός ότι υπάρχει η δυνατότητα χειρισμών βελτίωσης με επιτυχία για βελτίωση της απόδοσης και αφετέρου ότι ήταν αποτελεσματική η βελτίωση ως προς τον πληθυσμό βάσης C₀.

Πίνακας 31: Μέσοι όροι από βάρος σπόρων, λοβοί ανά φυτό και σπόροι ανά λοβό των έξι πληθυσμών για κάθε γενότυπο στον πειραματικό αγρό στο Βελεστίνο (αξιολόγηση πληθυσμών από μαζική επιλογή – 2007)

	___ ΓΡΕΒΕΝΑ ___	___ ΖΑΓΟΡΑ ___	___ ΠΡΕΣΠΕΣ ___
Πληθυσμοί	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___
$\bar{X} C_0$	143.8±0.8	140.3±33.0	158.1±36.7
$\bar{X} C_{1M} HY$	153.2±3.2	176.3±9.8	146.6±9.3
$\bar{X} C_{2M} HY$	189.4±8.1	227.4±21.2	191.1±6.0
$\bar{X} C_{2M} LY$	150.2±10.4	112.8±14.1	93.4±19.7
$\bar{X} C_{3M} HY$	217.7±25.2	240.1±2.6	223.4±11.8
$\bar{X} C_{3M} LY$	145.6±9.4	123.8±9.2	146.7±8.6
\bar{X}	166.6	170.1	159.9
S_x	30.1	53.9	44.2
F test	**	**	**
CV%	8.0	11.4	12.1
ΕΣΔ	34.3	49.7	49.8

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

Από τα δεδομένα του πιν. 31, προκύπτει ότι στην ποικιλία της Ζαγοράς, οι επιλεγμένοι υψηλοαποδοτικοί πληθυσμοί έδειξαν τάση για υπεροχή έναντι του αρχικού πληθυσμού C_0 . Συγκεκριμένα η αύξηση του βάρους σπόρων στους υψηλοαποδοτικούς πληθυσμούς, σε σχέση με τον πληθυσμό βάσης C_0 (C_0 vs $C_{2M} HY$ και C_0 vs $C_{3M} HY$) ήταν σημαντική και είχε αντίστοιχα τιμή 62.1% και 71.1%. Στο παραγωγικό δυναμικό των χαμηλοαποδοτικών πληθυσμών, σε σύγκριση με τον πληθυσμό C_0 (C_0 vs $C_{2M} LY$ και C_0 vs $C_{3M} LY$), παρουσιάστηκε μείωση και ήταν αντίστοιχα (-19.6%) και (-11.8%). Επομένως για την ποικιλία της Ζαγοράς θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η

αμφίπλευρη επιλογή ήταν αποτελεσματική και ότι υπάρχει η δυνατότητα επιπλέον χειρισμών βελτίωσης.

Τέλος στην ποικιλία των Πρεσπών, οι επιλεγμένοι υψηλοαποδοτικοί πληθυσμοί έδειξαν τάση για υπεροχή έναντι του αρχικού πληθυσμού C_0 . Συγκεκριμένα η αύξηση του βάρους σπόρων στους υψηλοαποδοτικούς πληθυσμούς σε σύγκριση με τον πληθυσμό C_0 (C_0 vs C_{2M} HY και C_0 vs C_{3M} HY) είχε αντίστοιχα τιμές 20.9% και 41.3%. Αντίθετα στο παραγωγικό δυναμικό των χαμηλοαποδοτικών πληθυσμών σε σχέση με τον πληθυσμό C_0 (C_0 vs C_{2M} LY και C_0 vs C_{3M} LY), παρουσιάστηκε μείωση της τάξης του (-40.9%) και (-7.2%) αντίστοιχα. Συνεπώς η εφαρμογή της αμφίπλευρης επιλογής για την ποικιλία των Πρεσπών ήταν αποτελεσματική (πιν. 31).

Σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα 32 (παράρτημα), μολονότι το δείγμα που εξετάστηκε ήταν μικρό, εντούτοις η αξιολόγηση των παραγόμενων πληθυσμών που προέκυψαν μετά τους τρεις κύκλους μαζικής επιλογής από τον βασικό πληθυσμό έναρξης C_0 , έδειξε ότι υπάρχει γενετική παραλλακτικότητα και με αρκετά υψηλούς συντελεστές GCV. Συγκεκριμένα ο πληθυσμός της Ζαγοράς για το βάρος σπόρων, είχε τιμή GCV ίση με 30.7, ακολούθησε ο πληθυσμός των Πρεσπών με τιμή 26.3 και τελευταίος ο πληθυσμός των Γρεβενών με τιμή 17.2. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι μολονότι ο αρχικός πληθυσμός C_0 της Ζαγοράς εμφανίζεται με το χαμηλότερο δυναμικό (για το βάρος σπόρων ανά φυτό) σε σύγκριση με τις άλλες δύο εξεταζόμενες ποικιλίες, ωστόσο μετά την αμφίπλευρη επιλογή παρουσίασε τη μεγαλύτερη γενετική παραλλακτικότητα που συνοδεύτηκε και από μεγαλύτερη αύξηση του δυναμικού της και στους τρεις κύκλους επιλογής. Συνεπώς ο πληθυσμός της Ζαγοράς ανταποκρίθηκε καλύτερα τόσο στη μεθοδολογία επιλογής όσο και στο περιβάλλον αξιολόγησης του Βελεστίνο.

Από την παράλληλη αξιολόγηση του γενετικού υλικού στο 2^ο περιβάλλον (πειραματικός αγρός στο Μ. Περιβολάκι) παρουσιάστηκε

παραλλακτικότητα μεταξύ των έξι πληθυσμών εντός των ποικιλιών, καθώς και μεταξύ των ποικιλιών (πιν. 33). Συγκεκριμένα για το χαρακτηριστικό «βάρος σπόρων», βάση του οποίου έγινε η επιλογή στους τρεις κύκλους μαζικής επιλογής, με την αξιολόγηση στο συγκεκριμένο περιβάλλον βρέθηκε ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ του βασικού πληθυσμού έναρξης C_0 και των παραγόμενων πληθυσμών και στους τρεις γενотύπους.

Ξεκινώντας με την ποικιλία των Γρεβενών, βρέθηκε ότι η αύξηση του βάρους σπόρων στους υψηλοαποδοτικούς πληθυσμούς, σε σχέση με τον πληθυσμό C_0 (C_0 vs $C_{2M}HY$ και C_0 vs $C_{3M}HY$) είχε αντίστοιχα τιμή 23.7% και 41.4% (πιν. 3). Αντίθετα στο βάρος σπόρων των χαμηλοαποδοτικών πληθυσμών σε σύγκριση με του αρχικού πληθυσμού C_0 (C_0 vs $C_{2M}LY$ και C_0 vs $C_{3M}LY$) παρουσιάστηκε μείωση, η οποία ήταν αντίστοιχα (-37.1%) και (-33.6%). Οπότε θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η αμφίπλευρη επιλογή ήταν αποτελεσματική, αφού στο περιβάλλον καταπόνησης υπήρξε σαφής διαφοροποίηση μεταξύ υψηλών και χαμηλοαποδοτικών επιλεγμένων πληθυσμών για την ποικιλία των Γρεβενών. Επίσης στην ποικιλία της Ζαγοράς, οι επιλεγμένοι υψηλοαποδοτικοί πληθυσμοί έδειξαν τάση για υπεροχή έναντι του αρχικού πληθυσμού C_0 (C_0 vs $C_{2M}HY$ και C_0 vs $C_{3M}HY$) και συγκεκριμένα η αύξηση για το βάρος σπόρων είχε τιμές 41.6% και 43.2% αντίστοιχα (πιν. 33). Αντίθετα στο παραγωγικό δυναμικό των χαμηλοαποδοτικών πληθυσμών παρατηρήθηκε μείωση έναντι πληθυσμού C_0 (C_0 vs $C_{2M}LY$ και C_0 vs $C_{3M}LY$) κατά (-19.2%) και (-26.0%) αντίστοιχα (πιν. 33). Επομένως και για την ποικιλία της Ζαγοράς υπήρξε σαφής διαφοροποίηση για το βάρος σπόρων μεταξύ υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών πληθυσμών στο δεύτερο περιβάλλον αξιολόγησης (πιν. 33).

Τέλος στην ποικιλία των Πρεσπών, βρέθηκε ότι οι επιλεγμένοι υψηλοαποδοτικοί πληθυσμοί έδειξαν τάση για υπεροχή έναντι του αρχικού

πληθυσμού C₀ (C₀ vs C_{2M} HY και C₀ vs C_{3M} HY) για το βάρος σπόρων ανά φυτό και η αύξηση είχε αντίστοιχα τιμή 34.6% και 50.2% (πιν. 33).

Πίνακας 33: Μέσοι όροι για βάρος σπόρων των έξι πληθυσμών για κάθε γενότυπο στον πειραματικό αγρό στο Μ. Περιβολάκι (αξιολόγηση πληθυσμών από μαζική επιλογή – 2007)

	___ ΓΡΕΒΕΝΑ ___	___ ΖΑΓΟΡΑ ___	___ ΠΡΕΣΠΕΣ ___
Πληθυσμοί	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___
\bar{X} C ₀	23.2±1.6	30.7±3.6	30.9±1.8
\bar{X} C _{1M} HY	24.0±4.2	34.4±8.6	32.5±5.6
\bar{X} C _{2M} HY	28.7±3.6	41.6±0.9	41.6±0.1
\bar{X} C _{2M} LY	14.6±6.2	24.8±4.7	27.7±1.6
\bar{X} C _{3M} HY	32.8±6.9	43.2±4.9	46.4±2.4
\bar{X} C _{3M} LY	15.4±3.0	22.7±3.7	24.9±1.7
\bar{X}	23.1	32.9	34.0
S _x	7.2	8.5	8.3
F test	ns	**	**
CV%	21.7	9.1	13.1
ΕΣΔ	12.9	7.7	11.5

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

Αντίθετα στο βάρος σπόρων των χαμηλοαποδοτικών πληθυσμών σε σχέση με τον αρχικό πληθυσμό C₀ (C₀ vs C₂ mLY και C₀ vs C₃ mLY), παρουσιάστηκε μείωση και είχε αντίστοιχα τιμές (-10.4%) και (-19.4%). Επομένως και για την ποικιλία των Πρεσπών υπήρξε διαφοροποίηση μεταξύ επιλεγμένων χαμηλοαποδοτικών και υψηλοαποδοτικών πληθυσμών (πιν. 33). Συνεπώς παρατηρούμε ότι στο 2^ο περιβάλλον αξιολόγησης και στις τρεις ποικιλίες, εκφράστηκε το κατώτερο επίπεδο του δυναμικού τους, διότι οι επιλεγμένοι

χαμηλοαποδοτικοί πληθυσμοί ανά ποικιλία, παρουσίασαν μείωση σε σχέση με τον αντίστοιχο αρχικό πληθυσμό C_0 .

Σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα 34 (παράρτημα), η αξιολόγηση στο περιβάλλον καταπόνησης των παραγόμενων πληθυσμών σε σχέση με τον βασικό πληθυσμό έναρξης C_0 , έδειξε ότι υπάρχει αξιοποιήσιμη γενετική παραλλακτικότητα. Συγκεκριμένα ο πληθυσμός των Γρεβενών είχε για το GCV τιμή 27.1, ακολούθησε ο πληθυσμός της Ζαγοράς με τιμή 24.9 και τελευταίος ο πληθυσμός των Πρεσπών με τιμή 22.7 (πιν. 34).

Από τα δεδομένα του πίνακα 35 προκύπτει ότι ο πληθυσμός της Ζαγοράς, στο 1^ο περιβάλλον αξιολόγησης, ανταποκρίθηκε καλύτερα στη θετική επιλογή. Συγκεκριμένα, ο πληθυσμός της Ζαγοράς εμφάνισε ως προς το κριτήριο επιλογής <<βάρος σπόρων>>, το μεγαλύτερο μέσο κέρδος ανά έτος και είχε τιμή (33.3). Ο γενότυπος των Γρεβενών παρουσίασε μικρότερο μέσο κέρδος ανά έτος $\bar{R} * \text{έτος}^{-1}$ (24.6) μετά από τρεις κύκλους θετικής επιλογής, αλλά ανταποκρίθηκε καλύτερα από τον γενότυπο των Πρεσπών που παρουσίασε μέσο κέρδος ανά έτος με τιμή (21.8). Παρατηρούμε δηλαδή ότι στον γενότυπο της Ζαγοράς, επιλέγοντας για υψηλότερο βάρος ανά φυτό, οι πληθυσμοί που δημιουργήθηκαν σε κάθε κύκλο μαζικής επιλογής έδειξαν τάση για υπεροχή έναντι τόσο του αρχικού πληθυσμού C_0 της Ζαγοράς, αλλά και των αντίστοιχων πληθυσμών των άλλων ποικιλιών σε κάθε κύκλο επιλογής (πιν. 35). Επίσης για τον αριθμό λοβών ανά φυτό, ο πληθυσμός της Ζαγοράς παρουσίασε το μεγαλύτερο μέσο κέρδος ανά έτος και είχε τιμή (11.7). Συνολικά οι τρεις πληθυσμοί εμφάνισαν στο περιβάλλον δημιουργίας το πραγματικό δυναμικό τους μετά από τρεις κύκλους θετικής επιλογής, το οποίο συνδέθηκε θετικά με τον αριθμό λοβών ανά φυτό κατά μέσο όρο ανά έτος στους τρεις πληθυσμούς (πιν. 35).

Στο 2^ο περιβάλλον αξιολόγησης παρατηρήθηκε ανταπόκριση στη θετική επιλογή και συγκεκριμένα για το βάρος σπόρων, οι γενότυποι των Πρεσπών, της Ζαγοράς και των Γρεβενών παρουσίασαν μέσο κέρδος ανά

Πίνακας 35: Συστατικά της απόδοσης από τρεις κύκλους μαζικής επιλογής ($C_0, C_{1M}, C_{2M}, C_{3M}$) για **υψηλοαποδοτικά φυτά (High yield)**. Εμφανίζονται οι μέσοι όροι των πληθυσμών $C_0, C_{1M} HY, C_{2M} HY, C_{3M} HY$, η ανταπόκριση στην επιλογή R για τους τρεις γενοτύπους που αξιολογήθηκαν σε δύο περιβάλλοντα (2007)

Πληθυσμοί	ΓΡΕΒΕΝΑ			ΖΑΓΟΡΑ			ΠΡΕΣΠΕΣ		
	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _
1° περιβάλλον αξιολόγησης (Πειραματικός αγρός στο Βελεστίνο)									
$\bar{X} C_0$	143.8	57.6	2.2	140.3	42.2	2.6	158.1	60.8	3.0
$\bar{X} C_{1M} HY$	153.2	46.1	2.6	176.3	60.5	2.7	146.6	52.6	2.5
R_1	9.4	-11.5	0.4	36.0	18.3	0.1	-11.5	-8.2	-0.5
$\bar{X} C_{1M} HY$	153.2	46.1	2.6	176.3	60.5	2.7	146.6	52.6	2.5
$\bar{X} C_{2M} HY$	189.4	60.1	2.7	227.4	70.7	2.9	191.1	65.2	2.5
R_2	36.2	14.0	0.1	51.1	10.2	0.2	44.5	12.6	0.0
$\bar{X} C_{2M} HY$	189.4	60.1	2.7	227.4	70.7	2.9	191.1	65.2	2.5
$\bar{X} C_{3M} HY$	217.7	71.9	2.6	240.1	77.3	2.8	223.4	70.0	2.3
R_3	28.3	11.8	-0.1	12.7	6.6	-0.1	32.3	4.8	-0.2
$\bar{R} * \acute{\epsilon}\tau\omicron\varsigma^{-1}$	24.6	4.8	0.1	33.3	11.7	0.1	21.8	3.1	-0.2
2° περιβάλλον αξιολόγησης (Πειραματικός αγρός στο Μ. Περιβολάκι)									
$\bar{X} C_0$	23.2	14.5	1.9	30.7	24.0	2.1	30.9	18.6	2.0
$\bar{X} C_{1M} HY$	24.0	18.0	2.3	34.4	18.7	2.2	32.5	21.0	2.2
R_1	0.8	3.5	0.4	3.7	-5.3	0.1	1.6	2.4	0.2
$\bar{X} C_{1M} HY$	24.0	18.0	2.3	34.4	18.7	2.2	32.5	21.0	2.2
$\bar{X} C_{2M} HY$	28.7	22.0	2.2	41.6	25.3	2.2	41.6	34.7	2.1
R_2	4.7	4.0	-0.1	7.2	6.6	0.0	9.1	13.7	-0.1
$\bar{X} C_{2M} HY$	28.7	22.0	2.2	41.6	25.3	2.2	41.6	34.7	2.1
$\bar{X} C_{3M} HY$	32.8	23.3	1.9	43.2	25.4	2.2	46.4	37.1	2.4
R_3	4.1	1.3	-0.3	1.6	0.1	0.0	4.8	2.4	0.3
$\bar{R} * \acute{\epsilon}\tau\omicron\varsigma^{-1}$	3.0	2.9	0.0	4.2	0.5	0.03	5.2	6.2	0.1

* οι αρνητικές τιμές σημαίνουν μείωση

έτος $\bar{R}^* \text{έτος}^{-1}$ (5.2, 4.2 και 3.0) αντίστοιχα. Παρατηρούμε ότι ενώ ο πληθυσμός της Ζαγοράς έδειξε τάση υπεροχής σε σύγκριση με τους άλλους δύο πληθυσμούς (1^ο περιβάλλον αξιολόγησης), ωστόσο στο περιβάλλον καταπόνησης οι τρεις πληθυσμοί παρουσίασαν περίπου το ίδιο μέσο κέρδος ανά έτος $\bar{R}^* \text{έτος}^{-1}$. Βρέθηκε επίσης ότι στους τρεις πληθυσμούς το βάρος σπόρων συνδέθηκε θετικά με τον αριθμό λοβών ανά φυτό κατά μέσο όρο ανά έτος.

Από τα δεδομένα του πίνακα 36 προκύπτει ότι ο γενότυπος της Ζαγοράς ανταποκρίθηκε καλύτερα στην αρνητική επιλογή, αφού παρουσίασε την μεγαλύτερη απώλεια $\bar{R}^* \text{έτος}^{-1}$ κατά μέσο όρο ανά έτος (-8.2), για το βάρος σπόρων στο 1^ο περιβάλλον αξιολόγησης. Ακολούθησε ο γενότυπος των Πρεσπών με απώλεια $\bar{R}^* \text{έτος}^{-1}$ κατά μέσο όρο ανά έτος (-5.7), ενώ ο γενότυπος των Γρεβενών παρουσίασε μικρό μέσο κέρδος ανά έτος (0.9). Με την επιλογή χαμηλοαποδοτικών φυτών για βάρος σπόρων, υπήρξε αρνητική επίπτωση στο χαρακτηριστικό αριθμός λοβών ανά φυτό που δεν ήταν αντικείμενο επιλογής και στους τρεις γενότυπους στο 1^ο περιβάλλον αξιολόγησης. Συγκεκριμένα ο γενότυπος των Πρεσπών παρουσίασε τη μεγαλύτερη απώλεια $\bar{R}^* \text{έτος}^{-1}$ κατά μέσο όρο ανά έτος (-8.7), για τον αριθμό λοβών ανά φυτό, ακολούθησε ο γενότυπος των Γρεβενών με απώλεια (-3.9), ενώ τη μικρότερη απώλεια (-0.25) εμφάνισε ο γενότυπος της Ζαγοράς (πιν. 36).

Στο 2^ο περιβάλλον αξιολόγησης, οι τρεις γενότυποι ανταποκρίθηκαν στην αρνητική επιλογή με ταυτόχρονη μείωση για το βάρος των σπόρων (πιν. 36). Συγκεκριμένα ο γενότυπος της Ζαγοράς παρουσίασε τη μεγαλύτερη απώλεια $\bar{R}^* \text{έτος}^{-1}$ κατά μέσο όρο ανά έτος (-4.0), ακολούθησε ο γενότυπος των Γρεβενών με απώλεια (-3.9), ενώ τη μικρότερη απώλεια (-3.0) εμφάνισε ο γενότυπος των Πρεσπών (πιν. 36). Επίσης στο 2^ο περιβάλλον αξιολόγησης από την επιλογή χαμηλοαποδοτικών φυτών για βάρος σπόρων, υπήρξε

Πίνακας 36: Συστατικά της απόδοσης από δύο κύκλους μαζικής επιλογής (C_0 , C_{2M} , C_{3M}) για χαμηλοαποδοτικά φυτά (Low yield). Εμφανίζονται οι μέσοι όροι των πληθυσμών C_0 , $C_{2M LY}$, $C_{3M LY}$, η ανταπόκριση στην επιλογή R , για τους τρεις γενοτύπους που αξιολογήθηκαν σε δύο περιβάλλοντα (2007)

Πληθυσμοί	ΓΡΕΒΕΝΑ			ΖΑΓΟΡΑ			ΠΡΕΣΠΕΣ		
	Βάρος σπόρων ανά φυτό	Αρ. λοβών ανά φυτό	Σπόροι ανά λοβό	Βάρος σπόρων ανά φυτό	Αρ. λοβών ανά φυτό	Σπόροι ανά λοβό	Βάρος σπόρων ανά φυτό	Αρ. λοβών ανά φυτό	Σπόροι ανά λοβό
	___ g ___	_ αρ. λοβών _	_ αρ. σπόρων _	___ g ___	_ αρ. λοβών _	_ αρ. σπόρων _	___ g ___	_ αρ. λοβών _	_ αρ. σπόρων _
1^ο περιβάλλον αξιολόγησης (Πειραματικός αγρός στο Βελεστίνο)									
\bar{X}_{C_0}	143.8	57.6	2.2	140.3	42.2	2.6	158.1	60.8	3.0
$\bar{X}_{C_{2M LY}}$	150.2	33.9	2.6	112.8	46.3	2.4	93.4	32.5	2.3
R_1	6.4	-23.7	0.4	-27.5	4.1	-0.2	-64.7	-28.3	-0.7
$\bar{X}_{C_{2M LY}}$	150.2	33.9	2.6	112.8	46.3	2.4	93.4	32.5	2.3
$\bar{X}_{C_{3M LY}}$	145.6	49.8	2.4	123.8	41.7	2.3	146.7	43.4	2.2
R_2	-4.6	15.9	-0.2	11.0	-4.6	-0.1	53.3	10.9	-0.1
$\bar{R}^{*έτος^{-1}}$	0.9	-3.9	0.1	-8.2	-0.25	-0.1	-5.7	-8.7	-0.4
2^ο περιβάλλον αξιολόγησης (Πειραματικός αγρός στο Μ. Περιβολάκι)									
\bar{X}_{C_0}	23.2	14.5	1.9	30.7	24.0	2.1	30.9	18.6	2.0
$\bar{X}_{C_{2M LY}}$	14.6	10.5	1.8	24.8	15.5	2.2	27.7	19.0	2.2
R_1	-8.6	-4.0	-0.1	-5.9	-8.5	0.1	-3.2	0.4	0.2
$\bar{X}_{C_{2M LY}}$	14.6	10.5	1.8	24.8	15.5	2.2	27.7	19.0	2.2
$\bar{X}_{C_{3M LY}}$	15.4	13.5	1.6	22.7	16.2	1.8	24.9	15.2	2.4
R_2	0.8	3.0	-0.2	-2.1	0.7	-0.4	-2.8	-3.8	0.2
$\bar{R}^{*έτος^{-1}}$	-3.9	-0.5	-0.15	-4.0	-3.9	-0.1	-3.0	-1.7	0.2

* οι αρνητικές τιμές σημαίνουν μείωση

αρνητική επίπτωση στο χαρακτηριστικό αριθμός λοβών ανά φυτό και οι γενότυποι εκφράστηκαν με απώλεια κατά μέσο όρο ανά έτος. Τη μεγαλύτερη απώλεια παρουσίασε ο γενότυπος της Ζαγοράς \bar{R}^* έτος⁻¹ κατά μέσο όρο ανά έτος (-3.9) και ακολούθησαν οι γενότυποι των Πρεσπών με απώλεια (-1.7) και των Γρεβενών (-0.5).

Με βάση τα δεδομένα των πινάκων 35 και 36 που αφορούν τα αποτελέσματα εφαρμογής της μαζικής επιλογής, βρέθηκε ότι με την αμφίπλευρη επιλογή, υπήρξε διαφοροποίηση στο μέσο κέρδος ανά έτος μεταξύ high και low yield φυτών. Με αυτό τον τρόπο έδειξαν οι γενότυποι το εύρος του παραγωγικού τους δυναμικού, τόσο στο περιβάλλον δημιουργίας (το ανώτερο επίπεδό τους, για το βάρος σπόρων) όσο και στο περιβάλλον καταπόνησης (το κατώτερο επίπεδο επίσης για το βάρος σπόρων).

Πριν από την συνδυασμένη ανάλυση της παραλλακτικότητας του παραγωγικού δυναμικού των τριών ποικιλιών στη μεθοδολογία της μαζικής επιλογής, προηγήθηκε Bartlett's test ομοιογένειας της διακύμανσης των δύο περιβαλλόντων αξιολόγησης. Από το τεστ προέκυψε ότι οι τιμές του χ^2 είναι μικρότερες από την αντίστοιχη τιμή $\chi^2_{0.05,1}=3.84$ για το βάρος σπόρων ανά φυτό, τον αριθμό λοβών ανά φυτό και τον αριθμό σπόρων ανά λοβό και στις τρεις αξιολογούμενες ποικιλίες. Η ανάλυση της παραλλακτικότητας για τα τρία χαρακτηριστικά που αξιολογήθηκαν στα δύο περιβάλλοντα έδειξε σημαντική επίδραση των γενοτύπων, των περιβαλλόντων αλλά και σημαντικές αλληλεπιδράσεις γενοτύπου-περιβάλλοντος.

Με βάση τα δεδομένα του πίνακα 37, παρατηρούμε ότι μεταξύ των αρχικών πληθυσμών C_0 των τριών ποικιλιών, υπήρξε διαφοροποίηση στα τρία χαρακτηριστικά της απόδοσης. Στην ποικιλία των Πρεσπών, ο πληθυσμός C_0 κατά μέσο όρο έδειξε τάση για υπεροχή σε σχέση με τους C_0 των άλλων

Πίνακας 37: Συνδυασμένη ανάλυση μέσω των όρων του βάρους σπόρων, λοβών ανά φυτό και σπόρων ανά λοβό των έξι πληθυσμών για κάθε γενότυπο στα δύο περιβάλλοντα αξιολόγησης (αξιολόγηση πληθυσμών από μαζική επιλογή – 2007)

Πληθυσμοί	ΓΡΕΒΕΝΑ			ΖΑΓΟΡΑ			ΠΡΕΣΠΕΣ		
	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _
$\bar{X} C_0$	83.5	36.1	2.0	85.5	30.3	2.3	94.4	42.3	2.5
$\bar{X} C_{1M} HY$	88.6	32.1	2.4	104.4	40.7	2.4	90.4	35.6	2.3
$\bar{X} C_{2M} HY$	109.0	41.0	2.4	134.5	52.6	2.4	116.3	45.2	2.3
$\bar{X} C_{2M} LY$	82.3	22.2	2.2	70.2	32.6	2.3	59.1	24.0	2.2
$\bar{X} C_{3M} HY$	125.2	47.6	2.2	143.2	57.2	2.6	133.3	47.7	2.2
$\bar{X} C_{3M} LY$	80.5	31.6	2.0	74.3	28.4	2.3	84.7	29.8	2.0
\bar{X}	94.9	35.1	2.2	102.0	40.3	2.4	96.4	37.4	2.3
Sx	18.2	8.7	0.2	31.0	12.1	0.1	25.8	9.3	0.2
F test	**	**	*	**	**	Ns	**	**	ns
CV%	10.62	13.18	8.47	13.75	15.73	9.94	14.37	19.24	8.85
ΕΣΔ	15.9	7.3	0.3	22.2	10.0	0.4	21.8	11.4	0.3

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

ποικιλιών και στα τρία χαρακτηριστικά, ενώ η ποικιλία της Ζαγοράς υπερετερούσε έναντι των Γρεβενών κατά μέσο όρο στο βάρος σπόρων και τον αριθμό σπόρων ανά λοβό. Παρατηρούμε ότι το ποσοστό της αύξησης μετά από θετική επιλογή, για το βάρος σπόρων ανά φυτό, από τον αρχικό πληθυσμό C_0 στον πληθυσμό C_2 , ήταν διαφορετικό για την κάθε ποικιλία. Το μεγαλύτερο ποσοστό παρουσίασε η ποικιλία της Ζαγοράς με ποσοστιαία αύξηση 57.3%, ακολούθησε η ποικιλία των Γρεβενών με τιμή 30.5% και τελευταία η ποικιλία των Πρεσπών με τιμή 23.2% (πιν. 37). Επίσης, το μεγαλύτερο ποσοστό αύξησης από τον αρχικό πληθυσμό C_0 στον πληθυσμό C_3 , παρουσίασε η ποικιλία της Ζαγοράς με ποσοστιαία τιμή 67.5%, ακολούθησε η ποικιλία των Γρεβενών με τιμή 49.9% και τελευταία η ποικιλία των Πρεσπών με ποσοστό αύξησης 41.2% (πιν. 37).

Επίσης μετά από αρνητική επιλογή, για το βάρος σπόρων ανά φυτό, παρατηρούμε ότι το ποσοστό μείωσης από τον αρχικό πληθυσμό C_0 στον πληθυσμό C_2 , ήταν για την ποικιλία των Πρεσπών (-37.4%), για την ποικιλία της Ζαγοράς (-17.9%) και για την ποικιλία των Γρεβενών (-1.4%) (πιν. 37). Ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό μείωσης στους πληθυσμούς C_3 σε σχέση με τον αρχικό πληθυσμό C_0 , παρουσίασε η ποικιλία της Ζαγοράς (-13.1%), ακολούθησε η ποικιλία των Πρεσπών με τιμή (-10.3%) και τελευταία η ποικιλία των Γρεβενών με ποσοστό μείωσης (-3.6%) (πιν. 37).

Συνολικά βάση των δεδομένων του πίνακα 37, που προήλθαν από την αξιολόγηση στα δύο περιβάλλοντα των έξι πληθυσμών για τον κάθε γενότυπο, έγινε η κατάταξη των γενοτύπων, για το κριτήριο επιλογής υψηλότερο βάρος σπόρων ανά φυτό. Σύμφωνα με τα παραπάνω, ο γενότυπος της Ζαγοράς έδειξε τάση υπεροχής έναντι των Γρεβενών και των Πρεσπών στους δύο κύκλους μαζικής επιλογής. Επομένως θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η ποικιλία της Ζαγοράς ανταποκρίθηκε καλύτερα στη μεθοδολογία μαζικής επιλογής, αφού αύξησε το παραγωγικό δυναμικό της διατηρώντας παράλληλα το υψηλότερο επίπεδο ανταπόκρισης κατά

μέσο όρο στα δύο διαφορετικά περιβάλλοντα, σε σχέση με τις άλλες δύο ποικιλίες. Στη σειρά κατάταξης ακολούθησε η ποικιλία των Γρεβενών, η οποία έδειξε τάση για υπεροχή έναντι της ποικιλίας των Πρεσπών, για θετική επιλογή (πιν. 37).

IV-B. Αξιολόγηση ετεροθαλλικών HS_1 και HS_3 οικογενειών

Η αποτελεσματικότητα της επιλογής σε επίπεδο οικογενειών αξιολογήθηκε με απ' ευθείας σύγκριση, σε δύο περιβάλλοντα, των παραγόμενων υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών οικογενειών που προέκυψαν από τον πρώτο και τον τρίτο κύκλο γενεαλογικής επιλογής στους εξεταζόμενους γενοτύπους.

