



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΥΤΩΝ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Μελέτη της επίδρασης διαφορετικών θερμοκρασιών στη βλάστηση των
χειμερινών ψυχανθών»



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ
ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ : ΛΑΒΔΗ ΦΩΤΕΙΝΗ

Ευχαριστίες

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω από βάθους ψυχής τους καθηγητές μου, Καθηγητή κ. Νικόλαο Δαναλάτο και κ. Ελπινίκη Σκουφογιάννη μέλος Ε.ΔΙ.Π, για τον χρόνο που έχουν αφιερώσει, τη στήριξη, τη προσφορά τους, την αμέριστη βοήθεια τους για την αποπεράτωση της πτυχιακής μου διατριβής αλλά και κατά τη διάρκεια της φοιτητικής μου πορείας.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στους καθηγητές του εργαστήριου Γεωργίας, τον κ. Δημήτριο Μπαρτζιάλη μέλος Ε.ΔΙ.Π και τον κ. Κυριάκο Γιαννούλη για τις συμβουλές και την βοήθεια που μου παρείχαν για την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου διατριβής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επίκουρο κ. Ανέστη Καρκάνη, μέλος της τριμελούς επιτροπής, για την βοήθεια και τις χρήσιμες συμβουλές για τη διόρθωση της πτυχιακής μου εργασίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να εκφράσω ένα τεράστιο και απέραντο ευχαριστώ στην οικογένεια μου, για την οικονομική και ψυχολογική συμβολή τους ώστε να εκπληρωθούν τα όνειρα και οι στόχοι μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου, για την βοήθεια τους κατά την διεξαγωγή του πειράματος και της φοιτητικής μας ζωής.

Σας ευχαριστώ πολύ.

Περίληψη

Η καλλιέργεια των χειμερινών ψυχανθών αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς τα τελευταία χρόνια. Σε αυτή την κατηγορία φυτών ανήκουν φυτά όπως το κουκί, το λούπινο και το μπιζέλι. Η ευεργετική τους δράση στη γονιμότητα των εδαφών, σε συνδυασμό με τον πλούσιο σε πρωτεΐνες καρπό τους, απαραίτητες στη διατροφή του ανθρώπου και των ζώων, συντέλεσαν στην ταχεία εξάπλωση τους.

Για το λόγο αυτό συντάσσεται και η παρούσα εργασία. Έρχεται να μελετήσει το κουκί, το λούπινο και το μπιζέλι ως φυτά και τη βλαστική ανταπόκριση των σπόρων τους σε εννιά θερμοκρασίες. Στο πλαίσιο αυτό, η εργασία δομείται σε έξι κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο, αναφέρονται γενικά χαρακτηριστικά αυτών των τριών καλλιεργειών. Περιγράφονται στοιχεία σχετικά με την εξάπλωση τους, τις καλλιεργητικές πρακτικές για τη μεγιστοποίηση των αποδόσεων και τις απαιτήσεις που έχουν.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η διαδικασία του πειράματος, δηλαδή οι ενέργειες που έγιναν για τη προετοιμασία των σπόρων για να εισαχθούν στο θάλαμο και για τη λήψη παρατηρήσεων.

Στο τρίτο, τέταρτο και πέμπτο κεφάλαιο, γίνεται παρουσίαση και σχολιασμός των αποτελεσμάτων του πειράματος και ανάλυση των συμπερασμάτων που εξήχθησαν από αυτό.

Στο έκτο κεφάλαιο βρίσκεται η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε για τη σύνταξη της παρούσας εργασίας.

Abstract

The cultivation of winter legumes has been growing rapidly in recent years. This category of plants includes plants such as beans, lupine and peas. Their beneficial effect on soil fertility, combined with their protein-rich fruit, essential for human and animal nutrition, contributed to their rapid spread.

For this reason, the present work is also being compiled. She comes to study beans, lupine and peas as plants and the vegetative response of their seeds to nine temperatures. In this context, the work is structured in six chapters.

In the first chapter, general characteristics of these three crops are mentioned. It describes descriptions of their spread, cultivation practices to maximize yields, and their requirements.

In the second chapter, the process of the experiment is presented, that is the actions taken to prepare the seeds to be inserted into the chamber and to take observations.

In the third, fourth and fifth chapter, the results of the experiment are presented and commented on, and an analysis of the conclusions drawn from it is made.

In the sixth chapter is the bibliography used to compile this paper.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract	4
Κατάλογος εικόνων	8
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 Σπόρος.....	12
1.1.1 Βλάστηση του σπόρου.....	12
1.1.2 Βλαστική ικανότητα σπόρου.....	12
1.1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τη βλάστηση των σπόρων	13
1.1.3.1 Νερό	13
1.1.3.2 Οξυγόνο.....	14
1.1.3.3 Θερμοκρασία του αέρα.....	14
1.1.3.4 θερμοκρασία του εδάφους.....	15
1.1.3.5 Φωτισμός.....	15
1.1.4 Επίδραση της θερμοκρασίας στην βλάστηση των σπόρων	16
1.2 ΚΟΥΚΙ.....	17
1.2.1 Ιστορική αναδρομή.....	17
1.2.2 Περιγραφή	17
1.2.3 Βοτανική ταξινόμηση.....	19
1.2.4 Περιβαλλοντικές απαιτήσεις καλλιέργειας	19
1.2.4.1 Θερμοκρασία.....	19
1.2.4.2 Φωτοπερίοδος.....	19
1.2.4.3 Βροχόπτωση και Υγρασία.....	20
1.2.4.4 Εδαφολογικές απαιτήσεις.....	20
1.2.5 Καλλιεργητική τεχνική.....	20
1.2.5.1 Σπορά.....	20
1.2.5.2 Λίπανση.....	21
1.2.5.3 Άρδευση	21
1.2.5.4 Συγκομιδή.....	21
1.2.5.5 Ζιζανιοκτονία	22
1.2.5.6 Απόδοση.....	22
1.2.5.7 Εχθροί – Ασθένειες	22
1.2.6 Χρήσεις και παραγωγή.....	23
1.3 ΛΟΥΠΙΝΟ	24
1.3.1 Ιστορική αναδρομή.....	24
1.3.2 Περιγραφή	24
1.3.3 Βοτανική ταξινόμηση.....	26

1.3.4 Εξάπλωση της καλλιέργειας.....	27
1.3.5 Περιβαλλοντικές απαιτήσεις καλλιέργειας	28
1.3.5.1 Θερμοκρασία.....	28
1.3.5.2 Φωτοπερίοδος.....	28
1.3.5.3 Βροχόπτωση και Υγρασία.....	29
1.3.5.4 Εδαφολογικές απαιτήσεις.....	29
1.3.6 Καλλιεργητική τεχνική.....	29
1.3.6.1 Σπορά.....	29
1.3.6.2 Λίπανση.....	30
1.3.6.3 Συγκομιδή.....	31
1.3.6.4 Ζιζανιοκτονία	31
1.3.6.5 Απόδοση	32
1.3.6.6 Εχθροί – Ασθένειες	32
1.3.7 Χρήσεις και παραγωγή	33
1.4 ΜΠΙΖΕΛΙ	34
1.4.1 Ιστορική αναδρομή.....	34
1.4.2 Περιγραφή.....	34
1.4.3 Βοτανική ταξινόμηση.....	36
1.4.4 Εξάπλωση της καλλιέργειας.....	36
1.4.5 Περιβαλλοντικές απαιτήσεις καλλιέργειας	37
1.4.5.1 Θερμοκρασία.....	37
1.4.5.2 Φωτοπερίοδος.....	37
1.4.5.3 Βροχόπτωση και Υγρασία.....	37
1.4.5.4 Εδαφολογικές απαιτήσεις.....	38
1.4.6 Καλλιεργητική τεχνική.....	38
1.4.6.1 Σπορά.....	38
1.4.6.2 Λίπανση.....	39
1.4.6.3 Άρδευση	39
1.4.6.4 Συγκομιδή.....	40
1.4.6.5 Ζιζανιοκτονία	40
1.4.6.6 Απόδοση	40
1.4.6.7 Εχθροί – Ασθένειες	41
1.4.7 Χρήσεις και παραγωγή.....	41
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	42
2.1 Στοιχεία Πειράματος	42
2.2 Θάλαμος βλάστησης.....	42
2.3 Μυκητοκτόνο	44
2.4 Διαδικασία πειράματος.....	45
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	48

3.1 Μεταχείριση Λούπινου.....	48
3.2 Μεταχείριση Μπιζελιού	49
3.3 Μεταχείριση Κουκιού	50
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	52
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	54
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	56

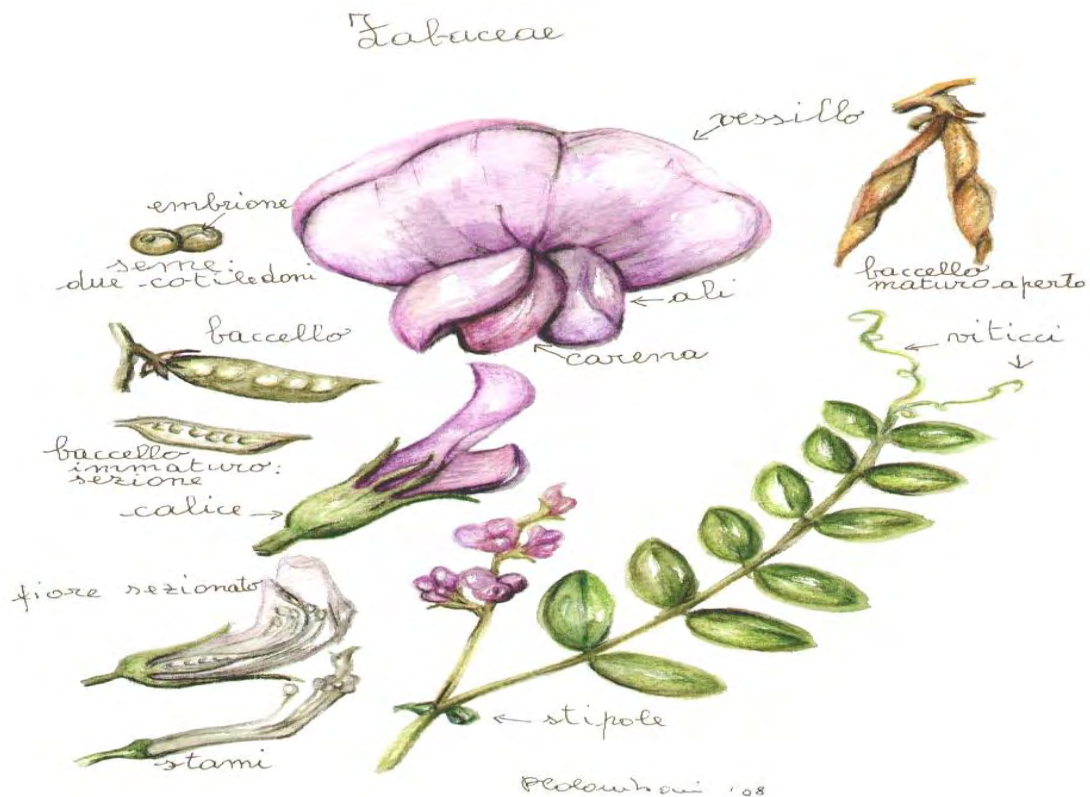
Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: Άνθος ψυχανθούς	9
Εικόνα 2: Κύρια ρίζα με φυμάτια.....	18
Εικόνα 3: Άνθος κουκιού.....	18
Εικόνα 4: Φυμάτια λούπινου.....	25
Εικόνα 5: Ανθοταξία λούπινου.....	25
Εικόνα 6: Φυτό λευκού, κίτρινου και μπλε λούπινου.....	26
Εικόνα 7: Μέση ετήσια παραγωγή (τόνοι) λούπινου στην Ελλάδα.....	32
Εικόνα 8: Άνθος μπιζελιού.....	35
Εικόνα 9: Φυτό μπιζελιού.....	36
Εικόνα 10: Θάλαμος βλάστησης ελεγχόμενης ατμόσφαιρας.....	44
Εικόνα 11: Συσκευασία μυκητοκτόνου Benlate ^R 50 W.....	45
Εικόνα 12: Σπόροι Κουκιού α) <i>Vicia faba</i> – cv. tanagra, β) <i>Vicia faba</i> - cv. solon, γ) <i>Vicia faba</i> – cv. scuro di Torre Lama, γ) <i>Vicia faba</i> – cv. favino.....	47
Εικόνα 13: Σπόροι Λούπινου α) <i>Lupinus albus</i> L. - cv. ultra, β) <i>Lupinus albus</i> L. - cv. multitalia.....	48
Εικόνα 14: Σπόροι Μπιζελιού α) <i>Pisum arvense</i> - cv. arvica, β) <i>Pisum arvense</i> - cv. olympus.....	48

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας κατατάσσονται τα ψυχανθή. Φυτά που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία φυτών είναι ο βίκος, το κουκί, το λαθούρι, το μπιζέλι, το λούπινο κ.α. Σε αυτή την διατριβή, επίκεντρο αποτελούν το κουκί, το λούπινο και το μπιζέλι και μελετάτε η επίδραση 9 θερμοκρασιών στη βλάστηση των σπόρων τους.

Τα ψυχανθή, αποτελούν μία από τις σημαντικότερες καλλιέργειες που γίνονται σε παγκόσμιο επίπεδο. Η λέξη αυτή, αποτελεί σύνθεση δύο άλλων λέξεων, της ψυχής και του άνθους. Η ονομασία αυτή δόθηκε από τους αρχαίους Έλληνες καθώς τα άνθη τους έμοιαζαν με πεταλούδα. Στα αρχαία ελληνικά, όπου ψυχή εννοείται πεταλούδα (Online Βικιλέξικό). Τα φυτά αυτά, υπερτερούν των υπόλοιπων φυτών, λόγω της ικανότητας τους να αζωτοδεσμεύουν. Από την αρχαιότητα, είναι γνωστή η χρήση των ψυχανθών σε συστήματα αμειψισποράς, από τους Αιγύπτιους, Κινέζους και Αρχαίους Έλληνες (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Σύμφωνα με τον Θεόφραστο, τα ψυχανθή αναζωογονούν το έδαφος, το οποίο έχει την όψη ενός λιπασμένου και όχι εξαντλημένου εδάφους (Σιδηράς, 1997).



Εικόνα 1: Άνθος ψυχανθούς. Ανακτήθηκε στις 5/05/2020 από: <https://docplayer.gr/48492663-Fakelos-psyhanthi-ktinotrofika-psyhanthi.html>

Τα ψυχανθή, είναι μια οικογένεια (Fabaceae) φυτών με μεγάλη επιρροή στην ανθρώπινη και ζωική διατροφή, στη γεωργία και το περιβάλλον. Σε αυτή ανήκουν περίπου 752 γένη και 19.000 γνωστά είδη. Ως προς την σπουδαιότητα τους, καταλαμβάνουν την δεύτερη θέση στην κατάταξη, μετά τα σιτηρά (Gramineae) και την τρίτη ως προς τον αριθμό ειδών (Christenhusz *et al.*, 2016). Τα φυτά αυτά είναι δικοτυλήδονα και ο βιολογικός τους κύκλος διαρκεί ένα ή περισσότερα έτη. Χαρακτηρίζονται ως ποώδη, θαμνώδη ή δενδρώδη με φύλλα σύνθετα. Είναι αναρριχώμενα ή έρποντα και φέρουν τους καρπούς τους σε λοβούς.

Η καλλιέργεια των φυτών της οικογένειας Fabaceae γίνεται κυρίως για τρεις λόγους:

- 1) Για τη χρήση τους σε συστήματα χλωρής λίπανσης
- 2) Για τη διατροφή του ανθρώπου/ζώων μέσω των καρπών τους (Κουκί, Μπιζέλι, Ρεβύθι, Φασόλια, Σόγια κ.α.)
- 3) Για τη παραγωγή ζωοτροφών (Τριφύλλι, Μηδική)

Η ταξινόμηση των ψυχανθών μπορεί να γίνει με βάση κάποια συγκεκριμένα κριτήρια. Όσον αφορά τη χρήση τους, τα φυτά αυτά ταξινομούνται περαιτέρω ως: 1) καρποδοτικά, 2) φυτά χλωρής λίπανσης, 3) καρποδοτικά-χορτοδοτικά, 4) χορτοδοτικά. Με βάση τις απαιτήσεις που έχουν σε άρδευση, χωρίζονται σε αρδευόμενα και μη αρδευόμενα. Στην πρώτη υποκατηγορία ανήκουν τα χειμερινά ψυχανθή, τα οποία αρκούνται στις βροχοπτώσεις για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες τους σε νερό και ολοκληρώνουν τον κύκλο ζωής τους αρχές καλοκαιριού. Στη δεύτερη υποκατηγορία ανήκουν τα εαρινά ψυχανθή, τα οποία κατά το καλοκαίρι δε μπορούν να επιβιώσουν δίχως άρδευση. Τέλος, όσον αφορά την εποχή σποράς, αυτά κατηγοριοποιούνται ως χειμερινά και εαρινά ψυχανθή (Κούστας, 2015).

Η διατροφική αξία των ψυχανθών είναι ιδιαίτερα υψηλή. Έχουν την ικανότητα να χρησιμοποιηθούν ως υποκατάστατο της ζωικής πρωτεΐνης. Περιέχουν μεγάλα ποσοστά πρωτεϊνών, τα οποία είναι μεταξύ του 17% και 30%. Από την άλλη πλευρά, τα σιτηρά περιέχουν μόνο 10%. Υψηλή είναι, επίσης, η περιεκτικότητά τους σε βιταμίνες (νιασίνη και θειαμίνη), σε σίδηρο, ασβέστιο και φώσφορο. Τέλος, η περιεκτικότητά τους σε άμυλο φτάνει το 60% (Πισιμίσης, 2017).

Στην περίπτωση των ζώων, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί για την διατροφή τους, ολόκληρο το φυτό, οι αποξηραμένοι καρποί ή μετά τη συγκομιδή αυτών, το υπόλειμμα του φυτού. Ανάλογα με τον χρόνο συγκομιδής και το είδος του φυτού, το προϊόν μπορεί να είναι 1) ενσίρωμα (Βίκος, Κουκί, Λαθούρι, Κτηνοτροφικό μπιζέλι), 2) σανό (Βίκος, Λαθούρι) και 3) για βοσκή (πιο σπάνια) (Κούστας, 2015).

Πολύ σημαντική ικανότητα των ψυχανθών, είναι αυτή της αζωτοδεσμεύσεως. Συμβιώνουν με βακτήρια του γένους *Rhizobium*, τα οποία δεσμεύουν το άζωτο της ατμόσφαιρας, και με τον τρόπο αυτό ικανοποιούν τις ανάγκες τους σε αυτό το στοιχείο. Έτσι, λοιπόν, δεν εξαντλείται το περιεχόμενο στο έδαφος άζωτο, αλλά το εμπλουτίζει ακόμη περισσότερο. Η χρήση αυτού μπορεί να γίνει από την επόμενη καλλιέργεια που θα εφαρμοστεί. Συνεπώς, η χρήση ψυχανθών σε προγράμματα αμειψισποράς, συμβάλλει στην αύξηση της γονιμότητας του εδάφους και τη μείωση εισροών αζωτούχων λιπασμάτων (Πισιμίσης, 2017).

Σε συνθήκες περιβάλλοντος, τα ψυχανθή επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από παράγοντες όπως η υγρασία, οι εδαφικές συνθήκες, τα θρεπτικά συστατικά και η θερμοκρασία. Η αύξηση, η ανάπτυξη και συνεπώς η απόδοση εξαρτώνται από αυτούς τους παράγοντες. Η συγκεκριμένη διατριβή πραγματοποιήθηκε σε συνθήκες εργαστηρίου, με ελεγχόμενη θερμοκρασία. Στις υψηλές θερμοκρασίες η έκπτυξη του ριζιδίου γινόταν πιο γρήγορα σε σχέση με τις χαμηλές.

Η ποιότητα, ο γονότυπος των σπόρων και το περιβάλλον, αποτελούν παράγοντες μεγίστης σημασίας για την επιτυχία εγκατάστασης μιας καλλιέργειας. Τα χαρακτηριστικά των σπόρων μπορούν να επηρεαστούν από τη διαφορά θερμοκρασίας. Επίσης, ο φαινότυπος των σπόρων επηρεάζεται από τον γονότυπο και το περιβάλλον. Συνεπώς η διαφορά στους σπόρους συνδέεται άμεσα με την προέλευσή τους (Λουκάς, 2010).

