



**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ Τ.Ε.Ι. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ &
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ**

Κατεύθυνση: Φυτικής Παραγωγής

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΦΑΣΟΛΙΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

ΕΥΑΓΓΕΛΙΑΣ ΜΠΑΠΚΑ

**Επιβλέπων Καθηγητής: Χρήστος Ι. Δημητριάδης
Καθηγητής Εφαρμογών**

Θεσσαλονίκη, Σεπτέμβριος 2017



**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ Τ.Ε.Ι. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ &
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ**

Κατεύθυνση: Φυτικής Παραγωγής

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΦΑΣΟΛΙΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

ΕΥΑΓΓΕΛΙΑΣ ΜΠΑΠΚΑ

**Επιβλέπων Καθηγητής: Χρήστος Ι. Δημητριάδης
Καθηγητής Εφαρμογών**

Θεσσαλονίκη, Σεπτέμβριος 2017

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εκπονήθηκε στη Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας & Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής υπό την επίβλεψη του Καθηγητή Εφαρμογών κ. Δημητριάδη Χρήστου, τον οποίο θα ήθελα να ευχαριστήσω για την εμπιστοσύνη του κατά την ανάθεση του θέματος, καθώς επίσης για τις συμβουλές και τις υποδείξεις του κατά την εκπόνηση της πτυχιακής μου διατριβής.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα όλους τους ανθρώπους που συνέβαλλαν στην επιτυχημένη ολοκλήρωση της συγκεκριμένης προσπάθειας. Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια και τους φίλους μου που με την αμέριστη συμπαράσταση και υποστήριξή τους, με βοήθησαν να εκπληρώσω τους στόχους μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το κοινό φασόλι (*Phaseolus vulgaris*) είναι από τα πιο σημαντικά ψυχανθή, για τη διατροφή του ανθρώπου σε όλο τον κόσμο. Καλλιεργείται τόσο για τους χλωρούς λοβούς του όσο και για τα ξερά σπέρματά του και αποτελεί τη σημαντικότερη πηγή πρωτεϊνών και θρεπτικών συστατικών για τους ανθρώπους των αναπτυσσόμενων χωρών. Μεταξύ των οσπρίων καταλαμβάνει την πρώτη θέση σε παγκόσμια κλίμακα. Οι κυριότερες χώρες παραγωγής ξερών φασολιών είναι η Ινδία, η Βραζιλία, το Μεξικό και η Κίνα. Στην Ελλάδα το 2009 καλλιεργήθηκαν υπαίθρια 55.992 και στα θερμοκήπια 2.782 στρέμματα και παρήχθησαν αντίστοιχα 56.769 και 5.178 τόνοι φασολιού (Μπλέτσος 2012). Η καλλιεργούμενη φασολιά είναι ποώδες ετήσιο φυτό και οι καλλιεργούμενες ποικιλίες της διακρίνονται σε νάνες, αναρριχώμενες και ημιαναρριχώμενες. Τα φασόλια συγκομίζονται χειρωνακτικά ή μηχανικά. Η εκμηχάνιση της συγκομιδής των γεωργικών προϊόντων συνέβαλλε αρχικά στη μείωση του κόστους, στη διαφύλαξη και αύξηση του γεωργικού εισοδήματος και στην απαλλαγή του γεωργού και της οικογένειάς από την επίμοχθη εργασία. Η όλη διαδικασία της μηχανικής συγκομιδής μπορεί να χωριστεί στις ακόλουθες λειτουργίες κοπή, αλώνισμα, διαχωρισμός και καθαρισμός. Ανάλογα με τη μέθοδο που χρησιμοποιείται για τη συγκομιδή, οι λειτουργίες αυτές εκτελούνται από διαφορετικές μηχανές ή μπορούν να συνδυαστούν σε μία μόνο μηχανή. Οι καρποί των φασολιών συγκομίζονται κατά κανόνα με τις κλασικές θεριζοαλωνιστικές μηχανές. Τα ψυχανθή παρουσιάζουν διάφορα προβλήματα λόγω του τρόπου καρποφορίας (λοβοί), και ανάπτυξης των φυτών. Οι θεριζοαλωνιστικές μηχανές για να μπορέσουν να συγκομίσουν τους ξηρούς καρπούς των ψυχανθών με αποτελεσματικότητα, χαμηλές απώλειες και χαμηλό κόστος πρέπει να υποστούν ορισμένες προσαρμογές. Οι προσαρμογές αυτές αφορούν το μηχανισμό θερισμού, το μηχανισμό αλωνισμού και το μηχανισμό καθαρισμού. Οι θεριζοαλωνιστικές μηχανές πρέπει να προσαρμόζονται προσεκτικά και να λειτουργούν ώστε να μειώνεται η ποσότητα των ξένων υλών και των ανεπιθύμητων λοβών όπως επίσης και οι απώλειες συγκομιδής.

Λέξεις κλειδιά: φασόλι, συγκομιδή, μηχανική συγκομιδή φασολιού

ABSTRACT

The common bean (*Phaseolus vulgaris*) is one of the most important legumes for human nutrition around the world. It is grown both for its green lobes and for its dried seeds and is the most important source of protein and nutrients for the people of the developing countries. Among legumes, beans it occupies the first place on a global scale. The main dry bean production countries are India, Brazil, Mexico and China. In Greece, in 2009, 5,599 ha were grown in the field and 278.2 ha in the greenhouses and 56,769 and 5,178 tonnes of beans respectively were produced (Mpletos 2012). The cultivated bean is an herbaceous annual plant and its cultivated varieties are distinguished in dwarfs, climbing and semi-sprouted. Beans are harvested manually or mechanically. The mechanization of harvesting agricultural products initially contributed to lowering costs, safeguarding and increasing farm incomes, and releasing the farmer and his family from the labor. The total mechanical harvesting process can be divided into the following cutting, threshing, separation and cleaning functions. Depending on the method used for harvesting, these operations are performed by different machines or can be combined into a single machine. Bean nuts are generally harvested with conventional combine harvesters. Legumes present various problems due to the way of fruiting (lobes), and plant growth. Combine harvesters must be able to harvest the legume nuts with efficiency, low losses and low costs. These adjustments concern the harvesting mechanism, the threshing mechanism and the cleaning mechanism. Combine harvesters must be carefully adjusted and operated to reduce the amount of foreign matter and unwanted lobes, as well as harvest losses.

Keywords: bean, harvesting, bean mechanical harvest

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ABSTRACT	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ	6
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1 Η ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΦΑΣΟΛΙΟΥ	9
1.1. ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	9
1.2. ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	11
2 Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΦΑΣΟΛΙΟΥ	12
2.1 ΚΑΤΑΓΩΓΗ	12
2.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΦΑΣΟΛΙΟΥ	13
2.3 ΕΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	13
2.3.1 Το κλίμα	13
2.3.2 Το έδαφος	14
2.4 Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ	14
2.5 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	16
2.5.1 Η σπορά	16
2.5.2 Η λίπανση	17
2.5.3 Η άρδευση	18
2.5.4 Άλλες καλλιεργητικές φροντίδες	19
2.6 ΑΠΟΔΟΣΗ	20
2.7 ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ	20
2.8 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	21
2.8.1 Τα έντομα	21

2.8.2	Οι ασθένειες	21
2.9	ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	22
2.9.1	Φασόλι της Ισπανίας (<i>Phaseolus multiflorus</i>)	24
2.9.2	Φασόλι της Λίμας (<i>Phaseolus lunatus L</i>)	25
2.9.3	Φασόλι μαυρομάτικο (<i>Dolichos melanophthalmus DC</i>)	25
2.9.4	Fagiolletto Gentile O Riso (<i>Dolichos unguiculatus L.</i>)	25
2.9.5	Fagiolletto Asparago (<i>Dolichos sesquipedalis L.</i>)	26
2.10	ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ	26
3	Η ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ	28
3.1.	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	29
3.2.	Η ΕΚΜΗΧΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ	30
3.3.	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ	31
3.4.	ΟΙ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ	33
3.5.	ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ	34
3.6.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ	37
3.7.	ΟΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ	40
4	Η ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΤΟΥ ΦΑΣΟΛΙΟΥ	42
4.1.	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ	42
4.1.1	Λαχανοκομικό φασόλι (φασολάκι)	43
4.1.2	Φασόλι της Λίμας	43
4.1.3	Ξηρά φασόλια- όσπρια	43
4.2.	ΧΕΙΡΩΝΑΚΤΙΚΗ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	44
4.3.	ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	45
1.1.1	Προσαρμογές των θεριζοαλωνιστικών μηχανών	46
4.4.	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ	50
4.5.	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ	52

4.6. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ τΩΝ ΣΥΓΚΟΜΙΖΟΜΕΝΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ	54
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	57
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	58
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	58
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	58
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ	59

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1.1. Η καλλιεργούμενη έκταση και η παραγωγή του ξερού και πράσινου φασολιού στην Ευρώπη και παγκόσμια για το 2014.	10
Πίνακας 1.2. Οι σημαντικότερες χώρες παραγωγής ξερού και πράσινου φασολιού το 2014.	10
Πίνακας 1.3. Καλλιεργούμενες εκτάσεις (στρέμματα) και παραγωγή (τόνοι), του φασολιού, τόσο σε μονοκαλλιέργεια όσο και συγκαλλιεργούμενο με άλλα είδη, ανά περιφερειακή ενότητα και συνολικά στην Ελλάδα το έτος 2014.	11
Πίνακας 2.1. Θρεπτική αξία λαχανοκομικού φασολιού/100 g. NB.	27
Πίνακας 2.2. Η διατροφική αξία του φασολιού ανά 100 g.	27

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 2.1. Φυτό της ποικιλίας «Μπαρμπούνι Πλατύ» (αριστερά) και της καλλιέργεια της ποικιλίας «Ζαργάνα Χρυσούπολης» (Μπλέτσος 2012).	15
Εικόνα 2.2. Το άνθος του φασολιού (Μπλέτσος 2012).	16
Εικόνα 2.3. Σχήμα διατομής λοβού φασολιάς: ελλειψοειδής, ωοειδής, καρδιόσχημη (ευρεία και στενή) ή κυκλική (από αριστερά προς τα δεξιά) (Μπλέτσος 2012).	16
Εικόνα 2.4. Προσβολή του φασολιού από το έντομο βρούχος. Φωτογραφία του ακμαίου εντόμου (δεξιά) (Μπλέτσος 2012).	21
Εικόνα 2.5. Το φύλλο, η ταξιανθία (επάνω), το άνθος και οι σπόροι (κάτω) της ποικιλίας «Δανάη» (Μπλέτσος 2012).	24

Εικόνα 2.6. Άνθος, λοβός και καρπός της ποικιλίας «Ζαργάνα Χρυσούπολης» (Μπλέτσος 2012).	24
Εικόνα 3.1. Συστήματα γεωργικού μηχανήματος (Τσατσαρέλης 2003, Srivastava κ.α. 1993).	35
Εικόνα 3.2. Διάγραμμα διεργασιών θεριζοαλωνιστικής μηχανής (Τσατσαρέλης 2003).	37
Εικόνα 3.3. Θεριζοαλωνιστική μηχανή (Srivastava κ.α. 1993).	38
Εικόνα 3.4. Μια τυπική θεριζοαλωνιστική μηχανή που έλκεται από ελκυστήρα (Srivastava κ.α. 1993).	38
Εικόνα 3.5. Εσωτερική κατασκευή μιας σύγχρονης αυτοκινούμενης θεριζοαλωνιστικής μηχανής (Srivastava κ.α. 1993).	40
Εικόνα 4.1. Αυτοκινούμενη θεριζοαλωνιστική μηχανή πράσινων φασολιών (Culpin 2014).	47
Εικόνα 4.2. Τυπικές καμπύλες απόδοσης της θεριζοαλωνιστικής μηχανής. Α: Απώλειες αλωνισμού, Β: Απώλειες καθαρισμού, C: Απώλειες διαχωρισμού και D: Συνολικές απώλειες (Srivastava κ.α. 1993).	51

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κοινό φασόλι (*Phaseolus vulgaris*) είναι από τα πιο σημαντικά ψυχανθή, για τη διατροφή του ανθρώπου σε όλο τον κόσμο. Καλλιεργείται τόσο για τους χλωρούς λοβούς του όσο και για τα ξερά σπέρματά του και αποτελεί τη σημαντικότερη πηγή πρωτεϊνών και θρεπτικών συστατικών για τους ανθρώπους των αναπτυσσόμενων χωρών. Μεταξύ των οσπρίων καταλαμβάνει την πρώτη θέση σε παγκόσμια κλίμακα. Οι κυριότερες χώρες παραγωγής ξερών φασολιών είναι η Ινδία, η Βραζιλία, το Μεξικό και η Κίνα (Graham και Vance 2003).

Το λαχανοκομικό φασόλι το 2008 καλλιεργήθηκε σε όλο τον κόσμο σε έκταση 9.345 χιλιάδες στρέμματα και παρήχθησαν 6.719 χιλιάδες τόνοι φασολιού. Στην Ελλάδα το 2009 καλλιεργήθηκαν υπαίθρια 55.992 και στα θερμοκήπια 2.782 στρέμματα και παρήχθησαν αντίστοιχα 56.769 και 5.178 τόνοι φασολιού (Μπλέτσος 2012).

Η καλλιεργούμενη φασολιά είναι ποώδες ετήσιο φυτό και οι καλλιεργούμενες ποικιλίες της διακρίνονται σε: α) νάνες, β) αναρριχώμενες και γ) ημιαναρριχώμενες. Το λαχανοκομικό φασόλι αναπτύσσεται καλύτερα σε ελαφρά εδάφη που έχουν pH 5,5-7,0

και καλλιεργείται σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας για τους τρυφερούς ανώριμους λοβούς και για τους ξερούς σπόρους (ξερά φασόλια). Τα φασόλια συγκομίζονται χειρωνακτικά ή μηχανικά με προσαρμοσμένες θεριζοαλωνιστικές μηχανές (Μπλέτσος 2012).

Στις νάνες και ημιαναρριχώμενες ποικιλίες η συγκομιδή γίνεται με δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος περιλαμβάνει την κοπή των φυτών στη βάση τους ή το ξερίζωμα, τη συγκέντρωση σε σωρούς όπου παραμένουν μέχρι να ξεραθούν τελείως και στη συνέχεια γίνεται αλωνισμός. Στη δεύτερη περίπτωση, προτιμάται ο θεριζοαλωνισμός όταν οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής ευνοούν την αποξήρανση των φυτών και οι απώλειες λόγω τινάγματος είναι ελάχιστες. Στις αναρριχώμενες ποικιλίες συνήθως η συγκομιδή γίνεται σταδιακά και με το χέρι, και πραγματοποιούνται 2-3 χέρια. Μετά τη συγκομιδή οι λοβοί αφήνονται στον ήλιο να ξεραθούν και στη συνέχεια αλωνίζονται. Εναλλακτικά για την εξοικονόμηση εργατικών, τα φυτά αφήνονται στον αγρό μέχρι να ωριμάσουν όλοι οι λοβοί, ξεριζώνονται και τελικά αλωνίζονται μηχανικά (Παπακώστα-Τασοπούλου 2005).

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι να παρουσιάσει την υπάρχουσα βιβλιογραφία που αναφέρεται στη συγκομιδή του φασολιού και να περιγράψει τον μηχανολογικό εξοπλισμό που χρησιμοποιείται από τους καλλιεργητές και τον τρόπο συγκομιδής του φασολιού. Από την ανάλυση της συγκεκριμένης βιβλιογραφίας, προκύπτουν τα συμπεράσματα που αφορούν τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την εφαρμογή της μηχανικής συγκομιδής όταν ληφθούν υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης καλλιέργειας.

1 Η ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΦΑΣΟΛΙΟΥ

1.1. ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

Ένα μεγάλο ποσοστό των καλλιεργουμένων φασολιών αναπτύσσεται τώρα παγκοσμίως ως ξηρό φασόλι, ενώ ένα μικρότερο ποσοστό της καλλιέργειας συγκομίζεται επίσης ως λαχανικό, όπου οι λοβοί συλλέγονται και καταναλώνονται σε νωπή κατάσταση ή διατηρούνται ως κατεψυγμένο προϊόν. Με αυτές τις διαφορετικές μορφές τελικών προϊόντων, υπάρχει μια τεράστια ποικιλία στα χαρακτηριστικά των σπόρων και των λοβών σε σχήμα, μέγεθος και χρώμα και αυτό έχει οδηγήσει σε μια τεράστια ποικιλομορφία καλλιεργούμενων ποικιλιών που αναπτύσσονται και καλλιεργούνται εμπορικά. Ορισμένες ποικιλίες διατηρούν τα χαρακτηριστικά των αναρριχώμενων, ενώ άλλες καλλιεργούνται σαν κοντά θαμνώδη φυτά (Biddle 2017).

Τόσο τα ξερά όσο και τα πράσινα φασόλια αναπτύσσονται τώρα σε πολλές υποτροπικές και πιο εύκρατες περιοχές. Στον Πίνακα 1.1. που ακολουθεί παρουσιάζονται οι καλλιεργούμενες εκτάσεις και η παραγωγή των ξερών και πράσινων φασολιών για το έτος 2014 τόσο στην Ευρώπη όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Πιο αναλυτικά, οι σημαντικότερες περιοχές παραγωγής φασολιών είναι η Νότια και Κεντρική Αμερική, η Αφρική, η Δυτική Ασία, η Ευρώπη και οι ΗΠΑ. Τα στατιστικά στοιχεία του FAOSTAT (Πίνακας 1.2.) δείχνουν ότι η Μυανμάρ, η Ινδία, η Βραζιλία, οι ΗΠΑ, το Μεξικό, η Τανζανία και η Κίνα (Faostat 2014).

Οι περισσότερες ποικιλίες φασολιών έχουν επιλεγεί ή αναπτυχθεί για εξειδικευμένες αγορές και οι καταναλωτές τείνουν να προτιμούν συγκεκριμένους τύπους. Εξαιτίας αυτού, υπάρχει ένα πολύ ευρύ φάσμα χαρακτηριστικών, ιδιαίτερα στο μέγεθος και στο χρώμα του σπόρου, που διατίθενται ως ποικιλίες για αυτές τις ειδικές απαιτήσεις. Τα περισσότερα αποξηραμένα φασόλια επανυδατώνονται και μαγειρεύονται είτε ολόκληρα είτε ως αλεύρι ή χυλός. Τα αποξηραμένα φασόλια μπορούν να αποθηκευτούν με επιτυχία και ως εκ τούτου αποτελούν πολύτιμη πηγή πρωτεϊνών στη διατροφή των ανθρώπων στις αναπτυσσόμενες χώρες. Είναι εύκολο να μεταφέρονται και να μεταποιούνται βιομηχανικά. Μια μεγάλη ποσότητα αποξηραμένων φασολιών με λευκούς σπόρους χρησιμοποιούνται σε κονσέρβες με σάλτσα ντομάτας και πωλούνται ως μαγειρεμένα φασόλια στις ΗΠΑ, τον Καναδά και το Ηνωμένο Βασίλειο, ενώ τα

φασόλια με χρωματισμένους σπόρους είναι κονσερβοποιημένα ή μεταποιημένα για σαλάτες φασολιών ή έτοιμα γεύματα (Biddle 2017).

Πίνακας 1.1. Η καλλιεργούμενη έκταση και η παραγωγή του ξερού και πράσινου φασολιού στην Ευρώπη και παγκόσμια για το 2014.

	Παγκόσμια		Ευρώπη	
	Έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τόνοι)	Έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τόνοι)
Ξερό φασόλι	306128420	26529580	3110140	701575
Πράσινο φασόλι	15276130	21720588	1068490	818492

Faostat 2014

Πίνακας 1.2. Οι σημαντικότερες χώρες παραγωγής ξερού και πράσινου φασολιού το 2014.

	Παραγωγή (τόνοι)	
	Ξερό φασόλι	Πράσινο φασόλι
Μυανμάρ	4651094	-
Ινδία	4110000	636103
Βραζιλία	3294586	-
Η.Π.Α.	1311340	45720
Μεξικό	1273957	93753
Τανζανία	1114500	5672
Κίνα	1061769	17031702
Ουγκάντα	876576	-
Κένυα	615992	43818
Αιθιοπία	513725	6486
Αργεντινή	429832	4040
Ρουάντα	415259	7281
Καμερούν	362055	4342
Ινδονησία	244589	855958
Μοζαμβίκη	186065	-

Faostat 2014

1.2. ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στη χώρα μας καλλιεργούνται κυρίως δύο είδη *Phaseolus*, το κοινό φασόλι και το πολυανθές φασόλι (γίγαντες). Η καλλιεργούμενη έκταση από 280.000 στρ. το 1950 μειώθηκε σταδιακά σε 104.000 στρ. το 2002 και η παραγωγή ξηρών φασολιών από 41.000 τόνους το 1950 σε 22.000 τόνους το 2002 (Τσατσαρέλης 2003). Σύμφωνα με δεδομένα της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής, το έτος 2014 καλλιεργήθηκαν στην χώρα μας 64875 στρ. για παραγωγή φασολιών σε μονοκαλλιέργεια και 3381 στρ. σε συγκαλλιέργεια με άλλα είδη (συνήθως αραβόσιτος). (Ελληνική Στατιστική Αρχή 2014). Καλλιεργείται κυρίως ως αμιγή καλλιέργεια με μέση απόδοση ξηρού σπόρου 215 κιλά /στρ. και σε περιορισμένη έκταση σε συγκαλλιέργεια με το καλαμπόκι όπου η μέση απόδοση ξηρού σπόρου ανέρχεται στα 110 κιλά /στρ. Ο κυριότερος λόγος της μείωσης των καλλιεργούμενων εκτάσεων είναι η μικρή ανταγωνιστικότητα της καλλιέργειας συγκριτικά με τις άλλες αρδευόμενες καλλιέργειες, η οποία αποδίδεται κυρίως στην ασταθή παραγωγή των πολυάριθμων τύπων εγχώριων πληθυσμών φασολιού που καλλιεργούνται στη χώρα μας (Παπακώστα-Τασοπούλου 2005).