Τα δεδομένα του πίνακα 38 έδειξαν ότι υπήρχε παραλλακτικότητα για το βάρος σπόρων εντός και μεταξύ των εξεταζόμενων οικογενειών του πρώτου κύκλου επιλογής, στο 1^ο περιβάλλον αξιολόγησης. Συγκεκριμένα μεταξύ των 6 οικογενειών HS_1 στους γενοτύπους των Γρεβενών και της Ζαγοράς υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για το βάρος σπόρων.

Συγκρίνοντας τους μέσους όρους των υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών οικογενειών HS_1 για τους τρεις γενοτύπους, προκύπτει ότι οι επιλεγμένες υψηλοαποδοτικές οικογένειες διατηρήθηκαν πάνω από τις χαμηλοαποδοτικές οικογένειες για το κριτήριο επιλογής «βάρος σπόρων» (πιν. 38). Το γεγονός αυτό δείχνει ότι η αμφίπλευρη επιλογή των αρχικών οικογενειών κατά το έτος 2004, για τους τρεις γενοτύπους ήταν αποτελεσματική. Η διαφορά μεταξύ των μέσων όρων υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών οικογενειών, για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό ήταν ιδιαίτερα σημαντική και είχε τιμή 80.7g για το γενότυπο των Γρεβενών, 44.5g για τις Πρέσπες και 69.3g για το γενότυπο της Ζαγοράς (πιν. 38).

Στο 1^ο περιβάλλον που αξιολογήθηκαν και οι 6 οικογένειες HS_3 του τρίτου κύκλου επιλογής από κάθε γενότυπο, βρέθηκε ότι υπήρξε παραλλακτικότητα για το βάρος σπόρων εντός και μεταξύ των εξεταζόμενων οικογενειών ανά ποικιλία και παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (πιν. 38).

Πίνακας 38: Μέσοι όροι από το βάρος σπόρων των έξι οικογενειών HS₁ του πρώτου κύκλου και των έξι οικογενειών HS₃ του τρίτου κύκλου επιλογής, για κάθε γενότυπο και οι γενετικοί παράμετροι στον πειραματικό αγρό στο Βελεστίνο (αξιολόγηση 2007)

ΓΡΕΒΕΝΑ				ΠΡΕΣΠΕΣ				ΖΑΓΟΡΑ			
Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —	Οικ. HS ₃	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —	Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —	Οικ. HS ₃	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —	Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —	Οικ. HS ₃	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —
1 Γ ₁	188.8±2.5	1 Γ ₃	219.9±11.5	1 Π ₁	179.3±10.3	1 Π ₃	299.9±6.3	1 Ζ ₁	185.9±5.4	1 Ζ ₃	257.1±31.7
2 Γ ₁	168.6±5.3	2 Γ ₃	191.9±2.8	2 Π ₁	173.2±7.1	2 Π ₃	222.5±9.3	2 Ζ ₁	189.8±9.2	2 Ζ ₃	225.0±24.6
3 Γ ₁	215.2±5.5	3 Γ ₃	235.5±14.4	3 Π ₁	194.1±49.9	3 Π ₃	259.1±8.6	3 Ζ ₁	158.3±33.0	3 Ζ ₃	283.6±78.3
\bar{X}_{HY-HS1}	190.2±23.3	\bar{X}_{HY-HS3}	215.8±22.1	\bar{X}_{HY-HS1}	182.2±10.7	\bar{X}_{HY-HS3}	260.5±38.7	\bar{X}_{HY-HS1}	178.0±17.2	\bar{X}_{HY-HS3}	255.2±29.3
4 Γ ₁	109.8±4.3	4 Γ ₃	147.7±10.0	4 Π ₁	144.3±7.1	4 Π ₃	166.4±8.7	4 Ζ ₁	96.7±32.8	4 Ζ ₃	99.3±14.6
5 Γ ₁	109.1±9.6	5 Γ ₃	154.7±5.2	5 Π ₁	129.8±8.9	5 Π ₃	183.9±10.5	5 Ζ ₁	103.2±9.9	5 Ζ ₃	130.3±23.2
6 Γ ₁	109.7±16.2	6 Γ ₃	161.5±7.9	6 Π ₁	139.0±12.9	6 Π ₃	166.5±5.9	6 Ζ ₁	126.3±13.1	6 Ζ ₃	158.4±1.3
\bar{X}_{LY-HS1}	109.5±0.4	\bar{X}_{LY-HS3}	154.6±6.9	\bar{X}_{LY-HS1}	137.7±7.3	\bar{X}_{LY-HS3}	172.3±10.1	\bar{X}_{LY-HS1}	108.7±15.6	\bar{X}_{LY-HS3}	129.3±29.6
\bar{X}	150.2	\bar{X}	185.2	\bar{X}	159.9	\bar{X}	216.4	\bar{X}	143.4	\bar{X}	192.3
S _x	46.9	S _x	36.6	S _x	25.7	S _x	54.5	S _x	40.7	S _x	73.8
F test	**	F test	**	F test	ns	F test	**	F test	**	F test	**
CV%	4.6	CV%	5.4	CV%	14.8	CV%	4.2	CV%	15.5	CV%	21.2
ΕΣΔ	17.7	ΕΣΔ	25.6	ΕΣΔ	60.8	ΕΣΔ	23.5	ΕΣΔ	57.3	ΕΣΔ	104.9

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

Με τη σύγκριση των μέσων όρων των υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών οικογενειών για τους τρεις γενοτύπους, παρατηρείται ότι οι επιλεγμένες υψηλοαποδοτικές οικογένειες έδειξαν υπεροχή έναντι των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών για το βάρος σπόρων, ενώ η διαφορά μεταξύ τους ήταν 61.2g για το γενότυπο των Γρεβενών, 88.2g για τις Πρέσπες και 125.9g για το γενότυπο της Ζαγοράς (πιν. 38). Το γεγονός αυτό δείχνει ότι η αμφίπλευρη επιλογή στις οικογένειες **HS₂** του δεύτερου κύκλου επιλογής ήταν αποτελεσματική και στους τρεις γενοτύπους.

Συνολικά σε επίπεδο ποικιλίας παρατηρούμε ότι αυτή των Πρεσπών έδειξε τάση υπεροχής στο γενικό μέσο όρο των έξι οικογενειών, τόσο στις οικογένειες του πρώτου κύκλου, όσο και στις οικογένειες του τρίτου κύκλου επιλογής, έναντι των άλλων ποικιλιών. Επίσης μεταξύ των μέσων όρων **HS₁** και **HS₃** οικογενειών στην κάθε ποικιλία, παρατηρήθηκε αύξηση. Συγκεκριμένα στην ποικιλία των Πρεσπών, η αύξηση έφτασε σε ποσοστό το 26.1%, στην ποικιλία της Ζαγοράς το 25.4% και στον πληθυσμό των Γρεβενών το 18.9% (πιν. 38).

Από τα δεδομένα του πίνακα 39, προκύπτει ότι υπήρχε παραλλακτικότητα για το βάρος σπόρων εντός και μεταξύ των εξεταζόμενων οικογενειών του πρώτου κύκλου επιλογής, στο 2^ο περιβάλλον αξιολόγησης. Από τη σύγκριση των μέσων όρων των υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών οικογενειών **HS₁**, προκύπτει ότι οι επιλεγμένες υψηλοαποδοτικές οικογένειες διατηρήθηκαν πάνω από τις χαμηλοαποδοτικές οικογένειες για το βάρος σπόρων στους γενοτύπους των Γρεβενών και της Ζαγοράς (πιν. 39). Η διαφορά μεταξύ των μέσων όρων υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών οικογενειών, για το κριτήριο επιλογής, ήταν 4.5g/φυτό για το γενότυπο των Γρεβενών και 15.8g/φυτό για το γενότυπο της Ζαγοράς.

Πίνακας 39: Μέσοι όροι από το βάρος σπόρων των έξι οικογενειών HS₁ του πρώτου κύκλου και των έξι οικογενειών HS₃ του τρίτου κύκλου επιλογής, για κάθε γενότυπο και οι γενετικοί παράμετροι στον πειραματικό αγρό στο Μ. Περιβολάκι (αξιολόγηση 2007)

ΓΡΕΒΕΝΑ				ΠΡΕΣΠΙΕΣ				ΖΑΓΟΡΑ			
Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —	Οικ. HS ₃	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —	Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —	Οικ. HS ₃	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —	Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —	Οικ. HS ₃	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —
1 Γ ₁	29.3±4.2	1 Γ ₃	36.4±4.4	1 Π ₁	29.9±0.3	1 Π ₃	42.2±5.4	1 Ζ ₁	50.0±0.4	1 Ζ ₃	68.5±30.7
2 Γ ₁	34.7±11.0	2 Γ ₃	48.6±7.3	2 Π ₁	36.9±1.6	2 Π ₃	39.2±5.3	2 Ζ ₁	31.3±5.2	2 Ζ ₃	41.7±11.8
3 Γ ₁	49.5±0.8	3 Γ ₃	31.7±4.5	3 Π ₁	32.0±1.6	3 Π ₃	51.9±5.2	3 Ζ ₁	52.5±19.4	3 Ζ ₃	36.4±4.0
\bar{X}_{HY-HS1}	37.8±10.5	\bar{X}_{HY-HS3}	38.9±8.7	\bar{X}_{HY-HS1}	32.9±3.6	\bar{X}_{HY-HS3}	44.4±6.6	\bar{X}_{HY-HS1}	44.6±11.6	\bar{X}_{HY-HS3}	48.9±17.2
4 Γ ₁	34.1±2.1	4 Γ ₃	42.1±15.5	4 Π ₁	32.4±2.3	4 Π ₃	39.6±1.8	4 Ζ ₁	30.3±2.3	4 Ζ ₃	35.2±2.3
5 Γ ₁	31.0±1.6	5 Γ ₃	30.9±3.0	5 Π ₁	34.3±4.2	5 Π ₃	47.4±1.1	5 Ζ ₁	22.2±5.9	5 Ζ ₃	36.0±6.6
6 Γ ₁	34.7±3.7	6 Γ ₃	33.8±2.0	6 Π ₁	31.9±2.8	6 Π ₃	42.0±3.3	6 Ζ ₁	34.0±5.3	6 Ζ ₃	33.9±3.6
\bar{X}_{LY-HS1}	33.3±2.0	\bar{X}_{LY-HS3}	35.6±5.8	\bar{X}_{LY-HS1}	32.9±1.3	\bar{X}_{LY-HS3}	43.0±4.0	\bar{X}_{LY-HS1}	28.8±6.0	\bar{X}_{LY-HS3}	35.0±1.1
\bar{X}	35.5	\bar{X}	37.2	\bar{X}	32.9	\bar{X}	43.7	\bar{X}	36.7	\bar{X}	41.9
S _x	7.2	S _x	6.9	S _x	2.4	S _x	5.0	S _x	12.0	S _x	13.3
F test	*	F test	ns	F test	ns	F test	Ns	F test	ns	F test	ns
CV%	14.1	CV%	16.5	CV%	6.2	CV%	9.9	CV%	24.0	CV%	34.9
ΕΣΔ	19.2	ΕΣΔ	-	ΕΣΔ	-	ΕΣΔ	-	ΕΣΔ	-	ΕΣΔ	-

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

Από τα αποτελέσματα του πειράματος, προέκυψε ότι οι επιλεγμένες υψηλοαποδοτικές οικογένειες **HS₃** έδειξαν υπεροχή έναντι των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών για το κριτήριο επιλογής, το βάρος σπόρων, στους τρεις γενοτύπους (πιν. 39). Συγκεκριμένα η διαφορά μεταξύ των μέσων όρων υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών οικογενειών, για το κριτήριο επιλογής, ήταν 3.3g/φυτό για το γενότυπο των Γρεβενών, 1.4g/φυτό για τον πληθυσμό των Πρεσπών και 13.9g/φυτό για το γενότυπο της Ζαγοράς. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι η αμφίπλευρη επιλογή στις οικογένειες **HS₂** του δεύτερου κύκλου επιλογής ήταν αποτελεσματική και στους τρεις γενοτύπους. Γενικά σε επίπεδο πληθυσμών, και όσον αφορά το δεύτερο περιβάλλον αξιολόγησης, ο μέσος όρος των υψηλοαποδοτικών οικογενειών του πρώτου και του τρίτου κύκλου επιλογής στο γενότυπο της Ζαγοράς, είχε τη μεγαλύτερη τιμή έναντι των άλλων γενοτύπων, ενώ στον ίδιο γενότυπο ο μέσος όρος των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών του πρώτου και του τρίτου κύκλου επιλογής είχε την μικρότερη τιμή έναντι των άλλων γενοτύπων (πιν. 39).

Από τα δεδομένα του πίνακα 40, προκύπτει ότι ο γενότυπος των Πρεσπών εμφάνισε για το βάρος σπόρων τη μεγαλύτερη αύξηση κατά μέσο όρο και συνεπώς ανταποκρίθηκε καλύτερα στη θετική επιλογή μετά από τρεις κύκλους γενεαλογικής επιλογής, σε σύγκριση με τους άλλους δύο γενοτύπους. Συγκεκριμένα μετά από θετική επιλογή, οι υψηλοαποδοτικές οικογένειες που προέκυψαν από το γενότυπο των Πρεσπών παρουσίασαν αύξηση για το κριτήριο επιλογής ανά κύκλο επιλογής, στο περιβάλλον δημιουργίας των οικογενειών (πειραματικός αγρός στο Βελεστίνο). Οι οικογένειες του γενότυπου των Πρεσπών εμφάνισαν το μεγαλύτερο κέρδος στην θετική επιλογή κατά μέσο όρο των τριών κύκλων επιλογής (43.3) για το βάρος σπόρων, ακολούθησε ο γενότυπος της Ζαγοράς με μέσο κέρδος ανά έτος (27.5) και τέλος ο γενότυπος των Γρεβενών με το μικρότερο μέσο κέρδος (23.3) (πιν. 40).

Πίνακας 40: Συστατικά της απόδοσης από δύο κύκλους γενεαλογικής (C_0 , $C_{pedigree-1}$, $C_{pedigree-3}$) για υψηλοαποδοτικές οικογένειες (High yield). Εμφανίζονται οι μέσοι όροι του πληθυσμού \bar{X}_{C_0} , των υψηλοαποδοτικών οικογενειών \bar{X}_{HY-HS1} του πρώτου κύκλου επιλογής και των υψηλοαποδοτικών οικογενειών \bar{X}_{HY-HS3} του τρίτου κύκλου επιλογής, η ανταπόκριση στην επιλογή R , για τους τρεις γενοτύπους που αξιολογήθηκαν σε δύο περιβάλλοντα (2007)

Οικογένειες	ΓΡΕΒΕΝΑ			ΖΑΓΟΡΑ			ΠΡΕΣΠΕΣ		
	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _
1^ο περιβάλλον αξιολόγησης (Πειραματικός αγρός στο Βελεστίνο)									
\bar{X}_{C_0}	145.8	39.0	3.1	172.8	54.7	2.7	130.7	45.6	2.5
\bar{X}_{HY-HS1}	190.8	67.0	2.8	178.0	62.3	2.8	182.2	66.1	2.4
R_1	45.0	28.0	-0.3	5.2	7.6	0.1	51.5	20.5	-0.1
\bar{X}_{HY-HS1}	190.8	67.0	2.8	178.0	62.3	2.8	182.2	66.1	2.4
\bar{X}_{HY-HS3}	215.7	79.6	2.6	255.2	70.6	2.7	260.5	82.0	2.6
R_3	24.9	12.6	-0.2	77.2	8.3	-0.1	78.3	15.9	0.2
$\bar{R}^* \text{έτος}^{-1}$	23.3	13.5	-0.2	27.5	5.3	0.0	43.3	12.1	0.03
2^ο περιβάλλον αξιολόγησης (Πειραματικός αγρός στο Μ. Περιβολάκι)									
\bar{X}_{C_0}	32.0	19.9	2.7	24.5	17.7	1.6	24.1	17.9	1.9
\bar{X}_{HY-HS1}	37.8	24.6	2.2	44.6	23.6	2.2	32.9	25.4	2.0
R_1	5.8	4.7	-0.5	20.1	5.9	0.6	8.8	7.5	0.1
\bar{X}_{HY-HS1}	37.8	24.6	2.2	44.6	23.6	2.2	32.9	25.4	2.0
\bar{X}_{HY-HS3}	38.9	27.2	2.2	48.9	33.8	2.3	44.4	28.6	2.3
R_3	1.1	2.6	0.0	4.3	10.2	0.1	11.5	3.2	0.3
$\bar{R}^* \text{έτος}^{-1}$	2.3	2.4	-0.2	8.1	5.4	0.2	6.8	3.7	0.1

* οι αρνητικές τιμές σημαίνουν μείωση

Στο συγκεκριμένο περιβάλλον αξιολόγησης, βρέθηκε ότι και στους τρεις γενοτύπους υπήρξε θετική επίδραση της επιλογής στον αριθμό λοβών ανά φυτό, για τις υψηλοαποδοτικές οικογένειες. Οπότε οι υψηλοαποδοτικές οικογένειες, των γενοτύπων Γρεβενά, Πρέσπες και Ζαγορά, εμφανίστηκαν για τον αριθμό λοβών ανά φυτό με μέσο κέρδος ανά έτος 13.5, 12.1 και 5.3 αντίστοιχα (πιν. 40).

Στο δεύτερο περιβάλλον αξιολόγησης (πιν. 40), οι υψηλοαποδοτικές οικογένειες του γενοτύπου της Ζαγοράς εμφάνισαν το μεγαλύτερο μέσο κέρδος 8.1 για το βάρος των σπόρων στην θετική επιλογή, ακολούθησαν οι οικογένειες των Πρεσπών με μέσο κέρδος ανά έτος 6.8 και τέλος οι αντίστοιχες οικογένειες των Γρεβενών με το μικρότερο μέσο κέρδος ανά έτος 2.3. Επίσης στους τρεις γενοτύπους υπήρξε θετική επίδραση της επιλογής για το χαρακτηριστικό που δεν ήταν αντικείμενο επιλογής, ο αριθμός λοβών ανά φυτό, για τις υψηλοαποδοτικές οικογένειες. Στους τρεις γενοτύπους Γρεβενά, Πρέσπες και Ζαγορά, το μέσο κέρδος ανά έτος για τον αριθμό λοβών ανά φυτό, ήταν 2.4, 5.4 και 3.7 αντίστοιχα.

Με βάση τα δεδομένα του πίνακα 41, προκύπτει ότι ο γενότυπος της Ζαγοράς ανταποκρίθηκε καλύτερα στην αρνητική επιλογή (για χαμηλοαποδοτικές οικογένειες) μετά από τρεις κύκλους γενεαλογικής επιλογής, όσον αφορά το 1^ο περιβάλλον αξιολόγησης και σε σύγκριση με τους άλλους δύο γενοτύπους, για το βάρος σπόρων. Μετά από αρνητική επιλογή, οι χαμηλοαποδοτικές οικογένειες που προέκυψαν από το γενότυπο της Ζαγοράς παρουσίασαν μείωση για το βάρος σπόρων ανά κύκλο επιλογής (1^ο περιβάλλον αξιολόγησης). Συγκεκριμένα οι οικογένειες του γενοτύπου της Ζαγοράς εμφάνισαν τη μεγαλύτερη απώλεια κατά μέσο όρο των τριών κύκλων επιλογής (-21.7) για το βάρος σπόρων, ακολούθησε ο γενότυπος των Γρεβενών με μέσο κέρδος ανά έτος (4.2) και τέλος ο γενότυπος των Πρεσπών με μέσο κέρδος (20.8) (πιν. 41).

Πίνακας 41: Συστατικά της απόδοσης από δύο κύκλους γενεαλογικής (C_0 , $C_{pedigree-1}$, $C_{pedigree-3}$) για χαμηλοαποδοτικές οικογένειες (Low yield). Εμφανίζονται οι μέσοι όροι του πληθυσμού \bar{X}_{C_0} , των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών \bar{X}_{LY-HS1} του πρώτου κύκλου επιλογής και των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών \bar{X}_{LY-HS3} του τρίτου κύκλου επιλογής, η ανταπόκριση στην επιλογή R , για τους τρεις γενοτύπους που αξιολογήθηκαν σε δύο περιβάλλοντα (2007)

Οικογένειες	ΓΡΕΒΕΝΑ			ΖΑΓΟΡΑ			ΠΡΕΣΠΕΣ		
	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _
1^ο περιβάλλον αξιολόγησης (Πειραματικός αγρός στο Βελεστίνο)									
\bar{X}_{C_0}	145.8	39.0	3.1	172.8	54.7	2.7	130.7	45.6	2.5
\bar{X}_{LY-HS1}	109.5	37.7	2.2	108.7	38.4	2.4	137.7	49.9	2.4
R_1	-36.3	-1.3	-0.9	-64.1	-16.3	-0.3	7.0	4.3	-0.1
\bar{X}_{LY-HS1}	109.5	37.7	2.2	108.7	38.4	2.4	137.7	49.9	2.4
\bar{X}_{LY-HS3}	154.6	64.6	2.6	129.3	37.5	2.3	172.3	58.4	2.4
R_3	45.1	26.9	0.4	20.6	-0.9	-0.1	34.6	8.5	0.0
$\bar{R}^* \text{έτος}^{-1}$	4.2	12.8	-0.25	-21.7	-8.6	-0.2	20.8	6.4	0.0
2^ο περιβάλλον αξιολόγησης (Πειραματικός αγρός στο Μ. Περιβολάκι)									
\bar{X}_{C_0}	32.0	19.9	2.7	24.5	17.7	1.6	24.1	17.9	1.9
\bar{X}_{LY-HS1}	33.3	19.0	2.1	28.8	19.1	1.8	32.9	24.0	2.1
R_1	1.3	-0.9	-0.6	4.3	1.4	0.2	8.8	6.1	0.3
\bar{X}_{LY-HS1}	33.3	19.0	2.1	28.8	19.1	1.8	32.9	24.0	2.1
\bar{X}_{LY-HS3}	35.6	22.6	2.1	35.0	22.1	1.9	43.0	34.6	1.9
R_3	2.3	3.6	0.0	6.2	3.0	0.1	10.1	10.6	-0.3
$\bar{R}^* \text{έτος}^{-1}$	1.8	1.3	-0.3	5.2	2.2	0.1	9.4	8.3	0.0

* οι αρνητικές τιμές σημαίνουν μείωση

Σε αυτό το περιβάλλον αξιολόγησης, φάνηκε ότι μόνο στον γενότυπο της Ζαγοράς υπήρξε αρνητική επίδραση της επιλογής στον αριθμό λοβών ανά φυτό, για τις χαμηλοαποδοτικές οικογένειες.

Στο δεύτερο περιβάλλον αξιολόγησης (πιν. 41), οι χαμηλοαποδοτικές οικογένειες των τριών γενεοτύπων δεν παρουσίασαν απώλεια κατά μέσο όρο ανά κύκλο επιλογής. Αντίθετα παρουσίασαν κέρδος ανά έτος επιλογής και συγκεκριμένα οι χαμηλοαποδοτικές οικογένειες των Πρεσπών, εμφάνισαν μέσο κέρδος 9.4, οι οικογένειες της Ζαγοράς 5.2 και οι χαμηλοαποδοτικές οικογένειες των Γρεβενών το μικρότερο μέσο κέρδος ανά έτος 1.8. Επίσης στους τρεις γενοτύπους υπήρξε θετική επίδραση της επιλογής για το χαρακτηριστικό που δεν ήταν αντικείμενο επιλογής, ο αριθμός λοβών ανά φυτό, για τις χαμηλοαποδοτικές οικογένειες. Στους τρεις γενοτύπους Γρεβενά, Πρέσπες και Ζαγορά, το μέσο κέρδος ανά έτος για τον αριθμό λοβών ανά φυτό, ήταν 1.8, 9.4 και 5.2 αντίστοιχα (πιν. 41).

Πριν από την συνδυασμένη ανάλυση της παραλλακτικότητας του παραγωγικού δυναμικού των τριών ποικιλιών στη μεθοδολογία της γενεαλογικής επιλογής, προηγήθηκε Bartlett's test ομοιογένειας της διακύμανσης των δύο περιβαλλόντων αξιολόγησης. Από το τεστ προέκυψε ότι οι τιμές του χ^2 είναι μικρότερες από την αντίστοιχη τιμή $\chi^2_{0.05,1}=3.84$ για το βάρος σπόρων ανά φυτό, αριθμός λοβών ανά φυτό και αριθμός σπόρων ανά λοβό και στις τρεις αξιολογούμενες ποικιλίες. Η ανάλυση της παραλλακτικότητας για τα τρία χαρακτηριστικά που αξιολογήθηκαν στα δύο περιβάλλοντα έδειξε σημαντική επίδραση των γενοτύπων, των περιβαλλόντων αλλά και σημαντικές αλληλεπιδράσεις γενοτύπου-περιβάλλοντος.

Από την συνδυασμένη ανάλυση των δεδομένων των δύο περιβαλλόντων αξιολόγησης, βρέθηκε ότι η ποικιλία των Πρεσπών κατά μέσο όρο έδειξε τάση για υπεροχή σε σχέση με τις άλλες ποικιλίες, για το βάρος σπόρων

Πίνακας 42: Συνδυασμένη ανάλυση μέσω των όρων του βάρους σπόρων, λοβών ανά φυτό και σπόρων ανά λοβό του αρχικού πληθυσμού C₀ και των υψηλοαποδοτικών, χαμηλοαποδοτικών οικογενειών HS πρώτου και τρίτου κύκλου επιλογής για κάθε γενότυπο στα δύο περιβάλλοντα αξιολόγησης (αξιολόγηση οικογενειών από γενεαλογική επιλογή – 2007)

Οικογένειες	ΓΡΕΒΕΝΑ			ΖΑΓΟΡΑ			ΠΡΕΣΠΕΣ		
	Βάρος σπόρων ανά φυτό _____ g _____	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _	Βάρος σπόρων ανά φυτό _____ g _____	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _	Βάρος σπόρων ανά φυτό _____ g _____	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _
$\bar{X} C_0$	83.5	36.1	2.0	85.5	30.3	2.3	94.4	42.3	2.5
$\bar{X} HS_1 HY$	114.3	45.8	2.5	111.3	43.0	2.5	107.6	45.8	2.2
$\bar{X} HS_1 LY$	71.1	28.3	2.1	68.8	28.7	2.1	85.3	37.0	2.3
$\bar{X} HS_3 HY$	127.3	53.4	2.4	152.0	52.2	2.5	152.5	55.3	2.5
$\bar{X} HS_3 LY$	95.1	43.5	2.3	82.2	29.8	2.1	107.6	46.5	2.3
\bar{X}	98.3	41.4	2.3	99.9	36.8	2.3	109.5	45.4	2.3
S _x	22.7	9.6	0.2	32.9	10.4	0.2	25.8	6.7	0.1
F test	**	**	*	**	**	**	**	**	**
CV%	5.09	6.96	6.67	12.46	16.72	6.80	10.53	8.81	3.95
ΕΣΔ	8.1	4.7	0.2	20.3	10.0	0.2	18.8	6.5	0.1

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

και των αριθμό λοβών ανά φυτό. Η ποικιλία της Ζαγοράς υπερετεύρουσε κατά μέσο όρο στο βάρος σπόρων και υστερούσε στον αριθμό λοβών ανά φυτό, έναντι της ποικιλίας των Γρεβενών (πιν. 42).

Με βάση τα δεδομένα του πίνακα 42, παρατηρούμε ότι το ποσοστό της αύξησης μετά από θετική επιλογή, για το βάρος σπόρων ανά φυτό, από τον αρχικό πληθυσμό C_0 στις υψηλοαποδοτικές οικογένειες HS_1 , ήταν διαφορετικό για την κάθε ποικιλία. Το μεγαλύτερο ποσοστό παρουσίασε η ποικιλία των Γρεβενών με ποσοστιαία αύξηση 36.9%, ακολούθησε η ποικιλία της Ζαγοράς με τιμή 30.2% και τελευταία η ποικιλία των Πρεσπών με τιμή 14.0% (πιν. 42). Επίσης, το μεγαλύτερο ποσοστό αύξησης από τον αρχικό πληθυσμό C_0 στις υψηλοαποδοτικές οικογένειες HS_3 , παρουσίασε η ποικιλία της Ζαγοράς με ποσοστιαία τιμή 77.8%, ακολούθησε η ποικιλία των Πρεσπών με τιμή 61.5% και τελευταία η ποικιλία των Γρεβενών με ποσοστό αύξησης 52.5% (πιν. 42).

Επίσης μετά από αρνητική επιλογή, για το βάρος σπόρων ανά φυτό, παρατηρούμε ότι το ποσοστό μείωσης από τον αρχικό πληθυσμό C_0 στις χαμηλοαποδοτικές οικογένειες HS_1 , ήταν διαφορετικό για την κάθε ποικιλία. Το μεγαλύτερο ποσοστό απώλειας παρουσίασε η ποικιλία της Ζαγοράς (-19.5%), ακολούθησε η ποικιλία των Γρεβενών με ποσοστό μείωσης (-14.8%) και τελευταία η ποικιλία των Πρεσπών με ποσοστό (-9.6%) (πιν. 42). Ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό μείωσης από τον αρχικό πληθυσμό C_0 στις χαμηλοαποδοτικές οικογένειες HS_3 , παρουσίασε η ποικιλία της Ζαγοράς (-3.9%), αντίθετα οι ποικιλίες των Πρεσπών και των Γρεβενών παρουσίασαν ποσοστό αύξησης 14.0% και 13.9%, αντίστοιχα (πιν. 42).

IV-Γ. Ομομεικτική συμπεριφορά των οικογενειών

Αναλύοντας τα δεδομένα του πίνακα 43, προκύπτει ότι οι οικογένειες των τριών ποικιλιών για το 1^ο περιβάλλον αξιολόγησης, εμφάνισαν ομομεικτική εξασθένηση μετά τον πρώτο κύκλο αυτογονιμοποίησης, για το χαρακτηριστικό επιλογής, το βάρος σπόρων. Στην ποικιλία των Γρεβενών υπήρξε παραλλακτικότητα εντός των οικογενειών όσον αφορά το ποσοστό ομομεικτικής εξασθένησης, που παρουσίασε η κάθε οικογένεια. Βρέθηκε ότι κατά μέσο όρο οι επιλεγμένες 3 υψηλοαποδοτικές οικογένειες (**1S₁ Γ, 2S₁ Γ, 3S₁ Γ**) παρουσίασαν μεγαλύτερη ομομεικτική εξασθένηση με τιμή (57.2%), σε σύγκριση με το μέσο όρο των επιλεγμένων 3 χαμηλοαποδοτικών οικογενειών (**4S₁ Γ, 5S₁ Γ, 6S₁ Γ**) που είχαν τιμή (41.1%).

Επίσης οι οικογένειες της ποικιλίας Ζαγορά (πιν. 43) παρουσίασαν παραλλακτικότητα στο ποσοστό ομομεικτικής εξασθένησης, μετά τον πρώτο κύκλο αυτογονιμοποίησης. Κατά μέσο όρο οι 3 υψηλοαποδοτικές επιλεγμένες οικογένειες (**1S₁ z, 2S₁ z, 3S₁ z**) παρουσίασαν μεγαλύτερη ομομεικτική εξασθένηση IBEF₁ με τιμή 52.3%, σε σύγκριση με το μέσο όρο των επιλεγμένων 3 χαμηλοαποδοτικών οικογενειών (**4S₁ z, 5S₁ z, 6S₁ z**) που είχαν τιμή 50.0%. Τέλος και οι οικογένειες της ποικιλίας των Πρεσπών (πιν. 43) παρουσίασαν παραλλακτικότητα στο ποσοστό ομομεικτικής εξασθένησης, και ο μέσος όρος των 3 υψηλοαποδοτικών επιλεγμένων οικογενειών (**1S₁ π, 2S₁ π, 3S₁ π**) είχε μεγαλύτερη ομομεικτική εξασθένηση IBEF₁ με τιμή 70.1%, σε σύγκριση με το μέσο όρο των επιλεγμένων 3 χαμηλοαποδοτικών οικογενειών (**4S₁ π, 5S₁ π, 6S₁ π**) που είχαν τιμή 60.2%.

