

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Μεταπτυχιακή Διατριβή
Μεταπτυχιακός Φοιτητής: Ροδιάτης Ανέστης

**«Μελέτη της αποτελεσματικότητας επιλογής καθαρών σειρών εντός
τοπικών πληθυσμών φασολιού (*Phaseolus vulgaris* L.), για
παραγωγική συμπεριφορά και χαρακτηριστικά ποιότητας»**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Α. ΜΑΥΡΟΜΑΤΗΣ

ΒΟΛΟΣ 2005



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

Αριθ. Εισ.: 4932/1
Ημερ. Εισ.: 20-09-2006
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιδετικός Κωδικός: Δ
635.65
ΡΟΔ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Εξεταστική Επιτροπή

«Μελέτη της αποτελεσματικότητας επιλογής καθαρών σειρών εντός τοπικών πληθυσμών φασολιού (*Phaseolus vulgaris* L.), για παραγωγική συμπεριφορά και χαρακτηριστικά ποιότητας»

A. ΜΑΥΡΟΜΑΤΗΣ (Επιβλέπων)

Λέκτορας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

X. ΓΟΥΛΑΣ (Μέλος)

Καθηγητής του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

I. ΑΡΒΑΝΙΤΟΓΙΑΝΝΗΣ (Μέλος)

Επίκουρος Καθηγητής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τον Καθηγητή της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Χρήστο Γούλα επιβλέποντα στην μεταπτυχιακή μου διατριβή για τη διδασκαλία της υπέροχης επιστήμης της γενετικής βελτίωσης των φυτών, για την ανάθεση αυτού του θέματος και την εμπιστοσύνη που έδειξε προς το πρόσωπό μου καθώς και για τις χρήσιμες υποδείξεις του.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αθανάσιο Μαυρομάτη Λέκτορα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τις εύστοχες υποδείξεις του, για τη βοήθειά του στην εγκατάσταση του πειράματος στον αγρό καθώς και τις επικοδομητικές συζητήσεις αλλά και το ενδιαφέρον που έδειξε προς το πρόσωπό μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω το μέλος της επιτροπής κ. Ι. Αρβανιτογιάννη Επίκουρο Καθηγητή της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την πολύ καλή συνεργασία και την πολύτιμη βοήθειά του στην συγγραφή της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω βαθύτατα την οικογένειά μου και του φίλους για την αμέριστη συμπαράστασή τους.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	6
2. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας	9
2.1 Καταγωγή και διάδοση του φασολιού.....	9
2.2 Βελτιωτικές προσπάθειες.....	13
2.2 Θρεπτική αξία και χαρακτηριστικά ποιότητας.....	25
2.3 Βελτίωση του φασολιού στην Ελλάδα.....	28
3. Υλικά και Μέθοδοι	31
3.1 Γενετικό Υλικό.....	31
3.3.1 Καθαρές σειρές.....	31
3.2 Αξιολόγηση σε συνθήκες αγρού.....	33
3.2.1 Αξιολόγηση πληθυσμών.....	33
3.2.2 Αξιολόγηση των επιλεγμένων καθαρών σειρών.....	34
3.3 Καλλιεργητικές φροντίδες.....	36
3.4 Συγκομιδή.....	37
3.5 Παρατηρήσεις.....	39
3.5.1 Αγρονομικά χαρακτηριστικά.....	39
3.5.2 Χαρακτηριστικά Ποιότητας.....	41
3.5.2.1 Φυσικοχημικές ιδιότητες.....	41
3.5.2.2 Οργανοληπτική εξέταση.....	43
3.6 Αξιολόγηση γενοτύπων με την βοήθεια μοριακών δεικτών.....	46
3.6.1 Απομόνωση DNA.....	46
3.6.2 Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός DNA.....	46
3.6.3 Μοριακή γενετική ανάλυση με δείκτες RAPD's.....	47
4. Αποτελέσματα και Συζήτηση	49
4.1 Γενικευμένη Συζήτηση.....	49

4.2 Αξιολόγηση καθαρών σειρών πληθυσμού Ροδόπης.....	64
4.3 Αξιολόγηση καθαρών σειρών πληθυσμού Ξάνθης.....	70
4.4 Αξιολόγηση καθαρών σειρών πληθυσμού Βελεστίνου	76
4.5 Αξιολόγηση καθαρών σειρών πληθυσμού Χονδρά Κλεισούρας Καστοριάς	82
4.6 Αξιολόγηση καθαρών σειρών πληθυσμού Βυζίτσας καθιστά.....	88
4.7 Αξιολόγηση καθαρών σειρών πληθυσμού Βυζίτσας άσπρο/μαύρο.....	94
4.8 Αξιολόγηση καθαρών σειρών πληθυσμού Βυζίτσας καφέ.....	100
4.9 Αξιολόγηση καθαρών σειρών πληθυσμού Βυζίτσας μπεζ/μαύρο	106
4.10 Επιλογή ατομικών φυτών από νέους τοπικούς πληθυσμούς φασολιού.....	112
4.10.1 Ατομικά φυτά πληθυσμού Χάντρες κ/μ	112
4.10.2 Ατομικά φυτά πληθυσμού Χάντρες μ/κ	114
4.11 Αποτελέσματα μοριακών αναλύσεων.....	116
4.12 Αποτελέσματα φυσικοχημικών χαρακτηριστικών	119
4.13 Αποτελέσματα οργανοληπτικών χαρακτηριστικών.....	126
4.13.1 Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών (Principal Components Analysis – PCA)	130
4.13.2 Ανάλυση ομαδοποίησης (Cluster analysis).	142
4.13.3 Διαφοροποιούσα ανάλυση (Discriminant analysis)	148
4.13.4 Ανάλυση πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης (Multi Linear Regression Analysis).....	152
5. Συμπεράσματα	158
Περίληψη.....	162
Summary	164
Βιβλιογραφία.....	165

1. Εισαγωγή

Το κοινό φασόλι (*Phaseolus vulgaris*) είναι από τα πιο σημαντικά όσπρια, για απευθείας κατανάλωση από τον άνθρωπο, σε όλο τον κόσμο. Καλλιεργείται τόσο για χλωρούς λοβούς όσο και για τα ξερά σπέρματά του. Μεταξύ των οσπρίων καταλαμβάνει την πρώτη θέση σε παγκόσμια κλίμακα. Οι κυριότερες χώρες παραγωγής ξερών φασολιών είναι η Ινδία, η Βραζιλία, το Μεξικό και η Κίνα (Singh, 2000).

Στη χώρα μας καλλιεργείται σε έκταση περίπου 150000 στρ. με παραγωγή 25000 τόνους (ΕΣΥΕ, 1996). Στην καλλιέργεια χρησιμοποιούνται κυρίως τοπικές ελληνικές ποικιλίες, νέες ποικιλίες δημιουργίας του ΕΘΙΑΓΕ καθώς και ποικιλίες που εισάγονται από τις εταιρείες Σποροπαραγωγής. Παρά τον μεγάλο αριθμό ποικιλιών, τα διάφορα προγράμματα βελτίωσης αποβλέπουν στη δημιουργία νέων ποικιλιών με σκοπό την κάλυψη συγκεκριμένων αναγκών και ειδικότερα τη βελτίωση για ανθεκτικότητα σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις, την προσαρμοστικότητα, την απόδοση και την ποιότητα του προϊόντος.

Το φασόλι είναι αυτογονιμοποιούμενο είδος σε ποσοστό 99,5% και η επικρατούσα μορφή ποικιλίας είναι η 'καθαρή σειρά' (Singh *et al.*, 1998). Οι μέθοδοι επιλογής που εφαρμόζονται για τη βελτίωση του φασολιού, είναι η γενεαλογική με τις διάφορες παραλλαγές της, η μαζική, συνδυασμός γενεαλογικής και μαζικής, η επαναδιασταύρωση και τα κυκλικά σχήματα επιλογής (Graham, 1997; Kelly and Adams, 1987; Singh *et al.*, 1999). Προϋπόθεση δημιουργίας ποικιλιών είναι η ύπαρξη πηγών γενετικής παραλλακτικότητας και η κατάλληλη βελτιωτική μεθοδολογία. Ο υβριδισμός και οι κατάλληλες διασταυρώσεις μεταξύ ποικιλιών, είναι ο συνήθης τρόπος δημιουργίας νέας παραλλακτικότητας. Οι διασταυρώσεις μπορεί να είναι ενδοειδικές κυρίως αλλά και διειδικές ή διγενικές κ.λ.π.

Οι τοπικές παραδοσιακές ποικιλίες, είναι προϊόντα της εξελικτικής ή/και της εμπειρικής παρέμβασης του ανθρώπου και αποτελούν πολυγενετοτυπικά μίγματα καθαρών σειρών. Αυτές οι ποικιλίες, αποτέλεσαν το αρχικό γενετικό υλικό για τη δημιουργία των σύγχρονων ποικιλιών, ενώ στο πρόσφατο παρελθόν ήταν και μέχρι σήμερα εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται ως δότες πολύτιμων γονιδίων. Παρόλα

αυτά οι εγχώριοι αυτοί πληθυσμοί θα μπορούσαν και σήμερα να αξιολογηθούν και να αξιοποιηθούν. Αρχική προσέγγιση των βελτιωτών ήταν η αξιοποίηση των εγχωρίων πληθυσμών με τη μεθοδολογία επιλογή καθαρής σειράς (μαζική ή με απογονικό έλεγχο) όπως περιγράφεται από τους Poelhman and Sleeper, (1999). Στη συνέχεια αποτέλεσαν ενδιαφέρον γενετικό υλικό και ειδικότερα ήταν πολύτιμοι στην αξιοποίηση τους με την τροποποιημένη γενεαλογική μεθοδολογία της επιλογής γαμέτη (Singh, 1998).

Οι τοπικές ποικιλίες εξακολουθούν να έχουν ενδιαφέρον για τους βελτιωτές τουλάχιστον ως πηγές επιθυμητών γονιδίων και όχι μόνο. Ειδικότερα για τον ελληνικό χώρο όπου υπάρχει μια μεγάλη ποικιλομορφία γενετικού υλικού φασολιού, το ενδιαφέρον φαίνεται ενδεικτικό. Αυτές οι τοπικές ποικιλίες-πληθυσμοί έχουν ιδιαίτερη σημασία και αξίζει τον κόπο να μελετηθούν σε μια προσπάθεια που θα αποβλέπει τόσο στο ενδεχόμενο άμεσης αξιοποίησής της με τη μορφή ποικιλιών που ανταποκρίνονται στις ανάγκες της σύγχρονης γεωργίας όσο και ως πηγές-δότες επιθυμητών γονιδίων. Επομένως είναι ενδιαφέρον να μελετηθούν ώστε καταρχήν να καταγραφούν τα χαρακτηριστικά τους και στη συνέχεια να προσδιοριστεί η μεταξύ και εντός των πληθυσμών παραλλακτικότητα, προκειμένου να διατηρηθούν ως πολύτιμο γενετικό υλικό χωρίς να παραγνωρισθεί η άμεση προσπάθεια αξιοποίησής τους με τη μεθοδολογία επιλογής καθαρής σειράς.

Σε μια πρόσφατη προσπάθεια αξιοποίησης των τοπικών ποικιλιών, μέλη του εργαστηρίου Γενετικής Βελτίωσης Φυτών του ΠΘ αξιολόγησαν τοπικές παραδοσιακές ποικιλίες φασολιών από περιοχές της Μακεδονίας, τη Θράκη και τη Θεσσαλία. Τα δεδομένα έδειξαν ότι υπάρχει γενετική παραλλακτικότητα, η οποία σε πρώτο στάδιο αξιοποιήθηκε με την επιλογή αριθμού καθαρών σειρών με παραγωγικό δυναμικό ισοδύναμο των σύγχρονων καλλιεργούμενων ποικιλιών (Καλλιμόπουλος, 2004). Θα ήταν λοιπόν ενδιαφέρον, το επιλεγμένο αυτό γενετικό υλικό να υποβληθεί σε περαιτέρω αξιολόγηση και επιλογή, προκειμένου να επιβεβαιωθεί η αξία του.

Σκοποί της εργασίας ήταν:

- α) η αξιολόγηση, καθαρών σειρών φασολιού που προέκυψαν με τη μέθοδο επιλογής καθαρής σειράς την προηγούμενη χρονιά από επτά τοπικούς πληθυσμούς της χώρας μας, σε συνθήκες καλλιέργειας χαμηλών εισροών ως προς την παραγωγική τους συμπεριφορά.
- β) η μελέτη των φυσικοχημικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των τοπικών πληθυσμών.

- γ) η εκτίμηση γενετικής παραλλακτικότητας εντός δυο νεοεξεταζόμενων τοπικών πληθυσμών με εφαρμογή της μεθόδου επιλογή καθαρής σειράς και
- δ) η μελέτη της γενετικής συγγένειας μεταξύ των πληθυσμών, μετά από χρήση μοριακών δεικτών τύπου RAPD.

2. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

2.1 Καταγωγή και διάδοση του φασολιού

Το γένος *Phaseolus* κατάγεται από την Αμερική και περιλαμβάνει πάνω από 30 είδη (Debouck, 1991, 1999; Delgado and Salinas, 1985; Maréchal *et al.*, 1978; Westphal, 1974 από Singh *et al.*, 2000). Στη Γουατεμάλα και στο Μεξικό απαντώνται διάφοροι άγριοι τύποι του *Phaseolus vulgaris* που θεωρούνται πρόγονοι του καλλιεργούμενου φασολιού, ενώ υπάρχει και η εκδοχή ότι το καλλιεργούμενο φασόλι προέρχεται από το άγριο είδος *Phaseolus aborigineus* που συναντάται στην Αργεντινή (Berglund-Brucher, 1976 όπως αναφέρεται από το Δαλιάνη, 1993).

Από αρχαιολογικά ευρήματα, προκύπτει ότι πολλά είδη φασολιού είχαν καλλιεργηθεί από τους ιθαγενείς της Αμερικής. Υπάρχουν όμως και ενδείξεις ότι το είδος *Phaseolus vulgaris* πιθανόν να εξημερώθηκε στην περιοχή της Βραζιλίας και βόρειας Αργεντινής (Berglund-Brucher, 1976 όπως αναφέρεται από το Δαλιάνη, 1993). Από τα είδη που ανήκουν στο γένος *Phaseolus* μόνο πέντε πιθανώς να εξημερώθηκαν: τα *P. acutifolius* A. Gray (tepary bean), *P. coccineus* L. (scarlet runner bean), *P. lunatus* L. (Lima bean), *P. polyanthus* Greenman (year-long bean), και *P. vulgaris* L. (common bean) (Debouck, 1999, 2000, από Singh *et al.*, 2000; Gepts *et al.*, 1986). Μεταξύ αυτών των ειδών το κοινό φασόλι *Phaseolus vulgaris* είναι το πιο ευρέως καλλιεργούμενο, κατέχοντας πάνω από το 85% της παραγωγής από όλα τα γένη *Phaseolus* στον κόσμο.

Το κοινό φασόλι με αριθμό χρωμοσώμων $2n=2x=22$ έχει μέγεθος γενώματος 637 Mbp ή 0.66 pg/1C (Arumuganathan and Earle, 1991). Η παραλλακτικότητα μέσα στο γένος του κοινού φασολιού διακρίνεται σε δυο κύρια γονιδιακά αποθέματα (gene pools), των Άνδεων και της Κεντρικής Αμερικής. Η παραλλακτικότητα μεταξύ των ειδών του γένους *Phaseolus*, οργανώνεται σε πρωτογενή, δευτερογενή, τριτογενή και τεταρτογενή γονιδιακά αποθέματα (Debouck, 1999, 2000; Debouck and Smartt, 1995 όπως αναφέρεται από τους Singh *et al.*, 2000). Στα πρωτογενή γονιδιακά αποθέματα περιλαμβάνονται τοπικές ποικιλίες και άγριοι πληθυσμοί, που είναι και οι άμεσοι πρόγονοι των ποικιλιών του κοινού φασολιού (Berglund-Brücher and Brücher, 1976;

Brücher, 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 κοινό 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).

Τα υβρίδια μεταξύ άγριων και καλλιεργούμενων φασολιών είναι πλήρως γόνιμα και παραγωγικά ενώ δεν υπάρχουν φραγμοί στις διασταυρώσεις μεταξύ τους (Singh *et al.*, 1995). Εξαιρέση αποτελεί η εμφάνιση του *Dl-1* γονιδίου στην κεντρική Αμερική και του *Dl-2* στους άγριους πληθυσμούς (Koinange and Gepts, 1992) και καλλιεργούμενες ποικιλίες (Shii *et al.*, 1980; Singh and Gutiérrez, 1984; Vieira *et al.*, 1989 όπως αναφέρεται από τους Singh *et al.*, 2000) των Άνδεων που κάνει αδύνατη τη φυσική διασταύρωση μεταξύ άγριων και καλλιεργούμενων φασολιών.

Κατά τη διάρκεια της εξημερώσεώς του, το φασόλι υπέστη διάφορες μορφολογικές και φυσιολογικές αλλαγές. Έχει εξελιχθεί από εξαιρετικά ακαθόριστη, αναρριχώμενης ανάπτυξης σε καθορισμένης, νάνας ανάπτυξης, από ευαίσθητο σε 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 όπως αναφέρεται από τους Gepts *et al.*, 1986).

Κύρια μεγαλογονίδια, ή γονιδιακές θέσεις ποσοτικών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων (QTLs) συνδεδεμένα με χαρακτηριστικά εξημέρωσης του κοινού φασολιού έχουν αναγνωριστεί και χαρτογραφηθεί (Freyre *et al.*, 1998; Gu *et al.*, 1998; Koinange *et al.*, 1996). Τα γνωρίσματα αυτά αφορούν, τον τύπο ανάπτυξης του φυτού, την αντίδραση στην φωτοπερίοδο, την παρουσία φυτικών ιών στο λοβό, τον περιορισμό του λήθαργου και την αύξηση του βάρους σπόρου. Η εξημέρωση συνοδεύτηκε από μείωση του αριθμού των διακλαδώσεων και των φύλλων, ενώ η διάμετρος του στελέχους και το μέγεθος των φύλλων αυξήθηκαν. Στους άγριους τύπους φασολιού κάθε λοβός περιελάμβανε 9 σπόρους ενώ στις περισσότερες καλλιεργούμενες ποικιλίες πέντε (Evans, 1980 όπως αναφέρεται από το Δαλιάνη, 1993).

Στα δευτερογενή γονιδιακά αποθέματα, περιλαμβάνονται τα είδη *Ph. coccineus*, *Ph. costaricensis* (Freitag&Debouck) και *Ph. polyanthus*. 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 Baudoín, 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 αρσενικό γονέα είναι πιο δύσκολες, επειδή οι νεοσυνδυασμοί είναι ασταθείς ενώ υπάρχει η τάση να επανέρχονται στο φαινότυπο του θηλυκού γονέα (Debouck, 1999 όπως αναφέρεται στο Gepts *et al.*, 1986).

Τα τριτογενή γονιδιακά αποθέματα περιλαμβάνουν τα είδη *Ph. acutifolius* και *Ph. parvifolius* (Freitag). 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 (Mejía-Jiménez *et al.*, 1994; Singh *et al.*, 1998). Διασταυρώσεις του κοινού φασολιού με τα είδη *Ph. filiformis*, *Ph. angustissimus* και *Ph. lunatus*, έχουν επιχειρηθεί χωρίς να παραχθούν βιώσιμοι και γόνιμοι απόγονοι. Αυτά τα είδη πρέπει να ανήκουν στα τεταρτογενή γονιδιακά αποθέματα του φασολιού.

Η φασεολίνη αποτελεί την κύρια αποθηκευτική πρωτεΐνη του φασολιού, η παραγωγή της οποίας ελέγχεται από την *Phs* γονιδιακή περιοχή. Αποτελεί γύρω στο 35-50% της συνολικής πρωτεΐνης στους σπόρους του κοινού φασολιού (Ma and Bliss, 1978 όπως αναφέρεται από τους Johnson *et al.*, 1993). Δυο κύριοι και πολλοί δευτερεύοντες τύποι φασεολίνης έχουν αναγνωρισθεί με βάση τα πρότυπα ζωνών σε μονοδιάστατες πηκτές πολυακρυλαμίδης SDS. Ο κύριος τύπος που βρέθηκε σε καλλιεργούμενο γενετικό υλικό είναι ο τύπος 'S' (από τη Sanilac, την ποικιλία στην οποία αναγνωρίστηκε για πρώτη φορά) και ο τύπος 'T' (Tendergreen) (Brown *et al.* 1982 όπως αναφέρεται από τους Singh *et al.*, 1998). Οι 'S' και 'T' τύποι, χαρακτηρίζουν το 80% των καλλιεργούμενων ποικιλιών (Gepts and Bliss, 1985). Ο τύπος της φασεολίνης, έχει χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για διαφοροποίηση μεταξύ άγριων και καλλιεργούμενων τύπων φασολιού που ανήκουν στα γονιδιακά αποθέματα της Μεσοαμερικάνικης (S τύπος φασεολίνης) και της ζώνης των Άνδεων (T τύπος) (Gepts and Bliss, 1986; Debouck *et al.*, 1993; Gepts, 1993 όπως αναφέρεται από τους Singh *et al.*, 2000). Η σύνδεση μεταξύ της *P* and *Phs* γονιδιακής θέσης οι οποίες κωδικοποιούν το χρώμα του σπόρου, η φύση των προϊόντων του γονιδίου *Phs* (μια πλούσια πρωτεΐνη σπόρου), υπονοούν ότι το *Phs* μπορεί να είναι ένα υποψήφιο

γονίδιο υπεύθυνο για το βάρος του σπόρου (Sax, 1923 όπως αναφέρεται από τους Gepts *et al.*, 1986).

Ο Hartana (1983) ανέπτυξε ισογονιδιακές σειρές για διαφορετικούς τύπους φασεολίνης χρησιμοποιώντας τη Sanilac ως γενετικό υπόβαθρο, για να αναλύσει τις επιδράσεις της φασεολίνης στα αγρονομικά και βιοχημικά χαρακτηριστικά των ποικυλιών όπως αναφέρεται από τους Gepts *et al.*, (1986). Ο ίδιος ερευνητής απέδειξε ότι οι 'T' και ο 'C' τύποι φασεολίνης είναι συσχετιζόμενη σημαντικά με μεγαλύτερο βάρος σπόρου, αυξημένη ολική πρωτεΐνη και αυξημένο ποσοστό φασεολίνης σε σύγκριση με τον 'S' τύπο. Ωστόσο, η απόδοση δεν φάνηκε να επηρεάζεται σημαντικά από τον τύπο φασεολίνης. Οι προηγούμενες παρατηρήσεις έφεραν στο προσκήνιο τη διερεύνηση της σχέσης φασεολίνης και βάρους σπόρου και σε άλλους πληθυσμούς και περιβάλλοντα. Οι Johnson *et al.*, (1993) μελέτησαν πέντε πληθυσμούς για τη σχέση μεγέθους σπόρου και τύπου φασεολίνης, σε περισσότερες από μια εποχές και περιβάλλοντα. Μεταξύ των εποχών ή των περιβαλλόντων, η *Phs* γονιδιακή περιοχή συσχετίστηκε με το βάρος του σπόρου και εκτιμήθηκε ότι εξηγεί το 18-33% της συνολικής φαινοτυπικής διακύμανσης για το βάρος του σπόρου. Περαιτέρω απόδειξη για την ύπαρξη των γονιδιακών αποθεμάτων φαίνεται και από τη σχέση μεταξύ μεγέθους σπόρου (μικρό έναντι μεγάλο) με τα *Dl* γονίδια (*Dl-1* έναντι του *Dl-2*) και το ασυμβίβαστο των F₁ υβριδίων, την πρωτεΐνη φασεολίνη του σπόρου, αλλοένζυμα, μορφολογικά γνωρίσματα (Singh *et al.*, 1991) και DNA δείκτες (Haley *et al.*, 1994).

Ο Gepts (1998) πρότεινε ότι οι ποικιλίες με S τύπο φασεολίνης εξημερώθηκαν στις περιοχές του Μεξικού Jalisco και Guanajuato. Διαδοχικά, S τύπου φασόλια έχουν εξαπλωθεί σε άλλες περιοχές όπου έχουν επιλεγεί με παραλλαγές ως προς τον τύπο σπόρου και φυτού καθώς και για τοπική προσαρμοστικότητα. Μοριακή γενετική ανάλυση με δείκτες τύπου RAPD σε τροπικό και εύκρατο γενετικό υλικό δείχνουν διαφορές στο γένωμα και πιθανόν υπονοούν ανεξάρτητα γεγονότα εξημέρωσης των άγριων πληθυσμών. Από γενετικές μελέτες σε γνωρίσματα εξημέρωσης έχει βρεθεί ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος του σπόρου, συνδέονται με το γονίδιο της φασεολίνης (Nodari *et al.*, 1993; Koinange *et al.*, 1996). Οι Singh *et al.*, (1998) βρήκαν ότι επαναδιασταυρώνοντας άγρια φασόλια του Μεξικού με κοινό γονέα, είχε ως αποτέλεσμα παραγωγή σειρών με μικρότερο μέγεθος σπόρου από αυτό των γονέων με S τύπου φασεολίνη. Η γονιδιακή περιοχή που κωδικοποιεί την παραγωγή της φασεολίνης είναι συνδεδεμένη με το *P* γονίδιο που κωδικοποιεί το χαρακτηριστικό λευκού σπόρου (Gepts, 1998).

2.2 Βελτιωτικές προσπάθειες

Υπάρχουν δύο κύριες εμπορικές κλάσεις φασολιού τα χλωρά και τα ξερά. Υπάρχει μεγάλη ποικιλομορφία μεταξύ των καλλιεργούμενων ποικιλιών στα φαινοτυπικά γνωρίσματα, στον τύπο ανάπτυξης, στο μέγεθος και σχήμα σπόρου, χρώμα σπέρματος και ποιότητα κονσερβοποίησης (Singh, 1992). Ο Singh, (1982) όπως αναφέρεται από τον Singh, 2000, κατέταξε τις ποικιλίες του φασολιού ανάλογα με τον τύπο ανάπτυξης τους σε τέσσερις κλάσεις: i) νάνες (τύπος I) με όρθιο βλαστό χωρίς έλικες και καθορισμένης περιόδου ανθήσεως, ii) Νάνες-συνεχούς ανθοφορίας (τύπος II) με όρθιο βλαστό και μικρές έλικες, iii) ημιαναρριχόμενες (τύπος III) με μακριούς βλαστούς και πλάγιες διακλαδώσεις, με μακριές έλικες και με παρατεταμένη περίοδο ανθήσεως και iv) αναρριχόμενος (τύπος IV) με μακριούς αδύναμους βλαστούς χωρίς διακλαδώσεις και συνεχή άνθηση. Ο ίδιος ερευνητής, επίσης, πρότεινε τρόπο για την αναγνώριση του τύπου ανάπτυξης ο οποίος βασίζεται στην μορφή του ακραίου μεριστώματος (βλαστικό ή αναπαραγωγικό), στην ισχύ του βλαστού (αδύναμος ή σκληρός), στην ικανότητα αναρρίχησης (νάνα ή αναρριχώμενα) και στο πρότυπο παραγωγής (στον κύριο άξονα, σε όλο το μήκος του βλαστού ή μόνο στο πάνω άκρο).

Η αύξηση και ανάπτυξη του φασολιού χωρίζεται σε δυο στάδια στο βλαστικό και στο αναπαραγωγικό. 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 & Jones, 1997 όπως αναφέρεται από τον Singh, 2000).

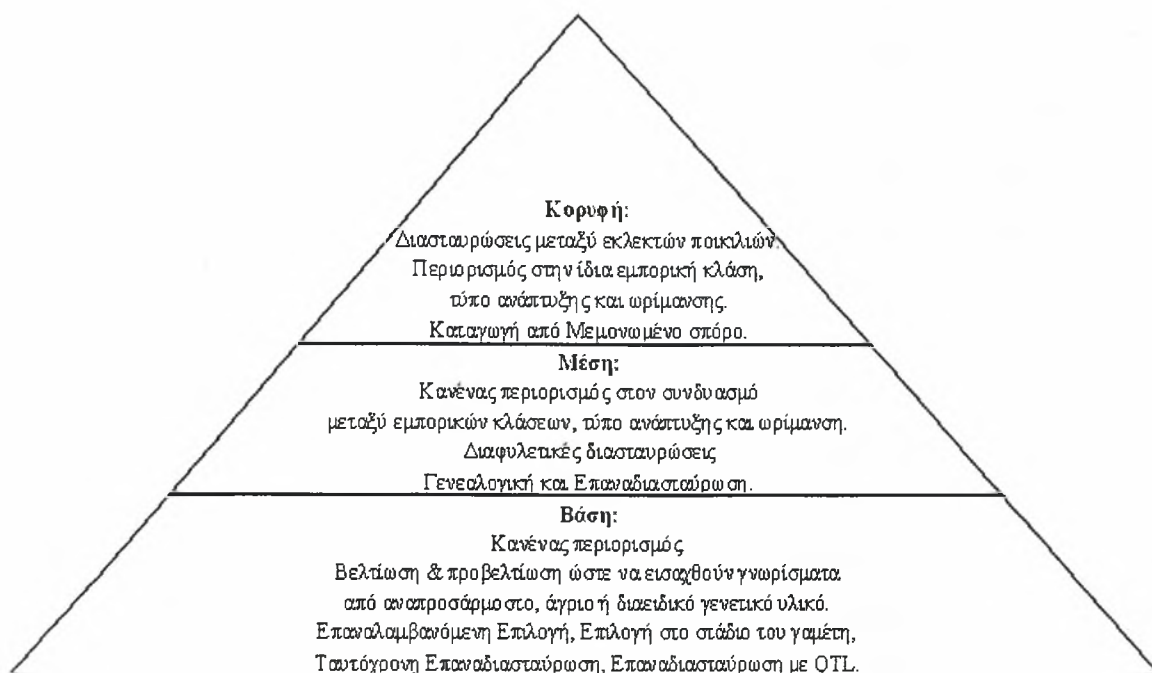
Γενικά παρατηρείται γενετική παραλλακτικότητα στο φασόλι ως προς το μέγεθος του σπόρου. Έτσι οι ποικιλίες διακρίνονται σε μεγαλόσπερμες (>40g 100-seed weight⁻¹), μικρόσπερμες (<25g 100-seed weight⁻¹) και μεσαίου μεγέθους (25–40g 100-seed weight⁻¹). Ο Singh (1992) περιέγραψε με λεπτομέρειες το πρότυπο 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 ΜεσοΑμερικής (μικρόσπερμες).

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

Η μεθοδολογία βελτίωσης για δημιουργία ποικιλιών που εφαρμόζεται 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. Έτσι έχουν εφαρμοσθεί η ταυτόχρονη επαναδιασταύρωση (congruity backcrossing) (Mejía-Jiménez *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). Δεδομένα σύγκρισης της αποτελεσματικότητας των διάφορων μεθόδων επιλογής γενικά είναι περιορισμένα (Beaver and Kelly, 1994; Gutiérrez and Singh, 1992; Singh and Terán, 1998; Urrea and Singh, 1994, 1995). 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 Singh and Urrea (1995) πρότειναν επιλογή για απόδοση με αξιολόγηση στις πρώτες διασπώμενες γενεές σε διαφυλετικούς και ενδοφυλετικούς πληθυσμούς με σκοπό να αναγνωρίσουν υποσχόμενους πληθυσμούς με επιθυμητούς ανασυνδυασμούς. Οι ίδιοι ερευνητές σε σύγκριση της ταυτόχρονης επαναδιασταύρωσης με την κλασική επαναδιασταύρωση βρήκαν την πρώτη μέθοδο ανώτερη. Από δοκιμές πρώιμης επιλογής για απόδοση (F₂-F₄), οι Singh and Terán, (1998), αναγνώρισαν υψηλό- και χαμηλό- αποδοτικούς πληθυσμούς που τελικά παρήγαγαν υψηλό- και χαμηλό- αποδοτικές F₇ σειρές. Η αξιοποίηση της μεγάλης παραλλακτικότητας στο εξωτικό γενετικό υλικό των φασολιών με ενσωμάτωση επιθυμητών γονιδίων στα καλλιεργούμενα φασόλια είναι ενδιαφέροντα. Προκειμένου να γίνει εφικτή απαιτούνται γνώσεις σχετικά με την απόδοση σε σπόρο των γονέων και άλλα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά, την συνδυαστική ικανότητα, την ύπαρξη γονιδίων ασυμβατότητας και των ανεπιθύμητων συνδέσεων. Το πρόβλημα που προκύπτει από τον ανασυνδυασμό των γονιδίων και την δυνατότητα να προκύψουν χρήσιμοι ανασυνδυασμοί δηλαδή νέοι επιθυμητοί γενότυποι γίνεται εντονότερο όσο μεγαλώνει η γενετική απόσταση μεταξύ των γονέων που υβριδίζονται (Mumba and Galwey, 1999; Singh and Molina, 1996).

Βελτίωση με βάση τον ιδεότυπο έχει επίσης προταθεί για να βελτιώσει την απόδοση στο φασόλι για τους διάφορους τύπους σπόρου όπως navy, pinto και great northern (Kelly *et al.*, 1998). Έτσι έχει προταθεί η πυραμιδοποίηση σε τρία επίπεδα, ως στρατηγική για βελτίωση της απόδοσης στα ξερά φασόλια (Kelly, 1997). Η μέθοδος βασίζεται στην αρχιτεκτονική δόμηση ενός ιδανικού φυτού στο οποίο πρέπει να στοχεύουν οι βελτιωτές. Συγκεκριμένα οι Kelly *et al.*, (1998), πρότειναν την εφαρμογή ενός προγράμματος βελτίωσης με έμφαση στην βελτίωση της απόδοσης στο φασόλι, με βάση την τριγωνική πυραμίδα (σχήμα 1). Η προσέγγιση είναι διαφορετική σε κάθε επίπεδο της πυραμίδας και λαμβάνει υπόψη την αξιοποίηση κάθε διαθέσιμης παραλλακτικότητας. Η έμφαση τελικά δίνεται στην κορυφή της πυραμίδας όπου αξιοποιούνται διασταυρώσεις μεταξύ εκλεκτών ποικιλιών. Στον όλο σχεδιασμό γίνεται προσπάθεια ώστε να διασταυρώνονται γονείς με τη μέγιστη παραλλακτικότητα. Συγκεκριμένα προτείνονται διασταυρώσεις μεταξύ των γονιδιακών αποθεμάτων (gene pools), μεταξύ φυλών και μεταξύ ποικιλιών της ίδιας εμπορικής κλάσης χρησιμοποιώντας μεθόδους επιλογής όπως καταγωγή από μεμονωμένο σπόρο στην F_5 γενιά αφού έχουν προηγηθεί προκαταρκτικά πειράματα απόδοσης. Η ένταση επιλογής πρέπει να κυμαίνεται από 20 έως 35%, ανάλογα με παράγοντες όπως το περιβάλλον.

Το ενδιάμεσο επίπεδο της πυραμίδας είναι δομημένο ώστε να εισάγεται παραλλακτικότητα στο γενετικό υλικό και να αναγνωρίζονται σειρές που θα διασταυρώνονται με εκλεκτό γενετικό υλικό. Σε αυτό το επίπεδο πρέπει να πραγματοποιούνται διασταυρώσεις εντός των γονιδιακών αποθεμάτων, μεταξύ φυλών και μεταξύ εμπορικών κλάσεων με ίδιο μέγεθος σπόρου. Πρέπει να γίνεται μεγάλος αριθμός διασταυρώσεων ώστε να δημιουργούνται F_2 πληθυσμοί. Τέλος η βάση της πυραμίδας αποτελείται από πληθυσμούς που θα χρησιμοποιηθούν σε μελλοντικά προγράμματα βελτίωσης.



Σχήμα 1. Η πυραμίδα για βελτίωση απόδοσης στο κοινό φασόλι.(Kelly *et al.*, 1998).

Διασταυρώσεις μεταξύ των δυο γονιδιακών αποθεμάτων, των Άνδεων και της Μεσοαμερικής, αναμένεται να εξασφαλίσει μια πολύ ενδιαφέρουσα πηγή γενετικής παραλλακτικότητας (Johnson, 1999). Απαιτούνται όμως περισσότερα δεδομένα και έτσι εξετάστηκε ο φυλετικός διαχωρισμός για απόδοση σε δυο ανασυνδυασμένους ομόμεικτικούς πληθυσμούς, από τα γονιδιακά αποθέματα των Άνδεων και της Μεσοαμερικής. Οι δυο πληθυσμοί σε σύγκριση με τις καλλιεργούμενες ποικιλίες απαιτούν περισσότερες μέρες για ωρίμανση (days to maturity - DTM), έχουν χαμηλότερο ρυθμό παραγωγής βιομάζας (πάνω από το έδαφος ξηρό βάρος/DTM), χαμηλότερο ρυθμό παραγωγής σε σπόρο (seed yield/DTM) και μικρότερο δείκτη συγκομιδής. Σε αντίθεση με τα παραπάνω δεδομένα, δεν προέκυψαν ενδείξεις για γενετική σύνδεση ή πλειοτροπικές δράσεις, μεταξύ βάρους σπόρου και ρυθμού οικονομικής παραγωγής σε σπόρο, αλλά δεν αποκλείεται να υπάρχει γενετική σύνδεση μεταξύ βάρους του σπόρου και διάρκειας του βιολογικού κύκλου του φυτού.

Το φασόλι έχει μελετηθεί επαρκώς ως προς τη γενετική του και στους παλαιότερους γενετικούς χάρτες σύνδεσης έχουν προστεθεί νεότεροι με βάση τη μοριακή γενετική ανάλυση (Adam-Blondon *et al.*, 1994; Jung *et al.*, 1996, 1997; Nodari *et al.*, 1993; Vallejos *et al.*, 1992). Μερικοί από αυτούς έχουν αναγνωρίσει συγκεκριμένους

μοριακούς δείκτες για ανθεκτικότητα σε ασθένειες (Adam-Blondon *et al.*, 1994; Ariyaratne *et al.*, 1999; Bai *et al.*, 1997; Haley *et al.*, 1993; Johnson *et al.*, 1995; Jung *et al.*, 1997; Miklas *et al.*, 1996, 1998, 2001; Nodari *et al.*, 1993; Park *et al.*, 1999; Schneider *et al.*, 2001; Young and Kelly, 1997; Yu *et al.*, 1998), μορφολογικά γνωρίσματα (Jung *et al.*, 1996; Park *et al.*, 1999), μέγεθος σπόρου (Park *et al.*, 2000), ποιότητα μαγειρέματος (Walters *et al.*, 1997), αντοχή σε στρες νερού (Schneider *et al.*, 1997). Μέχρι στιγμής από αυτά τα γνωρίσματα μόνο λίγα έχουν ενσωματωθεί στο βασικό χρωμοσωμικό χάρτη του φασολιού (Freyre *et al.*, 1998; Gepts, 1999).

Προκειμένου να μελετηθεί ο ρόλος της ετεροζυγωτίας και της επίστασης σε γενετικό υλικό, που προέκυψε από τη διασταύρωση με άγρια είδη φασολιού, δημιουργήθηκε ένας χαμηλής πυκνότητας χάρτης σύνδεσης βασισμένος σε δείκτες AFLP που επιτρέπει τη μελέτη της σχέσης QTLs με χαρακτηριστικά όπως: μέρες για ωρίμανση, ημερήσια βιομάζα, απόδοση σε σπόρο και δείκτη συγκομιδής. Στην περίπτωση αυτή, φαίνεται να αναγνωρίστηκαν ανεξάρτητες γονιδιακές δράσεις αλλά και διγενικά επιστατικά QTLs δράσεων παρόμοιας σπουδαιότητας. Η πλειοψηφία των γονιδιακών τόπων που εμπλέκονται σε αυτές τις επιστατικές αλληλεπιδράσεις δεν φάνηκε να έχουν ανεξάρτητες επιδράσεις (Johnson, 2002).

Οι εκτιμήσεις του συντελεστή κληρονομικότητας για απόδοση σε σπόρο βρέθηκε, όπως είναι αναμενόμενο, να διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με το γενετικό υλικό (Welsh *et al.*, 1995). Οι Singh *et al.*, 1999 αναφέρουν τιμές του συντελεστή κληρονομικότητας από 0.32 and 0.34 για το χαρακτηριστικό της απόδοσης ενώ για το βάρος των 100 σπόρων τιμές από 0.75 έως 0.86. Επίσης ο Singh, 1995 αναφέρει τιμές συντελεστή κληρονομότητας από 0.09 έως 0.80. 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. 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. Για να επιτευχθεί αυτός

ο σκοπός, οι Grafton and Singh (2000), Kelly *et al.*, (1998), (1999) και Singh (1999), περιέγραψαν και τις γενικές στρατηγικές για τη βελτίωση του φασολιού. Έτσι για κάθε κατηγορία φασολιών όλες οι εμπορικές ποικιλίες και οι εκλεκτές σειρές που χρησιμοποιούνται ως δότες επιθυμητών αλληλομόρφων, πρέπει να είναι όμοιου τύπου ανάπτυξης, χρώματος και μέγεθος σπόρου και να είναι καλά προσαρμοσμένες στο περιβάλλον καλλιέργειάς τους. Συνεπώς κάθε διασταύρωση γίνεται μόνο μεταξύ υψηλοαποδοτικών, καλά προσαρμοσμένων εκλεκτών δεκτών και δοτών.

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 (Singh, 1994) και στη συνέχεια ανάπτυξη ανώτερων σειρών. Όσον αφορά την ανάπτυξη ανθεκτικότητας για βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις είναι αναγκαίο να αξιολογούνται ταυτόχρονα πολλές οικογένειες με ταυτόχρονη αξιολόγηση σε διαφορετικές περιοχές ώστε να επιλεγούν οι υποσχόμενες οικογένειες (Singh *et al.*, 1998).

Το φασόλι υπόκειται σε μεγάλο αριθμό βιοτικών και αβιοτικών καταπονήσεων. Μεταξύ των αβιοτικών καταπονήσεων-(περιορισμών) είναι η χαμηλή γονιμότητα των εδαφών και ειδικά οι ελλείψεις αζώτου, φωσφόρου και ψευδαργύρου καθώς και η τοξικότητα αργιλίου και μαγγανίου. Ομοίως, η ξηρασία είναι μεταξύ των πιο διαδεδομένων αβιοτικών καταπονήσεων που έχουν άμεσες επιπτώσεις στην παραγωγή. Τα κυριότερα παθογόνα που επηρεάζουν την καλλιέργεια είναι: ο ιός του κοινού μωσαϊκού της φασολιάς (BCMV), ο ιός του κίτρινου μωσαϊκού της φασολιάς (BYMV). Η ανθράκωση (*Colletotrichum lindemuthianum*), η σκωρίαση (*Uromyces*

phaseoli var typical), ο τετράνυχος (*Tetranychus talarius*), ο βρούχος (*Bruchus obtectus*). Υψηλά επίπεδα ανθεκτικότητας έχουν βρεθεί για τη γωνιώδη κηλίδωση (Ferreira *et al.*, 2003; Pastor-Corrales *et al.*, 1998), ανθράκωση (Alzate-Marin *et al.*, 1997; Balardin and Kelly, 1998; Melotto and Kelly, 2000; από Singh *et al.*, 1998; Young and Kelly, 1996), BCMV (Kelly, 1997), BGMV (Molina Castañeda and Beaver, 1998; Morales and Niessen, 1988; από Urrea *et al.*, 1996; Velez *et al.*, 1998), σηψιριζίες (Abawi and Pastor-Corrales, 1990; Beebe *et al.*, 1981 από Singh *et al.*, 2000), σκωρίαση (Stavelly, 1999 από Singh, 2001) και έλλειψη νερού (Abebe *et al.*, 1998; Acosta *et al.*, 1999; Acosta-Gallegos *et al.*, 1996; Singh and Terán, 1995; Terán and Singh, 2002). Αντιθέτως τα επίπεδα ανθεκτικότητας στον ιό CBB, τον περονόσπορο, την ασκοχύτωση, τον βοτρυτή, την ριζοκτονία, το ωίδιο, τη σκωρίαση και τον βρούχο δεν είναι ικανοποιητικά.

Οι Kolkman και Kelly (2002), προσπάθησαν να μελετήσουν τη σχέση μεταξύ εννέα αγρονομικών χαρακτηριστικών (τύπος ανάπτυξης, μέρες έως την άνθηση, ύψος και πλάτος κόμης, μορφή διακλάδωσης, πλάγιασμα, μέρες έως την ωρίμανση, μέγεθος σπόρου και απόδοση) και τις ανθεκτικότητα στη σκληρωτίνια (*Sclerotinia sclerotiorum*) σε συνθήκες αγρού. Εκτιμήθηκαν οι συντελεστές κληρονομικής ικανότητας της ανθεκτικότητας και των αγρονομικών χαρακτηριστικών και η συσχέτιση μεταξύ των αγρονομικών χαρακτηριστικών και ανθεκτικότητας. Μια ομάδα εκλεκτών σειρών και δυο ανασυνδυασμένοι πληθυσμοί από διασταύρωση μεταξύ ανθεκτικών ποικιλιών, μελετήθηκαν με βάση τον δείκτη έντασης προσβολής (disease severity index, DSI) σε συνδυασμό με την έκφραση αγρονομικών χαρακτηριστικών. Η κληρονομικότητα για τον DSI ήταν 0.47 στον Bunsil/Newport πληθυσμό και 0.82 στον πληθυσμό Huron/Newport. Όλα τα αγρονομικά χαρακτηριστικά είχαν υψηλό συντελεστή κληρονομικότητας. Το πιο ενδιαφέρον αγρονομικό χαρακτηριστικό που μείωσε τον DSI και συνεισέφερε θετικά στην απόδοση ήταν ο τύπος ακαθόριστου ανάπτυξης. Το αυξημένο ύψος και πλάτος της κόμης καθώς και το πλάγιασμα ήταν γενικά συσχετισμένα με αύξηση του DSI.

Οι Kolkman και Kelly (2000) μελέτησαν εάν ο εστέρας του οξαλικού οξέως, ως πρωτεύον παθογόνος παράγοντας της σκληρωτίνιασης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο έμμεσης επιλογής για ανθεκτικότητα στην ασθένεια. Αξιολόγησαν 27 γενότυπους ως προς τον δείκτη DSI στην σκληρωτίνιαση, ο οποίος βρέθηκε αρνητικά συσχετισμένος με την απόδοση. Οι ίδιοι κατέληξαν ότι ο έλεγχος του εστέρα του οξαλικού οξέως είναι κριτήριο χρήσιμο για τον προσδιορισμό της ανθεκτικότητας και

μπορεί να αξιοποιηθεί για αξιολογήσει μεγάλου αριθμού σειρών σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Προκειμένου να μελετηθεί η ανθεκτικότητα στον ιό BGM, οι Singh *et al.*, (2000) χρησιμοποίησαν ένα διαφυλετικό και τέσσερις ενδοφυλετικούς πληθυσμούς. Η F₃ γενεά αξιολογήθηκε στον αγρό σε συνθήκες προσβολής από το βακτήριο *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye και γωνιώδης κηλίδωσης του φύλλου (ALS) που προκαλείται από το *Phaeoisariopsis griseola* Sacc. Επιλογή έγινε με βάση το ατομικό φυτό στην F₃ και F₄ γενεά. Συγκομίστηκαν F₃ και F₄ μεικτός πληθυσμός για να αξιολογηθούν για ALS, μωσαϊκό του φασολιού BCM, BGM και CBB. Οι 39 επιλεγμένοι γενότυποι, οι 12 γονείς και οι 6 μάρτυρες επαναξιολογήθηκαν. Επίσης 72 γενότυποι, οι γονείς και οι μάρτυρες αξιολογήθηκαν με δείκτες RAPD και συγκεκριμένα τον εκκινητή OR2₅₃₀ που συνδέεται με το *bgm-1* γονίδιο και τον SW12₇₀₀ που συνδέεται με QTL που ελέγχει την ανθεκτικότητα στον BGM. Σύμφωνα με τα δεδομένα προέκυψαν γενότυποι με ανθεκτικότητα στους ιούς BGM, ALS, BCM και προτάθηκε αξιοποίηση διαφυλετικών πληθυσμών, με συνδυασμένη αξιολόγηση σε προσβολή από ασθένειες στον αγρό και χρήση μοριακών δεικτών για βελτίωση στις ανθεκτικότητες.

Ο Mekbib, (2003) μελέτησε 21 γενοτύπους φασολιού που αντιπροσώπευαν τρεις τύπους ανάπτυξης (7 από κάθε τύπο), για να καθορίσει τη σταθερότητά της απόδοσης σε 3 περιοχές και για 3 χρόνια. Οι γενότυποι 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 γενότυποι με τύπο ανάπτυξης III και I φάνηκε να είναι οι περισσότερο σταθεροί. Επίσης σε μελέτη για την προσαρμοστικότητα και σταθερότητα 18 ποικιλιών φασολιού, σε 23 περιβάλλοντα στη Βραζιλία, οι Morais Carbonell *et al.*, (2004) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι πιο σταθερές ποικιλίες ήταν αυτές με την υψηλότερη απόδοση.

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 χαρακτηριστικά ποιότητας. Οι αλληλεπιδράσεις γενοτύπου με το περιβάλλον είναι αυτές που επηρεάζουν περισσότερο την ποιότητα.

Οι υψηλοαποδοτικές ποικιλίες φασολιού έχουν παχιά φύλλα λόγω του αυξημένου μεσόφυλλου το οποίο οδηγεί σε μεγαλύτερα ποσοστά ανάπτυξης και ρυθμό αφομοίωσης του φύλλου (White *et al.*, 2004). Αυτές οι διαφορές έχουν παρατηρηθεί στις ποικιλίες που προέρχονται από την Μεσοαμερικάνικη γενετική δεξαμενή οι οποίες έχουν παχύτερα φύλλα σε σχέση με αυτές των Άνδεων κάτι που εξηγεί και τη αρνητική συσχέτιση μεταξύ μεγέθους σπόρου και απόδοσης.

Οι Ngatia *et al.*, (2004) σε πρόσφατη μελέτη, προσπάθησαν να καθορίσουν τη επίδραση των δόσεων και του χρόνου εφαρμογής γιβερρικού οξέως (GA₃) στην ανάπτυξη και στα συστατικά της απόδοσης, σε ποικιλίες κοινού φασολιού (*Phaseolus vulgaris*). Αυτοί ψέκασαν γιβερρικό 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 φύτεμα. Οι επιδράσεις της GA₃ στην ανάπτυξη, απόδοση και συστατικά απόδοσης ήταν σημαντικές αυξάνοντας το ύψος του φυτού, το δείκτη φιλικής 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 φύτεμα.

Η απαιτούμενη πυκνότητα σποράς για τα ξερά φασόλια μπορεί να εξαρτάται από τον τύπο ανάπτυξης του φυτού, τη σχέση μεταξύ απόδοσης και πυκνότητας, το κόστος του σπόρου καθώς και από το περιβάλλον. Οι Shirtliffe και Johnston, (2002) μελέτησαν την 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. Αύξηση στον πληθυσμό των φυτών δεν επηρέασε το βάρος των 1000 σπόρων, ενώ ήταν μεγαλύτερος ο αριθμός σπόρων που παραγόταν 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 κοινού φασολιού με δυο διαφορετικά μεγέθη σπόρου (μεγάλο και μικρό). Οι μεγάλοι σπόροι αύξησαν το ύψος των φυτών, το δείκτη φυλικής επιφάνειας και τη βιομάζα των βλαστών και των ριζών. Τα φυτά που προήλθαν από μεγάλους σπόρους συσσωρεύσαν περισσότερο N και K στους βλαστούς και στις ρίζες. Δεν βρέθηκαν σημαντικές επιδράσεις του μέγεθος του σπόρου, τα στα συστατικά της απόδοσης και το δείκτη συγκομιδής.

Υπάρχουν ευκαιρίες για τους βελτιωτές να αξιοποιήσουν μεθόδους ανάλυσης και πρότυπα που έχουν αναπτυχθεί από τους φυσιολόγους με σύγχρονες προσεγγίσεις που επιτρέπουν ανάλυση της ανταπόκρισης του γενοτύπου σε πολυπεριβαλλοντική αξιολόγηση σε σχέση με προσδιορισμό μέσω της φυσιολογίας της ανάπτυξης και της απόδοσης. Αυτό μπορεί να επιτρέψει καλύτερη κατανόηση των αλληλεπιδράσεων του γενοτύπου με το περιβάλλον, με την προϋπόθεση ότι τα νέα κριτήρια έμμεσης επιλογής, ως συμπλήρωμα των εμπειρικών μεθόδων επιλογής, μπορούν να εφαρμοστούν. Οι Wright and Redden, (1998) χρησιμοποίησαν ένα πρότυπο που προτάθηκε από τον Passioura, (1997) για επιλογή ανθεκτικών γενοτύπων φασολιού, στη ξηρασία. Το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το $Y=T*WUE*HI$, όπου Y είναι η απόδοση σε σπόρο (gr/m^2), T η διαπνοή της καλλιέργειας (mm), WUE η ικανότητα της καλλιέργειας να παράγει βιομάζα ανά μονάδα νερού που διαπνέεται ($gr/mm/m^2$) και HI ο δείκτης συγκομιδής. Οι Wright and Redden χρησιμοποίησαν 343 καθαρές σειρές φασολιού και βρήκαν ότι, η απόδοση σε σπόρο είχε μεγάλο εύρος από 10-260 gr/m^2 , το εύρος της WUE ήταν 2.9-4.5 $gr/mm/m^2$ ενώ η υπολογισμένη διαπνοή T είχε εύρος από 0.1-0.7 mm. Η απόδοση σε σπόρο ήταν σημαντικά συσχετισμένη με το HI, ενώ δεν υπήρχε σημαντική σχέση μεταξύ T και WUE, ενδεικτικό στοιχείο της ανεξαρτησίας της προαναφερόμενης παραμέτρου από τον γενότυπο. Σημαντική συσχέτιση για τη διαπνοή (T), το δείκτη συγκομιδής (HI) και την παραγωγή βιομάζας ανά μονάδα νερού (WUE) υπάρχει και μπορεί να διερευνηθεί περαιτέρω για ενδεχόμενη εφαρμογή σε προγράμματα βελτίωσης καλλιεργειών.

Η καλλιέργεια υψηλοαποδοτικών ποικιλιών φασολιού, ανθεκτικών στη ξηρασία, θα μειώσει την εξάρτηση για άρδευση και κατά συνέπεια το κόστος παραγωγής. Οι Terán και Singh, (2002) μελέτησαν την αποτελεσματικότητα της επιλογής για απόδοση σε περιβάλλοντα με καταπόνηση ξηρασίας (DS) και σε περιβάλλοντα χωρίς καταπόνηση (NS), σε πρώτα στάδια ομομιξίας σε πληθυσμούς φασολιού. Οι 134 F_4 οικογένειες που προήλθαν μετά από τρεις διπλές διασταυρώσεις μεταξύ F_2 οικογενειών, οι τέσσερις γονείς και έξι μάρτυρες αξιολογήθηκαν σε

επαναλαμβανόμενα πειράματα αγρού σε DS και NS συνθήκες. Λαμβάνοντας υπόψη το επιπρόσθετο κόστος για έλεγχο σε πρώτες γενιές επιλογής για απόδοση σε DS περιβάλλοντα κατέληξαν στο ότι η μέθοδος δεν φαίνεται να είναι αποτελεσματική για το φασόλι.

Ανεκτικές ποικιλίες σε χαμηλής γονιμότητας εδάφη (LF) μπορούν να υποστηρίξουν αιφορικά 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, (Porayán και Quilichao) μεταξύ των ετών 1978 και 1998. Η μέση τιμή του δείκτη καταπόνησης από 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 γενότυπους και 8 ντόπιες ποικιλίες της κεντρικής Αμερικής (MA) παρατηρήθηκε ανεκτικότητα σε 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.

Οι Beebe *et al.*, (1995) εκτίμησαν το μέγεθος της γενετικής παραλλακτικότητας μεταξύ καθαρών σειρών φασολιού που επιλέχθηκαν για αντοχή στον ιό BGMV στην περιοχή της κεντρικής Αμερικής. Η γενετική απόσταση εκτιμήθηκε με βάση την παρουσία ή απουσία ζωνών RAPD που εκτιμήθηκαν μεταξύ 76 καθαρών σειρών και ποικιλιών κόκκινων και μαύρων φασολιών. Επίσης, συμπεριέλαβαν άλλες 6 μαυρόσπερμες ποικιλίες από τη Βραζιλία και την Αργεντινή για σύγκριση. Ο μέσος όρος παραλλακτικότητας με τη χρήση των μοριακών δεικτών RAPD που μετρήθηκε, μεταξύ των καθαρών σειρών και επιλογή για αντοχή στον ιό BGMV, ήταν σημαντικά μικρότερος από αυτόν μεταξύ των μη επιλεγμένων σειρών στα κόκκινα και μαύρα φασόλια. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν οι συντελεστές καταγωγής (CP) για την εκτίμηση των σχέσεων μεταξύ επιλεγμένων και μη καθαρών σειρών. Οι επιλεγμένες σειρές έδειξαν σημαντικά μεγαλύτερο CP από τις μη επιλεγμένες τόσο στα κόκκινα όσο και στα μαύρα φασόλια, αποδεικνύοντας τις στενές γενετικές σχέσεις και την μικρή παραλλακτικότητα.