Πίνακας 1.3. Καλλιεργούμενες εκτάσεις (στρέμματα) και παραγωγή (τόνοι), του φασολιού, τόσο σε μονοκαλλιέργεια όσο και συγκαλλιεργούμενο με άλλα είδη, ανά περιφερειακή ενότητα και συνολικά στην Ελλάδα το έτος 2014.

Περιφερειακές Ενότητες	Μονοκαλλιέργεια		Συγκαλλιεργούμενα με άλλα είδη	
	Εκτάσεις (στρ.)	Παραγωγή (τόνοι)	Εκτάσεις (στρ.)	Παραγωγή (τόνοι)
Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	8707	2237.544	32	7.35
Κεντρικής Μακεδονίας	5380	1217.544	98	43.04
Δυτικής Μακεδονίας	20349	5946.042	14	1.4
Ηπείρου	2405	1049.92	540	120.64
Θεσσαλίας	6487	1308.619	170	28.71
Στερεάς Ελλάδας	6595	2350.9	140	20.97
Ιονίων Νήσων	1686	478.765	1461	94.32
Δυτικής Ελλάδας	5165	1735.14	391	91.14
Πελοποννήσου	3152	741.73	226	45.8
Αττικής	60	13.892	2	0.288
Βορείου Αιγαίου	2619	485.2	148	11.74
Νοτίου Αιγαίου	1106	127.675	44	8.45
Κρήτης	1164	269.35	115	22.3
Συνολικά	64875	17962.321	3381	496.148

Ελληνική Στατιστική Αρχή 2014

2 Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΦΑΣΟΛΙΟΥ

2.1 ΚΑΤΑΓΩΓΗ

Το μεγαλόσπερμο φασόλι κατάγεται από τη νότια Αμερική (κυρίως από το Περού και τον Ισημερινό) και το μικρόσπερμο από την κεντρική Αμερική (κυρίως από το Μεξικό και τη Γουατεμάλα). Αυτό το επιβεβαιώνουν οι απανθρακωμένοι σπόροι φασολιού που βρέθηκαν σε αρχαιολογικούς τάφους του Περού που χρονολογούνται στην εποχή των Ίνκας (7000 π.Χ.) και του Μεξικού. Τα φασόλια είναι ένα από τα πιο παλιά καλλιεργούμενα είδη. Τα μεγαλόσπερμα φασόλια, με σπόρους μεγέθους μικρής πέτρας, συγκομίσθηκαν από μη εξημερωμένα φυτά στο Αφγανιστάν και στους πρόποδες των Ιμαλαίων πριν από χιλιάδες χρόνια. Στην αρχαία Αίγυπτο, τα φασόλια θάβονταν με τους νεκρούς. Όταν ήρθαν οι λευκοί στην Αμερική το φασόλι ήδη χρησιμοποιούνταν ως κύρια τροφή και οι Ινδιάνοι συγκαλλιεργούσαν το αναρριχώμενο φασόλι με το καλαμπόκι (Karlan 2008, Μπλέτσος 2012).

Στην Ευρώπη το φασόλι το έφερε ο Κολόμβος με την επιστροφή του από το ταξίδι του στην Αμερική (16ος αιώνας). Η καλλιέργεια πολλών ψυχανθών ήταν γνωστή στην Ελλάδα από πολύ παλαιά. Ο βίκος (*Vicia sativa*) αναφέρεται από τον Γαληνό, τον 2^ο αιώνα π.Χ. Το ρόβι (όροβος) (*Ervum ervilia*) αναφέρεται από τον Θεόφραστο και τον Διοσκουρίδη. Τα κουκιά αναφέρονται από τον Όμηρο. Τα ρεβίθια από τον Όμηρο και τον Θεόφραστο. Φαίνεται ότι τα περισσότερα κατάγονται από τις χώρες της Ανατολικής Μεσογείου, όπου και καλλιεργούνται επί αιώνες. Η σόγια καλλιεργείται από χιλιάδες χρόνια στην Κίνα (αναφέρεται από το 2800 π.Χ.) και μεταφέρθηκε το 1804 στις ΗΠΑ, όπου και καλλιεργείται σε μεγάλες εκτάσεις. Η αραχίδα κατάγεται από τη Ν. Αμερική (Τσατσαρέλης 2003). Το φασόλι άρχισε να καλλιεργείται στην Ελλάδα από το 17^ο αιώνα. Οι πρώτες ποικιλίες φασολιού που ήρθαν από τις τροπικές στις εύκρατες χώρες επηρεάζονταν από τη φωτοπερίοδο. Με την εξημέρωση όμως του φασολιού δημιουργήθηκαν και καλλιεργούνται σήμερα φωτοπεριοδικά ουδέτερες ποικιλίες σε όλο τον κόσμο (Μπλέτσος 2012).

2.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΦΑΣΟΛΙΟΥ

Τα ψυχανθή, όπως αναφέρθηκε ήδη, ανήκουν στην οικογένεια Papilionaceae ή Fabaceae της τάξης των Leguminosae ή Fabales και τα κυριότερα καλλιεργούνται ως εαρινά. Είναι ποώδη μονοετή φυτά. Τα κυριότερα καλλιεργούμενα για καρπό είναι: η σόγια (*Glycine max*), τα φασόλια (*Phaseolus vulgaris*) και η αραχίδα (*Arachis hypogea*). Μικρότερη σημασία έχουν τα κουκιά (*Vicia faba*), η φακή (*Lens culinaris*), τα μπιζέλια (*Pisum arvense*), τα ρεβίθια (*Cicer arietinum*), τα λούπινα (*Lupinus*) και το λαθούρι (*Lathyrus sativus*) (Τσατσαρέλης 2003).

2.3 ΕΛΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

2.3.1 Το κλίμα

Το φυτό αναπτύσσεται γρήγορα και είναι ανθεκτικό στη ζέστη. Υποφέρει όμως από το κρύο και τούς δυνατούς ανέμους. Χρειάζεται χώρους ζεστούς και προφυλαγμένους, γιατί ο υγρός άνεμος ευνοεί την προσβολή από ασθένειες, ενώ το φυτό μπορεί να καταστραφεί τελείως από τον παγετό. Οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες, κατά την άνθιση του φυτού, μπορεί να προκαλέσουν το χάσιμο των φύλλων και συνεπώς του προϊόντος (Ciufolini 1984).

Η καλύτερη θερμοκρασία, πού δεν πρέπει να έχει απότομες μεταλλαγές, είναι αυτή πού κυμαίνεται από 18° ως 24°C. Στις θερμοκρασίες αυτές, οι περισσότερες ποικιλίες ωριμάζουν σε 50 έως 60 ημέρες. Το φασόλι είναι ευαίσθητο σε χαμηλές θερμοκρασίες, κάτω από 10° C και σε θερμοκρασίες πάνω από 30° C καθώς προκαλούν προβλήματα στην ανάπτυξη των φυτών (Καλορίζου και Παπαχατζής 2011).

Η φασολιά, εκτός από τις ψυχρές περιόδους, φοβάται και τις άφθονες βροχές, ιδίως κατά τη φύτευση και την ωρίμανση, καθώς και την υπερβολική θερινή θερμοκρασία και ξηρασία, που προκαλούν ανθόρροια ή καρπόπτωση και ενίοτε τον μαρασμό και την ξήρανση ολόκληρου του φυτού. Η πτώση των ανθών οφείλεται στις διακυμάνσεις της υγρασίας (βροχή) και της θερμοκρασίας. Ως μέτρο αντιμετώπισης προτείνεται αρχικά η διατήρηση των φυτών ομοιόμορφα ποτισμένων και η άρδευση να εφαρμόζεται στις ρίζες των φυτών. Επίσης, η προσθήκη οργανικής ουσίας φαίνεται να συμβάλει στην ομοιόμορφη ρύθμιση και διατήρηση της θερμοκρασίας του εδάφους (Παρασκευόπουλος 2000, Vegetable Research & Information Center 2011).

2.3.2 Το έδαφος

Το φασόλι δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητικό σε έδαφος. Προτιμά όμως τα ελαφρά και δίνει καλές αποδόσεις σε μεσαία εδάφη, γόνιμα, μαλακά, φρέσκα, πλούσια σε οργανική ουσία και αυτά που επιτρέπουν τη διέλευση του νερού. Πρέπει να αποφεύγονται τα υγρά, μη στραγγιζόμενα, κρύα, αργιλώδη εδάφη, καθώς και αυτά που είναι πολύ ασβεστώδη και πολύ οξέα. Το φασόλι προτιμά το ουδέτερο pH (επιθυμητό pH 5,5-6,5), αλλά βλασταίνει και σε έδαφος ελαφρώς όξινο. Έχουν μέτρια αντοχή στο pH (3,0-5,5). Δεν είναι πολύ ανθεκτικό στην ξηρασία. Όπως όλα τα ψυχανθή χρειάζεται άζωτο μονάχα στην αρχή της βλάστησης και όταν μεγαλώνει ο καρπός, και γη πολύ πλούσια σε φώσφορο και κάλιο (Ciufolini 1984, Παρασκευόπουλος 2000, Καλορίζου και Παπαχατζής 2011). Τα υπερβολικά υγρά εδάφη ενθαρρύνουν τις ασθένειες των ριζών και τα θρεπτικά προβλήματα. Τέλος, το φασόλι δεν ανέχεται την αλατότητα (Adsule κ.α. 1998).

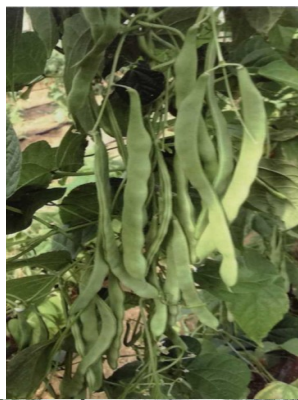
2.4 Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ

Το φασόλι είναι ετήσιο, ποώδες φυτό, πολύμορφο και αυτογονιμοποιούμενο, με μικρό βιολογικό κύκλο. Τα φυτά των νάνων ποικιλιών αναπτύσσονται πολύ γρήγορα, ο κεντρικός βλαστός καταλήγει σε ταξιανθία οπότε σταματά η ανάπτυξή τους σε ύψος 30-60 εκ. Από τις μασχάλες των φύλλων του κεντρικού βλαστού αναπτύσσονται πλάγιοι βλαστοί οι οποίοι τερματίζουν την ανάπτυξή τους με μια ταξιανθία στην κορυφή. Τα φυτά των αναρριχώμενων ποικιλιών έχουν ένα κεντρικό βλαστό, με μεγάλα μεσογονάτια διαστήματα, ο οποίος αναπτύσσεται μέχρι 3-4 μέτρα. Από τα κατώτερα γόνατα του κεντρικού βλαστού αναπτύσσονται πλάγιοι βλαστοί από μασχαλαίους οφθαλμούς. Τα φυτά των ημι-αναρριχώμενων ποικιλιών αναπτύσσονται όπως τα φυτά των νάνων ποικιλιών, αλλά τερματίζουν τη βλαστική τους ανάπτυξη σε μεγαλύτερο ύψος (Εικόνα 2.1). Το φασόλι έχει φύλλα σύνθετα, ομαλά και μυτερά στη άκρη και αποτελούμενα από τρία φυλλάρια και το καθένα από αυτά έχει μεγάλους μίσχους (Παρασκευόπουλος 2000, Καλορίζου και Παπαχατζής 2011, Μπλέτσος 2012).

Η ρίζα του είναι αρκετά ανεπτυγμένη, πασσαλώδης, φθάνει σε βάθος 50-60 εκατοστά και φέρει μεγάλο αριθμό πλευρικών ριζών (δευτερεύουσες). Στις ρίζες του σχηματίζονται φυμάτια από το αζωτοβακτήριο *Bacterium radicicola*, το οποίο έχει την

ικανότητα να δεσμεύει το άζωτο της ατμόσφαιρας. (Παρασκευόπουλος 2000, Καλορίζου και Παπαχατζής 2011).

Τα άνθη φέρονται σε ταξιανθίες (βότρες) των 6-12 ανθέων, που σχηματίζονται στις μασχάλες των φύλλων και είναι τέλεια (ερμαφρόδιτα) και πλήρως αυτογονιμοποιούμενα και στις νάνες ποικιλίες ανθίζουν σε μικρή χρονική περίοδο. Η στεφάνη (περιάνθιο) του άνθους αποτελείται από τον πέτασο, τις πτέρυγες και την τρόπιδα (Εικόνα 2.2). Το χρώμα τους είναι συνήθως άσπρο, κίτρινο, ρόδινο, ή βιολετί ανάλογα με την ποικιλία του φασολιού (Παρασκευόπουλος 2000, Καλορίζου και Παπαχατζής 2011, Μπλέτσος 2012).

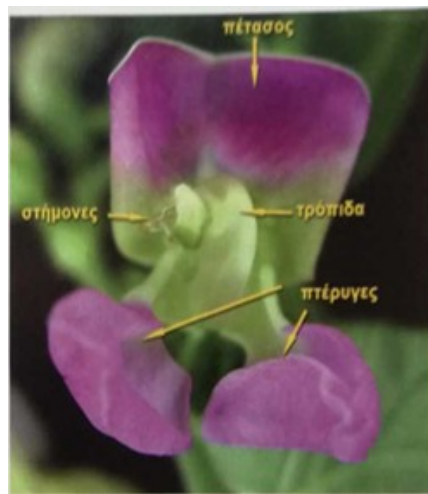


Εικόνα 2.1. Φυτό της ποικιλίας «Μπαρμπούνι Πλατύ» (αριστερά) και της καλλιέργεια της ποικιλίας «Ζαργάνα Χρυσούπολης» (Μπλέτσος 2012).

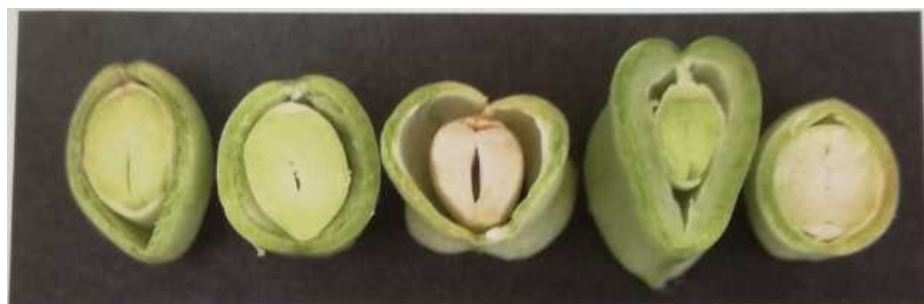
Ο καρπός είναι λοβός (μήκος 8-20 εκ. και πλάτος 0,6-2,2 εκ.) και έχει ελλειψοειδή, ωοειδή, καρδιόσχημη (ευρεία ή στενή) ή κυκλική διατομή σε κάθετη τομή δια μέσου του σπόρου και 4-12 σπόρους/λοβό (Εικόνα 2.3). Το χρώμα του λοβού είναι συνήθως πράσινο, αλλά υπάρχουν και ποικιλίες με λοβούς διαφόρων χρωμάτων (κίτρινο, πρασινοϊώδες, ιώδες κ.λπ.). Οι λοβοί είναι ευθείς ή κυρτοί (έχουν κοίλο, σχήματος S ή κυρτό σχήμα), στην άκρη (εξαιρουμένης της μύτης) έχουν διάφορα σχήματα (οξύ, οξύ

προς κολοβό, κολοβό) και ο στύλος (μύτη) είναι κυρτός (πολύ λίγο, λίγο, μέτριο, πολύ, πάρα πολύ) (Παρασκευόπουλος 2000, Μπλέτσος 2012).

Ο σπόρος έχει διάφορα σχήματα σε κατά μήκος τομή (κυκλικό, κυκλικό προς ελλειπτικό, ελλειπτικό, νεφρόσχημο, ορθογώνιο) και ένα, δύο ή περισσότερα από δύο χρώματα. Το χρώμα που καλύπτει τη μεγαλύτερη περιοχή (κύριο χρώμα) είναι (λευκό, πράσινο ή πρασινωπό, γκρι, κίτρινο, μπεζ, καφέ, κόκκινο, ιώδες, μαύρο) και το χρώμα που καλύπτει τη μικρότερη περιοχή (δευτερεύον χρώμα) είναι (λευκό, κίτρινο, μπεζ, καφέ, κόκκινο, ιώδες, μαύρο) και κατανέμεται γύρω από τον οφθαλμό, στο μισό σπόρο ή σε όλο το σπόρο (Καλορίζου και Παπαχατζής 2011, Μπλέτσος 2012)



Εικόνα 2.2. Το άνθος του φασολιού (Μπλέτσος 2012).



Εικόνα 2.3. Σχήμα διατομής λοβού φασολιάς: ελλειψοειδής, ωοειδής, καρδιόσχημη (ευρεία και στενή) ή κυκλική (από αριστερά προς τα δεξιά) (Μπλέτσος 2012).

2.5 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Ο βλαστικός κύκλος της φασολιάς ποικίλει, ανάλογα με την ποικιλία, από 70-140 μέρες. Γι' αυτό η σπορά του φασολιού γίνεται μετά την πάροδο των όψιμων παγετών (Παρασκευόπουλος 2000).

2.5.1 Η σπορά

Μεγάλη σημασία έχει η προετοιμασία του εδάφους για τη σπορά. Το έδαφος πρέπει να είναι μαλακό, ζεστό, με σωστό βαθμό υγρασίας. Κατά την προετοιμασία του εδάφους για καλλιέργεια φασολιού, γίνεται συνήθως βαθιά άροση του εδάφους την άνοιξη και ακολουθεί διασπορά και ενσωμάτωση των λιπασμάτων με φρεζάρισμα. Όταν μπορούμε πρέπει να κάνουμε το όργωμα το φθινόπωρο και να δουλέψουμε πριν από τη σπορά το έδαφος με τη φρέζα. Τα εδάφη που προορίζονται για την καλλιέργεια των φασολιών θέλουν 3-4 οργώματα και σβαρνίσματα για να ψιλοχωματιστεί καλά το χώμα για να είναι έτοιμο για τη σπορά (Ciufolini 1984, Καλορίζου και Παπαχατζής 2011).

Για τα φασολάκια πού τρώγεται ο λοβός, οι πρώτες σπορές γίνονται σε προφυλαγμένες περιοχές ακόμα και τον Ιανουάριο-Φεβρουάριο. Η φασολιά σπέρνεται κατευθείαν στο χωράφι σε διαδοχικές σπορές από την άνοιξη ως το φθινόπωρο. Στα ζεστά κλίματα, η σπορά γίνεται επιτόπου, από τον Μάρτη ως τον Απρίλη και στα ψυχρά και ορεινά κλίματα, τέλη του Μάη ή αρχές του Ιούνη και ακόμη αργότερα για τις όψιμες καλλιέργειες, μέχρι τον Αύγουστο. Στη βόρεια Ελλάδα σπέρνεται συνήθως το πρώτο 15νθήμερο του Απριλίου και το πρώτο 15νθήμερο του Αυγούστου (Παρασκευόπουλος 2000, Μπλέτσος 2012).

Η απαιτούμενη ποσότητα σπόρου για τη σπορά κυμαίνεται από 10-15 κιλά/στρέμμα (εξαρτάται από το μέγεθος του σπόρου). Η σπορά στη μεγάλη καλλιέργεια γίνεται με σπαρτικές μηχανές και για μικρές εκτάσεις με τσάπα ή με το χέρι με 4-5 σπόρους σε κάθε θέση. Οι νάνες ποικιλίες σπέρνονται σε γραμμές που απέχουν 30-60 εκ. μεταξύ τους και φυτό από φυτό πάνω στη γραμμή 15-25 εκ. Οι αναρριχώμενες ποικιλίες σπέρνονται σε γραμμές που απέχουν 80-100 εκ. μεταξύ τους και φυτό από φυτό πάνω στη γραμμή 20-25 εκ. και υποστυλώνονται με καλάμια σε υπαίθρια καλλιέργεια ή με σπάγγο σε καλλιέργεια θερμοκηπίου. Σε ένα στρέμμα καλλιεργούνται 15.000- 18.000 φυτά στις νάνες ποικιλίες και 4.000-6.000 φυτά στις αναρριχώμενες ποικιλίες. Πρέπει όμως πριν τη σπορά τα φασόλια να μείνουν μέσα στο νερό μια μέρα για να φυτρώσουν πιο γρήγορα. Όταν πρόκειται να καλλιεργηθεί σε θερμοκήπιο για πρώιμη παραγωγή σπέρνεται σε δίσκους που περιέχουν τύρφη και μόλις φυτρώσουν μεταφυτεύονται για να μη υπάρχουν κενά στο θερμοκήπιο. Η ελάχιστη θερμοκρασία του εδάφους για να

φυτρώσουν τα φασόλια είναι 15 βαθμοί και η άριστη 27 βαθμοί. Τα φασόλια φυτρώνουν σε 8 ημέρες, Μετά την εμφάνιση των φυτών στην επιφάνεια του εδάφους γίνεται αραίωμα ώστε να αναπτυχθούν 3-4 φυτά ανά θέση (Παρασκευόπουλος 2000, Καλορίζου και Παπαχατζής 2011).