Από τα δεδομένα του πίνακα 44 (παράρτημα), βρέθηκε ότι υπήρξε παραλλακτικότητα μεταξύ των S₁ οικογενειών στις τρεις ποικιλίες, καθώς

Πίνακας 43: Μέσοι όροι για το βάρος σπόρων των οικογενειών HS_i, των αυτογονιμοποιούμενων οικογενειών S₁, S₂ για τις τρεις ποικιλίες και ποσοστό των IBEF₁ και IBEF₂ στον πειραματικό αγρό στο Βελεστίνο (αξιολόγηση 2007)

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ							
HS_i	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —	S₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —	S₂	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —	IBEF₁ — % —	IBEF₂ — % —
ΓΡΕΒΕΝΑ							
1 Γ₁	188.8	1S_{1Γ}	78.8	1S_{2Γ}	72.4	58.3	8.1
2 Γ₁	168.6	2S_{1Γ}	81.5	2S_{2Γ}	77.0	51.7	5.5
3 Γ₁	215.2	3S_{1Γ}	85.0	3S_{2Γ}	69.0	60.5	18.8
\bar{X}_{HS_i-HY}	190.9	\bar{X}_{S_1-HY}	81.8	\bar{X}_{S_2-HY}	72.8	57.2	11.0
4 Γ₁	109.8	4S_{1Γ}	59.4	4S_{2Γ}	55.5	45.9	6.6
5 Γ₁	109.1	5S_{1Γ}	63.3	5S_{2Γ}	69.6	42.0	-10.0
6 Γ₁	109.7	6S_{1Γ}	70.9	6S_{2Γ}	67.9	35.4	4.2
\bar{X}_{HS_i-LY}	109.5	\bar{X}_{S_1-LY}	64.5	\bar{X}_{S_2-LY}	64.3	41.1	0.3
ΖΑΓΟΡΑ							
1 Z₁	185.9	1S_{1Z}	76.7	1S_{2Z}	57.8	58.8	24.6
2 Z₁	189.8	2S_{1Z}	100.3	2S_{2Z}	55.4	47.2	44.8
3 Z₁	158.3	3S_{1Z}	77.6	3S_{2Z}	36.8	51.0	52.6
\bar{X}_{HS_i-HY}	178.0	\bar{X}_{S_1-HY}	84.9	\bar{X}_{S_2-HY}	50.0	52.3	41.1
4 Z₁	96.7	4S_{1Z}	63.8	4S_{2Z}	22.5	34.1	64.8
5 Z₁	103.2	5S_{1Z}	50.5	5S_{2Z}	26.6	51.1	47.3
6 Z₁	126.3	6S_{1Z}	48.5	6S_{2Z}	39.1	61.6	19.3
\bar{X}_{HS_i-LY}	108.7	\bar{X}_{S_1-LY}	54.3	\bar{X}_{S_2-LY}	29.4	50.0	45.9
ΠΡΕΣΠΕΣ							
1 Π₁	179.3	1S_{1Π}	56.9	1S_{2Π}	56.0	68.3	1.7
2 Π₁	173.2	2S_{1Π}	48.2	2S_{2Π}	46.3	72.2	3.9
3 Π₁	194.1	3S_{1Π}	58.1	3S_{2Π}	57.1	70.1	1.7
\bar{X}_{HS_i-HY}	182.2	\bar{X}_{S_1-HY}	54.4	\bar{X}_{S_2-HY}	53.1	70.1	2.4
4 Π₁	144.3	4S_{1Π}	62.7	4S_{2Π}	55.0	56.6	12.2
5 Π₁	129.8	5S_{1Π}	63.1	5S_{2Π}	52.9	51.4	16.2
6 Π₁	139.0	6S_{1Π}	38.7	6S_{2Π}	47.1	72.2	-21.9
\bar{X}_{HS_i-LY}	137.7	\bar{X}_{S_1-LY}	54.8	\bar{X}_{S_2-LY}	51.7	60.2	5.7

*IBEF₁ : ομομεικτική επίδραση (inbreeding effect δίνει την σχέση μεταξύ HS_i και S₁ οικογενειών για το βάρος σπόρων) - $IBEF_1 = (1 - S_1 / HS_i) * 100$

*IBEF₂ : ομομεικτική επίδραση (inbreeding effect δίνει την σχέση μεταξύ S₁ και S₂ οικογενειών για το βάρος σπόρων) - $IBEF_2 = (1 - S_2 / S_1) * 100$

*αρνητικές τιμές : ομομεικτική ρώμη (inbreeding vigor)

*θετικές τιμές : ομομεικτική εξασθένηση (inbreeding depression)

επίσης και διαφοροποίηση μεταξύ των μέσων όρων υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών S_1 οικογενειών στην ποικιλία των Γρεβενών και της Ζαγοράς.

Συνολικά στο 1^ο περιβάλλον αξιολόγησης, οι οικογένειες των τριών ποικιλιών παρουσίασαν ομομεικτική εξασθένιση μετά από ένα κύκλο αυτογονιμοποίησης, η οποία κυμάνθηκε κατά μέσο όρο σε ένα εύρος τιμών από 40-70%. Η ομομεικτική εξασθένιση αυτή εκφράστηκε με μείωση του δυναμικού στις S_1 οικογένειες σε σύγκριση με τις HS_1 και ιδιαίτερα οι επιλεγμένες ως υψηλοαποδοτικές οικογένειες παρουσίασαν μεγαλύτερη απώλεια από ότι οι χαμηλοαποδοτικές και στις τρεις ποικιλίες. Η μεγαλύτερη απώλεια παρουσιάστηκε κατά μέσο όρο στην ποικιλία των Πρεσπών τόσο στις χαμηλοαποδοτικές όσο και στις υψηλοαποδοτικές οικογένειες.

Επίσης οι οικογένειες S_2 , οι οποίες προήλθαν μετά από τον δεύτερο κύκλο αυτογονιμοποίησης, παρουσίασαν παραλλακτικότητα ως προς την ομομεικτική συμπεριφορά τους (πιν. 43). Συγκεκριμένα οι οικογένειες της ποικιλίας Ζαγορά, εμφάνισαν τόσο οι υψηλοαποδοτικές όσο και χαμηλοαποδοτικές τη μεγαλύτερη ομομεικτική εξασθένιση σε σύγκριση με τις οικογένειες των άλλων ποικιλιών.

Μεταξύ των αξιολογούμενων ποικιλιών, βρέθηκαν οικογένειες S_2 , οι οποίες παρουσίασαν ομομεικτική ευρωστία, όπως η $5S_2$ γ των Γρεβενών και η οικογένεια $6S_2$ π των Πρεσπών και εκφράστηκαν με αύξηση του βάρους σπόρων. Κατά μέσο όρο, οι οικογένειες των τριών ποικιλιών στον δεύτερο κύκλο αυτογονιμοποίησης, παρουσίασαν μικρότερη ομομεικτική εξασθένιση σε σύγκριση με τον πρώτο κύκλο αυτογονιμοποίησης και εκφράστηκαν με απώλεια μικρότερη στο δυναμικό τους σε σύγκριση με τις αντίστοιχες S_1 οικογένειες. Συμπερασματικά θα μπορούσε να υποθεί ότι ο γενότυπος της Ζαγοράς εμφάνισε την μεγαλύτερη κατά μέσο όρο ομομεικτική εξασθένιση 43.5%, μετά από τον δεύτερο κύκλο

αυτογονιμοποίησης για το βάρος σπόρων, στο περιβάλλον δημιουργίας των οικογενειών, ενώ ο γενότυπος των Πρεσπών εμφάνισε την μεγαλύτερη κατά μέσο όρο ομομεικτική εξασθένηση 65.0% μετά από τον πρώτο κύκλο αυτογονιμοποίησης.

Με βάση τα δεδομένα του πίνακα 45, προκύπτει ότι οι οικογένειες και των τριών ποικιλιών για το 2^ο περιβάλλον αξιολόγησης, εμφάνισαν ομομεικτική εξασθένηση μετά τον πρώτο κύκλο αυτογονιμοποίησης, για το χαρακτηριστικό επιλογής που ήταν το βάρος σπόρων. Στην ποικιλία των Γρεβενών υπήρξε παραλλακτικότητα μεταξύ των οικογενειών όσον αφορά το ποσοστό ομομεικτικής εξασθένησης, και φάνηκε ότι κατά μέσο όρο οι επιλεγμένες 3 υψηλοαποδοτικές οικογένειες παρουσίασαν μικρότερη ομομεικτική εξασθένηση με τιμή 48.1%, σε σύγκριση με το μέσο όρο των επιλεγμένων 3 χαμηλοαποδοτικών οικογενειών που είχαν τιμή 70.9%. Επίσης κατά μέσο όρο οι 3 υψηλοαποδοτικές επιλεγμένες οικογένειες στην ποικιλία της Ζαγοράς παρουσίασαν μικρότερη ομομεικτική εξασθένηση IBEF₁ με τιμή 60.5%, σε σύγκριση με το μέσο όρο των επιλεγμένων 3 χαμηλοαποδοτικών οικογενειών που είχαν τιμή 66.7%. Τέλος στην ποικιλία των Πρεσπών κατά μέσο όρο οι 3 υψηλοαποδοτικές οικογένειες είχαν μικρότερη ομομεικτική εξασθένηση IBEF₁ με τιμή 35.6%, σε σύγκριση με το μέσο όρο των επιλεγμένων 3 χαμηλοαποδοτικών οικογενειών που είχαν τιμή 62.6% (πιν. 45).

Συνολικά βρέθηκε ότι στο 2^ο περιβάλλον αξιολόγησης, οι οικογένειες των τριών ποικιλιών παρουσίασαν ομομεικτική εξασθένηση μετά από ένα κύκλο αυτογονιμοποίησης, η οποία κυμάνθηκε κατά μέσο όρο σε ένα εύρος τιμών περίπου από 35-70%. Η ομομεικτική εξασθένηση εκφράστηκε με μείωση του δυναμικού στις **S₁** οικογένειες σε σύγκριση με τις **HS₁** και συγκεκριμένα οι επιλεγμένες ως χαμηλοαποδοτικές οικογένειες παρουσίασαν μεγαλύτερη απώλεια από ότι οι υψηλοαποδοτικές και στις τρεις ποικιλίες (πιν. 45).

Πίνακας 45: Μέσοι όροι για το βάρος σπόρων των οικογενειών HS₁, των αυτογονιμοποιούμενων οικογενειών S₁, S₂ για τις τρεις ποικιλίες και ποσοστό των IBEF₁ και IBEF₂ στον πειραματικό αγρό στο Μ. Περιβολάκι (αξιολόγηση 2007)

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ							
HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —	S ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —	S ₂	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —	IBEF ₁ — % —	IBEF ₂ — % —
ΓΡΕΒΕΝΑ							
1 Γ ₁	29.3	1S _{1Γ}	17.0	1S _{2Γ}	15.0	42.2	11.8
2 Γ ₁	34.7	2S _{1Γ}	17.3	2S _{2Γ}	16.2	50.1	6.4
3 Γ ₁	49.5	3S _{1Γ}	24.4	3S _{2Γ}	16.7	50.7	31.8
\bar{X}_{HS_1-HY}	37.8	\bar{X}_{S_1-HY}	19.6	\bar{X}_{S_2-HY}	16.0	48.1	18.4
4 Γ ₁	34.1	4S _{1Γ}	9.6	4S _{2Γ}	7.7	72.0	19.4
5 Γ ₁	31.0	5S _{1Γ}	8.4	5S _{2Γ}	7.7	72.9	8.3
6 Γ ₁	34.7	6S _{1Γ}	11.2	6S _{2Γ}	8.6	67.7	23.7
\bar{X}_{HS_1-LY}	33.3	\bar{X}_{S_1-LY}	9.7	\bar{X}_{S_2-LY}	8.0	70.9	17.5
ΖΑΓΟΡΑ							
1 Z ₁	50.0	1S _{1Z}	17.6	1S _{2Z}	13.7	64.8	22.4
2 Z ₁	31.3	2S _{1Z}	22.4	2S _{2Z}	11.7	28.3	48.0
3 Z ₁	52.5	3S _{1Z}	12.7	3S _{2Z}	10.4	75.9	17.8
\bar{X}_{HS_1-HY}	44.6	\bar{X}_{S_1-HY}	17.6	\bar{X}_{S_2-HY}	11.9	60.5	32.4
4 Z ₁	30.3	4S _{1Z}	9.6	4S _{2Z}	10.1	68.3	-4.7
5 Z ₁	22.2	5S _{1Z}	11.1	5S _{2Z}	7.4	49.9	33.3
6 Z ₁	34.0	6S _{1Z}	8.1	6S _{2Z}	8.0	76.1	1.9
\bar{X}_{HS_1-LY}	28.8	\bar{X}_{S_1-LY}	9.6	\bar{X}_{S_2-LY}	8.5	66.7	11.5
ΠΡΕΣΠΕΣ							
1 Π ₁	29.9	1S _{1Π}	21.4	1S _{2Π}	15.0	28.4	30.1
2 Π ₁	36.9	2S _{1Π}	17.1	2S _{2Π}	15.0	53.8	12.3
3 Π ₁	32.0	3S _{1Π}	25.0	3S _{2Π}	23.0	21.8	8.2
\bar{X}_{HS_1-HY}	32.9	\bar{X}_{S_1-HY}	21.2	\bar{X}_{S_2-HY}	17.7	35.6	16.5
4 Π ₁	32.4	4S _{1Π}	12.3	4S _{2Π}	11.3	62.0	8.1
5 Π ₁	34.3	5S _{1Π}	11.1	5S _{2Π}	11.0	67.7	0.9
6 Π ₁	31.9	6S _{1Π}	13.5	6S _{2Π}	12.8	57.8	4.8
\bar{X}_{HS_1-LY}	32.9	\bar{X}_{S_1-LY}	12.3	\bar{X}_{S_2-LY}	11.7	62.6	4.9

*IBEF₁ : ομομεικτική επίδραση (inbreeding effect δίνει την σχέση μεταξύ HS₁ και S₁ οικογενειών για το βάρος σπόρων) - $IBEF_1 = (1 - S_1 / HS_1) * 100$

*IBEF₂ : ομομεικτική επίδραση (inbreeding effect δίνει την σχέση μεταξύ S₁ και S₂ οικογενειών για το βάρος σπόρων) - $IBEF_2 = (1 - S_2 / S_1) * 100$

*αρνητικές τιμές : ομομεικτική ρώμη (inbreeding vigor)

*θετικές τιμές : ομομεικτική εξασθένιση (inbreeding depression)

Η μεγαλύτερη απώλεια παρουσιάστηκε κατά μέσο όρο στην ποικιλία των Πρεσπών στις υψηλοαποδοτικές οικογένειες, ενώ στις χαμηλοαποδοτικές οικογένειες τη μεγαλύτερη απώλεια κατά μέσο όρο παρουσίασε η ποικιλία των Γρεβενών για το βάρος των σπόρων.

Οι οικογένειες S_2 , οι οποίες προήλθαν μετά από τον δεύτερο κύκλο αυτογονιμοποίησης και αξιολογήθηκαν στο 2^ο περιβάλλον, παρουσίασαν παραλλακτικότητα ως προς την ομομεικτική συμπεριφορά τους (πιν. 45). Συγκεκριμένα στις υψηλοαποδοτικές οικογένειες της ποικιλίας Ζαγορά, παρουσιάστηκε η μεγαλύτερη ομομεικτική εξασθένιση σε σύγκριση με τις υψηλοαποδοτικές οικογένειες των άλλων ποικιλιών. Υπήρξε ωστόσο η οικογένεια $4S_2z$ στην ποικιλία της Ζαγοράς, η οποία εμφάνισε ομομεικτική ευρωστία και εκφράστηκε με αύξηση του βάρους σπόρων σε σύγκριση με την αντίστοιχη $4S_1z$. Συνολικά κατά μέσο όρο οι οικογένειες των τριών ποικιλιών στον δεύτερο κύκλο αυτογονιμοποίησης, παρουσίασαν μικρότερη ομομεικτική εξασθένιση σε σύγκριση με τον πρώτο κύκλο αυτογονιμοποίησης και εκφράστηκαν με απώλεια μικρότερη στο δυναμικό τους σε σύγκριση με τις αντίστοιχες S_1 οικογένειες (πιν. 45). Συμπερασματικά θα μπορούσε να ειπωθεί ότι ο γενότυπος της Ζαγοράς εμφάνισε την μεγαλύτερη κατά μέσο όρο ομομεικτική εξασθένιση 63.6% και 21.9%, αντίστοιχα, μετά από τον πρώτο και τον δεύτερο κύκλο αυτογονιμοποίησης για το βάρος σπόρων, στο 2^ο περιβάλλον αξιολόγησης των οικογενειών.

Γενικευμένη Συζήτηση της Ενότητας IV

Με βάση τα δεδομένα των πινάκων 31 και 32 (1^ο περιβάλλον αξιολόγησης), παρατηρήθηκε για το κριτήριο επιλογής «βάρος σπόρων», γενετική παραλλακτικότητα με υψηλές τιμές GCV και στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του αρχικού C₀ και των παραγωγών πληθυσμών στις τρεις ποικιλίες. Φάνηκε ότι οι υψηλοαποδοτικοί πληθυσμοί του δεύτερου (C_{2M} HY) και του τρίτου (C_{3M} HY) κύκλου μαζικής επιλογής, έδειξαν τάση για υπεροχή έναντι του πληθυσμού βάσης C₀ σε κάθε ποικιλία. Κατά συνέπεια θα μπορούσε να υποθεί ότι υπάρχει η δυνατότητα επιτυχούς βελτίωσης για το συστατικό απόδοσης (βάρος σπόρων) των αρχικών πληθυσμών. Εξάλλου συνδυάζοντας τα αποτελέσματα της αμφίπλευρης επιλογής για κάθε ποικιλία, μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι αυτή ήταν αποτελεσματική και στα δύο περιβάλλοντα αξιολόγησης, με δεδομένο ότι οι επιλεγμένοι υψηλοαποδοτικοί πληθυσμοί έδειξαν τάση για υπεροχή σε σύγκριση με τους αντίστοιχους χαμηλοαποδοτικούς πληθυσμούς, δείχνοντας έτσι το εύρος του παραγωγικού τους δυναμικού (πιν. 31 και 33). Επίσης συγκρίνοντας τους γενικούς μέσους όρους της κάθε ποικιλίας από τα δύο περιβάλλοντα, προκύπτει ότι τη μικρότερη απώλεια στο δεύτερο περιβάλλον παρουσίασε η ποικιλία των Πρεσπών με ποσοστό 78.7%, ακολούθησε η ποικιλία της Ζαγοράς με ποσοστό 80.7% και τελευταία η ποικιλία των Γρεβενών με ποσοστό 86.1% (πιν. 31 και 33).

Με την επιλογή υψηλοαποδοτικών φυτών για βάρος σπόρων, υπήρξε θετική επίδραση και στο χαρακτηριστικό αριθμός λοβών ανά φυτό για τους τρεις γενοτύπους στο 1^ο περιβάλλον αξιολόγησης. Αντίθετα στο ίδιο περιβάλλον αξιολόγησης, παρατηρήθηκε για επιλογή χαμηλοαποδοτικών φυτών για βάρος σπόρων, αρνητική επίπτωση στο χαρακτηριστικό αριθμός λοβών ανά φυτό και στους τρεις γενοτύπους (πιν.31).

Μεταξύ των τριών αξιολογούμενων γενοτύπων παρατηρήθηκε παραλλακτικότητα ως προς το βαθμό ανταπόκρισης στη θετική επιλογή για το βάρος σπόρων και ιδιαίτερα στο περιβάλλον δημιουργίας τους (πιν. 35). Ο πληθυσμός της Ζαγοράς ανταποκρίθηκε καλύτερα σε σύγκριση με τους άλλους δύο πληθυσμούς παρουσιάζοντας και το μεγαλύτερο μέσο κέρδος ανά έτος \bar{R}^* έτος⁻¹ (+33.3 g/φυτό). Επίσης στην αρνητική επιλογή για το βάρος σπόρων (1^ο περιβάλλον αξιολόγησης), ο ίδιος πληθυσμός (πιν. 36) ανταποκρίθηκε καλύτερα σε σύγκριση με τους άλλους δύο πληθυσμούς παρουσιάζοντας και τη μεγαλύτερη μέση απώλεια ανά έτος \bar{R}^* έτος⁻¹ (-8.2 g/φυτό). Συνολικά θα μπορούσε να ειπωθεί ότι ο πληθυσμός της Ζαγοράς ανταποκρίθηκε καλύτερα στη μεθοδολογία της μαζικής επιλογής που εφαρμόστηκε, σε σύγκριση με τους άλλους δύο πληθυσμούς στο περιβάλλον δημιουργίας της.

Τέλος με την συνδυασμένη ανάλυση των δεδομένων από την αξιολόγηση σε δύο περιβάλλοντα (πιν. 37), βρέθηκε ότι ο γενότυπος της Ζαγοράς έδειξε τάση υπεροχής έναντι των Γρεβενών και των Πρεσπών στους δύο κύκλους μαζικής επιλογής. Επομένως θα μπορούσε να υποθεί ότι η ποικιλία της Ζαγοράς ανταποκρίθηκε καλύτερα στην μεθοδολογία μαζικής επιλογής, αφού αυξήθηκε μεν το παραγωγικό δυναμικό της, αλλά και διατηρήθηκε σε υψηλότερο επίπεδο κατά μέσο όρο σε δύο διαφορετικά περιβάλλοντα, σε σχέση με τις άλλες δύο ποικιλίες. Ακολούθησε η ποικιλία των Γρεβενών, η οποία έδειξε τάση για υπεροχή έναντι της ποικιλίας των Πρεσπών, για θετική επιλογή (πιν. 37).

Αξιολογώντας την αποτελεσματικότητα της επιλογής σε επίπεδο οικογενειών και στο περιβάλλον δημιουργίας των υλικών αυτών, φάνηκε ότι υπήρχε διαφορά μεταξύ των μέσων όρων υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών **HS**_i οικογενειών, για το κριτήριο επιλογής που εξετάστηκε. Συγκεκριμένα στο γενότυπο των Γρεβενών (80.7g), των Πρεσπών

(44.5g) και της Ζαγοράς (69.3g) (πιν. 38). Μεταξύ και εντός των οικογενειών **HS₁** υπήρξε παραλλακτικότητα με στατιστικά σημαντικές διαφορές στους γενοτύπους των Γρεβενών και της Ζαγοράς, για το κριτήριο επιλογής. Επίσης μεταξύ των μέσων όρων υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών **HS₃** οικογενειών υπήρχε διαφορά για το βάρος σπόρων και ήταν 61.2g για το γενότυπο των Γρεβενών, 88.2g για τις Πρέσπες και 125.9g για το γενότυπο της Ζαγοράς (πιν. 38). Το γεγονός αυτό δείχνει ότι η αμφίπλευρη επιλογή στις οικογένειες του πρώτου και του δεύτερου κύκλου επιλογής ήταν αποτελεσματική και στους τρεις γενοτύπους.

Συνολικά παρατηρούμε ότι η ποικιλία των Πρεσπών έδειξε τάση υπεροχής στο γενικό μέσο όρο των έξι οικογενειών, τόσο στις οικογένειες του πρώτου κύκλου, όσο και στις οικογένειες του τρίτου κύκλου επιλογής, έναντι των άλλων ποικιλιών. Επίσης μεταξύ των μέσων όρων **HS₁** και **HS₃** οικογενειών στην κάθε ποικιλία, παρατηρήθηκε αύξηση και συγκεκριμένα στην ποικιλία των Πρεσπών είχε τιμή 26.1%, στην ποικιλία της Ζαγοράς είχε τιμή 25.4% και των Γρεβενών 18.9% (πιν. 38).

Επίσης ο γενότυπος των Πρεσπών στο 1^ο περιβάλλον αξιολόγησης, εμφάνισε για το βάρος σπόρων τη μεγαλύτερη αύξηση (43.3) κατά μέσο όρο και συνεπώς ανταποκρίθηκε καλύτερα στη θετική επιλογή μετά από τρεις κύκλους γενεαλογικής επιλογής, σε σύγκριση με το γενότυπο της Ζαγοράς (27.5) και το γενότυπο των Γρεβενών (23.3) (πιν. 40). Αντίθετα στο 2^ο περιβάλλον αξιολόγησης, οι υψηλοαποδοτικές οικογένειες του γενοτύπου της Ζαγοράς εμφάνισαν το μεγαλύτερο μέσο κέρδος ανά έτος 8.1 για το βάρος των σπόρων, ακολούθησαν οι οικογένειες των Πρεσπών (6.8) και τέλος οι αντίστοιχες οικογένειες των Γρεβενών με το μικρότερο μέσο κέρδος ανά έτος 2.3. Ωστόσο στα δύο περιβάλλοντα και στους τρεις γενοτύπους υπήρξε θετική επίδραση της επιλογής για το χαρακτηριστικό που δεν ήταν αντικείμενο επιλογής, ο αριθμός λοβών ανά φυτό, για τις υψηλοαποδοτικές οικογένειες (πιν. 40).

Στην αρνητική επιλογή ο γενότυπος της Ζαγοράς ανταποκρίθηκε καλύτερα (για χαμηλοαποδοτικές οικογένειες) μετά από τρεις κύκλους γενεαλογικής επιλογής, όσον αφορά το 1^ο περιβάλλον αξιολόγησης και σε σύγκριση με τους άλλους δύο γενοτύπους, για το βάρος σπόρων (πιν. 41). Συγκεκριμένα οι οικογένειες του γενοτύπου της Ζαγοράς εμφάνισαν τη μεγαλύτερη απώλεια κατά μέσο όρο των τριών κύκλων επιλογής (-21.7) για το βάρος σπόρων, ακολούθησε ο γενότυπος των Γρεβενών με μέσο κέρδος ανά έτος 4.2 και τέλος ο γενότυπος των Πρεσπών με μέσο κέρδος 20.8. Σε αυτό το περιβάλλον αξιολόγησης, φάνηκε ότι μόνο στον γενότυπο της Ζαγοράς υπήρξε αρνητική επίδραση της επιλογής στον αριθμό λοβών ανά φυτό, για τις χαμηλοαποδοτικές οικογένειες (πιν. 41).

Αντίθετα στο 2^ο περιβάλλον αξιολόγησης, οι χαμηλοαποδοτικές οικογένειες των τριών γενοτύπων δεν παρουσίασαν απώλεια κατά μέσο όρο ανά κύκλο επιλογής, αλλά κέρδος. Συγκεκριμένα οι χαμηλοαποδοτικές οικογένειες των Πρεσπών, εμφάνισαν μέσο κέρδος 9.4, οι οικογένειες της Ζαγοράς 5.2 και οι χαμηλοαποδοτικές οικογένειες των Γρεβενών το μικρότερο μέσο κέρδος ανά έτος 1.8. Επίσης στους τρεις γενοτύπους υπήρξε θετική επίδραση της επιλογής για το χαρακτηριστικό που δεν ήταν αντικείμενο επιλογής, ο αριθμός λοβών ανά φυτό, για τις χαμηλοαποδοτικές οικογένειες (πιν. 41).

Τέλος με την συνδυασμένη ανάλυση των δεδομένων των δύο περιβαλλόντων αξιολόγησης, βρέθηκε ότι η ποικιλία των Πρεσπών κατά μέσο όρο έδειξε τάση για υπεροχή σε σχέση με τις άλλες ποικιλίες, για το βάρος σπόρων και των αριθμό λοβών ανά φυτό. Η ποικιλία της Ζαγοράς υπερετεύρουσε κατά μέσο όρο στο βάρος σπόρων και υστερούσε στον αριθμό λοβών ανά φυτό, έναντι της ποικιλίας των Γρεβενών (πιν. 42).

Παρατηρούμε ότι το ποσοστό της αύξησης μετά από θετική επιλογή, για το βάρος σπόρων ανά φυτό, από τον αρχικό πληθυσμό C_0 στις υψηλοαποδοτικές οικογένειες HS_1 , ήταν 36.9% στην ποικιλία των Γρεβενών,

30.2% στην ποικιλία της Ζαγοράς και 14.0% στην ποικιλία των Πρεσπών. Επίσης, το μεγαλύτερο ποσοστό αύξησης από τον αρχικό πληθυσμό C_0 στις υψηλοαποδοτικές οικογένειες HS_3 , παρουσίασε η ποικιλία της Ζαγοράς με ποσοστιαία τιμή 77.8%, ακολούθησε η ποικιλία των Πρεσπών με τιμή 61.5% και τελευταία η ποικιλία των Γρεβενών με ποσοστό αύξησης 52.5% (πιν. 42).

Αντίθετα μετά από αρνητική επιλογή, για το βάρος σπόρων ανά φυτό, παρατηρούμε ότι το ποσοστό μείωσης από τον αρχικό πληθυσμό C_0 στις χαμηλοαποδοτικές οικογένειες HS_1 , ήταν (-19.5%) στην ποικιλία της Ζαγοράς, (-14.8%) στην ποικιλία των Γρεβενών και (-9.6%) στην ποικιλία των Πρεσπών. Ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό μείωσης από τον αρχικό πληθυσμό C_0 στις χαμηλοαποδοτικές οικογένειες HS_3 , παρουσίασε η ποικιλία της Ζαγοράς (-3.9%), αντίθετα οι ποικιλίες των Πρεσπών και των Γρεβενών παρουσίασαν ποσοστό αύξησης 14.0% και 13.9%, αντίστοιχα (πιν. 42).

Συνολικά στα δύο περιβάλλοντα αξιολόγησης, οι επιλεγμένες (HY και LY) οικογένειες των τριών ποικιλιών παρουσίασαν ομομεικτική συμπεριφορά μετά από αυτογονιμοποίηση των HS_1 οικογενειών. Η ομομεικτική αυτή συμπεριφορά, για το κριτήριο επιλογής βάρος σπόρων, εκφράστηκε με μείωση του χαρακτηριστικού αυτού στην αξιολόγηση των S_1 οικογενειών (πιν. 43 και πιν. 45). Στο 1^ο περιβάλλον αξιολόγησης και δημιουργίας των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν, κατά μέσο όρο για το σύνολο των 6 οικογενειών της ποικιλίας των Πρεσπών και για το βάρος των σπόρων, παρουσιάστηκε το μεγαλύτερο ποσοστό ομομεικτικής εξασθένησης και είχε τιμή 65.1%, ακολούθησαν οι οικογένειες της Ζαγοράς με ποσοστό κατά μέσο όρο 50.6% και με το μικρότερο ποσοστό εμφανίστηκαν κατά μέσο όρο οι 6 οικογένειες της ποικιλίας των Γρεβενών, με τιμή 49.0% (πιν. 43). Η επίπτωση της επιλογής για τα άλλα δύο χαρακτηριστικά που δεν ήταν αντικείμενα επιλογής, δηλαδή ο αριθμός

λοβών ανά φυτό και ο αριθμός σπόρων ανά λοβό, ήταν η ομομεικτική εξασθένηση κατά μέσο όρο για το σύνολο των 6 HS οικογενειών ανά ποικιλία και η οποία εκφράστηκε με μείωση του αριθμού λοβών ανά φυτό και του αριθμού σπόρων ανά λοβό (πιν. 53). Οι οικογένειες S₂ στο σύνολό τους εκφράστηκαν με ομομεικτική εξασθένηση, αλλά με απώλεια μικρότερη στο δυναμικό τους σε σύγκριση με τις αντίστοιχες S₁ οικογένειες. Οι επιλεγμένες 6 οικογένειες της Ζαγοράς κατά μέσο όρο εμφάνισαν την μεγαλύτερη ομομεικτική εξασθένηση, μετά από δύο κύκλους αυτογονιμοποίησης για το κριτήριο επιλογής (πιν. 43). Συγκεκριμένα για το βάρος σπόρων, οι 6 οικογένειες του πληθυσμού της Ζαγοράς μετά από δύο κύκλους αυτογονιμοποίησης, εμφάνισαν κατά μέσο όρο την μεγαλύτερη τιμή ομομεικτικής εξασθένησης 42.2%, ενώ ακολούθησαν οι 6 οικογένειες της ποικιλίας των Γρεβενών με μέση τιμή 5.5% και οι 6 οικογένειες της ποικιλίας των Πρεσπών με κατά μέσο όρο ποσοστό ομομεικτικής εξασθένησης 2.3%. Για τα άλλα δύο χαρακτηριστικά τον αριθμό λοβών ανά φυτό και τον αριθμό σπόρων ανά λοβό, υπήρξε ομομεικτική συμπεριφορά κατά μέσο όρο για το σύνολο των 6 HS οικογενειών ανά ποικιλία και η οποία εκφράστηκε με μείωση του αριθμού λοβών ανά φυτό και του αριθμού σπόρων ανά λοβό και σε μερικές οικογένειες με αύξηση (πιν. 53). Η παραλλακτικότητα των τιμών της ομομεικτικής εξασθένησης μεταξύ των τριών πληθυσμών, πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι ο παραδοσιακός πληθυσμός των Πρεσπών, προήλθε από περιοχή όπου η καλλιέργεια του είδους *P. coccineus* είναι εντατική και σε μεγαλύτερο ποσοστό ομοζύγωτος. Αντίθετα οι άλλοι δύο παραδοσιακοί πληθυσμοί προήλθαν από περιοχές, μη εντατικής καλλιέργειας και συνεπώς οι οικογένειες βρίσκονται σε ετεροζύγωτη κατάσταση οπότε παρουσίασαν και τη μεγαλύτερη ομομεικτική εξασθένηση.