Προηγούμενες μελέτες που χρησιμοποίησαν την πρωτεΐνη του σπόρου του φασολιού ως δείκτη, αποκάλυψαν ότι το καλλιεργούμενο φασόλι προήλθε από πολλαπλές εξημερώσεις στην ΜεσοΑμερική και στις Άνδεις. Επειδή αυτές οι μελέτες βασίστηκαν στην παραλλακτικότητα μιας απλής γονιδιακής θέσης η επιβεβαίωση αναζητήθηκε στην ανάλυση προτύπων παραλλακτικότητας με 9 πολυμορφικές γονιδιακές θέσεις αλλοενζύμων, ασύνδετες με την γονιδιακή θέση της φασεολίνης. Στο πείραμα των Singh *et al.*, (1991) αξιολογήθηκε ένα σύνολο από 227 ντόπιες ποικιλίες που αντιπροσώπευαν γεωγραφικές περιοχές από το Μεξικό έως την Αργεντινή και τη Χιλή. Η ανάλυση δέσμης ομοειδών συνόλων που βασίστηκε στη γενετική απόσταση κατά Nei's (1973), αποκάλυψε την ύπαρξη δύο κύριων ομάδων, της κεντρικής Αμερικής (MA) και αυτής των Άνδεων της Νοτίου Αμερικής.

Οι μοριακοί δείκτες έχουν χρησιμοποιηθεί επίσης στο φασόλι, για να συνδέσουν θέσεις ποσοτικών χαρακτηριστικών (QTLs) για αντοχή στη βακτηριακή σήψη (Yu *et al.*, 1998) τον ιό του κίτρινου μωσαϊκού (Urrea *et al.*, 1996) και ανεκτικότητα στην ξηρασία (Schneider *et al.*, 1997). Οι Beattie *et al.*, (2003) ανέπτυξαν ένα γενετικό χάρτη σύνδεσης για το φασόλι χρησιμοποιώντας ως γενετικό υλικό 110 καθαρές σειρές που προήλθαν από διασταύρωση του WO3391 και του 'OAC Speedvale'. Ο χάρτης αποτελούνταν από 105 RAPD, SSR και STS μοριακούς δείκτες. Είχε συνολικό μήκος 641 cM κατανεμημένος σε 8 ομάδες σύνδεσης (linkage groups-LGs). Εικοσιένα QTLs αναγνωρίστηκαν σε τρεις περιοχές για οχτώ αγρονομικά γνωρίσματα εξηγώντας τη συνολική φαινοτυπική διακύμανση από 10.6% για τη διάμετρο του υποκοτύλιου έως 45.4% για την ωρίμανση. Οι Faleiro *et al.*, (2000) χρησιμοποιώντας 242 F₂ άτομα που προήλθαν από διασταύρωση μεταξύ της ποικιλίας "Ouro Negro" και της "US Pinto 111" προσπάθησαν με δείκτες RAPD να συνδέσουν γονίδια για ανθεκτικότητα στη σκωρίαση που προκαλείται από το μύκητα *Uromyces appendiculatus*. Σύμφωνα με τα δεδομένα τους φάνηκε ότι η ανθεκτικότητα είναι μονογενετικό χαρακτηριστικό με κυριαρχική δράση. Δυο δείκτες αναγνωρίστηκαν να συνδέονται με την ανθεκτικότητα ο OX11₆₃₀ και ο OF10_{1,050}. Οι δείκτες αυτοί που αναγνωρίστηκαν χρησιμοποιούνται για επιλογή ανθεκτικών γενοτύπων στο Ομοσπονδιακό Πανεπιστήμιο της Viçosa.

Το κοινό φασόλι είναι ένα από τα είδη των ψυχανθών με τα μικρότερα γένωματα (0,65 pg/απλοειδές γένωμα) (Beattie *et al.*, 2003; Singh 1992). Τα τελευταία χρόνια πολλοί RFLP και RAPD γενετικοί χάρτες δημοσιεύθηκαν για το κοινό φασόλι. Οι χάρτες που περιέχουν RFLP περιλαμβάνουν αυτούς του University of Florida (Yu *et*

al., 1998) και του University of California (Gepts *et al.*, 1993 όπως αναφέρεται από τους Nodari *et al.*, 1993).

2.2 Θρεπτική αξία και χαρακτηριστικά ποιότητας

Η ποιότητα είναι ένας από τους πιο ενδιαφέροντες παράγοντες για τη βιομηχανία τροφίμων. Η ποιότητα πολλών φρούτων και λαχανικών επηρεάζεται από τη φυσιολογική ωρίμανσή τους κατά τη διάρκεια της συγκομιδής. Η ωρίμανση συχνά καθορίζεται από οπτική παρατήρηση όμως στον έλεγχο της ποιότητας υπάρχει ανάγκη να αναπτυχθούν αντικειμενικοί έλεγχοι για τον καθορισμό της (Martínez, 1994). Μετρήσεις των αλκοολικών διαλυτών στερεών, της περιεκτικότητας σε υγρασία, του χρώματος και της υφής της σάρκας (μονάδες tenderometer) έχουν αναφερθεί ως εφαρμοζόμενες τεχνικές για τη μέτρηση της ανάπτυξης και ωρίμανσης του φασολιού (Shams and Thompson, 1987). Τα όσπρια έχουν σημαντικό μερίδιο στην Μεσογειακή δίαιτα, εφοδιάζοντας με υψηλά επίπεδα ενέργειας τον ανθρώπινο οργανισμό έχοντας ως βάση τους υδατάνθρακες και τις πρωτεΐνες ενώ χαμηλό είναι το αντίστοιχο επίπεδο ενέργειας που προέρχεται από λίπη.

Για αποτελεσματική επιλογή των συγκεκριμένων χαρακτηριστικών ποιότητας, χρειάζεται καλύτερη κατανόηση σε φυσιολογικό και βιοχημικό επίπεδο του γενετικού ελέγχου καθώς και της επίδρασης του περιβάλλοντος στα χαρακτηριστικά ποιότητας. Πειράματα αγρού έχουν δείξει μεγάλη παραλλακτικότητα στο γένος *Phaseolus* όσον αφορά τις συγκεντρώσεις πεπτικών ουσιών καθώς και χαρακτηριστικών βρασμού του σπόρου. Αυτά τα χαρακτηριστικά επηρεάζονται σημαντικά από τη γεωγραφική θέση, και τις εδαφικές και τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή της καλλιέργειας. Πληροφορίες για την επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων (θερμοκρασία, διαθεσιμότητα νερού, εδαφικές συνθήκες κ.α.) στα χαρακτηριστικά ποιότητας του σπόρου είναι πολύ σπάνιες (Kigel, 1999). Η ποιότητα των σπόρων του φασολιού που φθάνουν στον καταναλωτή, εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του σπόρου κατά τη στιγμή της συγκομιδής, τις μεταχειρίσεις των συγκομιζόμενων σπόρων, τις συνθήκες αποθήκευσης και την τεχνολογία επεξεργασίας. Τα χαρακτηριστικά του σπόρου κατά τη συγκομιδή καθορίζονται από το γενότυπο της ποικιλίας και από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του φυτού και του σπόρου.

Αποτελεσματική επιλογή για συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ποιότητας, θα είναι εφικτή όταν διερευνηθεί και μελετηθεί ο έλεγχος του βαθμού επίδρασης των περιβαλλοντικών παραγόντων στην ποιότητα του σπόρου. Από εργασίες που έχουν δημοσιευθεί, προκύπτει σημαντική επίδραση του περιβάλλοντος καθώς και αλληλεπιδράσεις όπως γενότυπος×περιοχή ή γενότυπος×εποχή (ή έτος) (Shellie, Hosfield, 1991; Santalla *et al.*, 1995 όπως αναφέρει ο Kigel, 1999).

Οι Salvador *et al.*, (2003), προσπάθησαν να βρουν QTL, συνδεδεμένο με τη μάζα του σπόρου, τη συγκέντρωση σε Ca, Fe, Zn και τανίνες στο σπόρο. Διακόσιοι ενενήντα ένας δείκτες AFLP εντοπίστηκαν σε 120 F_{2:3} οικογένειες που προήλθαν από διασταύρωση μεταξύ της καλλιεργούμενης ποικιλίας 'Bayo Baranda' και ενός άγριου είδους του κοινού φασολιού. Παρατηρήθηκε σημαντική φυλετική διάσπαση μεταξύ των F_{2:3}. Πέντε θεωρητικά QTL συσχετίστηκαν σημαντικά με τη μάζα του σπόρου, δυο με το Ca, δυο με τη συγκέντρωση Fe, ένα με τη συγκέντρωση Zn και τέσσερα με τη συγκέντρωση των τανινών στο σπόρο. Αυτά τα QTL εξηγούν ποσοστό ~42, 25, 25, 15, και 42% της φαινοτυπικής διακύμανσης, αντιστοίχως.

Από την άλλη πλευρά δεν υπάρχουν πληροφορίες για τις επιδράσεις του περιβάλλοντος στα επίπεδα θρεπτικών παραγόντων που παρουσιάζονται στο σπόρο. Εφαρμογή αζωτούχου (Bengtsson, 1991) και θειούχου λίπανσης (Sharma *et al.*, 1993) συνήθως αυξάνει τη συγκέντρωση των πρωτεϊνών στο σπόρο και σε S- αμινοξέα (μεθειονίνη, κυστεϊνη κ.α.). Συνθήκες στέρησης νερού κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του σπόρου, έχουν ως συνέπεια την μείωση της συγκέντρωσης του αμύλου και την αύξηση της συγκέντρωσης των διαλυτών σακχάρων. Αντίθετα οι διαλυτές πρωτεΐνες και τα αμινοξέα δεν επηρεάζονται από την καταπόνηση έλλειψης νερού (Pasin *et al.*, 1991).

Το φασόλι γενικά πρέπει να μαγειρεύεται για να γίνεται νόστιμο, να αδρανοποιούνται τα ασταθή μη θρεπτικά συστατικά ώστε να βοηθηθεί η χώνεψη και η αφομοίωση των πρωτεϊνών και του αμύλου. Παρατεταμένη αποθήκευση, ειδικότερα σε υψηλές θερμοκρασίες και σχετική υγρασία, συμβάλλει στο φαινόμενο hard-to-cook (φασόλια μη βραστερά). Η ανάγκη για παρατεταμένο βρασμό μπορεί να συνδεθεί με δυο διαφορετικές διαδικασίες (Hohlberg and Stanley, 1987 όπως αναφέρει ο Kigel, 1999):

α) Τη δυσκολία απορρόφησης νερού από το σπόρο κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος (Hardshell - χονδρόπετσα). Αυτό μπορεί να οφείλεται στη χαμηλή διαπερατότητα του περιβλήματος από το νερό. Οι Agbo *et al.*, (1987) όπως αναφέρει

ο Kigel (1999), βρήκαν διαφορές στο μέγεθος της μικροπύλης που σχετιζόταν με τη διαπερατότητα του περιβλήματος από το νερό.

β) Το φαινόμενο κατά το οποίο οι σπόροι απορροφούν νερό αλλά δεν μαλακώνουν (Hard-to-cook, μη βραστερά).

Η διαπερατότητα του περιβλήματος, η σκληρότητα και η απορρόφηση του νερού, επηρεάζονται από παράγοντες του περιβάλλοντος και αλληλεπιδράσεις γενοτύπου με το περιβάλλον (GxE). Από μελέτη 10 ποικιλιών ξερού φασολιού σε 3 περιοχές στην Ρουάντα, βρέθηκαν σημαντικές επιδράσεις του περιβάλλοντος και αλληλεπιδράσεις GxE για τον χρόνο βρασμού, την απορρόφηση του νερού και τη συγκέντρωση σε πρωτεΐνη (Shellie and Hosfield, 1991). Σε άλλη μελέτη στον Καναδά με 20 ποικιλίες σε 3 περιοχές, τα αποτελέσματα της αποθήκευσης σε υψηλή θερμοκρασία και σχετική υγρασία και η επίδρασή τους στο φαινόμενο (hard-to-cook, φασόλια μη βραστερά), αποτιμήθηκαν έμμεσα μετρώντας την σκληρότητα του σπόρου. Η αλληλεπίδραση γενοτύπου-περιβάλλοντος GxE υπολογίστηκε στο 69% της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας που αφορά την σκληρότητα του σπόρου κατά τη συγκομιδή (Michaels and Stanley, 1991). Σημαντικές αλληλεπιδράσεις GxE για τη σκληρότητα του σπόρου και την απορρόφηση νερού, βρέθηκαν επίσης σε μια τριετή μελέτη που έγινε στην Ισπανία, με 64 ποικιλίες φασολιού οι οποίες καλλιεργήθηκαν στην ίδια περιοχή (Escribano *et al.*, 1997).

Επίσης χαρακτηριστικά του εδάφους όπως η συγκέντρωση μετάλλων, επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά του σπόρου. Ο χρόνος βρασμού και η σκληρότητα του σπόρου αυξάνονται καλλιεργώντας φασόλια σε περιοχές με εδάφη πλούσια σε Ca και Mg και μέση ετήσια θερμοκρασία (15-24 °C), συγκρινόμενες με περιοχές όπου επικρατούν χαμηλότερες θερμοκρασίες (11-18 °C) και εδάφη φτωχά σε Mg και P (Paredes-Lopez *et al.*, 1989 όπως αναφέρει ο Kigel, 1999). Υψηλές βροχοπτώσεις, έχουν συνδεθεί με λεπτότερο περίβλημα σπόρου και λιγότερο χρόνο βρασμού. Από αυτό συμπεραίνει κανείς ότι οι επιδράσεις της βροχής στο χρόνο βρασμού οφείλονται σε αλλαγές στα χαρακτηριστικά του περιβλήματος του σπόρου και στη διαπερατότητα του νερού (Stamboliev *et al.*, 1995 όπως αναφέρει ο Kigel, 1999).

Αρκετά γνωρίσματα του σπόρου έχουν συνδεθεί με το χρόνο βρασμού. Αργά μαγειρεμένα φασόλια έχουν την τάση να απορροφούν λιγότερο νερό από αυτά που βράζουν γρήγορα. Όμως η φαινοτυπική συσχέτιση μεταξύ χρόνου βρασμού και απορρόφησης νερού βρέθηκε χαμηλή ($r=-0.37$), ώστε να δικαιολογήσει τη χρήση της απορρόφησης νερού ως ένα έμμεσο δείκτη επιλογής για το χρόνο βρασμού (Shellie

and Hosfield, 1991). Ο χρόνος βρασμού έδειξε θετική συσχέτιση με το μέγεθος του σπόρου, σε γενετικό υλικό 27 ποικιλιών φασολιού που μελετήθηκαν στην Τανζανία. Τα πειράματα κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μικρό έως μεσαίο μέγεθος σπόρου μπορεί να επιλεγεί για μείωση του χρόνου βρασμού (Mwandemele and Nchimbi, 1992).

Σε μια μελέτη των Piergiorgianni *et al.*, (2000) παρατηρήθηκε ποικιλομορφία σε χαρακτηριστικά του βρασμού που αφορούσε 21 ντόπιους πληθυσμούς κοινού φασολιού στη περιοχή της Basilicata (νότια Ιταλία). Αυτή η ερευνητική ομάδα, βρήκε ότι μερικοί πληθυσμοί έχουν μεγάλους σπόρους, υψηλή συγκέντρωση σε πρωτεΐνη, χαμηλά επίπεδα σε τρυψίνη και μικρό χρόνο βρασμού. Η ανάλυση δέσμης ομοειδών ομάδων, έδειξε ότι 18 πληθυσμοί ομαδοποιήθηκαν σε δυο ομάδες και ότι οι νάνοι πληθυσμοί ήταν ευδιάκριτοι από τους αναρριχώμενους. Επίσης με βάση τον τύπο της φασεολίνης, βρέθηκε ότι οι πληθυσμοί ανήκαν στη φυλή του Περού (γονιδιακά αποθέματα των Άνδεων).

Οι Hernandez *et al.*, (2003) προσπάθησαν να αναγνωρίσουν δείκτες RAPD συνδεδεμένους με το χαρακτηριστικό του χρόνου βρασμού. Για να το πετύχουν αξιολόγησαν 104 ανασυνδυασμένες καθαρές σειρές προερχόμενες από δημιουργία εδώδιμων ποικιλιών φασολιού οι οποίες αποτιμήθηκαν για τρεις συνεχόμενες γενιές (F₅ έως F₈) ως προς το χρόνο βρασμού. Οι πολυμορφισμοί από 310 ζεύγη βάσεων, εξήγησαν ότι μόνο το 23% της παραλλακτικότητας που αφορά το χρόνο βρασμού είχε στενή κληρονομικότητα (h^2) για το χρόνο βρασμού και τον αριθμό των γονιδίων που εμπλέκονται στο γνώρισμα. Παρατήρησαν επίσης ότι η χαμηλή σχέση μεταξύ RAPD δεικτών και χρόνου βρασμού προς το παρόν, δεν συνηγορούν στη χρήση του ως έμμεσου εργαλείου επιλογής. Ενώ ο εντοπισμός γενοτύπων με υψηλή κληρονομικότητα ($h^2=0.78$) δείχνει ότι επιλογή βασισμένη στο γνώρισμα αυτό θα μπορούσε να επιτρέψει πρόοδο στη βελτίωση.

2.3 Βελτίωση του φασολιού στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα έχουν γίνει προσπάθειες αξιολόγησης και βελτίωσης παραδοσιακών ποικιλιών φασολιού. Σε εργασία 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. Βρήκαν μεγάλη παραλλακτικότητα εντός της παραδοσιακής ποικιλίας Ζαργάνα όσον αφορά την πρωιμότητα αλλά και την απόδοση σε φρέσκους λοβούς.

Επίσης στα πλαίσια της μεταπτυχιακής του διατριβής ο Καλλιμόπουλος Κ. εργάστηκε με παραδοσιακό γενετικό υλικό φασολιού. Αξιολόγησε οκτώ συνολικά πληθυσμούς κοινού φασολιού εντός των οποίων επέλεξε καθαρές σειρές με κριτήρια την απόδοση και πρωιμότητα. Βρήκε παραλλακτικότητα όσον αφορά την αγρονομική συμπεριφορά των οκτώ πληθυσμών. Επίσης ο ίδιος έκανε επιλογή καθαρών καθαρών σειρών με την μεθοδολογία επιλογή καθαρής σειράς εντός των τοπικών πληθυσμών οι οποίες αποτέλεσαν το υλικό της δικής μου εργασίας.

Η επιλογή στα αυτογονιμοποιούμενα φυτά έχει εφαρμοστεί από πολύ παλιά, αλλά η κατανόηση της επιστημονικής βάσης άρχισε με την ανάπτυξη της επιστήμης της γενετικής βελτίωσης. Η γενετική παραλλακτικότητα στην οποία βασίζεται η επιλογή προέρχεται πιθανών σε τυχαίες μεταλλάξεις. Η φυσική και μακρόχρονη αυτογονιμοποίηση κάθε φυτού έχει συντελέσει ώστε όλα τα γονίδια του να είναι ομοζύγωτα και επομένως όποιο φυτό επιλέγεται είναι ομοζύγωτο και μπορεί να αποτελέσει μια καθαρή σειρά η οποία αναπαράγεται με σταθερά χαρακτηριστικά. Με βάση αυτές τις αρχές αναπτύχθηκε η θεωρία και η μέθοδος της επιλογής καθαρής σειράς (pure line selection) από το Δανό W.L. Johannsen.

Γενικά η μέθοδος περιλαμβάνει τρία βασικά βήματα. Σαν πρώτο βήμα καλλιεργείται ο αρχικός πληθυσμός των φυτών στον οποίο με βάση παρατηρήσεις και μετρήσεις επιλέγονται τα επιθυμητά φυτά το κάθε ένα χωριστά. Στη συνέχεια οι σπόροι των επιλεγμένων φυτών σπέρνονται σε σειρές για αξιολόγηση όπου από κάθε επιλεγμένο φυτό έχει προκύψει μια καθαρή σειρά. Στο τρίτο και τελικό στάδιο της μεθόδου γίνεται το τελικό ξεκαθάρισμα των καθαρών σειρών. Όσες καθαρές σειρές δεν έχουν απορριφθεί αξιολογούνται σε πειράματα αξιολόγησης και σε σύγκριση με εμπορικές ποικιλίες μάρτυρες. Στο στάδιο αυτό πρέπει να γίνουν πειράματα για τουλάχιστον δυο χρόνια σε διάφορες περιοχές.

Η μέθοδος επιλογή καθαρής σειράς έπαιξε σημαντικό ρόλο στη δημιουργία ποικιλιών των αυτογονιμοποιούμενων ειδών στις αρχές του αιώνα. Η επιτυχία της ήταν στην αρχή αρκετά μεγάλη και αυτό οφειλόταν στην μεγάλη γενετική παραλλακτικότητα των παραδοσιακών ποικιλιών. Σήμερα η μέθοδος δεν μπορεί να δώσει ποικιλίες που μπορούν να ανταγωνιστούν τις σύγχρονες ποικιλίες ή υβρίδια. Έτσι ως μεθοδολογία είναι η απλούστερη, όμως έδωσε ότι μπορούσε τις προηγούμενες δεκαετίες παρόλα αυτά μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στην

αξιοποίηση πατροπαράδοτων ποικιλιών σε χώρες που εξακολουθούν να υπάρχουν με στόχο να διατηρηθεί γενετική παραλλακτικότητα ώστε να μην χαθούν πολύτιμα γονίδια αποτέλεσμα της αλληλεπιδράσεως με το περιβάλλον στη μακρά εξελικτική διαδικασία. Το γενετικό υλικό είτε με μορφή πληθυσμών ή παλαιών παραδοσιακών ποικιλιών έχει αποταμιευμένη πολύτιμη και αναγκαία γενετική παραλλακτικότητα και είναι πηγή γονιδίων που μπορεί να αξιοποιηθεί.

Σκοποί της εργασίας ήταν:

- α) η αξιολόγηση ως προς την παραγωγική συμπεριφορά σε συνθήκες καλλιέργειας, καθαρών σειρών φασολιού που προέκυψαν με τη μέθοδο επιλογή καθαρής σειράς από πέντε τοπικούς πληθυσμούς της χώρας μας.
- β) η μελέτη των φυσικοχημικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των τοπικών πληθυσμών.
- γ) η εκτίμηση γενετικής παραλλακτικότητας εντός δυο τοπικών πληθυσμών.
- δ) η μελέτη γενετικής συγγένειας μεταξύ των πληθυσμών με χρήση μοριακών δεικτών RAPD.

3. Υλικά και Μέθοδοι

3.1 Γενετικό Υλικό

3.3.1 Καθαρές σειρές

Το γενετικό υλικό της εργασίας αποτέλεσαν συνολικά 32 διαφορετικές καθαρές σειρές κοινού φασολιού *Phaseolus vulgaris*. Οι σειρές αυτές, απόγονοι ενός φυτού, προέκυψαν με εφαρμογή της μεθόδου επιλογή καθαρής σειράς σε τοπικούς πληθυσμούς: Ροδόπης (5 σειρές), Ξάνθης (4 σειρές), Βελεστίνου (5 σειρές), Καστοριάς (4 σειρές), Βυζίτσας καθιστά (3 σειρές), Βυζίτσας άσπρο/μαύρο (4 σειρές), Βυζίτσας μπεζ/μαύρο (3 σειρές) και Βυζίτσας καφέ (4 σειρές). Η επιλογή έγινε την καλλιεργητική περίοδο 2003 με κριτήρια απόδοση και πρωιμότητα (Καλλιμόπουλος, 2003). Ως μάρτυρες για την αξιολόγηση των καθαρών σειρών χρησιμοποιήθηκαν οι καλλιεργούμενες ποικιλίες Magirus, Ζαργάνα Καβάλας, Carafal και Stara Zagorsky. Τα χαρακτηριστικά του γενετικού υλικού που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία παρατίθενται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά των καθαρών σειρών (ΚΣ) εντός των πληθυσμών και των εμπορικών ποικιλιών που αξιολογήθηκαν.

Όνομα	Προέλευση	Τύπος ανάπτυξης*	Χρώμα σπόρου	Μέγεθος σπόρου**	Χρώμα άνθους	Ταυτόχρονη ωρίμανση
4 ΚΣ Ξάνθης	Εχίνος Ξάνθης	IV	λευκό	μεσαίο	λευκό	ναι
5 ΚΣ Βελεστίνου	Βελεστίνο Μαγνησίας	I	λευκό	μεσαίο	λευκό	ναι
4 ΚΣ Καστοριάς	Κλεισούρα Καστοριάς	IV	λευκό	μεγάλο	λευκό	ναι
5 ΚΣ Ροδόπης	Ροδόπη	IV	λευκό	μεσαίο	λευκό	οχι

3 ΚΣ Βυζίτσας καθιστά	Βυζίτσα Μαγνησίας	I	λευκό	μεγάλο	λευκό	οχι
4 ΚΣ Βυζίτσας άσπρο/μαύρο	Βυζίτσα Μαγνησίας	IV	άσπρο /μαύρο	μεγάλο	μοβ	ναι
3 ΚΣ Βυζίτσας μπεζ/μαύρο	Βυζίτσα Μαγνησίας	IV	μπεζ /μαύρο	μεγάλο	μοβ	ναι
4 ΚΣ Βυζίτσας καφέ	Βυζίτσα Μαγνησίας	IV	καφέ	μεσαίο	λευκό	ναι
Stara Zagorsky	Εμπορική	IV	κίτρινο	μεσαίο	λευκό	ναι
Magirus	Εμπορική	I	καφέ	μεσαίο	μοβ	ναι
Carafal	Εμπορική	I	μαύρο	μεσαίο	μοβ	ναι
ΥV	Εμπορική	IV	λευκό	μεσαίο	μοβ	ναι
Venetto	Εμπορική	IV	άσπρο /μαύρο	μικρό	μοβ	ναι
Dade	Εμπορική	I	λευκό	μεσαίο	μοβ	ναι
Romano	Εμπορική	I	άσπρο /κόκκινο	μεγάλο	μοβ	ναι
Ζαργάνα	Εμπορική	IV	ροζ	μεσαίο	λευκό	οχι

* Τύπος ανάπτυξης I (νάνος), IV (αναρριχώμενος).

** Η κατάταξη των ποικιλιών για το μέγεθος των σπόρων έγινε με βάση το βάρος 100 σπόρων, μεγάλο (>40g), μικρό (<25g) και μεσαίο μέγεθος (25–40g).

Οι επιλεγμένες καθαρές σειρές που αξιολογήθηκαν φέρουν το όνομα του τόπου προέλευσης των πληθυσμών από τον οποίο προήλθαν και ήταν:

α)ο πληθυσμός Εχίνου Ξάνθης, (ΕΞ-14, ΕΞ-12, ΕΞ-7, ΕΞ-10)

β)ο πληθυσμός Βελεστίνου, (ΒΛ-5, ΒΛ-9, ΒΛ-12, ΒΛ-15, ΒΛ-14)

γ)ο πληθυσμός Βυζίτσας (καθιστά), (ΒΖ/ΚΘ-4, ΒΖ/ΚΘ-5, ΒΖ/ΚΘ-2)

δ)ο πληθυσμός Βυζίτσας (άσπρο/μαύρο), (ΒΖ/ΑΜ-2, ΒΖ/ΑΜ-5, ΒΖ/ΑΜ-9, ΒΖ/ΑΜ-16)

ε)ο πληθυσμός Βυζίτσας (καφέ), (ΒΖ/ΚΦ-14, ΒΖ/ΚΦ-7, ΒΖ/ΚΦ-16, ΒΖ/ΚΦ-3)

στ)ο πληθυσμός Βυζίτσας (Μπεζ/Μαύρο), (ΒΖ/ΜΜ-1, ΒΖ/ΜΜ-5, ΒΖ/ΜΜ-13)

ζ)ο πληθυσμός Χονδρά Κλεισούρας (Καστοριάς), (ΧΚΚΡ-12, ΧΚΚΡ-8, ΧΚΚΡ-16, ΧΚΚΡ-13)

3.2 Αξιολόγηση σε συνθήκες αγρού

Η αξιολόγηση έγινε σε συνθήκες αγρού. Το πείραμα εγκαταστάθηκε, στον πειραματικό αγρό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, που βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος 39°23' και γεωγραφικό μήκος 22°45' κατά την καλλιεργητική περίοδο του έτους 2004. Ο αγρός την προηγούμενη χρονιά είχε καλλιεργηθεί με σιτάρι. Το έδαφος ανήκει στην υποομάδα *Typic Xerochrept*, με μηχανική σύσταση αργιλοπηλώδες, pH=7.9-8, οργανική ουσία 1.44%, P₂O₅ (κατά Olsen) 15-17 ppm και ολικό CaCO₃ 2.8-5.3% (Μήτσιος, 2000).

3.2.1 Αξιολόγηση πληθυσμών

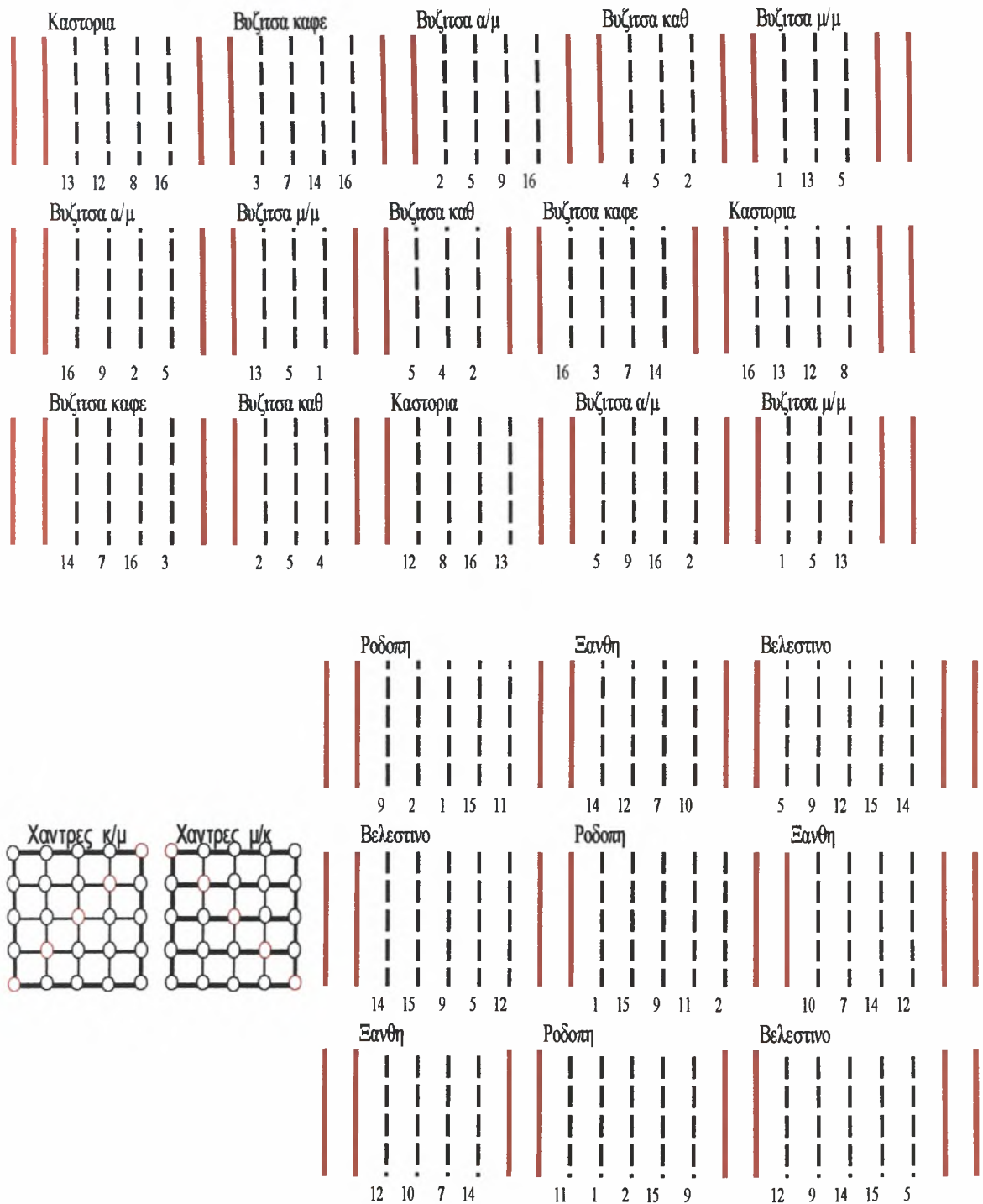
Από κάθε ένα από τους δυο νεοεξεταζόμενους πληθυσμούς, επιλέχθηκαν και αξιολογήθηκαν 20 ατομικά φυτά. Για την αξιολόγηση δυο νέων πληθυσμών με ονομασία Χάντρες κ/μ και Χάντρες μ/κ την πειραματική μονάδα αποτελούσε το ατομικό φυτό. Ο κάθε πληθυσμός αντιπροσωπεύτηκε από 20 ατομικά φυτά τα οποία σπάρθηκαν σε μια ομάδα-block, ο καθένας. Επίσης, σε κάθε ομάδα σπάρθηκαν πέντε ατομικά φυτά ως μάρτυρες από την ποικιλία *Magirus*, κατά τη διαγώνιο του τεμαχίου. Η ομάδα αποτελούνταν από 5 γραμμές μήκους 2m η κάθε μια. Οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών τόσο επί της γραμμής όσο και μεταξύ των γραμμών ήταν 0,5m, που

αντιστοιχεί σε πυκνότητα 4 φυτά /m². Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 12/6/04 και έγινε με το χέρι ενώ σε κάθε θέση τοποθετήθηκαν 2 σπόροι.

3.2.2 Αξιολόγηση των επιλεγμένων καθαρών σειρών

Η πειραματική διάταξη ήταν RCB με τρεις επαναλήψεις στο οποίο επαναλαμβανόταν οι εμπορικές ποικιλίες μάρτυρες για έλεγχο της ομοιομορφίας του αγρού. Το πειραματικό τεμάχιο αποτέλεσε μία γραμμή μήκους 4,5m. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 0,5m και μεταξύ των φυτών 0,30m. Σε κάθε γραμμή σπάρθηκαν 15 φυτά και τοποθετήθηκαν 2 σπόροι σε κάθε θέση (σχήμα 2).

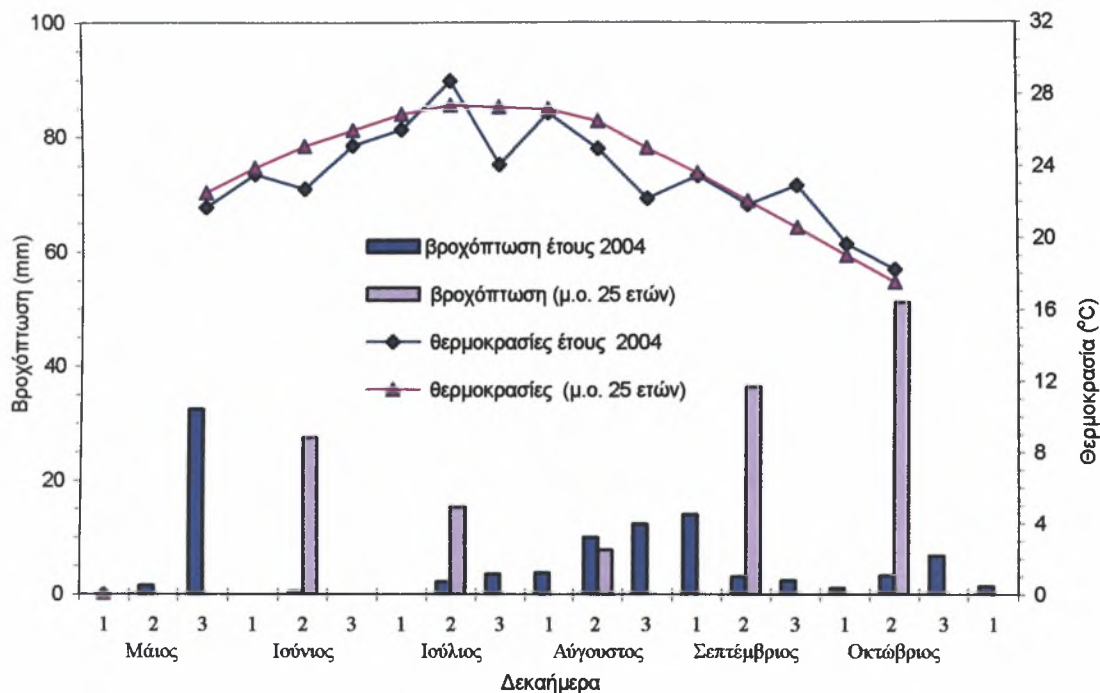
Οι καθαρές σειρές αξιολογήθηκαν εντός του πληθυσμού που προέκυψαν αλλά έγιναν και συγκρίσεις μεταξύ των πληθυσμών. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 8 πειράματα αξιολόγησης καθαρών σειρών εντός 8 τοπικών πληθυσμών που προέκυψαν από επιλογή καθαρής σειράς. Ως μάρτυρες χρησιμοποιήθηκαν οι εμπορικές ποικιλίες Magirus, Ζαργάνα Καβάλας, Carafal και Stara Zagorsky. Οι αποστάσεις φύτευσης ήταν κοινές και για τους μάρτυρες. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν άλλες τέσσερις εμπορικές ποικιλίες ως μάρτυρες οι YV, Venetto, Dade και Romano. Οι ποικιλίες αυτές χρησιμοποιήθηκαν στην οργανοληπτική εξέταση καθώς και ως επιπλέον μάρτυρες για την αξιολόγηση των παραδοσιακών ποικιλιών για τα οργανοληπτικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά.



Σχήμα 2. Η διάταξη του πειράματος (κόκκινο χρώμα οι μάρτυρες).

Τα μετεωρολογικά δεδομένα (θερμοκρασία αέρα και βροχόπτωση) καταγράφηκαν σε ωριαία βάση σε πλήρως αυτοματοποιημένο μετεωρολογικό σταθμό που υπήρχε σε απόσταση 50 μέτρων από τον πειραματικό αγρό. Στο σχήμα 3 παρουσιάζονται τα μετεωρολογικά δεδομένα θερμοκρασίας και βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια της

περιόδου ανάπτυξης των φασολιών το 2004, και συγκρίνονται με τους αντίστοιχους μέσους όρους 25 ετών για την υπό μελέτη περιοχή.



Σχήμα 3. Μέση ημερήσια θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}$, μ.ο. δεκαημέρου) και βροχόπτωση (mm ανά δεκαήμερο) στο Βελεστίνο κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου του έτους 2004.

Όπως φαίνεται στο σχήμα 3, το θέρος του 2004 δεν ήταν αρκετά υγρό με υποδιπλάσια περίπου βροχόπτωση (περίπου 250mm από τον Ιούνιο έως τον Σεπτέμβριο) από ένα μέσο θέρος. Ιδιαίτερα βροχεροί ήταν οι μήνες Μάιος, το 3^ο δεκαήμερο του Αυγούστου με βροχόπτωση 34 και 12.4 mm, αντίστοιχα.

3.3 Καλλιεργητικές φροντίδες

Με στόχο την σωστή ανάπτυξη των φυτών φασολιού, εφαρμόστηκαν οι απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες (μειωμένες εισροές σε λίπανση και φυτοφάρμακα). Συγκεκριμένα οι ιδιαίτερες απαιτήσεις του φασολιού για νερό κατά το φύτευμα και την πρώτη ανάπτυξη ικανοποιήθηκαν με την πρώτη άρδευση που

έγινε στις 22/6/03. Από την ημερομηνία αυτή και μετά, οι αρδεύσεις γινόταν σε διαστήματα πέντε έως επτά ημερών καθ' όλη τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου, έως και το τέλος του Σεπτεμβρίου. Οι πρώτες δυο αρδεύσεις έγιναν με αυτοκινούμενο εκτοξευτήρα με παροχή $34 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ (λειτουργία πίεσης 4,5 atm και ένταση βροχής 18 mmh^{-1}). Η τοποθέτηση του δικτύου στάγδην άρδευσης έγινε στις 29 Ιουνίου. Οι αγωγοί άρδευσης ήταν από μαλακό πολυαιθυλένιο διατομής 20 mm και αντοχής 6 atm. Οι σταλάκτες ήταν αυτορυθμιζόμενοι και αυτοκαθαριζόμενοι, ισαποχής 0.4m επί των αγωγών και παροχής 4 l/h. Οι σταλακτηφόροι σωλήνες τοποθετήθηκαν σε κάθε δεύτερη γραμμή φασολιών. Στα φυτά των καθαρών σειρών χονδρά Κλεισούρας Καστοριάς, Βυζίτσα α/μ, Βυζίτσα καφέ, Βυζίτσα μ/μ, Ροδόπης πραγματοποιήθηκε υποστήριξη με καλάμια.

Μετά το φύτευμα και όπου χρειάστηκε, έγινε αφαίρεση φυτών με το χέρι ώστε να παραμείνει ένα φυτό/θέση. Η αφαίρεση των φυτών έγινε όταν αυτά είχαν μέγεθος τέτοιο ώστε να μην πραγματοποιηθεί ζημιά και πριν εισέλθουν τα φυτά στο στάδιο της ανθοφορίας.

Με στόχο την εφαρμογή συστήματος χαμηλών εισροών σε λιπάσματα και φυτοφάρμακα εφαρμόστηκε καταπολέμηση των ζιζανίων με τη χρήση φρέζας περιφερειακά της έκτασης του πειράματος. Μεταξύ των γραμμών και πάνω στην γραμμή γινόταν τσάπισμα των ζιζανίων με το χέρι συνολικά έγιναν 3 εφαρμογές.

Στις 4/8/04 πραγματοποιήθηκε επέμβαση με το μυκητοκτόνο Mancozeb WP (mancozeb 50%) για την αντιμετώπιση μυκητολογικών ασθενειών ενώ για τον έλεγχο της προσβολής από τετράνυχο εφαρμόστηκε το εντομοκτόνο σκεύασμα Talstar (bifenthrin 25%). Ο ψεκασμός επαναλήφθηκε στις 28/8 για τον έλεγχο του τετράνυχου και του βρούχου καθώς και μυκητολογικών ασθενειών.

3.4 Συγκομιδή

Η συγκομιδή έγινε στο διάστημα από 29/8/04 έως 31/10/04. Η συγκομιδή των ατομικών φυτών στα block για τους πληθυσμούς Χάντρες κ/μ και Χάντρες μ/κ καθώς και των μαρτύρων έγινε στις 29/8/04. Η συγκομιδή των ΚΣ του πληθυσμού της Ροδόπης, του Βελεστίνου, της Ξάνθης καθώς και όλων των μαρτύρων του πειράματος έγινε στις 10-14/9/04. Η συγκομιδή των ΚΣ του πληθυσμού Βυζίτσας καθιστά και

Βυζίτσας καφέ έγινε στις 20-22/9/04. Οι ΚΣ των πληθυσμών Καστοριάς, Βυζίτσας α/μ, Βυζίτσας καφέ και Βυζίτσας μ/μ έγινε στις 29-31/10/04.

3.5 Παρατηρήσεις

3.5.1 Αγρονομικά χαρακτηριστικά

Για κάθε μια από τις καθαρές σειρές καταγράφηκαν οι ακόλουθες παρατηρήσεις που αφορούσαν την αγρονομική συμπεριφορά τους:

1. Απόδοση σε λοβούς (gr/φυτό).
2. Απόδοση σε σπόρο (gr/φυτό).
3. Απόδοση σε βιομάζα (ολικό πάνω από το έδαφος ξηρό βάρος) (gr/φυτό).
4. Δείκτης συγκομιδής (απόδοση σε σπόρο / συνολικό ξηρό βάρος).
5. Αριθμός λοβών / φυτό.
6. Περιεκτικότητα της χλωροφύλλης στα φύλλα (ΧΛΦ). Η εκτίμηση στην περίπτωση αυτή έγινε έμμεσα με το χλωροφυλλόμετρο SPAD 502 της MINOLTA και υπολογίστηκε με βάση τον Μ.Ο. 50 μετρήσεων από φύλλα ίδιου μεγέθους κάθε καθαρής σειράς. Το όργανο μετρά την ένταση του πράσινου χρώματος του φύλλου (Leaf greenness) και σχετίζεται με την περιεκτικότητα του φύλλου σε χλωροφύλλη (Blackmer *et al.*, 1994). Συνολικά έγιναν δυο μετρήσεις, κατά την περίοδο έναρξης της άνθησης (1^η) και 20 μέρες αργότερα (2^η).

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο RCB (Steel and Torrie, 1980) και με την προϋπόθεση του τυχαίου προτύπου (random model), ότι δηλαδή οι καθαρές σειρές παρόλο που ήταν επιλεγμένες θεωρήθηκαν ως τυχαίο δείγμα από τις περισσότερες σειρές του πληθυσμού που θα μπορούσαν να επιλεγούν. Έτσι εκτιμήθηκε η φαινοτυπική διακύμανση και τα συστατικά της.

Πηγή παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	Αναμενόμενο Μέσο Τετράγωνο
Καθαρές σειρές	$g-1$	$M1$	$\sigma_e^2 + r \cdot \sigma_g^2$
Επαναλήψεις	$r-1$		
Σφάλμα	$(g-1) \cdot (r-1)$	$M2$	σ_e^2
Σύνολο	$g \cdot r - 1$		

Όπου:

- g : αριθμός γενοτύπων
- r : αριθμός επαναλήψεων

Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό εκτιμήθηκαν η φαινοτυπική διακύμανση μεταξύ των καθαρών σειρών $\sigma_p^2 = M1/r$ και η αντίστοιχη γενοτυπική $\sigma_g^2 = (M1 - M2)/r$. Η διακύμανση σ_g^2 εκφράζει πραγματικές (δηλαδή τις γενοτυπικές) διαφορές μεταξύ των καθαρών σειρών και με την έννοια αυτή προσεγγίζει (μια πολύ περιορισμένη ακρίβεια) τη γενετική διακύμανση μεταξύ των καθαρών σειρών. Αντιστοίχως εκτιμήθηκαν η φαινοτυπική διακύμανση σ_p^2 που εκτιμά την φαινοτυπική διακύμανση μεταξύ των καθαρών σειρών, ο συντελεστής παραλλακτικότητας CV, η γενοτυπική διακύμανση

σ_g^2 , ο γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας $GCV = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{GMO} \cdot 100$, ο λόγος της

γενοτυπικής προς τη φαινοτυπική διακύμανση δηλαδή μια προσεγγιστική εκτίμηση

του συντελεστή κληρονομικότητας $H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2}$ και τα πάνω και κάτω όρια εμπιστοσύνης

του συντελεστή κληρονομικότητας, UCL (Upper Confidence Limit) και LCL (Lower Confidence Limit) όπως προτάθηκαν από τους Knap *et al.*, (1986). Ο διαχωρισμός των μέσων όρων ως προς τη σημαντικότητα έγινε με βάση το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς LSD.

Επιπλέον επειδή σε κάθε επανάληψη υπήρχαν τέσσερα ή έξι πειραματικά τεμάχια από τον κάθε ένα από τους τέσσερις μάρτυρες ήταν δυνατή τόσο η διόρθωση των δεδομένων ως προς τον μέσο όρο των μαρτύρων και επομένως μια ακριβέστερη εκτίμηση της διακύμανσης του πειραματικού σφάλματος, όσο και του καθαρού πειραματικού σφάλματος (pure error). Τα προηγούμενα θα μπορούσαν να συγκριθούν και με την εκτίμηση της σ_e^2 που αναφέρθηκε προηγουμένως. Ειδικότερα

η διόρθωση έγινε ως εξής: Τα δεδομένα κάθε καθαρής σειράς για το χαρακτηριστικό απόδοση εκφράστηκαν ως ποσοστά του μέσου όρου των μαρτύρων και στην συνέχεια οι σχετικές τιμές μετατράπηκαν σε απόλυτες με βάση το γενικό μέσο όρο των μαρτύρων (Bletsos and Goulas, 1999).

3.5.2 Χαρακτηριστικά Ποιότητας

Τα χαρακτηριστικά ποιότητας αξιολογήθηκαν και για τις οκτώ παραδοσιακές ποικιλίες. Το υλικό για την αξιολόγηση πάρθηκε από το μείγμα σπόρων του συνόλου των καθαρών σειρών κάθε πληθυσμού - τοπικής ποικιλίας. Χρησιμοποιήθηκαν οκτώ εμπορικές ποικιλίες ως μάρτυρες. Έτσι συνολικά έγινε η αξιολόγηση για 16 ποικιλίες, 8 εμπορικών και 8 παραδοσιακών ποικιλιών, σε ότι αφορά τα οργανοληπτικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά.

3.5.2.1 Φυσικοχημικές ιδιότητες

Για την εκτίμηση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των σπόρων κάθε ποικιλίας έγιναν οι παρακάτω μετρήσεις.

1. Το χρώμα είναι από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της ποιότητας, καθώς οι βιομηχανίες τροφίμων δίνουν μεγάλη σημασία σε αυτό όπως και οι καταναλωτές. Οι μεταβολές του χρώματος δεν μειώνουν μόνο την ποιότητα αλλά και την εμπορική αξία. Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι εκτίμησης του χρώματος. Το σύστημα CIE περιλαμβάνει τρία κύρια χρώματα το κόκκινο, το πράσινο και το μπλε. Το σύστημα CIE εξετάζει τα χαρακτηριστικά 'L', 'a' και 'b', τα οποία παρέχουν πληροφορίες για το χρώμα του προϊόντος. Το χρώμα μετρήθηκε με το όργανο Hunter miniscan XE plus. Μετρήθηκαν συνολικά 15 σπόροι, από κάθε καθαρή σειρά, όπου γινόταν δυο μετρήσεις για τον κάθε ένα και προέκυπτε ένα μέσος όρος ο οποίος και καταγραφόταν. Οι τιμές του 'L' έχουν εύρος από 0-100. Στο 0 αντιστοιχεί το σκούρο μαύρο χρώμα, ενώ στο 100 το ανοικτό λευκό χρώμα. Όταν οι τιμές των 'a' και 'b' τείνουν στο 0 το προϊόν έχει σκοτεινό χρώμα. Η σχέση του χρώματος με τα 'a' και 'b' δίνεται

από την εξίσωση $'C' = [(a)^2 + (b)^2]^{1/2}$, όσο πιο μεγάλο το 'C' τόσο πιο ανοικτό το χρώμα.

Χαρακτηριστικό	Ερμηνεία
'L'	Όσο μεγαλύτερη η τιμή του, τόσο πιο φωτεινό το χρώμα
'a'	Όσο μεγαλύτερη η τιμή του, λιγότερο πράσινο χρώμα
'b'	Όσο μεγαλύτερη η τιμή του, περισσότερο κίτρινο χρώμα

2. Η σκληρότητα. Η μέτρηση της σκληρότητας έγινε με μέτρηση της πίεσης, αντίστασης του προϊόντος. Για την μέτρηση της σκληρότητας όλα τα δείγματα υποβλήθηκαν σε βρασμό 15 λεπτών με 500 ml νερό. Για τη μέτρηση της σκληρότητας χρησιμοποιήθηκε πενετόμετρο τύπου FT 327. Για το χαρακτηριστικό αυτό πραγματοποιήθηκαν 10 επαναλήψεις.
3. Η πυκνότητα των σπόρων. 100 gr σπόρων αφού ζυγίστηκαν τοποθετήθηκαν σε ογκομετρικό κύλινδρο με απεσταγμένο νερό και καταγράφηκε η αύξηση του όγκου του νερού. Η πυκνότητα των σπόρων υπολογίστηκε ως gr/ml. Για το χαρακτηριστικό αυτό πραγματοποιήθηκαν 5 επαναλήψεις.
4. Ο συντελεστής απορρόφησης (swelling coefficient) και ο συντελεστής ενυδάτωσης (hydration coefficient). Ο συντελεστής ενυδάτωσης (hydration coefficient) υπολογίστηκε στις 24 h ως ποσοστό αύξησης της μάζας των σπόρων κάθε ποικιλίας. Ο συντελεστής απορρόφησης (swelling coefficient) υπολογίστηκε ως ποσοστό του λόγου αύξησης του όγκου των σπόρων μετά σε σχέση με πριν το μούλιασμα.
5. Ικανότητα ενυδάτωσης (hydration capacity) και ικανότητα απορρόφησης (swelling capacity). 100 g σπόρων, οι οποίοι αφού ζυγίστηκαν, μεταφέρθηκαν σε ογκομετρικούς κυλίνδρους όπου προστέθηκαν 100 ml νερού. Οι κύλινδροι καλύφθηκαν με πλαστική μεμβράνη και αφέθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου. Καταγράφηκε η αύξηση μάζας και η απορρόφηση νερού στις 1, 3, 6, 9, 12, 24, 36 και 48 h. Η Ικανότητα ενυδάτωσης (hydration capacity) εκφράζει την Ικανότητα ενυδάτωσης ανά σπόρο και δείχνει την αύξηση στη μάζα του σπόρου σε σχέση με τον αριθμό των σπόρων που υπήρχαν στο δείγμα (gr/σπόρο). Ικανότητα απορρόφησης (swelling capacity) ανά σπόρο

υπολογίστηκε ως η αύξηση σε όγκο των σπόρων προς των αριθμό των σπόρων (ml/σπόρο).

6. Περιεκτικότητα των σπόρων σε πρωτεΐνη (%). Έγινε με αυτοματοποιημένη μέθοδο Kjeldahl και υπολογίστηκε το συνολικό άζωτο των σπόρων κάθε ποικιλίας το οποίο πολλαπλασιαζόμενο με 6.25 δίνει την εκατοστιαία περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 5 επαναλήψεις για τον υπολογισμό της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη.
7. Περιεκτικότητα των σπόρων σε λίπος (%). Η περιεκτικότητα σε λίπος μετρήθηκε με τη συσκευή Soxhlet. Πραγματοποιήθηκε εκχύλιση με αιθέρα για δεκαέξι ώρες δείγματος σπόρου πέντε γραμμαρίων κάθε ποικιλίας. Το δείγμα κονιορτοποιήθηκε προτού γίνει η εκχύλιση. Έγιναν δυο επαναλήψεις για τον υπολογισμό της περιεκτικότητας σε λίπος.
8. Το pH των σπόρων. Στην περίπτωση αυτή 5 gr σπόρων από κάθε ποικιλία κονιορτοποιήθηκαν και διαλύθηκαν σε 20 ml απεσταγμένο νερό όπου και έγινε η μέτρηση του pH με σταθερό πεχαμετρο (pH526 WTW MultiCal®) και πραγματοποιήθηκαν 3 επαναλήψεις.

3.5.2.2 Οργανοληπτική εξέταση

Η οργανοληπτική εξέταση είναι ένας τρόπος προσδιορισμού 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 του προϊόντος και ο έλεγχος των ατόμων που πραγματοποιούν την εξέταση.

Ο έλεγχος της δοκιμής αφορά το περιβάλλον, τον χώρο στον οποίο πραγματοποιείται η οργανοληπτική εξέταση. Καθοριστικός παράγοντας στην οργανοληπτική εξέταση είναι η ατμόσφαιρα του χώρου. Ο έλεγχος του 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 τη δοκιμή κάθε δείγμα πρέπει 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 και να περιορισθούν οι λανθασμένες εκτιμήσεις των ατόμων που την πραγματοποιούν.

Η οργανοληπτική εξέταση πραγματοποιήθηκε στις 12/10/04. Σπόροι από κάθε ποικιλία όσο το δυνατό πιο αντιπροσωπευτικοί υποβλήθηκαν σε βρασμό για 15 λεπτά στους 95 °C. Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε πλαστικά πιάτα και δόθηκαν σε δέκα άτομα για εξέταση. Μετά τη δοκιμή κάθε δείγματος συμπλήρωναν το έντυπο με τα προς εξέταση χαρακτηριστικά, που τους δόθηκε. Οι ενότητες των χαρακτηριστικών αυτών ήταν οι εξής: α)Εξωτερική εμφάνιση, β)Γεύση, γ)Οσμή, δ)Αφή και ε)Ολική αποδοχή. Οι χαρακτηρισμοί για τα χαρακτηριστικά των παραπάνω ενοτήτων έγινε με αριθμούς από το 1 έως το 5 οι οποίοι αντιστοιχούσαν στις ενδείξεις από πολύ έντονο έως καθόλου έντονο.

