

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

Οι φυσικοχημικές ιδιότητες του ξηρού φασολιού
(*Phaseolus vulgaris* L.)

Γεωργακοπούλου Κατερίνα

2006



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

Αριθ. Εισ.: 4921/1
Ημερ. Εισ.: 15-09-2006
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ
2006
ΓΕΩ

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

Οι φυσικοχημικές ιδιότητες του ξηρού φασολιού
(*Phaseolus vulgaris* L.)

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Αθανάσιος Μαυρομάτης, Λέκτορας.
Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.
2. Ιωάννης Αρβανιτογιάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής.
Τμήμα Γεωπονίας, Ζωικής Παραγωγής και Υδάτινου περιβάλλοντος.
3. Αβραάμ Χα, Επίκουρος Καθηγητής.
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου διατριβής θεωρώ απαραίτητο να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους ανθρώπους που βοήθησαν καθοριστικά στην υλοποίησή της.

Αρχικά θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον κ. Ιωάννη Σ. Αρβανιτογιάννη, Αναπληρωτή Καθηγητή της Γεωπονικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα και για τις γνώσεις που αποκόμισα κατά την διάρκεια εκπόνησης της παρούσας έρευνας. Ακόμη θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για την πολύτιμη καθοδήγηση που μου παρείχε στην οργάνωση, διεξαγωγή, επεξεργασία και συγγραφή αυτής της πτυχιακής εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον κ. Αθανάσιο Γ. Μαυρομάτη, Λέκτορα της Γεωπονικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, που με τις υποδείξεις και τις παρατηρήσεις του με οδήγησε στην σωστή ολοκλήρωση αυτής της εργασίας. Επίσης θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για την συνεργασία του στην διεξαγωγή του πειραματικού μέρους της έρευνάς μου και για όλη την προσπάθειά που κατέβαλε προκειμένου να επιτευχθεί το σωστό αποτέλεσμα στην πτυχιακή μου διατριβή.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αβραάμ Χα, Επίκουρο Καθηγητή της Γεωπονικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την συμμετοχή του στην εξεταστική επιτροπή και για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε για την διόρθωση και βαθμολόγηση της παρούσας έρευνας.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την βαθειά μου ευγνωμοσύνη στους γονείς μου κ. Βασίλειο Γεωργακόπουλο καθώς και στην κ. Ελένη Γεωργακοπούλου των οποίων η συμβολή και στήριξη, όχι μόνο κατά την διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής μου διατριβής, αλλά καθ'όλη την διάρκεια των σπουδών μου ήταν απόλυτη και αμέριστη και χωρίς αυτήν θα ήταν αδύνατη οποιαδήποτε πρόοδός μου!

Περιεχόμενα

1.Εισαγωγή

2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

- 2.1. Καταγωγή και διάδοση του φασολιού (σελίδες)
- 2.2. Θρεπτική αξία, μορφολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά
- 2.3. Καλλιεργητικές πρακτικές
 - 2.3.1. Έδαφος
 - 2.3.2. Σπορά
 - 2.3.3. Λίπανση
 - 2.3.4. Άρδευση
 - 2.3.5. Συγκομιδή
 - 2.3.6. Συντήρηση- Απόδοση- Διατήρηση
 - 2.3.7. Εμπορική συσκευασία και προϊόντα
- 2.4. Οικολογικές απαιτήσεις
- 2.5. Βελτίωση
- 2.6. Φυσιολογικές ασθένειες– Τραυματισμοί
 - 2.6.1. Μη μεταδοτικές ασθένειες
 - 2.6.1.1. Γενετικές ανωμαλίες
 - 2.6.1.2.Υγρασιακό στρες
 - 2.6.1.3. Στρες λόγω του όζοντος
 - 2.6.1.4. Ζιζάνια
 - 2.6.2. Τραυματισμοί από το χαλάζι
 - 2.6.3. Τραυματισμοί από κεραυνούς
 - 2.6.4. Ασθένειες
 - 2.6.5. Εχθροί
- 2.7. Γενετική τροποποίηση του φασολιού
- 2.8. Φυσικοχημικές ιδιότητες
- 2.9. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

3. Σκοπός της εργασίας

4. Υλικά και μέθοδοι

4.1 Γενετικό υλικό

4.1.1 Καθαρές σειρές

4.2. Αξιολόγηση σε συνθήκες αγρού

4.3. Καλλιεργητικές φροντίδες

4.4. Συγκομιδή

4.5. Χαρακτηριστικά ποιότητας

4.5.1. Φυσικοχημικές ιδιότητες

4.5.2. Οργανοληπτική εξέταση

5. Αποτελέσματα και συζήτηση

5.1. Αποτελέσματα φυσικοχημικών χαρακτηριστικών

5.2. Αποτελέσματα οργανοληπτικών χαρακτηριστικών

6. Συμπεράσματα

7. Βιβλιογραφία

8. Παράρτημα

1.Εισαγωγή

Οικογένεια: Fabaceae

Υποοικογένεια: Faboideae

Γένος και είδος: *Phaseolus vulgaris*

Κοινές ονομασίες: Green bean, string bean, wax bean, snap bean, field bean, pinto bean, haricot, kidney bean, black bean, turtle bean, navy bean, Great Northern bean.

Υπάρχουν 55 είδη φασολιού στο γένος *Phaseolus* τα πέντε από τα οποία έχουν εξημερωθεί. Το αντικείμενο αυτής της μελέτης είναι το ευρέως γνωστό είδος *Phaseolus vulgaris*. Τον 17ο αιώνα, τα φασόλια θεωρούνταν ένας είδος μαγικής θεραπείας για κάθε ασθένεια, από το κοινό κρυολόγημα μέχρι την φαλάκρα! Εκτός από αυτά, έρευνες έχουν αποδείξει ότι η διαιτητική ίνα του φασολιού έχει ρόλο προστατευτικό έναντι καρδιαγγειακών παθήσεων, διαβήτη, παχυσαρκίας, καρκίνου του εντέρου καθώς και άλλων παθήσεων (Lee et al, 1992). Σήμερα είναι γνωστό ότι τα φασόλια προσδίδουν ένα είδος μαγικής δύναμης στον ανθρώπινο οργανισμό όταν χρησιμοποιούνται σαν μέρος μιας υγιεινής διατροφής, με χαμηλά λιπαρά και νάτριο, υψηλά επίπεδα πρωτεϊνών και διαιτητικής ίνας αλλά και βιταμινών και μεταλλικών στοιχείων. Τα φασόλια είναι μια άριστη εναλλακτική λύση με χαμηλά λιπαρά ως αντικαταστάτης της ζωικής πρωτεΐνης. Εκτός από αυτά όμως τα φασόλια είναι πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία αλλά και εύγευστα (<http://www.michiganbean.org/>, 2003). Με την πρόοδο της γενετικής και των μεθόδων βελτίωσης των φυτών, η επιλογή έχει ενταθεί και προσανατολίζεται σε προϊόντα υψηλών αποδόσεων και μεγαλύτερης δυνατότητας διάδοσης. Οι αυξημένες απαιτήσεις του περιβάλλοντος και η μειωμένη ετερογένεια οδήγησαν σε μεταβολή των κριτηρίων επιλογής. Γενικά για να επιτευχθεί βελτίωση υπό συνθήκες μειωμένων ή καθόλου εισροών, οι γενετιστές χρειάζονται την γενετική ποικιλομορφία. Έτσι έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για εκμετάλλευση των κατάλληλων κλιματικών παραγόντων και των δυνατοτήτων που παρέχουν για χρησιμοποίησή τους ως πηγές μητρικού υλικού σε βελτιωτικά προγράμματα (Traka-Maugona et al., 2000). Τα φασόλια είναι πολυμορφικά με την έννοια ότι έχουν μια ποικιλία διαφορετικών τύπων. Μπορεί να είναι ευθυτενή και θαμνώδη ή αναρριχώμενα. Μπορεί να έχουν σύνθετα φύλλα με τρία οβάλ παράφυλλα τα οποία στενεύουν σε κάποιο σημείο. Έχουν μικρά ποικιλόχρωμα, λευκά ή ρόδινα, ή βιολετί άνθη μήκους περίπου ενός εκατοστού τα οποία αναπτύσσονται σε

ταξιανθίες. Η ανθοφορία διαρκεί για τρεις περίπου εβδομάδες γι' αυτό οι χέδρωπες αναπτύσσονται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές σε ένα φυτό. Ανάλογα με την ποικιλία, το χρώμα τους μπορεί να είναι κίτρινο, πράσινο, μαύρο ή βιολετί. Επίσης ποικίλουν και σε σχήμα από κυλινδρικούς σε επίπεδους και συνήθως περιέχουν από δυο έως τέσσερις σπόρους. Οι σπόροι επίσης διαφέρουν ως προς το σχήμα, το μέγεθος και το χρώμα. Τα φασόλια απαιτούν συνήθως τέσσερις μήνες υψηλών θερμοκρασιών και δεν παρουσιάζουν αντοχή στο ψύχος. Εκτός από αυτά όμως παρουσιάζουν μειωμένη ανάπτυξη σε πολύ υγρά τροπικά κλίματα λόγω της ανάπτυξης ασθενειών και μυκήτων. Γενικά απαιτούν εδάφη καλώς στραγγιζόμενα με τιμές pH από 6.5 έως 7.0 και είναι ευαίσθητα σε τροφοπενίες ή τοξικότητες λόγω των μεταλλικών στοιχείων του εδάφους. Τα χλωρά φασόλια περιέχουν περίπου 6% περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, ενώ τα ξηρά έχουν ένα ποσοστό περίπου 23%. Έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος, υψηλή περιεκτικότητα διαιτητικής ίνας και είναι πηγή βιταμινών του συμπλέγματος Β όπως το φολικό οξύ. Όπως συμβαίνει και με όλα τα ψυχανθή έτσι και τα φασόλια απαιτούν καλό μαγείρεμα προκειμένου να αποφεύγονται προβλήματα κατά την πέψη (<http://www.cilr.uq.edu.au/>).

2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1. Καταγωγή και διάδοση του φασολιού

Το κοινό φασόλι (*Phaseolus vulgaris*) ανήκει στην οικογένεια Fabaceae (Leguminosae) και χρησιμοποιείται από τους καταναλωτές σε παγκόσμια κλίμακα. Τα φασόλια αποτελούν σημαντική πηγή πρωτεϊνών (16-33%), βιταμινών (θειαμίνη, ριβοφλαβίνη, νιασίνη, βιταμίνη Β6 και φολικό οξύ), διαιτητικής ίνας (14-19%), ιδιαίτερα υδατοδιαλυτής διαιτητικής ίνας, μεταλλικών στοιχείων (Ca, Fe, Cu, Zn, P, K, Mg) και ελευθέρων ακόρεστων λιπαρών οξέων. Έχουν πολύ μικρή περιεκτικότητα σε νάτριο και σχεδόν καθόλου χοληστερόλη (Kutos et al, 2002). Το κοινό φασόλι ανήκει στα ψυχανθή, τα οποία διακρίνονται σε καρποδοτικά και χορτοδοτικά. Από τα καρποδοτικά όσα προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση αποτελούν τα όσπρια τα οποία είναι πλούσια σε πρωτεΐνες (>20%) και σε P,Ca κ.α. Άλλες χρήσεις των ψυχανθών είναι ο βασικός τους ρόλος ως κτηνοτροφή υψηλής ποιότητας λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη, αλλά και ως εδαφοβελτιωτικό λόγω της ικανότητάς τους να δεσμεύουν άζωτο από την ατμόσφαιρα. Δυστυχώς όμως τα ψυχανθή δεν στην Κοινή Οργάνωση Αγοράς (Κ.Ο.Α.) και δεν επιδοτούνται ώστε δεν πήρανε την θέση που τους αρμόζει στα πλαίσια της Εναλλακτικής και της φιλικής προς το περιβάλλον Γεωργίας με τις μειωμένες εισροές (Galanopoulou-Sendouka, 2003). Το κοινό φασόλι (*Phaseolus vulgaris*) είναι από τα πιο σημαντικά όσπρια, για άμεση κατανάλωση από τον άνθρωπο σε όλο τον κόσμο. Ανήκει στα εαρινά ψυχανθή και καλλιεργείται τόσο για τους χλωρούς λοβούς του όσο και για τα ξερά σπέρματά του. Είναι καλλιέργεια αρδευόμενη. Ανήκει επίσης στην οικογένεια Papilionaceae, τάξη Leguminosae. Μεταξύ των οσπρίων καταλαμβάνει την πρώτη θέση σε παγκόσμια κλίμακα. Οι κυριότερες χώρες παραγωγής φασολιού είναι η Ινδία, η Βραζιλία, το Μεξικό και η Κίνα (Singh, 2000). Το γένος *Phaseolus* κατάγεται από την τροπική Ν. Αμερική όπου καλλιεργούνταν πριν από 10,000 χρόνια περίπου και περιλαμβάνει πάνω από 30 είδη. Στην Γουατεμάλα και στο Μεξικό απαντώνται διάφοροι άγριοι τύποι του *Phaseolus vulgaris* που θεωρούνται πρόγονοι του καλλιεργούμενου φασολιού, ενώ υπάρχει και η εκδοχή ότι το καλλιεργούμενο φασόλι προέρχεται από το άγριο είδος *Phaseolus aborigineus* που συναντάται στην Αργεντινή. Το κοινό φασόλι (*Phaseolus Vulgaris L.*) αποτελούσε αρχικά μια σοδειά

του Νέου Κόσμου, αλλά είναι σήμερα ευρέως διαδεδομένο σε όλες τις σημαντικές ηπειρωτικές περιοχές του πλανήτη. Η παραγωγή του εκτείνεται από γεωγραφικό πλάτος 52°B έως και 32°N, και από παραθαλάσσιες περιοχές της ηπειρωτικής Ευρώπης και Αμερικής έως και υψόμετρο της τάξης των 3000m σε περιοχές της νοτίου Αμερικής (Graham et al, 1997). Από αρχαιολογικά ευρήματα προκύπτει ότι πολλά είδη φασολιού είχαν καλλιεργηθεί από τους ιθαγενείς της Αμερικής. Υπάρχουν όμως και ενδείξεις ότι το είδος *Phaseolus vulgaris* πιθανόν να εξημερώθηκε κι στην περιοχή της Βραζιλίας και της βόρειας Αργεντινής. Από τα είδη που ανήκουν στο *Phaseolus* μόνο πέντε πιθανός να εξημερώθηκαν τα *P.acutifolius* A. Gray (tepary bean), *P.coccineus* L. (scarlet runner bean), *P. lunatus* L. (Lima bean), *P.polyantus* Greenman (year-long bean), και *P.vulgaris* L. (common bean). Μεταξύ αυτών των ειδών το πιο διαδεδομένο είναι το κοινό φασόλι, κατέχοντας πάνω από το 85% της παραγωγής από όλα τα είδη *Phaseolus* στον κόσμο (Debouck et al, 1999 από Singh, 2000). Στην Ελλάδα το κοινό φασόλι άρχισε να καλλιεργείται από το τέλος του 16^{ου} αιώνα και η καλλιεργούμενη έκτασή του περιλαμβάνει 150,000 στρέμματα και η οποία αντιπροσωπεύει το 50% της έκτασης των οσπρίων είτε ως αμιγής καλλιέργεια (μέση στρ. απόδοση περίπου 130Kg) είτε ως συγκαλλιέργεια (κυρίως με καλαμπόκι). Επιπλέον καλλιεργούνται 100.000 στρέμματα για χλωρά φασολάκια. Τις τελευταίες δεκαετίες η καλλιέργεια παρουσίασε σημαντική μείωση γιατί μειώθηκε η κατανάλωση των οσπρίων με την αύξηση του βιοτικού επιπέδου ενώ μικρότερη ήταν η μείωση της παραγωγής λόγω της αύξησης των στρεμματικών αποδόσεων (Galanopoulou-Sendouka, 2003). Κατά την διάρκεια της εξημερώσεώς του το φασόλι υπέστη μια σειρά μορφολογικών και φυσιολογικών αλλαγών. Έχει εξελιχθεί από εξαιρετικά ακαθόριστης αναρριχώμενης ανάπτυξης σε καθορισμένης νάνας ανάπτυξης, από ευαίσθητο σε μακρά φωτοπερίοδο σε ουδέτερης αντίδρασης, από μικρόσπερμο σε μεγάλοσπερμο, έχοντας λήθαργο σπόρου και στεγανότητα από το νερό του περισπερμίου σε έλλειψη ληθάργου και με περισπέρμιο διαπερατό στο νερό, από εξαιρετικά ινώδη λοβό και θρυμματιστό σε λοβό χωρίς ίνες και αθρυμματιστό. Στη χώρα μας καλλιεργείται σε έκταση περίπου 150000στρ. με παραγωγή 25000 τόνους (Ε.Σ.Υ.Ε., 2000). Στην καλλιέργεια χρησιμοποιούνται κυρίως τοπικές ελληνικές ποικιλίες, νέες ποικιλίες δημιουργίας του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. καθώς και ποικιλίες που εισάγονται από σποροπαραγωγικές εταιρείες. Παρά τον μεγάλο αριθμό ποικιλιών τα διάφορα βελτιωτικά προγράμματα αποβλέπουν στην δημιουργία νέων ποικιλιών με σκοπό την κάλυψη συγκεκριμένων

αναγκών και ειδικότερα την βελτίωση για ανθεκτικότητα σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις, την προσαρμοστικότητα, την απόδοση και την ποιότητα του προϊόντος (Graham, 1997). Το κοινό φασόλι έχει αριθμό χρωμοσωμάτων $2n=2x=22$ και μέγεθος γενώματος 637 Mbp ή 0.66pg/1C (Arumuganathan, 1991). Κατά την διάρκεια εξημέρωσής του το κοινό φασόλι έχει υποστεί διάφορες μορφολογικές και φυσιολογικές τροποποιήσεις (Gepts et al, 1986). Η φασεολίνη είναι η βασική πρωτεΐνη του φασολιού με αποθηκευτικό ρόλο και η παραγωγή της ελέγχεται από την Phs γονιδιακή περιοχή. Αποτελεί γύρω στο 35-50% της συνολικής πρωτεΐνης στους σπόρους του φασολιού (Bliss, 1978 από Johnson et al, 1993). Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι φασεολίνης και πολλοί δευτερεύοντες και έχουν αναγνωριστεί με βάση τα πρότυπα ζωνών σε μονοδιάστατες πηκτές πολυακρυλαμίδης SDS. Ο κύριο τύπος που βρέθηκε σε καλλιεργούμενο φυτό είναι ο τύπος 'S' (από την ποικιλία Sanilac στην οποία αναγνωρίστηκε για πρώτη φορά), και ο τύπος 'T' (από την Tendergreen) (Brown et al, 1982 από Singh et al, 1998). Οι δύο αυτοί τύποι χαρακτηρίζουν το 80% των καλλιεργούμενων ποικιλιών. Ο τύπος της φασεολίνης χρησιμοποιείται ως παράγοντας διαφοροποίησης μεταξύ άγριων και καλλιεργούμενων τύπων φασολιού που ανήκουν στα γονιδιακά αποθέματα της Μεσοαμερικάνικης (S τύπος φασεολίνης) και της ζώνης των Άνδεων (T τύπος φασεολίνης) (Singh et al, 2000). Ο τρέχον φυσιολογικός ορισμός της διαιτητικής ίνας είναι τα υπολείμματα φυτικών κυττάρων τα οποία δεν διασπάστηκαν κατά την διαδικασία της χώνεψης από τα ένζυμα του πεπτικού συστήματος, ορισμός ο οποίος έχει επεκταθεί και συμπεριλαμβάνει όλους τους πολυσακχαρίτες οι οποίοι είναι ανθεκτικοί στις ενδογενείς εκκρίσεις του ανθρώπινου πεπτικού συστήματος. Επίσης, ο όρος διαιτητική ίνα αναφέρεται στους μη αμυλούχους πολυσακχαρίτες ανθεκτικούς στο άμυλο και την λιγνίνη. Όπως έχει προταθεί από ερευνητές, η καθημερινή πρόσληψη ολικής διαιτητικής ίνας πρέπει να είναι 20-35g της οποίας το ένα τρίτο κατά μέσο όρο είναι υγρή διαιτητική ίνα (Prosky et al, 1998).