Σύμφωνα με τα δεδομένα του πειράματος φάνηκε ότι υπήρχε γενετικό κέρδος και στα δύο σχήματα επιλογής, το οποίο κυμάνθηκε

ανάλογα με τον πληθυσμό και το περιβάλλον αξιολόγησης. Με δεδομένο ότι οι πληθυσμοί εμφάνισαν ομομεικτική εξασθένηση και στους δύο κύκλους αυτογονιμοποίησης, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η μαζική επιλογή είναι θετική σε επίπεδο πληθυσμού αφού προστατεύει την ισορροπία χωρίς σημαντικές απώλειες ενώ αντίθετα η γενεαλογική είναι αποτελεσματικότερη σε επίπεδο καθαρού γενετικού κέρδους όπως αυτό εκφράστηκε μέσω του μικρού αριθμού των τελικά επιλεγόμενων ημισυγγενικών σειρών. Με βάση την παρατήρηση, ότι οι επιλεγμένες υψηλοαποδοτικές οικογένειες των Πρεσπών εμφάνισαν το μεγαλύτερο μέσο κέρδος ανά έτος μετά από τρεις κύκλους γενεαλογικής επιλογής, για τα συστατικά της απόδοσης και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι ο γενότυπος των Πρεσπών παρουσίασε την μικρότερη ομομεικτική επίδραση, μετά από δύο κύκλους αυτογονιμοποίησης, φάνηκε ότι ο συγκεκριμένος γενότυπος ανταποκρίθηκε καλύτερα στην μεθοδολογία της τροποποιημένης γενεαλογικής επιλογής. Αντίθετα οι υψηλοαποδοτικοί πληθυσμοί των γενοτύπων Ζαγοράς και Γρεβενών εμφάνισαν το μεγαλύτερο μέσο κέρδος ανά έτος μετά από τρεις κύκλους μαζικής επιλογής. Επίσης οι επιλεγμένες οικογένειες των δύο αυτών γενοτύπων εμφάνισαν το μικρότερο μέσο κέρδος ανά έτος μετά από τρεις κύκλους γενεαλογικής επιλογής, για τα συστατικά της απόδοσης και συνδυασμό με το γεγονός ότι παρουσίασαν την μεγαλύτερη ομομεικτική επίδραση, μετά από δύο κύκλους αυτογονιμοποίησης, φάνηκε ότι ο συγκεκριμένοι γενότυποι ανταποκρίθηκαν καλύτερα στην μεθοδολογία της μαζικής επιλογής.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΕΝΟΤΗΤΑ Ι

- Με βάση την κατάταξη ΥΡΟΝ οι τρεις ποικιλίες ήταν αναρριχώμενες, ενώ παράλληλα ο πληθυσμός των Γρεβενών παρουσίασε το μεγαλύτερο ποσοστό φυτών με χαμηλή ταχύτητα ανάπτυξης
- Υπήρξε διαφοροποίηση μεταξύ των ποικιλιών στο σχήμα του φύλλου, αφού κατά ΥΡΟΝ ο πληθυσμός των Γρεβενών κατατάχθηκε στον τύπο με κυκλικό σχήμα (V), ο πληθυσμός των Πρεσπών με τετραγωνικό σχήμα (IV) και ο πληθυσμός της Ζαγοράς με σχήμα τριγωνικό προς κυκλικό (III)
- Παρατηρήθηκε παραλλακτικότητα μεταξύ και εντός των τριών ποικιλιών ως προς το χρώμα των ανθέων, με τους πληθυσμούς των Πρεσπών και της Ζαγοράς να εμφανίζουν φυτά τόσο με λευκά άνθη όσο και μικρό ποσοστό φυτών με κόκκινα άνθη, ενώ ο πληθυσμός των Γρεβενών κληρονομούσε σταθερά δίνοντας φυτά μόνο με λευκά άνθη
- Οι αναλογίες παρουσίας-απουσίας ανθοκυανών είναι συγκριτικά παρόμοιες (3:1) για όλους τους πληθυσμούς και δεν υπάρχει διαφοροποίηση της ομοιογένειας κάθε πληθυσμού των περιοχών προέλευσης
- Ο πληθυσμός των Γρεβενών χαρακτηρίστηκε από μεσαίο μέγεθος σπόρων και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι είχε το μεγαλύτερο βιολογικό κύκλο, έδειξε τάση υπεροχής κατά την αξιολόγηση των αρχικών πληθυσμών C_0 παρότι εμφάνισε έντονο το φαινόμενο της ανθόρροιας
- Οι γενότυποι που χαρακτηρίστηκαν από μεσαίο μέγεθος σπόρων είναι οι πληθυσμοί των Γρεβενών και της Ζαγοράς, ενώ των Πρεσπών χαρακτηρίζεται από μεγάλο μέγεθος σπόρων

- Για το χαρακτηριστικό της σκληρότητας του σπόρου, η ποικιλία των Γρεβενών παρουσίασε τη μικρότερη σκληρότητα και παράλληλα εμφάνισε το μεγαλύτερο συντελεστή ενυδάτωσης και συντελεστή απορρόφησης. Αντίθετα τη μεγαλύτερη σκληρότητα παρουσίασε η ποικιλία των Πρεσπών και παράλληλα μεγαλύτερο συντελεστή ενυδάτωσης και απορρόφησης σε σύγκριση με την ποικιλία της Ζαγοράς
- Για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά παρατηρήθηκαν διαφορές και οι συντελεστές παραλλακτικότητας βρέθηκαν αρκετά υψηλοί, ωστόσο για την ολική εκτίμηση, η προτίμηση των δοκιμαστών εστιάστηκε στον πληθυσμό των Γρεβενών
- Με βάση την μοριακή αξιολόγηση των εξεταζόμενων γενοτύπων, το δενδρογράμμα φυλογενετικών σχέσεων έδειξε ότι οι γενετικές αποστάσεις μεταξύ των πληθυσμών είναι αρκετά μεγάλες. Ειδικότερα οι πληθυσμοί των Πρεσπών και της Ζαγοράς φαίνονται γενετικά πλησιέστεροι, ενώ ο πληθυσμός των Γρεβενών έχει γενετική απόσταση με τους δύο πληθυσμούς, γεγονός που αντιτίθεται σε σχέση με τη γεωγραφική προέλευση
- Η ανάλυση PCA σε δύο κύριες συνιστώσες για τη μελέτη των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών, έδειξε ότι οι τρεις εξεταζόμενες ποικιλίες ομαδοποιούνται ξεχωριστά και συγκεκριμένα η ποικιλία των Πρεσπών με το χαρακτηριστικό της σκληρότητας, η Ζαγορά από υψηλότερο και κοντά σε ουδέτερο pH, ενώ η ποικιλία των Γρεβενών με τα υπόλοιπα υπό εξέταση φυσικοχημικά χαρακτηριστικά (πυκνότητα σπόρων πριν την ενυδάτωση, πυκνότητα σπόρων μετά την 24h ενυδάτωση και τους συντελεστές ενυδάτωσης και απορρόφησης)
- Για τη μελέτη των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών με την PCA χρειάστηκαν τρεις κύριες συνιστώσες και βρέθηκε ότι οι τρεις ποικιλίες ομαδοποιούνται χωριστά ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Από την ανάλυση PCA σε δύο κύριες συνιστώσες, οι οποίες εξηγούν και το μεγαλύτερο ποσοστό ολικής παραλλακτικότητας, η ποικιλία των Γρεβενών ομαδοποιείται με την ολική εκτίμηση και χαρακτηρίζεται από τη γλυκιά γεύση. Η ποικιλία των Πρέσπων χαρακτηρίζεται από τη πικρή, χυμώδη και έντονη γεύση. Αντίθετα η ποικιλία της Ζαγοράς ομαδοποιείται με τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της μεταλλικής, μουχλιασμένης, στυφής, χορτώδης και όξινης γεύσης καθώς επίσης με την φωτεινότητα, αλμυρότητα και συνεκτικότητα.

ΕΝΟΤΗΤΑ II

- Από την αξιολόγηση των τριών γενοτύπων σε επίπεδο πληθυσμού για τα τρία καλλιεργητικά έτη 2004-2006, βρέθηκε ότι η αμφίπλευρη μαζική επιλογή ήταν αποτελεσματική ως προς το βάρος σπόρων και στους τρεις πληθυσμούς, δίνοντας στη συνέχεια πληθυσμούς οι οποίοι ακολουθούν αυτό τον διαχωρισμό, δηλαδή παρέχουν σημαντικά περιθώρια επιπλέον επιλογής ώστε να αυξηθεί η πρόοδος
- Ο μέσος όρος του πληθυσμού C_0 των Γρεβενών παρουσίασε τάση να υπερέχει σε σύγκριση με τους μέσους όρους των άλλων πληθυσμών, ως προς το βάρος σπόρων (καλλιεργητικό έτος 2004)
- Οι μέσοι όροι των πληθυσμών C_1 **m-HY** (Γρεβενά και Πρέσπες), ως προς το βάρος σπόρων, κυμάνθηκαν στο ίδιο επίπεδο με τάση υπεροχής έναντι του πληθυσμού της Ζαγοράς (καλλιεργητικό έτος 2005)
- Οι μέσοι όροι των υψηλοαποδοτικών πληθυσμών C_2 **m-HY** (Γρεβενά και Πρέσπες) και των χαμηλοαποδοτικών πληθυσμών C_2 **m-LY** (Γρεβενά και Πρέσπες), κυμάνθηκαν στο ίδιο επίπεδο, με τάση να υστερούν έναντι των υψηλοαποδοτικών πληθυσμών C_2 **m-HY** και των χαμηλοαποδοτικών πληθυσμών C_2 **m-LY** του γενοτύπου της Ζαγοράς. Η τάση για υπεροχή που έδειξε ο πληθυσμός της Ζαγοράς την τρίτη καλλιεργητική περίοδο και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι επικράτησε απότομη πτώση των

θερμοκρασιών πριν την ολοκλήρωση της συγκομιδής, επιβεβαιώνει την προωμότητα αυτού του πληθυσμού (καλλιεργητικό έτος 2006)

- Από την εκτίμηση του γενετικού κέρδους για το βάρος σπόρων, μετά από δύο κύκλους μαζικής επιλογής (C_0 , C_1 m-HY, C_2 m-HY), για υψηλοαποδοτικούς πληθυσμούς (High yield), προέκυψε ότι καλύτερα ανταποκρίθηκε ο γενότυπος της Ζαγοράς, ενώ η ανταπόκριση ήταν θετική και στους άλλους δύο γενοτύπους φασολιού. Μετά από ένα κύκλο μαζικής επιλογής (C_1 m-LY, C_2 m-LY), για χαμηλοαποδοτικούς πληθυσμούς (Low yield), προέκυψε ότι η ανταπόκριση στην επιλογή ήταν αρνητική για τους τρεις γενοτύπους και συγκεκριμένα ανταποκρίθηκαν καλύτερα οι γενότυποι των Γρεβενών και των Πρεσπών. Βρέθηκε ότι ο γενότυπος της Ζαγοράς ανταποκρίθηκε καλύτερα στην μεθοδολογία της μαζικής επιλογής, αυξάνοντας το παραγωγικό του δυναμικό
- Με την αξιολόγηση των τριών γενοτύπων σε επίπεδο οικογενειών για τα τρία καλλιεργητικά έτη 2004-2006, φάνηκε ότι η αμφίπλευρη γενεαλογική επιλογή ήταν επίσης αποτελεσματική και στους τρεις γενοτύπους. Συγκεκριμένα από το πρώτο καλλιεργητικό έτος (2004), τα δεδομένα έδειξαν ότι ο μέσος όρος \bar{X}_{HY} των επιλεγμένων υψηλοαποδοτικών φυτών υπερτερεί έναντι του γενικού μέσου όρου \bar{X} , ως προς το βάρος σπόρων, ενώ ο μέσος όρος \bar{X}_{LY} των επιλεγμένων χαμηλοαποδοτικών φυτών έδειξε τάση να υστερεί έναντι του γενικού μέσου όρου \bar{X} και στους τρεις γενοτύπους
- Στο επόμενο καλλιεργητικό έτος (2005) εφαρμογής της τροποποιημένης γενεαλογικής επιλογής, τα δεδομένα έδειξαν ότι υπήρξε παραλλακτικότητα μεταξύ των οικογενειών τόσο στα συστατικά της απόδοσης, όσο και στους συντελεστές κληρονομικότητας. Ο συντελεστής γενετικής παραλλακτικότητας GCV για το βάρος σπόρων,

ήταν αρκετά υψηλός στους γενοτύπους των Γρεβενών και των Πρεσπών, για να υπάρχει γενετικό κέρδος

- Στο τελευταίο καλλιεργητικό έτος (2006) εφαρμογής της τροποποιημένης γενεαλογικής επιλογής, τα δεδομένα έδειξαν ότι υπήρξε παραλλακτικότητα μεταξύ των οικογενειών και βρέθηκε ότι υπήρξε τάση προόδου λόγω επιλογής, η οποία συνοδεύτηκε από μια ανακατανομή των οικογενειών, ως προς το βάρος σπόρων, τόσο μεταξύ των υψηλοαποδοτικών όσο και μεταξύ των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών
- Η εκτίμηση του γενετικού κέρδους στους δύο κύκλους γενεαλογικής επιλογής (C_0 , $C_{1\text{-pedigree}}$, $C_{2\text{-pedigree}}$) για υψηλοαποδοτικές οικογένειες (High yield), έδειξε ότι η ανταπόκριση στην επιλογή για υψηλοαποδοτικές οικογένειες ήταν θετική στους τρεις γενοτύπους. Συγκεκριμένα τη μεγαλύτερη ανταπόκριση παρουσίασε ο γενότυπος της Ζαγοράς για το βάρος σπόρων, ακολούθησε ο γενότυπος των Πρεσπών και τελευταίος ο γενότυπος των Γρεβενών. Αντίθετα μετά από δύο κύκλους γενεαλογικής επιλογής (C_0 , $C_{1\text{-pedigree}}$, $C_{2\text{-pedigree}}$) για χαμηλοαποδοτικές οικογένειες (Low yield), καλύτερα ανταποκρίθηκε ο γενότυπος των Γρεβενών
- Μετά από τη διόρθωση των τιμών για τα τρία έτη πειραματισμού 2004-2006 με βάση κοινό μάρτυρα (Bianco di Spagna), προέκυψε ότι για το βάρος των σπόρων, υπήρξε παραλλακτικότητα τόσο μεταξύ των πληθυσμών όσο εντός και μεταξύ των οικογενειών. Η παραλλακτικότητα αυτή συνοδεύτηκε με αύξηση του βάρους των σπόρων από χρονιά σε χρονιά και στους τρεις πληθυσμούς. Συγκρίνοντας το μέσο όρο των τριών ετών, των υψηλοαποδοτικών με το μέσο όρο των χαμηλοαποδοτικών οικογενειών, προκύπτει ότι τη μεγαλύτερη διαφορά εξακολουθεί να παρουσιάζει ο πληθυσμός των Πρεσπών, ενώ ακολουθούν ο πληθυσμός των Γρεβενών και ο

πληθυσμός της Ζαγοράς. Μεταξύ των οικογενειών στους πληθυσμούς των Πρεσπών και των Γρεβενών για τα έτη πειραματισμού 2005 και 2006, παρατηρήθηκε παραλλακτικότητα με σημαντικές διαφορές. Το χαρακτηριστικό συνοδεύτηκε από υψηλούς συντελεστές γενετικής παραλλακτικότητας GCV και η τιμή αυτή είναι ικανή και επιβεβαιώνει υψηλή αποτελεσματικότητα επιλογής. Αντίθετα στον πληθυσμό της Ζαγοράς, οι διαφορές μεταξύ των αξιολογούμενων οικογενειών δεν ήταν σημαντικές

ΕΝΟΤΗΤΑ ΙΙΙ

- Βρέθηκε ότι και στους τρεις πληθυσμούς, τα HS φυτά που αυτογονιμοποιήθηκαν έδωσαν περίπου το 1/3 σε βάρος σπόρων έναντι των ελεύθερα επικονιαζόμενα HS φυτών και συνεπώς η απουσία της σταυρογονιμοποίησης, εκφράστηκε με αισθητή μείωση του παραγωγικού δυναμικού των αυτογονιμοποιούμενων HS φυτών εντός των οικογενειών
- Επίσης μετά από ένα κύκλο αυτογονιμοποίησης και δημιουργίας των S_i οικογενειών, φάνηκε ότι η συμμετοχή της αυτογονιμοποίησης στα καλυμμένα S_i φυτά και η απουσία της σταυρογονιμοποίησης σε σύγκριση με τα ελεύθερα επικονιαζόμενα S_i φυτά, εκφράστηκε με επιπλέον μείωση του παραγωγικού δυναμικού των αυτογονιμοποιούμενων S_i φυτών εντός των οικογενειών. Η ποσοστιαία διαφορά για το βάρος των σπόρων, μεταξύ καλυμμένων S_i φυτών και των ελεύθερα επικονιαζόμενων S_i φυτών, ήταν περίπου 30% για τους πληθυσμούς των Γρεβενών και των Πρεσπών, ενώ πλησίασε το 50% στον πληθυσμό της Ζαγοράς
- Παρατηρήθηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ του βάρους σπόρων και αριθμού λοβών ανά φυτό που εμφάνισαν τα υψηλοαποδοτικά και

χαμηλοποδοτικά αυτογονιμοποιούμενα HS φυτά σε σύγκριση με τα ελεύθερα επικονιαζόμενα HS φυτών και στους τρεις γενοτύπους. Το γεγονός αυτό μας δείχνει ότι στην περίπτωση των αυτογονιμοποιούμενων φυτών, δημιουργούνταν λιγότεροι σπόροι ανά λοβό, αλλά αυτοί λόγω του ίδιου μήκους της τρόπιδας, είχαν τελικά μεγαλύτερο μέγεθος και βάρος

- Με βάση την αξιολόγηση των S₁ οικογενειών κατά το πειραματικό έτος 2006, φάνηκε ότι υπήρξε παραλλακτικότητα μεταξύ των S₁ οικογενειών με στατιστικά σημαντικές διαφορές. Ο πληθυσμός των Γρεβενών έδειξε υπεροχή παρουσιάζοντας το μεγαλύτερο μέσο όρο ως προς το συστατικό βάρος σπόρων, ενώ ακολούθησαν οι πληθυσμοί των Πρεσπών και της Ζαγοράς, αντίστοιχα
- Τέλος η αμφίπλευρη επιλογή (υψηλά vs χαμηλά) για το βάρος σπόρων, δείχνει να είναι αποτελεσματική στις S₁ οικογένειες, αφού οι επιλεγμένες υψηλοαποδοτικές οικογένειες έδειξαν τάση για υπεροχή έναντι των επιλεγμένων χαμηλοαποδοτικών οικογενειών και στις τρεις ποικιλίες

ΕΝΟΤΗΤΑ IV

- Από την αξιολόγηση στο 1^ο περιβάλλον πειραματισμού (περιβάλλον δημιουργίας του γενετικού υλικού – Βελεστίνο) μεταξύ του αρχικού C₀ και των παράγωγων πληθυσμών, βρέθηκε ότι οι υψηλοαποδοτικοί πληθυσμοί του δεύτερου (C_{2M} HY) και του τρίτου (C_{3M} HY) κύκλου μαζικής επιλογής, έδειξαν τάση για υπεροχή έναντι του πληθυσμού βάσης C₀ στις τρεις ποικιλίες. Κατά συνέπεια θα μπορούσε να ειπωθεί ότι δόθηκε η δυνατότητα επιτυχούς βελτίωσης για το συστατικό της απόδοσης (βάρος σπόρων) των αρχικών παραδοσιακών πληθυσμών, με δεδομένο ότι σε

αυτό το περιβάλλον δημιουργήθηκαν οι παράγωγοι πληθυσμοί και επομένως έδειξαν το πραγματικό τους δυναμικό

- Με βάση τα αποτελέσματα της αμφίπλευρης μαζικής επιλογής για κάθε ποικιλία, μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι αυτή ήταν αποτελεσματική και στα δύο περιβάλλοντα αξιολόγησης, με δεδομένο ότι οι επιλεγμένοι υψηλοαποδοτικοί πληθυσμοί έδειξαν τάση για υπεροχή σε σύγκριση με τους αντίστοιχους χαμηλοαποδοτικούς πληθυσμούς, δείχνοντας έτσι το εύρος του παραγωγικού τους δυναμικού. Διαπιστώνουμε ότι οι επιλεγμένοι υψηλοαποδοτικοί πληθυσμοί στο 1^ο περιβάλλον αξιολόγησης έδειξαν το μέγιστο δυναμικό τους (μετά από τρεις κύκλους μαζικής επιλογής), με την ποικιλία της Ζαγοράς να υπερέχει έναντι των άλλων δύο ποικιλιών. Αντίθετα, οι επιλεγμένοι χαμηλοαποδοτικοί πληθυσμοί στο 2^ο περιβάλλον αξιολόγησης (καταπόνησης) άγγιξαν το ελάχιστο του δυναμικού τους
- Με την επιλογή υψηλοαποδοτικών φυτών ως προς το βάρος των σπόρων, υπήρξε θετική επίδραση και στο χαρακτηριστικό αριθμός λοβών ανά φυτό και για τους τρεις γενοτύπους στο 1^ο περιβάλλον αξιολόγησης. Ανάλογα στο ίδιο περιβάλλον αξιολόγησης, παρατηρήθηκε για επιλογή χαμηλοαποδοτικών φυτών για το βάρος σπόρων, αρνητική επίπτωση και ως προς το χαρακτηριστικό αριθμός λοβών ανά φυτό και στους τρεις γενοτύπους
- Μεταξύ των τριών αξιολογούμενων γενοτύπων παρατηρήθηκε παραλλακτικότητα ως προς το βαθμό ανταπόκρισης στη θετική και στην αρνητική επιλογή για το βάρος σπόρων και ιδιαίτερα στο περιβάλλον δημιουργίας τους. Ο πληθυσμός της Ζαγοράς, παρουσίασε το μεγαλύτερο πραγματικό μέσο κέρδος ανά έτος \bar{R}^* έτος⁻¹ (+33.3 g/φυτό), ακολούθησε ο πληθυσμός των Γρεβενών με μέσο κέρδος ανά έτος \bar{R}^* έτος⁻¹ (+24.8 g/φυτό) και τελευταίος ο πληθυσμός των Πρεσπών με μέσο κέρδος ανά

έτος \bar{R}^* έτος⁻¹ (+21.8 g/φυτό). Επίσης στην αρνητική επιλογή για το βάρος σπόρων (1^ο περιβάλλον αξιολόγησης), ο ίδιος πληθυσμός ανταποκρίθηκε καλύτερα σε σύγκριση με τους άλλους δύο πληθυσμούς παρουσιάζοντας και τη μεγαλύτερη μέση απώλεια ανά έτος \bar{R}^* έτος⁻¹ (-8.2 g/φυτό). Συνολικά θα μπορούσε να ειπωθεί ότι ο πληθυσμός της Ζαγοράς ανταποκρίθηκε καλύτερα στη μεθοδολογία της μαζικής επιλογής που εφαρμόστηκε, σε σύγκριση με τους άλλους δύο πληθυσμούς στο περιβάλλον δημιουργίας της

- Με τη συνδυασμένη ανάλυση των δεδομένων από την αξιολόγηση σε δύο περιβάλλοντα, βρέθηκε ότι ο γενότυπος της Ζαγοράς έδειξε τάση υπεροχής έναντι των Γρεβενών και των Πρεσπών στους τρεις κύκλους μαζικής επιλογής. Επιβεβαιώνεται επομένως το γεγονός ότι η ποικιλία της Ζαγοράς ανταποκρίθηκε καλύτερα στην μεθοδολογία μαζικής επιλογής, αφού αυξήθηκε μεν το παραγωγικό δυναμικό της, αλλά και διατηρήθηκε σε υψηλότερο επίπεδο κατά μέσο όρο τόσο στο περιβάλλον δημιουργίας όσο και στο περιβάλλον καταπόνησης, σε σχέση με τις άλλες δύο ποικιλίες
- Από την αξιολόγηση των οικογενειών (που δημιουργήθηκαν μέσω της γενεαλογικής επιλογής) στο 1^ο περιβάλλον, βρέθηκε παραλλακτικότητα και παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των υψηλοαποδοτικών και των χαμηλοαποδοτικών **HS₁** και **HS₃** οικογενειών, για το κριτήριο επιλογής που εξετάστηκε. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι η αμφίπλευρη επιλογή στις οικογένειες του πρώτου και του δεύτερου κύκλου επιλογής ήταν αποτελεσματική και στους τρεις γενοτύπους φασολιού
- Η ποικιλία των Πρεσπών έδειξε τάση υπεροχής ως προς το γενικό μέσο όρο των έξι οικογενειών, τόσο στις οικογένειες του πρώτου κύκλου, όσο

και στις οικογένειες του τρίτου κύκλου γενεαλογικής επιλογής, έναντι των άλλων ποικιλιών

- Επίσης ο γενότυπος των Πρεσπών στο 1^ο περιβάλλον αξιολόγησης, στην γενεαλογική επιλογή για υψηλοαποδοτικές οικογένειες, εμφάνισε το μεγαλύτερο πραγματικό μέσο κέρδος ανά έτος \bar{R}^* έτος⁻¹ (43.3 g/φυτό), ενώ οι γενότυποι των Γρεβενών και της Ζαγοράς εμφάνισαν \bar{R}^* έτος⁻¹ (23.3 g/φυτό) και (27.5 g/φυτό) αντίστοιχα
- Μετά από τρεις κύκλους γενεαλογικής επιλογής και όσον αφορά το 1^ο περιβάλλον αξιολόγησης βρέθηκε ότι μόνο στον γενότυπο της Ζαγοράς υπήρξε αρνητική επίδραση της επιλογής στον αριθμό λοβών ανά φυτό, για τις χαμηλοαποδοτικές οικογένειες. Αντίθετα στο 2^ο περιβάλλον αξιολόγησης, οι χαμηλοαποδοτικές οικογένειες των τριών γενοτύπων δεν παρουσίασαν απώλεια κατά μέσο όρο ανά κύκλο επιλογής, αλλά κέρδος, γεγονός που παρατηρήθηκε και στο χαρακτηριστικό αριθμός λοβών ανά φυτό
- Όσον αφορά την εφαρμογή της τροποποιημένης γενεαλογικής επιλογής, βρέθηκε ότι η ποικιλία των Πρεσπών κατά μέσο όρο έδειξε τάση για υπεροχή σε σχέση με τις άλλες ποικιλίες, για το βάρος σπόρων και των αριθμό λοβών ανά φυτό. Ακόμη και στο αντίξοο περιβάλλον αξιολόγησης η ποικιλία των Πρεσπών διατήρησε την απόδοσή της σε υψηλότερο επίπεδο σε σχέση με τις ποικιλίες των Γρεβενών και της Ζαγοράς, που είχαν παρόμοια απόδοση ως προς το βάρος των σπόρων
- Συνολικά στα δύο περιβάλλοντα αξιολόγησης, οι Si οικογένειες (HY και LY) των τριών ποικιλιών παρουσίασαν ομομεικτική εξασθένηση για το κριτήριο επιλογής το βάρος σπόρων. Στο 1^ο περιβάλλον αξιολόγησης, κατά μέσο όρο για το σύνολο των 6 οικογενειών της ποικιλίας των Πρεσπών και για το βάρος των σπόρων, παρουσιάστηκε το μεγαλύτερο

ποσοστό ομομεικτικής εξασθένησης και ακολούθησαν οι οικογένειες της Ζαγοράς και της ποικιλίας των Γρεβενών. Αντίθετα στο 2^ο περιβάλλον αξιολόγησης, κατά μέσο όρο στο σύνολο των 6 οικογενειών της ποικιλίας της Ζαγοράς και για το βάρος των σπόρων, παρουσιάστηκε το μεγαλύτερο ποσοστό ομομεικτικής εξασθένησης και ακολούθησαν οι οικογένειες των Γρεβενών και των Πρεσπών

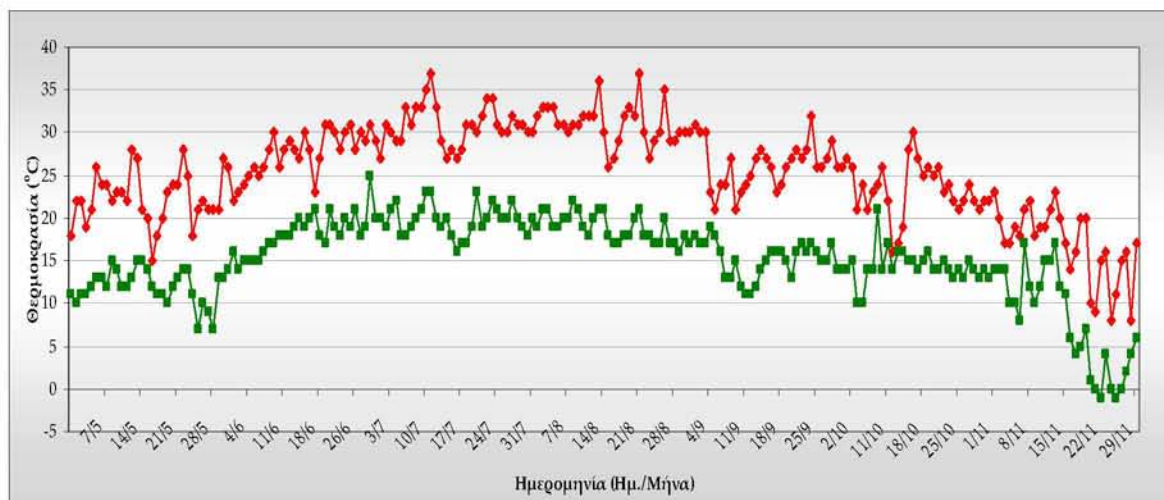
- Οι οικογένειες S_2 στο σύνολό τους εκφράστηκαν με ομομεικτική εξασθένηση, αλλά με απώλεια μικρότερη στο δυναμικό τους σε σύγκριση με τις αντίστοιχες S_1 οικογένειες. Οι επιλεγμένες 6 οικογένειες της Ζαγοράς κατά μέσο όρο εμφάνισαν την μεγαλύτερη ομομεικτική εξασθένηση, μετά από δύο κύκλους αυτογονιμοποίησης για το κριτήριο επιλογής και στα δύο περιβάλλοντα αξιολόγησης
- Σύμφωνα με τα δεδομένα του πειράματος βρέθηκε ότι υπήρχε γενετικό κέρδος και στα δύο σχήματα επιλογής, το οποίο κυμάνθηκε ανάλογα με τον πληθυσμό. Με δεδομένο ότι οι πληθυσμοί εμφάνισαν ομομεικτική εξασθένηση και στους δύο κύκλους αυτογονιμοποίησης, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η μαζική επιλογή είναι θετική σε επίπεδο πληθυσμού αφού προστατεύει την ισορροπία χωρίς σημαντικές απώλειες ενώ αντίθετα η γενεαλογική είναι αποτελεσματικότερη σε επίπεδο καθαρού γενετικού κέρδους όπως αυτό εκφράστηκε μέσω του μικρού αριθμού των τελικά επιλεγόμενων ημισυγγενικών σειρών. Με βάση την παρατήρηση, ότι οι επιλεγμένες υψηλοαποδοτικές οικογένειες των Πρεσπών εμφάνισαν το μεγαλύτερο μέσο κέρδος ανά έτος μετά από τρεις κύκλους γενεαλογικής επιλογής, για τα συστατικά της απόδοσης και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι ο γενότυπος των Πρεσπών παρουσίασε την μικρότερη ομομεικτική επίδραση, μετά από δύο κύκλους αυτογονιμοποίησης, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο συγκεκριμένος γενότυπος ανταποκρίθηκε καλύτερα στην μεθοδολογία της τροποποιημένης γενεαλογικής επιλογής. Αντίθετα οι

υψηλοαποδοτικοί πληθυσμοί των γενοτύπων Ζαγοράς και Γρεβενών εμφάνισαν το μεγαλύτερο μέσο κέρδος ανά έτος μετά από τρεις κύκλους μαζικής επιλογής. Επίσης οι επιλεγμένες οικογένειες των δύο αυτών γενοτύπων εμφάνισαν το μικρότερο μέσο κέρδος ανά έτος μετά από τρεις κύκλους γενεαλογικής επιλογής, για τα συστατικά της απόδοσης και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι παρουσίασαν την μεγαλύτερη ομομεικτική επίδραση, μετά από δύο κύκλους αυτογονιμοποίησης, φάνηκε ότι οι συγκεκριμένοι γενότυποι ανταποκρίθηκαν καλύτερα στην μεθοδολογία της μαζικής επιλογής.