Συνολικά στα δεδομένα εφαρμόστηκαν πολυπαραγοντικές στατιστικές αναλύσεις για τον προσδιορισμό ομοιότητας ποικιλιών και χαρακτηριστικών αλλά και ποια χαρακτηριστικά αντιπροσωπεύουν ποιες ποικιλίες καλύτερα. Έτσι εφαρμόστηκε η Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών - PCA (Principal Component Analysis), Ανάλυση Διαφοροποίησης - DSCA (Discriminant Analysis), Ανάλυση Ομαδοποίησης (Cluster Analysis) και Ανάλυση Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης - MLRA (Multiple Linear Regression Analysis). Όλες οι στατιστικές προσεγγίσεις πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πακέτο JMP 5.1 SAS Institute.

Πίνακας 2. Το ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε από τα άτομα κατά την οργανοληπτική εξέταση των σπόρων.

A. Εξωτερική Εμφάνιση

	Πολύ Έντονο	Έντονο	Μέτριο	Λίγο Έντονο	Καθόλου Έντονο
Χρώμα					
Φωτεινότητα					

B. Γεύση

	Πολύ Έντονο	Έντονο	Μέτριο	Λίγο Έντονο	Καθόλου Έντονο
Αλμυρότητα					
Πικρή					
Στυφή					
Γλυκιά					
Χορτώδης					
Μεταλλική					
Μουχλιασμένη					
Όξινη					
Έντονη					
Συνεκτικότητα					
Αποδοχή					
Χυμώδη					

Γ. Οσμή

Πολύ Έντονο	Έντονο	Μέτριο	Λίγο Έντονο	Καθόλου Έντονο

Δ. Αφή

	Πολύ Έντονο	Έντονο	Μέτριο	Λίγο Έντονο	Καθόλου Έντονο
Τρυφερότητα					
Σκληρότητα					

E. Ολική εκτίμηση

Πολύ Καλό	Καλό	Μέτριο	Κακό	Πολύ Κακό

3.6 Αξιολόγηση γενοτύπων με την βοήθεια μοριακών δεικτών

Για την αξιολόγηση των γενοτύπων με μοριακούς δείκτες RAPD ελήφθησαν δείγματα φύλλων στις 10/7/04. Από κάθε πληθυσμό πάρθηκε ένα δείγμα με σκοπό την εύρεση γενετικής συγγένειας μεταξύ των πληθυσμών και όχι την εύρεση πιθανής παραλλακτικότητας εντός του πληθυσμού. Τα δείγματα από τους παραδοσιακούς πληθυσμούς πάρθηκαν από όλες τις καθαρές σειρές εντός του πληθυσμού με σκοπό να είναι όσο γίνεται αντιπροσωπευτικότερο του πληθυσμού. Επίσης ελήφθησαν δείγματα και από τις εμπορικές ποικιλίες με σκοπό την εύρεση γενετικής συγγένειας μεταξύ τους αλλά και με τις παραδοσιακές ποικιλίες.

3.6.1 Απομόνωση DNA

Το γενωμικό DNA απομονώθηκε από ιστό νεαρών, υγιών φύλλων, βάρους 0,3 γρ. για κάθε δείγμα, σύμφωνα με την CTAB μέθοδο για απομόνωση ολικού DNA. Το απομονωμένο DNA διαλύθηκε σε 200 μl TE διαλύματος (10 mM TRIS-HCl, 1 mM Na₂ EDTA, pH 8.0).

3.6.2 Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός DNA

Η συγκέντρωση του DNA προσδιορίστηκε σε φασματοφωτόμετρο υπεριώδους/ορατού με απορρόφηση των δειγμάτων στα 260 nm. Ο ποιοτικός προσδιορισμός των δειγμάτων έγινε με απορρόφηση στα 280 nm για να εκτιμηθεί το επίπεδο παρουσίας πρωτεϊνών στο δείγμα από το λόγο 260/280nm. Ο μέσος όρος της συγκέντρωσης του DNA των δειγμάτων, υπολογίστηκε στα 100 ng/μl. Οι παραπάνω εκτιμήσεις, επιβεβαιώθηκαν και με ηλεκτροφόρηση σε πηκτή αγαρόζης 0,8% με πρότυπο δείγμα DNA σαν μάρτυρα.

3.6.3 Μοριακή γενετική ανάλυση με δείκτες RAPD's

Σε κάθε Αλυσιδωτή Αντίδραση Πολυμεράσης (PCR), χρησιμοποιήθηκαν 150 ng γενωμικού DNA σαν μήτρα, 2.5 μl 10x PCR buffer (Minotech), 0.625uM από 10-νουκλεοτιδικό RAPD εκκινητή (Operon Tech.), 2 mM MgCl₂, 150 μM dNTPs και 1U Taq DNA πολυμεράσης (Minotech), ενώ η αντίδραση ρυθμίστηκε σε 25 μl τελικό όγκο με αποστειρωμένο και απεσταγμένο νερό (ddH₂O).

Οι συνθήκες της αντίδρασης PCR ήταν:

1. Προ-αποδιάταξη στους 95 °C για 8 λεπτά.
2. 35 κύκλοι που αποτελούνταν από: Αποδιάταξη στους 94 °C για 1 λεπτό. Επικόλληση των εκκινητών στους 35 °C για 1 λεπτό. Επιμήκυνση των αλυσίδων στους 72 °C για 1.30 λεπτά
3. Τελική επιμήκυνση των αλυσίδων στους 72 °C για 10 λεπτά.

Τα προϊόντα της Αλυσιδωτής Αντίδρασης Πολυμεράσης για κάθε γενότυπο, αναμίχθηκαν με 2μl διαλύματος φόρτωσης και ηλεκτροφορήθηκαν για 1 ώρα σε πηκτή αγαρόζης 1% στην οποία είχε προστεθεί βρωμιούχο αιθίδιο. Μετά το πέρας της ηλεκτροφόρησης, η πηκτή εκτέθηκε σε υπεριώδη ακτινοβολία για την καταγραφή των πολυμορφισμών των δειγμάτων.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με την χρήση του προγράμματος *NTSYS*, μετά την κωδικοποίηση των μοριακών δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, η παρουσία ζώνης αντιπροσωπεύτηκε με (1) και η απουσία με (0). Στη συνέχεια ο υπολογισμός της γενετικής ομοιότητας των δειγμάτων έγινε χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο του JACARD $S_{ij}=a/(a+b+c)$ και DICE $S_{ij}=2a/(2a+b+c)$ όπου:

1. S_{ij} : η γενετική ομοιότητα των δειγμάτων i και j .
2. a : το πλήθος των πολυμορφικών τμημάτων DNA που είναι παρόντα στο δείγμα i και στο δείγμα j .
3. b : το πλήθος των πολυμορφικών τμημάτων DNA που είναι παρόντα στο δείγμα i και στο δείγμα j .
4. c : το πλήθος των πολυμορφικών τμημάτων DNA που είναι παρόντα στο δείγμα j και στο δείγμα i .

Με βάση τις μήτρες γενετικής ομοιότητας, κατασκευάστηκαν δενδρογράμματα φυλογενετικής ανάλυσης με την μέθοδο NEIBORJOIN και με την μέθοδο UPGMA.

4. Αποτελέσματα και Συζήτηση

Η αξία ενός πληθυσμού αλλά και των επιλεγμένων καθαρών σειρών εντός του πληθυσμού, ως πηγή παραλλακτικότητας για την αξιοποίησή τους περαιτέρω σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών αλλά και η απευθείας καλλιέργειάς τους, αξιολογείται από διάφορες αγρονομικές παραμέτρους όπως: η απόδοση, ο δείκτης συγκομιδής, η παραγωγή ολικής βιομάζας αλλά και η διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα. Με βάση τα παραπάνω κριτήρια, συζητούνται τα δεδομένα της συγκεκριμένης εργασίας για τους εξεταζόμενους πληθυσμούς φασολιού αλλά και των επιλεγμένων καθαρών σειρών εντός οκτώ παραδοσιακών πληθυσμών της Ελλάδας.

4.1 Γενικευμένη Συζήτηση

Συνολικά αξιολογήθηκαν 32 καθαρές σειρές οι οποίες είχαν επιλεχθεί την προηγούμενη χρονιά για το χαρακτηριστικό της απόδοσης και πρωιμότητας από οκτώ παραδοσιακούς πληθυσμούς. Αναλυτικά αξιολογήθηκαν 4 καθαρές σειρές από τον πληθυσμό Χονδρά Κλεισούρα Καστοριά, 4 από τον πληθυσμό Βυζίτσα καφέ, 4 από τον πληθυσμό Βυζίτσα α/μ, 3 από τον πληθυσμό Βυζίτσα καθιστά, 3 από τον πληθυσμό Βυζίτσα μ/μ, 5 από τον πληθυσμό Ροδόπη, 4 από τον πληθυσμό Ξάνθη και 5 από τον πληθυσμό Βελεστίνο. Τα λεπτομερή δεδομένα της ANOVA τόσο με την συμβατική προσέγγιση (plot-to-plot variance) όσο και με τη διόρθωση των τιμών κατά επανάληψη με βάση τον μέσο όρο εμπορικών ποικιλιών μαρτύρων (Bletsos and Goulas, 1999) εμφανίζονται στους πίνακες 3 και 4.

Η διαφορά στην πειραματική ακρίβεια για φαινοτυπική παραλλακτικότητα τόσο ως απόλυτη τιμή σ_e^2 (59.86 vs 93.69) όσο και ως έκφραση με τον συντελεστή παραλλακτικότητας (CV) (20.0 vs 25.0) ήταν επουσιώδης και έτσι η διόρθωση με βάση τους κοινούς μάρτυρες δεν ήταν αναγκαία κάτι το οποίο επέτρεψε την σύγκριση όλων των καθαρών σειρών μεταξύ τους παρά τον μεγάλο αριθμό τους (32) για RCB σχέδιο, αλλά και την σύγκριση των πληθυσμών μεταξύ τους. Επίσης στον πίνακα 5 παρουσιάζονται οι τιμές των μέσων τετραγώνων του σφάλματος και των γενοτύπων, για όλα τα χαρακτηριστικά που πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις.

Πίνακας 3. Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης (gr/φυτό) για όλες τις καθαρές σειρές των πληθυσμών.

Πηγή	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	Κριτήριο F	Πιθανότητα
Επαναλήψεις	2	1019.799	509.9		
Καθαρές σειρές	31	46881.21	1512.3	8.4217	<.0001
Σφάλμα	62	11133.47	179.57		
Σύνολο	95	59034.48			

Πίνακας 4. Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης (gr/φυτό) μετά τη διόρθωση των μέσων όρων για όλες τις καθαρές σειρές των πληθυσμών.

Πηγή	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	Κριτήριο F	Πιθανότητα
Επαναλήψεις	2	1225.265	612.63		
Καθαρές σειρές	31	48137.89	1552.84	5.5243	<.0001
Σφάλμα	62	17427.69	281.09		
Σύνολο	95	66790.85			
CV=25.0					

Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται οι τιμές των μέσων τετραγώνων για όλα τα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν και προέκυψαν από την ανάλυση παραλλακτικότητας μεταξύ των 32 καθαρών σειρών. Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των 32 καθαρών σειρών αναμενόμενο διότι δεν ανήκουν όλοι οι πληθυσμοί στον ίδιο τύπο ανάπτυξης.

Πίνακας 5. Τιμές μέσων τετραγώνων για τα χαρακτηριστικά της απόδοσης σε σπόρο, της απόδοσης σε λοβούς, του αριθμού λοβών/φυτό, της απόδοσης σε βιομάζα, του δείκτη συγκομιδής και της χλωροφύλλης που αφορούν όλες τις καθαρές σειρές των πληθυσμών.

		Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ Φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
Πηγή	B.E.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.
Σφάλμα	62	179.57	649.66	857.87	124.858	0.003677	4.4282	7.3005
Γενότυποι	31	1512.30	2430.03	5147.06	462.450	0.008044	49.9714	52.4913
F		***	***	***	***	**	***	***

**Επίπεδο σημαντικότητας 0.01

***Επίπεδο σημαντικότητας 0.001

Η ανάλυση παραλλακτικότητας των 32 καθαρών σειρών φασολιού επέτρεψε τον υπολογισμό του συντελεστή κληρονομικότητας για τα χαρακτηριστικά που πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Αυτός ο υπολογισμός είναι ασφαλής και αντιπροσωπευτικός για τις ελληνικές παραδοσιακές ποικιλίες αλλά και μια ενδεικτική τιμή γενικά για το φασόλι μιας και προέρχεται από ένα αρκετά ικανοποιητικό δείγμα (32 καθαρές σειρές).

Όπως φαίνεται και από τον πίνακα 6, η απόδοση σε σπόρο βρέθηκε να έχει συντελεστή κληρονόμησης $H=0.88$, η απόδοση σε λοβούς $H=0.73$ και η απόδοση σε βιομάζα $H=0.83$. Ο Singh, (1995) αναφέρει τιμές συντελεστή κληρονόμησης από 0.09 έως 0.80 για το χαρακτηριστικό της απόδοσης. Για τον δείκτη συγκομιδής βρέθηκε χαμηλή τιμή συντελεστή κληρονόμησης $H=0.54$ συγκριτικά με την απόδοση ενώ ο αριθμός λοβών ανά φυτό βρέθηκε να έχει συντελεστή κληρονόμησης ικανοποιητικά υψηλό $H=0.73$. Τέλος οι δυο μετρήσεις της χλωροφύλλης σε μονάδες spad βρέθηκε να έχουν συντελεστή κληρονόμησης $H=0.91$ και $H=0.86$ αντίστοιχα.

Από τις τιμές του γενετικού συντελεστή παραλλακτικότητας (GCV) φαίνεται ότι υπάρχει γενετική διαφοροποίηση μεταξύ των 32 καθαρών σειρών (πίνακας 6). Για τα χαρακτηριστικά απόδοση σε σπόρο, λοβούς, βιομάζα και αριθμό λοβών ανά φυτό η τιμή του GCV είναι πολύ υψηλή ενώ για τα χαρακτηριστικά δείκτη συγκομιδής και τις δυο μετρήσεις για τον προσδιορισμό της χλωροφύλλης η τιμή του GCV βρέθηκε πολύ χαμηλή.

Πίνακας 6. Γενετικές παράμετροι των μελετηθέντων χαρακτηριστικών από την ανάλυση παραλλακτικότητας μεταξύ όλων των καθαρών σειρών φασολιού.

	Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
H	0.88	0.73	0.83	0.73	0.54	0.91	0.86
GCV	31.5	25.5	24.6	27.1	9.5	9.5	9.3
σ^2_p	504.1	810.01	1715.69	154.15	0.0027	16.66	17.50
σ^2_e	59.86	216.55	285.96	41.62	0.0012	1.48	2.43
σ^2_g	444.24	593.46	1429.73	112.53	0.0015	15.18	15.06

Από την παραγωγική συμπεριφορά όλων των πληθυσμών (πίνακας 7), φαίνεται να ξεχωρίζουν οι πληθυσμοί Βυζίτσα καφέ και Βυζίτσα α/μ ως αυτοί με την υψηλότερη απόδοση σε σπόρο με αυτό του Βελεστίνου να παρουσιάζει την χαμηλότερη απόδοση (32.0 gr/φυτό). Όσον αφορά την απόδοση σε λοβούς ξεχώρισε ο πληθυσμός της Καστοριάς (125.8 gr/φυτό) ενώ αυτός του Βελεστίνου έδωσε την μικρότερη απόδοση

(54.1 gr/φυτό). Συγκριτικά με την απόδοση σε βιομάζα βρέθηκε πάλι ο πληθυσμός του Βελεστίνου να δίνει τη λιγότερη βιομάζα (89.1 gr/φυτό) ενώ ο πληθυσμός της Καστοριάς την υψηλότερη (209.7 gr/φυτό). Γενικώς συγκρίνοντας την απόδοση σε σπόρο, σε λοβούς και σε ολική βιομάζα όλοι οι παραδοσιακοί πληθυσμοί ξεπέρασαν τις εμπορικές ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες (Magirus, Carafal, Stara Zagorsky και Ζαργάνα)

Τον καλύτερο δείκτη συγκομιδής παρουσίασαν οι πληθυσμοί Βυζίτσα α/μ, καφέ και μ/μ με τιμή 0.48 την στιγμή που ο γενικός μέσος όρος όλων των πληθυσμών βρέθηκε 0.40. Τη χαμηλότερη τιμή έδωσε ο πληθυσμός του Βελεστίνου 0.36.

Συγκρίνοντας του πληθυσμούς σύμφωνα με τον τύπο ανάπτυξής τους, προκύπτει ότι από τους πληθυσμούς που είχαν 'άνο τύπο Ι', ο πληθυσμός της Βυζίτσας καθιστά υπερείχε έναντι του Βελεστίνου, σε όλα τα χαρακτηριστικά εκτός αυτού του έμμεσου προσδιορισμού της χλωροφύλλης σε μονάδες spad (πίνακας 7). Επίσης οι δυο αυτοί πληθυσμοί ξεπέρασαν και τους μάρτυρες που είχαν τον ίδιο τύπο ανάπτυξης Magirus και Carafal. Μόνο η εμπορική ποικιλία Carafal βρέθηκε να έχει τον ίδιο δείκτη συγκομιδής με την παραδοσιακή ποικιλία Βυζίτσα καθιστά (0.38).

Κάνοντας την ίδια σύγκριση με τους υπόλοιπους πληθυσμούς που έχουν αναρριχώμενο τύπο ανάπτυξης βρέθηκε ότι υπερέχει ο πληθυσμός Βυζίτσα καφέ για το χαρακτηριστικό απόδοση σε σπόρους. Επίσης ο πληθυσμός της Καστοριάς, υπερέχει μεταξύ των αντίστοιχων με αναρριχώμενο τύπο ανάπτυξης, για τα χαρακτηριστικά απόδοση σε λοβούς και βιομάζα. Τον καλύτερο δείκτη συγκομιδής, βρέθηκε να έχουν οι πληθυσμοί Βυζίτσα μ/μ και Βυζίτσα καφέ μεταξύ των πληθυσμών με αναρριχώμενο τύπο ανάπτυξης. Επίσης τους περισσότερους λοβούς ανά φυτό βρέθηκε ότι παράγει ο πληθυσμός της Ξάνθης. Γενικώς οι πληθυσμοί με αναρριχώμενο τύπο ανάπτυξης ξεπέρασαν τις δυο εμπορικές ποικιλίες μάρτυρες για τα χαρακτηριστικά απόδοση σε σπόρο, βάρος λοβών και ολική βιομάζα. Όσον αφορά το δείκτη συγκομιδής, η εμπορική ποικιλία Stara Zagorsky ($\Delta\Sigma=0.41$) ξεπέρασε οριακά μόνο τον πληθυσμό της Ροδόπης ($\Delta\Sigma=0.40$) με την ποικιλία Ζαργάνα, να έχει πολύ χαμηλή τιμή δείκτη συγκομιδής ($\Delta\Sigma=0.29$).

Πίνακας 7. Παραγωγική συμπεριφορά όλων των πληθυσμών.

	Τύπος ανάπτυξης*	Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
Ροδόπη	IV	59.6	88.4	143.6	48.5	0.40	41.0	41.7
Ξάνθη	IV	51.3	73.8	123.2	51.3	0.42	48.5	49.6
Καστοριά	IV	86.7	125.8	209.7	39.8	0.41	38.7	39.2
Βελεστίνο	I	32.0	54.1	89.1	23.7	0.36	40.8	42.1
Βυζίτσα καθιστά	I	48.5	71.9	130.7	29.2	0.38	38.4	39.7
Βυζίτσα μ/μ	IV	78.8	104.0	166.1	21.5	0.48	44.8	45.0
Βυζίτσα α/μ	IV	86.1	117.1	185.9	28.7	0.47	43.5	43.6
Βυζίτσα καφέ	IV	89.0	123.8	184.2	49.5	0.48	38.6	38.4
Γ.Μ.Ο.		66.5	95.0	154.0	36.8	0.42	41.7	42.3
Μάρτυρες								
Magirus	I	23.4	40.8	86.0		0.29		
Carafal	I	27.8	46.4	87.6		0.38		
Stara Zagorsky	IV	26.8	41.6	64.3		0.41		
Ζαργάνα	IV	24.8	44.9	79.1		0.29		

*Τύπος ανάπτυξης I (νάνος), IV (αναρριχώμενος).

Στον πίνακα 8 παρουσιάζονται οι τιμές των μέσων τετραγώνων από την ανάλυση παραλλακτικότητας μεταξύ των πληθυσμών. Φαίνεται ότι οι πληθυσμοί διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά πράγμα που επιβεβαιώνει και την μεγάλη παραλλακτικότητα που υπάρχει στο εγχώριο γενετικό υλικό της χώρας μας.

Πίνακας 8. Τιμές μέσω των τετραγώνων για τα χαρακτηριστικά της απόδοσης σε σπόρο, της απόδοσης σε λοβούς, του αριθμού λοβών/φυτό, της απόδοσης σε βιομάζα, του δείκτη συγκομιδής και της χλωροφύλλης από ανάλυση παραλλακτικότητας μεταξύ των πληθυσμών.

		Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ Φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
Πηγή	B.E.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.
Πληθυσμοί	7	1390.52	2162.48	4711.91	462.450	0.006626	38.6189	39.9874
F		***	**	***	**	*	***	***

*Επίπεδο σημαντικότητας 0.05

**Επίπεδο σημαντικότητας 0.01

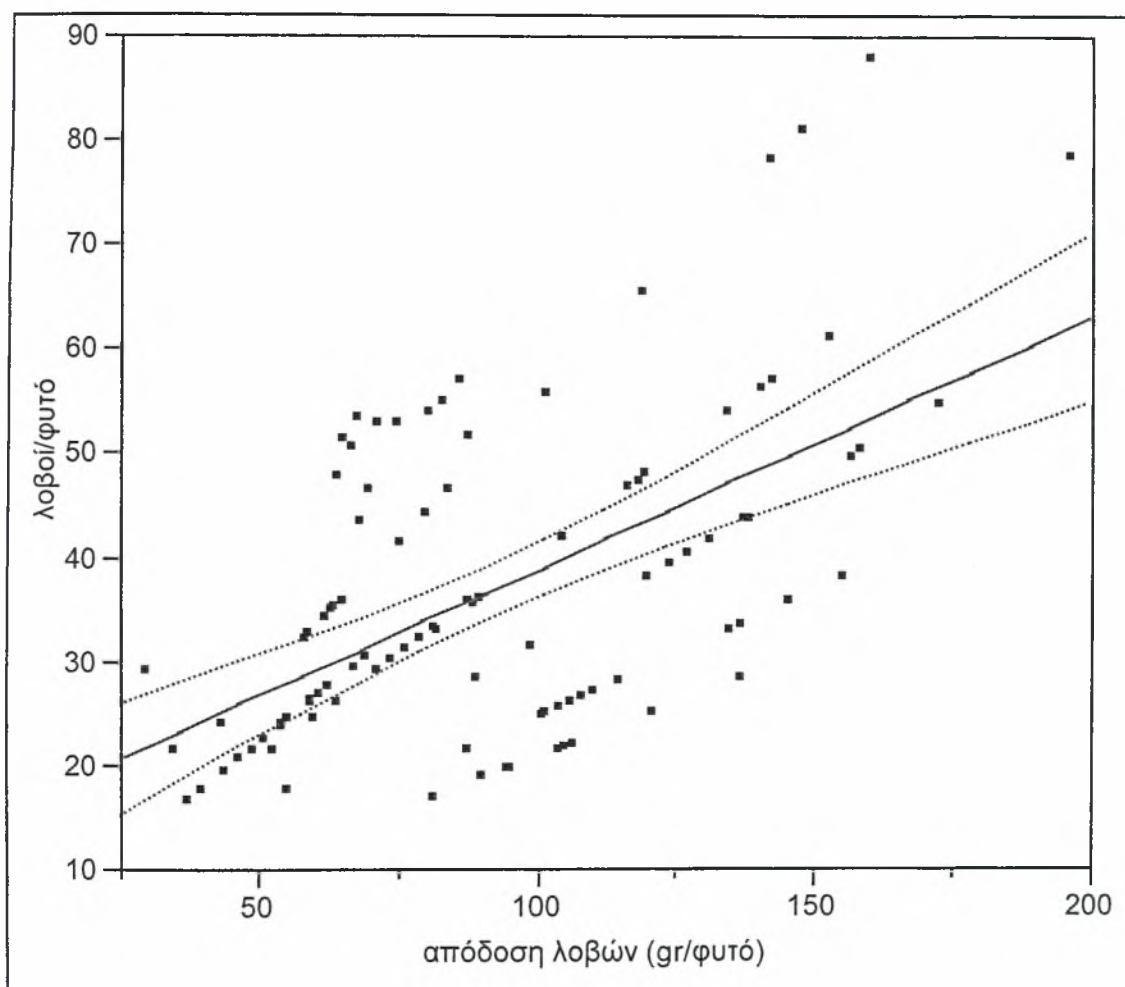
***Επίπεδο σημαντικότητας 0.001

Στον πίνακα 9 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι τιμές των γενετικών παραμέτρων του συντελεστή κληρονομής (H) και του γενετικού συντελεστή παραλλακτικότητας (GCV) εντός για κάθε πληθυσμό. Όπως φαίνεται από τις τιμές του γενετικού συντελεστή παραλλακτικότητας (GCV) η γενετική διαφοροποίηση των καθαρών σειρών εντός κάθε πληθυσμού είναι πολύ μικρή.

Πίνακας 9. Γενετικές παράμετροι των αξιολογηθέντων πληθυσμών.

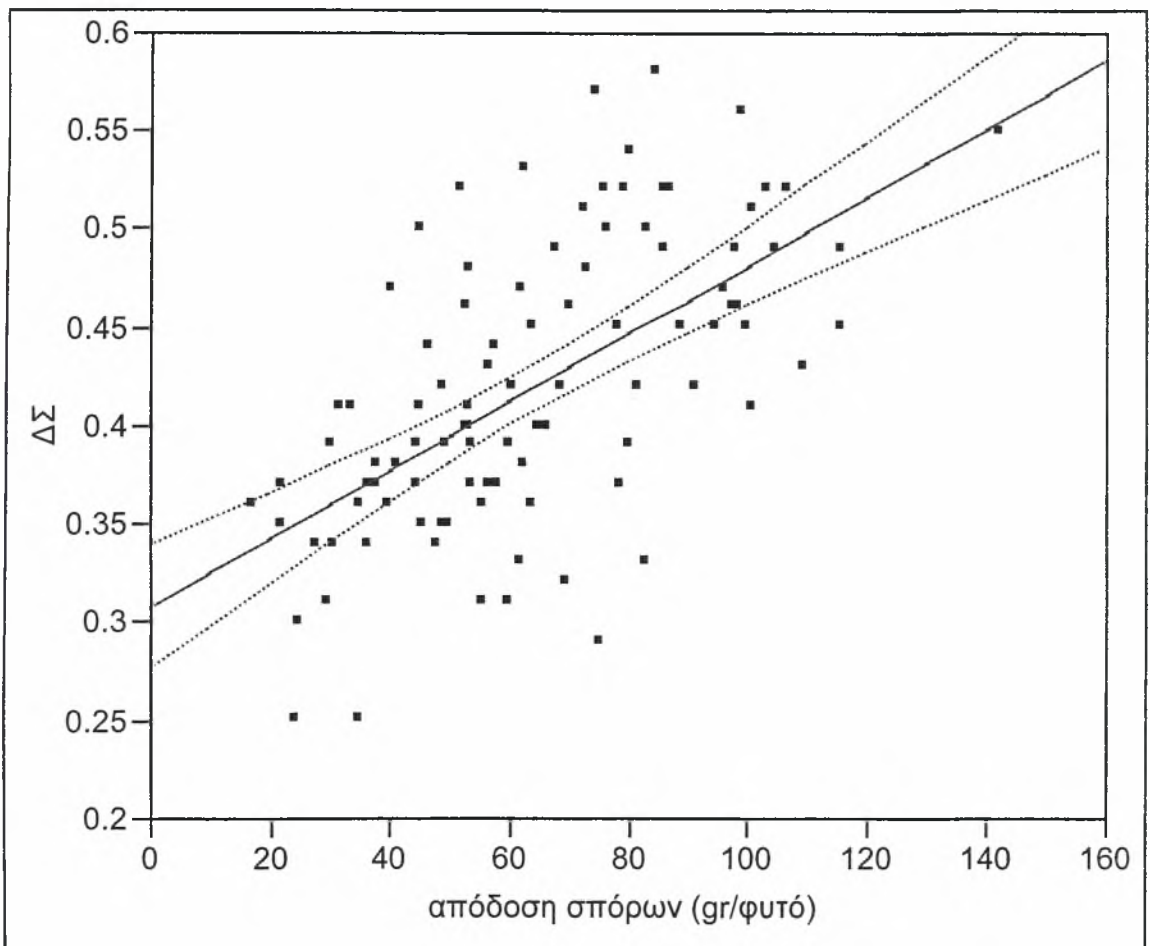
	<i>Ροδόπη</i>	<i>Ξάνθη</i>	<i>Καστοριά</i>	<i>Βελεστίνο</i>	<i>Βυζίτσα</i> <i>καθιστά</i>	<i>Βυζίτσα</i> <i>μ/μ</i>	<i>Βυζίτσα</i> <i>α/μ</i>	<i>Βυζίτσα</i> <i>καφέ</i>
<i>-απόδοση σπόρων-</i>								
H	0.15	0.39	0.48	0.65	0.96	0.61	0.22	0.66
GCV	4.0	2.8	11.1	10.7	12.8	11.1	3.7	13.3
<i>-απόδοση λοβών-</i>								
H	0.31	0.19	0.30	0.79	0.79	0.45	0.07	0.64
GCV	7.0	2.1	7.1	11.2	10.8	7.7	2.9	13.9
<i>-απόδοση βιομάζας-</i>								
H	0.25	0.15	0.22	0.57	0.30	0.74	0.17	0.75
GCV	5.5	2.6	3.3	7.3	6.1	7.9	3.2	12.0
<i>-λοβοί /φυτό-</i>								
H	0.31	0.42	0.30	0.79	0.79	0.45	0.08	0.64
GCV	7.0	3.1	7.2	11.2	10.9	7.7	3.0	13.9
<i>-δείκτης συγκομιδής-</i>								
H	0.58	0.18	0.67	0.33	0.19	0.33	0.48	0.32
GCV	3.7	0.9	12.9	4.4	1.2	3.8	4.3	2.0
<i>- Χ1Φ1 -</i>								
H	0.98	0.96	0.36	0.98	0.67	—	0.66	0.48
GCV	9.3	4.5	2.4	8.5	4.3	—	5.2	2.7
<i>- Χ1Φ2 -</i>								
H	0.88	0.91	0.05	0.85	0.89	—	0.34	0.50
GCV	8.0	4.5	1.3	7.1	8.2	—	2.9	3.5

Συνολικά από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων αξιολόγησης των 32 καθαρών σειρών φασολιού προέκυψε ότι ο αριθμός των λοβών ανά φυτό συσχετίζεται θετικά με την απόδοση σε λοβούς με συντελεστή συσχέτισης $R^2=0.32$ (σχήμα 4).

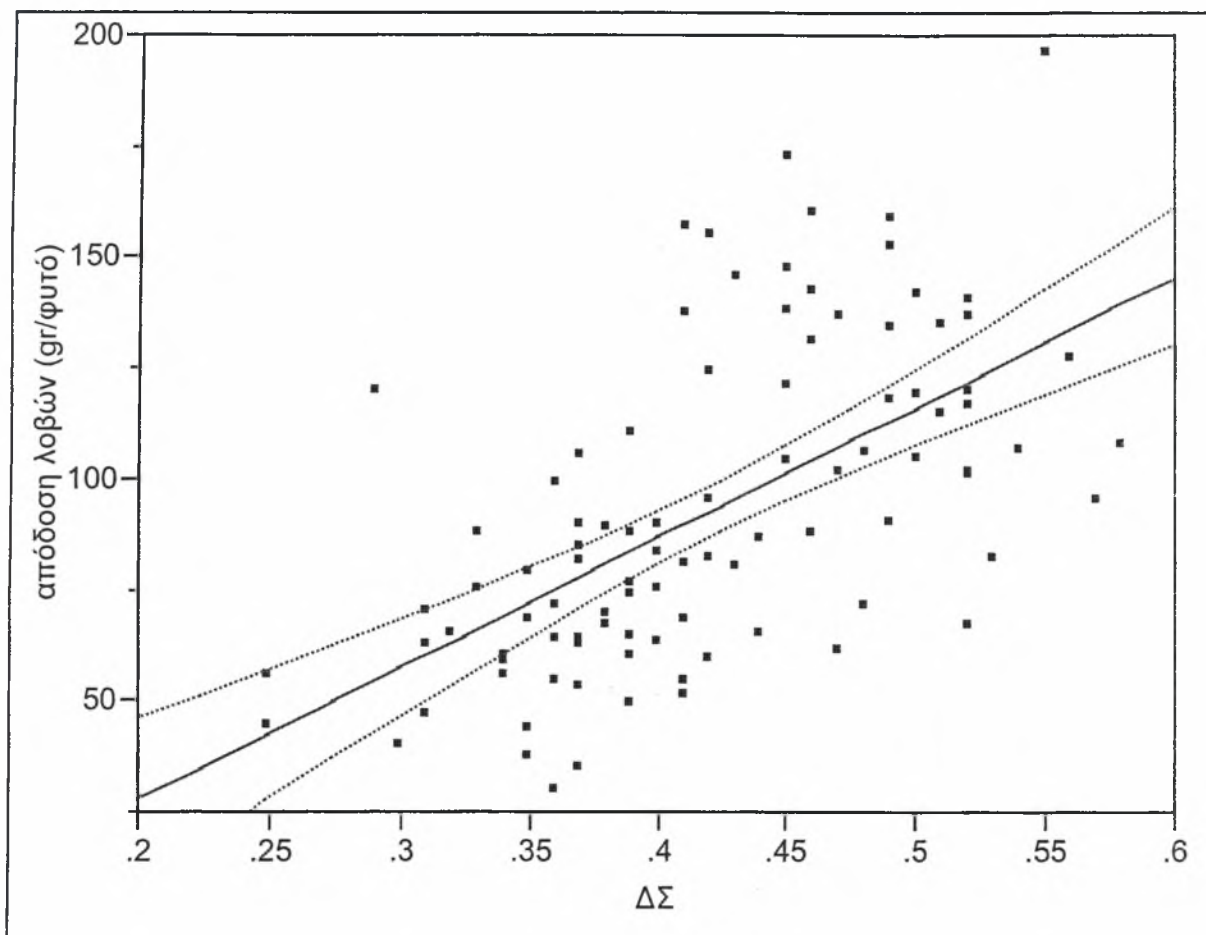


Σχήμα 4. Συσχέτιση του αριθμού λοβών ανά φυτό και απόδοσης σε λοβούς συνολικά από τις 32 καθαρές σειρές.

Όπως φαίνεται από το σχήμα 5 η απόδοση σε σπόρους συσχετίστηκε θετικά με το δείκτη συγκομιδής ($R^2=0.37$) όπως και η απόδοση σε λοβούς ($R^2=0.37$) (σχήμα 6).

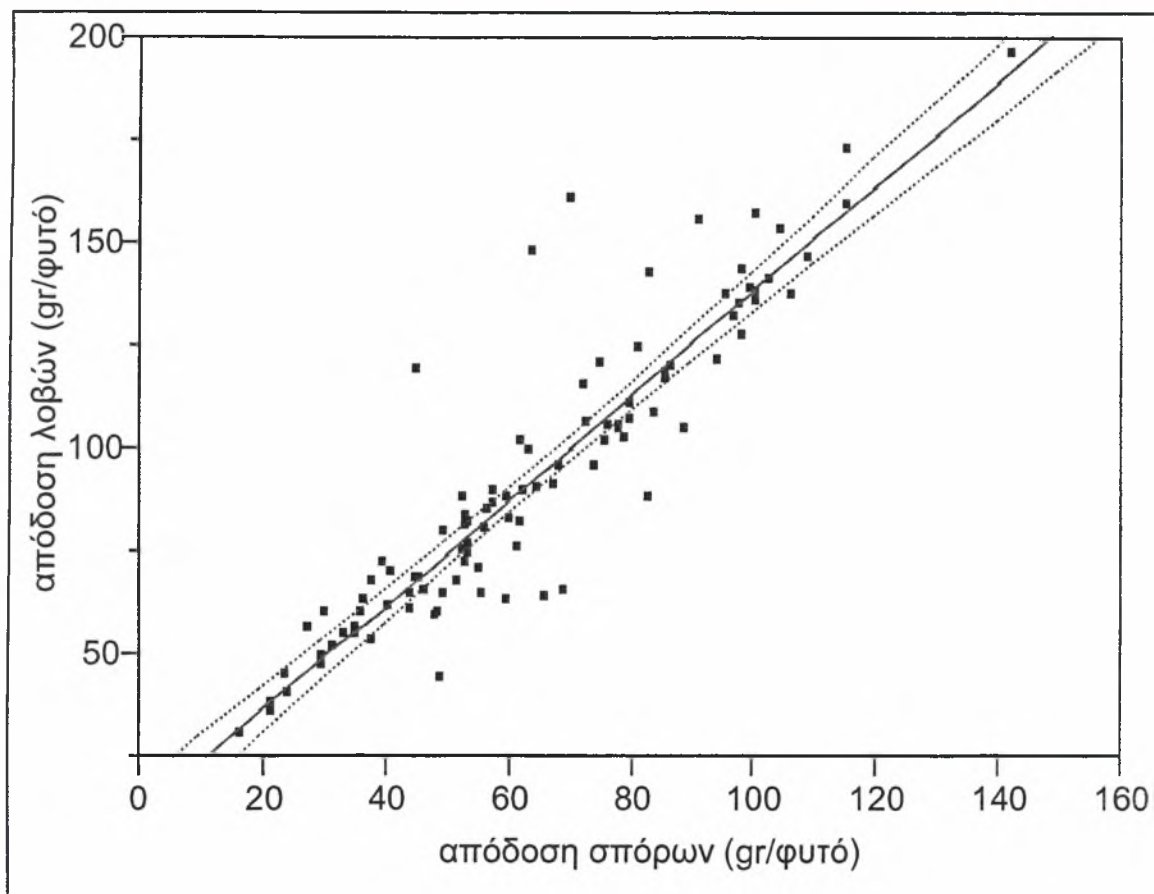


Σχήμα 5. Συσχέτιση του Δείκτη Συγκομιδής και της απόδοσης σε σπόρους συνολικά από τις 32 καθαρές σειρές.



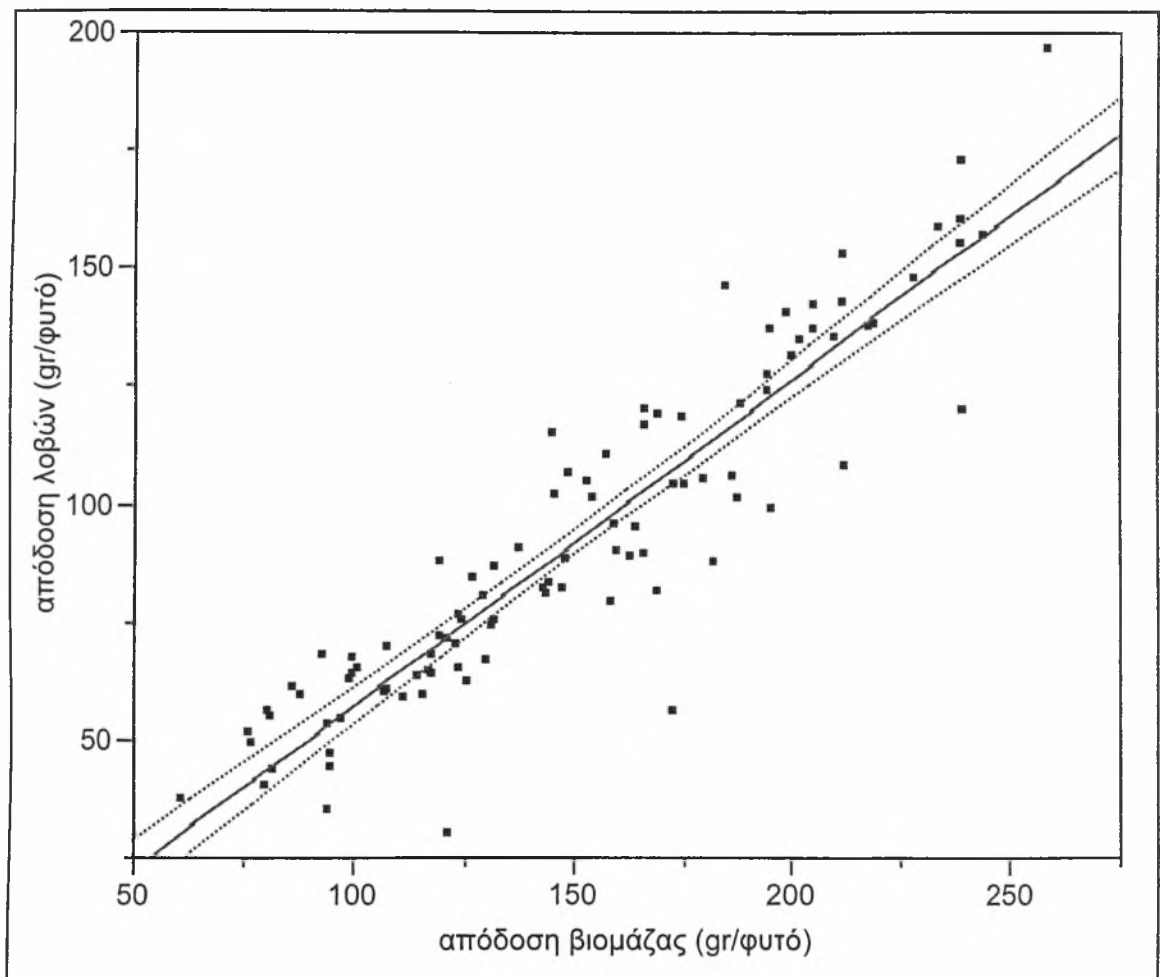
Σχήμα 6. Συσχέτιση του Δείκτη Συγκομιδής και της απόδοσης σε σπόρους συνολικά από τις 32 καθαρές σειρές.

Στο σχήμα 7 φαίνεται η συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης σε σπόρο και της απόδοσης σε λοβούς με υψηλή τιμή συντελεστή συσχέτισης ($R^2=0.84$).



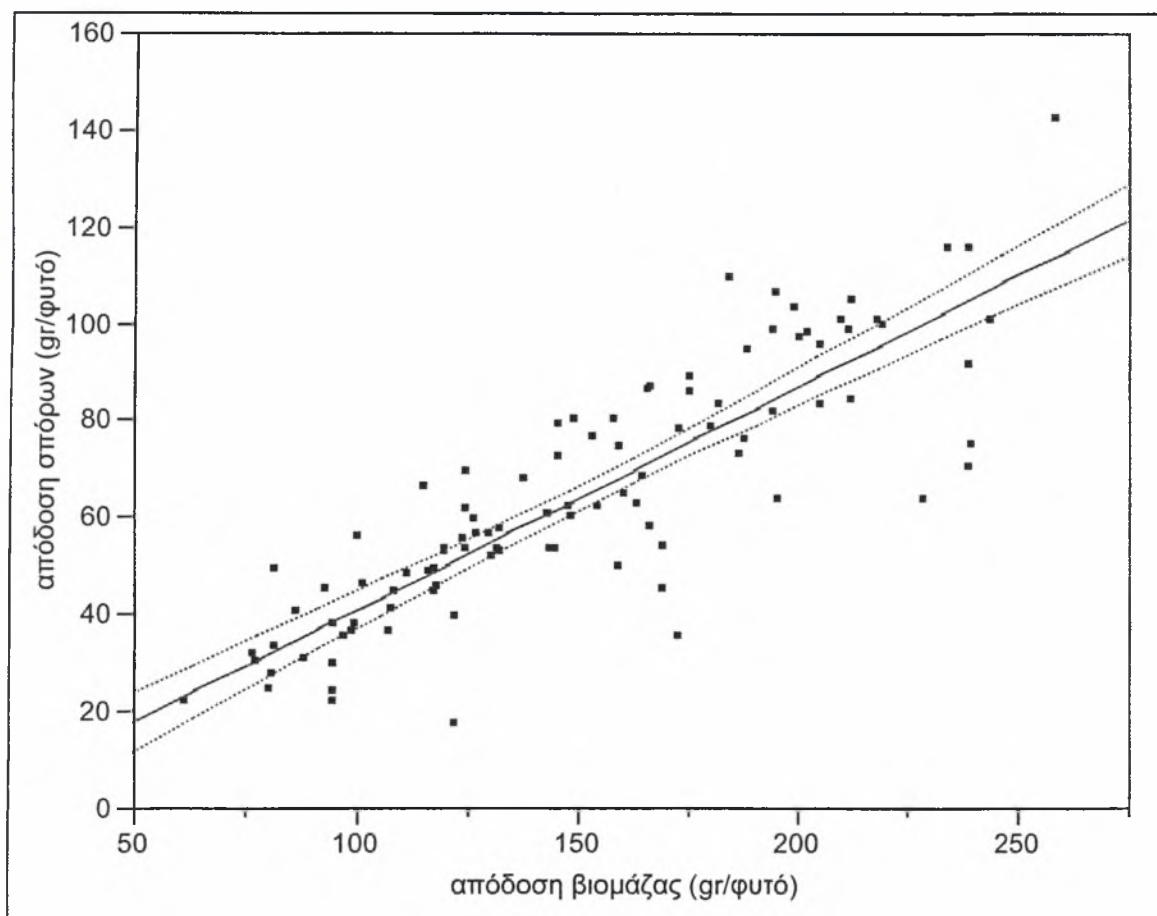
Σχήμα 7. Συσχέτιση της απόδοσης σε λοβούς και της απόδοσης σε σπόρους συνολικά από τις 32 καθαρές σειρές.

Στο σχήμα 8 φαίνεται η συσχέτιση της απόδοσης σε λοβούς και της απόδοσης σε βιομάζα με αρκετά υψηλό συντελεστή συσχέτισης ($R^2=0.85$).



Σχήμα 8. Συσχέτιση της απόδοσης σε λοβούς και της απόδοσης σε βιομάζα συνολικά από τις 32 καθαρές σειρές.

Στο σχήμα 9 φαίνεται η συσχέτιση της απόδοσης σε σπόρο και της απόδοσης σε βιομάζα με αρκετά υψηλό συντελεστή συσχέτισης ($R^2=0.73$).



Σχήμα 9. Συσχέτιση της απόδοσης σε σπόρο και της απόδοσης σε βιομάζα συνολικά από τις 32 καθαρές σειρές.

Στον πίνακα 10 παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ όλων των χαρακτηριστικών που πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για την αγρονομική συμπεριφορά των καθαρών σειρών φασολιού που αξιολογήθηκαν στη συγκεκριμένη εργασία.

Πίνακας 10. Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των χαρακτηριστικών για όλες τις αξιολογηθέντες καθαρές σειρές φασολιού.

	Λοβοί/φυτό	ΔΣ	Απόδοση λοβών	Απόδοση σπόρων	Απόδοση βιομάζας	ΧΛΦ1	ΧΛΦ2
Λοβοί/φυτό	1						
ΔΣ	0.34	1					
Απόδοση λοβών	0.57	0.61	1				
Απόδοση σπόρων	0.39	0.61	0.92	1			
Απόδοση βιομάζας	0.47	0.47	0.92	0.86	1		
ΧΛΦ1	0.04	-0.03	-0.11	-0.07	-0.11	1	
ΧΛΦ2	0.04	-0.01	-0.15	-0.11	-0.17	0.88	1

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την αξιολόγηση των επιλεγμένων καθαρών σειρών εντός κάθε πληθυσμού χωριστά, ξεκινώντας από τις καθαρές σειρές του πληθυσμού της Ροδόπης και καταλήγοντας με τους δυο νέους πληθυσμούς που αξιολογήθηκαν σε ομάδες (block).

4.2 Αξιολόγηση καθαρών σειρών πληθυσμού Ροδόπης

Συνολικά αξιολογήθηκαν πέντε καθαρές σειρές του πληθυσμού οι οποίες είχαν επιλεγεί την προηγούμενη χρονιά για το χαρακτηριστικό της απόδοσης. Τα λεπτομερή δεδομένα της ANOVA τόσο με την συμβατική προσέγγιση (plot-to-plot variance) όσο και με τη διόρθωση των τιμών κατά επανάληψη, με βάση τον μέσο όρο των μαρτύρων (Bletsos and Goulas, 1999) εμφανίζονται στους πίνακες 11 και 12. Η διαφορά στην πειραματική ακρίβεια για φαινοτυπική παραλλακτικότητα τόσο ως απόλυτη τιμή σ^2_e (31.65 vs 29.811) όσο και ως έκφραση με τον συντελεστή παραλλακτικότητας (CV) (16.34 vs 16.21) ήταν επουσιώδης και έτσι η διόρθωση με βάση τους κοινούς μάρτυρες δεν ήταν αναγκαία. Στον πίνακα 13 παρουσιάζονται οι τιμές των μέσων τετραγώνων του σφάλματος και των γενοτύπων, για όλα τα χαρακτηριστικά που πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις.

Πίνακας 11. Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης (gr/φυτό) στις καθαρές σειρές του πληθυσμού της Ροδόπης.

Πηγή	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	Κριτήριο F	Πιθανότητα
Γενότυποι	4	446.7124	111.678	1.1762	0.3901
Επαναλήψεις	2	226.8436	113.422		
Σφάλμα	8	759.605	94.951		
Σύνολο	14	1433.161			

Πίνακας 12. Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης (gr/φυτό) μετά τη διόρθωση των μέσων όρων στις καθαρές σειρές του πληθυσμού της Ροδόπης.

Πηγή	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	Κριτήριο F	Πιθανότητα
Γενότυποι	4	424.1106	106.028	1.1855	0.3867
Επαναλήψεις	2	124.7384	62.369		
Σφάλμα	8	715.4762	89.435		
Σύνολο	14	1264.325			
CV=16.21					

Πίνακας 13. Τιμές μέσων τετραγώνων για τα χαρακτηριστικά της απόδοσης σε σπόρο, της απόδοσης σε λοβούς, του αριθμού λοβών/φυτό, της απόδοσης σε βιομάζα, του δείκτη συγκομιδής και της χλωροφύλλης που αφορούν τις 5 ΚΣ του πληθυσμού Ροδόπης.

		Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ Φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
Πηγή	B.E.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.
Σφάλμα	8	94.951	249.99	549.9	75.52	0.000462	1.0385	4.3493
Γενότυποι	4	111.678	364.1	737.3	110.02	0.001107	44.951	37.5973
F		ns	ns	ns	ns	ns	***	**

*Επίπεδο σημαντικότητας 0.05

**Επίπεδο σημαντικότητας 0.01

***Επίπεδο σημαντικότητας 0.001

Η παραγωγική συμπεριφορά των 5 καθαρών σειρών παρουσιάζεται στον πίνακα 14. Το εύρος της απόδοσης σε σπόρο κυμάνθηκε από 51.2 gr/φυτό για την καθαρή σειρά 9 έως 65.9 gr/φυτό για την καθαρή σειρά 1. Δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των καθαρών σειρών για την απόδοση σε σπόρο. Η φαινοτυπική διακύμανση (σ_p^2) εκφρασμένη ως CV ήταν 10.2% ενώ η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=4.0%. Για τις 5 καθαρές σειρές που αξιολογήθηκαν με βάση το στατιστικό πρότυπο της RCB ανάλυσης εκτιμήθηκαν οι γενετικές παράμετροι (πίνακας 15). Σύμφωνα με τα δεδομένα, παρατηρήθηκε γενετική διακύμανση, που ως τιμή γενετικού συντελεστή παραλλακτικότητας (GCV) ήταν 4.0% για το χαρακτηριστικό της απόδοσης, μη ικανοποιητικό και ένδειξη ότι δεν υπάρχει γενοτυπική παραλλακτικότητα για περαιτέρω αξιοποίηση. Ο συντελεστής κληρονομικότητας είχε χαμηλή τιμή $H=0.15$ για το χαρακτηριστικό της απόδοσης.

Πίνακας 14. Παραγωγική συμπεριφορά των καθαρών σειρών του πληθυσμού της Ροδόπης.

	Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
ΚΣ- 1	65.9	99.5	159.6	54.7	0.40	46.30	46.07
ΚΣ- 2	62.5	88.4	140.4	48.6	0.43	41.60	43.13
ΚΣ- 9	51.2	75.0	126.0	41.2	0.39	41.27	41.93
ΚΣ-11	63.2	98.9	160.2	54.3	0.38	40.10	40.77
ΚΣ-15	55.4	80.0	132.1	43.9	0.41	35.47	36.40
Γ.Μ.Ο.	59.6	88.4	143.6	48.5	0.40	40.95	41.66
$S_{\bar{x}}$	5.63	9.13	13.54	5.02	0.01	0.59	1.2
C.V.(%)	16.3	17.9	16.3	17.9	5.4	2.5	5.0
F	ns	ns	ns	ns	ns	***	**
LSD	—	—	—	—	—	4.19	9.73
Magirus	23.4	40.8	86.0		0.29		
Carafal	27.8	46.4	87.6		0.38		
Stara	26.8	41.6	64.3		0.41		
Zagorsky							
Ζαργάνα	24.8	44.9	79.1		0.29		

*Επίπεδο σημαντικότητας 0.05

**Επίπεδο σημαντικότητας 0.01

***Επίπεδο σημαντικότητας 0.001

Επίσης στον πίνακα 6 παρουσιάζεται η απόδοση των σε λοβούς (gr/φυτό), η παραγωγή ολικής ξηρής βιομάζας καθώς και ο δείκτης συγκομιδής κάθε καθαρής σειράς. Το εύρος της απόδοσης σε λοβούς κυμάνθηκε από 75.0 gr/φυτό (ΚΣ-9) έως 99.5 gr/φυτό (ΚΣ-1) ενώ η φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV ήταν 12.5% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=7.0% (πίνακας 15).

Παρόμοιες τιμές απόδοσης λοβών ανά φυτό αναφέρονται και από τους Rodiño *et al.*, (2003) από δεδομένα αξιολόγησης παραδοσιακών ποικιλιών της Ισπανίας και Πορτογαλίας.. Η πιο παραγωγική καθαρή σειρά σε συνολική ξηρή βιομάζα βρέθηκε η

11 με 160.2 gr/φυτό ενώ η λιγότερο παραγωγική η 9 με απόδοση 126.0 gr/φυτό με φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 11.0%.

Για το δείκτη συγκομιδής η διακύμανση ήταν από 0.38 για την καθαρή σειρά 11 έως 0.41 για την καθαρή σειρά 15 με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 4.8% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=3.7% (πίνακας 15). Οι διαφορές των καθαρών σειρών για το δείκτη συγκομιδής δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Οι Johnson and Gepts, (1999) σε αξιολόγηση ανασυνδυασμένων καθαρών σειρών που προέκυψαν από διασταυρώσεις μεταξύ εμπορικών ποικιλιών φασολιού αναφέρουν τιμές δείκτη συγκομιδής από 0.50 έως 0.61 τη στιγμή που οι γονείς είχαν 0.52 και 0.58. Επίσης οι Singh *et al.*, (2003) σε αξιολόγηση 5500 παραδοσιακών πληθυσμών φασολιού αναφέρουν εύρος στο δείκτη συγκομιδής από 0.32 έως 0.72.

Από την εκτίμηση του συστατικού της απόδοσης των λοβών / φυτό προέκυψε ότι η καθαρή σειρά 1 είχε τους περισσότερους λοβούς ανά φυτό 54.7 ενώ η καθαρή σειρά 9 είχε 41.2 λοβούς ανά φυτό, με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 12.5% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=7.0% (πίνακας 15). Επίσης δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των καθαρών σειρών κάτι που μπορεί να οφείλεται στον μικρό αριθμό των επαναλήψεων.