2.2. Θρεπτική αξία, μορφολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά

Τα φασόλια είναι μια εξαιρετική πηγή φυτικής πρωτεΐνης και κάθε μισή, κούπα μαγειρεμένων φασολιών περιέχει περίπου 6 γρ. διαιτητικής ίνας. Έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά, δεν έχουν χοληστερίνη και ομολογουμένως έχουν την ικανότητα να μειώνουν την χοληστερόλη του αίματος και να επιτυγχάνουν κατάλληλα συγκέντρωση γλυκόζης στο αίμα (Beninger et al, 2004). Είναι πλούσια σε βιταμίνες και μεταλλικά στοιχεία αλλά το κυριότερο από όλα είναι πως είναι πλούσια σε αντιοξειδωτικά φλαβονοειδή. Τα φλαβονοειδή είναι μια τάξη αντιοξειδωτικών παραγόντων συχνά συναντώμενα στον φλοιό των φασολιών, τα οποία καταπολεμούν τον καρκίνο και τις καρδιοπάθειες (Graham et al, 1997). Τα ξηρά φασόλια αποτελούν σημαντικό είδος διατροφής ιδιαίτερα για τις αναπτυσσόμενες χώρες λόγω της υψηλής τους περιεκτικότητας σε διαιτητική πρωτεΐνη. Είναι επίσης σημαντική πηγή πρωτεϊνών, βιταμινών, και των πιο σημαντικών στοιχείων όπως Ca, Fe, Zn, P, K, και Mg. Έχουν γι' αυτό το λόγο σημαντική συμβολή στην διατήρηση καλής υγείας του ανθρώπου όντας μια άριστη πηγή υδατανθράκων και λιπαρών οξέων (Martin-Cabrejas, 1997). Επίσης οι χέδρωπές τους χρησιμοποιούνται στην βοτανοθεραπευτική ως διουρητικό για περιπτώσεις διαβήτη. Τα ξερά φασόλια αποτελούν βασική τροφή γιατί περιέχουν θρεπτικά στοιχεία αντίστοιχα του βοδινού κρέατος ώστε να είναι δικαιολογημένος ο τίτλος « το κρέας των φτωχών». Περιέχουν κατά μέσο όρο 25% πρωτεΐνες με υψηλή περιεκτικότητα σε λυσίνη, υδατάνθρακες 66%, φώσφορο, ασβέστιο, σίδηρο και άλλα ανόργανα άλατα 4% και βιταμίνη A (Cinq-Mars et al, 2003).

Η ποιότητα είναι ένας από τους παράγοντες με την μεγαλύτερη σημασία στον τομέα της βιομηχανίας τροφίμων. Η ποιότητα πολλών φρούτων και λαχανικών επηρεάζεται από τη φυσιολογική ωρίμανσή τους κατά την διάρκεια της συγκομιδής. Ο βαθμός ωρίμανσης συχνά καθορίζεται από οπτική παρατήρηση, όμως όσον αφορά τον έλεγχο ποιότητας είναι αναγκαίο να αναπτυχθούν αντικειμενικές μέθοδοι για τον καθορισμό της (Martinez, 1995). Μετρήσεις των αλκοολικών διαλυτών στερεών, της περιεκτικότητας σε υγρασία, του χρώματος και της υφής της σάρκας (μονάδες tenderometer) έχουν αναφερθεί ως εφαρμοζόμενες τεχνικές για την μέτρηση της ανάπτυξης και της ωρίμανσης του φασολιού (Shams et al, 1987). Τα όσπρια παίζουν σημαντικό ρόλο στην Μεσογειακή δίαιτα, αφού προσδίδουν υψηλά ποσά ενέργειας στον ανθρώπινο οργανισμό έχοντας σαν βάση τις πρωτεΐνες και τους υδατάνθρακες

σε αντίθεση με τα λίπη τα οποία προσδίδουν χαμηλά ποσά ενέργειας στον οργανισμό. Για την αποτελεσματική επιλογή συγκεκριμένων χαρακτηριστικών ποιότητας, απαιτείται καλύτερη κατανόηση σε φυσιολογικό και βιοχημικό επίπεδο του γενετικού ελέγχου και της επίδρασης του περιβάλλοντος στα χαρακτηριστικά ποιότητας. Πειράματα που διεξήχθησαν σε συνθήκες αγρού έδειξαν ότι το γένος *Phaseolus* έχει μεγάλη παραλλακτικότητα όσον αφορά τις συγκεντρώσεις πεπτικών συστατικών καθώς και των χαρακτηριστικών βρασμού του σπόρου. Αυτού του είδους τα χαρακτηριστικά επηρεάζονται κατά ένα μεγάλο βαθμό από την γεωγραφική θέση αλλά και από τις εδαφικές και κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή της καλλιέργειας (Kigel, 1999). Η αυξημένη κατανάλωση λαχανικών και φρούτων οδηγεί σε μικρότερη πιθανότητα εμφάνισης ασθενειών οι οποίες δημιουργούνται με την πάροδο του χρόνου, όπως ο καρκίνος, οι καρδιοαγγειακές παθήσεις, ο καταρράκτης καθώς και δυσλειτουργίες του εγκεφάλου και του αναπνευστικού συστήματος (Ames et al, 1993 από Arvanitoyannis et Khah, 2003). Η ποιότητα των φασολιών που φτάνουν στον καταναλωτή εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του σπόρου κατά τη στιγμή της συγκομιδής, τις μεταχειρίσεις των συγκομιζόμενων σπόρων, τις συνθήκες αποθήκευσης και την τεχνολογία επεξεργασίας. Τα χαρακτηριστικά του σπόρου κατά την συγκομιδή καθορίζονται από τον γενότυπο της ποικιλίας και από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες κατά την διάρκεια της ανάπτυξης του φυτού και του σπόρου. Αποτελεσματική επιλογή για συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ποιότητας θα είναι εφικτή όταν διερευνηθεί και μελετηθεί ο έλεγχος του βαθμού επίδρασης των περιβαλλοντικών παραγόντων στην ποιότητα του σπόρου. Από εργασίες που έχουν δημοσιευθεί προκύπτει σημαντική επίδραση του περιβάλλοντος καθώς και αλληλεπιδράσεις όπως γενότυπος X περιοχή ή γενότυπος X εποχή (ή έτος) (Shellie et al, 1991). Δεν υπάρχουν πληροφορίες για τις επιδράσεις του περιβάλλοντος στα επίπεδα θρεπτικών παραγόντων που παρουσιάζονται στον σπόρο. Εφαρμογή αζωτούχου και θειούχου λίπανσης συνήθως αυξάνει την συγκέντρωση των πρωτεϊνών στον σπόρο και σε S- αμινοξέα (μεθειονίνη, κυστεΐνη και άλλα). Συνθήκες στέρησης νερού κατά την διάρκεια ανάπτυξης του σπόρου έχουν σαν αποτέλεσμα την μείωση της συγκέντρωσης του αμύλου και την αύξηση της συγκέντρωσης των διαλυτών σακχάρων. Αντίθετα οι διαλυτές πρωτεΐνες και τα αμινοξέα δεν επηρεάζονται από την καταπόνηση προκαλούμενη από την έλλειψη του νερού (Passin et al, 1991). Το φασόλι γενικά πρέπει να μαγειρεύεται για να γίνεται νόστιμο, να αδρανοποιούνται τα ασταθή μη θρεπτικά συστατικά ώστε να βοηθηθεί η πέψη και η

αφομοίωση των πρωτεϊνών και του αμύλου. Παρατεταμένη αποθήκευση, ειδικά σε υψηλές θερμοκρασίες και σχετική υγρασία συμβάλλει στο φαινόμενο *hard-to-cook* (μη βραστερά φασόλια). Η ανάγκη για παρατεταμένο βρασμό μπορεί να συνδεθεί με δύο διαφορετικές διαδικασίες (Hohlberg et al, 1987 από Kigel, 1999):

α) Την δυσκολία απορρόφησης νερού από τον σπόρο κατά την διάρκεια του μαγειρέματος (*Hardshell-χονδρόπετσα*). Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στην χαμηλή διαπερατότητα του περιβλήματος από το νερό. Έχουν παρατηρηθεί διαφορές στο μέγεθος της μικροπύλης που σχετίζεται με την διαπερατότητα του περιβλήματος από το νερό.

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

Η διαπερατότητα του περιβλήματος, η σκληρότητα και η απορρόφηση του νερού επηρεάζονται από παράγοντες του περιβάλλοντος και αλληλεπιδράσεις γενοτύπου με το περιβάλλον. Επίσης χαρακτηριστικά του εδάφους όπως η συγκέντρωση μετάλλων, επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά του σπόρου. Ο χρόνος βρασμού και η σκληρότητα του σπόρου αυξάνονται καλλιεργώντας φασόλια σε περιοχές σε περιοχές με εδάφη πλούσια σε Ca και Mg και μέση ετήσια θερμοκρασία (15-24⁰C), συγκρινόμενες με περιοχές όπου επικρατούν χαμηλότερες θερμοκρασίες (11-18⁰C) και εδάφη φτωχά σε Mg και P (Paredes-Lopez et al, 1989 από Kigel, 1999). Υψηλές βροχοπτώσεις έχουν συνδεθεί με λεπτότερο περίβλημα σπόρου και λιγότερο χρόνο βρασμού. Από αυτό συμπεραίνει κανείς ότι οι επιδράσεις της βροχής στον χρόνο βρασμού οφείλονται σε αλλαγές στα χαρακτηριστικά του περιβλήματος του σπόρου και την διαπερατότητα του νερού (Stamboliev et al, 1995 από Kigel, 1999). Αρκετά γνωρίσματα του σπόρου έχουν συνδεθεί με το χρόνο βρασμού. Αργά μαγειρεμένα φασόλια έχουν την τάση να απορροφούν περισσότερο νερό από αυτά που βράζουν γρήγορα. Όμως η φαινοτυπική συσχέτιση μεταξύ χρόνου βρασμού και απορρόφησης νερού βρέθηκε χαμηλή ($r=-0.37$), ώστε να δικαιολογεί την χρήση της απορρόφησης νερού ως ένα έμμεσο δείκτη επιλογής για το χρόνο βρασμού (Shellie et al, 1991). Από πειράματα προέκυψε ότι μικρό έως μεσαίο μέγεθος σπόρου μπορεί να επιλεγεί για μείωση του χρόνου βρασμού (Mwandemele et al, 1992). Το κοινό φασόλι είναι ένα από τα πιο σημαντικά λαχανικά για την Ευρώπη αλλά και τις Ηνωμένες Πολιτείες. Η ποιότητά του, ανάμεσα στους άλλους παράγοντες, εξαρτάται και από τις καλλιεργητικές και μετασυλλεκτικές φροντίδες και αποτελεί έναν από τους παράγοντες εξαρτώμενους από την γεωγραφική θέση της περιοχής, τις καλλιεργητικές μεθόδους (άρδευση,

χρήση παρασιτοκτόνων), την ποικιλία και την φυσιολογική ωριμότητα των πρώτων υλών και τέλος την εποχή της συγκομιδής. Η χημική σύσταση όπως και η ποιότητα επηρεάζονται κατά ένα μεγάλο βαθμό από το επίπεδο γονιμότητας του εδάφους, την ποικιλία, την άρδευση και το βαθμό ωριμότητας. Από έρευνες έχει αποδειχθεί ότι παρόλο που τα φασόλια απαιτούν λιγότερη ποσότητα αζώτου σε σχέση με άλλα λαχανικά, υψηλά ποσοστά αζώτου βελτιώνουν την ανάπτυξη και συντομεύουν την ωρίμανση του καρπού (Aguar et al, 1998). Το φασόλι είναι φυτό ποώδες, ετήσιο με θυσσανώδη, επιφανειακή ρίζα, με σύνθετα φύλλα (τρία ή περισσότερα φυλλάρια), με άνθη που έχουν πέντε σέπαλα ενωμένα, δέκα στήμονες χωριστούς ή ενωμένους σε σωλήνα, ωοθήκη με ένα καρπόφυλλο και είναι μεμονωμένα ή σε βότρες 2-8 ανθέων. Ο καρπός είναι λοβός, ευθύς ή κυρτός στο άκρο, πεπλατυσμένος ή κυλινδρικός με χρώμα πράσινο ή κίτρινο πριν ωριμάσει και με 4-8 σπόρους των οποίων το χρώμα, το μέγεθος και το σχήμα διαφέρουν ανάλογα με την ποικιλία. Η βλαστική του περίοδος είναι 120-130 ημέρες για ξηρό καρπό και πολύ μικρότερη για χλωρό. Κάθε σπέρμα έχει δύο κοτυληδόνες που περικλείουν το έμβρυο. Η βλάστηση είναι υπόγεια. Το βακτήριο που συμβιώνει με τις ρίζες και δεσμεύει ατμοσφαιρικό άζωτο είναι το *Rhizobium leguminosarum* το οποίο έχει διάφορες φυλές ανάλογα με το είδος του ψυχανθούς (Galanopoulou-Sendouka, 2003).

2.3. Καλλιεργητικές πρακτικές.

2.3.1. Έδαφος

Απαιτείται επιμελημένη κατεργασία του εδάφους και συνιστάται απεντόμωση πριν από την σπορά όπως επίσης και χρήση χημικών σκευασμάτων για την καταπολέμηση των ζιζανίων διότι το φασόλι έχει μικρή ανταγωνιστικότητα στα ζιζάνια και γι αυτό το λόγο συνήθως γίνεται συνδυασμός ζιζανιοκτόνων και σκαλισμάτων. Εμβολιασμός του σπόρου με αζωτοβακτήρια δεν αποδείχθηκε χρήσιμος διότι το φυτό είναι γρήγορης ανάπτυξης και δεν προλαβαίνει να επωφεληθεί από τα βακτήρια η δράση των οποίων συχνά αναχαιτίζεται από την υψηλή ένταση φωτός. Έτσι το φασόλι δεν θεωρείται από τα βασικά φυτά που εμπλουτίζουν το έδαφος με άζωτο.

2.3.2. Σπορά

Η σπορά του φασολιού γίνεται συνήθως στα μέσα του Απριλίου, γραμμικά και σε αποστάσεις 40-75cm για τις νάνες ποικιλίες και κατά θέσεις, σε αποστάσεις 30-50cm και 4-5 σπόρους κατά θέση στις αναρριχόμενες. Το βάθος σποράς του φασολιού είναι 3-10cm και η ποσότητα σπόρου από 6Kg το στρέμμα για τις μικρόσπερμες και ως 13Kg το στρέμμα για τις μεγαλόσπερμες ώστε να επιτυγχάνεται πληθυσμός φυτών 25-30 χιλ. φυτά /στρ.

2.3.3. Λίπανση

Συνιστάται λίπανση με 1-3 μονάδες N/στρ., 6-8 μονάδες P και εφόσον διαπιστωθεί έλλειψη καλίου 2,5-5 μονάδες K. Επιφανειακή λίπανση με 1-3 μονάδες N το στρέμμα μπορεί επίσης να είναι αποτελεσματική.

2.3.4. Αρδευση

Το φασόλι έχει πολύ υψηλό συντελεστή διαπνοής κι έτσι μπορεί να ανταπεξέλθει περίοδο ξηρασίας 10-17 ημερών πριν την άνθιση αλλά κατά την άνθιση ξηρασία έστω και πέντε ημερών μπορεί να είναι καταστρεπτική. Τα ποτίσματα πρέπει να είναι ελαφρά και συχνά.

2.3.5. Συγκομιδή

Η συγκομιδή των νωπών-χλωρών φασολιών αρχίζει δύο μήνες μετά τη σπορά για τις νάνες πρώιμες ποικιλίες ή αργότερα για τις πιο όψιμες. Η συλλογή των νάνων ποικιλιών διαρκεί ένα μήνα περίπου, ενώ για τις αναρριχόμενες δύο μήνες διότι παρατείνεται η ανθοφορία τους. Η συγκομιδή των νάνων χλωρών φασολιών γίνεται κάθε 2-3 ημέρες με το χέρι ή μηχανικά όταν οι λοβοί έχουν αποκτήσει εμπορεύσιμο μέγεθος, είναι τρυφεροί και δεν έχουν χοντρύνει οι σπόροι. Επίσης οι λοβοί πρέπει να είναι στεγνοί και στέλνονται αμέσως στην αγορά ή το πολύ σε 2-3 ημέρες, αφού πρώτα διατηρηθούν σε χώρο με χαμηλή θερμοκρασία και υψηλή υγρασία. Όταν τα φασόλια προορίζονται για την βιομηχανία πρέπει να είναι τελείως τρυφερά για να γίνει η συγκομιδή. Για να διαπιστωθεί αν τα φασόλια είναι τελείως έτοιμα για

συλλογή χρησιμοποιείται ένα ειδικό όργανο που λέγεται πιεσίμετρο. Το όργανο αυτό μετράει την αντοχή της σάρκας στην πίεση, έτσι η κατάλληλη στιγμή για συλλογή των φασολιών είναι όταν η ένδειξη του οργάνου είναι 100-120 βαθμούς. Τα ξηρά φασόλια συγκομίζονται όταν οι λοβοί είναι ξηροί. Η συλλογή τους πραγματοποιείται κατά τις πρωινές ώρες, έτσι ώστε να μην ανοίγουν οι λοβοί και πέφτουν οι σπόροι. Η συγκομιδή τους γίνεται είτε ξεριζώνοντας τα φυτά είτε κόβοντας αυτά από κάτω. Στην συνέχεια αφήνονται για δύο εβδομάδες να ξηραθούν καλά οπότε ακολουθεί αλωνισμός και αποθήκευση. Σε περίπτωση καθυστερημένης συγκομιδής παρατηρείται σκλήρυνση του κελύφους. Οι αναρριχώμενες ποικιλίες έχουν την διπλάσια παραγωγή από τις νάνες. Η αναλογία μεταξύ σπόρων και κελύφους είναι 1:1 για τις νάνες και 1:4 για τις αναρριχώμενες.