Ο χρόνος που απαιτείται για να βλαστήσει ένας σπόρος, αποτελεί ένα από τη σημαντικότερα στάδια στην καλλιέργεια των φυτών. Η δομή του εδάφους, η υγρασία, ο τρόπος σποράς, η θερμοκρασία και το είδος του σπόρου επηρεάζουν την ταχύτητα βλάστησης τους.

1.1 Σπόρος

1.1.1 Βλάστηση του σπόρου

Ο σπόρος αποτελείται εσωτερικά από το έμβρυο, το οποίο αποτελεί μία μικρή εικόνα του φυτού, το ενδοσπέρμιο και τις κοτυληδόνες, στα οποία είναι αποθηκευμένες οι θρεπτικές του ουσίες, και εξωτερικά από το περίβλημα που συμβάλλει στην προστασία του (Fenner & Tompson, 2005). Καθώς ο σπόρος φτάνει στο στάδιο της ωρίμανσης, το έμβρυο ενώ διατηρείται ζωντανό σταματάει να αυξάνεται. Η μεταβολική του δραστηριότητα μειώνεται αρκετά. Όταν ο σπόρος εξέλθει από τον λήθαργο, αυτό αρχίζει ξανά τις διαδικασίες ανάπτυξής του. Σε αυτό το στάδιο είναι ικανός να βλαστήσει, εφόσον οι συνθήκες είναι κατάλληλες για να συμβεί αυτό. Οι κύριοι παράγοντες που επιδρούν στην βλάστηση είναι το οξυγόνο, το νερό και η απαραίτητη θερμοκρασία (Ευθυμιάδης, 2005). Με την έναρξη ανάπτυξης του εμβρύου σημειώνεται μεγάλη μεταβολική δραστηριότητα. Αποτέλεσμα αυτής της δραστηριότητας είναι η βλάστηση του σπόρου. Από την άλλη πλευρά, εάν ο σπόρος εμφανίζει αδυναμία για βλάστηση, τότε το πιο πιθανό σενάριο είναι η απουσία ανεπτυγμένου εμβρύου. Η κατάσταση αυτή, οφείλεται στις ακατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες (Τεκέογλου, 2011).

Υπάρχουν δύο τύποι βλάστησης: η υπόγεια και η επίγεια. Στην πρώτη περίπτωση, η βλάστηση ξεκινάει με την αύξηση του επικοτυλίου. Οι κοτυληδόνες δεν εξέρχονται του εδάφους. Φυτά με τέτοιο τρόπο βλάστησης είναι το μπιζέλι, το κουκί και ο βίκος. Στη δεύτερη περίπτωση συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο. Οι κοτυληδόνες εξέρχονται του εδάφους ενώ το τμήμα που επιμηκύνεται είναι το υποκοτύλιο. Το βαμβάκι, τα τεύτλα, η σόγια και η μηδική παρουσιάζουν τέτοιο τρόπο βλάστησης.

1.1.2 Βλαστική ικανότητα σπόρου

Ως βλαστική ικανότητα ορίζεται, το ποσοστό των σπόρων, που κάτω από τις ιδανικές συνθήκες μπορεί να αναπτυχθεί και να παράξει φυτά. Η γνώση της βλαστικής ικανότητας, είναι ιδιαίτερα σημαντική για τον υπολογισμό της απαραίτητης ποσότητας σπόρου για σπορά. Σε συνθήκες αγρού, οι σπόροι που θα εξελιχθούν σε φυτά, είναι λιγότεροι από αυτούς που έχουν υπολογιστεί από τη βλαστική ικανότητα, καθώς οι συνθήκες εκεί δεν είναι ιδιαίτερα ευνοϊκές σε ορισμένες περιπτώσεις (Ευθυμιάδης, 2005).

Έτσι, λοιπόν, οι κυριότεροι παράγοντες που επιδρούν στη βλάστηση είναι οι εξής:

- i. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες κατά την ωρίμανση του σπόρου πριν την συγκομιδή του.
- ii. Η προσβολή του σπόρου από εχθρούς (ασθένειες ή έντομα) μετά τη συγκομιδή.
- iii. Η υγρασία του σπόρου.
- iv. Οι συνθήκες του χώρου αποθήκευσης των σπόρων.

1.1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τη βλάστηση των σπόρων

Κάθε φυτό, παρουσιάζει διαφορετικές ανάγκες σχετικά με τις συνθήκες που πρέπει να επικρατήσουν για την βλάστηση των σπόρων. Από τους εξωτερικούς παράγοντες, αυτοί με την σπουδαιότερη σημασία είναι οι εξής τέσσερις: το νερό, το οξυγόνο, η θερμοκρασία και το φως (Chachalis & Reddy, 2000).

1.1.3.1 Νερό

Η βλάστηση και η έναρξη των μεταβολικών διεργασιών στους σπόρους, πραγματοποιείται μετά την απορρόφηση νερού. Συνήθως γίνεται σε τρεις φάσεις: την αυξητική, τη στατική και τη δεύτερη αυξητική (Belwey, 1997; Lack, 2005; Patel, 2007). Στην πρώτη, η απορρόφηση νερού είναι μεγάλη, η δεύτερη δεν συμβαίνει σε όλα τα φυτά, ενώ στην τρίτη ξεκινάει η ανάπτυξη του εμβρύου και η διάσπαση των ουσιών που είναι αποθηκευμένες εκεί. Κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την ενυδάτωση του σπόρου είναι: α) η διαπερατότητα του περιβλήματος του σπόρου και β) η επιφάνεια επαφής του υποστρώματος με τον σπόρο (Bradford, 1995; Fenner & Tompson, 2005).

Για τη βλάστηση των σπόρων, η απαραίτητη υγρασία στους ιστούς του εμβρύου θα πρέπει να φτάσει σε ποσοστό το 80-90%. Απουσία νερού, δε δύναται να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες δραστηριότητες στα κύτταρα για να επιτευχθεί η βλάστηση. Το ποσοστό ενυδάτωσης του κάθε σπόρου, προκειμένου να βλαστήσει διαφέρει μεταξύ αυτών. Όταν η υγρασία φτάσει στα επιθυμητά επίπεδα, τότε μπορούν να βλαστήσουν. Βέβαια, για να συμβεί αυτό το υπόστρωμα βλάστησης

πρέπει να κατέχει τη μεγαλύτερη δυνατή υδατοικανότητα (Bewley & Black, 1994). Σε συνθήκες περίσσειας υγρασίας, η βλάστηση των σπόρων αργεί, καθώς εμποδίζονται οι αντιδράσεις αναπνοής λόγω του μειωμένου διαθέσιμου οξυγόνου (Bradford, 2002).

1.1.3.2 Οξυγόνο

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, το οξυγόνο παίζει σημαντικότερο ρόλο στην αναπνοή. Όσο ο σπόρος είναι σε μια λανθάνουσα κατάσταση, η απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου στα κύτταρα είναι σχεδόν μηδαμινή. Όταν ξεκινάει η βλάστηση του σπόρου, και καθώς αναπτύσσεται με γρήγορους ρυθμούς, αυξάνονται και οι απαιτήσεις σε οξυγόνο. Σε περιπτώσεις μειωμένης διαθεσιμότητας οξυγόνου, η βλάστηση του σπόρου καθίσταται αδύνατη να συνεχιστεί (Κοζαΐτης και Σωμαράκης, 2010). Πιο συγκεκριμένα, το οξυγόνο είναι ένας παράγοντας, ο οποίος συμβάλλει σημαντικά στην αναπνοή και συνεπώς και στη δραστηριοποίηση του εμβρύου ξανά. Έτσι, λοιπόν, επιτυγχάνεται η βλάστηση διάμεσου της μεταβολικής δραστηριότητας. Είναι πιθανό να παρατηρηθεί σάπισμα του σπόρου, σε βαριά και πλούσια σε υγρασία εδάφη, λόγω της μειωμένης αναπνοής (Τεκέογλου, 2011).

1.1.3.3 Θερμοκρασία του αέρα

Οι διάφοροι σπόροι, απαιτούν διαφορετικές θερμοκρασίες, στις οποίες είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί η βλάστησή τους. Το μεγαλύτερο ποσοστό των σπόρων βλαστάνουν σε ένα εύρος θερμοκρασιών από 15-25°C, ενώ οι υπόλοιποι απαιτούν θερμοκρασίες κοντά στο μηδέν. Για την έξοδο των σπόρων από την κατάσταση του λήθαργου και την είσοδό τους στη βλάστηση, παρατηρείται είτε εναλλαγή των υψηλών θερμοκρασιών με μικρές είτε μόνο μικρές θερμοκρασίες (vernalisation). Είναι σημαντικό να γίνει κατανοητό, ότι δεν είναι δυνατή η βλάστηση σπόρων λανθάνουσας κατάστασης, ακόμη και αν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές.

Επιπρόσθετα, κάποιοι σπόροι χαρακτηρίζονται από ένα είδος φυσιολογικού λήθαργου. Η διακοπή αυτού εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την επικρατούσα θερμοκρασία. Η βλάστηση των σπόρων πραγματοποιείται μόνο όταν βρεθούν σε συνθήκες επιθυμητών θερμοκρασιών. Σε κάθε άλλη περίπτωση, δεν είναι δυνατή η διακοπή του λήθαργου. Θερμοκρασίες γύρω στους 4°C συμβάλλουν στην έξοδο του σπόρου από αυτόν. Βέβαια, στην οικογένεια των *Ranunculaceae*, η θερμοκρασία αυτή δεν είναι 4 αλλά -5°C (Τεκέογλου, 2011).

1.1.3.4 Θερμοκρασία του εδάφους

Η θερμοκρασία του εδάφους επιδρά σε μεγαλύτερο βαθμό στη βλάστηση των σπόρων, σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα. Όλοι οι σπόροι, έχουν μία άριστη θερμοκρασία εδάφους, στην οποία βλαστάνουν σε σημαντικό ποσοστό (Τεκέογλου, 2011).

Όταν η σπορά πραγματοποιηθεί σε αρκετά ζεστές περιοχές, τότε το ιδανικότερο είναι η σπορά να γίνεται πιο νωρίς από την συνιστώμενη ημερομηνία. Χαμηλές θερμοκρασίες εδάφους έχουν σημαντικές επιπτώσεις στη βλάστηση, η οποία καθυστερεί. Το ποσοστό βλάστησης σε αυτή την περίπτωση είναι λιγότερο σε σχέση με τις ιδανικές συνθήκες. Τέλος, τα τροπικά είδη έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις σε θερμοκρασία για να βλαστήσουν. Όταν αυτή είναι μικρότερη των 14°C, η βλάστηση μειώνεται αρκετά. Σε μεσογειακές περιοχές, τα είδη βλαστάνουν σε ένα εύρος θερμοκρασιών μεταξύ 5-15°C (Thanos *et al.*, 1989; Thanos & Doussi; 1995, Doussi & Thanos, 2002).

1.1.3.5 Φωτισμός

Το φως επιδρά με διαφορετικό τρόπο στους σπόρους κάθε είδους. Αρχικά, οι συνθήκες που επικρατούν κατά την ωρίμανση και στο λήθαργο των σπερμάτων σε συνδυασμό με το γενότυπο κάθε φυτού, είναι οι λόγοι αυτής της διαφορετικής επίδρασης. Έχουν την ικανότητα να 'συλλέγουν' πληροφορίες από το περιβάλλον ώστε στις κατάλληλες συνθήκες να βλαστήσουν. Τέτοιες πληροφορίες είναι η ένταση και η ποιότητα του φωτός, καθώς και η φωτοπερίοδος. Η φωτοπερίοδος, έχει άμεση σχέση με το γεωγραφικό πλάτος και την εποχή του έτους και συμβάλλει σημαντικά στην βλάστηση των σπόρων (Pons, 2000; Fenner & Tompson; 2005). Επίσης, η βλαστικότητα τους επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό και από χαρακτηριστικά του ίδιου του σπόρου, όπως το μέγεθος, βιότοπο και τη διάρκεια ζωής του φυτού (Bell *et al.*, 1999).

Το φως έχει την ικανότητα να σταματήσει, να ξεκινήσει τη βλάστηση των σπόρων καθώς και να τους εισάγει σε μία ληθαργική κατάσταση (Pons, 2000). Σπόροι μικρού μεγέθους αδυνατούν να βγουν στην επιφάνεια μετά τη βλάστησή τους. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι τα ελάχιστα αποθηκευμένα θρεπτικά συστατικά τους καταναλώνονται πριν καν φτάσουν εκεί. Η φωτοσύνθεση τους είναι αδύνατη να πραγματοποιηθεί με αποτέλεσμα τον θάνατό τους. Σπόροι όπως της

βιολέτας και του μαρουλιού χρειάζονται φως για να βλαστήσουν ενώ της καλεντούλας όχι, καθώς εμφανίζουν καλύτερη βλάστηση σε συνθήκες σκοταδιού.

1.1.4 Επίδραση της θερμοκρασίας στην βλάστηση των σπόρων

Ο ρυθμός με τον οποίο βλαστάνει ο σπόρος και η πιθανότητα να πραγματοποιηθεί αυτό εξαρτάται σημαντικά από τη θερμοκρασία. Τόσο ανάμεσα σε διαφορετικά είδη, όσο και σπόρων ίδιου είδους, το εύρος βλάστησης ποικίλει (Probert, 2000). Ορισμένοι σπόροι έχουν την ικανότητα να βλαστήσουν, αφού δεχτούν εναλλαγή υψηλών με χαμηλών θερμοκρασιών. Όσον αφορά στα εύρη των θερμοκρασιών, για κάθε σπόρο υπάρχει μια βέλτιστη τιμή βλάστησης μεταξύ του άνω και κάτω ορίου. Όταν η θερμοκρασία βρίσκεται σε αυτό το επίπεδο, η βλάστηση πραγματοποιείται σε μικρό χρονικό διάστημα (Bewley & Black, 1994; Bradford, 2002).

Η θερμοκρασία στο έδαφος επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τον ρυθμό και τη δυνατότητα βλάστησης (Baskin & Baskin, 1998; Alvarado & Bradford, 2002). Οι χημικές αντιδράσεις, όπως αυτές που αφορούν την αύξηση των κυττάρων, επηρεάζονται από τη θερμοκρασία, όσον αφορά τον χρόνο που απαιτείται για να πραγματοποιηθούν (Bradford, 2002). Σε μεγάλες θερμοκρασίες μειώνεται η δράση των ενζύμων που συμβάλλουν στην κατάλυση χημικών αντιδράσεων. Σε υπερβολικά υψηλές θερμοκρασίες, ο σπόρος πεθαίνει καθώς μετουσιώνονται οι πρωτεΐνες του (Alvarado & Bradford, 2002).

1.2 ΚΟΥΚΙ

1.2.1 Ιστορική αναδρομή

Το κουκί (*Vicia faba* L.), είναι φυτό του οποίου είναι άγνωστοι οι άγριοι πρόγονοι του καθώς και η περιοχή από την οποία προέρχεται. Πιθανολογείται, ότι η περιοχή προέλευσης του τοποθετείται μεταξύ του Αφγανιστάν και της Ανατολικής Μεσογείου. Από τη μέση ανατολή, στην οποία γινόταν η καλλιέργεια του κατά τη νεολιθική εποχή, εξαπλώθηκε στην Ευρώπη αργότερα, και συγκεκριμένα στην εποχή του χαλκού (Πισιμίσης, 2017). Η ύπαρξη του στους αρχαίους χρόνους αποδεικνύεται από τα απολιθώματα του φυτού που βρέθηκαν στις Μυκήνες (DeCandolle, 1982). Στη σημερινή εποχή καλλιεργείται σε αρκετά σημεία του πλανήτη. Κάποια από αυτά είναι: η Ωκεανία, η ανατολική Ευρώπη, η Μεσόγειος, η Βόρεια και λατινική Αμερική (Bond, 1987). Πιο συγκεκριμένα, στην Ευρώπη το 2003 ανάμεσα στα διάφορα ψυχανθή, η καλλιέργεια των κουκιών κατείχε τη δεύτερη θέση (FAOSTAT, 2003). Τέλος, στην Ελλάδα, οι καλλιεργούμενες περιοχές με κουκί είναι η Κρήτη, η Πελοπόννησος, η Εύβοια και τα νησιά του Αιγαίου (ΕΣΥΕ, 1998). Σήμερα, αυτές αγγίζουν τα 19.000 στρέμματα.

1.2.2 Περιγραφή

Το κουκί αποτελεί ένα ποώδες ψυχανθές φυτό, το οποίο ολοκληρώνει τον βιολογικό του κύκλο σε διάρκεια ενός έτους. Το ριζικό του σύστημα είναι πασσαλώδες με μέγιστο βάθος τα 50-90 cm, ανάλογα την υγρασία, τα θρεπτικά στοιχεία και την ποικιλία. Το ύψος του φτάνει τα 50-150 cm. Ως ψυχανθές φυτό, χαρακτηρίζεται από την αζωτοδέσμευση. Αυτή πραγματοποιείται με τη βοήθεια των φυματίων (Εικόνα 2). Τα φύλλα είναι σύνθετα. Στη βάση αυτών υπάρχουν δύο παράφυλλα με χαρακτηριστική οδοντωτή περιφέρεια. Το μήκος των ανθέων είναι 2-3 cm χρώματος λευκού, καστανού ή μενεξεδί. Οι ποικιλίες του φθινοπώρου έχουν μεγαλύτερο αριθμό διακλαδώσεων στον κύριο βλαστό, σε σχέση με αυτές της άνοιξης (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2008).



Εικόνα 2: Κύρια ρίζα με φυμάτια (Κούστας, 2015)

Ο αριθμός των λοβών που αναπτύσσεται σε κάθε γόνατο, κυμαίνεται από 1-8. Αυτός εξαρτάται σημαντικά από την καρπόδεση. Αρχικά, οι λοβοί είναι πρασινωπού χρώματος και χνουδωτοί. Καθώς ωριμάζουν, το χρώμα μεταβάλλεται σε μαύρο ή σκούρο καφέ και το χνούδι εξαφανίζεται. Πριν τη συγκομιδή, παρατηρείται πτώση των σπόρων στο έδαφος μετά τη διάρρηξη του λοβού. Αυτό συμβαίνει κατά την ωρίμανση των λοβών (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2008).



Εικόνα 3: Άνθος κουκιού. Ανακτήθηκε στις 27/04/20 από:
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%BF%CF%85%CE%BA%CE%B9%CE%AC>

1.2.3 Βοτανική ταξινόμηση

Το κουκί από τον επιστημονικό κλάδο ονομάζεται *Vicia faba* L. Είναι ψυχανθές της οικογένειας Fabaceae, της τάξης Fabales και του γένους *Vicia*. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, χαρακτηρίζεται ως ετήσιο και δικοτυλήδονο διπλοειδές φυτό. Άλλες ονομασίες του κουκιού στην αγγλική διάλεκτο είναι οι εξής: bellbean, fababean, fielbean, horsebean κ.α. (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2008).

1.2.4 Περιβαλλοντικές απαιτήσεις καλλιέργειας

1.2.4.1 Θερμοκρασία

Τα κουκιά χαρακτηρίζονται ως φυτά ανθεκτικά στις χαμηλές θερμοκρασίες. Σημαντικό ρόλο στην αντοχή αυτή παίζει η ποικιλία, ο γενότυπος και ο χρόνος σποράς. Η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης βρίσκεται μεταξύ 15-20°C, η ελάχιστη αγγίζει τους 3°C, ενώ είναι ανθεκτικά σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 0°C. Σε φθινοπωρινή σπορά τα φυτά αντέχουν μέχρι τους -12°C ενώ σε ανοιξιάτικη τους -6°C. Σύμφωνα με τον Robertson *et. al.* (1996), οι μεσογειακές ποικιλίες εμφάνισαν αντοχή στους -15°C, ενώ οι βόρειες σε θερμοκρασία μικρότερη των -15°C. Σε περιοχές με ξηρό κλίμα, παρατηρήθηκε καθυστέρηση της άνθισης σε ποικιλίες με αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες. Τέλος, μείωση της απόδοσης σημειώνεται σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 25°C, λόγω της ξήρανσης των ανθέων (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2008).

1.2.4.2 Φωτοπερίοδος

Η φωτοπερίοδος αποτελεί έναν παράγοντα ο οποίος δε επιδρά με κάποιο τρόπο στις ποικιλίες του κουκιού. Πρέπει, όμως, να τονιστεί ότι σε ορισμένες περιπτώσεις μεγάλης διάρκειας φωτοπερίοδοι συμβάλλουν θετικά στην άνθιση των φυτών.

