

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑΞΥ  
ΚΑΙ ΕΝΤΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΦΑΣΟΛΙΟΥ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΛΛΙΜΟΠΟΥΛΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΓΟΥΛΑΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ, 2004

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑΞΥ  
ΚΑΙ ΕΝΤΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΦΑΣΟΛΙΟΥ**

**ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΛΛΙΜΟΠΟΥΛΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΓΟΥΛΑΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ : ΧΡΗΣΤΟΣ ΓΟΥΛΑΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΜΑΥΡΟΜΑΤΗΣ, ΛΕΚΤΟΡΑΣ  
ΑΒΡΑΑΜ ΧΑ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ, 2004**



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

Αριθ. Εισ.: 4183/1  
Ημερ. Εισ.: 14-12-2004  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ  
635.65  
ΚΑΛ

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εκπόνηση της παρούσης εργασίας επιτεύχθηκε με τη καθοδήγηση της τριμελούς επιτροπής.

Αρχικά θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα κ. Χρήστο Γούλα, Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την ανάθεση σε εμένα του ιδιαίτερα ενδιαφέροντος και πρωτότυπου αυτού θέματος καθώς και για τη συνολική του συμβολή τόσο κατά τη διάρκεια του πειράματος όσο και κατά τη συγγραφή της εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της επιτροπής Επίκουρο Καθηγητή κ. Αβραάμ Χα, καθώς και το Λέκτορα κ. Αθανάσιο Μαυρομάτη, για τις εύστοχες παρατηρήσεις τους και τη βοήθειά τους στην εγκατάσταση του πειράματος στον αγρό.

Θα ήταν παράλειψη να μην ευχαριστήσω τον κ. Αντώνη Γιακουντή για την συνεργασία που υπήρξε αναφορικά με την μοριακή ανάλυση στο γενετικό υλικό του πειράματος.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω βαθύτατα τη σύζυγό μου Ιωάννα για τη συγγραφή της εργασίας, καθώς και το πεθερό μου Δημήτρη Κωστούλα κατά τις εργασίες εγκατάστασης του πειράματος στο αγρόκτημα.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή .....	6
1. Βοτανικά και φυσιολογικά γνωρίσματα του φασολιού .....	6
2. Συνθήκες ανάπτυξης στην Ελλάδα, κλίμα – έδαφος .....	9
3. Εχθροί και Ασθένειες .....	10
4. Θρεπτική αξία φασολιού .....	10
2. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας .....	13
3. Υλικά και μέθοδοι .....	19
3.1 Γενετικό Υλικό .....	19
3.2 Εγκατάσταση του πειράματος .....	20
3.3 Καλλιεργητικές φροντίδες .....	21
3.4 Μετρήσεις και Παρατηρήσεις .....	21
3.5 Συγκομιδή .....	22
3.6 Στατιστική ανάλυση και επεξεργασία δεδομένων .....	22
3.7 Μοριακή ανάλυση με δείκτες RAPD's.....	23
4. Αποτελέσματα και συζήτηση .....	26
4.1.1 Αξιολόγηση των καθαρών σειρών του πληθυσμού «Ροδόπη» .....	26
4.1.2 Χρόνος εμφάνισης πρώτου άνθους και σχηματισμού πρώτου λοβού ...	28
4.1.3 Συστατικά απόδοσης .....	28
4.1.4 Γενικός σχολιασμός για τον πληθυσμό της Ροδόπης .....	30
4.2 Ετεροθαλλικές (HS) οικογένειες πληθυσμού Γρεβενών .....	30
4.2.1 Αξιολόγηση οικογενειών του πληθυσμού «Γρεβενών» .....	30
4.2.2 Χρόνος εμφάνισης πρώτου άνθους και σχηματισμού πρώτου λοβού ...	32
4.3 Οικογένειες πληθυσμού Γρεβενών που αξιολογήθηκαν χωρίς επανάληψη .....	32

4.4 Γενικός σχολιασμός για τον πληθυσμό των Γρεβενών .....	33
4.5 Επιλογή ατομικών φυτών από νέους τοπικούς πληθυσμούς φασολιού ...	34
4.6 Ατομικά φυτά του πληθυσμού «Ξάνθης» .....	34
4.7 Ατομικά φυτά του πληθυσμού «Βελεστίνου» .....	35
4.8 Ατομικά φυτά του πληθυσμού «Βυζίστα καθιστά».....	37
4.9 Ατομικά φυτά του πληθυσμού «Χονδρά Κλειστούρας Καστοριάς».....	38
4.10 Ατομικά φυτά του πληθυσμού «Βυζίτσα Α / Μ».....	38
4.11 Ατομικά φυτά του πληθυσμού «Βυζίτσα καφέ».....	38
4.12 Ατομικά φυτά του πληθυσμού «Βυζίτσα Μ / Μ» .....	39
4.13 Αποτελέσματα μοριακών αναλύσεων και μελέτη των φυλογενετικών σχέσεων των έντεκα πληθυσμών του γένους Phaseolus .....	39
5. Συμπεράσματα .....	42
6. Παράρτημα .....	44
7. Βιβλιογραφία .....	65

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1. Βοτανικά και φυσιολογικά γνωρίσματα του φασολιού.

Το φασόλι είναι φυτό ετήσιο, θερμόφιλο, ποώδες, νάνο ή αναρριχώμενο, το οποίο ανήκει στην τάξη των αγγειοσπέρμων, την υποτάξη των δικοτυλήδων, την οικογένεια των παπιλιονιδών ή ψυχανθών, ανήκει στο γένος *Phaseolus* και στο είδος *Phaseolus Vulgaris*.

Το γένος περιλαμβάνει 230 διαφορετικά είδη, εκ των οποίων τα 200 βρίσκονται στον Ν. Κόσμο. Και αυτό διότι, κέντρο καταγωγής του είδους θεωρείται το Νότιο Μεξικό και η Κεντρική Αμερική και δευτερευόντως οι ορεινές περιοχές της Ν. Αμερικής (Ανδεις) όπου κατά τον Ν.Ι. Vavilov, συναντώνται, ενδημικές μορφές τους *Phaseolus Vulgaris*.

Στην Ευρώπη το φασόλι, κατά τον Ε. Ditmer, εισήχθη στα μέσα του 16<sup>ου</sup> αιώνα για να επεκταθεί η καλλιέργειά του σε ολόκληρη της εύκρατη ζώνη της υψηλίου στην οποία ανήκει και η Ελλάδα.

**Ο σπόρος** είναι δικοτυλήδωνος, στερούμενος ενδοσπερμίου και αποτελεί την αφετηρία της φυσικής ανάπτυξης του φασολιού. Σχηματίζεται εντός του λοβού ο οποίος είναι μεταμορφωμένο φύλλο και είναι το τελικό αποτέλεσμα διαδοχικής μεταμόρφωσης της μονοκαρπόφυλλου ωοθήκης σε καρπό.

Οι αναπτυσσόμενοι σπόροι προσκολλώνται κατά μήκος της κοιλιακής ραφής του καρπόφυλλου – ωοθήκης – λοβού ή καρποθήκης και απέναντι της ραχιακής ραφής η οποία αποτελεί και συνέχεια του μεσαιού νεύρου του μεταμορφωθέντος φύλλου. Οι σπόροι περιλαμβάνονται εντός του τοιχώματος του λοβού το οποίο και προέρχεται από το τοίχωμα της ωοθήκης. Από το τμήμα αυτό αναπτύσσεται ο φλοιός του καρπού και το οποίο σχηματίζει το περικάρπιο. Αυτό διαχωρίζεται σε τρία διακεκριμένα στρώματα από έξω προς τα μέσα : το εξωκάρπιο ή εξωτερική επιδερμίδα, το μεσοκάρπιο (μεμβρανώδους ή τρυφερής σύνθεσης) και το ενδοκάρπιο ή εσωτερική επιδερμίδα το οποίο και περιβάλλει τους σπόρους.

Οι λοβοί ανάλογα με την σύνθεση του μεσοκαρπίου διακρίνονται σε ινώδεις ή μεμβρανώδεις και σε σαρκώδεις οι οποίοι είναι και καταλληλότεροι για άμεση κατανάλωση , υπό μορφή νωπού λαχανικού.

Οι λοβοί φέρουν επίσης ακραία ονυχοειδή απόληξη η οποία είναι το υπόλειμμα του στύλου του άνθους.

Στον σπόρο εξωτερικά διακρίνεται ο ομφαλός ο οποίος είναι το σημείο της προσκολλησεως του «μίσχου», του ομφάλιου λώρου – επί του «πλακούντος» της κοιλιακής ραφής του περικαρπίου.

**Φύτρωμα** Ο τελείως ώριμος σπόρος αντιπροσωπεύει ένα ζωντανό οργανισμό ο οποίος βρίσκεται στο στάδιο της αναπαύσεως. Το έμβρυο με τους δυναμικούς μεριστωματικούς του ιστούς βρίσκεται σε αναμονή (έχει περιορίσει τις λειτουργικές ανάγκες της αναπνοής). Ο σπόρος μόλις οι συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας καταστούν ιδανικές, αναλαμβάνει λειτουργική δραστηριότητα η οποία και εκδηλώνεται με έντονη κυτταροδιαίρεση. Αυτή προκαλεί α) την αύξηση του μεγέθους του σπόρου, με τον πολλαπλασιασμό του αριθμού των κυττάρων και τη διεύρυνση του μεγέθους τους και β) την πλήρη διαφοροποίηση των ιστών όπου και σχηματίζεται το φυτάριο αμέσως μετά το φύτρωμα. Αυτό διενεργείται σε διαδοχικά στάδια και αρχίζει αμέσως μόλις η θερμοκρασία του περιβάλλοντος υπερβεί τους 12° C. Ο σπόρος για να είναι κατάλληλος για φύτρωμα πρέπει να αποξηραίνεται με προσοχή, κατά και μετά την ωρίμανση,

ώστε: 1) να μην διατηρεί περισσότερο νερό από το 10% του φυσικού του βάρους, 2) να μην καθίσταται ο φλοιός αδιαπέρατος στο νερό.

**Η Ρίζα :** η κύρια ρίζα του φασολιού είναι θυσανώδης. Η θρέψη του φυτού στηρίζεται στις πολλές και μακριές δευτερεύουσες πλάγιες ρίζες οι οποίες και υποκαθιστούν τελικά την κύρια, καθώς εισχωρούν μέχρι και βάθους ενός και πλέον μέτρου σε χαλαρό, διαπερατό, θερμό και χωρίς περίσσεια υγρασίας έδαφος.

**Τα φυμάτια:** σχηματίζονται στις ρίζες λόγω έντονης μεριστωματικής δραστηριότητας του παρεγχύματος των επιφανειακών ριζικών κυττάρων ως αντίδραση στην εισχώρηση βακτηρίων «εισβολέων» εντός του ριζικού ιστού. Στα συμβιοτικά αζωτοδεσμευτικά βακτήρια ανήκει και το είδος *Pseudomonas Radicola*, της ομάδας *Rhizobium Leguminosarum*. Αποτέλεσμα της δράσης τους είναι η δωρεάν προμήθεια του μεγαλύτερου μέρους της πρωτεΐνης του φασολιού εξαιτίας της συμβιωτικής δέσμευσης του ατμοσφαιρικού N και ο εμπλουτισμός του εδάφους με οργανική ουσία και N, σε ποσότητα άνω των 4kg/στρ ανάλογα με το κάθε φορά οικολογικό και καλλιεργητικό περιβάλλον.

**Τα φύλλα:** το φασόλι έχει φύλλα τρίλοβα και οξύληκτα. Είναι χνουδωτά και οι τριχοειδής αποφύσεις τους αποτελούν ένα «είδος» προστασίας και είναι περισσότερο αναπτυγμένες στις ξηροφιλικές μορφές.

Ο μίσχος των φύλλων επιτρέπει τη διενέργεια «φωτομετρικών» κινήσεων, χάρη στην ειδική σύνθεση των παρεγχυματικών κυττάρων. Με τον τρόπο αυτό το φως προσπίπτει, κατά το δυνατόν, πάντοτε κάθετα σε ολόκληρη της επιφάνεια του φύλλου. Έτσι παρατηρείται μία όρθια θέση των φύλλων το πρωί και μία κεκλιμένη θέση κατά τη νύκτα. Επί της επιδερμίδας του φύλλου κατανέμονται τα στομάτια (σε ένα τετραγωνικό εκατοστό αναλογούν μέχρι και 4.000 στην άνω και μέχρι 28.100 στην κάτω. Ο αριθμός αυτός αποκαλύπτει την «υγροφυλική» προδιάθεση του φασολιού καθώς και τις μεγάλες του ανάγκες σε νερό. Σύμφωνα με τους Briggs και Shants το φασόλι καταναλώνει 736kg νερό για την παρασκευή ενός κιλού ξηράς ουσίας. Η κατασκευή του φύλλου διακρίνεται σε ξηροφιλική, μεσοφιλική και υγροφιλική. Η ξηροφιλική ομάδα χαρακτηρίζεται από πρώιμο κιτρίνισμα και πολλές τρίχες, προσαρμόζεται καλύτερα σε υψηλές θερμοκρασίες και χαμηλή εδαφική υγρασία και έχει αυξημένη αφομοιωτική ικανότητα. Η μεσοφιλική ομάδα είναι προσαρμοσμένη σε συνθήκες μέσης θερμοκρασίας, μέσης ακτινοβολίας και επαρκούς υγρασίας. Η διάρκεια αφομοίωσης είναι μεγάλη αλλά η εκμετάλλευση των ηλιακών ακτίνων είναι ασθενής. Επί προσθέτως τα φύλλα είναι λεπτά, ανοιχτού χρώματος και σχεδόν άνευ τριχών.

**Ο Βλαστός:** στις νάνες ποικιλίες *Phaseolus Vulgaris* var *Nanus* οι οποίες ανήκουν στον οικολογικό τύπο: «Definitivi», είναι ποώδης, όρθιος, με τελείως κάθετο κύριο άξονα, κυλινδρικού σχήματος. Επίσης είναι ισχυρά διακλαδιζόμενος, με συμπαγή διαμόρφωση και περιορισμένη ανάπτυξη. Καθώς η άνθηση είναι σχεδόν ταυτόχρονη με το σχηματισμό της κορυφιαίας ανθοταξίας, παύει και η περαιτέρω επιμήκυνση του βλαστού.

Οι ημιάνες ποικιλίες παράγουν έναν ή περισσότερους, ατροφικούς έλικες οι οποίοι δεν έχουν ανάγκη στήριξης προσδίδουν όμως στο φυτό υψηλότερη εμφάνιση.

Στις ημιαναρριχώμενες ποικιλίες του οικολογικού τύπου «Semerecti» η κορυφαία έλικα επιμηκύνεται περισσότερο χωρίς να έχει πάντοτε την ανάγκη τεχνητής υποστήριξης. Στις αναρριχώμενες ποικιλίες *Phaseolus Vulgaris* var *Communis* του οικολογικού τύπου «Volubiles», ο βλαστός είναι απλός, λεπτότερος, σπάνια διακλαδισμένος, με απεριόριστη αύξηση σε όλη την περίοδο αναπτύξεώς του, ανελισσόμενος συνεχώς από αριστερά προς τα δεξιά. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η υποστήριξη των φυτών.

**Τα άνθη :** φύονται επί των μίσχων τω φύλλων είτε μεμονωμένα, είτε και ανά δύο – τρία – έξι ή και περισσότερα και σχηματίζουν πολυανθείς βότρες. Κάθε



άνθος περιέχει 10 στήμονες εκ των οποίων ο ένας είναι μεμονωμένος και οι άλλοι 9 σχηματίζουν τον περιβάλλοντα την ωοθήκη σωλήνα.

Καθ' όλη τη διάρκεια της άνθησης η άριστη διακύμανση της θερμοκρασίας είναι από 12° C έως 24° C χωρίς ανύψωση πέρα των 15° C κατά τη νύκτα και μέχρι 32° C το μέγιστο κατά την ημέρα. Συχνά ανώτερες θερμοκρασίες των 27° C έως 30° C προκαλούν πτώση των άνθεων και ανακοπή της ωρίμανσης του σπόρου. Κατά την άνθηση, ξηροθερμικές συνθήκες διάρκειας 5 ημερών μπορεί να αποβούν καταστρεπτικές.

Το χρώμα τέλος των άνθεων, είναι λευκό και σπανιότερα ωχρόλευκο, κίτρινο, κυανίζον ή και πορφυροκυανούν.

Το φασόλι είναι αυτογονιμοποιούμενο σε ποσοστό 98,5%. Η φυσική σταυρογονιμοποίηση διενεργείται κυρίως από τα έντομα *Bombus Hortorum* και *Bombus Terrester* δεν υπερβαίνει συνήθως το 0,4%, ποσοστό το οποίο κυμαίνεται ανάλογα με την τάση κάθε ποικιλίας, καθώς και όσο πλησιάζουμε προς τον Ισημερινό όπου αυξάνει η δραστηριότητα των εντόμων.

**Οι λοβοί :** παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία μορφών. Η αύξηση των λοβών αρχίζει αμέσως μετά την άνθηση και συμπληρώνεται εντός ενός περίπου 15ηήμερου. Η αύξηση δε των εντός αυτών σπόρων αρχίζει 9 περίπου ημέρες μετά την άνθηση. Οι σπόροι έχουν πράσινο χρώμα στο νεαρό στάδιο, όταν όμως μεγεθυνθούν είτε παραμένουν πράσινοι ή γίνονται κίτρινοι, ερυθροκίτρινοι, ωχρόλευκοι κ.λ.π. Από την αποφλοιώση των αποξηραμένων λοβών λαμβάνονται τα ξηρά σπέρματα τα οποία προορίζονται για κατανάλωση.

**Τύποι ανάπτυξης.** Οι ποικιλίες φασολιών με τύπο ανάπτυξης I, στον οποίο κατά CIAT (1980) υπάγονται φυτά νάνα, με όρθιο ισχυρό βλαστό, χωρίς έλικα και με καθορισμένη συμπεριφορά, δηλαδή με καθορισμένη περίοδο βλαστικής ανάπτυξης, άνθησης και ωρίμανσης, επιτρέπουν την πλήρη εκμηχάνιση της καλλιέργειας και προσφέρονται για αποδοτική μονοκαλλιέργεια στις εύκρατες περιοχές (Bennet et. al., 1977)

Στο τύπο ανάπτυξης II υπάγονται φυτά με όρθιο στέλεχος και πλευρικούς βλαστούς συνήθως χωρίς προσανατολισμό.

Στο τύπο ανάπτυξης III κατατάσσονται τα φυτά που έχουν αδύνατο και έρπον στέλεχος με πολλούς πλευρικούς βλαστούς και με κυμαινόμενη ικανότητα αναρρίχησης.

Τέλος, στον τύπο ανάπτυξης IV ανήκουν τα φυτά που έχουν την ικανότητα αναρρίχησης εφόσον υποστηριχθούν σε κατάλληλο μέσο. Παρουσιάζουν αδύνατο, μακρύ και «δίδυμο» στέλεχος καθώς και ελάχιστους πλευρικούς βλαστούς (Schoonhoven and Pastor – Corrales, 1987).

**Γενετική σύσταση** Ο απλοειδής αριθμός των χρωμοσώμων του κοινού φασολιού είναι 11 ( $2n = 2x = 22$ ), όπως και για όλα τα μελετηθέντα κυτολογικώς είδη ολόκληρου του γένους φασολιού (*Ph. Coccineus*, *Ph. Multiflorus*, *Ph. Aconitifolius*, *Ph. Aureus*, *Ph. Lunatus*, *Ph. Mungo*, *Ph. Calcaratus*, *Ph. Angularis*). Έτσι είναι εύκολη η διενέργεια διασταυρώσεων ακόμη και μεταξύ των διαφόρων ειδών με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων ποικιλιών με καλή προσαρμοστικότητα στις δεδομένες φυσικές και οικονομικές συνθήκες. Χάρης στην επιμονή των γενετιστών, κατέστη δυνατή η διερεύνηση των γονιδίων που επηρεάζουν την κληρονομική μεταβίβαση πολλών μορφολογικών και φυσιολογικών γνωρισμάτων όπως το χρώμα του φλοιού του σπόρου (13 γονίδια), η διασταύρωση των κηλιδώσεων του σπόρου (12 γονίδια), ο χρωματισμός της μικροπύλης (5 γονίδια), το σχήμα του σπόρου (4 γονίδια), το χρώμα του λοβού (2 γονίδια). Το ερυθρό χρώμα του λοβού καθορίζεται από τα δύο γονίδια Ro (Roseus) και Pur (Purpureus). Η ανάπτυξη του χρωματισμού του τυπικού πετάλου του *P. Vulgaris* εξαρτάται από την παρουσία 6 και ενδεχομένως 7 γονιδίων. Η

αντοχή στην σκωρίαση – *Uromyces appendiculatus* επηρεάζεται από ένα γονίδιο και μεταδίδεται και με απλή μονοϋβριδική αναλογία. Επίσης η αντοχή στον άνθρακα – *Colletotrichum Lindemuthianum* – καθορίζεται από τρεις κληρονομικούς παράγοντες, ανεξαρτήτως μεταβιβαζόμενους. Επίσης διαπιστώθηκε για τις περισσότερες ποικιλίες ότι το πράσινο χρώμα του λοβού κυριαρχεί επί του κίτρινου. Το κίτρινο χρώμα των κοτυληδόνων επί του πράσινου. Το στρογγυλό σχήμα των λοβών επί του επίπεδου και ο έγχρωμος σπόρος επί του λευκού. Το πλάτος του λοβού κληρονομείται ως ποιοτικό χαρακτηριστικό και ως εκ τούτου, είναι ενδεχόμενο να αλληλεπιδρά με μία ολόκληρη σειρά πολλαπλών παραγόντων. Στο φασόλι παρατηρήθηκε από τον Wingard ετέρωση στα φυτά της F1. Η νάνα ανάπτυξη αποδίδεται σε τρία αλληλόμορφα που βρίσκονται σε δύο ανεξάρτητες γονιδιακές θέσεις (Loci).

## 2. Συνθήκες ανάπτυξης στην Ελλάδα, κλίμα – έδαφος.

**Κλίμα** Για την ευνοϊκή ανάπτυξη του φασολιού η κατώτερη θερμοκρασία δεν πρέπει να πέφτει κάτω από 12° C, ενώ η μέση να κυμαίνεται από 17° – 24° C. Ιδιαίτερα επικίνδυνη περίοδος θεωρείται αυτή του Αυγούστου, όπου είναι προτιμότερο αυτή να μην υπερβαίνει τους 22° C για αποφυγή ανεπιθύμητων εξελίξεων στην τελική καρποφορία. Έχει λοιπόν ανάγκη δροσερού, εαρινού και ήπιου θερμού θερινού περιβάλλοντος. Η παρατεταμένη έντονη εαρινή και θερινή κυρίως ξηρασία, όσο και ο ψυχρός, υγρός και βροχερός καιρός κατά την περίοδο της άνθησης, μέχρι και το δέσιμο των λοβών περιορίζουν την φυσική του προσαρμοστικότητα. Κατά την ωρίμανση όμως του σπόρου, αυξάνεται η έμφυτη ξηροθερμική αντοχή των ποικιλιών. Η καλλιέργεια έχει ανάγκη από 1200 mm ύδατος ετησίως (725 mm έχει υπολογιστεί η εξάτμιση).

Καλλιεργητικά μέτρα για την αντιμετώπιση των κλιματικών αντιξοοτήτων είναι: α) η χρήση νάνων ποικιλιών, β) η πρώιμη σπορά, γ) η εκλογή κατάλληλης έκθεσης εδαφών (μεσημβρινή), δ) η κανονική άρδευση, ε) η φωσφορική λίπανση (συντόμευση ωρίμανσης). Από άποψη φωτοπεριοδισμού οι ποικιλίες διακρίνονται α) σε ουδέτερες. Εδώ ανήκουν οι ποικιλίες της Μεσογείου, β) βραχείας διάρκειας ημερών με συντόμευση της περιόδου άνθησης κατά 10 – 40 ημέρες, υπό την επίδραση ημερών διάρκειας 8 – 12 ωρών, γ) μακράς διάρκειας ημερών, οι οποίες επιβραδύνουν την άνθηση κατά 2 – 7 ημέρες, σε ημέρες βραχείας διάρκειας.

**Έδαφος** Το φασόλι προσαρμόζεται με ευκολία σε ποικιλία εδαφικών τύπων. Προτιμά εδάφη χαλαρά, στεγνά, διαπερατά, ουδέτερα, θερμά, γόνιμα. Οι παραπάνω απαιτήσεις ικανοποιούνται από εδάφη αμμοπηλώδη, πηλοαμμώδη ή και αμμοαργιλλώδη - ασβεστούχα.

**Λίπανση** Για αποδόσεις που προσεγγίζουν τα 250 kg/στρ απαιτούνται 10,2kg N, 3,3kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> και 5,9 K<sub>2</sub>O. Οι νάνες ποικιλίες είναι λιγότερο απαιτητικές από τις αναρριχώμενες λόγω του περιορισμένου χρόνου του βιολογικού κύκλου. Τα νεαρά φυτά του φασολιού παρουσιάζουν συχνά έλλειψη N η οποία επιτείνεται με την υψηλή ένταση φωτός λόγω αναχαίτισης της αζωτοσυλλεκτικής δραστηριότητας των φυματίων.

**Αμειωισπορά** Το φασόλι είναι ψυχανθές αλλά παράλληλα είναι βραχύβιο, επιπολαιόριζο φυτό, το οποίο δεν διατηρεί ούτε και ανανεώνει την οργανική ουσία του εδάφους σε αξιοσημείωτο βαθμό. Προτεινόμενα προγράμματα αμειωισποράς αποτελούν τα α) τριφύλλι λειμώνιο – φασόλι – πατάτα – σιτάρι και β) τριφύλλι Αλεξανδρινό – φασόλι – σιτάρι.

Η εποχή σποράς ρυθμίζεται από το κλίμα κάθε περιοχής και ιδίως από την ημερομηνία εμφάνισης των τελευταίων όψιμων εαρινών και πρώιμων

φθινοπωρινών παγετών. Το βάθος κυμαίνεται μεταξύ 2,5 έως 10 cm για τις μεγαλόσπερμες ποικιλίες και για εδάφη ξερά και αμμώδη. Σε κάθε θέση τοποθετούμε 3 – 5 σπόρους ενώ οι αποστάσεις μεταξύ γραμμών και επί της γραμμής ποικίλουν ανάλογα με το μέγεθος των σπόρων.

**Συγκαλλιέργεια:** Το φασόλι μπορεί να καλλιεργηθεί μαζί με τον αραβόσιτο με τον οποίο έχει ομοειδείς οικολογικές απαιτήσεις. Αποτέλεσμα εφαρμογής της συγκαλλιέργειας είναι η εξοικονόμηση των δαπανών για την στήριξη των φυτών του φασολιού αλλά και η βραδύτερη εξάντληση του λιπαντικού ισοζυγίου του εδάφους.

### 3. Εχθροί και Ασθένειες

Τα κυριότερα παθογόνα που επηρεάζουν την καλλιέργεια είναι:

- Ο ιός του κοινού μωσαϊκού της φασολιάς – bean common mosaic rotynivirus.
- Ο ιός του μωσαϊκού της αγγουριάς – cucumber mosaic cucumovirus.
- Ο ιός του κίτρινου μωσαϊκού της φασολιάς – bean yellow mosaic rotynivirus.
- Ο ιός του μωσαϊκού της μηδικής – alfalfa mosaic alfamovirus.
- Ο ιός της κίτρινης δακτυλοειδούς κηλίδωσης της αγγινάρας – artichake yellow ringspot nerovirus.
- Η ανθράκωση – colletotrichum Lindemuthianum.
- Η σκωρίαση – Uromyces Phaseoli var Typica.
- Ο τετράνυχος – Tetranychus Talaris.
- Ο βρούχος – Bruchus Obtectus.

### 4. Θρεπτική αξία φασολιού

Η αξία του φασολιού ως βασικού τονωτικού τροφίμου, οφείλεται στα περιεχόμενα εντός αυτού, «εξαιρετικά συστατικά» τα οποία βρίσκονται σε αφομοιώσιμο ποσοστό μέχρι και 90% της ξηράς ουσίας του, με ιδιαίτερα υψηλή περιεκτικότητα λευκώματος και φωσφόρου. Το λεύκωμα είναι αφομοιώσιμο κατά 80% και περιέχεται μέχρι και 25% εντός του αφυδατωμένου σπόρου.

Επιπλέον η πρωτεΐνη του φασολιού, η οποία αντιπροσωπεύεται κυρίως από την φασεολίνη, περιέχει όλα τα ουσιώδη αμινοξέα των οποίων η βιοσύνθεση δεν δύναται να διενεργηθεί από τον ανθρώπινο οργανισμό. Η λυσίνη αποτελεί τα 6,5% του λευκώματος (έναντι 10% του κρέατος), η τρυπτοφάνη τα 0,80% (έναντι 1,4%), η μεθειονίνη 1 – 3 % (έναντι 3,2%), η φαινυλαλανίνη 5,0%(έναντι 5,0), η λευκίνη 7,% (έναντι 8,0%) η ισολευκίνη 5,5% (έναντι 6%), η βαλίνη 5,5% (έναντι 5,5%) και η θρεονίνη 3,9% (έναντι 5% του κρέατος – Muscle animal).