Ο έμμεσος προσδιορισμός της χλωροφύλλης σε μονάδες spad έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των καθαρών σειρών. Κατά την άνθηση το εύρος της χλωροφύλλης κυμάνθηκε από 35.47 για την ΚΣ-15 έως 46.3 για την ΚΣ-1 με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 9.5% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=9.3% (πίνακας 15). Ο προσδιορισμός της χλωροφύλλης 20 ημέρες αργότερα έδωσε εύρος τιμών από 36.40 για την ΚΣ-15 έως 46.07 για την ΚΣ-1 με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 8.5% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=8.0% (πίνακας 15). Και για τις δυο μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για τον έμμεσο προσδιορισμό της χλωροφύλλης δεν άλλαξε η κατάταξη των καθαρών σειρών. Η ΚΣ-1 έδωσε και τις δυο φορές τη μεγαλύτερη τιμή με την ΚΣ-15 να δίνει τις χαμηλότερες τιμές με ιδιαίτερα χαμηλό συντελεστή παραλλακτικότητας και για τις δυο φορές. Άξιο αναφοράς είναι και το γεγονός ότι η ΚΣ-1 έδωσε και την μεγαλύτερη απόδοση ενώ η ΚΣ-15 είναι μαζί με την ΚΣ-9 οι δυο χαμηλοαποδοτικότερες, χωρίς οι διαφορές των καθαρών σειρών να είναι στατιστικά σημαντικές. Συνολικά από την παραγωγική συμπεριφορά των καθαρών σειρών ξεχωρίζει η ΚΣ-1 ως αυτή με την καλύτερη παραγωγικότητα συνολικά και ως

απόδοση σε σπόρο αλλά και ως απόδοση σε λοβούς και συνολικής βιομάζας. Αν τα δεδομένα επιβεβαιωθούν και τα επόμενα έτη η ΚΣ-1 αξίζει να καλλιεργηθεί ή να χρησιμοποιηθεί σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών. Φυσικά η εκτίμηση αυτή είναι μόνο μία ένδειξη με περιορισμένη αξιοπιστία αφού προέρχεται από μικρό δείγμα σειρών με λίγες επαναλήψεις και από δεδομένα αξιολόγησης σε μία περιοχή και ένα έτος.

Συνοψίζοντας τα προηγούμενα δεδομένα, η γενική αξία του πληθυσμού της Ροδόπης πρέπει να αξιολογηθεί ως μέση απόδοση των 5 ΚΣ σε σύγκριση με τις χρησιμοποιούμενες εμπορικές ποικιλίες Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky που ήταν μάρτυρες. Έτσι η μέση απόδοση της Ροδόπης ήταν 59.6 gr/φυτό (ΓΜΟ), ενώ για τις Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky ήταν 23.4, 24.8, 27.8 και 26.8 gr/φυτό αντίστοιχα. Λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο ανάπτυξης της Ροδόπης αξιόπιστη σύγκριση μπορεί να γίνει μόνο με τις ποικιλίες Stara Zagorsky και Ζαργάνα τις οποίες και ξεπέρασε η Ροδόπη. Από τις μέσες αποδόσεις φάνηκε ότι ο πληθυσμός της Ροδόπης ξεπέρασε σε απόδοση τους μάρτυρες ακόμη και αυτούς με ίδιο τύπο ανάπτυξης. Από την παραπάνω σύγκριση καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο συγκεκριμένος πληθυσμός έχει καλή αγρονομική συμπεριφορά και αξίζει να καλλιεργηθεί.

Από την αξιολόγηση των επιλεγμένων καθαρών σειρών εντός του πληθυσμού ξεχωρίζει η καθαρή σειρά 1 ως η υψηλοαποδοτικότερη με απόδοση σε σπόρο 6.3 gr/φυτό πάνω από το γενικό μέσο όρο όλων των καθαρών σειρών η οποία επίσης ξεχωρίζει ως υψηλοαποδοτικότερη και για την απόδοση σε λοβούς χωρίς όμως οι διαφορές να είναι στατιστικώς σημαντικές. Ο δείκτης συγκομιδής της συγκεκριμένης καθαρής σειράς βρέθηκε 0.40 που είναι και ο γενικός μέσος όρος όλων των καθαρών σειρών του πληθυσμού. Με βάση το δείκτη συγκομιδής ξεχωρίζει η ΚΣ-2 που έχει 0.43 χωρίς όμως να είναι αυτή με την υψηλότερη απόδοση όπως θα περίμενε κανείς αλλά βρίσκεται 3^η στην κατάταξη με βάση την απόδοση. Τα αποτελέσματα αυτά χρειάζονται επιβεβαίωση με πειραματισμό σε πολλές περιοχές και για δυο τουλάχιστον έτη.

Συγκριτικά με τις εμπορικές ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες, οι καθαρές σειρές του πληθυσμού της Ροδόπης έχουν ικανοποιητικό Δείκτη Συγκομιδής. Συγκεκριμένα οι ποικιλίες Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky είχαν Δείκτη Συγκομιδής 0.29, 0.29, 0.38 και 0.41 αντίστοιχα. Η ποικιλία Carafal ($\Delta\Sigma=0.41$) μόνο ξεπέρασε τον ΓΜΟ των καθαρών σειρών της Ροδόπης ($\Delta\Sigma=0.40$)

ενώ οι υπόλοιπες τρεις ποικιλίες είχαν πολύ χαμηλό Δείκτη Συγκομιδής. Επομένως από τις παραπάνω συγκρίσεις φαίνεται ότι οι συγκεκριμένες καθαρές σειρές έχουν αποδεκτά αγρονομικά χαρακτηριστικά.

Πίνακας 15. Γενετικές παράμετροι από ανάλυση διακύμανσης των καθαρών σειρών του πληθυσμού της Ροδόπης.

	Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
Γ.Μ.Ο.	59.6	88.4	143.6	48.5	0.40	40.95	41.66
H	0.15	0.31	0.25	0.31	0.58	0.98	0.88
UCL	0.78	0.82	0.81	0.82	0.89	0.99	0.97
LCL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91	0.56
GCV	4.0	7.0	5.5	7.0	3.7	9.3	8.0
σ^2_p	37.23	121.37	245.77	36.67	0.000369	14.984	12.532
σ^2_e	31.65	83.33	183.30	25.17	0.000154	0.347	1.449
σ^2_g	5.58	38.04	62.47	11.5	0.000215	14.637	11.083

Οι εκτιμήσεις γενικά έχουν απόλυτα ενδεικτική σημασία, γιατί το δείγμα ήταν απαγορευτικά μικρό. Γενικώς από την αξιολόγηση των καθαρών σειρών του πληθυσμού προκύπτει πολύ χαμηλός γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV) πράγμα το οποίο σημαίνει μικρή γενετική διακύμανση μεταξύ των καθαρών σειρών. Θα χρειαστούν δεδομένα επιβεβαίωσης αυτών που συζητήθηκαν από πολλές περιοχές και περισσότερα έτη πειραματισμού ώστε, να αποτιμηθεί η πραγματική αξία του πληθυσμού και των καθαρών σειρών ως πηγή γενετικής παραλλακτικότητας για περαιτέρω αξιοποίησής τους σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών.

4.3 Αξιολόγηση καθαρών σειρών πληθυσμού Ξάνθης

Συνολικά αξιολογήθηκαν τέσσερις καθαρές σειρές του συγκεκριμένου πληθυσμού οι οποίες είχαν επιλεγθεί την προηγούμενη χρονιά για το χαρακτηριστικό της απόδοσης. Τα λεπτομερή δεδομένα της ANOVA τόσο με την συμβατική προσέγγιση (plot-to-plot variance) όσο και με τη διόρθωση των τιμών κατά επανάληψη, με βάση τον μέσο όρο των μαρτύρων (Blitsos and Goulas, 1999) εμφανίζονται στους πίνακες 16 και 17. Η διαφορά στην πειραματική ακρίβεια για φαινοτυπική παραλλακτικότητα τόσο ως απόλυτη τιμή σ^2_e (1.98 vs 2.164) όσο και ως έκφραση με τον συντελεστή παραλλακτικότητας (CV) (4.8 vs 5.0) ήταν επουσιώδης και έτσι η διόρθωση με βάση τους κοινούς μάρτυρες δεν ήταν αναγκαία. Στον πίνακα 18 παρουσιάζονται οι τιμές των μέσων τετραγώνων του σφάλματος και των γενοτύπων, για όλα τα χαρακτηριστικά που πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις.

Πίνακας 16. Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης (gr/φυτό) στις καθαρές σειρές του πληθυσμού της Ξάνθης.

Πηγή	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	Κριτήριο F	Πιθανότητα
Γενότυποι	3	29.05537	9.6851	1.63	0.2792
Επανάληψεις	2	102.972	51.486		
Σφάλμα	6	35.65138	5.9419		
Σύνολο	11	167.6788			

Πίνακας 17. Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης (gr/φυτό) μετά τη διόρθωση των μέσων όρων στις καθαρές σειρές του πληθυσμού της Ξάνθης.

Πηγή	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	Κριτήριο F	Πιθανότητα
Γενότυποι	3	26.4677	8.823	1.3591	0.3417
Επανάληψεις	2	1224.001	612.001		
Σφάλμα	6	38.9502	6.492		
Σύνολο	11	1289.419			
CV=5.0					

Πίνακας 18. Τιμές μέσω των τετραγώνων για τα χαρακτηριστικά της απόδοσης σε σπόρο, της απόδοσης σε λοβούς, της απόδοσης βιομάζας, του δείκτη συγκομιδής και του SPAD που αφορούν τις 5 ΚΣ του πληθυσμού Ξάνθης.

		Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
Πηγή	BE	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.
Σφάλμα	6	5.9419	30.726	166.613	10.5314	0.000189	0.7422	1.4047
Γενότυποι	3	9.6851	38.033	196.204	18.1489	0.000231	17.0431	16.2831
F		ns	ns	ns	ns	ns	***	**

*Επίπεδο σημαντικότητας 0.05

**Επίπεδο σημαντικότητας 0.01

***Επίπεδο σημαντικότητας 0.001

Η παραγωγική συμπεριφορά των 4 καθαρών σειρών παρουσιάζεται στον πίνακα 20. Το εύρος της απόδοσης σε σπόρο κυμάνθηκε από 53.5 gr/φυτό για την καθαρή σειρά 12 έως 49.4 gr/φυτό για την καθαρή σειρά 14. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των καθαρών σειρών για την απόδοση σε σπόρο. Η φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV ήταν 3.5% ενώ η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=2.2%. Όπως φαίνεται από τον πίνακα 19, ο γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας έχει πολύ μικρές τιμές για όλα τα χαρακτηριστικά, γεγονός που επιβεβαιώνει ότι με τις συγκεκριμένες συνθήκες αξιολόγησης δεν δόθηκε η δυνατότητα για γενοτυπική διαφοροποίηση των καθαρών σειρών εντός του συγκεκριμένου πληθυσμού.

Για τις 4 καθαρές σειρές που αξιολογήθηκαν με βάση το στατιστικό πρότυπο της RCB ανάλυσης εκτιμήθηκαν οι γενετικές παράμετροι (πίνακας 19). Σύμφωνα με τα δεδομένα, ο γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας (GCV) για το χαρακτηριστικό της απόδοσης ήταν 2.2% ένδειξη ότι δεν υπάρχει γενοτυπική παραλλακτικότητα που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί. Ο συντελεστής κληρονομικότητας είχε τιμή $H=0.39$ για το χαρακτηριστικό της απόδοσης. Παρόμοιος συντελεστής κληρονομικότητας για το χαρακτηριστικό της απόδοσης αναφέρεται από τον Szilagyi, (2003).

Πίνακας 19. Γενετικές παράμετροι από ανάλυση διακύμανσης των καθαρών σειρών του πληθυσμού της Ξάνθης.

	Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβού/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
Γ.Μ.Ο.	51.3	73.8	123.2	51.3	0.42	48.54	49.56
H	0.39	0.19	0.15	0.42	0.18	0.96	0.91
UCL	0.87	0.83	0.82	0.88	0.83	0.99	0.98
LCL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79	0.59
GCV	2.2	2.1	2.6	3.1	0.9	4.8	4.5
σ^2_p	3.228	12.677	65.401	6.049	0.000077	5.681	5.427
σ^2_e	1.980	10.242	55.537	3.510	0.000063	0.247	0.468
σ^2_g	1.247	2.435	9.863	2.539	0.000014	5.433	4.959

Από τον πίνακα 19 και από τις τιμές του γενετικού συντελεστή παραλλακτικότητας φαίνεται ότι υπάρχει πολύ μικρή γενετική διακύμανση μεταξύ των καθαρών σειρών. Επίσης στον πίνακα 20 παρουσιάζεται η απόδοση εκφρασμένη σε βάρος λοβών/φυτό (gr/φυτό), η παραγωγή ολικής ξηρής βιομάζας καθώς και ο Δείκτης Συγκομιδής κάθε καθαρής σειράς. Το εύρος της απόδοσης σε λοβούς κυμάνθηκε από 71.5 gr/φυτό (ΚΣ-10) έως 79.1 gr/φυτό (ΚΣ-7) ενώ η φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV ήταν 4.8% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=2.1% (πίνακας 16). Παρόμοιες τιμές απόδοσης λοβών ανά φυτό αναφέρονται και από τους Rodiño *et al.*, (2003) σε δεδομένα αξιολόγησης παραδοσιακών ποικιλιών της Ισπανίας και Πορτογαλίας. Η πιο παραγωγική καθαρή σειρά σε συνολική ξηρή βιομάζα βρέθηκε η ΚΣ-12 με 132.8 gr/φυτό ενώ λιγότερο παραγωγική ήταν η ΚΣ-7, με απόδοση 123.5 gr/φυτό και με φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) 6.6% εκφρασμένη ως CV.

Πίνακας 20. Παραγωγική συμπεριφορά των καθαρών σειρών του πληθυσμού της Ξάνθης.

	Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
ΚΣ- 7	51.9	79.1	123.5	54.9	0.42	50.77	51.87
ΚΣ-10	50.4	71.5	123.5	49.7	0.41	45.37	46.93
ΚΣ-12	53.5	72.5	132.8	50.3	0.41	48.13	48.30
ΚΣ-14	49.4	72.2	113.0	50.2	0.43	49.90	51.13
Γ.Μ.Ο.	51.3	73.8	123.2	51.3	0.42	48.54	49.56
$S_{\bar{x}}$	1.41	3.20	7.45	1.87	0.008	0.49	0.68
C.V.(%)	4.8	7.5	10.5	6.3	3.3	1.8	2.4
F	ns	ns	ns	ns	ns	***	**
LSD	—	—	—	—	—	4.19	3.47
Magirus	23.4	40.8	86.0		0.29		
Carafal	27.8	46.4	87.6		0.38		
Stara	26.8	41.6	64.3		0.41		
Zagorsky							
Ζαργάνα	24.8	44.9	79.1		0.29		

*Επίπεδο σημαντικότητας 0.05

**Επίπεδο σημαντικότητας 0.01

***Επίπεδο σημαντικότητας 0.001

Για το δείκτη συγκομιδής, η διακύμανση κυμάνθηκε από 0.41 (καθαρές σειρές 10 και 12) έως 0.43 (καθαρή σειρά 14) με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 2.1% και την αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=0.9% (πίνακας 19). Οι διαφορές των καθαρών σειρών για το δείκτη συγκομιδής δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Οι Johnson and Gepts, (1999) σε αξιολόγηση ανασυνδυασμένων καθαρών σειρών που προέκυψαν από διασταυρώσεις μεταξύ εμπορικών ποικιλιών φασολιού αναφέρουν τιμές δείκτη συγκομιδής από 0.5 έως 0.61 τη στιγμή που οι γονείς είχαν 0.52 και 0.58. Επίσης οι Singh *et al.*, (2003) σε αξιολόγηση 5500

παραδοσιακών πληθυσμών φασολιού αναφέρουν εύρος στο δείκτη συγκομιδής από 0.32 έως 0.72.

Από την εκτίμηση του συστατικού της απόδοσης των λοβών / φυτό προέκυψε ότι η καθαρή σειρά 7 είχε τους περισσότερους λοβούς ανά φυτό (54.9) ενώ η καθαρή σειρά 10 είχε 49.7 λοβούς ανά φυτό, με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 4.8% και την αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=3.1% (πίνακας 19). Επίσης δεν προέκυψαν στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των καθαρών σειρών κάτι που μπορεί να οφείλεται στον μικρό αριθμό των επαναλήψεων.

Ο έμμεσος προσδιορισμός της χλωροφύλλης σε μονάδες spad έδειξε στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των καθαρών σειρών. Κατά την άνθηση το εύρος της χλωροφύλλης κυμάνθηκε από 45.37 για την ΚΣ-10 έως 50.77 για την ΚΣ-7 με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 4.9% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=4.8% (πίνακας 19). Ο προσδιορισμός της χλωροφύλλης 20 ημέρες αργότερα έδωσε εύρος τιμών από 46.93 για την ΚΣ-10 έως 51.87 για την ΚΣ-7 με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 4.7% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=4.5% (πίνακας 19). Και για τις δυο μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για τον έμμεσο προσδιορισμό της χλωροφύλλης δεν άλλαξε η κατάταξη των καθαρών σειρών. Η ΚΣ-7 έδωσε και τις δυο φορές τη μεγαλύτερη τιμή με την ΚΣ-10 να δίνει τις χαμηλότερες τιμές με ιδιαίτερα χαμηλό συντελεστή παραλλακτικότητας και για τις δυο φορές.

Συνολικά από την παραγωγική συμπεριφορά των καθαρών σειρών ξεχωρίζει η ΚΣ-12 ως αυτή με την υψηλότερη απόδοση σε σπόρο χωρίς όμως οι διαφορές να είναι στατιστικά σημαντικές. Ως προς την παραγωγικότητα σε συνολική βιομάζα πάλι η ΚΣ-12 ήταν η υψηλοαποδοτικότερη και με ικανοποιητικό δείκτη συγκομιδής. Αν τα δεδομένα επιβεβαιωθούν και τα επόμενα έτη η ΚΣ-12 αξίζει να καλλιεργηθεί ή να χρησιμοποιηθεί σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών. Φυσικά η εκτίμηση αυτή είναι μόνο μία ένδειξη με περιορισμένη αξιοπιστία αφού προέρχεται από μικρό δείγμα σειρών με λίγες επαναλήψεις και από δεδομένα αξιολόγησης σε μία περιοχή και ένα έτος.

Συνοψίζοντας τα προηγούμενα δεδομένα, η αξία του πληθυσμού της Ξάνθης πρέπει να αξιολογηθεί ως μέση απόδοση σε σύγκριση με τις χρησιμοποιούμενες εμπορικές ποικιλίες Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky που ήταν μάρτυρες. Έτσι η μέση απόδοση της Ξάνθης ήταν 51.3 gr/φυτό (ΓΜΟ), ενώ για τις Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky ήταν 23.4, 24.8, 27.8 και 26.8 gr/φυτό

αντίστοιχα. Λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο ανάπτυξης της Ξάνθης αξιόπιστη σύγκριση μπορεί να γίνει μόνο με τις ποικιλίες Stara Zagorsky και Ζαργάνα τις οποίες και ξεπέρασε. Από τις μέσες αποδόσεις φάνηκε ότι ο πληθυσμός της Ξάνθης ξεπέρασε σε απόδοση τους μάρτυρες ακόμη και αυτούς με ίδιο τύπο ανάπτυξης. Από την παραπάνω σύγκριση καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο συγκεκριμένος πληθυσμός έχει καλή αγρονομική συμπεριφορά και αξίζει να καλλιεργηθεί.

Από την αξιολόγηση των επιλεγμένων καθαρών σειρών εντός του πληθυσμού ξεχωρίζει η καθαρή σειρά 12 ως η υψηλοαποδοτικότερη, με απόδοση σε σπόρο 2.2 gr/φυτό πάνω από το γενικό μέσο όρο όλων των καθαρών σειρών η οποία επίσης ξεχωρίζει ως υψηλοαποδοτικότερη και για τον αριθμό των λοβών ανά φυτό χωρίς όμως οι διαφορές να είναι στατιστικώς σημαντικές. Ο δείκτης συγκομιδής της συγκεκριμένης καθαρής σειράς βρέθηκε 0.41 με τον γενικό μέσος όρο όλων των καθαρών σειρών του πληθυσμού να είναι 0.42. Με βάση το δείκτη συγκομιδής ξεχωρίζει η ΚΣ-14 που έχει 0.43 χωρίς όμως να είναι αυτή με την υψηλότερη απόδοση όπως θα περίμενε κανείς αλλά είναι η χαμηλοαποδοτικότερη. Τα αποτελέσματα αυτά χρειάζονται επιβεβαίωση με περαιτέρω πειραματισμό.

Συγκριτικά με τις εμπορικές ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες οι καθαρές σειρές του πληθυσμού της Ξάνθης έχουν ικανοποιητικό δείκτη συγκομιδής. Συγκεκριμένα οι ποικιλίες Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky είχαν Δείκτη Συγκομιδής 0.29, 0.29, 0.38 και 0.41 αντίστοιχα. Η ποικιλία Carafal ($\Delta\Sigma=0.41$) έχει σχεδόν ίδιο δείκτη συγκομιδής με τον ΓΜΟ των καθαρών σειρών της Ξάνθης ($\Delta\Sigma=0.42$) ενώ οι υπόλοιπες τρεις ποικιλίες είχαν πολύ χαμηλό Δείκτη Συγκομιδής. Επομένως από τις παραπάνω συγκρίσεις φαίνεται ότι οι συγκεκριμένες καθαρές σειρές έχουν αποδεκτά αγρονομικά χαρακτηριστικά. Θα χρειαστούν δεδομένα επιβεβαίωσης αυτών που συζητήθηκαν από πολλές περιοχές και περισσότερα έτη πειραματισμού ώστε, να αποτιμηθεί η πραγματική αξία του πληθυσμού και των καθαρών σειρών ως πηγή γενετικής παραλλακτικότητας για περαιτέρω αξιοποίησής τους σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών.

4.4 Αξιολόγηση καθαρών σειρών πληθυσμού Βελεστίνου

Συνολικά αξιολογήθηκαν πέντε καθαρές σειρές του συγκεκριμένου πληθυσμού, οι οποίες είχαν επιλεγεί την προηγούμενη χρονιά για το χαρακτηριστικό της απόδοσης. Τα λεπτομερή δεδομένα της ANOVA τόσο με την συμβατική προσέγγιση (plot-to-plot variance) όσο και με τη διόρθωση των τιμών κατά επανάληψη, βάση του μέσου όρου των μαρτύρων (Bletsos and Goulas, 1999), εμφανίζονται στους πίνακες 21 και 22. Η διαφορά στην πειραματική ακρίβεια για φαινοτυπική παραλλακτικότητα τόσο ως απόλυτη τιμή σ_e^2 (7.75 vs 8.961) όσο και ως έκφραση με τον συντελεστή παραλλακτικότητας (CV) (13.8 vs 15.0) ήταν επουσιώδης και έτσι η διόρθωση με βάση τους κοινούς μάρτυρες δεν ήταν αναγκαία. Στον πίνακα 23 παρουσιάζονται οι τιμές των μέσων τετραγώνων του σφάλματος και των γενοτύπων, για όλα τα χαρακτηριστικά που πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις.

Πίνακας 21. Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης σε σπόρο (gr/φυτό) στις καθαρές σειρές του πληθυσμού του Βελεστίνου.

Πηγή	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	Κριτήριο F	Πιθανότητα
Γενότυποι	4	262.3818	65.5955	2.8212	0.0989
Επανάληψεις	2	40.52892	20.2645		
Σφάλμα	8	186.007	23.2509		
Σύνολο	14	488.9178			

Πίνακας 22. Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης σε σπόρο (gr/φυτό) μετά τη διόρθωση των μέσων όρων στις καθαρές σειρές του πληθυσμού του Βελεστίνου.

Πηγή	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	Κριτήριο F	Πιθανότητα
Γενότυποι	4	343.5345	85.884	3.1947	0.076
Επανάληψεις	2	423.4639	211.732		
Σφάλμα	8	215.0675	26.883		
Σύνολο	14	982.0658			
CV=15.0					

Πίνακας 23. Τιμές μέσων τετραγώνων για τα χαρακτηριστικά της απόδοσης σε σπόρο, της απόδοσης σε λοβούς, του αριθμού λοβών/φυτό, της απόδοσης βιομάζας, του δείκτη συγκομιδής και της χλωροφύλλης που αφορούν τις 5 ΚΣ του πληθυσμού Βελεστίνου.

		Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
Πηγή	B.E.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.
Γενότυποι	8	23.250	38.969	116.986	7.515	0.001468	0.809	4.852
Σφάλμα	4	65.595	182.313	273.476	34.968	0.002183	35.834	33.427
F		†	*	ns	*	ns	***	**

† Επίπεδο σημαντικότητας 0.1

* Επίπεδο σημαντικότητας 0.05

** Επίπεδο σημαντικότητας 0.01

*** Επίπεδο σημαντικότητας 0.001

Η παραγωγική συμπεριφορά των 5 καθαρών σειρών παρουσιάζεται στον πίνακα 24. Το εύρος της απόδοσης σε σπόρο κυμάνθηκε από 25.8 gr/φυτό για την καθαρή σειρά 12 έως 37.7 gr/φυτό για την καθαρή σειρά 5. Οι καθαρές σειρές διέφεραν σημαντικά για την απόδοση σε σπόρο για επίπεδο σημαντικότητας 10%. Η φαινοτυπική διακύμανση (σ_p^2) εκφρασμένη ως CV ήταν 13.4% ενώ η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=10.7% (πίνακας 25). Όπως φαίνεται από τον πίνακα 25, ο γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας έχει πολύ μικρές τιμές για όλα τα χαρακτηριστικά, γεγονός που επιβεβαιώνει την πολύ μικρή γενετική παραλλακτικότητα μεταξύ των καθαρών σειρών.

Για τις 5 καθαρές σειρές που αξιολογήθηκαν με βάση το στατιστικό πρότυπο της RCB ανάλυσης, εκτιμήθηκαν οι γενετικές παράμετροι (πίνακας 25). Σύμφωνα με τα δεδομένα, παρατηρήθηκε γενετική διακύμανση, που ως τιμή γενετικού συντελεστή παραλλακτικότητας (GCV) ήταν 10.7% για το χαρακτηριστικό της απόδοσης, οριακή ένδειξη ύπαρξης γενοτυπικής παραλλακτικότητας για δυνατότητα αξιοποίησής της. Ο συντελεστής κληρονομικότητας είχε τιμή $H=0.65$ για το χαρακτηριστικό της απόδοσης.

Πίνακας 24. Παραγωγική συμπεριφορά των καθαρών σειρών του πληθυσμού του Βελεστίνου.

	Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
ΚΣ- 5	37.7	60.8	94.7	26.7	0.40	36.07	36.97
ΚΣ- 9	29.3	47.9	79.9	21.0	0.37	40.63	40.97
ΚΣ-12	25.8	44.2	77.8	19.4	0.34	45.77	45.80
ΚΣ-14	32.1	56.2	94.2	24.6	0.34	41.40	43.23
ΚΣ-15	35.0	61.6	98.9	27.0	0.35	40.23	43.50
Γ.Μ.Ο.	32.0	54.1	89.1	23.7	0.36	40.82	42.09
S_x^2	2.78	3.6	6.24	1.58	0.02	0.52	1.27
C.V.(%)	13.8	10.1	10.9	10.2	11.0	2.2	5.1
F	†	*	ns	*	ns	***	**
LSD	7.32	11.75	—	5.16	—	3.70	6.03
Magirus	23.4	40.8	86.0		0.29		
Carafal	27.8	46.4	87.6		0.38		
Stara	26.8	41.6	64.3		0.41		
Zagorsky							
Ζαργάνα	24.8	44.9	79.1		0.29		

†Επίπεδο σημαντικότητας 0.1

*Επίπεδο σημαντικότητας 0.05

**Επίπεδο σημαντικότητας 0.01

***Επίπεδο σημαντικότητας 0.001

Επίσης στον πίνακα 24, παρουσιάζεται η απόδοση, των ΚΣ που προήλθαν από τον πληθυσμό του Βελεστίνου, σε λοβούς (gr/φυτό), η παραγωγή ολικής ξηρής βιομάζας καθώς και ο δείκτης συγκομιδής κάθε καθαρής σειράς. Το εύρος της απόδοσης σε λοβούς κυμάνθηκε από 44.2 gr/φυτό (ΚΣ-12) έως 61.6 gr/φυτό (ΚΣ-15) ενώ η φαινοτυπική διακύμανση (σ_p^2) εκφρασμένη ως CV ήταν 12.7% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=11.2% (πίνακας 25). Οι διαφορές των καθαρών σειρών ήταν στατιστικώς σημαντικές σε επίπεδο σημαντικότητας 95%. Η πιο παραγωγική καθαρή σειρά σε συνολική ξηρή βιομάζα βρέθηκε η ΚΣ-15 με 98.9

gr/φυτό ενώ η λιγότερο παραγωγική η ΚΣ-12 με απόδοση 77.8 gr/φυτό με φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 9.7% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=7.3% (πίνακας 25).

Πίνακας 25. Γενετικές παράμετροι από ανάλυση διακύμανσης των καθαρών σειρών του πληθυσμού του Βελεστίνου.

	Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
Γ.Μ.Ο.	35.0	61.6	98.9	27.0	0.35	40.23	43.50
H	0.65	0.79	0.57	0.79	0.33	0.98	0.85
UCL	0.91	0.94	0.89	0.94	0.82	0.99	0.96
LCL	0.00	0.18	0.00	0.17	0.00	0.91	0.44
GCV	10.7	11.2	7.3	11.2	4.4	8.5	7.1
σ^2_p	21.86	60.77	91.16	11.66	0.000728	11.95	11.14
σ^2_e	7.75	12.99	38.99	2.51	0.000489	0.27	1.62
σ^2_g	14.12	47.78	52.16	9.15	0.000238	11.67	9.53

Για το δείκτη συγκομιδής, η διακύμανση κυμάνθηκε από 0.34 για τις καθαρές σειρές 12 και 14 έως 0.40 για την καθαρή σειρά 5, με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 7.7% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=4.4% (πίνακας 25). Οι διαφορές των καθαρών σειρών για το δείκτη συγκομιδής δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Όπως φαίνεται στον πίνακα 25, από τις τιμές του γενετικού συντελεστή παραλλακτικότητας (GCV) η γενετική διακύμανση μεταξύ των καθαρών σειρών είναι οριακά ικανοποιητική.

Από την εκτίμηση του συστατικού της απόδοσης (λοβοί/φυτό) προέκυψε ότι η καθαρή σειρά 15 είχε τους περισσότερους λοβούς ανά φυτό 27.0 ενώ η καθαρή σειρά 12 είχε 19.4 λοβούς ανά φυτό. Η φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV είχε τιμή 12.6% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση του GCV είχε τιμή 11.2% (πίνακας 25). Οι διαφορές των καθαρών σειρών ήταν στατιστικώς σημαντικές για επίπεδο σημαντικότητας 95%.

Ο έμμεσος προσδιορισμός της χλωροφύλλης σε μονάδες spad, έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των καθαρών σειρών. Κατά την άνθηση το εύρος της

χλωροφύλλης κυμάνθηκε από 36.07 για την ΚΣ-5 έως 45.77 για την ΚΣ-12 με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 8.6% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση $GCV=8.5\%$ (πίνακας 25). Ο προσδιορισμός της χλωροφύλλης 20 ημέρες αργότερα, έδωσε εύρος τιμών από 36.97 για την ΚΣ-5 έως 45.80 για την ΚΣ-12 με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 7.7% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση $GCV=7.1\%$ (πίνακας 25). Και για τις δυο μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για τον έμμεσο προσδιορισμό της χλωροφύλλης, δεν άλλαξε η κατάταξη των καθαρών σειρών. Η ΚΣ-12 έδωσε και τις δυο φορές τη μεγαλύτερη τιμή με την ΚΣ-5 να δίνει τις χαμηλότερες τιμές έχοντας ιδιαίτερα χαμηλό συντελεστή παραλλακτικότητας και για τις δυο φορές.

Συνολικά από την παραγωγική συμπεριφορά των καθαρών σειρών, ξεχωρίζει η ΚΣ-15 ως αυτή με την υψηλότερη απόδοση σε σπόρο, έχοντας στατιστικώς σημαντική διαφορά σε σχέση με τις υπόλοιπες καθαρές σειρές. Ως προς την παραγωγικότητα συνολικής βιομάζας, πάλι η ΚΣ-15 είναι η υψηλοαποδοτικότερη και με ικανοποιητικό δείκτη συγκομιδής λαμβάνοντας υπόψη ότι ο πληθυσμός έχει νάνο τύπο ανάπτυξης. Αν τα δεδομένα επιβεβαιωθούν και τα επόμενα έτη η ΚΣ-15 αξίζει να καλλιεργηθεί ή να χρησιμοποιηθεί σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών. Φυσικά η εκτίμηση αυτή είναι μόνο μία ένδειξη με περιορισμένη αξιοπιστία αφού προέρχεται από μικρό δείγμα σειρών με λίγες επαναλήψεις και από δεδομένα αξιολόγησης σε μία περιοχή και ένα έτος.

Συνοψίζοντας τα προηγούμενα δεδομένα, η αξία του πληθυσμού του Βελεστίνου πρέπει να αξιολογηθεί ως μέση απόδοση σε σύγκριση με τις χρησιμοποιούμενες εμπορικές ποικιλίες Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky που ήταν μάρτυρες. Έτσι η μέση απόδοση του Βελεστίνου ήταν 35.0 gr/φυτό (ΓΜΟ), ενώ για τις Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky ήταν 23.4, 24.8, 27.8 και 26.8 gr/φυτό αντίστοιχα. Λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο ανάπτυξης του πληθυσμού του Βελεστίνου, μια αξιόπιστη σύγκριση μπορεί να γίνει μόνο με τις ποικιλίες Magirus και Carafal τις οποίες και ξεπέρασε. Από τις μέσες αποδόσεις φάνηκε ότι ο πληθυσμός του Βελεστίνου ξεπέρασε σε απόδοση τους μάρτυρες ακόμη και αυτούς με ίδιο τύπο ανάπτυξης. Από την παραπάνω σύγκριση, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο συγκεκριμένος πληθυσμός έχει καλή αγρονομική συμπεριφορά.

Από την αξιολόγηση των επιλεγμένων καθαρών σειρών εντός του πληθυσμού, ξεχωρίζει η καθαρή σειρά 5 ως η υψηλοαποδοτικότερη με απόδοση σε σπόρο 5.7 gr/φυτό, πάνω από το γενικό μέσο όρο όλων των καθαρών σειρών η οποία επίσης

ξεχωρίζει και ως αυτή με τον υψηλότερο δείκτη συγκομιδής. Ο δείκτης συγκομιδής της συγκεκριμένης καθαρής σειράς βρέθηκε στην τιμή 0.40 με το γενικό μέσο όρο όλων των καθαρών σειρών του πληθυσμού να είναι στο 0.36. Παρόλα αυτά οι διαφορές μεταξύ των καθαρών δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές. Τα αποτελέσματα αυτά χρειάζονται επιβεβαίωση με πειραματισμό σε πολλές περιοχές και από δυο τουλάχιστον έτη.

Συγκριτικά με τις εμπορικές ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες οι καθαρές σειρές του πληθυσμού του Βελεστίνου έχουν παρόμοιο δείκτη συγκομιδής. Συγκεκριμένα οι ποικιλίες Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky είχαν Δείκτη Συγκομιδής 0.29, 0.29, 0.38 και 0.41 αντίστοιχα. Εκτός της ποικιλίας Carafal ($\Delta\Sigma=0.41$) που έχει υψηλό δείκτη συγκομιδής οι καθαρές σειρές του Βελεστίνου ($\Delta\Sigma=0.36$) έχουν αποδεκτή τιμή ΓΜΟ. Επομένως, από τις παραπάνω συγκρίσεις φαίνεται ότι οι συγκεκριμένες καθαρές σειρές έχουν αποδεκτά αγρονομικά χαρακτηριστικά. Θα χρειαστεί επιβεβαίωση αυτών που συζητήθηκαν με δεδομένα από πολλές περιοχές και για περισσότερα έτη πειραματισμού ώστε, να αποτιμηθεί η πραγματική αξία του εν λόγω πληθυσμού και των καθαρών σειρών του, ως πηγή γενετικής παραλλακτικότητας και περαιτέρω αξιοποίησής τους σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών.

4.5 Αξιολόγηση καθαρών σειρών πληθυσμού Χονδρά Κλεισούρας

Καστοριάς

Συνολικά αξιολογήθηκαν τέσσερις καθαρές σειρές του συγκεκριμένου πληθυσμού οι οποίες είχαν επιλεχθεί την προηγούμενη χρονιά, για το χαρακτηριστικό της απόδοσης. Τα λεπτομερή δεδομένα της ANOVA τόσο με την συμβατική προσέγγιση (plot-to-plot variance) όσο και με τη διόρθωση των τιμών κατά επανάληψη, με βάση τον μέσο όρο των μαρτύρων (Bletsos and Goulas, 1999) εμφανίζονται στους πίνακες 26 και 27. Η διαφορά στην πειραματική ακρίβεια για φαινοτυπική παραλλακτικότητα τόσο ως απόλυτη τιμή σ^2_e (101.28 vs 102.1) όσο και ως έκφραση με τον συντελεστή παραλλακτικότητας (CV) (20.1 vs 19.5) ήταν επουσιώδης και έτσι η διόρθωση με βάση τους κοινούς μάρτυρες δεν ήταν αναγκαία. Στον πίνακα 28 παρουσιάζονται οι τιμές των μέσων τετραγώνων του σφάλματος και των γενοτύπων, για όλα τα χαρακτηριστικά που πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις.

Πίνακας 26. Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης σε σπόρο (gr/φυτό) στις καθαρές σειρές του πληθυσμού της Καστοριάς.

Πηγή	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	Κριτήριο F	Πιθανότητα
Γενότυποι	3	1748.116	582.71	1.9179	0.2279
Επανάληψεις	2	3102.968	1551.48		
Σφάλμα	6	1822.954	303.83		
Σύνολο	11	6674.038			

Πίνακας 27. Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης σε σπόρο (gr/φυτό) μετά τη διόρθωση των μέσων όρων στις καθαρές σειρές του πληθυσμού της Καστοριάς.

Πηγή	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	Κριτήριο F	Πιθανότητα
Γενότυποι	3	1731.069	577.02	1.8847	0.2331
Επανάληψεις	2	4943.349	2471.67		
Σφάλμα	6	1836.955	306.16		
Σύνολο	11	8511.373			
CV=19.5					

Πίνακας 28. Τιμές μέσων τετραγώνων για τα χαρακτηριστικά της απόδοσης σε σπόρο, της απόδοσης σε λοβούς, του αριθμού λοβών/φυτό, της απόδοσης βιομάζας, του δείκτη συγκομιδής και του SPAD που αφορούν τις 4 ΚΣ του πληθυσμού Καστοριάς.

		Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
Πηγή	B.E.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.
Σφάλμα	6	303.83	568.08	501.32	56.83	0.00413	4.583	15.398
Γενότυποι	3	582.71	808.42	640.59	81.124	0.01249	7.205	16.138
F		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Η παραγωγική συμπεριφορά των 4 καθαρών σειρών παρουσιάζεται στον πίνακα 29. Το εύρος της απόδοσης σε σπόρο κυμάνθηκε από 72.4 gr/φυτό για την καθαρή σειρά 12 έως 104.5 gr/φυτό για την καθαρή σειρά 16. Οι καθαρές σειρές δεν διέφεραν σημαντικά για την απόδοση σε σπόρο. Η φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV ήταν 16.1% ενώ η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση $GCV=11.1\%$. Όπως φαίνεται από τον πίνακα 30, ο γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας είχε ικανοποιητικές τιμές για τα χαρακτηριστικά απόδοση σε σπόρο και δείκτη συγκομιδής ενώ οι τιμές δεν βρέθηκαν ικανοποιητικές για τα υπόλοιπα πέντε χαρακτηριστικά.

Για τις 4 καθαρές σειρές που αξιολογήθηκαν με βάση το στατιστικό πρότυπο της RCB ανάλυσης εκτιμήθηκαν οι γενετικές παράμετροι (πίνακας 30). Σύμφωνα με τα δεδομένα, παρατηρήθηκε γενετική διακύμανση, που ως τιμή γενετικού συντελεστή παραλλακτικότητας (GCV) ήταν 11.1% για το χαρακτηριστικό της απόδοσης σε σπόρο, οριακή ένδειξη ύπαρξης γενοτυπικής παραλλακτικότητας για περαιτέρω βελτίωση. Ο συντελεστής κληρονομικότητας είχε τιμή $H=0.48$ για το χαρακτηριστικό της απόδοσης.

Πίνακας 29. Παραγωγική συμπεριφορά των καθαρών σειρών του πληθυσμού της Καστοριάς.

	Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
ΚΣ- 8	72.4	105.7	195.1	33.4	0.36	38.00	37.27
ΚΣ-12	79.7	125.2	226.3	39.6	0.35	38.43	37.40
ΚΣ-13	90.2	126.3	200.1	39.9	0.44	41.00	42.10
ΚΣ-16	104.5	145.9	217.5	46.2	0.49	37.53	40.07
Γ.Μ.Ο.	86.7	125.8	209.7	39.8	0.41	38.74	39.21
$S_{\bar{x}}$	10.06	13.76	12.93	4.35	0.037	1.24	2.26
C.V.(%)	20.1	19.0	10.7	18.9	15.7	5.5	10.0
F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
LSD	—	—	—	—	—	—	—
Magirus	23.4	40.8	86.0		0.29		
Carafal	27.8	46.4	87.6		0.38		
Stara Zagorsky	26.8	41.6	64.3		0.41		
Ζαργάνα	24.8	44.9	79.1		0.29		

Στον πίνακα 29 παρουσιάζεται η απόδοση σε λοβούς (gr/φυτό) των 4 καθαρών σειρών του πληθυσμού της Καστοριάς, η παραγωγή ολικής ξηρής βιομάζας καθώς και ο δείκτης συγκομιδής. Το εύρος της απόδοσης σε λοβούς κυμάνθηκε από 105.7 gr/φυτό (ΚΣ-8) έως 145.9 gr/φυτό (ΚΣ-16) ενώ η φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV ήταν 13.0% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση $GCV=7.1\%$ (πίνακας 30). Οι διαφορές των καθαρών σειρών δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές. Η πιο παραγωγική καθαρή σειρά σε συνολική ξηρή βιομάζα βρέθηκε η ΚΣ-12 με 226.3 gr/φυτό ενώ η λιγότερο παραγωγική η ΚΣ-8 με απόδοση 195.1 gr/φυτό με φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 7.0% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση $GCV=3.3\%$ (πίνακας 30).

Πίνακας 30. Γενετικές παράμετροι από ανάλυση διακύμανσης των καθαρών σειρών του πληθυσμού της Καστοριάς.

	Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
Γ.Μ.Ο.	86.7	125.8	209.7	39.8	0.41	38.74	39.21
H	0.48	0.30	0.22	0.30	0.67	0.36	0.05
UCL	0.89	0.85	0.84	0.85	0.93	0.87	0.80
LCL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GCV	11.1	7.1	3.3	7.2	12.9	2.4	1.3
σ^2_p	194.24	269.47	213.53	27.04	0.004163	2.402	5.379
σ^2_e	101.28	189.36	167.11	18.94	0.001377	1.527	5.133
σ^2_g	92.96	80.11	46.42	8.10	0.002786	0.874	0.247

Για το δείκτη συγκομιδής, η διακύμανση ήταν από 0.35 στην καθαρή σειρά 12 έως 0.49 στην καθαρή σειρά 16, με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 15.7% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=12.9% (πίνακας 30). Οι διαφορές των καθαρών σειρών για το δείκτη συγκομιδής δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές.

Από την εκτίμηση του συστατικού της απόδοσης λοβών/φυτό προέκυψε ότι η καθαρή σειρά 16 είχε τους περισσότερους λοβούς ανά φυτό 46.2 ενώ η καθαρή σειρά 8 είχε 33.4 λοβούς ανά φυτό, με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 13.1% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=7.2% (πίνακας 30). Οι διαφορές των καθαρών σειρών δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές.

Ο έμμεσος προσδιορισμός της χλωροφύλλης σε μονάδες spad δεν έδειξε επίσης στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των καθαρών σειρών. Κατά την άνθηση το εύρος της χλωροφύλλης κυμάνθηκε από 37.53 για την ΚΣ-16 έως 41.00 για την ΚΣ-13 με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 4.0% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=2.4% (πίνακας 30). Ο προσδιορισμός της χλωροφύλλης 20 ημέρες αργότερα έδωσε εύρος τιμών από 37.27 για την ΚΣ-8 έως 42.10 για την ΚΣ-13 με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 6.0% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=1.3% (πίνακας 30). Και για τις δυο

μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για τον έμμεσο προσδιορισμό της χλωροφύλλης δεν άλλαξε η κατάταξη των καθαρών σειρών. Η ΚΣ-13 έδωσε και τις δυο φορές τη μεγαλύτερη τιμή. Γενικά όπως φαίνεται και από τις τιμές του GCV η γενετική διακύμανση μεταξύ των καθαρών σειρών είναι πολύ μικρή για το χαρακτηριστικό της χλωροφύλλης.

Συνολικά από την παραγωγική συμπεριφορά των καθαρών σειρών ξεχωρίζει η ΚΣ-16 ως αυτή με την υψηλότερη απόδοση σε σπόρους και λοβούς μη έχοντας στατιστικώς σημαντική διαφορά από τις υπόλοιπες καθαρές σειρές. Ως προς την παραγωγικότητα σε συνολική βιομάζα, ξεχωρίζει η ΚΣ-12 ως η υψηλοαποδοτικότερη χωρίς όμως να έχει ικανοποιητικό δείκτη συγκομιδής (0.35) σε αντίθεση με την ΚΣ-16 που έχει πολύ ικανοποιητικό δείκτη συγκομιδής (0.49). Αν τα δεδομένα επιβεβαιωθούν και τα επόμενα έτη η ΚΣ-16 αξίζει να καλλιεργηθεί ή να χρησιμοποιηθεί σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών. Φυσικά η εκτίμηση αυτή είναι μόνο μία ένδειξη με περιορισμένη αξιοπιστία αφού προέρχεται από μικρό δείγμα σειρών με λίγες επαναλήψεις και από δεδομένα αξιολόγησης σε μία περιοχή και ένα έτος.

Συνοψίζοντας τα προηγούμενα δεδομένα, η αξία του πληθυσμού Καστοριάς πρέπει να αξιολογηθεί ως μέση απόδοση σε σύγκριση με τις χρησιμοποιούμενες εμπορικές ποικιλίες Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky που ήταν μάρτυρες. Έτσι η μέση απόδοση του πληθυσμού Καστοριάς ήταν 86.7 gr/φυτό (ΓΜΟ), ενώ για τις Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky ήταν 23.4, 24.8, 27.8 και 26.8 gr/φυτό αντίστοιχα. Λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο ανάπτυξης του πληθυσμού Καστοριά αξιόπιστη σύγκριση μπορεί να γίνει μόνο με τις ποικιλίες Stara Zagorsky και Ζαργάνα που έχουν τον ίδιο τύπο ανάπτυξης, τις οποίες και ξεπέρασε. Από τις μέσες αποδόσεις φάνηκε ότι ο πληθυσμός Καστοριά ξεπέρασε σε απόδοση τους μάρτυρες ακόμη και αυτούς με ίδιο τύπο ανάπτυξης. Από την παραπάνω σύγκριση καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο συγκεκριμένος πληθυσμός έχει καλή αγρονομική συμπεριφορά.

Από την αξιολόγηση των επιλεγμένων καθαρών σειρών εντός του πληθυσμού ξεχωρίζει η καθαρή σειρά 16 ως η υψηλοαποδοτικότερη, με απόδοση σε σπόρο 17.8 gr/φυτό πάνω από το γενικό μέσο όρο όλων των καθαρών σειρών. Η σειρά αυτή επίσης ξεχωρίζει για την απόδοση σε λοβούς αλλά παρουσίασε και τον υψηλότερο δείκτη συγκομιδής. Ο δείκτης συγκομιδής της συγκεκριμένης καθαρής σειράς είχε την τιμή 0.49 με το γενικό μέσο όρο όλων των καθαρών σειρών του πληθυσμού να

είναι 0.41, χωρίς όμως αυτή η διαφορά να είναι στατιστικώς σημαντική. Τα αποτελέσματα αυτά χρειάζονται επιβεβαίωση με πειραματισμό σε πολλές περιοχές και από δυο τουλάχιστον έτη.

Συγκριτικά με τις εμπορικές ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες οι καθαρές σειρές του πληθυσμού Καστοριάς έχουν παρόμοιο δείκτη συγκομιδής. Συγκεκριμένα οι ποικιλίες Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky είχαν δείκτη συγκομιδής 0.29, 0.29, 0.38 και 0.41 αντίστοιχα. Εκτός της ποικιλίας Carafal ($\Delta\Sigma=0.41$) που έχει υψηλό δείκτη συγκομιδής οι καθαρές σειρές Καστοριάς ($\Delta\Sigma=0.36$) έχουν αποδεκτή τιμή ΓΜΟ. Επομένως από τις παραπάνω συγκρίσεις καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι συγκεκριμένες καθαρές σειρές έχουν αποδεκτά αγρονομικά χαρακτηριστικά. Θα χρειαστούν δεδομένα επιβεβαίωσης αυτών που συζητήθηκαν από πολλές περιοχές και περισσότερα έτη πειραματισμού ώστε, να αποτιμηθεί η πραγματική αξία του πληθυσμού και των καθαρών σειρών ως πηγή γενετικής παραλλακτικότητας για περαιτέρω αξιοποίησής τους σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών.

4.6 Αξιολόγηση καθαρών σειρών πληθυσμού Βυζίτσας καθιστά

Συνολικά αξιολογήθηκαν τρεις καθαρές σειρές του συγκεκριμένου πληθυσμού οι οποίες είχαν επιλεγεί την προηγούμενη χρονιά για το χαρακτηριστικό της απόδοσης. Τα λεπτομερή δεδομένα της ANOVA τόσο με την συμβατική προσέγγιση (plot-to-plot variance) όσο και με τη διόρθωση των τιμών κατά επανάληψη, με βάση το μέσο όρο των μαρτύρων (Bletsos and Goulas, 1999) εμφανίζονται στους πίνακες 31 και 32. Η διαφορά στην πειραματική ακρίβεια για φαινοτυπική παραλλακτικότητα τόσο ως απόλυτη τιμή σ^2_e (1.609 vs 1.943) όσο και ως έκφραση με τον συντελεστή παραλλακτικότητας (CV) (4.5 vs 5.0) ήταν επουσιώδης και έτσι η διόρθωση με βάση τους κοινούς μάρτυρες δεν ήταν αναγκαία. Στον πίνακα 33 παρουσιάζονται οι τιμές των μέσων τετραγώνων του σφάλματος και των γενοτύπων, για όλα τα χαρακτηριστικά που πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις.

Πίνακας 31. Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης σε σπόρο (gr/φυτό) στις καθαρές σειρές του πληθυσμού της Βυζίτσας καθιστά.

Πηγή	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	Κριτήριο F	Πιθανότητα
Γενότυποι	2	240.7308	120.365	24.9343	0.0055
Επαναλήψεις	2	178.4106	89.205		
Σφάλμα	4	19.30918	4.827		
Σύνολο	8	438.4506			

Πίνακας 32. Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης σε σπόρο (gr/φυτό) μετά τη διόρθωση των μέσων όρων στις καθαρές σειρές του πληθυσμού της Βυζίτσας καθιστά.

Πηγή	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	Κριτήριο F	Πιθανότητα
Γενότυποι	2	240.4647	120.232	20.6123	0.0078
Επαναλήψεις	2	136.9123	68.456		
Σφάλμα	4	23.33214	5.833		
Σύνολο	8	400.7092			
CV=5.0					

Πίνακας 33. Τιμές μέσων τετραγώνων για τα χαρακτηριστικά της απόδοσης σε σπόρο, της απόδοσης σε λοβούς, του αριθμού λοβών/φυτό, της απόδοσης βιομάζας, του δείκτη συγκομιδής και του SPAD που αφορούν τις 3 ΚΣ του πληθυσμού Βυζίτσας καθιστά.

		Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
Πηγή	B.E.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.
Σφάλμα	4	4.827	48.585	448.178	8.1111	0.000278	4.058	3.821
Γενότυποι	2	120.365	230.548	637.751	38.2744	0.000344	12.223	35.857
F		**	†	ns	†	ns	ns	*

† Επίπεδο σημαντικότητας 0.1

* Επίπεδο σημαντικότητας 0.05

** Επίπεδο σημαντικότητας 0.01

*** Επίπεδο σημαντικότητας 0.001

Η παραγωγική συμπεριφορά των 3 καθαρών σειρών παρουσιάζεται στον πίνακα 34. Το εύρος της απόδοσης σε σπόρο κυμάνθηκε από 43.9 gr/φυτό για την καθαρή σειρά 2 έως 55.7 gr/φυτό για την καθαρή σειρά 4. Οι καθαρές σειρές διέφεραν σημαντικά για την απόδοση σε σπόρο για επίπεδο σημαντικότητας 1%. Η φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV ήταν 13.1% ενώ η αντίστοιχη γενεοτυπική ως εκτίμηση GCV=12.8%.

Για τις 3 καθαρές σειρές που αξιολογήθηκαν με βάση το στατιστικό πρότυπο της RCB ανάλυσης εκτιμήθηκαν οι γενετικές παράμετροι (πίνακας 35). Σύμφωνα με τα δεδομένα, παρατηρήθηκε γενετική διακύμανση, που ως τιμή γενετικού συντελεστή παραλλακτικότητας (GCV) ήταν 12.8% για το χαρακτηριστικό της απόδοσης ικανοποιητική τιμή για περαιτέρω βελτίωση. Για το χαρακτηριστικό της απόδοσης ο συντελεστής κληρονομικότητας βρέθηκε να έχει τιμή $H=0.96$.

Πίνακας 34. Παραγωγική συμπεριφορά των καθαρών σειρών του πληθυσμού της Βυζίτσας καθιστά.

	Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβού/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
ΚΣ-2	43.9	65.3	123.9	26.5	0.36	37.97	37.30
ΚΣ-4	55.7	81.8	147.4	33.3	0.38	40.60	43.70
ΚΣ-5	45.8	68.5	120.7	27.8	0.38	36.63	38.20
Γ.Μ.Ο.	48.5	71.9	130.7	29.2	0.38	38.40	39.74
$S_{\bar{x}}$	1.27	4.02	12.2	1.64	0.009	1.16	1.13
C.V.(%)	4.5	9.7	16.2	9.8	4.4	5.3	4.9
F	**	†	ns	†	ns	ns	*
LSD	8.26	12.13	—	4.96	—	—	4.43
Magirus	23.4	40.8	86.0		0.29		
Carafal	27.8	46.4	87.6		0.38		
Stara Zagorsky	26.8	41.6	64.3		0.41		
Ζαργάνα	24.8	44.9	79.1		0.29		

†Επίπεδο σημαντικότητας 0.1

*Επίπεδο σημαντικότητας 0.05

**Επίπεδο σημαντικότητας 0.01

***Επίπεδο σημαντικότητας 0.001

Επίσης στον πίνακα 34 παρουσιάζεται η απόδοση των καθαρών σειρών σε λοβούς (gr/φυτό), η παραγωγή ολικής ξηρής βιομάζας (gr/φυτό) καθώς και ο δείκτης συγκομιδής κάθε καθαρής σειράς. Το εύρος της απόδοσης σε λοβούς κυμάνθηκε από 65.3 gr/φυτό (ΚΣ-2) έως 81.8 gr/φυτό (ΚΣ-4) ενώ η φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV ήταν 12.2% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=10.8% (πίνακας 35). Οι διαφορές των καθαρών σειρών ήταν στατιστικώς σημαντικές σε επίπεδο σημαντικότητας 10%. Η πιο παραγωγική καθαρή σειρά σε συνολική ξηρή βιομάζα βρέθηκε η ΚΣ-4 με 147.4 gr/φυτό ενώ η λιγότερο παραγωγική η ΚΣ-5 με απόδοση 120.7 gr/φυτό, με φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p)

εκφρασμένη ως CV 11.2% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=6.1% (πίνακας 35) με τις διαφορές να μην είναι στατιστικώς σημαντικές.

Πίνακας 35. Γενετικές παράμετροι από ανάλυση διακύμανσης των καθαρών σειρών του πληθυσμού της Βυζίτσας καθιστά.

	Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
Γ.Μ.Ο.	48.5	71.9	130.7	29.2	0.38	38.40	39.74
H	0.96	0.79	0.30	0.79	0.19	0.67	0.89
UCL	1.00	0.98	0.92	0.98	0.91	0.96	0.99
LCL	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
GCV	12.8	10.8	6.1	10.9	1.2	4.3	8.2
σ^2_p	40.122	76.849	212.584	12.758	0.000115	4.074	11.953
σ^2_e	1.609	16.195	149.393	2.704	0.000092	1.353	1.274
σ^2_g	38.513	60.654	63.191	10.054	0.000022	2.722	10.678

Για το δείκτη συγκομιδής, η διακύμανση ήταν από 0.38 για τις καθαρές σειρές 4 και 5 έως 0.36 για την καθαρή σειρά 2 με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 2.8% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=1.2% (πίνακας 35). Οι διαφορές των καθαρών σειρών για το δείκτη συγκομιδής δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Όπως προκύπτει από τον πίνακα 35, οι τιμές το GCV είναι πολύ μικρές πράγμα που δείχνει τη μικρή γενετική διακύμανση μεταξύ των καθαρών σειρών για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.