2.5.2 Η λίπανση

Το φασόλι, επειδή έχει μικρό βλαστικό κύκλο και μικρές ρίζες, έχει ανάγκη από λιπάσματα πού αφομοιώνονται αμέσως. Αν υπάρχει η δυνατότητα και προκειμένου να επιτευχθούν υψηλές αποδόσεις, προστίθενται 1.500-2.000 κιλά/ στρέμμα καλοχωνεμένης κοπριάς. Η ανόργανη λίπανση πρέπει να έχει κυρίως ως βάση το φώσφορο και το κάλιο όπως για όλα τα όσπρια. Συνήθως χορηγούνται 4-6 κιλά N, 8-12 κιλά P₂O₅ και 10-15 κιλά K₂O στο στρέμμα. Τα ανόργανα λιπάσματα πού εγχωματώνουμε με τις εργασίες της προετοιμασίας πρέπει να έχουν μια σχέση 1:2:2 ή 1:1:2. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε 40-50 κιλά ενός συνθετικού λιπάσματος, όπως το 10-20-20 ή το 10-10-20. Αν χρησιμοποιήσουμε απλά λιπάσματα, χρειάζονται 50-60 κιλά υπερφωσφορικό, 20-30 κιλά καλιούχα λιπάσματα, 20 κιλά αζωτούχα, πού χορηγούμε στην επιφάνεια του εδάφους για πρώτη φορά όταν αρχίζει η βλάστηση και για δεύτερη κατά τη διάρκεια της άνθισης (Παρασκευόπουλος 2000, Καλορίζου και Παπαχατζής 2011).

Πρέπει να σημειωθεί, πως η φασολιά είναι πολύ απαιτητική σε φωσφόρο και ασβέστιο. Η έλλειψη Mn, Zn και Fe και η περίσσεια B μειώνει σημαντικά τις αποδόσεις. Επίσης έχει μεγάλη απαίτηση σε θρεπτικά στοιχεία και ιδίως στο άζωτο. Είναι βέβαια γνωστό ότι στις ρίζες των φυτών σχηματίζονται φυμάτια από το βακτήριο *Rhizobium* spp. που συμβιώνει με το φυτό και δεσμεύει το ατμοσφαιρικό άζωτο με το οποίο εμπλουτίζει το έδαφος (Μπλέτσος 2012).

Πάντως για μια σωστή λίπανση πρέπει να ληφθεί υπόψη η γονιμότητα του εδάφους και οι απαιτήσεις των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία (Καλορίζου και Παπαχατζής 2011). Το υπερβολικό άζωτο προκαλεί δυνατή βλαστική ανάπτυξη με στράγγισμα των ανθών και περισσότερες προσβολές από ασθένειες. Τέλος, πρέπει να αποφύγουμε να έρθουν τα λιπάσματα σε επαφή με τους σπόρους, συνεπώς πρέπει να τα εγχωματώνουμε σε μεγάλο βάθος και να τα τοποθετούμε ανάμεσα στις γραμμές (Ciufolini 1984).

2.5.3 Η άρδευση

Σε ορισμένες περιοχές παραγωγής φασολιών, οι αγροί αρδεύονται πριν από τη φύτευση και οι σπόροι τοποθετούνται σε υγρό έδαφος. Εάν τα χωράφια δεν έχουν προ-αρδευτεί, το νερό είναι απαραίτητο αμέσως μετά τη σπορά. Οι επακόλουθες αρδεύσεις θα πρέπει να πραγματοποιούνται σε διαστήματα 5-10 ημερών, συνήθως με αυλάκια. Τα συστήματα σταγονιδίων μπορούν επίσης να αποτελέσουν μια εξαιρετική μέθοδο αρδεύσεως των φασολιών. από την άλλη πλευρά, όταν οι βροχές είναι βαριές, ενδέχεται να χρειαστούν πρόσθετες εγκαταστάσεις αποστράγγισης για να αποφευχθεί η καταγραφή του νερού. Η κακή αποστράγγιση του νερού οδηγεί σε κιτρίνισμα φύλλων και υπερβολική ανάπτυξη (Adsule κ.α. 1998).

Το φασόλι έχει ανάγκη από πολύ νερό, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της άνθησης και του δεσίματος των καρπών, αλλά δεν πρέπει το νερό να λιμνάζει. Δεν πρέπει να βρέχονται τα φυτά, για να αποφύγουμε την ανάπτυξη των ασθενειών. Πρέπει συνεπώς να ποτίζουμε με αυλάκια και με μικρές ποσότητες νερού. Ένα πότισμα είναι χρήσιμο πριν από την άνθιση και ένα άλλο αμέσως μόλις σχηματιστεί ο λοβός (Ciufolini 1984).

Όταν τα φυτάρια βγάλουν 4 φυλλαράκια αρχίζουν οι περιποιήσεις: κανονικά ποτίσματα, ανάλογα με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και της υγρασίας του εδάφους. Όταν όμως αρχίσει η μεγάλη ανθοφορία πρέπει να λιγοστέψουμε τα ποτίσματα ή να τα σταματούμε εντελώς γιατί τα λουλούδια δεν γονιμοποιούνται (δεν δένουν) και πέφτουν. Έπειτα από το δέσιμο των λουλουδιών πρέπει να αρχίσουμε το πότισμα τακτικά και συχνά, κάθε 3-5 μέρες, ανάλογα φυσικά με την υγρασία του εδάφους. Τα πολλά ποτίσματα δημιουργούν βλαστομανία ή φυλλομανία σε βάρος της καρποφορίας (Παρασκευόπουλος 2000).

2.5.4 Άλλες καλλιεργητικές φροντίδες

Οι καλλιεργητικές εργασίες που χρειάζονται είναι ένα σκάλισμα. που γίνεται με μηχανή ανάμεσα στις γραμμές και συχνά με το χέρι πάνω στις γραμμές, μόλις αναπτυχθούν τα φυτά. Το σκάλισμα μπορεί να επαναληφθεί στη συνέχεια 4 φορές. Έτσι καταπολεμούνται τα βλαβερά φυτά ανάμεσα στις γραμμές, ενώ πάνω στις γραμμές μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ειδικά ζιζανιοκτόνα. Με το τελευταίο σκάλισμα χορηγούμε μια δεύτερη δόση αζώτου αργής αποτελεσματικότητας με τη μορφή της ουρίας ή της θειικής αμμωνίας. Θα πρέπει φυσικά να λαμβάνονται προφυλάξεις για την αποφυγή των τραυματισμών των ριζών κατά τη διάρκεια των σκαλισμάτων και της καταπολέμησης των ζιζανίων. Χρειάζεται επίσης μια ελαφριά περιχωμάτωση, όταν τα

φυτά έχουν ύψος γύρω στα 20 εκ., την οποία επαναλαμβάνουμε, όταν αρχίζουν να δένουν οι καρποί. Σταματάμε τις καλλιεργητικές εργασίες, όταν το φυτό σχηματίσει καρπούς (Ciufolini 1984).

Στις αναρριχώμενες ποικιλίες είναι απαραίτητη η στήριξη των φυτών έτσι ώστε να συνεχίσουν την κατακόρυφη ανάπτυξη τους και συχνά υποστυλώνονται με πασσάλους ή καλάμια χοντρά. Μάλιστα, είναι καλύτερα να τα τοποθετήσουμε πριν τη σπορά, βάζοντας έπειτα το σπόρο σε απόσταση 15 εκ. από το υποστήριγμα. Τα υποστηρίγματα εγκαθίστανται τριγωνικά, για να έχουμε καλύτερο φωτισμό και εκμετάλλευση του εδάφους (Ciufolini 1984, Καλορίζου και Παπαχατζής 2011). Επίσης, γίνονται σκαλίσματα, βοτανίσματα, αραιώματα, κορυφολογήματα, για τον αερισμό των φυτών. Αν απαιτείται, αραιώνουμε τα πυκνά φυτά και αφαιρούμε τα ξερά φύλλα και τους βλαστούς (Παρασκευόπουλος 2000).

2.6 ΑΠΟΔΟΣΗ

Η παραγωγή ανά στρέμμα κυμαίνεται από 600-1.300 κιλά πράσινα όσπρια και 150-250 κιλά ξερά όσπρια και οι 100 σπόροι ζυγίζουν 25-40 γραμμάρια. Οι αναρριχώμενες ποικιλίες δίνουν διπλάσιες παραγωγές από τις νάνες ποικιλίες. Η σχέση μεταξύ σπόρων και περιβλήματος είναι 1:1 για τις νάνες ποικιλίες και 1:4 για τις αναρριχώμενες ποικιλίες (Ciufolini 1984). Οι αποδόσεις στις ποικιλίες που συγκομίζονται οι λοβοί, κυμαίνονται από 1.000-1.500 ανά στρέμμα υπαίθριας καλλιέργειας νάνων ποικιλιών και από 2.000-2.500 κιλά λοβών ανά στρέμμα θερμοκηπιακής καλλιέργειας αναρριχώμενων ποικιλιών (Μπλέτσος 2012).

Όταν ο σπόρος που συγκομίζεται προορίζεται για σποροπαραγωγή, τότε οι λοβοί συγκομίζονται ξεροί και αφήνονται για 4-6 ημέρες σε καλά αεριζόμενο χώρο να ξεραθούν καλά δηλ. οι σπόροι τους να περιέχουν υγρασία λιγότερη από 14% και κατόπιν αλωνίζονται. Συνιστάται σε απόσταση 150-200 μέτρα να μη καλλιεργείται άλλη ποικιλία φασολιάς, γιατί τα άνθη τους διασταυρώνονται σε ποσοστό 2% με τα έντομα. Ο σπόρος διατηρείται σε ψυγείο (θερμοκρασία 4-5 °C και σχετική υγρασία 40-50%) 3 έτη. Αν ο σπόρος περιέχει χαμηλότερη υγρασία (περίπου 7%) και αποθηκευτεί σε αεροστεγή συσκευασία διατηρεί τη βλαστική του ικανότητα για περισσότερα έτη (Καλορίζου και Παπαχατζής 2011, Μπλέτσος 2012).

2.7 ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ

Στην αμειψισπορά το φασόλι, επειδή είναι φυτό που δεσμεύει άζωτο μέσω των ριζοβακτηρίων, πρέπει να προηγείται από κάθε άλλη καλλιέργεια και να ακολουθούν σκαλιστικά φυτά π.χ. το καλαμπόκι, σκαλιστικό σιτάρι κ.ά. Στους λαχανόκηπους μας ακολουθεί το σπανάκι, η τομάτα, το κουνουπίδι κ.ά. (Παρασκευόπουλος 2000).

2.8 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

2.8.1 Τα έντομα

Από τα έντομα το πιο επικίνδυνο είναι ο βρούχος (*Acanthoscelides obdectus*), που προσβάλλει τους σπόρους. Προσβάλλει τα φασόλια όταν είναι πάνω στο φυτό, αλλά και μετασυλλεκτικά. Οι σπόροι παρουσιάζουν πολλές μικρές τρύπες απ' όπου βγαίνουν τα έντομα (Εικόνα 2.4). Επιτυγχάνουμε καλά αποτελέσματα με φάρμακα που έχουν σαν βάση τη νικοτίνη ή με οργανοφωσφορικά. Επικίνδυνη είναι επίσης η κάμπια των λοβών και μερικοί νηματώδεις και σαλιγκάρια που προσβάλλουν τα νεαρά φυτά (Ciufolini 1984).

Επίσης ζημιές προκαλούν, ο αλευρώδης (*Trialeurodes vaporariorum*) και οι αφίδες (*Aphis fabae*, *Muzus persicae*, *Aphis paraveris* κλπ.) που μυζούν τους χυμούς των φυτών και καθιστούν τα φυτά καχεκτικά, ενώ ταυτόχρονα, μεταδίδουν τους ιούς από τα ασθενή στα υγιή φυτά. Ο τετράνυχος (*Tetranychus telarius*) είναι ένα ακάρι που μυζεί τους χυμούς του φυτού στα φύλλα και τα ξεραίνει, ενώ παράλληλα κατασκευάζει λεπτό ιστό αράχνης. Σε προχωρημένο στάδιο τα φύλλα από μακριά φαίνονται χλωρωτικά. Τέλος, σημαντικός εχθρός του φυτού είναι και οι νηματώδεις (*Meloidogyne* spp.) (Μπλέτσος 2012).



Εικόνα 2.4. Προσβολή του φασολιού από το έντομο βρούχος. Φωτογραφία του ακμαίου εντόμου (δεξιά) (Μπλέτσος 2012).

2.8.2 Οι ασθένειες

Από τις ασθένειες που προσβάλλουν το φασόλι, μεγαλύτερης σημασίας είναι οι ακόλουθες. Ο βοτρυτής (*Botrytis cinerea*), η σκλερωτίνια (*Sclerotinia sclerotium*) που σχηματίζει στο λαιμό των φυτών υγρή σήψη και στο εσωτερικό του στελέχους μαύρα σκληρώτια και το ωίδιο (*Erysiphe polygoni*) που σχηματίζει κυρίως στα φύλλα αλλά και σε άλλα μέρη του φυτού κηλίδες με λευκή επάνθιση μυκηλίου. Επίσης, η σκωρίαση (*Uromyces fabae*) σχηματίζει στα στελέχη και στα φύλλα κύστες οι οποίες περιέχουν καστανή σκόνη, η ανθράκωση (*Colletotrichum lindemuthianum*) που προκαλεί στα φύλλα και στους λοβούς κηλίδες και έλκη σκοτεινού χρώματος που οδηγούν στην ξήρανση των φύλλων και κυρίως των λοβών και οι αδρομυκώσεις (*Fusarium oxysporum*, *P. phaseoli*, *Verticillium albo - atrum*, *Rhizoctonia solani*) που σχηματίζουν έλκη στο λαιμό των φυτών με αποτέλεσμα τα μικρά φυτά να νεκρώνονται και τα αναπτυγμένα να παραμένουν καχεκτικά. Προβλήματα στα φυτά προκαλούν και οι βακτηριώσεις (*Xanthomonas phaseoli* και *Pseudomonas phaseolicola*) γιατί σχηματίζουν στα φύλλα, στους βλαστούς και στους λοβούς νεκρωτικές κηλίδες αλλά και οι ιώσεις όπως ο ιός του κίτρινου μωσαϊκού της φασολιάς (BYMV) κ.α.. Όλοι οι παραπάνω ζωικοί και φυτικοί εχθροί της φασολιάς, εκτός από το μωσαϊκό, καταπολεμούνται με τα υπάρχοντα σήμερα φάρμακα (Παρασκευόπουλος 2000, Καλορίζου και Παπαχατζής 2011).

2.9 ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Η καλλιέργεια του φασολιού παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι καλλιεργούμενες ποικιλίες φασολιού ταξινομούνται σε δύο γένη που περιλαμβάνουν αρκετά καλλιεργούμενα είδη. Έτσι, καλλιεργητικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα γένη *Phaseolus* και *Dolichos*. Στο γένος *Phaseolus* ανήκουν τα: *Phaseolus vulgaris*, *Phaseolus multiflorus*, *Phaseolus lunatus* και *Phaseolus coccineus*. Στο γένος *Dolichos* ανήκουν τα καλλιεργούμενα είδη: *Dolichos melanophthalmus*, πού

έχει μια μικρή μαύρη κηλίδα, *Dolichos unguiculatus*, με μικρούς σπόρους, και *Dolichos sesquipedalis*, πού δίνει φασόλια μήκους από 30-90 εκ. (Ciufolini 1984).

Το κοινό φασόλι (*Phaseolus vulgaris*) συμπεριλαμβάνει πολλές ποικιλίες, διαφορετικές σε σχήμα και διαστάσεις. Όσον αφορά το σχήμα, διακρίνουμε τα φασόλια νάνους από τα αναρριχώμενα. Σε σχέση με το προϊόν, έχουμε τα φασόλια από τα οποία καταναλώνουμε τούς σπόρους φρέσκους ή ξηρούς, τα φασόλια πού τρώμε ολόκληρα με τον λοβό, πού είναι τρυφερός και τα φασολάκια από τα όποια τρώμε τον λοβό, πού δεν περιέχει ακόμα σπόρους (Ciufolini 1984).

Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες ή παραλλαγές και υβρίδια, διακρίνονται σε:

- χαμηλές και όρθιες ή νάνες με ύψος μέχρι 40-50 εκ. (στρωτά φασόλια),
- ψηλές και περίβλαστες ή αναρριχώμενες,
- ημιαναρριχώμενες, με ύψος μέχρι 120-130 εκ. (Παρασκευόπουλος 2000).

Μα ακόμη, ως προς την ποιότητα του λοβού διακρίνονται:

- με περικάρπιο (τσόφλι) μεμβρανώδες, που καλλιεργούνται για παραγωγή ξερών φασολιών,
- με περικάρπιο (τσόφλι) σαρκώδες, που αποτελούν πολύτιμο και αποδοτικό προϊόν, γιατί καλλιεργούνται για την παραγωγή χλωρών φασολιών, που διατίθενται τόσο ως λαχανικά και σαλατικά όλη τη θερινή περίοδο, όσο και προς κονσερβοποίηση, με γνωστά στη χώρα μας με τα ονόματα: φασουλάκια, μπαρμπούνια, τσαουλιά κ.ά. (Παρασκευόπουλος 2000).

Στη χώρα μας καλλιεργούνται, κυρίως οι παραδοσιακές ποικιλίες λαχανοκομικού φασολιού (Δανάη, Ζαργάνα, Χρυσούπολης, Καναρίνια, Κρήνη, Λασιθίου, Μπαρμπούνη αναρριχώμενο, Μπαρμπούνη πλατύ, Παστάλια, Τσαουλιά, Χανδρέλια, Χάνδρες, Χάνδρες Βόλου και νάνων ποικιλιών: Άϊσές, Ζαργάνα, Καβάλας, Παπούδα, Σταραζαγκόρσκι και Χάνδρες Βόλου) (Εικόνα 2.5, Εικόνα 2.6). Οι εισαγόμενες ποικιλίες καλλιεργούνται κυρίως για τη βιομηχανία και για την πρόιμη παραγωγή τους (καλλιέργεια στο θερμοκήπιο). (Μπλέτσος 2012). Σήμερα κυκλοφορούν στο εμπόριο πάρα πολλές ποικιλίες, οι πιο διαδομένες ποικιλίες είναι οι παρακάτω (Καλορίζου και Παπαχατζής 2011):

- Τσαουλί: Είναι αναρριχώμενη ποικιλία, παραγωγική, με πράσινους και χωρίς ίνες λοβούς.
- Μπαρμπούνια: Αναρριχώμενη ποικιλία. Παράγει πράσινους πεπλατυσμένους και χωρίς ίνες λοβούς.

- Γίγαντες: Διάφορες ποικιλίες χαρακτηρίζονται ως γίγαντες από το μεγάλο μέγεθος του σπόρου που παράγουν. Χρησιμοποιούνται κυρίως ως ξηροί σπόροι.
- Ζαργάνα: Μεσοπρώιμη ποικιλία. Σχηματίζει λοβούς μεγάλους, πεπλατυσμένους, χωρίς ίνες, πράσινου χρώματος, με κόκκινους σπόρους.
- Stringless Blue lake S7: Πολύ πρώιμη και παραγωγική ποικιλία. Παράγει λοβούς μέτριου μεγέθους (12-18 εκ.) κυλινδρικούς και χωρίς ίνες
- Paulista: Νάνο φυτό, ύψους 50 εκ.. Παράγει πράσινους λοβούς, με λευκούς σπόρους.
- Χερα: Πολύ πρώιμη, νάνα ποικιλία (ύψος 50 εκ.). Παράγει πράσινους πεπλατυσμένους λοβούς.
- Borlotto Rosso Red: Όψιμη ποικιλία. Παράγει λοβούς πεπλατυσμένες πράσινου χρώματος με κόκκινα στίγματα.
- Meraviglia: Παράγει λοβούς κίτρινου χρώματος, χωρίς ίνες, πεπλατυσμένους, με μαύρους σπόρους.



Εικόνα 2.5. Το φύλλο, η ταξιανθία (επάνω), το άνθος και οι σπόροι (κάτω) της ποικιλίας «Δανάη» (Μπλέτσος 2012).



Εικόνα 2.6. Άνθος, λοβός και καρπός της ποικιλίας «Ζαργάνα Χρυσούπολης» (Μπλέτσος 2012).

2.9.1 Φασόλι της Ισπανίας (*Phaseolus multiflorus*)

Είναι αναρριχώμενο φυτό που φθάνει σε ύψος τα 5 έως 6 μέτρα. Έχει τις ίδιες απαιτήσεις όσον αφορά το κλίμα, όπως και το κοινό φασόλι. Μπορεί να καλλιεργηθεί σε πλαγιές λόφων. Όταν καλλιεργείται σε οροπέδια είναι απαραίτητο το πότισμα και δεν πρέπει να κάνει πολλή ζέστη, που εμποδίζει το δέσιμο των ανθών. Το φυτό είναι πολύ παραγωγικό και το προϊόν καλής ποιότητας. Ο κύκλος βλάστησης είναι περίπου 130 ημερών, και η ωρίμανση του καρπού γίνεται σε 90 ημέρες. Η απόσταση ανάμεσα στις γραμμές είναι 150-170 εκατοστά και πάνω στην ίδια γραμμή 40 εκατοστά. Το ύψος των υποστηριγμάτων πρέπει να είναι τουλάχιστον 5-6 μέτρα. Η καρποφορία παρατείνεται ως το τέλος του φθινόπωρου (Ciufolini 1984).