Οι ανάγκες συνεπώς του οργανισμού σε λεύκωμα και αμινοξέα ικανοποιούνται πλήρως με την κατανάλωση κατάλληλης ποσότητας.

Το λεύκωμα δε αυτό, προμηθεύεται κατά πολύ φθηνότερα συγκριτικά με τα ζωικά λευκώματα. Διότι παρασκευάζεται κατά το μεγαλύτερο μέρος δωρεάν, εις βάρος του απορροφούμενου, με την συνεργασία των συμβιωτικών βακτηρίων, ατμοσφαιρικού αζώτου και μέχρι 4 κιλά κατά στρέμμα. Ενώ το ζωικό λεύκωμα παράγεται με την κατανάλωση πολλαπλάσιας ποσότητας φυτικού λευκώματος, με ισχύουσα συνήθως μέση σχέση «βιολογικής μετατροπής» 6-7 κιλά φυτικού λευκώματος για την παραγωγή από τα ζώα ενός κιλού ζωικού λευκώματος.



Επί πλέον το ξηρό φασόλι προσφέρει άμυλο και άλλες μη αζωτούχες εκχυλισματικές ουσίες μέχρι και 66%, έλαιο 1,8%, κυτταρίνη 3,8% και τέφρα 3,9% της ξηράς ουσίας. Από τις μη εκχυλισματικές ουσίες περίπου το ένα τρίτο είναι υδατοδιαλυτές και άμεσα αφομοιώσιμες. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται και τα σάκχαρα τα οποία αποτελούν μέχρι και 6% της ξηράς ουσίας, και είναι αυτό που προσδίδει την οργανοληπτικώς ευάρεστη γλυκαντική γεύση των λοβών αλλά και των ώριμων σπόρων. Από το ζάχαρο 0,13% είναι μονοσακχαρίτες, 1,94% σακχαρίτες και 1,86% σταχυόζη ή και τετρασακχαρίτες. Οι σπόροι μάλιστα περιέχουν κατά τον N.N. Iwanoff, μέχρι και τετραπλάσια ποσότητα σακχάρου (4,07%) έναντι 1,06% των χλωρών λοβών με τους μικρούς σπόρους.

Εκτός όμως από το πολύτιμο λεύκωμα και το θρεπτικότερο άμυλο, ο σπόρος του φασολιού περιέχει και μέχρι 4% τέφρα, επί της ξηράς ουσίας. Αυτή κατά τον J.B. Boussingault περιλαμβάνει 31,73% φώσφορο, ο οποίος είναι ουσιώδες συστατικό των οστών, του εγκεφάλου, του αίματος, της χολής και των οστών του ανθρώπου και των ζώων, 37,07% κάλιο, 5,78% ασβέστιο, 10,07% μαγνήσιο, 2,03% θείο, 0,16% σίδηρο και άλλα βασικώς απαραίτητα, για την κανονική ανάπτυξη του οργανισμού στοιχεία και μικροστοιχεία.

Η σύνθεση, τέλος του φυσικού σπόρου του φασολιού σε χημικά στοιχεία και επί της εκατό ξηράς ουσίας έχει ως εξής: κάλιο 1,390, φώσφορος 0,429 εκ των οποίων 0,341 οργανικός και 0,088 ανόργανος, ασβέστιο 0,235, θείο 0,224, μαγνήσιο 0,206 και χλώριο 0,047 (W. H. Waggaman 1952).

Η υψηλή περιεκτικότητα σε φώσφορο καθιστά το φασόλι τρόφιμο μέγιστης βιοδυναμικής ενεργητικότητας. Και αυτό γιατί ο φώσφορος (P), συμμετέχει στον μεταβολισμό των υδατανθράκων, των λιπών, της πρωτεΐνης και συμβάλει ενδεχομένως στην παραγωγή γλυκογόνου. Επίσης βοηθά τόσο στην αποθήκευση ενέργειας όσο και στην μεταφορά της στα κέντρα αντιδράσεως.

Το φασόλι πλεονεκτεί σε σχέση με το σιτάρι εάν ληφθεί υπόψη ότι κατά τον L. R. Rockland 100γρ. σπόρου περιέχουν 500 χιλιοστόγραμμα P (έναντι 420 του σίτου), και 180 χιλιοστόγραμμα ασβεστίου (έναντι 45).

Κατά τα δεδομένα του διαιτολόγου A. Davis (1954), 100γρ. ξηρών φασολιών, το ένα τρίτο περίπου μιας κανονικής μερίδας (350γρ) περιέχουν : 300 μονάδες βιταμίνης A, 0,216 χιλιοστόγραμμα θειαμίνης, 0,210 χιλιοστόγραμμα ριβοφλαβίνης, 46 χλστγ. ασβεστίου, 152 χλστγ. φωσφόρου, 0,6 χλστγ. σιδήρου, 6 γραμμάρια πρωτεΐνης και 88 θερμίδες.

Το φασόλι έχει και φαρμακευτική χρησιμότητα. Από όλα τα υπέργεια μέρη του φυτού, κατά το στάδιο της ημωρίμανσης των σπόρων παρασκευάζεται αφένημα, καθώς τα φύλλα τότε περιέχουν επαρκή ποσότητα λεκιθίνης, καροτίνης, χοληστερίνης (HDL), γαλακτάνης, δεξτρίνης, νιτρικού οξέως, Β1 και πολλών άλλων ωφέλιμων στοιχείων για καταπολέμηση της υδροπεκίασης, του διαβήτη κ.λ.π.

Από το άλευρο των σπόρων μπορεί, κατά τον G. Bonnier, να παρασκευασθούν και καταπραϋντικά επιθέματα ή καταπλάσματα εναντίον φλογώσεων και άλλων ενοχλήσεων.

Επί προσθέτως η καλλιέργεια του φασολιού αποτελεί και πηγή χονδροειδών και συμπυκνωμένων τροφών για τα μικρά και μεγάλα μυρηκαστικά, τα μόνοπλα και τους χοίρους. Έτσι τα φύλλα, τα στελέχη, οι ανεπαρκώς ανεπτυγμένοι λοβοί μαζί με πάσης φύσεως υποπροϊόντα και υπολείμματα μετατρέπονται σε ζωϊκά τρόφιμα.



## 2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Ο σκοπός της Γενετικής Βελτίωσης των φυτών είναι η δημιουργία ποικιλιών αγρονομικά αποδεκτών. Οι ποικιλίες αυτές θα πρέπει να αξιοποιούν αποτελεσματικά το γενετικό δυναμικό, το περιβάλλον καλλιέργειας καθώς και την ευνοϊκή μεταξύ τους αλληλεπίδραση. Η επιθυμητή ποικιλία πρέπει να αποδίδει ικανοποιητικά τόσο σε ευνοϊκές συνθήκες περιβάλλοντος όσο και σε εκείνες που μπορεί να κυμαίνονται από λιγότερο ευνοϊκές έως οριακές ή ακόμη και καταπόνησης.

Οι βελτιωτικοί χειρισμοί στο φασόλι πρέπει να αποβλέπουν στη δημιουργία καθαρών σειρών αλλά και στη διατήρηση ενδημικών πληθυσμών. Η διατήρηση της γενετικής παραλλακτικότητας προάγει την γενετική πρόοδο στα προγράμματα βελτίωσης.

Οι ντόπιοι και βελτιωμένοι γενότυποι φασολιού που παρουσιάζουν αντοχή σε εδάφη χαμηλής γονιμότητας είναι κατάλληλοι για ολοκληρωμένα συστήματα καλλιέργειας διότι μειώνουν το κόστος παραγωγής και συμβάλλουν σημαντικά στην προστασία του περιβάλλοντος με την μείωση των εισροών. Ο Singh (2003) ασχολήθηκε με την αξιολόγηση 5.500 ντόπιων ποικιλιών και βελτιωμένων γενοτύπων σχετικά με την αντοχή τους σε εδάφη χαμηλής γονιμότητας (LF) σε δύο περιοχές της Κολομβίας Porayan και Quilichao μεταξύ 1978 και 1998. Από τη μελέτη του βρέθηκε ότι υπάρχει θετική συσχέτιση της απόδοσης σε σπόρο, της βιομάζας και του δείκτη συγκομιδής (H.I.) με τα εδάφη χαμηλής γονιμότητας (LF) και υψηλής γονιμότητας (HF). Η αντοχή σε LF εδάφη αναγνωρίστηκε σε 8 ντόπιους και σε 14 βελτιωμένους γενοτύπους. Όλες οι ντόπιες ποικιλίες προέρχονταν από περιοχές της κεντρικής Αμερικής - Middle America (MA) και ανήκαν στις ποικιλίες φασολιού Durango, Jalisco και Mesoamerica. Όλοι οι βελτιωμένοι γενότυποι εκτός από έναν, τον A36, κατείχαν χαρακτηριστικά και είχαν γενεαλογική συγγένεια με μία ή περισσότερες (MA) ντόπιες ποικιλίες που παρουσίαζαν αντοχή σε LF εδάφη. Υπήρξε αξιοσημείωτη παραλλακτικότητα όσον αφορά το σπόρο, τα φυτά και τα χαρακτηριστικά ωρίμανσης μεταξύ των ανθεκτικών γενοτύπων σε LF εδάφη. Η χρήση αυτών των ντόπιων ποικιλιών και βελτιωμένων γενοτύπων ανθεκτικών σε LF εδάφη, θα μπορούσε να αυξηθεί σε ερευνητικά προγράμματα βελτίωσης με σκοπό να αυξήσει την απόδοση στα ολοκληρωμένα συστήματα καλλιέργειας.

Για το κοινό φασόλι τα γενικά συμπτώματα έλλειψης θρεπτικών στοιχείων και τοξικότητας μπορεί να συμπεριλαμβάνουν τροφопενεία, μικρή ανάπτυξη, μειωμένη αύξηση σποροφύτων και ενήλικων φυτών, κιτρίνισμα φύλλων, καφέτιασμα, πρώιμο θάνατο σποροφύτων, μειωμένη συνολική ανάπτυξη και παραγωγή ξηράς ουσίας, καθυστέρηση και επιμήκυνση της άνθησης και ωρίμανσης, εκτεταμένη πτώση ανθέων και λοβών, χαμηλό δείκτη συγκομιδής (H.I.), μειωμένο βάρος σπόρων, κακοσχηματισμένους και αποχρωματισμένους σπόρους, μείωση της απόδοσης έως και 100%. Επίσης η ανάπτυξη της ρίζας μπορεί άμεσα να επηρεαστεί (Cumming et al., 1992 Fawole et al., 1982a.). Τα συμπτώματα αυτά μπορεί να ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο, τη δριμύτητα και τη διάρκεια έλλειψης των θρεπτικών στοιχείων. Αναφέρθηκαν σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ γενοτύπων, ποσότητας φωσφόρου (P) που εφαρμόστηκε και τοποθεσίας καλλιέργειας (Yan et al., 1995 b). Επειδή οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας κατά τις καλλιεργητικές περιόδους και διαμέσου των ετών δίπλα στον Ισημερινό είναι ελάχιστες, οι αλλαγές στην κατάταξη των γενοτύπων οφείλονταν κυρίως στα διαφορετικά επίπεδα γονιμότητας του εδάφους, στις βροχοπτώσεις και στην αλληλεπίδραση των γενοτύπων στις δύο τοποθεσίες, (Porayan και Quilichao). Το υδατικό στρες είναι γνωστό ότι επηρεάζει την πρόσληψη φωσφόρου (P) και την αφομοίωσή του στο κοινό φασόλι (Al Karaki et al., 1995). Σύμφωνα με τους (Yan et al., 1995 a,b,) οι γενότυποι των Άνδεων ήταν περισσότερο ανθεκτικοί στην έλλειψη P και παρουσίαζαν μεγαλύτερη ικανότητα χρήσης P σε

εδάφη τύπου Andosol και Ultisol συγκρινόμενοι με γενοτύπους (MA). Τα τελευταία 25 έτη τα μεγαλόσπερμα φασόλια των Άνδεων είχαν σημαντικά μικρότερη απόδοση σε σχέση με τα μικρόσπερμα ή μεσαίου μεγέθους σπόρου φασόλια στην Κολομβία και αλλού (Singh, 1991). Ο έλεγχος της απόδοσης στις αρχικές γενιές σε πληθυσμούς που περιλαμβάνουν υψηλοαποδοτικούς γονείς με καλή GCA σε LF και HF περιβάλλοντα, η ανάπτυξη των υπέρτερων γενεαλογικά σειρών σε HF μόνο από τους πολλά υποσχόμενους πληθυσμούς που αποδίδουν καλά σε HF και LF και ο έλεγχος της απόδοσης που ακολουθεί σε LF και HF περιβάλλοντα μπορεί να αποτελέσει μια ολοκληρωμένη στρατηγική βελτίωσης για τη ανάπτυξη υψηλοαποδοτικών ποικιλιών φασολιού για ολοκληρωμένα συστήματα (Singh, 1995; Singh et al, 1989a).

Οι J. S. Beaver και J. D. Kelly συνέκριναν την ικανότητα δύο μεθόδων επανεπιλογής για την ανάπτυξη νέων πληθυσμών φασολιού που παράγουν περισσότερο από τις γνωστές ποικιλίες. Τόσο η μέθοδος επανεπιλογής με αξιολόγηση στην F2 όσο και η μέθοδος επανεπιλογής με αξιολόγηση στην F5 ήταν επιτυχημένες διότι οδήγησαν στην δημιουργία νέων πληθυσμών προσαρμοσμένων στις τροπικές συνθήκες (Καραϊβική). Ο τύπος και το μέγεθος του σπόρου ήταν κατάλληλο για την περιοχή της Καραϊβικής. Η επανεπιλογή με αξιολόγηση στην F5 έδωσε μεγαλύτερο αριθμό νέων πληθυσμών με μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο από τις γνωστές ποικιλίες. Η μεγαλύτερη απόδοση αυτών των πληθυσμών αποδίδεται στη μεγαλύτερη σε διάρκεια αναπαραγωγική περίοδο και στις περισσότερες ημέρες που αντιστοιχούν στην φυσιολογική ωρίμανση. Η επανεπιλογή επιτρέπει τη συσσώρευση επιθυμητών αλληλομόρφων που σχετίζονται με ποσοτικά χαρακτηριστικά όπως η απόδοση. Η χρήση της επανεπιλογής είναι κατάλληλη για τις τροπικές περιοχές όπου τρεις γενιές φασολιού μπορούν να αναπτυχθούν σε ένα χρόνο. Η ετέρωση μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την απόδοση στις πρώτες γενιές. Ερευνητές στο Κολούμπια και στο Μίσιγκαν αναφέρουν την επίδραση της ετέρωσης στην απόδοση. Η ύπαρξη σημαντικής ετέρωσης όσον αφορά την απόδοση σε σπόρο θα μπορούσε να οδηγήσει σε χρήσιμες διαφορές που δεν φαίνονται μεταξύ των πληθυσμών όταν γίνεται έλεγχος στις αρχικές γενιές. Η ύπαρξη διάσπασης στον τύπο του σπόρου (μέγεθος) και στα αγρονομικά χαρακτηριστικά καθώς και η έλλειψη απόδειξης για γενετική σύνδεση μεταξύ μεγέθους σπόρου και χαρακτηριστικών αρχιτεκτονικής του φυτού ευνοούν τη χρήση της επανεπιλογής.

Συμφωνα με τον Shree P. Singh (1990) η αναγνώριση των υπέρτερων σε απόδοση πληθυσμών στις πρώτες γενιές του κοινού φασολιού μπορεί να βοηθήσει στην εξάλειψη των μειονεκτικότερων πληθυσμών επιτρέποντας την επαρκή λήψη δειγμάτων από τους υπέρτερους πληθυσμούς και την εξοικονόμηση των πόρων. Ο Singh μελέτησε την αξία του ελέγχου της απόδοσης στις πρώτες γενιές. Πραγματοποιήθηκαν τρεις έλεγχοι σε 33 πληθυσμούς ως προς την απόδοση με το σχέδιο των πλήρων ομάδων σε ελεύθερη διάταξη με δύο επαναλήψεις σε τρεις τοποθεσίες στην Κολομβία κατά τη διάρκεια τριών περιόδων. Καταγράφηκαν στοιχεία για την απόδοση, το βάρος του σπόρου, την ωρίμανση, την ανθράκωση, τη γωνία του φύλλου και το βακτηριακό κάψιμο. Παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των πληθυσμών για όλα τα χαρακτηριστικά. Η επίδραση των τοποθεσιών ήταν σημαντική ( $P < 0,01$ ) για την απόδοση, το βάρος του σπόρου και την ωρίμανση. Αλλά οι αλληλεπιδράσεις των γενεών (F2, F3, F4) με τους πληθυσμούς δεν ήταν σημαντικές ( $P > 0,05$ ) για την απόδοση και το βάρος 100 σπόρων. Αυτό μπορεί να δηλώνει ότι οι υψηλοαποδοτικοί πληθυσμοί που προσαρμόζονται καλά σε μία τοποθεσία θα μπορούσαν να αναγνωρισθούν στα πειραματικά τεμάχια σε οποιαδήποτε από τις τρεις γενιές.

Μεταξύ των ποικιλιών του φασολιού που αναπτύχθηκαν για συστήματα μονοκαλλιέργειας στις τροπικές περιοχές οι μικρόσπερμες ποικιλίες συχνά αποδίδουν περισσότερο από τις μεσόσπερμες και τις μεγαλόσπερμες. Σε πολλές χώρες οι



καταναλωτές προτιμούν τους μεγαλύτερους σπόρους. Για να δημιουργήσουμε υψηλοαποδοτικές μεγαλόσπερμες ποικιλίες χρειάζεται γνώση σχετικά με την κληρονομικότητα και τις σχέσεις μεταξύ της απόδοσης, των συστατικών της απόδοσης και των αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών του φυτού. Έτσι λοιπόν στο πείραμα που έκαναν οι J. Nienhuis και S. Singh σειρές με μικρό σπόρο (<26 γρ./100 σπόρους) με μέσο σπόρο (26 – 40 γρ./100 σπόρους) και με μεγάλο σπόρο (>40γρ./100 σπόρους) διασταυρώθηκαν διαλληλικά και επιτεύχθηκε ένα σύνολο από 72 διασταυρώσεις. Οι F1 και F2 γενιές αξιολογήθηκαν χωριστά σε συνεχόμενες περιόδους σε δύο τοποθεσίες στην Κολομβία (Palmira και Porayan). Όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν έδειξαν ετέρωση στην F1 πάνω από το μέσο όρο των γονέων. Η ετέρωση στην απόδοση για την F1 ήταν 36% στην Palmira και 23% στην Porayan πάνω από τον υψηλοαποδοτικότερο γονέα. Η γενική συνδυαστική ικανότητα (GCA) που καθορίστηκε από τη μέθοδο 4 του Griffing και το 1<sup>ο</sup> μοντέλο ανάλυσης (J. Nienhuis και S. Singh 1986), ήταν περισσότερο σημαντική από την ειδική συνδυαστική ικανότητα όσον αφορά την απόδοση και τα συστατικά της απόδοσης τόσο στην ανάλυση της F1 όσο και της F2. Οι γονείς του τύπου I (μικρόσπερμοι) συνετέλεσαν ώστε να παρουσιαστεί η θετική επίδραση της GCA όσον αφορά τον αριθμό βλαστών / φυτό και η αρνητική επίδραση της GCA για τα υπόλοιπα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά είτε στη μία ή και στις δύο τοποθεσίες ενώ το αντίθετο ήταν εμφανές για τους τύπους γονέων II (μεσόσπερμοι) και III (μεγαλόσπερμοι). Υπήρξε θετική συσχέτιση της απόδοσης με τον αριθμό λοβών/τ.μ., τον αριθμό σπόρων/λοβό και όλα τα αρχιτεκτονικά (δομικά) χαρακτηριστικά του φυτού εκτός από τον αριθμό βλαστών / φυτό. Αντίθετα υπήρξε αρνητική συσχέτιση του βάρους σπόρου με τον αριθμό κόμβων / βλαστό, με τον αριθμό κόμβων / φυτό ενώ υπήρξε θετική συσχέτιση με το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων πάνω στο κύριο στέλεχος και το μήκος του κυρίου στελέχους. Οι γενετικές συσχετίσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών φανερώνουν ότι η επιλογή τόσο για μεγάλο μήκος μεσογονατίων διαστημάτων στο κύριο στέλεχος, όσο και για κυρίως στελέχη με μεγάλο μήκος θα μπορούσε να συμβάλει στην ταυτόχρονη βελτίωση της απόδοσης και του βάρους του σπόρου.

Οι Beebe et al., (1995) εκτίμησαν το βαθμό 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 βελτιωμένων καθαρών σειρών και ποικιλιών κόκκινων και μαύρων φασολιών. Επίσης, άλλες 6 μαυρόσπερμες ποικιλίες από τη Βραζιλία και την Αργεντινή συμπεριλήφθηκαν για σύγκριση. Τα πολλών διαστάσεων πειραματικά τεμάχια αποκάλυψαν ότι τα κόκκινα και μαύρα φασόλια σχημάτισαν ευκρινείς ομάδες χωρίς overlap. Βασισμένοι στην σταθερή συχνότητα των δεικτών εντός και μεταξύ των πληθυσμών τα κόκκινα και μαύρα φασόλια, επιβεβαίωσαν ότι είναι ευδιάκριτοι πληθυσμοί. Ο μέσος όρος παραλλακτικότητας με την χρήση των μοριακών δεικτών RAPD που μετρήθηκε μεταξύ των καθαρών σειρών και επιλέχθηκαν για αντοχή στον ιό BGMV ήταν σημαντικά μικρότερος από αυτόν μεταξύ των μη επιλεγμένων σειρών στα κόκκινα και μαύρα φασόλια. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν 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, αντανakλώντας έτσι τις στενές γενετικές σχέσεις και την μικρή παραλλακτικότητα. Για το λόγο αυτό τόσο οι μοριακοί δείκτες όσο και ο (CP) έδειξαν ότι η επιλογή για αντοχή στον ιό BGMV είχαν σαν αποτέλεσμα τη μείωση της γενετικής παραλλακτικότητας στα κόκκινα και μαύρα φασόλια. Κατά τη συσχέτιση συντελεστή καταγωγής και γενετικής απόστασης, τα αποτελέσματα για τα κόκκινα, τα μαύρα φασόλια και για όλους τους γενοτύπους ήταν σημαντικά αρνητικά.

Παρά τις χαμηλές τιμές συσχέτισης οι GD και CP παρουσίασαν παρόμοια αποτελέσματα και μας οδήγησαν στα ίδια συμπεράσματα.

Προηγούμενες μελέτες που χρησιμοποίησαν την πρωτεΐνη του σπόρου του φασολιού ως δείκτη, αποκάλυψαν ότι το καλλιεργούμενο φασόλι προήλθε από πολλαπλές εξημερώσεις στην (MA) και στις Άνδεις. Επειδή αυτές οι μελέτες βασίστηκαν στην παραλλακτικότητα μιας απλής γονιδιακής θέσης η επιβεβαίωση αναζητήθηκε στην ανάλυση προτύπων παραλλακτικότητας σε 9 πολυμορφικές γονιδιακές θέσεις αλλοενζύμων όλες ασύνδετες με την γονιδιακή θέση της φασεολίνης (phaseolin). Στο πείραμα των S.P.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 Cluster ανάλυση που βασίστηκε στη γενετική απόσταση κατά Nei's (1973) αποκάλυψε την ύπαρξη δύο κύριων ομάδων, την (MA) και αυτή των Άνδεων της Νοτίου Αμερικής. Υπήρξαν ενδείξεις μεταφοράς γονιδίων από τα άγρια στα καλλιεργούμενα φασόλια και προτάθηκαν το λιγότερο 5 υποομάδες μέσα στην (MA) και 4 υποομάδες μέσα στην ομάδα των Άνδεων.

Κατά τη περίοδο 1987-1988, οι S.P.Singh et., al εξέτασαν την ποικιλομορφία μορφολογικών και αγρονομικών χαρακτηριστικών σε 306 ντόπιες ποικιλίες φασολιού από την Λ. Αμερική και τη σχέση της με τη φασεολίνη και την ποικιλότητα των αλλοενζύμων. Πληροφορίες για το χρωματισμό, την ανάπτυξη και χαρακτηριστικά που αφορούν το φύλλο, το λοβό, το σπόρο και τη φαινολογία, όπως και η αντοχή σε 4 σημαντικές ασθένειες και σε ένα έντομο καταγράφηκαν από εκτιμήσεις που έγιναν σε 3 τοποθεσίες στην Κολομβία. Επιπροσθέτως οι ίδιες 306 ντόπιες ποικιλίες χαρακτηρίστηκαν με τη βοήθεια της ηλεκτροφόρησης ισοενζύμων όσον αφορά την πρωτεΐνη του σπόρου φασεολίνη και 9 αλλοένζυμα. Τα αποτελέσματα διαχώρισαν αυτές τις ντόπιες ποικιλίες σε δύο ομάδες, την (MA) και των Άνδεων (επιβεβαιώνοντας τις προγενέστερες πληροφορίες). Η ανάλυση που βασίστηκε σε γενετικούς δείκτες, χρησιμοποιώντας ως αρχικό κριτήριο ομαδοποίησης την φασεολίνη ή τα αλλοένζυμα, ακολουθήθηκε από ανάλυση επιβεβαίωσης των μορφο-αγρονομικών χαρακτηριστικών και έδειξε την ύπαρξη δύο υποομάδων μέσα σε κάθε μία από τις κύριες ομάδες με ευκρινή μορφολογία, προσαρμογή και αντοχή στις ασθένειες. Ο Singh (1988-1989) πρότεινε την ύπαρξη 12 δεξαμενών γονιδίων στο ξηρό φασόλι λαμβάνοντας υπόψη την ανάπτυξη, το σπόρο, μορφολογικά γνωρίσματα και χαρακτηριστικά προσαρμοστικότητας. Επίσης το 1989 αναγνώρισε τρεις φυλές μέσα σε κάθε μία από τις δύο ομάδες (MA) και Άνδεων.

Το φασόλι αναπτύσσεται σε περιοχές όπου οι υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής του ανάπτυξης μειώνουν τις αποδόσεις. Οι G.C. Shonnard και P. Gepts αναγνώρισαν ευαίσθητα στάδια κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής του ανάπτυξης και ερεύνησαν από γενετικής άποψης την αντοχή στον καύσωνα κατά τη διάρκεια αυτών των σταδίων. Η έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια δύο αναπαραγωγικών σταδίων ανάπτυξης και συγκεκριμένα κατά τον σχηματισμό των ανθικών οφθαλμών και κατά το γέμισμα του λοβού, προκάλεσε σημαντική ζημιά. Αυτή η ζημιά εκτιμήθηκε καταγράφοντας δύο αντίστοιχα χαρακτηριστικά – την πτώση των ανθικών οφθαλμών και το μειωμένο γέμισμα του λοβού. Για κάθε χαρακτηριστικό δύο ανθεκτικοί και δύο ευαίσθητοι μεγαλόσπερμοι γενότυποι ξηρού φασολιού, επιλέχθηκαν και διασταυρώθηκαν σε όλους τους δυνατούς συνδυασμούς συμπεριλαμβανομένης και της αναδιασταύρωσης (BC). Οι γονείς και οι μάρτυρες εκτιμήθηκαν κάτω από συνθήκες καύσωνα σε δύο τοποθεσίες στη κεντρική κοιλάδα της Καλιφόρνιας. Αυτό φανέρωσε ότι η αλληλεπίδραση GXE ήταν παρούσα και στα δύο χαρακτηριστικά. Στις γενετικές έρευνες συμπεριλαμβάνονταν οι γονείς, οι απόγονοι των F1 και F2 και οι μάρτυρες στην μία από τις παραπάνω τοποθεσίες. Και τα δύο χαρακτηριστικά εμφάνισαν παραλλακτικότητα γεγονός που δηλώνει ποσοτική κληρονομικότητα.



Οι γενεαλογικές αναλύσεις των μέσων όρων, επεξήγησαν ότι η αθροιστική γενετική επίδραση ήταν σημαντική και για τα δύο χαρακτηριστικά όσον αφορά την αντοχή στον καύσωνα αλλά ήταν περισσότερο σημαντική όσον αφορά την αντοχή στην πτώση των οφθαλμών. Η σημαντική επίδραση της κυριαρχίας για αντοχή στην πτώση των οφθαλμών, αποδόθηκε είτε στη σύνδεση είτε στον πλειοτροπισμό. Τόσο η γενεαλογική ανάλυση των μέσων όρων όσο και η διαλληλική, επεξήγησαν την παρουσία κυτοπλασματικών επιδράσεων συμπεριλαμβανομένων και αλληλεπιδράσεων κυτοπλάσματος με γονίδια του πυρήνα. Τα σημαντικά αθροιστικά γεγονότα που παρατηρήθηκαν δηλώνουν ότι το κέρδος από την επιλογή για βελτίωση της αντοχής στον καύσωνα θα μπορούσε να συμβεί και για τα δύο χαρακτηριστικά.

