



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

**Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού
περιβάλλοντος**

Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΙΑ ΑΓΡΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ
ΚΑΘΑΡΩΝ ΣΕΙΡΩΝ ΛΕΥΚΟΥ ΛΟΥΠΙΝΟΥ (*Lupinus albus* L.)
ΣΕ ΑΛΚΑΛΙΚΟ ΕΛΑΦΟΣ**



ΑΝΤΩΝΗΣ ΛΙΑΤΣΗΣ

-Βόλος 2020

Πτυχιακή εργασία

**Αξιολόγηση για αγροοικονομικά χαρακτηριστικά καθαρών σειρών
λευκού λούπινου (*Lupinus albus* L.) σε αλκαλικό έδαφος**

Λίλτσης Αντώνης

Συμβουλευτική Επιτροπή

Ιμπραήμ Αβραάμ Χα (Επιβλέπων)

Παυλή Ουρανία (Επιβλέπων)

Βλαχοστέργιος Δημήτριος (Μέλος)

Βόλος, 2020

**Το παρακάτω κείμενο υπογράφεται από το φοιτητή που εκπόνησε
την Π.Ε «Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής
εργασίας η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό
Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του ΤΓΦΠΑΠ»**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω θερμά:

Τον κ. Ι. Αβρααμ Χα, επιβλέποντα καθηγητή και πρόεδρο της Συμβουλευτικής Επιτροπής που μου εμπιστεύτηκε την παρούσα διατριβή, για την πρόθυμη, διαρκή και άρτια επιστημονική καθοδήγηση, αλλά και την ηθική συμπαράσταση σε όλα τα στάδια της εργασίας.

Το μέλος της εξεταστικής επιτροπής ερευνητή του ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ: κ. Βλαχοστέργιο Δημήτρη για την κριτική ανάγνωση του κειμένου και τις χρήσιμες υποδείξεις, καθώς και για την υλική και ηθική στήριξη και κυρίως για την μετάδοση της πολύτιμης εμπειρίας του στο επιστημονικό αντικείμενο του θέματος.

Τέλος, τις θερμότερες ευχαριστίες στην οικογένεια μου, για την εμπιστοσύνη τους και την συνεχή οικονομική και ηθική συμπαράστασή τους καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Περιεχόμενα

| | |
|---|----|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | 1 |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 2 |
| 1.1 Συστηματική κατάταξη | 2 |
| 1.2 Ιστορική αναδρομή | 4 |
| 1.3 Βοτανική περιγραφή | 6 |
| 1.3.1 Ριζικό σύστημα | 7 |
| 1.3.2 Στέλεχος | 7 |
| 1.3.3 Φύλλο | 7 |
| 1.3.4 Καρπός, Σπόρος | 8 |
| 1.3.5 Άνθος | 8 |
| 1.4 Η καλλιέργεια του λούπινου | 9 |
| 1.5 Οικολογικές απαιτήσεις | 11 |
| 1.6 Προσαρμογή | 12 |
| 1.6.1 Εαρινοποίηση | 12 |
| 1.6.2 Φωτοπερίοδος | 12 |
| 1.7 Παράγοντες καταπόνησης | 12 |
| 1.7.1 Βιοτικοί παράγοντες | 12 |
| 1.7.2 Αβιοτικοί παράγοντες | 18 |
| 1.8 Τεχνικές καλλιέργειας | 19 |
| 1.8.1 Προετοιμασία του εδάφους | 19 |
| 1.8.2 Εποχή σποράς | 19 |
| 1.8.3 Σπορά | 20 |
| 1.8.4 Λίπανση | 21 |
| 1.8.5 Διαχείριση ζιζανίων | 22 |
| 1.8.6 Συγκομιδή | 22 |
| 1.8.7 Αμειψισπορά | 22 |
| 1.9 Αλκαλοειδή | 23 |
| 1.10 Αναπαραγωγή | 23 |
| 1.10.1 Εγγενής αναπαραγωγή | 23 |
| 1.10.2 Αγενής αναπαραγωγή | 23 |
| 1.11 Οργανογένεση | 24 |
| 1.12 Χρήσεις | 25 |
| ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ | 28 |
| Προετοιμασία πειράματος | 29 |

| | |
|------------------------------|----|
| Εξέλιξη του πειράματος | 30 |
| Στατιστική επεξεργασία..... | 35 |
| ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ | 36 |
| Ποσοστό φυτρώματος | 36 |
| Αριθμός σπόρων/φυτό..... | 37 |
| Βάρος σπόρων | 39 |
| Εκτίμηση κιτρινίσματος | 41 |
| Πλήρης άνθιση..... | 42 |
| Συζήτηση..... | 43 |
| Συμπεράσματα | 45 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 46 |

Κατάλογος εικονών

| | |
|---|----|
| Εικόνα 1 Σχηματική απεικόνιση του <i>Lupinus albus</i> | 2 |
| Εικόνα 2 Γεωγραφική εξάπλωση του είδους <i>Lupinus</i> | 3 |
| Εικόνα 3 Σχηματική απεικόνιση της ταξιανθίας βότρυς του <i>L.albus</i> και του παλμοειδούς φύλλου | 8 |
| Εικόνα 4 Λεπτομερής σχηματική απεικόνιση του άνθους του <i>L.albus</i> | 9 |
| Εικόνα 5 Κατανομή παραγωγής ανά ήπειρο με βάση τη FAOSTAT για τις χρονιές 1996-2010 | 10 |
| Εικόνα 6 Παγκόσμιος χάρτης παραγωγής 2016 | 10 |
| Εικόνα 7 Ανθράκωση σε λοβούς, φύλλα και μίσχους | 13 |
| Εικόνα 8 Σημεία της πρόσληψης 2.ασκοσπόρια 3.Κοιδιοφόρος με τα κονίδια | 15 |
| Εικόνα 9 Τα προσβεβλημένα φυτά 2. Κονιδιοφόροι με τα κονίδια στην κεφαλή 3.Το μυκήλιο | 16 |
| Εικόνα 10 Κάμπια 2. Σκαθάρι 3. Προσβεβλημένες ρίζες..... | 17 |
| Εικόνα 11. Στάδια οργανογένεσης..... | 25 |
| Εικόνα 12. Το πειραματικό τεμάχιο μετά την αφαίρεση των ζιζανίων | 30 |
| Εικόνα 13. Σχηματισμός ταξιανθίας | 31 |
| Εικόνα 14. Στάδιο καρπόδεσης..... | 32 |
| Εικόνα 15. Αύξηση μεγέθους καρπού | 33 |
| Εικόνα 16. Κατά την συγκομιδή..... | 34 |

Κατάλογος πινάκων

| | |
|---|----|
| Πίνακας 1 Γεωγραφική κατανομή κυριότερων ειδών λούπινου | 5 |
| Πίνακας 2. Γεωγραφική κατανομή κυριότερων ειδών λούπινου | 6 |
| Πίνακας 3 Ποικιλομορφία χρωμάτων στα κύρια είδη. | 9 |
| Πίνακας 4 Ευαισθησία των διαφόρων ειδών καλλιεργούμενου λούπινου στο εδαφικό pH, στην υπεράρδευση και στη γονιμότητα του εδάφους (Brand et al. 2002). | 11 |
| Πίνακας 5 Ενδεικτική σπορά ανά τετραγωνικό μέτρο. | 20 |
| Πίνακας 6. Ενδεικτική ανάλυση περιεκτικότητας του καρπού και του πυρήνα διάφορων ειδών λούπινου http://www.lupins.org/feed/ | 27 |
| Πίνακας 7 Πίνακας ποικιλιών..... | 28 |
| Πίνακας 8. Στοιχεία εδαφικής ανάλυσης..... | 35 |
| Πίνακας 9. Ποσοστό φυτρώματος. | 36 |
| Πίνακας 10 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για ποσοστό φυτρώματος | 37 |
| Πίνακας 11. Απόδοση σε σπόρο. | 38 |
| Πίνακας 12. Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για αριθμό παραχθέντων σπόρων. | 38 |
| Πίνακας 13. Βάρος παραχθέντων σπόρων..... | 39 |
| Πίνακας 14. Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για βάρος παραχθέντων σπόρων. | 40 |

Κατάλογος γραφημάτων

| | |
|---|----|
| Γράφημα 1. Βροχόπτωση σε mm για τους μήνες διεξαγωγής του πειράματος..... | 34 |
| Γράφημα 2. Θερμοκρασίες για τους μήνες διεξαγωγής του πειράματος..... | 35 |
| Γράφημα 3 Προσαρμοστικότητα στο αλκαλικό εδαφικό περιβάλλον. | 40 |
| Γράφημα 4. Βάρος 100 σπόρων σε g. ανά ποικιλία. | 41 |
| Γράφημα 5. Κατάταξη των ποικιλιών με βάση την εκτίμηση κιτρινίσματος..... | 41 |
| Γράφημα 6. Ημέρες μέχρι την πλήρη άνθιση | 42 |
| Γράφημα 7. Ύψος σε cm κατά την πλήρη άνθιση..... | 43 |

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το λευκό λούπινο (*Lupinus albus L.*) αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη καλλιέργεια λόγω της υψηλής πρωτεϊνικής αξίας. Μπορεί να αντικαταστήσει πλήρως την επίσης υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη σόγια, τόσο στην διατροφική συνήθεια των ζώων όσο και να αποκτήσει μια εξέχουσα θέση στην διατροφή του ανθρώπου.

Το λούπινο παρουσιάζει μειωμένη ικανότητα προσαρμογής σε εδάφη με $pH > 6$ και ενεργό $CaCO_3 > 1\%$, ενώ μπορεί να ευημερήσει σε συγκριτικά φτωχά και υποβαθμισμένα. Το πείραμα διεξήχθη στην περιοχή του ΙΒ&ΚΦ Λάρισας το διάστημα 1-12-2017 έως 25-6-2018 όπου οι επικρατούσες συνθήκες καταπόνησης είναι $pH = 8,1$ και $CaCO_3 = 2,6\%$.

Σκοπός του πειράματος είναι η αξιολόγηση για αγροικονομικά χαρακτηριστικά δεκαπέντε καθαρών σειρών λευκού λούπινου (*Lupinus albus L.*) σε αλκαλικό έδαφος.

Οι οικογένειες αξιολογήθηκαν ως προς αγροκομικά χαρακτηριστικά (πρωιμότητα άνθισης), ποσοστό φυτρώματος και συστατικά της απόδοσης (αριθμός σπόρων/φυτό, βάρος σπόρων/φυτό). Τα δεδομένα αναλύθηκαν με ειδικό στατιστικό πρόγραμμα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Συστηματική κατάταξη

Το γένος *Lupinus* αποτελεί μέλος της οικογένειας Fabaceae. Αποτελείται από περισσότερα από 200 είδη, ετήσια ή πολυετή, ο μεγαλύτερος αριθμός των οποίων είναι ποώδη και στην συνέχεια εμφανίζονται αρκετά θαμνώδη και δενδρώδη είδη (Eastwood et al 2008). Ο τελικός αριθμός των ειδών του λούπινου είναι εκτιμώμενος περί των 1000 ειδών, παρόλο που επίσημα καταγεγραμμένα στο Διαβαθμισμένο Ταξινομικό Σύστημα Πληροφοριών είναι 164 (<http://www.itis.gov>).

Το λευκό λούπινο (*L. Albus*) το οποίο ταξινομείται ως εξής:

Τάξη: Fabales

Οικογένεια: Fabaceae

Γένος: *Lupinus*

Είδος: *L. Albus*



Εικόνα 1 Σχηματική απεικόνιση του *Lupinus albus*.

Ανήκει στα πιο διαδεδομένα είδη μαζί με τα *L. Angustifolious*, *L. Luteus*, *L. Hispanicus* (Australian Government, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2013).

Το φυτό αυτό καλύπτει ένα αρκετά μεγάλο κλιματικό εύρος ξεκινώντας από την ευρύτερη περιοχή της μεσογείου όπου οι τοπικές ποικιλίες ονομάζονται “Old world”, ο αριθμός των οποίων ανέρχεται στα 12 είδη, φτάνοντας μέχρι την Αμερικανική ήπειρο όπου και ονομάζονται “New world” ποικιλίες όπου ο αριθμός τους είναι πολλές φορές μεγαλύτερος και εκτιμάται τουλάχιστον στα 600 είδη με αναφορές που αγγίζουν και τα 1500 είδη φυτών (Australian Government, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2013).

Όπως υποδεικνύει και το χαρακτηριστικό όνομα των ποικιλιών της περιοχής της Μεσογείου “Old world” εικάζεται ότι η καταγωγή του φυτού προέρχεται από την περιοχή αυτή. Πλέον το φυτό συναντάται εκτός από τις προαναφερθείσες περιοχές και στην Ανατολική Αφρική και παρόλο που το συντριπτικό ποσοστό των ειδών κατανέμεται σε εύκρατες και υποτροπικές ζώνες της Λατινικής Αμερικής, κάποια είδη έχουν καταγραφεί στις υπαρκτικές ζώνες τις Βόρειας Ρωσίας, Αλάσκας και Ισλανδίας (<http://www.itis.gov>).