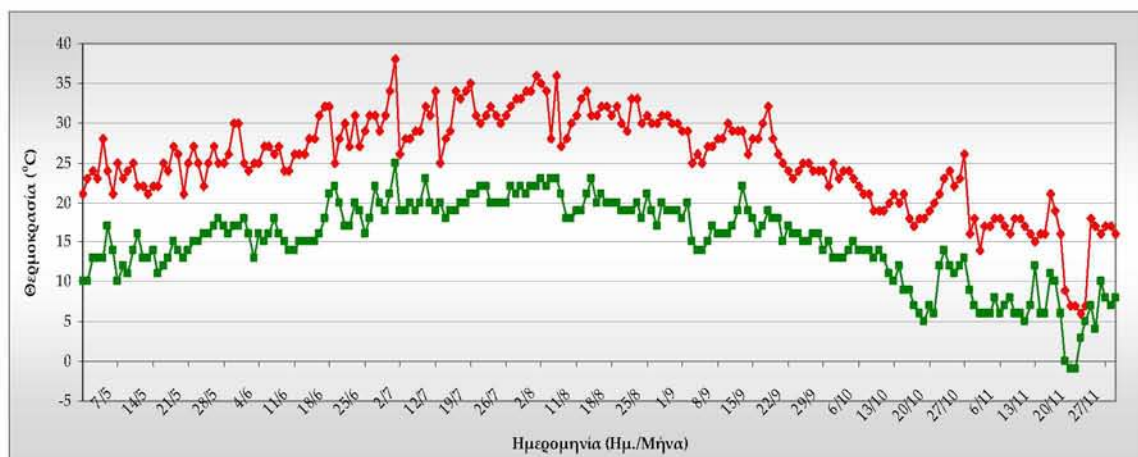
Κεφάλαιο 5

Παράρτημα

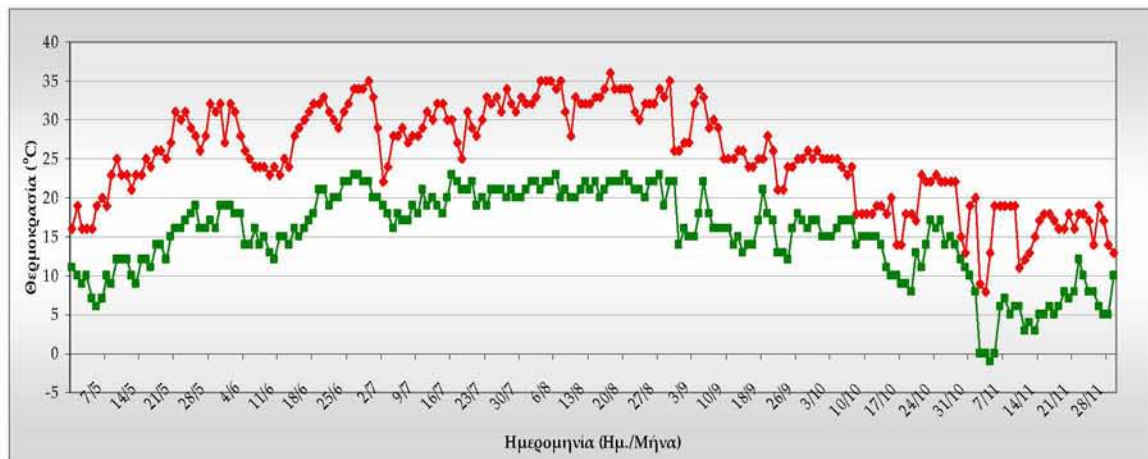
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



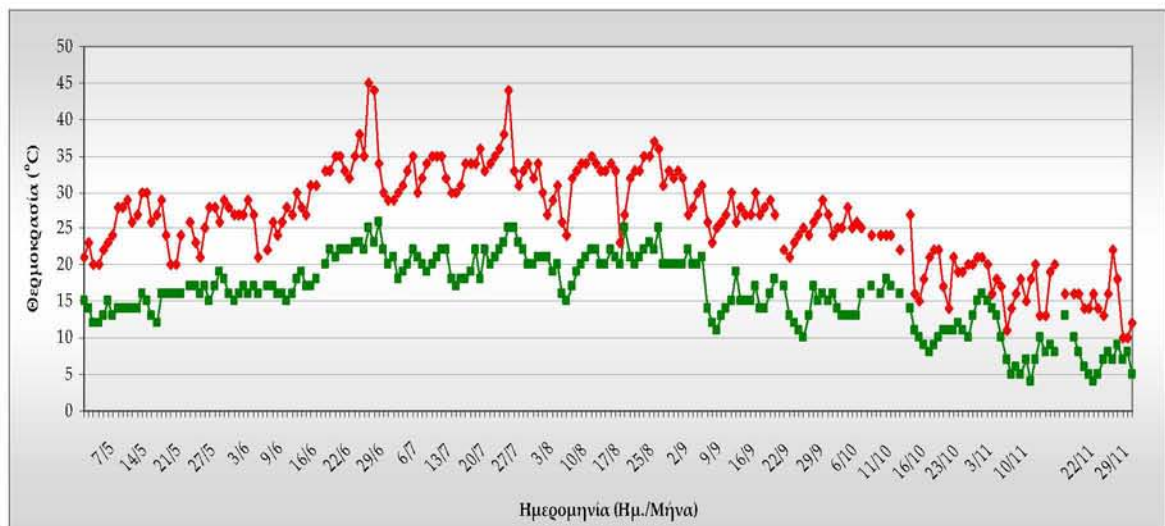
Εικόνα 42: Μεταβολές μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας κατά την καλλιεργητική περίοδο 2004 των πειραμάτων



Εικόνα 43: Μεταβολές μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας κατά την καλλιεργητική περίοδο 2005 των πειραμάτων



Εικόνα 44: Μεταβολές μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας κατά την καλλιεργητική περίοδο 2006 των πειραμάτων



Εικόνα 45: Μεταβολές μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας κατά την καλλιεργητική περίοδο 2007 των πειραμάτων

Πίνακας 17: Μέσοι όροι για βάρος σπόρων ανά φυτό, αριθμό λοβών ανά φυτό και σπόρων ανά λοβό των αρχικών πληθυσμών C₀ φασολιού και μεταβολή μετά την εφαρμογή ενός κύκλου μαζικής επιλογής (1^ο έτος πειραματισμού - 2004)

ΓΕΝΟΤΥΠΟΣ	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _
ΓΡΕΒΕΝΑ			
\bar{X}_{C_0}	275.8 ± 104.0	84.3 ± 19.5	3.0 ± 0.6
\bar{X}_{SHY}	373.1 ± 49.7	98.0 ± 9.8	3.4 ± 0.7
ΠΡΕΣΠΕΣ			
\bar{X}_{C_0}	204.4 ± 108.5	57.7 ± 23.1	2.6 ± 0.6
\bar{X}_{SHY}	326.3 ± 105.4	80.4 ± 13.6	3.0 ± 0.4
ΖΑΓΟΡΑ			
\bar{X}_{C_0}	125.4 ± 46.6	38.0 ± 16.7	2.7 ± 0.6
\bar{X}_{SHY}	156.1 ± 41.9	44.6 ± 12.6	2.9 ± 0.4

\bar{X} : μέσος όρος του πληθυσμού

\bar{X}_{SHY} : μέσος όρος των επιλεγμένων υψηλοποδοτικών φυτών (ανάμειξη σπόρου)

Πίνακας 18: Μέσοι όροι για βάρος σπόρων ανά φυτό, αριθμό λοβών ανά φυτό και σπόρων ανά λοβό των τριών πληθυσμών C_{1M-HY} (2^ο έτος πειραματισμού - 2005)

ΓΕΝΟΤΥΠΟΣ	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _
ΓΡΕΒΕΝΑ			
\bar{X}_{HY-1}	268.3 ± 140.1	70.0 ± 37.1	3.1 ± 0.4
\bar{X}_{SHY-2}	436.1 ± 146.6	113.7 ± 24.8	3.4 ± 0.8
\bar{X}_{SLY-2}	150.5 ± 31.1	30.8 ± 5.7	2.3 ± 0.6
ΠΡΕΣΠΕΣ			
\bar{X}_{HY-1}	272.4 ± 166.7	61.6 ± 42.2	2.8 ± 0.7
\bar{X}_{SHY-2}	533.3 ± 123.4	109.8 ± 40.8	3.0 ± 0.9
\bar{X}_{SLY-2}	122.5 ± 41.2	29.0 ± 13.2	2.5 ± 0.6
ΖΑΓΟΡΑ			
\bar{X}_{HY-1}	224.5 ± 165.7	43.8 ± 34.0	2.6 ± 0.9
\bar{X}_{SHY-2}	520.7 ± 172.1	91.0 ± 26.7	3.0 ± 0.4
\bar{X}_{SLY-2}	172.3 ± 200.2	38.4 ± 51.7	2.4 ± 0.3

\bar{X}_{HY-1} : μέσος όρος του πληθυσμού

\bar{X}_{SHY-2} : μέσος όρος των επιλεγμένων υψηλοποδοτικών φυτών (ανάμειξη σπόρου)

\bar{X}_{SLY-2} : μέσος όρος των επιλεγμένων χαμηλοποδοτικών φυτών (ανάμειξη σπόρου)

Πίνακας 19: Μέσοι όροι για βάρος σπόρων ανά φυτό, αριθμό λοβών ανά φυτό και σπόρων ανά λοβό των τριών πληθυσμών **C₂ M-HY** και των τριών πληθυσμών **C₂ M-LY** (3^ο έτος πειραματισμού - 2006)

ΓΕΝΟΤΥΠΟΣ	Βάρος σπόρων ανά φυτό — g —	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _
ΓΡΕΒΕΝΑ			
\bar{X}_{HY-2}	190.1 ± 70.5	75.2 ± 26.1	3.0 ± 0.3
\bar{X}_{LY-2}	133.1 ± 65.8	57.1 ± 26.4	2.8 ± 0.2
\bar{X}_{SHY-3}	304.7 ± 64.4	102.2 ± 21.2	3.2 ± 0.4
\bar{X}_{SLY-3}	41.9 ± 28.3	31.7 ± 28.1	2.7 ± 0.1
ΠΡΕΣΠΕΣ			
\bar{X}_{HY-2}	190.5 ± 84.1	74.1 ± 30.3	2.6 ± 0.4
\bar{X}_{LY-2}	137.5 ± 77.0	58.8 ± 32.2	2.3 ± 0.2
\bar{X}_{SHY-3}	324.4 ± 30.9	122.0 ± 14.5	2.7 ± 0.3
\bar{X}_{SLY-3}	39.4 ± 22.9	17.0 ± 14.0	2.4 ± 0.1
ΖΑΓΟΡΑ			
\bar{X}_{HY-2}	268.3 ± 140.1	70.0 ± 37.1	2.8 ± 0.3
\bar{X}_{LY-2}	184.3 ± 64.5	65.9 ± 22.9	2.3 ± 0.1
\bar{X}_{SHY-3}	287.9 ± 25.8	100.5 ± 11.9	2.6 ± 0.4
\bar{X}_{SLY-3}	99.3 ± 15.6	50.8 ± 28.2	2.4 ± 0.3

\bar{X}_{HY-2} : μέσος όρος των υψηλοαποδοτικών φυτών του πληθυσμού

\bar{X}_{LY-2} : μέσος όρος των χαμηλοαποδοτικών φυτών του πληθυσμού

\bar{X}_{SHY-3} : μέσος όρος των επιλεγμένων υψηλοαποδοτικών φυτών (ανάμειξη σπόρων)

\bar{X}_{SLY-3} : μέσος όρος των επιλεγμένων χαμηλοαποδοτικών φυτών (ανάμειξη σπόρων)

Πίνακας 21α: Τιμές ατομικών φυτών για τον αριθμό λοβών ανά φυτό και αριθμό σπόρων ανά λοβό, μέσοι όροι πειραματικού τεμαχίου των τριών γενοτύπων και μέσοι όροι των υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών φυτών (1^ο έτος πειραματισμού – 2004)

ΓΡΕΒΕΝΑ			ΠΡΕΣΠΕΣ			ΖΑΓΟΡΑ		
Οικ. HS ₁	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _	Οικ. HS ₁	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _	Οικ. HS ₁	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _
1 Γ ₁	91	2.5	1 Π ₁	100	3.3	1 Ζ ₁	60	3.3
2 Γ ₁	106	3.0	2 Π ₁	78	2.4	2 Ζ ₁	49	2.9
3 Γ ₁	110	4.4	3 Π ₁	91	3.2	3 Ζ ₁	82	3.0
4 Γ ₁	86	2.7	4 Π ₁	25	1.9	4 Ζ ₁	32	3.2
5 Γ ₁	69	2.3	5 Π ₁	33	2.4	5 Ζ ₁	36	2.6
6 Γ ₁	49	3.0	6 Π ₁	40	1.8	6 Ζ ₁	34	2.0
\bar{X}_p (εύρος)	84.3 ± 19.5 (49.0 - 110.0)	3.0 ± 0.6 (2.3 - 4.4)	\bar{X}_p (εύρος)	57.7 ± 23.1 (24.0 - 100.0)	2.6 ± 0.6 (1.4 - 3.5)	\bar{X}_p (εύρος)	38.0 ± 16.7 (24.0 - 82.0)	2.7 ± 0.6 (1.5 - 3.3)
\bar{X}_{sHY}	102.3 ± 10.0	3.3 ± 1.0	\bar{X}_{sHY}	89.7 ± 11.1	3.0 ± 0.5	\bar{X}_{sHY}	63.7 ± 16.8	3.1 ± 0.2
\bar{X}_{sLY}	68.0 ± 18.5	2.7 ± 0.4	\bar{X}_{sLY}	32.7 ± 7.5	2.0 ± 0.3	\bar{X}_{sLY}	34.0 ± 2.0	2.6 ± 0.6

(\bar{X}_{HY} και \bar{X}_{LY} : οι μέσοι όροι των επιλεγμένων 3 υψηλοαποδοτικών και 3 χαμηλοαποδοτικών φυτών αντίστοιχα)

Πίνακας 23: Μέσοι όροι και γενετικές παράμετροι για βάρος σπόρων ανά φυτό και αριθμό λοβών ανά φυτό μεταξύ υψηλοποδοτικών και χαμηλοποδοτικών οικογενειών των τριών γενοτύπων (αξιολόγηση 2005)

ΓΡΕΒΕΝΑ			ΠΡΕΣΠΕΣ			ΖΑΓΟΡΑ		
Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό _____g_____	Αρ. λοβών ανά φυτό _αρ. λοβών_	Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό _____g_____	Αρ. λοβών ανά φυτό _αρ. λοβών_	Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό _____g_____	Αρ. λοβών ανά φυτό _αρ. λοβών_
1 Γ₁	259.8 ± 90.4	58.8 ± 18.3	1 Π₁	305.2 ± 11.2	70.4 ± 7.4	1 Ζ₁	227.7 ± 35,8	68.0 ± 20.7
2 Γ₁	241.3 ± 94.1	48.4 ± 18.2	2 Π₁	230.4 ± 53.0	53.0 ± 14.7	2 Ζ₁	246.9 ± 24.1	80.3 ± 6.3
3 Γ₁	230.2 ± 17.7	39.7 ± 2.8	3 Π₁	235.3 ± 48.2	55.8 ± 6.4	3 Ζ₁	257.9 ± 19.4	76.2 ± 22.7
4 Γ₁	149.9 ± 15.6	28.9 ± 64	4 Π₁	255.5 ± 64.9	55.6 ± 3.0	4 Ζ₁	203.1 ± 35.5	41.4 ± 16.7
5 Γ₁	189.1 ± 30.0	33.7 ± 7.7	5 Π₁	204.2 ± 23.5	48.3 ± 8.4	5 Ζ₁	207.4 ± 33,5	53.5 ± 24.9
6 Γ₁	195.5 ± 23.0	35.7 ± 1.7	6 Π₁	198.9 ± 64.0	48.1 ± 18.0	6 Ζ₁	217.9 ± 42.4	51.2 ± 11.9
\bar{X}	211.2 ± 40.3	40.9 ± 10.9	\bar{X}	238.3 ± 38.9	55.2 ± 8.2	\bar{X}	226.8 ± 21.9	61.8 ± 15.4
F test	**	**	F test	ns	ns	F test	ns	ns
CV%	20.4	22.5	CV%	17.4	20.4	CV%	14.3	28.20
ΕΣΔ	63.7	13.6	ΕΣΔ	-	-	ΕΣΔ	-	-
σ²p	2859.4	176.1	σ²p	2661.5	151.1	σ²p	1184.2	439.8
σ²g	1006.2	91.4	σ²g	936.9	24.5	σ²g	125.7	136.1
h²	0.35	0.52	h²	0.35	0.16	h²	0.11	0.31
GCV	15.0	23.4	GCV	12.8	9.0	GCV	4.9	18.9
σ²e	1853.2	84.8	σ²e	1724.6	126.6	σ²e	1058.5	303.6

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

Πίνακας 25: Μέσοι όροι και γενετικές παράμετροι για βάρος σπόρων ανά φυτό και αριθμό λοβών ανά φυτό μεταξύ υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών οικογενειών των τριών γενοτύπων (αξιολόγηση 2006)

ΓΡΕΒΕΝΑ			ΠΡΕΣΠΕΣ			ΖΑΓΟΡΑ		
Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό g	Αρ. λοβών ανά φυτό αο. λοβών	Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό g	Αρ. λοβών ανά φυτό αο. λοβών	Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό g	Αρ. λοβών ανά φυτό αο. λοβών
1 Γ₁	229.2 ± 56.0	81.4 ± 17.3	1 Π₁	231.8 ± 12.4	88.4 ± 4.7	1 Ζ₁	334.9 ± 129.4	89.6 ± 19.2
2 Γ₁	225.8 ± 25.3	86.2 ± 8.0	2 Π₁	280.2 ± 42.5	93.1 ± 11.3	2 Ζ₁	352.3 ± 74.9	85.4 ± 14.5
3 Γ₁	240.9 ± 24.2	94.5 ± 5.9	3 Π₁	290.7 ± 35.8	90.9 ± 13.2	3 Ζ₁	308.4 ± 86.0	94.5 ± 9.9
4 Γ₁	176.4 ± 20.5	81.0 ± 15.0	4 Π₁	227.4 ± 11.0	76.5 ± 6.2	4 Ζ₁	206.0 ± 58.9	65.9 ± 11.5
5 Γ₁	214.6 ± 9.2	80.0 ± 16.9	5 Π₁	207.4 ± 43.6	69.6 ± 13.6	5 Ζ₁	222.0 ± 117.9	72.5 ± 20.5
6 Γ₁	207.8 ± 19.5	66.1 ± 3.5	6 Π₁	225.5 ± 46.4	87.5 ± 6.4	6 Ζ₁	271.3 ± 24.6	71.2 ± 20.6
\bar{X}	215.8 ± 22.5	81.5 ± 9.3	\bar{X}	243.8 ± 33.5	84.3 ± 9.2	\bar{X}	282.5 ± 59.9	79.9 ± 11.5
F test	**	ns	F test	ns	ns	F test	ns	ns
CV%	11.2	16.1	CV%	12.1	10.8	CV%	30.6	21.4
ΕΣΔ	35.6	-	ΕΣΔ	-	-	ΕΣΔ	-	-
σ²p	891.4	200.7	σ²p	1701.8	140.6	σ²p	8556.6	327.3
σ²g	311.7	28.8	σ²g	829.1	57.2	σ²g	1095.9	35.6
h²	0.35	0.14	h²	0.49	0.41	h²	0.13	0.11
GCV	8.2	6.7	GCV	11.8	9.0	GCV	11.7	7.5
σ²e	579.7	171.9	σ²e	872.8	83.4	σ²e	7460.7	291.7

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

Πίνακας 32: Μέσοι όροι από βάρος σπόρων, λοβοί ανά φυτό και σπόροι ανά λοβό των έξι πληθυσμών για κάθε γενότυπο στον πειραματικό αγρό στο Βελεστίνο (αξιολόγηση πληθυσμών από μαζική επιλογή – 2007)

Πληθυσμοί	ΓΡΕΒΕΝΑ			ΖΑΓΟΡΑ			ΠΡΕΣΠΕΣ		
	Βάρος σπόρων ανά φυτό	Αρ. λοβών ανά φυτό	Σπόροι ανά λοβό	Βάρος σπόρων ανά φυτό	Αρ. λοβών ανά φυτό	Σπόροι ανά λοβό	Βάρος σπόρων ανά φυτό	Αρ. λοβών ανά φυτό	Σπόροι ανά λοβό
	___ g ___	_ αρ. λοβών _	_ αρ. σπόρων _	___ g ___	_ αρ. λοβών _	_ αρ. σπόρων _	___ g ___	_ αρ. λοβών _	_ αρ. σπόρων _
$\bar{X} C_0$	143.8±0.8	57.6±6.2	2.2±0.1	140.3±33.0	42.2±14.4	2.6±0.3	158.1±36.7	60.8±14.1	3.0±0.1
$\bar{X} C_1 HY$	153.2±3.2	46.1±0.6	2.6±0.0	176.3±9.8	60.5±4.2	2.7±0.1	146.6±9.3	52.6±9.3	2.5±0.3
$\bar{X} C_2 HY$	189.4±8.1	60.1±10.3	2.7±0.3	227.4±21.2	70.7±9.5	2.9±0.1	191.1±6.0	65.2±5.9	2.5±0.1
$\bar{X} C_2 LY$	150.2±10.4	33.9±3.7	2.6±0.1	112.8±14.1	46.3±2.4	2.4±0.1	93.4±19.7	32.5±4.9	2.3±0.1
$\bar{X} C_3 HY$	217.7±25.2	71.9±6.4	2.6±0.1	240.1±2.6	77.3±1.3	2.8±0.1	223.4±11.8	70.0±6.6	2.3±0.1
$\bar{X} C_3 LY$	145.6±9.4	49.8±6.0	2.4±0.1	123.8±9.2	41.7±1.9	2.3±0.1	146.7±8.6	43.4±7.1	2.2±0.2
\bar{X}	166.6	53.2	2.5	170.1	56.4	2.6	159.9	54.1	2.4
Sx	30.1	13.0	0.2	53.9	15.4	0.2	44.2	14.2	0.3
F test	**	**	ns	**	**	Ns	**	ns	**
CV%	8.0	10.7	6.1	11.4	14.3	6.5	12.1	17.1	7.0
ΕΣΔ	34.3	14.7	0.4	49.7	20.7	0.4	49.8	23.8	0.4

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

Πίνακας 34: Μέσοι όροι από το βάρος σπόρων, λοβοί ανά φυτό και σπόροι ανά λοβό των έξι πληθυσμών για κάθε γενότυπο στον πειραματικό αγρό στο Μ. Περιβολάκι (αξιολόγηση πληθυσμών από μαζική επιλογή – 2007)

Πληθυσμοί	ΓΡΕΒΕΝΑ			ΖΑΓΟΡΑ			ΠΡΕΣΠΕΣ		
	Βάρος σπόρων ανά φυτό	Αρ. λοβών ανά φυτό	Σπόροι ανά λοβό	Βάρος σπόρων ανά φυτό	Αρ. λοβών ανά φυτό	Σπόροι ανά λοβό	Βάρος σπόρων ανά φυτό	Αρ. λοβών ανά φυτό	Σπόροι ανά λοβό
	___ g ___	_ αρ. λοβών _	_ αρ. σπόρων _	___ g ___	_ αρ. λοβών _	_ αρ. σπόρων _	___ g ___	_ αρ. λοβών _	_ αρ. σπόρων _
$\bar{X} C_0$	23.2±1.6	14.5±2.1	1.9±0.4	30.7±3.6	24.0±5.4	2.1±0.0	30.9±1.8	18.6±3.3	2.0±0.1
$\bar{X} C_1 HY$	24.0±4.2	18.0±2.8	2.3±0.1	34.4±8.6	18.7±8.0	2.2±0.1	32.5±5.6	21.0±2.7	2.2±0.4
$\bar{X} C_2 HY$	28.7±3.6	22.0±2.8	2.2±0.1	41.6±0.9	25.3±2.3	2.2±0.1	41.6±0.1	34.7±3.2	2.1±0.1
$\bar{X} C_2 LY$	14.6±6.2	10.5±4.9	1.8±0.3	24.8±4.7	15.5±4.2	2.2±0.3	27.7±1.6	19.0±8.2	2.2±0.3
$\bar{X} C_3 HY$	32.8±6.9	23.3±3.2	1.9±0.1	43.2±4.9	25.4±4.4	2.2±0.1	46.4±2.4	37.1±0.5	2.4±0.1
$\bar{X} C_3 LY$	15.4±3.0	13.5±2.8	1.6±0.1	22.7±3.7	16.2±0.8	1.8±0.6	24.9±1.7	15.2±0.9	2.4±0.1
\bar{X}	23.1	17.0	1.9	32.9	20.8	2.1	34.0	24.2	2.2
S_x	7.2	5.0	0.2	8.5	4.6	0.2	8.3	9.2	0.2
F test	ns	*	ns	**	ns	ns	**	**	ns
CV%	21.7	18.7	11.2	9.1	20.2	10.8	13.1	16.4	13.3
ΕΣΔ	12.9	8.1	0.56	7.7	10.8	0.6	11.5	10.1	0.75

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

Πίνακας 44: Μέσοι όροι από τα συστατικά της απόδοσης των έξι οικογενειών S₁ του πρώτου κύκλου αυτογονιμοποίησης για κάθε γενότυπο και οι γενετικοί παράμετροι στον οργανικό αγρό στο Βελεστίνο (αξιολόγηση 2007)

ΓΡΕΒΕΝΑ				ΠΡΕΣΠΕΣ				ΖΑΓΟΡΑ			
Οικ. S ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό __ αρ. σπόρων __	Οικ. S ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό __ αρ. σπόρων __	Οικ. S ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό __ αρ. σπόρων __
1 S _{1Γ}	78.8	27.4	1.4	1 S _{1Π}	56.9	34.2	1.3	1 S _{1Ζ}	76.7	33.5	1.3
2 S _{1Γ}	81.5	41.6	1.6	2 S _{1Π}	48.2	25.6	1.3	2 S _{1Ζ}	100.3	44.5	1.4
3 S _{1Γ}	85.0	41.9	1.6	3 S _{1Π}	58.1	32.4	1.5	3 S _{1Ζ}	77.6	35.5	1.4
\bar{X}_{S1-HY}	81.8±3.1	37.0±8.3	1.5±0.1	\bar{X}_{S1-HY}	54.4±5.4	30.7±4.5	1.4±0.1	\bar{X}_{S1-HY}	84.9±13.4	37.8±5.9	1.4±0.1
4 S _{1Γ}	59.4	26.7	1.5	4 S _{1Π}	62.7	32.7	1.5	4 S _{1Ζ}	63.8	30.3	1.5
5 S _{1Γ}	63.3	38.0	1.5	5 S _{1Π}	63.1	31.2	1.5	5 S _{1Ζ}	50.5	24.5	1.4
6 S _{1Γ}	70.9	29.5	1.5	6 S _{1Π}	38.7	24.4	1.2	6 S _{1Ζ}	48.5	22.5	1.3
\bar{X}_{S1-LY}	64.5±5.8	31.4±5.9	1.5±0.0	\bar{X}_{S1-LY}	54.8±14.0	29.4±4.4	1.4±0.2	\bar{X}_{S1-LY}	54.3±8.3	25.8±4.1	1.4±0.1
\bar{X}	73.1	34.2	1.5	\bar{X}	54.6	30.1	1.4	\bar{X}	69.5	31.8	1.4
S _x	10.3	7.1	0.1	S _x	9.5	4.1	0.1	S _x	19.5	8.0	0.1
F test	ns	*	ns	F test	ns	ns	ns	F test	*	ns	ns
CV%	13.9	11.7	9.6	CV%	14.1	14.6	9.7	CV%	16.9	24.3	9.2
ΕΣΔ	-	10.3	-	ΕΣΔ	-	-	-	ΕΣΔ	30.3	-	-

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

Πίνακας 46: Μέσοι όροι από τα συστατικά της απόδοσης των έξι οικογενειών S₂ του δεύτερου κύκλου αυτογονιμοποίησης για κάθε γενότυπο και οι γενετικοί παράμετροι στον οργανικό αγρό στο Βελεστίνο (αξιολόγηση 2007)