2.3.6. Συντήρηση- Απόδοση- Διατήρηση

Τα φασόλια τα οποία αποθηκεύονται για μεγάλο χρονικό διάστημα υφίστανται υποβάθμιση της ποιότητάς τους όπως αλλαγές στο χρώμα του περιβλήματος των σπόρων, στην περιεκτικότητα υγρασίας, τα χαρακτηριστικά ενυδάτωσης και το χρόνο μαγειρέματος (Shiga et al,2004). Η υψηλή θερμοκρασία και η υγρασία κάνουν τα φασόλια επιρρεπή στο φαινόμενο γνωστό ως hard-to-cook (HTC) το οποίο αυξάνει το χρόνο μαγειρέματος προκειμένου τα φασόλια να είναι τρυφερά. Φασόλια με το φαινόμενο αυτό είναι χαμηλότερης διατροφικής αξίας και ποιότητας στην υφή, με αποτέλεσμα να μειώνεται η προτίμησή τους από τους καταναλωτές. Κρίνεται λοιπόν απαραίτητο να υπάρξει αρτιότερη γνώση ως προς τους μηχανισμούς που καθιστούν το φασόλι σκληρό έτσι ώστε να διατηρηθεί όσο το δυνατόν καλύτερη ποιότητα κατά την αποθήκευση. Η σκλήρυνση του φασολιού σχετίζεται με πολλούς μηχανισμούς όπως η ζαλατινοποίηση του αμύλου, η μετουσίωση των πρωτεϊνών καθώς και αλλαγές στην σύσταση των κυτταρικών τοιχωμάτων (Shiga et al,2004).Ανάλογα με τις συνθήκες της καλλιέργειας και της ποικιλίας οι αποδόσεις σε νωπούς λοβούς μπορεί να είναι 1000-1500 Kg/στρέμμα για τις νάνες και έως 3000Kg/στρέμμα για τις αναρριχώμενες υπαιθρίων καλλιεργειών και έως 5000Kg/στρέμμα για θερμαινόμενες καλλιέργειες υπό κάλυψη. Οι αποδόσεις των καλλιεργειών που προορίζονται για ξηρά φασόλια είναι 200-400Kg/στρέμμα. Η διατήρηση των νωπών χλωρών φασολιών γίνεται στο ψυγείο στους 5-6⁰C, με σχετική υγρασία 90-95% για 10 ημέρες.

2.3.7. Εμπορική συσκευασία και προϊόντα

Τα φασόλια πρέπει να είναι ολόκληρα, πλυμένα και να έχουν κανονική ανάπτυξη. Τα χαρακτηριστικά ποιότητας είναι διαφορετικά για τα φασολάκια χωρίς σπόρους και εκείνων που έχουν και τρώγονται ολόκληρα. Η ταξινόμησή τους γίνεται με βάση τη διάμετρό τους, η οποία καθορίζεται από το πλάτος, που δεν πρέπει να ξεπερνά τα 6mm στα πολύ λεπτά είδη, τα 9mm στα λεπτά ενώ μπορεί να ξεπερνά τα 9mm στα μεσαία είδη (Khaib et al, 2003).

2.4. Οικολογικές απαιτήσεις

Τα φασόλια είναι σχετικά απαιτητικά σε θερμοκρασία, υγρασία και φως, αλλά ανθεκτικά στην ξηρασία. Οι σπόροι του φασολιού βλαστάνουν σε θερμοκρασία 9-12°C αλλά για ικανοποιητικό φύτρωμα απαιτείται θερμοκρασία εδάφους 12-14°C. Είναι φυτό ευαίσθητο στους παγετούς, θερμόφιλο, φωτόφιλο και υγρόφιλο. Η ευνοϊκή θερμοκρασία για την ανάπτυξή του είναι 18-24°C. Ξηροθερμικές συνθήκες αλλά και βροχερός καιρός κατά την ανθοφορία ενδέχεται να προκαλέσουν σημαντική ανθόρροια στην καλλιέργεια. Απαιτεί ομοιόμορφη εδαφική υγρασία ιδιαίτερα μετά την άνθηση όπως και καλά στραγγιζόμενο έδαφος, με σωστό αερισμό και υγρασία. Τα εδάφη που προτιμώνται για την καλλιέργεια του φασολιού είναι τα ελαφρά έως μέσα, γόνιμα εδάφη, με κανονική περιεκτικότητα Ca, και pH γύρω στο 6. Γενικότερα ευνοϊκές για την καλλιέργεια περιοχές είναι οι παραλίμνιες και παραποτάμιες δροσερές, ηπειρωτικές ή οι παραθαλάσσιες ιδιαίτερα της δυτικής Ελλάδος (Galanopoulou-Sendouka, 2003).

2.5. Βελτίωση

Το κοινό φασόλι είναι αυτογονιμοποιούμενο είδος. Το χρώμα του περιβλήματος των σπόρων καθορίζεται από την σχετική αναλογία χρωστικών που υπάρχουν. Ορισμένες από τις χημικές ουσίες του φασολιού οι οποίες ελέγχονται από κυρίαρχα γονίδια προστατεύουν τον ανθρώπινο οργανισμό από τον καρκίνο. Άλλες από αυτές τις ουσίες κάνουν τα φασόλια μη βραστερά (hard-to-cook) και δύσπεπτα. Οι βελτιωτές πρέπει να γνωρίζουν ποιες από αυτές τις ουσίες του περιβλήματος σχετίζονται με συγκεκριμένα γονίδια χρώματος του περιβλήματος προκειμένου να ενισχύσουν τις

χρήσιμες ουσίες και να και να απομακρύνουν τις ανεπιθύμητες. Εκτός από την επίδρασή τους στις χρωστικές, τα γονίδια χρώματος του περιβλήματος των σπόρων επιδρούν και στα φυσικά χαρακτηριστικά του σπόρου, όπως το ξηρό βάρος όλου του φασολιού και των περιβλημάτων. Η γνώση σχετικά με την κύρια ή δευτερεύουσα επίδραση ενός γονιδίου που ελέγχει ποιοτικό γνώρισμα είναι πολύ σημαντική για τους βελτιωτές για να μπορούν είτε να προχωρήσουν την διαδικασία βελτίωσης ή να εξαλείψουν το κύριο γονίδιο το οποίο εκφράζει μη επιθυμητά δευτερεύοντα χαρακτηριστικά για τους πληθυσμούς μέσα από επιλογή (Beninger et al, 1997). Στην Ελλάδα έχουν γίνει προσπάθειες αξιολόγησης και βελτίωσης παραδοσιακών ποικιλιών φασολιού. Στην ποικιλία Ζαργάνα Καβάλας εφαρμόστηκε κυψελωτή μεθοδολογία επιλογής και βρέθηκαν οικογένειες οι οποίες απέδιδαν 219 έως 276% πάνω από τον μάρτυρα. Επίσης βρέθηκε μεγάλη παραλλακτικότητα εντός της παραδοσιακής ποικιλίας Ζαργάνα όσον αφορά την πρωιμότητα αλλά και την απόδοση σε φρέσκους λοβούς (Traka-Mavroua et al, 2000). Η βασική μέθοδος βελτίωσης είναι η μέθοδος επιλογής καθαρής σειράς και η επιτυχία της στηρίζεται στην μεγάλη γενετική παραλλακτικότητα των παραδοσιακών ποικιλιών. Σήμερα όμως η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να δώσει ποικιλίες που θα ανταγωνιστούν τις σύγχρονες ποικιλίες υβρίδια (Johnson et al, 1999).

2.6. Φυσιολογικές ασθένειες- Τραυματισμοί

2.6.1. Μη μεταδοτικές ασθένειες

Τα φασόλια μπορεί να βλάπτονται από τοξικές ουσίες της ατμόσφαιρας οι οποίες έχουν σαν προέλευση τις αστικές περιοχές, τα οχήματα, τις υπάρχουσες βιομηχανίες καθώς και φυσιολογικές λειτουργίες του περιβάλλοντος. Τέτοιες ουσίες είναι το όζον, το PAN (peroxyacetyl nitrate), το διοξείδιο του θείου, το χλώριο κ.α.

2.6.1.1. Γενετικές ανωμαλίες

Τα φασόλια, περιστασιακά, εμφανίζουν φυσιολογικές και γενετικές ανωμαλίες οι οποίες ομοιάζουν με συμπτώματα προκαλούμενα από φυτοπαθογόνους οργανισμούς ή άλλους αβιοτικούς παράγοντες. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελούν τα φυντάνια με έλλειψη της χλωροφύλλης II τα οποία εμφανίζονται αλλά συνήθως πεθαίνουν σε

διάστημα λίγων ημερών λόγο αυτής της ελλείψεως. Μια άλλη μορφή συμπτωμάτων είναι η ποικιλομορφία χρωμάτων στα φύλλα, η οποία αποτελεί κληρονομικό χαρακτηριστικό και η οποία εμφανίζεται με τη μορφή μωσαϊκού με διαδοχή αποχρώσεων του πράσινου, του κίτρινου, και του λευκού και η οποία μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη ανάπτυξη του φυτού και των λοβών. Από αυτή την ποικιλόχρωση μπορεί να επηρεαστούν μεμονωμένα φύλλα ή και βλαστοί ή ακόμη και ολόκληρο το φυτό το οποίο θα εκδηλώσει αυτά τα συμπτώματα. Ένας λόγος που συμβάλλει στην αυξημένη εμφάνιση αυτής της ποικιλομορφίας χρωμάτων είναι το περιβαλλοντικό στρες λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών (κάτω των 16⁰C) οι οποίες επικρατούν κατά την διάρκεια της βλάστησης. Επίσης γενική χλόρωση του φυτού και συμπτώματα ψευδομωσαϊκού είναι μια άλλη μορφή συμπτωμάτων και είναι κληρονομήσιμα χαρακτηριστικά. Έτσι βλέπουμε μικρές χλωρωτικές κηλίδες να εμφανίζονται στα αρχικά φύλλα συγκεκριμένων ποικιλιών τα οποία υπό φυσιολογικές συνθήκες αναπτύσσονται κανονικά. Πρόκειται για άλλο ένα κληρονομήσιμο χαρακτηριστικό. Μια μορφή κληρονομικού μαρασμού των λοβών η οποία δεν προκαλείται από σηψηριζίες έχει επίσης αναφερθεί. Τα αρχικά φύλλα γίνονται ωχρά και καφετί, με ελαφρά συστροφή και γηρασμό και σαν αποτέλεσμα είναι ο θάνατος του φυτού. Η εσωτερική νέκρωση είναι επίσης ένα κληρονομικό χαρακτηριστικό κατά το οποίο παράγονται καφέ νεκρωτικές κηλίδες στην επίπεδη επιφάνεια των κοτυληδόνων. Η ρήξη του περισπερμίου μπορεί να προκληθεί σε συγκεκριμένες ποικιλίες και φαίνεται να είναι κι αυτό κληρονομικό χαρακτηριστικό.

2.6.1.2. Υγρασιακό στρες

Τα φυτά μπορεί να υφίστανται υψηλό ή χαμηλό υγρασιακό στρες το οποίο μπορεί να επηρεάσει τις φυσιολογικές διαδικασίες του φυτού, την ανάπτυξή του και να το καταστήσει επιρρεπές σε φυτοπαθογόνα. Η χαμηλή εδαφική υγρασία μπορεί να βλάψει τα φυτά για πολλούς λόγους, συμπεριλαμβανομένου και της μη διαθεσιμότητας του νερού στις ρίζες του φυτού, την συσσώρευση τοξικών ουσιών ιόντων όπως μαγνήσιο και βόριο, το κλείσιμο των στομάτων, την περιορισμένη πρόσληψη διοξειδίου του άνθρακα και τον προσωρινό ή μόνιμο μαρασμό του φυτού.

2.6.1.3. Στρες λόγω του όζοντος

Η μόλυνση της ατμόσφαιρας είναι σημαντική σε πολλές περιοχές του κόσμου όπου παράγονται φασόλια πλησίον μεγάλων πόλεων και βιομηχανικών περιοχών. Το όζον καθώς και το διοξείδιο του Θείου είναι οι κυριότεροι παράγοντες μόλυνσης. Από πειράματα διαπιστώθηκε ότι καλλιέργειες φασολιών που ήταν εκτεθειμένα σε δόση όζοντος κυμαινόμενη από 24-109 ppb δεν παρουσίασαν μειωμένη ανάπτυξη και εξασθένηση αλλά είχαν μειωμένη ποσότητα χλωροφύλλης στα φύλλα. Συγκεντρώσεις χλωροφύλλης κάτω από 70 ppb δεν είχαν σημαντική επίδραση στην παραγωγή αλλά συγκέντρωση γύρω στα 80 ppb προκάλεσε μείωση αυτής σε ποσοστό 12-20%, μείωση της ξηράς ουσίας και της βιομάζας του φυτού κατά 52-57% .

2.6.1.4. Ζιζάνια

Η σημασία καθώς και ο ρόλος που παίζουν τα ζιζάνια στην καλλιέργεια του φασολιού ποικίλει ανάλογα με το σύστημα που εφαρμόζεται για την καλλιέργεια. Σε πολλές περιοχές της Λατινικής Αμερικής και της Αφρικής τα φασόλια καλλιεργούνται χωρίς άροση ή εφαρμογή παρασιτοκτόνου σε έδαφος με υπολείμματα από καλλιέργεια δημητριακών ή σε αγρό μετά από αγρανάπαυση. Παρόλο που η συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων είναι περιορισμένη και μπορεί να προκαλέσει καλλιέργεια με μικρότερο ρυθμό ανάπτυξης, έχει αποδειχθεί από έρευνες ότι οι προσβολές από έντομα και παθογόνα σε εδάφη με αυτό το σύστημα καλλιέργειας είναι σαφώς περιορισμένες. Επίσης σημειώνεται ότι σε τέτοια εδάφη γίνεται καλύτερα έλεγχος της διάβρωσης του εδάφους. Η ζιζανιοκτονία με το χέρι είναι συνήθης πρακτική και είναι σημαντική κατά την περίοδο προ του φυτρώματος καθώς τα ζιζάνια ανταγωνίζονται την καλλιέργεια για το φως, τα θρεπτικά στοιχεία και το νερό. Από έρευνες έχει αποδειχθεί ότι παραγωγή ξηρού φασολιού σε έδαφος χωρίς άροση, χωρίς λιπάσματα και ζιζανιοκτόνα έδωσε μειωμένη παραγωγή, περιορισμένη συγκέντρωση N και ανταγωνισμό από τα ζιζάνια (Graham et al, 1997).

2.6.2. Τραυματισμοί από το χαλάζι

Τα συμπτώματα του τραυματισμού από χαλάζι αναφέρονται σε καρουλιασμένα φύλλα, σπασμένους ή παραμορφωμένους βλαστούς και κλάδους και μακρές, λευκές ή μωλωπισμένες περιοχές στους βλαστούς και κλάδους, μίσχους φύλλων και φύλλα. Η ζημιά εξαρτάται από την διάρκεια και ένταση της καταιγίδας, το μέγεθος των κόκκων του χαλαζιού όπως επίσης και τον τύπο του φυτού και το στάδιο ανάπτυξης. Οι λοβοί επίσης τραυματίζονται και εμφανίζουν μώλωπες, αποχρωματίζονται και απορρίπτονται στο έδαφος. Σοβαρή χαλαζόπτωση μπορεί να μειώσει την παραγωγή και να καθυστερήσει την ωρίμανση της καλλιέργειας.

2.6.3. Τραυματισμοί από κεραυνούς

Αν μια περιοχή με νεκρά ή τραυματισμένα φυτά εμφανίζεται στο μέσο μιας καλλιέργειας φασολιών και όλες οι προσπάθειες για διάγνωση αποτυγχάνουν, τότε η ζημιά μπορεί να οφείλεται στην δράση των κεραυνών. Η περίπου κυκλική προσβεβλημένη περιοχή περιλαμβάνει κίτρινα ή σχεδόν καφετί φυτά τα οποία νεκρώνονται σε μερικές ημέρες. Η εντεριώνη των βλαστών εμφανίζεται ως καφέ ή μαύρη και δεν υπάρχουν συμπτώματα από άλλες ασθένειες.

2.6.4. Εχθροί

Οι πιο σημαντικοί εχθροί του φασολιού είναι η ακρίδα η οποία προσβάλλει το φυτό και το ζημιώνει κόβοντας τις ρίζες και τρώγοντας υπόγεια μέρη του και η χρυσομηλίδα που προκαλεί διάβρωση των φύλλων και οπές ενώ σε ορισμένες περιοχές και πιο σπάνια συναντάται και το σκουλήκι που προσβάλλει τους μίσχους. Τα έντομα που προκαλούν ζημιές σε αποθηκευμένα προϊόντα αναγκάζουν τους παραγωγούς να πωλούν την συγκομιδή αμέσως γεγονός που παίζει σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση της τιμής πώλησης του προϊόντος. Τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση των εχθρών προκαλούν σημαντική ζημιά στις καλλιέργειες τις περισσότερες φορές (Abate et al, 1996).

2.6.5. Ασθένειες

Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα παθογόνων που προκαλούν ασθένειες στις καλλιέργειες φασολιών και είναι πιο σημαντικές σε τροπικά παρά σε εύκρατα κλίματα. Το θερμό και υγρό περιβάλλον των τροπικών και υποτροπικών περιοχών ευνοεί την ανάπτυξη των παθογόνων και η φύτευση 2-3 κύκλων το χρόνο σε μερικές περιοχές δημιουργεί πληθώρα μολυσμάτων. Πίεση επίσης δημιουργείται από την μικρή επιφάνεια εδάφους προς καλλιέργεια που αντιστοιχεί σε ιδιώτες καλλιεργητές οπότε δημιουργείται περιορισμός των πιθανοτήτων για εναλλαγή καλλιεργειών και επίσης, η παραγωγή υγιών φυτών είναι σπάνια και οικονομική ασύμφορη. Από έρευνες έχει αποδειχθεί ότι καλλιέργειες φασολιού σε περιοχές όπως η Λατινική Αμερική και η Αφρική περιέχουν περισσότερα παθογόνα και μολυσματικούς παράγοντες από τις καλλιέργειες των περιοχών όπως Ηνωμένες Πολιτείες και Ευρώπη. Τα πιο βασικά παθογόνα είναι της ανθράκωσης (*Colletotrichum lindemuthianum*), της σκωρίασης (*Uromyces appendiculatus* var *appendiculatus*), του κοινού βακτηριακού καψίματος (*Xanthomonas campestris* pv *Phaseoli*), τον ιό του μωσαϊκού του φασολιού (BCMV), τον ιό του χρυσού μωσαϊκού του φασολιού (BGMV) και την γωνιώδη κηλίδωση των φύλλων (*Phaeoisariopsis griseola*). Οι ασθένειες που υπάρχουν στους σπόρους είναι επίσης πολύ μεγάλης σημασίας για την καλλιέργεια του φασολιού. Υψηλή ποιότητα σπόρου, η ομοιόμορφη ανάπτυξη, η δύναμη του νεαρού φυτού, και η έλλειψη ασθενειών και παθογόνων είναι προαπαιτούμενα για μια καλλιέργεια υψηλής παραγωγικής αξίας και αποδόσεων (Graham et al, 1997).