2.9.2 Φασόλι της Λίμας (*Phaseolus lunatus L*)

Καλλιεργείται σε ορισμένες περιοχές της Μεσογείου. Είναι φυτό αναρριχώμενο, ψηλό ως 4 μέτρα. Παράγει κοντά, πλακουτσωτά και πλατιά φασόλια, που περιέχουν 1-3 σπόρους. Υπάρχουν πολλές ποικιλίες, από τις όποιες πιο πολύ καλλιεργείται αυτή που έχει λευκούς σπόρους και τρώγεται αφού πρώτα βράσει, γιατί αυτά τα φασόλια είναι πολύ δηλητηριώδη (Ciufolini 1984).

2.9.3 Φασόλι μαυρομάτικο (*Dolichos melanophthalmus DC*)

Είναι πολύ ευαίσθητο στο κρύο, αλλά πιο ανθεκτικό στη ξηρασία από το κοινό φασόλι, γι' αυτό μπορεί να καλλιεργηθεί σε ζεστές και στεγνές περιοχές. Όσον αφορά τις καλλιεργητικές τους απαιτήσεις, τα μαυρομάτικα φασόλια ευδοκιμούν σε αμμώδη εδάφη, ελαφρά, αρδευόμενο και καλά στραγγιζόμενα. Πολλαπλασιάζεται με σπόρο και καλλιεργείται μαζί με ξηρικά φυτά, αλλά και με καλαμπόκι, αμπέλι, κ.ά,

Καταναλώνονται τόσο τα σπέρματα όσο και οι λοβοί που αποτελούν εξαίρετο λαχανικό, και φθινό και θρεπτικότερο όσπριο (Παρασκευόπουλος 2000).

Είναι φυτό ετήσιο και πολύκαρπο. Τα φύλλα του είναι τρίφυλλα με μικρό μίσχο. Τα άνθη είναι μικρόμισχα, μεγάλα, άσπρα ή κιτρινωπά, ανά 2-3 στην κορυφή. Έχει μια μαύρη κηλίδα στους σπόρους και δίνει λοβούς μήκους 15-25 εκ. με πολλούς σπόρους. Ο λοβός είναι στενός, λεπτός ευθύς ή ελαφρά κυρτός. Στην κατηγορία αυτή υπάγονται τα φασόλια με τα ονόματα: αμπελοφάσουλα, αραποφάσουλα, γυφτοφάσουλα, σμυρναίικα φασουλάκια, ψιλά φασουλάκια, βελονάκια (Κέρκυρα), μαυρομάτικα (Ciufolini 1984, Παρασκευόπουλος 2000).

2.9.4 Fagioletto Gentile O Riso (*Dolichos unguiculatus* L.)

Το συγκεκριμένο είδος, έχει φυτά νάνα και παράγει λοβούς με λεπτό περίβλημα μήκους 6-15 εκ. που περιέχει μικρούς σπόρους (Ciufolini 1984).

2.9.5 Fagioletto Asparago (*Dolichos sesquipedalis* L.)

Έχει λοβό μήκους 30-90 εκ. που είναι τρυφερός και σαρκώδης. Το φυτό είναι αναρριχητικό και φτάνει ως τα 3 μέτρα. Καλλιεργείται για την παραγωγή φασολιών που καταναλώνονται ολόκληρα (Ciufolini 1984).

2.10 ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ

Στις ποικιλίες που καλλιεργούνται για τη συγκομιδή και την κατανάλωση των λοβών, το κυριότερο πρακτικό κριτήριο της ποιότητας είναι το κανονικό μέγεθος και η τρυφερότητα των λοβών. Από την άλλη πλευρά, στις ποικιλίες που καταναλώνονται τα σπέρματα των φυτών, το κυριότερο κριτήριο της ποιότητας είναι η πλήρης ωρίμανση των σπερμάτων των λοβών (Παρασκευόπουλος 2000).

Οι νωποί λοβοί (φασολάκια) περιέχουν 85-94% νερό, 1-3% πρωτεΐνες, 0,2% λίπη, 2-6% υδατάνθρακες, ασβέστιο φώσφορο, σίδηρο και είναι πλούσιοι σε βιταμίνες Α, Β και C (Πίνακας 2.4). Οι ξηροί σπόροι (φασόλια) περιέχουν 89-90% ξηρή ουσία, 24% πρωτεΐνες, 2% λιπαρές ουσίες, 4% κυτταρίνες κ.α. (Πίνακας 2.5) (Καλορίζου και Παπαχατζής 2011).

Τα πράσινα φασόλια, ενώ είναι χαμηλά σε θερμίδες, είναι γεμάτα θρεπτικά συστατικά και αποτελούν μια εξαιρετική πηγή βιταμίνης Κ, βιταμίνης C, μαγγανίου, βιταμίνης Α,

καλίου, φολικού και σιδήρου. Τα πράσινα φασόλια είναι επίσης μια καλή πηγή θιαμίνης, ριβοφλαβίνης, χαλκού, ασβεστίου, φωσφόρου, πρωτεΐνης, Ω-3 λιπαρών οξέων και νιασίνης. Τα φασόλια περιέχουν επίσης σημαντικές ποσότητες ινών και διαλυτών ινών. Συγκεκριμένα, ένα φλιτζάνι μαγειρεμένων φασολιών παρέχουν μεταξύ εννέα και δεκατριών γραμμαρίων ινών. Οι διαλυτές ίνες συμβάλλουν στη μείωση της χοληστερόλης στο αίμα (Mayo Clinic 2011).

Λίγα τρόφιμα μπορούν να συγκριθούν με τα πράσινα φασόλια όσον αφορά την περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά που σχετίζονται με τη μείωση της διαβητικής καρδιακής νόσου. Τα θρεπτικά συστατικά των φασολιών προλαμβάνουν την οξειδωτική χοληστερόλη και έτσι μειώνουν την πιθανότητα καρδιακής προσβολής ή εγκεφαλικού επεισοδίου (A2Z of Health, Beauty & Fitness 2001).

Το φασόλι περιέχει οξαλικά άλατα και γι' αυτό πρέπει να το αποφεύγουν οι αρθριτικοί και εκείνοι που πάσχουν από λιθίαση. Είναι κατάλληλο για τους αδύνατους οργανισμούς και για όσους πάσχουν από φυματίωση. Το φασόλι είναι πολύ θρεπτικό και ταυτόχρονα οικονομικό τρόφιμο και γι' αυτό και λέγεται το "κρέας του φτωχού". Είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες και υδατάνθρακες (Παρασκευόπουλος 2000).

Πίνακας 2.4. Θρεπτική αξία λαχανοκομικού φασολιού/100 g. NB.

Συστατικά	Περιεκτικότητα
Νερό (%)	90
Υδατάνθρακες (%)	7,1
Λίπη (%)	0,1
Πρωτεΐνες (%)	1,8
Ίνες (%)	1,1
Θερμίδες (Kcal)	31
Βιταμίνες	
Βιτ. A (ΔM)	668
Θειαμίνη (mg)	0,08
Ριβοφλαβίνη (mg)	0,11
Νιασίνη (mg)	0,75
Βιτ. B6 (mg)	0,08
Βιτ. C (mg)	16
Ανόργανα	
Ασβέστιο (mg)	37
Φωσφόρος (mg)	38
Σίδηρος (mg)	1,0

Νάτριο (mg)	6
Μαγνήσιο (mg)	23
Κάλιο (mg)	209 1

Βασιλακάκης 2006

Πίνακας 2.5. Η διατροφική αξία του φασολιού ανά 100 g.

Φασόλια

Διατροφική αξία ανά 100 g (κατά μέσο όρο)

Ενέργεια	334KJ (80 kcal)
Υδατάνθρακες	10,5 g
Λίπη	0,5 g
Πρωτεΐνη	9,6 g

USDA Nutrient Database 2011

3 Η ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

Ο βασικός στόχος της γεωργίας είναι η παραγωγή προϊόντων ικανών να καλύψουν τις ανάγκες της ζήτησης, με υψηλή ποιότητα, σε όσο το δυνατό χαμηλότερο κόστος, με κύρια πάντα φροντίδα τη διατήρηση των φυσικών πόρων, ώστε να επιτυγχάνεται αειφορία. Έτσι και οι παραγωγοί μπορούν να επιτυγχάνουν ένα ικανοποιητικό εισόδημα αλλά και οι καταναλωτές να αποκτούν επιθυμητά προϊόντα με λογικό κόστος. Για την επιτυχία των ανωτέρω συμβάλλουν πολλοί παράγοντες, όπως οι διαθέσιμοι φυσικοί πόροι (έδαφος, νερό, περιβάλλον), η εργασία και το διαθέσιμο κεφάλαιο. Μεταξύ αυτών των παραγόντων πολύ σημαντική θεωρείται και η συμβολή των γεωργικών μηχανημάτων (Τσατσαρέλης 2003).

Ο όρος εκμηχάνιση (ή μηχανοποίηση) της γεωργίας, που χρησιμοποιείται ευρύτατα, δηλώνει τη χρησιμοποίηση μηχανημάτων στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις, για την υποβοήθηση ή υποκατάσταση του ανθρώπου, στην εκτέλεση των διαφόρων εργασιών. Αν και οι αλλαγές που έχουν γίνει στον τομέα της γεωργίας είναι πολύ μεγάλες, ιδιαίτερα τον εικοστό αιώνα, εντούτοις το έδαφος πρέπει ακόμη να καλλιεργηθεί, οι σπόροι να σπαρθούν, τα φυτά να φροντισθούν, οι καρποί να συλλεχτούν και να αποθηκεύουν. Ο τρόπος όμως και τα μέσα που θα χρησιμοποιηθούν έχουν δραστικότητα αλλάξει. (Τσατσαρέλης 2003).

Αρκετοί παράγοντες συνέβαλαν στη μηχανοποίηση της γεωργίας. Η μείωση της ανθρώπινης κόπωσης, η αύξηση της παραγωγικότητας και η ανάγκη να μειωθούν οι αιχμές της ζήτησης εργασίας σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές είναι ορισμένοι από τους σημαντικότερους παράγοντες. Πιο συγκεκριμένα, οι γεωργικές εργασίες είναι φυσικά απαιτητικές και οι συνθήκες εργασίας είναι δυσμενείς. Έτσι, η εκμηχάνιση μειώνει την ανθρώπινη εκμετάλλευση. Εξάλλου, είναι λιγότερο επίπονη η οδήγηση ενός ελκυστήρα παρά η κατεργασία του εδάφους με ένα φτυάρι όλη την ημέρα. Και είναι αυτονόητο ότι ένας ελκυστήρας που έλκει ένα άροτρο μπορεί να καλλιεργήσει μια μεγαλύτερη έκταση από έναν άνθρωπο με ένα φτυάρι και ταυτόχρονα αυξάνει έτσι την παραγωγικότητα και την ταχύτητα εκτέλεσης της εργασίας. Επιπλέον, η έγκαιρη εκτέλεση μιας καλλιεργητικής εργασίας αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τη γεωργική παραγωγή. Η ολοκλήρωση ορισμένων αγροτικών δραστηριοτήτων, όπως η σπορά και η συγκομιδή εγκαίρως, αυξάνει σημαντικά τις αποδόσεις. Τέλος, η ζήτηση

της εργασίας κυμαίνεται κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Περισσότερη εργασία απαιτείται κατά τη διάρκεια της σποράς και της συγκομιδής σε σχέση με τις άλλες περιόδους ανάπτυξης των φυτών. Αυτή η μεταβαλλόμενη ζήτηση εργασίας δημιουργεί προβλήματα στη διαχείριση του εργατικού δυναμικού. Με τη μηχανοποίηση, είναι δυνατόν να μειωθεί η αιχμή της ζήτησης εργασίας και να διατηρηθεί μια σταθερότητα στις απαιτήσεις σε εργατικό δυναμικό (Srivastava κ.α. 1993).

3.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Από την αυγή της ιστορίας της γεωργίας και για χιλιετίες ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε τη μυϊκή του δύναμη ως πηγή ενέργειας. Απλά εργαλεία από ξύλα, λίθους ή οστά στην αρχή, και στη συνέχεια ανάλογα και με το στάδιο του πολιτισμού, χάλκινα, ορειχάλκινα ή σιδηρά, χρησιμοποιήθηκαν για την εκτέλεση των εργασιών. Με την πρόοδο του πολιτισμού και την εξημέρωση των ζώων, η μυϊκή ενέργεια του ανθρώπου υποβοηθήθηκε ή υποκαταστάθηκε από εκείνη των ζώων. Κατά τη διαδρομή των αιώνων χρησιμοποιήθηκαν όποια ζώα υπήρχαν διαθέσιμα, κυρίως άλογα, βοοειδή, μουλάρια, νεροβούβαλοι, όνοι, καμήλες, ακόμη και ελέφαντες, έλκοντας απλά εργαλεία (Srivastava κ.α. 1993, Τσατσαρέλης 2003).

Ένα από τα αρχαιότερα άροτρα που χρησιμοποιήθηκαν για την καλλιέργεια του εδάφους ήταν ένα ξύλινο άροτρο που έλκονταν είτε με ανθρώπινη είτε με ζωική ενέργεια. Όταν εκμεταλλεύτηκαν και τη χρήση του χάλυβα, τα άροτρα εξελίχθηκαν ώστε να αναστρέφουν το έδαφος και έτσι συνέβαλλαν στον έλεγχο των ζιζανίων και τον αερισμό του εδάφους. Όσον αφορά τη διαδικασία της σποράς, οι σπόροι αρχικά σπέρνονταν με το χειρωνακτικό διασκορπισμό τους. Σημαντική εξέλιξη αποτέλεσε η σπορά σε γραμμές χρησιμοποιώντας ειδικά ραβδιά στα πρώτα στάδια και αργότερα με φυτευτικά μηχανήματα. Η σπορά σε σειρές είχε το πλεονέκτημα του ελέγχου του πληθυσμού των φυτών και του καλύτερου ελέγχου των ζιζανίων κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης των φυτών (Srivastava κ.α. 1993).

Στις μέρες μας τα γεωργικά μηχανήματα έχουν εξελιχτεί. Οι σημερινοί ελκυστήρες αποτελούν πολύ εξελιγμένα μηχανήματα, με διαθέσιμη ισχύ ανάλογη των απαιτήσεων (5-300 kW), και χαρακτηριστικά που τους καθιστούν κατάλληλους για πλήθος εργασιών. Παράλληλα προς τους ελκυστήρες αναπτύχθηκαν και τελειοποιήθηκαν και

όλα τα άλλα γεωργικά μηχανήματα, είτε αυτά που χρησιμοποιούν την ισχύ των ελκυστήρων, τα καλούμενα παρελκόμενα, είτε και τα αυτοκινούμενα. Αναπτύχθηκαν νέες μηχανές κυρίως στην συγκομιδή, πιο αποδοτικές και πολύπλοκες, ικανές να εκμηχανίσουν όλα σχεδόν τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας των φυτών. Πρόσφατα εισήλθαν στη γεωργική πράξη μηχανήματα νέας τεχνολογίας, με χρήση ηλεκτρονικών συστημάτων, που είναι πιο αποδοτικά και με εξαιρετική ποιότητα εργασίας (Srivastava κ.α. 1993, Τσατσαρέλης 2003).

Πρέπει να επισημανθεί ότι σε πολλά μέρη του κόσμου, ειδικά στις χώρες του Τρίτου Κόσμου, η χειρωνακτική εργασία και η ζωική ισχύς εξακολουθούν να αποτελούν τη σημαντικότερη πηγή ενέργειας για τις γεωργικές δραστηριότητες. Ακόμα και στις πιο αναπτυγμένες χώρες, η χειρωνακτική εργασία εξακολουθεί να χρησιμοποιείται για εργασίες νωπών φρούτων και λαχανικών στην αγορά, εξαιτίας της ευαίσθητης φύσης των προϊόντων. Το επίπεδο της μηχανοποίησης εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα της ανθρώπινης εργασίας και το επίπεδο εκβιομηχάνισης σε κάθε χώρα (Srivastava κ.α. 1993).

3.2. Η ΕΚΜΗΧΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ

Η συγκομιδή των καρπών αποτελεί το επιστέγασμα των εργασιών του γεωργού. Έπειτα από εντατική προσπάθεια, φροντίδες, χρόνο και έξοδα, έρχεται η ώρα να συγκομίσει τους καρπούς των κόπων του. Όσο οι καρποί βρίσκονται ακόμη μέσα στο χωράφι (ηρητημένα εσοδεία) ελλοχεύουν ποικίλοι κίνδυνοι (καιρικές αντιξοότητες, πυρκαγιά, άνεμοι κ.ά.), οι οποίοι μπορεί να προκαλέσουν σημαντικές απώλειες μέχρι και πλήρη καταστροφή. Για τους λόγους αυτούς ο γεωργός μόλις οι καρποί ωριμάσουν και είναι έτοιμοι για τη συγκομιδή επιστρατεύει όλες του τις δυνάμεις και το ανθρώπινο δυναμικό, ώστε να προβεί σε μια γρήγορη και έγκαιρη συγκομιδή (Τσατσαρέλης 2003). Η συγκομιδή όλων των γεωργικών προϊόντων απαιτεί, εφόσον δεν είναι πλήρως εκμηχανισμένη, πολλά ειδικευμένα εργατικά χέρια, ιδιαίτερα μάλιστα όταν πρόκειται για ευαίσθητους καρπούς. Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις με κάθε φυτό καθορίζονταν παλαιότερα κυρίως από τις ανάγκες εργατικών χεριών για τη συγκομιδή. Όλη η οικογένεια κατά το χρόνο της συγκομιδής ασχολούνταν στο χωράφι ή στο αλώνι, πολλοί δε εργάτες, συχνά μεταφερόμενοι, αναλάμβαναν τη συγκομιδή, όπως συνέβαινε με τα σιτηρά, το βαμβάκι, τις ελιές κ.ά. Η συγκομιδή με τον τρόπο αυτό συνήθως δεν

εξυπηρετούσε την ποιότητα αλλά ούτε και το κόστος. Πέραν του αριθμού των εργατών, ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα που αντιμετωπίζεται είναι ο μόχθος της εργασίας. Η συγκομιδή πράγματι είναι μια επίπονη εργασία, διαρκεί πολύ και συνήθως διεξάγεται κάτω από αντίξοες καιρικές συνθήκες. Σημαντικό επίσης πρόβλημα αποτελεί η ποιότητα των προϊόντων και οι ποσοτικές απώλειες. Δυστυχώς, αν οι εργάτες δεν είναι έμπειροι, η ποιότητα συχνά υποβαθμίζεται, ειδικότερα σε ευπαθή προϊόντα (βαμβάκι, φρούτα, λαχανικά κ.ά.) (Τσατσαρέλης 2003).

Με τον ίδιο τρόπο εκμηχανίσθηκε σταδιακά η συγκομιδή των κύριων ετήσιων καλλιεργειών, με αποτέλεσμα σήμερα όλες σχεδόν οι μεγάλες καλλιέργειες να συγκομίζονται μηχανικά. Για να επιτύχει η προσπάθεια κατασκευής μιας μηχανής συγκομιδής θα πρέπει να υπάρξει προσέγγιση φυτού και μηχανήματος. Το φυτό, μέσω της γενετικής βελτίωσης και της τεχνικής της καλλιέργειας, έχει ορισμένα περιθώρια. Το μηχάνημα θα πρέπει από την πλευρά του να προσεγγίσει το φυτό, τη μορφολογία του και τον καρπό, έτσι ώστε το τελικό αποτέλεσμα να είναι συγκομιδή με χαμηλό κόστος, έγκαιρη, γρήγορη, χωρίς απώλειες και χωρίς υποβάθμιση της ποιότητας. Στα λαχανοκομικά είδη, κατά κανόνα οι εκμεταλλεύσεις είναι μικρές, με πολλά και διαφορετικά καλλιεργούμενα είδη. Επομένως απαιτούνται διαφορετικές μηχανές για τις διαφορετικές κατηγορίες ειδών, αλλά και ανάλογου μεγέθους. Στις ΗΠΑ, όπου οι εκτάσεις είναι μεγάλες και η οργάνωση της παραγωγής διαφορετική εκείνης της Ευρώπης, αναπτύχθηκαν και εξακολουθούν ακόμη να αναπτύσσονται νέες μηχανές. Στην Ευρώπη αναπτύχθηκαν πολλές μηχανές για τα περισσότερα είδη, τουλάχιστον αυτά που παρουσιάζουν μεγαλύτερο εμπορικό ενδιαφέρον. Οι έρευνες πάντως και οι προσπάθειες συνεχίζονται και ελπίζεται ότι σε λίγα χρόνια σχεδόν το σύνολο των λαχανοκομικών θα μπορεί να συγκομίζεται μηχανικά (Τσατσαρέλης 2003).

3.3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ

Η χρησιμοποίηση των μηχανών για τη συγκομιδή των γεωργικών προϊόντων αποσκοπεί:

1. Στη μείωση του κόστους. Η μείωση του κόστους επιτυγχάνεται: α) Με τη μείωση του αριθμού των απαιτούμενων εργατών. Τα σύγχρονα μηχανήματα συγκομιδής, με έναν χειριστή και ενδεχομένως με δεύτερο εργάτη, μπορούν να

υποκαταστήσουν πολύ μεγάλο αριθμό εργατών (10-80), ανάλογα με το προϊόν και το μηχάνημα. Η μείωση αυτή του αριθμού των εργατών σημαίνει αύξηση της παραγωγικότητας της ανθρώπινης εργασίας και κατά κανόνα μείωση του κόστους. β) Με την έγκαιρη εκτέλεση της συγκομιδής.

2. Στη διαφύλαξη του γεωργικού εισοδήματος. Η ταχύτητα με την οποία εργάζονται τα μηχανήματα επιτρέπουν τη γρήγορη συγκομιδή και τη διασφάλιση έτσι του μόχθου του παραγωγού.