Από την εκτίμηση του συστατικού της απόδοσης (αριθμού λοβών/φυτό) προέκυψε ότι, η καθαρή σειρά 4 είχε τους περισσότερους λοβούς ανά φυτό 33.3 ενώ η καθαρή σειρά 2 είχε τους λιγότερους 26.5 λοβούς ανά φυτό, με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 12.2% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=10.9% (πίνακας 35). Οι διαφορές των καθαρών σειρών ήταν στατιστικώς σημαντικές για επίπεδο σημαντικότητας 10%.

Ο έμμεσος προσδιορισμός της χλωροφύλλης σε μονάδες spad έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των καθαρών σειρών μόνο στην 2^η μέτρηση. Κατά την

άνθηση το εύρος της χλωροφύλλης κυμάνθηκε από 36.63 για την ΚΣ-5 έως 40.60 για την ΚΣ-4 με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 5.3% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=4.3% (πίνακας 35). Ο προσδιορισμός της χλωροφύλλης 20 ημέρες αργότερα έδωσε εύρος τιμών από 37.30 για την ΚΣ-2 έως 43.70 για την ΚΣ-4 με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 8.7% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=8.2% (πίνακας 35) με τις διαφορές να είναι στατιστικώς σημαντικές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Και για τις δυο μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για τον έμμεσο προσδιορισμό της χλωροφύλλης δεν άλλαξε η κατάταξη των καθαρών σειρών. Η ΚΣ-4 έδωσε και τις δυο φορές τη μεγαλύτερη τιμή με ιδιαίτερα χαμηλό συντελεστή παραλλακτικότητας και για τις δυο φορές.

Συνολικά από την παραγωγική συμπεριφορά των καθαρών σειρών ξεχωρίζει η ΚΣ-4 ως αυτή με την υψηλότερη απόδοση σε σπόρο έχοντας στατιστικώς σημαντική διαφορά με τις υπόλοιπες καθαρές σειρές. Ως προς την παραγωγικότητα συνολικής βιομάζας πάλι η ΚΣ-4 είναι η υψηλοαποδοτικότερη και με ικανοποιητικό δείκτη συγκομιδής λαμβάνοντας υπόψη ότι ο πληθυσμός έχει νάνο τύπο ανάπτυξης. Επίσης είναι η καθαρή σειρά με την υψηλότερη απόδοση σε λοβούς και με τις υψηλότερες τιμές χλωροφύλλης. Αν τα δεδομένα επιβεβαιωθούν και τα επόμενα έτη η ΚΣ-4 αξίζει να καλλιεργηθεί ή να χρησιμοποιηθεί σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών. Φυσικά η εκτίμηση αυτή είναι μόνο μία ένδειξη με περιορισμένη αξιοπιστία αφού προέρχεται από μικρό δείγμα σειρών με λίγες επαναλήψεις και από δεδομένα αξιολόγησης σε μία περιοχή και ένα έτος και χρειάζεται επιβεβαίωση.

Συνοψίζοντας τα προηγούμενα δεδομένα, η αξία του πληθυσμού Βυζίτσα καθιστά πρέπει να αξιολογηθεί ως μέση απόδοση σε σύγκριση με τις χρησιμοποιούμενες εμπορικές ποικιλίες Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky που ήταν μάρτυρες. Έτσι η μέση απόδοση του πληθυσμού Βυζίτσα καθιστά ήταν 48.5 gr/φυτό (ΓΜΟ), ενώ για τις Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky ήταν 23.4, 24.8, 27.8 και 26.8 gr/φυτό αντίστοιχα. Λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο ανάπτυξης του πληθυσμού του Βελεστίνου αξιόπιστη σύγκριση μπορεί να γίνει μόνο με τις ποικιλίες Magirus και Carafal τις οποίες και ξεπέρασε. Από τις μέσες αποδόσεις φάνηκε ότι ο πληθυσμός Βυζίτσα καθιστά ξεπέρασε σε απόδοση τους μάρτυρες ακόμη και αυτούς με ίδιο τύπο ανάπτυξης. Από την παραπάνω σύγκριση καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο συγκεκριμένος πληθυσμός έχει καλή αγρονομική συμπεριφορά.

Από την αξιολόγηση των επιλεγμένων καθαρών σειρών εντός του πληθυσμού ξεχωρίζει η καθαρή σειρά 4 ως η υψηλοαποδοτικότερη με απόδοση σε σπόρο 7.23 gr/φυτό πάνω από το γενικό μέσο όρο όλων των καθαρών σειρών η οποία επίσης ξεχωρίζει ως αυτή με τον υψηλότερο δείκτη συγκομιδής κάτι αναμενόμενο. Ο δείκτης συγκομιδής της συγκεκριμένης καθαρής σειράς βρέθηκε 0.38 με τον γενικό μέσο όρο όλων των καθαρών σειρών του πληθυσμού να είναι 0.38 χωρίς οι διαφορές να είναι στατιστικώς σημαντικές. Τα αποτελέσματα αυτά χρειάζονται επιβεβαίωση με περαιτέρω πειραματισμό.

Συγκριτικά με τις εμπορικές ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες οι καθαρές σειρές του πληθυσμού του Βελεστίνου έχουν παρόμοιο Δείκτη Συγκομιδής. Συγκεκριμένα οι ποικιλίες Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky είχαν Δείκτη Συγκομιδής 0.29, 0.29, 0.38 και 0.41 αντίστοιχα. Εκτός της ποικιλίας Carafal ($\Delta\Sigma=0.41$) που έχει υψηλό δείκτη συγκομιδής οι καθαρές σειρές Βυζίτσας καθιστά ($\Delta\Sigma=0.36$) έχουν αποδεκτή τιμή ΓΜΟ. Επομένως από τις παραπάνω συγκρίσεις καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι συγκεκριμένες καθαρές σειρές έχουν αποδεκτά αγρονομικά χαρακτηριστικά. Θα χρειαστούν δεδομένα επιβεβαίωσης αυτών που συζητήθηκαν από πολλές περιοχές και περισσότερα έτη πειραματισμού ώστε, να αποτιμηθεί η πραγματική αξία του πληθυσμού και των καθαρών σειρών ως πηγή γενετικής παραλλακτικότητας για περαιτέρω αξιοποίησής τους σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών.

4.7 Αξιολόγηση καθαρών σειρών πληθυσμού Βυζίτσας άσπρο/μαύρο

Συνολικά αξιολογήθηκαν τέσσερις καθαρές σειρές του συγκεκριμένου πληθυσμού μετά από επιλογή την προηγούμενη χρονιά για το χαρακτηριστικό της απόδοσης. Τα λεπτομερή δεδομένα της ANOVA τόσο με την συμβατική προσέγγιση (plot-to-plot variance) όσο και με τη διόρθωση των τιμών κατά επανάληψη, με βάση τον μέσο όρο των μαρτύρων (Bletsos and Goulas, 1999) εμφανίζονται στους πίνακες 36 και 37. Η διαφορά στην πειραματική ακρίβεια για φαινοτυπική παραλλακτικότητα τόσο ως απόλυτη τιμή σ^2_e (36.373 vs 35.811) όσο και ως έκφραση με τον συντελεστή παραλλακτικότητας (CV) (12.1 vs 12.2) ήταν επουσιώδης και έτσι η διόρθωση με βάση τους κοινούς μάρτυρες δεν ήταν αναγκαία. Στον πίνακα 38 παρουσιάζονται οι τιμές των μέσων τετραγώνων του σφάλματος και των γενοτύπων, για όλα τα χαρακτηριστικά που πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις.

Πίνακας 36. Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης σε σπόρο (gr/φυτό) στις καθαρές σειρές του πληθυσμού της Βυζίτσας α/μ.

Πηγή	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	Κριτήριο F	Πιθανότητα
Γενότυποι	3	417.6305	139.21	1.2758	0.3645
Επανάληψεις	2	369.6033	184.802		
Σφάλμα	6	654.7066	109.118		
Σύνολο	11	1441.94			

Πίνακας 37. Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης σε σπόρο (gr/φυτό) μετά τη διόρθωση των μέσων όρων στις καθαρές σειρές του πληθυσμού της Βυζίτσας α/μ.

Πηγή	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	Κριτήριο F	Πιθανότητα
Γενότυποι	3	407.2783	135.759	1.2637	0.368
Επανάληψεις	2	463.8258	231.913		
Σφάλμα	6	644.5964	107.433		
Σύνολο	11	1515.701			
CV=12.2					

Πίνακας 38. Τιμές μέσων τετραγώνων για τα χαρακτηριστικά της απόδοσης σε σπόρο, της απόδοσης σε λοβούς, του αριθμού λοβών/φυτό, της απόδοσης βιομάζας, του δείκτη συγκομιδής και του SPAD που αφορούν τις 4 ΚΣ του πληθυσμού Βυζίτσας α/μ.

		Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβού/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
Πηγή	B.E.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.
Σφάλμα	6	109.118	439.802	539.65	26.2925	0.001297	7.9225	8.9131
Γενότυποι	3	139.21	475.444	647.68	28.5267	0.002497	23.3142	13.5256
F		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Η παραγωγική συμπεριφορά των 4 καθαρών σειρών παρουσιάζεται στον πίνακα 39. Το εύρος της απόδοσης σε σπόρο κυμάνθηκε από 84.6 gr/φυτό για την καθαρή σειρά 5 έως 91.9 gr/φυτό για την καθαρή σειρά 2. Οι καθαρές σειρές δεν διέφεραν σημαντικά για την απόδοση σε σπόρο. Η φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV ήταν 7.9% ενώ η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV 3.7%. Όπως φαίνεται από τον πίνακα 40 ο γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας έχει πολύ μικρές τιμές για όλα τα χαρακτηριστικά πράγμα που επιβεβαιώνει την αδυναμία γενετικής διαφοροποίησης μεταξύ των σειρών.

Για τις 4 καθαρές σειρές που αξιολογήθηκαν με βάση το στατιστικό πρότυπο της RCB ανάλυσης εκτιμήθηκαν οι γενετικές παράμετροι (πίνακας 40). Σύμφωνα με τα δεδομένα, παρατηρήθηκε γενετική διακύμανση, που ως τιμή γενετικού συντελεστή παραλλακτικότητας (GCV) ήταν 3.7% για το χαρακτηριστικό της απόδοσης, ένδειξη μη ύπαρξης γενοτυπικής παραλλακτικότητας για αξιοποίηση. Ο συντελεστής κληρονομικότητας είχε τιμή $H=0.22$ για το χαρακτηριστικό της απόδοσης.

Πίνακας 39. Παραγωγική συμπεριφορά των καθαρών σειρών του πληθυσμού της Βυζίτσας α/μ.

	Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
ΚΣ- 2	91.9	131.9	206.3	32.3	0.45	43.77	45.00
ΚΣ- 5	84.6	117.0	184.8	28.6	0.46	47.30	45.73
ΚΣ- 9	90.8	118.4	180.8	29.0	0.51	41.67	41.57
ΚΣ-16	77.1	101.2	171.6	24.8	0.45	41.17	41.90
Γ.Μ.Ο.	86.1	117.1	185.9	28.7	0.47	43.48	43.55
\bar{S}_x	6.03	12.11	13.41	2.96	0.02	1.63	1.72
C.V.(%)	12.1	17.9	12.5	17.9	7.7	6.5	6.9
F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
LSD	—	—	—	—	—	—	—
Magirus	23.4	40.8	86.0		0.29		
Carafal	27.8	46.4	87.6		0.38		
Stara Zagorsky	26.8	41.6	64.3		0.41		
Zαργάνα	24.8	44.9	79.1		0.29		

Επίσης στον πίνακα 39 παρουσιάζεται η απόδοση των σε λοβούς (gr/φυτό), η παραγωγή ολικής ξηρής βιομάζας καθώς και ο Δείκτης Συγκομιδής κάθε καθαρής σειράς. Το εύρος της απόδοσης σε λοβούς κυμάνθηκε από 101.2 gr/φυτό (ΚΣ-16) έως 131.9 gr/φυτό (ΚΣ-2) ενώ η φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV ήταν 10.8% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση $GCV=2.9\%$ (πίνακας 40). Οι διαφορές των καθαρών σειρών δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Η πιο παραγωγική καθαρή σειρά σε συνολική ξηρή βιομάζα βρέθηκε η 2 με 206.3 gr/φυτό ενώ η λιγότερο παραγωγική η 16 με απόδοση 171.6 gr/φυτό με φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 7.9% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση $GCV=3.2\%$ (πίνακας 40).

Πίνακας 40. Γενετικές παράμετροι από ανάλυση διακύμανσης των καθαρών σειρών του πληθυσμού της Βυζίτσας α/μ.

	Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
Γ.Μ.Ο.	86.1	117.1	185.9	28.7	0.47	43.48	43.55
H	0.22	0.07	0.17	0.08	0.48	0.66	0.34
UCL	0.84	0.81	0.82	0.81	0.89	0.93	0.86
LCL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GCV	3.7	2.9	3.2	3.0	4.3	5.2	2.9
σ^2_p	46.403	158.481	215.893	9.508	0.000832	7.771	4.508
σ^2_e	36.372	146.600	179.883	8.764	0.000432	2.640	2.971
σ^2_g	10.030	11.880	36.010	0.744	0.000400	5.130	1.537

Για το δείκτη συγκομιδής η διακύμανση ήταν από 0.45 για τις καθαρές σειρές 2 και 16 έως 0.51 για την καθαρή σειρά 9 με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 6.1% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=4.3% (πίνακας 40). Οι διαφορές των καθαρών σειρών για το δείκτη συγκομιδής δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές.

Από την εκτίμηση του συστατικού της απόδοσης των λοβών / φυτό προέκυψε ότι η καθαρή σειρά 2 είχε τους περισσότερους λοβούς ανά φυτό 32.3 ενώ η καθαρή σειρά 16 είχε 24.8 λοβούς ανά φυτό, με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 10.7% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=3.0% (πίνακας 40). Οι διαφορές των καθαρών σειρών δεν ήταν επίσης στατιστικώς σημαντικές.

Ο έμμεσος προσδιορισμός της χλωροφύλλης σε μονάδες spad δεν έδειξε επίσης στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των καθαρών σειρών. Κατά την άνθηση το εύρος της χλωροφύλλης κυμάνθηκε από 41.17 για την ΚΣ-16 έως 47.30 για την ΚΣ-5 με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 6.4% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=5.2% (πίνακας 40). Ο προσδιορισμός της χλωροφύλλης 20 ημέρες αργότερα έδωσε εύρος τιμών από 41.57 για την ΚΣ-9 έως 45.73 για την ΚΣ-5 με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 4.9% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=2.9% (πίνακας 40). Και για τις δυο

μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για τον έμμεσο προσδιορισμό της χλωροφύλλης δεν άλλαξε η κατάταξη των καθαρών σειρών. Η ΚΣ-5 έδωσε και τις δυο φορές τη μεγαλύτερη τιμή.

Συνολικά από την παραγωγική συμπεριφορά των καθαρών σειρών ξεχωρίζει η ΚΣ-2 ως αυτή με την υψηλότερη απόδοση σε σπόρο μη έχοντας στατιστικώς σημαντική διαφορά με τις υπόλοιπες καθαρές σειρές. Ως προς την παραγωγικότητα συνολικής βιομάζας πάλι η ΚΣ-2 είναι η υψηλοαποδοτικότερη αλλά και για την απόδοση σε λοβούς. Αν τα δεδομένα επιβεβαιωθούν και τα επόμενα έτη η ΚΣ-2 αξίζει να καλλιεργηθεί ή να χρησιμοποιηθεί σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών. Φυσικά η εκτίμηση αυτή είναι μόνο μία ένδειξη με περιορισμένη αξιοπιστία αφού προέρχεται από μικρό δείγμα σειρών με λίγες επαναλήψεις και από δεδομένα αξιολόγησης σε μία περιοχή και ένα έτος. Όπως φαίνεται και από τον πίνακα 40 για τις τιμές του GCV η γενετική διακύμανση μεταξύ των καθαρών σειρών είναι πολύ μικρή.

Συνοψίζοντας τα προηγούμενα δεδομένα, η αξία του πληθυσμού Βυζίτσας α/μ πρέπει να αξιολογηθεί ως μέση απόδοση σε σύγκριση με τις χρησιμοποιούμενες εμπορικές ποικιλίες Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky που ήταν μάρτυρες. Έτσι η μέση απόδοση του πληθυσμού Βυζίτσα α/μ ήταν 86.1 gr/φυτό (ΓΜΟ), ενώ για τις Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky ήταν 23.4, 24.8, 27.8 και 26.8 gr/φυτό αντίστοιχα. Λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο ανάπτυξης του πληθυσμού Βυζίτσα α/μ αξιόπιστη σύγκριση μπορεί να γίνει μόνο με τις ποικιλίες Stara Zagorsky και Ζαργάνα που έχουν τον ίδιο τύπο ανάπτυξης, τις οποίες και ξεπέρασε. Από τις μέσες αποδόσεις φάνηκε ότι ο πληθυσμός Βυζίτσα α/μ ξεπέρασε σε απόδοση τους μάρτυρες ακόμη και αυτούς με ίδιο τύπο ανάπτυξης. Από την παραπάνω σύγκριση καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο συγκεκριμένος πληθυσμός έχει καλή αγρονομική συμπεριφορά.

Από την αξιολόγηση των επιλεγμένων καθαρών σειρών εντός του πληθυσμού ξεχωρίζει η καθαρή σειρά 2 ως η υψηλοαποδοτικότερη με απόδοση σε σπόρο 5.8 gr/φυτό πάνω από το γενικό μέσο όρο όλων των καθαρών σειρών. Ο δείκτης συγκομιδής της συγκεκριμένης καθαρής σειράς βρέθηκε 0.45 με τον γενικό μέσος όρο όλων των καθαρών σειρών του πληθυσμού να είναι 0.47 χωρίς οι διαφορές να είναι στατιστικώς σημαντικές. Τα αποτελέσματα αυτά χρειάζονται επιβεβαίωση με πειραματισμό σε πολλές περιοχές και από δυο τουλάχιστον έτη.

Συγκριτικά με τις εμπορικές ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες οι καθαρές σειρές του πληθυσμού Βυζίτσας α/μ έχουν παρόμοιο Δείκτη Συγκομιδής.

Συγκεκριμένα οι ποικιλίες Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky είχαν Δείκτη Συγκομιδής 0.29, 0.29, 0.38 και 0.41 αντίστοιχα. Οι καθарές σειρές Βυζίτσας α/μ ($\Delta\Sigma=0.47$) έχουν αποδεκτή τιμή ως ΓΜΟ. Επομένως από τις παραπάνω συγκρίσεις καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι συγκεκριμένες καθарές σειρές έχουν αποδεκτά αγρονομικά χαρακτηριστικά. Θα χρειαστούν δεδομένα επιβεβαίωσης αυτών που συζητήθηκαν από πολλές περιοχές και περισσότερα έτη πειραματισμού ώστε, να αποτιμηθεί η πραγματική αξία του πληθυσμού και των καθарών σειρών ως πηγή γενετικής παραλλακτικότητας για περαιτέρω αξιοποίησής τους σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών.

4.8 Αξιολόγηση καθαρών σειρών πληθυσμού Βυζίτσας καφέ

Συνολικά αξιολογήθηκαν τέσσερις καθαρές σειρές του συγκεκριμένου πληθυσμού οι οποίες είχαν επιλεγθεί την προηγούμενη χρονιά για το χαρακτηριστικό της απόδοσης. Τα λεπτομερή δεδομένα της ANOVA τόσο με την συμβατική προσέγγιση (plot-to-plot variance) όσο και με τη διόρθωση των τιμών κατά επανάληψη, με βάση τον μέσο όρο των μαρτύρων (Bletsos and Goulas, 1999) εμφανίζονται στους πίνακες 41 και 42. Η διαφορά στην πειραματική ακρίβεια για φαινοτυπική παραλλακτικότητα τόσο ως απόλυτη τιμή σ^2_e (70.78 vs 83.056) όσο και ως έκφραση με τον συντελεστή παραλλακτικότητας (CV) (16.4 vs 16.9) ήταν επουσιώδης και έτσι η διόρθωση με βάση τους κοινούς μάρτυρες δεν ήταν αναγκαία. Στον πίνακα 43 παρουσιάζονται οι τιμές των μέσων τετραγώνων του σφάλματος και των γενοτύπων, για όλα τα χαρακτηριστικά που πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις.

Πίνακας 41. Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης σε σπόρο (gr/φυτό) στις καθαρές σειρές του πληθυσμού της Βυζίτσας καφέ.

Πηγή	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	Κριτήριο F	Πιθανότητα
Γενότυποι	3	1895.001	631.67	2.9746	0.1186
Επανάληψεις	2	2582.942	1291.47		
Σφάλμα	6	1274.143	212.36		
Σύνολο	11	5752.086			

Πίνακας 42. Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης σε σπόρο (gr/φυτό) μετά τη διόρθωση των μέσων όρων στις καθαρές σειρές του πληθυσμού της Βυζίτσας καφέ.

Πηγή	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	Κριτήριο F	Πιθανότητα
Γενότυποι	3	2117.89	705.96	2.8333	0.1285
Επανάληψεις	2	5785.301	2892.65		
Σφάλμα	6	1495.006	249.17		
Σύνολο	11	9398.197			
CV=16.9					

Πίνακας 43. Τιμές μέσω των τετραγώνων για τα χαρακτηριστικά της απόδοσης σε σπόρο, της απόδοσης σε λοβούς, του αριθμού λοβών/φυτό, της απόδοσης βιομάζας, του δείκτη συγκομιδής και του SPAD που αφορούν τις 4 ΚΣ του πληθυσμού Βυζίτσας καφέ.

		Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
Πηγή	B.E.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.
Σφάλμα	6	212.36	497.33	504.49	79.206	0.000567	3.606	5.298
Γενότυποι	3	631.67	1384.71	1978.47	221.501	0.000833	6.924	10.645
F		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Η παραγωγική συμπεριφορά των 4 καθαρών σειρών παρουσιάζεται στον πίνακα 44. Το εύρος της απόδοσης σε σπόρο κυμάνθηκε από 74.2 gr/φυτό για την καθαρή σειρά 7 έως 108.7 gr/φυτό για την καθαρή σειρά 16. Οι καθαρές σειρές δεν διέφεραν σημαντικά για την απόδοση σε σπόρο. Η φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV ήταν 16.3% ενώ η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV 13.3%. Όπως φαίνεται από τον πίνακα 45 ο γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας έχει ικανοποιητικές τιμές για τα χαρακτηριστικά απόδοση σε σπόρο, σε λοβούς και σε βιομάζα και αριθμός λοβών ανά φυτό και μικρή τιμή για τα άλλα τρία χαρακτηριστικά δείκτη συγκομιδής και τις δυο μετρήσεις της χλωροφύλλης.

Για τις 4 καθαρές σειρές που αξιολογήθηκαν με βάση το στατιστικό πρότυπο της RCB ανάλυσης εκτιμήθηκαν οι γενετικές παράμετροι (πίνακας 45). Σύμφωνα με τα δεδομένα, παρατηρήθηκε γενετική διακύμανση, που ως τιμή γενετικού συντελεστή παραλλακτικότητας (GCV) ήταν 13.3% για το χαρακτηριστικό της απόδοσης, οριακή ένδειξη ύπαρξης γενοτυπικής παραλλακτικότητας για περαιτέρω βελτίωση. Ο συντελεστής κληρονομικότητας είχε τιμή $H=0.66$ για το χαρακτηριστικό της απόδοσης.

Πίνακας 44. Παραγωγική συμπεριφορά των καθαρών σειρών του πληθυσμού της Βυζίτσας καφέ.

	Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
ΚΣ- 3	89.0	125.5	191.4	50.2	0.46	40.23	40.37
ΚΣ- 7	74.2	101.1	154.1	40.4	0.48	38.10	37.37
ΚΣ-14	84.0	116.3	176.3	46.5	0.47	36.70	36.33
ΚΣ-16	108.7	152.2	215.2	60.9	0.50	39.23	39.60
Γ.Μ.Ο.	89.0	123.8	184.2	49.5	0.48	38.57	38.42
S_x	8.41	12.87	12.97	5.14	0.014	1.09	1.33
C.V.(%)	16.4	18.0	12.2	17.9	4.9	4.9	6.0
F	ns	ns	†	ns	ns	ns	ns
LSD	—	—	35.63	—	—	—	—
Magirus	23.4	40.8	86.0		0.29		
Carafal	27.8	46.4	87.6		0.38		
Stara	26.8	41.6	64.3		0.41		
Zagorsky							
Ζαργάνα	24.8	44.9	79.1		0.29		

†Επίπεδο σημαντικότητας 0.1

*Επίπεδο σημαντικότητας 0.05

**Επίπεδο σημαντικότητας 0.01

***Επίπεδο σημαντικότητας 0.001

Επίσης στον πίνακα 44 παρουσιάζεται η απόδοση των σε λοβούς (gr/φυτό), η παραγωγή ολικής ξηρής βιομάζας καθώς και ο Δείκτης Συγκομιδής κάθε καθαρής σειράς. Το εύρος της απόδοσης σε λοβούς κυμάνθηκε από 101.1 gr/φυτό (ΚΣ-7) έως 152.2 gr/φυτό (ΚΣ-16) ενώ η φαινοτυπική διακύμανση (σ_p^2) εκφρασμένη ως CV ήταν 17.4% και η αντίστοιχη γενετυπική ως εκτίμηση $GCV=13.9\%$ (πίνακας 45). Οι διαφορές μεταξύ των καθαρών σειρών δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Η πιο παραγωγική καθαρή σειρά σε συνολική ξηρή βιομάζα βρέθηκε η 16 με 215.2 gr/φυτό

ενώ η λιγότερο παραγωγική η 7 με απόδοση 154.1 gr/φυτό με φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 14.0% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=12.0% (πίνακας 45).

Πίνακας 45. Γενετικές παράμετροι από την ανάλυση διακύμανσης των καθαρών σειρών του πληθυσμού της Βυζίτσας καφέ.

	Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβού/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
Γ.Μ.Ο.	89.0	123.8	184.2	49.5	0.48	38.57	38.42
H	0.66	0.64	0.75	0.64	0.32	0.48	0.50
UCL	0.93	0.92	0.95	0.92	0.86	0.89	0.90
LCL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GCV	13.3	13.9	12.0	13.9	2.0	2.7	3.5
σ^2_p	210.56	461.57	659.49	73.834	0.000278	2.308	3.548
σ^2_e	70.78	165.77	168.16	26.402	0.000189	1.202	1.766
σ^2_g	139.77	295.79	491.33	47.432	0.000088	1.106	1.782

Για το δείκτη συγκομιδής το εύρος ήταν από 0.46 για την καθαρή σειρά 3 έως 0.50 για την καθαρή σειρά 16 με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 3.5% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=2.0% (πίνακας 45). Οι διαφορές των καθαρών σειρών για το δείκτη συγκομιδής δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές.

Από την εκτίμηση του συστατικού της απόδοσης, του αριθμού των λοβών / φυτό προέκυψε ότι η καθαρή σειρά 16 είχε τους περισσότερους λοβούς ανά φυτό 60.9 ενώ η καθαρή σειρά 7 είχε 40.4 λοβούς ανά φυτό, με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 17.4% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=13.9% (πίνακας 45). Οι διαφορές των καθαρών σειρών ήταν στατιστικώς σημαντικές για επίπεδο σημαντικότητας 90%.

Ο έμμεσος προσδιορισμός της χλωροφύλλης σε μονάδες spad δεν έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των καθαρών σειρών. Κατά την άνθηση το εύρος της χλωροφύλλης κυμάνθηκε από 36.70 για την ΚΣ-14 έως 40.23 για την ΚΣ-3

με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 3.9% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση $GCV=2.7\%$ (πίνακας 45). Ο προσδιορισμός της χλωροφύλλης 20 ημέρες αργότερα έδωσε εύρος τιμών από 36.33 για την ΚΣ-14 έως 40.37 για την ΚΣ-3 με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 4.9% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση $GCV=3.5\%$ (πίνακας 45). Και για τις δυο μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για τον έμμεσο προσδιορισμό της χλωροφύλλης δεν άλλαξε η κατάταξη των καθαρών σειρών. Η ΚΣ-3 έδωσε και τις δυο φορές τη μεγαλύτερη τιμή με την ΚΣ-14 να δίνει τις χαμηλότερες τιμές με ιδιαίτερα χαμηλό συντελεστή παραλλακτικότητας και για τις δυο φορές. Από τον πίνακα 45 για τις τιμές του GCV φαίνεται ότι οι καθαρές σειρές δεν διαφοροποιούνται γενετικά.

Συνολικά από την παραγωγική συμπεριφορά των καθαρών σειρών ξεχωρίζει η ΚΣ-16 ως αυτή με την υψηλότερη απόδοση σε σπόρο μη έχοντας στατιστικώς σημαντική διαφορά με τις υπόλοιπες καθαρές σειρές. Ως προς την παραγωγικότητα συνολικής βιομάζας πάλι η ΚΣ-16 είναι η υψηλοαποδοτικότερη και με τον υψηλότερο δείκτη συγκομιδής. Αν τα δεδομένα επιβεβαιωθούν και τα επόμενα έτη η ΚΣ-16 αξίζει να καλλιεργηθεί ή να χρησιμοποιηθεί σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών. Φυσικά η εκτίμηση αυτή είναι μόνο μία ένδειξη με περιορισμένη αξιοπιστία αφού προέρχεται από μικρό δείγμα σειρών με λίγες επαναλήψεις και από δεδομένα αξιολόγησης σε μία περιοχή και ένα έτος.

Συνοψίζοντας τα προηγούμενα δεδομένα, η αξία του πληθυσμού Βυζίτσα καφέ πρέπει να αξιολογηθεί ως μέση απόδοση σε σύγκριση με τις χρησιμοποιούμενες εμπορικές ποικιλίες Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky που ήταν μάρτυρες. Έτσι η μέση απόδοση του πληθυσμού Βυζίτσα καφέ ήταν 89.0 gr/φυτό (ΓΜΟ), ενώ για τις Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky ήταν 23.4, 24.8, 27.8 και 26.8 gr/φυτό αντίστοιχα. Λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο ανάπτυξης του πληθυσμού Βυζίτσα καφέ αξιόπιστη σύγκριση μπορεί να γίνει μόνο με τις ποικιλίες Stara Zagorsky και Ζαργάνα που έχουν τον ίδιο τύπο ανάπτυξης, τις οποίες και ξεπέρασε. Από τις μέσες αποδόσεις φάνηκε ότι ο πληθυσμός Βυζίτσα καφέ ξεπέρασε σε απόδοση τους μάρτυρες ακόμη και αυτούς με ίδιο τύπο ανάπτυξης. Από την παραπάνω σύγκριση καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο συγκεκριμένος πληθυσμός έχει καλή αγρονομική συμπεριφορά.

Από την αξιολόγηση των επιλεγμένων καθαρών σειρών εντός του πληθυσμού ξεχωρίζει η καθαρή σειρά 16 ως η υψηλοαποδοτικότερη με απόδοση σε σπόρο 19.7 gr/φυτό πάνω από το γενικό μέσο όρο όλων των καθαρών σειρών η οποία επίσης

ξεχωρίζει ως αυτή με τον υψηλότερο δείκτη συγκομιδής κάτι το αναμενόμενο. Ο δείκτης συγκομιδής της συγκεκριμένης καθαρής σειράς βρέθηκε 0.50 με τον γενικό μέσος όρο όλων των καθαρών σειρών του πληθυσμού να είναι 0.48 χωρίς οι διαφορές να είναι στατιστικώς σημαντικές. Τα αποτελέσματα αυτά χρειάζονται επιβεβαίωση με πειραματισμό σε πολλές περιοχές και από δυο τουλάχιστον έτη.

Συγκριτικά με τις εμπορικές ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες οι καθαρές σειρές του πληθυσμού Βυζίτσας καφέ έχουν υψηλότερο Δείκτη Συγκομιδής. Συγκεκριμένα οι ποικιλίες Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky είχαν Δείκτη Συγκομιδής 0.29, 0.29, 0.38 και 0.41 αντίστοιχα. Εκτός της ποικιλίας Carafal ($\Delta\Sigma=0.41$) που έχει δείκτη συγκομιδής παρόμοιο με τις καθαρές σειρές της Βυζίτσας καφέ ($\Delta\Sigma=0.48$) που έχουν αποδεκτή τιμή ως ΓΜΟ. Επομένως από τις παραπάνω συγκρίσεις καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι συγκεκριμένες καθαρές σειρές έχουν αποδεκτά αγρονομικά χαρακτηριστικά. Θα χρειαστούν δεδομένα επιβεβαίωσης αυτών που συζητήθηκαν από πολλές περιοχές και περισσότερα έτη πειραματισμού ώστε, να αποτιμηθεί η πραγματική αξία του πληθυσμού και των καθαρών σειρών ως πηγή γενετικής παραλλακτικότητας για περαιτέρω αξιοποίησής τους σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών.

4.9 Αξιολόγηση καθαρών σειρών πληθυσμού Βυζίτσας μεζ/μαύρο

Συνολικά αξιολογήθηκαν τρεις καθαρές σειρές του συγκεκριμένου πληθυσμού οι οποίες είχαν επιλεχθεί την προηγούμενη χρονιά για το χαρακτηριστικό της απόδοσης. Τα λεπτομερή δεδομένα της ANOVA τόσο με την συμβατική προσέγγιση (plot-to-plot variance) όσο και με τη διόρθωση των τιμών κατά επανάληψη, με βάση τον μέσο όρο των μαρτύρων (Bletsos and Goulas, 1999) εμφανίζονται στους πίνακες 46 και 47. Η διαφορά στην πειραματική ακρίβεια για φαινοτυπική παραλλακτικότητα τόσο ως απόλυτη τιμή σ^2_e (47.78 vs 44.74) όσο και ως έκφραση με τον συντελεστή παραλλακτικότητας (CV) (15.2 vs 15.2) ήταν επουσιώδης και έτσι η διόρθωση με βάση τους κοινούς μάρτυρες δεν ήταν αναγκαία. Στον πίνακα 48 παρουσιάζονται οι τιμές των μέσων τετραγώνων του σφάλματος και των γενοτύπων, για όλα τα χαρακτηριστικά που πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις.

Πίνακας 46. Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης σε σπόρο (gr/φυτό) στις καθαρές σειρές του πληθυσμού της Βυζίτσας μ/μ.

Πηγή	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	Κριτήριο F	Πιθανότητα
Γενότυποι	2	741.8448	370.922	2.5877	0.1901
Επανάληψεις	2	223.2691	111.635		
Σφάλμα	4	573.3602	143.34		
Σύνολο	8	1538.474			

Πίνακας 47. Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης σε σπόρο (gr/φυτό) μετά τη διόρθωση των μέσων όρων στις καθαρές σειρές του πληθυσμού της Βυζίτσας μ/μ.

Πηγή	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	Κριτήριο F	Πιθανότητα
Γενότυποι	2	654.0624	327.031	2.4365	0.2032
Επανάληψεις	2	45.1058	22.553		
Σφάλμα	4	536.8793	134.22		
Σύνολο	8	1236.047			
CV=15.2					

Πίνακας 48. Τιμές μέσων τετραγώνων για τα χαρακτηριστικά απόδοση σε σπόρο, απόδοση σε λοβούς, αριθμού λοβών/φυτό, απόδοση βιομάζας, δείκτη συγκομιδής (HI) και SPAD που αφορούν τις 3 ΚΣ του πληθυσμού Βυζίτσας μ/μ.

		Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
Πηγή	B.E.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.	M.T.
Σφάλμα	4	143.340	233.086	182.703	9.969	0.002011	10.633	16.666
Γενότυποι	2	370.922	425.715	697.444	18.207	0.003011	6.543	11.121
F		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Η παραγωγική συμπεριφορά των 3 καθαρών σειρών παρουσιάζεται στον πίνακα 49. Το εύρος της απόδοσης σε σπόρο κυμάνθηκε από 71.9 gr/φυτό για την καθαρή σειρά 13 έως 91.6 gr/φυτό για την καθαρή σειρά 1. Οι καθαρές σειρές δεν διέφεραν σημαντικά για την απόδοση σε σπόρο. Η φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV ήταν 14.1% ενώ η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση $GCV=11.1\%$. Όπως φαίνεται από τον πίνακα 50 ο γενετικός συντελεστής παραλλακτικότητας με εξαίρεση την απόδοση σε σπόρους που ήταν ικανοποιητικά έως οριακά υψηλός έχει πολύ μικρές τιμές για όλα τα χαρακτηριστικά πράγμα που επιβεβαιώνει την πολύ μικρή γενετική παραλλακτικότητα μεταξύ των καθαρών σειρών.

Για τις 3 καθαρές σειρές που αξιολογήθηκαν με βάση το στατιστικό πρότυπο της RCB ανάλυσης εκτιμήθηκαν οι γενετικές παράμετροι (πίνακας 50). Σύμφωνα με τα δεδομένα, παρατηρήθηκε γενετική διακύμανση, που ως τιμή γενετικού συντελεστή παραλλακτικότητας (GCV) ήταν 11.1% για το χαρακτηριστικό της απόδοσης, οριακή ένδειξη ύπαρξης γενετικής παραλλακτικότητας για περαιτέρω βελτίωση. Ο συντελεστής κληρονομικότητας είχε τιμή $H=0.61$ για το χαρακτηριστικό της απόδοσης.

Πίνακας 49. Παραγωγική συμπεριφορά των καθαρών σειρών του πληθυσμού της Βυζίτσας μ/μ.

	Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
ΚΣ-1	91.6	117.8	180.9	24.3	0.51	45.73	44.83
ΚΣ-5	72.9	97.0	167.0	20.0	0.45	43.07	43.23
ΚΣ-13	71.9	97.3	150.4	20.1	0.48	45.50	47.07
Γ.Μ.Ο.	78.8	104.0	166.1	21.5	0.48	44.77	45.04
\bar{S}_x	6.91	8.81	7.8	1.82	0.026	1.88	2.36
C.V.(%)	15.2	14.7	8.1	14.7	9.3	7.9	9.1
F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
LSD	—	—	—	—	—	—	—
Magirus	23.4	40.8	86.0		0.29		
Carafal	27.8	46.4	87.6		0.38		
Stara	26.8	41.6	64.3		0.41		
Zagorsky							
Ζαργάνα	24.8	44.9	79.1		0.29		

Επίσης στον πίνακα 49 παρουσιάζεται η απόδοση των σε λοβούς (gr/φυτό), η παραγωγή ολικής ξηρής βιομάζας καθώς και ο Δείκτης Συγκομιδής κάθε καθαρής σειράς. Το εύρος της απόδοσης σε λοβούς κυμάνθηκε από 97.0 gr/φυτό (ΚΣ-5) έως 117.8 gr/φυτό (ΚΣ-1) ενώ η φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV ήταν 11.5% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση $GCV=7.7\%$ (πίνακας 50). Οι διαφορές των καθαρών σειρών δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές. Η πιο παραγωγική καθαρή σειρά σε συνολική ξηρή βιομάζα βρέθηκε η 1 με 180.9 gr/φυτό ενώ η λιγότερο παραγωγική η 13 με απόδοση 150.4 gr/φυτό με φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 9.2% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση $GCV=7.9\%$ (πίνακας 50).

Πίνακας 50. Γενετικές παράμετροι από ανάλυση διακύμανσης των καθαρών σειρών του πληθυσμού της Βυζίτσας μ/μ.

	Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	Απόδοση λοβών (gr/φυτό)	Απόδοση βιομάζας (gr/φυτό)	Λοβοί/ φυτό (αριθμ.)	Δείκτης Συγκομιδής (αριθμ.)	ΧΛΦ1 (spad)	ΧΛΦ2 (spad)
Γ.Μ.Ο.	78.8	104.0	166.1	21.5	0.48	44.77	45.04
H	0.61	0.45	0.74	0.45	0.33	—	—
UCL	0.96	0.94	0.97	0.94	0.93	—	—
LCL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—	—
GCV	11.1	7.7	7.9	7.7	3.8	—	—
σ^2_p	123.640	141.905	232.481	6.069	0.001004	2.181	3.707
σ^2_e	47.780	77.695	60.901	3.323	0.000670	3.544	5.555
σ^2_g	75.860	64.209	171.580	2.746	0.000333	—	—

Για το δείκτη συγκομιδής η διακύμανση ήταν από 0.45 για την καθαρή σειρά 5 έως 0.51 για την καθαρή σειρά 1 με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 6.6% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=3.8% (πίνακας 50). Οι διαφορές των καθαρών σειρών για το δείκτη συγκομιδής δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές.

Από την εκτίμηση του συστατικού της απόδοσης των λοβών / φυτό προέκυψε ότι η καθαρή σειρά 1 είχε τους περισσότερους λοβούς ανά φυτό 24.3 ενώ η καθαρή σειρά 5 είχε 20.0 λοβούς ανά φυτό, με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 11.5% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση GCV=7.7% (πίνακας 50). Οι διαφορές των καθαρών σειρών δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές.

Ο έμμεσος προσδιορισμός της χλωροφύλλης σε μονάδες spad δεν έδειξε επίσης στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των καθαρών σειρών. Κατά την άνθηση το εύρος της χλωροφύλλης κυμάνθηκε από 43.07 για την ΚΣ-5 έως 45.73 για την ΚΣ-1 με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p) εκφρασμένη ως CV 3.3% ενώ δεν κατέστη δυνατός ο υπολογισμός του γενετικού συντελεστή παραλλακτικότητας. Ο προσδιορισμός της χλωροφύλλης 20 ημέρες αργότερα έδωσε εύρος τιμών από 43.23 για την ΚΣ-5 έως 47.07 για την ΚΣ-13 με τη φαινοτυπική διακύμανση (σ^2_p)

εκφρασμένη ως CV 4.3% ενώ δεν κατέστη δυνατός ο υπολογισμός του γενετικού συντελεστή παραλλακτικότητας.

Συνολικά από την παραγωγική συμπεριφορά των καθαρών σειρών ξεχωρίζει η ΚΣ-1 ως αυτή με την υψηλότερη απόδοση σε σπόρο μη έχοντας στατιστικώς σημαντική διαφορά με τις υπόλοιπες καθαρές σειρές. Ως προς την παραγωγικότητα συνολικής βιομάζας πάλι η ΚΣ-1 είναι η υψηλοαποδοτικότερη και με πολύ ικανοποιητικό δείκτη συγκομιδής (0.51). Αν τα δεδομένα επιβεβαιωθούν και τα επόμενα έτη η ΚΣ-1 αξίζει να καλλιεργηθεί ή να χρησιμοποιηθεί σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών. Φυσικά η εκτίμηση αυτή είναι μόνο μία ένδειξη με περιορισμένη αξιοπιστία αφού προέρχεται από μικρό δείγμα σειρών με λίγες επαναλήψεις και από δεδομένα αξιολόγησης σε μία περιοχή και ένα έτος.

Συνοψίζοντας τα προηγούμενα δεδομένα, η αξία του πληθυσμού Βυζίτσα μ/μ πρέπει να αξιολογηθεί ως μέση απόδοση σε σύγκριση με τις χρησιμοποιούμενες εμπορικές ποικιλίες Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky που ήταν μάρτυρες. Έτσι η μέση απόδοση του πληθυσμού Βυζίτσα μ/μ ήταν 78.8 gr/φυτό (ΓΜΟ), ενώ για τις Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky ήταν 23.4, 24.8, 27.8 και 26.8 gr/φυτό αντίστοιχα. Λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο ανάπτυξης του πληθυσμού Βυζίτσα μ/μ αξιόπιστη σύγκριση μπορεί να γίνει μόνο με τις ποικιλίες Stara Zagorsky και Ζαργάνα που έχουν τον ίδιο τύπο ανάπτυξης, τις οποίες και ξεπέρασε. Από τις μέσες αποδόσεις φάνηκε ότι ο πληθυσμός Βυζίτσα μ/μ ξεπέρασε σε απόδοση τους μάρτυρες ακόμη και αυτούς με ίδιο τύπο ανάπτυξης. Από την παραπάνω σύγκριση καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο συγκεκριμένος πληθυσμός έχει καλή αγρονομική συμπεριφορά.

Από την αξιολόγηση των επιλεγμένων καθαρών σειρών εντός του πληθυσμού ξεχωρίζει η καθαρή σειρά 5 ως η υψηλοαποδοτικότερη με απόδοση σε σπόρο 5.72 gr/φυτό πάνω από το γενικό μέσο όρο όλων των καθαρών σειρών η οποία επίσης ξεχωρίζει ως αυτή με τον υψηλότερο δείκτη συγκομιδής κάτι αναμενόμενο. Ο δείκτης συγκομιδής της συγκεκριμένης καθαρής σειράς βρέθηκε 0.40 με τον γενικό μέσο όρο όλων των καθαρών σειρών του πληθυσμού να είναι 0.36 χωρίς οι διαφορές να είναι στατιστικώς σημαντικές. Τα αποτελέσματα αυτά χρειάζονται επιβεβαίωση με πειραματισμό σε πολλές περιοχές και από δυο τουλάχιστον έτη.

Συγκριτικά με τις εμπορικές ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες οι καθαρές σειρές του πληθυσμού Βυζίτσας μ/μ έχουν παρόμοιο Δείκτη Συγκομιδής. Συγκεκριμένα οι ποικιλίες Magirus, Ζαργάνα, Carafal και Stara Zagorsky είχαν

Δείκτη Συγκομιδής 0.29, 0.29, 0.38 και 0.41 αντίστοιχα. Εκτός της ποικιλίας Carafal ($\Delta\Sigma=0.41$) που έχει υψηλό δείκτη συγκομιδής οι καθαρές σειρές Βυζίτσας μ/μ ($\Delta\Sigma=0.36$) έχουν αποδεκτή τιμή ΓΜΟ. Επομένως από τις παραπάνω συγκρίσεις καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι συγκεκριμένες καθαρές σειρές έχουν αποδεκτά αγρονομικά χαρακτηριστικά. Θα χρειαστούν δεδομένα επιβεβαίωσης αυτών που συζητήθηκαν από πολλές περιοχές και περισσότερα έτη πειραματισμού ώστε, να αποτιμηθεί η πραγματική αξία του πληθυσμού και των καθαρών σειρών ως πηγή γενετικής παραλλακτικότητας για περαιτέρω αξιοποίησής τους σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών.

4.10 Επιλογή ατομικών φυτών από νέους τοπικούς πληθυσμούς φασολιού

Η διάταξη που χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση, ήταν μια ομάδα (block) των 20 φυτών με πέντε φυτά μάρτυρες και απέβλεπε στην εκτίμηση της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας. Για τους επιλεγέντες γενότυπους και από τους δυο πληθυσμούς πρέπει να γίνει απογονικός έλεγχος την επόμενη χρονιά για να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα.

4.10.1 Ατομικά φυτά πληθυσμού Χάντρες κ/μ

Από τα 20 φυτά που σπάρθηκαν φύτρωσαν μόνο τα οχτώ και κανένα από τους μάρτυρες πιθανώς λόγω ακατάλληλου σπόρου ή ανομοιομορφίας του εδάφους. Το εύρος των τιμών για την απόδοση σε σπόρο κυμάνθηκε από 8.7gr (φυτό 6) έως 31.9gr (φυτό 18) (πίνακας 51). Η φαινοτυπική διακύμανση σ_p^2 βρέθηκε 93.9gr. Έγινε αμφίπλευρη επιλογή για απόδοση και είχε σαν αποτέλεσμα να επιλεγούν ως υψηλοαποδοτικά τα φυτά 18 και 23 του block. Αυτό σημαίνει διαφορετικό επιλογής $S=14.02$ η διαφορά των επιλεγμένων ατόμων από τον μέσο όρο του πληθυσμού, για τα επιλεγμένα φυτά. Με τον ίδιο τρόπο η επιλογή για χαμηλοαποδοτικά είχε ως αποτέλεσμα να επιλεγούν τα φυτά 5 και 6. Το διαφορετικό επιλογής για τα φυτά αυτά βρέθηκε $S=-6.68$. Επομένως έχουμε φαινοτυπική διαφοροποίηση μεταξύ υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών 20.7gr ανά φυτό. Αυτό μένει να επιβεβαιωθεί την επόμενη χρονιά με απογονικό έλεγχο, οπότε θα υπάρξει εκτίμηση του γενετικού κέρδους και του πραγματικού συντελεστή κληρονομησης.

Τα χαρακτηριστικά χρόνος εμφάνισης πρώτου άνθους και σχηματισμός πρώτου λοβού, έχουν ενδιαφέρον ως δείκτες πρωιμότητας. Τρία φυτά εμφάνισαν νωρίτερα το 1^ο άνθος τα 5, 6 και 23. Το εύρος στην εμφάνιση του 1^{ου} άνθους κυμάνθηκε από 30 μέρες (φυτά 5,6 και 23) έως 31 μέρες (φυτά 3,11,18,19 και 21). Η φαινοτυπική διακύμανση σ_p^2 βρέθηκε 0.27 μέρες.

Επιπλέον αξιολογήθηκαν δύο συστατικά της απόδοσης, ο αριθμός λοβών ανά φυτό και ο αριθμός σπόρων ανά λοβό. Η φαινοτυπική διακύμανση στο χαρακτηριστικό λοβοί/φυτό σ_p^2 ήταν 45.7 λοβοί ανά φυτό. Τα επιλεγμένα ως υψηλοαποδοτικά φυτά

18 και 23 είχαν διαφορετικό επιλογής για τον αριθμό λοβών ανά φυτό $S=8.5$. Αντιστοίχως τα επιλεγμένα ως χαμηλοαποδοτικά φυτά, 5 και 6 παρουσίασαν διαφορετικό επιλογής $S=-8.5$. Αμφίπλευρη επιλογή αποκλειστικά με κριτήριο τον αριθμό λοβών ανά φυτό θα είχε ως αποτέλεσμα την επιλογή των φυτών 18 και 23 ως υψηλοαποδοτικών. Επίσης θα επιλέγονταν τα φυτά 5 και 6 ως χαμηλοαποδοτικά.

Για το χαρακτηριστικό σπόροι/λοβό η φαινοτυπική διακύμανση σ_p^2 εκτιμήθηκε στην τιμή των 0.15 σπόρων ανά λοβό. Σχετικά με τα επιλεγμένα ως υψηλοαποδοτικά φυτά 18 και 23 το αντίστοιχο διαφορετικό επιλογής για τον αριθμό σπόρων ανά λοβό ήταν $S=0.06$. Αντιστοίχως τα επιλεγμένα ως χαμηλοαποδοτικά φυτά 5 και 6 είχαν μειωμένο αριθμό σπόρων με διαφορετικό επιλογής $S=-0.04$. Τα δεδομένα αυτά ήταν μία ένδειξη ότι επιλέγοντας για υψηλή απόδοση έχουμε ταυτόχρονα αύξηση του αριθμού σπόρων ανά λοβό. Από τη μέτρηση της χλωροφύλλης τα φυτά 3 και 19 έδωσαν τη μεγαλύτερη τιμή ενώ τα φυτά 5 και 21 τη μικρότερη τιμή.

Πίνακας 51. Οι μετρήσεις που έγιναν στα ατομικά φυτά του πληθυσμού Χάντρες κ/μ.

	Χρόνος εμφάνισης 1 ^{ου} άνθους (ημέρες)	Χρόνος εμφάνισης 1 ^{ου} λοβού (ημέρες)	Λοβού/ Φυτό (αριθμ.)	Σπόροι/ Λοβό (αριθμ.)	Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	ΧΛΦ (spad)
Φυτό 3	31	38	13	2.8	13.1	41.2
Φυτό 5	30	37	6	2.5	9.1	38.9
Φυτό 6	30	37	9	2.7	8.7	39.7
Φυτό 11	31	38	17	3.0	5.6	39.3
Φυτό 18	31	38	27	2.5	31.9	41.1
Φυτό 19	31	38	18	2.9	19.8	41.8
Φυτό 21	31	40	16	1.8	9.2	38.4
Φυτό 23	30	39	22	2.9	27.3	39.6
M.O.	30.6	38.1	16	2.6	15.6	40.0
StDev	0.52	0.99	6.76	0.38	9.69	1.14
C.V.(%)	1.7	2.6	42.3	14.6	62.2	2.9
σ_p^2	0.27	0.98	45.71	0.15	93.89	1.30

4.10.2 Ατομικά φυτά πληθυσμού Χάντρες μ/κ

Από τα 20 φυτά που σπάρθηκαν, τελικά φύτρωσαν μόνο τα έντεκα και επίσης κανένα από τους σπόρους των μαρτύρων λόγω ακατάλληλου σπόρου ή ανομοιομορφίας του εδάφους. Το εύρος των τιμών για την απόδοση σε σπόρο κυμάνθηκε από 2.2gr (φυτό 20) έως 34.4gr (φυτό 15) (πίνακας 52). Η φαινοτυπική διακύμανση σ_p^2 είχε τιμή 99.4gr. Έγινε αμφίπλευρη επιλογή για απόδοση η οποία είχε ως αποτέλεσμα να επιλεγούν τα υψηλοαποδοτικά φυτά 15 και 16 του block. Αυτό σημαίνει διαφορικό επιλογής $S=14.34$ για τα επιλεγμένα φυτά. Με τον ίδιο τρόπο η επιλογή για χαμηλοαποδοτικά είχε ως αποτέλεσμα να επιλεγούν τα φυτά 9 και 20. Το διαφορικό επιλογής για τα φυτά αυτά βρέθηκε $S=-13.86$. Επομένως έχουμε φαινοτυπική διαφοροποίηση μεταξύ υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών 28.2gr ανά φυτό. Αυτό μένει να επιβεβαιωθεί την επόμενη χρονιά με απογονικό έλεγχο, οπότε θα υπάρξει εκτίμηση του γενετικού κέρδους και του πραγματικού συντελεστή κληρονόμησης.

Τα χαρακτηριστικά χρόνος εμφάνισης πρώτου άνθους και σχηματισμός πρώτου λοβού έχουν ενδιαφέρον ως δείκτες πρωιμότητας. Το φυτό-20 εμφάνισε νωρίτερα το 1^ο άνθος το οποίο ήταν και το χαμηλοαποδοτικότερο. Το εύρος στην εμφάνιση του 1^{ου} άνθους κυμάνθηκε από 28 μέρες (φυτό 20) έως 30 μέρες (φυτά 9,12,14,15,16,23). Η φαινοτυπική διακύμανση σ_p^2 βρέθηκε 0.47 μέρες.

Επιπλέον αξιολογήθηκαν δύο συστατικά της απόδοσης, ο αριθμός λοβών ανά φυτό και ο αριθμός σπόρων ανά λοβό. Η φαινοτυπική διακύμανση στο χαρακτηριστικό λοβοί/φυτό ήταν 31.8 λοβοί ανά φυτό. Τα επιλεγμένα ως υψηλοαποδοτικά φυτά 15 και 16 είχαν διαφορικό επιλογής για τον αριθμό λοβών ανά φυτό $S=6$. Αντιστοίχως τα επιλεγμένα ως χαμηλοαποδοτικά φυτά (9 και 20) παρουσίασαν διαφορικό επιλογής $S=-5.5$. Αμφίπλευρη επιλογή αποκλειστικά με κριτήριο τον αριθμό λοβών ανά φυτό θα είχε ως αποτέλεσμα την επιλογή των φυτών 15 και 3 ως υψηλοαποδοτικών. Επίσης θα επιλέγονταν τα φυτά 9 και 23 ως χαμηλοαποδοτικά.

Για το χαρακτηριστικό σπόροι/λοβό, η φαινοτυπική διακύμανση σ_p^2 εκτιμήθηκε στην τιμή των 1.14 σπόρων ανά λοβό. Σχετικά με τα επιλεγμένα ως υψηλοαποδοτικά φυτά 15 και 16 το αντίστοιχο διαφορικό επιλογής για τον αριθμό σπόρων ανά λοβό ήταν $S=1$. Αντιστοίχως τα επιλεγμένα ως χαμηλοαποδοτικά φυτά 9 και 20 είχαν μειωμένο αριθμό σπόρων με διαφορικό επιλογής $S=-1.6$. Τα δεδομένα αυτά ήταν μία

ένδειξη ότι επιλέγοντας για υψηλή απόδοση έχουμε ταυτόχρονα αύξηση του αριθμού σπόρων ανά λοβό. Από τη μέτρηση της χλωροφύλλης, τη μεγαλύτερη τιμή έδωσαν τα φυτά 3,15 και 16 από τα οποία τα 15 και 16 ήταν και τα υψηλοαποδοτικότερα όπως φαίνεται και από τον πίνακα 52. Τα φυτά 8 και 20 έδωσαν τη μικρότερη τιμή.