Η έλλειψη φωσφόρου παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του φασολιού στις τροπικές περιοχές. Οι γενότυποι του φασολιού διαφέρουν στην χρήση του φωσφόρου (P), επηρεάζοντας την ανάπτυξη και την απόδοση σε εδάφη με χαμηλά επίπεδα P. Ο X.Yan (1995) εκτίμησε τη γενετική παραλλακτικότητα σε γενετικό υλικό φασολιού σχετικά με τη χρήση του P σε τύπους εδαφών με διαφορετική περιεκτικότητα. Επίσης εκτίμησε τις πιθανές σχέσεις μεταξύ της κατανομής σε ξηρά ουσία, της μετακίνησης του P στο φυτό και της απόδοσης. Τα πειράματα έλαβαν μέρος σε δύο τοποθεσίες στην Κολούμπια. Πραγματοποιήθηκαν τρεις λιπάνσεις με φώσφορο (P). Δώδεκα διαφορετικοί γενότυποι αξιολογήθηκαν για την απόδοση, το δείκτη συγκομιδής (H.I.) και τη μετακίνηση του φωσφόρου (P). Οι γενότυποι είχαν διαφορετική απόδοση κάτω από συνθήκες έλλειψης P. Το γενετικό υλικό που κατάγονταν από τις Άνδεις ήταν συχνά υψηλότερο σε απόδοση κάτω από συνθήκες έλλειψης P σε σχέση με το (MA) γενετικό υλικό, αλλά αντιδρούσε λιγότερο όταν γινόταν λίπανση με P. Οι αναπαραγωγικές παράμετροι όπως ο H.I., η απόδοση και η κατανομή του P μεταξύ των φυτικών μερών κατά την ωρίμανση δεν σχετίστηκαν με την χρήση του P.

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν ήταν :

1. δεν υπήρξε απόδειξη για καλή προσαρμογή του φασολιού σε χαμηλής διαθεσιμότητας σε P ηφαιστιακών και με μεγάλη περιεκτικότητα σε μέταλλα εδαφών.
2. οι δύο μορφές γενοτύπων, MA και των Άνδεων αντιδρούν διαφορετικά στη διαθεσιμότητα του P και
3. οι βλαστικές και αναπαραγωγικές αντιδράσεις όταν υπάρχει χαμηλή διαθεσιμότητα P δεν σχετίζονται πάντα.

Ο Honma (1956) πέτυχε σε διασταυρώσεις που έκανε στο κοινό φασόλι να δημιουργήσει την ποικιλία «Great Northern Nebraska 1» από την οποία 27 φυτά ήταν ανθεκτικά στο βακτήριο *Xanthomonas Camrestris pv phaseoli*.

Ο Anderson et al., (1996) εισηγείται αναδιασταύρωση ανάμεσα στα *P. Vulgaris* και *P. Acutifolius* ως τρόπο να διατηρήσουμε το εξωτικό γενετικό υλικό σε άμεσα χρήσιμους τύπους. Το *P. Coccineus* έχει περισσότερο χρησιμοποιηθεί σε ευρείες διασταυρώσεις με το *P. Vulgaris* ειδικά για χαρακτηριστικά όπως είναι η ανεκτικότητα σε χαμηλές θερμοκρασίες και η αντοχή στην ψηφριζία και στον ιό του κίτρινου μωσαϊκού του φασολιού. Οι μοριακοί δείκτες έχουν χρησιμοποιηθεί για να συνδέσουν τα οικονομικής σημασίας γονίδια σε πολλά είδη καλλιεργειών. Στο κοινό φασόλι για παράδειγμα, αυτοί περιλαμβάνουν τα σημαντικά γονίδια για την αντίσταση στον άνθρακα, (Kelly 1997) τον ιό του μωσαϊκού των φασολιών (Johnson et al., 1997), τη βακτηριακή σήψη, τη σκωρίαση (Jung et al., 1996) και γονίδια που είναι υπεύθυνα για μορφολογικά χαρακτηριστικά μερικά από τα οποία είναι κυρίαρχα (Koinange et al., 1996) και μερικά που χαρτογραφήθηκαν ήδη στον κλασσικό γενετικό χάρτη του φασολιού (Bassett 1991). Οι μοριακοί δείκτες έχουν χρησιμοποιηθεί επίσης για να συνδέσουν θέσεις ποσοτικών χαρακτηριστικών (QTLs) για αντίσταση στη βακτηριακή σήψη Yu et al., (1998) τον ιό του κίτρινου μωσαϊκού Utrea et al., (1996) και ανεκτικότητα στην ξηρασία Schneider et al., (1997).

Οι μοριακοί δείκτες βασιζόμενοι σε γενετικούς χάρτες έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη της εξέλιξης του γενώματος (Boutin et al., 1995). Το κοινό φασόλι είναι ένα από τα είδη των ψυχανθών με τα μικρότερα γενώματα (0,65 pg/απλοειδές γένωμα) Agamudanathan and Earle (1991). 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) αυτούς του University of California (Gepts et al., 1993), και του Orsay – University of Paris (Blondon et al., 1994b). Οι δύο πρώτοι είναι βασισμένοι πρωτίστως σε RFLPs που ανακαλύπτονται από ελέγχους σε διαφορετικές PstI and EcoRI – Bam HI γενωμικές βιβλιοθήκες ενώ ο τελευταίος βασίζεται κυρίως στους δείκτες RAPD αλλά επίσης περιέχει και RFLP δείκτες. Οι RAPD χάρτες περιλαμβάνουν και αυτούς που αναφέρονται από τους Jung et al., (1996.1997) και Skroch et al., (1996).

Συνολικά οι RFLP χάρτες περιλαμβάνουν 645 θέσεις που κατανέμονται κατά μήκος 1200cm του γενώματος του φασολιού. Αν οι RFLP χάρτες μπορούσαν να ενωθούν θα παρήγαγαν ένα χάρτη με μέσο όρο ένα μοριακό δείκτη κάθε 20cM. Μία ακόμα υψηλότερη πυκνότητα ανάλυσης θα μπορούσε να επιτευχθεί με την ενσωμάτωση των δεικτών RAPD.

Οι Cattan – Tourpance et al., (1998) έδειξαν ότι η διάρθρωση που χρησιμοποιεί τους μοριακούς δείκτες, μπορεί να παρέχει τις πληροφορίες για την ιστορία και βιολογία των πληθυσμών των φυτών αλλά δεν απεικονίζει απαραίτητα τι μπορεί να παρατηρηθεί όσον αφορά τα αγρονομικά χαρακτηριστικά. Η διαδικασία επιλογής οδηγεί σε μία συσσώρευση των καλύτερων αλληλόμορφων γονιδίων για τα χαρακτηριστικά κάτω από επιλογή. Κατ'αυτόν τον τρόπο κάποιος θα μπορούσε να αναμένει μία υψηλή ομοιότητα μεταξύ των γενοτύπων ισοδύναμης αξίας, όπως είναι οι βιομηχανικοί τύποι φασολιών. Εν τούτοις δείκτες RAPDs είναι διασκορπισμένοι σε όλο το γένωμα και η γενετική σύνθεση εξαρτάται από την ένωσή τους, η οποία επηρεάζεται από τον βελτιωτή μόνο στην περιοχή που είναι κάτω από την ένταση επιλογής. Στις άλλες θέσεις, η οργάνωση υποβάλλεται στην τυχαία γενετική τάση. Ο ανασυνδιασμός που εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της μείωσης πρέπει να έχει σχέση με τις ομάδες των δεικτών όπως έχει προταθεί στην περίπτωση της πετούνια Peltier et al., (1994). Σε ένα τέτοιο σχέδιο ένας βελτιωτής έχει στη διάθεσή του μερικά ρυθμιστικά αλληλόμορφα γονίδια που θα μπορούσαν να ανασυνδιαστούν αλλά αυτό θα οδηγήσει κυρίως σε περιορισμένες αναδιοργανώσεις ομάδων δεδομένου ότι ο αριθμός ανασυνδιασμών σε χρωμοσωμικό επίπεδο είναι περιορισμένος. Άρα λοιπόν ο καθένας μπορεί να θεωρήσει ότι ο κάθε βελτιωτής που αρχίζει ένα βελτιωτικό πρόγραμμα θα μπορούσε να βάλει την υπογραφή του στην οργάνωση των ομάδων αλληλόμορφων.

### 3. Υλικά και Μέθοδοι

#### 3.1 Γενετικό Υλικό

Το γενετικό υλικό της εργασίας, αποτέλεσαν επτά διαφορετικοί τοπικοί πληθυσμοί και δεκατέσσερις καθαρές σειρές εδώδιμων ξηρών φασολιών που επιλέχθηκαν από τον πληθυσμό της Ροδόπης και ανήκουν στο είδος *Phaseolus Vulgaris*. Ως μάρτυρες για την αξιολόγηση των επτά πληθυσμών χρησιμοποιήθηκαν οι καλλιεργούμενες ποικιλίες Magigus και Αϊσές. Για τις καθαρές σειρές της Ροδόπης (μικρόσπερμα) χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες οι εμπορικές ποικιλίες Magigus και Ζαργάνα Καβάλας. Επίσης εξετάστηκαν και δεκαέξι ετεροθαλλικές οικογένειες (HS) που προέκυψαν μετά από επιλογή στον πληθυσμό Γρεβενών και ανήκουν στο είδος *Phaseolus Coccineus*. Ως μάρτυρες για την αξιολόγηση των παραπάνω οικογενειών (γίγαντες) χρησιμοποιήθηκαν οι ποικιλίες γίγαντες Ισπανίας και γίγαντες Καστοριάς.

Πίνακας 1. Περιγραφή γενετικού υλικού.

ΟΝΟΜΑ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
Πληθυσμός Ξάνθης	Εχίνος Ξάνθης	<ul style="list-style-type: none"><li>• ημιαναριχώμενος</li><li>• μικρά φύλλα με σκούρο πράσινο χρώμα</li></ul>
Πληθυσμός Βελεστίνου	Βελεστίνο Μαγνησίας	<ul style="list-style-type: none"><li>• νάνος – (καθιστός)</li><li>• ευαίσθητος στην ανθράκωση και στον τετράνυχο</li><li>• φύλλα μεσαίου μεγέθους</li><li>• πρώιμη ωρίμανση</li></ul>
Πληθυσμός Βυζίτσας καθιστά	Βυζίτσα Μαγνησίας	<ul style="list-style-type: none"><li>• μεγάλα φύλλα</li><li>• ευαισθησία στον τετράνυχο</li></ul>
Πληθυσμός Χονδρά Κλεισούρας Καστοριάς	Κλεισούρα Καστοριάς	<ul style="list-style-type: none"><li>• αναρριχώμενος</li><li>• όψιμος</li><li>• φύλλα μεσαίου μεγέθους σχήματος οβάλ</li></ul>
Πληθυσμός Βυζίτσας άσπρο / μαύρο	Βυζίτσα Μαγνησίας	<ul style="list-style-type: none"><li>• αναρριχώμενος</li><li>• μικρόφυλλος</li><li>• κακή καρπόδεση</li></ul>
Πληθυσμός Βυζίτσας καφέ	Βυζίτσα Μαγνησίας	<ul style="list-style-type: none"><li>• ημιαναρριχώμενος</li><li>• μικρόφυλλος</li><li>• συχνή εμφάνιση χλωρωτικών φύλλων</li></ul>
Πληθυσμός Βυζίτσας μπεζ / μαύρο	Βυζίτσα Μαγνησίας	<ul style="list-style-type: none"><li>• αναρριχώμενος</li><li>• Φύλλα μεσαίου μεγέθους και σκούρου πράσινου χρώματος</li><li>• όψιμη καρπόδεση</li></ul>
Καθαρές σειρές Ροδόπης	Ροδόπη	<ul style="list-style-type: none"><li>• αναρριχώμενες</li><li>• μικρόσπερμες</li><li>• φύλλα μεσαίου μεγέθους</li></ul>
(HS) οικογένειες Γρεβενών	Δίστρατο Γρεβενών	<ul style="list-style-type: none"><li>• αναρριχώμενες</li><li>• γίγαντες (Phaseolus Coccineus)</li></ul>



Οι πληθυσμοί που εξετάστηκαν φέρουν το όνομα του τόπου προέλευσής τους και το όνομα χρήσης στον τόπο καλλιέργειάς τους και ήταν: α) ο πληθυσμός Εχίνου Ξάνθης, β) πληθυσμός Βελεστίνου, γ) πληθυσμός Βυζίτσας (Καθιστά), δ) πληθυσμός Χονδρά Κλεισούρας (Καστοριάς), ε) πληθυσμός Βυζίτσας (Άσπρο/Μαύρο), στ) πληθυσμός Βυζίτσας (Καφέ) και ζ) πληθυσμός Βυζίτσας (Μπεζ/Μαύρο).

Ειδικότερα οι καθαρές σειρές του πληθυσμού της Ροδόπης προήλθαν από ατομικά φυτά του πληθυσμού που αξιολογήθηκαν το 2002 στην ομώνυμη περιοχή. Οι HS οικογένειες του πληθυσμού των Γρεβενών ήταν απόγονοι ατομικών φυτών του πληθυσμού, που το 2002 αξιολογήθηκαν στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.

Η περιγραφή κάθε πληθυσμού, των καθαρών σειρών και των ετεροθαλλικών οικογενειών εμφανίζεται στον πίνακα 1. Επίσης ακολουθούν αντιπροσωπευτικές φωτογραφίες των πιο πάνω πληθυσμών.

### 3.2 Εγκατάσταση του πειράματος

Το πείραμα εγκαταστάθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, τον Μάιο του 2003. Για την αξιολόγηση των πληθυσμών Ξάνθης, Βελεστίνου, Βυζίτσα καθιστά, Χονδρά Κλεισούρας Καστοριάς, Βυζίτσα Άσπρο/Μαύρο, Βυζίτσα καφέ και Βυζίτσα Μαύρο/Μαύρο την πειραματική μονάδα αποτέλεσε το ατομικό φυτό. Συγκεκριμένα, κάθε πληθυσμός αντιπροσωπεύτηκε από 28 ατομικά φυτά που σπάρθηκαν σε δύο ομάδες (block) των 14 φυτών το καθένα. Σε κάθε ομάδα συμπεριλήφθηκαν και δύο φυτά μάρτυρες, ένα από την ποικιλία *Magirus* και ένα από την ποικιλία *Αϊσές*. Η κάθε ομάδα αποτελούνταν από 4 γραμμές μήκους 1,5 m η κάθε μια. Οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών τόσο επί της γραμμής όσο και μεταξύ των γραμμών ήταν 0,5 m, που αντιστοιχεί σε πυκνότητα 4 φυτά / τ.μ. Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 12/5/03 και έγινε με το χέρι ενώ σε κάθε θέση τοποθετήθηκαν 3 σπόροι (Σχήμα 1).

Για τις καθαρές σειρές των δύο πληθυσμών Ροδόπης και Γρεβενών, η πειραματική διάταξη ήταν η ακόλουθη: οι δεκατέσσερις καθαρές σειρές του πληθυσμού της Ροδόπης αξιολογήθηκαν με βάση το πειραματικό σχέδιο τυχαιοποιημένες πλήρεις ομάδες (RCB) με δύο επαναλήψεις. Σε κάθε μία επανάληψη συμπεριλήφθηκαν δύο εμπορικές ποικιλίες, *Magirus* και *Ζαργάνα Καβάλας*, ως μάρτυρες. Κάθε ποικιλία μάρτυρας αντιπροσωπεύτηκε από τέσσερα πειραματικά τεμάχια σε κάθε επανάληψη προκειμένου να υπάρξει η δυνατότητα εκτίμησης και του καθαρού πειραματικού σφάλματος (pure experimental error). Το πειραματικό τεμάχιο ήταν μία γραμμή μήκους 3 m. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 0,9 m και μεταξύ των φυτών 0,2 m με συνέπεια την παρουσία 15 φυτών ανά πειραματικό τεμάχιο. Η σπορά έγινε στις 15/5/03 για τις καθαρές σειρές του πληθυσμού της Ροδόπης και για τους μάρτυρες που χρησιμοποιήθηκαν (Σχήμα 2).

Για τον πληθυσμό των Γρεβενών οι οκτώ (8) καθαρές σειρές για τις οποίες υπήρχε επάρκεια σπόρου σπάρθηκαν σε πειραματική διάταξη RCB με δύο επαναλήψεις. Μάρτυρες ήταν οι ποικιλίες γίγαντες Ισπανίας και γίγαντες Καστοριάς, που σπάρθηκαν κάθε μία σε τρία πειραματικά τεμάχια κατά επανάληψη προκειμένου όπως και στις καθαρές σειρές του πληθυσμού της Ροδόπης να υπάρξει η δυνατότητα εκτίμησης του καθαρού πειραματικού σφάλματος. Το πειραματικό τεμάχιο ήταν μία γραμμή μήκους 6 m. Οι γραμμές είχαν απόσταση μεταξύ τους 0,9 m ενώ τα φυτά απείχαν επί της γραμμής 0,5 m. Η σπορά για τις καθαρές σειρές του πληθυσμού των





**ΦΑΣΟΛΙΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΒΥΖΙΤΣΑ  
ΑΣΠΡΟ - ΜΑΥΡΟ**



**ΦΑΣΟΛΙΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΒΥΖΙΤΣΑ  
ΜΠΕΖ - ΜΑΥΡΟ**



**ΦΑΣΟΛΙΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΒΥΖΙΤΣΑ  
ΚΑΦΕΤΙ**



**ΦΑΣΟΛΙΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΒΥΖΙΤΣΑ  
ΚΑΘΙΣΤΑ**



**ΦΑΣΟΛΙΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΒΕΛΕΣΤΙΝΟΥ**



**ΦΑΣΟΛΙΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΞΑΝΘΗΣ**



**ΦΑΣΟΛΙΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΡΟΔΟΠΗΣ**



**ΦΑΣΟΛΙΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ  
ΧΟΝΔΡΑ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ**



**ΦΑΣΟΛΙΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΓΡΕΒΕΝΩΝ**



**ΦΑΣΟΛΙΑ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ  
ΖΑΡΓΑΝΑ ΚΑΒΑΛΑΣ**

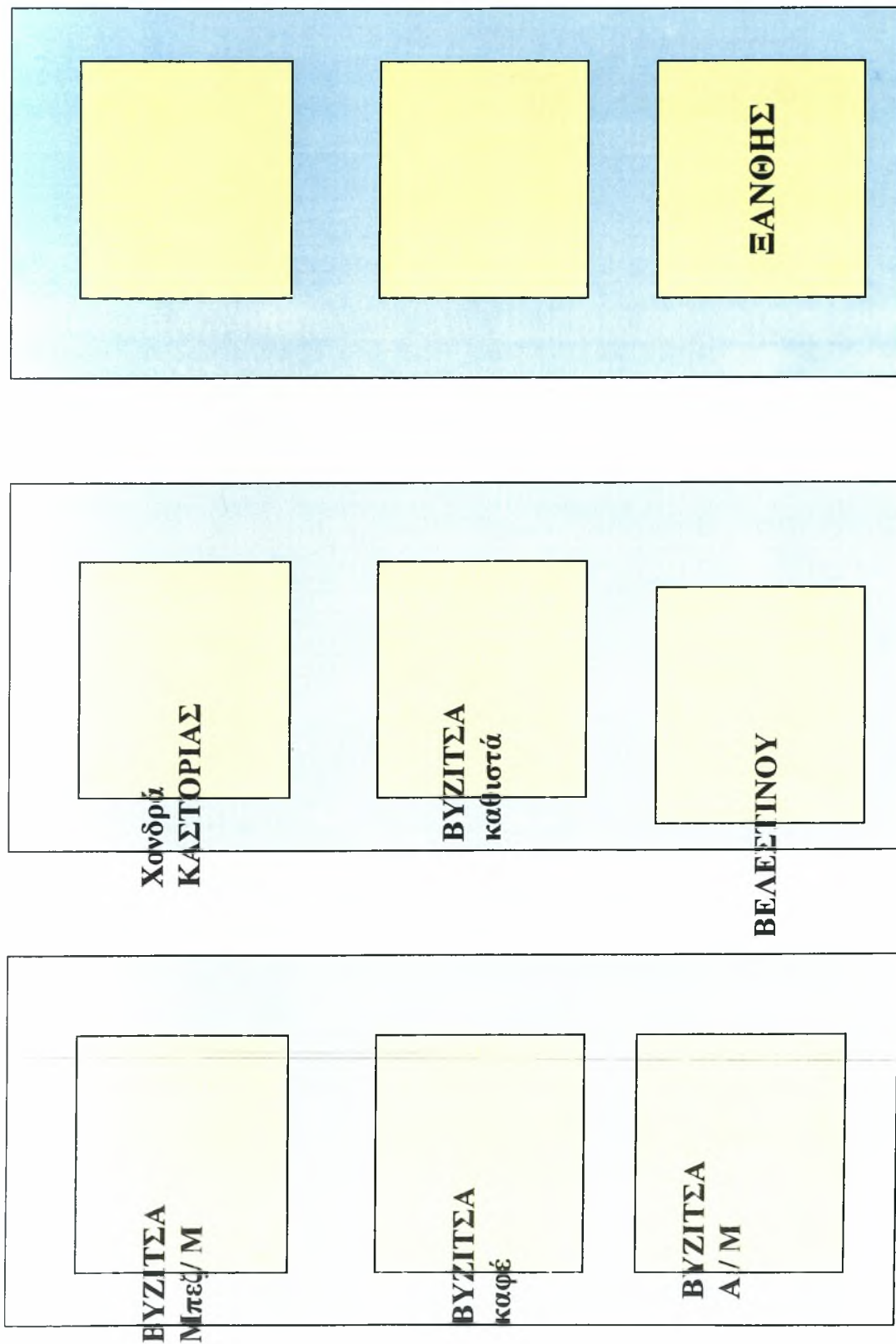


**ΦΑΣΟΛΙΑ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΑΪΣΕΣ**

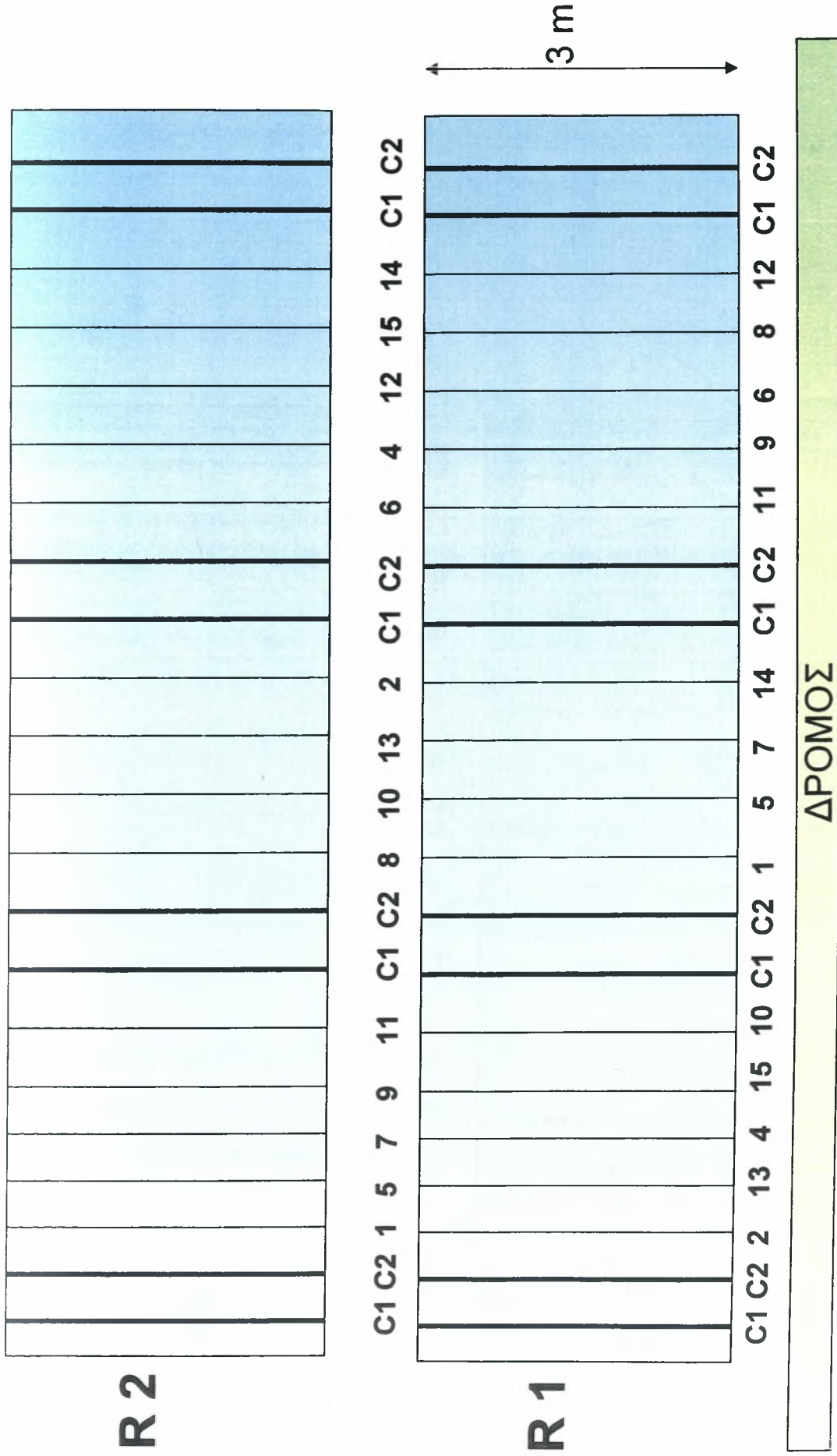


**ΦΑΣΟΛΙΑ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ MAGIRUS**





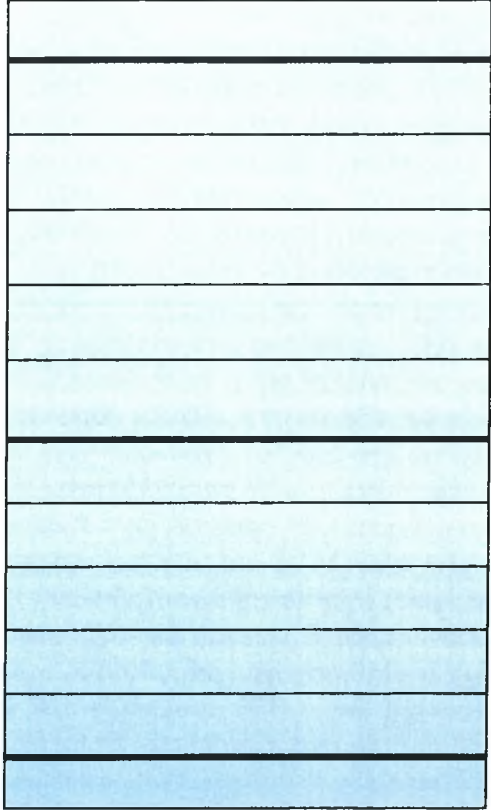
Σχήμα 1. ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ ΦΑΣΟΛΙΟΥ ΠΟΥ ΑΕΙΟΛΟΓΗΘΗΚΑΝ ΣΕ ΒΛΟΚΚ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ



Σχήμα 2. ΚΑΘΑΡΕΣ ΣΕΙΡΕΣ ΦΑΣΟΛΙΟΥ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΗΣ ΡΟΔΟΠΗΣ







C1 1 11 15 21 C1 3 2 20 18 C1

**Σχήμα 4. Η.Σ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΓΡΕΒΕΝΩΝ ΠΟΥ ΑΞΙΟΛΟΓΗΘΗΚΑΝ ΧΩΡΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ**

Γρεβενών και για τους μάρτυρες έγινε στις 15/5/03. Σπάρθηκαν 12 φυτά ανά γραμμή και σε κάθε θέση τοποθετήθηκαν 2 σπόροι (Σχήμα 3).

Για τις υπόλοιπες οκτώ (HS) οικογένειες του πληθυσμού των Γρεβενών λόγω του μικρού αριθμού των σπόρων που ήταν διαθέσιμοι δεν μπορούσαν να γίνουν δυο επαναλήψεις. Για το λόγο αυτό λοιπόν, η πειραματική διάταξη ήταν οικογένεια σε μία γραμμή (χωρίς επανάληψη) και τρεις γραμμές από το μάρτυρα γίγαντες Ισπανίας. Οι γραμμές των μαρτύρων βρίσκονταν στα δύο άκρα καθώς και στο μέσον των 8 ετεροθαλικών οικογενειών αφήνοντας έτσι από την μία πλευρά τις οικογένειες 1,11,15 και 21 ενώ από την άλλη τις οικογένειες 3,2,20 και 18. Το πειραματικό τεμάχιο ήταν μία γραμμή μήκους 4 m. Οι γραμμές είχαν απόσταση 0,9 m ενώ τα φυτά μεταξύ τους πάνω στη γραμμή 0,5 m. Η σπορά έγινε στις 22/5/03 για τις οικογένειες του πληθυσμού των Γρεβενών και για τον μάρτυρα γίγαντες Ισπανίας. Σπάρθηκαν 8 φυτά ανά γραμμή και τοποθετήθηκαν δυο σπόροι ανά θέση (Σχήμα 4).