Ειδικότερα, οι Μεσογειακές ποικιλίες που πλέον κατανέμονται στη Βόρειο Αμερική και στην Ανατολική Αφρική, χωρίζονται στις χαρακτηριστικές ομάδες *Scabrispernae* και *Μεγαλόσπερμα* με βάση την εξωτερική υφή του σπόρου σε σκληρούς και μαλακούς αντίστοιχα (Gladstone’s 1984).



Εικόνα 2 Γεωγραφική εξάπλωση του είδους *Lupinus*.

Κατά τον διαχωρισμό αυτό, στους μαλακούς σπόρους και τα “Old world” είδη κατατάσσονται τα ακόλουθα:

L. Albus

L. Luteus

L. Micranthus

L. Angustifolius

L. Hispanicus (<http://www.lupins.org/lupins/>)

Ενώ η δεύτερη ομάδα των λούπινων του “Old world” απαρτίζεται από τα:

L. atlanticus

L. Digitatus

L. Samaliensi

L. Pilosus

L. Cosentini

L. Princei

L. Palaestinus (<http://www.lupins.org/lupins/>).

1.2 Ιστορική αναδρομή

Ιστορικά το λούπινο συναντάται στις διατροφικές συνήθειες του ανθρώπου πριν από περίπου 2.500 χρόνια πριν όπου καταναλωνόταν από τους Αιγυπτίους , και γηγενής πληθυσμούς προ Ίνκας εποχής στην ήπειρο της Αμερικής, στην σημερινή περιοχή του Περού (Zhukovsky 1929). Στη διάδοση και εξέλιξη του φυτού συνέβαλαν Ρωμαίοι γεωργοί οι οποίοι το χρησιμοποιούσαν ως ρυθμιστή του εδάφους και ως χλωρή λίπανση (<http://www.lupins.org>).

Το 1781 το λούπινο ταξίδεψε στις βόρειες χώρες της Ευρώπης και συγκεκριμένα στη Γερμανία από τον Φρέντερικ τον Μέγα της Πρωσίας για να βελτιωθεί η γονιμότητα των τότε φτωχών εδαφών.

Στα μέσα του 19^{ου} αιώνα το κίτρινο λούπινο ήταν ευρέως διαδεδομένο στα όξινα εδάφη των ακτών της Βαλτικής και της δυτικής Ρωσίας (B.S. Kurlovich).

Το φυτό πρωτοεμφανίστηκε στην Αυστραλία στα τέλη του 19^{ου} αιώνα από τους βοτανολόγους Ferdinand Von Mueller στην περιοχή της Βικτώρια και τον Richard Schomburgk στη νότια Αυστραλία (<https://www.agriculture.gov.au/>). Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε ευρέως για τη σίτιση προβάτων κυρίως στη δυτική ακτή. Το 1954 το φυτό μελετήθηκε στο Πανεπιστήμιο της δυτικής Αυστραλίας γεγονός που έδωσε τη δυνατότητα να αναπτυχθούν νέες ποικιλίες (<https://www.agric.wa.gov.au/lupins/early-history-lupins-western-australia>).

Τον 20^ο αιώνα το φυτό υπέστη μεταλλάξεις στην βόρεια Ευρώπη δημιουργώντας ποικιλίες γλυκού λούπινου και χαμηλών αλκαλοειδών (B.S. Kurlovich).

Πίνακας 1 Γεωγραφική κατανομή κυριότερων ειδών λούπινου

| Είδος | Κατανομή |
|---------------------|---------------------------------------|
| L. angustifolius L. | Μεσόγειος ,Αυστραλία |
| L. albus | Μεσόγειος |
| L. luteus | Ιβηρική χερσόνησος |
| L. hispanicus | Ιβηρική χερσόνησος , Ελλάδα , Τουρκία |
| L. cosentinii | Δυτική Μεσόγειος, Αυστραλία |
| L. digitatus | Αφρική, |
| L. princei | Ανατολική Αφρική |
| L. mutabilis | Εκουαδόρ, Περού, Βολιβία (2000-4000m) |
| L. texensis | Νότιες Η.Π.Α |

| | |
|-------------|--|
| L. arboreus | Καλιφόρνια, Βορειοδυτικές Η.Π.Α, Νότια Αγγλία, Νέα Ζηλανδία |
|-------------|--|

1.3 Βοτανική περιγραφή

Τα είδη του λούπινου ανήκουν στο γένος *Lupinus* L. το οποίο παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία σε ετήσια και πολυετή φυτά, ο μεγαλύτερος όγκος των οποίων είναι πολυετή βοτανώδη. Το ύψος των φυτών κυμαίνεται από 20εκ. μέχρι και 2,5μ. κατακόρυφης ανάπτυξης με διακλαδώσεις. Το βάρος του καρπού κυμαίνεται από 20 έως 900 mg (<http://www.lupins.org/lupins/>).

Το λευκό λούπινο είναι ως επί το πλείστον αυτογονιμοποιούμενο είδος, του οποίου η σταυρογονιμοποίηση βρίσκεται υπό την επιρροή της δραστηριότητας των μελισσών οι οποίες έλκονται αναλόγως από το είδος του γονότυπου και επηρεάζονται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος (Huyghe et, al 1997).

Πίνακας 2. Γεωγραφική κατανομή κυριότερων ειδών λούπινου

| Είδη | Ύψος φυτού (m) | Βάρος καρπού (mg) | |
|------------------|-------------------|----------------------|----------|
| L. albus | 0.4 - 2 | 120-870 | Μονοετές |
| L. luteus | 0.4 - 1.5 | 50-150 | Μονοετές |
| L. angustifolius | 0.2 - 1.5 | 30-240 | Μονοετές |
| L. arboreus | 1.5 – 2.5 | 30-100 | Πολυετές |
| L. polyphyllus | 1 - 1.5 | 20-70 | Πολυετές |

1.3.1 Ριζικό σύστημα

Οι ρίζες του φυτού αποτελούνται κατά γενικό κανόνα από ένα πασσαλώδες μέρος με πλευρικές διακλαδώσεις και δευτερογενή ριζίδια . Παραλλαγές στο ριζικό σύστημα είναι χαρακτηριστικό κάποιων ειδών όπου παρουσιάζουν υψηλά εξελιγμένο πλευρικό σύστημα.

Η κατακόρυφη ανάπτυξη της ρίζας μπορεί να ξεπεράσει τα δύο μέτρα. Παρατηρούνται μορφολογικές μεταβολές μεταξύ των ειδών για τη βελτιστοποίηση της πρόσληψης θρεπτικών συστατικών αλλά και λόγω της ευρείας εξάπλωσης του φυτού σε διαφορετικά κλίματα και τύπους εδαφών (Australian Government, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2013).

1.3.2 Στέλεχος

Το στέλεχος των φυτών του λούπινου όπως και το ριζικό σύστημα ποικίλει και μπορεί να είναι από ελαφρώς τριχωτό, χρώματος λευκού η καστανού, μέχρι και εντελώς γυμνό με κέρινο επίχρισμα (Australian Government, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2013).

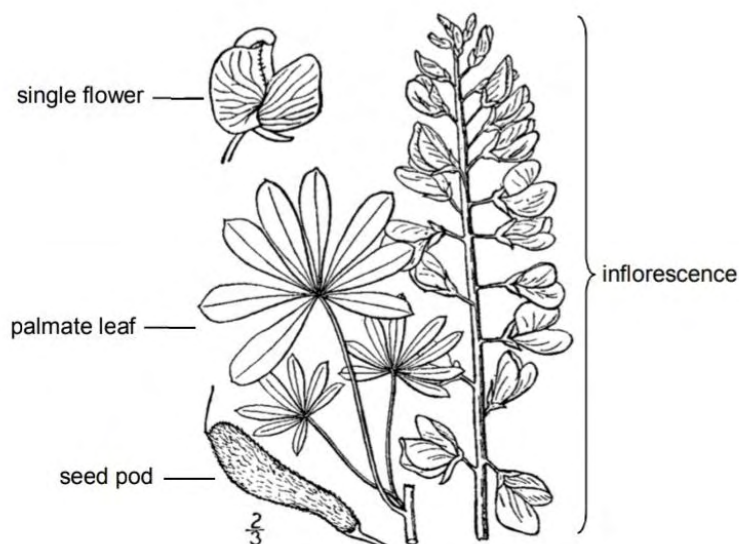
1.3.3 Φύλλο

Το σχήμα των φύλλων του λούπινου είναι χαρακτηριστικά παλμοειδές. Οι μίσχοι των φύλλων εκφύονται στο κάτω μέρος της ταξιανθίας. Τα φύλλα αποτελούνται από 5-9 λογχοειδή φυλλάρια μήκους μέχρι 6εκ. και εκπύσσονται από το ίδιο κεντρικό σημείο και συνδέονται με τα στελέχη με μακριούς μίσχους (Lupins Geography, classification, genetic resources and breeding, B.S. Kurlovich 2002).

Η χρωματική διακύμανση των φύλλων του λούπινου είναι στους τόνους του ανοιχτού πράσινου με κάποια είδη να έχουν ένα πιο σκούρο γκριζωπό πράσινο (Australian Government, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2013).

1.3.4 Καρπός, Σπόρος

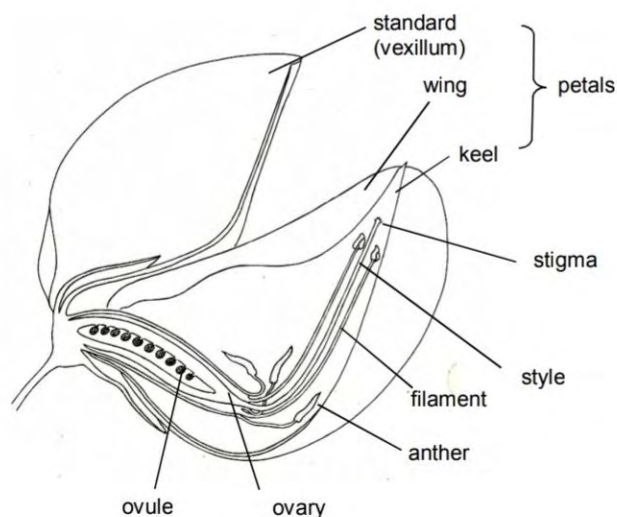
Ο καρπός είναι χέδρωπας με πλάτος από 1 μέχρι και 2,5εκ. ενώ είναι ελαφρά πεπλατυσμένος . Ο λοβός είναι πεπλατυσμένος ή σφαιροειδής καθώς συνήθως σχηματίζει καμπύλη ή είναι ευθύς. Στα πρωταρχικά στάδια ο καρπός παρουσιάζει ελαφρύ τρίχωμα όπου στη συνέχεια χάνεται. Ο χέδρωπας συντελείται από τρεις έως έξι σπόρους χρώματος λευκού, καφέ η μαύρου. Είναι πιθανό οι καρποί να φέρουν ένα λακκάκι στη μια ή και στις δύο πλευρές και να είναι στρογγυλοί ή να έχουν σχήμα περίπου τετράγωνο (Lupins Geography, classification, genetic resources and breeding, B.S. Kurlovich 2002) .



Εικόνα 3 Σχηματική απεικόνιση της ταξιανθίας βότρυς του *L.albus* και του παλμοειδούς φύλλου

1.3.5 Άνθος

Τα άνθη του φυτού έχουν γνωρίσματα ανθέων ψυχανθών, είναι ερμαφρόδιτα και αναπτυσσόμενα σε ταξιανθίες βότρυς. Το μήκος μπορεί να ξεπεράσει τα 2εκ., αποτελούμενο από πέντε σέπαλα, πέντε πέταλα, τον ύπερο, μέχρι δέκα στήμονες και την ωθήκη. Η ωθήκη περιέχει δυο ή περισσότερα ωάρια και έχει μακρύ και στενό σχήμα (Australian Government, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2013).



Εικόνα 4. Λεπτομερής σχηματική απεικόνιση του άνθους του *L.albus*.

Το χρώμα του άνθους ποικίλει μεταξύ του λευκού, μπλε κ.α. (<http://www.lupins.org/lupins/>).