3. Στην απαλλαγή του γεωργού και της οικογένειάς από την επίμοχθη εργασία. Τα μηχανήματα συγκομιδής περιόρισαν δραστηκότητα την εργασία στο χωράφι ή το αλώνι και απάλλαξαν ουσιαστικά τον γεωργό και την οικογένειά του από τις εργασίες συγκομιδής.

4. Στην αύξηση του γεωργικού και οικογενειακού εισοδήματος. Η υποκατάσταση εργατικών χεριών και η ταχύτητα εκτέλεσης της συγκομιδής έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση της οικογένειας από τις γεωργικές εργασίες και την απασχόληση σε άλλες ασχολίες και ως εκ τούτου την αύξηση του οικογενειακού εισοδήματος (Τσατσαρέλης 2003).

Στα πιθανά μειονεκτήματα θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν:

1. Η ποιότητα των προϊόντων. Είναι γεγονός ότι η μηχανική συγκομιδή συχνά υποβαθμίζει το συγκομιζόμενο προϊόν. Η υποβάθμιση αυτή εξαρτάται από το προϊόν, το μηχάνημα, τον χειριστή αλλά και από άλλους παράγοντες, γεωργικούς και μηχανικούς.

2. Οι απώλειες του προϊόντος. Η συγκομιδή, είτε διενεργείται με εργάτες είτε με μηχανήματα, είναι πάντα συνυφασμένη με κάποιες ποσοτικές απώλειες. Στη μηχανική συγκομιδή οι μεγαλύτερες απώλειες συμβαίνουν συνήθως στην πρώτη επαφή μηχανήματος και φυτού. Εντός του μηχανήματος συνήθως είναι περισσότερο ελεγχόμενες και άρα περιορισμένες. Το ποσοστό τους επηρεάζεται από γεωργικούς, εδαφοκλιματικούς και μηχανικούς παράγοντες, καθώς και από τον χειριστή. Οι βελτιώσεις πάντως που έχουν υποστεί τα μηχανήματα, καθώς και η βοήθεια που παρέχεται μέσω εξελιγμένων ηλεκτρονικών συστημάτων στον χειριστή, μειώνουν σε αποδεκτά, για κάθε είδος καλλιέργειας, όρια τις απώλειες (Τσατσαρέλης 2003).

Ως μικρότερης σημασίας μειονεκτήματα θα μπορούσαν να θεωρηθούν τα ακόλουθα:

3. Η προσαρμογή των αποστάσεων των φυτών στις απαιτήσεις των μηχανών. Στις ετήσιες γραμμικές καλλιέργειες οι αποστάσεις μεταξύ των σειρών των φυτών πρέπει να προσαρμόζονται στις απαιτήσεις των μηχανών. Η προσαρμογή αυτή είναι μεν εύκολη,

περιορίζεται όμως ο συνολικός αριθμός των φυτών ανά στρέμμα, με πιθανή μείωση της τελικής παραγωγής. Αυτό βέβαια ως ένα βαθμό μπορεί να θεραπευθεί με μείωση των αποστάσεων των φυτών επάνω στη γραμμή (Τσατσαρέλης 2003).

4. Η καταστροφή της δομής του εδάφους. Τα μηχανήματα συγκομιδής είναι μεγάλα και βαριά. Εάν κατά το χρόνο της συγκομιδής η υγρασία του εδάφους είναι μεγάλη, είναι δυνατό να προκληθεί μεγάλη συμπίεση και ως εκ τούτου καταστροφή της δομής του. Χρειάζεται επομένως μεγάλη προσοχή κατά τους χειρισμούς, ώστε να προκληθεί η μικρότερη δυνατή επιβάρυνση της δομής.

5. Το υψηλό κόστος επένδυσης. Αυτό οδηγεί είτε στη χρήση επαγγελματικών μηχανημάτων είτε στη χρήση πεπαλαιωμένων, τα οποία έχουν περατώσει την οικονομική τους ζωή, με αποτέλεσμα υποβάθμιση της ποιότητας και υψηλές απώλειες. Τελικό αποτέλεσμα του κόστους της επένδυσης είναι το υψηλό κόστος συγκομιδής.

3.4. ΟΙ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ

Τα μηχανήματα που κατασκευάζονται σήμερα για τη συγκομιδή των γεωργικών προϊόντων των φυτών μεγάλων καλλιεργειών είναι αυτοκινούμενα ή ελκόμενα, δυναμοδοτούμενα συνήθως από το ΡΤΟ του ελκυστήρα. Ο βαθμός ενσωμάτωσης προηγμένης τεχνολογίας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, κυρίως από το είδος του μηχανήματος, το μέγεθός τους, τον τρόπο χρησιμοποίησής τους (επαγγελματικά, συνεταιριστικά, ίδια χρήση κ.ά.), το βαθμό της γενικότερης εκμηχάνισης της γεωργίας της χώρας, το εργοστάσιο και τη χώρα παραγωγής, το μέγεθος των εκμεταλλεύσεων, τα διαθέσιμα κεφάλαια, το βαθμό εκπαίδευσης των χειριστών, κ.ά. Γενικότερα, η τάση είναι να αγοράζονται μηχανήματα σύγχρονης, προηγμένης τεχνολογίας όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε επαγγελματική ή συνεταιριστική βάση. Τα μηχανήματα αυτά είναι κατά κανόνα τα μεγαλύτερα μοντέλα των εργοστασίων το δε κόστος τους είναι συνήθως πολύ υψηλό, χρησιμοποιούν δε, τα τελευταία χρόνια, και μηχανισμούς ελεγχόμενους με ηλεκτρονικά συστήματα. Οι μηχανισμοί αυτοί ελέγχουν και προειδοποιούν τον χειριστή ή ακόμη και αναλαμβάνουν αυτορρυθμίσεις, μέσα σε προεπιλεγμένα όρια. Με τον τρόπο αυτό η ποιότητα της εργασίας είναι υψηλότερη, οι απώλειες μικρότερες και η κόπωση του χειριστή μικρότερη (Τσατσαρέλης 2003).

Η μετάδοση της κίνησης στους τροχούς και τους διάφορους μηχανισμούς περιλαμβάνει εξελιγμένα μηχανικά, υδροδυναμικά ή και υδροστατικά συστήματα. Η υδροστατική

μετάδοση παρουσιάζει μεγάλη εφαρμογή στα νέα μηχανήματα. Μετατροπείς ροπών ή και μικτά συστήματα, είναι πλέον κοινά στις νέες μηχανές. Υδροστατικά συστήματα αλλαγής διεύθυνσης χρησιμοποιούνται σε πολλούς τύπους, ενώ μεγάλα μηχανήματα φέρουν τέσσερις τροχούς οδηγούς (Τσατσαρέλης 2003).

Η ασφάλεια των μηχανημάτων έχει βελτιωθεί σημαντικά, όσο τούτο είναι δυνατό για το μέγεθος και τον όγκο τους, ενώ η άνεση έχει προσεχθεί ιδιαίτερα. Τα νέα μηχανήματα φέρουν συνήθως θάλαμο (καμπίνα) κλιματιζόμενο, με συστήματα καθαρισμού του αέρα, ενώ τα καθίσματα έχουν βελτιωθεί πάρα πολύ. Εκτός τούτων η εργονομία αποτελεί κύριο μέλημα των κατασκευαστών, ενώ οι μοχλοί ελέγχου ακολούθησαν την πρόοδο των αντίστοιχων των ελκυστήρων. Οι πίνακες και τα όργανα ελέγχου επιτρέπουν τον έλεγχο πολλών σημείων των μηχανημάτων, ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη ποιότητα εργασίας. Η ισχύς των κινητήρων έχει αυξηθεί σημαντικά, ώστε να υπερνικούνται υπερφορτίσεις, συνήθεις στη συγκομιδή. Στα μηχανήματα των οπωροκηπευτικών ακολουθούνται μέχρι σήμερα δύο βασικοί δρόμοι. Ο πρώτος αφορά στην ανάπτυξη μικρών εργαλείων και μηχανών, τα οποία βοηθούν τον εργάτη ώστε να συγκομίζει γρήγορα, με χαμηλό κόστος, ασφάλεια και άνεση οπωροκηπευτικά καλής ποιότητας. Ο δεύτερος αφορά στην ανάπτυξη πολύπλοκων μηχανημάτων, αντίστοιχων των μηχανημάτων συγκομιδής των μεγάλων καλλιεργειών. Μηχανήματα της πρώτης κατηγορίας χρησιμοποιούνται σε μικρές εκμεταλλεύσεις ή σε προϊόντα ευπαθή, όπου απαιτείται ανθρώπινο χέρι για καλή ποιότητα ή ακόμη και σε φυτά δύσκολα στην εκμηχάνιση. Της δεύτερης, σε μεγάλες εκμεταλλεύσεις, για προϊόντα όχι ευπαθή ή για φυτά προσαρμοζόμενα πιο εύκολα στη μηχανική συγκομιδή. Τα μηχανήματα της κατηγορίας αυτής συνήθως χρησιμοποιούνται σε επαγγελματική ή άλλη παρόμοια βάση (Τσατσαρέλης 2003).

3.5. ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ

Επειδή το κύριο μηχανήμα συγκομιδής του φασολιού είναι η θεριζοαλωνιστική, περαιτέρω συζήτηση και περιγραφή ακολουθεί σε μεγαλύτερο βαθμό από τα υπόλοιπα μηχανήματα. Μια μηχανή συγκομιδής, έχει πολλά εξαρτήματα που λειτουργούν μαζί αρμονικά ως ένα σύστημα προκειμένου η μηχανή να λειτουργεί με τον προβλεπόμενο τρόπο. Οποιοδήποτε μηχανήμα, όσο απλό, μπορεί να χωριστεί σε πολλές υπομονάδες.

Για την κατανόηση της λειτουργίας μιας μηχανής, είναι σημαντικό να θεωρηθεί το μηχανήμα ως συλλογή (ή σύστημα) πολλών υποσυστημάτων (Εικόνα 3.7). Μια γεωργική μηχανή μπορεί να χωριστεί σε δύο υποσυστήματα: τα συστήματα λειτουργίας και τα συστήματα υποστήριξης (Srivastava κ.α. 1993).

Στο λειτουργικό περιλαμβάνονται εκείνοι οι μηχανισμοί που επιτελούν το έργο για το οποίο έχει κατασκευασθεί η μηχανή π.χ. θερισμός, αλωνισμός, διαχωρισμός των καρπών κλπ. Τα συστήματα υποστήριξης ή βοηθητικά, βοηθούν ή υποστηρίζουν τα λειτουργικά στο να επιτελέσουν τον προορισμό τους. Στα συστήματα υποστήριξης υπάγονται τα συστήματα του πλαισίου, της ισχύος και του ελέγχου. Το πλαίσιο (σασί) αποτελεί τον κορμό του μηχανήματος, στον οποίο συγκροτούνται όλα τα υποσυστήματα με τρόπο ώστε να μπορούν να συνεργασθούν αρμονικά. Σε πολλές μηχανές υπάρχει ειδικό πλαίσιο, ιδιαίτερα στις πιο πολύπλοκες. Στις απλούστερες τα υποσυστήματα συναρμολογούνται σε τρόπο ώστε να αποτελούν τα ίδια το πλαίσιο. Το σύστημα ισχύος περιλαμβάνει τον θερμικό κινητήρα, ο οποίος δίνει ισχύ για τη λειτουργία των μηχανισμών υποστήριξης και λειτουργικών, καθώς και τα συστήματα μετάδοσης. Όταν η μηχανή είναι αυτοκινούμενη έχει το δικό της θερμικό κινητήρα και το σύστημα μετάδοσης. Πολλές όμως μηχανές χρησιμοποιούν την ισχύ ενός ελκυστήρα για την έλξη τους. Για τη λειτουργία των μηχανισμών τους είτε χρησιμοποιούν ιδιαίτερο θερμικό κινητήρα είτε δυναμοδοτούνται από το PTO του ελκυστήρα. Στις περιπτώσεις αυτές αμφότερα αποτελούν το σύστημα ισχύος. Τα συστήματα ελέγχου παρέχουν ή επιτρέπουν τον έλεγχο των λειτουργικών συστημάτων. Τα συστήματα αυτά μπορεί να είναι μηχανικά, υδραυλικά, υδροηλεκτρικά, ηλεκτρικά κ.ά. και λειτουργούν αυτομάτως ή με τον χειριστή (Τσατσαρέλης 2003).

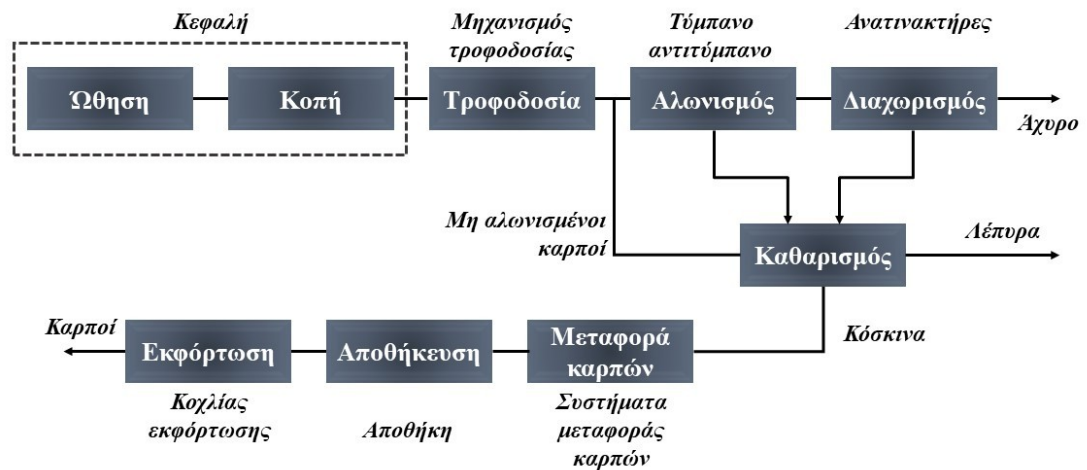


Εικόνα 3.7. Συστήματα γεωργικού μηχανήματος (Τσατσαρέλης 2003, Srivastava κ.α. 1993).

Όπως τα συστήματα υποστήριξης, τα συστήματα επεξεργασίας μπορούν να χωριστούν σε τρεις τύπους. Αυτά είναι τα αναστρεπτά, τα μη αναστρεπτά και τα μη κατευθυντικά. Οι αναστρέψιμες διαδικασίες είναι εκείνες που μπορούν να αντιστραφούν, όπως ο διαχωρισμός, η συμπίεση κ.λπ. Οι μη αναστρέψιμες διεργασίες είναι εκείνες που δεν μπορούν να αντιστραφούν, για παράδειγμα, η κοπή, το λίχνισμα κλπ. Οι μη κατευθυντικές διαδικασίες είναι αυτές που δεν έχουν κατεύθυνση. Παραδείγματα αυτών των διαδικασιών είναι η μεταφορά, η μέτρηση ή η αποθήκευση υλικών (Srivastava κ.α. 1993).

Για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας μιας μηχανής είναι χρήσιμο να σχηματίζεται ένα διάγραμμα ροής των διεργασιών. Το διάγραμμα σχηματίζεται ακολουθώντας τη ροή του υλικού μέσα στη μηχανή και καταγράφοντας τη διεργασία που συμβαίνει. Συνήθως σημειώνεται και ο μηχανισμός στον οποίο συμβαίνει αυτή η διεργασία. Οι διεργασίες ενώνονται με γραμμές, και συνήθως και βέλη, ώστε να δείχνεται η ροή του υλικού στη μηχανή. Οι διεργασίες μπορεί είτε να συμβαίνουν εξ ολοκλήρου μέσα στη μηχανή, ανεξάρτητα αν μετακινείται ή όχι, ή μόνο κατά τη μετακίνηση της μηχανής. Παραδείγματα των πρώτων είναι ο αλωνισμός, η δεματοποίηση του χόρτου, ο καθαρισμός των τεύτλων, ο διαχωρισμός της ντομάτας από το φυτό κ.ο.κ., των δευτέρων, ο θερισμός σιτηρών ή χόρτου, η συλλογή του χόρτου από τους γραμμικούς σωρούς κ.ο.κ. (Srivastava κ.α. 1993, Τσατσαρέλης 2003).

Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται το διάγραμμα διεργασιών μιας θεριζοαλωνιστικής μηχανής (Εικόνα 3.8). Στη θεριζοαλωνιστική, όπως φαίνεται και από το διάγραμμα, οι διεργασίες είναι πολλαπλές και διενεργούνται από πολλά συστήματα. Έτσι στην κεφαλή γίνεται η ώθηση των φυτών και ο θερισμός. Στη συνέχεια η τροφοδοσία των θερισμένων. Ακολουθεί ο αλωνισμός στον αντίστοιχο μηχανισμό, ο διαχωρισμός των καρπών από το άχυρο, ο καθαρισμός των καρπών, ο επανα-αλωνισμός όσων δεν έχουν αλωνισθεί πλήρως, η μεταφορά των καρπών στο σιλό, η αποθήκευση στο σιλό και η φόρτωση στην πλατφόρμα (Τσατσαρέλης 2003).



Εικόνα 3.8. Διάγραμμα διεργασιών θεριζοαλωνιστικής μηχανής (Τσατσαρέλης 2003).

3.6. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ

Η όλη διαδικασία της συγκομιδής μπορεί να χωριστεί στις ακόλουθες λειτουργίες κοπή, αλώνισμα, διαχωρισμός και καθαρισμός. Ανάλογα με τη μέθοδο που χρησιμοποιείται για τη συγκομιδή, οι λειτουργίες αυτές εκτελούνται από διαφορετικές μηχανές ή μπορούν να συνδυαστούν σε μία μόνο μηχανή. Κατά την άμεση συγκομιδή, όλες οι λειτουργίες, από την κοπή της καλλιέργειας έως τον καθαρισμό των σπόρων, εκτελούνται από μία μηχανή που ονομάζεται «κομπίνα» (Εικόνα 3.9). Όλες τα φυτά μεγάλης καλλιέργειας μπορούν να συλλεχθούν απευθείας. Οι μηχανές αυτές μπορούν να είναι είτε συμβατικές είτε περιστροφικές, ανάλογα με τον χρησιμοποιούμενο μηχανισμό κοπής και διαχωρισμού. Επίσης, μια θεριζοαλωνιστική μηχανή μπορεί να είναι αυτοπροωθούμενη ή να έλκεται από έναν ελκυστήρα και να τροφοδοτείται από τον κινητήρα του ελκυστήρα (Εικόνα 3.10)



Εικόνα 3.9. Θεριζοαλωνιστική μηχανή (Srivastava κ.α. 1993).

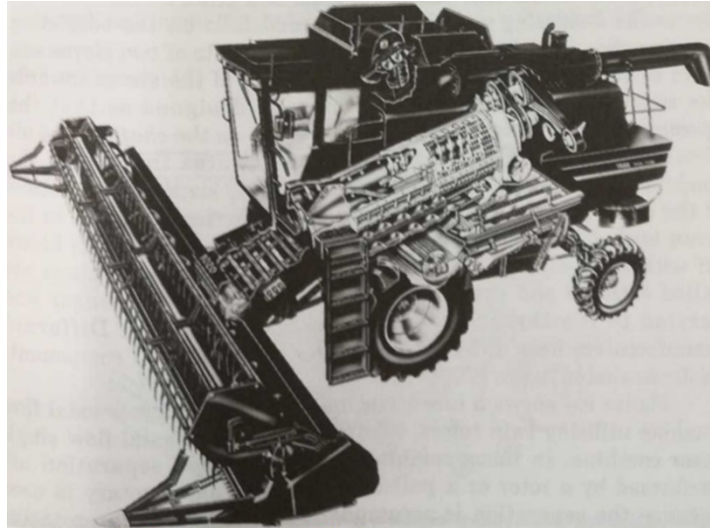


Εικόνα 3.10. Μια τυπική θεριζοαλωνιστική μηχανή που έλκεται από ελκυστήρα (Srivastava κ.α. 1993).

Η εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 3.11) απεικονίζει ένα σχηματικό διάγραμμα μιας συμβατικής μηχανής συγκομιδής και τα λειτουργικά συστατικά της. Κατά τη λειτουργία της συγκομιδής, η καλλιέργεια ωθείται από την ανέμη κατά τη ράβδο κοπής και στη συνέχεια πάνω στην πλατφόρμα. Τα φυτά που συγκομίστηκαν μεταφέρονται προς το κέντρο της πλατφόρμας από οποιαδήποτε πλευρά και μέσω του μεταφορέα τροφοδοσίας μεταφέρονται στο σύστημα αλωνισμού. Η καλλιέργεια αλωνίζεται σε πολύ υψηλή ταχύτητα (περίπου 30 μέτρα/δευτερόλεπτο περιφερειακή ταχύτητα). Ένα μεγάλο μέρος των αλωνισμένων σπόρων (συνήθως το 80%) περνάει μέσα από το κόσκινο και τη σχάρα μαζί με τα σπασμένα κομμάτια άχυρου. Το υπόλοιπο της καλλιέργειας που αποτελείται κυρίως από άχυρο, περιβλήματα και σπόρους παραδίδεται τελικά σε ένα διαχωριστικό.