ΓΡΕΒΕΝΑ				ΠΡΕΣΠΕΣ				ΖΑΓΟΡΑ			
Οικ. S ₂	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων	Οικ. S ₂	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων	Οικ. S ₂	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων
1 S ₂ Γ	72.4	37.2	1.2	1 S ₂ Π	56.0	30.9	1.3	1 S ₂ Z	57.8	30.0	1.4
2 S ₂ Γ	77.0	37.8	1.3	2 S ₂ Π	46.3	22.2	1.2	2 S ₂ Z	55.4	32.0	1.2
3 S ₂ Γ	69.0	35.2	1.5	3 S ₂ Π	57.1	24.0	1.3	3 S ₂ Z	36.8	22.5	1.4
\bar{X}_{S_2-HY}	72.8±4.0	36.7±1.4	1.3±0.2	\bar{X}_{S_2-HY}	53.1±5.9	25.7±4.6	1.3±0.1	\bar{X}_{S_2-HY}	50.0±11.5	28.2±5.0	1.3±0.1
4 S ₂ Γ	55.5	25.8	1.2	4 S ₂ Π	55.0	23.6	1.2	4 S ₂ Z	22.5	20.0	1.1
5 S ₂ Γ	69.6	31.0	1.3	5 S ₂ Π	52.9	26.9	1.3	5 S ₂ Z	26.6	23.0	1.2
6 S ₂ Γ	67.9	29.7	1.2	6 S ₂ Π	47.1	21.7	1.2	6 S ₂ Z	39.1	26.0	1.1
\bar{X}_{S_2-LY}	64.3±7.7	28.8±2.7	1.2±0.1	\bar{X}_{S_2-LY}	51.7±4.1	24.1±2.6	1.2±0.1	\bar{X}_{S_2-LY}	29.4±8.6	23.0±3.0	1.1±0.1
\bar{X}	68.5	32.8	1.3	\bar{X}	52.4	24.9	1.2	\bar{X}	39.7	25.6	1.2
S _x	7.2	4.7	0.1	S _x	4.6	3.5	0.0	S _x	14.5	4.7	0.1
F test	ns	**	ns	F test	ns	ns	ns	F test	*	**	ns
CV%	7.3	6.1	7.1	CV%	4.6	9.3	4.3	CV%	17.6	5.5	13.4
ΕΣΔ	-	5.1	-	ΕΣΔ	-	-	-	ΕΣΔ	17.9	3.6	-

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

Πίνακας 47: Μέσοι όροι από τα συστατικά της απόδοσης των έξι οικογενειών S₁ του πρώτου κύκλου αυτογονιμοποίησης για κάθε γενότυπο και οι γενετικοί παράμετροι στον οργανικό αγρό στο Μ. Περιβολάκι (αξιολόγηση 2007)

ΓΡΕΒΕΝΑ				ΠΡΕΣΠΙΕΣ				ΖΑΓΟΡΑ			
Οικ. S ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων	Οικ. S ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων	Οικ. S ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _
1 S_{1Γ}	17.0	17.5	1.1	1 S_{1Π}	21.4	17.5	1.3	1 S_{1Ζ}	17.6	10.0	1.9
2 S_{1Γ}	17.3	18.5	1.1	2 S_{1Π}	17.1	14.5	1.5	2 S_{1Ζ}	22.4	22.4	2.4
3 S_{1Γ}	24.4	22.1	1.2	3 S_{1Π}	25.0	22.0	1.6	3 S_{1Ζ}	12.7	11.0	1.4
\bar{X}_{S1-HY}	19.6±4.2	19.4±2.4	1.1±0.1	\bar{X}_{S1-HY}	21.2±4.0	18.0±3.8	1.5±0.2	\bar{X}_{S1-HY}	17.6±4.9	14.5±6.9	1.9±0.5
4 S_{1Γ}	9.6	11.0	1.0	4 S_{1Π}	12.3	13.5	1.4	4 S_{1Ζ}	9.6	6.5	1.2
5 S_{1Γ}	8.4	9.5	0.9	5 S_{1Π}	11.1	14.5	1.2	5 S_{1Ζ}	11.1	7.5	1.2
6 S_{1Γ}	11.2	13.0	1.1	6 S_{1Π}	13.5	17.0	1.2	6 S_{1Ζ}	8.1	6.0	1.0
\bar{X}_{S1-LY}	9.7±1.4	11.2±1.8	1.0±0.1	\bar{X}_{S1-LY}	12.3±1.2	15.0±1.8	1.3±0.1	\bar{X}_{S1-LY}	9.6±1.5	6.7±0.8	1.1±0.1
\bar{X}	14.6	15.3	1.0	\bar{X}	16.7	16.5	1.3	\bar{X}	13.6	10.6	1.5
S_x	6.1	4.9	0.1	S_x	5.5	3.1	0.2	S_x	5.4	6.1	0.5
F test	**	*	ns	F test	ns	ns	ns	F test	*	ns	**
CV%	12.8	17.3	13.7	CV%	22.7	15.0	10.2	CV%	24.7	37.5	13.7
ΕΣΔ	4.8	6.8	-	ΕΣΔ	-	-	-	ΕΣΔ	8.6	-	0.5

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

Πίνακας 48: Μέσοι όροι από τα συστατικά της απόδοσης των έξι οικογενειών S₂ του δεύτερου κύκλου αυτογονιμοποίησης για κάθε γενότυπο και οι γενετικοί παράμετροι στον οργανικό αγρό στο Μ. Περιβολάκι (αξιολόγηση 2007)

ΓΡΕΒΕΝΑ				ΠΡΕΣΠΕΣ				ΖΑΓΟΡΑ			
Οικ. S ₂	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό __ αρ. σπόρων __	Οικ. S ₂	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό __ αρ. σπόρων __	Οικ. S ₂	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό __ αρ. σπόρων __
1 S₂Γ	15.0	14.5	1.1	1 S₂Π	15.0	13.5	1.0	1 S₂Z	13.7	13.6	1.1
2 S₂Γ	16.2	15.0	0.9	2 S₂Π	15.0	14.0	1.4	2 S₂Z	11.7	9.5	1.1
3 S₂Γ	16.7	13.0	1.1	3 S₂Π	23.0	19.5	1.1	3 S₂Z	10.4	7.5	0.9
\bar{X}_{S_2-HY}	16.0±0.9	14.2±1.0	1.0±0.1	\bar{X}_{S_2-HY}	17.7±4.6	15.7±3.3	1.2±0.2	\bar{X}_{S_2-HY}	11.9±1.7	10.2±3.1	1.0±0.1
4 S₂Γ	7.7	10.5	0.9	4 S₂Π	11.3	12.4	1.2	4 S₂Z	10.1	6.5	1.0
5 S₂Γ	7.7	8.6	0.9	5 S₂Π	11.0	13.0	1.2	5 S₂Z	7.4	6.0	0.9
6 S₂Γ	8.6	8.3	0.8	6 S₂Π	12.8	14.1	1.4	6 S₂Z	8.0	6.0	0.9
\bar{X}_{S_2-LY}	8.0±0.5	9.1±1.2	0.9±0.1	\bar{X}_{S_2-LY}	11.7±1.0	13.2±0.9	1.3±0.1	\bar{X}_{S_2-LY}	8.5±1.4	6.2±0.3	0.9±0.1
\bar{X}	12.0	11.6	0.9	\bar{X}	14.7	14.4	1.2	\bar{X}	10.2	8.2	1.0
S_x	4.4	2.9	0.1	S_x	4.4	2.6	0.2	S_x	2.3	3.0	0.1
F test	**	ns	ns	F test	ns	ns	ns	F test	**	**	ns
CV%	8.1	16.2	15.4	CV%	20.6	9.6	8.1	CV%	2.2	7.7	5.5
ΕΣΔ	2.5	-	-	ΕΣΔ	-	-	-	ΕΣΔ	0.6	1.6	-

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

Πίνακας 49: Μέσοι όροι από τα συστατικά της απόδοσης των έξι οικογενειών HS₁ του πρώτου κύκλου επιλογής για κάθε γενότυπο και οι γενετικοί παράμετροι στον πειραματικό αγρό στο Βελεστίνο (αξιολόγηση 2007)

ΓΡΕΒΕΝΑ				ΠΡΕΣΠΕΣ				ΖΑΓΟΡΑ			
Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _	Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _	Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό ___ g ___	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων _
1 Γ ₁	188.8±2.5	73.4±6.2	2.8±0.2	1 Π ₁	179.3±10.3	64.4±2.8	2.6±0.2	1 Ζ ₁	185.9±5.4	63.2±0.2	3.0±0.3
2 Γ ₁	168.6±5.3	61.0±12.6	2.6±0.3	2 Π ₁	173.2±7.1	63.2±1.6	2.4±0.1	2 Ζ ₁	189.8±9.2	57.8±2.5	2.8±0.1
3 Γ ₁	215.2±5.5	66.6±2.5	2.9±0.0	3 Π ₁	194.1±49.9	70.8±19.1	2.4±0.1	3 Ζ ₁	158.3±33.0	66.1±11.5	2.5±0.1
\bar{X}_{HY-HS1}	190.2±23.3	67.0±6.2	2.8±0.2	\bar{X}_{HY-HS1}	182.2±10.7	66.1±4.1	2.5±0.1	\bar{X}_{HY-HS1}	178.0±17.2	62.4±4.2	2.8±0.3
4 Γ ₁	109.8±4.3	38.9±2.0	2.2±0.0	4 Π ₁	144.3±7.1	52.5±2.2	2.3±0.3	4 Ζ ₁	96.7±32.8	30.0±5.7	2.4±0.1
5 Γ ₁	109.1±9.6	34.8±7.1	1.8±0.0	5 Π ₁	129.8±8.9	45.9±3.3	2.4±0.2	5 Ζ ₁	103.2±9.9	39.1±7.4	2.4±0.2
6 Γ ₁	109.7±16.2	39.4±4.8	2.5±0.1	6 Π ₁	139.0±12.9	51.4±3.4	2.5±0.1	6 Ζ ₁	126.3±13.1	46.0±6.4	2.5±0.1
\bar{X}_{LY-HS1}	109.5±0.4	37.7±2.5	2.2±0.4	\bar{X}_{LY-HS1}	137.7±7.3	49.9±3.5	2.4±0.1	\bar{X}_{LY-HS1}	108.7±15.6	38.4±8.0	2.4±0.1
\bar{X}	150.2	52.3	2.5	\bar{X}	159.9	58.0	2.4	\bar{X}	143.4	50.4	2.6
S _x	46.9	16.6	0.4	S _x	25.7	9.5	0.1	S _x	40.7	14.3	0.3
F test	**	**	**	F test	ns	ns	ns	F test	**	*	**
CV%	4.6	11.9	6.5	CV%	14.8	13.0	8.0	CV%	15.5	14.3	2.8
ΕΣΔ	17.7	16.0	0.4	ΕΣΔ	60.8	19.3	0.5	ΕΣΔ	57.3	18.5	0.2

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

Πίνακας 50: Μέσοι όροι από τα συστατικά της απόδοσης των έξι οικογενειών HS₃ τρίτου κύκλου επιλογής για κάθε γενότυπο και οι γενετικοί παράμετροι στον πειραματικό αγρό στο Βελεστίνο (αξιολόγηση 2007)

ΓΡΕΒΕΝΑ				ΠΡΕΣΠΕΣ				ΖΑΓΟΡΑ			
Οικ. HS ₃	Βάρος σπόρων ανά φυτό _____ g _____	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων	Οικ. HS ₃	Βάρος σπόρων ανά φυτό _____ g _____	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων	Οικ. HS ₃	Βάρος σπόρων ανά φυτό _____ g _____	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων
1 Γ ₃	219.9±11.5	82.5±3.7	2.4±0.1	1 Π ₃	299.9±6.3	93.7±10.3	2.7±0.3	1 Ζ ₃	257.1±31.7	62.3±12.3	2.9±0.4
2 Γ ₃	191.9±2.8	72.9±1.6	2.8±0.2	2 Π ₃	222.5±9.3	72.0±7.2	2.5±0.1	2 Ζ ₃	225.0±24.6	65.1±3.0	2.5±0.2
3 Γ ₃	235.5±14.4	83.5±3.0	2.7±0.1	3 Π ₃	259.1±8.6	80.3±7.9	2.6±0.1	3 Ζ ₃	283.6±78.3	84.6±14.5	2.7±0.1
\bar{X}_{HY-HS_3}	215.8±22.1	79.6±5.9	2.6±0.2	\bar{X}_{HY-HS_3}	260.5±38.7	82.0±10.9	2.6±0.1	\bar{X}_{HY-HS_3}	255.2±29.3	70.7±12.1	2.7±0.2
4 Γ ₃	147.7±10.0	60.1±6.0	2.6±0.1	4 Π ₃	166.4±8.7	50.4±0.4	2.4±0.2	4 Ζ ₃	99.3±14.6	27.3±1.3	2.2±0.1
5 Γ ₃	154.7±5.2	68.1±10.6	2.2±0.1	5 Π ₃	183.9±10.5	62.2±3.1	2.7±0.1	5 Ζ ₃	130.3±23.2	37.9±10.3	2.6±0.1
6 Γ ₃	161.5±7.9	65.5±6.5	2.9±0.0	6 Π ₃	166.5±5.9	62.6±13.1	2.7±0.1	6 Ζ ₃	158.4±1.3	47.5±7.7	2.3±0.2
\bar{X}_{LY-HS_3}	154.6±6.9	64.6±4.1	2.6±0.4	\bar{X}_{LY-HS_3}	172.3±10.1	58.4±6.9	2.6±0.2	\bar{X}_{LY-HS_3}	129.3±29.6	37.6±10.1	2.4±0.2
\bar{X}	185.2	72.1	2.6	\bar{X}	216.4	70.2	2.6	\bar{X}	192.3	54.1	2.5
S _x	36.6	9.4	0.2	S _x	54.5	15.3	0.1	S _x	73.8	20.7	0.3
F test	**	*	**	F test	**	*	ns	F test	**	*	ns
CV%	5.4	7.9	3.9	CV%	4.2	11.8	6.4	CV%	21.2	18.1	8.9
ΕΣΔ	25.6	14.6	0.3	ΕΣΔ	23.5	21.2	0.4	ΕΣΔ	104.9	25.2	0.6

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

Πίνακας 51: Μέσοι όροι από τα συστατικά της απόδοσης των έξι οικογενειών HS₁ του πρώτου κύκλου επιλογής για κάθε γενότυπο και οι γενετικοί παράμετροι στον οργανικό αγρό στο Μ. Περιβολάκι (αξιολόγηση 2007)

ΓΡΕΒΕΝΑ				ΠΡΕΣΠΕΣ				ΖΑΓΟΡΑ			
Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό _____ g _____	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων	Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό _____ g _____	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων	Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό _____ g _____	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων
1 Γ₁	29.3±4.2	25.8±2.1	2.0±0.1	1 Π₁	29.9±0.3	20.6±1.8	2.0±0.1	1 Ζ₁	50.0±0.4	22.6±1.5	2.5±0.3
2 Γ₁	34.7±11.0	25.3±1.1	2.3±0.1	2 Π₁	36.9±1.6	30.9±4.9	2.2±0.1	2 Ζ₁	31.3±5.2	18.1±3.3	2.0±0.3
3 Γ₁	49.5±0.8	22.8±2.1	2.4±0.1	3 Π₁	32.0±1.6	24.7±2.4	1.9±0.1	3 Ζ₁	52.5±19.4	30.2±1.9	2.1±0.1
\bar{X}_{HY-HS1}	37.8±10.5	24.6±1.6	2.2±0.2	\bar{X}_{HY-HS1}	32.9±3.6	25.4±5.2	2.0±0.2	\bar{X}_{HY-HS1}	44.6±11.6	23.6±6.7	2.2±0.3
4 Γ₁	34.1±2.1	19.4±1.1	2.1±0.2	4 Π₁	32.4±2.3	23.3±1.8	1.9±0.4	4 Ζ₁	30.3±2.3	16.1±2.7	2.1±0.2
5 Γ₁	31.0±1.6	21.3±1.4	2.3±0.2	5 Π₁	34.3±4.2	26.2±2.0	2.2±0.0	5 Ζ₁	22.2±5.9	20.7±2.4	1.8±0.5
6 Γ₁	34.7±3.7	16.4±1.7	2.0±0.2	6 Π₁	31.9±2.8	22.6±3.8	2.1±0.0	6 Ζ₁	34.0±5.3	20.5±3.5	1.5±0.2
\bar{X}_{LY-HS1}	33.3±2.0	19.0±2.5	2.1±0.2	\bar{X}_{LY-HS1}	32.9±1.3	24.0±1.9	2.1±0.2	\bar{X}_{LY-HS1}	28.8±6.0	19.1±2.6	1.8±0.3
\bar{X}	35.5	21.8	2.2	\bar{X}	32.9	24.7	2.0	\bar{X}	36.7	21.4	2.0
S_x	7.2	3.6	0.2	S_x	2.4	3.6	0.1	S_x	12.0	4.9	0.4
F test	*	**	ns	F test	ns	*	ns	F test	ns	*	ns
CV%	14.1	7.5	8.5	CV%	6.2	10.2	10.4	CV%	24.0	12.2	11.9
ΕΣΔ	19.2	4.2	-	ΕΣΔ	-	6.5	-	ΕΣΔ	-	6.7	-

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

Πίνακας 52: Μέσοι όροι από τα συστατικά της απόδοσης των έξι οικογενειών HS₃ του τρίτου κύκλου επιλογής για κάθε γενότυπο και οι γενετικοί παράμετροι στον οργανικό αγρό στο Μ. Περιβολάκι (αξιολόγηση 2007)

ΓΡΕΒΕΝΑ				ΠΡΕΣΠΕΣ				ΖΑΓΟΡΑ			
Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό _____ g _____	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων	Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό _____ g _____	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων	Οικ. HS ₁	Βάρος σπόρων ανά φυτό _____ g _____	Αρ. λοβών ανά φυτό _ αρ. λοβών _	Σπόροι ανά λοβό _ αρ. σπόρων
1 Γ₃	36.4±4.4	28.9±3.3	2.2±0.1	1 Π₃	42.2±5.4	31.7±1.8	2.5±0.1	1 Ζ₃	68.5±30.7	35.4±10.0	2.4±0.0
2 Γ₃	48.6±7.3	30.7±0.4	2.5±0.1	2 Π₃	39.2±5.3	26.1±3.8	2.3±0.1	2 Ζ₃	41.7±11.8	41.8±16.0	2.3±0.2
3 Γ₃	31.7±4.5	21.9±2.7	1.9±0.2	3 Π₃	51.9±5.2	28.0±1.2	2.3±0.1	3 Ζ₃	36.4±4.0	24.3±2.1	2.2±0.2
\bar{X}_{HY-HS3}	38.9±8.7	27.2±4.6	2.2±0.3	\bar{X}_{HY-HS3}	44.4±6.6	28.6±2.8	2.4±0.1	\bar{X}_{HY-HS3}	48.9±17.2	33.8±8.9	2.3±0.1
4 Γ₃	42.1±15.5	25.7±8.1	2.1±0.1	4 Π₃	39.6±1.8	31.6±3.9	1.8±0.1	4 Ζ₃	35.2±2.3	27.1±4.0	2.1±0.1
5 Γ₃	30.9±3.0	20.1±3.7	2.0±0.2	5 Π₃	47.4±1.1	39.8±2.7	2.0±0.1	5 Ζ₃	36.0±6.6	17.9±1.9	1.8±0.2
6 Γ₃	33.8±2.0	22.0±3.3	2.3±0.1	6 Π₃	42.0±3.3	32.5±6.4	1.9±0.1	6 Ζ₃	33.9±3.6	21.4±0.5	1.9±0.1
\bar{X}_{LY-HS3}	35.6±5.8	22.6±2.8	2.1±0.2	\bar{X}_{LY-HS3}	43.0±4.0	34.6±4.5	1.9±0.1	\bar{X}_{LY-HS3}	35.0±1.1	22.1±4.6	1.9±0.2
\bar{X}	37.2	24.9	2.1	\bar{X}	43.7	31.6	2.1	\bar{X}	41.9	28.0	2.1
S_x	6.9	4.3	0.2	S_x	5.0	4.7	0.3	S_x	13.3	9.0	0.2
F test	ns	ns	*	F test	ns	ns	**	F test	ns	ns	ns
CV%	16.5	15.7	6.7	CV%	9.9	11.8	5.8	CV%	34.9	27.8	8.2
ΕΣΔ	-	-	0.4	ΕΣΔ	-	-	0.3	ΕΣΔ	-	-	-

** επίπεδο σημαντικότητας 0.01, * επίπεδο σημαντικότητας 0.05

Πίνακας 53: Μέσοι όροι των συστατικών της απόδοσης για τις οικογένειες HS₁, τις αυτογονιμοποιούμενες οικογένειες S₁ και S₂ των τριών γενοτύπων και ποσοστό των IBEF₁ και IBEF₂ στον πειραματικό αγρό στο Βελεστίνο (αξιολόγηση 2007)

Οικ/ς HS ₁	Βάρος σπόρων	Λοβοί ανά φυτό Αρ. Λοβών /φυτό	Σπόροι ανά λοβό Αρ. Σπόρων/ λοβό	Οικ/ς S ₁	Βάρος σπόρων	Λοβοί ανά φυτό Αρ. Λοβών /φυτό	Σπόροι ανά λοβό Αρ. Σπόρων/ λοβό	Οικ/ς S ₂	Βάρος σπόρων	Λοβοί ανά φυτό Αρ. Λοβών /φυτό	Σπόροι ανά λοβό Αρ. Σπόρων/ λοβό	IBEF ₁ = 1- S ₁ /HS ₁ _____ % _____			IBEF ₂ = 1- S ₂ /S ₁ _____ % _____		
	g/φυτό				g/φυτό				g/φυτό								
Ποικιλία Γρεβενών																	
1 Γ ₁	188.8	73.4	2.8	1S _{1Γ}	78.8	27.4	1.4	1S _{2Γ}	72.4	37.2	1.2	58.3	62.7	49.1	8.1	-36.0	14.3
2 Γ ₁	168.6	61.0	2.6	2S _{1Γ}	81.5	41.6	1.6	2S _{2Γ}	77.0	37.8	1.3	51.7	31.8	38.5	5.5	9.3	21.9
3 Γ ₁	215.2	66.6	2.9	3S _{1Γ}	85.0	41.9	1.6	3S _{2Γ}	69.0	35.2	1.5	60.5	37.0	44.8	18.8	16.1	9.4
4 Γ ₁	109.8	38.9	2.2	4S _{1Γ}	59.4	26.7	1.5	4S _{2Γ}	55.5	25.8	1.2	45.9	31.5	31.8	6.6	3.2	20.0
5 Γ ₁	109.1	34.8	1.8	5S _{1Γ}	63.3	38.0	1.5	5S _{2Γ}	69.6	31.0	1.3	42.0	-9.2	16.7	-10.0	18.4	13.3
6 Γ ₁	109.7	39.4	2.5	6S _{1Γ}	70.9	29.5	1.5	6S _{2Γ}	67.9	29.7	1.2	35.4	25.3	38.8	4.2	-0.7	20.0
Ποικιλία Ζαγοράς																	
1 Ζ ₁	185.9	63.2	3.0	1S _{1Ζ}	76.7	33.5	1.3	1S _{2Ζ}	57.8	30.0	1.4	58.8	47.0	56.7	24.6	10.4	-3.8
2 Ζ ₁	189.8	57.8	2.8	2S _{1Ζ}	100.3	44.5	1.4	2S _{2Ζ}	55.4	32.0	1.2	47.2	23.0	51.8	44.8	28.1	14.8
3 Ζ ₁	158.3	66.1	2.5	3S _{1Ζ}	77.6	35.5	1.4	3S _{2Ζ}	36.8	22.5	1.4	51.0	46.3	46.0	52.6	36.6	-3.7
4 Ζ ₁	96.7	30.0	2.4	4S _{1Ζ}	63.8	30.3	1.5	4S _{2Ζ}	22.5	20.0	1.1	34.1	-0.8	38.3	64.8	33.9	24.1
5 Ζ ₁	103.2	39.1	2.4	5S _{1Ζ}	50.5	24.5	1.4	5S _{2Ζ}	26.6	23.0	1.2	51.1	37.3	40.4	47.3	6.1	17.9
6 Ζ ₁	126.3	46.0	2.5	6S _{1Ζ}	48.5	22.5	1.3	6S _{2Ζ}	39.1	26.0	1.1	61.6	51.1	50.0	19.3	-15.6	16.0
Ποικιλία Πρεσπών																	
1 Π ₁	179.3	64.4	2.6	1S _{1Π}	56.9	34.2	1.3	1S _{2Π}	56.0	30.9	1.3	68.3	46.9	49.0	1.7	9.6	3.8
2 Π ₁	173.2	63.2	2.4	2S _{1Π}	48.2	25.6	1.3	2S _{2Π}	46.3	22.2	1.2	72.2	59.5	44.7	3.9	13.3	7.7
3 Π ₁	194.1	70.8	2.4	3S _{1Π}	58.1	32.4	1.5	3S _{2Π}	57.1	24.0	1.3	70.1	54.2	39.6	1.7	25.9	13.8
4 Π ₁	144.3	52.5	2.3	4S _{1Π}	62.7	32.7	1.5	4S _{2Π}	55.0	23.6	1.2	56.6	37.7	37.0	12.2	27.8	17.2
5 Π ₁	129.8	45.9	2.4	5S _{1Π}	63.1	31.2	1.5	5S _{2Π}	52.9	26.9	1.3	51.4	32.0	38.3	16.2	13.8	13.8
6 Π ₁	139.0	51.4	2.5	6S _{1Π}	38.7	24.4	1.2	6S _{2Π}	47.1	21.7	1.2	72.2	52.6	51.0	-21.9	11.1	0.0

*IBEF₁ : ομομεικτική επίδραση (inbreeding effect δίνει την σχέση μεταξύ HS₁ και S₁ οικογενειών για το κάποιο χαρακτηριστικό) - IBEF₁ = (1 - S₁ / HS₁)*100

*IBEF₂ : ομομεικτική επίδραση (inbreeding effect δίνει την σχέση μεταξύ S₁ και S₂ οικογενειών για το κάποιο χαρακτηριστικό) - IBEF₂ = (1 - S₂ / S₁)*100

*αρνητικές τιμές : ομομεικτική ρώμη (inbreeding vigor)

*θετικές τιμές : ομομεικτική εξασθένιση (inbreeding depression)

Πίνακας 54: Μέσοι όροι των συστατικών της απόδοσης για τις οικογένειες HS₁, τις αυτογονιμοποιούμενες οικογένειες S₁ και S₂ των τριών γενοτύπων και ποσοστό των IBEF₁ και IBEF₂ στον πειραματικό αγρό στο Μ. Περιβολάκι (αξιολόγηση 2007)

Οικ/ς HS ₁	Βάρος σπόρων	Λοβοί ανά φυτό	Σπόροι ανά λοβό	Οικ/ς S ₁	Βάρος σπόρων	Λοβοί ανά φυτό	Σπόροι ανά λοβό	Οικ/ς S ₂	Βάρος σπόρων	Λοβοί ανά φυτό	Σπόροι ανά λοβό	Βάρος σπόρων	Λοβοί ανά φυτό	Σπόροι ανά λοβό	Βάρος σπόρων	Λοβοί ανά φυτό	Σπόροι ανά λοβό	
	Αρ. Αρ. Αρ.	Αρ. Αρ. Αρ.	Αρ. Αρ. Αρ.		Αρ. Αρ. Αρ.	Αρ. Αρ. Αρ.	Αρ. Αρ. Αρ.		Αρ. Αρ. Αρ.									
	g/φυτό	Λοβών /φυτό	γπόρων/ λοβό		g/φυτό	Λοβών /φυτό	γπόρων/ λοβό		g/φυτό	Λοβών /φυτό	γπόρων/ λοβό		%	%		%	%	
							IBEF₁ = 1- S₁/HS₁						IBEF₂ = 1- S₂/S₁					

Ποικιλία Γρεβενών

1 Γ ₁	29.3	25.8	2.0	1S _{1Γ}	17.0	17.5	1.1	1S _{2Γ}	15.0	14.5	1.1	42.2	32.2	43.6	11.8	17.1	4.5
2 Γ ₁	34.7	25.3	2.3	2S _{1Γ}	17.3	18.5	1.1	2S _{2Γ}	16.2	15.0	0.9	50.1	26.7	54.3	6.4	18.9	19.0
3 Γ ₁	49.5	22.8	2.4	3S _{1Γ}	24.4	22.1	1.2	3S _{2Γ}	16.7	13.0	1.1	50.7	3.1	50.0	31.8	41.2	8.3
4 Γ ₁	34.1	19.4	2.1	4S _{1Γ}	9.6	11.0	1.0	4S _{2Γ}	7.7	10.5	0.9	72.0	43.2	53.7	19.4	4.5	10.5
5 Γ ₁	31.0	21.3	2.3	5S _{1Γ}	8.4	9.5	0.9	5S _{2Γ}	7.7	8.6	0.9	72.9	55.4	62.2	8.3	9.5	0.0
6 Γ ₁	34.7	16.4	2.0	6S _{1Γ}	11.2	13.0	1.1	6S _{2Γ}	8.6	8.3	0.8	67.7	20.7	46.2	23.7	36.5	23.8

Ποικιλία Ζαγοράς

1 Z ₁	50.0	22.6	2.5	1S _{1z}	17.6	10.0	1.9	1S _{2z}	13.7	13.6	1.1	64.8	55.7	26.0	22.4	-36.0	43.2
2 Z ₁	31.3	18.1	2.0	2S _{1z}	22.4	22.4	2.4	2S _{2z}	11.7	9.5	1.1	28.3	-23.5	-17.5	48.0	57.5	55.3
3 Z ₁	52.5	30.2	2.1	3S _{1z}	12.7	11.0	1.4	3S _{2z}	10.4	7.5	0.9	75.9	63.5	33.3	17.8	31.8	35.7
4 Z ₁	30.3	16.1	2.1	4S _{1z}	9.6	6.5	1.2	4S _{2z}	10.1	6.5	1.0	68.3	59.6	43.9	-4.7	0.0	17.4
5 Z ₁	22.2	20.7	1.8	5S _{1z}	11.1	7.5	1.2	5S _{2z}	7.4	6.0	0.9	49.9	63.8	31.4	33.3	20.0	25.0
6 Z ₁	34.0	20.5	1.5	6S _{1z}	8.1	6.0	1.0	6S _{2z}	8.0	6.0	0.9	76.1	70.7	31.0	1.9	0.0	10.0

Ποικιλία Πρεσπών

1 Π ₁	29.9	20.6	2.0	1S _{1Π}	21.4	17.5	1.3	1S _{2Π}	15.0	13.5	1.0	28.4	15.0	37.5	30.1	22.9	24.0
2 Π ₁	36.9	30.9	2.2	2S _{1Π}	17.1	14.5	1.5	2S _{2Π}	15.0	14.0	1.4	53.8	53.1	31.8	12.3	3.4	6.7
3 Π ₁	32.0	24.7	1.9	3S _{1Π}	25.0	22.0	1.6	3S _{2Π}	23.0	19.5	1.1	21.8	10.9	16.2	8.2	11.4	29.0
4 Π ₁	32.4	23.3	1.9	4S _{1Π}	12.3	13.5	1.4	4S _{2Π}	11.3	12.4	1.2	62.0	41.9	28.9	8.1	8.1	14.8
5 Π ₁	34.3	26.2	2.2	5S _{1Π}	11.1	14.5	1.2	5S _{2Π}	11.0	13.0	1.2	67.7	44.7	45.5	0.9	10.3	4.2
6 Π ₁	31.9	22.6	2.1	6S _{1Π}	13.5	17.0	1.2	6S _{2Π}	12.8	14.1	1.4	57.8	24.8	42.9	4.8	17.1	-12.5

*IBEF₁ : ομομεικτική επίδραση (inbreeding effect δίνει την σχέση μεταξύ HS₁ και S₁ οικογενειών για το κάποιο χαρακτηριστικό) - IBEF₁ = (1 - S₁ / HS₁)*100

*IBEF₂ : ομομεικτική επίδραση (inbreeding effect δίνει την σχέση μεταξύ S₁ και S₂ οικογενειών για το κάποιο χαρακτηριστικό) - IBEF₂ = (1 - S₂ / S₁)*100

*αρνητικές τιμές : ομομεικτική ρώμη (inbreeding vigor)

*θετικές τιμές : ομομεικτική εξασθένηση (inbreeding depression)

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Acambora, A., Ciaffi, M., Paolacci, A.R. and Tanzarella, O.A. 2003. Variation in Italian accessions of *Phaseolus coccineus*. Poster abstract -5.39.
2. Acquaah, G., Adams, M.W. and Kelly, J.D. 1991. Identification of effective indicators of erect plant architecture in dry beans. *Crop Sci.* 31 :261-264.
3. Adam-Blondon, A.F., Seignac, M., and Dron, M. 1994. A genetic map of common bean to localize specific resistance genes against anthracnose. *Genome* 37:915-924.
4. Adams, M.W. 1977. An estimation of homogeneity in crop plants with specific reference to genetic vulnerability in the dry bean *Phaseolus vulgaris* L. *Euphytica* 26:665–679.
5. Adams, M.W. 1982. Plant architecture and yield breeding. *Iowa State, J. Res.* 56: 225-254.
6. Agbo, G.N., Hosfield, G.L., Uebersax, M.A., Klomparens, K. 1987. Seed minostructure and its relationships to water uptake in isogenic lines in a cultivar of dry beans. *Food Minostructure* 6: 91-102.
7. Alabouvette, C., Schippers, B., Lemanceau, P., and Bakker, P.A.H.M. 1998. Biological control of fusarium wilts. Pages 15-36 in: *Plant – Microbe Interactions and Biological Control*. G. J. Boland and L. D Kuykendall, eds. Marcel Dekker, New York.
8. Almeda, F. and Chuang, T.I. 1992. Chromosome numbers and systematic significance in some Mexican Melastomataceae. *Syst.Bot.* 17: 583-593.
9. M.T. Alvarez, S'aenz de Miera, L.E. and P'erez de la Vega, M. 1998. Genetic variation in common and runner beans of the Northern Meseta in Spain. *Genetic Resources and Crop Evolution* 45: 243–251.
10. Anderson, N.O., Ascher, P.D. and Haghghi, K. 1996. Congruity backcrossing as a means of creating genetic variability in self-pollinated

- crops. Seed morphology of *Phaseolus vulgaris* L. and *Phaseolus acutifolius* Gray, A. hybrids. *Euphatica* 87: 211-224.
11. Angelini, R.R. and Allavena, A. 1989. Plant regeneration from immature cotyledon explant cultures of bean. *Plant Cell, Tiss. Org. Cult.* 19: 167-174.
 12. Ansari, A.Q., Bowling D.J.F. 1972. Measurement of the Transroot electrical Potentials of plant grown in soil. *New Phytol.* 71: 111-117.
 13. Ansari, K.I., Palacios, N., Araya, C., Langin, T., Egan, D. and Doohan, F.M. 2004. Pathogenic and genetic variability among *Colletotrichum lindemuthianum* isolates of different geographic origins. *Plant Pathology* 53: 635-642.
 14. Araya, C.M. 1989. L'antracnosis del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 13:83-91.
 15. Arumuganathan, K. and Earle, D.E. 1991. Nuclear DNA content of some important species. *Plant Mol. Biol. Rep.* 9:208-218.
 16. Arvanitoyannis, I.S., Mavromatis, A., Rodiatis, A., Goulas, C. 2007. Physicochemical and sensory analysis of dry bean landraces in conjunction with multivariate analysis: an exploratory approach. *International Journal of Food Science and Technology* 42: 819-826.
 17. Augustin, J. and Klein, B. 1992. Nutrient Composition of Raw, Cooked, Canned and Sprouted Legumes. In: Ruth H. Matthews (Ed), *Legumes Chemistry, Technology and Human Nutrition* New York: Marcel Dekker INC. pp 187-217.
 18. Avanzi, S., Durante M., Cionini, P.G. and D'Amato, F. 1972. Cytological localization of ribosomal cistrons in polytene chromosomes of *Phaseolus coccineus*. *Chromosoma* 39: 191-203.
 19. Ayonoadu, U.W.U. 1974. Nuclear DNA variation in *Phaseolus*. *Chromosoma* 48: 41-49.
 20. Baldi, G. and Salamini, F. 1973. Variability of essential amino acid content in seed of 22 *Phaseolus* species. *Theor. Appl. Genet.* 43: 75- 78.