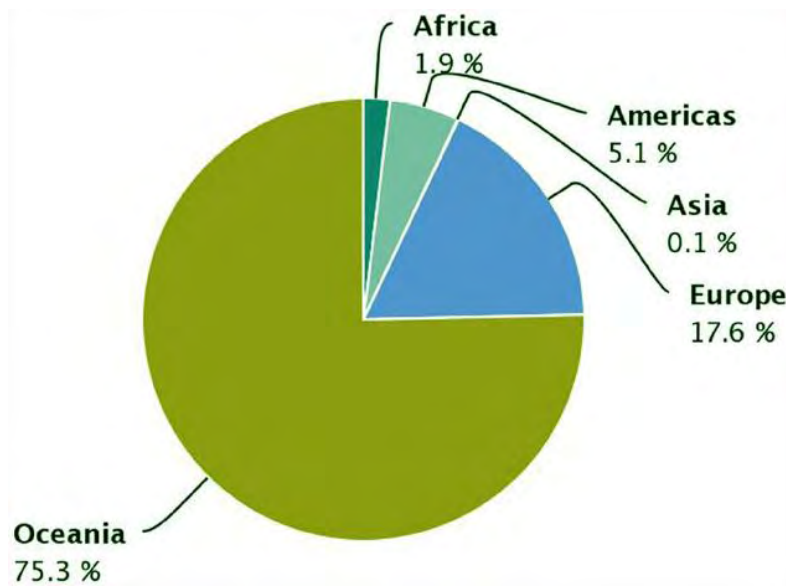
Ενδεικτικά :

Πίνακας 3 Ποικιλομορφία χρωμάτων στα κύρια είδη.

| Είδος | Χρώμα |
|-------------------------|-----------------------------------|
| <i>L. angustifolius</i> | Μπλε, υπό περιπτώσεις ροζ ή λευκό |
| <i>L. albus</i> | Μπλε, λευκό, ανοιχτό ροζ |
| <i>L. luteus</i> | Κίτρινο με τυχόν λευκά στίγματα |
| <i>L. arboreus</i> | Κίτρινο |
| <i>L. polyphyllus</i> | Μπλε |

1.4 Η καλλιέργεια του λούπινου

Στην παγκόσμια παραγωγή η Αυστραλία τα τελευταία 25 χρόνια μονοπωλεί με παραγωγή που αγγίζει το 75% της παγκόσμιας παραγωγής. Την τελευταία δεκαετία όμως αφενός η παραγωγή της Αυστραλίας έχει μειωθεί σημαντικά, αφετέρου και άλλες χώρες ξεκίνησαν την συστηματική παραγωγή της καλλιέργειας.



Εικόνα 5 Κατανομή παραγωγής ανά ήπειρο με βάση τη FAOSTAT για τις χρονιές 1996-2010

Σήμερα η Αυστραλία εξακολουθεί να έχει τη μεγαλύτερη παραγωγή με 651.95 χιλιάδες τόνους ετησίως αλλά χώρες όπως η Ρωσία (184.68), η Πολωνία (206.25), η Γερμανία (50.00) και το Μαρόκο (61.34) λαμβάνουν μερίδιο της παγκόσμιας αγοράς. Η Ελλάδα παρόλο που ήταν από τις πρώτες περιοχές όπου το φυτό καλλιεργήθηκε πλέον δεν καταλαμβάνει ούτε το 0.01% της παγκόσμιας αγοράς, παρά το γεγονός ότι η παραγωγή της τα τελευταία πέντε χρόνια κατέγραψε μια αύξηση της τάξεως του 65.3% (Faostat, 2016-2017).

Η αύξηση της Ευρωπαϊκής παραγωγής λούπινου έχει μεγάλη οικονομική σημασία ώστε να ανεξαρτητοποιηθεί από την εισαγωγή σόγιας από την Ασία.

Άλλες χώρες που παράγουν λούπινου είναι η Χιλή και το Περού όπου μαζί κατέχουν το 5% της παγκόσμιας παραγωγής.



Εικόνα 6. Παγκόσμιος χάρτης παραγωγής 2016

1.5 Οικολογικές απαιτήσεις

Στις μέρες μας, με την ποικιλομορφία που έχει αναπτύξει το φυτό του λούπινου μπορεί να ευδοκιμήσει σε διαφορετικούς οικότοπους ανά τον κόσμο. Το φυτό αναπτύσσεται ιδανικά σε ένα εύρος θερμοκρασιών από 13°C έως 25°C για χρονικό διάστημα 110-125 ημερών. Η βροχόπτωση θα πρέπει να κυμαίνεται στα 380-450mm ετησίως. Το λευκό λούπινο είναι ιδιαίτερα ευάλωτο στα πλημμυρισμένα εδάφη ενώ ταυτόχρονα δεν είναι καθόλου ανθεκτικό σε συνθήκες παρατεταμένης έλλειψης υγρασίας και υψηλών θερμοκρασιών με αρνητικό αποτέλεσμα στις αποδόσεις της καλλιέργειας

(https://greenpeacegreece.org/projects/2015_SustAgri/agrotes/egxeiridio_kalliergeias_loupinou.pdf) .

Πίνακας 4 Ευαισθησία των διαφόρων ειδών καλλιεργούμενου λούπινου στο εδαφικό pH, στην υπεράρδευση και στη γονιμότητα του εδάφους (Brand et al. 2002).

| Παράγοντες εδάφους | Λιγότερο προσαρμοσμένες | Λίγο προσαρμοσμένες | Προσαρμοσμένες | Περισσότερο προσαρμοσμένες |
|---|-------------------------|----------------------|-------------------------|---|
| Χαμηλό pH(υψηλό Al) | <i>L. albus</i> | | <i>L. angustifolius</i> | <i>L. lateus</i> |
| Υψηλό pH (υψηλό HCO ₃ ⁻) | <i>L. angustifolius</i> | <i>L. lateus</i> | <i>L. albus</i> | <i>L. atlanticus</i> <i>L. pilosus</i> |
| Παροδική υπεράρδευση | <i>L. albus</i> | <i>L. atlanticus</i> | <i>L. angustifolius</i> | <i>L. lateus</i> |
| Χαμηλή γονιμότητα (αμμώδη εδάφη) | <i>L. albus</i> | | <i>L. angustifolius</i> | <i>L. lateus</i> |

1.6 Προσαρμογή

Το λευκό λούπινο ευημερεί σε όξινα εδάφη όμως είναι ανεκτικό και σε ελαφρώς αλκαλικά και ελαφρώς ασβεστολιθικά (<https://plants.usda.gov>). Καταλληλότερα κρίνονται τα καλά στραγγιζόμενα εδάφη με pH 6,5. Αντιθέτως, σε αλκαλικά και βαριά πηλώδη με κακή στράγγιση εδάφη δεν μπορεί να έχει ικανοποιητική ανάπτυξη με εξαίρεση κάποιες ποικιλίες οι οποίες εμφανίζουν ανεκτικότητα σε βαριά εδάφη με μεγάλη αλατότητα.

1.6.1 Εαρινοποίηση

Ονομάζεται η διαδικασία κατά την οποία το στάδιο της άνθισης ορισμένων ειδών δεν ξεκινάει παρά μόνο όταν εκτεθούν σε χαμηλές θερμοκρασίες για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Το λούπινο είναι πιο ευαίσθητο στην εαρινοποίηση από την εμφάνιση κιόλας της ρίζας μέχρι και τη διάσπαση του στρώματος του σπόρου. Εφόσον τα φυτά δέχονται τις χαμηλές θερμοκρασίες κατά το στάδιο της βλαστικότητας αυτό διακόπτεται πρόωρα και μπαίνουν στο στάδιο της άνθησης με μικρότερο αριθμό λοβών και άρα τελικώς μικρότερη απόδοση. Οι θερμοκρασίες 1°C και 14°C είναι τα όρια θερμοκρασιών της ευαισθησίας της εαρινοποίησης (Keeve et al. 2000).

1.6.2 Φωτοπερίοδος

Το λούπινο είναι φυτό που όπως έχουν δείξει μελέτες επηρεάζεται από την φωτοπερίοδο σε συγκεκριμένα στάδια της ανάπτυξης του. Θεωρείται φυτό μακράς ημέρας και στις συνθήκες αυτές ο χρόνος από την σπορά μέχρι την άνθηση εμφανίζεται μειωμένος (Keeve et al., 1999).

1.7 Παράγοντες καταπόνησης

1.7.1 Βιοτικοί παράγοντες

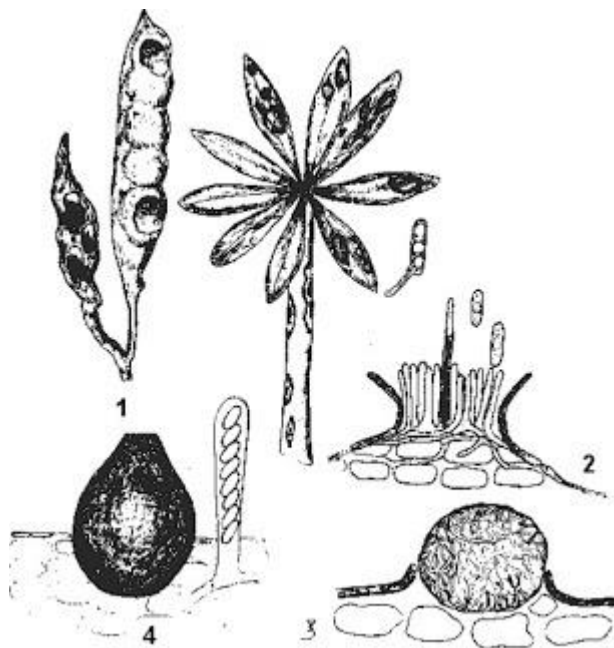
1.7.1.1 Ασθένειες

Οι πιο χαρακτηριστικές ασθένειες από τις οποίες καταπονούνται τα διάφορα είδη λούπινου είναι η σκωρίαση και η ανθράκωση και προκαλούνται κυρίως από τους

μύκητες *Uromyces lupinicolus*, *Colletotrichum gloeosporioides* αντίστοιχα. Οι δύο αυτοί μύκητες είναι πλήρως εξοικειωμένοι με την παρουσία των αλκαλοειδών στα λούπινα (Huyshe, 1997).

1.7.1.1.1 Ανθράκωση

Η ανθράκωση που προκαλείται από τον μύκητα *Colletotrichum gloeosporioides* είναι μια από τις πιο μεγάλες απειλές στα φυτά του λούπινου όπου σε εκτεταμένες προσβολές υπάρχει ολική απώλεια παραγωγής. Ο μύκητας αυτός ανήκει στην τάξη των ασκομυκήτων. Πρώτη φορά που αναφέρθηκε η ανθράκωση στο λούπινο ήταν το 1939 στο είδος *L. angustifolius* (Sweetingham et al., 1998). Η ασθένεια είναι πολύ επιβλαβής και αποτελεί σημαντική απειλή για την καλλιέργεια του λούπινου σε χώρες με υγρό κλίμα. (Krivchenko et al., 1975). Έχει μεγάλο βαθμό δυσκολίας στην αντιμετώπιση της καθώς μεταφέρεται με τον σπόρο και προϋπάρχει της εγκατάστασης της καλλιέργειας και εάν εκδηλωθεί στα πρωταρχικά της στάδια τα φυτά πεθαίνουν πριν την ανθοφορία. Το χαρακτηριστικό της σύμπτωμα είναι η δημιουργία έλκων στους μίσχους με αποτέλεσμα τη συστροφή τους και τελικώς το σπάσιμο (B.S. Kurlovich, 2002).



Εικόνα 7 Ανθράκωση σε λοβούς, φύλλα και μίσχους.

1.7.1.1.2 Σκωρίαση

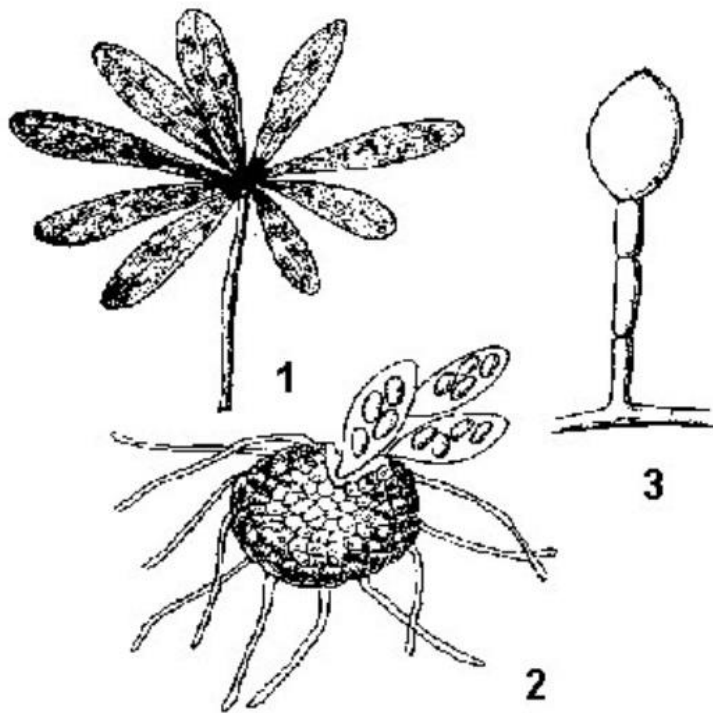
Η σκωρίαση που προκαλείται από τον μύκητα *Uromyces lupinicolus* δεν μηδενίζει την παραγωγή όπως η ανθράκωση αλλά προκαλεί πρόωρη φυλλόπτωση μειώνοντας έτσι την παραγωγή βιομάζας (Huyghe, 1997).