Σε μία συμβατική μηχανή συγκομιδής ο διαχωριστής αποτελείται από ταλαντευόμενα τμήματα που ονομάζονται ανατινακτήρες. Από την αρχή της δεκαετίας του 1970 ο σχεδιασμός του διαχωριστή έχει αλλάξει σε περιστροφικό σχεδιασμό. Το διαχωρισμένο υλικό πέφτει στα κανάλια και κινείται προς το εμπρόσθιο μέρος της μηχανής και παραδίδεται στην κορυφή ενός ταλαντευόμενου δίσκου σπόρων όπου συνδυάζεται με το μείγμα κόκκων / περιβλημάτων που διαχωρίζεται από τον κύλινδρο. Αυτό το μίγμα κινείται προς τα πίσω εξαιτίας της ταλαντευόμενης δράσης του δίσκου και πέφτει στο ταλαντευόμενο σύστημα καθαρισμού. Το σύστημα καθαρισμού αποτελείται γενικά από δύο κόσκινα και έναν ανεμιστήρα που φυσάει αέρα προς τα πάνω μέσω του πυθμένα των κόσκινων προς το πίσω μέρος της μηχανής. Το επάνω κόσκινο είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε τα ανοίγματα να μπορούν να ρυθμίζονται. Ο αέρας χτυπάει τα περιβλήματα και το άχυρο προς το πίσω μέρος της μηχανής ενώ ο καθαρός σπόρος πέφτει μέσα από τα κόσκινα στο κάτω μέρος του συστήματος καθαρισμού. Ο κοχλίας των καθαρών σπόρων φέρει τον σπόρο στο δοχείο των σπόρων. Οι μη καθαρισμένοι σπόροι έχουν υπερβολικό βάρος για να διαφύγουν μέσα από τα ανοίγματα του κόσκινου, οπότε συλλέγονται από τον κοχλία και μεταφέρονται στο σύστημα αλωνισμού για επαν-αλωνισμό. Διαφορετικοί κατασκευαστές έχουν διαφορετικά σχέδια για τα λειτουργικά εξαρτήματα όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 3.11 (Klenin κ.α. 1985).

Ορισμένες καλλιέργειες που δεν προσφέρονται για άμεση συγκομιδή. Συγκομίζονται καλύτερα όταν αρχικά η καλλιέργεια θερίζεται και στη συνέχεια παραμένει στον αγρό σε γραμμικούς σωρούς για ξήρανση πριν από το αλώνισμα, τον διαχωρισμό και τον καθαρισμό. Όταν η καλλιέργεια δεν ωριμάζει ομοιόμορφα ή, σε κάποια βόρεια κλίματα, δεν ωριμάζει πλήρως, η κοπή επιτρέπει στην καλλιέργεια να ωριμάσει στον αγρό πριν από το αλώνισμα. Γενικά, η κοπή πραγματοποιείται με ράβδο κοπής και η συσσώρευση σε σειρές γίνεται με πλατφόρμα τύπου draper. Η συγκομιζόμενη καλλιέργεια που περιλαμβάνεται στο συγκεκριμένο πλάτος τοποθετείται σε μια στενή λωρίδα για το σκοπό της ξήρανσης. Στη συνέχεια, η κεφαλή του κυλίνδρου και της κοπτικής ράβδου αντικαθίσταται από ένα εξάρτημα παραλαβής στη μηχανή. Η λωρίδα της καλλιέργειας προσροφάται απαλά από την κεφαλίδα παραλαβής και μεταφέρεται στη μηχανή όπου ολοκληρώνονται οι επακόλουθες εργασίες συγκομιδής. Αν η καλλιέργεια φυτεύτηκε σε σειρές, πολλές σειρές συνδυάζονται για να σχηματίσουν έναν γραμμικό σωρό (Srivastava κ.α. 1993).



Εικόνα 3.11. Εσωτερική κατασκευή μιας σύγχρονης αυτοκινούμενης θεριζοαλωνιστικής μηχανής (Srivastava κ.α. 1993).

3.7. ΟΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ

Οι τάσεις που επικρατούν σήμερα στη μηχανική συγκομιδή είναι η ολοένα μεγαλύτερη χρησιμοποίηση περισσότερο πολύπλοκων μηχανισμών, με τη βοήθεια κυρίως ηλεκτρονικών συστημάτων και σερβομηχανισμών, ώστε να ελέγχεται κάθε δυνατό σημείο, στο οποίο μπορεί να συμβούν υποβάθμιση της ποιότητας ή απώλειες ή ακόμη καθυστέρηση και υψηλό κόστος. Τα μηχανήματα συγκομιδής λειτουργούν μεν ως ανεξάρτητες μονάδες δεν πρέπει όμως να μελετώνται αποκομμένα από τα λοιπά μηχανήματα, τα οποία χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγική διαδικασία. Ο κύριος σκοπός είναι να βοηθείται η παραγωγικότητα και η ανταγωνιστικότητα του παραγωγού αλλά και της αγροτικής οικονομίας (Τσατσαρέλης 2003).

Για τους λόγους αυτούς εφοδιάσθηκαν πολύ πρόσφατα μηχανήματα συγκομιδής με συστήματα τα οποία χαρτογραφούν τον αγρό, με βάση την παραγωγικότητά του. Τα συστήματα επιτρέπουν τη λήψη ραδιοσημάτων που εκπέμπουν ειδικοί δορυφόροι (συστήματα GPS - global positioning system ή παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης). Αυτό επιτρέπει τον προσδιορισμό της θέσης του μηχανήματος με καλή ακρίβεια. Η λήψη γίνεται με ειδική κεραία GPS που φέρεται στο μηχάνημα συγκομιδής. Πληθώρα αισθητήρων στο μηχάνημα επιτρέπει τη χαρτογράφηση των αποδόσεων των χωραφιών. Οι ενέργειες αυτές εντάσσονται σε ένα ευρύ πλαίσιο ενεργειών προηγμένης γεωργίας, γνωστής ως «γεωργία ακρίβειας» ή ορθότερα «γεωργία ακριβούς διαχείρισης των

εισροών» (precision farming ή precision agriculture). Τα δεδομένα της χαρτογράφησης χρησιμοποιούνται στη συνέχεια για ανάλυση των αιτίων της παραλλακτικότητας των αποδόσεων, και σε τελικό στάδιο για ορθολογικότερη χρήση των εισροών, προς θεραπεία της παραλλακτικότητας (Τσατσαρέλης 2003).

Στα μηχανήματα συγκομιδής προϊόντων στα οποία επιβάλλεται διαλογή και καθαρισμός (ντομάτες, πατάτες κ.ά.) επικρατούν δύο τάσεις. Είτε γίνεται η διαλογή με ηλεκτρονικά συστήματα (φωτοκύτταρα, για τις ντομάτες) κατά τη διάρκεια της συγκομιδής στον αγρό, είτε για λόγους καλύτερης ποιότητας και χαμηλότερου κόστους, γίνεται μια προ διαλογή στον αγρό και η τελική γίνεται σε σταθερές εγκαταστάσεις. Ανάλογα αντιμετωπίζονται και πολλά άλλα λαχανοκομικά είδη, κυρίως στις ΗΠΑ.

4 Η ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΤΟΥ ΦΑΣΟΛΙΟΥ

Η τελική δραστηριότητα για την παραγωγή των φυτών είναι η συγκομιδή των φυτικών μερών που έχουν οικονομική αξία για τον αγρότη. Σε ορισμένες περιπτώσεις, περισσότερα από ένα μέρη του φυτού μπορεί να έχουν οικονομική αξία. Για παράδειγμα, ένας γεωργός μπορεί να χρησιμοποιήσει το άχυρο του ρυζιού (στελέχη και φύλλα) ως ενεργειακό πόρο μετά την απομάκρυνση των σπόρων του ρυζιού από τα φυτά. Σε άλλες περιπτώσεις, τα υπολείμματα καλλιεργειών (αχρησιμοποίητα φυτικά μέρη) αναδεύονται στο έδαφος κατά τη διάρκεια της κατεργασίας για την επόμενη καλλιέργεια (Srivastava κ.α. 1993).

Η συγκομιδή των γεωργικών προϊόντων γίνεται με το χέρι (ευαίσθητα προϊόντα), με μηχανικά μέσα, [ψαλίδι (εσπεριδοειδή, σταφύλια), μαχαίρι (άνθη, λάχανο, κουνουπίδι και άλλα)], περιστρεφόμενα μηχανικά μέσα (ελιά), με περιστρεφόμενα τύμπανα (σμέουρα), με ραβδισμό ή δόνηση, μικροί ή μεγάλοι δονητές (ακρόδρυα, ελιά, βύσσινα), μηχανήματα εκσκαφής (καρότα, κρεμμύδια, πατάτες και άλλα), με μηχανήματα αναρρόφησης (ξηροί καρποί) και άλλα (Βασιλακάκης 2006).

Το φασόλι παρουσιάζει έντονη ανάπτυξη και συνεχώς σχηματίζονται νέα άνθη στο φυτό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μη σύγχρονη ωρίμανση όλων των λοβών, ιδίως στις όψιμες ποικιλίες. Γι' αυτό καλύτερο είναι να συλλέγονται οι λοβοί σταδιακά, ανάλογα με την ωρίμανσή τους. Κατά την τελευταία συγκομιδή, συνήθως κόβεται όλο το φυτό για να χρησιμοποιηθεί το άχυρό του για τα ζώα. Σε μεγάλες καλλιέργειες τα φυτά θερίζονται ταυτόχρονα όταν ωριμάσουν. Οι περισσότεροι λοβοί είναι ώριμοι και αλωνίζονται με μηχανές για την εξαγωγή των φασολιών. Η μέθοδος μειονεκτεί, επειδή όλοι οι λοβοί δεν ωριμάζουν συγχρόνως, δηλαδή άλλοι είναι υπερώριμοι και έχουν χάσει σπόρο και άλλοι είναι ακόμα πράσινοι. Ο αλωνισμός μπορεί να γίνει, σπανιότερα στις μέρες μας, και με τα ζώα ή με το χέρι (στούμπισμα). Γενικά, οι καρποί και τα άχυρα των ψυχανθών είναι εξίσου θρεπτικά, πλουσιότερα δε σε λευκώματα και γι' αυτό είναι κατάλληλα για γαλακτοφόρα ζώα ή ζώα σε ανάπτυξη (Παρασκευόπουλος 2000).

4.1. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ

Η έναρξη της συγκομιδής εξαρτάται από τον τύπο του φυτού και της παραγωγής.

4.1.1 Λαχανοκομικό φασόλι (φασολάκι)

Το εδώδιμο τμήμα είναι ο λοβός του φυτού. Κριτήρια συγκομιδής αποτελούν το μέγεθος του λοβού και η ανάπτυξη των σπερμάτων. Τα νωπά φασόλια θα πρέπει να συγκομίζονται πριν φθάσουν στην ωριμότητα, περίπου δύο με τρεις μήνες μετά τη σπορά και συνήθως 2-3 εβδομάδες μετά την ανθοφορία, αλλά ο απαιτούμενος χρόνος ποικίλλει ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Όταν είναι έτοιμα για συγκομιδή, οι λοβοί είναι πλήρως αναπτυγμένοι, αλλά οι σπόροι είναι μικροί (περίπου 1/4 του τελικού μεγέθους). Ιδανικά, τα πράσινα φασόλια θα πρέπει να συγκομιστούν πριν οι σπόροι γίνουν αρκετά μεγάλοι ώστε να προκαλέσουν διογκώσεις στους λοβούς. (Thompson και Kelly 1980, Δημητράκης 1998, Καλορίζου και Παπαχατζής 2011).

Οι εμπορεύσιμοι λοβοί είναι σαρκώδεις, τρυφεροί και πράσινοι για μικρό χρονικό διάστημα. Η σάρκα του λοβού πρέπει να είναι τραγανή, με λίγες κλωστές στα σημεία σύνδεσης των καρποφύλλων. Οι περισσότερες ποικιλίες γίνονται σκληρές αν παραμείνουν στα φυτά μέχρι να αναπτυχθεί ο σπόρος σε σημαντικό μέγεθος, γεγονός δυσάρεστο κατά το μαγείρεμα. Επίσης, η καθυστέρηση της συγκομιδής αναστέλλει την ανθοφορία των φυτών. Ο απαιτούμενος αριθμός ημερών από τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή της φασολιάς είναι για μεν τις πρώιμες ποικιλίες 46 ημέρες, για δε τις όψιμες 65 ημέρες. Οι αντίστοιχες ημέρες για τα αναρριχώμενα φασόλια είναι 56 και 72 αντίστοιχα. Τα φασόλια πρέπει να συλλέγονται μετά από την πρωινή δροσιά από τα φυτά όταν είναι εντελώς στεγνά. Η συλλογή φασολιών όταν είναι βρεγμένα μπορεί να οδηγήσει στην εξάπλωση του βακτηριακού κάψιμου, μια ασθένεια που βλάπτει σοβαρά το φασόλι. Η συγκομιδή μπορεί να γίνει χειρωνακτικά ή μηχανικά, αν και προτιμάται η συλλογή με το χέρι (Thompson και Kelly 1980, Ciufolini 1984, Παρασκευόπουλος 2000, Βασιλακάκης 2006).

4.1.2 Φασόλι της Λίμας

Εδώδιμο τμήμα είναι ο σπόρος του φυτού. Επειδή το εδώδιμο μέρος είναι ο σπόρος συγκομίζεται όταν ο λοβός είναι ακόμη πράσινος αλλά ο σπόρος είναι πλήρως ανεπτυγμένος και γι' αυτό χρειάζεται να περάσουν 40-50 ημέρες μετά την πλήρη άνθιση (Βασιλακάκης 2006).

4.1.3 Ξηρά φασόλια- όσπρια

Τα ξηρά φασόλια συγκομίζονται όταν οι λοβοί ωριμάσουν πλήρως και ξεραθούν επαρκώς. Συγκομίζονται όταν η υγρασία τους φθάσει τα επίπεδα 16-20%. Αν η υγρασία

είναι χαμηλότερη του 14% τότε κατά τη μηχανική συγκομιδή μπορεί να τραυματιστούν οι κοτυληδόνες (απώλειες 5-25%). Αυτό έχει ως συνέπεια τη μείωση της βλαστικής ικανότητας του σπόρου, εφόσον πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για πολλαπλασιασμό. Η ποιότητα των σπόρων μειώνεται όταν συγκομίζονται με περιεκτικότητα νερού πάνω από 30-35%. Για να συντηρηθούν τα όσπρια επί μακρόν, ελέγχεται η υγρασία πριν και αμέσως μετά την συγκομιδή και ανάλογα αποθηκεύονται ή οδηγούνται για περαιτέρω ξήρανση σε ειδικά ξηραντήρια. Σε ξηρές περιοχές η συγκομιδή και το αλώνισμα μπορεί να γίνει ταυτόχρονα με μηχανικό τρόπο. Εναλλακτικά τα φυτά είναι δυνατόν να κοπούν και να ξηραθούν σε σειρές ή σε σορούς στον ήλιο και να γίνει αργότερα το αλώνισμα. Τα όσπρια αποθηκεύονται σε διάτρητους σάκους και σε χώρους καλά αεριζόμενους με χαμηλή σχετική υγρασία (Πάσσαμ 1994, Δημητράκης 1998, Βασιλακάκης 2006).

4.2. ΧΕΙΡΩΝΑΚΤΙΚΗ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Η συγκομιδή (μάζεμα) είναι από τις εργασίες που κοστίζουν, γιατί γίνεται με τα χέρια και με μεγάλη προσοχή, και γι' αυτό με σημαντική απώλεια χρόνου. Μία συγκομιδή που δεν έγινε καλά, ιδιαίτερα στα νωπά λαχανικά, προκαλεί σοβαρές ζημιές. Αν ο καρπός παραμείνει περισσότερο από το αναγκαίο πάνω στο φυτό απορροφά πολλές θρεπτικές ουσίες, που τις αφαιρεί από το ίδιο το φυτό, εξάλλου ένα τραχύ ή υπερώριμο λαχανικό χάνει από την αξία του και μπορεί και να μην πουληθεί. Η συγκομιδή γίνεται όταν το προϊόν παρουσιάζει χρώμα, γεύση, μέγεθος που είναι δεκτό από την αγορά. Για ορισμένους καρπούς, η εκλογή τής κατάλληλης στιγμής για τη συγκομιδή χρειάζεται και μια ορισμένη εμπειρία (Ciufolini 1984).

Είναι προτιμότερο η συγκομιδή των προϊόντων να γίνεται το απόγευμα, σε περίπτωση όμως που απαιτεί πολύ χρόνο μπορεί να αρχίσει το πρωί, πρέπει όμως να μην υπάρχει πολύ πρωινή δροσιά, γιατί τότε τα λαχανικά, ιδιαίτερα τα φυλλώδη, μένουν βρεγμένα και κινδυνεύουν να κιτρινίσουν τα φύλλα τους. Όταν μαζεύουμε τα προϊόντα το βράδυ, η συγκομιδή συντομεύεται κατά μια ημέρα. Μερικές φορές είμαστε υποχρεωμένοι να κάνουμε τη συγκομιδή στον ίδιο αγρό δυο φορές την ημέρα. Αν τύχει, όταν γίνονται αυτές οι καλλιεργητικές εργασίες, να αυξηθεί η θερμοκρασία στη διάρκεια του καλοκαιριού, όταν φθάσει στον ιδανικό βαθμό για τα φυτά, η ανάπτυξή τους είναι τόσο γρήγορη, που τα προϊόντα αποχτούν μέσα σε 24 ώρες διαστάσεις ανομοιόμορφες. Σε αυτή την περίπτωση κάνοντας τη συγκομιδή δυο φορές την ημέρα συγκεντρώνουμε

μεγάλες ποσότητες και καλή ποιότητα του προϊόντος. Μετά τη συγκομιδή το προϊόν αποστέλλεται αμέσως, προφυλαγμένο στην αγορά προς διάθεση (Ciufolini 1984).

Κατά τη χειρωνακτική συγκομιδή ο καρπός αποσπάται από το καρποφόρο όργανο με έλξη, με περιστροφή ή με κοπή χρησιμοποιώντας μαχαίρι ή ειδικό ψαλίδι. Οι καρποί συλλέγονται σε πλαστικές κλούβες ή σάκκους και στη συνέχεια μεταφέρονται για περαιτέρω επεξεργασία (Βασιλακάκης 2006).

4.3. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Τα φασόλια που καλλιεργούνται στη χώρα μας για τους ξηρούς καρπούς τους (βρώσιμα όσπρια) ανήκουν σε τρεις τύπους ποικιλιών: α) τις νάνες, β) τις αναρριχώμενες και γ) τις ημιαναρριχώμενες.

Οι νάνες παρουσιάζουν «συγκεκριμένη» άνθηση, μέσα σε βραχεία χρονική περίοδο, και αντίστοιχη ωρίμανση. Τα φυτά είναι αυτοστήρικτα, δεδομένου ότι ο κεντρικός βλαστός τους είναι αρκετά σκληρός. Λόγω των χαρακτηριστικών αυτών προσαρμόζονται καλύτερα στη μηχανική συγκομιδή και μάλιστα με ταυτόχρονο θερισμό και αλωνισμό.

Οι αναρριχώμενες, έχουν υψηλό κεντρικό βλαστό με μεγάλα μεσογονάτια διαστήματα και θα πρέπει να στηριχθούν με κατάλληλα στηρίγματα. Η άνθηση και η ωρίμανση είναι παρατεταμένες, με αποτέλεσμα να συνυπάρχουν καρποί και άνθη στο ίδιο φυτό. Τα χαρακτηριστικά αυτά δυσκολεύουν τη μηχανική συγκομιδή, η οποία διενεργείται κατά κανόνα σε δύο στάδια (windrowing). Πρώτα γίνεται ο θερισμός και μετά από λίγες ημέρες ο αλωνισμός. Πριν το θερισμό αφαιρούνται τα υποστυλώματα. Σ' ορισμένες περιοχές της χώρας μας διενεργείται ο θερισμός με εργάτες και μετά αφαιρούνται τα υποστυλώματα. Ύστερα από λίγες ημέρες γίνεται ο αλωνισμός με θεριζοαλωνιστικές.

Συνήθως αναρριχώμενες ή ημιαναρριχώμενες ποικιλίες καλλιεργούνται για τη συγκομιδή νωπών λοβών (φασολάκια). Εντούτοις, λόγω της μεγαλύτερης στρεμματικής απόδοσης, καλλιεργούνται σ' ορισμένες περιοχές της χώρας μας και για ξηρούς καρπούς (όσπρια) (Τσατσαρέλης 2003)

Η μηχανική συγκομιδή έχει πολλά πλεονεκτήματα και γι' αυτό εφαρμόζεται όπου είναι δυνατόν. Η μηχανική συγκομιδή γίνεται άπαξ ή περισσότερες φορές. Προτιμάται να γίνεται άπαξ για να μην αυξάνει το κόστος συγκομιδής, αφενός, και, αφετέρου, σε πολλές περιπτώσεις δεν μπορεί να γίνει διαφορετικά. Από τα ψυχανθή που

καλλιεργούνται για ξηρούς καρπούς, τα φασόλια, κουκιά, ρεβίθια, φακή, μπιζέλια, βίκος και σόγια έχουν το μεγαλύτερο οικονομικό ενδιαφέρον για τη χώρα μας. Οι καρποί των φυτών αυτών συγκομίζονται κατά κανόνα με τις κλασικές θεριζοαλωνιστικές μηχανές (με τύμπανο και αντιτύμπανο), με ορισμένες τροποποιήσεις που αναφέρονται στη συνέχεια. Επιτυχημένη πάντως συγκομιδή μπορεί να γίνει και με τους νεότερους τύπους. Εκτός ορισμένων περιπτώσεων, θερίζονται και αλωνίζονται ταυτοχρόνως (θεριζοαλωνισμός) (Τσατσαρέλης 2003, Βασιλακάκης 2006).