### 3.3 Καλλιεργητικές φροντίδες

Επιδίωξη ήταν η αξιολόγηση να γίνει σε συνθήκες χαμηλών εισροών σε νερό, λιπάσματα και αγροχημικά. Έτσι ο πειραματικός αγρός εγκαταστάθηκε σε αγροτεμάχιο που είχε παραμείνει ακαλλιεργητό για τρία συνεχόμενα έτη. Δεν έγινε βασική λίπανση ενώ έγινε μία μόνο εφαρμογή με το διαφυλλικό σκεύασμα Greenzit σε όλα τα φυτά στις 7/7/03 με ψεκαστήρα προπίεσης 5 lt.

Το πρώτο πότισμα έγινε στις 16/5/03. Από την ημερομηνία αυτή και μετά, η άρδευση γινόταν κάθε πέντε έως επτά ημέρες μέχρι και το τέλος του Αυγούστου. Στα φυτά των πληθυσμών χονδρά Κλεισούρας Καστοριάς, Βυζίτσα Α/Μ, Βυζίτσα καφέ, Βυζίτσα Μ/Μ, στις οικογένειες Ροδόπης και Γρεβενών καθώς και στους μάρτυρες γίγαντες Ισπανίας και γίγαντες Καστοριάς πραγματοποιήθηκε υποστήριξη με καλάμια και ξύλινους πήχεις ώστε να βοηθηθεί η ανάπτυξή τους.

Μετά το φύτευμα και όπου χρειάστηκε, έγινε αφαίρεση φυτών με το χέρι ώστε να παραμείνει ένα φυτό/θέση. Είχε προηγηθεί άρδευση την ίδια μέρα το πρωί ώστε να διευκολυνθεί η διαδικασία του αραιώματος. Η αφαίρεση των φυτών έγινε όταν αυτά είχαν μέγεθος τέτοιο ώστε να μην πραγματοποιηθεί ζημιά στο εναπομείναν φυτό και πριν εισέλθουν τα φυτά στο στάδιο της ανθοφορίας.

Η καταπολέμηση των ζιζανίων πραγματοποιήθηκε μηχανικά με χρήση φρέζας περιφερειακά της έκτασης του πειράματος αλλά και μεταξύ των διαδρόμων των επαναλήψεων και των block. Μεταξύ των γραμμών και πάνω στην γραμμή γινόταν αφαίρεση των ζιζανίων με το χέρι (τσάπισμα και ξεβοτάνισμα), ανά τακτά χρονικά διαστήματα (10 – 12 ημερών, 3 εφαρμογές).

Στις 4/8/03 πραγματοποιήθηκε επέμβαση με το διασυστηματικό μυκητοκτόνο Benlate WP (benomyl 50%) ενώ για τον έλεγχο της προσβολής από τετράνυχο εφαρμόστηκε το ακαρεοκτόνο σκεύασμα Vendex στις 27/8/03.

### 3.4 Μετρήσεις και Παρατηρήσεις

Για την αξιολόγηση των επτά πληθυσμών των καθαρών σειρών και των (HS) οικογενειών οι παρατηρήσεις καταγράφηκαν με βάση το ατομικό φυτό.

Καταγράφηκε ως δείκτης πρωιμότητας, ο αριθμός ημερών από την ημερομηνία σποράς έως την εμφάνιση του πρώτου άνθους καθώς και την εμφάνιση του πρώτου λοβού.



Για τα (14+2) φυτά των block και για τα φυτά των καθαρών σειρών της Ροδόπης έγινε καταμέτρηση του συνολικού αριθμού των λοβών/φυτό και υπολογίστηκε ο μέσος αριθμός σπερμάτων/λοβό.

Στο πρώτο δεκαήμερο του Αυγούστου έγινε επισήμανση φυτών με καρτελάκια στις καθарές σειρές της Ροδόπης και στα φυτά των blocks. Τα φυτά που επισημάνθηκαν παρουσίαζαν ευρωστία, αντοχή σε μυκητολογικές ασθένειες καθώς και αντοχή στην ξηρασία. Δεν έγινε επισήμανση σε φυτά από τις (HS) οικογένειες του πληθυσμού των Γρεβενών.

### 3.5 Συγκομιδή

Στις καθарές σειρές του πληθυσμού Ροδόπης συγκομίστηκε κάθε φυτό χωριστά ενώ στους μάρτυρες συγκομίστηκαν μαζί όλα τα φυτά κάθε γραμμής. Η συγκομιδή έγινε στο διάστημα από 10/9/03 έως 16/9/03 ενώ έως τις 17/11/03 συγκομίστηκαν οι εναπομείναντες λοβοί.

Η συγκομιδή των ατομικών φυτών στα block για τους πληθυσμούς Ξάνθης, Βελεστίνου, Βυζίτσα καθιστά, Βυζίτσα καφέ καθώς και των μαρτύρων σε όλα τα block έγινε στις 16/9/03. Η συγκομιδή στα block χονδρά Κλεισούρας Καστοριάς, Βυζίτσα Α/Μ και Βυζίτσα Μ/Μ έγινε στις 17/11/03 ατομικά για κάθε φυτό.

Στις HS οικογένειες του πληθυσμού των Γρεβενών καθώς και στους αντίστοιχους μάρτυρες η συγκομιδή έγινε με βάση το πειραματικό τεμάχιο. Συνέπεια αυτής της επιλογής και με δεδομένο ότι ανήκουν στο σταυρογονιμοποιούμενο είδος *P. coccineus* ήταν να μην εκτιμηθεί η παραλλακτικότητα εντός των οικογενειών.

### 3.6 Στατιστική ανάλυση και επεξεργασία δεδομένων

Οι λοβοί που συγκομίστηκαν, μεταφέρθηκαν στην αποθήκη του αγροκτήματος. Εκεί έγινε ο καθαρισμός τους και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Όλα τα πειραματικά δεδομένα καταχωρήθηκαν σε Η/Υ και η στατιστική ανάλυση έγινε με την βοήθεια του στατιστικού πακέτου JMP.

Τα δεδομένα από την αξιολόγηση των καθарών σειρών του πληθυσμού της Ροδόπης και των οκτώ οικογενειών του πληθυσμού Γρεβενών, αναλύθηκαν σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο RCB. Στον πληθυσμό της Ροδόπης έγινε επιπλέον εκτίμηση της εντός του πειραματικού τεμαχίου διακύμανσης που είναι η διακύμανση δειγματοληψίας δηλαδή η εντός της σειράς (sampling error ή within genotype variance,  $\sigma^2_s$  ή  $\sigma^2_w$ ) (Steel and Torrie, 1980). Το στατιστικό πρότυπο που εφαρμόστηκε ήταν τυχαίο (Random model) αφού οι γενότυποι παρόλο που ο αριθμός τους ήταν μικρός αποτελούν τυχαίο δείγμα του συγκεκριμένου πληθυσμού. Η ανάλυση έγινε σύμφωνα με το ακόλουθο πρότυπο:

Πηγή	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	Αναμενόμενα Μ.Τ.
Γενότυποι	$g - 1$	M1	$\sigma^2_s + s \sigma^2_e + rs \sigma^2_g$
Πειραματικό σφάλμα	$r(g - 1)$	M2	$\sigma^2_s + s \sigma^2_e$
Σφάλμα δειγματοληψίας	$rg(s - 1)$	M3	$\sigma^2_s$

g: αριθμός γενοτύπων

γ: αριθμός επαναλήψεων

s: αριθμός παρατηρήσεων ανά πειραματικό τεμάχιο

Με βάση το προηγούμενο πρότυπο ήταν δυνατή:

α. Η εκτίμηση της φαινοτυπικής διακύμανσης  $\sigma^2_p$  σε επίπεδο μέσου όρου πειραματικού τεμαχίου καθώς και ατομικού φυτού. Η  $\sigma^2_p$  ως μέσος όρος πειραματικού τεμαχίου ήταν  $\sigma^2_p = M1/g$  και αντιστοίχως η γενοτυπική διακύμανση  $\sigma^2_g = M1 - M2/g$ . Επιπλέον εκτιμήθηκαν, η φαινοτυπική διακύμανση  $\sigma^2_p = \sigma^2_g + \sigma^2_e/g$  και ο συντελεστής κληρονομικότητας  $h^2 = \sigma^2_g / \sigma^2_p$ .

β. Η εκτίμηση της  $\sigma^2_s$  ήταν μία κοινή εκτίμηση της εντός των καθαρών σειρών διακύμανσης. Η διακύμανση αυτή ήταν η μέση διακύμανση των 14 γενοτύπων της Ροδόπης. Για τον πληθυσμό της Ροδόπης η διακύμανση  $\sigma^2_s$  ήταν εκτίμηση της διακύμανσης λόγω περιβάλλοντος.

Σύμφωνα με τα προηγούμενα και το στατιστικό πρότυπο, ήταν δυνατή η εκτίμηση της πραγματικής διακύμανσης του πειραματικού σφάλματος (plot-to-plot error) από την σχέση  $\sigma^2_e = M2 - M3/s$ .

Επιπλέον επειδή σε κάθε επανάληψη υπήρχαν τέσσερα ή τρία πειραματικά τεμάχια (για τον πληθυσμό Ροδόπης ή Γρεβενών αντίστοιχα) από τον κάθε ένα από τους δύο μάρτυρες ήταν δυνατή τόσο η διόρθωση των δεδομένων 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  $\sigma^2_e$  που αναφέρθηκε προηγουμένως.

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

Για τις οκτώ οικογένειες του πληθυσμού των Γρεβενών που αξιολογήθηκαν, γενοτύπος στη γραμμή (χωρίς επανάληψη), η διαφοροποίηση μεταξύ τους ήταν δυνατή με βάση μία εκτίμηση πιθανής ΕΣΔ που υπολογίστηκε ως διαφορά μεταξύ των δύο εκτιμήσεων του επαναλαμβανόμενου μάρτυρα.

Για τους επτά πληθυσμούς που αξιολογήθηκαν με βάση το ατομικό φυτό εκτιμήθηκε η φαινοτυπική διακύμανση  $\sigma^2_p$  ή  $\sigma_p$  ως απόλυτη τιμή και ως CV.

### 3.7 Μοριακή ανάλυση με δείκτες RAPD's

#### 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 καθώς και με χρήση του kit απομόνωσης DNA της εταιρίας QIAGEN (QIAGEN DNA Extraction Kit). Το απομονωμένο DNA διαλύθηκε σε 200 μl TE διαλύματος (10 mM TRIS-HCl, 1 mM Na<sub>2</sub> EDTA, pH 8.0).

#### Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός DNA.

Η συγκέντρωση του DNA προσδιορίστηκε σε φασματοφωτόμετρο υπεριώδους / ορατού με απορρόφηση των δειγμάτων στα 260 nm. Ο ποιοτικός προσδιορισμών των δειγμάτων έγινε με απορρόφηση στα 280 nm για να εκτιμηθεί το επίπεδο παρουσίας πρωτεϊνών στο δείγμα από το λόγο 260 / 280 nm. Ο μέσος όρος της συγκέντρωσης του DNA των δειγμάτων, υπολογίστηκε στα 100 ng / μl. Οι

παραπάνω εκτιμήσεις, επιβεβαιώθηκαν και με ηλεκτροφόρηση σε πηκτή αгарόζης 0,8 % με πρότυπο δείγμα DNA σαν μάρτυρα.

### Ανάλυση κατά RAPD

Σε κάθε Αλυσιδωτή Αντίδραση Πολυμεράσης (PCR), χρησιμοποιήθηκαν 150 ng γενωμικού DNA σαν μήτρα, 2.5 μl 10x PCR buffer (Minotech), 0.625 μM από 10-νουκλεοτιδικό RAPD εκκινητή (Operon Tech.), 2 mM MgCl<sub>2</sub>, 150 μM dNTPs και 1.5U Taq DNA πολυμεράσης (Minotech), ενώ η αντίδραση ρυθμίστηκε σε 25 μl τελικό όγκο με αποστειρωμένο και απεσταγμένο νερό (ddH<sub>2</sub>O).

Οι συνθήκες της αντίδρασης PCR ήταν :

- Προ-αποδιάταξη στους 95 °C για 8 λεπτά (HOT START).
- 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 λεπτό
- Τελική επιμήκυνση των αλυσίδων στους 72 °C για 10 λεπτά. Αποθήκευση στους 4 °C.

### Ανάλυση των αποτελεσμάτων και κατασκευή των δενδρογραμμών φυλογενετικών σχέσεων.

Τα προϊόντα της Αλυσιδωτής Αντίδρασης Πολυμεράσης για κάθε γενότυπο, αναμίχθηκαν με 2 μl διαλύματος φόρτωσης και ηλεκτροφορήθηκαν για 1 ώρα σε πηκτή αгарόζης 1 % στην οποία είχε προσθεθεί βρωμιούχο αιθίδιο (Sigma). Μετά το πέρας της ηλεκτροφόρησης, η πηκτή εκτέθηκε σε υπεριώδη ακτινοβολία και φωτογραφήθηκε μετά την καταγραφή των πολυμορφισμών των δειγμάτων και το υπολογισμό του μοριακού τους βάρους με την χρήση πρότυπου δείγματος DNA για μάρτυρα (100 bp PCR ladder).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με την χρήση του προγράμματος *NTSYSpc v2.02i* για Windows, 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  $S_{ij} = a/(a+b+c)$  (κατά Sneath και Sokal, 1973) και DICE  $S_{ij} = 2a/(2a+b+c)$  (κατά Nei και Li, 1979) όπου :

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



Με βάση τις μήτρες γενετικής ομοιότητας, κατασκευάστηκαν δένδρογράμματα φυλογενετικής ανάλυσης με την μέθοδο NEIBORJOIN και με την μέθοδο UPGMA. Τελικά επιλέχθηκε η μέθοδος JACCARD-NEIBORJOIN ως καταλληλότερη και περισσότερο αντιπροσωπευτική για τα δεδομένα, αφού ο συντελεστής προσαρμογής της (Mx Comp) ήταν της τάξεως του 0,8 %.



## 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Η αξία ενός πληθυσμού ως πηγή παραλλακτικότητας, που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί σε προγράμματα δημιουργίας ποικιλιών, κρίνεται από δύο παραμέτρους: το μέσο όρο της απόδοσης ή κάθε άλλου επιθυμητού ποσοτικού χαρακτηριστικού και τη διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα. Με βάση τα παραπάνω κριτήρια, συζητούνται τα δεδομένα της παρούσης εργασίας για κάθε μελετώμενο πληθυσμό.

### 4.1.1 Αξιολόγηση των καθαρών σειρών του πληθυσμού «Ροδόπης»

Από τα πειράματα που αφορούν την απόδοση, βρέθηκε ότι ο πληθυσμός της Ροδόπης ανήκει στο αυτογονιμοποιούμενο είδος *Phaseolus vulgaris* (Graham and Ranalli, 1997 A. Πάνου 1966). Για τον λόγο αυτό οι απόγονοι κάθε επιλεγμένου φυτού συνθέτουν μία οικογένεια γενετικά όμοιων ατόμων (καθαρή σειρά). Μετά από την αρχική επιλογή 14 επιθυμητών ατομικών φυτών (prebreeding) προέκυψαν οι αντίστοιχες καθαρές σειρές οι οποίες με τη σειρά τους διαφοροποιήθηκαν σημαντικά ( $P=0.10$ ) ως προς την απόδοση (Πίνακας 1). 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 1 και 2 του παραρτήματος. Η διαφορά στην πειραματική ακρίβεια για φαινοτυπική παραλλακτικότητα τόσο ως απόλυτη τιμή  $\sigma^2_e$  (139.93 vs 135.87) όσο και ως έκφραση με τον συντελεστή παραλλακτικότητας (CV) (14.25 vs 14.0) ήταν επουσιώδης και έτσι η διόρθωση με βάση τους κοινούς μάρτυρες δεν ήταν αναγκαία.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1 :** Τιμές μέσων τετραγώνων για τα χαρακτηριστικά απόδοση, χρόνο εμφάνισης πρώτου άνθους, χρόνο εμφάνισης πρώτου λοβού, αριθμού λοβών / φυτό και αριθμού σπόρων / λοβό, που αφορούν 14 ΚΣΡ του πληθυσμού Ροδόπης.

		ΑΠΟΔΟΣΗ gr / φυτό	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1 <sup>ο</sup> ΑΝΘΟΥΣ (ημέρες)	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1 <sup>ο</sup> ΛΟΒΟΥ (ημέρες)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΟΒΩΝ/ ΦΥΤΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ / ΛΟΒΟ
ΠΗΓΕΣ	ΒΕ	Μ.Τ.	Μ.Τ.	Μ.Τ.	Μ.Τ.	Μ.Τ.
ΣΦΑΛΜΑ	13	139.93	3.12	3.52	110.61	0.09
ΚΑΘΑΡΕΣ ΣΕΙΡΕΣ	13	306.06	3.25	3.63	371.82	0.26
ΚΡΙΤΗΡΙΟ F		+	ns	ns	*	*

+ επίπεδο σημαντικότητας  $P = 0,10$

\* επίπεδο σημαντικότητας  $P = 0,05$

Η παραγωγική συμπεριφορά των 14 καθαρών σειρών παρουσιάζεται στον πίνακα 2.

Το εύρος της απόδοσης κυμάνθηκε από 66,72gr / φυτό για την καθαρή σειρά 4 έως 104,65gr / φυτό για την καθαρή σειρά 9 και η φαινοτυπική διακύμανση ( $\sigma^2_p$ )

εκπεφρασμένη ως CV ήταν 14.9%. Η διαφοροποίηση αυτή δεν ήταν ικανοποιητικά υψηλή και ήταν μάλλον αναμενόμενη ως έκφραση του τρόπου διατήρησης του πληθυσμού αυτού που προφανώς φαίνεται να βασίζεται σε μικρό αριθμό μητρικών φυτών χωρίς να αποκλείεται να είναι και αποτέλεσμα του μικρού δείγματος (14 καθαρές σειρές) που αξιολογήθηκε. Ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα ήταν η παραλλακτικότητα που παρατηρήθηκε εντός των καθαρών σειρών (Πίνακας 2) που ως CV κυμάνθηκε από 3.6% έως 27.6%. Παρόμοιες τιμές CV έχουν αναφερθεί από την Παπουτσή-Κωστοπούλου (1997) και την Traka-Mavroua (2000). Η παραλλακτικότητα αυτή αναμένεται να είναι διακύμανση λόγω περιβάλλοντος ( $\sigma^2_e$ ) αφού το φασόλι (*Phaseolus vulgaris*) θεωρείται κατ' αρχήν αυτογονιμοποιούμενο φυτό με ελάχιστο ποσοστό σταυρογονιμοποίησης (0-1%) σύμφωνα με τους Tucker and Harding (1975) ενώ το ποσοστό σταυρογονιμοποίησης μπορεί να αυξηθεί και να φτάσει το 6-10% σύμφωνα με τον Bliss (1980 και εν αυτό αναφορές) αλλά να γίνει και ακόμα μεγαλύτερο αν υπάρξει αυξημένη δραστηριότητα εντόμων (Raymond, 1985 και εν αυτό αναφορές). Η εντός των σειρών παραλλακτικότητα που παρατηρήθηκε ασχέτως του μεγέθους της, θα μπορούσε απλά να εκφράζει την αδυναμία του γεωργικού πειραματισμού όταν ειδικότερα πειραματική μονάδα είναι το ατομικό φυτό. Όμως το γεγονός ότι οι 14 καθαρές σειρές ομαδοποιούνται σε κλάσεις ομοιομορφίας εντός της καθαρής σειράς έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και αξίζει να σχολιασθεί περαιτέρω.

Έτσι τρεις καθαρές σειρές (ΚΣΡ -7,8 και 11) ήταν πάρα πολύ ομοιόμορφες με τυπική απόκλιση εκπεφρασμένη ως CV 3.6%-4.7%. Μία δεύτερη ομάδα (ΚΣΡ -1,4 και 14) ήταν εξίσου ομοιόμορφη με CV 6.0%-7.3%. Η τρίτη ομάδα (ΚΣΡ-5,9,10 και 15) είχε CV 9.0%-11.5% και η τέταρτη (ΚΣΡ-6 και 12) είχε CV 24.0%-27.6%. Παρατηρήθηκαν επίσης δύο καθαρές σειρές, η ΚΣΡ -13 και η ΚΣΡ-2 με CV 14.7% και 19.2% αντιστοίχως. Τα δεδομένα αυτά δείχνουν μία κατανομή της τυπικής απόκλισης των 14 καθαρών σειρών με μέσο όρο 9.6g και εύρος 2.8-20.5 ή μέσο CV=11.6% και εύρος 3.6%-27.6%. Εφόσον η μέση τιμή CV =11.6% είναι μικρότερη από την αντίστοιχη 14.25% του πειραματικού σφάλματος (plot-to-plot variance) μπορεί να οφείλεται απλά σε ανομοιογένεια εντός του πειραματικού τεμαχίου (sampling error variance). Όμως θα μπορούσε να είναι και μία ένδειξη διαφορετικής συμπεριφοράς γενοτύπων ως προς την αυτογονιμοποίηση ή την σταυρογονιμοποίηση. Αυτό αξίζει τον κόπο να μελετηθεί περαιτέρω είτε με πειράματα αγρού ή και σε μοριακό επίπεδο με τους κατάλληλους δείκτες.

Συνοψίζοντας την προηγούμενη συζήτηση, η φαινοτυπική διαφοροποίηση μεταξύ των 14 καθαρών σειρών ως έκφραση με τον συντελεστή παραλλακτικότητας (CV) ήταν 14.9% και ως μέση διακύμανση εντός των σειρών 11.6%. Ασχέτως των προηγούμενων υποθέσεων που αξίζουν περαιτέρω διερεύνηση τα δεδομένα θα μπορούσαν να σημαίνουν ότι ο πληθυσμός της Ροδόπης είναι πρακτικά ομοιόμορφος και η πειραματική διαδικασία όπως ακολούθηθηκε παρόλο που δεν ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματική ως προς την δυνατότητα να διαφοροποιήσει μεταξύ των γενοτύπων ως προς την απόδοση, εντούτοις έδειξε ότι υπάρχει παραλλακτικότητα που μπορεί να αξιοποιηθεί.

Οι 14 καθαρές σειρές θεωρήθηκαν ως τυχαίο δείγμα του πληθυσμού που με βάση το στατιστικό πρότυπο της RCB ανάλυσης εκτιμήθηκαν οι γενετικές παράμετροι (Πίνακας 3). Σύμφωνα με τα δεδομένα, παρατηρήθηκε γενετική διακύμανση, που ως τιμή γενετικού συντελεστή παραλλακτικότητας (GCV) ήταν 10.98%, οριακά ικανοποιητικός και ένδειξη ότι ο πληθυσμός θα πρέπει να ανταποκριθεί στην επιλογή. Ο συντελεστής κληρονομικότητας είχε τιμή  $H=0.54$  και θεωρείται αναμενόμενη για χαρακτηριστικά όπως η απόδοση. Φυσικά η εκτίμηση αυτή είναι μόνο μία ένδειξη με περιορισμένη αξιοπιστία αφού προέρχεται από μικρό δείγμα σειρών και από δεδομένα αξιολόγησης σε μία περιοχή και ένα έτος. Σε



ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Παραγωγική συμπεριφορά καθαρών σειρών πληθυσμού Ροδόπης

ΓΕΝΟΤΥΠΟΙ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΡΟΔΟΠΗΣ	ΑΠΟΔΟΣΗ --gr/ φυτό--	CV (εντός των ΚΣΡ)	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1 <sup>ου</sup> ΑΝΘΟΥΣ		ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1 <sup>ου</sup> ΛΟΒΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΟΒΩΝ / ΦΥΤΟ		CV εντός των ΚΣΡ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ / ΛΟΒΟ	CV εντός των ΚΣΡ
			ημέρες	ημέρες		ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΟΒΩΝ / ΦΥΤΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ / ΛΟΒΟ			
ΚΣΡ-1	97.6 ± 7.2	7.3	46.3 ± 2.9	ημέρες	52.3 ± 3.4	89.4 ± 7.2	4.0 ± 0.2	8.0	4.0 ± 0.2	5.0
ΚΣΡ-2	98.2 ± 18.9	19.2	47.6 ± 2.8	ημέρες	54.2 ± 2.5	68.0 ± 11.3	3.7 ± 0.2	16.6	3.7 ± 0.2	5.4
ΚΣΡ-4	66.7 ± 4.9	7.3	46.5 ± 0.1	ημέρες	52.4 ± 0.4	40.9 ± 4.4	3.3 ± 0.2	10.7	3.3 ± 0.2	6.0
ΚΣΡ-5	87.2 ± 10.1	11.5	46.8 ± 0.7	ημέρες	52.1 ± 0.3	58.5 ± 11.7	3.6 ± 0.0	20.0	3.6 ± 0.0	0.0
ΚΣΡ-6	73.4 ± 20.3	27.6	48.8 ± 1.4	ημέρες	54.4 ± 1.3	54.4 ± 17.4	3.5 ± 0.1	32.0	3.5 ± 0.1	3.0
ΚΣΡ-7	83.5 ± 3.0	3.6	47.7 ± 1.1	ημέρες	53.6 ± 0.8	54.0 ± 5.4	4.2 ± 0.0	10.0	4.2 ± 0.0	0.0
ΚΣΡ-8	68.5 ± 2.8	4.0	47.3 ± 0.1	ημέρες	53.1 ± 0.2	49.7 ± 2.7	3.5 ± 0.0	5.0	3.5 ± 0.0	0.0
ΚΣΡ-9	104.6 ± 9.4	9.0	49.1 ± 1.9	ημέρες	52.1 ± 1.7	64.4 ± 8.5	4.3 ± 0.1	13.2	4.3 ± 0.1	2.3
ΚΣΡ-10	80.6 ± 9.2	11.4	45.9 ± 1.1	ημέρες	51.4 ± 1.0	75.6 ± 3.7	3.1 ± 0.2	4.9	3.1 ± 0.2	6.5
ΚΣΡ-11	80.7 ± 3.8	4.7	46.8 ± 0.2	ημέρες	52.4 ± 0.3	77.6 ± 12.4	3.5 ± 0.5	16.0	3.5 ± 0.5	14.3
ΚΣΡ-12	84.2 ± 20.5	24.0	49.8 ± 3.1	ημέρες	55.6 ± 4.0	57.6 ± 10.1	3.7 ± 0.5	17.5	3.7 ± 0.5	13.5
ΚΣΡ-13	71.2 ± 10.5	14.7	47.7 ± 1.2	ημέρες	53.3 ± 1.6	52.0 ± 7.0	3.3 ± 0.1	13.5	3.3 ± 0.1	3.0
ΚΣΡ-14	69.3 ± 4.2	6.0	46.1 ± 1.0	ημέρες	51.5 ± 0.8	46.0 ± 7.9	3.2 ± 0.1	17.2	3.2 ± 0.1	3.0
ΚΣΡ-15	95.3 ± 10.3	10.8	49.3 ± 1.2	ημέρες	55.3 ± 0.8	72.0 ± 17.2	3.9 ± 0.4	24.0	3.9 ± 0.4	10.2
F	+		ns		ns	*	*		*	
ΕΣΔ	24.0		—		—	22,68	0.64		0.64	
M.O.	82.97±9.6	11.6	47.59		5315	61.48±9.1	3.68±0.24	14.9	3.68±0.24	6.6
CV	14.25		3.71		3.52	17.10	8.15		8.15	

+ P = 0,10

\* P = 0,05

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3. Γενετικές παράμετροι στον πληθυσμό Ροδόπης και δεδομένα επίλυσης**

ΓΕΝΕΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΡΟΔΟΠΗΣ	ΑΠΟΔΟΣΗ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1 <sup>ου</sup> ΑΝΘΟΥΣ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1 <sup>ου</sup> ΛΟΒΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΟΒΩΝ / ΦΥΤΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ / ΛΟΒΟ
	--gr / φυτό --	----- ημέρες-----			
H	0.54	0.04	0.03	0.70	0.69
GCV%	11.0	0.56	0.42	18.58	7.85
$\sigma^2_p$	153.0	1.63	1.81	185.9	0.13
$\sigma^2_e$	70.0	1.56	1.76	55.3	0.04
$\sigma^2_g$	83.0	0.07	0.06	130.6	0.09
S	18.3			15.4	0.47
υψηλοαποδοτικών S	- 15.0			10.8	0.3
χαμηλοαποδοτικών R	9.8			- 9.2	- 0.43
υψηλοαποδοτικών R	- 8.1			- 6.4	- 0.3
χαμηλοαποδοτικών					

παρόμοιο συμπέρασμα καταλήγει και ο Singh (1990) ο οποίος για παρόμοια τιμή (H) αναφέρει ότι η σχετικά υψηλή κληρονομικότητα σε αντίθεση με την σχετικά χαμηλή πρόβλεψη (γενετική πρόοδος) θα μπορούσε πιθανόν να οφείλεται στη μάλλον μικρή διακύμανση της απόδοσης μεταξύ των καθαρών σειρών.

Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα της απόδοσης (Πίνακας 2), η εφαρμογή αμφίπλευρης (θετική-αρνητική) επιλογής των δύο υψηλοαποδοτικών και δύο χαμηλοαποδοτικών σειρών ( $p=0.10$ ) είχε ως αποτέλεσμα την επιλογή των ΚΣΡ - 9 και 1 (δεν επιλέχθηκε η ΚΣΡ -2 λόγω της εντός καθαρής σειράς παραλλακτικότητας) ως υψηλοαποδοτικών και των ΚΣΡ - 4 και 14 ως χαμηλοαποδοτικών. Η διαφοροποίηση μεταξύ υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών σύμφωνα με το διαφορικό επιλογής ήταν 33% και η αναμενόμενη πρόοδος επιλογής περίπου 9% (Πίνακας 3). Θα χρειασθεί πειραματική επιβεβαίωση της προηγούμενης αναμενόμενης ανταπόκρισης στην επιλογή προκειμένου να εκτιμηθεί το γενετικό κέρδος.

Η ανταπόκριση στην αμφίπλευρη επιλογή, όπως έγινε προηγουμένως, με την εκτίμηση του γενετικού κέρδους, είναι ο ασφαλέστερος τρόπος προκειμένου να διαπιστωθεί η αξία του πληθυσμού της Ροδόπης ως πηγή γενετικής παραλλακτικότητας και η ενδεχόμενη δυνατότητα αξιοποίησής της.

#### 4.1.2 Χρόνος εμφάνισης πρώτου άνθους και σχηματισμού πρώτου λοβού

Τα δύο χαρακτηριστικά έχουν ενδιαφέρον ως δείκτες πρωιμότητας. Σύμφωνα με τα δεδομένα της ANOVA (Πίνακας 1) δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των σειρών για το πρώτο από τα δύο χαρακτηριστικά. Η πειραματική ακρίβεια ήταν πολύ καλή ( $CV=3.7\%$ ). Έτσι για τον συγκεκριμένο πληθυσμό δεν φαίνεται να υπάρχουν γενοτυπικές διαφορές γεγονός που επιβεβαιώνεται και από την εκτίμηση των γενετικών παραμέτρων (Πίνακας 3) που είναι πρακτικά μηδενικές και χωρίς ουσιαστική σημασία. Τα ίδια ισχύουν και για το χαρακτηριστικό εμφάνιση του πρώτου λοβού που ήταν και αναμενόμενο.

Ενδιαφέρον ήταν το γεγονός ότι εντός των καθαρών σειρών η ομοιομορφία για τα δύο χαρακτηριστικά ήταν η αναμενόμενη για αυτογονιμοποιούμενο είδος. Η συμπεριφορά αυτή, σε σύγκριση με την αντίστοιχη για την απόδοση που έχει συζητηθεί προηγουμένως μπορεί να σημαίνει δύο ενδεχόμενα. Το ένα είναι ότι τα δύο χαρακτηριστικά πρωιμότητας είναι μεν ποσοτικά αλλά ελέγχονται από πολύ μικρότερο αριθμό γονιδίων σε σχέση με την απόδοση και το δεύτερο ενδεχόμενο ως συνέχεια του προηγούμενου ενισχύει την άποψη ότι η διακύμανση εντός των καθαρών σειρών για την απόδοση ήταν αποτέλεσμα πρακτικών αδυναμιών της αξιολόγησης με πειραματική μονάδα το ατομικό φυτό. Παράδειγμα αυτής της συμπεριφοράς ήταν η ΚΣΡ- 6 με  $CV=27.6\%$  για απόδοση και αντίστοιχα  $CV=2.8\%$  και  $CV=2.3\%$  για τα δύο χαρακτηριστικά πρωιμότητας.

#### 4.1.3 Συστατικά απόδοσης

Επιπλέον, αξιολογήθηκαν δύο από τα συστατικά που σχετίζονται με την απόδοση και συγκεκριμένα ο αριθμός λοβών / φυτό και ο αριθμός σπόρων / λοβό.

##### α. Αριθμός λοβών ανά φυτό

Τα δεδομένα ANOVA (Πίνακας 1) έδειξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των γενοτύπων –καθαρών σειρών που μελετήθηκαν. Η φαινοτυπική διαφοροποίηση ως εκτίμηση  $CV$  ήταν 22.2% και η αντίστοιχη γενοτυπική ως εκτίμηση  $GCV=18.58\%$  (Πίνακας 3).



Η πειραματική ακρίβεια ήταν ικανοποιητική παρόλο που ήταν χαμηλότερη σε σχέση με την απόδοση. Η μέση τυπική απόκλιση για την εντός των καθαρών σειρών διακύμανση ως εκτίμηση CV, ήταν 14.9% σε σύγκριση με την αντίστοιχη 11.6% που συζητήθηκε για την απόδοση. Τα δεδομένα της ομοιομορφίας, ως εκτιμήσεις CV εντός καθαρών σειρών ήταν αντιφατικά σε σύγκριση με εκείνα που συζητήθηκαν για την απόδοση και επομένως συνηγορούν για την αναποτελεσματικότητα στην αξιολόγηση με βάση το ατομικό φυτό και όχι σε διακύμανση λόγω σταυρογονιμοποίησης. Η συσχέτιση μεταξύ απόδοσης και αριθμού λοβών ήταν ικανοποιητική με τιμή  $r^2=0.55$  (σχήμα 1 - παράρτημα). Οι επιλεγμένες ως υψηλοαποδοτικές σειρές ΚΣΡ-1 και 9 είχαν διαφορετικό επιλογής  $S=15.4$  ή 25.0% του μέσου όρου, που σημαίνει αναμενόμενη ανταπόκριση στην επιλογή 10.8 λοβούς ανά φυτό. Αντιστοίχως οι επιλεγμένες ως χαμηλοαποδοτικές ΚΣΡ- 4 και 14 είχαν αντίστοιχα  $S= -9.2$  ή -15.0%, δηλαδή μία αναμενόμενη ανταπόκριση στην επιλογή με μείωση του αριθμού των λοβών κατά 6.4. Τα προηγούμενα δεδομένα εφόσον επιβεβαιωθούν ως γενετικό κέρδος είναι μία ενδιαφέρουσα ένδειξη για τη σχέση μεταξύ των χαρακτηριστικών, απόδοση και αριθμός λοβών, που είναι αναμενόμενη και τη θετική παράλληλη ανταπόκριση στην επιλογή.

Αντιστρόφως, αμφίπλευρη επιλογή αποκλειστικά με κριτήριο τον αριθμό λοβών ανά φυτό, θα είχε ως αποτέλεσμα την επιλογή των καθαρών σειρών ΚΣΡ-1 και 11 ως υψηλοαποδοτικών και των ΚΣΡ -4 και 14 ως χαμηλοαποδοτικών. Αυτό σημαίνει ότι η επιλογή με βάση την υψηλή απόδοση, είχε ως αποτέλεσμα να επιλεγεί ο ένας από τους δύο γενότυπους που παρουσίασαν υψηλό αριθμό λοβών ενώ ο άλλος υψηλοαποδοτικός γενότυπος (ΚΣΡ-9) είχε αριθμό λοβών πλησίον του γενικού μέσου όρου.

Αντιθέτως η επιλογή των χαμηλοαποδοτικών γενοτύπων, ήταν απόλυτα συνεπής. Η προηγούμενη συμπεριφορά ήταν αναμενόμενη και συνεπής με τα δεδομένα συσχέτισης των δύο χαρακτηριστικών που ήδη έχουν μνημονευθεί.

#### **β** .Αριθμός σπόρων ανά λοβό

Τα δεδομένα που προκύπτουν από την ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) έδειξαν σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των γενοτύπων για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό (Πίνακας 1). Η διαφοροποίηση αυτή ως εκτίμηση CV ήταν 9.8%, δηλαδή μικρότερη σε σύγκριση με την αντίστοιχη για τον αριθμό λοβών ανά φυτό, ενώ η γενοτυπική παραλλακτικότητα ως GCV ήταν 7.8% (Πίνακας 3). Ο συντελεστής κληρονομικότητας ήταν ανάλογος με εκείνον του αριθμού λοβών (Πίνακας 3). Η φαινοτυπική διαφοροποίηση φαίνεται να οφείλεται σε λίγους σχετικά γενοτύπους με μικρό αριθμό σπόρων (πχ. ΚΣΡ -14,13,10 και 4) που διαφέρουν από τις αντίστοιχες ΚΣΡ-1,7 και 9.

Σχετικά με τους επιλεγμένους υψηλοαποδοτικούς γενοτύπους (ΚΣΡ-1 και 9) φαίνεται ότι το αντίστοιχο διαφορετικό επιλογής για τον αριθμό σπόρων ανά λοβό θα ήταν 0.47 με αναμενόμενη ανταπόκριση στην επιλογή 0.3 σπόρους. Αντιστοίχως, οι επιλεγμένοι ως χαμηλοαποδοτικοί (ΚΣΡ -4 και 14) θα είχαν μειωμένο αριθμό σπόρων με διαφορετικό επιλογής  $S= -0.43$  και αναμενόμενη ανταπόκριση στην επιλογή, με μείωση αριθμού σπόρων κατά 0.3 σπόρους ανά λοβό.

Τα δεδομένα ήταν μία ένδειξη ότι επιλέγοντας για υψηλή απόδοση έχουμε ταυτόχρονα αύξηση του αριθμού σπόρων ανά λοβό.

#### 4.1.4 Γενικός σχολιασμός για τον πληθυσμό της Ροδόπης

Συνοψίζοντας τα προηγούμενα δεδομένα, η αξία του πληθυσμού της Ροδόπης πρέπει να αξιολογηθεί ως μέση απόδοση σε σύγκριση με τις χρησιμοποιούμενες ποικιλίες Magirus και Ζαργάνα που ήταν μάρτυρες. Έτσι η μέση απόδοση της Ροδόπης ήταν 82,97 gr / φυτό, ενώ για τις Magirus (C1) και Ζαργάνα (C2) ήταν 13,4 gr / φυτό και 20,4 gr / φυτό αντίστοιχα. Από τις μέσες αποδόσεις φάνηκε ότι ο πληθυσμός της Ροδόπης ξεπέρασε σε απόδοση και τους δύο μάρτυρες. Επομένως από την παραπάνω σύγκριση καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο συγκεκριμένος πληθυσμός αξίζει να καλλιεργηθεί.

Τα δεδομένα της ανάλυσης ήταν μία ενθαρρυντική ένδειξη ότι ο πληθυσμός της Ροδόπης φαίνεται να είναι ένα ολιγογενετικό μείγμα το οποίο αναμένεται να ανταποκριθεί στην επιλογή με κριτήριο την απόδοση. Επιπλέον δε η επιλογή για απόδοση φαίνεται να ευνοεί τους γενοτύπους με μεγαλύτερο αριθμό λοβών ανά φυτό και σπόρων ανά λοβό. Θα χρειαστούν δεδομένα επιβεβαίωσης αυτών που συζητήθηκαν ώστε να εκτιμηθεί το γενετικό κέρδος και να αποτιμηθεί η πραγματική αξία του πληθυσμού ως πηγή γενετικής παραλλακτικότητας και αξιοποίησής της.

#### 4.2 Ετεροθαλλικές (HS) οικογένειες πληθυσμού Γρεβενών

Ο πληθυσμός των Γρεβενών ανήκει στο είδος *Phaseolus coccineus* και πρόκειται για τους γνωστούς γίγαντες. Τα φυτά του πληθυσμού έδειξαν το χαρακτηριστικό τρόπο φυτρώματος του *P. coccineus*, δηλαδή φύτρωμα με καλύπτρα αντί για την εμφάνιση των κοτυληδόνων που είναι γνώρισμα του *P. vulgaris*. Το *P. coccineus* είναι είδος σταυρογονιμοποιούμενο (Δαλιάνης, 1993). Επομένως οι γενοτύποι που αξιολογήθηκαν αναμένεται να είναι πρακτικά ετεροθαλλικές οικογένειες. Η διαθέσιμη ποσότητα σπόρου μας υποχρέωσε να αξιολογήσουμε τους οκτώ γενοτύπους σε διάταξη RCB και τους υπόλοιπους οκτώ σε γραμμές χωρίς επαναλήψεις.

##### 4.2.1 Αξιολόγηση οικογενειών του πληθυσμού «Γρεβενών»

Στους γενοτύπους που αξιολογήθηκαν σε διάταξη RCB η πειραματική ακρίβεια βελτιώθηκε τόσο ως προς το μέγεθος του πειραματικού σφάλματος όσο και ως προς τη διακύμανση μεταξύ των γενοτύπων (Πίνακες 9 και 10 παράρτημα). Η διόρθωση της πειραματικής ακρίβειας κρίνεται ενδιαφέρουσα και η τιμή της ικανοποιητική. Οι εκτιμήσεις παρουσιάζονται σύμφωνα με την κλασική RCB ανάλυση, αλλά με τους μέσους όρους ανά πειραματικό τεμάχιο χωρίς διόρθωση.

Η παραγωγική συμπεριφορά των 8 HS – οικογενειών παρουσιάζεται στον πίνακα 5. Το εύρος απόδοσης κυμάνθηκε από 516.8 gr / πειραματικό τεμάχιο για την HS οικογένεια 8 έως 806.7 gr / πειραματικό τεμάχιο για την HS οικογένεια 5.

Η φαινοτυπική διαφοροποίηση ήταν καλή τόσο ως εκτίμηση CV = 17.6%, όσο και ως γενοτυπική, GCV = 14.72%. Παρόλα αυτά, οι διαφορές στην απόδοση φανερώνουν δύο ακραίες καταστάσεις.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5. Παραγωγική συμπεριφορά HS οικογενειών πληθυσμού Γρεβενών**

HS ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΓΡΕΒΕΝΩΝ	ΑΠΟΔΟΣΗ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1 <sup>ου</sup> ΑΝΘΡΩΣ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1 <sup>ου</sup> ΛΟΒΟΥ	ημέρες	
				ημέρες	ημέρες
	gr/πειραματικό τεμάχιο				
HS ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ- 4	654.6	113.0	119.0		
HS ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ-5	806.7	114.0	120.0		
HS ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ- 6	528.8	113.5	119.0		
HS ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ-8	516.8	116.0	121.0		
HS ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ-16	703.5	113.0	119.0		
HS ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ-17	765.6	113.0	119.0		
HS ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ19	559.0	114.5	119.5		
HS ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ-22	699.9	114.0	119.5		
F	*	ns	ns		
ΕΣΔ	173.76	—	—		
M.O.	654.38	113.87	119.50		
CV	11.22	1.18	1.12		

\* P = 0,05



**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.** Τιμές μέσων τετραγώνων που αφορούν τις 8 ετεροθαλλικές οικογένειες του πληθυσμού Γρεβενών για τα χαρακτηριστικά απόδοση, χρόνος εμφάνισης 1<sup>ου</sup> άνθους και χρόνος εμφάνισης 1<sup>ου</sup> λοβού.

		ΑΠΟΔΟΣΗ gr / πειραματικό τεμάχιο	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1 <sup>ου</sup> ΑΝΘΟΥΣ (ημέρες)	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1 <sup>ου</sup> ΛΟΒΟΥ (ημέρες)
ΠΗΓΕΣ	B.E.	M.T.	M.T.	M.T.
ΚΑΘΑΡΕΣ ΣΕΙΡΕΣ	7	26.665,1	2.107	1.000
ΣΦΑΛΜΑ	7	4.485,2	1.821	1.821
ΚΡΙΤΗΡΙΟ F		*	ns	Ns

\* επίπεδο σημαντικότητας P = 0,05

Ειδικότερα για τις 8 HS οικογένειες που διαφοροποιήθηκαν ως προς την απόδοση μπορούμε να διακρίνουμε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη ανήκουν οι οικογένειες 8, 6, 19 και 4 οι οποίες χαρακτηρίζονται ως χαμηλοαποδοτικές, ενώ στην δεύτερη ανήκουν οι οικογένειες 22, 16, 17 και 5 που χαρακτηρίζονται ως υψηλοαποδοτικές. Αυτή η κατηγοριοποίηση στην απόδοση δηλώνει ότι η παραλλακτικότητα μεταξύ των HS οικογενειών του πληθυσμού οφείλεται κατά κύριο λόγο στην επίδραση του περιβάλλοντος αλλά και σε ένα ποσοστό σταυρογονιμοποίησης, περίπου 20%, ή σε διμερή ομοιομορφία των HS οικογενειών ώστε η σταυρογονιμοποίηση να οδηγεί σε πολύ συγγενικές διασταυρώσεις.

Συνοψίζοντας την προηγούμενη συζήτηση, η φαινοτυπική διαφοροποίηση μεταξύ των 8 HS οικογενειών ως εκτίμηση CV ήταν 17.6% και ασχέτως των προηγούμενων υποθέσεων που αξίζουν περαιτέρω διερεύνηση, φάνηκε να υπάρχει παραλλακτικότητα η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί.

Οι 8 HS οικογένειες θεωρήθηκαν ως τυχαίο δείγμα του πληθυσμού που με βάση το στατιστικό πρότυπο της RCB ανάλυσης, εκτιμήθηκαν οι γενετικές παράμετροι (Πίνακας 6). Σύμφωνα με τα δεδομένα, παρατηρήθηκε γενετική διακύμανση, που ως τιμή γενετικού συντελεστή παραλλακτικότητας (GCV) ήταν 14.72, τιμή που ήταν ικανοποιητική και ένδειξη ότι ο πληθυσμός θα πρέπει να ανταποκριθεί στην επιλογή. Ο συντελεστής κληρονομικότητας βρέθηκε H=0.77 και ήταν μεγαλύτερος από αυτόν του πληθυσμού της Ροδόπης. Φυσικά η εκτίμηση αυτή είναι μόνο μία ένδειξη με περιορισμένη αξιοπιστία διότι προέρχεται από ένα μικρό δείγμα οικογενειών και από δεδομένα αξιολόγησης σε μία περιοχή και ένα έτος.

Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα της απόδοσης (Πίνακας 5) αμφίπλευρη (θετική –αρνητική) επιλογή μίας υψηλοαποδοτικής και μίας χαμηλοαποδοτικής HS οικογένειας (αναλογία επιλογής 1/8 ή 12.5% ) θα είχε ως αποτέλεσμα την επιλογή της HS οικογένειας 5 ως υψηλοαποδοτικής και της HS οικογένειας 8 ως χαμηλοαποδοτικής. Η διαφοροποίηση μεταξύ υψηλοαποδοτικής και χαμηλοαποδοτικής σύμφωνα με το διαφορικό επιλογής ήταν 289% και η αναμενόμενη πρόοδος επιλογής περίπου 117gr / πειραματικό τεμάχιο (Πίνακας 6 ). Θα χρειαστεί πειραματική επιβεβαίωση της προηγούμενης αναμενόμενης ανταπόκρισης στην επιλογή προκειμένου να εκτιμηθεί το γενετικό κέρδος.

Η ανταπόκριση στην αμφίπλευρη επιλογή, όπως έγινε προηγουμένως με την εκτίμηση του γενετικού κέρδους είναι ο ασφαλέστερος τρόπος προκειμένου να διαπιστωθεί η αξία του πληθυσμού των Γρεβενών ως πηγή γενετικής παραλλακτικότητας και η ενδεχόμενη δυνατότητα αξιοποίησής της.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6. Γενετικές παράμετροι στον πληθυσμό Γρεβενών και δεδομένα επιλογής**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΓΡΕΒΕΝΩΝ	ΑΠΟΔΟΣΗ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1 <sup>ου</sup> ΑΝΘΟΥΣ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1 <sup>ου</sup> ΛΟΒΟΥ
	-----gt-----	----- ημέρες -----	
H	0.77	0.14	-
GCV%	14.72	0.34	-
$\sigma^2 p$	11978.5	1.05	-
$\sigma^2 e$	2699	1.82	1.82
$\sigma^2 g$	9279.5	0.15	-
S υψηλοαποδοτικών	152.3	-	-
S χαμηλοαποδοτικών	- 137.6	-	-
R υψηλοαποδοτικών	117.3	-	-
R χαμηλοαποδοτικών	- 105.9	-	-

Ωστόσο υπάρχει μεγάλη πιθανότητα ο πληθυσμός να είναι πολύ περιορισμένης γενετικής βάσης. Αυτό θα μπορούσε να φανεί και από το δενδρόγραμμα που προκύπτει από την Cluster Analysis για τις 8 HS οικογένειες (σχήμα 2 παράρτημα).

#### 4.2.2. Χρόνος εμφάνισης πρώτου άνθους και σχηματισμού πρώτου λοβού

Τα δύο χαρακτηριστικά παρουσιάζουν ενδιαφέρον ως δείκτες πρωιμότητας. Σύμφωνα με τα δεδομένα της ANOVA (Πίνακας 4) δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των οικογενειών για το πρώτο από τα δύο χαρακτηριστικά. Η πειραματική ακρίβεια ήταν πολύ καλή ( $CV=1.18$ ). Συνεπώς για τον συγκεκριμένο πληθυσμό δεν φαίνεται να υπάρχουν γενετικές διαφορές, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από την εκτίμηση των γενετικών παραμέτρων (Πίνακας 3), που πρακτικά είναι μηδενικές και χωρίς ουσιαστική σημασία. Τα ίδια ισχύουν και για το δεύτερο χαρακτηριστικό, που ήταν και αναμενόμενο.

Εδώ θα πρέπει να επιστημόνουμε ότι προηγήθηκαν χρονικά δύο ακόμη περιόδοι άνθησης. Η πρώτη ξεκίνησε τις τελευταίες ημέρες του Ιουνίου 2004 και είχε διάρκεια όλο το πρώτο δεκαήμερο του Ιουλίου 2004, ενώ η δεύτερη είχε διάρκεια όλο το πρώτο δεκαήμερο του Αυγούστου 2004. Και στις δύο όμως περιόδους, παρατηρήθηκε κύμα ανθόπτωσης. Τα πιθανά αίτια εντοπίζονται: α) στην πρώιμη εποχή σποράς. Τα φασόλια γίγαντες, στις περιοχές όπου καλλιεργούνται, σπέρνονται συνήθως αργότερα και πιο συγκεκριμένα το δεύτερο δεκαήμερο του Ιουλίου. Η χρονική μετατόπιση της εποχής σποράς κατά δύο μήνες περίπου πρωιμότερα φάνηκε να επηρεάζει την αναπαραγωγική συμπεριφορά του πληθυσμού. β) Στις θερμοκρασίες που παρατηρήθηκαν κατά τις συγκεκριμένες χρονικές περιόδους και ήταν ιδιαίτερα υψηλές για την εποχή. Οι παραγωγοί που ασχολούνται με την καλλιέργεια του φασολιού γίγαντες κατά την διάρκεια των θερμών νυκτών του καλοκαιριού συνηθίζουν να ψεκάζουν τα άνθη με νερό ώστε αυτά να έχουν την απαιτούμενη υγρασία και να αποφεύγεται έτσι η ξήρανση του στίγματος.

#### 4.3 Οικογένειες πληθυσμού Γρεβενών που αξιολογήθηκαν χωρίς επανάληψη

Η παραγωγική συμπεριφορά των 8 HS-οικογενειών που αξιολογήθηκαν χωρίς επανάληψη παρουσιάζεται στον Πίνακα 7. Το εύρος της απόδοσης κυμάνθηκε από 297.0 gr / πειραματικό τεμάχιο για την HS-οικογένεια 18 έως 720.7gr / πειραματικό τεμάχιο για την HS-οικογένεια 21.

Η ΕΣΔ για τις 8 HS-οικογένειες βρέθηκε 240. Όμως αυτά τα δεδομένα της απόδοσης, έχουν σχετική αξιοπιστία λόγω ότι δεν υπήρξε επανάληψη. Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη τα δεδομένα, αμφίπλευρη (θετική-αρνητική) επιλογή μίας υψηλοαποδοτικής και μίας χαμηλοαποδοτικής HS-οικογένειας (αναλογία επιλογής 1/8 ή 12.5%) θα είχε ως αποτέλεσμα την επιλογή της HS οικογένειας 21 ως υψηλοαποδοτικής και της HS οικογένειας 18 ως χαμηλοαποδοτικής. Η διαφοροποίηση μεταξύ υψηλοαποδοτικής και χαμηλοαποδοτικής σύμφωνα με το διαφορετικό επιλογής ήταν 423.7%



**ΠΙΝΑΚΑΣ 7.** Μελετηθέντα χαρακτηριστικά HS-οικογενειών πληθυσμού Γρεβενών που αξιολογήθηκαν χωρίς επανάληψη.

HS-ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΓΡΕΒΕΝΩΝ	ΑΠΟΔΟΣΗ gr/ καθαρή σειρά	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1 <sup>ου</sup> ΑΝΘΟΥΣ (ημέρες)	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1 <sup>ου</sup> ΛΟΒΟΥ (ημέρες)
HS-ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ 1	372.90	115	120
HS-ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ 11	482.40	112	118
HS-ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ 15	649.30	115	120
HS-ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ 21	720.70	113	120
HS-ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ 3	484.00	114	119
HS-ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ 2	591.90	112	119
HS-ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ 20	441.00	114	120
HS-ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ 18	297.00	115	120
ΓΕΝΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ	504.90	113.75	119.50
ΕΣΔ	240	ns	ns

Η αμφίπλευρη επιλογή είναι ο ασφαλέστερος τρόπος προκειμένου να διαπιστωθεί η αξία των συγκεκριμένων γενοτύπων του πληθυσμού των Γρεβενών ως πηγή γενετικής παραλλακτικότητας και η ενδεχόμενη δυνατότητα αξιοποίησής τους. Ωστόσο χρειάζεται τα επόμενα χρόνια που θα εξασφαλισθεί επαρκής ποσότητα σπόρου να μελετηθούν σε πειραματική διάταξη RCB με επαναλήψεις προκειμένου να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα.

Τα χαρακτηριστικά χρόνος εμφάνισης πρώτου άνθους και σχηματισμού πρώτου λοβού παρουσιάζουν ενδιαφέρον ως δείκτες πρωιμότητας, αλλά δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των HS οικογενειών και για τα δύο χαρακτηριστικά.

Στους γενοτύπους αυτούς όπως και σε εκείνους του πληθυσμού των Γρεβενών που αξιολογήθηκαν σε RCB διάταξη προηγήθηκαν δύο ακόμη περίοδοι άνθησης, την ίδια χρονική περίοδο που αναφέρθηκε προηγουμένως. Η ανθόπτωση που ακολούθησε είναι πιθανόν να οφείλεται στα ίδια αίτια, δηλαδή στην πρόωμη εποχή σποράς και στις υψηλές θερμοκρασίες.

#### 4.4 Γενικός σχολιασμός για τον πληθυσμό των Γρεβενών

Συνοψίζοντας τα προηγούμενα δεδομένα, η αξία του πληθυσμού των Γρεβενών πρέπει να αξιολογηθεί ως μέση απόδοση σε σύγκριση με τις χρησιμοποιούμενες ποικιλίες γίγαντες Ισπανίας και γίγαντες Καστοριάς, που ήταν μάρτυρες. Ειδικότερα για τις 8 HS οικογένειες του πληθυσμού που αξιολογήθηκαν σε πειραματική διάταξη RCB με δύο επαναλήψεις προκύπτει ότι η μέση απόδοση ήταν 654.38 gr / πειραματικό τεμάχιο ενώ για τους γίγαντες Ισπανίας (C-1) και γίγαντες Καστοριάς (C-2) 593.55 gr / πειραματικό τεμάχιο και 705.38 gr / πειραματικό τεμάχιο αντίστοιχα.

Για τις υπόλοιπες οκτώ HS οικογένειες που αξιολογήθηκαν χωρίς επανάληψη η μέση απόδοση ήταν 504.9 gr / πειραματικό τεμάχιο ενώ για τον μάρτυρα γίγαντες Ισπανίας (C-1) 457.63 gr / πειραματικό τεμάχιο.

Από τις μέσες αποδόσεις φάνηκε ότι μόνο ο ένας μάρτυρας, οι γίγαντες

Καστοριάς (C-2) ξεπέρασαν σε απόδοση τους γενότυπους του πληθυσμού που αξιολογήθηκαν σε RCB διάταξη, ενώ ο άλλος μάρτυρας γίγαντες Ισπανίας (C-1) παρουσίασε μικρότερη μέση απόδοση. Επιπλέον και οι γενότυποι του πληθυσμού που αξιολογήθηκαν χωρίς επανάληψη, εμφάνισαν μέση απόδοση μεγαλύτερη από αυτή του μάρτυρα γίγαντες Ισπανίας (C-1). Επομένως από την παραπάνω σύγκριση καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο συγκεκριμένος πληθυσμός αξίζει να καλλιεργηθεί.

Τα δεδομένα της ανάλυσης ήταν μία ενθαρρυντική ένδειξη ότι ο πληθυσμός των Γρεβενών εξαιτίας της σταυρογονιμοποίησης, αναμένεται να ανταποκριθεί στην επιλογή με κριτήριο την απόδοση. Οπωσδήποτε, θα χρειαστούν δεδομένα επιβεβαίωσης αυτών που συζητήθηκαν ώστε να εκτιμηθεί το γενετικό κέρδος και να αποτιμηθεί η πραγματική αξία του πληθυσμού ως πηγή γενετικής παραλλακτικότητας ώστε να αξιοποιηθεί σε πειράματα βελτίωσης του φασολιού.