1.7.1.1.3 Σεπτόρια

Η σεπτόρια ή λευκή κηλίδωση που προκαλείται από τον μύκητα *Septoria lupini* εάν αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό προκαλεί υποβάθμιση της ποιότητας της ζωοτροφής και μείωση της βιομάζας. Η ασθένεια εξαπλώνεται κατά τη διάρκεια υγρών ετών. Σύνηθες σύμπτωμα είναι η εμφάνιση κηλιδώσεων στα φύλλα των οποίων το κέντρο είναι λευκό και περιβάλλεται από σκούρο καφέ μεταχρωματισμό. Ο μύκητας διαχειμάζει υπό τη μορφή πυκνιδίων στα προσβεβλημένα φυτικά σώματα λούπινου στο έδαφος. Η ασθένεια προσβάλλει περισσότερο το κίτρινο λούπινο, ενώ το λευκό φαίνεται να είναι ανθεκτικό σε αυτόν (B.S. Kurlovich, 2002).

1.7.1.1.4 Ωίδιο

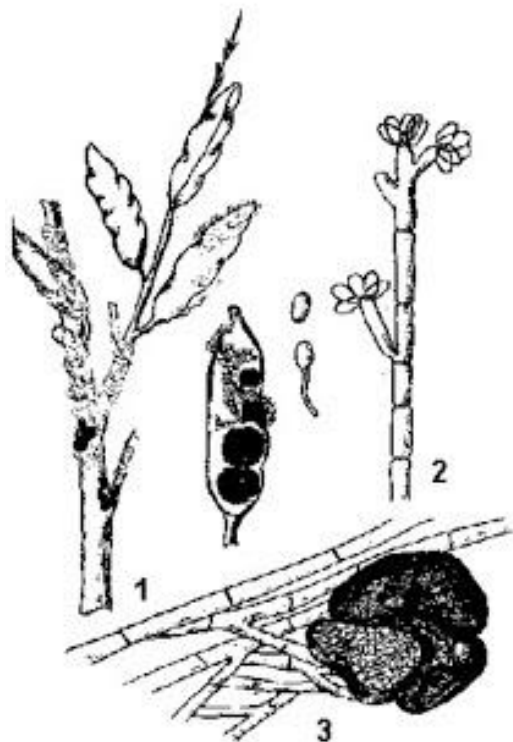
Το ωίδιο που προκαλείται από τον μύκητα *Erysiphe communis* είναι κυρίως διαδεδομένη στη Ρωσία, προκαλεί πτώση των φύλλων και άρα μειωμένη παραγωγή. Υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης της ασθένειας παρατηρείται σε ξηρά χρόνια και οι ποικιλίες *L. angustifolius* και *L. luteus* δείχνουν τη μεγαλύτερη ευαισθησία. Ο μύκητας ανήκει στους ασκομύκητες τάξης *Erysiphales*, οικογένειας *Erysiphaceae* και τα ασκοσπόρια του αφού διαχειμάσουν τον χειμώνα στα προσβεβλημένα όργανα, μολύνουν τα υγιή φυτά την άνοιξη. Τα φύλλα καλύπτονται από υπόλευκο αλευρώδες επίχρισμα τόσο στην πάνω όσο και στην κάτω επιφάνεια τους, το οποίο στη συνέχεια εξαφανίζεται. Το ποσοστό της καλυπτόμενης επιφάνειας εξαρτάται από τον έκταση της προσβολής (B.S. Kurlovich, 2002)..



Εικόνα 8 .Σημεία της πρόσληψης 2.ασκοσπόρια 3.Κοιδιοφόρος με τα κονίδια

1.7.1.1.5 Γκρίζα μούχλα

Η γκρίζα μούχλα προκαλείται από τον μύκητα *Botrytis cinerea* και δημιουργεί ποικίλες ζημιές στο φυτό. Αρχικά προκαλεί απώλεια αριθμού βλαστών, μάρανση, ξήρανση και τελικά νέκρωση των ενήλικων φυτών. Αποτέλεσμα της ασθένειας είναι η υποβάθμιση της ποιότητας παραγωγής και των παραγόμενων σπόρων ως προς σπορά. Είναι διαδεδομένος σε όλο τον κόσμο με σημαντικότερες ζημιές στη Ρωσία και την Ουκρανία κατά τον Ιούλιο και Αύγουστο ενώ η ανάπτυξη του ευνοείται από τα υψηλά επίπεδα υγρασίας. Τα σημεία που προσβάλλονται είναι οι βλαστοί, οι σπόροι, οι μίσχοι και τα άνθη. Ο μύκητας εξαπλώνεται και μολύνει υγιή φυτά με τη βοήθεια κονιδίων (B.S. Kurlovich, 2002).



Εικόνα 9 Τα προσβεβλημένα φυτά 2. Κονιδιοφόροι με τα κονίδια στην κεφαλή 3. Το μυκήλιο

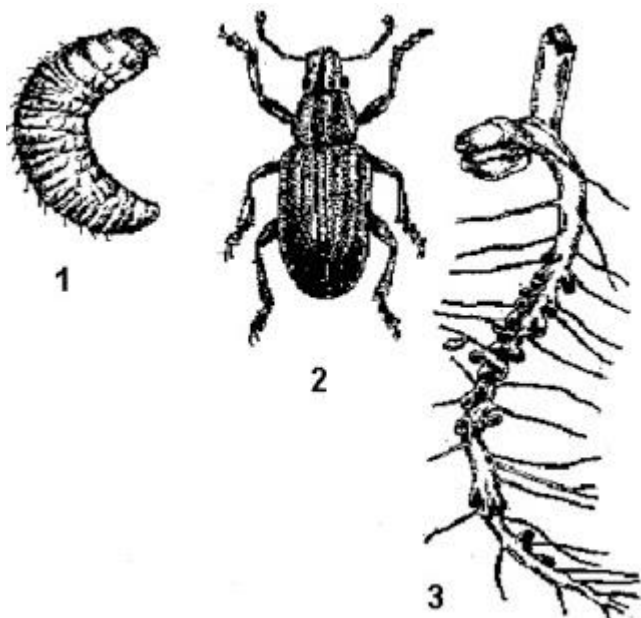
1.7.1.2 Εχθροί

Τα κύρια παράσιτα των καλλιεργειών είναι οι σκόληκες, οι αφίδες, οι θρίπες, τα σαλιγκάρια, οι κάμπιες και τα ακάρεα. Σε περιπτώσεις όπου οι πληθυσμοί δεν είναι πλέον ελεγχόμενοι επιβάλλεται η επανασπορά της καλλιέργειας (Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator of Australian Government, 2013).

Οι προνύμφες του ενδημικού σκόληκα της Αυστραλίας (*Helicoverpa punctigera*) και της πεταλούδας των σπόρων της μηδικής (*Etiella behrii*) τρέφονται με τους σπόρους που βρίσκονται μέσα στους λοβούς. Οι ζημιές που προκαλούνται από την πεταλούδα διακρίνονται από αυτές του σκόληκα από την παρουσία ιστού στο λοβό (White et al., 2008).

Η κάμπια και το σκαθάρι των ριζών είναι από τους μεγαλύτερους εχθρούς του φυτού. Το μέγεθος του σκαθαριού φτάνει τα 9 χιλιοστά και καταστρέφει όλα τα είδη

λούπινου με κύριο το Washington lupin όπου γενικά τρέφεται από αυτό καταστρέφοντας το απομυζώντας το (B.S. Kurlovich, 2002).



Εικόνα 10 Κάμπια 2. Σκαθάρι 3. Προσβεβλημένες ρίζες

Οι αφίδες (*Aphis* sp) προκαλούν ζημιές κυρίως με την ιδιότητα της μύζησης των χυμών και ως φορείς διάφορων ιών. Τα βασικά είδη αφιδών είναι οι αφίδες των ροδάκινων και οι γαλαζοπράσινες αφίδες (Australian Government, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2013).

Οι αφίδες απομυζώντας προκαλούν τη συστροφή των φύλλων και την κάμψη του στελέχους προς τα κάτω υποβαθμίζοντας έτσι την τελική ποιότητα του καρπού. (<http://www.academia.edu>). Στη Ρωσία εμφανίζονται στην καλλιέργεια στις αρχές του Ιουνίου όπου ξεκινώντας από τον επάκριο οφθαλμό καταλαμβάνουν ολόκληρο το φυτό. Κατά τη βλαστική περίοδο του φυτού μια αφίδα μπορεί να παράγει έως και 10 απογόνους. Τα αυγά περνούν τον χειμώνα κάτω από το στέλεχος και την άνοιξη οι προνύμφες αναδύονται από αυτά (B.S. Kurlovich, 2002).

Φυτοφάγα σαλιγκάρια και γυμνοσάλιαγκες προκαλούν ζημιές προσβάλλοντας την καλλιέργεια και μειώνοντας εμφανώς την παραγωγή. Θεωρείται ότι η αυξημένη περιεκτικότητα σε αλκαλοειδή κάποιων ειδών μειώνει την προσβολή των φυτών (Kozlowski et al., 2016).

Τέλος το οικιακό ποντίκι τρέφεται με φρεσκοσπαρμένα φυτάρια, σπόρους που ωριμάζουν ή που βρίσκονται στην αποθήκη (AustralianGovernment, DepartmentofHealthandAgeingOfficeoftheGeneTechnologyRegulator, 2013).

1.7.2 Αβιοτικοί παράγοντες

Το υψηλό pH, ο παγετός και η ξηρασία είναι οι κύριες αβιοτικές καταπονήσεις στα λούπινα (Huyghe, 1997).

1.7.2.1 Ενεργός οξύτητα (pH)

Το εύρος του pH όπου το φυτό έχει την καλύτερη ανάπτυξη είναι από 4,5 έως 7,5. Πέρα από τα όρια αυτά, οι συνθήκες δυσχεραίνουν κατά πολύ την ανάπτυξη του φυτού. Σε εδάφη με pH πάνω από 7,5 παρατηρείται χλώρωση σιδήρου ενώ σε εδάφη με pH κάτω από 4,5 ανιχνεύεται τοξικότητα αργίλου. Το είδος *L. Pilosus* είναι το μόνο που εμφανίζει ανθεκτικότητα σε αλκαλικά εδάφη ενώ η ευαισθησία του λευκού λούπινου είναι πιθανόν εξαρτώμενη από τους μηχανισμούς πρόσληψης σιδήρου και φωσφόρου από τις ρίζες (Huyghe, 1997).

1.7.2.2 Ξηρασία

Ο κύκλος ανάπτυξης του φυτού πρέπει να ολοκληρώνεται σε περιόδους όπου δεν υπάρχει έλλειψη νερού κάτι που θα προκαλέσει σίγουρη μείωση της παραγωγής. Τα κρισιμότερα στάδια τα οποία θα πρέπει να προστατεύονται από την ξηρασία είναι αυτά της ανθοφορίας και της ανάπτυξης των λοβών. Η πρωιμότερη άνθιση είναι σημαντικό χαρακτηριστικό στην επιλογή της καλλιέργειας ώστε να αποφευχθούν οι ξηρές συνθήκες του καλοκαιριού (Huyghe, 1997).

1.7.2.3 Παγετός

Επιλέγοντας ποικιλίες για φθινοπωρινή σπορά πρέπει να ληφθούν υπόψιν τα επίπεδα αντοχής της κάθε μιας στον χειμερινό παγετό. Τα χαρακτηριστικά του φυτού που συμβάλουν στην αντοχή είναι το μέγεθος της ρίζας, η φυσιολογία της κορυφής και η σκληρότητα των φύλλων. Το μέγεθος της ρίζας εξαρτάται από την ημερομηνία σποράς, η οποία όσο πιο νωρίς γίνεται τόσο μεγαλύτερο μέγεθος θα έχει η ρίζα συνεπώς και μεγαλύτερη αντοχή, αλλά και από τον γονότυπο του φυτού. Κατά το βλαστικό στάδιο το φυτό βρίσκεται υπό μορφή ροζέτας χωρίς επιμήκυνση του εσωτερικού κόμβου. Κατά το στάδιο αυτό η μορφολογία της κορυφής δείχνει μια καλή αντοχή στον παγετό. Η σκληρότητα των φύλλων, ως τρίτος παράγοντας αντοχής στον παγετό, μπορεί να εκτιμηθεί μετά το πέρας του παγετού. Η ικανότητα αυτή υπολογίζεται σε νεαρά σπορόφυτα, σε ελεγχόμενες συνθήκες κατά το στάδιο της ροζέτας με προστασία των ριζών κατά του παγετού. Η αντοχή στον παγετό είναι κληρονομική (Huyghe, 1997).

1.8 Τεχνικές καλλιέργειας

1.8.1 Προετοιμασία του εδάφους

Η σωστή προετοιμασία του εδάφους είναι το πρωταρχικό στάδιο στην καλλιέργεια του φυτού. Συγκεκριμένα, η σποροκλίνη θα πρέπει να μην είναι συμπίεσμένη, αποσκοπώντας σε ένα ομοιόμορφο βάθος σποράς. Εάν η σπορά έχει γίνει σε μεγάλο βάθος το φυτό θα δυσκολευτεί να βγει στην επιφάνεια λόγω των μεγάλων κοτυληδόνων (Walkeretal, 2011).