1.2.4.3 Βροχόπτωση και Υγρασία

Το κουκί χαρακτηρίζεται ως ένα φυτό με αυξημένη αντοχή στις ξηροθερμικές συνθήκες. Είναι δυνατή η καλλιέργεια του σε περιοχές με ποσό βροχόπτωσης/έτος τα 400 mm. Βέβαια, όταν η ετήσια βροχόπτωση αγγίζει τα 650-1000 mm, οι αποδόσεις είναι μεγαλύτερες (Kay, 1979). Όταν ο λοβός αρχίσει να γεμίζει, είναι σημαντικό να υπάρχει περίσσεια υγρασίας. Αν αυτό δεν είναι δυνατόν να συμβεί, τότε οι αποδόσεις μειώνονται κατά 50 % (Mwanamwenge *et al.*, 1999). Από την άλλη πλευρά, πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή στις μεγάλες ποσότητες υγρασίας κατά τη διάρκεια του χειμώνα, διότι ενέχει ο κίνδυνος της προσβολής από σκληρωτίνια (*Sclerotinia sp.*).

1.2.4.4 Εδαφολογικές απαιτήσεις

Η καλλιέργεια των κουκιών εγκαθίσταται σε πληθώρα εδαφών. Ιδανικότερα για την ανάπτυξη της καλλιέργειας, θεωρούνται τα εδάφη, πλούσια σε ασβέστιο και οργανική ουσία. Ο τύπος αυτών των εδαφών προτιμάται να είναι βαριά και μέσης σύστασης πηλώδη. Χάρη το προνόμιο που διαθέτει να αζωτοδεσμεύει, μπορεί να προσαρμοστεί μέχρι και σε φτωχά εδάφη. Βέβαια, πρέπει να γίνεται λίπανση με φώσφορο και η υγρασία να διατηρείται σε υψηλά επίπεδα. Αυτό έχει ως συνέπεια την πρωίμιση της συγκομιδής αλλά και τη μείωση των αποδόσεων (Mwanamwenge *et al.*, 1998). Το ιδανικότερο pH είναι το ουδέτερο καθώς σε τιμές μικρότερες του 6 παρουσιάζονται προβλήματα. Τέλος, το φυτό αυτό, εμφανίζει μεγάλη ανθεκτικότητα στην αλκαλικότητα και αλατότητα του εδάφους.

1.2.5 Καλλιεργητική τεχνική

1.2.5.1 Σπορά

Για να πραγματοποιηθεί η σπορά, το έδαφος θα πρέπει να βρίσκεται στην κατάσταση του ρώγου. Για το λόγο αυτό, γίνεται πότισμα πριν τη σπορά και στη συνέχεια ακολουθεί η προετοιμασία του εδάφους για την επίτευξη της κατάλληλης δομής και αερισμού. Η σπορά πραγματοποιείται δύο φορές τον χρόνο, α)τέλη Σεπτεμβρίου με αρχές Νοεμβρίου στις νότιες περιοχές, β)Φεβρουάριο με Μάρτιο στις βορειότερες περιοχές. Οι αποστάσεις που εφαρμόζονται σε αυτή την καλλιέργεια είναι οι εξής: 40-60 cm μεταξύ των γραμμών και 10-12 cm πάνω στη γραμμή σποράς. Χρησιμοποιούνται οι κοινές σπαρτικές μηχανές με ποσότητα σπόρου 14-20 Kg/στρ. (Ποδηματάς, 1984β).

1.2.5.2 Λίπανση

Λόγω της φύσης του συγκεκριμένου φυτού, το οποίο είναι ψυχανθές, αποφεύγεται η αζωτούχος λίπανση καθώς μειώνει σε σημαντικό βαθμό την ικανότητά του να αζωτοδευσμεύει (Robson *et al.*, 2002). Αυτή η πρακτική γίνεται μόνο όταν δεν έχει ξανά εγκατασταθεί η συγκεκριμένη καλλιέργεια στο αγροτεμάχιο, με ποσότητα ίση με 2-3 Kg N/στρ. πριν την σπορά. Όσον αφορά τα υπόλοιπα στοιχεία, οι ανάγκες σε φώσφορο και κάλιο είναι ίσες με 6 Kg /στρ. και για τα δύο στοιχεία (Oplinger *et al.*, 1989).

1.2.5.3 Άρδευση

Τα κουκιά χαρακτηρίζονται από την υψηλή τους ανθεκτικότητα στις ξηροθερμικές συνθήκες. Βέβαια, η εφαρμογή άρδευσης κατά την άνθιση, επιφέρει θετικά αποτελέσματα στις αποδόσεις (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2008).

1.2.5.4 Συγκομιδή

Στην καλλιέργεια του κουκιού, το οποίο προορίζεται για λαχανοκομική χρήση, η συγκομιδή των λοβών γίνεται χειρωνακτικά. Η ωρίμανση ξεκινάει από τη βάση του κουκιού και συνεχίζει προς την κορυφή του. Σε κάθε 'χέρι', επιλέγονται για απομάκρυνση από το φυτό, οι λοβοί με πράσινο χρώμα και σωστό μέγεθος, δηλαδή των ώριμων λοβών (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2008).

Τα κουκιά που προορίζονται για ζωοτροφή, συγκομίζονται όταν το χρώμα των λοβών έχει μεταβληθεί από πράσινο σε καστανό και το μεγαλύτερο μέρος των φύλλων έχουν αποκολληθεί από το βλαστό. Στους σπόρους που έχουν ξηρανθεί, γίνεται χρήση θεριζοαλωνιστικών μηχανών. Η αρχική υγρασία των συγκομισμένων λοβών από 16-20% που ήταν, πέφτει στο 13-14% λόγω της ξήρανσης. Όταν το προϊόν που θα συλλεχτεί πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ως ενσίρωμα, ο κατάλληλος χρόνος συγκομιδής καθορίζεται από το χρώμα του λοβού, το οποίο πρέπει να είναι πράσινο και η υφή μαλακή.

1.2.5.5 Ζιζανιοκτονία

Το κουκί, είναι ένα φυτό με χαμηλή αντοχή στα ζιζάνια, καθώς είναι δυνατόν να προκληθούν απώλειες στην απόδοση της τάξης του 50% (Frenda *et al.*, 2013). Όπως και σε άλλα φυτά έτσι και σε αυτό, η καταπολέμηση των ζιζανίων γίνεται με καλλιεργητικές πρακτικές και ζιζανιοκτόνα. Στη πρώτη περίπτωση, όταν οι αποστάσεις από γραμμή σε γραμμή το επιτρέπουν, γίνεται καταπολέμηση με τη χρήση φρέζας. Επίσης, τα σκαλίσματα και ξεβοτανίσματα βοηθούν σημαντικά. Στην δεύτερη περίπτωση, η εφαρμογή προφυτρωτικών (Butralin) ή μεταφυτρωτικών (Bentazone) ζιζανιοκτόνων αποτελεί μία καλή λύση (Ποδηματάς, 1984β). Το κύριο ζιζάνιο-ανταγωνιστής της καλλιέργειας είναι η οροβάγχη (*Orobanche crenata*).

1.2.5.6 Απόδοση

Το κουκί αποτελεί ένα φυτό με μεγάλη απόδοση σε καρπό, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα καλλιεργούμενα ψυχανθή σε ξηροθερμικές συνθήκες. Η απόδοση μεταβάλλεται σε σημαντικό βαθμό από τα ποσοστά υγρασίας κυρίως σε δύο στάδια. Αυτά είναι στην άνθιση και κατά την καρποφορία. Σχετικά με την απόδοση, είναι δυνατόν να επιτευχθούν ακόμη και σε ξηροθερμικές συνθήκες, μεγάλα ποσά συγκομισμένου προϊόντος, το οποίο αγγίζει τους 0,4 τόνους/στρ. (Loss *et al.*, 1997a; Lepoit *et al.*, 1998). Στην Ελλάδα, οι αποδόσεις σε νωπούς λοβούς, σπόρο και σανό είναι οι εξής: 300-500 Kg/στρ., 40-300 Kg/στρ., 500 Kg/στρ. αντίστοιχα.

1.2.5.7 Εχθροί – Ασθένειες

Οι σημαντικότεροι εντομολογικοί εχθροί, που καλείται να αντιμετωπίσει το κουκί είναι οι εξής: οι αφίδες, ο βρούχος και ο λίξος. Οι ασθένειες που παρουσιάζονται σε αυτή την καλλιέργεια, οφείλονται τόσο σε μύκητες όσο και σε ιούς. Από τους μύκητες, μεγίστης σημασίας ασθένειες αποτελούν η σκωρίαση, η σκληρωτινίαση, η ασκοχύτωση και ο μύκητας *Botrytis fabae*, ενώ στους ιούς, ο ιός της κηλίδωσης των κουκιών, ο ιός του κίτρινου μωσαϊκού του φασολιού, ο ιός καρουλιάσματος των φύλλων της φασολιάς και ο ιός του μαρασμού των κουκιών (Τερζάκης κ.α., 2001).

1.2.6 Χρήσεις και παραγωγή

Από τις αρκετές χρήσεις του κουκιού, οι σημαντικότερες, για τις οποίες γίνεται και η καλλιέργειά του είναι για τη διατροφή του ανθρώπου, με τη συγκομιδή ξηρών και χλωρών λοβών, και των ζώων με τη χρήση ενσιρώματος. Επίσης, πολύ σημαντική είναι η χρήση του για χλωρή λίπανση. Η περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνες και γλοβουλίνες είναι 27-34% και 80% αντίστοιχα (Duc, 2006). Σε άτομα με απουσία του ενζύμου αφυδρογονάση της 6-φωσφορικής γλυκόζης, οι γλυκοζίτες πυριμιδίνης, βικίνη και κονβικίνη, που περιέχονται στα κουκιά μπορούν να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα όπως η κυάμωση. Για το λόγο αυτό πρέπει να καταναλώνονται με προσοχή. Τέλος, πρέπει να γίνεται έλεγχος των ταννινών στις ζωοτροφές, καθώς η παρουσία τους πάνω από ένα όριο ελαχιστοποιεί την πεπτικότητα των πρωτεϊνών (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2008).

1.3 ΛΟΥΠΙΝΟ

1.3.1 Ιστορική αναδρομή

Τα λούπινα ανήκουν στο γένος *Lupinus*. Η χρήση τους τόσο ως τροφή των ζώων αλλά και των ανθρώπων ξεκίνησε από τις αρχαίες περιόδους. Η προέλευση των ειδών λούπινου είναι τόσο από τη Μεσόγειο και την Ανατολική Αφρική, όσο και από τη Ν.Δ. Αμερική. Από τις δύο πρώτες περιοχές του πλανήτη που αναφέρθηκαν προηγουμένως προέρχονται μόνο 12 είδη, ενώ από την Αμερική το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών των ειδών (Rahman & Gladstones, 1972). Η περιεκτικότητα των σπόρων λούπινου σε λάδι (14-24%) και πρωτεΐνη θεωρείται υψηλή (Sathe *et al.*, 1982). Στην περίοδο πριν το ξέσπασμα του πρώτου παγκόσμιου πολέμου, η καλλιέργειά του γινόταν κυρίως για παραγωγή λαδιού, καφέ και ινών (Davies & Williams, 1983).

Στη σημερινή εποχή, η καλλιέργεια του πραγματοποιείται για την ικανοποίηση των ανθρώπινων και ζωικών αναγκών σε τροφή, αφού αποτελεί μια οικονομική πηγή πρωτεΐνης, καθώς και για τη βελτίωση των εδαφών μέσω της χλωρής λίπανσης (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005). Όσον αφορά στη θρεπτική αξία των καρπών, αυτή χαρακτηρίζεται ως πλούσια λόγω της μεγάλης ποσότητας υδατανθράκων, πρωτεϊνών, ασβεστίου, σιδήρου και βιταμινών που περιέχει. Η μικρή οικονομική αξία τους, σε συνδυασμό με την υψηλή τους αξία στη θρέψη, τα κατατάσσουν στις τροφές με μεγάλα οφέλη στη διατροφή του ανθρώπου. Οι κύριες χώρες, στις οποίες καλλιεργείται το συγκεκριμένο φυτό είναι οι εξής: χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης, Γαλλία, Ισπανία, Αυστραλία, Χιλή και Μαρόκο (FAOSTAT, 2004).

1.3.2 Περιγραφή

Το λούπινο είναι ένα ετήσιο ποώδες φυτό. Η ανάπτυξή του χαρακτηρίζεται ως κατακόρυφη και το ύψος του είναι 20-100 cm. Αυτό εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από το καλλιεργούμενο είδος, την ποικιλία και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες. Αποτελείται από την πασσαλώδη ρίζα, η οποία φέρει φυμάτια με ικανοποιητικό μέγεθος, το μεγάλο στέλεχος, καθώς και τα φύλλα που φέρουν τρίχες (Εικόνα 4) (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005). Κάθε φύλλο έχει 5-11 φυλλάρια και το σχήμα τους αλλάζει ανάλογα με το είδος. Το λευκό έχει πλατιά και μεγάλου μεγέθους φυλλάρια, ενώ στο μπλε και κίτρινο λούπινο είναι στενά και μακριά.



Εικόνα 4: Φυμάτια λούπινου (Διβανές, 2016)

Η ανθοταξία του λούπινου χαρακτηρίζεται ως βότρυς. Το χρώμα των ανθέων ποικίλει από κίτρινο, λευκό, μπλε ή μαργαριτώδες ανάλογα την ποικιλία. Μόνο τα άνθη, τα οποία φύονται στη βάση του βότρυος είναι ικανά να δώσουν καρπούς. Ο κάθε λοβός αποτελείται από 2-6 σπόρους, το μέγεθος των οποίων μεταβάλλεται στα διάφορα είδη λούπινου. Για παράδειγμα, στο μπλε λούπινο το σχήμα τους είναι σαν νεφρό και μικρού μεγέθους, στο λευκό μεγάλοι και πεπλατυσμένοι ενώ στο κίτρινο μικρού μεγέθους και ελάχιστα πεπλατυσμένοι (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).



Εικόνα 5: Ανθοταξία λούπινου. Ανακτήθηκε στις 28/04/20 από:

https://www.google.com/search?q=%CE%BB%CE%BF%CF%8D%CF%80%CE%B9%CE%BD%CE%BF+%CF%86%CF%85%CF%84%CF%8C&rlz=1C1GCEA_enGR874GR874&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjrlP-sgYvpAhWS-6QKHfGCBUkQ_AUoAXoECBkQAw#imgrc=nc0T-FjBksIFPM

1.3.3 Βοτανική ταξινόμηση

Το λούπινο, ως γνωστόν, είναι ένα ψυχανθές φυτό του γένους *Lupinus* της οικογένειας Fabaceae. Στο γένος αυτό κατατάσσονται περισσότερα από 300 είδη. Από αυτά, το μεγαλύτερο ποσοστό είναι άγρια ενώ λίγα είναι εκείνα που καλλιεργούνται στον πλανήτη (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005). Στο γένος *Lupinus*, τα κυριότερα καλλιεργούμενα είδη είναι α) το λευκό λούπινο (*L. Albus*), το μπλε λούπινο (*L. angustifolius*) και το κίτρινο λούπινο (*L. luteus*). Πέρα από αυτά, άλλα δύο γνωστά είδη του γένους αυτού είναι το *L. mutabilis* Sweet και το *L. cosentinii* Guss.



Φυτά λουπίνων. Α, λευκό. Β, κίτρινο. Γ, κυανό.
Δίπλα στα φυτά βρίσκονται οι λοβοί τους.

Εικόνα 6: Φυτό λευκού, κίτρινου και μπλε λούπινου. Ανακτήθηκε στις 28/4/2020 από:

<https://enromiosini.gr/paratiritirio/%CE%BB%CE%BF%CF%8D%CF%80%CE%B9%CE%BD%CE%BF/>

1.3.4 Εξάπλωση της καλλιέργειας

Σύμφωνα με τους Mihailonίc *et al.* (2007b), σε παγκόσμιο επίπεδο το 2007, η έκταση που καλλιεργήθηκε με λούπινο ανήλθε στα 10 εκ. στρέμματα. Η κατάταξη των ηπείρων από τη μεγαλύτερη έκταση προς τη μικρότερη είναι η εξής: Ωκεανία με 60,1%, Ευρώπη με 30%, Αφρική με 5,5% και Αμερική με 4,4%. Ανάμεσα στις ευρωπαϊκές χώρες, η μεγαλύτερη έκταση σημειώθηκε στην Πολωνία με 13.000 στρέμματα και στη συνέχεια η Ρωσία με 11.000 στρέμματα. Η χώρα μας κατέλαβε την 12^η θέση με συνολική καλλιεργούμενη έκταση τα 42 στρέμματα (FAOSTAT, 2016).

Πίνακας 1: Καλλιεργούμενη έκταση του λούπινου στην Ευρώπη (στρέμματα) (Πηγή: FAOSTATdatabase)

ΧΩΡΑ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
ΑΥΣΤΡΙΑ	19,40	14,70	9,80	9,10	11	14,6	14,5
ΛΕΥΚΟΡΩΣΙΑ	2.572,5	1.766,5	2.073,5	1.431	1.344,8	967,2	737,8
ΓΑΛΛΙΑ	646,5	349,1	255,3	306,5	525,7	694,7	770,2
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	2.400,6	2.150	1.790	1.740	2.140	2.960	2.860
ΕΛΛΑΔΑ	29,8	24,7	25,9	31,1	73,8	35	42,9
ΟΥΓΓΑΡΙΑ	2,5	5	5	7	20	17,1	12,7
ΙΤΑΛΙΑ	338,9	335,9	334,6	335,6	336,6	337,5	338,5
ΛΕΤΟΝΙΑ	3,2	4	10	3	23	10	20
ΛΙΘΟΥΑΝΙΑ	990	600	510	430	330	354,5	377,3
ΠΟΛΩΝΙΑ	7.560,1	5.250,8	4.922,1	6.426,5	8.002,2	20.783,7	13.006,4
ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ	0,3	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
ΡΩΣΙΚΗ ΟΜ/ΝΔΙΑ	982,8	1.349,4	1.783,1	2.705,8	5.035,5	8.691,2	11.739,5
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	2,8	0,2	0,2	7,6	23,7	56,5	62,4
ΙΣΠΑΝΙΑ	607,4	773,6	670	360	470,4	467,2	388,6
ΕΛΒΕΤΙΑ	5,9	4,4	4,9	6,6	7,7	10,5	11,5
ΟΥΚΡΑΝΙΑ	4.210	2.660	2.110	1.340	1.580	1.620	1.870

1.3.5 Περιβαλλοντικές απαιτήσεις καλλιέργειας

1.3.5.1 Θερμοκρασία

Το λούπινο θεωρείται ένα φυτό, με χαμηλή αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες. Παρά το γεγονός αυτό, η εαρινοποίηση του επιτυγχάνεται μόνο αφού υποστεί μια περίοδο με θερμοκρασίες από 0-14°C. Η καταλληλότερη θερμοκρασία για την επιτυχημένη βλάστηση των σπόρων πρέπει να ανέρχεται τους 3°C. Η καλλιέργειά του επιλέγεται να γίνει σε γεωγραφικά πλάτη με εύκρατο κλίμα. Το κίτρινο λούπινο είναι αυτό με τη χαμηλότερη αντοχή στον παγετό, ενώ αυτό με τη μεγαλύτερη αντοχή είναι το μπλε λούπινο (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005). Στις φθινοπωρινές καλλιέργειες λούπινου της Μεσογείου, είναι πιθανό να σημειωθεί μείωση στην απόδοση. Αυτό οφείλεται στην μειωμένη ανθεκτικότητα του φυτού σε θερμοκρασίες μικρότερες των 3°C. Στο στάδιο αυτό τα λούπινα βρίσκονται στη φάση της αναπαραγωγής και η ευαισθησία τους αυξάνεται ακόμη παραπάνω. Έτσι, λοιπόν, συστήνεται να γίνεται τοποθέτηση του σπόρου στο έδαφος στις αρχές της φθινοπωρινής περιόδου (Williams & Brocklehurst, 1983).