#### 4.5 Επιλογή ατομικών φυτών από νέους τοπικούς πληθυσμούς φασολιού

Η διάταξη που χρησιμοποιήθηκε ήταν σε δύο ομάδες (block) των 14 φυτών και δύο φυτά μάρτυρες και απέβλεπε στην εκτίμηση της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας. Εκτίμηση διακύμανσης λόγω περιβάλλοντος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ενδεικτικά εκείνη από τα δεδομένα του πληθυσμού της Ροδόπης. Αυτή η εκτίμηση αντιστοιχούσε σε  $CV=9.6\%$  και μπορεί να φτάσει μέχρι και  $CV=25\%$ . Για τους επιλεγέντες γενότυπους και από τους επτά πληθυσμούς πρέπει να γίνει απογονικός έλεγχος την επόμενη χρονιά για να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα.

#### 4.6 Ατομικά φυτά του πληθυσμού «Ξάνθης»

Παρά τις ξηροθερμικές συνθήκες που επικράτησαν κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου και το γεγονός ότι ο πληθυσμός σπάρθηκε για πρώτη φορά στην περιοχή του Βελεστίνου δεν υπήρξε απώλεια φυτών σε κανένα από τα δύο block.

Το εύρος των τιμών για την απόδοση κυμάνθηκε από 21,0gr (φυτά 5 και 8 στο block - 1) έως 43.4gr (φυτό 16 στο block - 1). Στο block-2 το εύρος τιμών ήταν 24.9gr (φυτό 13) έως 65.2gr (φυτό 10). Τα δεδομένα απόδοσης για τους μάρτυρες στο block-1 είναι αναξιόπιστα (Πίνακας 14 παράρτημα). Η φαινοτυπική διακύμανση  $\sigma^2_p$  βρέθηκε 90.25gr.

Αν ληφθεί υπόψη ότι η διακύμανση λόγω περιβάλλοντος  $\sigma^2_e$  ως CV στον πληθυσμό της Ροδόπης ήταν 9.6% η εκτίμηση της φαινοτυπικής διακύμανσης  $CV=27.2\%$  είναι μία ένδειξη ότι υπάρχει και γενετική διακύμανση.

Η αμφίπλευρη επιλογή για απόδοση έγινε κατά ομάδα (block) και είχε σαν αποτέλεσμα να επιλεγούν ως υψηλοαποδοτικά τα φυτά 15 και 16 του block-1 και αντιστοίχως τα φυτά 10 και 14 του block-2 ( $p=14\%$ ). Αυτό σημαίνει διαφορετικό επιλογής  $S=16.9$  για τα επιλεγμένα φυτά. Με τον ίδιο τρόπο η επιλογή για χαμηλοαποδοτικά είχε ως αποτέλεσμα να επιλεγούν τα φυτά 5 και 8 από το block-1 καθώς και τα 13 και 7 από το block-2. Το διαφορετικό επιλογής για τα φυτά αυτά βρέθηκε  $S= -10.8$ . Επομένως έχουμε φαινοτυπική διαφοροποίηση μεταξύ υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών 27.7gr ανά φυτό. Αυτό μένει να επιβεβαιωθεί την επόμενη χρονιά με απογονικό έλεγχο, οπότε θα υπάρξει εκτίμηση του γενετικού κέρδους και του πραγματικού συντελεστή κληρονομιάς.

Τα χαρακτηριστικά χρόνος εμφάνισης πρώτου άνθους και σχηματισμός πρώτου λοβού έχουν ενδιαφέρον ως δείκτες πρωιμότητας, οι τιμές όμως του CV τα καθιστούν μη αξιοποιήσιμα.

Επιπλέον αξιολογήθηκαν δύο από τα συστατικά που σχετίζονται με την απόδοση και συγκεκριμένα ο αριθμός λοβών ανά φυτό και ο αριθμός σπόρων ανά λοβό.

#### α. Αριθμός λοβών ανά φυτό

Η φαινοτυπική διακύμανση  $\sigma^2_p$  ήταν 147.6 λοβοί ανά φυτό. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η διακύμανση λόγω περιβάλλοντος  $\sigma^2_e$  ως CV στον πληθυσμό Ροδόπης ήταν 9.1% η εκτίμηση της φαινοτυπικής διακύμανσης  $CV=49.3\%$  είναι μία ένδειξη ότι υπάρχει και γενετική διακύμανση. Τα επιλεγμένα ως υψηλοαποδοτικά φυτά 15 και 16 από το block-1 καθώς επίσης 10 και 14 από το block-2 είχαν διαφορετικό επιλογής για τον αριθμό λοβών ανά φυτό  $S=16.6$ . Αντιστοίχως τα επιλεγμένα ως χαμηλοαποδοτικά φυτά, 5 και 8 από το block-1 καθώς και 13 και 7 από το block-2 παρουσίασαν διαφορετικό επιλογής  $S = -6.4$ . Επομένως έχουμε φαινοτυπική διαφοροποίηση μεταξύ υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών 23 λοβοί / φυτό. Αυτό μένει να επιβεβαιωθεί την επόμενη χρονιά με απογονικό έλεγχο οπότε θα υπάρξει εκτίμηση του γενετικού κέρδους και του πραγματικού συντελεστή κληρονομής.

Αμφίπλευρη επιλογή αποκλειστικά με κριτήριο τον αριθμό λοβών ανά φυτό θα είχε ως αποτέλεσμα την επιλογή των φυτών 7 και 16 από το block-1 καθώς και των φυτών 14 και 2 από το block-2 ως υψηλοαποδοτικών. Επίσης θα επιλέγονταν τα φυτά 11 και 9 από το block-1 καθώς και τα φυτά 13 και 8 από το block-2 ως χαμηλοαποδοτικά.

Η προηγούμενη συμπεριφορά αν εξαιρεθούν τα φυτά 16 από το block-1 και 14 από το block-2 που εμφανίστηκαν υψηλοαποδοτικά και με μεγάλο αριθμό λοβών καθώς και το φυτό 13 από το block-2 που ήταν χαμηλοαποδοτικό και με μικρό αριθμό λοβών, δεν ήταν αναμενόμενη.

#### β. Αριθμός σπόρων ανά λοβό

Η φαινοτυπική διακύμανση  $\sigma^2_p$  εκτιμήθηκε στην τιμή των 0.30 σπόρων ανά λοβό. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η διακύμανση λόγω περιβάλλοντος  $\sigma^2_e$  ως CV στον πληθυσμό Ροδόπης ήταν 0.24%, η εκτίμηση της φαινοτυπικής διακύμανσης  $CV=23.8\%$  είναι μία ένδειξη ότι υπάρχει και γενετική διακύμανση.

Σχετικά με τα επιλεγμένα ως υψηλοαποδοτικά φυτά 15 και 16 από το block-1 καθώς επίσης 10 και 14 από το block-2 φαίνεται ότι το αντίστοιχο διαφορετικό επιλογής για τον αριθμό σπόρων ανά λοβό ήταν  $S=1.0$ . Αντιστοίχως τα επιλεγμένα ως χαμηλοαποδοτικά φυτά 5 και 8 από το block-1 καθώς και 13 και 7 από το block-2 θα είχαν μειωμένο αριθμό σπόρων με διαφορετικό επιλογής  $S= -0.1$ .

Τα δεδομένα αυτά ήταν μία ένδειξη ότι επιλέγοντας για υψηλή απόδοση έχουμε ταυτόχρονα αύξηση του αριθμού σπόρων ανά λοβό.

### 4.7 Ατομικά φυτά του πληθυσμού «Βελεστίνου»

Η καταγωγή του πληθυσμού έπαιξε σημαντικό ρόλο ώστε να μην υπάρξουν απώλειες φυτών και στα δύο block .

Το εύρος των τιμών για την απόδοση κυμάνθηκε από 22,4 gr (φυτό 15) έως 61.8gr (φυτό 9) στο block-1. Στο block-2 το εύρος τιμών ήταν 34.4gr (φυτό 4) έως 113,3gr (φυτό 9). Τα δεδομένα της απόδοσης για τους μάρτυρες ήταν αξιόπιστα και ομοιόμορφα και στα δύο block (Πίνακας 15 παράρτημα). Η φαινοτυπική διακύμανση  $\sigma^2_p$  βρέθηκε 297.6gr.

Αν ληφθεί υπόψη ότι η διακύμανση λόγω περιβάλλοντος  $\sigma^2_e$  ως CV στον



πληθυσμό Ροδόπης ήταν 9.6%, η εκτίμηση της φαινοτυπικής διακύμανσης  $CV=33.1\%$  είναι μία ένδειξη ότι υπάρχει και γενετική διακύμανση.

Η αμφίπλευρη επιλογή για απόδοση έγινε κατά ομάδα (block) και είχε ως αποτέλεσμα να επιλεγούν ως υψηλοαποδοτικά τα φυτά 9 και 13 από το block-1 και αντιστοίχως τα φυτά 9 και 14 από το block-2 ( $p=14\%$ ). Αυτό σημαίνει διαφορετικό επιλογής  $S=27.1$  για τα φυτά που επιλέχθηκαν. Με τον ίδιο τρόπο επιλέχθηκαν ως χαμηλοαποδοτικά τα φυτά 15 και 8 του block-1 καθώς και τα φυτά 4 και 11 από το block-2. Το διαφορετικό επιλογής για τα φυτά που επιλέχθηκαν βρέθηκε  $S= -21.8$ . Επομένως έχουμε φαινοτυπική διαφοροποίηση μεταξύ υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών 48.9gr / φυτό. Αυτό μένει να επιβεβαιωθεί την επόμενη χρονιά με απογονικό έλεγχο οπότε θα υπάρξει εκτίμηση του γενετικού κέρδους και του πραγματικού συντελεστή κληρονομής.

Τα χαρακτηριστικά χρόνος εμφάνισης πρώτου άνθους και σχηματισμού πρώτου λοβού έχουν ενδιαφέρον ως δείκτες προωμότητας αλλά οι τιμές του CV τα καθιστούν μη αξιοποιήσιμα.

Επιπλέον αξιολογήθηκαν δύο από τα συστατικά που σχετίζονται με την απόδοση και συγκεκριμένα ο αριθμός λοβών ανά φυτό και ο αριθμός σπόρων ανά λοβό.

#### **α. Αριθμός λοβών ανά φυτό**

Η φαινοτυπική διακύμανση  $\sigma^2_p$  βρέθηκε 295.8 λοβοί ανά φυτό. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η διακύμανση λόγω περιβάλλοντος  $\sigma^2_e$  ως CV στο πληθυσμό Ροδόπης ήταν 9.1%, η εκτίμηση της φαινοτυπικής διακύμανσης  $CV=55.1\%$  αποτελεί ένδειξη ότι υπάρχει και γενετική διακύμανση. Τα επιλεγμένα ως υψηλοαποδοτικά φυτά 9 και 13 από το block-1 καθώς επίσης 9 και 14 από το block-2 είχαν διαφορετικό επιλογής για τον αριθμό λοβών ανά φυτό  $S=23.3$ . Αντιστοίχως τα επιλεγμένα ως χαμηλοαποδοτικά φυτά, 15 και 8 του block-1 καθώς και 4 και 11 από το block-2 παρουσίασαν διαφορετικό επιλογής  $S= -22.2$ .

Επομένως έχουμε φαινοτυπική διαφοροποίηση μεταξύ υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών 45.5 λοβοί/ φυτό. Αυτό μένει να επιβεβαιωθεί την επόμενη χρονιά με απογονικό έλεγχο οπότε θα υπάρξει εκτίμηση του γενετικού κέρδους και του πραγματικού συντελεστή κληρονομής.

Αμφίπλευρη επιλογή αποκλειστικά με κριτήριο τον αριθμό λοβών ανά φυτό θα είχε ως αποτέλεσμα την επιλογή των φυτών 9 και 12 από το block-1 καθώς και των φυτών 5 και 9 από το block-2 ως υψηλοαποδοτικών. Επίσης θα επιλέγονταν τα φυτά 6 και 15 από το block-1 καθώς και τα φυτά 4 και 11 από το block-2 ως χαμηλοαποδοτικά. Η προηγούμενη συμπεριφορά ήταν αναμενόμενη μόνο για το φυτό 9 και των δύο block ως υψηλοαποδοτικό και με μεγάλο αριθμό λοβών ανά φυτό. Αντίθετα ήταν σχεδόν απόλυτα συνεπής για τα χαμηλοαποδοτικά φυτά.

#### **β. Αριθμός σπόρων ανά λοβό**

Η φαινοτυπική διακύμανση  $\sigma^2_p$  βρέθηκε 0.2 σπόροι ανά λοβό. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η διακύμανση λόγω περιβάλλοντος  $\sigma^2_e$  ως CV στον πληθυσμό Ροδόπης ήταν 0.24%, η εκτίμηση της φαινοτυπικής διακύμανσης  $CV=15.3\%$  είναι μία ένδειξη ότι υπάρχει και γενετική διακύμανση.

Σχετικά με τα επιλεγμένα ως υψηλοαποδοτικά φυτά 9 και 13 από το block-1 καθώς επίσης 9 και 14 από το block-2 φαίνεται ότι το αντίστοιχο διαφορετικό επιλογής για τον αριθμό σπόρων ανά λοβό ήταν  $S= -0.2$ . Αντιστοίχως τα επιλεγμένα ως χαμηλοαποδοτικά φυτά 15 και 8 του block-1 καθώς και τα 4 και 11 από το block-2 είχαν διαφορετικό επιλογής  $S=0$ .

Τα δεδομένα ήταν μία ένδειξη ότι επιλέγοντας για υψηλή απόδοση δεν έχουμε ταυτόχρονα και αύξηση του αριθμού σπόρων ανά λοβό.

#### 4.8 Ατομικά φυτά του πληθυσμού «Βυζίτσα καθιστά»

Ο συγκεκριμένος πληθυσμός προέρχεται από την ομώνυμη γεωγραφική περιοχή του Πηλίου. Λόγω της υψομετρικής διαφοράς μεταξύ τόπου καταγωγής και εγκατάστασης του πειράματος παρουσιάστηκαν δυσκολίες ως προς την προσαρμογή των φυτών στο νέο περιβάλλον με αποτέλεσμα να έχουμε σχετικά μικρή απώλεια φυτών (14% στο block - 1 και 21 % στο block - 2).

Το εύρος τιμών για την απόδοση κυμάνθηκε από 0.2gr (φυτό 15) έως 86.3gr (φυτό 5) στο block-1. Στο block-2 το εύρος τιμών ήταν 25.3gr (φυτό 9) έως 44.7gr (φυτό 5). Τα δεδομένα της απόδοσης για τους μάρτυρες ήταν αξιόπιστα (Πίνακας 16 παράρτημα). Η φαινοτυπική διακύμανση  $\sigma^2_p$  βρέθηκε 236gr

Αν ληφθεί υπόψη ότι η διακύμανση λόγω περιβάλλοντος  $\sigma^2_e$  ως CV στον πληθυσμό της Ροδόπης ήταν 9.6%, η εκτίμηση της φαινοτυπικής διακύμανσης  $CV=36.1\%$  είναι μία ένδειξη ότι υπάρχει και γενετική διακύμανση.

Η αμφίπλευρη επιλογή για απόδοση έγινε κατά ομάδα (block) και είχε ως αποτέλεσμα να επιλεγούν ως υψηλοαποδοτικά τα φυτά 5 και 4 από το block-1 και αντιστοίχως τα φυτά 5 και 4 από το block-2 ( $p=14\%$ ). Αυτό σημαίνει διαφορετικό επιλογής  $S=22.4$  για τα φυτά που επιλέχθηκαν. Με τον ίδιο τρόπο επιλέχθηκαν ως χαμηλοαποδοτικά τα φυτά 8 και 11 του block-1 καθώς και τα φυτά 9 και 14 του block-2. Το διαφορετικό επιλογής για τα φυτά που επιλέχθηκαν βρέθηκε  $S = -12.8$ . Επομένως έχουμε φαινοτυπική διαφοροποίηση μεταξύ υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών 35.2 gr / φυτό. Αυτό μένει να επιβεβαιωθεί την επόμενη χρονιά με απογονικό έλεγχο υπό θα υπάρξει εκτίμηση του γενετικού κέρδους και του πραγματικού συντελεστή κληρονομής.

Τα χαρακτηριστικά χρόνος εμφάνισης πρώτου άνθους και σχηματισμού πρώτου λοβού έχουν ενδιαφέρον ως δείκτες πρωιμότητας αλλά οι τιμές του CV τα καθιστούν μη αξιοποιήσιμα.

Επιπλέον αξιολογήθηκαν δύο από τα συστατικά που σχετίζονται με την απόδοση και συγκεκριμένα ο αριθμός λοβών ανά φυτό και ο αριθμός σπόρων ανά λοβό.

##### α. Αριθμός λοβών ανά φυτό

Η φαινοτυπική διακύμανση  $\sigma^2_p$  βρέθηκε 296 λοβοί ανά φυτό. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η διακύμανση λόγω περιβάλλοντος  $\sigma^2_e$  ως CV στον πληθυσμό της Ροδόπης ήταν 9.1%, η εκτίμηση της φαινοτυπικής διακύμανσης  $CV=61.2\%$  αποτελεί ένδειξη ότι υπάρχει και γενετική διακύμανση. Τα επιλεγμένα ως υψηλοαποδοτικά φυτά 5 και 4 από το block-1 καθώς επίσης 5 και 4 από το block-2 είχαν διαφορετικό επιλογής για τον αριθμό λοβών ανά φυτό  $S=25.5$ . Αντιστοίχως τα επιλεγμένα ως χαμηλοαποδοτικά φυτά, 8 και 11 του block-1 καθώς και 9 και 14 του block-2 παρουσίασαν διαφορετικό επιλογής  $S= -17.0$ . Επομένως έχουμε φαινοτυπική διαφοροποίηση μεταξύ υψηλοαποδοτικών και χαμηλοαποδοτικών 42.5 λοβοί /φυτό. Αυτό μένει να επιβεβαιωθεί την επόμενη χρονιά με απογονικό έλεγχο οπότε θα υπάρξει εκτίμηση του γενετικού κέρδους και του πραγματικού συντελεστή κληρονομής.

Αμφίπλευρη επιλογή αποκλειστικά με κριτήριο τον αριθμό λοβών ανά φυτό θα είχε ως αποτέλεσμα την επιλογή των φυτών 5 και 4 από το block-1 καθώς και των φυτών 4 και 16 από το block-2 ως υψηλοαποδοτικών. Επίσης θα επιλέγονταν τα φυτά 8 και 11 από το block-1 καθώς και τα φυτά 9 και 14 του block-2 ως χαμηλοαποδοτικά. Η προηγούμενη συμπεριφορά ήταν αναμενόμενη (μοναδική εξαίρεση αποτελεί το φυτό 5 από το block-2) και συνεπώς τόσο για τα υψηλοαποδοτικά όσο και για τα χαμηλοαποδοτικά.

#### **β. Αριθμός σπόρων ανά λοβό**

Η φαινοτυπική διακύμανση  $\sigma^2_p$  βρέθηκε 0.25 σπόροι ανά λοβό. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η διακύμανση λόγω περιβάλλοντος  $\sigma^2_e$  ως CV στον πληθυσμό Ροδόπης ήταν 0.24%, η εκτίμηση της φαινοτυπικής διακύμανσης  $CV=23.7\%$  είναι μία ένδειξη ότι υπάρχει και γενετική διακύμανση.

Σχετικά με τα επιλεγμένα ως υψηλοαποδοτικά φυτά 5 και 4 από το block-1 καθώς επίσης 5 και 4 από το block-2 φαίνεται ότι το αντίστοιχο διαφορικό επιλογής για τον αριθμό σπόρων ανά λοβό ήταν  $S=0.25$ . Αντιστοίχως τα επιλεγμένα ως χαμηλοαποδοτικά φυτά 8 και 11 του block-1 καθώς και τα 9 και 14 από το block-2 είχαν διαφορικό επιλογής  $S=-0.6$

Τα δεδομένα ήταν μία ένδειξη ότι επιλέγοντας για υψηλή απόδοση έχουμε ταυτόχρονα μία μικρή αύξηση του αριθμού σπόρων ανά λοβό.

#### **4.9 Ατομικά φυτά του πληθυσμού «Χονδρά Κλεισούρας Καστοριάς»**

Τα φυτά που αξιολογήθηκαν προέκυψαν από σπόρο που κατάγεται από την ομώνυμη γεωγραφική περιοχή. Εξαιτίας των διαφορετικών κλιματολογικών συνθηκών είχαμε απώλεια φυτών που στο block - 2 έφτασε το 50%.

Εξαιτίας λοιπόν αυτής της έλλειψης φυτών, ενδεικτικά επιλέξαμε ως υψηλοαποδοτικά από το block-1 τα φυτά 12 και 13 ενώ από το block-2 τα φυτά 16 και 2. Αντιστοίχως έγινε ενδεικτική επιλογή των φυτών 1 και 15 από το block-1 και των φυτών 13 και 15 από το block-2 ως χαμηλοαποδοτικών (Πίνακας 17 παράρτημα).

Την επόμενη χρονιά χρειάζεται απογονικός έλεγχος των γενοτύπων που επιλέχθηκαν ώστε να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα.

#### **4.10 Ατομικά φυτά του πληθυσμού «Βυζίτσα Α/Μ»**

Τα φυτά παρουσίασαν δυσκολία προσαρμογής στο χώρο που εγκαταστάθηκε το πείραμα. Η απώλεια φυτών έφτασε το 43% και στα δύο block .

Λόγω της εξέλιξης αυτής τα δεδομένα είναι αναξιόπιστα. Έγινε λοιπόν ενδεικτική επιλογή για υψηλοαποδοτικά. Από το block-1 επιλέχθηκαν τα φυτά 16 και 1 ενώ από το block-2 τα φυτά 2 και 9. Αντιστοίχως πραγματοποιήθηκε ενδεικτική επιλογή και για χαμηλοαποδοτικά. Επιλέχθηκαν τα φυτά 9 και 15 από το block-1 και τα φυτά 10 και 11 από το block-2 (Πίνακας 18 παράρτημα).

Την επόμενη χρονιά θα χρειαστεί απογονικός έλεγχος των επιλεγέντων γενοτύπων ώστε να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα.

#### **4.11 Ατομικά φυτά του πληθυσμού «Βυζίτσα καφέ»**

Τα φυτά εμφάνισαν δυσκολία προσαρμογής στο περιβάλλον ανάπτυξής τους. Η απώλεια φυτών ήταν 21% στο block - 1 και 36% στο block - 2.

Η απώλεια αυτή είχε σαν αποτέλεσμα να γίνει ενδεικτική επιλογή. Ως υψηλοαποδοτικά επιλέχθηκαν από το block-1 τα φυτά 3 και 14 ενώ από το block-2 τα φυτά 16 και 12. Αντιστοίχως ως χαμηλοαποδοτικά επιλέχθηκαν από το block-1 τα φυτά 1 και 2 ενώ από το block-2 τα φυτά 7 και 8 (Πίνακας 19 παράρτημα).

Την επόμενη χρονιά χρειάζεται απογονικός έλεγχος των γενοτύπων που επιλέχθηκαν ώστε να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα.



#### 4.12 Ατομικά φυτά του πληθυσμού «Βυζίτσα Μ/Μ»

Τα φυτά εμφάνισαν σημαντική δυσκολία στο να ανταπεξέλθουν στις κλιματικές συνθήκες της περιοχής με αποτέλεσμα να υπάρξει απώλεια φυτών 71% στο block - 1 και 43% στο block - 2 .

Για τον λόγο αυτό τα δεδομένα είναι αναξιόπιστα. Επιλέχθηκαν ως προς την απόδοση τα φυτά 4 και 5 από το block-1 και τα φυτά 1 και 13 από το block-2 ως υψηλοαποδοτικά. Αντιστοίχως επιλέχθηκαν τα φυτά 16 και 8 από το block-1 καθώς και τα φυτά 16 και 9 από το block-2 ως χαμηλοαποδοτικά (Πίνακας 20 παράρτημα).

Την επόμενη χρονιά θα χρειαστεί απογονικός έλεγχος των επιλεγέντων γενοτύπων ώστε να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα.

#### 4.13 Αποτελέσματα μοριακών αναλύσεων και μελέτη των φυλογενετικών σχέσεων των έντεκα πληθυσμών του γένους *Phaseolus*

Η απομόνωση του γενωμικού DNA έγινε με τη βοήθεια της μεθόδου CTAB (πρωτόκολλο) και με kit της QIAGEN. Ο ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός που πραγματοποιήθηκε μετά την εξαγωγή του γενωμικού DNA από τους γενοτύπους που συγκροτούν τους έντεκα πληθυσμούς του γένους *Phaseolus* έγινε με σκοπό να εκτιμηθεί η συγκέντρωση του DNA στα δείγματα αλλά και η ποιότητά του (βαθμός αποικοδόμησης, ύπαρξη προσμίξεων κλπ). Όλα τα δείγματα φωτομετρήθηκαν σε φασματοφωτόμετρο σε απορρόφηση  $A_{260\text{ nm}}$  με σκοπό να εκτιμηθεί η συγκέντρωση του DNA και στα  $A_{280\text{ nm}}$  με σκοπό να εκτιμηθεί η παρουσία πρωτεϊνών στο δείγμα από τον λόγο  $A_{260\text{ nm}} / A_{280\text{ nm}}$ .

Υπενθυμίζεται ότι τιμή μεταξύ 1.8 και 2.0 μονάδων του παραπάνω λόγου βεβαιώνει την απουσία πρωτεϊνικών προσμίξεων στο δείγμα. Ωστόσο ο ποιοτικός έλεγχος δείγματος DNA με φωτομέτρηση δεν μπορεί να υποδείξει την κατάσταση του DNA αναφορικά με το βαθμό αποικοδόμησης του. Σε αυτή την περίπτωση ο ποιοτικός έλεγχος των δειγμάτων ολοκληρώνεται με ηλεκτροφόρησή τους σε πηκτή αγαρόζης.

Ανεξαρτήτως της μεθόδου εξαγωγής DNA (CTAB ή QIAGEN) όλα τα δείγματα πλην ελαχίστων εξαιρέσεων βρέθηκαν να είναι σε ικανοποιητική κατάσταση αναφορικά με την παρουσία πρωτεϊνών.

Για την μοριακή ανάλυση του γενώματος των έντεκα πληθυσμών του γένους *Phaseolus*, χρησιμοποιήθηκαν 18 RAPD ως εκκινητές ενώ πολυμορφισμοί ανιχνεύτηκαν σε 15 από αυτούς.

Από το σύνολο των πολυμορφικών περιοχών που ανιχνεύτηκαν, η πλειονότητα αυτών αφορούσε διαπληθυσμιακούς πολυμορφισμούς ενώ κάποιοι εκκινητές μπόρεσαν να εντοπίσουν και ενδοπληθυσμιακούς πολυμορφισμούς μεταξύ των γενοτύπων που συγκροτούν τους πληθυσμούς της Ροδόπης και των Γρεβενών. Η ενδοπληθυσμιακή πολυμορφικότητα που ανιχνεύτηκε, μπόρεσε τελικά να υποδείξει και τις συγγενικές σχέσεις που επικρατούν μεταξύ των γενοτύπων που αποτελούν τους παραπάνω πληθυσμούς.

Η συνολική πολυμορφικότητα των αποτελεσμάτων της μοριακής ανάλυσης ανέρχεται σε ποσοστό 47% καθώς 61 από τις 130 περιοχές του γενώματος των έντεκα πληθυσμών που πολλαπλασιάστηκαν, βρέθηκαν να είναι πολυμορφικές. Ανά μέσο όρο ανιχνεύτηκαν δύο έως τέσσερις πολυμορφικές περιοχές ανά εκκινητή, ενώ ο μέγιστος αριθμός του αθροίσματος πολυμορφικών και μονομορφικών ζωνών ανά εκκινητή ήταν δέκα και ο ελάχιστος πέντε.

Ο υπολογισμός των φυλογενετικών σχέσεων μεταξύ των έντεκα πληθυσμών του πειράματος έγινε σύμφωνα με τον αλγόριθμο JACCARD/UPGMA (σχήμα 2).

Η ανάλυση των δεδομένων της αγρονομικής συμπεριφοράς των πληθυσμών

με την βοήθεια του προγράμματος SPSS καθώς και η φυλογενετική ανάλυση με βάση τα γενετικά δεδομένα έδειξε σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα αποτελέσματα των δύο μεθόδων μόνο για τον πληθυσμό των Γρεβενών. Η συμφωνία που διαπιστώθηκε ανέρχεται σε ποσοστό 75% καθώς έξι από τις οκτώ HS-οικογένειες που αποτελούν το συγκεκριμένο πληθυσμό, ομαδοποιήθηκαν με κοινό τρόπο και με τις δύο μεθόδους (σχήμα 3).