1.8.2 Εποχή σποράς

Το λούπινο μπορεί να σπαρθεί ακριβώς μετά τις πρώτες βροχές του φθινοπώρου μέχρι και τις αρχές της άνοιξης ανάλογα τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην εκάστοτε περιοχή. Γενικά κάλο είναι οι καλλιέργειες να σπέρνονται όσο το δυνατό νωρίτερα. Σε θερμές περιοχές η βέλτιστη εποχή σποράς είναι το φθινόπωρο ενώ σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, όπως χώρες της Νοτίου Αμερικής, ή ψυχρό κλίμα η σπορά γίνεται κατά το τέλος του χειμώνα ή τις αρχές της άνοιξης

(<https://plants.usda.gov/>).Ο χρόνος σποράς είναι καθοριστικός γιατί παίζει ρόλο στην έναρξη της άνθισης και τη διάρκεια γεμίσματος του καρπού (Walkeretal, 2011). Συγκεκριμένα για την Ελλάδα η καλλιέργεια θα πρέπει να είναι πρόωμη φθινοπωρινή.

1.8.3 Σπορά

Οι γραμμές σποράς γίνονται σε αποστάσεις 30-50εκ. μεταξύ τους και ανάλογα με το είδος του λούπινου ο αριθμός φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο κυμαίνεται από 35 έως 100 φυτά. Το βάθος σποράς δεν θα πρέπει να ξεπερνάει τα 4εκ. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012). Η πυκνότητα φύτευσης καθορίζει την ανάπτυξη των ζιζανίων ανάμεσα στις γραμμές, αφού η υψηλή πυκνότητα λούπινων περιορίζει την ανάπτυξή τους (<https://www.pgro.org/downloads/Lupin-Agronomy-Guide-2014.pdf>).

Πίνακας 5 Ενδεικτική σπορά ανά τετραγωνικό μέτρο.

| Είδος | Σπόροι/τετραγωνικό μέτρο |
|-----------------|--------------------------|
| Λευκό λούπινο | 50 |
| Κίτρινο λούπινο | 70-80 |
| Μπλέ λούπινο | 90-110 |

Οι ρυθμοί σποράς ποικίλουν ανάλογα με το βάρος των κόκκων, τη βλάστηση και τις αναμενόμενες απώλειες (<https://www.pgro.org/downloads/Lupin-Agronomy-Guide-2014.pdf>).

1.8.4 Λίπανση

Για τη σωστή λίπανση πάντα πρέπει να προηγείται μια εδαφολογική ανάλυση για την εξακρίβωση των αναγκών του εδάφους. Κατατασσόμενο στην ομάδα των ψυχανθών το λούπινο είναι φυτό με μεγάλη αζωτοδεσμευτική ικανότητα και για τον λόγο αυτό δεν επιβάλλεται η αζωτούχος λίπανση. Το φυτό παρουσιάζει μια αυξημένη ευαισθησία στην έλλειψη φωσφόρου και η εφαρμογή του κατά τη διαδικασία της σποράς είναι αναγκαία (The biology of *Lupinus L.* Department of Health and ageing Offive of the Gene technology regulator Australia 2013).

Αζωτο

Το ισοζύγιο αζώτου στην καλλιέργεια του λούπινου ειδικά όταν προσμετράται και το υπόγειο μέρος του φυτού είναι θετικό, κυμαινόμενο από 1,4 έως 18,1 kg N/στρ. (Παπακώστα- Τασοπούλου, 2012). Η προσθήκη αζωτούχων λιπασμάτων δεν αυξάνει σταθερά την απόδοση σε σπόρους και πρωτεΐνες (Walkeretal, 2011).

Φώσφορος

Ανεπάρκεια φωσφόρου περιορίζει την ανάπτυξη του φυτού αφού προκαλεί μειωμένη ανάπτυξη τόσο του υπέργειου όσο και του υπόγειου τμήματος του φυτού. Ταυτόχρονα, η έλλειψη φωσφόρου προκαλεί τη νέκρωση των φύλλων (Walkeretal, 2011).

Κάλιο

Η λίπανση με κάλιο στις καλλιέργειες του λούπινου γίνεται κυρίως με φωσφορικό και χλωριούχο κάλιο και είναι χρήσιμη σε φτωχά σε κάλιο εδάφη. Θεωρείται σημαντικό θρεπτικό συστατικό γιατί παίζει ρόλο σε πολλές φυτικές διαδικασίες όπως αυτές της φωτοσύνθεσης και της ενεργοποίησης των ενζύμων (Walkeretal 2011).

Μαγγάνιο

Οι καλλιέργειες λούπινου επηρεάζονται από την έλλειψη μαγγανίου καθώς μειώνεται η απόδοση σε καρπό ενώ δημιουργείται ρήξη στον σπόρο και υπό περιπτώσεις μεταχρωματισμοί στις άκρες του (Whiteetal, 2008).

1.8.5 Διαχείριση ζιζανίων

Το άγριο ραδίκι και η ετήσια ήρα είναι τα δυο πιο συχνά ζιζάνια σε μια καλλιέργεια επηρεάζοντας την αποδοτικότητα της . Μείωση της εμφάνισης των ζιζανίων μπορεί να επιτευχθεί με αύξηση της πυκνότητας φύτευσης και του ανταγωνισμού των φυτών με αυτά. Καθοριστικό ρόλο στην αντιμετώπιση παίζει η έγκαιρη χρήση ζιζανιοκτόνων τα οποία μπορεί να είναι είτε προφυτρωτικά είτε μεταφυτρωτικά (Australian Government, Grains Research and Development Corporation, 2016).

1.8.6 Συγκομιδή

Η συγκομιδή της σοδιάς γίνεται μετά το στάδιο της ωρίμανσης μηχανικά με θεριζοαλωνιστικές μηχανές και αφού η περιεχόμενη υγρασία των φυτών είναι κοντά στο 14%. Μετά το στάδιο αυτό οι λοβοί ανοίγουν και πέφτουν στο έδαφος οπότε θα υπάρξει σημαντική μείωση της παραγωγής εάν καθυστερήσει η συγκομιδή (Παπακώστα- Τασοπούλου, 2012).

1.8.7 Αμειψισπορά

Η καλλιέργεια του λούπινου προηγούμενη μιας καλλιέργειας σιτηρών σημειώνει αυξημένη απόδοση στα σιτηρά. Η εναλλαγή καλλιεργειών λούπινου με σιτάρι και στη συνέχεια με κριθάρι είναι ένα εξαιρετικό σύστημα αμειψισποράς.

1.9 Αλκαλοειδή

Χαρακτηριστικό των παλαιότερων ποικιλιών είναι η μεγάλη περιεκτικότητα του καρπού σε αλκαλοειδή κάτι που τον καθιστά πικρό και για την κατανάλωση του απαιτείται ξεπίκρισμα (Keeler 1989). Η ανάγκη όμως για μια πιο γλυκιά γεύση ώστε τα ζώα να τρώνε τον καρπό με μεγαλύτερη ευχαρίστηση οδήγησε σε δημιουργία νέων ποικιλιών με χαμηλότερη συγκέντρωση αλκαλοειδών. Από τις διάφορες υγειονομικές αρχές κάποιων κρατών έχει συσταθεί ένα ανώτατο όριο ποσότητας αλκαλοειδών στα παράγωγα προϊόντα του λούπινου ώστε να αποφευχθεί η τοξικότητά τους, στα 0,2g/kg ξηράς ουσίας (Magalhaes et al. 2017)

1.10 Αναπαραγωγή

Η αναπαραγωγή μπορεί να γίνει σεξουαλικά εγγενώς είτε αγενώς. Τα περισσότερα είδη, όπως το *L. Angustifolius*, αναπαράγονται με αυτογονιμοποίηση. Αντίθετα πολυετή είδη αναπαράγονται κυρίως με επικονίαση διότι δεν είναι αυτοσυμβατά. (Kazimierska&Kazimierski 2002). Δεν υπάρχει ακόμα κάποια απόδειξη ότι το λούπινο μπορεί να αναπαραχθεί με απόμιξη (Richards 1986).

1.10.1 Εγγενής αναπαραγωγή

Όλα τα ετήσια είδη λούπινου παράγονται εγγενώς. Ανάλογα το είδος, στα λούπινα του Παλαιού κόσμου η άνθηση ξεκινά σε διάστημα 2-4 μηνών από την σπορά. (Buirchell&Cowling 1998). Το πρώτο σετ ανθέων είναι και το πιο βασικό. Στα είδη *L. angustifolius* και *L. albus* το δεύτερο σετ ανθέων ανθίζει ύστερα από 10-15 ημέρες ενώ αμέσως μετά ακολουθεί και το τρίτο. Σε ένα κεντρικό βλαστό τα άνθη μπορούν να φτάσουν μέχρι και τα 20 (Dracup&Kirby 1996).

1.10.2 Αγενής αναπαραγωγή

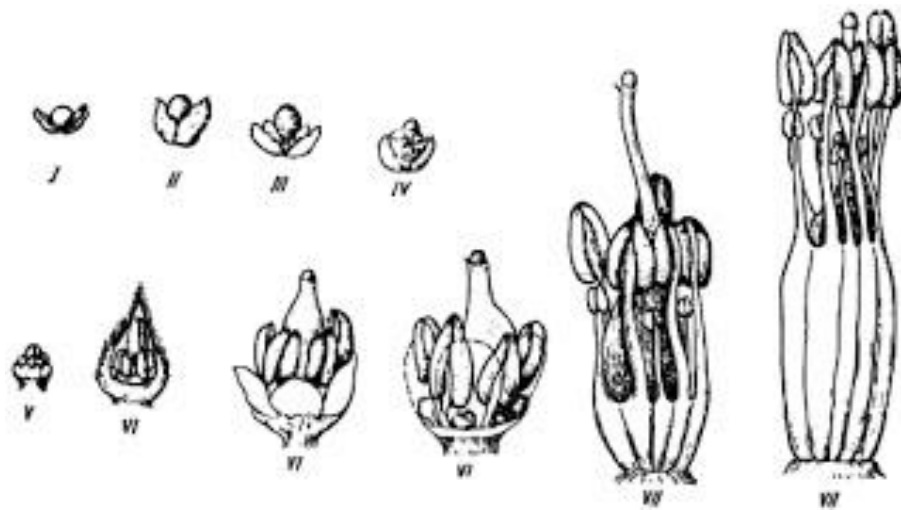
Για τα ετήσια είδη λούπινου δεν έχει αναφερθεί κανένας τύπος αγενούς αναπαραγωγής. Το *L. latifolius* μπορεί να αναπαραχθεί από διάφορα τμήματα του βλαστού και της ρίζας. (Reeves 2010). Το καλλωπιστικό (*L. polyphymis*) απλώνεται με υπόγεια έρποντα ριζώματα (Fremstad 2006).

1.11 Οργανογένεση

Τα στάδια οργανογένεσης που συναντώνται στα αγγειόσπερμα είναι 12 όπως προσδιορίστηκαν από τον καθηγητή Kuperman (Kuperman, 1961, 1977). Τα στάδια αυτά έγιναν αποδεκτά και για το λούπινο, των οποίων η περιγραφή έγινε στα ακόλουθα έργα: Жуков, 1961; Наймарк, 1976; Наймарк и Таранухο, 1982; Proin et al., 1961; Шалыганова, 1961.

1. Στο στάδιο 1, όταν τα φυτά βρίσκονται στο στάδιο των κοτυληδόνων, δεν υπάρχει διαφοροποίηση στο κορυφαίο σημείο των φυτών.
2. Στο στάδιο 2 γίνεται ο σχηματισμός των φύλλων και του μίσχου στο κορυφαίο σημείο.
3. Στο στάδιο 3 το κορυφαίο σημείο επεκτείνεται και δημιουργούνται φύλλα επένδυσης.
4. Στα στάδια 4 και 5 δημιουργούνται τα φύλλα στον μίσχο και παρατηρείται διαφοροποίηση των οφθαλμών.
5. Στα στάδια 6-9 διεξάγονται οι διαδικασίες σχηματισμού σεξουαλικών κυττάρων και της γονιμοποίησης
6. Στα τελικά στάδια 10-12 λαμβάνουν χώρα ο σχηματισμός και η ωρίμανση του φυτού και στο τέλος τους τα φυτά πεθαίνουν.

Η ανάλυση των ορατών μορφολογικών αλλαγών στα διάφορα όργανα του λούπινου έχει δείξει ότι στη διαδικασία ανάπτυξης των φυτών υπάρχει μια σειρά φαινολογικών φάσεων από την σπόρα και τη βλάστηση μέχρι την ωρίμανση του καρπού. Η διάρκεια των φάσεων αυτών εξαρτάται από τα γενετικά χαρακτηριστικά των ειδών του λούπινου, τον τύπο του εδάφους και τις κλιματικές συνθήκες (B.S. Kurlovich, 2002).