Από την άλλη πλευρά, κατά τη διάρκεια της άνθισης, υψηλές θερμοκρασίες της τάξης των 33°C, έχουν αρνητική συνέπεια σε αυτή. Ως αποτέλεσμα, παρατηρείται πτώση των ανθέων και των σχηματισμένων λοβών. Όταν το φυτό βρίσκεται στο σχηματισμό των λοβών, οι συνθήκες πρέπει να είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξή του. Ξηρό περιβάλλον με υψηλή θερμοκρασία, μειώνει τη τελική απόδοση της καλλιέργειας, λόγω απώλειας βάρους των λοβών (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.3.5.2 Φωτοπερίοδος

Οι ποικιλίες του λούπινου αντιδρούν με διαφορετικό τρόπο στην φωτοπερίοδο. Αρχικά, οι ποικιλίες κίτρινου λούπινου είναι μακράς φωτοπερίοδου. Οι ποικιλίες του μπλε και λευκού, ή δεν επηρεάζονται από τη φωτοπερίοδο ή αυτή είναι μακρά. Όταν τα φυτά έχουν δεχτεί μία περίοδο χαμηλών θερμοκρασιών και συνεπώς έχουν εαρινοποιηθεί, επηρεάζονται και σε μεγαλύτερο βαθμό από τη φωτοπερίοδο. Έτσι, λοιπόν, η μικρή αντοχή των ποικιλιών στη φωτοπερίοδο οφείλεται στην εαρινοποίηση (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.3.5.3 Βροχόπτωση και Υγρασία

Η καλλιέργεια του λούπινου χαρακτηρίζεται από μικρές ανάγκες σε υγρασία εδάφους. Η ανάγκη για νερό αυξάνεται σε κάποια σημαντικά για την απόδοση στάδια του βιολογικού κύκλου του φυτού, όπως στο γέμισμα των λοβών, στην άνθιση και στη καρπόδεση. Για το λευκό λούπινο, βροχόπτωση ύψους 400-1000mm θεωρείται ιδιαίτερα καλή για την ανάπτυξή του. Ωστόσο, υπερβολική υγρασία εδάφους, ενέχει κινδύνους λόγω εμφάνισης μυκήτων στις ρίζες. Για το λόγο αυτό, πρέπει να γίνεται έλεγχος της εδαφικής υγρασίας πριν τη συγκομιδή (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.3.5.4 Εδαφολογικές απαιτήσεις

Η καλλιέργεια του λούπινου ευδοκμεί, κατά γενικό κανόνα, σε ξηρικά και φτωχά εδάφη. Βέβαια, οι εδαφικές απαιτήσεις μεταβάλλονται, ανάλογα με το είδος λούπινου. Αρχικά, το λευκό και το μπλε λούπινο απαιτούν βαριά με μέτρια γονιμότητα εδάφη (πηλοαμμώδη και αμμοπηλώδη, αντίστοιχα), ενώ το κίτρινο φτωχά και ελαφριάς σύστασης όπως τα αμμώδη (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Σε γενικές γραμμές, το ιδανικό pH εδάφους για την καλλιέργεια του λούπινου είναι 5,5-6,5, δηλαδή ελαφρώς όξινο. Όπως και πριν, ανάλογα με το καλλιεργούμενο είδος, οι τιμές αυτές αλλάζουν. Μεγαλύτερη αντοχή σε υψηλές τιμές pH παρουσιάζει το λευκό λούπινο, ενώ σε όξινα εδάφη το κίτρινο λούπινο. Αδυναμία στη πρόσληψη του φωσφόρου και του σιδήρου από τα φυτά, είναι πολύ πιθανό να οφείλεται στο συνδυασμό τιμών pH >7,5 και μεγάλων ποσοτήτων ασβεστίου στο έδαφος. Η κατάσταση αυτή, οδηγεί και στην εμφάνιση τοξικότητας στα φυτά (Huyghe, 1997).

1.3.6 Καλλιεργητική τεχνική

1.3.6.1 Σπορά

Όπως στις περισσότερες καλλιέργειες, έτσι και στην καλλιέργεια του λούπινου, είναι σημαντική η προετοιμασία του εδάφους πριν την σπορά. Για την εφαρμογή του οργώματος, το έδαφος θα πρέπει να βρίσκεται στην κατάσταση του ρώγου του. Αυτή η κατάσταση επιτυγχάνεται μετά τις πρώτες βροχοπτώσεις. Το όργωμα γίνεται σε βάθος 30-35 cm. Στη συνέχεια γίνεται ψιλοχωμάτισμα του εδάφους σε βάθος 5-10 cm. Επίσης, είναι σημαντικό να αφαιρούνται υπολείμματα φυτικής μάζας από την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο. Τέλος, είναι εφικτό να γίνει μόνο μία αναμόχλευση στο έδαφος πριν τη σπορά. Αυτό, συμβαίνει λόγω του

έντονου ριζικού συστήματος της συγκεκριμένης καλλιέργειας. (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Έχοντας γίνει οι παραπάνω διεργασίες, η σπορά γίνεται κατά την εποχή του φθινοπώρου. Η κίνηση αυτή, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των αποδόσεων. Επίσης, οι μη επιθυμητές συνέπειες των μεγάλων θερμοκρασιών που παρουσιάζονται το καλοκαίρι, αποφεύγονται σημαντικά. Όταν η καλλιέργεια αναπτύσσεται σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο και χαμηλές θερμοκρασίες, η σπορά πρέπει να γίνεται νωρίς την άνοιξη. Τα φυτά τοποθετούνται σε πυκνές αποστάσεις μεταξύ τους και ο συνολικός αριθμός φυτών/στρ. είναι μεγαλύτερος. Με τον τρόπο αυτό, το κάθε φυτό έχει μικρότερο αριθμό λοβών, η συγκομιδή των οποίων θα γίνει πριν την επέλαση των μεγάλων καλοκαιρινών θερμοκρασιών (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Το επιθυμητό βάθος σποράς για την καλλιέργεια του λούπινου είναι τα 3-4 cm. Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την πυκνότητα σποράς και τον αριθμό φυτών/στρ. είναι οι εξής τρεις: οι εδαφοκλιματικές συνθήκες, οι διαφορετικοί γονότυποι του κάθε είδους και η ποιότητα του χρησιμοποιούμενου σπόρου (Faluyi *et al.*, 2000; López-Bellido *et al.*, 2000; Mülayim *et al.*, 2002). Στην Ελλάδα απαιτούνται 12-14 kg σπόρου/στρ. με συνολικό αριθμό φυτών στο στρέμμα τα 35.000-60.000 φυτά (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.3.6.2 Λίπανση

Το λούπινο, ως ένα ψυχανθές φυτό, δεν έχει ιδιαίτερες ανάγκες σε λίπανση με άζωτο. Χάρη στο αζωτοδεσμευτικό βακτήριο του γένους *Bradyrhizobium sp.* στις ρίζες του, καλύπτει τις ανάγκες του σε αυτό το στοιχείο. Σε εδάφη, στα οποία το βακτήριο δεν υπάρχει, ως λύση προτείνεται η εφαρμογή αζώτου με λίπανση πριν τη σπορά ή η προσθήκη του βακτηρίου στο έδαφος. Οι ανάγκες της καλλιέργειας σε φώσφορο είναι μικρές και εφαρμόζεται ποσότητα ίση με 6 kg P₂O₅ ανά στρέμμα. Τέλος, λίπανση με κάλιο συνίσταται αφού παρατηρηθεί απουσία του στοιχείου από το έδαφος (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.3.6.3 Συγκομιδή

Η συγκομιδή στο κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης του φυτού, παίζει κύριο ρόλο στην απόδοση της καλλιέργειας σε σπόρο. Σε γονότυπους με ανομοιόμορφη ωρίμανση παρατηρείται πτώση των σχηματισμένων λοβών από το φυτό. Καθυστέρηση στην συγκομιδή, προκαλεί άνοιγμα των αποξηραμένων λοβών και πτώση των περιεχόμενων σπερμάτων στο έδαφος. Έτσι, λοιπόν, χάνεται προϊόν και οι αποδόσεις είναι μικρότερες (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

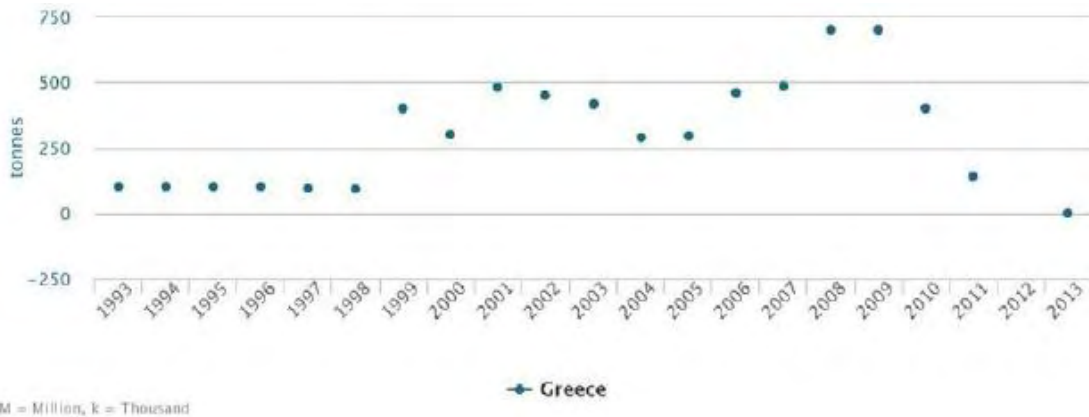
Για να πραγματοποιηθεί η συγκομιδή πρέπει να πληρούνται δύο προϋποθέσεις. Αρχικά, το κάτω μέρος του βλαστού πρέπει να έχει χρώμα ελαφρώς πράσινο. Επίσης, οι λοβοί που φύονται στο κατώτερο τμήμα του βλαστού, πρέπει να συγκομίζονται με υγρασία μικρότερη του 20%. Σε ορισμένες περιπτώσεις, έχει παρατηρηθεί τίναγμα του καρπού λόγω της χαμηλής υγρασίας. Για τον περιορισμό αυτού του προβλήματος, προτείνεται συγκομιδή νωρίς το πρωί ή αργά το απόγευμα. Όταν η συλλογή γίνεται με θεριζοαλωνιστικές μηχανές, οι απώλειες ανέρχονται σε 5-10%. Για τον λόγο αυτό, χρησιμοποιούνται κατάλληλες για την καλλιέργεια του λούπινου συλλεκτικές μηχανές. Τέλος, όταν το τελικό προϊόν της καλλιέργειας είναι το ενσίρωμα, τότε η συλλογή πρέπει να γίνει στο στάδιο της μαλακής ζύμης (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.3.6.4 Ζιζανιοκτονία

Το λούπινο ως καλλιέργεια θεωρείται μικρής αντοχής στα ζιζάνια. Η επιλογή των κατάλληλων αποστάσεων σποράς σε συνδυασμό με την κατάλληλη ποικιλία, μπορεί να δώσει καλά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση των ζιζανίων. Τα κυριότερα ζιζάνια που ανταγωνίζονται την καλλιέργεια του λούπινου είναι η ετήσια ήρα και το αγριοράδι. Η καταπολέμηση των ζιζανίων στο λούπινο γίνεται με προσπαρτικά (2,4 D), προφυτρωτικά (altrazine), μεταφυτρωτικά (butroxydin) και προσυγκομιστικά (paraquat) ζιζανιοκτόνα. Βέβαια, όταν καλλιεργείται κάποιο σιτηρό ως αμειψισπορά με το λούπινο, πρέπει να γίνει η χρήση του κατάλληλου ζιζανιοκτόνου για την αποφυγή εμφάνισης τοξικοτήτων (Perry *et al.*, 1998).

1.3.6.5 Απόδοση

Οι περιβαλλοντικές συνθήκες σε συνδυασμό με το είδος και την ποικιλία που καλλιεργείται συμβάλλουν σημαντικά στην απόδοση της καλλιέργειας. Οι συνήθειες αποδόσεις είναι 50-500 Kg/στρ. Στη χώρα μας, η παραγωγή αγγίζει τα 157 Kg/στρ. ενώ στην Αυστραλία τα 122 Kg/στρ. (FAOSTAT, 2016).



Μ = Million, k = Thousand
Εικόνα 7: Μέση ετήσια παραγωγή (τόνοι) λούπινου στην Ελλάδα (Πηγή: FAOSTATdatabase)

1.3.6.6 Εχθροί – Ασθένειες

Το λούπινο θεωρείται από τα φυτά που εμφανίζουν αντοχή σε εχθρούς και ασθένειες της καλλιέργειας. Όσον αφορά στις ασθένειες, αυτές εμφανίζονται κατά κύριο λόγο σε εδάφη κακοστραγγιζόμενα. Πιο συγκεκριμένα οι τήξεις οφείλονται σε σπόρο προσβεβλημένο με μύκητες του γένους *Phythium* και *Fusarium*, πριν τη σπορά. Η ασθένεια ευδοκιμεί σε εδάφη με μεγάλη περιεχόμενη υγρασία, βαριά και σε θερμοκρασίες <math><16^{\circ}\text{C}</math>. Σε συνθήκες μεγάλης θερμοκρασίας και υγρασίας, παρουσιάζεται πρόβλημα με σήψεις λαιμού. Οι μύκητες που προκαλούν την ασθένεια αυτή είναι οι εξής: *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum* και *Sclerotium rolfsii* (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Οι κύριοι εντομολογικοί εχθροί της καλλιέργειας του λούπινου είναι οι αφίδες και οι προνύμφες του πράσινου σκουληκιού του βαμβακιού (*Helicoverpa* spp.). Ο πρώτος εχθρός μεταφέρει ιώσεις και στα φυτά παρουσιάζεται μελιτώδη καπνιά. Τέλος, ο δεύτερος εχθρός καταστρέφει τους λοβούς των λούπινων, καθώς αποτελεί την τροφή του (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.3.7 Χρήσεις και παραγωγή

Τα κύρια παράγωγα του λούπινου είναι το γάλα, το αλεύρι και η κατανάλωση του από τον άνθρωπο γίνεται μέσω αυτών και του οσπρίου του. Βέβαια, ο κύριος λόγος καλλιέργειας αυτού του φυτού είναι για την παραγωγή ζωοτροφών, καθώς η μεγάλη περιεκτικότητα του σε φυτικές ίνες, λιπίδια και βιταμίνων το καθιστούν ιδανικό για το σκοπό αυτό (Μακρίδης, 2016). Επίσης, είναι δυνατή η χρήση του για χλωρή λίπανση.

Η ικανότητα του λούπινου να αζωτοδεσμεύει, το καθιστά ιδανικό φυτό σε σύστημα αμειψισποράς ή συγκαλλιέργειας. Τέλος, σε εδάφη που έχουν καλλιεργηθεί με αυτό το φυτό, έχουν παρατηρηθεί θετικά αποτελέσματα σχετικά με τη στράγγιση, τη γονιμότητα, το πορώδες και τον αερισμό (Δόρδας, 2009).

1.4 ΜΠΙΖΕΛΙ

1.4.1 Ιστορική αναδρομή

Η καλλιέργεια των μπιζελιών του είδους *Pisum sativum* L., γίνεται στην Ευρώπη εδώ και χιλιάδες χρόνια. Σκοπός της καλλιέργειας αυτής είναι η χρήση του προϊόντος τόσο για ζωοτροφή όσο για ανθρώπινη κατανάλωση. Η καταγωγή των ειδών του γένους *Pisum* είναι από το Αφγανιστάν και την Αιθιοπία. Η εξάπλωσή τους στις Μεσογειακές χώρες, και από εκεί στην Ευρώπη και την Ασία, έγινε αργότερα (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005). Σύμφωνα με τον Cousin (1997) στην Ευρώπη έφτασαν από τους προϊστορικούς χρόνους.

Σήμερα η παραγωγή ξηρών μπιζελιών σε μεγαλύτερο ποσοστό γίνεται από τις εξής χώρες: Καναδάς, Κίνα, Ινδία και Ρωσία. Όσον αφορά την Ευρώπη οι χώρες στις οποίες καλλιεργείται περισσότερο είναι η Γαλλία και η Γερμανία. Στη χώρα μας, το μπιζέλι καλλιεργείται κυρίως για παραγωγή χορτομάζας ως ζωοτροφή. Βέβαια, η καλλιέργειά του θεωρείται περιορισμένη (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.4.2 Περιγραφή

Το μπιζέλι είναι ένα ποώδες φυτό, το οποίο ολοκληρώνει τον βιολογικό του κύκλο στη διάρκεια ενός έτους. Οι νάνες ποικιλίες έχουν ύψος που φτάνει τα 30-40 cm ενώ στις αναρριχόμενες αυτό αγγίζει τα 2 m. Η ανάπτυξη του χαρακτηρίζεται ως κατακόρυφη με βλάστηση μπερδεμένη (Frame, 2004). Η ρίζα του, στο μεγαλύτερο ποσοστό της αναπτύσσεται επιφανειακά, αλλά μπορεί να φτάσει σε βάθος ενός μέτρου. Είναι ισχυρή πασσαλώδης και το ριζικό σύστημα δεν είναι ιδιαίτερα πυκνό. (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Όσον αφορά στον βλαστό, αυτός είναι λεπτός και κενός εσωτερικά με αποτέλεσμα να σπάει εύκολα. Επίσης, καλύπτεται από κηρώδες επίχρισμα. Συνήθως προτιμούνται οι νάνες ποικιλίες, για την αποφυγή της ανάγκης υποστήριξης λόγω πλαγιάσματος που παρουσιάζεται στις υπόλοιπες ποικιλίες. Το μήκος των τελευταίων κυμαίνεται μεταξύ 45-120 cm. Οι έλικες του φυτού, είναι ιδιαίτερα χρήσιμες στις αναρριχόμενες ποικιλίες για την στήριξή τους σε στηρίγματα. (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Το μπιζέλι έχει φύλλα που φύονται από το στέλεχος εναλλάξ και είναι σύνθετα. Το σχήμα τους είναι ωοειδές, με λίγο οδοντωτή ή ακέραια περιφέρεια. Τα παράφυλλα έχουν το ίδιο σχήμα με τα φύλλα, αλλά μεγαλύτερο μέγεθος. (Frame,

2004). Το χρώμα των φύλλων διαφοροποιείται ανάλογα με την ποικιλία (κιτρινοπράσινο ή κυανοπράσινο). Το μπιζέλι έχει ταξιανθία βότρυ, με την κάθε μία από αυτές να έχει 1-2 αυτογονιμοποιούμενα άνθη, τα οποία θα εξελιχθούν σε λοβούς.

Ο γενότυπος είναι αυτός που καθορίζει τον αριθμό των λοβών. Στο κτηνοτροφικό μπιζέλι αυτοί έχουν μήκος 4-6 cm ενώ στο λαχανοκομικό είναι 12 cm. Το σχήμα τους είναι πεπλατυσμένο. Καθώς αναπτύσσονται μεταβάλλεται σε κυλινδρικό. Ο λοβός έχει εσωτερικά σκληρό παρέγχυμα μεμβρανώδους μορφής. Από το σημείο αυτό ξεκινάει η ξήρανση του λοβού, με αποτέλεσμα να ανοίξει κατά μήκος των δύο ραφών. Στο βρώσιμο μπιζέλι οι λοβοί περιέχουν 2-10 σπόρους. Στο μπιζέλι που προορίζεται για λαχανοκομική χρήση, οι σπόροι του είναι σφαιρικοί, με χρώμα κιτρινόλευκου ή κυανοπράσινου και χαρακτηρίζονται ως λείοι ή συρρικνωμένοι. Από την άλλη πλευρά, στο κτηνοτροφικό μπιζέλι το σχήμα των σπόρων είναι σφαιρικό ή ελαφρά πεπλατυσμένο, λείο με χρώμα γκρι-καφέ και μπορεί να έχουν στίγματα (Δαλιάνης, 1993; Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).



Εικόνα 8: Άνθος μπιζελιού. Ανακτήθηκε στις 28/04/20 από:

https://www.google.com/search?q=%CE%BC%CF%80%CE%B9%CE%B6%CE%AD%CE%BB%CE%B9+%CF%86%CF%85%CF%84%CF%8C&rlz=1C1GCEA_enGR874GR874&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiR9oa9govpAhWSyaQKHQnrCr0Q_AUoAXoECB8QAw&biw=1366&bih=608#imgrc=JCA4AD9ru-W0M

1.4.3 Βοτανική ταξινόμηση

Τα μπιζέλια ανήκουν στην οικογένεια των ψυχανθών (Fabaceae), στο γένος *Pisum* και στο είδος *Pisum sativum* L. Εντός του είδους διακρίνονται δύο ποικιλίες, η ποικιλία *Pisum sativum* L. subsp. *sativum* var. *arvense*, όπου ανήκει το κτηνοτροφικό μπιζέλι και η ποικιλία *Pisum sativum* L. subsp. *sativum* var. *sativum*, όπου κατατάσσεται το μπιζέλι για λαχανοκομική χρήση (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).