2.7. Γενετική τροποποίηση του φασολιού

Ο ιός BGMV (Bean golden mosaic geminivirus), μεταδιδόμενος με το έντομο *Bemisia tabaci* Gen., είναι το βασικό αίτιο για μια πολύ σημαντική ασθένεια του κοινού φασολιού (*Phaseolus vulgaris* L.) στην περιοχή του δυτικού κυρίως ημισφαιρίου και μπορεί να προκαλέσει σημαντικές απώλειες στην στρεμματική απόδοση των καλλιεργειών. Στο παρελθόν έχουν αναφερθεί κάποιες προσπάθειες απόκτησης ανθεκτικότητας των φυτών στην ασθένεια αυτή, αλλά ουσιαστικά δεν βρέθηκε ποικιλία φασολιού υψηλής ανθεκτικότητας στην ασθένεια. Έχει εξετασθεί από τους Aragao et al (1998), η πιθανή χρήση της ομάδας γονιδίων Rep-TrAP-REn,

και του γονιδίου BC1, ως στρατηγική παραγωγής κοινού φασολιού ανθεκτικού στον ιό BGMV-BR. Τα συμπεράσματα αυτής της έρευνας έδειξαν ότι φυτά τα οποία είχαν μετασηματιστεί με τα προαναφερόμενα γονίδια, παρουσίασαν καθυστέρηση στην εμφάνιση συμπτωμάτων του ιού BGMV-BR (Maxwell et al, 1998). Η ανθεκτικότητα στον ιό BCMV (Bean common mosaic virus) που παρέχεται από το αλληλόμορφο Al I σε ποικιλίες του *Phaseolus vulgaris* έχει χαρακτηριστεί ως κυρίαρχη και συνδέεται επίσης με ανοσία αλλά και συστηματική νέκρωση των μολυσμένων φυτών όχι μόνο σε συνθήκες ελεύθερης ατμόσφαιρας αλλά και ελεγχόμενες συνθήκες. Οι Collmer et al. (2000), αναφέρουν ότι το I allele στις ποικιλίες φασολιού που μελετήθηκαν δεν εκδηλώθηκε ως κυρίαρχο, ενώ το σύστημα μπορεί να διαχειριστεί με τρόπο τέτοιο ώστε να αποδίδει στα φυτά μια συνεχή αντίδραση στον ιό BCMV που μπορεί να είναι από ανοσία ή εκτεταμένη ανθεκτικότητα έως αντίδραση υπερευαισθησίας του φυτού ή συστηματική νέκρωση του φυλλώματος (και επερχόμενος θάνατος του φυτού) (Collmer et al, 2000). Διαγονιδιακά φυτά φασολιού τύπου azuki που εκφράζουν τα γονίδια hpt (hygromycin phosphotransferase), sgfp (green fluorescent protein) και bar (phosphinothricin acetyltransferase) δημιουργήθηκαν με ενδιάμεσο μετασηματισμό με το *Agrobacterium tumefaciens* (Khalaphalla et al, 2004). Σε αυτή τη μελέτη δημιουργήθηκε ένα διπλό πλασμίδιο (pZHBG), που συμπεριλαμβάνει το γονίδιο bar το οποίο κωδικοποιεί την ακετυλοτρανσφεράση της φωσφινोटρυψίνης. Στο συγκεκριμένο πείραμα, ένα σύνολο 120 φυτών εμβολιάστηκαν με το *A. tumefaciens* και συγκεκριμένα το στέλεχος EHA105. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία διαγονιδιακών φυτών, τα οποία παρουσίαζαν λειτουργική έκφραση του γονιδίου bar του οποίου ο ρόλος ήταν να προσδώσει στα φυτά αντοχή στο σκεύασμα bialaphos όταν αυτό εφαρμόζεται απευθείας στα φύλλα. Τα αποτελέσματα αποδεικνύουν τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την αξιοποίηση πιθανώς χρήσιμων αγρονομικών προϊόντων με τη βοήθεια της γενετικής μηχανικής. Η ύπαρξη ενός έγκυρου συστήματος μετασηματισμού, παρέχει την αρχική ώθηση για την γενετική τροποποίηση του φασολιού και έτσι, η αξία του φυτού αλλά και η παραγωγικότητά του μπορούν να τύχουν επιπλέον βελτίωσης εισάγοντας γονίδια που ελέγχουν χαρακτηριστικά όπως η αύξηση του περιεχομένου σε πρωτεΐνη και η ανθεκτικότητα σε ασθένειες και παράσιτα αλλά και σε παρασιτοκτόνες ουσίες. Το πλασμίδιο που δημιουργήθηκε, χρησιμοποιήθηκε στην ανάπτυξη ενός συστήματος ενδιάμεσου μετασηματισμού το οποίο θα ευνοήσει την παραγωγή διαγονιδιακών φυτών φασολιού με ανθεκτικότητα σε παρασιτοκτόνα (Khalaphalla et al, 2004). Ο ιός

BDMV (Bean dwarf mosaic virus), είναι ένας απομονωμένος DNA ιός που μολύνει το κοινό φασόλι (*Phaseolus vulgaris* L.) και προκαλεί ανάσχεση της ανάπτυξης και κηλίδες στα φύλλα. Η ανθεκτικότητα της ποικιλίας *Othello* στον ιό ενδεχομένως να συνδέεται με την ανάπτυξη αντίδρασης υπερευαισθησίας σε αγγειώδεις ιστούς (Seo et al, 2003). Στη συγκεκριμένη εργασία, μητρικό υλικό της κατηγορίας Middle American που αντιπροσωπεύει τις τέσσερις γνωστές φυλές (Durango, Guatemala, Jalisco, και Mesoamerica) καθώς και οι πρόγονοι της ποικιλίας *Othello* εμβολιάστηκαν με τον ιό BDMV και την πρωτεΐνη GFP. Όλοι οι γενότυποι εμφάνισαν μερική ή ολική ανθεκτικότητα στον ιό BDMV και στην πρωτεΐνη BDMV-GFP. Στις F1, F2 και F3 γενιές αμοιβαίων διασταυρώσεων μεταξύ των ποικιλιών *Othello* και *Topcrop*, ένα κυριαρχικό αλληλόμορφο, (*Bdm*), βρέθηκε ότι προσδίδει ανθεκτικότητα στον ιό. Συνεπώς, στη παρούσα μελέτη ερευνήθηκε η απόκτηση ανθεκτικότητας στον ιό BDMV σε σχέση με την αντίδραση υπερευαισθησίας και την ανθεκτικότητα καθώς και η γενετική βάση της ανθεκτικότητας στον ιό BDMV (Seo et al, 2003). Η προσυλλεκτική και μετασυλλεκτική προσβολή από τον βρούχο (Coleoptera:Bruchidae) μπορεί να είναι εκτεταμένη ειδικά αν η σοδειά διατηρηθεί σε συνθήκες αποθήκευσης δωματίου για μεγάλο χρονικό διάστημα, επειδή τα έντομα αυτά πολλαπλασιάζονται υπό αυτές τις συνθήκες. Σε άλλη περίπτωση τα έντομα δρουν κατά την ανάπτυξη των σπόρων. Ένα τέτοιο παράδειγμα, αποτελεί η προσβολή του κοινού φασολιού από το έντομο ανθονόμος (*Acanthoscelides obtectus*). Η γενετική τροποποίηση έγινε με την εισαγωγή του αλληλομόρφου AI-1, του γονιδίου ανθεκτικότητας *bar* και του γονιδίου GUS. Τα αποτελέσματα αυτής της τροποποίησης του φασολιού με το βακτήριο *Agrobacterium tumefaciens*, ήταν σπόροι με ανθεκτικότητα στο έντομο ανθονόμος, όπως εξακριβώθηκε με πειράματα που έγιναν στο εργαστήριο (Chrispels et al, 2000). Το κοινό φασόλι (*Phaseolus vulgaris*), αποτελεί ένα από τα βασικά ήδη διατροφής των ανθρώπων στις αναπτυσσόμενες χώρες. Παρ' όλη όμως την υψηλή περιεκτικότητά των σπόρων φασολιού σε αμινοξέα, τα είδη αυτά έχουν περιορισμένη διατροφική αξία μειώνεται εξαιτίας της χαμηλής περιεκτικότητάς τους στο βασικό αμινοξύ μεθειονίνη. Έχει γίνει προσπάθεια λοιπόν, να διορθωθεί αυτή η έλλειψη εισάγοντας ένα γονίδιο από το καρύδι της Βραζιλίας, το οποίο είναι υπεύθυνο για την περιεκτικότητα σε μεθειονίνη μέσω της βιολιστικής μεθόδου. Έτσι, σε δύο από τις πέντε σειρές φυτών που υπέστησαν μετασχηματισμό, το επίπεδο μεθειονίνης αυξήθηκε κατά 14- 23% σε σχέση με φυτά τα οποία δεν είχαν υποστεί τροποποίηση. Με τον τρόπο αυτό έγινε απομόνωση του

γονιδίου *be2sl* και κατά συνέπεια της πρωτεΐνης 2S-BN που παράγεται και έτσι δημιουργήθηκαν γενετικά τροποποιημένα φυτά φασολιού με υψηλά επίπεδα περιεκτικότητας στην επιθυμητή ουσία (Aragao et al, 1999). Συμπερασματικά, όσον αφορά την απόκτηση ανθεκτικότητας σε φυτά κοινού φασολιού για τον ιό BCMV, μπορούμε να εκτιμήσουμε την αλληλεπίδραση μεταξύ ενός πιθανώς ανθεκτικού φυτού και ενός πιθανώς παθογόνου παράγοντα. Το αποτέλεσμα αυτής της αλληλεπίδρασης εξαρτάται από την αντίδραση που δημιουργείται μεταξύ του φυτού και του παθογόνου εξ αιτίας των ουσιών που παράγει το φυτό για την καταπολέμηση των ουσιών που παράγει το παθογόνο. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται κάποιου είδους ισορροπία μεταξύ των μερών αυτών η οποία πολύ εύκολα μεταβάλλεται και είναι ενδεικτική της κατάταξης της αντίδρασης που λαμβάνει χώρα ως προς το αν είναι αντίδραση υπερευαισθησίας ή ανθεκτικότητα. Αυτό που είναι εμφανές είναι ότι είναι πολλοί παράγοντες που επιδρούν στο τελικό αποτέλεσμα, όπως για παράδειγμα η ποικιλία του φυτού, οι μολύνσεις από άλλους ιούς, η θερμοκρασία κ.α., έχουν ιδιαίτερο ρόλο στην κατανόηση αυτής της εξαρτημένης αντίδρασης. Σχετικά με την προσπάθεια απόκτησης ανθεκτικότητας του φασολιού cv. azuki, στο ζιζανιοκτόνο *bialaphos*, είναι φανερό ότι ο στόχος αυτής της εργασίας ήταν να καταδείξει κατά πόσο ήταν αποτελεσματικό το σύστημα που χρησιμοποιήθηκε. Τα αποτελέσματα ήταν ικανοποιητικά, δηλαδή ο μετασχηματισμός πραγματοποιήθηκε επιτυχώς και αξιοποιήθηκε από τα φυτά προσδίδοντάς τους την επιθυμητή ιδιότητα. Ένα άλλο σημείο που αξίζει προσοχής ήταν η κατανόηση της ποσότητας του χημικού σκευάσματος που θα ήταν ανεκτό από τα φυτά. Η έρευνα έδειξε ότι ποσότητες 1-2 mg/l ήταν ικανοποιητικά ανεκτές από τα φυτά φασολιού. Έτσι κατανοούμε ότι το βασικό πλεονέκτημα αυτής της προσπάθειας, είναι να επιτευχθεί έλεγχος του ανταγωνισμού με τα ζιζάνια κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας αυτής στο χωράφι με όσο το δυνατόν λιγότερες αρνητικές συνέπειες για το περιβάλλον και ασφαλώς, να γίνει σωστή χρήση αγρονομικών προϊόντων προς όφελος της ανθεκτικότητας. Η μελέτη της ανθεκτικότητας στον ιό BDMV του κοινού φασολιού, στην πραγματικότητα, απέδειξε ότι οι ποικιλίες τύπου Middle American είχαν ανθεκτικότητα στον ιό αυτό με κάποιες εξαιρέσεις. Ένα άλλο σημείο που προκάλεσε το ενδιαφέρον στην πορεία της έρευνας, ήταν οι διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ του τύπου BDMV-GFP και του άγριου τύπου BDMV του ιού ως προς την ικανότητα μόλυνσης. Φαίνεται πως ο δεύτερος τύπος προκάλεσε συμπτώματα σε περισσότερες ποικιλίες σχετικά με τον άλλο τύπο του ιού. Έτσι οδηγούμαστε στην

αναγνώριση της σημαντικότητας της πρωτεΐνης CP η οποία υπάρχει στον τύπο BDMV-GFP γεγονός που επηρεάζει την παθογόνο δύναμή του ιού. Επιπλέον, η έρευνα αυτή στοχεύει στην απόδειξη της σχέσης μεταξύ αντίδρασης υπερευαισθησίας και ανθεκτικότητας στον ιό. Από διασταυρώσεις που έγιναν προέκυψε ότι φυτά με ανθεκτικότητα, δεν παρουσίαζαν αντίδραση υπερευαισθησίας ή παρουσίαζαν μεν, αλλά σε ελάχιστο βαθμό. Άρα γίνεται φανερό ότι δεν υπάρχει ουσιαστική σχέση μεταξύ της αντίδρασης αυτής και της ανθεκτικότητας. Ο ρόλος της πρωτεΐνης AI-1 είναι να εμποδίζει τη δράση του ενζύμου αμυλάση σε έντομα και θηλαστικά αλλά όχι σε φυτά. Σε πειράματα που έγιναν, αποδείχθηκε ότι η παρουσία της πρωτεΐνης αυτής εμποδίζει την δράση των εντόμων στα φυτά που έχουν τροποποιηθεί γενετικά και τους προσδίδει ανθεκτικότητα. Συνεπώς, ο μετασχηματισμός φυτών με την βοήθεια του *A. Tumefaciens* καθιστά την μέθοδο χρήσιμη προς την κατεύθυνση της απόκτησης ανθεκτικότητας φυτών σε έντομα.

Πίνακας 1. Γενετική τροποποίηση του κοινού φασολιού (*Phaseolus vulgaris*)

Γονίδιο Μετάλλαξης	Στόχος	Πηγή
Rep-TrAP-REn και BC1	Ανθεκτικότητα στον ιό BGMV (Bean golden mosaic virus)	Aragao ,1998
I allele	Ανθεκτικότητα στον ιό BCMV (Bean common mosaic virus)	Collmer, 2000
A. tumafaciens	Ανθεκτικότητα στο bialaphos	Khalaphalla, 2004
BDMV-GFP	Ανθεκτικότητα στον ιό BDMV (Bean dwarf mosaic virus)	Seo, 2003
AI 1 (Amylase inhibitor)	Ανθεκτικότητα σε Colleoptera: Bruchidae	Chripels, 2000
pEA23, pBI426	Αύξηση του περιεχομένου μεθειονίνης	Aragao, 1999

2.8. Φυσικοχημικές ιδιότητες

Είναι γενικώς αποδεκτό ότι η ευεργετική δράση των λαχανικών οφείλεται στην παρουσία των βιταμινών και των αντιοξειδωτικών (ασκορβικό οξύ, τοκοφερόλες, καροτενοειδή και φλαβονοειδή). Οι βασικές χρωστικές συναντώμενες στα φυτά είναι τα καροτενοειδή και οι χλωροφύλλες. Τα καροτενοειδή είναι πρόδρομος της βιταμίνης Α και πιθανός παρεμποδιστής του καρκίνου και του έλκους του στομάχου. Οι συγκεντρώσεις των χλωροφυλλών αλλά και των καροτενοειδών φαίνεται να μειώνονται με το χρόνο αποθήκευσης (Mozsik et al, 1984). Επίσης το χρώμα αυτών των τροφών αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές οργανοληπτικές ιδιότητες και χρησιμοποιείται ως κριτήριο της ποιότητας του λαχανικού. Οι βιομηχανίες τροφίμων δίνουν μεγάλη σημασία στον παράγοντα αυτό. Στην περίπτωση των περισσότερων φρούτων και λαχανικών, νωπών ή επεξεργασμένων, το χρώμα είναι από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της ποιότητάς τους. Οι μεταβολές του χρώματος δεν μειώνουν μόνο την ποιότητα παραγωγής αλλά και την εμπορική αξία της. Υπάρχουν πολλές μέθοδοι με τις οποίες μπορεί να εκτιμηθεί το χρώμα. Το εύρος αυτών είναι από απλές ορατές συγκρίσεις έως ειδικών σχεδιασμένων μετρήσεων ενός αλλά και διαφορετικών χρωμάτων. Οι ειδικές μέθοδοι οι οποίες είναι χρήσιμες για την εκτίμηση της παραγωγής, είναι εξαρτημένες από ένα σύνολο παραγόντων. Ένα από τα συστήματα εκτίμησης του χρώματος είναι το σύστημα C.I.E. Το σύστημα αυτό βασίζεται στα αποτελέσματα οποιουδήποτε χρώματος που πιθανόν έχει συμφωνηθεί με βαθμολογημένη παρατήρηση. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει τρία κύρια χρώματα, κόκκινο, πράσινο και μπλε. Υπάρχει κυρίως το σύστημα C.I.E. 1976 το οποίο εξετάζει τα χαρακτηριστικά L^* , a^* , b^* , τα οποία παρέχουν πληροφορίες για το χρώμα του προϊόντος. Οι τιμές του L^* έχουν εύρος από 0-100. Στο 0 αντιστοιχεί το σκούρο, μαύρο χρώμα, ενώ στο 100 το ανοιχτό λευκό χρώμα. Όταν οι τιμές των a^* και b^* τείνουν στο 0, το προϊόν έχει σκοτεινό χρώμα. Η σχέση του χρώματος με τα a^* και b^* δίνεται από την εξίσωση : $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$. Όσο πιο μεγάλο το C^* τόσο πιο ανοιχτό το χρώμα του προϊόντος. Εκτός από αυτά, άλλες φυσικοχημικές ιδιότητες που μελετώνται είναι η πρωτεΐνη, το λίπος, το pH, η πυκνότητα, η σκληρότητα, το βάρος των 100 σπόρων, ο συντελεστής ενυδάτωσης (για 12 και 24 ώρες) και ο συντελεστής απορρόφησης (για 12 και 24 ώρες). Επίσης, η υφή είναι άλλη μια σημαντική ποιοτική παράμετρος και μερικές φορές απαιτείται τροποποίησή της με

μεθόδους τεχνολογίας τροφίμων. Ορισμένες από τις φυσικοχημικές ιδιότητες καθώς και τιμές για ορισμένα μέταλλα στο φασόλι δίνονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Πίνακας 2. Φυσικοχημικές ιδιότητες του ξηρού φασολιού

Ποικιλία	Πρω- τεΐνη (gr/ 100gr)	Λίπος (gr/ 100gr)	Πυκνό- τητα σπόρου (g/ml)	L*	a*	b*	Πηγή
Roba	20.553	2.443	1.332	58.54 3	6.487	25.393	Shimelis, 2005
Gobirasha	17.956	2.815	1.220	30.29 7	12.56 7	5.873	Shimelis, 2005
Beshbesh	20.444	3.024	1.33	61.66 7	7.513	17.767	Shimelis, 2005
Gofta	20.042	2.804	1.249	55.73 0	8.190	13.313	Shimelis, 2005
Awash	21.953	1.443	1.182	69.33 7	2.177	11.083	Shimelis, 2005
Mexican	22.073	2.709	1.177	73.93 7	1.693	5.710	Shimelis, 2005
Redwolaita	19.475	2.671	1.250	28.82 3	14.39 0	18.413	Shimelis, 2005
Tabor	19.627	1.268	1.266	57.47 7	8.653	22.497	Shimelis, 2005
Laura	22.9- 24.8	-	-	-	-	-	http://www. beans.co.za/
Crizantema	20-21	-	-	-	-	-	http://www. beans.co.za/
Speranta	20-25	-	-	-	-	-	http://www. beans.co.za/
Beltskaia 16	24-26	-	-	-	-	-	http://www. beans.co.za/
Aluna	22-28	-	-	-	-	-	http://www. beans.co.za/
Small White Canning	8.7	0.5	-	-	-	-	http://www. beans.co.za/ nat4.htm