Η συγκομιδή των νωπών λοβών διενεργείται με το χέρι ή με ειδικές μηχανές. Η μηχανική συγκομιδή συχνά μπορεί να ακολουθεί την πρώτη χειρωνακτική συγκομιδή, επειδή αποτελεί μια διαδικασία κατά την οποία τα φυτά καταστρέφονται. Οι μηχανικές θεριζοαλωνιστικές μηχανές (Εικόνα 4.12) πρέπει να προσαρμόζονται προσεκτικά και να λειτουργούν ώστε να μειώνεται η ποσότητα των σκουπιδιών και των ανεπιθύμητων λοβών. Οι περισσότεροι μηχανές δεν έχουν κανένα μέσο να κάνουν διακρίσεις μεταξύ των επιπέδων ποιότητας και θα συγκομίσουν ταυτόχρονα τους ανώριμους, τους υπερώριμους, τους προσβεβλημένους από ασθένειες ή τους κατεστραμμένους λοβούς που συνήθως θα απορρίπτονταν κατά τη διάρκεια της χειρωνακτικής συλλογής. Η εξάλειψη μεγάλων ποσοτήτων απαράδεκτων λοβών και ξένων υλών κατά τη συσκευασία είναι δύσκολη, δαπανηρή και απαιτεί την χρονοβόρα επεξεργασία της συγκομιδής. Κάτω από τις καλύτερες συνθήκες, μια μηχανή συγκομιδής και τα απαιτούμενα μηχανήματα διαλογής προκαλούν στους λοβούς των φασολιών κάποια ζημιά. Οποιοσδήποτε πρόσθετος ή περιττός χειρισμός μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τη διάρκεια ζωής και την εμφάνιση του προϊόντος που θα έχει ως συνέπεια την μειωμένη τιμή πώλησης ή την απόρριψη από τους αγοραστές (North Carolina Cooperative Extension Service 2011).

Οι σύγχρονες μηχανές που χρησιμοποιούνται για τη συγκομιδή των νάνων ποικιλιών φασολιού διαχωρίζουν τους λοβούς από τα υπόλοιπα τμήματα φυτών. Οι λοβοί που συγκομίζονται μηχανικά, μπορεί να έχουν μικροτραύματα (που ευνοούν τις μικροβιακές προσβολές) γι' αυτό πρέπει να τους επεξεργασθεί αμέσως η βιομηχανία ή να διατεθούν αμέσως στην αγορά νωπής κατανάλωσης. Γενικά, κατά τη μηχανική συγκομιδή σημειώνονται απώλειες προϊόντος σε ποσοστά 5-25% (Δημητράκης, 1998).

1.1.1 Προσαρμογές των θεριζοαλωνιστικών μηχανών

Οι θεριζοαλωνιστικές μηχανές για να μπορέσουν να συγκομίσουν τους ξηρούς καρπούς των ψυχανθών με αποτελεσματικότητα, χαμηλές απώλειες και χαμηλό κόστος πρέπει

να υποστούν ορισμένες προσαρμογές. Οι προσαρμογές αυτές αφορούν το μηχανισμό θερισμού, το μηχανισμό αλωνισμού και το μηχανισμό καθαρισμού.



Εικόνα 4.12. Αυτοκινούμενη θεριζοαλωνιστική μηχανή πράσινων φασολιών (Culpin 2014).

α. Μηχανισμός θερισμού

Η συγκομιδή των καρπών των ψυχανθών διενεργείται, όπως προαναφέρθηκε, είτε σε ένα στάδιο (θεριζοαλωνισμός) είτε σε δύο (πρώτα θερισμός και μετά από λίγες ημέρες αλωνισμός). Αν και οι θεριζοαλωνιστικές μηχανές χρησιμοποιούνταν κυρίως για την κοπή και τον αλωνισμό σε μια λειτουργία, μπορούν επίσης συχνά να χρησιμοποιηθούν για την παραλαβή και τον αλωνισμό των καλλιεργειών που έχουν προηγουμένως κοπεί και αφεθεί σε σειρές στον αγρό.

Εάν γίνεται σε δύο στάδια (windrowing), πρώτα διενεργείται θερισμός με απλή θεριστική μηχανή χόρτου και μετά αλωνισμός, με θεριζοαλωνιστική της οποίας η κεφαλή προσαρμόζεται καταλλήλως. Συνήθως αφαιρείται η ανέμη και η κοπτική ράβδος. Μπροστά από τη θέση της κοπτικής ράβδου τοποθετείται ο μηχανισμός παραλαβής των φυτών (pick-up). Ο μηχανισμός αυτός, αντίστοιχος του μηχανισμού για τα σιτηρά, αποτελείται από τύμπανο με μακριά μεταλλικά ή πλαστικά δάκτυλα, που περιστρέφονται με φορά αντίθετη των τροχών, είτε από μεταφορικό ιμάντα με δάκτυλα. Ορισμένες φορές η ανέμη δεν αφαιρείται αλλά τοποθετείται στην πιο υψηλή θέση, ώστε να μην εγγίζει τα φυτά. Το κοπτικό μαχαίρι μπορεί επίσης να μην αφαιρείται αλλά να καλύπτεται (Τσατσαρέλης 2003).

Εάν διενεργείται ταυτοχρόνως θερισμός και αλωνισμός είναι απαραίτητο να γίνουν οι πιο κάτω προσαρμογές.

Ανυψωτήρες: Σε καλλιέργειες πλαγιασμένες, είναι απαραίτητο να ανασηκώνονται τα φυτά, ώστε να μπορεί να τα προσεγγίσει η κοπτική ράβδος. Συνήθως τοποθετούνται, ανά 3 λόγχες, ειδικοί ανυψωτήρες (lifters), ανάλογοι των σιτηρών. Περισσότεροι ανυψωτήρες μπορεί να προκαλέσουν υπερφορτίσεις (μπουκώματα), ενώ λιγότεροι δεν ανασηκώνουν αποτελεσματικά τα φυτά.

Ανέμη: Η ανέμη παίζει αντίστοιχο προς τη συγκομιδή των σιτηρών ρόλο. Κυρίως όμως πρέπει να οδηγεί, με συνεχή ροή, τα φυτά που έχουν θεριστεί προς τον ατέρμονα κοχλία. Σε φυτά ξηρά τοποθετείται πολύ προς τα εμπρός, ώστε να τα προωθεί καλύτερα προς τον κοχλία. Αντιθέτως σε υγρά, πρέπει να τοποθετείται προς τα πίσω. Τα δάκτυλα της ανέμης πρέπει να έχουν ελαφρά κλίση προς τα πίσω. Η περιφερειακή ταχύτητα ρυθμίζεται, ώστε να είναι η ίδια με την ταχύτητα μετακίνησης. Επειδή η επαφή των φυτών με τα όργανα του μηχανισμού κοπής προκαλεί μεγάλες απώλειες, λόγω της χαλαρής συγκράτησης των καρπών στους ανοικτούς λοβούς, χρησιμοποιείται ορισμένες φορές, κυρίως στις ΗΠΑ, μηχανισμός ρεύματος αέρα αντί της κλασικής ανέμης. Το ρεύμα ωθεί τα φυτά προς το κοπτικό μαχαίρι χωρίς να προκαλεί μεγάλες απώλειες. Ο μηχανισμός αυτός θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως «πνευματική ανέμη».

Κοχλίας: Για να αποφεύγονται προαλωνισμός και καταστροφές των σπόρων η ταχύτητα του κοχλία πρέπει να μειώνεται στο χαμηλότερο δυνατό όριο.

Κοπτική ράβδος: Επειδή οι πρώτοι λοβοί πολλών φυτών εκπτύσσονται πολύ χαμηλά, είναι υποχρεωμένος ο χειριστής να κατεβάζει την κοπτική κεφαλή πολύ χαμηλά, ώστε να προσεγγίσει και τους λοβούς αυτούς. Σε μια κανονική κεφαλή αυτό θα προκαλούσε ενδεχομένως ζημίες και είσοδο χώματος στους μηχανισμούς, αν το έδαφος δεν ήταν καλώς ισοπεδωμένο. Για τη συγκομιδή της σόγιας προτιμάται ειδική κατασκευή εύκαμπτου μαχαιριού (flexible, floating). Στην κατασκευή αυτή το μαχαίρι έχει τη δυνατότητα να κινείται κατακορύφως μέχρι και 10 εκ., έτσι ώστε να παρακολουθεί καλύτερα τις ανωμαλίες του εδάφους. Οι απώλειες θερισμού με τέτοια κατασκευή περιορίζονται. Το μαχαίρι ακουμπά συνεχώς στο έδαφος και παρακολουθεί τις ανωμαλίες.

Κοπτική κεφαλή γραμμικών καλλιεργειών: Στις ΗΠΑ προτιμούν αντί της κλασικής κεφαλής θερισμού, ειδικές κεφαλές γραμμικών καλλιεργειών, ανάλογες εκείνων του αραβοσίτου. Οι κεφαλές αυτές φέρουν οδηγούς, ανάλογους του αραβοσίτου, που

οδηγούν τα φυτά προς το κέντρο της σειράς. Οι οδηγοί αποτελούνται από δύο τμήματα· το οπίσθιο σταθερό και το πρόσθιο με δυνατότητα κατακόρυφης κίνησης. Το τμήμα αυτό ακουμπά στο έδαφος και παρακολουθεί τις ανωμαλίες. Έτσι ανυψώνει τα φυτά, τα διαχωρίζει και τα προωθεί προς το μηχανισμό θερισμού.

Αντί των αλυσίδων ώθησης των φυτών υπάρχουν ελαστικοί ιμάντες, οι οποίοι συγκρατούν τα φυτά και τα οδηγούν προς τα πίσω. Κάτω από τους ιμάντες υπάρχει κοπτικό παλινδρομικό μαχαίρι το οποίο θερίζει τα φυτά. Οι ιμάντες εξακολουθούν να συγκρατούν τα φυτά και τα προωθούν προς τον ατέρμονα κοχλία, όπου και τα ελευθερώνουν. Με τις ειδικές αυτές κεφαλές μειώνονται οι απώλειες και αυξάνεται η ταχύτητα προώθησης του μηχανήματος. Συνήθως χρησιμοποιούνται για σόγια αλλά και για ελαιοδοτικά φυτά (ηλίανθος κ.ά.) (Τσατσαρέλης 2003).

β. Μηχανισμός αλωνισμού

Για τον αλωνισμό των ψυχανθών χρησιμοποιείται κατά κανόνα το κλασικό σύστημα τυμπάνου-αντιτυμπάνου. Συνήθως χρησιμοποιείται τύμπανο με ραβδωτές ρίγες. Για τα φασόλια μπορεί να χρησιμοποιηθεί και τύμπανο με δόντια. Η ταχύτητα περιστροφής του τυμπάνου και η απόσταση τυμπάνου-αντιτυμπάνου παίζουν πρωταρχικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα του αλωνισμού αλλά και στο ύψος των απωλειών. Σημαντικό ρόλο παίζουν επίσης και τα ανοίγματα του αντιτυμπάνου. Επειδή οι σπόροι των ψυχανθών είναι μεγάλοι προτιμώνται αποστάσεις μεταξύ των συρμάτων περίπου 18-20 χιλ.

Η περιφερειακή ταχύτητα του τυμπάνου κυμαίνεται μεταξύ 8-20 μέτρα/δευτερόλεπτο, ενώ η απόσταση τυμπάνου-αντιτυμπάνου μεταξύ 10-25 χιλιοστά. Συνιστάται πάντως να συμβουλευούνται οι χειριστές το βιβλίο του κατασκευαστή και να προσαρμόζουν τόσο την απόσταση όσο και την ταχύτητα, σύμφωνα με τις υποδείξεις. Σημαντική στην αποδοτικότητα και τις απώλειες, είναι όμως και η επίδραση της υγρασίας των κόκκων, όπως άλλωστε και στα σιτηρά και τον αραβόσιτο. Στα ψυχανθή μάλιστα η επίδρασή της είναι ακόμη μεγαλύτερη λόγω της ευαισθησίας των καρπών (Τσατσαρέλης 2003).

γ. Μηχανισμός καθαρισμού

Λόγω της μορφολογίας των φυτών και της έκπτυξης των πρώτων λοβών πολύ χαμηλά, είναι σύνηθες κατά τη συγκομιδή, να εισέρχεται στους μηχανισμούς χώμα και μικροί βόλοι. Σε ξηρικές συνθήκες οι ποσότητες είναι σημαντικές και αποτελούν πράγματι ένα πρόβλημα. Αποτελεσματική λύση κάτω από τέτοιες συνθήκες δεν έχει ακόμη βρεθεί.

Εντούτοις κάποια πρόσθετα «ακίνητα κόσκινα» (διάτρητες λαμαρίνες), σε διάφορα σημεία, βοηθούν στην απομάκρυνση του χώματος. Τέτοια εξαρτήματα μπορεί να τοποθετηθούν κάτω από το μηχανισμό τροφοδοσίας, κάτω από το αναβατόριο των καθαρών κόκκων ή και των επιστρεφόμενων ή και σε άλλα ακόμη σημεία, όπως ορίζουν οι οδηγίες του κατασκευαστή.

Όσον αφορά τα κόσκινα, το επάνω ρυθμίζεται με ανοίγματα πολύ μεγάλο ώστε να διέρχονται οι μεγάλοι σπόροι των ψυχανθών, ενώ το κάτω επιλέγεται ανάλογα με το είδος του φυτού. Το ρεύμα αέρα ρυθμίζεται να είναι αρκετά ισχυρό ώστε να απομακρύνονται τα βαρύτερα υλικά, κυρίως οι ανοιχτοί λοβοί. Λόγω του μεγέθους των καρπών το ισχυρό ρεύμα αέρα δεν προκαλεί μεγάλες απώλειες. Επειδή οι καρποί των ψυχανθών είναι αρκετά ευαίσθητοι θα πρέπει, κατά την εκκένωσή τους από την αποθήκη της μηχανής, να ρυθμίζεται η ταχύτητα του κοχλία εκκένωσης, ώστε να είναι κατά το δυνατό χαμηλή. (Τσατσαρέλης 2003).

4.4. ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ

Τα ψυχανθή παρουσιάζουν διάφορα προβλήματα λόγω του τρόπου καρποφορίας (λοβοί), οι καρποί κατά τη συγκομιδή συγκρατούνται χαλαρά, με αποτέλεσμα κάθε επαφή των λοβών με το μηχάνημα να προκαλεί απόσπαση τον καρπών και πτώση τους στο έδαφος. Έτσι οι ποσοτικές απώλειες στο μηχανισμό θερισμού είναι πολλές φορές πολύ υψηλές, ξεπερνώντας και το 20% της παραγωγής. Οι απώλειες αυτές του μηχανισμού θερισμού καλύπτουν σχεδόν το 85-90% των συνολικών απωλειών συγκομιδής (Τσατσαρέλης 2003). Οι απώλειες των μηχανών χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

Απώλειες κεφαλών. Αυτές οι απώλειες περιλαμβάνουν το πλάγιασμα, τη θραύση και την απώλεια κοπής. Η καλλιέργεια που δεν κόβεται από τη ράβδο κοπής θεωρείται απώλεια πλαγιάσματος. Η απώλεια θραύσης είναι ο σπόρος που πέφτει στο έδαφος καθώς η ταξικαρπία διαλύεται εξαιτίας της πρόσκρουσης με την ανέμη. Η απώλεια κοπής είναι οι κομμένες ταξικαρπίες που δεν μπορούν να προσγειωθούν στην πλατφόρμα. Οι απώλειες κεφαλών μπορούν να εκφράζονται ως κιλά / εκτάριο ή ως ποσοστό της απόδοσης της καλλιέργειας (Srivastava κ.α. 1993).

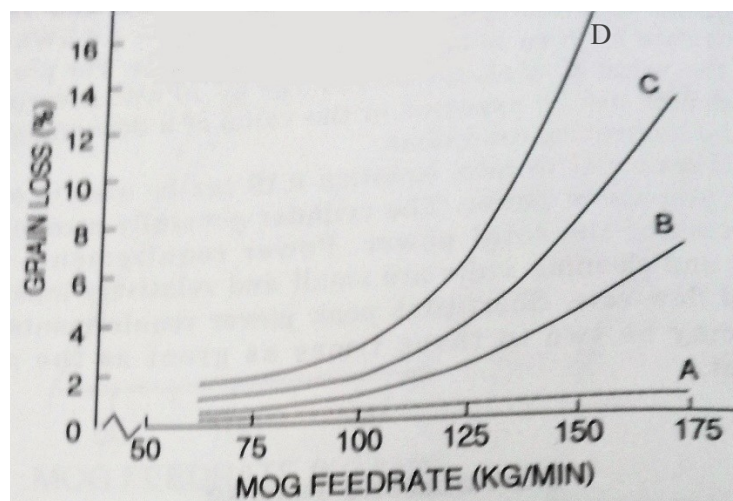
Απώλειες αλωνισμού. Οι απώλειες αλωνισμού ή κυλίνδρου είναι εκείνες που προκύπτουν από τους μη εκκοκκισμένους σπόρους που ξεφεύγουν από τη μηχανή με το

άχυρο προς τα πίσω και εκφράζονται ως το ποσοστό των συνολικών σπόρων που εισέρχονται στη μηχανή.

Απώλειες διαχωρισμού. Οι απώλειες διαχωρισμού που ονομάζονται επίσης απώλειες από τους ανατινακτήρες σε συμβατικές μηχανές χάνουν σπόρους με άχυρο που εκφράζονται ως ποσοστό του συνολικού σπόρου που εισέρχεται στη μηχανή (Τσατσαρέλης 2006)

Απώλειες καθαρισμού. Οι απώλειες καθαρισμού, που ονομάζονται επίσης απώλειες κοσκίνων, είναι οι απώλειες σπόρων με περιβλήματα που εκφράζονται ως το ποσοστό του συνολικού σπόρου που εισέρχεται στη μηχανή (Srivastava κ.α. 1993).

Οι απώλειες αλωνισμού, διαχωρισμού και καθαρισμού ονομάζονται επίσης απώλειες απόρριψης. Αυτές οι απώλειες επηρεάζονται από το ρυθμό ροής του υλικού εκτός από τους σπόρους (material-other- than-grain, MOG) μέσω της μηχανής. Το γράφημα αυτών των απωλειών με διαφορετικό ρυθμό τροφοδοσίας MOG αναφέρεται ως η καμπύλη απόδοσης της μηχανής. Η ικανότητα ενός λειτουργικού στοιχείου είναι ο ρυθμός τροφοδοσίας MOG σε ένα ορισμένο επίπεδο απώλειας. Αυτό το επίπεδο απώλειας είναι 1 ή 2% για τη ικανότητα του διαχωρισμού και 1/2 ή 1% για την ικανότητα καθαρισμού (Srivastava κ.α. 1993).



Εικόνα 4.13. Τυπικές καμπύλες απόδοσης της θεριζοαλωνιστικής μηχανής. A: Απώλειες αλωνισμού, B: Απώλειες καθαρισμού, C: Απώλειες διαχωρισμού και D: Συνολικές απώλειες (Srivastava κ.α. 1993).

Ο έλεγχος των διαφόρων απωλειών απαιτεί πολλή εργασία, μεγάλη προσοχή και σ' ορισμένες περιπτώσεις και εξειδικευμένα όργανα και μηχανήματα. Μπορεί να γίνει

τόσο στο χωράφι όσο και στο εργαστήριο. Συνήθως γίνεται στο χωράφι, κάτω από πραγματικές συνθήκες. Οι έλεγχοι στο εργαστήριο πραγματοποιούνται μόνο από εξειδικευμένα ιδρύματα ή από τις εταιρείες κατασκευής των μηχανών. Γίνονται συνήθως συμπληρωματικά με εκείνους του χωραφιού, κάτω από σταθερές συνθήκες. Παρουσιάζουν όμως το μειονέκτημα του μη αδιατάραχτου υλικού. Οι έλεγχοι στο χωράφι είναι πιο αντιπροσωπευτικοί και γίνονται με διάφορους τρόπους. Οι πιο συνήθεις είναι οι ακόλουθοι: Έλεγχος απωλειών πριν τη συγκομιδή: Επιλέγονται στο χωράφι αρκετές τοποθεσίες (μεταξύ 5 και 7), και τοποθετείται ένα πλαίσιο (30x30 εκ.). Μετρούνται προσεκτικά οι σπόροι (στάχεις, λοβοί, σπάδικες κ.ά.) που βρίσκονται στο έδαφος (Τσατσαρέλης 2006).

4.5. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ

Οι σπόροι των ψυχανθών παρουσιάζουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, τόσο ως προς το μέγεθος, όσο και ως προς την ευαισθησία τους κατά το χειρισμό τους από τα μηχανήματα. Έτσι, η συγκομιδή τους θα πρέπει να γίνεται με πολλή προσοχή.

Στο μηχανισμό αλωνισμού (τύμπανο-αντιτύμπανο) παρατηρείται ποιοτική υποβάθμιση, λόγω της ευαισθησίας των κόκκων. Έτσι ραγίσματα ή σπασίματα των καρπών, εφόσον οι ρυθμίσεις (ταχύτητα και απόσταση τυμπάνου-αντιτυμπάνου) δεν είναι σωστές, είναι συχνότερα απ' ό,τι στα σιτηρά, και προκαλούν μεγαλύτερη ποιοτική υποβάθμιση, ιδιαίτερα όταν οι καρποί αυτοί θα χρησιμοποιηθούν ως βρώσιμοι. Ραγίσματα των σπόρων, εκτός τούτων, έχουν ως αποτέλεσμα και μείωση της βλαστικότητάς τους.