Εικόνα 9: Φυτό μπιζελιού. Ανακτήθηκε στις 28/04/20 από:

https://es.wikipedia.org/wiki/Pisum_sativum#/media/Archivo:Illustration_Pisum_sativum0_clean.jpg

1.4.4 Εξάπλωση της καλλιέργειας

Το κτηνοτροφικό μπιζέλι, για καρπό και χορτομάζα, καλλιεργείται κυρίως σε περιοχές με εύκρατο κλίμα, αλλά και σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη. Στις πιο βόρειες περιοχές χρησιμοποιείται ως εαρινό φυτό. Το χορτοδοτικό μπιζέλι καλλιεργείται και σε τροπικές περιοχές. Εκεί η καλλιέργεια γίνεται σε μεγάλο υψόμετρο και χαρακτηρίζεται ως χειμερινή (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005). Η παγκόσμια έκταση καλλιέργειας μπιζελιού ξεπερνά τα 250 εκατομμύρια στρέμματα. Καλλιεργείται κατά κύριο λόγο στον Καναδά, στη Ρωσία, την Κίνα, την Ευρώπη, την Αυστραλία και τις ΗΠΑ. Στις χώρες της Ευρώπης, την Αυστραλία, τον Καναδά και τις ΗΠΑ, η έκταση που καλλιεργείται αγγίζει τα 45 εκ. στρέμματα. Αυτές οι χώρες χαρακτηρίζονται ως οι κύριες εξαγωγικές (McKay *et al.*, 2003). Στην Ελλάδα, το κτηνοτροφικό μπιζέλι για παραγωγή καρπού καλλιεργείται πολύ περιορισμένα. Ο κύριος λόγος καλλιέργειας του στη χώρα μας είναι η σποροπαραγωγή. Κάθε χρόνο περίπου 65.000 στρέμματα καλλιεργούνται με μπιζέλι, από τα οποία τα 7.000 για βρώσιμο μπιζέλι, τα 50.000 για αρακά και τα 8.500 για παραγωγή σανού και ξηρών σπερμάτων. Η συνολική παραγωγή σε ένα έτος φτάνει τους 3600 τόνους σανού και 1175 ξηρών σπερμάτων (Ροδίτης, 2018).

1.4.5 Περιβαλλοντικές απαιτήσεις καλλιέργειας

1.4.5.1 Θερμοκρασία

Το κτηνοτροφικό μπιζέλι είναι σχετικά ανθεκτικό σε χαμηλές θερμοκρασίες. Η καλλιέργειά του γίνεται συνήθως σε υγρές και ψυχρές περιοχές. Αντίθετα, το λαχανοκομικό μπιζέλι επιλέγεται να καλλιεργείται σε περιοχές με πιο ήπιο κλίμα. Βέβαια, είναι ανθεκτικό σε παγετούς μικρής έντασης. Η βλάστηση του σπόρου πραγματοποιείται σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 5-7°C. Καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη και απόδοση του παίζουν οι υψηλές θερμοκρασίες, οι οποίες επιδρούν αρνητικά. Στις καρποδοτικές ποικιλίες παρατηρείται μείωση της ανάπτυξης των λοβών λόγω της επίδρασης αυτής, ενώ στις χορτοδοτικές ποικιλίες αυτή είναι μικρότερη. Συνεπώς, η καλλιέργεια αυτών των ποικιλιών (καρποδοτικών) πρέπει να αποφεύγεται σε περιοχές που σημειώνονται υψηλές θερμοκρασίες (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.4.5.2 Φωτοπερίοδος

Το μπιζέλι είναι φυτό μακράς φωτοπερίοδου. Για να ανθήσουν τα φυτά, η ελάχιστη ανάγκη σε φωτοπερίοδο είναι 13 ώρες ημέρας. Ωστόσο, ανάλογα τον γενότυπο η διάρκεια σε φωτοπερίοδο διαφοροποιείται (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.4.5.3 Βροχόπτωση και Υγρασία

Η ανάπτυξη του μπιζελιού επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό από την εδαφική υγρασία. Η απορρόφηση του νερού πραγματοποιείται από τα επιφανειακά στρώματα μέχρι βάθος 70 cm περίπου, καθώς το ριζικό του σύστημα αναπτύσσεται εκεί. Επειδή ο ρυθμός ανάπτυξης του είναι ταχύτατος, αυξάνονται οι απαιτήσεις σε εδαφική υγρασία, ιδίως κατά την περίοδο της άνθησης και στο γέμισμα των σπόρων (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.4.5.4 Εδαφολογικές απαιτήσεις

Η καλλιέργεια του μπιζελιού πραγματοποιείται σε πληθώρα εδαφών. Ωστόσο, τα καταλληλότερα για την καλλιέργεια του μπιζελιού είναι τα μέτριας γονιμότητας πηλώδη ή αργιλοπηλώδη με καλή στράγγιση εδάφη, τα οποία έχουν υψηλές ποσότητες ασβεστίου και $pH=5,5-7$ (Δαλιάνης,1993; Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Λιγότερο κατάλληλα για την καλλιέργεια του μπιζελιού θεωρούνται:

- Τα όξινα εδάφη, καθώς το φυτό εμφανίζει μειωμένη ανθεκτικότητα στην οξύτητα του εδάφους.
- Τα πολύ γόνιμα εδάφη, καθώς είναι πιθανό το πλάγιασμα λόγω της περίσσειας των θρεπτικών συστατικών.
- Τα βαριά πηλώδη, λόγω της κακής στράγγισης.
- Τα αμμώδη ή αμμοπηλώδη εδάφη, καθώς δε συγκρατούν την αναγκαία υγρασία.
- Τα νεροκρατούντα εδάφη, καθώς επηρεάζεται αρνητικά το ριζικό σύστημα και παρουσιάζονται σήψεις ριζών λόγω της ανάπτυξης μυκήτων (Frame, 2004).

1.4.6 Καλλιεργητική τεχνική

1.4.6.1 Σπορά

Στις εύκρατες περιοχές, η σπορά των πρώιμων ποικιλιών γίνεται άνοιξη ή αρχές καλοκαιριού ενώ των όψιμων ποικιλιών καλοκαίρι προς φθινόπωρο. Στην Ελλάδα το μπιζέλι σπέρνεται κατά την περίοδο Οκτωβρίου-Νοεμβρίου. Πριν από τη σπορά πραγματοποιείται προετοιμασία του εδάφους με όργωμα, αφού γίνει συγκομιδή της προηγούμενης καλλιέργειας και όταν έρθει στον ρώγο του, ψιλοχωματισμό και τέλος ισοπέδωση. Συνήθως θερινό όργωνα πραγματοποιείται λόγω της εμφάνισης πολυετών ζιζανίων στον αγρό. Οι αποστάσεις φύτευσης είναι 0,2-1 m μεταξύ των γραμμών και μεταβάλλεται ανάλογα με την ποικιλία και τον τρόπο καλλιέργειας. Στις νάνες ποικιλίες, οι αποστάσεις σποράς είναι μικρότερες (Frame, 2004).

Στην Ελλάδα η σπορά πραγματοποιείται με σπαρτικές μηχανές και αποστάσεις μεταξύ των γραμμών τα 25 cm. Οι σπόροι τοποθετούνται σε βάθος 3-7 cm ανάλογα με το έδαφος και την περιεχόμενη υγρασία. Συνήθως σε έκταση ενός στρέμματος τοποθετούνται 6-12 Kg σπόρου (Δαλιάνης, 1993; Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.4.6.2 Λίπανση

Η καλλιέργεια μπιζελιών απαιτεί κυρίως λίπανση με κάλιο και φώσφορο. Η ποσότητα στην οποία θα εφαρμοστούν εξαρτάται από την ποσότητα των θρεπτικών του εδάφους. Στα γόνιμα εδάφη εφαρμόζονται συνήθως 2,5-5 kg/στρ. P_2O_5 και ίδια ποσότητα K_2O . Η εφαρμογή φωσφόρου είναι σημαντική για την επίτευξη καλύτερων αποδόσεων. Σε εδάφη πλούσια σε άζωτο, θα πρέπει να αποφεύγεται η καλλιέργεια λαχανοκομικών μπιζελιών, διότι μειώνεται η παραγωγή των καρπών λόγω της βλαστικής ανάπτυξης που προσφέρει το άζωτο. Επίσης, σε αυτά τα εδάφη λόγω της παρουσίας του αζώτου περιορίζεται η αζωτοδεσμευτική ικανότητα των βακτηρίων *Rhizobium* (NDSU, 2009).

Σε περίπτωση που η σπορά γίνει στα πεταχτά, θα πρέπει κατά την τελευταία προετοιμασία να γίνει εφαρμογή λιπασμάτων και ενσωμάτωση στο έδαφος. Όταν η σπορά πραγματοποιηθεί με σπартική μηχανή, τότε τα λιπάσματα εφαρμόζονται γραμμικά με τους σπόρους, χωρίς να έρθουν σε επαφή για την αποφυγή εγκαυμάτων. Για να επιτευχθεί γρήγορη αρχική ανάπτυξη των φυτών, γίνεται εφαρμογή 2,5 kg N/στρ. στο αρχικό στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας. Τέλος, οι συνηθισμένες ποσότητες λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια μπιζελιού για ενσίρωση είναι οι εξής: 6-8 kg N/στρ. και 4-5 kg/στρ. P_2O_5 και K_2O (Frame, 2004; NDSU, 2009).

1.4.6.3 Άρδευση

Το μπιζέλι είναι μία καλλιέργεια η οποία χρήζει άρδευσης στα κύρια στάδια ανάπτυξής της. Κατά το στάδιο της άνθισης, η ανάγκη σε νερό είναι μεγάλη. Για την μεγιστοποίηση των αποδόσεων, η υγρασία του εδάφους θα πρέπει κατά το φύτευμα να είναι μεγαλύτερη από 60 % ενώ κατά την άνθιση μεγαλύτερη του 90%. Έτσι λοιπόν, με την εφαρμογή άρδευσης στην έναρξη της άνθισης, οι λοβοί μεγαλώνουν και οι αποδόσεις είναι σαφώς μεγαλύτερες (Δαλιάνης, 1993). Βέβαια, η υπερβολική άρδευση, κατά το στάδιο αυτό έχει αρνητικά αποτελέσματα. Συνεπώς, πρέπει να αποφεύγεται η άρδευση με την έναρξη του πλαγιάσματος των βλαστών και η κατάκλυση με μεγάλες ποσότητες νερού (Pulse Online Database, 2015).

1.4.6.4 Συγκομιδή

Το στάδιο της συγκομιδής παίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση του προϊόντος. Όσον αφορά στους λοβούς, η πρόωμη συγκομιδή μειώνει την απόδοση. Καθυστέρηση μίας μέρας μπορεί να έχει δυσμενή αποτελέσματα στην ποιότητα του καρπού. Για το λόγο αυτό ο κατάλληλος χρόνος συγκομιδής πρέπει να υπολογίζεται με ακρίβεια. Η τρυφερότητα των σπερμάτων και η ποσότητα των σακχάρων που περιέχουν αποτελούν καλούς δείκτες για τον προσδιορισμό του κατάλληλου σταδίου συγκομιδής. Τέλος, για να πραγματοποιηθεί η συγκομιδή, οι λοβοί θα πρέπει να έχουν χρώμα που να έχει μεταβληθεί από σκούρο πράσινο σε ανοιχτό, να έχουν μέγιστο μέγεθος και να είναι καλά γεμισμένοι. (Δαλιάνης, 1993).

1.4.6.5 Ζιζανιοκτονία

Η καλλιέργεια του μπιζελιού αντιμετωπίζει σημαντικό πρόβλημα με τα ζιζάνια, κυρίως τα ετήσια. Λύση σε αυτό το πρόβλημα αποτελούν διάφορες καλλιεργητικές τεχνικές όπως η αμειψισπορά και η πυκνή σπορά. Επίσης, η χρήση ζιζανιοκτόνων είχε σημαντικά αποτελέσματα, κυρίως στις καρποδοτικές καλλιέργειες διότι στις κτηνοτροφικές δε χρησιμοποιούνται. Τέλος, έχει παρατηρηθεί, ότι οι ποικιλίες που εμφανίζουν ένα κηρώδες στρώμα στα φύλλα τους, είναι πιο ανθεκτικές κατά την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων (Δαλιάνης, 1993; Frame, 2004; Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.4.6.6 Απόδοση

Η απόδοση του μπιζελιού επηρεάζεται από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες, από τις μεταχειρίσεις και από τον γονότυπο. Σύμφωνα με τον FAOSTAT, η μέση παγκόσμια απόδοση σε σπόρο το 2003, ανερχόταν σε 160 kg/στρ., με εύρος 50-550 kg σπόρου/στρ. Στην Ελλάδα η μέση απόδοση ήταν 170 kg/στρ για την καρποδοτική καλλιέργεια μπιζελιού (FAOSTAT, 2003), ωστόσο όταν εγκατασταθεί η κατάλληλη ποικιλία μπορεί η απόδοση να φτάσει έως 400 kg/στρ. (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005). Σε πρόγραμμα αμειψισποράς μπιζελιού με ηλίανθο και με αραβόσιτο, έχει παρατηρηθεί απορρόφηση του Αζώτου κατά 75-85 Kg/ha και στις δύο περιπτώσεις. Με τον τρόπο αυτό εισάγεται η καλλιέργεια του μπιζελιού κατά 20-40 Kg/ha (για παραγωγή καρπού) και 160-180 Kg/ha (ως χλωρή λίπανση). Έτσι, λοιπόν, επιτυγχάνεται αύξηση της απόδοσης σε σπόρο περί τους 1,6 t/ha για τον ηλίανθο και 5 t/ha για τον αραβόσιτο (Σκουφογιάννη, 2013).

1.4.6.7 Εχθροί – Ασθένειες

Η σημαντικότερη ασθένεια που προκαλεί προβλήματα στην καλλιέργεια του μπιζελιού είναι η σήψη των ριζών. Οι μύκητες που προκαλούν αυτές τις ασθένειες είναι οι εξής: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium spp.* και *Aphanomyces euteiches*. Άλλες ασθένειες που προσβάλλουν την καλλιέργεια είναι το ωίδιο (*Erysiphe pisi*), με κύρια προσβολή τα φύλλα, η ασκοχύτωση με μύκητες του γένους *Ascochyta* και ο περονόσπορος (*Peronospora viciae*), ο οποίος προσβάλλει φύλλα και λοβούς (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Τα κυριότερα έντομα που προσβάλλουν την καλλιέργεια είναι ο βρούχος (*Bruchus pisorum*), η σιτόνα του μπιζελιού (*Sitona lineatus*), ο φυτονόμος (*Hypera postica*) και οι αφίδες (*Acyrtosiphon Pisum*). Όσον αφορά στους ιούς που προσβάλλουν την καλλιέργεια, ο πιο σημαντικός είναι αυτός του μωσαϊκό του μπιζελιού (PSBMV – pea seedborne mosaic virus) (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.4.7 Χρήσεις και παραγωγή

Οι κύριες χρήσεις του μπιζελιού είναι για την διατροφή του ανθρώπου και των ζώων. Επιπλέον, είναι δυνατή η χρήση της φυτομάζας του μπιζελιού ως χλωρή λίπανση τόσο σε μονοκαλλιέργεια όσο και σε συγκαλλιέργεια με κάποιο σιτηρό. Παγκόσμια, οι καλλιεργούμενες εκτάσεις του καρποδοτικού μπιζελιού ξεπερνούν τα 250 εκ. στρέμματα. (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005). Στην Ελλάδα, οι κύριες χρήσεις του είναι για βόσκηση και παραγωγή ενσιρώματος από την παραγόμενη χορτομάζα (Ροδίτης, 2018).

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Στοιχεία Πειράματος

Το πείραμα έλαβε χώρα στο Εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βόλο. Η χρονική περίοδος της διεξαγωγής του πειράματος ήταν 4 μήνες, από 27/2/2019 έως 10/7/2019. Οι θερμοκρασίες στις οποίες τοποθετήθηκαν οι σπόροι για βλάστηση ήταν οι εξής: 24°C, 20°C, 16°C, 12°C, 10°C, 8°C, 6°C, 4°C, 2°C. Οι καλλιέργειες στις οποίες έγινε η μέτρηση της επίδρασης των διαφορετικών θερμοκρασιών στη βλάστηση των σπόρων ήταν 8 ποικιλίες χειμερινών ψυχανθών (*Lupinus albus* L.- cv. multitalia, *Lupinus albus* L.- cv. ultra, *Pisum arvense*-cv. arvica, *Pisum arvense*-cv. olympus, *Vicia faba* –cv. tanagra, *Vicia faba* –cv. favino, *Vicia faba* –cv. solon, *Vicia faba* –cv. scuro di Torre Lama).

2.2 Θάλαμος βλάστησης

Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκε θάλαμος βλάστησης ελεγχόμενης ατμόσφαιρας (φως, θερμοκρασία, υγρασία). Οι συνθήκες φωτός (12 ώρες φως) και υγρασίας διατηρήθηκαν ίδιες σε όλες τις θερμοκρασίες που τοποθετήθηκαν οι σπόροι για βλάστηση. Η θερμοκρασία ήταν ο μόνος παράγοντας που μεταβάλλονταν, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως.



Εικόνα 10: Θάλαμος βλάστησης ελεγχόμενης ατμόσφαιρας

2.3 Μυκητοκτόνο

Το μυκητοκτόνο που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας, για την απολύμανση των σπόρων και την προστασία τους από ασθένειες, ήταν το εμπορικό σκεύασμα Benlate^R 50 WP. Το συγκεκριμένο σκεύασμα είναι ένα διασυστηματικό μυκητοκτόνο με προστατευτική και θεραπευτική δράση. Διατίθεται με τη μορφή βρέξιμης σκόνης με σύνθεση 50 % β/β της δραστικής ουσίας benomyl και 47,37 % β/β βοηθητικές ουσίες (Πηγή: Συσκευασία μυκητοκτόνου).



Εικόνα 11: Συσκευασία μυκητοκτόνου Benlate^R 50 WP

2.4 Διαδικασία πειράματος

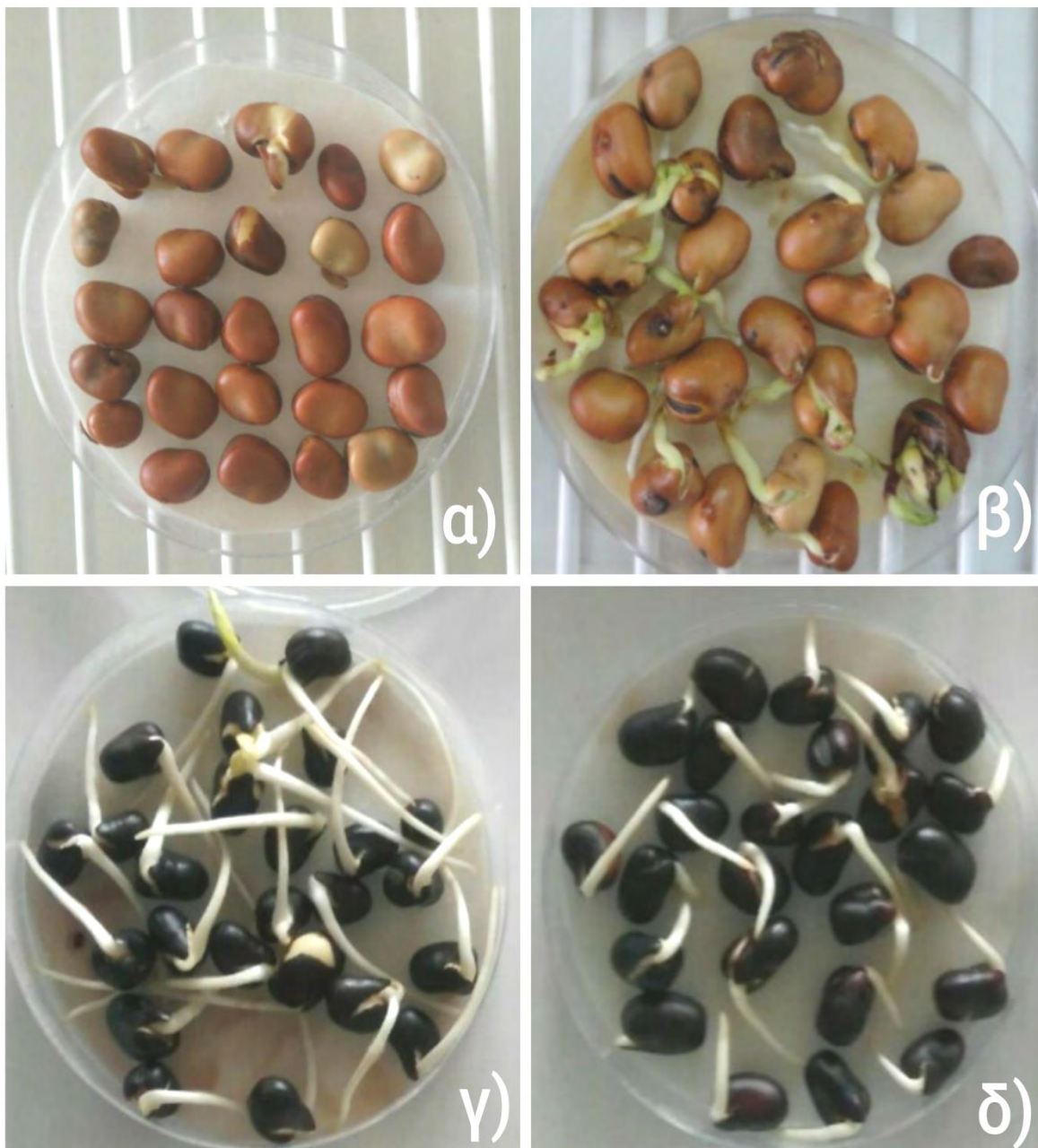
Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η απολύμανση των τριβλίων. 34 τριβλία τοποθετήθηκαν σε δοχείο με διάλυμα νερού και υποχλωριώδους Νατρίου. Αφού παρέμειναν για κάποιο χρονικό διάστημα στο διάλυμα αυτό, ξεπλύθηκαν με νερό και στέγνωσαν με τη χρήση απορροφητικού χαρτιού.