Speckled	7.1	0.6	-	-	-	-	http://www.beans.co.za/nat4.htm
Large White Kidney	7.8	0.3	-	-	-	-	http://www.beans.co.za/nat4.htm
Blackeyes	14	1	-	-	-	-	http://www.calbeans.com/BEAN%20BASICS.html
Garbanzo	14	4	-	-	-	-	http://www.calbeans.com/BEAN%20BASICS.html
Large Lima	14	1	-	-	-	-	http://www.calbeans.com/BEAN%20BASICS.html
Red Kidney	16	1	-	-	-	-	http://www.calbeans.com/BEAN%20BASICS.html
Navy	22	1.5	-	-	-	-	www.admworld.com
Black	21.8	1.4	-	-	-	-	www.admworld.com
Pinto	21.4	1.2	-	-	-	-	www.admworld.com
Dark Red Kidney	21.5	1.3	-	-	-	-	www.admworld.com
Light Red Kidney	21.5	1.3	-	-	-	-	www.admworld.com
Great Northern	22	1.2	-	-	-	-	www.admworld.com
Small Red	21.6	1.2	-	-	-	-	www.admworld.com

Pink	21.6	1.2	-	-	-	-	www.admworld.com
Bush Cranberry	23.7	1.3	-	-	-	-	www.admworld.com
Mayocoba	22	2	-	-	-	-	www.admworld.com

Πίνακας 3. Μέταλλα στο ξηρό φασόλι

Ποικιλίες	Na (mg)	K (mg)	Mg (mg)	Ca (mg/ l)	Fe (mg/ l)	Zn	Πηγή
Bayo Baranda	-	-	-	1.02	45	20	Guzman- Maldonado, 2003
G-22837	-	-	-	2.8	71	36	Guzman- Maldonado, 2003
Red kidney	8	-	-	78	4		http://www.calbeans.com/BEAN%20BASICS.html
Blackeyes	6	-	-	42	4		http://www.calbeans.com/BEAN%20BASICS.html
Garbanzo	10	-	-	80	4		http://www.calbeans.com/BEAN%20BASICS.html
Large lima	4	-	-	32	4		http://www.calbeans.com/BEAN%20BASICS.html
Baby lima	6	-	-	52	4		http://www.calbeans.com/BEAN%20BASICS.html
Azuki	1	-	-	43	2		http://www.michiganbean.org/
Black	0.5	-	-	24	2		http://www.michiganbean.org/
Cranberry	0.5	-	-	45	2		http://www.michiganbean.org/
Great Northern	2	-	-	61	2		http://www.michiganbean.org/
Dark red kidney	4	-	-	39	2		http://www.michiganbean.org/
Light red kidney	4	-	-	58	3		http://www.michiganbean.org/
Navy	1	-	-	64	2		http://www.michiganbean.org/
Pinto	2	-	-	41	2		http://www.michiganbean.org/
Small red	2	-	-	25	3		http://www.michiganbean.org/
Yellow eye	4	-	-	55	2		http://www.michiganbean.org/
Pinto	-	-	52.2	44	2		Lauritzen, 1995

Πίνακας 4. Φυσικοχημικές ιδιότητες του χλωρού φασολιού

Ποικιλίες	Λίπος (g)	Πρωτεΐνη (g)	Απορρόφηση νερού (%)	L	a/b	Σκληρότητα (1bf/bean)	Πηγή
Montano	0.15 (%)	2.00 (%)	94.32	40.7	0.72	-	Arvanitoyannis, 2003
Larma	0.17 (%)	1.95 (%)	90.61	38.5	0.69	-	Arvanitoyannis, 2003
Mwitemani a	-	18.2	5	-	-	1.24 (g/ml)	Martin-Cabrejas 1997
Canadian Wonder	-	19.8	5.7	-	-	1.23 (g/ml)	Martin-Cabrejas 1997
Mwezi Moja	-	18.2	5	-	-	1.30 (g/ml)	Martin-Cabrejas 1997
Rose Coco	-	20.2	6.2	-	-	1.28 (g/ml)	Martin-Cabrejas 1997
Giza 1	-	25.27	55.0	-	-	-	El-Sailed, 1981
Giza 2	-	24.42	65.0	-	-	-	El-Sailed, 1981
Giza 3	-	24.77	61.5	-	-	-	El-Sailed, 1981
Giza 4	-	28.61	44.0	-	-	-	El-Sailed, 1981
Rebaya 40	-	25.27	41.5	-	-	-	El-Sailed, 1981
Family 402	-	25.64	68.0	-	-	-	El-Sailed, 1981
Family 424	-	28.61	51.5	-	-	-	El-Sailed, 1981
Hybrid 90/1966/72	-	26.96	-	-	-	-	El-Sailed, 1981
Black Beauty	-	-	-	-	-	20.16	Deshpante, 1986
Light Red Kidney	-	-	-	-	-	25.63	Deshpante, 1986
Dark Red Kidney	-	-	-	-	-	28.65	Deshpante, 1986
Small White	-	-	-	-	-	20.38	Deshpante, 1986
Viva Pink	-	-	-	-	-	37.02	Deshpante, 1986
Sanilac	-	-	-	-	-	24.27	Deshpante, 1986
Pinto	-	-	-	44.3	0.37	41.85	Deshpante, 1986
Cranberry	-	-	-	-	-	36.31	Deshpante, 1986
Small Red	-	-	-	-	-	38.59	Deshpante, 1986
Great Northern	-	-	-	76.4	0.10	-	Vishalakshi, 1980
Kidney	-	-	-	28.0	1.91	-	Vishalakshi, 1980
Navy	-	15.3	-	60.3	0.08	-	Bellido, 2004

Black	-	8.3	-	18.3	0.25	-	Bellido, 2004
Pontevedra	-	26.8	-	-	-	-	Gonzalez, 2005
Lugo	-	26.1	-	-	-	-	Gonzalez, 2005
Leon	-	26.5	-	-	-	-	Gonzalez, 2005
Black	1	22	-	-	-	-	http://www.foodgrainsbank.ca/
Faba	2	26	-	-	-	-	http://www.foodgrainsbank.ca/
Great Northern	1	22	-	-	-	-	http://www.foodgrainsbank.ca/
Kidney	1	24	-	-	-	-	http://www.foodgrainsbank.ca/
Navy	1	22	-	-	-	-	http://www.foodgrainsbank.ca/
Pink	1	21	-	-	-	-	http://www.foodgrainsbank.ca/
Pinto	1	21	-	-	-	-	http://www.foodgrainsbank.ca/
Small Red	1	22	-	-	-	-	http://www.foodgrainsbank.ca/
Soybeans	20	36	-	-	-	-	http://www.foodgrainsbank.ca/

Πίνακας 5. Μέταλλα στο χλωρό φασόλι

Ποικιλία	Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Na (mg)	K (mg)	Mg (mg)	Zn (mg)	Πηγή
Small White Canning	70	157	2.5	1	368	59	-	http://www.beans.co.za/nat4.htm
Speckled	32	122	2.1	1	368	55	-	http://www.beans.co.za/nat4.htm
Large White Kidney	19	111	2.4	2	508	43	-	http://www.beans.co.za/nat4.htm
Red Kidney	78	-	4	8	-	-	-	http://www.calbeans.com/BEAN%20BASICS.html
Blackeye	42	-	4	6	-	-	-	http://www.calbeans.com/BEAN%20BASICS.html
Garbanzo	80	-	4	10	-	-	-	http://www.calbeans.com/BEAN%20BASICS.html
Large Lima	32	-	4	4	-	-	-	http://www.calbeans.com/BEAN%20BASICS.html
Roba	905.70	158.97	63.13	-	-	-	15.98	Shimelis, 2005
Gobirasha	1629.77	173.99	79.30	-	-	-	23.90	Shimelis, 2005
Beshbesh	1167.75	161.44	62.70	-	-	-	28.03	Shimelis, 2005
Gofta	1929.77	167.95	62.25	-	-	-	27.60	Shimelis, 2005

Awash	731.93	168.80	69.60	-	-	-	17.20	Shimelis, 2005
Mexican	854.34	164.41	64.30	-	-	-	17.90	Shimelis, 2005
Redwola- ita	1346.90	164.97	83.99	-	-	-	28.22	Shimelis, 2005
Tabor	895.74	147.98	61.80	-	-	-	15.39	Shimelis, 2005
Dark red kidney (85)	793	-	7.43	13.87	590	274	-	Xiaojun Wu, 2002
Dark red kidney (453)	626	-	7.43	11.90	526	359	-	Xiaojun Wu, 2002
Dark red kidney (Nickols)	618	-	5.54	9.36	535	269	-	Xiaojun Wu, 2002

2.9. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

Προκειμένου να καθορισθεί πώς ένα προϊόν φαίνεται σε σύγκριση με άλλα ανταγωνιστικά προϊόντα, είναι ζωτικής σημασίας να καταστεί σαφές πώς το προϊόν γίνεται αντιληπτό από την άποψη των αισθητήριων ιδιοτήτων του δηλ. από την άποψη της εμφάνισης, του αρώματός του, της γεύσης, της υφής του κ.α. Όλοι οι καταναλωτές κάνουν αυτές τις αξιολογήσεις είτε συνειδητά είτε υποσυνείδητα, και οι κρίσεις τους έχουν επιπτώσεις στην προτίμησή τους στο προϊόν και στη συνέχεια την προθυμία τους να αγοράσουν. Οι εκπαιδευμένες επιτροπές των αξιολογητών, που επιλέγονται συγκεκριμένα για την αισθητήρια οξύτητά τους, μπορούν να σχεδιάσουν μια περιγραφή των προϊόντων γρήγορα και με ακρίβεια. Μια τέτοια μέθοδος που να περιγράφει τα προϊόντα ποσοτικά από την άποψη των αισθητήριων ιδιοτήτων τους είναι εξαιρετικά πολύτιμη από πολλές απόψεις. Οι καταναλωτικές οργανοληπτικές δοκιμές είναι απαραίτητες στην αξιολόγηση προϊόντων για την καθοδήγηση ανάπτυξης προϊόντων, τη βελτίωση και τη βελτιστοποίηση προϊόντων, και τη συντήρηση. Η καταναλωτική οργανοληπτική δοκιμή για την ανάπτυξη προϊόντων παρέχει έναν απλό, εύχρηστο, περιεκτικό οδηγό στον καταναλωτή για την αξιολόγηση προϊόντων. Παραδίδει, σε μια ενιαία πηγή, τις πληροφορίες για τις γενικές αρχές και μια ευρεία συζήτηση σχετικά με τις διαδικασίες που απαιτούνται

για να προγραμματίσουν και να πραγματοποιήσουν μεθόδους καταναλωτικής οργανοληπτικής δοκιμής. Το αντικείμενο της οργανοληπτικής δοκιμής είναι ο καθορισμός της ποιότητας των προϊόντων και συγκεκριμένα των φασολιών και η δημιουργία ενός πρωτοκόλλου για την προετοιμασία των δειγμάτων όπως επίσης και ένα φυλλάδιο που θα εξετάζει τις παραμέτρους της υφής του προϊόντος. Το πρώτο βήμα για την διεξαγωγή της δοκιμής είναι ο σχηματισμός του panel , η οργάνωση των συνεδριών, η προεπιλογή των παραγόντων που περιγράφουν το προϊόν και η τελική λίστα.. Η διαδικασία αυτή τελειώνει με τον σχηματισμό του φύλλου που θα συμπληρωθεί. Το επόμενο βήμα είναι η εκπαίδευση των κριτών με βάση ήδη συμφωνημένα κριτήρια έτσι ώστε να είναι σε θέση να κάνουν οργανοληπτική εκτίμηση εξηγώντας τις διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των ποικιλιών με σαφή τρόπο. Ακολουθούν κάποια παραδείγματα οργανοληπτικών δοκιμών τα οποία θα αναφερθούν συνοπτικά και στον πίνακα 6. Ένα παράδειγμα οργανοληπτικής δοκιμής είναι το ακόλουθο: Οκτώ εκτιμητές έδωσαν μια αξιολόγηση για την εμφάνιση, γεύση, και τη σύσταση των φασολιών και αυτές οι ιδιότητες σημειώθηκαν ως 1=καλό, 3=μέτριο και 5=άριστο. Χρησιμοποιήθηκε λοιπόν κλίμακα από το 1-5. Το συνολικό αποτέλεσμα λήφθηκε ως μέσος όρος των αθροισμένων αποτελεσμάτων (μέγιστο 15) των τριών ιδιοτήτων (Park et al, 1998). Επίσης σε άλλο παράδειγμα, οι οργανοληπτικές αναλύσεις εκτελέστηκαν χρησιμοποιώντας μια επιτροπή 12 κριτών, των οποίων οι ηλικίες ήταν μεταξύ 23 και 30 ετών. Η κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε ήταν μια κλίμακα 5 σημείων στην οποία το 5 αντιστοιχούσε στο εξαιρετικά καλό και το 1 στο εξαιρετικά κακό. Η κλίμακα αυτή χρησιμοποιήθηκε για να αξιολογήσει τρεις ιδιότητες: εμφάνιση, σκληρότητα και γεύση. Τα στοιχεία υποβλήθηκαν στην ανάλυση ANOVA και οι σημαντικές διαφορές στο επίπεδο πιθανότητας 5% (Sanz Calvo, 1999). Επιπλέον, λήφθηκαν δείγματα ξηρού φασολιού τυχαία αξιολογημένα κατά τη διάρκεια δύο συνόδων της επιτροπής αξιολόγησης, τα δείγματα αξιολογήθηκαν για το χρώμα, γεύση, υφή, απώλεια περιβλήματος (κατά τον βρασμό), διαιτητική ίνα από 7μελές εκπαιδευμένο panel που χρησιμοποιεί μια κλίμακα έντασης 5 σημείων (5 είναι το πιο καλό και 1 που είναι το λιγότερο καλό) (Ranalli, 1999).

Ένα ακόμη παράδειγμα αναφέρεται σε οργανοληπτική δοκιμή κατά την οποία οι κριτές ήταν 6 στον αριθμό και επιλέχθηκαν για να δοκιμάσουν διαφορετικές ποικιλίες φασολιού, χρησιμοποιώντας μια προκαθορισμένη λίστα όρων και παράγοντας κάποιους νέους. Οι κριτές λοιπόν έδωσαν την εκτίμησή τους για τα ακόλουθα

χαρακτηριστικά: Χρώμα, υφή, γεύση και οσμή και οι προτιμήσεις των κριτών σημειώνονταν ως λίγο και πολύ (Knochel,1997)

Πίνακας 6. Παραδείγματα οργανοληπτικών δοκιμών.

Αρ ατόμων	Κλίμακα	Παράμετροι	Πηγή
8	1-5	Εμφάνιση, γεύση, υφή	Park, 2001
12	1-5	Εμφάνιση, σκληρότητα, γεύση	Sanz Calvo, 1999
7	1-5	Χρώμα, γεύση, υφή, απώλεια περιβλήματος (κατά τον βρασμό), διαιτητική ίνα	Ranalli, 1999
6	Λίγο- Πολύ	Χρώμα, υφή, γεύση, οσμή	Knochel,1997

3. Σκοπός της εργασίας

Η παρούσα εργασία είχε σαν σκοπό την μελέτη πέντε καθαρών σειρών φασολιών από τοπικούς πληθυσμούς οι οποίες προέκυψαν με την μέθοδο της επιλογής καθαρής σειράς της προηγούμενης καλλιεργητικής περιόδου. Έτσι, οι ποικιλίες Καστοριά, Βελεστίνο, Πρεσπών, Λάκκωμα και ΑΒ, αξιολογήθηκαν με βάση κάποια χαρακτηριστικά και εδώ θα μελετηθούν τα αποτελέσματα που προέκυψαν. Οι παράμετροι οι οποίες μελετήθηκαν ήταν οι φυσικοχημικές και οργανοληπτικές ιδιότητες των καθαρών σειρών. Συγκεκριμένα όσον αφορά τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, η μελέτη αναφέρεται στην περιεκτικότητα των σπόρων σε λίπος και πρωτεΐνη, την πυκνότητά τους, την σκληρότητα, το βάρος 100 σπόρων, το pH τους καθώς και τα χαρακτηριστικά του χρώματος (L,a,b δείκτες). Οι οργανοληπτικές παράμετροι που μελετήθηκαν αφορούν χαρακτηριστικά όπως χρώμα, φωτεινότητα, σκληρότητα, άρωμα, χυμώδες, γεύση εμφάνιση κ.α.. Με τον τρόπο αυτό και με βάση τα αποτελέσματα, εξάγονται σαφή συμπεράσματα για το αντικείμενο μελέτης τα οποία στην συνέχεια θα συγκριθούν με αποτελέσματα άλλων ερευνητών σε παρόμοια πειράματα προκειμένου να καθοριστεί τελικά η «αξία» των προϊόντων και να προσδιοριστεί το μέγεθος της διαφοράς ορισμένων χαρακτηριστικών σε σχέση με άλλες ποικιλίες – πληθυσμούς.

4. Υλικά και Μέθοδοι

4.1 Γενετικό υλικό

4.1.1 Καθαρές σειρές

Το γενετικό υλικό της εργασίας αποτέλεσαν ένας αριθμός διαφορετικών καθαρών σειρών κοινού φασολιού *Phaseolus vulgaris*. Οι σειρές αυτές ήταν απόγονοι ενός φυτού και προέκυψαν με εφαρμογή της μεθόδου επιλογή καθαρής σειράς σε τοπικούς πληθυσμούς : Πρεσπών, Βελεστίνου, Καστοριάς, ΑΒ και Λάκκωμα. Η επιλογή έγινε την καλλιεργητική περίοδο 2003 με κριτήρια την απόδοση και την πρωιμότητα. Τα χαρακτηριστικά του γενετικού υλικού που χρησιμοποιήθηκε για την εργασία παρατίθενται στον πίνακα 7.

Πίνακας 7. Μορφολογικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών που αξιολογήθηκαν

Όνομα	Προέλευση	Τύπος ανάπτυξης *	Χρώμα σπόρου	Μέγεθος σπόρου *	Χρώμα άνθους	Ταυτόχρονη ωρίμανση
Πρεσπών	Άγιος Γερμανός Πρεσπών	IV	Λευκό	Μεγάλο	Λευκό + Κόκκινο	Όχι
Βελεστίνου	Βελεστίνο Μαγνησίας	I	Λευκό	Μεσαίο	Λευκό	Ναι
Καστοριάς	Κλεισούρα Καστοριάς	IV	Λευκό	Μεσαίο	Λευκό	Ναι
ΑΒ	Φλώρινα	IV	Λευκό	Μεγάλο	Λευκό	Όχι
Λάκκωμα	Θεσσ/νίκη	I	Λευκό	Μεσαίο	Λευκό	Όχι

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

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

4.2. Αξιολόγηση σε συνθήκες αγρού

Η αξιολόγηση έγινε σε συνθήκες αγρού. Το πείραμα εγκαταστάθηκε στον πειραματικό αγρό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, που βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος $39^{\circ} 23'$ και γεωγραφικό μήκος $22^{\circ} 45'$ κατά την καλλιεργητική περίοδο του έτους 2004. Ο αγρός αυτός την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο είχε καλλιεργηθεί με σιτάρι. Το έδαφος ανήκει στην ομάδα Typic Xerochrept με μηχανική σύσταση αργιλοπηλώδες, $\text{pH}=7.9-8$, οργανική ουσία 1.44%, P_2O_5 (κατά Olsen) 15-17 ppm και ολικό CaCO_3 2.8-5.3% (Μήτσιος, 2000). Τα μετεωρολογικά δεδομένα (θερμοκρασία αέρα και βροχόπτωση) καταγράφηκαν σε ωριαία βάση στον πλήρως αυτοματοποιημένο μετεωρολογικό σταθμό που ήταν εγκατεστημένος σε απόσταση 50 μέτρων από τον πειραματικό αγρό.