Αναφορικά με τον μεικτό πληθυσμό της Μαγνησίας καθώς και αυτούς της Ξάνθης και Καστοριάς δεν υπήρξε ταύτιση αποτελεσμάτων ανάμεσα στις δύο μεθόδους εκτός από την κοινή ομαδοποίηση του πληθυσμού που συλλέχθηκε από την περιοχή της Καστοριάς (Χονδρά Καστοριάς) και ενός από την περιοχή της Βυζίτσας (Καφέ Βυζίτσας). Τέλος αναφορικά με τις ΚΣΡ του πληθυσμού της Ροδόπης, επίσης δεν διαπιστώθηκε ταύτιση σε σημαντικό βαθμό μεταξύ των δύο μεθόδων εκτός από τη μεγάλη γενετική απόσταση ανάμεσα στην ΚΣΡ-9 και στην ΚΣΡ-2 που έδειξε η φυλογενετική ανάλυση.

Τα αποτελέσματα του παρόντος πειράματος έδειξαν ότι η φυλογενετική ανάλυση των δύο ειδών (*Phaseolus vulgaris* και *Phaseolus coccineus*) βασισμένη στο μοριακό πολυμορφικό πρότυπο που έδωσαν οι 15 εκκινητές τύπου RAPD που χρησιμοποιήθηκαν, ήταν επαρκής για να ξεχωρίσει και σε μοριακό επίπεδο τα δύο προαναφερθέντα είδη. Αυτό συμφωνεί και με άλλες μελέτες που αναφέρουν τη χρήση μοριακών δεικτών τύπου RAPDs στο φασόλι για την διάκριση ειδών αλλά και πληθυσμών (Beebe et al., 1995). Σύμφωνα με το φυλογενετικό δένδρο, εμφανίζονται δύο βασικά ομοειδή σύμπλοκα (clusters). Το πρώτο ομοειδές σύνολο ομαδοποιεί τον μεικτό υπερπληθυσμό της Μαγνησίας με τους πληθυσμούς της Ξάνθης και της Καστοριάς. Το δεύτερο ομοειδές σύνολο διαχωρίζεται περαιτέρω σε δύο βασικά ομοειδή υποσύνολα που αντιπροσωπεύουν τους πληθυσμούς της Ροδόπης και των Γρεβενών.

Αναφορικά με το ομοειδές υποσύνολο του αυτογονιμοποιούμενου είδους *Phaseolus vulgaris* που αντιπροσωπεύει τις ΚΣΡ του πληθυσμού της Ροδόπης, παρατηρείται μία ενδοπληθυσμιακή ομαδοποίηση. Συγκεκριμένα το πολυμορφικό μοριακό πρότυπο αυτού του πληθυσμού ομαδοποίησε σε δύο βασικά ομοειδή σύνολα τις ΚΣΡ του πληθυσμού (το πρώτο αποτελείται από επτά ΚΣΡ και το δεύτερο από πέντε) ενώ δύο ΚΣΡ (F 9 και F 14) που ανήκουν στο συγκεκριμένο πληθυσμό ομαδοποιούνται ανεξάρτητα από τα παραπάνω ομοειδή σύνολα, φανερώνοντας μία διαφοροποίησή τους σε σχέση με τον πληθυσμό.

Σχετικά με το ομοειδές υποσύνολο του σταυρογονιμοποιούμενου είδους *Phaseolus coccineus* που αντιστοιχεί στον πληθυσμό των Γρεβενών, το μοριακό πολυμορφικό πρότυπο φανέρωσε αντίστοιχες ομαδοποιήσεις κατά την φυλογενετική ανάλυση. Συγκεκριμένα 5 HS-οικογένειες του εν λόγω πληθυσμού, ομαδοποιούνται σε ένα ομοειδές υποσύνολο και μάλιστα φανερώνουν αρκετά στενή συγγένεια μεταξύ τους, ενώ 2 HS-οικογένειες σχηματίζουν ανεξάρτητο ομοειδές σύνολο και μία διαχωρίζεται εντελώς από όλες τις άλλες. Τα αποτελέσματα της μοριακής ανάλυσης καθώς και τα δεδομένα αγρού ενισχύουν το συγγενικό πρότυπο των HS-οικογενειών. Σύνδεση δεδομένων από ανάλυση με βάση γενετικούς δείκτες και μορφολογικών παρατηρήσεων έχει αναφερθεί με επιτυχία στι φασόλι (Singh et al., 1988).

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 μπεζ, 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.

Ενδιαφέρουσα είναι η ομαδοποίηση που παρατηρείται ανάμεσα στους πληθυσμούς Βυζίτσα καφέ, Χονδρά Καστοριάς και Βελεστίνου. Πιθανότατα οι τρεις πληθυσμοί να ανήκαν στο παρελθόν σε ένα κοινό ο οποίος λόγω του εμπορίου να διαδόθηκε από την περιοχή της Καστοριάς στη Μαγνησία (έτσι μπορεί να εξηγηθεί και η μη κοινή ομαδοποίησή τους μαζί με τους άλλους πληθυσμούς της Μαγνησίας) και να διατηρήθηκε αναλλοίωτος γενετικά, εξαιτίας της αυτογονιμοποίησης του είδους *Phaseolus vulgaris*. Η ικανότητα των μοριακών δεικτών να παρέχουν πληροφορίες αναφορικά με την ιστορική εξέλιξη των πληθυσμών έχει αναφερθεί και από τους Cattan-Tourance και τους συνεργάτες τους (1998).



## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο μέσος όρος απόδοσης καθώς και η διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα αποτέλεσαν τις δύο παραμέτρους με τις οποίες αξιολογήθηκε η παραλλακτικότητα των πληθυσμών που αξιολογήθηκαν.

Επτά πληθυσμοί και δεκατέσσερις καθαρές σειρές κοινού φασολιού (*Phaseolus vulgaris* L.) καθώς και δεκαέξι HS-οικογένειες που ανήκαν στο είδος *Phaseolus coccineus*, μαζί με πέντε ελληνικές και ξένες ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες, μελετήθηκαν για ένα έτος σε πείραμα αγρού στο Βελεστίνο, ως προς την απόδοση, το χρόνο εμφάνισης πρώτου άνθους, το χρόνο εμφάνισης πρώτου λοβού, τον αριθμό λοβών ανά φυτό και τον αριθμό σπόρων ανά λοβό.

Μεταξύ των 14 ΚΣΡ της Ροδόπης παρατηρήθηκε σημαντική παραλλακτικότητα ως προς την απόδοση, τον αριθμό λοβών/φυτό και τον αριθμό σπόρων/λοβό. Η παραλλακτικότητα ως προς την απόδοση που παρατηρήθηκε εντός των καθαρών σειρών οφείλεται στο περιβάλλον αφού το φασόλι είναι αυτογονιμοποιούμενο είδος με ελάχιστο ποσοστό σταυρογονιμοποίησης. Η αμφίπλευρη (θετική-αρνητική) επιλογή δύο υψηλοαποδοτικών και δύο χαμηλοαποδοτικών είχε ως αποτέλεσμα να επιλεγούν ως υψηλοαποδοτικές οι ΚΣΡ-9 και 1 και ως χαμηλοαποδοτικές οι ΚΣΡ-4 και 14. Ο GCV ήταν 11%, τιμή οριακά ικανοποιητική και έδειξε ότι ο πληθυσμός θα πρέπει να ανταποκριθεί στην επιλογή. Η τιμή του  $H=0.54$  ήταν αναμενόμενη για χαρακτηριστικό όπως η απόδοση αν και προέρχεται από μικρό δείγμα και από δεδομένα αξιολόγησης σε μία περιοχή και σε ένα έτος. Επίσης βρέθηκε ικανοποιητική συσχέτιση  $r^2=0.55$  μεταξύ απόδοσης και αριθμού λοβών /φυτό. Η μέση απόδοση των ΚΣΡ ξεπέρασε αυτή των δύο μαρτύρων *Magius*(C-1) και *Ζαργάνα* (C-2). Φαίνεται λοιπόν ότι ο πληθυσμός της Ροδόπης είναι ένα ολιγογενετικό μείγμα το οποίο αναμένεται να ανταποκριθεί στην επιλογή με κριτήριο την απόδοση. Επιπλέον η επιλογή για απόδοση φαίνεται να ευνοεί γενοτύπους με μεγαλύτερο αριθμό λοβών/φυτό και σπόρων/λοβό.

Για τις οκτώ HS-οικογένειες του πληθυσμού των Γρεβενών που αξιολογήθηκαν με το πειραματικό σχέδιο RCB με δύο επαναλήψεις βρέθηκαν Σ.Σ.Δ ως προς την απόδοση. Η κατηγοριοποίηση στην απόδοση δηλώνει ότι η παραλλακτικότητα μεταξύ των HS-οικογενειών του πληθυσμού οφείλεται κυρίως στο περιβάλλον αλλά και σε ένα αρκετά υψηλό ποσοστό σταυρογονιμοποίησης ή σε διμερή ομοιομορφία των HS-οικογενειών ώστε η σταυρογονιμοποίηση να είναι πολύ συγγενική διασταύρωση. Η τιμή του GCV=14.72% ήταν ικανοποιητική και έδειξε ότι ο πληθυσμός θα πρέπει να ανταποκριθεί στην επιλογή. Αμφίπλευρη (θετική-αρνητική) επιλογή μίας υψηλοαποδοτικής και μίας χαμηλοαποδοτικής είχε σαν αποτέλεσμα την επιλογή των HS-οικογενειών 5 και 8 αντίστοιχα. Μόνο ο ένας μάρτυρας, οι γίγαντες *Καστοριάς* (C-2) ξεπέρασε σε απόδοση τις οκτώ HS-οικογένειες. Στις οικογένειες που αξιολογήθηκαν χωρίς επανάληψη, έγινε αμφίπλευρη(θετική-αρνητική) επιλογή μίας υψηλοαποδοτικής (HS-οικογένεια 21) και μιας χαμηλοαποδοτικής (HS-οικογένεια 18). Ωστόσο χρειάζεται τα επόμενα χρόνια που θα εξασφαλισθεί επαρκής ποσότητα σπόρου να μελετηθούν σε RCB διάταξη με επαναλήψεις για να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα.

Από τους επτά πληθυσμούς που αξιολογήθηκαν σε δύο ομάδες (block) ξεχώρισαν ως προς τα μελετηθέντα χαρακτηριστικά οι πληθυσμοί *Ξάνθης*, *Βελεστίνο* και *Βυζίτσα* καθιστά. Αμφίπλευρη επιλογή για την απόδοση έγινε κατά ομάδα και εφαρμόστηκε πίεση επιλογής  $p=14\%$ . Για τους επιλεγέντες γενότυπους και των επτά πληθυσμών πρέπει να γίνει απογονικός έλεγχος την επόμενη χρονιά για να υπάρξει εκτίμηση του γενετικού κέρδους και του πραγματικού συντελεστή κληρονομής.

Η φυλογενετική ανάλυση των μελετηθέντων πληθυσμών του γένους *Phaseolus* η οποία στηρίζεται σε μοριακά δεδομένα αναμένεται να δώσει πολλά στοιχεία τόσο για την σημερινή κατάσταση των φυσικών πληθυσμών όσο και για το παρελθόν αυτών. Η μελέτη των φυλογενετικών σχέσεων μεταξύ των γενοτύπων αυτών των πληθυσμών θα αποτελέσει ένα επιπλέον εργαλείο σε μελλοντικές τεχνητές διασταυρώσεις αυτών(ειδικά στην περίπτωση του σταυρογονιμοποιούμενου είδους *Phaseolus coccineus*). Επίσης η ανάλυση αυτή μπορεί άμεσα να παρέχει συμπεράσματα για την τύχη και την μετακίνηση κάποιων από τους πληθυσμούς κατά το παρελθόν μέσω του εμπορίου. Βραχυπρόθεσμα, ο υπολογισμός των γενετικών παραμέτρων ενός πληθυσμού όπως η γενετική του παραλλακτικότητα, μπορεί να συνδιαστεί και με τα αποτελέσματα της φυλογενετικής ανάλυσης των γενοτύπων που τον αποτελούν. Ανάλογος συνδυασμός έχει αναφερθεί σε μελέτες που έχουν ήδη γίνει στο φασόλι (Beebe et al., 1995). Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων από τον φυλογενετικό έλεγχο και η συμπεριφορά στο χωράφι ανά γενεά επιλογής, 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 (Quantative 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 δενδρογράμματα με βάση την αγρονομική συμπεριφορά θα μπορούν να επιβεβαιώσουν την πρόοδο επιλογής που θα προβλέπει η στατιστική ανάλυση των δεδομένων στον αγρό.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το αντικείμενο της εργασίας ήταν η διερεύνηση της δυνατότητας αξιοποίησης τοπικών παραδοσιακών ποικιλιών φασολιού (πληθυσμοί) ως πηγές γενετικού υλικού: α) για την άμεση αξιοποίησή τους, με τη μορφή μόνο ή ολιγογενετοτυπικών ποικιλιών με αγρονομικά υψηλό παραγωγικό δυναμικό, επιθυμητά χαρακτηριστικά ποιότητας και ανεκτικότητα σε αβιοτικές καταπονήσεις, β) για έμμεση αξιοποίηση ως πηγές επιθυμητών γονιδίων σε εφαρμοσμένα προγράμματα δημιουργίας νέων ποικιλιών.

Στο συγκεκριμένο πείραμα αξιολογήθηκε η παραγωγική συμπεριφορά αυτών των πληθυσμών και μελετήθηκε η γενετική παραλλακτικότητα μεταξύ και εντός των ποικιλιών αυτών για γνωρίσματα που αφορούν την πρωιμότητα, την απόδοση και τα συστατικά της. Ο μέσος όρος απόδοσης καθώς και η διαθέσιμη γενετική παραλλακτικότητα αποτέλεσαν τις δύο παραμέτρους με τις οποίες αξιοποιήθηκε η παραλλακτικότητα των πληθυσμών που αξιολογήθηκαν.

Η γενετική ταυτοποίηση των ποικιλιών και η μελέτη της γενετικής τους συγγένειας έγινε με την εφαρμογή της μοριακής γενετικής ανάλυσης με δείκτες τύπου RAPD's.

Επτά πληθυσμοί και δεκατέσσερις καθαρές σειρές κοινού φασολιού (*Phaseolus vulgaris* L.) καθώς και δεκαέξι HS – οικογένειες που ανήκαν στο είδος *Phaseolus coccineus*, μαζί με πέντε ελληνικές και ξένες ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες, μελετήθηκαν για ένα έτος σε πείραμα αγρού.

Μεταξύ των 14 ΚΣΡ της Ροδόπης παρατηρήθηκε σημαντική παραλλακτικότητα ως προς την απόδοση, τον αριθμό λοβών / φυτό και τον αριθμό σπόρων / λοβό. Για τις οκτώ HS – οικογένειες του πληθυσμού των Γρεβενών που αξιολογήθηκαν με το πειραματικό σχέδιο RCB με δύο επαναλήψεις βρέθηκαν Σ.Σ.Δ. ως προς την απόδοση. Από τους επτά πληθυσμούς που αξιολογήθηκαν σε δύο ομάδες (block) ξεχώρισαν ως προς τα μελετηθέντα χαρακτηριστικά οι πληθυσμοί Ξάνθης, Βελεστίνου και Βυζίτσα καθιστά.

Επίσης η φυλογενετική ανάλυση των μελετηθέντων πληθυσμών του γένους *Phaseolus* η οποία στηρίζεται σε μοριακά δεδομένα αναμένεται να δώσει πολλά στοιχεία τόσο για την σημερινή κατάσταση των φυσικών πληθυσμών όσο και για το παρελθόν αυτών.



# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης (gr/ /φυτό)  
στις καθαρές σειρές του πληθυσμού της Ροδόπης.**

<b>ΠΗΓΕΣ</b>	<b>ΒΑΘΜΟΙ</b>	<b>ΑΘΡΟΙΣΜΑ</b>	<b>ΜΕΣΟ</b>	<b>ΚΡΙΤΗΡΙΟ</b>	<b>ΕΠΙΠΕΔΟ</b>
	<b>ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ</b>	<b>ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ</b>	<b>ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ</b>	<b>F</b>	<b>ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ</b>
<b>ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ</b>	<b>1</b>	<b>1234.6255</b>	<b>1234.63</b>	<b>8.8232</b>	<b>0.0108</b>
<b>ΚΑΘΑΡΕΣ</b>	<b>13</b>	<b>3978.7709</b>	<b>306.06</b>	<b>2.1873</b>	<b>0.0858</b>
<b>ΣΕΙΡΕΣ</b>					
<b>ΣΦΑΛΜΑ</b>	<b>13</b>	<b>1819.0732</b>	<b>139.93</b>		
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>27</b>	<b>7032.4697</b>			

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2 : Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης (gr/ /φυτό)  
μετά τη διόρθωση των μέσων όρων στις καθαρές σειρές του πληθυσμού  
της Ροδόπης.**

ΠΗΓΕΣ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	ΚΡΙΤΗΡΙΟ F	ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	977.083	977.084	7.191	0.0188
ΚΑΘΑΡΕΣ ΣΕΙΡΕΣ	13	3945.966	303.536	2.234	0.0803
ΣΦΑΛΜΑ	13	1766.325	135.871		
ΣΥΝΟΛΟ	27	6689.375			



**ΠΙΝΑΚΑΣ 3:** Ανάλυση παραλλακτικότητας του χρόνου εμφάνισης  
πρώτου άνθους (ημέρες) στις καθαρές σειρές της Ροδόπης.

ΠΗΓΕΣ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	ΚΡΙΤΗΡΙΟ F	ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	17.148	17.148	5.4815	0.0358
ΚΑΘΑΡΕΣ ΣΕΙΡΕΣ	13	42.361	3.258	1.0416	0.4713
ΣΦΑΛΜΑ	13	40.669	3.128		
ΣΥΝΟΛΟ	27	100.179			

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4 : Ανάλυση παραλλακτικότητας του χρόνου εμφάνισης  
πρώτου λοβού (ημέρες) στις καθαρές σειρές της Ροδόπης.**

<b>ΠΗΓΕΣ</b>	<b>ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ</b>	<b>ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ</b>	<b>ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ</b>	<b>ΚΡΙΤΗΡΙΟ F</b>	<b>ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ</b>
<b>ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ</b>	<b>1</b>	<b>16.419</b>	<b>16.419</b>	<b>4.6613</b>	<b>0.0501</b>
<b>ΚΑΘΑΡΕΣ ΣΕΙΡΕΣ</b>	<b>13</b>	<b>47.239</b>	<b>3.633</b>	<b>1.0316</b>	<b>0.4781</b>
<b>ΣΦΑΛΜΑ</b>	<b>13</b>	<b>45.792</b>	<b>3.522</b>		
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>27</b>	<b>109.451</b>			

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5 :** Ανάλυση παραλλακτικότητας του αριθμού λοβών / φυτό  
στις καθαρές σειρές της Ροδόπης.

ΠΗΓΕΣ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	ΚΡΙΤΗΡΙΟ F	ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	2295.521	2295.52	20.7538	0.0005
ΚΑΘΑΡΕΣ ΣΕΙΡΕΣ	13	4833.651	371.82	3.3616	0.0186
ΣΦΑΛΜΑ	13	1437.892	110.61		
ΣΥΝΟΛΟ	27	8567.065			



**ΠΙΝΑΚΑΣ 6: Κατάταξη των μέσων όρων του αριθμού λοβών / φυτό για τις καθαρές σειρές της Ροδόπης σύμφωνα με την ελάχιστη σημαντική διαφορά.**

ΕΠΙΠΕΔΟ							ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
1	A						89.433
11	A	B					77.605
10	A	B	C				75.609
15	A	B	C	D			72.059
2	A	B	C	D	E		68.000
9		B	C	D	E		64.472
5		B	C	D	E	F	58.559
12		B	C	D	E	F	57.687
6			C	D	E	F	54.402
7			C	D	E	F	54.082
13				D	E	F	52.066
8				D	E	F	49.794
14					E	F	46.027
4						F	40.969

Τα επίπεδα που δεν συνδέονται με το ίδιο γράμμα διαφέρουν σημαντικά

**ΠΙΝΑΚΑΣ 7: Ανάλυση παραλλακτικότητας του αριθμού σπόρων / λοβό  
στις καθαρές σειρές της Ροδόπης.**

ΠΗΓΕΣ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	ΚΡΙΤΗΡΙΟ F	ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	0.001	0.001	0.0184	0.8941
ΚΑΘΑΡΕΣ ΣΕΙΡΕΣ	13	3.416	0.262	2.9047	0.0325
ΣΦΑΛΜΑ	13	1.176	0.090		
ΣΥΝΟΛΟ	27	4.594			

**ΠΙΝΑΚΑΣ 8: Κατάταξη των μέσων όρων του αριθμού σπόρων / λοβό για τις καθαρές σειρές της Ροδόπης σύμφωνα με την ελάχιστη σημαντική διαφορά.**

ΕΠΙΠΕΔΟ							ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
9	A						4.324
7	A	B					4.250
1	A	B	C				4.065
15	A	B	C	D			3.934
2	A	B	C	D	E		3.796
12	A	B	C	D	E		3.765
5		B	C	D	E		3.654
8			C	D	E		3.590
6			C	D	E		3.584
11			C	D	E		3.504
13				D	E		3.333
4				D	E		3.313
14					E		3.259
10					E		3.176

Τα επίπεδα που δεν συνδέονται με το ίδιο γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 9 : Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης (gr /  
πειραματικό τεμάχιο) των HS οικογενειών του πληθυσμού  
Γρεβενών.**

<b>ΠΗΓΕΣ</b>	<b>ΒΑΘΜΟΙ</b>	<b>ΑΘΡΟΙΣΜΑ</b>	<b>ΜΕΣΟ</b>	<b>ΚΡΙΤΗΡΙΟ</b>	<b>ΕΠΙΠΕΔΟ</b>
	<b>ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ</b>	<b>ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ</b>	<b>ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ</b>	<b>F</b>	<b>ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ</b>
<b>ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ</b>	<b>1</b>	<b>715504.52</b>	<b>715505</b>	<b>132.5536</b>	<b>&lt;.0001</b>
<b>HS</b>	<b>7</b>	<b>167695.63</b>	<b>23957</b>	<b>4.4382</b>	<b>0.0339</b>
<b>ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ</b>					
<b>ΣΦΑΛΜΑ</b>	<b>7</b>	<b>37784.96</b>	<b>5398</b>		
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>15</b>	<b>920985.10</b>			



**ΠΙΝΑΚΑΣ 10: Ανάλυση παραλλακτικότητας της απόδοσης  
(gr / πειραματικό τεμάχιο) μετά από διόρθωση μέσω των  
HS οικογενειών του πληθυσμού Γρεβενών.**

ΠΗΓΕΣ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	ΚΡΙΤΗΡΙΟ F	ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	53816.70	53816.7	11.9987	0.0105
HS	7	186655.99	26665.1	5.9451	0.0157
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ					
ΣΦΑΛΜΑ	7	31396.50	4485.2		
ΣΥΝΟΛΟ	15	271869.19			

**ΠΙΝΑΚΑΣ 11:** Κατάταξη των μέσων όρων της απόδοσης (gr/πειραματικό τεμάχιο) , μετά από διόρθωση μέσων όρων , για τις HS οικογένειες των Γρεβενών σύμφωνα με την ελάχιστη σημαντική διαφορά.

ΕΠΙΠΕΔΟ			ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
22	A		836.264
5	A	B	717.037
17	A	B	690.828
4		B	676.026
16		B	644.572
19		B	599.362
8		B C	586.453
6		C	437.440

Τα επίπεδα που δεν συνδέονται με το ίδιο γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 12 :** Ανάλυση παραλλακτικότητας του χρόνου εμφάνισης πρώτου άνθους (ημέρες) των HS οικογενειών του πληθυσμού Γρεβενών.

ΠΗΓΕΣ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	ΚΡΙΤΗΡΙΟ F	ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	6.250	6.250	3.4314	0.1064
HS	7	14.750	2.107	1.1569	0.4262
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ					
ΣΦΑΛΜΑ	7	12.750	1.821		
ΣΥΝΟΛΟ	15	33.750			

**ΠΙΝΑΚΑΣ 13 :** Ανάλυση παραλλακτικότητας του χρόνου εμφάνισης πρώτου λοβού (ημέρες) των HS οικογενειών του πληθυσμού Γρεβενών.

ΠΗΓΕΣ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	ΚΡΙΤΗΡΙΟ F	ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	2.250	2.250	1.2353	0.3031
HS	7	7.000	1.000	0.5490	0.7764
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ					
ΣΦΑΛΜΑ	7	12.750	1.821		
ΣΥΝΟΛΟ	15	22.000			



ΠΙΝΑΚΑΣ 14. Ατομικά φυτά πληθυσμού Ξάνθης

BLOCK	ΦΥΤΟ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1ου ΑΝΘΟΥΣ (ημέρες)	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1ου ΛΟΒΟΥ (ημέρες)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΟΒΩΝ / ΦΥΤΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ / ΛΟΒΟ	ΑΠΟΔΟΣΗ (gr / φυτό)
1	1*	59	66	1	5	0,5
1	2	51	58	23	2,3	28
1	3	57	64	12	1,4	24,7
1	4*	58	65	1	2	0,2
1	5	56	63	19	2,2	21
1	6	55	62	10	2	25,6
1	7	57	64	40	2,3	34,7
1	8	58	65	19	2,2	21
1	9	51	58	7	2,3	22,7
1	10	58	65	10	1,5	25,2
1	11	57	64	5	2,5	24,2
1	12	48	55	22	2,1	32,1
1	13	57	64	28	2,1	36,2
1	14	56	63	9	2,4	22,6
1	15	48	55	29	2,9	41,4
1	16	48	55	38	3,1	43,4
	M. O. ± STDEV	54.1±4.0	61.1±4.0	19.4±11.3	2.2±0.4	28.8±7.5
	CV	7.3	6.5	58.3	20.1	26.1
2	1*	57	64	1	2	0,2
2	2	47	52	52	3	46,2
2	3	44	49	30	2,8	34
2	4*	50	57	23	2,5	35,9
2	5	48	55	22	2,9	35,9
2	6	52	58	34	2,5	39,1
2	7	47	54	30	2,6	29,1
2	8	47	54	17	2,2	29,4
2	9	50	57	24	1,1	35,2
2	10	49	56	48	3,9	65,2
2	11	48	55	29	2,5	39,2
2	12	44	49	43	3,5	55,1
2	13	48	55	10	1,6	24,9
2	14	44	49	55	3,3	56,6
2	15	44	49	31	3,2	41,8
2	16	44	49	29	2,4	38,4
	M. O. ± STDEV	46.9±2.6	52.9±3.3	32.4±13.0	2.7±0.7	40.7±11.5
	CV	5.5	6.3	40.2	27.4	28.2

\* φυτά μάρτυρες (1\* Magirus, 4\* Αϊσός).

ΠΙΝΑΚΑΣ 15. Ατομικά φυτά πληθυσμού Βελεστίνου

BLOCK	ΦΥΤΟ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1ου ΑΝΘΟΥΣ (ημέρες)	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1ου ΛΟΒΟΥ (ημέρες)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΟΒΩΝ / ΦΥΤΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ / ΛΟΒΟ	ΑΠΟΔΟΣΗ (gr / φυτό)
1	1	57	62	33	2,8	39,5
1	2	57	63	19	2,6	33,3
1	3	51	57	4	3	23,2
1	4	50	56	14	3,5	35
1	5	57	63	12	1,9	25,7
1	6	51	58	3	3,1	23
1	7	59	66	14	3,2	30,9
1	8	49	56	5	3,1	22,7
1	9	49	56	47	3,1	61,8
1	10*	51	56	27	3,4	33,9
1	11*	51	56	17	1,8	27,5
1	12	50	57	41	3,2	46,1
1	13	50	57	39	2,2	47,3
1	14	57	63	22	2,6	30,7
1	15	56	63	3	3,1	22,4
1	16	50	57	27	2,5	37
	M.O. ± STDEV	53.1±3.8	59.6±3.5	20.2±15.1	2.9±0.4	34.2±11.5
	CV	7.1	5.9	74.5	15.4	33.7
2	1	57	63	67	3,1	76,2
2	2	50	56	63	2,7	71,5
2	3	49	56	41	2,8	55,4
2	4	51	57	30	2,9	34,4
2	5	50	55	85	3,7	94,9
2	6*	51	56	23	2,2	40,5
2	7*	50	57	29	2,7	40,1
2	8	50	57	48	4,1	69,9
2	9	51	58	84	3,3	113,3
2	10	50	57	34	3,3	52,1
2	11	50	57	22	3,4	43
2	12	49	54	54	4,1	52,4
2	13	50	57	45	3,6	56,7
2	14	51	57	72	3,1	95,6
2	15	49	54	63	3,5	93,5
2	16	49	56	50	2,4	79,8
	M.O. ± STDEV	50.4±2.0	56.7±2.2	54.1±19.3	3.3±0.5	70.6±23.0
	CV	4.0	3.8	35.6	15.2	32.5

\* φυτά μάρτυρες (10\* και 6\* Magirus, 11\* και 7\* Αϊσέζ).

ΠΙΝΑΚΑΣ 16. Ατομικά φυτά πληθυσμού Βυζίτσα καθιστά.