21. Ballardin, R.S., Jaroz, A.M., and Kelly, J.D. 1997. Virulence and molecular diversity in *Colletotrichum lindemuthianum* from South, Central and North America. *Phytopathology* 87:1184-1191.
22. Ballardin, R.S., Smith, J.J. and Kelly, J.D. 1999. Ribosomal DNA polymorphism in *Colletotrichum lindemuthianum*. *Mycol. Res.* 103:841-848.
23. Beattie, D.A., Larsen, J., Michaels, T.E. and Pauls, P.K. 2003. Mapping quantitative trait loci for a common bean (*Phaseolus vulgaris*.) ideotype. *Genome* 46(3): 411-422.
24. Beaver, J.S. and Kelly, J.D. 1994. Comparison of selection methods for dry bean populations derived from crosses between gene pools. *Crop Science* 34:34-37.
25. Becerra Velasquez, V.L. and Gepts, P. 1994. RFLP diversity of common bean (*Phaseolus vulgaris*) in its centers of origin. *Genome* 37: 256-263.
26. Beckman, C.H. 1987. The nature of wilt diseases of plants. APS PRESS. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minesota, USA
27. Beebe, S.E., Ochoa, I., Skrock, P., Nienhuis, J. and Tivang, J. 1995. Genetic diversity among common bean breeding lines developed for Central America. *Crop Science* 35:1178-1183
28. Beebe, S., Skrock, P.W., Tohme, J., Duque, M.C., Pedraza, F. and Nienhuis, J. 2000. Structure of Genetic Diversity among Common Bean Landraces of Middle American Origin Based on Correspondence Analysis of RAPD. *Crop Science* 40:264-273
29. Benfey, P.N., Mitchell-Olds, T. 2008. From Genotype to Phenotype: Systems Biology Meets Natural Variation. *Science.* 320: 495
30. Bengtsson, A. 1991. Field experiment with inoculation and nitrogen fertilization of kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Swed. J. Agric. Res.* 21: 63-66.
31. Bercraft, R.R., and Taylor, G.A. 1992. Genetic variation for anther inducibility in crosses of highly culturable winter wheats. *Plant Breed.* 108: 19-25.

32. Berglund-Brucher, O., and Brucher, H. 1976. The South American wild bean (*Phaseolus aborigineus* Burk) as ancestor of the common bean. *Econ. Bot.* 30:257–272.
33. Bird, Sanchez, Vakili 1973. *Phytopathology* 63: 1435.
34. Bliss, F.A. 1980. Common Bean. In: *Hybridization of Crop Plants* (Eds. W.R. Fehr and H.H. Handley), American Society of Agronomy - Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin pp. 273 - 284.
35. Bliss, F.A. 1993. Utilizing the potential for increased nitrogen fixation in common bean. *Plant and Soil* 152:157-160.
36. Blondon, A., Serignac; M., Dron, M. and Bannerot, H. 1994. SCAR, RAPD, and RFLP markers linked to *Are*, a simple dominant gene conferring resistance to *Lolletrotrichum lindemuthianum* the casual agent of anthracnose in French Bean. *Theor Appl Genet.* 88: 865-870.
37. Bolwerk, A., Lagopodi, A.L., Wijfjes, A.H., Lamers, G.E., Chin, A.W.T., Lugtenberg, B.J.J. and Bloemberg, G.V. 2003. Interactions in the tomato rhizosphere of two *Pseudomonas* biocontrol strains with the phytopathogenic fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis - lycopersici*. *Mol. Plant Microbe Interact.* 16:983–993.
38. Bonnier, G. 1990. Flore complète illustrée en couleurs de France Suisse et Belgique. Tome III (P.58 par 805)
39. Bouwkamp, J.C and Summers, W.L. 1982. Inheritance of resistance to temperature-drought stress in the snap bean. *J. Hered.* 73: 385-386.
40. Brücher, H. 1988. The wild ancestor of *Phaseolus vulgaris* in South America. In *Genetic Resources of Phaseolus Beans*, Paul Gepts (ed.), pp. 185-214. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holland.
41. Broughton, W.J., Hernández, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P. and Vanderleyden, J. 2003. Beans (*Phaseolus* spp.) – model food legumes. *Plant and Soil* 252: 55–128.

42. Brown, J.W.S., McFerson, J.R., Bliss, F.A., Hall, T.C. 1982. Genetic diversity among commercial classes of *Phaseolus vulgaris* in relation to phaseolin pattern. Hort.Sci. 17: 752-754.
43. Camarena F., Baudoin J.P. 1987. Development of the First Interspecific Hybrids between *Phaseolus vulgaris* and *Phaseolus polyanthus* with the Cytoplasm of This Last Form. Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux 22, 43-56.
44. Cackett, K.E. 1965. Winter production of seed beans in the Lowveld. Rhodesia Agro. J. 62: 69-73.
45. Casquero, P.A., Lema, M., Santalla, M., De Ron, A.M. 2006. Performance of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces from Spain in the Atlantic and Mediterranean environments. Genetic Resources and Crop Evolution 53, 1021–1032.
46. Castagnaro, A.P., Poggio, L. and Naranjo, C.A. 1990. Nuclear content variation in *Phaseolus* (*Fabaceae*). Darwiniana 30: 195-200.
47. Cattan – Toupance, L., Michalakis, Y., Neema, C. 1998. Genetic structure of wild bean population in their South Andean centre of origin. Theor. Appl. Genet. 96: 844-851.
48. CIAT 1988. Centro International de Agriculture Tropical. Cassava Program Annual Report.
49. CIAT 2001. Centro International de Agriculture Tropical. Plant Genetic Resources: Beans. Available from: <http://www.ciat.cgiar.org/pgr/beans.htm>.
50. Chagas, E.P. and Santoro, L.G. 1997. Globulin and albumin proteins in dehulled seeds of three *Phaseolus vulgaris* cultivars. Plants for Human Nutrition 51: 17-26.
51. Cheftel, J.C., Cuq, J.C. and Lorient, D. 1985. Amino acids, peptides and Proteins. In O.R. Fennema (Ed), Food Chemistry. New York: Marcel Dekker INC. Ch 5 pp. 246-369

52. Chin-A-Woeng, T.F.C., Bloemberg, G.V., Mulders, I.H.M., Dekkers, L.C. and Lugtenberg, B.J.J. 2000. Root colonization by phenazine-1-carboxamide-producing bacterium *Pseudomonas chlororaphis* PCL1391 is essential for biocontrol of tomato foot and root rot. *Mol. Plant Microbe Interact.* 13: 1340–1345.
53. Chin-A-Woeng, T.F. C., Bloemberg, G.V., van der Bij, A.J., van der Drift, K.M.G.M., Schripsema, J., Kroon, B., Scheffer, R.J., Keel, C., Bakker, P.A.H.M., Tichy, H., De Bruijn, F.J., Thomas-Oates, J.E., and Lugtenberg, B.J.J. 1998. Biocontrol by phenazine-1-carboxamide-producing *Pseudomonas chlororaphis* PCL1391 of tomato root rot caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis - lycopersici*. *Mol. Plant Microbe Interact.* 11: 1069-1077.
54. Chin-A-Woeng, T.F.C., de Priester, W., van der Bij, A.J. and Lugtenberg, B.J.J. 1997. Description of the colonization of a gnotobiotic tomato rhizosphere by *Pseudomonas fluorescens* biocontrol strain WCS365, using scanning electron microscopy. *Mol. Plant Microbe Interact.* 10: 79-86.
55. Chin-A-Woeng, T.F.C., Thomas-Oates, J.E., Lugtenberg, B.J.J. and Bloemberg, G.V. 2001. Introduction of the *phzH* gene of *Pseudomonas chlororaphis* PCL1391 extends the range of biocontrol ability of phenazine-1-carboxylic acid-producing *Pseudomonas* spp. strains. *Mol. Plant Microbe Interact.* 14: 1006–1015.
56. Chin-A-Woeng, T.F.C., van den Broek, D., Lugtenberg, B.J.J. and Bloemberg, G.V. 2005. The *Pseudomonas chlororaphis* PCL1391 sigma regulator *psrA* represses the production of the antifungal metabolite phenazine-1-carboxamide. *Mol. Plant Microbe Interact.* 18: 244–253.
57. Cleyet-Marel J.C. and Pinochet, X. 1986. Selections and uses of symbiotic legume bacteria. State of art and potential applications. *Symbiosis.* 2: 175-185.
58. Commission Regulation ec No 1428/2003 of 11 August 2003
59. Costa 1965. *Pl. Prot. Bull F.A.O.* 13:125

60. Crocomo, O.J., Tulman, N.A., Blixly, S., Mikaelson, K. 1977. Breeding for protein in the bean (*Phaseolus vulgaris* L.): Inventory of some Brazilian varieties and a number of lines of differing origin. In Pl. Br. Abs. 47 (8): 7149.
61. Cumming, J.R., A.B. Cumming, A.B. and Taylor, G.J. 1992. Patterns of root respiration associated with the induction of aluminum tolerance in *Phaseolus vulgaris* L. J. Exp. Bot. 43: 1075-1081.
62. Davis, J.H.C. and Evans, A.M. 1977b. Selection indices using plant type characteristics in Navy Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Agric. Sci., 89: 341-348.
63. De Boer, M., Bom, P., Kindt, F., Keurentjes, J.J.B., van der Sluis, I., van Loon, L.C. and Bakker, P.A.H.M. 2003. Control of Fusarium wilt of radish by combining *Pseudomonas putida* strains that have different disease-suppressive mechanisms. Phytopathology 93: 626-632.
64. De Boer, M., van der Sluis, I., van Loon, L.C. and Bakker, P.A.H.M. 1999. Combining fluorescent *Pseudomonas* spp. strains to enhance suppression of Fusarium wilt of radish. Eur. J. Plant Pathol. 105:201-210.
65. Debouck, D.G. Beans. Διατίθεται στο [Http: // www. hort purdue.edu](http://www.hort.purdue.edu)
66. Debouck, D.G. 1991. Systematics and morphology. Common beans: research for crop improvement. Wallingford, UK, CAB International. pp 55-118.
67. Debouck, D.G. 1999. Diversity in *Phaseolus* species in relation to common bean. In: Singh S.P. ed. Common bean improvement in the 21th Century. Kluwer. Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London pp. 25-52.
68. Debouck, D.G. 2000. Biodiversity, ecology and genetic resources of *Phaseolus* beans. Nat. inst. Agri. Res. pp. 95-123.
69. Debouck, D.G. and Tohme, M.J. 1988. Implications for bean breeders of studies on the origins of common bean. CIAT 1989. pp. 3-33.

70. Dekkers, L.C. 1997. Isolation and characterization of novel rhizosphere colonization mutants of *Pseudomonas fluorescens* WCS365. Ph.D. thesis. Leiden University, Leiden, The Netherlands
71. Dekkers, L.C., Bloemendaal, C.J.P., de Weger, L.A., Wijffelman, C.A., Spaink, H.P. and Lugtenberg, B.J.J. 1998. A two-component system plays an important role in the root-colonizing ability of *Pseudomonas fluorescens* strain WCS365. *Mol. Plant Microbe Interact.* 11:45-56.
72. Dekkers, L.C., Mulders, I.H.M., Phoelich, C.C., Chin-A-Woeng, T.F.C., Wijffjes, A.H.M. and Lugtenberg, B.J.J. 2000. The colonization gene of the tomato-*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* biocontrol strain *Pseudomonas fluorescens* WCS365 can improve colonization of other wild-type *Pseudomonas* spp. bacteria. *Mol. Plant Microbe Interact.* 13:1177-1183.
73. De Lange, A. and Labuschagne, M. 2000. Multivariate assessment of canning quality, chemical characteristics and yield of small white canning beans (*Phaseolus vulgaris* L) in South Africa. *J. Sci. Food.Agric*, 81:30-35.
74. Delgado, S.A. 1985. Systematics of the genus *Phaseolus* in Mexico and Central America. Ph.D. dissertation, University of Texas, Austin
75. Delgado Salinas, A. 1988. Variation, taxonomy, domestication, and germplasm potentialities in *Phaseolus coccineus*. Kluwer Academic Publishers. Plant genetics and breeding. Plant taxonomy and geography NL8900996
76. Delgado, S.A. and Mercado, R.P. 2000. Cytogenetic studies in *Phaseolus*. *Genet. Mol. Biol.* vol. 23 no.4 Sao Paulo Dec.
77. De Weert, S., Dekkers, L.C., Kuiper, I., Bloemberg, G.V. and Lugtenberg, B.J.J. 2004. Generation of Enhanced Competitive Root-Tip-Colonizing *Pseudomonas* Bacteria through Accelerated Evolution. *Journal of Bacteriology* 186: 3153–3159.
78. Donald, C.M. 1968. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica*.17: 385-403.

79. Elliot, L.F., and Lynch, J.M. 1984. Pseudomonades as a factor in the growth of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Soil Biology and Biochemistry* 16:2793-2799.
80. ΕΣΥΕ 1996. Γεωργική Στατιστική της Ελλάδας. Στοιχεία έτους 1993. Αθήνα.
81. Evans, R.J. and Gridley, H.E. 1979. Prospects for improvement of protein and yield in food legumes. *Cur. Adv. Plant Sci.* 32: 1-17.
82. Fageria, N.K., Baligar, V.C. and Jones, Ch.A 1997. Growth and mineral nutrition of field Crops. 2nd ed. Marker Dekker. Inc. New York, Basel, Hong Kong. pp 624.
83. Fageria, N.K., Zimmermann, F.J.P. and Baligar, V.C. 1995. Lime and phosphorus interactions on growth and nutrient uptake by upland rice, common bean and corn in oxisol. *J. Plant. Nutr.* 18: 2519-2532.
84. Faleiro, G.F., Vinhadelli, W.S., Ragagnin, V.A., Correa, R.X., Moreira, M.A. and de Barros, E.G. 2000. RAPD markers linked to a block of genes conferring rust resistance to the common bean. *Genet. Mol. Biol.* 23 n.2.
85. Fawole, L., Gabelman, W.H. and Gerloff, G.C. 1982 a. Genetic control of root development in beans grown under phosphorus stress. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 107: 98-100.
86. Fernandez - Caso, M., Pelaez, M.I. and Ruiz, M.L. 1996. Onset of *in vitro* morphogenetic responses and protein pattern changes in *Phaseolus vulgaris* L. *Plant Physiol.* 149: 757-761.
87. Ferreira G.S., Joao Bosco dos Santos and Magno Antonio Patto Ramalho 2003. Identification of SSR and RAPD markers linked to a resistance allele for angular leaf spot in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) line ESAL 550. *Genetics and Molecular Biology*, 26:459-463.
88. Frankel O.H.; A.H.D. Brown and J.J. Burdon 1995. The conservation of plant Biodiversity. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

89. Freyre, R., Skroch, P., Geffroy, V., Adam-Blondon, A.F., Shirmohamadali, A., Johnson, W., Llaca, V., Nodari, R., Pereira, P., Tsai, S.M., Tohme, J., Dron, M., Nienhuis, J., Vallejos, C. and Gepts, P. 1998. Towards an integrated linkage map of common bean. 4. Development of a core map and alignment of RFLP maps. *Theor. Appl. Genet.* 97:847-856.
90. Freytag, G.F., Basset, M.G. and Zapata, M. 1982. Registration of XR. 235-1-1 bean germplasm. *Crop Science* 22: 1268.
91. Gallagher, E.C. 1968. Navy bean crop in Queensland. *Queensland Agr. J.* 94: 738-747.
92. Galvez, G.E. and Cardenas, M.R. 1980. Whetifly-transmitted viruses. In: *Bean production problem.*(ends) H.F. Schwartz and G.E. Galvez pp. 263-289., Colombia, CIAT.
93. Garrido-Ramirez, E.R., and Romero-Cova, S. 1989. Identificacion de razas de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. Y Magn.) Scrib. En Mexico Y busqueda de resistencia genetica a este hongo. *Agrociencia* 77: 139–156.
94. Geffroy, V., Sicard, D., de Oliveira, J.C.F., Seignac, M., Cohen, S., Gepts, P., Neema, C., Langin, T. and Dron, M. 1999. Identification of an ancestral resistance gene cluster involved in the coevolution process between *Phaseolus vulgaris* and its fungal pathogen *Colletotrichum lindemuthianum*. *Mol. Plant Microbe Interact.* 12: 774–784.
95. Gentry, H.S. 1969. Origin of the common bean. *Econ Bot.* 23:55-69
96. Gepts, P. 1988. A middle American and an Andean common bean gene pool. In: Gepts P. (ed). *Genetic Resources of Phaseolus Bean*. Kluwer, Dordrecht, the Netherlands pp. 375-390.
97. Gepts, P. 1996. Origin and evolution of cultivated *Phaseolus* species. In: B. Pickersgill and J.M. Lock (eds). *Advances in Legume Systematics 8: Legumes of Economic Importance*, pp. 65-74. Royal Botanic Gardens, Kew.
98. Gepts, P. 2004. Who owns biodiversity and how should the owners be compensated? *Plant Physiology* 134:1295-1307.

99. Gepts, P. and Debouck, D.G. 1991. Origin, domestication, and evolution of the common bean, *Phaseolus vulgaris*. In: Voysest O, Van Schoonhoven A (eds.), Common beans: research for crop improvement. CAB, Oxon, UK: pp. 7-53.
100. Gepts, P., Nodari, R., Tsai, R., Koinange, E.M.K., Llaca, V., Gilbertson, R., Guzmán, P. 1993. Linkage mapping in common bean. Annu. Rept. Bean Improv. Coop. 36: xxiv-xxxviii.
101. Gepts, P., Osborn, T.C., Rashka, K. and Bliss, F.A. 1986. Phaseolin protein variability in wild forms and landraces of common bean (*Phaseolus vulgaris*) : evidence for multiple centers of domestication. Econ. Bot., 40:451-468.
102. Gil, J. and De Ron, A. 1992. Variation in *Phaseolus vulgaris* in the Northwest of the Iberian Peninsula. Plant Breeding 109: 313-319.
103. Ghaderi, A., Hosfield, G.L., Adams, M.W. and Uebersax, M.A. 1984. Variability in culinary quality, component interrelationships, and breeding implications in navy and pinto beans. J. Am. Soc. Hortic. Prod. Res. 26: 177-186.
104. Green, D.M., Bogart, J.P. and Anthony, E.H. 1980. An interactive, microcomputer-based karyotype analysis system for phylogenetic cytotaxonomy. Compyt.Biol.Med. 10: 219-227.
105. Grella, E.R. and Gunter, K.D. 1995. Fatty acid composition and tocopherol content of some legume seeds. Animal Feed Science and Technology 52: 325-331.
106. Gomez, O. 2004. Evolution of Nicaraguan Common Bean (*Phaseolus vulgaris*) landraces. Doctor dissertation. ISSN 1401-6249. ISBN 91-576-6762-4.
107. Gonzales, M., Rodriguez, R., Zavala, M.E., Jacobo, J.L., Hernandez, F., Acosta, J., Martinez, O. and Simpson, J. 1998. Characterization of Mexican

- isolates of *Colletotrichum lindemuthianum* by using differential cultivars and molecular markers. *Phytopathology* 88: 292-299.
108. Goodman, R.M. and Bird, J. 1978. *CMI/AAB. Descr. Pl. Viruses*. No 192 pp 4.
109. Goulas, C.K., E.N. Bletsos, and A. E. Korkovelos 2000 "Population improvement breeding schemes based on combined Si, 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 Sept 2000. Proceedings pg. 147-153.
110. Grafton, K.F. and Singh, S.P. 2000. 21th century dry bean cultivars. In: S.P. Singh (ed) *Bean research, production, utilization*. Univ. of Idaho, Moscow. pp. 31-38
111. Gu, W.K., Zhu, J.Q., Wallace, D.H., Singh, S.P. and Weeden, N.F. 1998. Analysis of genes controlling photoperiod sensitivity in common bean using DNA markers. *Euphytica* 102: 125-132.
112. Gutierrez, C. and Singh, S.K. 1992. Site effect study in Acapulco, Guerrero, México: comparison of results from strong motion and microtremor data. *Bull. Seismol. Soc. Am.* pp. 642–659.
113. Guzman –Maldonado, S.H., Martinez, O., Acosta- Gallegos, J.A., Guevara-Lara, F. and Paredes-Lopez, O. 2003. Putative Quantitative Trait Loci for Physical and Chemical Components of Common Bean. *Crop. Sci.*, **43**: 1029-1035.
114. Haas, D., and Defago, G. 2005. Biological control of soil-borne pathogens by fluorescent pseudomonads. *Nature Rev. Microbiol.* 3: 307-319.
115. Hamblin, J. 1975. Effect of environment, seed size and competitive ability on yield and survival of *Phaseolus vulgaris* genotypes in mixtures. *Euphytica*. 24: 435-445.

116. Hamblin, J. and Evans, A.M. 1976. The estimation of cross yield using early generation and parental yield in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). *Euphytica*. 25: 515-520.
117. Hartana, A. 1983. Genetic variability on seed protein levels associated with two phaseolin protein types in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). M.S. Diss., University of Wisconsin.
118. Henry, Y., Vain, P. and de Buyser, J. 1994. Genetic analysis of *in vitro* plant tissue culture responses and regeneration capacities. *Euphytica* 79: 45-48.
119. Hernandez-Jacinto, C., Azpiroz-Rivero, S., Acosta-Gallegos, J.A., Hernandez-Sanchez, H. and Bernal-Lugo, I. 2003. Genetic Analysis and Random Amplified Polymorphic DNA Markers Associated with Cooking Time in Common Bean *Crop Science of America* 43:329-332.
120. Homna, S. 1956. A bean interspecific hybrid. *G. Hered.* 47: 217-220.
121. Hosfield, G.L., Uebersax, M.A. and Occena, L.G. 2000. Technological and genetic improvements in dry bean quality and utilization. p. 135–152. *In* S.P. Singh (ed.) *Bean research, production and utilization*. Proc. Idaho bean workshop. Univ. of Idaho, Moscow, ID.
122. Huxley, A. 1992. *The New RHS Dictionary of Gardening*. MacMillan Press 1992 ISBN 0-333-47494-5 Excellent and very comprehensive, though it contains a number of silly mistakes. Readable yet also very detailed.
123. Iwannof, N.N. 1948. *Biochemie de leguminosen und fouragerflanzen*.
124. Johnson, C.W., Menendez, C., Nodari, R., Koinange, E.M.K., Magnusson, S., Singh, S.P. and Gepts P. 1993. Association of a seed weight factor with the phaseolin seed storage protein locus across genotypes, environments, and genomes in *Phaseolus-Vigna* spp. *Sax revisited*.

125. Johnson, C.W. and Gepts, P. 2002. The Role of epistasis in controlling seed yield and other agronomic traits in an Andean x Mesoamerican cross of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica*, 125: 69-79.
126. Jung, G., Coyne, D.P., Skroch, P.W., Nienhuis, J., Arnaud-Santana, E., Bokosi, J., Ariyaratne, H.M., Steadman, J.R., Beaver, J.S. and Kaeppler, S.M. 1996. Molecular markers associated with plant architecture and resistance to common blight, web blight, and rust in common beans. *J. Am. Soc. Hort.*, 121: 794-803.
127. Καλλιμόπουλος, Κ. 2004. Εκτίμηση της γενετικής παραλλακτικότητας μεταξύ και εντός τοπικών πληθυσμών φασολιού. Μεταπτυχιακή εργασία, Τμήμα Γεωπονίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
128. Kami, J., Velasquez, V.B., Debouck, D.G. and Gepts., P. 1995. Identification of presumed ancestral DNA sequences of phaseolin in *Phaseolus vulgaris*. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 92:1101-1104.
129. Kaplan, L. 1971. *Phaseolus* : Diffusion and center of origin. In: C.L.Riley, J.C. Kelley, C.W. Pennington and R.L. Rands, *Man Across the Sea*, 416-427.
130. Kaplan, L. 1981 What is the Origin of the Common Bean?
131. Kaplan, L. and Kaplan, L.N. 1988. *Phaseolus* in archaeology. In P. Gepts ed. *Genetic resources of Phaseolus beans*, p. 125-142. Dordrecht. The Netherlands, Kluwer Academic.
132. Karpetschenko, G.D. 1925. On the chromoscontentomes of *Phaseolinae*. *Bull. Applied Bot. Plant Breed. Leningrad* 14: 143-148.
133. Kavitha, K., Mathiyazhagan, S., Sendhilvel, V., Nakeeran, S., Chandrasekar, G. and Fernando, W.G.D. 2005. Broad spectrum action of phenazine against active and dormant structures of fungal pathogens and root knot nematode. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 38: 69-76.

134. Kelly, J.D. 1995. Use of Random Amplified Polymorphic DNA markers in breeding in major gene resistance to plant pathogen. Hort. Sien. 30: 461-465.
135. Kelly, J.D., Adams, M.W. and Varner, G.V. 1987. Yield stability of determinate and indeterminate dry bean cultivars. Theor. Appl. Genet., 74: 516-521.
136. Kelly, J.D., Adams, M.W., Saettler, A.W., Hosfield, G.S., Varner, G.V., Beaver, J.S., Uebersax, M.A., Taylor, J. 1989. Registration of 'Mayflower' navy bean. Crop Science 29: 1571-1572.
137. Kelly, J.D., Afanador, L. and Cameron, L.S. 1994. New races of *Colletotrichum lindemuthianum* in Michigan and implications in dry bean resistance breeding. Plant Dis. 78:892-894.
138. Kelly, J.D. and Bliss, F.A. 1975. Heritability estimates of percentage seed protein and available methionine and correlation with yield in dry beans. Crop Science 15: 753-757.
139. Kelly, J.D. and Bliss, F.A. 1975. Quality factors affecting the nutritive value of bean seed protein. Crop Science 15: 757-760.
140. Kelly, J.D., Kolkman, J.M. and Schneider, K. 1998. Breeding for yield in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.), Euphytica 102 pp. 343-356.
141. Kelly, J.D., Gepts, P., Miklas, P.N. and Coyne, D.P. 2003. Tagging and mapping of genes and QTL and molecular marker-assisted selection for traits of economic importance in bean and cowpea. Field Crops Res. 82: 135-154.
142. Keyes, G.J., Collins, G.B. and Taylor, N.L. 1980. Genetic variation in tissue cultures of red clover. Theor. Appl. Genet. 58: 265-271.
143. Kigel, J.D. 1999. Culinary and nutritional quality of *Phaseolus vulgaris* seeds as affected by environmental factors. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 3(4): 205-209.

144. Kim, G.J. and Minakimawa, T 1997. Stable delivery of a canavalin promoter- β -glucuronidase gene fusion into French bean by particle bombardment. *Plant Cell Physiol.* 38(1): 70-75.
145. King, E.O., Ward, M.K. and Raney, D.E. 1954. Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescein. *J. Lab. Clin. Med.* 44: 301 – 307.
146. Kinsella, J.E. 1977. Functional properties in novel proteins, some methods for improvement. *Chemistry and Industry* 3: 177-182.
147. Koenig, R. and Gepts, P. 1989. Alloenzyme diversity in wild *Phaseolus vulgaris*: further evidence for two major centers of genetic diversity. *Theor. Appl. Genet.* 78: 809-817.
148. Koenig, R.L., Singh, S.P. and Gepts, P. 1990. Novel phaseolin types in wild and cultivated common bean (*Phaseolus vulgaris*, *Fabaceae*) *Econ. Bot.* 44: 50-60.
149. Koinange, E.M.K., Singh, S.P. and Gepts, P. 1996. Genetic control of the domestication syndrome in common bean. *Crop Science* 36: 1037-1045.
150. Kolkman, J.M. and Kelly, J.D. 2000. An indirect test using oxalate to determine physiological resistance to white mold in common bean. *Crop Science* 40: 281-285.
151. Kolkman, J.M. and Kelly, J.D. 2002. Agronomic Traits Affecting Resistance to White Mold in Common Bean. *Crop Science* 42: 693-699.
152. Kragelund, L., and Nybroe, O. 1996. Competition between *Pseudomonas fluorescens* Ag1 and *Alcaligenes eutrophus* JMP134 (pJP4) during colonization of barley roots. *FEMS Microbiol. Ecol.* 20: 41-51.
153. Kreaman, M.F., Abel-Ghaffar, A.S. and Elgabaly, M.M. 1972. Inhibitory effect of bean seeds to rhizobia. *Pl. Br. Abs.* 42: 783.
154. Kuc, J. 2001. Concepts and directions of induced systemic resistance in plants and its application. *Eur. J. Plant Pathol.* 107: 7-12.