Πίνακας 52. Οι μετρήσεις που έγιναν στα ατομικά φυτά του πληθυσμού Χάντρες μ/κ.

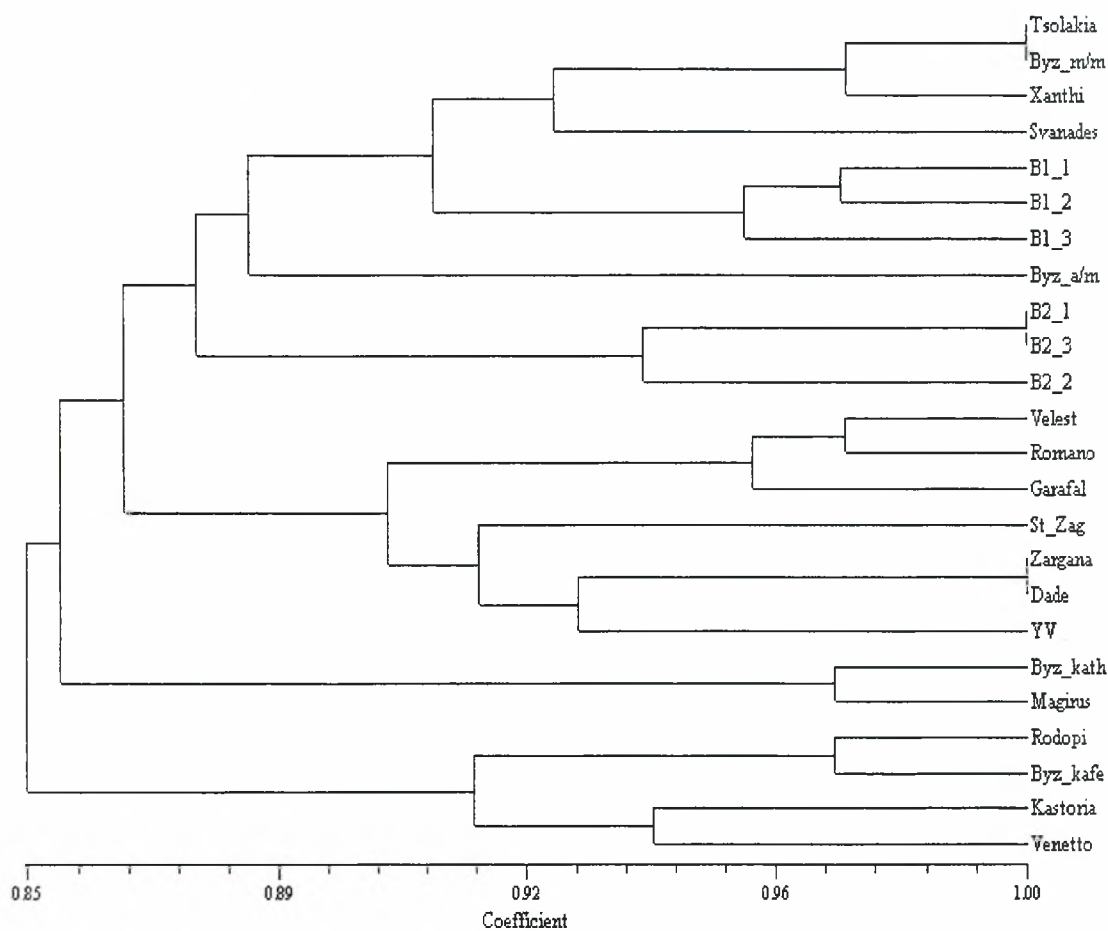
	Χρόνος εμφάνισης 1 ^{ου} άνθους (ημέρες)	Χρόνος εμφάνισης 1 ^{ου} λοβού (ημέρες)	Λοβοί/ Φυτό (αριθμ.)	Σπόροι/ Λοβό (αριθμ.)	Απόδοση σπόρων (gr/φυτό)	ΧΛΦ (spad)
Φυτό 3	29	35	22	2.6	20.3	42.2
Φυτό 8	29	35	8	3.3	11.0	40.9
Φυτό 9	30	36	7	2.0	4.9	41.1
Φυτό 12	30	37	14	2.5	13.8	41.5
Φυτό 14	30	35	17	4.0	27.4	42.3
Φυτό 15	30	36	23	4.3	34.4	44.1
Φυτό 16	30	35	17	4.0	29.1	42.2
Φυτό 20	28	36	10	1.1	2.2	40.1
Φυτό 22	29	35	11	3.5	13.4	41.2
Φυτό 23	30	35	8	4.6	16.3	41.0
Φυτό 24	29	36	17	2.8	18.7	41.9
M.O.	29.5	35.6	14	3.2	17.4	41.68
StDev	0.68	0.68	5.64	1.07	9.97	1.045
C.V.(%)	2.3	1.9	40.3	33.9	57.3	2.5
σ^2_p	0.47	0.47	31.80	1.14	99.44	1.10

Συνοψίζοντας τα προηγούμενα, διαπιστώνεται ότι η προσπάθεια αξιολόγησης ατομικών φυτών δεν ήταν επιτυχής. Η παραπάνω διαπίστωση προκύπτει από το γεγονός ότι δεν στάθηκε ικανό να φυτρώσουν όλα τα φυτά πιθανώς λόγω ακαταλληλότητας του σπόρου ή λόγω ανομοιομορφίας του εδάφους. Παρόλα αυτά όμως υπήρξε μια δυνατότητα προκαταρκτικής ένδειξης που οπωσδήποτε πρέπει να ελεγχθεί προκειμένου να αποδειχθεί η σπουδαιότητα των συγκεκριμένων πληθυσμών.

4.11 Αποτελέσματα μοριακών αναλύσεων

Η απομόνωση του γενωμικού DNA έγινε με τη βοήθεια της μεθόδου CTAB (πρωτόκολλο). Ο ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός που πραγματοποιήθηκε μετά την εξαγωγή του γενωμικού DNA από τους γενοτύπους που συγκροτούν τους δώδεκα παραδοσιακούς πληθυσμούς (Ροδόπη, Ξάνθη, Βελεστίνο, Καστοριά, Βυζίτσα καθιστά, Βυζίτσα καφέ, Βυζίτσα μ/μ, Βυζίτσα α/μ, Χάντρες κ/μ, Χάντρες μ/κ, Σβανάδες και Τσολάκια) και οκτώ εμπορικές ποικιλίες (Magirus, Carafal, Stara Zagorsky, Romano, Venetto, YV, Dade και Ζαργάνα) του γένους *Phaseolus* έγινε ώστε να εκτιμηθεί η συγκέντρωση του DNA στα δείγματα. Όλα τα δείγματα φωτομετρήθηκαν σε φασματοφωτόμετρο σε απορρόφηση A_{260} nm με σκοπό να εκτιμηθεί η συγκέντρωση του DNA και στα A_{280} nm με σκοπό να εκτιμηθεί η παρουσία πρωτεϊνών στο δείγμα από τον λόγο A_{260}/A_{280} .

Για την μοριακή ανάλυση του γενώματος των δειγμάτων γένους *Phaseolus*, χρησιμοποιήθηκαν 10 RAPD ως εκκινητές ενώ πολυμορφισμοί ανιχνεύτηκαν σε 4 από αυτούς. Με βάση τις μήτρες γενετικής ομοιότητας, κατασκευάστηκαν δένδρογράμματα φυλογενετικής ανάλυσης με την μέθοδο NEIBORJOIN και με την μέθοδο UPGMA με βάση τους δείκτες Jackard και Nei. Οι συσχετίσεις κάθε μεθόδου βρέθηκαν ήταν για δείκτη Jackard και ομαδοποίηση κατά UPGMA ($r^2=0.70$), για δείκτη Jackard και ομαδοποίηση κατά NEIBORJOIN ($r^2=0.62$), για δείκτη Nei και ομαδοποίηση κατά NEIBORJOIN ($r^2=0.56$) και τέλος για δείκτη Nei και ομαδοποίηση κατά UPGMA ($r^2=0.68$). Τελικά επιλέχθηκε η μέθοδος ομαδοποίησης κατά UPGMA με δείκτη Jackard ως καταλληλότερη και περισσότερο αντιπροσωπευτική για τα δεδομένα με συντελεστή συσχέτισεως $r^2=0.70$.



Σχήμα 10. Το δενδρόγραμμα των ποικιλιών φασολιού σε ομοειδή σύνολα όπως προέκυψε από την ανάλυση με μοριακούς δείκτες τύπου RAPD.

Ο υπολογισμός των φυλογενετικών σχέσεων μεταξύ των δώδεκα πληθυσμών και των οκτώ εμπορικών ποικιλιών φασολιού του πειράματος έγινε σύμφωνα με τον αλγόριθμο JACCARD/UPGMA.

Υπήρξε κοινή ομαδοποίηση του πληθυσμού που συλλέχθηκε από την περιοχή της Καστοριάς (Χονδρά Κλεισούρας Καστοριάς) με την εμπορική ποικιλία Venetto καθώς και με τους πληθυσμούς της Βυζίτσας (Βυζίτσα καφέ) αλλά και της Ροδόπης (σχήμα 10). Σύμφωνα διάγραμμα του σχήματος 10, υπήρξε κοινή ομαδοποίηση των εμπορικών ποικιλιών Romano, Carafal, Stara Zagorsky, Dade, YV με τον πληθυσμό του Βελεστίνου και της εμπορικής ποικιλίας Ζαργάνα. Επίσης η παραδοσιακή ποικιλία Βυζίτσα καθιστά ομαδοποιήθηκε με την εμπορική ποικιλία Magirus.

Τέλος σε ένα ευρύτερο σύνολο ομαδοποιήθηκαν οι πληθυσμοί Τσολάκια, Βυζίτσα μ/μ και Ξάνθη με τον πληθυσμό Σβανάδες. Το προηγούμενο σύνολο ομαδοποιήθηκε με τον πληθυσμό Χάντρες κ/μ (B1_1, B1_2 και B1_3) και τον πληθυσμό Βυζίτσα

α/μ. Επίσης φαίνεται ο πληθυσμός Χάντρες μ/κ (B2_1, B2_2 και B2_3) να αποτελεί ένα ξεχωριστό σύνολο από μόνος του.

Αναφορικά με τους πληθυσμούς του υπερπληθυσμού της Μαγνησίας, Ξάνθης και Καστοριάς που ανήκουν στο αυτογονιμοποιούμενο *Phaseolus vulgaris*, αυτοί ομαδοποιούνται σε δύο βασικά ομοειδή υποσύνολα. Το πρώτο περιλαμβάνει τους πληθυσμούς Βυζίτσα μ/μ, Βυζίτσα α/μ, Βυζίτσα καθιστά, Σβανάδες και Τσολάκια. Ο πληθυσμός της Ξάνθης ομαδοποιήθηκε ανεξάρτητα από τους υπόλοιπους, υποδηλώνοντας ανεξάρτητη εξέλιξη σε μοριακό επίπεδο, πιθανών λόγω της γεωγραφικής απομόνωσης.

4.12 Αποτελέσματα φυσικοχημικών χαρακτηριστικών

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων και αναλύσεων για τις παραμέτρους ποιότητας που μελετήθηκαν, όπως καταγράφηκαν στη συγκεκριμένη εργασία. Στον πίνακα 53 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της χρωματομετρικής ανάλυσης (L, a, b, C) για όλες τις ποικιλίες που μελετήθηκαν. Για την παράμετρο του χρώματος “L” οι ποικιλίες με την υψηλότερη τιμή ήταν η εμπορική ποικιλία Venetto με τιμή 90.519 με 2^η στην κατάταξη τον πληθυσμό της Ξάνθης με τιμή 90.498. Οι διαφορές μεταξύ των ποικιλιών ήταν στατιστικώς σημαντικές για επίπεδο σημαντικότητας 1% με συντελεστή παραλλακτικότητας εκφρασμένο CV=3.4% (πίνακας 53).

Για την παράμετρο “b” οι ποικιλίες με τις υψηλότερες τιμές ήταν οι εμπορικές Ζαργάνα (5.065) και Carafal (4.317). Οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των ποικιλιών ήταν στατιστικώς σημαντικές για επίπεδο σημαντικότητας 1% με συντελεστή παραλλακτικότητας CV=24.9%. Για την παράμετρο “a” οι ποικιλίες με τις υψηλότερες τιμές ήταν η Ζαργάνα (1.270) και η Romano (0.762). Οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των ποικιλιών ήταν στατιστικώς σημαντικές για επίπεδο σημαντικότητας 1% με συντελεστή παραλλακτικότητας CV=50.5% (πίνακας 53).

Για το πραγματικό χρώμα “C” οι ποικιλίες με τις υψηλότερες τιμές ήταν η Ζαργάνα (5.684) και η Carafal (4.407). Οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των ποικιλιών ήταν στατιστικώς σημαντικές για επίπεδο σημαντικότητας 1% με συντελεστή παραλλακτικότητας CV=22.8% (πίνακας 53). Σε μελέτη δυο ποικιλιών φασολιού οι Martinez *et al.*, (1995) βρήκαν εύρος τιμών για το χαρακτηριστικό “L” από 36.5 έως 50.3. Για το χαρακτηριστικό “a” αναφέρουν τιμές από -11.7 έως -13.8 και για το χαρακτηριστικό “b” εύρος από 18.9 έως 23.6. Οι Shimelis and Rakshit (2004), αναφέρουν τιμές για την παράμετρο του χρώματος “L” από μελέτη οχτώ ποικιλιών φασολιού από 28.823 έως 73.937. Για το χαρακτηριστικό “a” τιμές από 1.693 έως 14.390 και για το χαρακτηριστικό “b” τιμές από 5.710 έως 25.893.

Πίνακας 53. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων για τις παραμέτρους του χρώματος για τις εξεταζόμενες ποικιλίες φασολιού.

Ποικιλία	“L”	“a”	“b”	“C”
Ροδόπη	89.795	-0.871	2.587	2.740
Ξάνθη	90.498	-0.927	2.568	2.745
Καστοριά	90.021	-0.771	2.789	2.911
Βυζ. Καφέ	86.241	0.313	2.934	2.977
Βυζ. α/μ	83.083	-0.877	3.956	4.055
Βυζ. μ/μ	82.255	-0.340	2.283	2.315
Βυζ. καθ.	89.939	-0.868	2.201	2.379
Βελεστίνο	89.604	-0.781	2.938	3.077
ΥV	88.749	-0.819	2.681	2.826
Venetto	90.519	-0.735	2.137	2.288
Dade	90.017	-0.885	2.555	2.719
Magirus	79.919	-0.316	1.951	2.001
Stara	84.211	-0.959	0.775	1.236
Zagorsky				
Carafal	88.286	-0.855	4.317	4.407
Zargána	82.071	1.270	5.065	5.684
Romano	85.450	0.762	2.937	3.059
Γ.Μ.Ο.	86.916	-0.479	2.792	2.963
$S_{\bar{x}}$	0.762	0.062	0.179	0.174
F	***	***	***	***
LSD	3.55	0.33	0.84	0.81
C.V.(%)	3.4	50.5	24.9	22.8

* Επίπεδο σημαντικότητας 0.05

** Επίπεδο σημαντικότητας 0.01

*** Επίπεδο σημαντικότητας 0.001

Στον πίνακα 54 παρουσιάζεται η εκατοστιαία περιεκτικότητα των σπόρων σε λίπος, πρωτεΐνη, pH, πυκνότητα, βάρος 100 σπόρων και σκληρότητα των σπόρων μετά από 15 λεπτο βρασμό. Για την εκατοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος ξεχώρισαν

οι ποικιλίες Βυζίτσα καθιστά, με την υψηλότερη περιεκτικότητα (2.398%) και η Magirus με περιεκτικότητα 1.365%. Αντιθέτως, οι ποικιλίες Βελεστίνο (0.286%) και Carafal (0.932%) ήταν αυτές με την μικρότερη περιεκτικότητα. Ο γενικός μέσος όρος όλων των ποικιλιών σε λίπος, βρέθηκε 1.157% με συντελεστή παραλλακτικότητας CV=10.7%. Το εύρος στην περιεκτικότητα σε λίπος κυμάνθηκε από 0.286% έως 2.398%. Οι Piergiovanni *et al.*, (2000) αναφέρουν σε μελέτη με ντόπιες ποικιλίες φασολιού της Ιταλίας τιμές από 0.6 έως 1%. Οι Escribano *et al.*, (1997) αναφέρουν μέσο όρο περιεκτικότητας σε λίπος πενήντα εννιά πληθυσμών αναφέρουν μέσο όρο λίπους 1.34% με CV=17%. Οι Shimelis and Rakshit, (2004) από μελέτη οκτώ ποικιλιών φασολιού αναφέρουν τιμές λίπους από 1.268 έως 3.024 %. Σε μελέτη ποικιλιών ξηρού φασολιού οι Bergios *et al.*, (1999) αναφέρουν εύρος τιμών για την εκατοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος από 1.52 έως 1.59%. Επίσης οι ίδιοι ερευνητές, βρήκαν ότι η περιεκτικότητα σε λίπος δεν μεταβάλλεται μετά από δυο χρόνια αποθήκευσης των σπόρων. Οι Santalla *et al.*, (1999) σε μελέτη 35 ποικιλιών φασολιού, βρήκαν εύρος τιμών για την περιεκτικότητα σε λίπος από 1.42 έως 1.58%, με πολύ χαμηλό συντελεστή παραλλακτικότητας επίσης CV=3.6%. Επίσης οι Vargas-Torres *et al.*, (2004) αναφέρουν τιμές περιεκτικότητας σε λίπος από μελέτη 4 ποικιλιών φασολιού στο Μεξικό από 1.3 έως 2.8%.

Όσον αφορά το pH των σπόρων, οι διαφορές ήταν στατιστικώς σημαντικές για επίπεδο σημαντικότητας 1% με συντελεστή παραλλακτικότητας CV=0.7%. Το εύρος των τιμών για το χαρακτηριστικό αυτό ήταν από 7.36 για την ποικιλία Βυζίτσα καφέ έως 6.78 για την ποικιλία YV (πίνακας 54). Οι Martinez *et al.*, (1995) σε μελέτη δυο ποικιλιών φασολιού αναφέρουν τιμές pH 6.2 και 6.4.

Οι ποικιλίες διέφεραν στατιστικώς σημαντικά για την εκατοστιαία περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη όπως φαίνεται από τον πίνακα 54. Οι διαφορές βρέθηκαν σημαντικές για επίπεδο σημαντικότητας 1% με το συντελεστή παραλλακτικότητας CV=2.1%. Οι τιμές κυμάνθηκαν από 28.58% για την παραδοσιακή ποικιλία Καστοριά έως 22.36 % για την εμπορική ποικιλία Dade. Οι Escribano *et al.*, (1997) αναφέρουν μέση τιμή περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη 22.6% με CV=8.9% για τους πενήντα εννιά πληθυσμών. Οι Shimelis and Rakshit, (2004) από μελέτη οχτώ ποικιλιών φασολιού αναφέρουν τιμές από 17.956% έως 22.073%. Οι Piergiovanni *et al.*, (2000) σε μελέτη με παραδοσιακές ποικιλίες φασολιού της Ιταλίας αναφέρουν τιμές από 22 έως 28.8%.

Πίνακας 54. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών.

Ποικιλία	Πρωτεΐνη (%)	Λίπος (%)	pH	Πυκνότητα (gr/ml)	Σκληρότητα (kg F)	Βάρος 100 σπόρων (gr)
Ροδόπη	24.42	1.151	7.24	1.094	3.03	33.37
Ξάνθη	25.00	1.026	7.32	1.140	4.00	33.87
Καστοριά	28.58	1.322	7.22	1.158	4.25	59.82
Βυζ. καφέ	22.76	1.158	7.36	0.815	3.69	28.67
Βυζ. α/μ	25.18	1.128	7.12	1.115	2.51	55.90
Βυζ. μ/μ	27.04	1.039	6.90	1.094	2.13	55.53
Βυζ. καθ.	23.92	2.398	6.99	1.126	3.01	46.87
Βελεστίνο	24.02	0.286	6.99	1.052	2.75	30.33
ΥV	23.80	0.945	6.78	1.079	2.33	30.60
Venetto	24.60	1.086	7.45	1.087	1.43	18.77
Dade	22.36	1.201	7.03	1.192	3.44	28.73
Magirus	26.14	1.365	6.92	1.114	3.38	38.87
Stara	26.22	1.043	6.95	1.249	2.95	36.50
Zagorsky						
Carafal	26.18	0.932	6.93	1.127	2.97	32.03
Ζαργάνα	25.74	1.130	7.26	0.965	3.91	25.20
Romano	28.06	1.298	6.96	1.185	3.13	47.17
Γ.Μ.Ο.	25.25	1.157	7.09	1.099	3.06	37.64
S_x	0.241	0.087	0.029	0.012	0.112	0.169
F	***	***	***	***	***	***
LSD	1.177	0.504	0.150	0.059	0.520	0.860
C.V.(%)	2.1	10.7	0.7	2.5	14.2	0.8

† Επίπεδο σημαντικότητας 0.1

* Επίπεδο σημαντικότητας 0.05

** Επίπεδο σημαντικότητας 0.01

*** Επίπεδο σημαντικότητας 0.001

Όσον αφορά την πυκνότητα των σπόρων (gr/ml), οι διαφορές μεταξύ των ποικιλιών ήταν στατιστικώς σημαντικές σε επίπεδο σημαντικότητας 1%, με συντελεστή παραλλακτικότητας CV=2.5%. Οι τιμές είχαν εύρος από 1.192 gr/ml για την ποικιλία Dade έως 0.815 gr/ml για την Βυζίτσα καφέ. Οι Shimelis and Rakshit, (2004) αναφέρουν τιμές πυκνότητας των σπόρων από 1.177 έως 1.333 gr/ml, για οκτώ ποικιλίες φασολιού.

Για το χαρακτηριστικό της σκληρότητας μετά από βρασμό 15 λεπτών, οι διαφορές ήταν επίσης στατιστικώς σημαντικές μεταξύ των ποικιλιών για επίπεδο σημαντικότητας 1% με συντελεστή παραλλακτικότητας εκφρασμένο CV=14.2%. Οι τιμές είχαν εύρος από 4.25 kgF για την ποικιλία Καστοριά έως 1.43 kgF για την ποικιλία Venetto. Οι Shimelis and Rakshit, (2004) μετά από μελέτη οχτώ ποικιλιών φασολιού αναφέρουν τιμές σκληρότητας από 126.687 έως 178.717 Ng⁻¹.

Οι εξεταζόμενες ποικιλίες διέφεραν στατιστικώς σημαντικά για το βάρος 100 σπόρων σε επίπεδο σημαντικότητας 1% με συντελεστή παραλλακτικότητας CV=0.8%. Ξεχωρίζει η ποικιλία Καστοριά με βάρος 100 σπόρων 59.82 gr και η Venetto με το χαμηλότερο βάρος 100 σπόρων να είναι 18.77 gr (πίνακας 54).

Στον πίνακα 55 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των εξεταζομένων ποικιλιών φασολιού. Ο συντελεστής ενυδάτωσης που εκτιμήθηκε μετά από παραμονή των σπόρων σε νερό για 12 και 24 ώρες, διέφερε σημαντικά μεταξύ των ποικιλιών για επίπεδο σημαντικότητας 1% με συντελεστή παραλλακτικότητας CV=6.6 και 7.0 % αντίστοιχα.

Ο συντελεστής ενυδάτωσης στις 12 ώρες είχε εύρος τιμών από 2.5 (Venetto) έως 1.7 για την ποικιλία Βυζίτσα α/μ. 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 μελετώμενων ποικιλιών προκύπτει ότι η ποικιλία Venetto αυξάνει 2.5 φορές την μάζα των σπόρων της μετά από 12 ώρες μουλιάσματος. Οι Shimelis and Rakshit, (2004) αναφέρουν τιμές συντελεστή ενυδάτωσης για 12 ώρες από 1.259 έως 2.283 σε μελέτη τους με ποικιλίες φασολιού. Για τον συντελεστή ενυδάτωσης στις 24 ώρες οι τιμές είχαν εύρος από 2.5 για την ποικιλία Venetto έως 2.0 για τις ποικιλίες YV και Carafal. Η ποικιλία Venetto διατήρησε την υψηλότερη τιμή για τον συντελεστή ενυδάτωσης και στις 12 αλλά και στις 24 ώρες και μάλιστα χωρίς να μεταβληθεί μετά τις 12 ώρες όπως συνέβη το ίδιο και για τις ποικιλίες Carafal και Βυζίτσα καθιστά (πίνακας 55).

Οι ποικιλίες διέφεραν στατιστικώς σημαντικά και για τον συντελεστή απορρόφησης στις 12 και 24 ώρες παραμονής τους στο νερό. Οι διαφορές ήταν σημαντικές για επίπεδο σημαντικότητας 1% με ιδιαίτερα χαμηλό συντελεστή παραλλακτικότητας $CV=0.8$ και 1.1% αντίστοιχα. Το εύρος των τιμών για τον συντελεστή απορρόφησης στις 12 ώρες κυμάνθηκε από 1.348 για την ποικιλία YV έως 2.306 για την ποικιλία Βυζίτσα καθιστά. Ο συντελεστής απορρόφησης εκφράζει το ποσοστό αύξησης του όγκου των σπόρων κάθε ποικιλίας μετά από 12 ώρες παραμονή τους στο νερό. Δηλαδή οι σπόροι της ποικιλίας Βυζίτσα καθιστά αυξάνουν τον όγκο τους κατά μέσο όρο 2.306 φορές. Οι τιμές για τον συντελεστή απορρόφησης στις 24 ώρες είχαν εύρος από 1.398 για την ποικιλία YV έως 2.475 για την ποικιλία Βυζίτσα καθιστά. Οι σπόροι της ποικιλίας YV είχαν τη μικρότερη αύξηση του όγκου τους ενώ και η ποικιλία Βυζίτσα καθιστά αυτή με την μεγαλύτερη αύξηση του όγκου των σπόρων της. Οι Shimelis and Rakshit, (2004) αναφέρουν τιμές συντελεστή απορρόφησης στις 12 ώρες από 1.385 έως 2.564 σε μελέτη οχτώ ποικιλιών φασολιού. Για τις ποικιλίες Dade και Romano ο συντελεστής απορρόφησης δεν μεταβλήθηκε από τις 12 στις 24 ώρες (πίνακας 55).

Οι προηγούμενες παράμετροι των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών ήταν ενδιαφέρουσες αλλά πρέπει να ερμηνεύονται και με την ανάλογη προσοχή δεδομένου ότι το σφάλμα εκτίμησης, όπως προκύπτει από τις τιμές CV ήταν γενικά υψηλό έως πολύ υψηλό. Την υψηλότερη τιμή CV παρουσίασε η μέτρηση της παραμέτρου του χρώματος a (69.6%) ενώ τα χαρακτηριστικά pH και βάρος 100 σπόρων παρουσίασαν τις μικρότερες τιμές 0.7 και 0.8% αντίστοιχα.

Πίνακας 55. Αποτελέσματα των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των σπόρων, των εξεταζόμενων ποικιλιών φασολιού όσον αφορά τον συντελεστή ενυδάτωσης και τον συντελεστή απορρόφησης στις 12 και 24 ώρες.

Ποικιλία	Συντελεστής	Συντελεστής	Συντελεστής	Συντελεστής
	Ενυδάτωσης 12ώρες	Ενυδάτωσης 24ώρες	Απορρόφησης 12ώρες	Απορρόφησης 24ώρες
Ροδόπη	2.250	2.300	1.510	1.610
Ξάνθη	2.267	2.400	1.611	1.706
Καστοριά	1.987	2.097	1.506	1.600
Βυζ. καφέ	2.000	2.117	1.499	1.695
Βυζ. α/μ	1.700	1.750	1.775	1.875
Βυζ. μ/μ	1.767	1.800	1.960	1.990
Βυζ. καθ.	2.010	2.010	2.306	2.475
Βελεστίνο	2.333	2.467	1.708	1.806
ΥV	1.800	2.000	1.348	1.398
Venetto	2.500	2.500	1.398	1.400
Dade	2.267	2.267	1.595	1.595
Magirus	2.025	2.200	1.798	2.079
Stara	1.850	2.100	1.406	1.505
Zagorsky				
Carafal	2.000	2.000	1.506	1.525
Ζαργάνα	2.200	2.400	1.507	1.605
Romano	2.140	2.220	1.790	1.790
Γ.Μ.Ο.	2.068	2.164	1.639	1.728
S_x^-	0.061	0.067	0.012	0.013
F	***	***	***	***
LSD	0.297	0.331	0.053	0.077
C.V.(%)	6.6	7.0	0.8	1.1

*Επίπεδο σημαντικότητας 0.05

**Επίπεδο σημαντικότητας 0.01

***Επίπεδο σημαντικότητας 0.001

4.13 Αποτελέσματα οργανοληπτικών χαρακτηριστικών

Τα αποτελέσματα των οργανοληπτικών εξετάσεων φαίνονται στον πίνακα 56 όσον αφορά τα συστατικά της εξωτερικής εμφάνισης (χρώμα και φωτεινότητα), την οσμή, τα συστατικά της αφής (τρυφερότητα και σκληρότητα) και την ολική εκτίμηση. Σύμφωνα με τα δεδομένα παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για τα χαρακτηριστικά χρώμα, τρυφερότητα, σκληρότητα και φωτεινότητα για επίπεδο σημαντικότητας 1% με συντελεστή παραλλακτικότητας $CV=26.3, 29.9, 28.5$ και 27.6% αντίστοιχα. Οι συντελεστές παραλλακτικότητας βρέθηκαν ιδιαίτερα υψηλοί το οποίο οφείλεται στην υποκειμενικότητα των απαντήσεων από τους δοκιμαστές. Για τα χαρακτηριστικά οσμή και ολική εκτίμηση δε προέκυψαν διαφορές στατιστικώς σημαντικές (πίνακας 56).

Πίνακας 56. Αποτελέσματα οργανοληπτικών εξετάσεων για τις εξεταζόμενες ποικιλίες φασολιού όσον αφορά την εξωτερική εμφάνιση (χρώμα και φωτεινότητα), την οσμή, την αφή (τρυφερότητα και σκληρότητα) και την ολική εκτίμηση.

Ποικιλία	Χρώμα	Φωτεινότητα	Οσμή	Τρυφερότητα	Σκληρότητα	Ολική εκτίμηση
Ροδόπη	2.8	3.6	2.3	2.5	2.1	3.5
Ξάνθη	3.4	3.4	2.2	2.9	3.2	3.1
Καστοριά	3.3	4.2	2.3	4.2	3.7	3.4
Βυζ. καφέ	3.6	3.5	2.6	2.8	2.6	3.5
Βυζ. α/μ	3.8	3.4	2.3	1.5	2.3	2.9
Βυζ. μ/μ	3.8	2.6	2.7	2.5	2.7	3.7
Βυζ. καθ.	2.0	2.2	2.6	3.7	4.3	2.9
Βελεστίνο	3.0	3.4	2.2	3.1	3.2	3.3
ΥV	2.6	2.8	2.0	2.8	3.3	3.4
Venetto	2.8	2.8	2.9	3.6	3.7	3.6
Dade	3.5	3.8	2.4	3.5	3.7	3.4
Magirus	3.9	3.4	3.0	3.9	3.6	3.6
Stara	4.0	2.6	2.4	3.2	3.4	3.5
Zagorsky						
Carafal	3.5	3.3	2.6	2.5	2.5	3.2
Ζαργάνα	3.7	3.4	2.4	2.6	3.8	3.0
Romano	3.9	3.4	2.7	3.7	3.8	3.5
Γ.Μ.Ο.	3.35	3.237	2.475	3.063	3.244	3.344
$S_{\bar{x}}$	0.278	0.282	0.32	0.289	0.292	0.231
F	***	***	ns	***	***	ns
LSD	0.41	1.31	—	1.35	1.36	—
C.V.(%)	26.3	27.6	41.0	29.9	28.5	21.9

* Επίπεδο σημαντικότητας 0.05

** Επίπεδο σημαντικότητας 0.01

*** Επίπεδο σημαντικότητας 0.001

Στον πίνακα 57 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των συστατικών της γεύσης που προέκυψαν από την οργανοληπτική εξέταση. Για τα συστατικά της γεύσης πικρή, γλυκιά, χορτώδης, μεταλλική, μουχλιασμένη, έντονη και χυμώδη δεν προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας CV για αυτά τα χαρακτηριστικά ήταν υψηλός όπως και όλα τα χαρακτηριστικά στην οργανοληπτική εξέταση. Για το χαρακτηριστικό αλμυρότητα βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 1% με συντελεστή παραλλακτικότητας 25.4%. Επίσης για τα χαρακτηριστικά στυφή γεύση και αποδοχή της γεύσης βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5% με συντελεστή παραλλακτικότητας 23.2 και 31.5% αντίστοιχα. Για το χαρακτηριστικό όξινη οι διαφορές βρέθηκαν σημαντικές για επίπεδο σημαντικότητας 10% με CV=19.2%. Τέλος για τη συνεκτικότητα, οι διαφορές μεταξύ των ποικιλιών βρέθηκαν σημαντικές για επίπεδο σημαντικότητας 1% με συντελεστή παραλλακτικότητας CV=33.7% (πίνακας 57).

Γενικά η οργανοληπτική εξέταση διαφοροποίησε τις ποικιλίες. Δεν βρέθηκαν για όλες τις παραμέτρους στατιστικώς σημαντικές διαφορές όμως. Οι παράμετροι της οργανοληπτικής εξέτασης ήταν ενδιαφέρουσες αλλά πρέπει να ερμηνεύονται και με την ανάλογη προσοχή δεδομένου ότι το σφάλμα εκτίμησης, όπως προκύπτει από τις τιμές CV ήταν γενικά υψηλό. Οι τιμές του CV κυμάνθηκαν από 11.0% για το χαρακτηριστικό μουχλιασμένη γεύση έως 47.6% για το χαρακτηριστικό γλυκιά γεύση. Με δεδομένη την κλίμακα 1 έως 5 της οργανοληπτικής εξέτασης οι παραδοσιακές ποικιλίες γενικώς αποτιμήθηκαν θετικά από το κοινό. Φαίνεται λοιπόν ότι οι παραδοσιακές ποικιλίες έχουν ικανοποιητικά και αποδεκτά ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Πίνακας 57. Αποτελέσματα οργανοληπτικών εξετάσεων για τις εξεταζόμενες ποικιλίες φασολιού όσον αφορά τα συστατικά της γέυσης.

Ποικιλία	Αλμυρότητα	Πικρή	Στυφή	Γλυκιά	Χορτώδης	Μεταλλική	Μουχλιασμένη	Όξινη	Έγυνη	Συνεκτικότητα	Αποδοχή	Χυμώδη
Ροδόπη	1.9	4.2	4.1	1.8	2.6	3.9	4.7	4.5	2.0	2.5	2.3	1.8
Ξάνθη	4.2	4.7	3.8	1.6	3.3	4.5	4.7	4.5	2.8	3.2	2.8	2.2
Καστοριά	4.6	5.0	3.9	2.4	4.0	4.8	4.8	4.7	3.3	2.6	2.8	2.6
Βυζ. καφέ	3.2	4.5	3.0	2.6	3.4	4.0	4.9	4.4	2.5	2.6	2.9	1.8
Βυζ. α/μ	4.1	4.6	4.3	2.8	3.1	4.0	4.9	4.6	2.8	2.8	2.2	1.8
Βυζ. μ/μ	4.0	4.5	3.6	2.6	3.4	3.5	4.9	4.2	2.7	2.6	2.6	1.7
Βυζ. καθ.	4.0	4.1	4.3	2.6	3.4	4.4	4.8	4.8	2.4	1.8	2.1	2.8
Βελεστίνο	4.9	4.9	4.2	2.7	3.7	4.1	5.0	4.4	2.8	3.7	3.5	3.0
ΥΥ	3.6	4.7	4.3	1.8	3.4	4.5	4.7	4.6	3.0	3.3	2.7	2.0
Venetto	4.4	4.3	3.2	1.9	2.9	3.6	4.6	4.4	2.9	2.7	2.9	2.1
Dade	4.3	4.6	4.3	2.3	3.3	4.5	4.8	4.5	2.4	3.3	3.3	2.3
Magirus	4.4	4.7	3.7	1.9	3.0	4.7	4.9	4.6	2.6	2.5	2.7	2.4
Stara	4.0	4.6	4.0	2.5	3.9	4.0	4.8	4.3	3.4	3.1	3.2	2.2
Zagorsky												
Carafal	4.0	4.5	3.5	2.1	3.6	4.6	4.7	4.1	2.8	3.7	3.2	2.0
Ζαργάνα	3.9	4.5	4.3	2.2	3.8	4.2	4.8	4.1	2.2	2.2	2.8	2.2
Romano	3.9	4.7	4.2	2.5	3.8	4.5	4.8	4.2	3.1	3.2	3.0	2.6
Γ.Μ.Ο.	3.96	4.57	3.92	2.27	3.41	4.24	4.8	4.43	2.73	2.86	2.81	2.22
S \bar{x}	0.317	0.259	0.287	0.341	0.347	0.313	0.166	0.269	0.29	0.304	0.28	0.31
F	**	ns	*	ns	ns	ns	ns	†	ns	***	*	ns
LSD	1.16	—	0.79	—	—	—	—	0.53	—	1.42	0.77	—
C.V.(%)	2.5.4	17.9	23.2	47.6	32.2	23.4	11.0	19.2	33.6	33.7	31.5	44.3

†Επίπεδο σημαντικότητας 0.1

*Επίπεδο σημαντικότητας 0.05

**Επίπεδο σημαντικότητας 0.01

***Επίπεδο σημαντικότητας 0.001

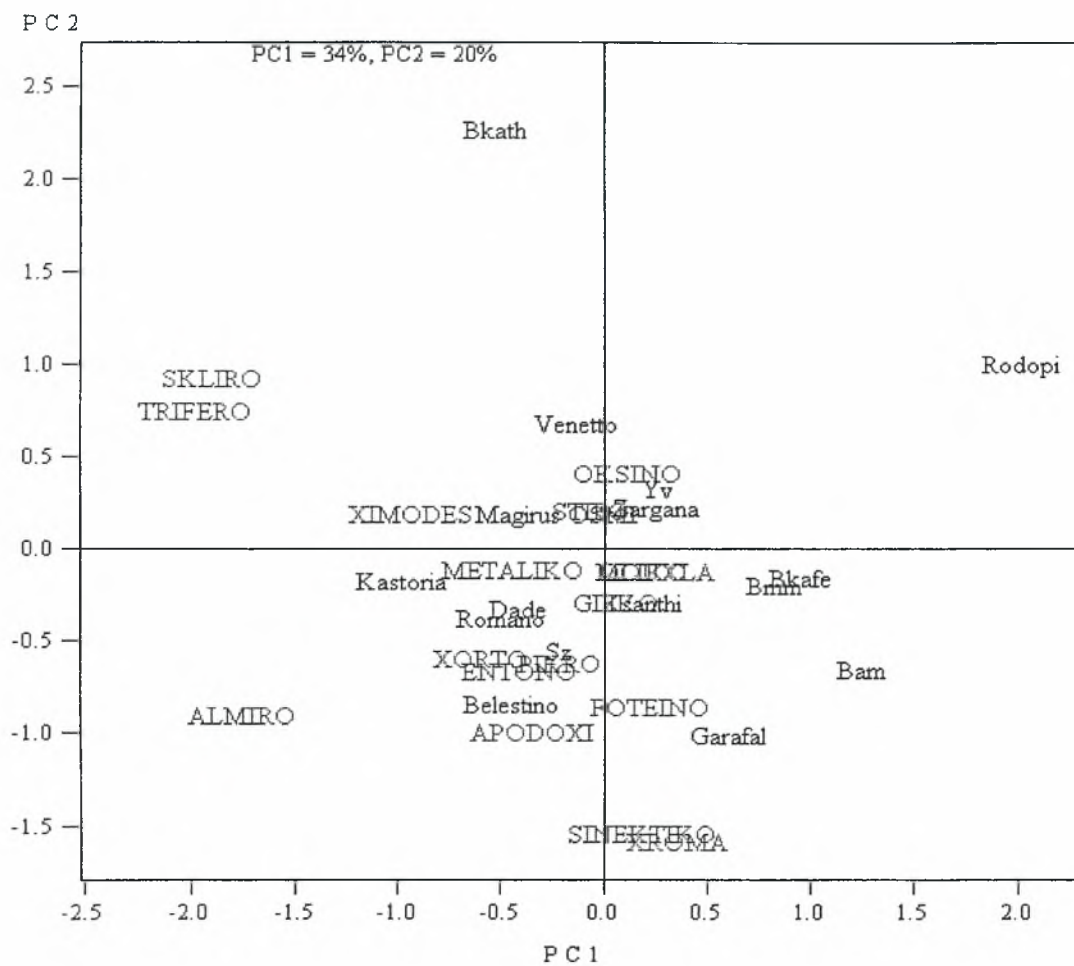
4.13.1 Ανάλυση Κυρίων Συνιστώσων (Principal Components Analysis – PCA)

Η ανάλυση σε κύριες συνιστώσες για την οργανοληπτική εξέταση, καταδεικνύει ότι πρακτικά απαιτούνται πέντε κύριες συνιστώσες ώστε η ερμηνεία της ολικής μεταβολής να ανέλθει στο 82% της συνολικής παραλλακτικότητας ενώ με έξι κύριες συνιστώσες το ποσοστό ανέρχεται στο 87% της συνολικής παραλλακτικότητας (πίνακας 58).

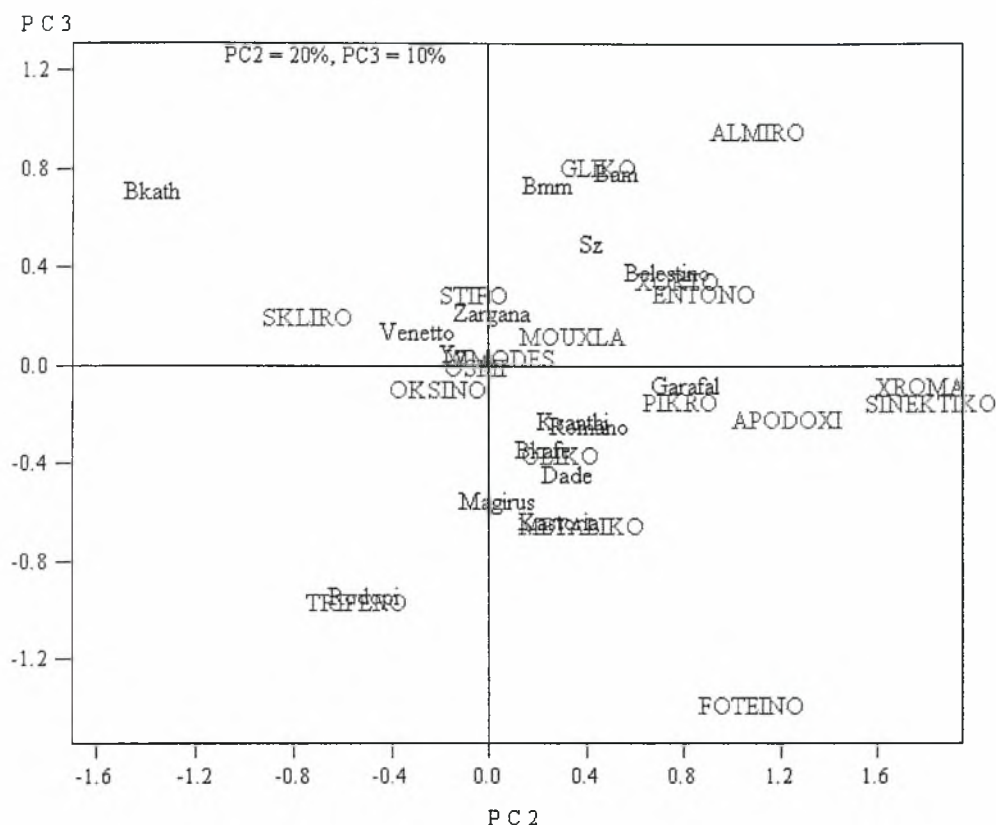
Πίνακας 58. Ολική παραλλακτικότητα όπως προέκυψε από την εφαρμογή της ανάλυσης σε κύριες συνιστώσες (PCA) για την οργανοληπτική εξέταση.

PCA	% της μεταβολής	% άθροισμα
PC1	34	34
PC2	20	54
PC3	10	64
PC4	10	74
PC5	8	82
PC6	5	87

Το διάγραμμα PC1 vs PC2 το οποίο εξηγεί αθροιστικά περίπου το 54% της ολικής παραλλακτικότητας (σχήμα 11), δείχνει ότι οι ποικιλίες Carafal, Βελεστίνο, Stara Zagorsky και Ξάνθη χαρακτηρίζονται κυρίως από τα χαρακτηριστικά χορτώδες, έντονη, πικρή φωτεινότητα, αποδοχή, χρώμα, συνεκτικότητα, γλυκιά γεύση και ολική αποδοχή. Οι ποικιλίες Dade, Romano και Καστοριά χαρακτηρίζονται από τα χαρακτηριστικά μεταλλική, χυμώδες και αλμυρή γεύση. Επίσης οι ποικιλίες Magirus, YV, Venetto και Ζαργάνα χαρακτηρίζονται από όξινη, στυφή γεύση και οσμή. Επίσης φαίνεται ότι τα χαρακτηριστικά σκληρότητα, αλμυρότητα και τρυφερότητα δεν χαρακτηρίζονται από κάποια ποικιλία όπως επίσης και οι ποικιλίες Ροδόπη, Βυζίτσα καφέ, Βυζίτσα α/μ και Βυζίτσα μ/μ δεν χαρακτηρίζονται από κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.

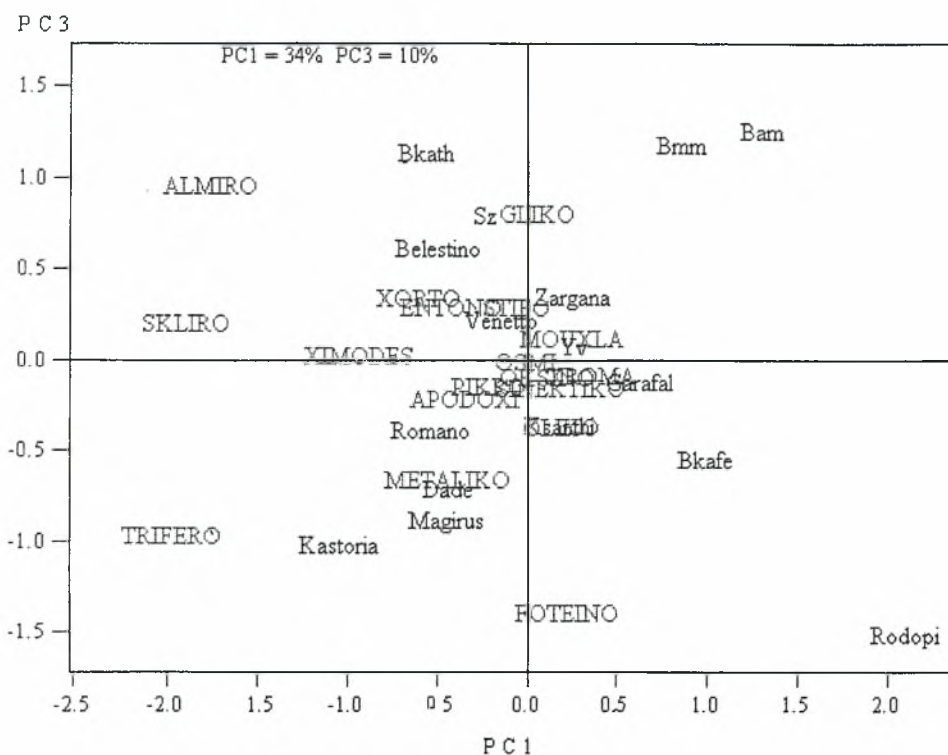


Σχήμα 11. Διάγραμμα της PC1 με την PC2.



Σχήμα 12. Διάγραμμα της PC3 με την PC2.

Στο διάγραμμα PC2 vs PC3 το οποίο εξηγεί το 30% της παραλλακτικότητας (σχήμα 12), η ποικιλία Ροδόπη χαρακτηρίζεται από την τρυφερότητα. Οι ποικιλίες Ξάνθη, Carafal, Romano, Βυζίτσα καφέ, Καστοριά, Dade, Magirus και Καστοριά χαρακτηρίζονται από τα χαρακτηριστικά μεταλλική, πικρή, αποδοχή και ολική εκτίμηση. Οι ποικιλίες Venetto και Ζαργάνα χαρακτηρίζονται από τα χαρακτηριστικά όξινη, μουχλιασμένη, στυφή, χυμώδες και οσμή. Επίσης οι ποικιλίες Βελεστίνο, Stara Zagorsky, Βυζίτσα α/μ και μ/μ χαρακτηρίζονται από γλυκιά, έντονη και χορτώδης γεύση. Η ποικιλία Βυζίτσα καθιστά δεν ομαδοποιείται με κάποια από τις υπόλοιπες ποικιλίες όπως επίσης και τα χαρακτηριστικά αλμυρότητα, συνεκτικότητα και χρώμα.



Σχήμα 13. Διάγραμμα της PC3 με την PC1.

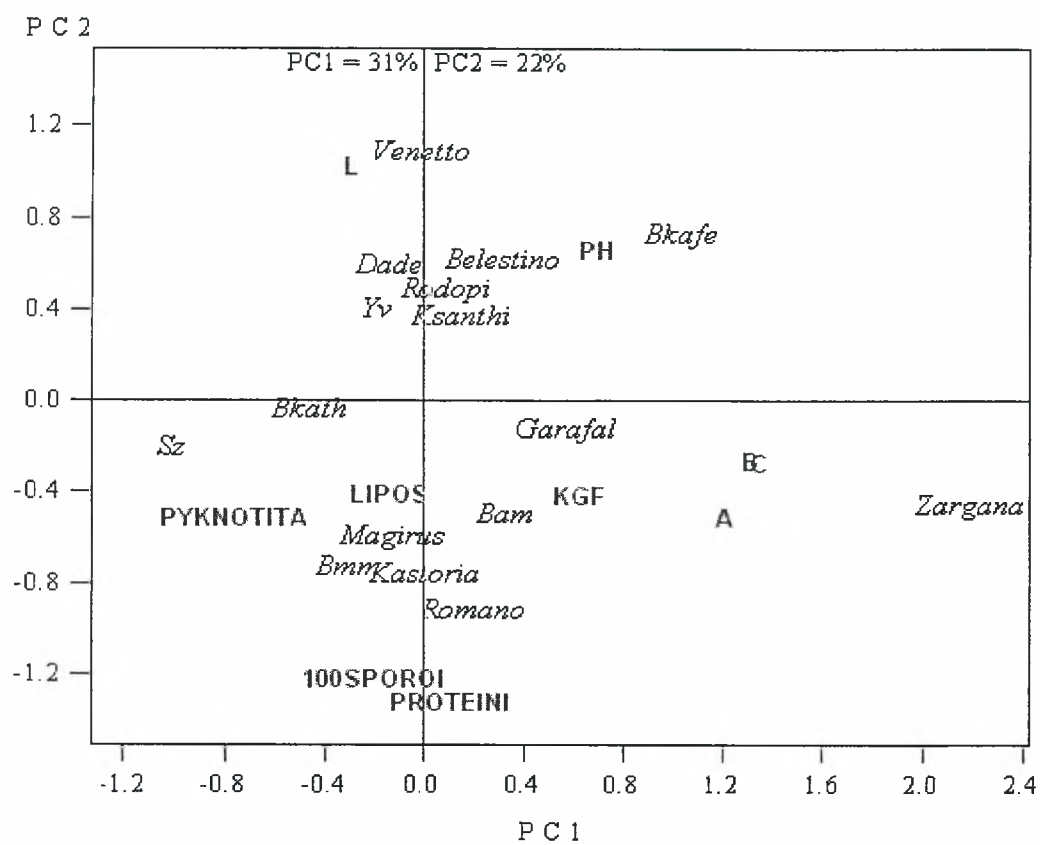
Στο σχήμα 13 φαίνεται το γράφημα της PC1 vs. PC3 το οποίο εξηγεί το 44% της παραλλακτικότητας, διακρίνεται ότι οι ποικιλίες Ξάνθη, Βυζίτσα καφέ και Carafal χαρακτηρίζονται από χρώμα, ολική αποδοχή, συνεκτικότητα, οσμή και όξινη γεύση. Οι ποικιλίες Ζαργάνα, YV, Venetto, Stara Zagorsky και Βελεστίνο χαρακτηρίζονται από γλυκιά, χορτώδης, έντονη, στυφή και μουχλιασμένη γεύση. Οι ποικιλίες Καστοριά, Dade, Magirus και Romano χαρακτηρίζονται από πικρή και μεταλλική γεύση αλλά και αποδοχή. Τέλος τα χαρακτηριστικά φωτεινότητα, αλμυρότητα και σκληρότητα δεν εκφράζουν καμία ποικιλία όπως και οι ποικιλίες Ροδόπη, Βυζίτσα α/μ και μ/μ δεν χαρακτηρίζονται από κάποιο χαρακτηριστικό.

Η ανάλυση σε κύριες συνιστώσες για τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών, καταδεικνύει ότι πρακτικά απαιτούνται πέντε κύριες συνιστώσες ώστε η ερμηνεία της ολικής μεταβολής να ανέλθει στο 84% της συνολικής παραλλακτικότητας ενώ με έξι κύριες συνιστώσες το ποσοστό ανέρχεται στο 91% της συνολικής παραλλακτικότητας (πίνακας 59).

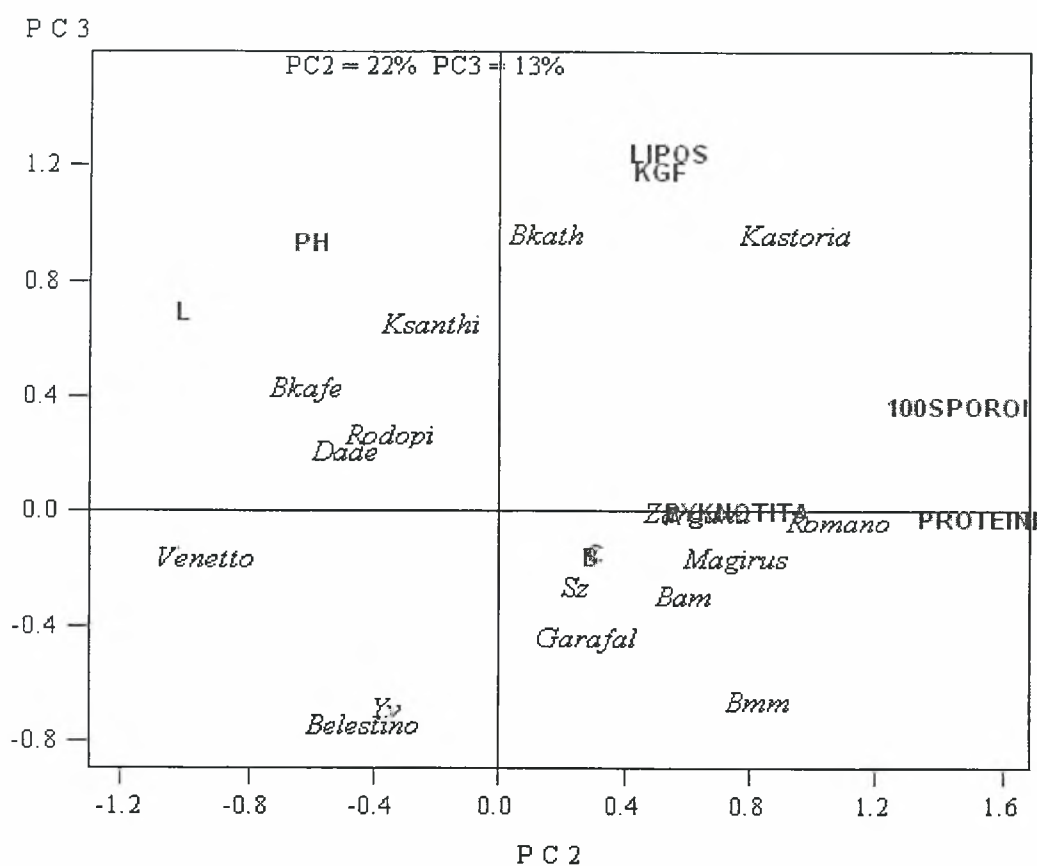
Πίνακας 59. Ολική παραλλακτικότητα όπως προέκυψε από την εφαρμογή της ανάλυσης σε κύριες συνιστώσες (PCA) για τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών φασολιού.