Στην συνέχεια, με τη βοήθεια του διαβήτη σχεδιαστήκαν 34 κύκλοι, με διάμετρο ίση με τη διάμετρο του τριβλίου, σε στυπόχαρτο Watman No. 1. Οι κύκλοι αυτοί κόπηκαν με τη βοήθεια ψαλιδιού, τοποθετήθηκαν στα τριβλία που είχαν απολυμανθεί προηγουμένως και ψεκάστηκαν με το Μυκητοκτόνο Benlate^R 50 WP (benomyl 50% β/β).

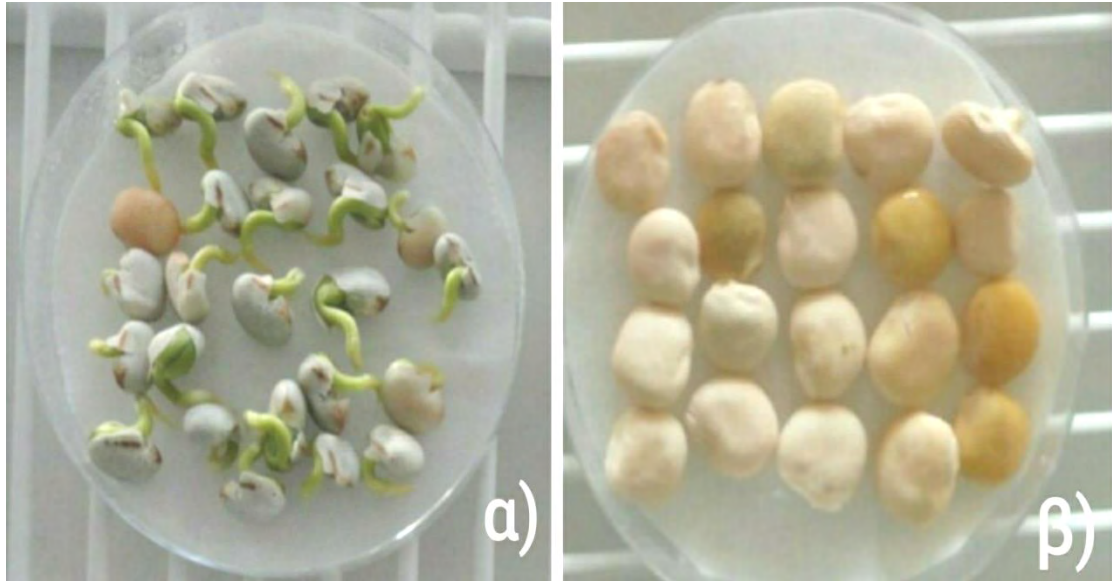
Έπειτα, έγινε η απολύμανση των σπόρων. Σε διάλυμα 3 % υποχλωριώδους Νατρίου, 97 % απιονισμένου νερού εμβαπτίστηκαν οι σπόροι της κάθε ποικιλίας, ξεπλύθηκαν με απιονισμένο νερό και τοποθετήθηκαν στα τριβλία με τη χρήση γαντιών και αποστειρωμένης λαβίδας. Τέλος, τα τριβλία τοποθετήθηκαν στο θάλαμο βλάστησης για 8 ημέρες.

Σε κάθε θερμοκρασία χρησιμοποιήθηκαν 100 σπόροι της κάθε ποικιλίας. Στις ποικιλίες *Vicia faba* – cv. tanagra, *Lupinus albus* L.- cv. multitalia χρησιμοποιήθηκαν 5 τριβλία με 20 σπόρους το καθένα και στις ποικιλίες *Lupinus albus* L.- cv. ultra, *Pisum arvense*- cv. arnica, *Pisum arvense*- cv. olympus, *Vicia faba* – cv. favino, *Vicia faba* – cv. solon και *Vicia faba* – cv. scuro di Torre Lama 4 τριβλία με 25 σπόρους το καθένα. Η λήψη μετρήσεων γινόταν κάθε μέρα.

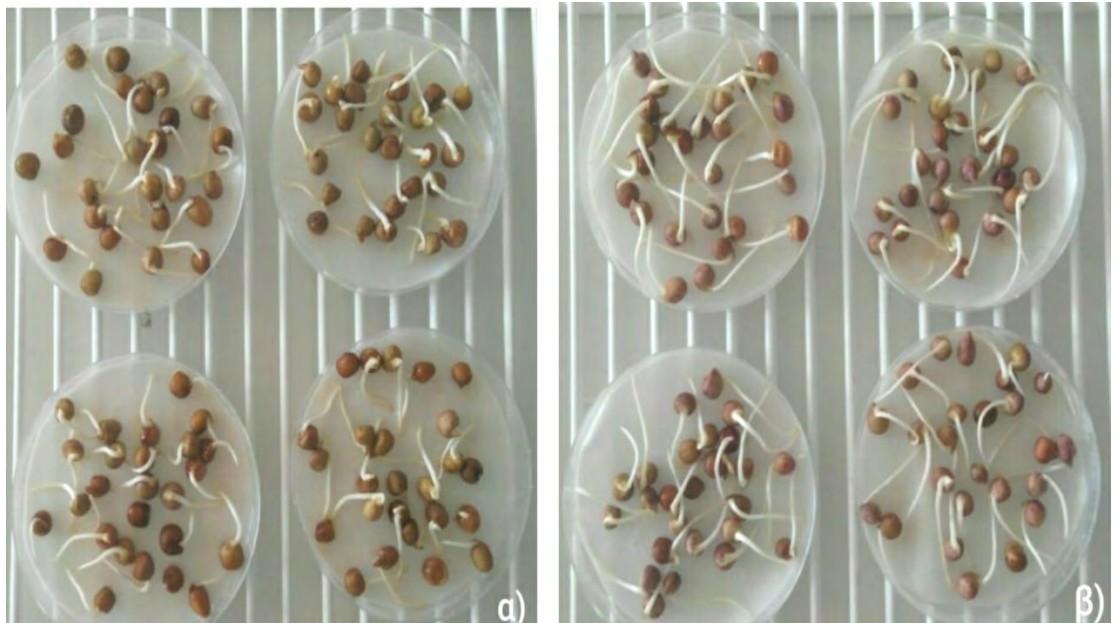
Ένας σπόρος θεωρείται ότι έχει βλαστήσει όταν το βλαστίδιο έχει αποκτήσει μήκος 1 mm-ορατό με γυμνό οφθαλμό (Gimeno-Gilles *et al.*, 2009). Σε κάθε μέτρηση γινόταν ψεκασμός με το Μυκητοκτόνο Benlate^R 50 WP (benomyl 50% β/β) στα τριβλία που ήταν αναγκαία η αύξηση της υγρασίας για βλάστηση των σπόρων, καθώς και προστασία από προσβολή από μύκητα. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε συνολικά 9 φορές για κάθε μία από τις θερμοκρασίες που αναφέρθηκαν προηγουμένως.



Εικόνα 12: Σπόροι Κουκτιού α) *Vicia faba* – cv. tanagra, β) *Vicia faba* – cv. solon, γ) *Vicia faba* – cv. scuro di Torre Lama, δ) *Vicia faba* – cv. favino.



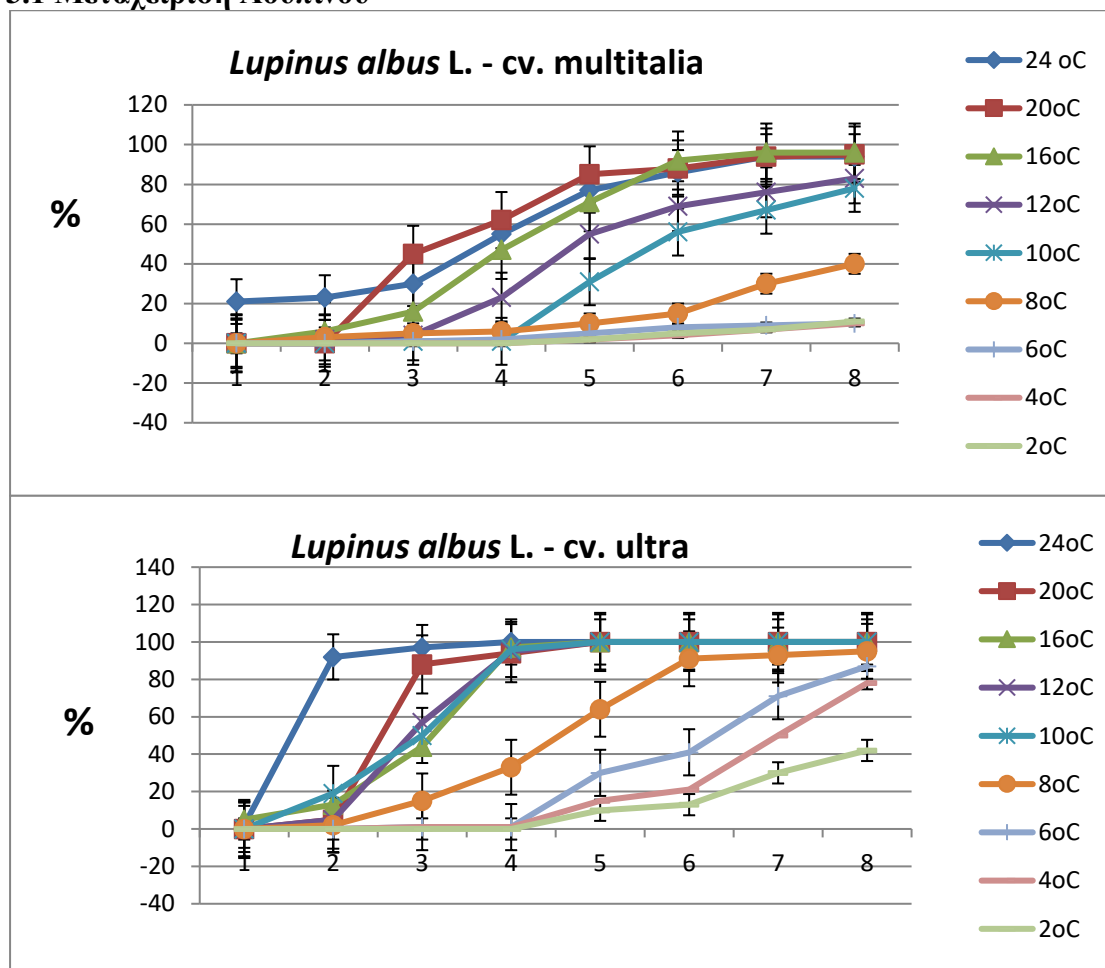
Εικόνα 13: Σπόροι Λούπινου α) *Lupinus albus* L. - cv. ultra, β) *Lupinus albus* L. - cv. multitalia.



Εικόνα 14: Σπόροι Μπιζελιού α) *Pisum arvense* - cv. arvica, β) *Pisum arvense* - cv. olympus

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

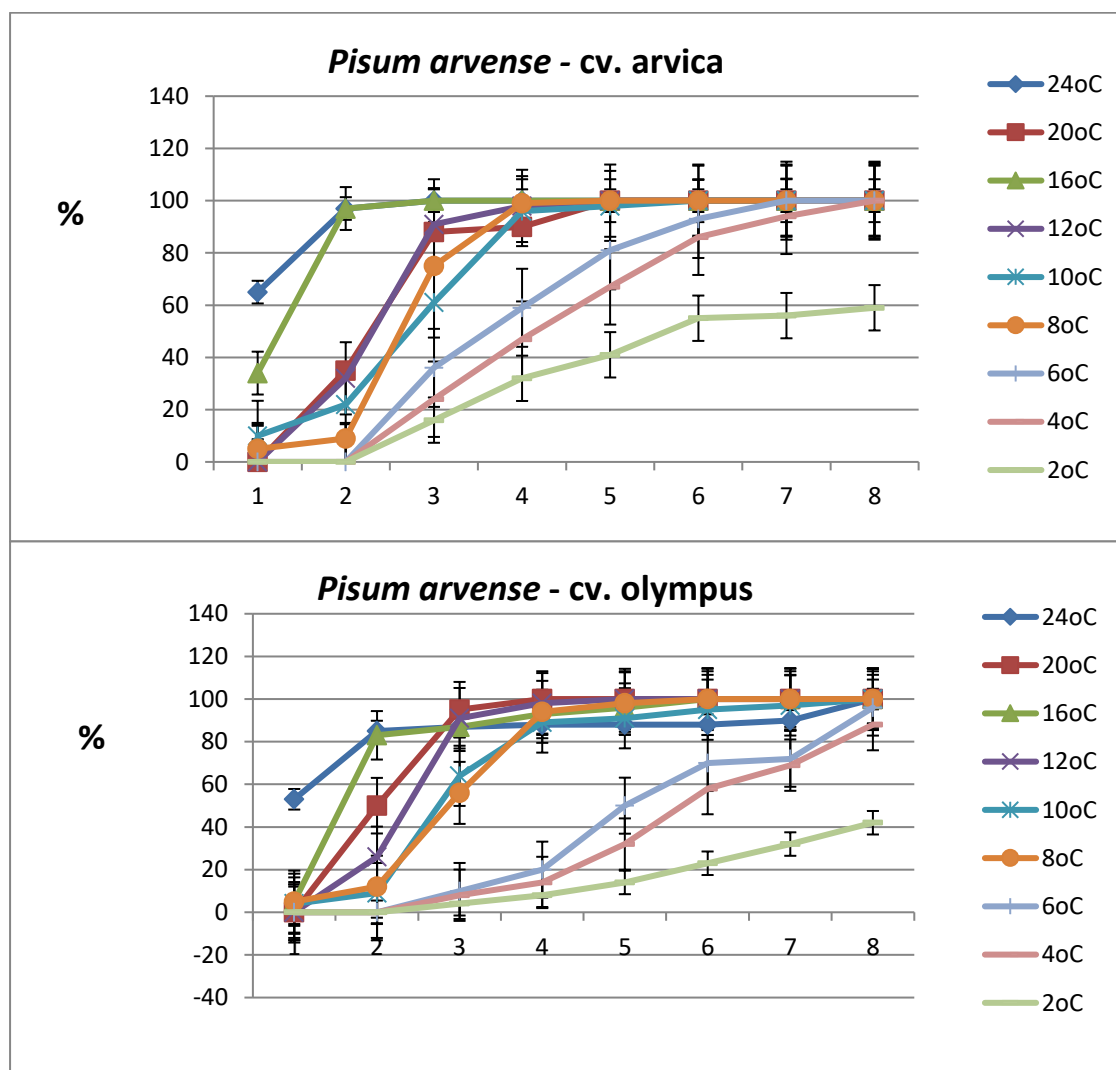
3.1 Μεταχείριση Λούπινου



Διάγραμμα 1: Ποσοστό βλάστησης των δύο ποικιλιών λούπινου (*Lupinus albus* L.- cv. ultra, *Lupinus albus* L.- cv. multitalia) στους 24 °C, 20 °C, 16 °C, 12 °C, 10 °C, 8 °C, 6 °C, 4 °C, 2 °C. Οι μπάρες αντιπροσωπεύουν το sd.

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 1, οι δύο ποικιλίες *Lupinus albus* παρουσιάζουν διαφορετικούς ρυθμούς βλάστησης, με την ultra να εμφανίζει μεγαλύτερους ρυθμούς σε σχέση με την multitalia. Πιο συγκεκριμένα, η ποικιλία ultra στις περισσότερες θερμοκρασίες χρειάστηκε 3-4 ημέρες για να ολοκληρώσει τη βλάστηση της, ενώ τα μεγαλύτερα ποσοστά βλάστησης σημειώθηκαν στις υψηλότερες θερμοκρασίες (24°C, 20°C και 16°C) που τοποθετήθηκαν οι σπόροι για βλάστηση. Καθώς άρχισε να μειώνεται η θερμοκρασία, το ποσοστό βλάστησης ελαττώθηκε αισθητά και στις θερμοκρασίες μικρότερες των 10°C δε κατάφεραν να φτάσουν το ολικό ποσοστό βλάστησης σε 8 ημέρες. Όσον αφορά στην ποικιλία multitalia, χρειάστηκε 7-8 ημέρες για να έχει τους ίδιους ρυθμούς βλάστησης με την ποικιλία ultra. Τέλος, στις χαμηλές θερμοκρασίες η βλάστηση ήταν μικρότερη του 50%.

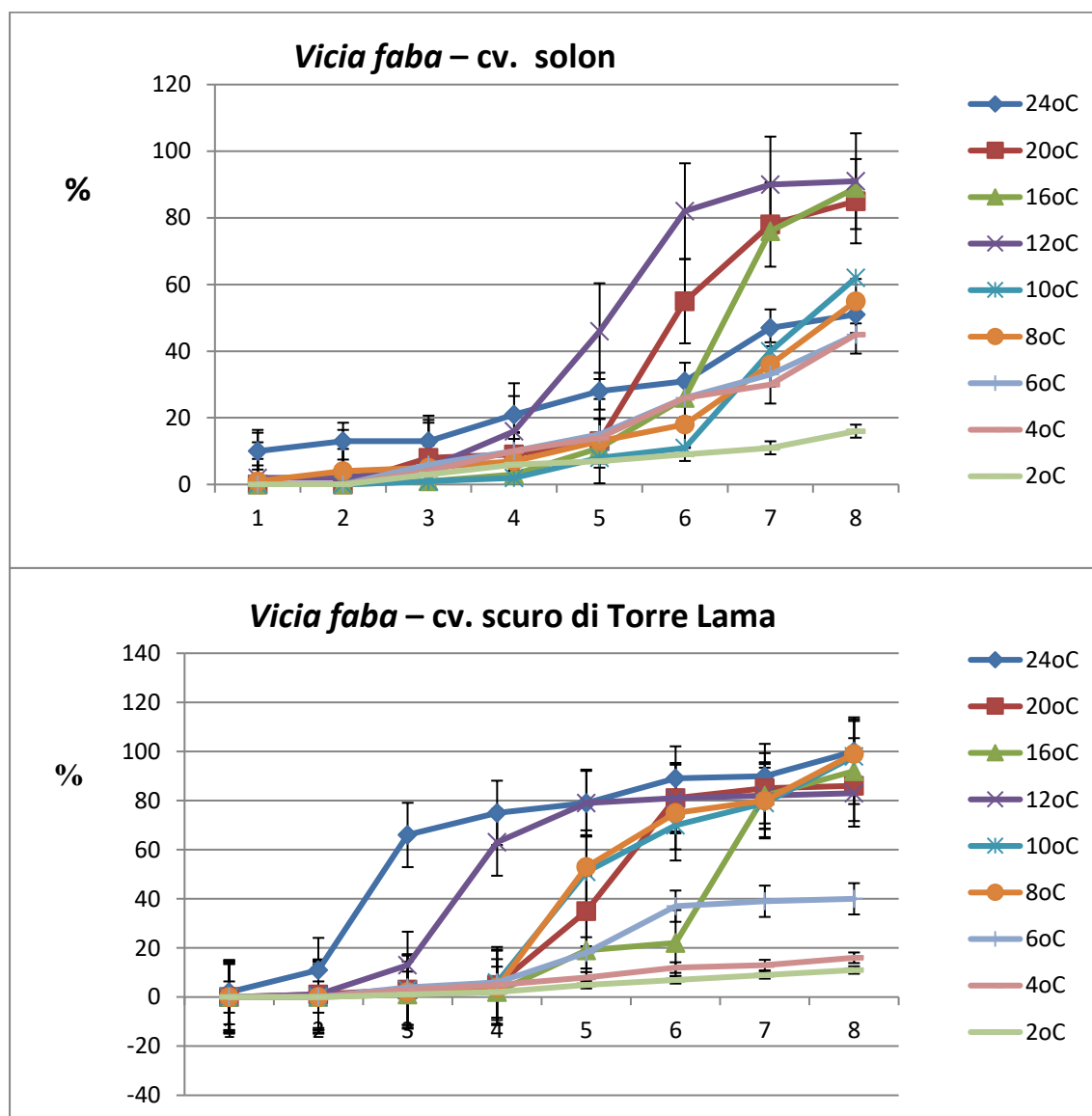
3.2 Μεταχείριση Μπιζελιού



Διάγραμμα 2: Ποσοστό βλάστησης των δύο ποικιλιών μπιζελιού (*Pisum arvense* - cv. *arvenica*, *Pisum arvense* - cv. *olympus*) στους 24 °C, 20 °C, 16 °C, 12 °C, 10 °C, 8 °C, 6 °C, 4 °C, 2 °C. Οι μπάρες αντιπροσωπεύουν το sd.