Εικόνα 11. Στάδια οργανογένεσης

1.12 Χρήσεις

Το λούπινο χρησιμοποιείται ευρέως ως πρωτεϊνούχος τροφή στις ζωοτροφές. Η υψηλή περιεκτικότητα του σε πρωτεΐνες σε συνδυασμό με τα υψηλά επίπεδα ζυμώσιμων υδατανθράκων και τα χαμηλά επίπεδα αμύλου το καθιστά πολύτιμο πόρο για μονογαστρικά και μηρυκαστικά ζώα. Είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστικό με τις περισσότερες πηγές πρωτεΐνης λόγω του χαμηλού κόστους παραγωγής. Επιπλέον, συγκριτικά με άλλες πηγές το φυτό έχει χαμηλά επίπεδα αμινοξέων θείου, κυστίνης και μεθειονίνης. Η αποθήκευση της τροφής είναι εύκολη και άμεσα αποδεκτή από τα περισσότερα ζώα (<http://www.lupins.org/feed/>).

Στις ζωοτροφές επιλέγουμε να χρησιμοποιούμε γλυκές ποικιλίες λευκού λούπινου. Εκτός από τον σπόρο του φυτού, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ολόκληρο σαν σανό. Ο μόνος περιοριστικός παράγοντας είναι η υψηλή συγκέντρωση αλκαλοειδών που όπως προαναφέρθηκε είναι τοξικά. Για την απομάκρυνση τους και λόγω του υδατοδιαλυτού τους χαρακτήρα η εναπόθεση του σπόρου στο νερό είναι συνιστώμενη (<https://plants.usda.gov/>). Παρόλη την πλούσια περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, η βιολογική αξία της είναι περιορισμένη λόγω της σχετικά χαμηλής συγκέντρωσης μεθειονίνης και λυσίνης. Στη διατροφή των χοίρων και των πουλερικών οι ελλείψεις αυτές μπορούν να αντικατασταθούν από άλλες πρωτεΐνες ή συνθετικά αμινοξέα (Pettersen et al, (1997) *The Chemical Composition and Nutritive Value of*

Australian Pulses. Grains Research and Development Corporation, Canberra Australia).

Σε σύγκριση με το αλεύρι σόγιας, τα λούπινα έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα:

- Συμπυκνωμένη πηγή πρωτεΐνης και ενέργειας.
- Έλλειψη σημαντικών αντι-θρεπτικών παραγόντων (π.χ. αναστολείς της θρυψίνης).
- Δεν απαιτείται θερμική επεξεργασία.
- Επιθυμητά χαρακτηριστικά χειρισμού και αποθήκευσης λόγω της ανθεκτικής επίστρωσης σπόρου (<https://plants.usda.gov/>).

Η ζήτηση εναλλακτικών πόρων πρωτεϊνών στα ιχθυάλευρα για τη σίτιση των υδατοκαλλιεργειών οδήγησε στη δοκιμή των λούπινων. Ορισμένες μεγάλες εταιρίες ζωοτροφών χρησιμοποιούν πλέον εκτεταμένα στα προϊόντα τους τον καρπό του λούπινου. Οι καλλιέργειες σολομού και γαρίδας έχουν χαρακτηριστεί ως δυο πολύ σημαντικές αγορές για τα προϊόντα λούπινου. Αυτές οι δύο αγορές είναι ουσιαστικά οι περισσότερο τεχνικά προηγμένες αγορές ζωοτροφών υδατοκαλλιέργειας στον κόσμο και συνολικά αποτελούν 3,6 εκατομμύρια τόνους ετησίως. Πέρα από αυτές τις δύο αγορές σημαντική κατανάλωση τροφής έχουν και άλλες καλλιέργειες όπως αυτές των γατόψαρων, οι οποίες όμως δεν είναι προσανατολισμένες στην υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη οπότε επιλογή πρωτεϊνούχων σκευασμάτων θα ήταν οικονομικά ασύμφορη (Glencross 2004).

Η χρήση του λούπινου στη διατροφή του ανθρώπου ενδείκνυται λόγω της υψηλής του διατροφικής αξίας όπου η υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες σε συνάρτηση με τη χαμηλή περιεκτικότητα σε άμυλο, σε σύγκριση με άλλα όσπρια, το καθιστούν πολύ ανταγωνιστικό. Το φυτό έχει αξιοσημείωτη περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες ενώ τα ποσοστά υδατανθράκων και λιπαρών είναι χαμηλά (Hane et al., 2016). Στην Ευρώπη και την Αυστραλία οι καρποί αλέθονται και παράγεται άλευρο λούπινου με χαρακτηριστικά ελκυστικό ωχροκίτρινο χρώμα. Το άλευρο λούπινου αυξάνει την κατακράτηση νερού και την πρόσδεση του λίπους και μπορεί να αντικαταστήσει μερικώς τα αυγά και το βούτυρο. Βελτιώνει τη διάρκεια ζωής του ψωμιού και το χρώμα των ζυμαρικών. Η ανθρώπινη διατροφική έρευνα στο Πανεπιστήμιο Deakin (Melbourne, Αυστραλία) διαπίστωσε ότι η αντικατάσταση του 10% αλεύρου σίτου με αλεύρι λούπινου στο ψωμί έχει ως αποτέλεσμα χαμηλότερα επίπεδα γλυκόζης στο

αίμα, αποτελέσματα που επιβεβαιώθηκαν από το Βασιλικό νοσοκομείο του Πέρθ (Hall, R. S., et al. (2005) Australian sweet lupin flour addition reduced the glycaemic index of a white bread breakfast without affecting palatability in healthy human volunteers. Asia Pacific J. Clinical Nutrition 14: 91-97.)

Το λούπινο και ιδιαίτερα το λευκό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί χάρη στην αζωτοδεσμευτική του ικανότητα είτε σε χλωρά λίπανση είτε σε διάφορα συστήματα αμειψισποράς. Ταυτόχρονα βελτιώνει τη διαθεσιμότητα του φωσφόρου και της οργανικής ύλης (<https://plants.usda.gov/>).

Πίνακας 6. Ενδεικτική ανάλυση περιεκτικότητας του καρπού και του πυρήνα διάφορων ειδών λούπινου <http://www.lupins.org/feed/>

| Είδος | L. angustifolius | | L. albus | | L. luteus | | L. mutabilis | |
|----------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|
| | Ολόκληρος σπόρος (%) | Πυρήνας (%) | Ολόκληρος σπόρος (%) | Πυρήνας (%) | Ολόκληρος σπόρος (%) | Πυρήνας (%) | Ολόκληρος σπόρος (%) | Πυρήνας (%) |
| Πρωτεΐνες | 32 | 41 | 36 | 44 | 38 | 52 | 44 | 52 |
| Λιπαρά | 6 | 7 | 9 | 11 | 5 | 7 | 14 | 17 |
| Τέφρα | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| Λιγνίνη | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Πολυσακχαρίτες | 22 | 29 | 17 | 21 | 8 | 11 | 9 | 10 |

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το παρόν πείραμα αποτελεί τον απογονικό έλεγχο των επιλεγέντων 15 αποδοτικότερων ατομικών φυτών από τοπικούς πληθυσμούς, που πραγματοποιήθηκε το 2018 στην περιοχή του Ινστιτούτου Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών Λάρισας (συνθήκες καταπόνησης).

Αναλυτικότερα το γενετικό υλικό του πειράματος αποτελούταν από τις επιλογές λούπινου που έγιναν σε παλαιότερα πειράματα (Vlachostergios et al. 2016), το οποίο υπάρχει διαθέσιμο στο Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών Λάρισας (IB&ΚΦ).

Οι οικογένειες αξιολογήθηκαν ως προς το ποσοστό φυτρώματος, την απόδοση σε σπόρο και ως προς τα ακόλουθα αγροοικονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά :

- Πρωιμότητα άνθισης
- Ύψος κατά την πλήρη άνθιση
- Εκτίμηση επίδρασης του υψηλού Ph στην ανάπτυξη των φυτών (κιτρίνισμα)

Πίνακας 7 Πίνακας ποικιλιών

| Κωδικός | Ονομασία | Προέλευση |
|---------|----------|------------------|
| 1 | ΡΟΔΟΣ | Ελλάδα (Ρόδος) |
| 2 | Φ6 | Ιταλία |
| 3 | Φ14 | Ιταλία |
| 4 | ΚΡΗΤΗ | Ελλάδα (Κρήτη) |
| 5 | Φ16 | Ιταλία |
| 6 | Φ17 | Ιταλία |
| 7 | Φ23 | Ιταλία |
| 8 | Φ27 | Ιταλία |
| 9 | Φ29 | Ιταλία |
| 10 | Φ36 | Πολωνία |
| 11 | Φ43 | Πολωνία |

| | | |
|----|------------|--------------------|
| 12 | Φ46 | Πολωνία |
| 13 | ΝΙΣΥΡΟΣ | Ελλάδα (Νίσυρος) |
| 14 | MULTITALIA | Ποικ. ΜΑΡΤΥΡΑΣ |
| 15 | BARDO | Ποικ. ΜΑΡΤΥΡΑΣ |

Προετοιμασία πειράματος

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε όργωμα του πειραματικού τεμαχίου με βαρύ και ελαφρύ καλλιεργητή.

Το σύστημα σποράς που εφαρμόστηκε ήταν RCBD. Το πείραμα αποτελούταν από 3 επαναλήψεις. Η κάθε επανάληψη απαρτιζόταν από 15 τεμάχια (plots), ενώ το κάθε plot αποτελούταν από 3 σειρές μήκους ενός μέτρου και πλάτους 25 cm. Μεταξύ των επαναλήψεων υπήρχε απόσταση 1 m για την διευκόλυνση των καλλιεργητικών πρακτικών και την μείωση της αλληλεπίδρασης μεταξύ των επαναλήψεων. Η διάταξη των plots στον αγρό παρουσιάζεται στην Εικόνα 13.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 3 | 11 | 13 | 1 | 6 | 4 | 14 | 7 | 5 | 15 | 10 | 8 | 2 | 9 | 12 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 13 | 5 | 9 | 15 | 12 | 10 | 2 | 6 | 14 | 1 | 11 | 3 | 7 | 4 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |

Εικόνα 13. Κάτοψη πειραματικού αγρού

Με την διάταξη αυτή δημιουργήθηκαν 45 πειραματικά τεμάχια και συνολικά 135 γραμμές σποράς. Από τις 3 γραμμές, η μεσαία χρησιμοποιήθηκε για την λήψη των παρατηρήσεων και των μετρήσεων ενώ οι εξωτερικές συγκομίστηκαν στο τέλος για την απόκτηση επιπλέον σπόρου.

Σε κάθε γραμμή σπάρθηκαν 46 φυτά και σε βάθος 3-4 εκ. Οπότε σε κάθε πειραματικό τεμάχιο σπάρθηκαν 138 φυτά με πυκνότητα φύτευσης 138 φυτά/m². Ο αριθμός των φυτών συνολικά στο πείραμα ήταν 6210 φυτά.

Εξέλιξη του πειράματος

Ο αριθμός των ζιζανίων ήταν αυξημένος κατά την διάρκεια των χειμερινών μηνών, παρόλα αυτά δεν αφαιρέθηκαν μέχρι και τα τέλη του Μάρτη, αφού λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών που επικρατούσαν προσέφεραν προστασία στα νεαρά φυτά.



Εικόνα 12. Το πειραματικό τεμάχιο μετά την αφαίρεση των ζιζανίων

Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 12/3/18 και αφορούσε το ποσοστό φυτρώματος το οποίο συγκεντρωτικά ανά ποικιλία φαίνεται στον πίνακα 6.

Στη συνέχεια και εξαιτίας της μεγάλης πυκνότητας σποράς η απομάκρυνση των ζιζανίων έγινε με το χέρι (βοτάνισμα) καθώς η χημική και η μηχανική τους απομάκρυνση ήταν αδύνατη. Κατά την πορεία του πειράματος έγινε ακόμα μια απομάκρυνση ζιζανίων κατά το διάστημα της καρπόδεσης, ώστε να μειωθεί ο ανταγωνισμός μεταξύ των φυτών και των ζιζανίων.

Λήφθηκαν μια σειρά παρατηρήσεων με σκοπό να διευκρινιστεί η προιμότητα άνθισης. Μέσα σε ένα εύρος 25 ημερών παρατηρήθηκε ότι όλες οι ποικιλίες είχαν φτάσει στο στάδιο της άνθισης, με κάποιες να είναι πιο πρώιμες φτάνοντας σε αυτό το στάδιο στις 27/3 και κάποιες να είναι πιο όψιμες φτάνοντας σε αυτό το στάδιο στις

20/4. Ανάλογα τις παρατηρήσεις αυτές οι ποικιλίες κατηγοριοποιήθηκαν σε πρώιμες, μέσες και όψιμες.



Εικόνα 13. Σχηματισμός ταξιανθίας και εμφανής επίδραση του υψηλού εδαφικού Ph στο χρώμα και την ανάπτυξη του φυτού.

Κατά το διάστημα αυτό έγιναν οι μετρήσεις ύψους ανά σειρά σπαρμένων φυτών ώστε να υπολογιστεί ο μέσος όρος ύψους της κάθε ποικιλίας την ημερομηνία της άνθισης.



Εικόνα 14. Στάδιο καρπόδεσης. Εμφανής η μειωμένη ανάπτυξη και η χαμηλή παραγωγή λοβών.