PCA	% της μεταβολής	% άθροισμα
PC1	31	31
PC2	22	53
PC3	13	66
PC4	10	76
PC5	8	84
PC6	7	91

Το διάγραμμα PC1 vs PC2 το οποίο εξηγεί αθροιστικά περίπου το 53% της ολικής παραλλακτικότητας (σχήμα 14), δείχνει ότι οι ποικιλίες Carafal, Stara Zagorsky, Βυζίτσα καθιστά, Βυζίτσα α/μ, Βυζίτσα μ/μ, Καστοριά, Romano και Magirus χαρακτηρίζονται από τα χαρακτηριστικά πυκνότητα σπόρων, εκατοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος και σκληρότητα σε KgF. Επίσης η ποικιλία Ζαργάνα χαρακτηρίζεται από τις παραμέτρους της χρωματομετρικής ανάλυσης a, b και C. Το pH χαρακτηρίζει τις ποικιλίες Ξάνθη, Ροδόπη, Βελεστίνο, Βυζίτσα καφέ, Dade, YV και Venetto η οποία είναι και κοντά στη παράμετρο L του χρώματος. Τα χαρακτηριστικά βάρος 100 σπόρων, η παράμετρος του χρώματος L και η εκατοστιαία περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη δεν χαρακτηρίζουν καμία ποικιλία.

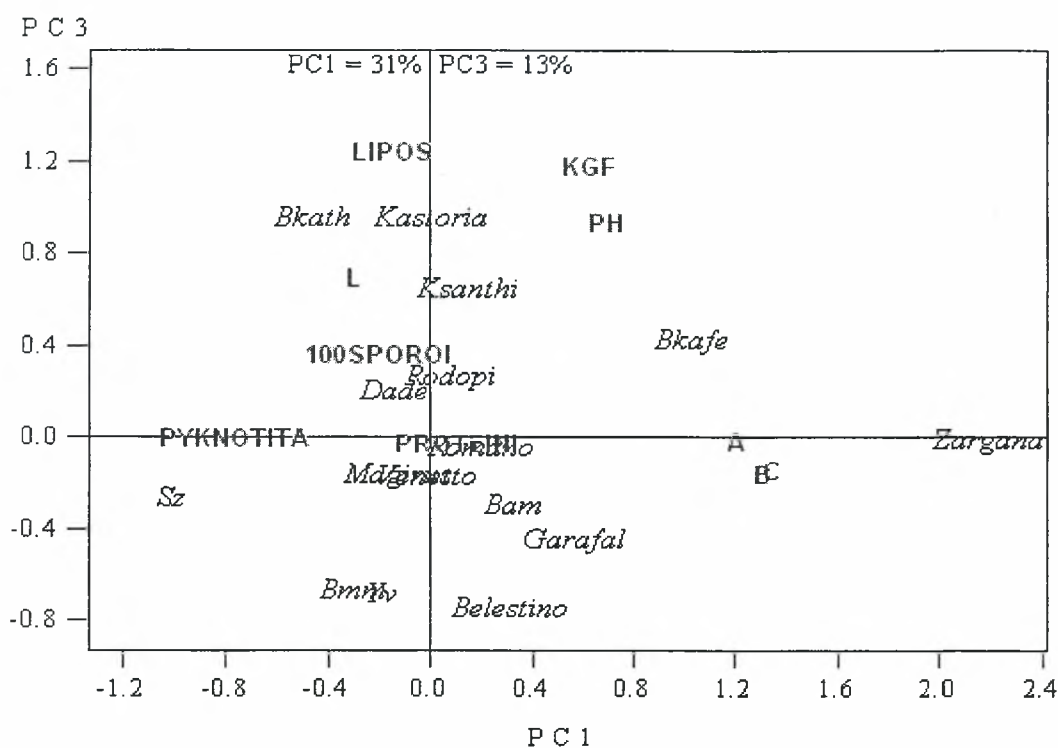


Σχήμα 14. Διάγραμμα της PC1 με την PC2.



Σχήμα 15. Διάγραμμα της PC3 με την PC2.

Στο διάγραμμα PC2 vs PC3 το οποίο εξηγεί το 35% της παραλλακτικότητας (σχήμα 15), οι ποικιλίες Καστοριά και Βυζίτσα καθιστά χαρακτηρίζονται από την εκατοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος και την σκληρότητα σε KgF. Οι ποικιλίες Ξάνθη, Βυζίτσα καφέ, Dade και Ροδόπη χαρακτηρίζονται από τα χαρακτηριστικά pH και τη παράμετρο του χρώματος L. Οι ποικιλίες Venetto, Βυζίτσα μ/μ, Βελεστίνο, YV και Carafal δεν χαρακτηρίζονται από κάποιο χαρακτηριστικό. Τέλος τα χαρακτηριστικά πυκνότητα σπόρων, εκατοστιαία περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και οι παράμετροι του χρώματος b, A και c χαρακτηρίζουν τις ποικιλίες Ζαργάνα, Βυζίτσα α/μ, Romano, Magirus και Stara Zagorsky.



Σχήμα 16. Διάγραμμα της PC3 με την PC1.

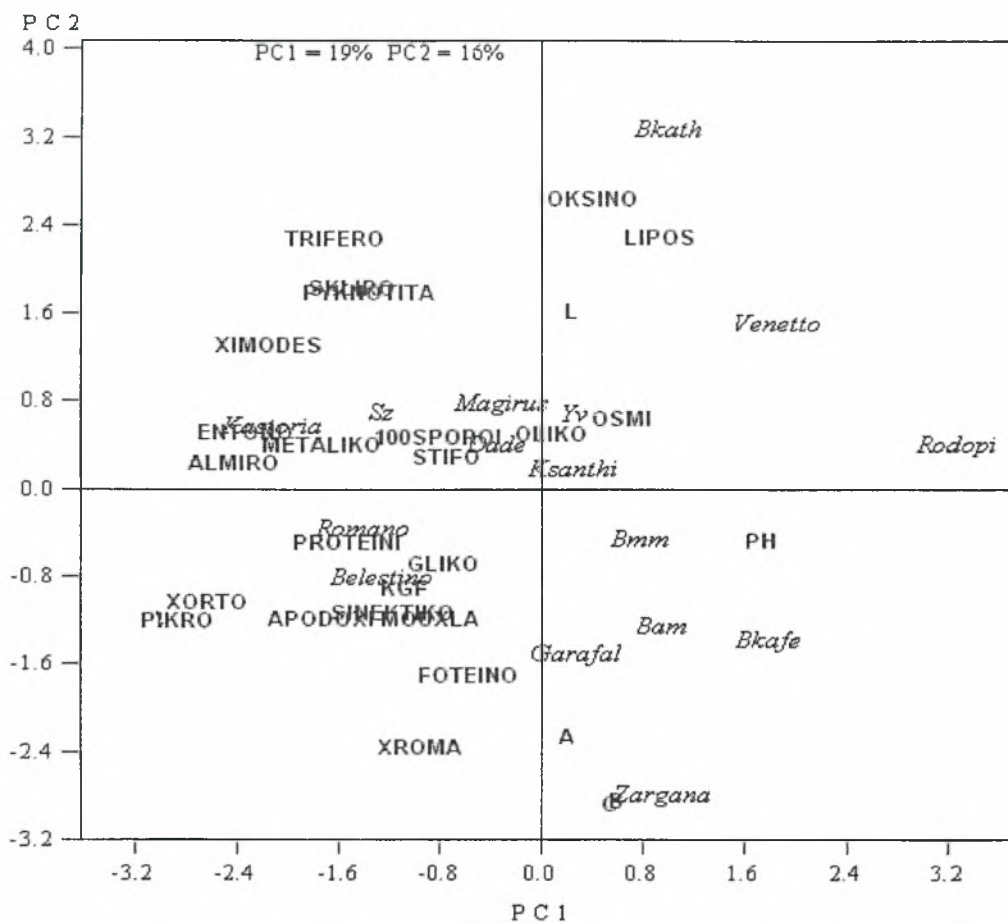
Στο σχήμα 16 φαίνεται το γράφημα της PC1 vs. PC3 το οποίο εξηγεί το 44% της παραλλακτικότητας, διακρίνεται ότι οι ποικιλίες Romano, Ροδόπη, Dade, Magirus και Venetto χαρακτηρίζονται από την εκατοστιαία περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Επίσης η ποικιλία Ζαργάνα χαρακτηρίζεται από τις παραμέτρους του χρώματος A, b και C. Οι ποικιλίες Βυζίτσα α/μ, Βυζίτσα μ/μ, Βυζίτσα καφέ, Βελεστίνο, YV, Carafal και Stara Zagorsky δεν χαρακτηρίζονται από κάποιο χαρακτηριστικό όπως και τα χαρακτηριστικά πυκνότητα σπόρων, pH και σκληρότητα σε KgF δεν χαρακτηρίζουν κάποια ποικιλία. Τέλος η ποικιλία Ξάνθη χαρακτηρίζεται από την παράμετρο του χρώματος L ενώ οι ποικιλίες Καστοριά και Βυζίτσα καθιστά χαρακτηρίζονται από την εκατοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος.

Η ανάλυση σε κύριες συνιστώσες για τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και την οργανοληπτική εξέταση των ποικιλιών, καταδεικνύει ότι πρακτικά απαιτούνται πέντε κύριες συνιστώσες ώστε η ερμηνεία της ολικής μεταβολής να ανέλθει στο 70% της συνολικής παραλλακτικότητας ενώ με έξι κύριες συνιστώσες το ποσοστό ανέρχεται στο 77% της συνολικής παραλλακτικότητας (πίνακας 60).

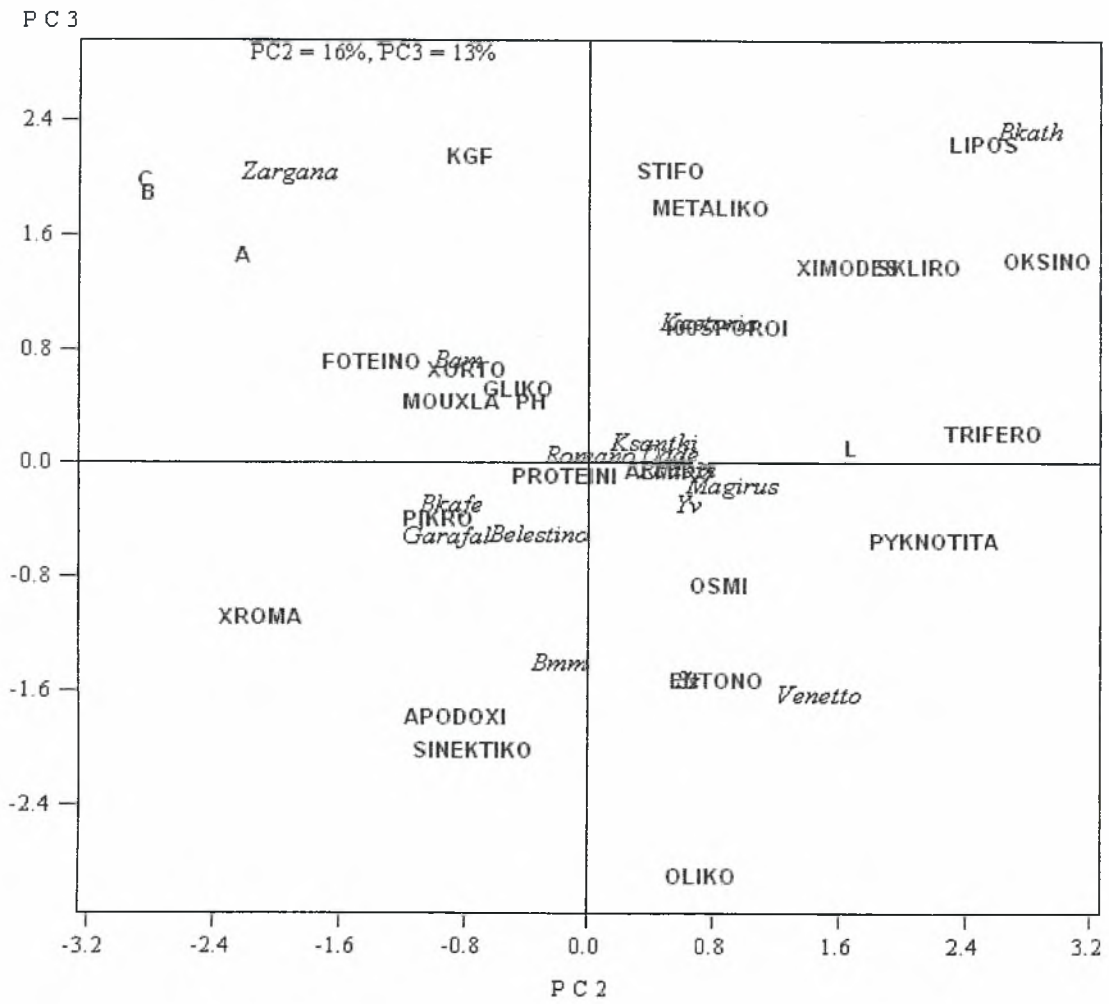
Πίνακας 60. Ολική παραλλακτικότητα όπως προέκυψε από την εφαρμογή της ανάλυσης σε κύριες συνιστώσες (PCA) για τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και την οργανοληπτική εξέταση των ποικιλιών φασολιού.

PCA	% της μεταβολής	% άθροισμα
PC1	19	19
PC2	16	35
PC3	13	48
PC4	12	60
PC5	10	70
PC6	7	77

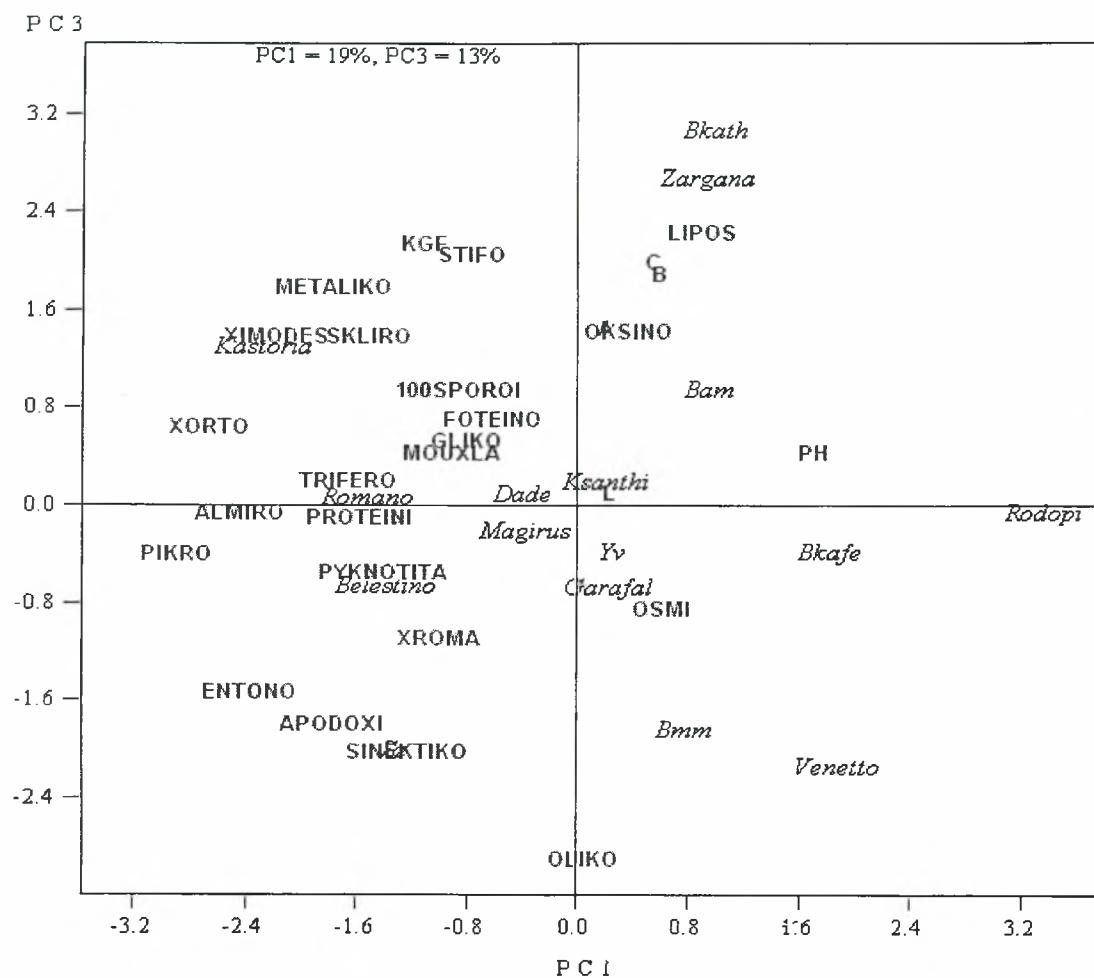
Το διάγραμμα PC1 vs PC2 το οποίο εξηγεί αθροιστικά περίπου το 35% της ολικής παραλλακτικότητας (σχήμα 17), δείχνει ότι οι ποικιλίες Carafal, Stara Zagorsky, Βυζίτσα καθιστά, Βυζίτσα α/μ, Βυζίτσα μ/μ, Καστοριά, Romano και Magirus χαρακτηρίζονται από τα χαρακτηριστικά πυκνότητα σπόρων, εκατοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος και σκληρότητα σε KgF. Επίσης η ποικιλία Ζαργάνα χαρακτηρίζεται από τις παραμέτρους της χρωματομετρικής ανάλυσης a, b και C. Το pH χαρακτηρίζει τις ποικιλίες Ξάνθη, Ροδόπη, Βελεστίνο, Βυζίτσα καφέ, Dade, YV και Venetto η οποία είναι και κοντά στη παράμετρο L του χρώματος. Τα χαρακτηριστικά βάρος 100 σπόρων, η παράμετρος του χρώματος L και η εκατοστιαία περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη δεν χαρακτηρίζουν καμία ποικιλία.



Σχήμα 17. Διάγραμμα της PC1 με την PC2.



Σχήμα 18. Διάγραμμα της PC2 με την PC3.

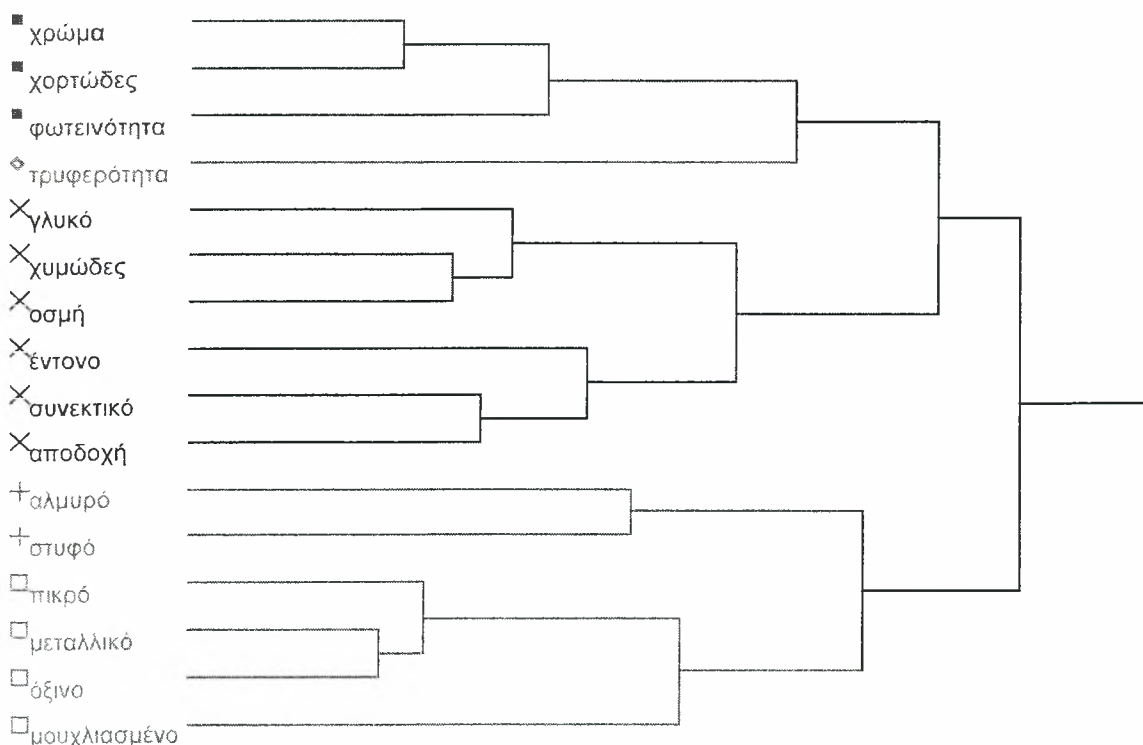


Σχήμα 19. Διάγραμμα της PC1 με την PC3.

4.13.2 Ανάλυση ομαδοποίησης (Cluster analysis).

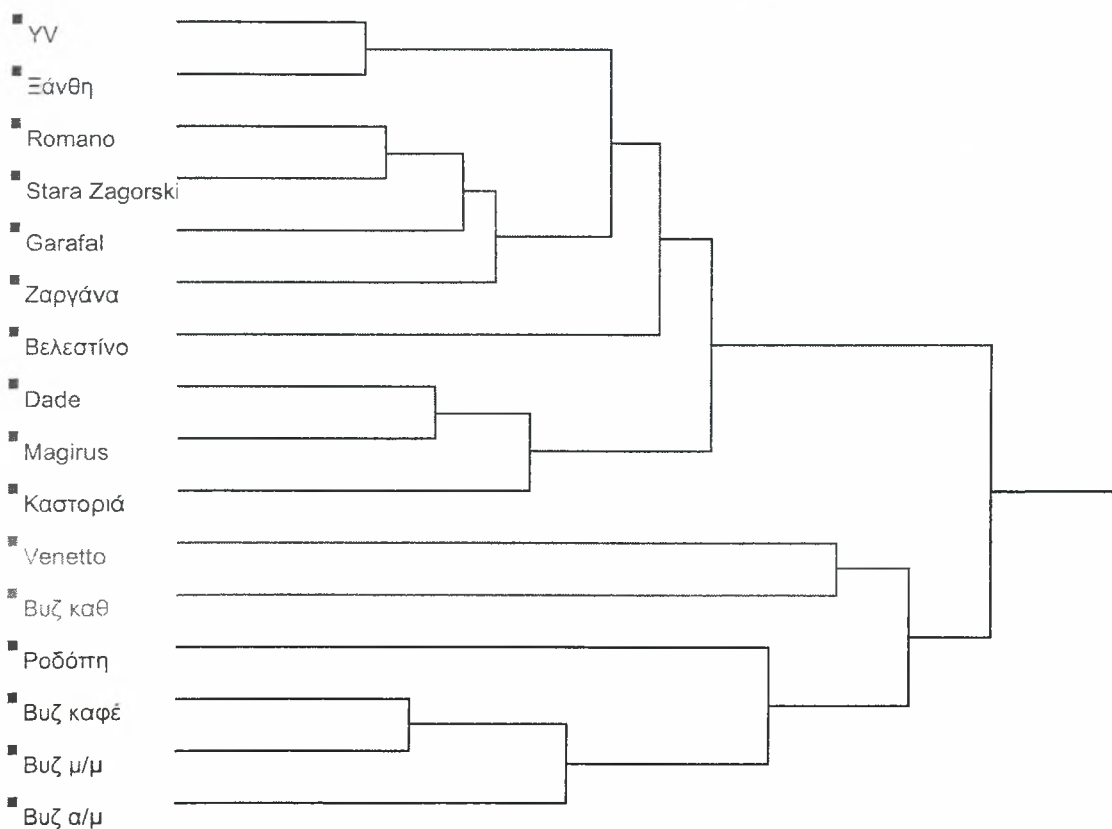
Η ιεραρχική ανάλυση σε ομοειδή σύνολα, είχε ως αποτέλεσμα την κατασκευή ενός δενδρογράμματος για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών και ενός για την ομαδοποίηση των ποικιλιών με βάση τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά κατατάσσονται σε πέντε σύνολα ομάδων (σχήμα 20). Το 1^ο σύνολο με το κόκκινο χρώμα, αποτελεί έκφραση του χρώματος και της φωτεινότητας που όπως φαίνεται ομαδοποιούνται με την χορτώδη γεύση. Όπως φαίνεται η τρυφερότητα είναι ανεξάρτητη από τα άλλα χαρακτηριστικά και αποτελεί από μόνη της ένα 2^ο υποσύνολο. Το 3^ο σύνολο αποτελεί έκφραση της γεύσης και περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά γλυκιά, χυμώδης, έντονη, συνεκτική, αποδοχή και επίσης και την οσμή. Το 4^ο σύνολο περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά της γεύσης αλμυρή και στυφή. Τέλος το 5^ο σύνολο περιλαμβάνει επίσης χαρακτηριστικά της γεύσης πικρή, μεταλλική, όξινη και μουχλιασμένη.



Σχήμα 20. Το δενδρόγραμμα των εξεταζομένων χαρακτηριστικών σε ομοειδή σύνολα.

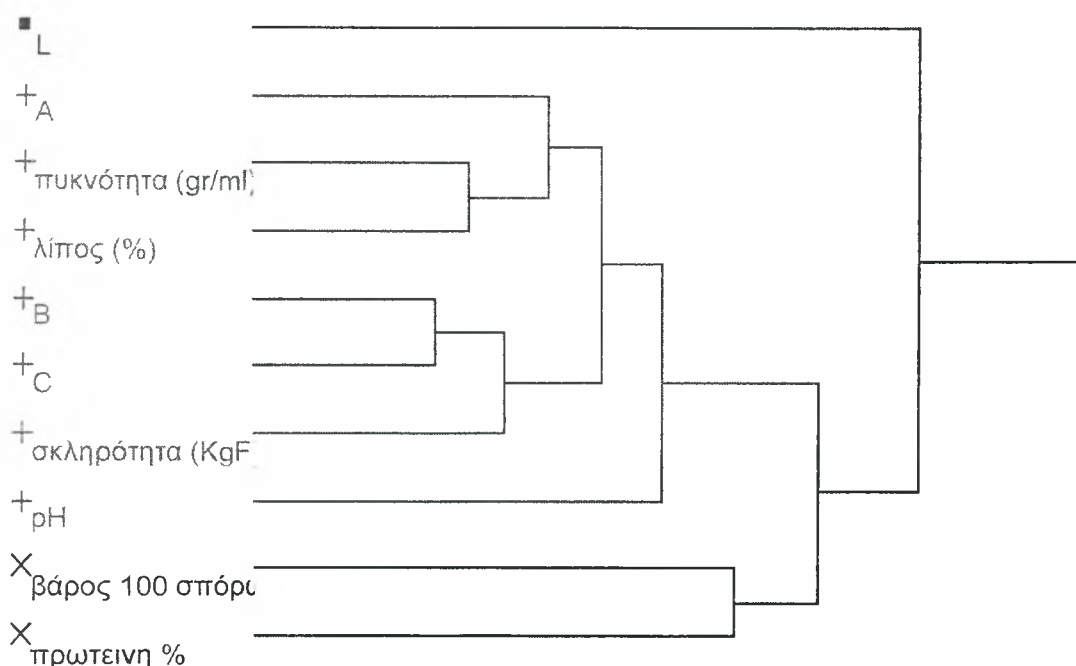
Σύμφωνα με τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών προέκυψε το δένδροδιάγραμμα ομαδοποίησης των ποικιλιών (σχήμα 21). Όπως φαίνεται από το διάγραμμα οι ποικιλίες YV, Dade, Ξάνθη, Romano, Carafal, Stara Zagorsky, Ζαργάνα, Βελεστίνο, Καστοριά και Magirus ομαδοποιούνται σε ένα σύνολο. Στο 2^ο σύνολο ομαδοποιούνται οι ποικιλίες Venetto και Βυζίτσα καθιστά. Τέλος το 3^ο σύνολο περιλαμβάνει τις ποικιλίες Ροδόπη, Βυζίτσα καφέ και Βυζίτσα α/μ και Βυζίτσα μ/μ.



Σχήμα 21. Το δενδρόγραμμα και η ταξινόμηση των εξεταζόμενων ποικιλιών σε ομοειδή σύνολα με βάση τα αποτελέσματα από την οργανοληπτική εξέταση.

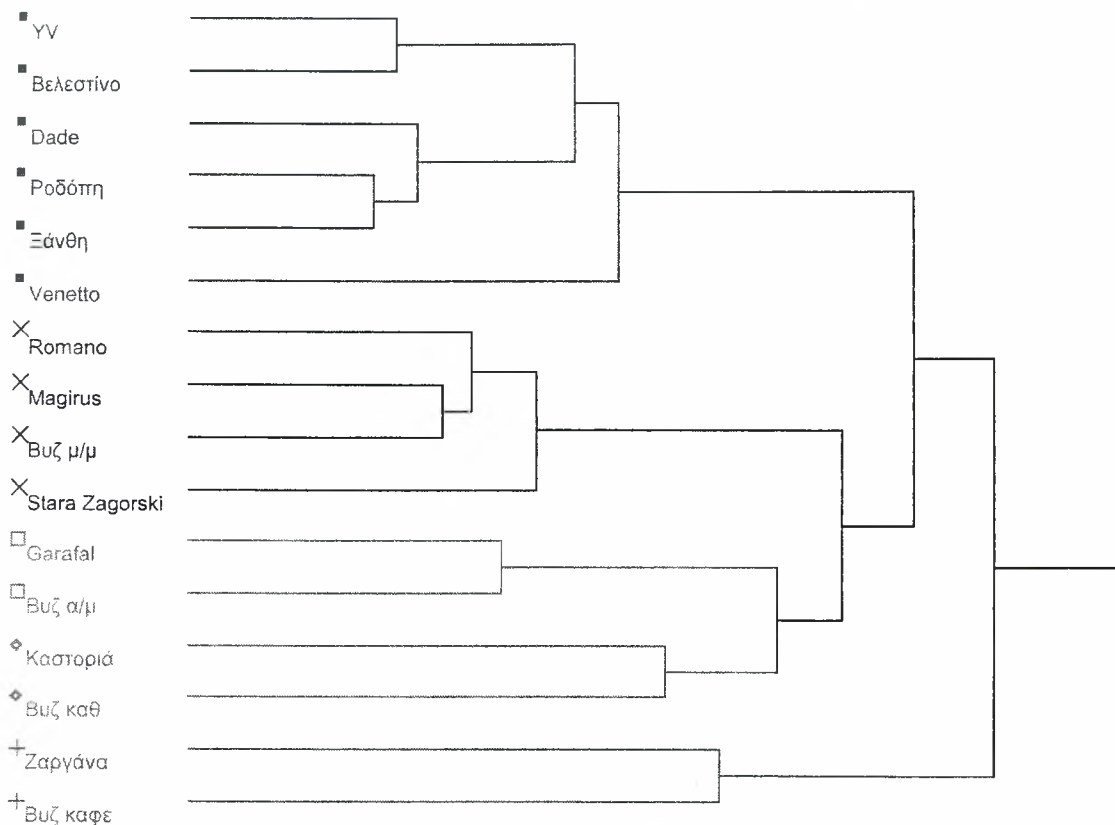
Στο σχήμα 22 φαίνεται η ομαδοποίηση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών που μελετήθηκαν στη συγκεκριμένη εργασία. Όπως φαίνεται η παράμετρος του χρώματος L αποτελεί ένα ξεχωριστό σύνολο όπως και τα χαρακτηριστικά βάρος 100 σπόρων και εκατοστιαία περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Το τρίτο σύνολο αποτελούν τα χαρακτηριστικά pH, πυκνότητα σπόρων, σκληρότητα, περιεκτικότητα σε λίπη και οι παράμετροι του χρώματος A, B και C. Όμως και μέσα σε αυτό το σύνολο υπάρχει

περαιτέρω ομαδοποίηση των χαρακτηριστικών Β και C με την σκληρότητα καθώς και των χαρακτηριστικών πυκνότητα και περιεκτικότητα σε λίπος με την παράμετρο του χρώματος A.



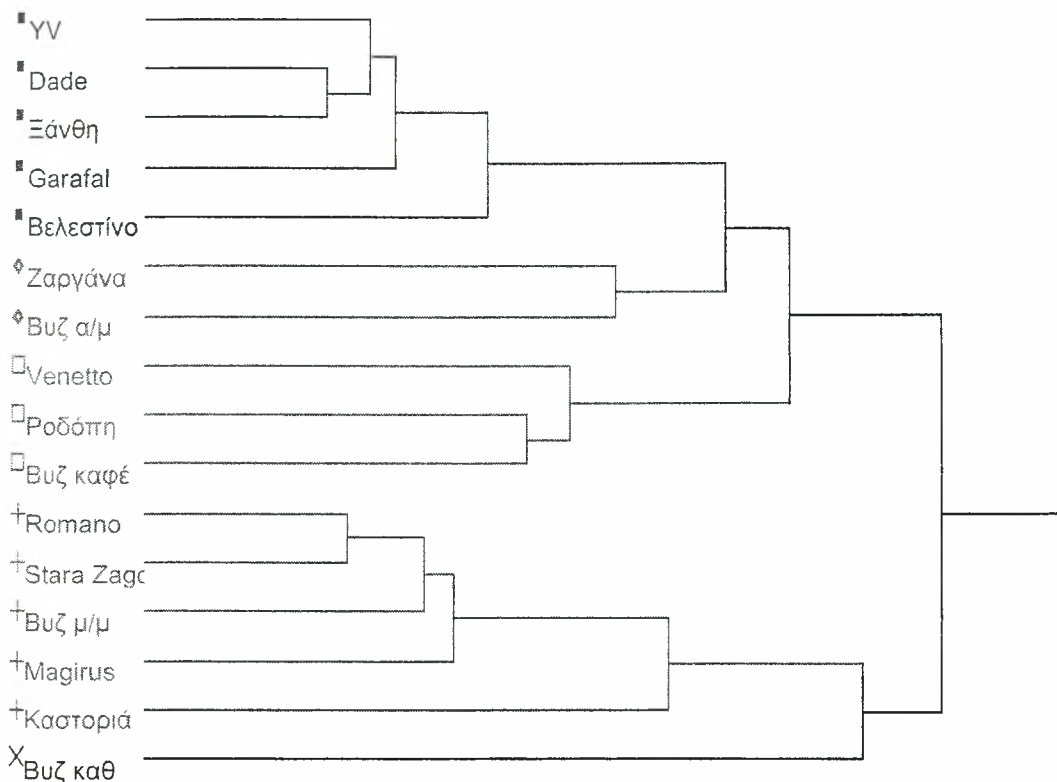
Σχήμα 22. Το δενδρόγραμμα των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των ποικιλιών φασολιού σε ομοειδή σύνολα.

Το σχήμα 23 δείχνει την ομαδοποίηση των ποικιλιών με βάση τα φυσικοχημικά τους χαρακτηριστικά. Φαίνονται 5 ομάδες ποικιλιών. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει τις ποικιλίες YV, Βελεστίνο, Dade, Ροδόπη, Ξάνθη και Venetto. Μέσα σε αυτή την ομάδα υπάρχει περαιτέρω ομαδοποίηση των ποικιλιών YV με Βελεστίνο καθώς και της Ροδόπης με την Ξάνθη οι οποίες βρίσκονται πιο κοντά στην Dade με την ποικιλία Venetto να αποτελεί μόνη της μια ομάδα εντός της υπερομάδας αυτής. Το δεύτερο σύνολο περιλαμβάνει τις ποικιλίες Romano, Magirus, Stara Zagorsky και Βυζίτσα μ/μ. Το 3^ο και 4^ο σύνολο τα οποία ενώνονται ανήκουν οι ποικιλίες Carafal, Βυζίτσα α/μ και Καστοριά, Βυζίτσα καθιστά, αντίστοιχα. Τέλος υπάρχει και μια 5^η ομάδα ποικιλιών η οποία διαφέρει αρκετά από τις υπόλοιπες και η οποία περιλαμβάνει τις ποικιλίες Ζαργάνα και Βυζίτσα καφέ.



Σχήμα 23. Το δενδρόγραμμα και η ταξινόμηση των εξεταζόμενων ποικιλιών σε ομοειδή σύνολα με βάση τις φυσικοχημικές τους ιδιότητες.

Η ιεραρχική ανάλυση σε ομοειδή σύνολα ποικιλιών με βάση τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά αλλά και από τα αποτελέσματα της οργανοληπτικής εξέτασης έδειξε το γράφημα του σχήματος 24. Συνολικά οι ποικιλίες ομαδοποιήθηκαν σε 5 ομάδες. Η 1^η ομάδα περιλαμβάνει τις ποικιλίες YV, Dade, Carafal, Ξάνθη και Βελεστίνο με τις ποικιλίες Ξάνθη και Dade να βρίσκονται πιο κοντά σε σχέση με τις υπόλοιπες της ομάδας. Η 2^η ομάδα περιλαμβάνει τις ποικιλίες Ζαργάνα και Βυζίτσα α/μ. Η 3^η ομάδα περιλαμβάνει τις ποικιλίες Ροδόπη, Βυζίτσα καφέ και Venetto. Η ποικιλία Βυζίτσα καθιστά αποτελεί από μόνη της ένα ξεχωριστό σύνολο 5^ο και ομαδοποιείται με την 4^η ομάδα που περιλαμβάνει τις ποικιλίες Romano, Stara Zagorsky που είναι πιο κοντά σε σχέση με τις υπόλοιπες της ομάδας, και τις ποικιλίες Βυζίτσα μ/μ, Καστοριά και Magirus.

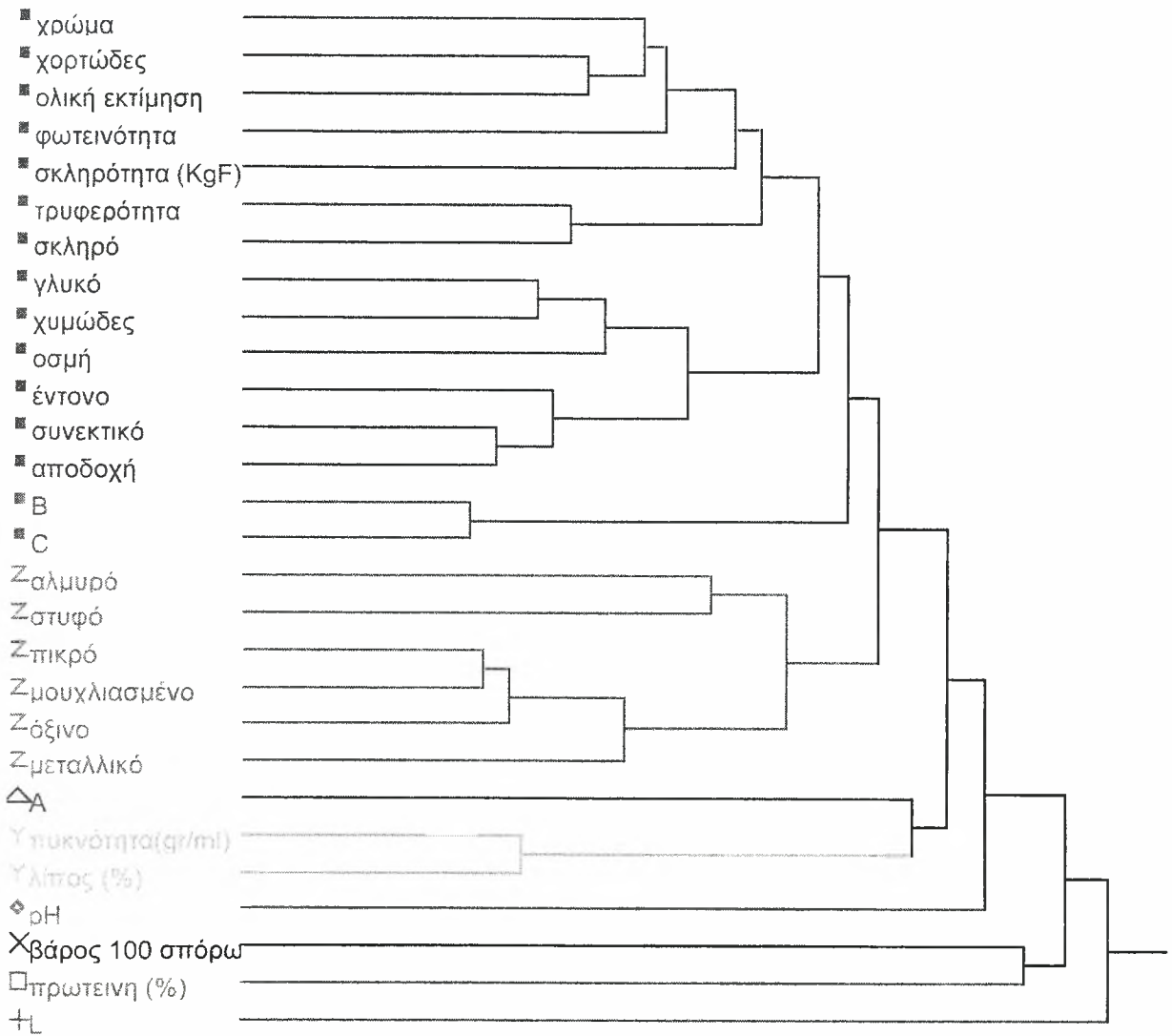


Σχήμα 24. Το δενδρόγραμμα και η ταξινόμηση των εξεταζόμενων ποικιλιών σε ομοειδή σύνολα με βάση τις φυσικοχημικές τους ιδιότητες και την οργανοληπτική εξέταση.

Τέλος από την ομαδοποίηση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών και των παραμέτρων της οργανοληπτικής εξέτασης προέκυψε το διάγραμμα του σχήματος 25. Συνολικά τα χαρακτηριστικά ομαδοποιήθηκαν σε 9 σύνολα. Το 1^ο και μεγαλύτερο σύνολο περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά της οργανοληπτικής εξέτασης χρώμα, χορτώδες, ολική εκτίμηση, φωτεινότητα, σκληρότητα σε KgF, τρυφερότητα, σκληρό, γλυκό, χυμώδες, οσμή, έντονο, συνεκτικό, αποδοχή. Ένα 2^ο σύνολο που προέκυψε είναι αυτό μεταξύ των παραμέτρων του χρώματος B και C.

Το 3^ο σύνολο περιλαμβάνει αρνητικά χαρακτηριστικά της οργανοληπτικής εξέτασης. Τα χαρακτηριστικά αλμυρό και στυφό ομαδοποιούνται μαζί όπως και τα πικρό και μουχλιασμένο που είναι κοντά με την όξινη και μουχλιασμένη γεύση. Επίσης η παράμετρος του χρώματος A ομαδοποιείται σε ένα ξεχωριστό σύνολο που είναι κοντά στη 5^η ομάδα που περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά πυκνότητα και εκατοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος. Επίσης ένα ξεχωριστό σύνολο αποτελεί το pH,

η παράμετρος του χρώματος L η οποία όμως βρίσκεται κοντά σε ένα άλλο σύνολο αυτού μεταξύ του βάρους 100 σπόρων και της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη.



Σχήμα 25. Το δένδρογραμμα των χαρακτηριστικών από την οργανοληπτική εξέταση και των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των ποικιλιών φασολιού σε ομοειδή σύνολα.

4.13.3 Διαφοροποιούσα ανάλυση (Discriminant analysis)

Η Διαφοροποιούσα ανάλυση μας επιτρέπει να εξετάσουμε πόσο καλά είναι δυνατόν να ξεχωρίσουμε δύο ή περισσότερες ομάδες ατόμων βασιζόμενη σε μεταβλητές που έχουν μετρηθεί στο κάθε άτομο. Στην Διαφοροποιούσα ανάλυση προσδιορίζουμε γραμμικούς συνδυασμούς που διαχωρίζουν τις ομάδες ατόμων. Αυτός ο γραμμικός συνδυασμός των αρχικών μεταβλητών προσδιορίζεται έτσι ώστε να έχουμε τη μεγαλύτερη μεταξύ των ομάδων διακύμανση σε σχέση με την εντός των ομάδων διακύμανση. Δηλαδή μεγιστοποιείται ο λόγος

$$F = \frac{\text{Μεταξύ ομάδων διακύμανση (B)}}{\text{Εντός ομάδων διακύμανση (W)}}$$

Έτσι με βάση την οργανοληπτική εξέταση οι ποικιλίες διαφοροποιήθηκαν με βάση τις ακόλουθες εξισώσεις

$$\begin{aligned} \mathbf{YV} = & -85.5084 + 0.0852\text{χρώμα} + 3.3741\text{φωτεινότητα} + 2.4093\text{αλμυρότητα} \\ & + 0.0074\text{πικρή} + 1.5295\text{στυφό} + 0.7493\text{γλυκιά} + 1.5567\text{χορτώδης} + 6.918\text{μεταλλική} \\ & + 8.5029\text{μουχλιασμένη} + 1.8079\text{όξινη} + 4.1509\text{έντονη} + 6.61\text{συνεκτική} - 4.1752\text{αποδοχή} \\ & + 6.5688\text{χυμώδης} + 4.1393\text{οσμή} - 4.0184\text{τρυφερότητα} + 4.8655\text{σκληρότητα} \\ & + 1.5445\text{ολική αποδοχή} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{Romano} = & -97.4315 + 2.2749\text{χρώμα} + 3.8113\text{φωτεινότητα} + 2.3503\text{αλμυρότητα} - \\ & 0.0458\text{πικρή} + 1.4202\text{στυφό} + 1.738\text{γλυκιά} + 3.4243\text{χορτώδης} + 7.8843\text{μεταλλική} \\ & + 8.8631\text{μουχλιασμένη} + 0.0741\text{όξινη} + 3.4981\text{έντονη} + 5.7272\text{συνεκτική} \\ & - 4.7107\text{αποδοχή} + 7.7381\text{χυμώδης} + 4.9133\text{οσμή} - 3.0943\text{τρυφερότητα} \\ & + 5.3028\text{σκληρότητα} - 0.0699\text{ολική αποδοχή} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{Zarγάνα} = & -87.0928 + 2.9019\text{χρώμα} + 4.2256\text{φωτεινότητα} + 2.0656\text{αλμυρότητα} - \\ & 0.6763\text{πικρή} + 1.3795\text{στυφό} + 2.1275\text{γλυκιά} + 3.3817\text{χορτώδης} + 6.5439\text{μεταλλική} \\ & + 10.0698\text{μουχλιασμένη} + 0.1507\text{όξινη} + 2.4603\text{έντονη} + 4.8716\text{συνεκτική} - \\ & 3.5639\text{αποδοχή} + 6.9832\text{χυμώδης} + 4.5205\text{οσμή} - 4.1769\text{τρυφερότητα} \\ & + 5.1938\text{σκληρότητα} - 0.8722\text{ολική αποδοχή} \end{aligned}$$

Carafal= -89.8914 +1.5119χρώμα +3.5349φωτεινότητα +3.4039αλμυρότητα -
0.3801πικρή +0.7075στυφό +1.029γλυκιά +2.4413χορτώδης +7.9544μεταλλική
+9.4952μουχλιασμένη +0.767όξινη +2.459έντονη +7.1852συνεκτική -2.7971αποδοχή
+7.3207χυμώδης +5.2598οσμή -4.6668τρυφερότητα +4.0727σκληρότητα -
1.1762ολική αποδοχή

Dade= -92.219 +1.4152χρώμα +4.1913φωτεινότητα +3.0639αλμυρότητα -
0.7329πικρή +1.8601στυφό +1.3273γλυκιά +2.0209χορτώδης +7.3617μεταλλική
+9.3048μουχλιασμένη +0.9301όξινη +1.7909έντονη +6.6378συνεκτική -
2.9549αποδοχή +6.7218χυμώδης +4.6555οσμή -3.195τρυφερότητα
+4.6384σκληρότητα -0.1624ολική αποδοχή

Venetto= -79.0194 -0.5574χρώμα +2.4353φωτεινότητα +3.5887αλμυρότητα -
0.0699πικρή -0.1752στυφό +0.5794γλυκιά +1.6634χορτώδης +5.8504μεταλλική
+9.1421μουχλιασμένη +1.4995όξινη +3.169έντονη +5.1237συνεκτική -
3.4228αποδοχή +6.3796χυμώδης +4.7544οσμή -2.6908τρυφερότητα
+4.7483σκληρότητα -2.1953ολική αποδοχή

Καστοριά= -100.882 -0.034χρώμα +6.187φωτεινότητα +3.291αλμυρότητα -
1.459πικρή -0.191στυφό +1.406γλυκιά +3.771χορτώδης +8.782μεταλλική
+7.594μουχλιασμένη -0.492όξινη +5.008έντονη +4.367συνεκτική -5.998αποδοχή
+8.123χυμώδης +4.391οσμή -2.202τρυφερότητα +5.304σκληρότητα -0.36ολική
αποδοχή

Βελεστίνο= -99.9011 +0.3252χρώμα +3.3988φωτεινότητα +4.5311αλμυρότητα -
0.1742πικρή -1.0742στυφό +1.3235γλυκιά +3.1898χορτώδης +6.0854μεταλλική
+10.4941μουχλιασμένη +0.6975όξινη +2.2347έντονη +7.39συνεκτική -
2.2906αποδοχή +8.4035χυμώδης +4.4405οσμή -4.0001τρυφερότητα
+3.9629σκληρότητα -0.773ολική αποδοχή

Βυζ καθ= -90.7543 -0.2537χρώμα +2.1499φωτεινότητα +2.2545αλμυρότητα --
2.2827πικρή -0.3127στυφό +2.5435γλυκιά +2.221χορτώδης +8.4458μεταλλική
+9.8027μουχλιασμένη +2.658όξινη +3.2809έντονη +4.1721συνεκτική -
5.0512αποδοχή +8.9572χυμώδης +5.9519οσμή -2.2992τρυφερότητα
+5.0495σκληρότητα -0.3664ολική αποδοχή

Stara Zagorski= -87.9481 +3.1516χρώμα +1.5951φωτεινότητα +2.3455αλμυρότητα
-0.3152πικρή -1.6601στυφό +2.1803γλυκιά +3.4992χορτώδης +5.1732μεταλλική
+9.3329μουχλιασμένη +1.4994όξινη +3.6024έντονη +5.4071συνεκτική -
2.8836αποδοχή +6.4453χυμώδης +3.7798οσμή -3.5187τρυφερότητα
+4.4921σκληρότητα -0.269ολική αποδοχή

Ροδόπη= -72.9633 +1.4747χρώμα +3.8592φωτεινότητα -0.1786αλμυρότητα -
1.3518πικρή -2.7312στυφό +1.305γλυκιά +0.7841χορτώδης +5.2358μεταλλική
+10.6002μουχλιασμένη +3.0529όξινη +1.1205έντονη +4.9217συνεκτική -
4.6938αποδοχή +5.1174χυμώδης +3.7309οσμή -2.8138τρυφερότητα
+2.7101σκληρότητα -2.4608ολική αποδοχή

Magirus= -93.052 +1.5917χρώμα +3.5073φωτεινότητα -3.0199αλμυρότητα -
0.3936πικρή -0.4698στυφό +0.9334γλυκιά +1.6955χορτώδης +8.8574μεταλλική
+9.0811μουχλιασμένη +0.9577όξινη +2.4796έντονη +4.9363συνεκτική -
5.0753αποδοχή +7.8285χυμώδης +5.8146οσμή -2.3842τρυφερότητα
+4.4378σκληρότητα -1.0732ολική αποδοχή

Ξάνθη= -88.3317 +1.0695χρώμα +4.2371φωτεινότητα -3.1889αλμυρότητα -
0.2387πικρή -0.6779στυφό +0.4783γλυκιά +1.9277χορτώδης +7.7621μεταλλική
+8.683μουχλιασμένη +1.0596όξινη +3.4875έντονη +6.5436συνεκτική -
3.9144αποδοχή +7.4596χυμώδης +4.7096οσμή -4.2274τρυφερότητα
+4.7512σκληρότητα -0.3585ολική αποδοχή

Βυζ καφέ= -79.2677 +2.139χρώμα +3.3619φωτεινότητα -1.2665αλμυρότητα -
0.0388πικρή -0.326στυφό +2.6153γλυκιά +2.7255χορτώδης +5.6542μεταλλική
+11.0828μουχλιασμένη +1.9697όξινη +1.8028έντονη +4.4338συνεκτική -
3.5494αποδοχή +5.8648χυμώδης +3.8824οσμή -3.4983τρυφερότητα
+4.0495σκληρότητα -0.5261ολική αποδοχή

Βυζ μ/μ= -79.7723 +2.9317χρώμα +1.5202φωτεινότητα -2.522αλμυρότητα -
0.5873πικρή -1.4576στυφό +2.4564γλυκιά +2.7223χορτώδης +3.6924μεταλλική
+11.1568μουχλιασμένη +1.7142όξινη +2.0708έντονη +4.8145συνεκτική -
3.788αποδοχή +5.3238χυμώδης +3.6938οσμή -3.6979τρυφερότητα
+3.3385σκληρότητα -2.3587ολική αποδοχή

Βυζ α/μ= -91.6447 +3.4737χρώμα +3.9013φωτεινότητα -2.5104αλμυρότητα -
1.4103πικρή -2.3513στυφό +3.0077γλυκιά +1.69χορτώδης +5.9586μεταλλική
+10.4993μουχλιασμένη +2.8932όξινη +3.5553έντονη +6.0306συνεκτική -
4.7634αποδοχή +6.3611χυμώδης +4.1776οσμή -6.4818τρυφερότητα
+3.9098σκληρότητα -0.5434ολική αποδοχή

4.13.4 Ανάλυση πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης (Multi Linear Regression Analysis)

Για καλύτερη κατανόηση της συνεισφοράς κάθε μεταβλητής της οργανοληπτικής εξέτασης στην ολική αποδοχή πραγματοποιήθηκε η ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης. Σε κάθε εξίσωση συμπεριλήφθησαν μόνο όσες ήταν στατιστικώς σημαντικές για το μοντέλο ($P < 0.1$). Από την ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης προέκυψαν οι παρακάτω σχέσεις μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής της ολικής αποδοχής με περισσότερες από μια ανεξάρτητες μεταβλητές των υπόλοιπων εξεταζόμενων χαρακτηριστικών από την οργανοληπτική εξέταση για κάθε ποικιλία.

- Ποικιλία Βελεστίνο

Ολική αποδοχή = $6.447 - 0.745\text{χρώμα} + 0.872\text{φωτεινότητα} - 0.447\text{αλμυρό} + 0.245\text{οσμή} - 0.192\text{τρυφερότητα} - 0.511\text{σκληρό}$

Το μοντέλο ερμηνεύει το 98.8% της παραλλακτικότητας ($R^2=0.988$), και όπως φαίνεται για την ποικιλία Βελεστίνο η ολική αποδοχή είναι θετική συνάρτηση της φωτεινότητας και της οσμής και αρνητική του χρώματος της αλμυρότητας της τρυφερότητας και της σκληρότητας.

- Ποικιλία Ζαργάνα

Ολική αποδοχή = $0.182 + 0.623\text{φωτεινότητα} + 0.312\text{χορτώδες} - 0.221\text{μουχλιασμένο} + 0.844\text{χυμώδες} - 0.337\text{σκληρό}$

Το μοντέλο ερμηνεύει το 98.9% της παραλλακτικότητας ($R^2=0.989$), και όπως φαίνεται για την ποικιλία Ζαργάνα η ολική αποδοχή είναι θετική συνάρτηση της φωτεινότητας, της χορτώδους και χυμώδους γεύσης και αρνητική της μουχλιασμένης και της σκληρότητας.

- Ποικιλία Βυζίτσα α/μ

Ολική αποδοχή = $-1.05 - 0.7\text{χορτώδες} + 0.65\text{στυφό} + 0.45\text{μουχλιασμένο} + 0.4\text{συνεκτικό}$

Το μοντέλο ερμηνεύει το 94.5% της παραλλακτικότητας ($R^2=0.945$), και όπως φαίνεται για την ποικιλία Βυζίτσα α/μ η ολική αποδοχή είναι θετική συνάρτηση της στυφής, μουχλιασμένης και συνεκτικής γεύσης και αρνητική της χορτώδης.

- Ποικιλία Βυζίτσα καθιστά

Ολική αποδοχή = $0.4 + 1.25\text{χρώμα}$

Το μοντέλο ερμηνεύει το 89.4% της παραλλακτικότητας ($R^2=0.894$), και όπως φαίνεται για την ποικιλία Βυζίτσα καθιστά η ολική αποδοχή είναι θετική συνάρτηση του χρώματος.