4.3. Καλλιεργητικές φροντίδες

Οι καλλιεργητικές φροντίδες που εφαρμόστηκαν στις ποικιλίες των φασολιών είχαν ως σκοπό την καλύτερη ανάπτυξη των φυτών (μειωμένες εισροές σε λίπανση και φυτοφάρμακα). Πιο συγκεκριμένα οι ιδιαίτερες απαιτήσεις του φασολιού για νερό κατά το φύτευμα και την πρώτη ανάπτυξη ικανοποιήθηκαν με την πρώτη άρδευση που πραγματοποιήθηκε στις 22/6/2003. Από την ημερομηνία αυτή και έπειτα οι αρδεύσεις γινόταν ανά διαστήματα 5-7 ημερών καθ' όλη την διάρκεια του βιολογικού κύκλου μέχρι και το τέλος του Σεπτεμβρίου. Οι δύο πρώτες αρδεύσεις έγιναν με αυτοκινούμενο εκτοξευτήρα με παροχή $34\text{m}^3\text{h}^{-1}$ (λειτουργία πίεσης 4,5 atm και ένταση βροχής 18mmh^{-1}). Η τοποθέτηση του δικτύου στάγδην άρδευσης έγινε στις 29 Ιουνίου. Οι αγωγοί άρδευσης ήταν από μαλακό πολυαιθυλένιο διατομής 20mm και αντοχής 6 atm. Οι σταλάκτες ήταν αυτορυθμιζόμενοι και αυτοκαθαριζόμενοι, ισαποχής 1,4m επί των αγωγών και παροχής 4 l/h. Οι σταλακτηφόροι σωλήνες τοποθετήθηκαν σε κάθε δεύτερη γραμμή φασολιών. Μετά το φύτευμα και όπου χρειαζόταν, έγινε αραίωση φυτών με το χέρι ώστε να παραμείνει ένα φυτό /θέση. Η αραίωση των φυτών έγινε όταν το μέγεθός τους ήταν τέτοιο ώστε να μην προκληθεί ζημιά και προτού τα φυτά εισέλθουν στο στάδιο της ανθοφορίας. Με στόχο την εφαρμογή συστήματος χαμηλών εισροών σε λιπάσματα και φυτοφάρμακα χρησιμοποιήθηκε φρέζα για την καταπολέμηση των ζιζανίων περιφερειακά της έκτασης του πειράματος. Μεταξύ των γραμμών και πάνω στη γραμμή η αφαίρεση

των ζιζανίων έγινε με μηχανικό τρόπο τρεις φορές κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Στις 4/8/2004 πραγματοποιήθηκε επέμβαση με το μυκητοκτόνο Mancozeb WP (mancozeb 50%) για την αντιμετώπιση μυκητολογικών ασθενειών ενώ για τον έλεγχο της προσβολής από τετράνυχο εφαρμόστηκε το εντομοκτόνο σκεύασμα Talstar (bifenthrin 25%). Ο ψεκασμός επαναλήφθηκε στις 28/8 για τον έλεγχο του τετράνυχου και του βρούχου καθώς και μυκητολογικών ασθενειών.

5.4. Συγκομιδή

Η συγκομιδή έγινε στο διάστημα από 29/8/04 έως 31/9/04. Η συγκομιδή των καθαρών σειρών του πληθυσμού του Βελεστίνου, των Ηρεσπών και Λακκώματος καθώς και όλων των μαρτύρων του πειράματος έγινε στις 10-14/9/04. Οι καθαρές σειρές των πληθυσμών Καστοριάς, συγκομίσθηκαν στις 29-31/9/04.

4.5. Χαρακτηριστικά ποιότητας

Τα χαρακτηριστικά ποιότητας αξιολογήθηκαν για τις πέντε παραδοσιακές ποικιλίες. Το υλικό για την αξιολόγηση λήφθηκε από μείγμα σπόρων του συνόλου των καθαρών σειρών κάθε πληθυσμού-τοπικής ποικιλίας. Έτσι έγινε η αξιολόγηση των οργανοληπτικών ιδιοτήτων για πέντε ποικιλίες φασολιού και των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών για δυο ποικιλίες.

4.5.1. Φυσικοχημικές ιδιότητες

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

1. Το χρώμα. Το χρώμα αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της ποιότητας, καθώς και οι βιομηχανίες τροφίμων αλλά και οι καταναλωτές δίνουν μεγάλη σημασία σε αυτό. Οι μεταβολές στο χρώμα του τροφίμου όχι μόνο προκαλούν υποβάθμιση της ποιότητας αλλά μειώνουν και την εμπορική του αξία. Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι εκτίμησης του χρώματος. Το σύστημα CIE περιλαμβάνει τρία κύρια χρώματα: το κόκκινο, το πράσινο και το μπλε. Το σύστημα αυτό εξετάζει τα χαρακτηριστικά 'L', 'a' και 'b', τα οποία

παρέχουν πληροφορίες για το χρώμα του προϊόντος. Οι μετρήσεις του χρώματος έγιναν με το όργανο Hunter miniscan XE plus. Μετρήθηκαν συνολικά δεκαπέντε σπόροι, από κάθε καθαρή σειρά, όπου γινόταν δύο μετρήσεις για τον κάθε ένα και προέκυπτε ένας μέσος όρος ο οποίος και καταγραφόταν. Οι τιμές του 'L' έχουν εύρος από 0-100. Στο 0 αντιστοιχεί το σκούρο μαύρο χρώμα ενώ στο 100 το ανοιχτό λευκό χρώμα. Όταν οι τιμές των 'a' και 'b' τείνουν στο 0 το προϊόν έχει σκοτεινό χρώμα. Η σχέση του χρώματος με τα 'a' και 'b' δίνεται από την εξίσωση $C' = [(a)^2 + (b)^2]^{1/2}$, όσο πιο μεγάλο το 'C' τόσο πιο ανοιχτό το χρώμα.

Πίνακας 8. Χαρακτηριστικά ποιότητας του χρώματος.

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

2. Η σκληρότητα. Η μέτρηση της σκληρότητας έγινε με μέτρηση της πίεσης, αντίστασης του προϊόντος. Για την μέτρηση της σκληρότητας όλα τα δείγματα υπέστησαν βρασμό δεκαπέντε λεπτών με 500ml νερού. Για τις αναγκαίες μετρήσεις της σκληρότητας χρησιμοποιήθηκε πνετόμετρο τύπου FT 327. Για το χαρακτηριστικό αυτό πραγματοποιήθηκαν 10 επαναλήψεις.
3. Η πυκνότητα των σπόρων. Για τις μετρήσεις της σκληρότητας, ζυγίστηκαν 100 gr. σπόρων και τοποθετήθηκαν σε ογκομετρικό κύλινδρο με απεσταγμένο νερό. Έτσι καταγράφηκε η αύξηση του όγκου του νερού και συνεπώς η πυκνότητα, η οποία υπολογίστηκε ως gr/ml. Για το χαρακτηριστικό αυτό πραγματοποιήθηκαν πέντε επαναλήψεις.
4. Ο συντελεστής απορρόφησης (swelling coefficient) και ο συντελεστής ενυδάτωσης (hydration coefficient). Ο συντελεστής ενυδάτωσης υπολογίστηκε στις 24 h ως ποσοστό αύξησης της μάζας των σπόρων κάθε ποικιλίας. Ο συντελεστής απορρόφησης υπολογίστηκε ως ποσοστό του λόγου αύξησης του όγκου των σπόρων μετά σε σχέση με πριν το μούλιασμα.

5. Ικανότητα ενυδάτωσης (hydration capacity) και ικανότητα απορρόφησης (swelling capacity). Ζυγίστηκαν 100gr. σπόρων, μεταφέρθηκαν σε ογκομετρικούς κυλίνδρους όπου προστέθηκαν 100ml νερού. Οι κύλινδροι καλύφθηκαν με πλαστική μεμβράνη και αφέθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου. Καταγράφηκε η αύξηση μάζας και η απορρόφηση νερού στις 1,3,6,9,12,24,36 και 48 h. Η ικανότητα ενυδάτωσης εκφράζει την ικανότητα ενυδάτωσης ανά σπόρο και δείχνει την αύξηση στη μάζα του σπόρου σε σχέση με τον αριθμό των σπόρων που υπήρχαν στο δείγμα (gr/σπόρο). Η ικανότητα απορρόφησης ανά σπόρο υπολογίστηκε ως αύξηση σε όγκο των σπόρων προς τον αριθμό των σπόρων (ml/σπόρο).
6. Περιεκτικότητα των σπόρων σε πρωτεΐνη (%). Έγινε με την αυτοματοποιημένη μέθοδο Kjeldahl και υπολογίστηκε το συνολικό άζωτο των σπόρων κάθε ποικιλίας το οποίο πολλαπλασιαζόμενο με 6,25 δίνει την εκατοστιαία περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν πέντε επαναλήψεις για τον υπολογισμό της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη.
7. Περιεκτικότητα των σπόρων σε λίπος (%). Η περιεκτικότητα σε λίπος μετρήθηκε με την συσκευή Soxhlet. Πραγματοποιήθηκε εκχύλιση δείγματος σπόρου 5gr. κάθε ποικιλίας με αιθέρα για δεκαέξι ώρες. Το δείγμα κονιορτοποιήθηκε προτού γίνει η εκχύλιση. Έγιναν δύο επαναλήψεις για τον υπολογισμό της περιεκτικότητας σε λίπος.
8. Το pH των σπόρων. Στην περίπτωση αυτή 5gr σπόρων από κάθε ποικιλία κονιορτοποιήθηκαν και διαλύθηκαν σε 20ml απεσταγμένο νερό όπου και έγινε η μέτρηση του pH με σταθερό πεχάμετρο (pH526 WTW MultiCal) και πραγματοποιήθηκαν 3 επαναλήψεις.

4.5.2. Οργανοληπτική εξέταση

Η οργανοληπτική εξέταση, αποτελεί μέθοδο προσδιορισμού της ποιότητας των τροφίμων. Για σωστή εξαγωγή σωστών και αντικειμενικών αποτελεσμάτων από αυτή πρέπει να γίνει έλεγχος σε ορισμένες μεταβλητές. Οι μεταβλητές αυτές χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, οι οποίες είναι ο έλεγχος της δοκιμής (εξέταση), ο έλεγχος του προϊόντος και ο έλεγχος των ατόμων που πραγματοποιούν την εξέταση. Ο έλεγχος της δοκιμής αφορά το περιβάλλον, δηλαδή τον χώρο στον οποίο θα πραγματοποιηθεί η οργανοληπτική εξέταση, τη χρήση θαλάμου ή τραπεζιού, την ατμόσφαιρα, την προετοιμασία του χώρου και την είσοδο και έξοδο της περιοχής. Ο χώρος στον οποίο θα πραγματοποιηθεί η οργανοληπτική εξέταση είναι συνήθως ένα τραπέζι το οποίο είναι χωρισμένο σε θέσεις. Η κάθε θέση αντιστοιχεί σε ένα άτομο για την υλοποίηση της δοκιμής. Ο χωρισμός του τραπεζιού αποσκοπεί στο να μην υπάρξει επηρεασμός των ατόμων που επιλέχθηκαν για την εξέταση. Επίσης καθοριστικός παράγοντας στην οργανοληπτική εξέταση είναι η ατμόσφαιρα του χώρου. Έτσι ο φωτισμός και χρωματισμός του χώρου έχουν καθοριστεί πριν τη δοκιμή, ώστε να μην επηρεάσουν θετικά ή αρνητικά την επιλογή του χαρακτηρισμού του προς εξέταση δείγματος των ατόμων. Έτσι ο τοίχος γύρω από κάθε θέση δοκιμής είναι λευκός, ώστε η έλλειψη απόχρωσης οποιουδήποτε χρωματισμού να αποτρέψει τυχόν λανθασμένη εκτίμηση του δοκιμαστή. Επίσης για το σωστό φωτισμό κάθε θέσης έχουν τοποθετηθεί λάμπες φθορισμού 70 έως 80 κεριών. Ακόμη, στο χώρο αυτό η θερμοκρασία πρέπει να είναι 22-24⁰ C και η σχετική υγρασία 45-55%. Ο έλεγχος του προϊόντος αφορά τον τρόπο εξέτασης του δείγματος, τα μέσα τα οποία είναι απαραίτητα για την εξέταση και την προετοιμασία των δειγμάτων. Κατά το στάδιο αυτό της εξέτασης, στα επιλεγμένα άτομα δίνονται τα προς εξέταση δείγματα, τα οποία είναι τοποθετημένα σε γυάλινα σκεύη και τα οποία έχουν αριθμηθεί. Ο στόχος του ελέγχου των ατόμων που πραγματοποιούν την δοκιμή είναι ο περιορισμός των διαφόρων εξωτερικών επιδράσεων έτσι ώστε να περιοριστούν και οι λανθασμένες εκτιμήσεις από αυτούς. Κατά την διαδικασία της δοκιμής κάθε δείγμα πρέπει να δοκιμάζεται την ίδια στιγμή από όλα τα άτομα, ενώ η χρονική διάρκεια της δοκιμής πρέπει να είναι προαποφασισμένη και να τηρείται από όλους. Μετά από κάθε δοκιμή τα άτομα εκτιμούν το δείγμα και καταγράφουν την εκτίμησή τους σε κάποιο έντυπο που τους έχει δοθεί. Στο έντυπο αυτό υπάρχουν βαθμονομημένοι χαρακτήρες για τα προς εξέταση χαρακτηριστικά κάθε δείγματος, και υποχρεούνται να απαντήσουν οι

δοκιμαστές. Η οργανοληπτική εξέταση των δειγμάτων για τις πέντε ποικιλίες φασολιού πραγματοποιήθηκε στις 12/10/2004. Σπόροι από κάθε ποικιλία όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικοί υποβλήθηκαν σε μούσκεμα για δέκα περίπου ώρες και ύστερα ακολούθησε βρασμός για δεκαπέντε λεπτά στους 95°C. Έπειτα τοποθετήθηκαν σε πλαστικά πιάτα και δόθηκαν σε δέκα άτομα για εξέταση (panel). Μετά τη δοκιμή κάθε δείγματος τα άτομα συμπλήρωναν το έντυπο με τα προς εξέταση χαρακτηριστικά. Οι ενότητες των χαρακτηριστικών αυτών ήταν οι εξής:

- α) Εξωτερική εμφάνιση
- β) Γεύση
- γ) Οσμή
- δ) Αφή
- ε) ολική αποδοχή

Οι χαρακτηρισμοί για τα χαρακτηριστικά των παραπάνω ενότητων έγιναν με αριθμούς από το 1 έως το 5 οι οποίοι αντιστοιχούσαν στις ενδείξεις από πολύ έντονο, έντονο, μέτριο, λίγο έντονο, καθόλου έντονο. Συνολικά στα δεδομένα εφαρμόστηκαν στατιστικές αναλύσεις για τον προσδιορισμό ομοιότητας ποικιλιών αλλά και για το ποια χαρακτηριστικά αντιπροσωπεύουν ποιες ποικιλίες καλύτερα.

Πίνακας 9. Το ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε από τα άτομα κατά την οργανοληπτική εξέταση των σπόρων.

A. Εξωτερική εμφάνιση

	Πολύ έντονο	Έντονο	Μέτριο	Λίγο Έντονο	Καθόλου Έντονο
Χρώμα					
Φωτεινότητα					

B. Γεύση

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

Γ. Οσμή

Πολύ έντονο	Έντονο	Μέτριο	Λίγο Έντονο	Καθόλου Έντονο

Δ. Αφή

	Πολύ έντονο	Έντονο	Μέτριο	Λίγο Έντονο	Καθόλου Έντονο
Τρυφερότητα					
Σκληρότητα					

E. Ολική εκτίμηση

Πολύ καλό	Καλό	Μέτριο	Κακό	Πολύ κακό

5. Αποτελέσματα και Συζήτηση

Η αξία ενός παραδοσιακού πληθυσμού φασολιών ο οποίος αποτελείται κυρίως από μείγμα καθαρών σειρών, καθορίζεται εκτός από τις αγρονομικές παραμέτρους και τα συστατικά της απόδοσης, από τις οργανοληπτικές ιδιότητές του. Τα παραπάνω κριτήρια αποτέλεσαν το μέτρο εκτίμησης των εξεταζόμενων παραδοσιακών πληθυσμών φασολιού.

5.1. Αποτελέσματα φυσικοχημικών χαρακτηριστικών

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων και αναλύσεων για τις παραμέτρους ποιότητας που μελετήθηκαν, όπως καταγράφηκαν στην συγκεκριμένη εργασία. Στον πίνακα 10 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της χρωματομετρικής ανάλυσης (L,a,b,C) για τις ποικιλίες που μελετήθηκαν. Παρατηρείται ότι από τις δυο ποικιλίες που μελετήθηκαν, την υψηλότερη τιμή για την παράμετρο 'L' έδωσε η ποικιλία Καστοριά ενώ η ποικιλία Βελεστίνο έδωσε την μικρότερη τιμή. Ο γενικός μέσος όρος και για τις δύο ποικιλίες είναι 89,812. Από αντίστοιχες μελέτες σε 8 ποικιλίες φασολιού οι Shimelis et al. (2005), βρήκαν για την ίδια παράμετρο τιμές από 28,8 έως και 73,9. Σε μελέτη δύο ποικιλιών φασολιού οι Martinez et al. (1995), βρήκαν εύρος τιμών για το χαρακτηριστικό 'L' από 36,5 έως 50,3. Όσον αφορά την παράμετρο 'a' την μεγαλύτερη τιμή έδωσε η ποικιλία Βελεστίνο με γενικό μέσο όρο των δύο ποικιλιών 0,776. Οι τιμές που βρήκαν οι Shimelis et al, για την συγκεκριμένη παράμετρο κυμαίνονται από 1.69 έως 14.39. Οι Martinez et al, αναφέρουν τιμές από 11.7 έως 13.8 Για την παράμετρο 'b' την υψηλότερη τιμή είχε η ποικιλία Βελεστίνο και ο γενικός μέσος όρος των ποικιλιών είναι 2,863. Οι τιμές από την μελέτη Shimelis et al είναι από 5,71 - 25,39 ενώ οι Martinez et al, δίνουν τιμές για το χαρακτηριστικό 'b' με εύρος από 18.9 έως 23.6. Τέλος για την παράμετρο 'C' την υψηλότερη τιμή έχει η ποικιλία Βελεστίνο επίσης. Ο γενικός μέσος όρος είναι 2,994 (Πίνακας 10).