Ακριβώς μετά την εμφάνιση της ταξιανθίας σε όλες τις ποικιλίες πάρθηκε ποιοτική μέτρηση για το χαρακτηριστικό του κιτρινίσματος των φύλλων και των στελεχών της κάθε ποικιλίας.

Ακόμα μια σειρά μετρήσεων έλαβε χώρα από τις 9/5 μέχρι και τις 23/5 για να καθοριστεί η εκκίνηση της καρπόδεσης για κάθε ποικιλία. Με βάση τις μετρήσεις αυτές οι ποικιλίες χαρακτηρίστηκαν ανάλογα την πρωιμότητα της δραστηριότητας τους αυτής.

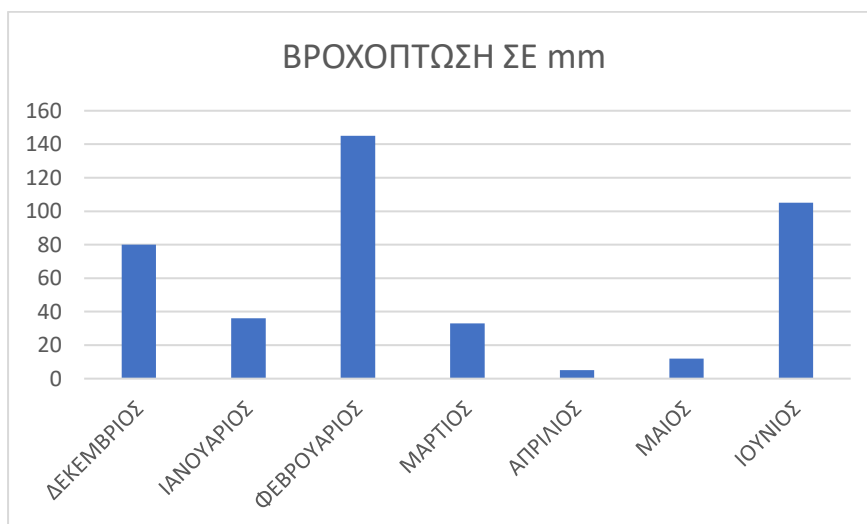


Εικόνα 15. Αύξηση μεγέθους καρπού

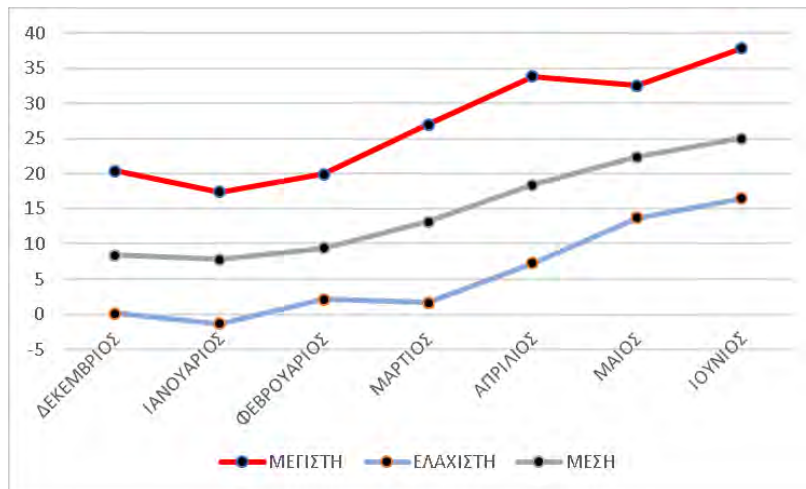
Η συγκομιδή έγινε στις 15/6, με τις μεσαίες και τις 2 ακραίες σειρές να συγκομίζονται ξεχωριστά.



Εικόνα 16. Στάδιο πλήρους ωρίμανσης



Γράφημα 1. Βροχόπτωση σε mm για τους μήνες διεξαγωγής του πειράματος.



Γράφημα 2. Θερμοκρασίες για τους μήνες διεξαγωγής του πειράματος

Πίνακας 8. Στοιχεία εδαφικής ανάλυσης

| | |
|---|------|
| Άμμος (%) | 32 |
| Αργίλος (%) | 45 |
| Πλύς (%) | 23 |
| Χαρακτηρισμός εδάφους | C |
| PH (H ₂ O 1:1) (25°C) | 8,1 |
| Ηλεκτρική αγωγιμότητα (25°C) (μS/cm) | 753 |
| Ενεργό CaCO ₃ (%) | 2,6 |
| Οργανική ουσία (%) | 0,8 |
| Φόσφορος (P _{ολβπ}) (mg/kg) | 8,9 |
| Ολικό Άζωτο (N Kjeldahl) (g/100g) | 0,08 |
| Ανταλλάξιμο Κάλιο (Cmol ⁺ /kg εδ.) | 1,3 |

Στατιστική επεξεργασία

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν κατά την πορεία του πειράματος αναλύθηκαν με το πρόγραμμα επεξεργασίας δεδομένων και χρησιμοποιήθηκε η One-way ANOVA

με τη χρήση του προγράμματος r-package 3.6. Τα δεδομένα που επεξεργάστηκαν ήταν τα εξής :

- Ποσοστό φυτρώματος
- Αριθμός σπόρων ανά φυτό
- Βάρος σπόρων ανά φυτό

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ποσοστό φυτρώματος

Αρχικά για την μέτρηση του ποσοστού φυτρώματος των ποικιλιών από τη στατιστική ανάλυση προέκυψε ότι δεν υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ των ποικιλιών με $r=0,1356 > 0,05$ (Πίνακας 10). Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι ποικιλίες 3 και 11 οι οποίες παρουσίασαν τη μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ ακραίων και μεσαίων γραμμών σποράς με 13,05% και 14,45% αντίστοιχα, με τη μεγαλύτερη τιμή να είναι στην ακραία γραμμή. Ομοίως οι ποικιλίες 8,9 και 14 εμφάνισαν τη μεγαλύτερη τιμή στην ακραία γραμμή σποράς, με διαφορά της τάξεως του 9,05%, 8,70% και 7,97% αντίστοιχα. Οι ποικιλίες 12 και 13 ήταν οι μοναδικές που εμφάνισαν τη μεγαλύτερη τιμή στη μεσαία γραμμή σποράς, με διαφορά 10,87% και 10,58% αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες ποικιλίες παρουσίασαν μεγαλύτερη συνοχή ως προς τα ποσοστά αυτά όπως παρουσιάζεται από τον πίνακα 9. Οι ποικιλίες που κατά μέσο όρο είχαν το υψηλότερο ποσοστό φυτρώματος συνολικά είναι οι 11 και 14 με 84,35% και 82,13% αντίστοιχα. Η ποικιλία 3 είχε ποσοστό φυτρώματος 70,97%, που ήταν και το μικρότερο του πειράματος, ενώ ακολούθησαν οι ποικιλίες 8 και 9 με ποσοστό 71,25% και 72,46% αντίστοιχα. Οι ποικιλίες που παρουσίασαν τις μεγαλύτερες τιμές κατά τις μέσες γραμμές είναι οι 6,12 και 13 με 81,88 , 84,78 και 85,51 αντίστοιχα.

Πίνακας 9. Ποσοστό φυτρώματος.

| ΠΟΙΚΙΛΙΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ ΜΕΣΑΙΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ | ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ ΑΚΡΑΙΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ | ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΝΑ ΠΟΙΚΙΛΙΑ |
|----------|---|---|----------------------------|
| 1 | 78,26 | 78,99 | 78,74 |

| | | | |
|----|-------|-------|-------|
| 2 | 71,01 | 76,81 | 74,88 |
| 3 | 62,17 | 75,22 | 70,97 |
| 4 | 77,53 | 77,18 | 77,29 |
| 5 | 76,09 | 77,87 | 77,27 |
| 6 | 81,88 | 79,13 | 80,92 |
| 7 | 76,81 | 80,44 | 79,23 |
| 8 | 65,22 | 74,27 | 71,25 |
| 9 | 66,66 | 75,36 | 72,46 |
| 10 | 77,54 | 77,53 | 77,53 |
| 11 | 74,78 | 89,13 | 84,35 |
| 12 | 84,78 | 75,65 | 78,74 |
| 13 | 85,51 | 76,09 | 79,23 |
| 14 | 76,81 | 84,78 | 82,13 |
| 15 | 76,81 | 79,71 | 78,74 |

Πίνακας 10 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για ποσοστό φυτρώματος .

```

> anova(model7)
Analysis of Variance Table

Response: fytr_prcntg
  Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
placement 1  71.46  71.456  2.3615 0.1356
Residuals 28 847.23  30.258

```

Αριθμός σπόρων/φυτό

Για τη μέτρηση του αριθμού σπόρων ανά φυτό από τη στατιστική ανάλυση προέκυψε ότι δεν υπάρχει στατιστική διαφορά μεταξύ των ακραίων και των μεσαίων γραμμών για κάθε ποικιλία με $t=0,4886 > 0,05$ (Πίνακας 12). Κατά την οπτική παρατήρηση των δεδομένων προκύπτει ότι οι ποικιλίες έτειναν να παρουσιάζουν

αυξημένη παραγωγή στις μεσαίες σειρές παρά στις ακραίες. Εξαιρέση αποτελούν οι ποικιλίες 1,2 ,3 και 4 οι οποίες παρουσίασαν μεγαλύτερη παραγωγή στις ακραίες γραμμές σποράς. Η μεγαλύτερη διαφορά σε αριθμό παραχθέντων σπόρων κατά μέσο όρο ήταν αυτή των ποικιλιών 6,9 και 12, με 11 σπόροι/φυτό, 13 σπόροι/φυτό και 15 σπόροι/φυτό αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες ποικιλίες παρουσίασαν μεγαλύτερη συνοχή ως προς τον αριθμό παραγόμενων σπόρων όπως παρουσιάζεται από τον πίνακα 11.

Ως προς τη μέση παραγωγή των ποικιλιών, η ποικιλία 5 είχε με διαφορά την μεγαλύτερη απόδοση ενώ οι ποικιλίες 3 και 4 την μικρότερη. Ο μέσος όρος της παραγωγής κάθε ποικιλίας παρουσιάζεται στον πίνακα 11.

Πίνακας 11. Απόδοση σε σπόρο.

| ΠΟΙΚΙΛΙΑ | ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΜΕΣΑΙΩΝ | ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΚΡΑΙΩΝ | ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΝΑ ΠΟΙΚΙΛΙΑ |
|----------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|
| 1 | 27,00 | 29,17 | 85,34 |
| 2 | 28,33 | 33,00 | 92 |
| 3 | 18,50 | 28,50 | 75,5 |
| 4 | 25,67 | 26,00 | 77,66 |
| 5 | 63,33 | 59,50 | 182,34 |
| 6 | 64,00 | 53,00 | 170 |
| 7 | 39,00 | 35,33 | 109,66 |
| 8 | 33,33 | 27,67 | 88,66 |
| 9 | 43,33 | 30,33 | 104 |
| 10 | 48,00 | 44,83 | 137,66 |
| 11 | 49,33 | 43,17 | 135,66 |
| 12 | 38,67 | 23,83 | 86,34 |
| 13 | 54,67 | 52,50 | 159,66 |
| 14 | 35,00 | 34,00 | 103 |
| 15 | 30,67 | 30,00 | 90,66 |

Πίνακας 12. Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για αριθμό παραχθέντων σπόρων.

```

> anova(model8)
Analysis of Variance Table

Response: seed_no
    Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
placement 1 76.8 76.80 0.4925 0.4886
Residuals 28 4366.7 155.95

```

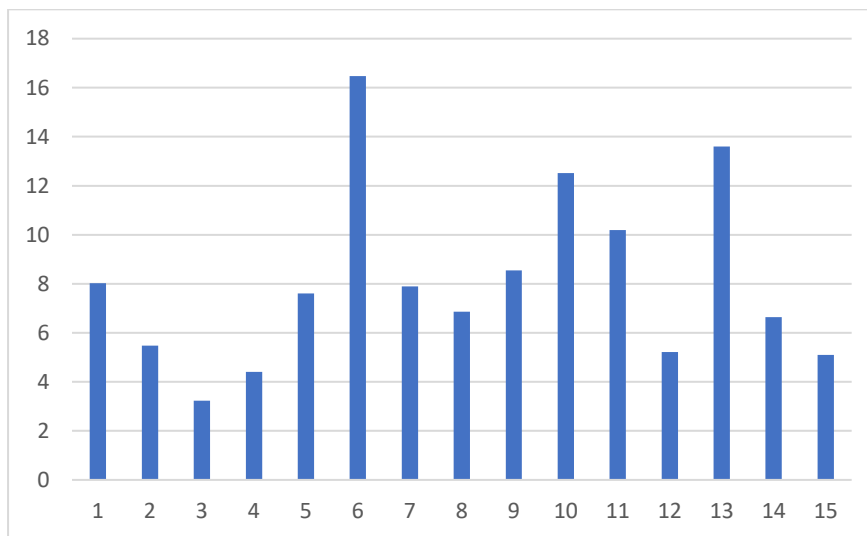
Βάρος σπόρων

Για τη μέτρηση του βάρους σπόρων ανά φυτό από τη στατιστική ανάλυση προέκυψε ότι δεν υπάρχει στατιστική διαφοροποίηση μεταξύ ποικιλιών με $r=0,8026 > 0,05$ (Πίνακας 14). Το γεγονός αυτό μπορεί να αιτιολογηθεί από το μη επαρκές ως προς ανάλυση όγκο δεδομένων. Γενικά το παραγόμενο βάρος σπόρων για όλες τις ποικιλίες ήταν μεγαλύτερο στη μεσαία γραμμή σποράς από ότι στις ακραίες με εξαίρεση τις ποικιλίες 3 και 5 οι οποίες παρουσίασαν μειωμένη παραγωγή στη μεσαία σειρά της τάξεως του 57% και 41% αντίστοιχα. (Πίνακας 13). Οι ποικιλίες με τις μεγαλύτερες τιμές κατά τη μεσαία γραμμή σποράς είναι οι 6, 10, 11 13 με 16,47, 12,52 , 10,19 και 13,60 αντίστοιχα, ενώ οι ποικιλίες που παρουσίασαν τις μικρότερες είναι η 3 και η 4 με 3,23 και 4,4 αντίστοιχα.