- Ποικιλία Βυζίτσα καφέ

Ολική αποδοχή = $6.656 - 0.617\text{χορτώδες} - 0.330\text{αλμυρό}$

Το μοντέλο ερμηνεύει το 90.4% της παραλλακτικότητας ($R^2=0.904$), και όπως φαίνεται για την ποικιλία Βυζίτσα καφέ η ολική αποδοχή είναι αρνητική συνάρτηση της χορτώδους και αλμυρής γεύσης.

- Ποικιλία Βυζίτσα μ/μ

Ολική αποδοχή = $8.313 - 0.5\text{πικρό} - 0.563\text{όξινο}$

Το μοντέλο ερμηνεύει το 96.1% της παραλλακτικότητας ($R^2=0.961$), και όπως φαίνεται για την ποικιλία Βυζίτσα μ/μ η ολική αποδοχή είναι αρνητική συνάρτηση της πικρής και όξινης γεύσης.

- Ποικιλία Dade

Ολική αποδοχή = $1.662 - 0.186\text{αλμυρό} + 0.254\text{γλυκό} + 0.154\text{χυμώδες}$

Το μοντέλο ερμηνεύει το 76.0% της παραλλακτικότητας ($R^2=0.760$), και όπως φαίνεται για την ποικιλία Dade η ολική αποδοχή είναι αρνητική συνάρτηση της αλμυρής γεύσης και θετική της γλυκιάς και χυμώδους.

- Ποικιλία Καστοριά

Ολική αποδοχή = $-0.488 + 0.288\text{στυφό} + 0.098\text{έντονο} + 0.938\text{συνεκτικό}$

Το μοντέλο ερμηνεύει το 99.3% της παραλλακτικότητας ($R^2=0.993$), και όπως φαίνεται για την ποικιλία Καστοριά η ολική αποδοχή είναι θετική συνάρτηση της στυφής, έντονης και συνεκτικής γεύσης.

- Ποικιλία Carafal

Ολική αποδοχή = $4.158 - 0.357\text{γλυκό} - 0.453\text{συνεκτικό} + 0.459\text{αποδοχή}$

Το μοντέλο ερμηνεύει το 66.2% της παραλλακτικότητας ($R^2=0.662$), και όπως φαίνεται για την ποικιλία Carafal η ολική αποδοχή είναι θετική συνάρτηση της αποδοχής και αρνητική της γλυκιάς και συνεκτικής γεύσης.

- Ποικιλία Ξάνθη

Ολική αποδοχή = $-1.208 + 0.367\text{χρώμα} + 0.33\text{αλμυρό} - 0.212\text{χορτώδες} + 0.441\text{οσμή}$

Το μοντέλο ερμηνεύει το 90.7% της παραλλακτικότητας ($R^2=0.907$), και όπως φαίνεται για την ποικιλία Ξάνθη η ολική αποδοχή είναι θετική συνάρτηση της οσμής, της αλμυρής γεύσης και του χρώματος και αρνητική της χορτώδους γεύσης.

- Ποικιλία Magirus

Ολική αποδοχή = $-1.714 + 0.786\text{χυμώδες}$

Το μοντέλο ερμηνεύει το 78.6% της παραλλακτικότητας ($R^2=0.786$), και όπως φαίνεται για την ποικιλία Magirus η ολική αποδοχή είναι θετική συνάρτηση χυμώδους γεύσης.

- Ποικιλία Ροδόπη

Ολική αποδοχή = $-0.045 - 1.219\text{χρώμα} + 1.037\text{φωτεινότητα} - 0.477\text{στυφό}$
 $+ 0.725\text{μεταλλικό} + 0.978\text{αποδοχή} + 0.041\text{χορτώδες}$

Το μοντέλο ερμηνεύει το 99.6% της παραλλακτικότητας ($R^2=0.996$), και όπως φαίνεται για την ποικιλία Ροδόπη η ολική αποδοχή είναι θετική συνάρτηση της φωτεινότητας, της μεταλλικής και χορτώδους γεύσης καθώς και της αποδοχής και φωτεινότητας και αρνητική της στυφής γεύσης και του χρώματος.

- Ποικιλία Romano

Ολική αποδοχή = $-0.772 + 0.619\text{χρώμα} + 0.137\text{χορτώδες} + 0.932\text{αποδοχή} -$
 0.384σκληρό

Το μοντέλο ερμηνεύει το 94.5% της παραλλακτικότητας ($R^2=0.945$), και όπως φαίνεται για την ποικιλία Romano η ολική αποδοχή είναι θετική συνάρτηση του χρώματος της χορτώδους γεύσης και της αποδοχής και αρνητική της σκληρότητας.

- Ποικιλία Stara Zagorsky

Ολική αποδοχή = $-0.167 + 0.212\text{χρώμα} + 0.150\text{συνεκτικό} + 0.597\text{αποδοχή} + 0.249\text{πικρό}$
 $- 0.217\text{τρυφερότητα}$

Το μοντέλο ερμηνεύει το 98.4% της παραλλακτικότητας ($R^2=0.984$), και όπως φαίνεται για την ποικιλία Stara Zagorsky η ολική αποδοχή είναι θετική συνάρτηση του χρώματος, της συνεκτικής και πικρής γεύσης καθώς και της αποδοχής και αρνητική της τρυφερότητας.

- Ποικιλία Venetto

Ολική αποδοχή = $-0.334 - 0.847\text{φωτεινότητα} + 0.479\text{αλμυρό} + 0.551\text{χορτώδες} + 0.404\text{συνεκτικό} + 0.519\text{οσμή}$

Το μοντέλο ερμηνεύει το 96.4% της παραλλακτικότητας ($R^2=0.964$), και όπως φαίνεται για την ποικιλία Venetto η ολική αποδοχή είναι θετική συνάρτηση της οσμής, της συνεκτικότητας και της αλμυρής και χορτώδης γεύσης και αρνητική της φωτεινότητας.

- Ποικιλία YV

Ολική αποδοχή = $0.149 - 0.558\text{χρώμα} - 0.454\text{τρυφερότητα} + 0.93\text{σκληρό}$

Το μοντέλο ερμηνεύει το 72.4% της παραλλακτικότητας ($R^2=0.724$), και όπως φαίνεται για την ποικιλία YV η ολική αποδοχή είναι θετική συνάρτηση της σκληρότητας και αρνητική του χρώματος και της τρυφερότητας.

Συνολικά από την οργανοληπτική εξέταση προέκυψε το μοντέλο το οποίο περιλαμβάνει τις μεταβλητές που είναι στατιστικώς σημαντικές ($P<0.1$) και καταδεικνύει τη σχέση της ολικής αποδοχής με τις υπόλοιπες μεταβλητές.

«Ολική αποδοχή = $1.758 + 0.141\text{χρώμα} - 0.125\text{αλμυρό} + 0.400\text{αποδοχή} + 0.106\text{οσμή} + 0.072\text{τρυφερότητα}$ »

Όπως φαίνεται από το μοντέλο το οποίο εξηγεί το 57.3% της παραλλακτικότητας ($R^2=0.573$), η ολική αποδοχή είναι θετική συνάρτηση του χρώματος, της οσμής, της τρυφερότητας και της αποδοχής ενώ αρνητική της αλμυρότητας. Αναλυτικά το χρώμα ερμηνεύει 8.08% του χαρακτηριστικού της ολικής αποδοχής, ενώ τα υπόλοιπα

χαρακτηριστικά 7.16% η αλμυρότητα, 22.9% η αποδοχή, 6.07% η οσμή και τέλος η τρυφερότητα 4.13%.

Εφαρμόζοντας την ανάλυση πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης συνολικά για την οραγνολητική εξέταση και τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά προέκυψε η παρακάτω σχέση της ολικής αποδοχής η οποία περιλαμβάνει χαρακτηριστικά που είναι στατιστικώς σημαντικά ($P < 0.1$) και καταδεικνύει τη σχέση της ολικής αποδοχής με τις υπόλοιπες μεταβλητές.

$$\text{«Ολική αποδοχή} = 5.679 + 0.346\text{φωτεινότητα} - 0.465\text{όξινη} + 0.119\text{''a''} \\ - 0.272\text{''C''} - 0.177\text{σκληρότητα(KgF)}\text{»}$$

Το μοντέλο το οποίο εξηγεί το 84.3% της παραλλακτικότητας ($R^2=0.843$), η ολική αποδοχή είναι θετική συνάρτηση της φωτεινότητας και των παραμέτρων του χρώματος a, ενώ αρνητική της όξινης γεύσης, της σκληρότητας και της παραμέτρου του χρώματος C.

5. Συμπεράσματα

Δέκα τοπικοί πληθυσμοί και τριάντα δυο καθαρές σειρές εντός των τοπικών πληθυσμών κοινού φασολιού (*Phaseolus vulgaris* L.), μαζί με εννέα εμπορικές ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες, μελετήθηκαν για ένα έτος σε πείραμα αγρού που έγινε στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Η αξιολόγηση των πλυθησμών βασίστηκε στη διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα με κριτήρια την απόδοση σε ξηρό βάρος σπόρων, τον αριθμό λοβών ανά φυτό, την απόδοση σε λοβούς, την παραγωγή ολικής βιομάζας, το δείκτη συγκομιδής καθώς και τον προσδιορισμό της χλωροφύλλης σε μονάδες *spad* ως έμμεσο συστατικό παραγωγικότητας. Επίσης έγινε αξιολόγηση όλων των γενοτύπων ως προς τα οργανοληπτικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των σπόρων τους.

Από την ανάλυση παραλλακτικότητας, βρέθηκε ότι στο παραδοσιακό υλικό φασολιού υπάρχει σημαντική διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα. Οι παραδοσιακές ποικιλίες – πληθυσμοί ξεπέρασαν όσον αφορά την αγρονομική συμπεριφορά, τις εμπορικές ποικιλίες μάρτυρες με τις οποίες έγιναν οι συγκρίσεις. Οι επιλεγμένες καθαρές σειρές εντός των παραδοσιακών πληθυσμών δεν μπόρεσαν να διαφοροποιηθούν μεταξύ τους σημαντικά σε όλες τις περιπτώσεις των εξεταζόμενων παραδοσιακών πλυθησμών φασολιού.

Από την ανάλυση παραλλακτικότητας των 32 καθαρών σειρών, υπολογίστηκε ο συντελεστής κληρονομικότητας ο οποίος είναι αντιπροσωπευτικός για τις ελληνικές παραδοσιακές ποικιλίες ενώ αποτελεί και μια ενδεικτική τιμή γενικά για το φασόλι. Έτσι η απόδοση σε σπόρο βρέθηκε να έχει συντελεστή κληρονομιάς $H=0.88$, η απόδοση σε λοβούς $H=0.73$ και η απόδοση σε βιομάζα $H=0.83$. Από την παραγωγική συμπεριφορά όλων των πληθυσμών, φαίνεται να ξεχωρίζουν οι πληθυσμοί Βυζίτσα καφέ και Βυζίτσα α/μ ως αυτοί με την υψηλότερη απόδοση σε σπόρο. Την υψηλότερη τιμή δείκτη συγκομιδής παρουσίασαν οι πληθυσμοί Βυζίτσα α/μ, Βυζίτσα καφέ και Βυζίτσα μ/μ, με τον πληθυσμό του Βελεστίνου να δίνει τη χαμηλότερη τιμή. Από τη σύγκριση μεταξύ των πληθυσμών με αναρριχώμενο τύπο ανάπτυξης, βρέθηκε ότι υπερέχει ο πληθυσμός Βυζίτσα καφέ για το χαρακτηριστικό απόδοση σε σπόρους. Επίσης ο πληθυσμός της Καστοριάς υπερέχει μεταξύ αυτών με αναρριχώμενο τύπο ανάπτυξης για τα χαρακτηριστικά απόδοση σε λοβούς και παραγωγή ολικής

βιομάζας. Τον καλύτερο δείκτη συγκομιδής, βρέθηκε να έχουν οι πληθυσμοί Βυζίτσα μ/μ και Βυζίτσα καφέ μεταξύ των πληθυσμών με αναρριχώμενο τύπο ανάπτυξης. Επίσης βρέθηκε ότι η απόδοση σε σπόρους, συσχετίζεται θετικά με το δείκτη συγκομιδής ($R^2=0.37$) όπως και η απόδοση σε λοβούς ($R^2=0.37$), γεγονός που υποδηλώνει ότι με επιλογή για αύξηση του δείκτη συγκομιδής μπορεί να επιτευχθεί και αύξηση της απόδοσης.

Η προσπάθεια αξιολόγησης ατομικών φυτών από δυο νέους πληθυσμούς (Χάντρες κ/μ και μ/κ) δεν στάθηκε ικανή. Παρόλα αυτά όμως υπήρξε μια δυνατότητα προκαταρκτικής ένδειξης που οπωσδήποτε πρέπει να ελεγχθεί προκειμένου να αποτιμηθεί η σπουδαιότητα των συγκεκριμένων πληθυσμών.

Γενικά η οργανοληπτική εξέταση διαφοροποίησε τις ποικιλίες, χωρίς να βρεθούν για όλες τις παραμέτρους στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Οι παράμετροι της οργανοληπτικής εξέτασης ήταν ενδιαφέρουσες αλλά πρέπει να ερμηνεύονται και με την ανάλογη προσοχή, δεδομένου ότι το σφάλμα της εκτιμής, όπως προκύπτει από τις τιμές CV, ήταν γενικά υψηλό έως πολύ υψηλό. Οι παραδοσιακές ποικιλίες αξιολογήθηκαν θετικά από το κοινό. Αυτό καταδύκνει ότι οι παραδοσιακές ποικιλίες έχουν συγκεντρωσει με την πάροδο του χρόνου αρκετά επιθυμητά χαρακτηριστικά ως αποτέλεσμα της φυσικής κυρίως επιλογής. Επίσης, υπήρξε διαφοροποίηση μεταξύ των παραδοσιακών και των εμπορικών ποικιλιών που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες, για όσα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελετήθηκαν. Σε αρκετές μάλιστα περιπτώσεις, οι παραδοσιακές ποικιλίες είχαν καλύτερα χαρακτηριστικά από τις εμπορικές ποικιλίες.

Η εφαρμογή πολυπαραγοντικών στατιστικών αναλύσεων μπόρεσε να διαχωρίσει τις ποικιλίες και τα χαρακτηριστικά τους αναδεικνύοντας τα χαρακτηριστικά που αντιπροσωπεύουν καλύτερα τις ποικιλίες. Ειδικότερα η ανάλυση κύριων συνιστωσών, μπόρεσε να διακρίνει τα χαρακτηριστικά που αντιπροσωπεύουν καλύτερα μια ποικιλία, Η ανάλυση σε κύριες συνιστώσες για την οργανοληπτική εξέταση, έδειξε ότι πρακτικά απαιτούνται πέντε κύριες συνιστώσες ώστε η ερμηνεία της ολικής μεταβολής να ανέλθει στο 82% της συνολικής παραλλακτικότητας. Από την ανάλυση κύριων συνιστωσών για τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών, βρέθηκε ότι με χρήση πέντε κύριων συνιστωσών μπορεί να γίνει η ερμηνεία της ολικής μεταβολής η οποία ανέρχεται στο 84% της συνολικής παραλλακτικότητας. Τέλος, η ανάλυση σε κύριες συνιστώσες για τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και την οργανοληπτική εξέταση των ποικιλιών, κατέδειξε ότι απαιτούνται πέντε κύριες συνιστώσες ώστε η

ερμηνεία της ολικής μεταβολής να ανέλθει στο 70% της συνολικής παραλλακτικότητας ενώ με έξι κύριες συνιστώσες το ποσοστό ανέρχεται στο 77% της συνολικής παραλλακτικότητας.

Η ιεραρχική ανάλυση σε ομοειδή σύνολα ποικιλιών με βάση τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά αλλά και τα αποτελέσματα της οργανοληπτικής εξέτασης κατέδειξαν συνολικά 5 ομάδες ποικιλιών.

Για καλύτερη κατανόηση της συνεισφοράς κάθε μεταβλητής της οργανοληπτικής εξέτασης στην ολική αποδοχή, πραγματοποιήθηκε η ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης. Από την ανάλυση πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης προέκυψαν σχέσεις μεταξύ της ολικής αποδοχής με περισσότερες από μια ανεξάρτητες μεταβλητές των υπόλοιπων εξεταζόμενων χαρακτηριστικών της οργανοληπτικής εξέτασης. Έτσι βρέθηκε μοντέλο, που ερμηνεύει το 57.3% της παραλλακτικότητας βάση του οποίου η ολική αποδοχή είναι θετική συνάρτηση του χρώματος, της οσμής, της τρυφερότητας και της αποδοχής της γεύσης ενώ αρνητική της αλμυρότητας.

Εφαρμόζοντας την ανάλυση πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης συνολικά για την οργανοληπτική εξέταση και τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά προέκυψε μοντέλο με συντελεστή συσχέτισης ($R^2=0.84$). Σύμφωνα με το οποίο η ολική αποδοχή είναι θετική συνάρτηση της φωτεινότητας και των παραμέτρων του χρώματος (a), ενώ αρνητική της όξινης γεύσης, της σκληρότητας και της παραμέτρου (C) του χρώματος.

Με βάση τις γενετικές αποστάσεις από την αξιολόγηση των γενοτύπων με μοριακούς δείκτες τύπου RAPD βρέθηκε κοινή ομαδοποίηση του πληθυσμού που συλλέχθηκε από την περιοχή της Καστοριάς (Χονδρά Κλεισούρας Καστοριάς) με την εμπορική ποικιλία Venetto καθώς και με τους πληθυσμούς της Βυζίτσας (Βυζίτσα καφέ) αλλά και της Ροδόπης. Οι εμπορικές ποικιλίες Romano, Carafal, Stara Zagorsky, Dade, YV βρέθηκαν οι πιο συγγενικές με τον πληθυσμό του Βελεστίνου και την ποικιλία Ζαργάνα Καβάλας ενώ η παραδοσιακή ποικιλία Βυζίτσα καθιστά βρέθηκε να είναι συγγενική με την εμπορική ποικιλία Magirus.

Σε ένα ευρύτερο σύνολο ομαδοποιήθηκαν οι πληθυσμοί Τσολάκια, Βυζίτσα μ/μ και Ξάνθη με τον πληθυσμό Σβανάδες. Το προηγούμενο σύνολο ομαδοποιήθηκε με τον πληθυσμό Χάντρες κ/μ (B1_1, B1_2 και B1_3) και τον πληθυσμό Βυζίτσα α/μ. Επίσης φαίνεται ο πληθυσμός Χάντρες μ/κ (B2_1, B2_2 και B2_3) ότι αποτελεί ένα ξεχωριστό σύνολο από μόνος του.

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων από την μοριακή ανάλυση αλλά και η συμπεριφορά των γενοτύπων στο χωράφι, μπορεί μεσοπρόθεσμα να έχει ως

αποτέλεσμα μεγαλύτερη πρόοδο επιλογής, επιταχύνοντας την πορεία δημιουργίας των μελλοντικών ποικιλιών και συντομεύοντας το χρόνο απελευθέρωσής τους στο μισό, ενώ μακροπρόθεσμα μπορεί να οδηγήσει στα πλέον σύγχρονα βελτιωτικά σχήματα μέσω της χρωμοσωμικής χαρτογράφησης των επιθυμητών χαρακτηριστικών (Quantitative Trait Loci Analysis, Marker Assisted Selection και Marker Assisted Backcrossing Breeding). Ειδικά για την περίπτωση των φυλογενετικών σχέσεων, αυτές μπορούν να συγκρίνονται μεταξύ τους σε κάθε κύκλο επιλογής με σκοπό να εκτιμάται και σε μοριακό επίπεδο το εύρος της γενετικής παραλλακτικότητας που απομένει στον πληθυσμό ενώ τα δένδρογράμματα με βάση την αγρονομική συμπεριφορά θα μπορούν να επιβεβαιώσουν την πρόοδο επιλογής που θα προβλέπει η στατιστική ανάλυση των δεδομένων στον αγρό.

Περίληψη

Αξιολογήθηκαν συνολικά 32 καθαρές σειρές φασολιού οι οποίες επιλέχθηκαν από τοπικές παραδοσιακές ποικιλίες που καλλιεργούνται στις περιοχές Ροδόπη, Ξάνθη, Βελεστίνο, Καστοριά και Βυζίτσα. Οι προηγούμενες καθαρές σειρές επιλέχθηκαν με κριτήριο απόδοση και πρωιμότητα και ανήκουν στο είδος *Phaseolus vulgaris*. Από τις 32 σειρές πέντε προέκυψαν από τον πληθυσμό της Ροδόπης, τέσσερις από τον πληθυσμό της Ξάνθης, πέντε από τον πληθυσμό του Βελεστίνου, τέσσερις από τον πληθυσμό της Καστοριάς, τέσσερις από τον πληθυσμό της Βυζίτσας καφέ, τέσσερις από τον πληθυσμό της Βυζίτσας α/μ, τρεις από τον πληθυσμό της Βυζίτσας καθιστά και τρεις από τον πληθυσμό της Βυζίτσας μ/μ. Επιπλέον αξιολογήθηκαν και δυο νέοι πληθυσμοί οι Χάντρες κ/μ και Χάντρες μ/κ, για απόδοση και πρωιμότητα. Οι καθαρές σειρές αξιολογήθηκαν και σε σύγκριση με οχτώ εμπορικές ποικιλίες φασολιού.

Η αγρονομική συμπεριφορά αξιολογήθηκε με βάση την απόδοση σε σπόρο, λοβούς, ολική βιομάζα, αριθμό λοβών ανά φυτό, δείκτη συγκομιδής και έμμεσος προσδιορισμός χλωροφύλλης σε μονάδες SPAD. Τα χαρακτηριστικά ποιότητας των καρπών αξιολογήθηκαν με βάση την οργανοληπτική εξέταση από ομάδα δέκα ατόμων ενώ η φυσικοχημική εξέταση έγινε με βάση την εκατοστιαία περιεκτικότητα των σπόρων κάθε ποικιλίας σε λίπος και πρωτεΐνη, την πυκνότητα των σπόρων, το pH, τις παραμέτρους του χρώματος (L, a, b και C), την ικανότητα ενυδάτωσης και απορρόφησης στις 12 και 24 ώρες, τη σκληρότητά τους μετά από δεκαπεντάλεπτο βρασμό και το βάρος 100 σπόρων.

Από την ανάλυση των δεδομένων για την αγρονομική συμπεριφορά και των 32 καθαρών σειρών προέκυψε ότι υπάρχει μεγάλη παραλλακτικότητα στο εγχώριο γενετικό υλικό. Οι 32 καθαρές σειρές διαφοροποιήθηκαν για όλα τα χαρακτηριστικά στα οποία έγιναν μετρήσεις ως προς την αγρονομική τους συμπεριφορά. Από την ανάλυση παραλλακτικότητας των επιλεγμένων καθαρών σειρών εντός των πληθυσμών δεν προέκυψαν για όλα τα χαρακτηριστικά στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Επίσης από τον υπολογισμό των γενετικών παραμέτρων κάθε πληθυσμού φάνηκε ότι υπάρχει πολύ μικρή γενοτυπική παραλλακτικότητα μέσα σε κάθε

πληθυσμό, όπως φάνηκε και από τις τιμές του γενετικού συντελεστή παραλλακτικότητας (GCV).

Από τη σύγκριση των εμπορικών ποικιλιών με τις αξιολογηθέντες παραδοσιακές ποικιλίες φασολιού, φάνηκε υπεροχή των δεύτερων ως προς την αγρονομική τους συμπεριφορά. Οι παραδοσιακές ποικιλίες ως γενικός μέσος όρος αγρονομικής συμπεριφοράς, ξεπέρασαν τις 4 εμπορικές ποικιλίες Magirus, Carafal, Stara Zagorski και Ζαργάνα.

Για την αξιολόγηση των χαρακτηριστικών ποιότητας των παραδοσιακών ποικιλιών φασολιού έγινε σύγκριση με οκτώ εμπορικές ποικιλίες. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι οι παραδοσιακές ποικιλίες έχουν πολύ καλά χαρακτηριστικά ποιότητας και μπορούν να συγκριθούν με τις βελτιωμένες εμπορικές ποικιλίες. Ειδικότερα στην οργανοληπτική εξέταση που πραγματοποιήθηκε οι παραδοσιακές ποικιλίες αξιολογήθηκαν πολύ θετικά από το κοινό. Επίσης τα ίδια θετικά αποτελέσματα προέκυψαν και από την εργαστηριακή αξιολόγηση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών ιδιοτήτων των σπόρων. Σε όλες τις περιπτώσεις οι παραδοσιακές ποικιλίες ξεπέρασαν ή είχαν παρόμοια χαρακτηριστικά με τις εμπορικές ποικιλίες. Εφαρμόστηκαν πολυπαραγοντικές στατιστικές προσεγγίσεις με στόχο να ομαδοποιηθούν οι ποικιλίες αλλά και να βρεθούν χαρακτηριστικά που αντιπροσωπεύουν καλύτερα τις ποικιλίες. Επίσης βρέθηκαν γραμμικές συσχετίσεις της ολικής αποδοχής από το κοινό με κάποια χαρακτηριστικά της οργανοληπτικής εξέτασης και φυσικοχημικών ιδιοτήτων των σπόρων.

Συμπερασματικά προέκυψε ότι η χώρα μας έχει καλό γενετικό υλικό φασολιού τόσο ως προς την αγρονομική του συμπεριφορά αλλά και ως προς τα χαρακτηριστικά ποιότητας που συγκεντρώνει. Τα προηγούμενα κάνουν επιτακτική την ανάγκη διάσωσης αλλά και άμεσης χρησιμοποίησης του εγχώριου γενετικού υλικού τόσο σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών όσο και απευθείας καλλιέργειάς του.

Summary

Βιβλιογραφία

1. Acosta-Gallegos J.A.; Vargas-Vazquez P.; White J.W. (1996). Effect of sowing date on the growth and seed yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in highland environments. *Field Crops Research* , **49**, pp. 1-10(10).
1. Acquaah G.; Adams M.W. and Kelly J.D. (1992). A factor analysis of plant variables associated with architecture and seed size in dry bean. *Euphytica*, **60**:171-177.
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.; M. Seignac, and M. Dron. 1994. A genetic map of common bean to localize specific resistance genes against anthracnose. *Genome*, **37**:915–924.
4. Aguirre R.; Pepa-Valdivia C.B. and Bayuelo-Jimenez J.S. (2003). Morphology, phenology and agronomic traits of two wild Mexican common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) populations under cultivation. *South African Journal of Botany*, **69**(3) 410-421.
5. Araújo A.P.; Teixeira M.G. (2003). Nitrogen and phosphorus harvest indices of common bean cultivars: Implications for yield quantity and quality. *Plant and Soil*, **257**, pp. 425-433(9).
6. Aragão J.; Francisco L.; Giovanni R.; Vianna Margareth M.; Albino C. and Elíbio L. (2002). Transgenic Dry Bean Tolerant to the Herbicide Glufosinate Ammonium, *Crop Sci.*, **42**:1298-1302.

7. Ariyaratne H.M.; D.P. Coyne; G. Jung; P.W. Skroch; A.K. Vivader; J.R. Steadman; P.N. Miklas and M.J. Basset. 1999. Molecular mapping of disease resistance genes for halo blight, common bacterial blight, and bean common mosaic virus in a segregating population of common bean. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, **124**:654–662.
8. Arumuganathan, K., and D.E. Earle. (1991). Nuclear DNA content of some important plant species. *Plant Mol. Biol. Rep.*, **9**:208–218.
9. Aubry C.M.; Hamon B.; Jalouzot R.; Peltier D. (2000). Description and analysis of genetic diversity between commercial bean lines (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theor. Appl. Genet.*, **101**:1207–1214.
10. Bai Y.; T.E. Michaels, and K.P. Pauls. 1997. Identification of RAPD markers linked to common bacterial blight resistance genes in *Phaseolus vulgaris* L. *Genome*, **40**:544–551.
11. Beattie, D. Aaron, Jamie Larsen, Tom E.Michaels and Peter K. Pauls (2003). Mapping quantitative trait loci for a common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) ideotype. *Genome*, **46**(3): 411-422.
12. Beattie, D.Aaron, Tom E.Michaels, and Peter K.Pauls (2003). Predicting progeny performance in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) using molecular marker-based cluster analysis. *Genome*, **46**(2): 259-267.
13. Beaver J.S. and Kelly J.D. (1989). Yield compensation of bean genotypes grown in hill-plots. *Hort. Sci.*, **24**:137-138.
14. Beaver J.S. and Kelly J.D. (1994). Comparison of selection methods for dry bean populations derived from crosses between gene pools. *Crop Sci.*, **34**:34-37.

15. 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 Sci.*, **35**:1178-1183.

16. 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 Sci.*, **40**:264-273.

17. Beebe S.; Rengifo J.; Gaitan E.; Duque M.C. and Tohme J. (2001). Diversity and Origin of Andean Landraces of Common Bean. *Crop Sci.*, **41**:854-862.

18. Bengtsson A. (1991). Field experiments with inoculation and nitrogen fertilization of kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Swed. J. Agric. Res.*, **21**:63-66.

19. Berrios Jose De J., Barry G. Swanson, W. Adeline Cheong (1999). Physico-chemical characterization of stored black beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Research International*, **32**:669-676.

20. Berrocal I.S.; Ortuz J.; Pepa-Valdivia C.B.; (2002). Yield components, harvest index and leaf area efficiency of a sample of wild population and a domesticated variant of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *South African Journal of Botany*, **68**: 205-211.

21. Bhagsari A.S. and Brown R.H. (1986). Leaf photosynthesis and its correlation with leaf area. *Crop Sci.*, **26**:127-132.

22. Blair M.W.; Beebe S.; Grusak M.; Tohme M.; Rao J. (2003). Development of genetic in genomic tools to study nutritional quality and aluminum tolerance in common bean. *Plant Physiology*, **131**:862-863.
23. Bletsos E.A. and C.K. Goulas. (1999). Mass selection for improvement of grain yield and protein in a maize population. *Crop Sci.*, **39**:1302-1305.
24. Boutraa T.; Sanders F.E. (2001). Influence of Water Stress on Grain Yield and Vegetative Growth of Two Cultivars of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, **187**:251-257(7).
25. Brothers M.E. and Kelly J.D. (1993). Interrelationship of plant architecture and yield components in the pinto bean ideotype. *Crop Sci.*, **33**:1234-1238.
26. Carmen J.H.; Susana Azpiroz-Rivero; Jorge A. Acosta-Gallegos; Humberto Hernandez-Sanchez; and Irma Bernal-Lugo (2003). Genetic Analysis and Random Amplified Polymorphic DNA Markers Associated with Cooking Time in Common Bean. *Crop Sci.*, **43**:329-332.
27. Castellanos J.V.; Guzman-Maldonado H.; Acosta-Gallegos J. and Kelly J.D. (1995). Effect of hardshell on cooking time of common beans grown in the semiarid highlands of Mexico. *J. Sci. Food Agric.*, **69**:437-443.
28. Δαλιάνης Κ. (1993), Ψυχανθή για καρπό και σανό. Εκδόσεις Σταμούλης.
29. 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.
30. Elia F.M.; Hosfield G.L.; Kelly J.D. and Uebersax M.A. (1997). Genetic analysis and interrelationships between traits for cooking time, water absorption, and protein and tannin content of Andean dry beans. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **122**:512-518.

31. Escribano M.R.; Santalla M.; de Ron A.M. (1997). Genetic diversity in pod and seed quality traits of common bean populations from Northwestern Spain. *Euphytica*, **93**:71-81.
32. Faleiro G.Fábio; Wender Santos Vinhadelli; Vilmar Antonio Ragagnin; Ronan Xavier Corrêa; Maurilio Alves Moreira and Everaldo Gonçalves de Barros (2000). RAPD markers linked to a block of genes conferring rust resistance to the common bean. *Genet. Mol. Biol.*, **23** n.2.
33. Ferreira G.S.; João 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.
34. Frahm M.A.; Rosas J.C.; Mayek-Pérez N.; López-Salinas E.; Acosta-Gallegos J.A. and Kelly J.D. (2004). Breeding beans for resistance to terminal drought in the Lowland tropics. *Euphytica*, **136**:223-232(10).
-
35. Freyre R.; P. Skroch; V. Geffroy; A.F. Adam-Blondon; A. Shirmohamadali; W. Johnson; V. Llaca; R. Nodari; P. Pereira; S.M. Tsai; J. Tohme; M. Dron; J. Nienhuis; C. Vallejos and P. Gepts. (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.
36. Gaitán-Solís E.; Duque M.C.; Edwards K.J. and Tohme J. (2002). Microsatellite Repeats in Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Isolation, Characterization, and Cross-Species Amplification in *Phaseolus* ssp. *Crop Sci.*, **42**:2128-2136.
37. Gepts, P., T.C. Osborn, K. Rashka, and F.A. Bliss (1986). Phaseolin protein variability in wild forms and landraces of the common bean (*Phaseolus*

- vulgaris*): evidence for multiple centers of domestication. *Econ. Bot.*, **40**:451–468.
38. Ghaderi A.; Johanson A.G.; Adams M.W. and Kelly J.D. (1984). A computerized system for storage, processing and retrieval of information for breeding of dry edible beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Hort. Science*, **19**:345-348.
39. Graham P.H.; Ranalli P. (1997). Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Res.*, **53**:131-146.
40. Gross Y. and Kigel J. (1994). Differential sensitivity to high temperature of stages in the reproductive development of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Res.*, **36**:201–212.
41. Gu W.K.; J.Q. Zhu; D.H. Wallace; S.P. Singh and N.F. Weeden. (1998). Analysis of genes controlling photoperiod sensitivity in common bean using DNA markers. *Euphytica*, **102**:125–132.
42. Haley S.D.; Miklas P.N.; Afanador L. and Kelly J.D. (1994). Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) marker variability between and within gene pools of common bean. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **119**:122-125.
43. Haley; S.D.; Afanador L.K.; Miklas P.N.; Stavely J.R. and Kelly J.D (1994). Heterogeneous inbred populations are useful as sources of near-isogenic lines from RAPD marker localization. *Theor. Appl. Genet.*, **88**:337-342.
44. Haley S.D.; Afanador L.K. and Kelly J.D. (1994). Selection for monogenic resistance traits with coupling- and repulsion-phase RAPD markers. *Crop Sci.*, **34**:1061-1066.

45. Haley S.D.; Afanador L. and Kelly J.D. (1994). Identification and application of a Random Amplified Polymorphic DNA marker for the I gene (Potyvirus resistance) in common bean. *Phytopathology*, **84**:157-160.
46. Haley S.D.; Miklas P.N.; Stavely J.R.; Byrum J. and Kelly J.D. (1993). Identification of RAPD markers linked to a major rust resistance gene block in common bean. *Theor. Appl. Genet.*, **86**:505-512.
47. Hernandez-Jacinto C.; Rivero-Azpiroz S.; Acosta-Gallegos J.A.; Hernandez-Sanchez H. and Bernal-Lugol I. (2003). Genetic Analysis and Random Amplified Polymorphic DNA Markers Associated with Cooking Time in common bean. *Crop Sci.*, **43**:329-332.
48. Horn Luiz Fernando, Luis Osmar Braga Schuch, Expedito Paulo Silveira, Irajá Ferreira Antunes, José Cavalcante Vieira, Gelso Marchioro, Dener Fábio Medeiros e José Ernani Schwengber (2000). Spacing and plant population for dry bean harvest mechanization. *Pesq. Agropec. Bras.*, **35** no.1.
49. Islam F.M.A.; Basford K.E.; Redden R.J.; González A.V.; Kroonenberg P.M. and Beebe S. (2002). Genetic variability in cultivated common bean beyond the two major gene pools. *Genet. Resour. Crop Evol.*, **49** (3):271-283.
50. Johnson C.William & Paul Gepts (1999). Segregation for performance in recombinant inbred populations resulting from inter-gene pool crosses of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica*, **106**: 45–56.
51. Johnson C.William & Paul Gepts (2002). The Role of epistasis in controlling seed yield and other agronomic traits in an Andean × Mesoamerican cross of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica*, **125**: 69–79.

52. Johnson E.; P.N. Miklas; J.R. Stavelly, and J.C. Martinez-Cruzado. 1995. Coupling- and repulsion-phase RAPDs for marker-assisted selection of PII81996 rust resistance in common bean. *Theor. Appl. Genet.*, **90**:659–664.
53. Johnson C.W.; Cristina Menéndez, Rubens Nodari, Epimaki; M.K. Koinange, Steve Magnusson, Shree P.Singh and Paul Gepts. (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.
54. Judith M.Kolkman and Kelly J.D. (2002). Agronomic Traits Affecting Resistance to White Mold in Common Bean. *Crop Sci.*, **42**:693-699.
55. Jung, G.; P.W. Skroch; J. Nienhuis; D.P. Coyne; E. Arnaud-Santana; H.M. Ariyaratne, and J.M. Marita. 1999. Confirmation of QTL associated with common bacterial blight resistance in four different genetic backgrounds in common bean. *Crop Sci.*, **39**:1448–1455.
56. Jung G.; P.W. Skroch; D.P. Coyne; J. Nienhuis; E. Arnaud-Santana; H.M. Ariyaratne; S.M. Kaeppler, and M.J. Basset. 1997. Molecular-marker-based genetic analysis of tepary bean-derived common bacterial blight resistance in different developmental stages of common bean. *J. Am. Soc. Hort.*, **122**:329–337.
57. Jung G.; D.P. Coyne; P.W. Skroch; J. Nienhuis; E. Arnaud-Santana; J. Bokosi; H.M. Ariyaratne; J.R. Steadman; J.S. Beaver, and S.M. Kaeppler. 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.
58. Kao W.Y.; Comstock J.P. and Ehleringer J.R. (1994). Variation in leaf movements among common bean cultivars. *Crop Sci.*, **34**:1273–1278.

59. 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.
60. 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.
61. Kelly J.D. (2000). Remaking bean plant architecture for efficient production. *Adv. Agron.*, **71**:109–143.
62. 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.
63. Kelly J.D. and Miklas P.N. (1998). The role of RAPD markers in breeding for disease resistance in common bean. *Molecular Breeding*, **4**:1-11.
64. Kelly J.D. (1995). Use of Random Amplified Polymorphic DNA markers in breeding for major gene resistance to plant pathogens. *Hort. Science*, **30**:461-465.
65. Kelly J.D. and Adams M.W. (1987). Phenotypic recurrent selection in ideotype breeding of pinto beans. *Euphytica*, **36**:69-80.
66. 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 Sci.*, **15**:753-757.
67. Kelly J.D. and Bliss F.A. (1975). Quality factors affecting the nutritive value of bean seed protein. *Crop Sci.*, **15**:757-760.
68. Kelly J.D.; Judith M.; Kolkman Kristin Schneider. (1998). Breeding for yield in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica*, **102**(3):343-356.

69. Kigel J. (1999). Culinary and nutritional quality of *Phaseolus vulgaris* seeds as affected by environmental factors. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **3**:205-209.
70. Knap S.J.; W.W. Stroup and W.M. Ross. (1985). Exact confidence intervals for heritability on a progeny mean basis. *Crop. Sci.*, **25**:192-194.
71. Koinange E.M.K. and P. Gepts. (1992). Hybrid weakness in wild *Phaseolus vulgaris* L. *J. Hered.* **83**:135–139.
72. Koinange E.M.K.; S.P. Singh and P. Gepts. (1996). Genetic control of the domestication syndrome in common bean. *Crop Sci.* **36**: 1037–1045.
73. Kolkman J.M. and Kelly J.D. (2002). Agronomic Traits Affecting Resistance to White Mold in Common Bean. *Crop Sci.*, **42**:693-699.
74. Kolkman J.M. and Kelly J.D. (2000). An indirect test using oxalate to determine physiological resistance to white mold in common bean. *Crop Sci.*, **40**:281-285.
75. Kolkman J.M. and Kelly J.D. (2003). QTL conferring resistance and avoidance to white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Crop Sci.*, **43**:539-548.
76. Martínez C.; Ros G.; Periago M.J.; López G.; Ortuno J. and Rincón F. (1995). Physico-Chemical and Sensory Quality Criteria of Green Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, **28**:515–520.
77. Mejía E.G.; Guzmán-Maldonado S.H.; Acosta-Gallegos J.A.; Reynoso-Camacho R.; Ramírez-Rodríguez E.; Pons-Hernández J.L.; González-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.

78. Mekbib F. (2003). Yield stability in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *Euphytica*, vol.**130**, 147-153(7).
79. Mejía-Jiménez A.; Muñoz 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 of hybridization through recurrent and congruity backcrossing. *Theor. Appl. Genet.*, **88**:324-331.
80. Métais C.; Aubry B.; Hamon R.; Jalouzot D.; Peltier. (2000). Description and analysis of genetic diversity between commercial bean lines (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theor. Appl. Genet.*, **101**:1207–1214.
81. Μήτσιος Κ.Ι. (2000), Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή Βελεστίνου. Εκδόσεις Zymel.
82. Michaels T.E.; Stanley D.W. (1991). Stability and inheritance of storage induced hardening in 20 common bean cultivars. *Can. J. Plant Sci.*, **71**:641-647.
83. Miguel Sanz Calvo, Julián Atienza del Rey (1999). Sensory analysis of beans (*Phaseolus vulgaris*). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **3**:201–204
84. Miklas P.M.; Larsen R.C.; Riley R. and Kelly J.D. (2000). Potential marker-assisted selection for *bc-1²* resistance to bean common mosaic potyvirus in common bean. *Euphytica*, **116**:211-219.

85. Miklas P.N.; V. Stone; C.A. Urrea; E. Johnson, and J.S. Beaver. 1998. Inheritance and QTL analysis of field resistance to ashy stem blight in common bean. *Crop Sci.*, **38**:916–921.
86. Miklas P.N.; W.C. Johnson; R. Delorme, and P. Gepts. 2001. QTL conditioning physiological resistance and avoidance to white mold in dry bean. *Crop Sci.*, **41**:309–315.
87. Miklas P.N.; Afanador L. and Kelly J.D. (1996). Recombination-facilitated RAPD marker-assisted selection for disease resistance in common bean. *Crop Sci.*, **36**:86-90.
88. Miklas P.N.; Stavely J.R. and Kelly J.D. (1993), Identification and potential use of a molecular marker for rust resistance in common bean. *Theor. Appl. Genet.*, **85**:745-749.
89. 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.
90. Mwandemele D.D.; Nchimbi S. (1992). Variability for cook ability and storability in common beans. *Indian J. Gen. Plant Breed.*, **52**:68-71.
91. Muñoz L.C.; Blair M.W.; Duque M.C.; Tohme J. and Roca W. (2004). Introgression in Common Bean x Tepary Bean Interspecific Congruity-Backcross Lines as Measured by AFLP Markers. *Crop Sci.*, **44**:637-645.
92. Ngatia 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.
93. Nodari R.O.; S.M. Tsai; P. Guzman; R.L. Gilbertson, and P. Gepts. 1993. Towards an integrated linkage map of common bean. III. Mapping genetic factors controlling host-bacteria interactions. *Genetics*, **134**:341–350.

94. Önder M. & Babaoglu M. (2001). Interactions amongst Grain Variables in Various Dwarf Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivars Journal of Agronomy and Crop Science*, **187**(1)19-.
95. Πάνου Α. Δημήτριος (1966). Ο ελληνικός φασόλος. Ινστιτούτο έρευνας κτηνοτροφικών φυτών.
96. Παπουτσή – Κωστοπούλου Ελένη (1997). Μελέτη της παραλλακτικότητας στην απόδοση, στην πρωιμότητα και στο ύψος των φυτών μεταξύ εγχώριων πληθυσμών κοινού φασολιού (*Phaseolus vulgaris* L.). Γεωργική Έρευνα 21, :62–67.
97. Παπουτσή – Κωστοπούλου Ελένη (1999). Αξιολόγηση και βελτίωση εγχώριων πληθυσμών φασολιού (*Phaseolus vulgaris* L.) με πολλαπλά κριτήρια επιλογής για τη δημιουργία νέων ποικιλιών. ΕΘΙΑΓΕ. Ινστιτούτο κτηνοτροφικών φυτών και βοσκών.
98. Pallottini L.; Garcia E.; Kami J.; Barcaccia G. and Gepts. P. (2004). The Genetic Anatomy of a Patented Yellow Bean. *Crop Sci.*, **44**:968-977.
99. Park S.O.; Coyne D.P.; Steadman J.R.; Crosby K.M. and Brick M A. (2004). RAPD and SCAR Markers Linked to the Ur-6 Andean Gene Controlling Specific Rust Resistance in Common Bean. *Crop Sci.*, **44**:1799-1807.
100. Park S.O.; D.P. Coyne; N. Mutlu; G. Jung, and J.R. Steadman. 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.
101. 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 to growth stages. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, **26**:183-192.

102. Pastenes Claudio & Peter Horton (1999). Resistance of photosynthesis to high temperature in two bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.). *Photosynthesis Research*, **62**:197–203.
103. Perin Adriano, Adelson Paulo Araújo and Marcelo Grandi Teixeira (2002). Effect of seed size on biomass and nutrient accumulation and on grain yield of common bean. Vol**37** Num**12**.
104. Piergiovanni A.R.; Cerbino D. and della Gatta C. (2000). Diversity in seed quality traits of common bean populations from Basilicata (Southern Italy). *Plant Breeding*, **119**(6) page 513.
105. Posa-Macalincag M.C.T.; Hosfield G.L.; Grafton K.F.; Uebersax M.A. and Kelly J.D. (2002). Quantitative trait loci (QTL) analysis of canning quality traits in kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **127**:608-615.
106. Ramirez-Vallejo P. and Kelly J.D. (1998), Traits related to drought resistance in common bean. *Euphytica*, **99**:127-136.
107. Redden R.J.; Tompkins W. and Usher T. Growth interactions of navy bean varieties with sowing date and season. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, **37**(2)213–221.
108. Reiber J.M. and Neuman D.S. (1999), Hybrid Weakness in *Phaseolus vulgaris* L. II. Disruption of Root-Shoot Integration. *Journal of Plant Growth Regulation*, **18**(3)107–112.
109. Rodiño A.P., M. Santalla, A.M. De Ron and S.P. Singh (2003). A core collection of common bean from the Iberian peninsula. *Euphytica*, **131**:165–175.
110. Rosales-Sernaa R.; Kohashi-Shibataa J.; Jorge Alberto Acosta-Gallegosb, Carlos Trejo-Lo'peza, Joaquín Ortiz-Cereceresc and Kelly J.D.

- (2004), Biomass distribution, maturity acceleration and yield in drought-stressed common bean cultivars. *Field Crops Research*, **85**:203–211.
111. Salvador H.; Guzmán-Maldonado, Octavio Martínez, Jorge A. Acosta-Gallegos, Fidel Guevara-Lara and Octavio Paredes-López (2003), Putative Quantitative Trait Loci for Physical and Chemical Components of Common Bean. *Crop Sci.*, **43**:1029-1035.
112. Sánchez E.; Rosa M.Rivero; Juan M.Ruiz and Luis Romero (2004), Changes in bioass, enzymatic activity and protein concentration in roots and leaves of green bean plants (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Strike) under high NH₄NO₃ application rates. *Scientia Horticulturae*, **99**:237–248.
113. Santalla M.; Casquero P.A. and de Ron A.M. (1999), Yield and Yield Components from Intercropping Improved Bush Bean Cultivars with Maize. *Journal of Agronomy and Crop Science*, **4**:183-263.
114. Santalla M.; Menéndez-Sevillano M.C.; Monteagudo A.B.; de Ron A.M. (2004), Genetic diversity of Argentinean common bean and its evolution during domestication. *Euphytica*, **135**(1) 75-87(13).
115. Santalla M.; Monteagudo A.B.; González A.M.; De Ron A.M. (2004). Agronomical and quality traits of runner bean germplasm and implications for breeding. *Euphytica*, **135**:205-215.
116. Santalla M.; de Ron A.M.; Casquero P.A. (1995). Nutritional and culinary quality of bushy bean populations intercropped with maize. *Euphytica*, **84**:57-65.
117. Sathe S.K. (2002). Dry Bean Protein Functionality. *Critical Reviews in Biotechnology*, **22**(2)175-223.
118. 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 Sci.*, **37**:43-50.
119. Schneider K.A.; Brothers M.E. and Kelly J.D. (1997). Marker assisted selection to improve drought resistance in common bean. *Crop Sci.*, **37**:51-60.
120. Schneider K.A.; Grafton K.F. and Kelly J.D. (2000). QTL analysis of resistance to Fusarium root rot in bean. *Crop Sci.*, **41**:535-542.
121. Sexton P.J.; White J.W.; Boote K.J. (1994). Yield-determining processes in relation to cultivar seed size of common bean. *Crop Sci.*, **34**(1):84-91.
122. Shams M.A. and Thompson D.R. (1987). Quantitative determination of pea losses as affected by conventional water blanching. *Journal of Food Science*, **52**:1006–1009.
123. 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.
124. 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.
125. Shirtliffe 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.
126. Singh S.P.; Terán H.; Muñoz C.G.; Osorno J.M.; Takegami J.C.; Thung M. (2003). Low soil fertility tolerance in landraces and improved common bean genotypes. *Crop Sci.*, **43**(1):110-119.

127. Singh S.P.; Urrea C.A. (1994). Selection for seed yield and other traits among early generations of intra- and interracial populations of the common bean. *Rev. Brazil. Genet.*, **17**:299-303.
128. Singh S.P.; C. Cardona; F.J. Morales; M.A. Pastor-Corrales and O. Voysest (1998). Gamete selection for upright carioca bean with resistance to five diseases and a leafhopper. *Crop Sci.* **38**:666–672.
129. Singh S.P.; D.G. Debouck and W.M. Roca (1997). Successful interspecific hybridization between *Phaseolus vulgaris* L. and *P. costaricensis* Freytag & Debouck. *Annu. Rpt. Bean Improv. Coop.* **40**:40–41.
130. Singh S.P.; D.G. Debouck and W.M. Roca (1998). Interspecific hybridization between *Phaseolus vulgaris* L. and *P. parvifolius* Freytag. *Annu. Rpt. Bean Improv. Coop.* **41**:7–8.
131. Singh P.Shree; Francisco J.Morales; Phillip N.Miklas and Henry Terán (2000). Selection for Bean Golden Mosaic Resistance in Intra- and Interracial Bean Populations. *Crop Sci.*, **40**:1565-1572.
132. Singh P. Shree; Henry Tera'n; Carlos Germa'n Munoz; and Juan Carlos Takegami (1999). Two Cycles of Recurrent Selection for Seed Yield in Common Bean. *Crop Sci.*, **39**:391–397.
133. Singh P.Shree; Francisco J.Morales; Phillip N.Miklas and Henry Terán (2000). Selection for Bean Golden Mosaic Resistance in Intra- and Interracial Bean Populations. *Crop Sci.*, **40**:1565-1572.
134. Singh S.P.; Terán 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.

135. 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 Sci.*, **38**(3):666-672.
136. Singh S.P. (1995). Selection for seed yield in Middle American versus Andean x Middle American interracial common-bean populations. *Plant Breed.*, **114**:269-271.
137. Singh S.P. (1995). Selection for water-stress tolerance in interracial populations of common bean. *Crop Sci.*, **35**:118-124.
138. 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.
139. Singh S.P. (1994). Gamete selection for simultaneous improvement of multiple traits in common bean. *Crop Sci.*, **34**:352-355.
140. Szilagyi L. (2003) Influence of drought on seed yield components in common bean. *Bulg. J. Plant Physiol.* 320–330
141. Skroch P.W.; Nienhuis J.; Beebe S.; Tohme J. and Pedraza F. Comparison of mexican common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) core and reserve germplasm collections. *Crop Sci.*, **38**(2)488-496.
142. Skroch P.W. and J. Nienhuis. (1995). Qualitative and quantitative characterization of RAPD variation among snap bean (*Phaseolus vulgaris*) genotypes. *Theor. Appl. Genet.* **91**:1078–1085.
143. Strommer J.; Peters J.; Zethof J.; de Keukeleire P.; Gerats T. (2002). AFLP maps of *Petunia hybrida*: building maps when markers cluster. *Theoretical and Applied Genetics*, **105**(6-7)1000–1009.

144. Svetleva D.; Velcheva M.; Bhowmik G. (2003). Biotechnology as a useful tool in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) improvement. *Euphytica*, **131**(2) 189-200.
145. Tar'an Bunyamin; Michaels T.E. and Peter K.Pauls (2002). Genetic Mapping of Agronomic Traits in Common Bean. *Crop Sci.*, **42**:544-556.
146. Tar'an B.; Michaels T.E.; Pauls K.P. (2003). Marker-assisted selection for complex trait in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) using QTL-based index. *Euphytica*, **130**(3) 423-432(10).
147. Terán S.H.; Singh S.P. (2002). Comparison of sources and lines selected for drought resistance in common bean. *Crop Sci.*, **42**(1):64-70.
148. Terán S.H.; Singh S.P. (2002). Selection for drought resistance in early generations of common bean populations. *Can. J. Plant Sci.*, **82**: 491-497.
149. Traka-Mavrona Ekaterini, Dimitrios Georgakis, Metaxia Koutsika-Sotiriou and Theodora Pritsa (2000). An Integrated Approach of Breeding and Maintaining an Elite Cultivar of Snap Bean. *Agronomy Journal*, **92**:1020-1026.
150. Urrea C.A.; P.N. Miklas and J.S. Beaver (1999). Inheritance of resistance to common bacterial blight in four tepary bean lines. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* **124**:24-27.
151. Urrea C.A.; P.N. Miklas; J.S. Beaver and R.H. Riley (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.
152. Urrea C.A. and S.P. Singh. (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.
153. Urrea C.A. and S.P. Singh. (1995). Comparison of recurrent and congruity backcrossing for interracial hybridization in common bean. *Euphytica* **81**:21–26.
154. Vallejos C.E.; N.S. Sakiyama, and C.D. Chase. 1992. A molecular marker-based linkage map of *Phaseolus vulgaris* L. *Genetics*, **131**:733-740.
155. Vargas-Torres Apolonio, Perla Osorio-Dvaz, Juscelino Tovar, Octavio Paredes-López, Jenny Ruales Luis, A. Bello-Pérez (2004). Chemical Composition, Starch Bioavailability and Indigestible fraction of Common Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.). *Starch*, **56**:74–78
156. Velez J.J.; M.J. Bassett; J.S. Beaver and A. Molina (1998). Inheritance of resistance to bean golden mosaic virus in common bean. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* **123**:628–631.
157. Waldir Cintra de Jesus, Jr. Francisco Xavier Ribeiro do Vale, Reginaldo Resende Coelho and Luiz Cláudio Costa (2001). Comparison of Two Methods for Estimating Leaf Area Index on Common Bean. *Agronomy Journal*, **93**:989-991.

158. 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. Sci.*, **122**:338-343.
159. Wang C.R.; K.C. Chang and K. Grafton. (1988). Canning quality evaluation of pinto and navy beans. *J. Food Sci.* **53**:772-76.
160. 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.
161. White W.Jeffrey, Consuelo Montes-R. (2004). Variation in parameters related to leaf thickness in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) *Field Crops Research*, xxx xxx-xxx.
162. Worku Walelign; Arne O.Skjelvåg and Hans R.Gislerød (2004). Responses of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to photosynthetic irradiance levels during three phenological phases. *Agronomie*, **24**:267-274.
163. Wright G.C. and Redden R.J. (1998). A germplasm and breeding strategy for improved drought resistance in *Phaseolus vulgaris*. *Proceedings of the 9th Australian Agronomy Conference*, Wagga wagga.
164. 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 Sci.*, **35**:1094-1099.

165. Yan X.; Lynch J.P. and Beebe S.E. (1995). Genetic variation for phosphorus efficiency of common bean in contrasting soil types: I. Vegetative response. *Crop Sci.*, **35**:1086–1093.
166. Yan X.; Lynch J.P.; Beebe S.E. (1996). Utilization of phosphorus substrates by contrasting common bean genotypes. *Crop Sci.*, **36**:936–941.
167. 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.
168. Young R.A. and Kelly J.D. (1996). RAPD markers flanking the Are gene for anthracnose resistance in common bean. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **121**:37-41.
169. Young R.A. and Kelly J.D. (1997). RAPD markers linked to three major anthracnose resistance genes in common bean. *Crop Sci.*, **37**:940-946.
170. Young R.A.; M. Melotto; R.O. Nodari and J.D. Kelly. (1998). Marker assisted dissection of the oligogenic anthracnose resistance in common bean cultivar, 'G 2333'. *Theor. Appl. Genet.* **96**:87–94.
171. Yu, Z.H.; R.E. Stall, and C.E. Vallejos. (1998). Detection of genes for resistance to common bacterial blight of beans. *Crop Sci.*, **38**:1290–1296.
172. Zobel, R.W., M.J. Wright, and H.G. Gauch. (1988). Statistical analysis of a yield trial. *Agron. J.*, **80**:388–393.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074964