Πίνακας 10. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων για τις παραμέτρους του χρώματος για τις εξεταζόμενες ποικιλίες φασολιού.

Ποικιλία	‘L’	‘a’	‘b’	‘C’
Καστοριά	90.021	0.771	2.789	2.911
Βελεστίνο	89.604	0.781	2.938	3.077
Γ.Μ.Ο.	89.812	0.776	2.863	2.994

Στον πίνακα 11, παρουσιάζεται η εκατοστιαία περιεκτικότητα, των σπόρων σε λίπος, πρωτεΐνη, pH, όπως επίσης και το βάρος 100 σπόρων και η σκληρότητα των σπόρων μετά από 15λεπτο βρασμό. Οι υψηλότερες τιμές για το λίπος, την πρωτεΐνη και αλλά και η υψηλότερη τιμή PH αντιστοιχούν στην ποικιλία Καστοριά. Τα ίδιο όμως ισχύει και για τις τιμές του βάρους 100 σπόρων, της σκληρότητας των σπόρων αλλά και της πυκνότητας σπόρων για την ποικιλία Καστοριά σε σχέση με την ποικιλία Βελεστίνο. Οι τιμές των μέσων όρων για τις εξεταζόμενες παραμέτρους είναι 26.3 για την πρωτεΐνη, 0,804 για το λίπος, 7,105 για το pH, 1,105 για την πυκνότητα, 3,41 για την σκληρότητα και τέλος 45,075 για το βάρος των 100 σπόρων (Πίν. 11). Οι Piergiovanni et al., (2002), αναφέρουν σε μελέτη με ντόπιες ποικιλίες φασολιού της Ιταλίας τιμές από 0.6 έως 1% για την περιεκτικότητα σε λίπος. Οι Escribano et al., (1997), αναφέρουν μέσο όρο περιεκτικότητας σε λίπος για 59 εξεταζόμενους πληθυσμούς 1.34% με CV=17%. Σε μελέτη ποικιλιών ξηρού φασολιού οι Berrios et al., (1999), αναφέρουν εύρος τιμών για την εκατοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος από 1.52 έως 1.59%. Επίσης οι ίδιοι ερευνητές βρήκαν ότι η περιεκτικότητα σε λίπος δεν μεταβάλλεται μετά από δύο χρόνια αποθήκευσης του σπόρου. Οι Shimelis et al. (2005), σε μελέτη 8 ποικιλιών φασολιού βρήκαν για την πρωτεΐνη τιμές από 17.95 έως 22.9%, για το λίπος από 1.26 -3.02% και για την πυκνότητα από 1.17 έως 1.33. Οι Santalla et al., (1999), σε μελέτη 35 ποικιλιών φασολιού βρήκαν, εύρος τιμών για την περιεκτικότητα σε λίπος από 1.42 έως 1.58%, με πολύ χαμηλό συντελεστή παραλλακτικότητας επίσης CV=3.6%. Επίσης, οι Wood et al. (1998), βρήκαν για την πρωτεΐνη τιμές 7.1 και 8.7% και για το λίπος τις τιμές 0.5 και 0.6%. Τα αποτελέσματα αυτά προέκυψαν από μελέτη 2 ποικιλιών φασολιού. Επιπλέον οι Ensmiger et al. (2005), βρήκαν για την πρωτεΐνη τιμές από 7.8 – 16 % και για το λίπος τιμές από 0.3 - 4%. Οι El- Sailed et al. (1981), βρήκαν τιμές πρωτεΐνης 24.42 – 28.61%. Οι Bellindo et al. (2004), βρήκαν τιμές για την πρωτεΐνη από 8.3 έως

15.3% και οι Gonzales et al. (2005), βρήκαν τιμές από 26.1-26.8%. Τέλος για την σκληρότητα, οι Deshpande et al. (1986), βρήκαν τιμές από 20.16 - 41.85%. Όσον αφορά το pH των σπόρων οι Martinez et al. (1995), σε μελέτη δύο ποικιλιών φασολιού αναφέρουν τιμές pH 6.2 και 6.4. Οι Piergiovanni et al. (2000), σε μελέτη μα παραδοσιακές ποικιλίες φασολιού της Ιταλίας αναφέρουν τιμές από 22 έως 28.8%.

Πίνακας 11. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών.

Ποικιλία	Πρωτεΐνη %	Λίπος %	pH	Πυκνότητα (gr/ml)	Σκληρότητα (kg F)	Βάρος 100 σπόρων (gr)
Καστοριά	28.58	1.322	7.22	1.158	4.25	59.82
Βελεστίνο	24.02	0.286	6.99	1.052	2.57	30.33
Γ.Μ.Ο.	26.3	0.804	7.105	1.105	3.41	45.075

Στον πίνακα 12 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των εξεταζόμενων ποικιλιών φασολιού. Ο συντελεστής ενυδάτωσης που εκτιμήθηκε μετά την παραμονή των σπόρων σε νερό για 12 και 24 ώρες, είχε τις υψηλότερες τιμές στην ποικιλία Βελεστίνο. Ο γενικός μέσος όρος για τις ποικιλίες μετά από 12 ώρες ήταν 2,16 και μετά από 24 ώρες 2,282. Ο συντελεστής ενυδάτωσης εκφράζει το ποσοστό αύξησης της μάζας των σπόρων μετά την απορρόφηση νερού σε σχέση με την αρχική μάζα. Ο συντελεστής απορρόφησης εκφράζει το ποσοστό αύξησης του όγκου των σπόρων κάθε ποικιλίας μετά από 12 ώρες παραμονής τους στο νερό. Οι τιμές των ποικιλιών που μελετήθηκαν διέφεραν με υψηλότερες τις τιμές της ποικιλίας Βελεστίνο, με γενικό μέσο όρο 1,607 μετά από παραμονή 12 ωρών ενώ 1,703 για παραμονή 24 ωρών στο νερό (Πίνακας 12). Οι El-Sailed et al. (1981), βρήκαν για τον συντελεστή απορρόφησης τιμές από 41.5 – 68.0. Οι προηγούμενες παράμετροι των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών ήταν ενδιαφέρουσες αλλά πρέπει να ερμηνεύονται και με την ανάλογη πρσοχή δεδομένου ότι το σφάλμα εκτίμησης, όπως προκύπτει από τις τιμές CV ήταν γενικά υψηλό ως πολύ υψηλό.

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

Ποικιλία	Συντελεστής Ενυδάτωσης 12 ώρες	Συντελεστής Ενυδάτωσης 24 ώρες	Συντελεστής Απορρόφησης 12 ώρες	Συντελεστής Απορρόφησης 12 ώρες
Καστοριά	1.987	2.097	1.506	1.600
Βελεστίνο	2.333	2.467	1.708	1.806
Γ.Μ.Ο.	2.16	2.282	1.607	1.703

5.2. Αποτελέσματα οργανοληπτικών χαρακτηριστικών

Τα αποτελέσματα των οργανοληπτικών εξετάσεων φαίνονται στον πίνακα 13 όσον αφορά τα συστατικά τη εξωτερικής εμφάνισης (χρώμα και φωτεινότητα), την οσμή, τα συστατικά της αφής (τρυφερότητα και σκληρότητα) και την ολική εκτίμηση. Γενικά, παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους, καθώς προκύπτει από την μελέτη των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών και αυτό φαίνεται από τις τιμές των συντελεστών παραλλακτικότητας. Έτσι για τα χαρακτηριστικά του χρώματος, της φωτεινότητας, της οσμής, της τρυφερότητας, της σκληρότητας και της ολικής εκτίμησης οι τιμές των συντελεστών παραλλακτικότητας είναι κατ' αντιστοιχία: 0.06, 0.31, 0.2, 0.29, 0.17 και 0.05. Οι τιμές αυτές φανερώνουν ότι γενικά δεν υπήρξε διάσταση απόψεων μεταξύ των καταναλωτών όσον αφορά τα υπό μελέτη χαρακτηριστικά.

Πίνακας 13. Αποτελέσματα οργανοληπτικών εξετάσεων για τις εξεταζόμενες ποικιλίες φασιολιού όσον αφορά την εξωτερική εμφάνιση (χρώμα και τρυφερότητα), την οσμή, την αφή (τρυφερότητα και σκληρότητα) και την ολική εκτίμηση.

Ποικιλία	Χρώμα	Φωτεινότητα	Οσμή	Τρυφερότητα	Σκληρότητα	Ολική Εκτίμηση
Καστοριά	3.3	4.2	2.3	4.2	3.7	3.4
Βελεστίνο	3.0	3.4	2.2	3.1	3.2	3.3
Πρεσπών	3.2	2.1	3.4	2.9	3.9	3.3
ΑΒ	2.8	3	2.8	2.1	2.4	3.0
Λάκωμα	3.2	1.9	3.4	3.0	3.3	3.3
Γ.Μ.Ο.	3.1	3.0	2.8	2.6	3.3	3.3
Sx	0.2	0.947	0.576	0.750	0.579	0.152
F	*	*	*	*	*	*
LSD	0.184	0.869	0.528	0.688	0.531	0.139
C.V. (%)	0.06	0.31	0.20	0.29	0.17	0.05

Επίπεδο σημαντικότητας 0.05

Στον πίνακα 14, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των συστατικών της γεύσης που προέκυψαν από την οργανοληπτική εξέταση. Για τα συστατικά της γεύσης αλμυρότητα, πικρή, στυφή, γλυκιά, χορτώδης, μεταλλική, μουχλιασμένη, όξινη, έντονη, συνεκτικότητα, αποδοχή και χυμώδη δεν προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας CV για αυτά τα χαρακτηριστικά δεν ήταν υψηλός όπως και για τα υπόλοιπα που εξετάστηκαν κατά την οργανοληπτική εξέταση. Συγκεκριμένα οι τιμές των συντελεστών ήταν αντίστοιχα: 0.1, 0.03, 0.06, 0.08, 0.08, 0.07, 0.03, 0.06, 0.15, 0.14, 0.1, 0.35

Πίνακας 14. Αποτελέσματα οργανοληπτικών εξετάσεων για τις εξεταζόμενες ποικιλίες φασολιού όσον αφορά τα συστατικά της γεύσης.

Ποικιλία	Λάκωμα	Καστοριά	Βελιστίνο	Πρεσπών	ΑΒ	Γ.Μ.Ο.	Sx	F	LSD	C.V. (%)
Αλμυρότητα	3.8	4.6	4.9	4.4	4.0	4.3	0.44		0.40	0.1
Πικρή	4.9	5.0	4.9	5.0	4.6	4.9	0.16	*	0.15	0.03
Στυφή	4.3	3.9	4.2	3.6	4.1	4.0	0.27	*	0.25	0.06
Γλυκά	2.7	2.4	2.7	3.0	2.8	2.7	0.21	*	0.19	0.08
Χορτώδης	4.3	4.0	3.7	4.1	3.5	3.9	0.31	*	0.29	0.08
Μεταλλική	4.9	4.8	4.1	4.8	4.4	4.6	0.33	*	0.31	0.07
Μουχλιασμένη	5.0	4.8	5.0	4.8	4.7	4.9	0.13	*	0.12	0.03
Όξινη	4.8	4.7	4.4	4.2	4.8	4.6	0.26	*	0.24	0.06
Έντονη	4.1	3.3	2.8	3.4	2.9	3.3	0.51	*	0.47	0.15
Συνεκτικότητα	3.6	2.6	3.7	3.6	3.0	3.3	0.47	*	0.43	0.14
Αποδοχή	3.2	2.8	3.5	2.9	2.8	3.0	0.30	*	0.27	0.1
Χυμώδη	1.6	2.6	3.0	1.6	1.4	2.0	0.71	*	0.65	0.35

* Επίπεδο σημαντικότητας 0.05

6. Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρατηρήθηκε ότι όσον αφορά τις παραμέτρους του χρώματος, η ποικιλία Βελεστίνο πλεονεκτεί σε σχέση με την ποικιλία Καστοριά. Επίσης σε σχέση με τα αποτελέσματα άλλων μελετών οι τιμές που παρουσιάζονται σε αυτήν την μελέτη είναι μικρότερες εκτός από τις τιμές του χαρακτηριστικού L. Προκύπτει λοιπόν ότι οι δυο αυτές ποικιλίες δεν έχουν παρόμοιες τιμές σε σχέση με άλλες όσον αφορά τα χαρακτηριστικά του χρώματος. Επίσης αναφερόμενοι στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά πρωτεΐνη, λίπος πυκνότητα, σκληρότητα και βάρος 100 σπόρων παρατηρήθηκε ότι η ποικιλία Καστοριά είχε υψηλότερες τιμές σχετικά με την ποικιλία Βελεστίνο. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αυτά με άλλες ποικιλίες παρατηρείται παρόμοιο εύρος τιμών για την παράμετρο του λίπους γεγονός που δηλώνει ότι οι ποικιλίες που εξετάστηκαν εδώ δεν διαφέρουν από ποικιλίες που εξετάστηκαν στο παρελθόν ως προς αυτό το χαρακτηριστικό. Επίσης, για από τις μετρήσεις για την περιεκτικότητα των ποικιλιών σε πρωτεΐνη προέκυψε ότι η ποικιλία Καστοριά είχε μεγαλύτερη περιεκτικότητα από την ποικιλία Βελεστίνο ενώ παρατηρήθηκαν και πάλι παρόμοια στοιχεία σε άλλες ποικιλίες που έχουν εξεταστεί κατά καιρούς. Για το χαρακτηριστικό της σκληρότητας των σπόρων τα αποτελέσματα έδειξαν επίσης ότι η ποικιλία Καστοριά είχε μεγαλύτερες τιμές όμως παρατηρήθηκε σημαντική απόκλιση από τις μετρήσεις αυτού του χαρακτηριστικού σε άλλες ποικιλίες. Τέλος για το pH αναφέρεται ότι παρατηρείται κι εδώ απόκλιση στις τιμές με άλλες ποικιλίες όμως η απόκλιση αυτή δεν είναι ιδιαίτερα σημαντική. Γενικά η οργανοληπτική εξέταση δεν διαφοροποίησε τις ποικιλίες, αφού δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για τις παραμέτρους που εκτιμήθηκαν. Με δεδομένη την κλίμακα από 1 έως 5 της οργανοληπτικής εξέτασης, οι ποικιλίες αυτές έτυχαν της αποδοχής των καταναλωτών. Φαίνεται λοιπόν ότι οι ποικιλίες αυτές έχουν ικανοποιητικά και αποδεκτά ποιοτικά χαρακτηριστικά.

7. Βιβλιογραφία

1. Abate T. and Ampofo J. K. O. Insect pests of common bean in Africa: Their ecology and management. Ann. Rep. Entomol, 1996.
2. Aragão F.J.L., Barros L.M.G, de Sousa M.V., Grossi de Sá M.F., Almeida E.R.P., Gander E.S., Rech E.L. Expression of a methionine-rich storage albumin from the brazil (*Bertholletia excelsa* H.B.K., LECYTHIDACEAE) in transgenic bean plants (*Phaseolus vulgaris* L., FABACEAE), Genetics and Molecular Biology, 1999.
3. Arumuganathan, K., and D.E. Earle. (1991). Nuclear DNA content of some important plant species. Plant Mol. Biol. Rep.
4. Arvanitoyannis S. I., Khah M. E. (2003). Effect of Storage on Physicochemical and Sensory Quality Criteria of Green Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivars Montano and Larma Produced Under Different Fertiliser Regimes. Applied Biotechnology, Food Science and Policy.
5. Aziagba G. C., 1996. A Comparative Study of the Microbiological, Physico-chemical, Nutritive and Sensory Qualities of Dawa Dawa Traditionally Prepared from African Yam Bean (*Sphenostylis stenocarpa*) and Soybean (*Glycine max*). M. Sc. thesis. University of Port Harcourt, Nigeria.
6. Bellindo G., Arntfield S.D., Cenkowski S., Scanlon M. Effects of micronization pretreatments on the physicochemical properties of navy and black beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Swiss society of food science and technology, 2005.

7. Benninger C. W., Hosfield G. L., Nair M.G. (2003). Physical Characteristics of *Phaseolus vulgaris* L. Beans in Relation to Seed Coat Color. Agricultural Research Service.
8. Berrios Jose De J., Barry G., Swanson W., Adeline Cheong. Physicochemical characterization of stored black beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Food research international, 1999.
9. Chrispeels M. J. Genetic engineering of a grain legume with amylase inhibitors for Bruchid resistance. Division of Biology, University of California San Diego, 2000.
10. Cinq-Mars C.D., Arntfield S. D., Parsons R.V. (2003). Quantification and Optimization of the Residue Time Distribution of Navy beans (*Phaseolus vulgaris*) During Pilot Scale Micronization. Food Research International.
11. Collmer C.W., Marston M.F., Taylor J.C., Jahn M. The I Gene of Bean: A Dosage-Dependent Allele Conferring Extreme Resistance, Hypersensitive Resistance, or Spreading Vascular Necrosis in Response to the Potyvirus Bean common mosaic virus. 2000. The American Phytopathological Society.
12. Γαλανοπούλου-Σενδουκά Σ. (2003). Ειδική γεωργία 1 Πανεπιστημιακές Παραδόσεις.
13. Deshpande S.S., Cheryan M. Water uptake during cooking of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Qual Plant Food Hum Nutr 36, 1986.
14. Eke, O.S. and Akobundu, E.N.T. 1993. Functional properties of African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*) seed flour as affected by processing. Food chemistry.

15. El-Saied H. M., El-Farra A. Abdel-Hamid, Cooking-quality of broad-bean varieties as influenced by some physicochemical measurements. Biochemistry Department, Faculty of Agriculture, Zagazig University, and Agricultural Research Centre, Giza (Egypt),1981.
16. Escribano M. R., Santalla M., de Ron A. M., Genetic diversity in pod and seed quality traits of common bean populations from Northwestern Spain. *Euphytica*, 1997.
17. Gepts, P., T.C. Osborn, K. Rashka, and F.A. Bliss (1986). Phaseolin protein variability in wild forms and landraces of the common bean (*Phaseolus vulgaris*): evidence for multiple centers of domestication. *Econ. Bot.*
18. Gonzalez A. M., Monteagudo A. B., Casquero A. M., de Ron A. M., Santalla M. Genetic variation and environmental effects on agronomical and commercial quality traits in the main European market classes of dry bean. *Field crops research*, 2005.
19. Graham P. H., Ranalli P. (1997). Common bean (*Phaseolus vulgaris L.*). *Field Crops Res.*
20. Guzman-Maldonado S.H., Martinez O., Acosta-Gallegos J., Guevara-Lara F., Paredes-Lopez O. Putative Quantitative Trait Loci for Physical and Chemical Components of Common Bean. *Crop Sci.*, 2003.
21. Johnson C. William & Paul Gepts (1999). Segregation for performance in recombinant inbred populations resulting from inter-gene pool crosses of common bean (*Phaseolus vulgaris L.*). *Euphytica*.
22. Johnson C.W., Christina Menendez, Rubens Nodari, Epimaki; M.K. Koinange, Steve Magnusson, Shree P. Singh and Paul Gepts. (1993). Association of a seed weight factor with the phaseolin seed storage protein

locus across genotypes, environments and genomes in *Phaseolus-Vigna* spp. Sax revisited.