155. Lackey, J.A. 1981. Advances in Legume Systematics. Royal Botanic Gardens, Kew, pp 301-327.
156. Leeman, M., Van Pelt, J.A., Den Ouden, F.M., Heinsbroek, M., Bakker, P.A.H.M. and Schippers, B. 1995. Induction of systemic resistance against fusarium wilt of radish by lipopolysaccharides of *Pseudomonas fluorescens*. *Phytopathology* 85: 1021-1027.
157. Leleji, O.I., Dickson M.H., Crowder, L.V. and Bourke, J.B. 1972. Inheritance of crude protein percentage and its correlation with seed yield in beans. *Crop Science*. 12: 168-171.
158. Linnaeus, C. 1753. *Species Plantarum*. 1st edn. Salvii, Stockholm.
159. Lugtenberg, B.J.J. and Dekkers, L.C. 1999. What makes *Pseudomonas* bacteria rhizosphere competent? *Environmental Microbiology* 1:9-13.
160. Lugtenberg, B.J.J., Dekkers, L., and Bloemberg, G.V. 2001. Molecular determinants of rhizosphere colonization by *Pseudomonas*. *Annual Rev. Of Phytopathol.* 39: 461-490.
161. Mahuku, G.S. and Riascos, J.J. 2004. Virulence and molecular diversity within *Colletotrichum lindemuthianum* isolates from Andean and Mesoamerican bean varieties and regions. *Eur. J. Plant Pathol.* 110: 253-263.
162. Maiti, R.K. 1997. *Phaseolus spp.* Bean Science. Fst Ed Science Publishers. USA
163. Marechal, R., Mascherpa, J.M. and Stainier, F. 1978. Etude taxonomique d'un groupe complexe d'espèces des genres *Phaseolus* et *Vigna* (*Papilionaceae*) sur la base de données morphologiques et polliniques, traites par l'analyse informatique. *Boisera* 28: 1-273.
164. Masfield, G.B. 1968. Seasonal effects on the root nodulation of legumes. *Expl. Agric.* 4: 335-338.
165. Masfield, G.B. 1971. The root nodulation of tall and dwarf peas and beans. *Expl. Agric.* 7: 123-127.

166. McClean, P., Kami, J. and Gepts, P. 2004. Genomics and genetic diversity in common bean. Pages 57 – 82 in Legume Crop Genomics. Editors: Richard F. Wilson, H. Thomas Stalker, E. Charles Brummer. AOCS PRESS. Champaign, Illinois.
167. McClean, P.E., Myers, J.R. and Hammond, J.J. 1993. Coefficient of parentage and cluster analysis of North American dry bean cultivars. *Crop Science* 33: 190–197.
168. Mejia –Jimenez, A., Munoz, C., Jacobsen, H.C., Roca, W.M., Singh, S.P. 1994. Interspecific hybridization between common and tepary bean: Increased hybrid embryo growth, fertility and efficiency hybridization through recurrent and congruity backcrossing. *Theor. Appl. Genet.* 88: 324-331.
169. Mejia, E.G., Guzman-Maldonado, S.H., Acosta-Gallegos, J.A., Reynoso Camacho, R., Ramirez-Rodriguez, E., Pons-Hernandez, J.L., Gonzalez-Chavira, M.M., Castellanos, J.Z. and Kelly, J.D. 2003. Effect of cultivar and growing location on the trypsin inhibitors, tannin, and lectins of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in the semiarid highlands of Mexico. *J Agric. Food Chem.*, 51: 5962-5966.
170. Mekbib, F. 2003. Yield stability in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *Euphytica*, 130(7): 147-153.
171. Melotto, M., Balardin, R.S. and Kelly, J.D. 2000. Pages 346-361 in *Colletotrichum*, Host specificity, Pathology and Host – Pathogen Interaction. D.Prusky, S.Freeman and M.B.Dickman. APS Press. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minesota, U.S..
172. Menezes, J.R. and Dianese, J.C. 1988. Race characterization of Brazilian isolates of *Colletotrichum lindemuthianum* and detection of resistance of anthracnose in *Phaseolus vulgaris*. *Phytopathology* 78: 650–655.
173. Miranda, S. 1967. Origen de *Phaseolus vulgaris* L. (Frijol comun). *Agrociencia* 1 pp. 99–109.

174. Mkanda, A.V., Minnaar, A. and de Kock H.L. 2007. Relating consumer preferences to sensory and physicochemical properties of dry beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87: 2868–2879.
175. Moraghan, J.T., Grafton, K. 2001. Genetic diversity and mineral composition of common bean seed. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81: 404–408.
176. Mercado, R.P. and Delgado, S.A. 1996. Karyological studies in several Mexican species of *Phaseolus* L. and *Vigna* Savi (*Phaseolinae*, *Fabaceae*). In: *Advances in Legume Systematics. Part 8*. Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 83-87.
177. Metais, C., Aubry, B., Hamon, R., Jaloujot, D., Peltier 2000. Description and analysis of genetic diversity between commercial bean lines (*Phaseolus vulgaris*) *Theor. Appl. Genet.* 101: 1207-1214.
178. Μήτσιος, Κ.Ι. 2000. Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίνου. Εκδόσεις Zymel.
179. Miah, A.A.A., Earle, E.D. and Kush, G.S. 1985. Inheritance of callus formation ability in anther cultures of rice, *Oryza sativa* L. *Theor. Appl. Genet.* 70: 113-116.
180. Miklas, P.N., Johnson, W.C., Delorme, R. and Gepts, P. 2001. QTL conditioning physiological resistance and avoidance to white mold in dry bean. *Crop Science* 41: 309-315.
181. Morais Carbonell, S.A., De Azevedo Filho, A.J., Dos Santos Dias, L.A., Franco Garcia, A.A. and De Morais, L.K. 2004. Common bean cultivars and lines interactions with environments. *Scientia Agricola*, 61: no.2.
182. Mumba, L.E. and Galwey, N.W. 1999. Compatibility between wild and cultivated common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes of the Mesoamerican and Andean gene pools: Evidence from the inheritance of quantitative characters. *Euphytica* 108: 105–119.

183. Myers, J.R. 2000. Tomorrow's snap bean cultivars. p.39–51. In Singh, S.P. (ed.) Bean reseach, production and utilization. Proc. Idaho bean workshop. Univ. of Idaho, Moscow, ID.
184. Myers, J.R., and Baggett, J.R. 1999. Improvement of snap bean. p. 289–329. In S.P. Singh (ed.) Common bean improvement in the twenty-first century. Kluwer, Dordrecht, the Netherlands.
185. Nagl W., Ignacimuthu, S. and Becker, J. 1997. Genetic engineering and regeneration of *Phaseolus* and *Vigna*. Stat of the art and new attempts. J. Plant Physiol. 150: 625-644.
186. Negatia, T.M., Shibairo, S.I., Emongor, V.E. and Obukosia, S.D. 2004. Effect of levels and timing of application of gibberellic acid on growth and yield components of common beans. African Crop Science Journal 12(2): 123-131.
187. Negi, A., Boora, P. and Khetarpaul, N. 2001. Effect of microwave cooking on the starch and protein digestibility of some newly released moth bean (*Phaseolus aconitifolius* Jacq) cultivars. J. Food Comp. Anal.14: 541–546.
188. Negri, V. and Tosti, N. 2002. Phaseolus genetic diversity maintained on-farm in central Italy. Gen. Resour. Cr. Evolution 49: 511-520.
189. Nienhuies, J. and Singh, S.P. 1986. Combining Ability Analyses and Relationships Among Yield, Yield Components and Architectural Traits in Dry Bean. Crop. Science 26: 21-27.
190. Nodari, R.O., Koinange, E.M.K., Kelly, J.D. and Gepts, P. 1992. Towards an integrated linkage map of common bean. 1. Development of genomic DNA probes and levels of restriction fragment length polymorphism. Theor. Appl. Genet. 84: 186-192.
191. Nodari, R.O., Tsai, S.M., Guzman, P., Gilbertson, R.L., and Gepts, P. 1993. Towards an integrated linkage map of common bean. III. Mapping genetic factors controlling host-bacteria interactions. Genetics 134: 341-350.

192. Novosielski, J., Podyma, W. and Nowosielska, D. 2002. Molecular research on the genetic diversity of Polish varieties and landraces of *P.coccineus* and *P.vulgaris*. Cell. Mol. Biology 7: 756-762.
193. Huma, N., Anjum, F.M., Sehar, S., Khan, M.I. and Hussain, S. 2008. Effect of soaking and cooking on nutritional quality and safety of legumes. Nutrition & Food Science Vol. 38 (6) pp. 570-577.
194. Papiro Larousse Brittanica 1996. Αττική: Πάπυρος, Τόμος 59 σελ.:195-197.
195. Παπουτσή – Κωστοπούλου Ελένη 2002. Αξιολόγηση και βελτίωση εγχώριων πληθυσμών φασολιού με πολλαπλά κριτήρια επιλογή για τη δημιουργία νέων ποικιλιών. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωπονίας Α. Π. Θεσσαλονίκης.
196. Paredes M. and Gepts P. 1995. Extensive introgression of Middle American germplasm into Chilean common bean cultivars. Genet Resour. Crop. Ev. 42: 29-41.
197. Paredez Lopez O., Maza Calvino, E.C. and Conzalez, J. 1989. Effect of hardening phenomenon on some physicochemical properties of common bean. Food chemistry 31: 225-236.
198. Park S.O., Coyne, D.P., Mutlu, N., Jung, G., and Steadman, J.R. 1999. Confirmation of molecular markers and flower color with QTL for resistance to common bacterial blight in common beans. J. Am. Soc. Hort. Sci. 124: 519-526.
199. Pasin, N.H., Santos –Filho, B.G., Dos-Santos, D.S.B. 1991. Performance of bean seeds derived from plants subjected to water stress at growth stages. Pesqui. Agropecu. Brass., 26: 183-192.
200. Pastor-Corrales, M.A., Otoya, M.M., Maya, M.M. 1993. Diversidad de la virulencia de *Colletotrichum lindemuthianum* en Mesoamerica y la region Andina. Fitopatologia Colombia 17: 31–38.

201. Pastor-Corrales, M.A. and Tu, J.C. 1989. Anthracnose. in Bean Production problems in the tropics. H.F. Schwartz and M.A. Pastor – Corrales, eds. CIAT, Cali, Colombia. pp 77-104
202. Patino, H. and Singh, S.P. 1989. Visual selection for seed yield in the F2 and F3 generations of nine common bean crosses. Annu. Rpt. Bean Improv. Coop. 32: 79-80.
203. Patten, C. and Glick, B.R. 1996. Bacterial biosynthesis of indole-3-acetic acid. Canadian Journal of Microbiology 42:207-220.
204. Peltier, D., Francy, E., Dulieu, H. and Berville, A. 1994. Origin and mapping of RAPD markers from wild *Petunia* species in *Petunia hybrida* Hort. Lines. Theor. Appl. Genet. 88: 637-645.
205. Perin, A, Araújo, A.P., Teixeira, M.G. 2002. Efeito do tamanho da semente na acumulação de biomassa e nutrientes e na produtividade do feijoeiro. Pesq. Agrop. Bras. 37:1711-1718.
206. Pierson, E.A., and Weller, D.M. 1994. Use of mixtures of fluorescent pseudomonads to suppress take-all and improve the growth of wheat. Phytopathology 84: 940-947.
207. Raaijmakers, J.M., Leeman, M., van Oorschot, M.M.P., Van der Sluis, I., Schippers, B. and Bakker, P.A.H.M. 1995. Dose-response relationships in biological control of *Fusarium* wilt of radish by *Pseudomonas* spp. Phytopathology 85: 1075-1081.
208. Rasmusson, D.C. 1987. An evolution of ideotype breeding. Crop Science 27: 1140-1146.
209. Ratikanta M. 1997. *Phaseolus* spp. USA: Bean Science. Publishers, Inc.
210. Raupach, G.S., and Kloepper, J.W. 1998. Mixtures of plant growth-promoting rhizobacteria enhance biological control of multiple cucumber pathogens. Phytopathology 88: 1158-1164.
211. Rodriguez-Guerra, R., Ramirez-Rueda, M.T., Martinez de la Vega, O. and Simpson, J. 2003. Variation in genotype, pathotype and anastomosis

- groups of *Colletotrichum lindemuthianum* isolates from Mexico. Plant Pathology 52: 228-235.
212. Salunkhe, D.K., Kadam, S.S. and Chavan, J.K. 1985. Postharvest Biotechnology of Food Legumes, Chapter 3, Nutrients in seeds, CRC Press, Boca Raton, Florida. pp 29-52.
213. Santalla, M., De Ron, A.M., Casquero, P.A. 1995. Nutritional and culinary quality of bushy bean population intercropped with maize . Euphytica 84: 57-65.
214. Santalla, M., Power, B. and Davey, M.R. 1998. Efficient in vitro regeneration responses of *Phaseolus vulgaris* and *Phaseolus coccineus*. Euphytica, 102: 195-202.
215. Santalla, M., Monteagudo, A.B., Gonzalez, A.M., De Ron, A.M. 2004. Agronomical and quality traits of runner bean germplasm and implications for breeding. Euphytica 135:205-215.
216. Schisler, D.A., Slininger, P.J. and Bothast, R.J. 1997. Effects of antagonist cell concentration and two-strain mixtures on biological control of Fusarium dry rot of potatoes. Phytopathology 87: 177-183.
217. Schneider, K.A., Brothers, M.E. and Kelly, J.D. 1997. Marker assisted selection to improve drought resistance in common bean. Crop Science 37: 51-60.
218. Schneider, K.A., Rosales-Serna, R., Ibarra-Perez, F., Cazares-Enriquez, B., Acosta-Gallegos, J., Ramirez-Vallejo, P., Wassimi, N. and Kelly, J.D. 1997. Improving common bean performance under drought stress. Crop Science 37: 43-50.
219. Schneider, R.W. 1982. Suppressive soils and Plant Disease. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minesota, USA
220. Σφήκας, Α. 1971. Ειδική Γεωργία. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης σελ. 179, 183-184

221. Sharma, M.P., Room Singh, L., Singh, R. 1993. Effects of phosphorus and sulfur application on yield and quality of green gram (*Phaseolus radiatus*). Indian J. Agric. Sc. 63: 507-508.
222. Sharma, P.N., Kumar, A., Sharma, O.P., Sud, D. and Tyagi, P.D. 1999. Pathogenic variability in *Colletotrichum lindemuthianum* and evaluation of resistance in *Phaseolus vulgaris* in the north-western Himalayan region of India. J. Phytopathol. 147: 41-45.
223. Shellie, K.C., Hosfield, G.L. 1991. Genotype x environmental effects on food quality of common bean: resource-efficient testing procedures. J. Am. Soc. Hort. Sci. 116: 732-736.
224. Shirliff, J.S. and Johnston, M.A. 2002. Yield-density relationships and optimum plant populations in two cultivars of solid-seeded, dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in Saskatchewan. Can. J. Plant Sci. 82: 521-529.
225. Shonnard, G.C. and Gepts, P. 1994. Genetics of heat tolerance during reproductive development in common bean. Crop. Science 34: 1168-1175.
226. Sicard, D., Michalakakis, Y., Dron, M. and Neema, C. 1997. Genetic diversity and pathogenic variation of *Colletotrichum lindemuthianum* in the three centers of diversity of its host, *Phaseolus vulgaris*. Phytopathology 87: 807-813.
227. Silbernagel, M.J., and Hannan, R.M. 1992. Use of plant introductions to develop U.S. bean cultivars. p. 1-8. In H. Shands and L.E Weisner (ed.) Use of plant introductions in cultivar development. Part 2. CSSA Spec. Publ. 20. CSSA, Madison, WI.
228. Silva, G.F., Santos, J.B. and Ramalho, M.A.P. 2003. Identification of SSR and RAPD markers linked to a resistance allele for angular leaf spot in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) line ESAL 550. Genetics and Molecular Biology 26:459-463.
229. Simons, M., Permentier, H.P., De Weger, L.A., Wijffelman, C.A., and Lugtenberg, B.J.J. 1997. Amino acid synthesis is necessary for tomato root

- colonization by *Pseudomonas fluorescens* strain WCS365. Mol. Plant Microbe Interact. 10: 102-106.
230. Simons, M., Van der Bij, A.J., Brand, J., De Weger, L.A., Wijffelman, C.A. and Lugtenberg, B.J.J. 1996. Gnotobiotic system for studying rhizosphere colonization by plant growth-promoting *Pseudomonas* bacteria. Mol. Plant Microbe Interact. 9: 600-607.
231. Singh, S.P. 1982. A key for identification of different growth habits of *Phaseolus vulgaris* L. Annu. Rpt. Bean Improv. Coop. 25: 92-95.
232. Singh, S.P. 1992. Common bean improvement in the tropics. Plant Breed Rev. 10: 199-269.
233. Singh, S.P., 1994. Gamete selection for simultaneous improvement of multiple traits in common bean. Crop Science 34: 352-355.
234. Singh, S.P., 1997. Single seed descent versus gamete selection for breeding beans for resistance to insects. Agron Abstracts p. 71.
235. Singh, S.P. 2001. Use of germplasm in breeding. In: C. De Cuarda, A.M. De Ron and R. Schachl (ed) Handbook on evaluation of *Phaseolus* germplasm. pp 65-77.
236. Singh, S.P. 2001. Broadening the genetic base of common bean cultivars. Crop. Science 41: 1659-1675.
237. Singh, S.P., Cijiao, C., Gutierrez, J.A, Garcia, J., PastorCorrales, M.A. and Morales, F.J. 1989. Selection for seed yield in intergene pool crosses of common bean. Crop Science 29: 1126-1131.
238. Singh, S.P., Urrea, C.A., Gutierrez, J.A. and Garcia, J. 1989. Selection for yield at two fertilizer levels in small seeded common bean. Can. J. Plant Sci. 69: 1011-1017.
239. Singh, S.P., Gutierrez, J.A. 1990. Effect of plant density on selection for seed yield in two population types of *Phaseolus vulgaris*. Euphytica 51: 173-178.

240. Singh, S.P., Gutierrez, J.A., Molina, A., Urrea, C. and Gepts, P. 1991b. Genetic diversity in cultivated common bean. II. Marker-based analysis of morphological and agronomic traits. *Crop Science* 31: 23-29.
241. Singh, S.P., Nodar and Gepts, P. 1991. Genetic diversity in cultivated bean: 1. Alloenzymes. *Crop Science* 31: 19-23.
242. Singh, S.P., Molina, A., Urrea, C.A. and Gutierrez, J.A. 1993. Use of interracial hybridization in breeding the race Durango common bean. *Can. J. Plant Sci.* 73: 785–793.
243. Singh, S.P. and Molina, A.. 1996. Inheritance of crippled trifoliolate leaves occurring in interracial crosses of common bean and its relationship with hybrid dwarfism. *J. Hered.* 87: 464–469.
244. Singh, S.P., Terán, H., Muñoz, C.G. and Takegami, J.C. 1999. Two Cycles of Recurrent Selection for Seed Yield in Common Bean. *Crop Science* 39:391-397.
245. Singh, S.P., Morales, F.J., Miklas, P.N., Terán, H. 2000. 2000. Selection for Bean Golden Mosaic Resistance in intra- and interracial bean populations. *Crop. Science* 40: 1565-1572.
246. Singh, S.P., Cardona, C, Morales, F.J., Pastor-Corrales, M.A., Voysest, O. 1998. Gamete selection for upright carioca bean with resistance to five diseases and a leafhopper. *Crop Science* 38(3): 666-672.
247. Singh, S.P., Teran, H. 1998. Population bulk versus F1-derived family methods of yield testing in early generations of multiple-parent interracial and inter gene pool crosses of common bean. *Can. J. Plant Sci.*, 78: 417-421.
248. Singh, S.P., Teran, H., Munoz, C.G., Osorao, J.M., Takegami, J.C., Thung, M. 2003. Low soil fertility tolerance in landraces and improved common bean genotypes. *Crop Science* 43(1): 110-119.
249. Singh, S.P., Debouck, D.G and Roca, W.M. 1998. Interspecific hybridization between *Phaseolus vulgaris* L. and *P. parvifolius* Freytag. *Annu. Rpt. Bean. Improv. Coop.* 41: 7-8.

250. Singh, S.P., Urrea, C.A. 1995. Inter- and intraracial hybridization and selection for seed yield in early generations of common bean. *Phaseolus vulgaris* L. *Euphytica*. 81: 131-137.
251. Smartt, J. 1988. Morphological, physiological and biochemical changes in *Phaseolus* beans under domestication. p. 143–161. In P. Gepts (ed.) Genetic resources of *Phaseolus* beans. Kluwer, Dordrecht, the Netherlands.
252. Sonnante, G., Stockton, T., Nodari, R.O., Becerra Velasquez, V.L., Gepts, P. 1994. Evolution of Genetic diversity during the domestication of common bean *Phaseolus vulgaris* L. *Theor. Appl. Genet.* 89: 629-635.
253. Souza, A.A., Boscardiol, R.L., Moon, D.H., Camargo, E.A; Tsai, M.S 1998. Effects of *Phaseolus vulgaris* QTL in controlling Host – Bacteria interactions under two levels of nitrogen fertilization. *Genetic and molecular biology*, vol. 23 n.1. ISSN 1414-4757.
254. Staboliev, M., Georgev, D., Tsvetanera, K., Tonev, Y.T. 1995. Effects of some agrotechnical and agrodimatic factors on technological quality of *Phaseolus vulgaris* L growth on calcareous chernozem. *Rastenievedni Nauk* 32: 65-67.
255. Stuber, C.W, Gooddman, M.M. and Moll, R.H. 1982. Improvement of yield and ear number resulting from selection of allozyme in loci in maize population. *Crop. Science* 22: 737-740.
256. Sullivan, J.G. and Bliss, F.A. 1983. Recurrent mass selection for increased seed yield and seed protein percentage in the common bean using a selection index. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108: 42-46.
257. Tarkalson, D.D., Jolly, V.D., Robbins, C.W. and Terry, R.E. 1998. Mycorrhizal colonization and nutrient uptake of dry bean in mature and compost manure treated subsoil and untreated top and subsoil. *J. Plant. Nutr.* 21: 1867-1878.

258. Thomas, B. 1973. Evolutionary implications of karyotypic variation in some insular *Peromyscus* from British Columbia, Canada. *Cytologia* 38: 485-495.
259. Traka – Mavrona, E., Koutsika – Sotiriou, M. and Pritsa, T. 2000. An integrated approach of breeding and maintaining an elite cultivar of snap bean. *Agronomy Journal* 92: 1020 – 1026.
260. Tu, J.C. 1988. Control of bean anthracnose caused by delta and lambda races of *Colletotrichum lindemuthianum* in Canada. *Plant Disease* 72: 5–7.
261. Tucker, C.L. and Harding, J. 1975. Outcrossing in common bean *Phaseolus vulgaris* L. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100: 283–285.
262. Urrea, C.A., Miklas, P.N., Beaver, J.S. and Riley, R.H. 1996. A codominant randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) marker useful for indirect selection of bean golden mosaic virus resistance in common bean. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 121: 1035-1039.
263. Urrea, C.A. and Singh, S.P. 1994. Comparison of mass, F2-derived family, and single-seed-descent selection methods in an interracial population of common bean. *Can. J. Plant Sci.* 74: 461-464.
264. Urrea, C.A. and Singh, S.P. 1995. Comparison of recurrent and congruity backcrossing for interracial hybridization in common bean. *Euphytica* 81: 21-26.
265. Uknes, S., Winter, A.M., Delaney, T., Vernooij, B., Morse, A., Friedrich, L., Nye, G., Potter, S., Ward, E., and Ryals, J. 1993. Biological induction of systemic acquired resistance in *Arabidopsis*. *Mol. Plant Microbe Interact.* 6:692-698.
266. Vallejos, C.E., Sakiyama, N.S, and Chase, C.D. 1992. A molecular marker based linkage map of *Phaseolus vulgaris* L. *Genetics* 131: 733-740.
267. Van Loon, L.C., Bakker, P.A.H.M., and Pieterse, C.M.J. 1998. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. *Annu. Rev. Phytopathol.* 36: 453-485.

268. Van Peer, R., Niemann, G.J. and Schippers, B. 1991. Induced systemic resistance and phytoalexin accumulation in biological control of Fusarium wilt of carnation by *Pseudomonas* sp. strain WCS417r. *Phytopathology* 81: 728-734.
269. Van Peer, R. and Schippers, B. 1992. Lipopolysaccharides of plant growth-promoting *Pseudomonas* spp. strain WCS417r induce resistance in carnation to Fusarium wilt. *Neth. J. Plant Pathol.* 98: 129-139.
270. Van Schoonhoven, A. and Voysest, O. 1991. Common Beans: Research of Crop improvement C.A.B. Intl.Wallingford and CIAT, Cal: pp. 980.
271. Van Scoonhoven, A. and Pastor – Corrales, M.A. 1987. Standard system for the evaluation of been germplasm. 53pp. Cali. CIAT 1987.
272. Van Wees, S.C.M., Pieterse, C.M.J., Trijssenaar, A., Van't Westende, Y.A.M., Hartog, F. and Van Loon, L.C. 1997. Differential induction of systemic resistance in *Arabidopsis* by biocontrol bacteria. *Mol. Plant Microbe Interact.* 10: 716-724.
273. Vaquero F., Robles, C. and Ruiz, M.L. 1993. A method for long-term micropropagation of *Phaseolus coccineus*. *Plant Cell.Rep.*12: 395-398.
274. Verdcourt, B., 1970. Studies in the *Leguminosae - Papilionoideae* for the flora of tropical East Africa: IV. *Kew Bull.* 24: 507-569.
275. Voysest, O., Valencia, M.C. and Amezquita, M.C. 1994. Genetic diversity among Latin American Andean and Mesoamerican common bean cultivars *Crop Science* 34: 1100-1110.
276. Waggaman, W.H. 1952. Phosphoric acid phosphates and phosphatic fertilizires. Second edition. Book division. Reihold Publishing Corporation.
277. Walters, K.J., Hosfield, G.L., Uebersax, M.A. and Kelly, J.D. 1997. Navy bean canning quality: correlations, heritability estimates and randomly amplified polymorphic DNA markers associated with component traits. *J. Amer. Soc. Hort. Set*, 122: 338-343.

278. Wang, C.R., Chang, K.C. and Grafton, K. 1988. Canning quality evaluation of pinto and navy beans. *J. Food Sci.* 53: 772–776.
279. Wang, N., Hatcher, D.W., Tyler, R.T., Toews, R., Gawalko, E.J. 2010. Effect of cooking on the composition of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and chickpeas (*Cicer arietinum* L.). *Food Research International* 43: 589–594.
280. Weiseth, G. 1954. Una variedad silvestre del poroto común (*Phaseolus vulgaris*), autóctona del Noroeste Argentino y su relación genética con variedades cultivadas. *Rev. Agron. Noroeste Argentino* 1:71–81.
281. Welsh, W., Bushuk, W., Roca, W., Singh, S.P. 1995. Characterization of agronomic traits and markers of recombinant inbred lines from intra- and interracial populations of *Phaseolus vulgaris* L. *Theor. Appl. Genet.*, 91:167-177
282. Westermann, D.T. 1992. Lime effects on phosphorus availability in a calcareous soil. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 56: 489-494.
283. Yan, X.; Beebe, S.E. and Lynch, J.P. 1995. Genetic variation for phosphorus efficiency of common bean in contrasting soil types : II. Yield response. *Crop Science* 35: 1049-1099.
284. Young, R.A. and Kelly, J.D. 1996. Characterization of the genetic resistance to *Colletotrichum lindemuthianum* in common bean differential cultivars. *Plant Dis.* 80: 650-654.
285. Young, R.A. and Kelly, J.D. 1997. RAPD markers linked to three major anthracnose resistance genes in common bean. *Crop Science* 37: 940-946.
286. Yu, Z.H., Stall, R.E. and Vallejos, C.E. 1998. Detection of genes for resistance to common bacterial blight of beans. *Crop Science* 38: 1290-1296.
287. Zehnder, G.W., Murphy, J.F., Sikora, E.J. and Kloepper, J.W. 2001. Application of rhizobacteria for induced resistance. *Eur. J. Plant Pathol.* 107: 39-50.

288. Zaumeyer, W.J. 1972. Dry beans and snap beans. *In* Genetic vulnerability of major crops. Nat. Acad. of Sci., Washington, DC. pp 224–244.
289. Zeven, A.C., Mohamed, H.H., Waning, J. and Veurick, H. 1993. Phenotypic variation within a Hungarian landrace of runner bean. *Euphytica* 68: 155-166.
290. <http://www.hort.purdue.edu>.
291. <http://www.floridata.com>.
292. <http://www.ibiblio.com>.

SUMMARY

The objectives of this study was the genetic analysis of three local *P. coccineus* populations and the evaluation of two breeding methods for their effectiveness to produce varieties adapted to organic farming. The objectives of this study divided in four topics: i) the study of the populations genetic identity through molecular and phenotypic markers, ii) the effectiveness of the two methodologies for the yield trait, iii) a preliminary study of the reproduction behavior through selfing and iv) the evaluation of the two breeding methodologies effectiveness in optimum and stress environments. The genetic material was three Co populations (Distrato-Grevena, Ag Germano-Prespes and Zagora). All three populations belong to the species of *P. coccineus*. The phylogenetic relationships of the above mentioned populations, was studied using RAPDs and phenotypic characteristics described by UPOV. Divergent selection was applied for both breeding methods (mass selection and modified pedigree selection) under organic farming at the farm of the University of Thessaly for three years (2004-2006). After three cycles of divergent mass selection for high and low yield derived the populations C_{1M}-HY, C_{2M}-HY, C_{3M}-HY and C_{2M}-LY, C_{3M}-LY respectively. In the same manner following divergent selection for high and low yield using the modified pedigree selection the populations C_{1P}-HY, C_{2P}-HY, C_{3P}-HY and the C_{2P}-LY, C_{3P}-LY were formed respectively. To study the reproductive behavior, selfings were carried out in selected plants from each population forming S₁ families. Evaluation of all S₁ families within each population was carried out next year using a CRD experimental design with nine replications on a per plant basis. Furthermore isolated S₁ plants were selfed to for S₂ families for each S₁ plant. All the above mentioned genetic material, populations for high and low yield of both methodologies along with the S₁ and S₂ families were evaluated in two environments optimum (Velestino) and stress (M. Perivolaki). Data for topic I

shown, that all three populations were climbing and genetic variability was evident, based on molecular and phenotypic characteristics. The populations Prespes and Zagora consisted of a percent of plants having red flowers. All populations were classified in distinct clusters according to UPOV classification. According to the molecular data analysis the two of them Prespes and Zagora formed a close cluster whereas Grevena seemed to differ from the other two. The PCA analysis (in two main principal components), based on physicochemical and organoleptic characteristics, shown that all three populations were different. Data of panel test shown that the population Grevena was close related with the organoleptic characteristics of total acceptance and sweet taste and Prespes characterized of juiciness. Based on data from reproductive behaviour the selfed plants yielded 70% less than the open pollinated plants which means that cross pollination contributes for roughly 2/3 of total yield. According to the data of the evaluation in two locations, genetic gain was evident for all populations and for both methodologies. Prespes population, suffered the lowest inbreeding depression for yield, and seemed to be adapted better to the method of the modified pedigree selection. Using this method Prespes appeared to have the highest genetic gain per cycle for grain yield. The other two populations Zagora and Grevena were adapted better to mass selection where the shown the highest genetic gain per cycle. The two abovementioned population suffered from inbreeding depression the same or higher than Grevena.

Keywords: mass selection, pedigree selection, inbreeding depression, organic breeding, populations Prespes – Zagora - Grevena