Μεγάλα προβλήματα στη συγκομιδή προκαλούνται επίσης και από το γεγονός ότι οι καρποί δεν έχουν ταυτόχρονη ωρίμανση. Σε πολλά φυτά, λόγω του τρόπου ανάπτυξης και άνθισης, παρατηρείται παρατεταμένη ωρίμανση. Η ακριβής επομένως χρονική στιγμή της συγκομιδής καθορίζεται πολύ πιο δύσκολα από τα σιτηρά. Πρώιμη συγκομιδή δεν είναι επιτυχής, λόγω υψηλής υγρασίας, και προκαλεί μεγαλύτερες απώλειες. Όψιμη, προκαλεί απώλειες πριν τη συγκομιδή, αρκετά σημαντικές σε πολλά φυτά, ενώ προκαλεί και απώλειες στο μηχανισμό αλωνισμού. Πρόβλημα με απώλειες πριν τη συγκομιδή αντιμετωπίζεται συχνά στα ψυχανθή όταν ο λοβός ανοίγει πριν από την πλήρη ωρίμανση των κόκκων, με αποτέλεσμα πολλοί να πέφτουν στο έδαφος. Συχνά μάλιστα μετά από βροχή ή αέρα οι απώλειες αυτές είναι πολύ μεγάλες (Τσατσαρέλης 2003).

Η υγρασία των κόκκων κατά τη συγκομιδή, γενικώς δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 15%. Υγρασία μεταξύ 12 και 15% είναι η πιο κατάλληλη. Στα ψυχανθή η υγρασία δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 15%, γιατί οι σπόροι μπορούν να αποθηκευτούν με ασφάλεια για ένα έτος με υγρασία περίπου 11-13%. Σπόροι επομένως με υψηλότερη υγρασία θα πρέπει να ξηραθούν τεχνητός. Εξ αιτίας των προβλημάτων που θέτει η περιεχόμενη υγρασία των κόκκων, σε συνδυασμό και με την παρατεταμένη ωρίμανση, η συγκομιδή είναι αναγκαίο πολλές φορές να γίνεται σε δύο στάδια (windrowing) (Τσατσαρέλης 2003).

Το πρώτο περιλαμβάνει το θερισμό, όπως και στα σιτηρά. Τα φυτά παραμένουν θερισμένα για λίγο διάστημα, συνήθως μιας εβδομάδας, ώστε να ξηραθούν επαρκώς και η υγρασία να κατέλθει σε κανονικά για τον αλωνισμό επίπεδα (περίπου 12-15%). Ο θερισμός γίνεται με απλές θεριστικές μηχανές. Συνήθως τα θερισμένα φυτά αφήνονται σε γραμμικούς σωρούς. Το δεύτερο στάδιο περιλαμβάνει τον αλωνισμό. Τα θερισμένα φυτά παραλαμβάνονται, από μηχανισμό pick-up της θεριζοαλωνιστικής μηχανής και οδηγούνται στους λοιπούς μηχανισμούς προς αλωνισμό. Η μέθοδος πάντως αυτή έχει ως αποτέλεσμα αυξημένες απώλειες, σε σύγκριση με τον θεριζοαλωνισμό. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται συνήθως στις ΗΠΑ και σε άλλες χώρες της Αμερικής. Στην Ευρώπη και στη χώρα μας προτιμάται ο ταυτόχρονος θερισμός και αλωνισμός (Τσατσαρέλης 2003).

Ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα παρατηρείται στα ψυχανθή. Τα φυτά αυτά είναι ποώδη, με στέλεχος που δεν μπορεί να συγκρατηθεί όρθιο. Έτσι, αν μάλιστα οι καιρικές συνθήκες το ευνοήσουν, τα φυτά πλαγιάζουν με αποτέλεσμα να αδυνατεί η μηχανή να τα συγκομίσει. Ορισμένες ποικιλίες παρουσιάζουν εντονότερο πλάγιασμα ενώ υπάρχουν νάνες αυτοστήρικτες ποικιλίες (φασόλια), που δεν παρουσιάζουν πλάγιασμα. Κάποιες ποικιλίες μάλιστα έχουν το χαρακτηριστικό της έκπτυξης των πρώτων λοβών πολύ χαμηλά (Τσατσαρέλης 2003).

Όλα τα ανωτέρω αναγκάζουν το χειριστή της μηχανής να κατεβάζει το κοπτικό μαχαίρι πολύ χαμηλά, ώστε να περιορίσει κατά το δυνατό τις απώλειες. Σε πολλές μάλιστα περιπτώσεις υπάρχουν και ανυψωτήρες στην κοπτική κεφαλή για να διευκολύνεται ο θερισμός, ενώ και το κοπτικό μαχαίρι μπορεί να είναι εύκαμπτο (flexible, floating), έτσι ώστε να μπορεί να παρακολουθεί καλύτερα τις ανωμαλίες του εδάφους. Λόγω της γραμμικής τους καλλιέργειας θα ήταν δυνατό η κεφαλή θερισμού να διαμορφώνεται με ανάλογες σειρές, όπως και στον αραβόσιτο, πλάτους που να ανταποκρίνεται στις σειρές των φυτών. Το σύστημα αυτό συνήθως χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ. Για το θερισμό

όμως των φυτών υπάρχει το κοπτικό μαχαίρι. Στην Ευρώπη αντιθέτως χρησιμοποιείται η κοπτική κεφαλή των σιτηρών, με κάποιες προσαρμογές. Το κοπτικό μαχαίρι είναι απαραίτητο για το θερισμό των φυτών (Τσατσαρέλης 2003).

Θα πρέπει να τονισθεί ότι γενικώς η συγκομιδή των φυτών που εξετάζονται, συμμετέχει στο συνολικό κόστος με υψηλό ποσοστό, καθώς και με μεγάλες εισροές ενέργειας, λόγω κυρίως του μεγέθους των μηχανών. Ως προς τις συνολικές απώλειες θα πρέπει να παρατηρηθεί ότι εφόσον τηρούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή που αφορούν τις ρυθμίσεις, δεν επικράτησαν δυσμενείς καιρικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου και ο χειριστής διαθέτει εμπειρία και προσοχή δεν θα πρέπει, στα περισσότερα είδη, να ξεπερνούν πολύ τις εκείνες των σιτηρών (Τσατσαρέλης 2003).

4.6. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΜΙΖΟΜΕΝΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

Τα φασολάκια (λοβοί) συντηρούνται καλά όταν είναι στεγνά και μαζεύονται με το κοτσάνι τους. Στο ψυγείο συντηρούνται πάνω από μια εβδομάδα, αν είναι μέσα σε χάρτινες σακούλες και είναι συσκευασμένα μέσα σε νάιλον σακουλάκια. Στα μεγάλα ψυγεία διατηρούνται τα φασόλια σε θερμοκρασία 12 μέχρι 4° C με σχετική υγρασία 85%. Χρόνος συντήρησης 2-3 εβδομάδες (Παρασκευόπουλος 2000). Επίσης μπορούν να τοποθετηθούν σε ψυκτικούς θαλάμους με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα (CA), 3% CO₂ και 2% O₂, για 14 ημέρες (Καλορίζου και Παπαχατζής 2011).

Κατά τη συγκομιδή των νωπών φασολιών όπως και των φασολιών της Λίμας, η υγρασία παίζει επίσης σημαντικό ρόλο καθώς αναπνέουν έντονα και είναι ευαίσθητα μετασυλλεκτικά. Απαιτείται λοιπόν πρόψυξη αμέσως μετά τη συγκομιδή στους 3-5 °C (υδρόψυξη προτιμότερη των άλλων μεθόδων) (Βασιλακάκης 2006).

Επιπλέον, οι συγκομισμένοι λοβοί δεν πρέπει ποτέ να συσκευάζονται στενά σε δοχεία συλλογής ή να επιτρέπεται να παραμένουν στον ήλιο για παρατεταμένες περιόδους. Ανεξάρτητα από τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο συγκομιδής, είναι επιθυμητή η ελάχιστη διακίνηση των λοβών φασολιών. Η προσεκτική επίβλεψη της εργασίας είναι το κλειδί για την εξασφάλιση ομοιόμορφου καθαρισμού, μεγέθους και συσκευασίας των φασολιών που συλλέγονται χειρωνακτικά. Οι μικρότεροι καλλιεργητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν ένα τραπέζι διαβάθμισης ή έναν μεταφορικό ιμάντα που βρίσκεται σε ένα υπόστεγο συσκευασίας για την απομάκρυνση των σκουπιδιών και των υπολειμμάτων. Η διάχυση των φασολιών μέσα σε έναν ιμάντα ή σε μια επίπεδη

επιφάνεια συμβάλλει στην εξάλειψη της θερμότητας του αγρού πριν από τη συσκευασία και τη μεταφορά. Η διάμετρος του λοβού, όχι το μήκος, αποτελεί την καλύτερη ένδειξη ποιότητας. Οι αγοραστές προτιμούν λοβούς χωρίς προεξοχές ή μόνο με μια μικρή διόγκωση, από τους σπόρους. Τα ώριμα πράσινα φασόλια με διογκωμένους λοβούς είναι σκληρά και ινώδη, ενώ οι ανώριμοι λοβοί είναι πιο ευαίσθητοι στο μαρασμό. Η ομοιόμορφη ταξινόμηση των φασολιών στο κουτί ή το χαρτοκιβώτιο είναι κρίσιμη για την αποδοχή από τους αγοραστές. Στο σχήμα πρέπει να είναι αρκετά ευθεία, το χρώμα φωτεινό, και η εμφάνιση φρέσκια και χωρίς κηλίδες. Η φρεσκάδα αποδεικνύεται από ένα ξεκάθαρο ήχο, όταν σπάει το φασόλι (North Carolina Cooperative Extension Service 2011).

Οι διαφορετικοί καλλιεργητές ακολουθούν διαφορετικές προσεγγίσεις στη συσκευασία. Ορισμένοι καλλιεργητές προτιμούν τη συσκευασία στον αγρό έτσι ώστε τα φασόλια να μετακινούνται γρήγορα από το χωράφι στο ψυγείο με ελάχιστο χειρισμό. Ορισμένοι καλλιεργητές χρησιμοποιούν κουτιά βάρους 13,5 κιλών κηρώδη ή όχι, ανάλογα με την απαίτηση του καλλιεργητή ή του φορτωτή. Άλλοι καλλιεργητές χρησιμοποιούν μικρότερα χαρτοκιβώτια από ξύλο ή χαρτόνι (Adsule κ.α. 1998, Vegetable Research & Information Center 2011).

Τα πράσινα φασόλια είναι εξαιρετικά ευαίσθητα και θα πρέπει να ψύχονται γρήγορα μετά τη συγκομιδή, κατά προτίμηση στους 4-5° C. Η ψύξη διατηρεί σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα και ουσιαστικά επιμηκύνει τη διάρκεια ζωής. Επιπλέον, η άμεση και ολοκληρωμένη ψύξη μπορεί να μειώσει τις επιπτώσεις της αφυδάτωσης και να μειώσει τις βλάβες που προκαλούνται από τους παθογόνους μικροοργανισμούς. Όμως, ενώ η ψύξη μετά τη συγκομιδή είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της ποιότητας, δεν θα βελτιώσει την ποιότητα ενός φτωχού προϊόντος (North Carolina Cooperative Extension Service 2011).

Τα φασόλια μπορούν να ψύχονται σε ειδικό θάλαμο ή να ψύχονται με ρεύμα αέρα, αλλά προτιμάται η ψύξη με νερό όχι μόνο επειδή το κρύο νερό κρύνει γρήγορα τα φασόλια, αλλά και επειδή η υγρασία βοηθά στην αποφυγή μαρασμού ή συρρίκνωσης. Η καθυστέρηση στην ψύξη μετά την συγκομιδή και η έκθεση στον ήλιο οδηγεί σε υποβάθμιση της ποιότητας, με αποτέλεσμα τη συρρίκνωση και την απώλεια βάρους. Συνεπώς, τα φασόλια που συλλέγονται πρέπει να σκιάζονται ενώ βρίσκονται στον αγρό. Ο περιορισμός του χρόνου μεταξύ της συγκομιδής και της ψύξης σε όχι περισσότερο από 1 ή 2 ώρες θα βοηθήσει στη μεγιστοποίηση της διάρκειας ζωής (Gorini κ.α. 1974).

Τα πράσινα φασόλια πρέπει να φυλάσσονται στους 3-7°C και 95% σχετική υγρασία. Υπό αυτές τις συνθήκες, τα πράσινα φασόλια διατηρούν την ποιότητά τους για 4-10 ημέρες. Ωστόσο, οι θερμοκρασίες 3°C και χαμηλότερες μπορεί να προκαλέσουν σημαντική ζημία στα φασόλια. Ο τραυματισμός από το ψύχος μπορεί να εμφανιστεί αργότερα κατά τη διάρκεια της διανομής και να κάνει τα φασόλια μη εμπορεύσιμα. Ομοίως, μπορεί να προκύψει ψυχρός τραυματισμός όταν τα φασόλια αποθηκεύονται για περισσότερο από 5 - 6 ημέρες, με αποτέλεσμα έναν γενικό αποχρωματισμό ολόκληρου του φασολιού. Το πιο συνηθισμένο σύμπτωμα του ψυχρού τραυματισμού είναι η εμφάνιση διακεκριμένων σκουριασμένων καφέ κηλίδων που εμφανίζονται στην περιοχή θερμοκρασιών 5-7,5 °C. Αυτές οι αλλοιώσεις είναι πολύ επιρρεπείς σε επίθεση από κοινούς παθογόνους μύκητες. Τα φασόλια μπορούν να διατηρηθούν περίπου 2 ημέρες στους 1°C, 4 ημέρες στους 2.5°C ή 8-10 ημέρες στους 5°C πριν εμφανιστούν τα συμπτώματα της ψύξης (Postharvest Technology Research Center 2011).

Όταν τα φασόλια πρόκειται να αποθηκευτούν ή να μεταφερθούν σε μεικτά φορτία με άλλα εμπορεύματα, είναι σημαντικό να εξεταστεί η συμβατότητα των προϊόντων σε σχέση με τη θερμοκρασία, την υγρασία, και την παρουσία αερίου αιθυλενίου. Το αιθυλένιο αποδίδεται από μερικά φρούτα (μήλα, πεπόνια, μπανάνες και ντομάτες) και θα επιταχύνει την ωριμότητα και τη μείωση της ποιότητας των φασολιών. Η αποθήκευση των φασολιών με προϊόντα που παράγουν αιθυλένιο αποθαρρύνεται. Τα φασόλια απορροφούν επίσης εύκολα την οσμή των πιπεριών, των κρεμμυδιών και των πεπονιών. Θα πρέπει επίσης να αποφεύγεται η κοινή αποθήκευση και η μεταφορά με αυτά τα προϊόντα (Postharvest Technology Research Center 2011)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας μπορούν να εξαχθούν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Το κοινό φασόλι (*Phaseolus vulgaris*) είναι από τα πιο σημαντικά ψυχανθή, για τη διατροφή του ανθρώπου σε όλο τον κόσμο, αποτελεί τη σημαντικότερη πηγή πρωτεϊνών και θρεπτικών συστατικών για τους ανθρώπους των αναπτυσσόμενων χωρών και καταλαμβάνει την πρώτη θέση σε παγκόσμια κλίμακα.
- Η καλλιέργεια του φασολιού παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι καλλιεργούμενες ποικιλίες φασολιού ταξινομούνται σε δύο γένη που περιλαμβάνουν αρκετά καλλιεργούμενα είδη. Αυτό δυσχεραίνει την ομοιόμορφη μηχανική συγκομιδή.
- Η εκμηχάνιση της συγκομιδής των γεωργικών προϊόντων συμβάλει στη μείωση του κόστους, στη διαφύλαξη και αύξηση του γεωργικού εισοδήματος και στην απαλλαγή του γεωργού και της οικογένειάς από την επίμοχθη εργασία.
- Η όλη διαδικασία της συγκομιδής μπορεί να χωριστεί στις ακόλουθες λειτουργίες κοπή, αλώνισμα, διαχωρισμός και καθαρισμός. Ανάλογα με τη μέθοδο που χρησιμοποιείται για τη συγκομιδή, οι λειτουργίες αυτές εκτελούνται από διαφορετικές μηχανές ή μπορούν να συνδυαστούν σε μία μόνο μηχανή.
- Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την έναρξη της συγκομιδής σε κάθε καλλιεργούμενη ποικιλία, είναι οι ημέρες από την σπορά, οι ημέρες από την έναρξη της ανθοφορίας, το μέγεθος των λοβών, το μέγεθος των σπόρων, το χρώμα των λοβών και το ποσοστό υγρασίας
- Οι θεριζοαλωνιστικές μηχανές για να μπορέσουν να συγκομίσουν τους ξηρούς καρπούς των ψυχανθών με αποτελεσματικότητα, χαμηλές απώλειες και χαμηλό κόστος πρέπει να υποστούν ορισμένες προσαρμογές στο μηχανισμό θερισμού, στο μηχανισμό αλωνισμού και στο μηχανισμό καθαρισμού.
- Τα φασόλια (ιδιαίτερα τα νωπά) αποτελούν ευαίσθητα γεωργικά προϊόντα και πρέπει αμέσως μετά τη συγκομιδή να αποθηκεύονται σε κατάλληλες συνθήκες προκειμένου να διατηρηθεί υψηλή η ποιότητα των προϊόντων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ciufolini, C., (1984). *«Λαχανοκομία Κηπευτική Γενική και Ειδική»*, Αθήνα: Εκδόσεις Ψύχαλου.
- Βασιλάκης, Δ. Μ., (2006). *«Μετασυλλεκτική Φυσιολογία Μεταχείριση Οπωροκηπευτικών και Τεχνολογία»*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γαρταγάνης.
- Δημητράκης, Κ. Γ. (1998). *«Λαχανοκομία»*. Αθήνα: Εκδόσεις Αγρότυπος Α.Ε.
- Καλορίζου, Ε., Παπαχατζής, Α., (2011), *«Γενική και Ειδική Λαχανοκομία»*, Λάρισα: Εκδόσεις Γραμμικό.
- Μπλέτσος, Φ., (2012), *«Πρακτική λαχανοκομία και παραδοσιακές ποικιλίες»*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη.
- Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ. (2005). *«Ψυχανθή. Καρποδοτικά - Χορτοδοτικά»*, Θεσσαλονίκη: Σύγχρονη Παιδεία.
- Παρασκευόπουλος, Κ. Π., (2000), *«Σύγχρονη λαχανοκομία»*, Αθήνα: Εκδόσεις Ψύχαλου.
- Πάσσαμ, Χ. Κ. (1994). *«Φυσιολογία και Τεχνολογία Πολλαπλασιαστικού Υλικού Κηπευτικών»*. Αθήνα: Εκδόσεις Γ.Π.Α.
- Τσατσαρέλης, Α.Κ., (2003), *«Μηχανική συγκομιδή γεωργικών προϊόντων»*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γιαχούδη.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adsule, R. N., Deshpande, S. S., & Sathe, S. K. (1998). French bean. Food Science and Technology. New York: Markel Dekker.
- Biddle, A. J. (2017). Peas and Beans (Vol. 25). London: CABI.
- Culpin, C. (2014). Farm machinery. New Delhi: Wiley Blackwell.
- Gorini, F., Borinelli, G., & Maggiore, T. (1974) 'Studies on precooling and storage of some varieties of snap beans' in Acta Horticulture, Volume 38.
- Graham, P.H., Vance, C.P., (2003), Legumes: Importance and constraints to greater utilization. Plant Physiology 131, 872-877.
- Kaplan, L. (2008) 'Legumes in the history of human nutrition' in Dubois, C., Tan, M. & Mintz, C. (eds) The World of Soy, Chengdu, China: Papers from the Soybean Conference at the 8th Symposium of the Foundation Chinese Dietary Culture.

- Klenin, N. I., Popov, I. F., & Sakun, V. A. (1985). Agricultural machines. Agricultural machines.
- Postharvest Technology Research Center (2011) Snap Beans: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality, Davis, California: Postharvest Technology Research Information Center, Department of Plant Sciences.
- Srivastava, A. K., Goering, C. E., Rohrbach, R. P., & Buckmaster, D. R. (1993). Engineering principles of agricultural machines (No. 631.3/S774). St. Joseph, Mich.: American society of agricultural engineers.
- Thompson, K. (2008). Fruit and vegetables: harvesting, handling and storage. John Wiley & Sons.
- Vegetable Research & Information Center (2011) Snap Bean Production in California, Publication 7240, Oakland, California: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- A2Z of Health, Beauty, & Fitness (2011) «Green Beans Nutrition Facts»,
http://health.learninginfo.org/green_beans.html, (ανάκτηση 08/08/2017)
- Faostat (2014) «Crop statistics» <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, (ανάκτηση 04/10/2017)
- Mayo Clinic (2001) «Beans and other legumes: types and cooking tips and Health recipe: mix bean salad»,
<http://www.mayoclinic.com/health/healthyrecipes/NU00410>, (ανάκτηση 08/08/2017)
- North Carolina Cooperative Extension Service (2011) «Postharvest Cooling and Handling of Green Beans and Field Peas»,
<http://www.bae.ncsu.edu/programs/extension/publicat/postharv/ag-413-8/index.html>, (ανάκτηση 08/08/2017)
- USDA Nutrient Database (2011) «Beans, average», USDA Agricultural Research Service Nutrient Data Laboratory Database for Standard Reference,
<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>, (ανάκτηση 08/08/2017)
- Ελληνική Στατιστική Αρχή (2014) «Βρώσιμα όσπρια. Εκτάσεις και παραγωγή κατά Περιφέρεια και Περιφερειακή Ενότητα»,

<http://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG06/2014>, (ανάκτηση
04/10/2017)