BLOCK	ΦΥΤΟ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1ου ΑΝΘΟΥΣ (ημέρες)	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1ου ΛΟΒΟΥ (ημέρες)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΟΒΩΝ / ΦΥΤΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ / ΛΟΒΟ	ΑΠΟΔΟΣΗ (gr / φυτό)
1	1	55	61	35	2,6	55,7
1	2	59	65	59	3,3	71,8
1	3	59	65	38	3	58,7
1	4	50	55	68	3	75,6
1	5	51	58	73	2,5	86,3
1	6*	52	57	34	3,3	45,3
1	7*	51	57	57	3,3	70,6
1	8	59	66	11	1,8	26,8
1	9	0	0	0	0	0
1	10	58	65	24	2,2	41
1	11	60	67	11	1,9	27,5
1	12	50	56	47	2,3	45,9
1	13	58	65	31	2,8	41,6
1	14	51	58	23	3,3	36,6
1	15	51	58	1	2	0,2
1	16	0	0	0	0	0
	M.O. ± STDEV	55.1±4.1	61.6±4.4	35.1±23.1	2.6±0.5	47.3±24.0
	CV	7.5	7.1	65.7	20.6	50.8
2	1	58	65	12	2,7	26,7
2	2	57	64	20	1,9	30,9
2	3	56	62	15	1,8	31,6
2	4	51	57	40	1,9	40,1
2	5	56	62	31	2,6	44,7
2	6	55	61	26	1,2	27,2
2	7	51	57	10	1,7	26,5
2	8	0	0	0	0	0
2	9	59	66	10	1,2	25,3
2	10*	0	0	0	0	0
2	11*	50	57	13	2,1	31
2	12	0	0	0	0	0
2	13	57	63	10	2,5	26,6
2	14	59	66	10	1,7	26,2
2	15	0	0	0	0	0
2	16	58	64	35	1,7	37,7
	M.O. ± STDEV	56.1±2.8	62.5±3.1	19.9±11.3	1.9±0.5	31.2±6.7
	CV	5.0	5.0	56.6	26.8	21.3

\* φυτά μάρτυρες (6\* και 10\* Magirus, 7\* και 11\* Αϊσές).

ΠΙΝΑΚΑΣ 17. Ατομικά φυτά πληθυσμού χονδρά Κλεισούρας Καστοριάς.

BLOCK	ΦΥΤΟ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1ου ΑΝΘΟΥΣ (ημέρες)	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1ου ΛΟΒΟΥ (ημέρες)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΟΒΩΝ / ΦΥΤΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ / ΛΟΒΟ	ΑΠΟΔΟΣΗ (gr / φυτό)
1	1	59	66	38	3,3	58
1	2	58	64	94	3	120,7
1	3	59	65	76	2,4	93,1
1	4	58	64	13	2,4	103,4
1	5	59	66	98	2	92,7
1	6*	0	0	0	0	0
1	7*	0	0	0	0	0
1	8	55	61	89	3,2	130,4
1	9	0	0	0	0	0
1	10	0	0	0	0	0
1	11	0	0	0	0	0
1	12	56	62	111	3,4	148,5
1	13	58	64	112	3,7	132,9
1	14	58	65	89	3,7	126,2
1	15	59	66	62	2,3	82,2
1	16	0	0	0	0	0
	M. O. ± STDEV	57.9±1.4	64.3±1.7	78.2±32.0	2.9±0.6	108.8±27.7
	CV	2.4	2.6	40.9	21.0	25.4
2	1	0	0	0	0	0
2	2	60	66	40	2,8	44,7
2	3	0	0	0	0	0
2	4	60	66	15	2,3	38,8
2	5	0	0	0	0	0
2	6	0	0	0	0	0
2	7	60	67	15	1,7	30,4
2	8	0	0	0	0	0
2	9	60	66	14	2,5	37,3
2	10*	46	51	5	1,4	24,1
2	11*	51	58	22	1,5	37,6
2	12	0	0	0	0	0
2	13	59	66	6	1,5	24,3
2	14	0	0	0	0	0
2	15	59	66	6	1,6	29,4
2	16	60	67	96	2,7	98,6
	M. O. ± STDEV	59.7±0.5	66.3±0.5	27.4±32.3	2.2±0.5	43.4±25.3
	CV	0.8	0.7	117.8	25.4	58.3

\* φυτά μάρτυρες (6\* και 10\*Magirus , 7\* και 11\* Αϊσές).



ΠΙΝΑΚΑΣ 18. Ατομικά φυτά πληθυσμού Βυζίτσα Ασπρο - Μαύρο

BLOCK	ΦΥΤΟ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1ου ΑΝΘΟΥΣ (ημέρες)	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1ου ΛΟΒΟΥ (ημέρες)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΟΒΩΝ / ΦΥΤΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ / ΛΟΒΟ	ΑΠΟΔΟΣΗ (gr / φυτό)
1	1	58	65	61	3	112,3
1	2	0	0	0	0	0
1	3	0	0	0	0	0
1	4	58	65	38	4,6	74,1
1	5*	0	0	0	0	0
1	6	0	0	0	0	0
1	7	0	0	0	0	0
1	8*	0	0	0	0	0
1	9	59	66	7	1,9	32,4
1	10	0	0	0	0	0
1	11	59	65	54	4,4	101,1
1	12	0	0	0	0	0
1	13	58	64	30	4,3	67,7
1	14	59	66	58	3,6	99,1
1	15	59	65	21	4,2	55
1	16	58	64	90	4,8	187
	M.O.± STDEV	58.5±0.5	65.0±0.8	44.9±28.3	3.9±1.0	91.1±46.9
	CV	0.9	1.2	58.5	25.4	51.5
2	1	0	0	0	0	0
2	2	58	65	151	3,7	276,5
2	3	58	64	86	3,9	127,7
2	4	0	0	0	0	0
2	5	59	66	96	4	163,8
2	6*	44	49	12	2,4	30,4
2	7*	48	53	22	1,6	38,2
2	8	0	0	0	0	0
2	9	59	65	108	5	179,2
2	10	58	65	23	3,6	49,5
2	11	58	65	50	2,8	69,2
2	12	0	0	0	0	0
2	13	59	66	52	3	86
2	14	59	66	77	4,2	108,5
2	15	0	0	0	0	0
2	16	0	0	0	0	0
	M.O.± STDEV	58.5±0.5	65.3±0.7	80.4±39.7	3.8±0.7	132.6±73.2
	CV	0.9	1.1	49.4	18.3	55.3

\* φυτά μάρτυρες (5\* και 6\* Magirus , 8\* και 7\* Αϊσές)

ΠΙΝΑΚΑΣ 19. Ατομικά φυτά πληθυσμού Βυζίτσα καφέ

BLOCK	ΦΥΤΟ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1ου ΑΝΘΟΥΣ (ημέρες)	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1ου ΛΟΒΟΥ (ημέρες)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΟΒΩΝ / ΦΥΤΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ / ΛΟΒΟ	ΑΠΟΔΟΣΗ (gr / φυτό)
1	1	51	57	8	2,7	31,3
1	2	56	63	7	2,5	32,2
1	3	49	55	69	7,3	136,9
1	4	0	0	0	0	0
1	5	0	0	0	0	0
1	6	53	60	30	5	57,7
1	7	49	55	36	5,5	72,6
1	8	51	58	22	4,6	48,4
1	9	51	57	31	4,1	54,2
1	10*	43	48	22	3,8	34,1
1	11*	0	0	0	0	0
1	12	51	57	45	5,1	62
1	13	50	56	40	4,7	71,9
1	14	57	64	64	4,5	107
1	15	0	0	0	0	0
1	16	56	63	10	3,1	29,2
	M.O. ± STDEV	52.2±2.9	58.6±3.3	32.9±21.0	4.5±1.4	63.9±33.1
	CV	5.5	5.7	63.9	30.8	51.8
2	1	0	0	0	0	0
2	2	0	0	0	0	0
2	3	0	0	0	0	0
2	4	51	57	28	4,3	49,5
2	5	0	0	0	0	0
2	6	0	0	0	0	0
2	7	51	57	12	3,7	32,8
2	8	55	62	20	3,7	36
2	9	51	57	32	4,4	51,6
2	10	50	57	22	4,3	41,8
2	11	51	58	20	3,8	42,6
2	12	56	63	22	5,2	52,4
2	13	57	64	27	4	39,2
2	14*	51	56	37	4,1	54,1
2	15*	55	61	29	2,6	35,6
2	16	57	63	52	5,2	97,1
	M.O. ± STDEV	53.2±2.9	59.8±3.1	26.1±11.3	4.3±0.6	49.2±19.2
	CV	5.5	5.2	43.2	13.5	39.0

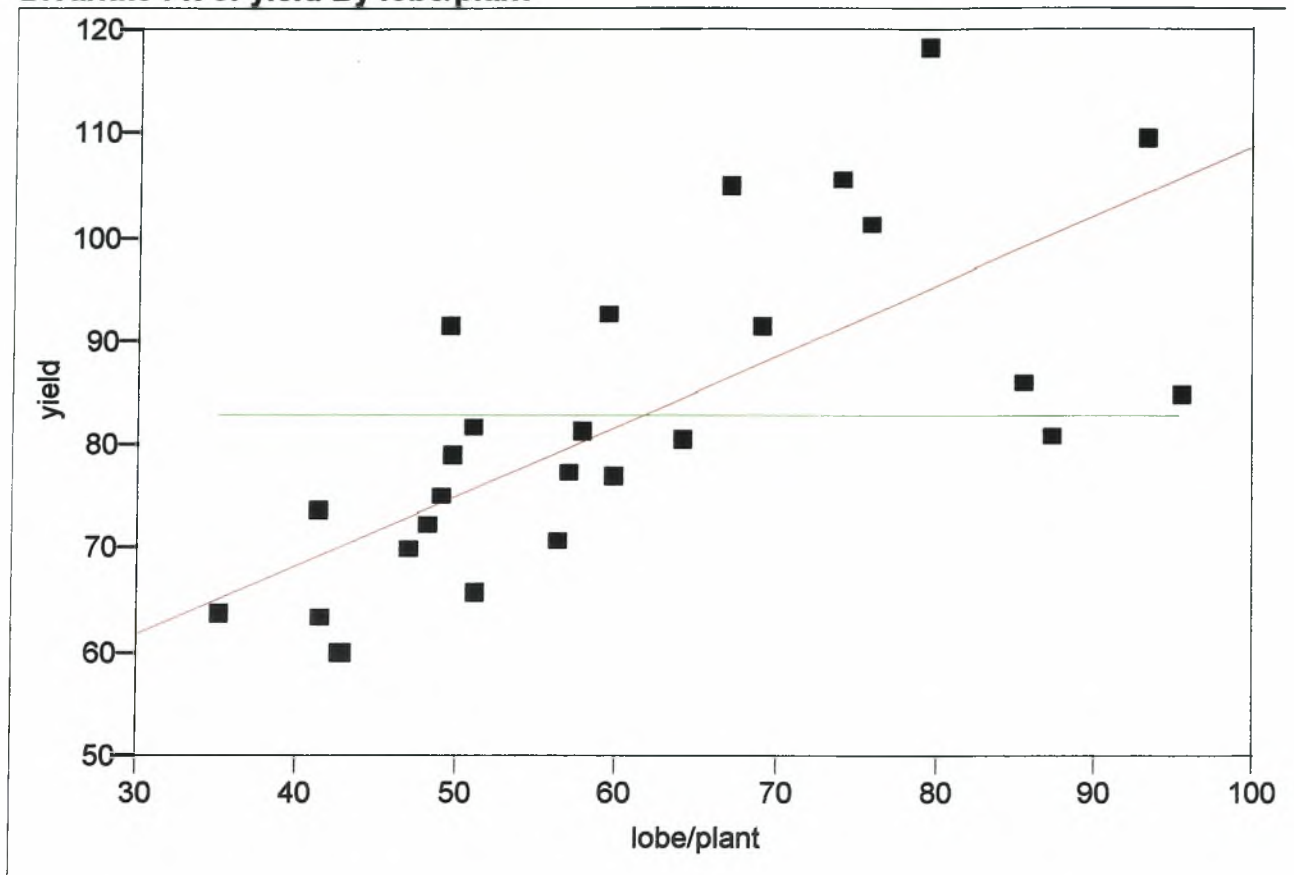
\* φυτά μάρτυρες (10\* και 14\* Magirus, 11\* και 15\* Αϊσές).

ΠΙΝΑΚΑΣ 20. Ατομικά φυτά πληθυσμού Βυζίτσα μεζ / μαύρο.

BLOCK	ΦΥΤΟ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1ου ΑΝΘΟΥΣ (ημέρες)	ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ 1ου ΛΟΒΟΥ (ημέρες)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΟΒΩΝ / ΦΥΤΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ / ΛΟΒΟ	ΑΠΟΔΟΣΗ (gr/ φυτό)
1	1	0	0	0	0	0
1	2*	44	49	24	3,2	38
1	3*	56	62	39	2,6	56,3
1	4	58	65	42	4,5	82,7
1	5	59	66	43	3,2	76,4
1	6	0	0	0	0	0
1	7	0	0	0	0	0
1	8	59	66	18	4,2	56,3
1	9	0	0	0	0	0
1	10	0	0	0	0	0
1	11	0	0	0	0	0
1	12	0	0	0	0	0
1	13	0	0	0	0	0
1	14	0	0	0	0	0
1	15	0	0	0	0	0
1	16	59	65	5	1,8	30,8
	M.O. ± STDEV	58.8±0.5	65.5±0.6	27.0±18.7	3.4±1.2	61.6±23.4
	CV	0.9	0.9	69.2	35.5	38.0
2	1	58	64	97	4,6	229,1
2	2	59	66	34	5,5	88,6
2	3	0	0	0	0	0
2	4	58	64	46	3,6	103,4
2	5	58	65	53	4,9	114
2	6	0	0	0	0	0
2	7	0	0	0	0	0
2	8	0	0	0	0	0
2	9	59	66	25	4,6	69,4
2	10	0	0	0	0	0
2	11	0	0	0	0	0
2	12	59	66	46	4,4	88
2	13	58	64	58	4	122,6
2	14*	49	55	55	1,8	35,5
2	15*	44	49	49	2,4	51,5
2	16	58	64	64	3,5	54,7
	M.O. ± STDEV	58.4±0.5	64.9±1.0	52.9±21.8	4.4±0.7	108.7±53.6
	CV	0.9	1.5	41.2	15.3	49.2

\* φυτά μάρτυρες ( 2\* και 14\* Magirus, 3\* και 15\* Αϊσές).

**Σχήμα 1**  
**Bivariate Fit of yield By lobe/plant**



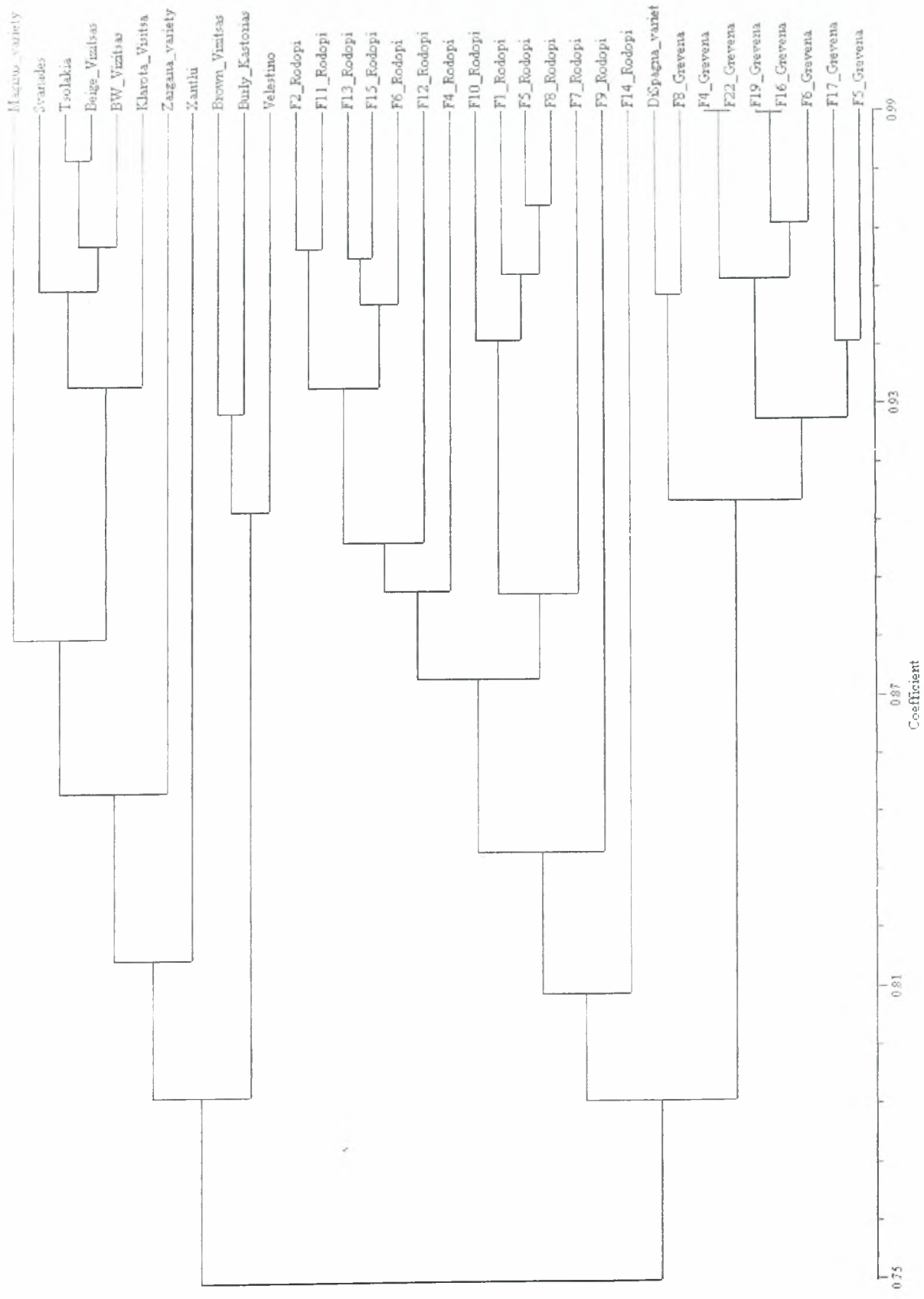
**Linear Fit**

yield = 41,646484 + 0,672153 lobe/plant

**Summary of Fit**

RSquare	0,550377
RSquare Adj	0,533084
Root Mean Square Error	11,02786
Mean of Response	82,97292
Observations (or Sum Wgts)	28





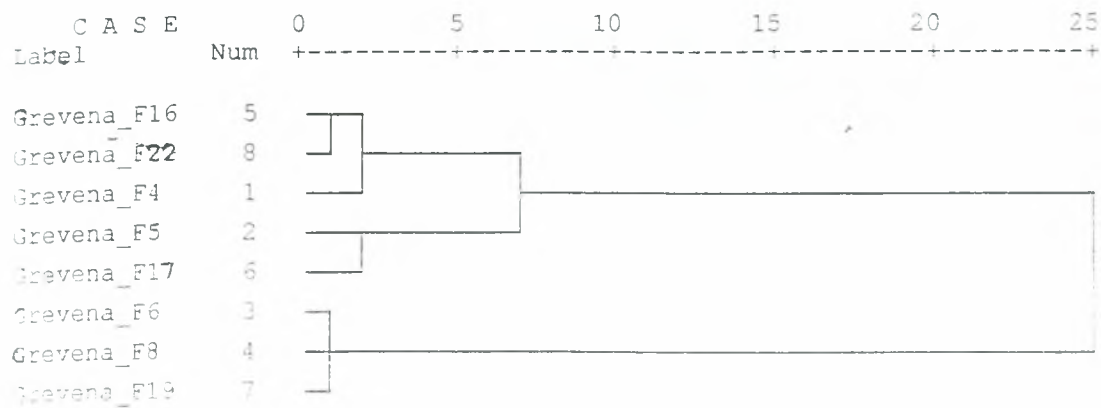
# GREVENA FINAL YIELD HIERARCHICAL ANALYSIS

## (Squared Euclidian Distance Between Groups)

\*\*\*\*\* H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S \*\*\*\*\*

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

Rescaled Distance Cluster Combine



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Al – Karaki, G. N. , R.B. Clark, and C.Y. Sullivan. 1995. Effects of phosphorus and water stress levels on growth and phosphorus uptake of bean and sorghum cultivars, *J. Plant Nutr.* 18: 563 – 578.
2. Anderson, N.O. Ascher, P.D. and Haghghi, K., 1996. Congruity backcrossing as a means of creating genetic variability in self – pollinated crops. Seed morphology of *Phaseolus vulgaris* L., and *Phaseolus acutifolius* Gray, A. hybrids. *Euphytica*, 87 : 211 – 224.
3. Aramuganathan K, Earle DE (1991) Nuclear DNA content of some important plant species. *Plant Mol Biol Rep* 9 : 208 – 218.
4. Bassett MJ (1991) A revised linkage map of common bean. *Hort – Science* 26: 834 – 836.
5. Beaver J. S. and J. D. Kelly 1994. Comparison of Selection Methods for Dry Bean Populations Derived from Crosses between Gene Pools. *Crop Sci.* 34:34-37
6. Beebe S. E., Ivan Ochoa, Paul Skroch, James Nienhuis, and Jan Tivang 1995. Genetic Diversity among Common Bean Breeding Lines Developed for Central America. *Crop Sci* 35:1178-1183.
7. Bletsos and Goulas, 1999. Mass selection for improvement of grain yield and protein in a maize population. *Crop. Sci.* 39: 1302-1305.
8. Bonnier G. : Flore complete illustree en couleurs de France Suisse et Belgique. Tome III (P. 58, par. 805).
9. Cattan – Toupance I. Michalakis Y, Neema C (1998) Genetic structure of wild bean populations in their South – Andean centre of origin. *Theor Appl Genet* 96 : 844 – 851.
10. Cumming, J.R., A.B. Cumming, and G.J.Taylor. 1992. Patterns of root respiration associated with the induction of aluminium tolerance in *Phaseolus vulgaris* L. *J. Exp. Bot.* 43: 1075 – 1081.
11. Δαλιάνη Κ. 1993. Ψυχανθή για καρπό και σανό. Εκδόσεις Α. Σταμούλης. Αθήνα Πειραιάς 1993.
12. Davis A. : Vitality through planned Nutrition. Macmillan Company. New York 1954.
13. Dudley J. W., 1984. A Method for Identifying Containing Favorable Alleles Not Present in Elite Germplasm. *Crop Sci.* 24:1053-1054.

14. Fawole, I., W. H. Gabelman, and G. C. Gerloff, 1982a. Genetic control of root development in beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under phosphorus stress. *J. Am. Soc Hortic. Sci.* 107: 98 – 100.
15. Fisher M. L., M. M. Kyle 1996. Inheritance of resistance to potyviruses in *Phaseolus vulgaris* L. IV. Inheritance, linkage relations, and environmental effects on systemic resistance to four potyviruses. *Theor Appl Genet.* 92:204-212.
16. Freyre R., P. W. Skroch, V. Geffroy, A.-F. Adam-Blondon, A. Shirmohamadali, W. C. Johnson, V. Llaca, R. O. Nodari, P. A. Pereira, S.-M. Tsai, J. Tohme, M. Dron, J. Nienhuis, C.E. Vallejos, P. Gepts 1998 Towards an integrated linkage map of common bean. 4. Development of a core linkage map and alignment of RFLPs maps. *Theor Appl Genet.* 97:847-856.
17. Gepts P, Nodari R, Tsai R, Koinange EMK, Llaca V, Gilbertson R, Guzman P (1993) Linkage mapping in common bean. *Annu Rep Bean Improve Coop* 36: 24 – 38.
18. Graham P.H., P. Ranalli 1997. Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Research* 53:131-146
19. Honma, S., 1956. A been interspecific hybrid. *G. Hered.*, 47: 217 – 220.
20. Iwannoff N. N. : *Biochemie der leguminosen und fouragerflanzen*, Absterdam, 1948.
21. Johnson W, Guzman P, Mandala D, Mkandawire A, Temple S, Gilbertson R, Gepts P (1997) Molecular tagging of the bc-3 gene for introgression into Andean common bean. *Crop Sci* 37: 248 – 254.
22. Jung G, Coyne D, Skroch P, Nienhuis J, Arnaud – Santana E, Bokosi J, Ariyaratne H, Steadman J, Beaver J, Kaeppler S (1996) Molecular markers associated with plant architecture and resistance to common blight, web blight and rust in common beans. *J Am Soc Hortic Sci* 121: 794 – 803.
23. Koinange, E.M.K. and Gepts, P., 1992. Hybrid weakness in wild *Phaseolus vulgaris* L. *J. Hered.*, 83 : 135 – 139.
24. Maquet A., I. Zoro Bi, M. Delvaux, B. Wathelet, J.-P. Baudoin 1997. Genetic structure of a Lima bean base collection using allozyme markers. *Theor Appl Genet.* 95:980-991.
25. Metais I., 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
26. Metais I., B. Hamon, R. Jalouzot and D. Peltier 2002. Structure and level of genetic diversity in various bean types evidenced with microsatellite markers isolated from a genomic enriched library. Springer-Verlag 2002.
27. Negri V., and Nicola Tosti 2002. *Phaseolus* genetic diversity maintained on-farm in central Italy. *Genetic Resources and Crop Evolution* 49:511-520.



28. Nei, M. 1973. Analysis of gene diversity in subdivided populations. Proc. Nat. Acad. Sci USA 70:3321 – 3323.
29. Nienhuies J. and Shree P. Singh 1986. Combining Ability Analyses and Relationships Among Yield, Yield Components, and Architectural Traits in Dry Bean. Crop Sci. 26:21-27
30. Πάνου Α. Δημήτριος 1966. Ο ελληνικός φασόλος. Ινστιτούτο έρευνας κτηνοτροφικών φυτών.
31. 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.
32. 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.
33. Pedrosa A., C. E. Vallejos, A. Bachmair and D. Schweizer 2002. Integration of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) linkage and chromosomal maps. Springer-Verlag 2002.
34. Peltier D, Farcy E, Dulieu H, Berville A (1994) Origin, distribution and mapping of RAPD markers from wild *Petunia* species in *Petunia hybrida* Hort. lines. Theor Appl Genet 88 : 637 – 645.
35. Schneider K, Brothers M, Kelly J (1997) Marker – assisted selection to improve drought resistance in common bean. Crop. Sci 37 : 51 – 60.
36. Scoonhoven A. van and Pastor – Corrales, M.A., 1987. Standard System for the Evaluation of been Germplasm. CIAT, Cali, Columbia, 53 pp.
37. Shonnard G. C. and P. Gepts 1994. Genetics of Heat Tolerance during Reproductive Development in Common Bean. Crop Sci 34:1168-1175
38. Singh S. P., Rogelio Lepiz, J. Ariel Gutierrez, C. Urrea, A. Molina, and H. Teran 1990. Yield Testing of Early Generation Populations of Common Bean. Crop Sci 30:874-878
39. Singh, S. P. 1991. Breeding of seed yield. p. 383 – 443. In A. van Schoonhoven and O. Voysest (ed.) Common deans: Research for crop improvement. C.A.B. Int., Wallingford, U.K. and CIAT, Cali, Columbia.
40. Singh S. P., R. Nodari, and P. Gepts 1991. Genetic Diversity in Cultivated Common Bean: I. Allozymes. Crop Sci 31:19-23
41. Singh S. P., J. A. Gutierrez, A. Molina, C. Urrea, and P. Gepts 1991. Genetic Diversity in Cultivated Common Bean: II. Marker-Based Analysis of Morfological and Agronomic Traits. Crop Sci 31:23-29

42. Singh S. P. 1994 Gamete Selection for Simultaneous Improvement of Multiple Traits in Common Bean. *Crop Sci* 34:352- 355

43. Singh S. P., Henry Teran, Carlos German Munoz, Juan Manuel Osorno, Juan Carlos Takegami, and Michael D. T. Thung 2003. Low Soil Fertility Tolerance in Landraces and Improved Common Bean Genotypes. *Crop Sci* 43:110-119.

44. Skroch P, Jung G, Neihuis J, Coyne D (1996) Integration of RAPD marker linkage maps and comparative mapping of QTL for disease resistance in common bean. *Annu Rep Bean Improv Coop* 39: 48 – 49.

45. Tohme J., D. Orlando Gonzalez, Steeve Beebe, and Myriam C. Duque 1996. AFLP Analysis of Gene Pools of a Wild Bean Core Collection. *Crop Sci* 36:1375-1384.

46. Traka-Mavrona E., Dimitrios Georgakis, Metaxia Koutsika-Sotiriou, and Theodora Pritsa 2000. An Integrated Approach of Breeding and Maintaining an Elite Cultivar of Snap Bean. *Agron. J.* 92:1020-1026

47. Urrea C, Miklas P, Beaver J, Riley R (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.

48. Vavilov N. I. : The origin, Variation, Immunity, and Breeding of cultivated plants. *Chronica Botanica*, Co., Watham, Mass., U.S.A. Vol. 13, Number 1/6, 1950.

49. Waggaman W. H. : Phosphoric acid phosphates and phosphatic fertilizers. Second edition. New York 1952. Book division. Reinhold Publishing Corporation.

50. Yan X., Stephen E. Beebe, and Jonathan P. Lynch 1994. Genetic Variation for Phosphorus Efficiency of Common Bean in Contrasting Soil Types: II. Yield Response. *Crop Sci* 35:1094-1099.





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074265