23. Khalafalla M.M., Hany A. El-Shemy, Mizanur R. S., Teraishi M, Ishimoto M. Recovery of herbicide-resistant Azuki bean [*Vigna angularis* (Wild.), Ohwi & Ohashi] plants via *Agrobacterium*- mediated transformation. African Journal of Biotechnology, 2005.
24. Khah E. M., Arvanitoyannis I. S. Yield, nutrient content and physico-chemical and organoleptic properties in green bean are affected by N:K ratios. Food Agriculture and environment, 2003.
25. Kigel J. D.(1999). Culinary and nutritional quality of *Phaseolus vulgaris* seeds as affected by environmental factors. Biotechnol. Agron. Soc. Environ.
26. Knochel S., Vangsgaard R., Johansen L. S. Quality changes during storage of sous vide cooked green beans (*Phaseolus vulgaris*). Lebensm Unters Forsch, 1997.
27. Kutos T., Golob T., Kac M., Plestenjak A. (2002). Dietary Fibre Content of Dry and Processed Beans. Food Chemistry.
28. Lauritzen G., Dry beans and peas, selection preparation nutrition. Utah state university 1995.
29. Lee S. C., Prosky L., De Vries J. W. (1992). Determination of total soluble and insoluble dietary fibre in foods –enzymatic-gravimetric method, MES-TRIS Buffer: collaborative study. Journal of AOAC International.
30. Martinez C.; Ros G.; Periago M. J.; Lopez G.; Ortuno J. and Rincon F. (1995). Physico- Chemical and Sensory Quality Criteria of Green Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Lebensm.-Wiss.u.-Technol.

31. Martin- Cabrejas M. A., Esteban R. M., Perez P., Maina G., Waldron K. W. (1997). Changes in Physicochemical Properties of Dry Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) During Long-Term Storage. J. Agric. Food Chem.
32. Maxwell D.P., Hanson S.F., Department of Plant Pathology, University of Wisconsin. The application of biotechnology to beans (*Phaseolus vulgaris*) for management of geminiviruses.
33. Μήτσιος Κ. Ι., Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή Βελεστίνου, Εκδόσεις Zymel, 2000.
34. Mozsik G., Tavor T., Toth G., tsoldos T., Tigyy A. Interrelationships between the gastric cytoprotective effects of vitamin A and β -carotene. Acta Phys. Hung., 1984.
35. Mwandemele D.D.; Nchimbi S. (1992). Variability for cook ability and storability in common beans. Indian J. Gen. Plant Breed.
36. Park S.J., Kiahn F., Arganosa G., Vandenberg B., Muende H., and Kereliuk G. Processing Quality of White Beans Grown In Different Regions In Canada. Agriculture and Agri-Food Canada Greenhouse & Processing Crops Research Centre.
37. Pasin N.H.; Santos-Fihlo B.G.; Dos-Santos D.S.B. (1991). Performance of bean seeds derived from plants subjected to water stress at growth stages. Pesqui. Agropecu. Bras.
38. Piergiovanni A.R., Cerbino D., della Gatta C., Diversity in seed quality traits of common bean populations from Basilicata (Southern Italy). Plant breeding, 2000.
39. Prosky L., Asp N. G., Schweizer T. F., De Vries J. W., Furda I. (1998). Determination of Insoluble, Soluble and Total Dietary Fibre in Foods and

Food Products. Interlaboratory study. Journal of the Association of Official Analytical Chemists.

40. Ranalli P., Processing, new food application and development of improved bean cultivars Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 1999.
41. Santalla M., Casquero P. A., de Ron A. M., Yield and yield components from intercropping improved bush bean cultivars with maize. Journal of Agronomy and crop Science, 1999.
42. Sanz Calvo M, J. Atienza del Rey. Sensory analysis of beans (*Phaseolus vulgaris*). Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 1999.
43. Seo Y. S., Gepts P., Gilbertson R. L. Genetics of resistance to the geminivirus, Bean dwarf mosaic virus, and the role of the hypersensitive response in common bean. Theor Appl Genet, 2004.
44. Shams M. A. and Thompson D.R. (1987). Quantitative determination of pea losses as affected by conventional water blanching. Journal of Food Science.
45. Shellie K. C.; Hostfield G.L. (1991). Genotype x environmental effects on food quality of common bean: resource-efficient testing procedures. J. Am. Soc. Hort. Sci.
46. Shiga T. M., Lajolo F. M., Filisetti M. C. C. T. (2004). Changes in the cell wall polysaccharides during storage and hardening of beans. Food Chemistry.

47. Singh S. P.; D. G. Debouck and W.M. Roca (1998). Interspecific hybridization between *Phaseolus vulgaris* L. and *parviflorus* Freytag. Annu. Rpt. Bean Improv. Coop.
48. Singh P. S. Morales F.J., Miklas N.P. and Teran H.(2000). Selection for Bean Golden Mosaic Resistance in Intra- and Interracial Bean Populations. Crop Sci.
49. Shimelis and S. K. Rakshit. Proximate composition and physico-chemical properties of improved dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in Ethiopia. E A. Food Engineering and Bioprocess Technology Program, Asian Institute of Technology, 2005.
50. Traka-Mavrona Ekaterini, Dimitrios Georgakis, Metaxia Koutsika-Sotiriou and Theodora Pritsa (2000). An integrated Approach of Breeding and Maintaining an Elite Cultivar of Snap Bean. Agronomy Journal.
51. Vishalakshi I., Salunkie D.K., Sate S.K., Quick-cooking beans (*Phaseolus vulgaris* L.): I. Investigations on quality. B. L. Rockland. Qual Plant Plant Foods. Hum Nutr, 1980.
52. Wokoma, E. C. and G. C. Aziagba. 2001. Microbiological, physical and nutritive changes occurring during the natural fermentation of African yam bean into dawa dawa. Global Journ Pure & Appl Sci.
53. Wokoma E. C., Aziagba, G. C. Sensory evaluation of Dawa Dawa produced by the traditional fermentation of African yam bean (*Sphenostylis Stenocarpa* Harms) Seeds. Journal of Applied Sciences & Environmental

Management. Xiaojun Wu., Correlation of physicochemical characteristics in the seed coat and canning quality in different dark red kidney bean (*Phaseolus vulgaris L.*) cultivars. Food Science and Technology , 2001.

54. Xiaojun Wu., Correlation of physicochemical characteristics in the seed coat and canning quality in different dark red kidney bean (*Phaseolus vulgaris L.*) cultivars. Food Science and Technology, 2002.

Web sites

53. (<http://www.admworld.com>)
54. (<http://www.beans.co.za/nat4.htm>)
55. (<http://www.calbeans.com/BEAN%20BASICS.html>)
56. (<http://www.cilr.uq.edu.au/>).
57. (<http://www.foodgrainsbank.ca/>)
58. (<http://www.michiganbean.org/>)

8. Παράρτημα

Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για τον υπολογισμό του Μ.Ο. και της τυπικής απόκλισης των οργανοληπτικών παραμέτρων των πέντε ποικιλιών.

Ποικιλία Πρεσπών

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ						
ΑΡ. ΑΤΟ ΜΩΝ	ΧΡΩ- ΜΑ	ΦΩΤΕΙΝΟ- ΤΗΤΑ	ΑΛΜΥΡΟ- ΤΗΤΑ	ΠΙ- ΚΡΗ	ΣΤΥ- ΦΗ	ΓΛΥ- ΚΙΑ
1	4	2	5	5	3	3
2	2	1	5	5	5	3
3	2	3	3	5	5	3
4	5	2	5	5	2	5
5	4	3	4	5	3	3
6	3	1	5	5	2	4
7	4	3	3	5	5	4
8	2	2	5	5	5	2
9	4	2	5	5	2	1
10	2	2	4	5	4	2
Μ.Ο.	3,2	2,1	4,4	5	3,6	3
Sx	1,1352 92	0,737865	0,843274	0	1,349897	1,154701

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ					
ΑΡ ΑΤΟ.	ΧΟΡΤΩ-ΔΗΣ	ΜΕΤΑΛ-ΛΙΚΗ	ΜΟΥΧΛΙΑ-ΣΜΕΝΗ	ΟΞΙΝΗ	ΕΝΤΟΝΗ
1	4	5	5	5	3
2	4	3	4	2	3
3	5	5	5	3	3
4	4	5	5	5	4
5	5	5	5	4	5
6	1	5	4	5	1
7	4	5	5	5	5
8	5	5	5	5	3
9	5	5	5	3	4
10	4	5	5	5	3
M.O.	4,1	4,8	4,8	4,2	3,4
Sx	1,197219	0,632456	0,421637	1,135292	1,173788

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ					
ΑΡ. ΑΤΟ.	ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	ΑΠΟΔΟΧΗ	ΧΥΜΩ-ΔΗ	ΟΣΜΗ	ΤΡΥΦΕΡΟΤΗΤΑ
1	4	3	1	4	3
2	4	4	1	4	3
3	4	3	3	4	4
4	4	2	1	1	1
5	2	3	1	4	3
6	5	3	1	2	1
7	5	4	3	4	4
8	3	3	1	2	4
9	2	1	1	5	3
10	3	3	3	4	3
M.O.	3,6	2,9	1,6	3,4	2,9
Sx	1,074968	0,875595	0,966092	1,264911	1,100505

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΟΛΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ
1	4	4
2	4	2
3	2	5
4	5	2
5	4	3
6	3	4
7	5	4
8	4	3
9	5	2
10	3	4
M.O.	3,9	3,3
Sx	0,994429	1,05935

Ποικιλία Λάκωμα

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ						
ΑΡ. ΑΤΟ.	ΧΡΩ-ΜΑ	ΦΩΤΕΙΝΟ-ΤΗΤΑ	ΑΛΜΥΡΟ-ΤΗΤΑ	ΠΙΚ-ΡΗ	ΣΤΥ-ΦΗ	ΓΛΥ-ΚΙΑ
1	4	2	4	5	5	2
2	1	1	5	4	5	2
3	3	3	3	5	5	1
4	4	2	4	5	3	3
5	4	2	4	5	3	4
6	1	1	3	5	5	4
7	4	3	4	5	5	5
8	3	2	3	5	5	3
9	5	1	4	5	3	1
10	3	2	4	5	4	2
M.O.	3,2	1,9	3,8	4,9	4,3	2,7
Sx	1,3165	0,737865	0,632456	0,3162	0,948683	1,3374

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ					
ΑΡ. ΑΤΟ.	ΧΟΡΤΩ-ΔΗΣ	ΜΕΤΑΛ-ΛΙΚΗ	ΜΟΥΧΛΙΑ-ΣΜΕΝΗ	ΟΞΙΝΗ	ΕΝΤΟΝΗ
1	5	5	5	5	4
2	5	4	5	3	4
3	5	5	5	5	4
4	5	5	5	5	4
5	5	5	5	5	4
6	1	5	5	5	5
7	3	5	5	5	4
8	5	5	5	5	3
9	5	5	5	5	5
10	4	5	5	5	4
M.O.	4,3	4,9	5	4,8	4,1
Sx	1,337494	0,316228	0	0,632456	0,567646

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ					
ΑΡ. ΑΤΟ.	ΣΥΝΕΚΤΙΚΟ-ΤΗΤΑ	ΑΠΟΔΟ-ΧΗ	ΧΥΜΩ-ΔΗ	ΟΣΜΗ	ΤΡΥΦΕΡΟ-ΤΗΤΑ
1	4	4	1	3	3
2	2	1	1	5	3
3	4	3	1	4	3
4	4	4	2	1	2
5	5	3	2	3	3
6	4	3	1	3	5
7	4	4	3	3	4
8	5	5	1	3	3
9	1	1	1	5	1
10	3	4	3	4	3
M.O.	3,6	3,2	1,6	3,4	3
Sx	1,264911	1,316561	0,843274	1,173788	1,054093

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΟΛΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ
1	2	4
2	4	1
3	2	5
4	2	4
5	4	3
6	5	3
7	5	4
8	4	4
9	2	1
10	3	4
M.O.	3,3	3,3
Sx	1,251666	1,337494

Ποικιλία ΑΒ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ						
ΑΡ. ΑΤΟ.	ΧΡΩΜΑ	ΦΩΤΕΙΝΟ-ΤΗΤΑ	ΑΛΜΥΡΟ-ΤΗΤΑ	ΠΙΚ-ΡΗ	ΣΤΥ-ΦΗ	ΓΛΥ-ΚΙΑ
1	4	4	4	5	5	2
2	4	4	3	5	4	2
3	3	3	5	5	5	4
4	3	3	4	5	5	2
5	3	3	4	5	5	3
6	3	3	5	2	3	5
7	2	3	4	4	2	3
8	2	3	4	5	4	2
9	2	3	3	5	5	3
10	2	1	4	5	3	2
M.O.	2,8	3	4	4,6	4,1	2,8
Sx	0,788811	0,816497	0,666667	0,9660	1,1005	1,0327

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ					
ΑΡ. ΑΤΟ.	ΧΟΡΤΩ-ΔΗΣ	ΜΕΤΑΛ-ΛΙΚΗ	ΜΟΥΧΛΙΑ-ΣΜΕΝΗ	ΟΞΙΝΗ	ΕΝΤΟΝΗ
1	5	5	5	5	3
2	2	4	5	5	3
3	5	4	5	5	3
4	5	5	5	5	4
5	1	3	2	5	2
6	1	5	5	5	3
7	5	5	5	5	4
8	4	5	5	5	2
9	5	5	5	5	3
10	2	3	5	3	2
M.O.	3,5	4,4	4,7	4,8	2,9

Sx	1,779513	0,843274	0,948683	0,632456	0,737865
----	----------	----------	----------	----------	----------

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ					
ΑΡ. ΑΤΟ.					
	2	3	1	3	2
1	4	3	2	3	2
2	1	1	1	5	2
3	5	4	1	3	2
4	1	3	2	2	2
5	2	2	1	3	1
6	5	3	1	3	2
7	3	3	2	1	2
8	4	3	1	4	3
9	3	3	2	1	3
M.O.	3	2,8	1,4	2,8	2,1
Sx	1,490712	0,788811	0,516398	1,229273	0,567646

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΟΛΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ
1	3	3
2	2	3
3	3	1
4	3	3
5	2	3
6	1	2
7	1	4
8	3	3
9	2	5
10	4	3
M.O.	2,4	3
Sx	0,966092	1,054093

Ποικιλία Βελεστίνο

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ						
ΑΡ. ΑΤΟ.	ΧΡΩΜΑ	ΦΩΤΕΙΝΟ-ΤΗΤΑ	ΑΛΜΥΡΟ-ΤΗΤΑ	ΠΙ-ΚΡΗ	ΣΤΥ-ΦΗ	ΓΛΥ-ΚΙΑ
1	5	5	4	4	1	5
2	4	5	5	5	3	4
3	3	4	5	5	4	3
4	3	4	5	5	4	3
5	3	3	5	5	5	3
6	3	3	5	5	5	2
7	3	3	5	5	5	2
8	2	3	5	5	5	2
9	2	2	5	5	5	2
10	2	2	5	5	5	1
M.O.	3	3,4	4,9	4,9	2,7	4,2
Sx	0,942809	1,0749677	0,3162278	0,3162	1,316	1,1595

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ					
ΑΡ. ΑΤΟ.	ΧΟΡΤΩΔΗΣ	ΜΕΤΑΛ-ΛΙΚΗ	ΜΟΥΧΛΙΑ-ΣΜΕΝΗ	ΟΞΙΝΗ	ΕΝΤΟΝΗ
1	2	2	5	4	4
2	2	3	5	4	4
3	3	3	5	4	4
4	3	4	5	4	3
5	3	4	5	4	3
6	4	5	5	4	3
7	5	5	5	5	3
8	5	5	5	5	2
9	5	5	5	5	1
10	5	5	5	5	1
M.O.	3.7	4.1	5	4.4	2.8
Sx	1.251666	1.100505	0	0.5163978	1.1352924

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ					
ΑΡ. ΑΤΟ.	ΣΥΝΕΚΤΙΚΟ-ΤΗΤΑ	ΑΠΟΔΟ-ΧΗ	ΧΥΜΩ-ΔΗ	ΟΣΜΗ	ΤΡΥΦΕΡΟ-ΤΗΤΑ
1	5	5	5	4	4
2	4	4	5	3	4
3	4	4	3	3	4
4	4	4	3	3	3
5	4	4	3	2	3
6	4	4	3	2	3
7	3	3	3	2	3
8	3	3	2	1	3
9	3	3	2	1	3
10	3	1	1	1	1
M.O.	3.7	3.2	3	2.2	3.1
Sx	0.6749486	1.080123	1.247219	1.032796	0.875595

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΟΛΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ
1	1	5
2	3	4
3	3	4
4	3	4
5	3	3
6	3	3
7	3	3
8	4	3
9	4	2
10	5	2
M.O.	3.2	3.3
Sx	0.948683	0.948683

Ποικιλία Καστοριά

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ						
ΑΡ. ΑΤΟ.	ΧΡΩΜΑ	ΦΩΤΕΙΝΟ-ΤΗΤΑ	ΛΛΜΥΡΟ-ΤΗΤΑ	ΠΙ-ΚΡΗ	ΣΤΥ-ΦΗ	ΓΛΥ-ΚΙΑ
1	5	5	3	5	1	5
2	4	5	4	5	4	4
3	4	5	4	5	4	3
4	4	5	5	5	4	2
5	4	5	5	5	5	2
6	4	5	5	5	5	2
7	3	4	5	5	5	2
8	2	4	5	5	5	2
9	2	3	5	5	5	1
10	1	1	5	5	5	1
M.O.	3.3	4.2	4.6	5	3.9	2.4
Sx	1.2516656	1.3165612	0.6992059	0	1.5951	1.2649

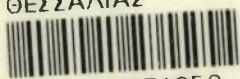
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ					
ΑΡ. ΑΤΟ.	ΧΟΡΤΩ-ΔΗΣ	ΜΕΤΑΛ-ΛΙΚΗ	ΜΟΥΧΛΙΑ-ΣΜΕΝΗ	ΟΞΙΝΗ	ΕΝΤΟΝΗ
1	2	3	3	4	5
2	2	5	5	4	5
3	3	5	5	4	5
4	4	5	5	5	5
5	4	5	5	5	4
6	5	5	5	5	3
7	5	5	5	5	2
8	5	5	5	5	2
9	5	5	5	5	1
10	5	5	5	5	1
M.O.	4	4.8	4.8	4.7	3.3
Sx	1.2472219	0.632456	0.632456	0.4830459	1.7029386

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ					
ΑΡ. ΑΤΟ.	ΣΥΝΕΚΤΙΚΟ-ΤΗΤΑ	ΑΠΟΔΟ-ΧΗ	ΧΥΜΩΔΗ	ΟΣΜΗ	ΤΡΥΦΕΡΟ-ΤΗΤΑ
1	5	4	4	5	5
2	4	4	3	3	5
3	3	3	2	3	5
4	3	3	2	2	5
5	2	3	2	2	5
6	2	3	2	2	5
7	2	3	2	2	4
8	2	2	3	2	3
9	2	2	3	1	3
10	1	1	3	1	2
M.O.	2.6	2.8	2.6	2.3	4.2
Sx	1.1737878	0.918937	0.699206	1.159550 2	1.135292

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΟΛΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ
1	1	5
2	2	4
3	2	4
4	2	4
5	5	3
6	5	3
7	5	3
8	5	3
9	5	2
10	5	
M.O.	3.7	3.4
Sx	1.702939	0.843274



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074953