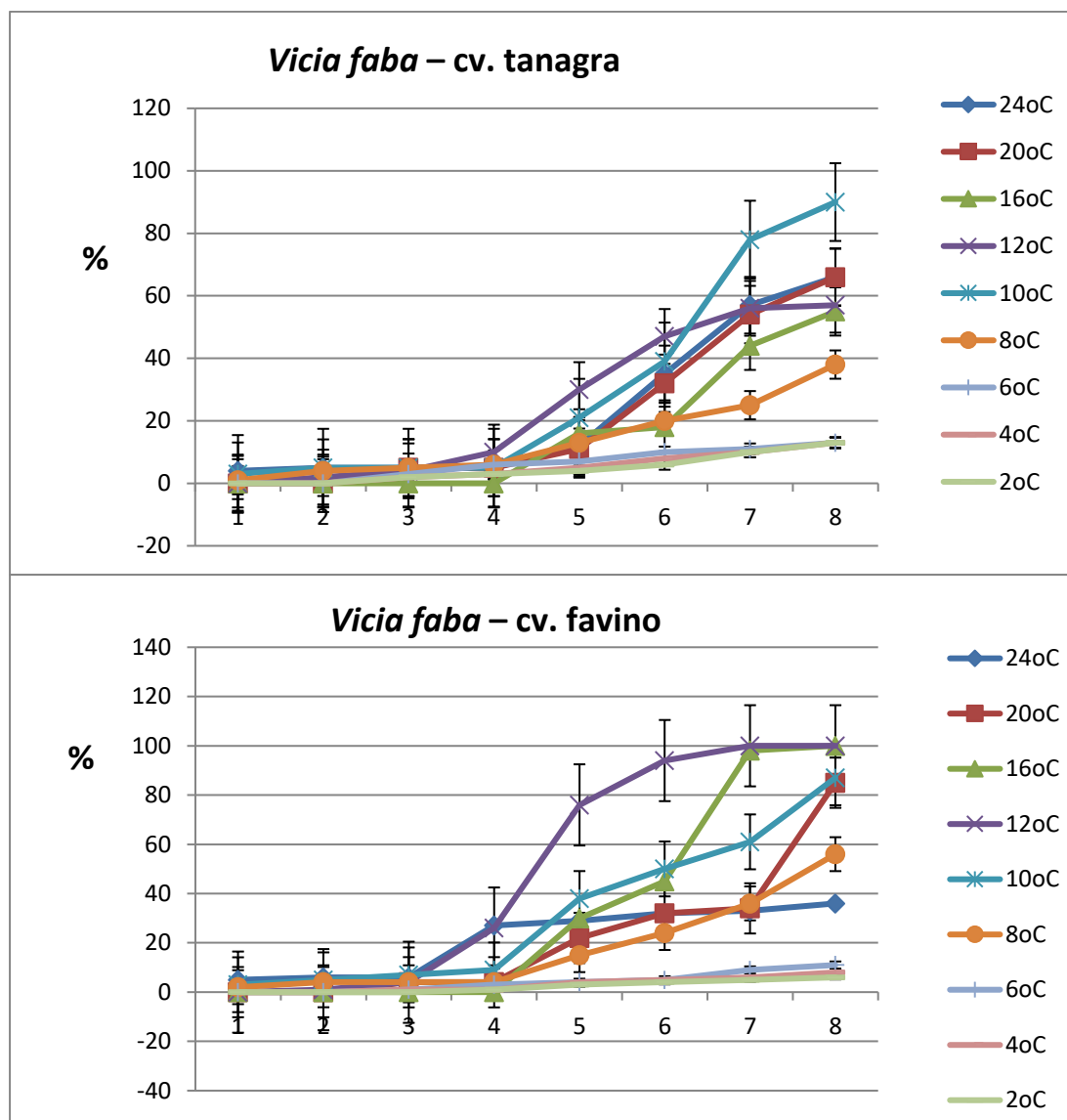
Όπως απεικονίζεται στο Διάγραμμα 2, οι δύο ποικιλίες μπιζελιού, *arvenica* και *olympus*, παρουσιάζουν παρόμοιους ρυθμούς βλάστησης και έφτασαν στην τελική βλάστηση στον ίδιο αριθμό ημερών. Πρέπει να σημειωθεί, ότι η ποικιλία *olympus* εμφάνισε ελάχιστα μικρότερο ρυθμό βλάστησης από την *arvenica*. Πιο συγκεκριμένα, στην υψηλότερη θερμοκρασία (24 °C), και για τις δύο ποικιλίες σημειώθηκε βλάστηση μεγαλύτερη του 50% των σπόρων από την πρώτη κιόλας ημέρα. Ωστόσο, στις χαμηλότερες θερμοκρασίες, ο ρυθμός αυτός παρατηρήθηκε στις 3-5 ημέρες για την *arvenica*, ενώ στην *olympus* στις 4-6 ημέρες. Ωστόσο, για την ποικιλία *olympus*, στην θερμοκρασία 2 °C, μόνο το 42% των σπόρων κατάφεραν να βλαστήσουν σε περίοδο 8 ημερών. Και για τις δύο ποικιλίες, στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες ο αριθμός των ημερών αυξήθηκε για να φτάσουν στο ίδιο σημείο με τις υψηλές.

3.3 Μεταχείριση Κουκιού



Διάγραμμα 3: Ποσοστό βλάστησης δύο ποικιλιών κουκιού (*Vicia faba* – cv. solon, *Vicia faba* – cv. scuro di Torre Lama) στους 24 °C, 20 °C, 16 °C, 12 °C, 10 °C, 8 °C, 6 °C, 4 °C, 2 °C. Οι μπάρες αντιπροσωπεύουν το sd.

Στην περίπτωση των τεσσάρων ποικιλιών *Vicia faba* (Διάγραμμα 3, 4), η τοποθέτηση τους από την ποικιλία με τον μεγαλύτερο ρυθμό βλάστησης προς αυτή με τον μικρότερο είναι η εξής: scuro di Torre Lama, solon, favino και tanagra. Η πρώτη ποικιλία, ήταν η μόνη που κατάφερε σχεδόν σε όλες τις θερμοκρασίες να πλησιάσει το 100% της βλάστησης των σπόρων. Πιο συγκεκριμένα, στους 24 °C οι σπόροι βλάστησαν από την δεύτερη κιόλας μέρα. Βέβαια, καθώς μειώθηκε η θερμοκρασία, δε σημειώθηκαν βλαστημένοι σπόροι τις πρώτες ημέρες. Όσον αφορά την ποικιλία solon, το ποσοστό βλάστησης στους 20 °C, 16 °C, 12 °C άγγιξε το 80-90 %, ενώ στις χαμηλότερες δε ξεπέρασε το 62%.



Διάγραμμα 4: Ποσοστό βλάστησης δύο ποικιλιών κουκιού (*Vicia faba* – cv. tanagra, *Vicia faba* – cv. favino) στους 24 °C, 20 °C, 16 °C, 12 °C, 10 °C, 8 °C, 6 °C, 4 °C, 2 °C. Οι μπάρες αντιπροσωπεύουν το sd.

Στους 16 °C και 12 °C της ποικιλίας favino, σημειώθηκε βλάστηση όλων των σπόρων. Στις χαμηλές θερμοκρασίες, ο ρυθμός βλάστησης ήταν μικρότερος από αυτόν που σημειώθηκε στην ποικιλία solon. Η ποικιλία tanagra παρουσίασε τα μικρότερα ποσοστά βλάστησης σε σχέση με τις υπόλοιπες τρεις ποικιλίες κουκιού, στην οποία εκτός από τους 10 °C, όπου σημειώθηκε ποσοστό βλάστησης 90%, στις υπόλοιπες θερμοκρασίες αυτό δεν ξεπέρασε το 65%.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στη συγκεκριμένη μελέτη δίνονται σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την βλαστική ικανότητα των σπόρων τριών καλλιεργειών και συγκεκριμένα του κουκιού, λούπινου και μπιζελιού, σε εννιά θερμοκρασίες. Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, ανάμεσα στους παράγοντες που επηρεάζουν τη βλάστηση των σπόρων (π.χ. νερό, φως κ.α.), σημαντική θέση κατέχει η θερμοκρασία (Sander H. Van Delden, 2011). Πιο συγκεκριμένα, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος επιδρά στη διάρκεια ανάπτυξης των φυτών (Ritchie *et al.*, 1998).

Ανάμεσα στις τέσσερις ποικιλίες κουκιού, μεγαλύτερα ποσοστά βλάστησης είχε η ποικιλία *Vicia faba* – cv. scuro di Torre Lama. Πιο συγκεκριμένα, στους 24°C σημειώθηκε το μεγαλύτερο ποσοστό βλάστησης, το οποίο ήταν 100% σε διάρκεια 8 ημερών. Στους 20 °C και 16 °C το ποσοστό ανήλθε στο 80% μέσα σε 6 και 7 ημέρες, αντίστοιχα. Στην ποικιλία *Vicia faba* – cv. solon, στους 12 °C το ποσοστό βλάστησης έφτασε το 90 % την 7^η ημέρα, ενώ στους 20 °C αυτό ήταν 85% την 8^η ημέρα. Στη τρίτη ποικιλία *Vicia faba* – cv. favino, στους 12 °C το ποσοστό βλάστησης ήταν 100% από την 7^η ημέρα ενώ στους 16 °C, το ίδιο ποσοστό σημειώθηκε την 8^η ημέρα. Στη ποικιλία *Vicia faba* – cv. tanagra, οι 10°C έδωσαν ποσοστό βλαστημένων σπόρων 90%, την 8^η ημέρα. Στους 24 °C, στον ίδιο αριθμό ημερών, το ποσοστό αυτό ήταν περίπου 65%. Όσον αφορά τα μικρότερα ποσοστά βλάστησης που σημειώθηκαν αυτά ήταν: στη πρώτη ποικιλία μικρότερο του 16% στις θερμοκρασίες 4 °C και 2 °C, στη δεύτερη μικρότερο του 16% στους 2 °C και στη τρίτη και τέταρτη μικρότερο του 13% στις θερμοκρασίες 6 °C, 4 °C και 2 °C.

Στην περίπτωση του λούπινου, η ποικιλία *Lupinus albus* L. - cv. multitalia στους 24 °C είχε μια πιο γρήγορη αρχική βλάστηση σε σχέση με τους 20 °C και 16 °C. Βέβαια και στις 3 αυτές θερμοκρασίες το μεγαλύτερο ποσοστό βλάστησης σημειώθηκε από την 7^η ημέρα και μετά. Το χαμηλότερο ποσοστό βλάστησης σημειώθηκε στους 6 °C, 4 °C και 2 °C, το οποίο δε ξεπέρασε το 11% στις 8 ημέρες. Στην ποικιλία *Lupinus albus* L. - cv. ultra, περίπου το 90% των σπόρων βλάστησε στους 24 °C, 20 °C, 16 °C, 12 °C και 10 °C από την 2^η, 3^η, 4^η, 4^η και 4^η ημέρα, αντίστοιχα. Χαμηλότερο ποσοστό βλάστησης σημειώθηκε στους 2 °C, το οποίο άγγιξε το 45% μέχρι την 8^η ημέρα.

Όσον αφορά τις δύο ποικιλίες μπιζελιού που μελετήθηκαν, στην ποικιλία *Pisum arvense* - cv. *arvica*, όταν οι σπόροι τοποθετήθηκαν για βλάστηση στους 24 °C, το ολικό ποσοστό βλάστησης επιτεύχθηκε από τη δεύτερη κιόλας μέρα. Το ίδιο συνέβη και στους 16 °C, αλλά στη πρώτη θερμοκρασία το ποσοστό βλάστησης τη πρώτη μέρα ήταν μεγαλύτερο. Το χαμηλότερο ποσοστό βλάστησης σε αυτή τη ποικιλία σημειώθηκε στους 2 °C, το οποίο μέχρι και την 8^η ημέρα δε ξεπέρασε το 60%. Στη ποικιλία *Pisum arvense* - cv. *olympus* στους 20 °C πραγματοποιήθηκε βλάστηση όλων των σπόρων μέσα σε 3-4 ημέρες ενώ στους 24 °C και 16 °C χρειάστηκε ο διπλάσιος αριθμός ημερών. Όπως και πριν, το χαμηλότερο ποσοστό βλάστησης σε αυτή τη ποικιλία σημειώθηκε στους 2 °C, καθώς το ποσοστό άγγιξε το 42 % σε 8 ημέρες.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τόσο ανάμεσα στα διαφορετικά είδη, όσο και στις διαφορετικές ποικιλίες κάθε είδους που μελετήθηκαν, στις υψηλές θερμοκρασίες σημειώθηκε υψηλότερο ποσοστό βλάστησης των σπορών ενώ στις χαμηλότερες θερμοκρασίες οι μέρες που χρειάστηκαν για να φτάσουν στο ίδιο επίπεδο ήταν περισσότερες.

Στα χειμερινά ψυχανθή, η κατάταξη των ποικιλιών λούπινου, μπιζελιού και κουκιών σχετικά με το ποσοστό βλάστησης των σπόρων ήταν η εξής:

- *Lupinus albus* L. - cv. ultra > *Lupinus albus* L. - cv. multitalia,
- *Pisum arvense* - cv. arvica > *Pisum arvense* - cv. olympus,
- *Vicia faba* – cv. scuro di Torre Lama > *Vicia faba* – cv. solon > *Vicia faba* – cv. favino > *Vicia faba* – cv. tanagra.

Όσον αφορά τις δύο ποικιλίες λούπινου, *Lupinus albus* L. - cv. multitalia και *Lupinus albus* L. - cv. ultra, στους 24 °C κατά την τελευταία μέτρηση παρουσίασαν ποσοστό βλάστησης 94% και 100%, αντίστοιχα. Στην χαμηλότερη θερμοκρασία, δηλαδή στους 2 °C, το ποσοστό αυτό ήταν 11% και 45%, αντίστοιχα. Στο σύνολο των εννιά θερμοκρασιών, η ποικιλία *Lupinus albus* L. - cv. multitalia είχε μεγαλύτερα ποσοστά βλάστησης την 1^η ημέρα σε σχέση με την *Lupinus albus* L. - cv. ultra. Βέβαια, την 8^η ημέρα, συνέβη ακριβώς το αντίθετο.

Στους 24 °C οι δύο ποικιλίες μπιζελιού *Pisum arvense* - cv. arvica και *Pisum arvense* - cv. olympus παρουσίασαν ποσοστό βλάστησης 100% κατά την τελευταία μέτρηση. Στους 2 °C τα ποσοστά βλάστησης ήταν 59% και 42%, αντίστοιχα. Την πρώτη και τελευταία ημέρα, στο σύνολο των 9 θερμοκρασιών, μεγαλύτερα ποσοστά βλάστησης σημειώθηκαν στην ποικιλία *Pisum arvense* - cv. arvica.

Για τις τέσσερις ποικιλίες κουκιού, στους 24 °C το ποσοστό των σπόρων που βλάστησε ήταν: για την *Vicia faba* – cv. scuro di Torre Lama 100%, για την *Vicia faba* – cv. solon 51%, για την *Vicia faba* – cv. favino 36% και για την *Vicia faba* – cv. tanagra 66%. Στους 2 °C, τα ποσοστά ήταν 11%, 16%, 6% και 13%, αντίστοιχα. Κατά τη πρώτη ημέρα, στο σύνολο των 9 θερμοκρασιών, η ποικιλία με τα μεγαλύτερα ποσοστά βλάστησης ήταν η *Vicia faba* – cv. solon. Στη συνέχεια

ακολουθούν με τη σειρά οι ποικιλίες *Vicia faba* – cv. favino, *Vicia faba* – cv. tanagra, *Vicia faba* – cv. scuro di Torre Lama. Την όγδοη και τελευταία ημέρα η κατάταξη των ποικιλιών με βάση τα ποσοστά βλάστησης είναι η εξής: *Vicia faba* – cv. scuro di Torre Lama > *Vicia faba* – cv. solon> *Vicia faba* – cv. favino> *Vicia faba* – cv. tanagra.

Κατά την τελευταία μέτρηση, στο σύνολο των 9 θερμοκρασιών το μεγαλύτερο ποσοστό βλάστησης σημειώθηκε από την ποικιλία μπιζελιού *Pisum arvense* - cv. arnica (95.4%) ενώ το χαμηλότερο από την ποικιλία κουκιού *Vicia faba* – cv. tanagra (45.7%).

Συμπερασματικά, τα χειμερινά ψυχανθή, και συγκεκριμένα το κουκί, το λούπινο και το μπιζέλι, παρουσιάζουν ικανοποιητική φυτρωτική ικανότητα στην καθυστερημένη φθινοπωρινή σπορά, εφόσον η βλαστική τους ικανότητα στις χαμηλές θερμοκρασίες είναι πολύ καλή.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

- Δαλιάνης, Κ., 1993, Ψυχανθή για καρπό και για σανό, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
- Διβανές, Ι., 2016, «Αξιολόγηση και επιλογή γενοτύπων λευκού λούπινου (*Lupinus albus* L.) για απόδοση και ανεκτικότητα σε εδάφη με υψηλό pH», Μεταπτυχιακή Μελέτη, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Δόρδας, Χ., 2009, *Μαθήματα Γενικής Γεωργίας*, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη, σελ. 343.
- Ευθυμιάδης, Π., 2005, *Σποροπαραγωγή*, Εκδόσεις αδελφών Κυριακίδη Α.Ε., Θεσσαλονίκη.
- Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδας (ΕΣΥΕ), 1998, Website.
- Ευρωπαϊκή Στατιστική Αρχή, 2014,
Ανακτήθηκε από:
http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/File:Harvested_production_and_area_of_production_of_field_peas_and_broad_beans,_EU-28,_2014.png (20/3/2020)
- Κοζαίτης, Χ., Σωμαράκης, Μ., 2010, Παραγωγή σποροφύτων (plugs) καλλωπιστικών φυτών σε δίσκους πολλαπλών θέσεων (Multi-cell plastic trays), Πτυχιακή Μελέτη, Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό ίδρυμα Ηρακλείου Κρήτης.
- Κούστας, Ν., 2015, «Επίδραση της κατεργασίας του εδάφους στα χαρακτηριστικά του ριζικού συστήματος δύο τοπικών ποικιλιών κουκιών», Μεταπτυχιακή Μελέτη, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Λουκάς, Μ., 2010, Εισαγωγή στη Γενετική, Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε, Αθήνα, σελ. 176
- Μακρίδης, Χ., 2016, *Μέθοδοι συντήρησης χορτοδοτικών κτηνοτροφικών φυτών και οδηγός μελέτης του μαθήματος «Ψυχανθή – Κτηνοτροφικά φυτά»*, ΤΕΙ Λάρισας, Λάρισα.
- Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ., 2005, *Ειδική γεωργία - τεύχος Β. Ψυχανθή Καρποδοτικά – Χορτοδοτικά*, Εκδ. Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
- Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ., 2008, *Ειδική Γεωργία Ι - Τεύχος Α. Σιτηρά Χειμερινά-Εαρινά*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, σελ. 366-390.

- Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ., 2012, *Ειδική Γεωργία, Σιτηρά και Ψυχανθή*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία.
- Πισιμίσης, Φ., 2017, Επίδραση της οργανικής λίπανσης σε ποιοτικά και αγρονομικά χαρακτηριστικά καλλιέργειας κουκιών *Vicia faba*, Μεταπτυχιακή Μελέτη, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Ποδηματάς, Κ.Ι., 1984β, *Κουκιά*, Υπουργείο Γεωργίας, Ινστιτούτο Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών, Λάρισα. Έντυπο, σελ. 14.
- Τεκέογλου, Ε., 2011, *Επίδραση της θερμοκρασίας στο ρυθμό βλάστησης των σπόρων ηλίανθου, αγριαγκινάρας, καλαμποκιού και μπιζελιού*, Πτυχιακή Μελέτη, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Τερζάκης, Μ., Α.Δ. Αυγέλης και Ν.Ι. Κάτης, 2001, Ιολογικές ασθένειες των κουκιών στην Ελλάδα, *Γεωργία-Κτηνοτροφία*, Τεύχος 4: 24-29.
- Ροδίτης, Χ., 2018, Επίδραση διαφορετικών μεθόδων διαχείρισης των ζιζανίων στην ανάπτυξη και τις αποδόσεις τριών καλλιεργειών κτηνοτροφικών ψυχανθών. Μεταπτυχιακή Μελέτη, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Σιδηράς, Ν., 1997, *Οργανική Λίπανση και Αμειψισπορές*, Εκδόσεις ΔΗΩ.
- Σκουφογιάννη, Ε., 2013, *Αμειψισπορά μπιζελιού με ηλίανθο και αραβόσιτο ως ενεργειακές καλλιέργειες: επίδραση της βελτίωσης των εδαφικών παραμέτρων στην αύξηση της παραγωγικότητας και αειφορίας στην ανατολική και δυτική Θεσσαλική πεδιάδα*, Διδακτορική Μελέτη, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Ξένη

- Alvarado, V. and Bradford, K.J., 2002, *A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination*, *Plant, Cell and Environment*, 25, 1061-1069.
- Baskin, C.C., Baskin, J.M., 1998, *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*, Academic Press, San Diego, California, p. 665.
- Bell, D.T., King, L.A., and Plummer, J.A., 1999, Ecophysiology effects of light quality and nitrate on seed germination in specie from Western Australia, *Aust J Ecol* 24: 2-10.
- Bewley, J.D. and Black, M., 1994, *Seeds: Physiology of Development and Germination* 2nd Edn. New York: Plenum Press.
- Bewley, J.D., 1997, Seed germination and dormancy, *Plant Cell* 9: 1055-1066.
- Bradford, K.J., 1995, Water relations in seed germination rate, In *Seed development and germination*, Kigel, J., and Galili, G. (eds). New York, U.S.A.: M. Dekker, pp. 351-396.
- Bradford, K.J., 2002, *Applications of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy*, *Weed Science*, 50, 248-260.
- Bond D.A., 1987, *Recent developments in breeding field beans (Vicia faba L.)*, *Plant breeding* 99:1-26.
- Chachalis, D. and Reddy K. N., 2000, *Factors affecting Campsis radicans seed germination and seedling emergence*, *Weed Sci.* 48:212-216.
- Christenhusz, M.J.M., Byng J.W., 2016, The number of known plants species in the world and its annual increase, *Phytotaxa*, MagnoliaPress, 261(3): pp. 201-217.
- Cousin R., 1997, *Peas (Pisum sativum L.)*, *Field Crops Research* 53:111-130.
- De Candolle , A., 1882, *Origin of cultivated plants*. 468pp.
- Doussi, M.A., and Thanos, C.A., 2002, Ecophysiology of seed-germination in Mediterranean geophytes, 1 *Muscari spp.* *Seed Sci Res* 12: 193-201.
- Davies S. and Williams W., 1983, *Rates of pod and seed development in Lupinus albus, L. mutabilis, Vicia faba, Pisum sativum and Lathyrus latifolius*. In: Thompson R. and Casay R. (editors), *Perspectives for reas and lupins as protein crops*. Martinus Nijhoff Publishers, London. p.p. 87-93.
- Duc G., 2006, New avenues for faba bean: food, feed, industrial uses and seed quality for different markets, In: CM Avila, JI Cubero, MT Moreno, MJ Suso,

AM Torres (eds) Faba Bean 2006, Junta de Andalucia, Sevilla, Spain, pp. 19-26.

- FAOSTAT, 2003, FAOSTAT Database results.
- FAOSTAT, 2004, FAOSTAT Database results.
- FAOSTAT, 2016, FAOSTAT Database results.
- Faluyi, M.A., Zhou, X.M., Zhang, F., Leibovitch, S., Migner, P. and Smith D.L., 2000, Seed quality of sweet white lupin (*Lupinus albus*) and management practice in eastern Canada, *European Journal of Agronomy* 13: 27–37.
- Fenner, M., and Thompson, K., 2005, *The ecology of seeds*, Cambridge, UK, and New York, U.S.A.: Cambridge University Press.
- Frame J., 2004, *Pisum sativum*, L.

Ανακτήθηκε από:

<http://www.fao.org/ag/AGp/agpc/doc/Gbase/data/Pf000493.HTM>

(20/3/2020)

- Frenda A. S., Ruisi P., Saia S., Frangipane B., Di Miceli G., Amato G., et al., 2013, The critical period of weed control in faba bean and chickpea in Mediterranean areas, *Weed Sci.* 61 452–459. 10.1614/WS-D-12-00137.1 .
- Gimeno – Gilles C., Lelievre E., Viau L., Malik – Ghulam M., Ricoult C., Niebel A., Leduc N., and Limami A.M., 2009, ABA – Mediated Inhibition of Germination Is Related to the Inhibition of Genes Encoding Cell-Wall Biosynthetic and Architecture: Modifying Enzymes and Structural Proteins in *Medicago truncatula* Embryo Axis. *Mol Plant.*, Vol. 2(1), pp. 108-119.
- Huyghe C., 1997, *White lupin(Lupinus albusL.)*, *Field Crops Research* 53: 147- 160.
- Kay, D. E., 1979, *Food Legumes*, Tropical Product Institute, Crop and Product Digest No. 3, London.
- Lack, A., and Evans, D.E., 2005, *Plant Biology*, 2nd edn. New York, U.S.A: Taylor and Francis.
- Leport, L., Turner, N.C., French, R.J. Tennant, D., Thomson, B.D., Siddique, K.H.M., 1998, *Water relations, gas exchange and growth of cool season grain legumes in Mediterranean-type environment*, *European Journal of Agronomy* 9:295-303.

- López-Bellido, L., Fuentes, M. and Castillo, J.E., 2000, Growth and yield of white lupin under Mediterranean conditions: Effect of plant density, *Agronomy Journal* 92: 200–205.
- Loss, S.P., Siddique, K.H.M., Tennant, D., 1997a, *Adaption of faba bean (Vicia faba L.) to dryland Mediterranean-type environments III, Water use and water use efficiency*, Field Crops Research. 54:153-162.
- McKay, K., B. Schatz and G. Endres, 2003, Field pea production, North Dakota State University, Fargo, North Dakota 58 105, March 2003, A-1166 (Revised). Ανακτήθηκε από: (<http://www.ext.nodak.edu/extpubs/plantsci/rowcrops/a1166.pdf>). (13/4/2020)
- Mihailović, V., Mikić, A., Čupina, B., Vasiljević, S., Krstić, Đ., Tomić, Z., Vasić, M., 2007b, *Genetic resources of annual forage legumes in the world and Serbia*, Ratarstvoipovrtarstvo44 (I): 115-123.
- Mülayim, M., Tamkoc, A. and Babaoglu, M., 2002, Sweet white lupins versus local bitter genotype: Agronomic characteristics as affected by different planting densities in the Göller region of Turkey, *European Journal of Agronomy*, 17: 181–189.
- Mwanamwenge, J., Loss, S. P., Siddique, K.H.M., Cocks, P.S., 1998, *Growth, seed yield and water use of faba bean (Vicia faba L.) in a short season Mediterranean type environment*, Aust. Exp. Agri., 33:171-180.
- Mwanamwenge, J., Loss, S. P., Siddique, K.H.M., Cocks, P.S., 1999, Effect of water stress during floral initiation, flowering and podding on the growth and yield of faba bean (*Vicia faba L.*), *European J. of Agron.*, 11: pp. 1-11.
- North Dakota State University – NDSU, 2009. *Field Pea Production*. Ανακτήθηκε από: (<https://www.ag.ndsu.edu/publications/crops/field-peaproduction>). (25/2/2020)
- Oplinger, E.S., Putnam, D.H., Doll, J.D., Combs, S.M., 1989, *Faba bean alternative field crops manual*.
- Patel, A.L., 2007, Seed germination: Water uptake and cellular changes, In *Plant physiology, research methods*, Narwal, S.S., Politycka, B., and Goswami, C.L. (eds.), India: Scientific Publishers, pp. 27-40.
- Perry, M.W., Dracup, M., Nelson, P., Jarvis, R., Rowland, I., French, R.J., 1998, Agronomy and farming systems, Chapter 10. In: JS Gladstonew, CA

- Atkins, L Hamblin, eds. *Lupins as crop plants: biology, production and utilization*, CAB International Wallingford, UK. Pp. 291-338.
- Pons, T.L., 2000, *Seed responses to light*, In: Fenner, M. (Ed.), *Seeds: The Ecology, Regeneration in Plant Communities*. 2nd ed. CAB International, Wallingford, pp.237-260.
 - Probert, R.J., 2000, *The role of temperature in the regulation of seed dormancy and germination*, In: Fenner, M. (Ed.), *Seeds: The Ecology and Regeneration in Plant Communities*. 2nd ed. CAB International, Wallingford, pp. 261-291.
 - Pulse online database, 2015. *Field Peas*. Ανακτήθηκε από: (http://pulsepod.ca/index.php?Title=Field_Peas) (27/3/2020)
 - Rahman, M.S. and Gladstones, J.S., 1972, *Control of lupin flower initiation by vernalisation, photoperiod and temperature under controlled environment*, Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 12: 638-645.
 - Ritchie, JT, Singh, U., Godwin, DC, & Bowen, WT ,1998, Η ανάπτυξη, η ανάπτυξη και η απόδοση των δημητριακών, Προσεγγίσεις Συστημάτων για Βιώσιμη Αγροτική Ανάπτυξη, 79-98.
 - Robertson, L.D., Singh K.B., Willie Erskine, Ali M. abd El Moneim, 1996, Useful genetic diversity in germplasm collections of food and forage legumes from West Asia and North Africa, Genetic Resources and Crop Evolution 43: 447-460
 - Robson, M.C., Fowler, S.M., Lampkin, N.H., Leifert, C., Leitch, M., Robinson, D., Watson, C.A., Litterick, A.M., 2002, The agronomic and economic potential of break crops for ley/arable rotations in temperate organic agriculture. Adv Agron 77:369-427.
 - Sander H. Van Delden, 2011, On seed physiology, biomechanics and plant phenology in *Eragrostis tef* PhD thesis, Wageningen University, City: Wageningen, The Netherlands, pp. 186.
 - Sathe S.K., Deshpande S.S. and Salunkhe D.K., 1982, *Functional properties of lupin seed (Lupinus mutabilis) proteins and protein concentrates*, Journal of Food Science 47: 491-497.

- Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
Ανακτήθηκε από: (<http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IG/IG06300.pdf>)
(30/4/2020)
- Thanos, C.A., Georgiou, K., and Skarou, F., 1989, *Glaucium flavum* seed-germination- an ecophysiological approach, *Ann Bot* 63: 121-130.
- Thanos, C.A., and Doussi, M.A., 1995, Ecophysiology of seed-germination in epidemic Labiates of Crete, *Isr J Plant Sci* 43: 227-237.
- Williams W. and Brocklehurst S.K., 1983, *Environmental factors affecting plant development in Lupinus albus: the effect of chilling and photoperiod during seedling development on flowering*, In: Thompson R. and Casay R. (editors), *Perspectives for reas and lupins as protein crops*. MartinusNijhoff Publishers, London. p.p. 59-72.

Ηλεκτρονικές διευθύνσεις

- <https://enromiosini.gr/paratiritirio/%CE%BB%CE%BF%CF%8D%CF%80%CE%B9%CE%BD%CE%BF/> Ανακτήθηκε στις 28/04/2020.
- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%BF%CF%85%CE%BA%CE%B9%CE%AC>. Ανακτήθηκε στις 27/04/2020.
- https://www.google.com/search?q=%CE%BB%CE%BF%CF%8D%CF%80%CE%B9%CE%BD%CE%BF+%CF%86%CF%85%CF%84%CF%8C&rlz=1C1GCEA_enGR874GR874&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjrIP-sgYvpAhWS-6QKHfGCBUkQ_AUoAXoECBkQAw#imgrc=nc0T-FjBksIFPM. Ανακτήθηκε στις 28/04/2020.
- https://www.google.com/search?q=%CE%BC%CF%80%CE%B9%CE%B6%CE%AD%CE%BB%CE%B9+%CF%86%CF%85%CF%84%CF%8C&rlz=1C1GCEA_enGR874GR874&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiR9oa9govpAhWSyaQKHQnrCr0Q_AUoAXoECB8QAw&biw=1366&bih=608#imgrc=JCA4AD9ru-W0M. Ανακτήθηκε στις 28/04/2020.
- https://es.wikipedia.org/wiki/Pisum_sativum#/media/Archivo:Illustration_Pisum_sativum0_clean.jpg Ανακτήθηκε στις 28/04/2020.
- <https://el.wiktionary.org/wiki/%CF%88%CF%85%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%B8%CE%AE> Ανακτήθηκε στις 28/04/2020.
- <https://docplayer.gr/48492663-Fakelos-psyhanthi-ktinotrofika-psyhanthi.html> Ανακτήθηκε στις 5/05/2020.

Η παρούσα έρευνα παρουσιάστηκε σε Παγκόσμιο Συνέδριο:

TEMPERATURE EFFECT ON SEED GERMINATION RATES OF DIFFERENT WINTER LEGUMES AND SPRING CEREALS 2019. Elpiniki SKOUFOGIANNI, Kyriakos D. GIANNOULIS*, Dimitrios BARTZIALIS, Foteini LAVDI, Nikolaos G. DANALATOS X International Scientific Agricultural Symposium “Agrosym 2019” Jahorina, October 03-06, 2019, Bosnia and Herzegovina Books of Proceedings, pp. 64-69.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Μεταβλητές		2 ^η μέτρηση		4 ^η μέτρηση		6 ^η μέτρηση		8 ^η μέτρηση	
		Αριθμός βλαστησάντων σπόρων	%	Αριθμός βλαστησάντων σπόρων	%	Αριθμός βλαστησάντων σπόρων	%	Αριθμός βλαστησάντων σπόρων	%
Παράγοντες									
Ποικιλίες	multitalia	34.20	3.80	196.00	21.80	423.00	47.00	517.00	57.40
	ultra	136.00	15.10	515.00	57.20	668.00	74.20	807.00	89.70
	arvica	292.00	32.40	721.00	80.10	834.00	92.70	859.00	95.40
	olympus	265.00	29.40	604.00	67.10	734.00	81.50	826.00	91.70
	tanagra	16.00	1.80	43.00	4.80	215.00	23.90	411.00	45.70
	favino	16.00	1.80	75.00	8.30	291.00	32.30	489.00	54.30
	solon	19.00	2.10	84.00	9.30	284.00	31.60	539.00	59.90
	scuro di torre lama	13.00	1.40	168.00	18.70	474.00	52.70	625.00	69.40
<i>ΕΣΔ₀₅</i>		0.6454		1.127		1.362		1.511	
multitalia	2	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	5.00	2.20	11.00
	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	4.00	2.00	10.00
	6	0.00	0.00	0.40	2.00	1.60	8.00	2.00	10.00
	8	0.60	3.00	1.20	6.00	3.00	15.00	8.00	40.00
	10	0.00	0.00	0.20	1.00	11.20	56.00	15.60	78.00
	12	0.40	2.00	4.60	23.00	13.80	69.00	16.60	83.00
	16	1.20	6.00	9.40	47.00	18.40	92.00	19.20	96.00
	20	0.00	0.00	12.40	62.00	17.60	88.00	19.00	95.00
ultra	2	4.60	23.00	11.00	55.00	17.20	86.00	18.80	94.00
	4	0.00	0.00	0.00	0.00	4.25	17.00	11.25	45.00
	6	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	20.00	20.00	80.00
	8	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	40.00	21.75	87.00
	10	0.50	2.00	8.25	33.00	22.75	91.00	23.75	95.00
	12	4.75	19.00	24.00	96.00	25.00	100.00	25.00	100.00
	16	1.25	5.00	23.75	95.00	25.00	100.00	25.00	100.00
	20	3.25	13.00	24.25	97.00	25.00	100.00	25.00	100.00
arvica	2	1.25	5.00	23.50	94.00	25.00	100.00	25.00	100.00
	4	23.00	92.00	25.00	100.00	25.00	100.00	25.00	100.00
	6	0.00	0.00	8.00	32.00	13.75	55.00	14.75	59.00
	8	0.00	0.00	11.75	47.00	21.50	86.00	25.00	100.00
	10	0.00	0.00	14.75	59.00	23.25	93.00	25.00	100.00
	12	2.25	9.00	24.75	99.00	25.00	100.00	25.00	100.00
	16	5.50	22.00	24.00	96.00	25.00	100.00	25.00	100.00
	20	8.00	32.00	24.50	98.00	25.00	100.00	25.00	100.00
olympus	2	24.25	97.00	25.00	100.00	25.00	100.00	25.00	100.00
	4	24.25	97.00	25.00	100.00	25.00	100.00	25.00	100.00
	6	0.00	0.00	2.00	8.00	5.75	23.00	10.50	42.00
	8	0.00	0.00	3.50	14.00	14.50	58.00	22.00	88.00
	10	0.00	0.00	5.00	20.00	17.50	70.00	24.00	96.00
	12	3.00	12.00	23.50	94.00	25.00	100.00	25.00	100.00
	16	2.25	9.00	22.25	89.00	23.75	95.00	25.00	100.00
	20	6.50	26.00	24.50	98.00	25.00	100.00	25.00	100.00
olympus	2	20.75	83.00	23.25	93.00	25.00	100.00	25.00	100.00
	4	12.5	50.00	25.00	100.00	25.00	100.00	25.00	100.00

	24	21.25	85.00	22.00	88.00	22.00	88.00	25.00	100.00
tanagra	2	0.00	0.00	0.60	3.00	1.20	6.00	2.60	13.00
	4	0.00	0.00	0.60	3.00	1.60	8.00	2.60	13.00
	6	0.00	0.00	1.20	6.00	2.00	10.00	2.60	13.00
	8	0.80	4.00	1.20	6.00	4.00	20.00	7.60	38.00
	10	1.00	5.00	1.00	5.00	7.80	39.00	18.00	90.00
	12	0.50	2.00	2.00	10.00	9.40	47.00	11.40	57.00
	16	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	18.00	11.00	55.00
	20	0.00	0.00	1.00	5.00	6.40	32.00	13.20	66.00
	24	1.00	5.00	1.00	5.00	7.00	35.00	13.20	66.00
favino	2	0.00	0.00	0.25	1.00	1.00	4.00	1.50	6.00
	4	0.00	0.00	0.25	1.00	1.25	5.00	2.00	8.00
	6	0.00	0.00	0.75	3.00	1.25	5.00	2.75	11.00
	8	1.00	4.00	1.00	4.00	6.00	24.00	14.00	56.00
	10	1.25	5.00	2.25	9.00	12.50	50.00	21.75	87.00
	12	0.25	1.00	6.50	26.00	23.50	94.00	25.00	100.00
	16	0.00	0.00	0.00	0.00	11.25	45.00	25.00	100.00
	20	0.00	0.00	1.00	4.00	8.00	32.00	21.25	85.00
	24	1.50	6.00	6.75	27.00	8.00	32.00	9.00	36.00
solon	2	0.00	0.00	1.50	6.00	2.25	9.00	4.00	16.00
	4	0.00	0.00	2.50	10.00	6.50	26.00	11.25	45.00
	6	0.00	0.00	2.50	10.00	6.50	26.00	11.25	45.00
	8	1.00	4.00	1.75	7.00	4.50	18.00	13.75	55.00
	10	0.00	0.00	0.50	2.00	2.75	11.00	15.50	62.00
	12	0.50	2.00	4.00	16.00	20.50	82.00	22.75	91.00
	16	0.00	0.00	0.75	3.00	6.50	26.00	22.25	89.00
	20	0.00	0.00	2.25	9.00	13.75	55.00	21.25	85.00
	24	3.25	13.00	5.25	21.00	7.75	31.00	12.75	51.00
scuro di Torre Lama	2	0.00	0.00	0.50	2.00	1.75	7.00	2.75	11.00
	4	0.00	0.00	1.25	5.00	3.00	12.00	4.00	16.00
	6	0.00	0.00	1.50	6.00	9.25	37.00	10.00	40.00
	8	0.00	0.00	1.00	4.00	18.75	75.00	24.75	99.00
	10	0.00	0.00	1.50	6.00	17.50	70.00	24.50	98.00
	12	0.25	1.00	15.75	63.00	20.25	81.00	20.75	83.00
	16	0.00	0.00	0.50	2.00	5.50	22.00	23.00	92.00
	20	0.25	1.00	1.25	5.00	20.25	81.00	21.50	86.00
	24	2.75	11.00	18.75	75.00	22.25	89.00	25.00	100.00
EΣA₀₅		1.9361		2.000		4.085		4.532	
CV(%)		70.6		28.6		20.4		18.2	