Πίνακας 13. Βάρος παραχθέντων σπόρων.

| ΠΟΙΚΙΛΙΑ | ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΜΕΣΑΙΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΣΠΟΡΑΣ | ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΝΑ ΠΟΙΚΙΛΙΑ |
|----------|--|----------------------------|
| 1 | 8,03 | 24,50 |
| 2 | 5,48 | 17,44 |
| 3 | 3,23 | 15,30 |
| 4 | 4,40 | 13,79 |
| 5 | 7,60 | 41,32 |
| 6 | 16,47 | 41,67 |
| 7 | 7,89 | 19,95 |
| 8 | 6,86 | 18,40 |
| 9 | 8,55 | 19,55 |
| 10 | 12,52 | 33,93 |
| 11 | 10,19 | 29,84 |
| 12 | 5,21 | 15,87 |
| 13 | 13,60 | 40,33 |
| 14 | 6,64 | 20,42 |

| | | |
|----|------|-------|
| 15 | 5,10 | 15,89 |
|----|------|-------|



Γράφημα 3 Προσαρμοστικότητα στο αλκαλικό εδαφικό περιβάλλον.

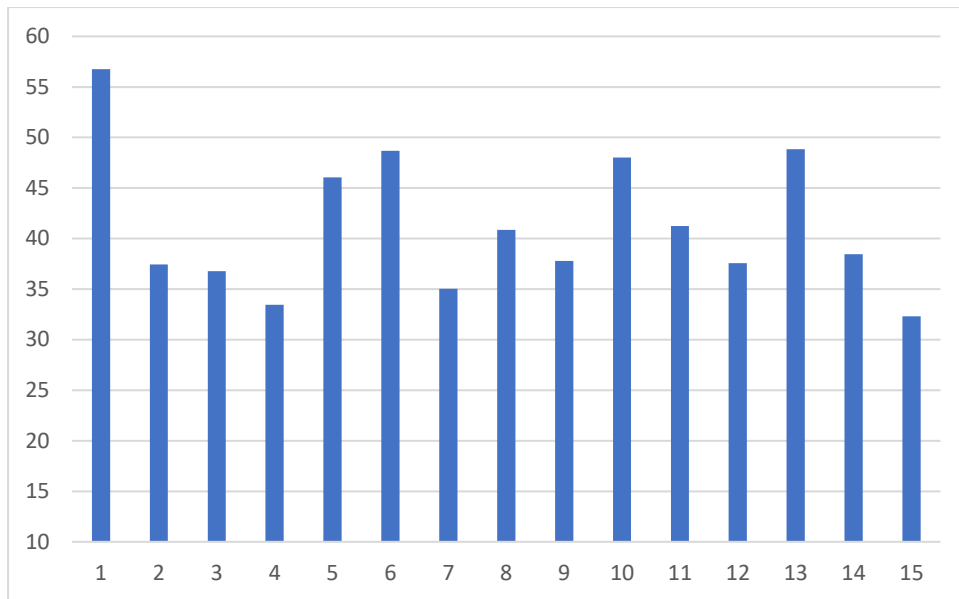
Πίνακας 14. Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για βάρος παραχθέντων σπόρων.

```
> anova(model9)
Analysis of Variance Table

Response: seed_wgt
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
placement 1  0.81  0.8102  0.0637 0.8026
Residuals 28 356.35 12.7268
```

Βάρος 100 σπόρων

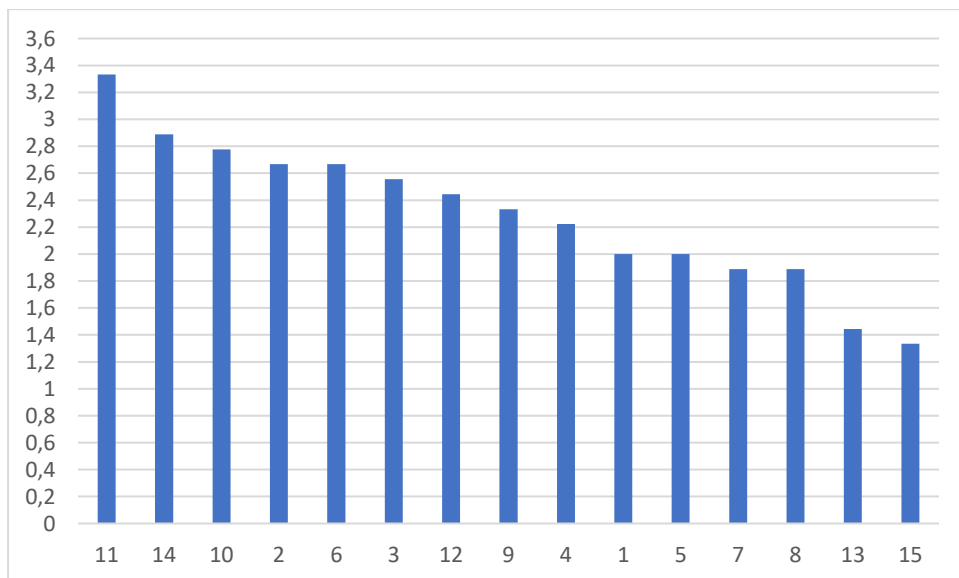
Με βάση τις μετρήσεις του αριθμού των σπόρων ανά φυτό και το βάρος των σπόρων ανά φυτό προκύπτει το βάρος των 100 σπόρων για κάθε ποικιλία και παρουσιάζεται στο Γράφημα 3. Η ποικιλία 1 είχε το μεγαλύτερο βάρος 100 σπόρων, με τις ποικιλίες 13, 10 και 6 να ακολουθούν έχοντας μικρή διαφορά μεταξύ τους.



Γράφημα 4. Βάρος 100 σπόρων σε g. ανά ποικιλία.

Εκτίμηση κιτρινίσματος

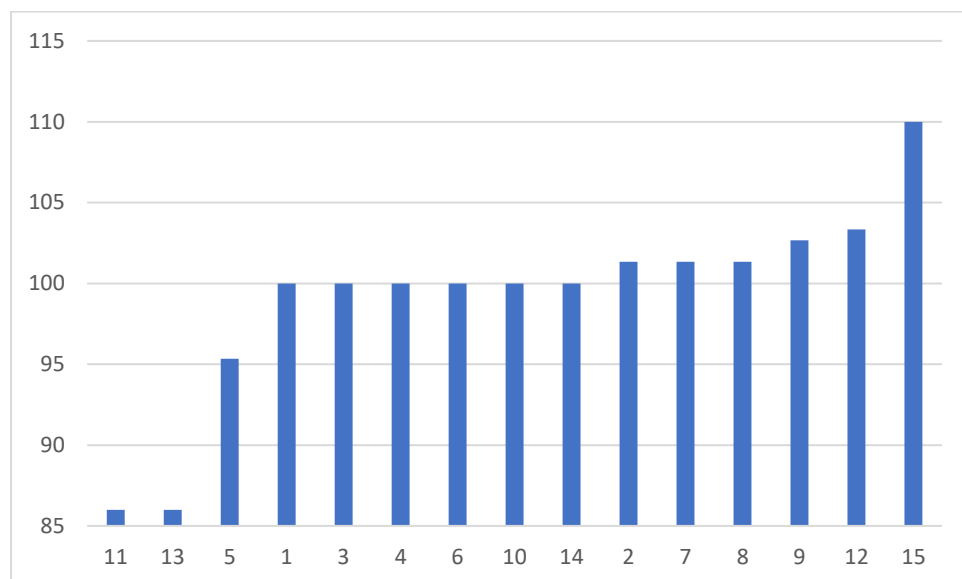
Για την εκτίμηση κιτρινίσματος των φύλλων και στελεχών των φυτών της κάθε ποικιλίας παρουσιάζονται τα ακόλουθα δεδομένα (Γράφημα 4) με βάση την κατάταξη από την περισσότερο στη λιγότερη κιτρινισμένη ποικιλία.



Γράφημα 5. Κατάταξη των ποικιλιών με βάση την εκτίμηση κιτρινίσματος.

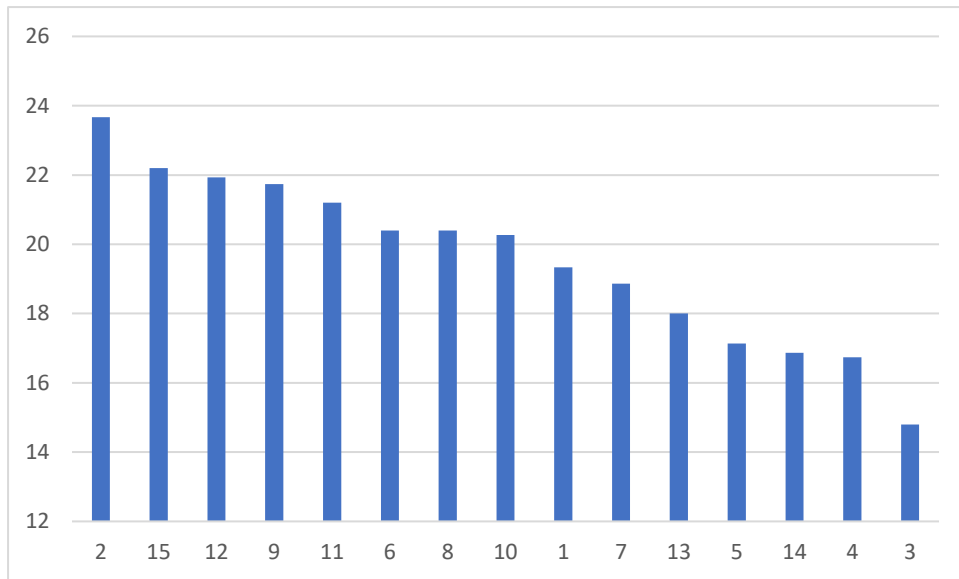
Πλήρης άνθιση

Για την ημερομηνία κατά την οποία τα φυτά έφτασαν στο στάδιο της πλήρους άνθισης από την ημέρα σποράς παρατηρείται ότι οι ποικιλίες 11 και 13 έφτασαν γρηγορότερα σε αυτό το στάδιο αφού χρειάστηκαν μόλις 85 ημέρες, ενώ χαρακτηριστική καθυστέρηση εμφανίζει η ποικιλία 15, η οποία χρειάστηκε 110 ημέρες. Οι ημέρες που χρειάστηκαν τα φυτά για να φτάσουν στο τέλος της άνθισης παρουσιάζεται στο Γράφημα 5.



Γράφημα 6. Ημέρες μέχρι την πλήρη άνθιση

Τελευταία μέτρηση είναι αυτή του ύψους των φυτών κατά την ημερομηνία της πλήρους άνθισης. Όπως φαίνεται και στο Γράφημα.6., κατά στο στάδιο της πλήρους άνθισης, η ποικιλία 2 είχε ύψος 24 cm, που ήταν και το μεγαλύτερο, ενώ η ποικιλία 3 είχε ύψος 15 cm, που ήταν και το μικρότερο του πειράματος.



Γράφημα 7. Ύψος σε cm κατά την πλήρη άνθιση

Συζήτηση

Η απόδοση του λευκού λούπινου επηρεάζεται σημαντικά από τον τύπο του εδάφους, με καταλληλότερα να θεωρούνται τα εδάφη με pH 5-6 και CaCO₃ μικρότερο του 1% (Annicchiarico & Thami Alami, 2011). Ο τύπος του εδάφους στο IB&ΚΦ αντιθέτως με pH 8,1 και CaCO₃ 2,6 λογίζεται ως έδαφος καταπόνησης και επηρεάζει αρνητικά τόσο την ανάπτυξη όσο και την απόδοση του φυτού. Η προσαρμογή του λευκού λούπινου σε ασβεστούχα εδάφη μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την αναγνώριση γενοτύπων που είναι ανεκτικοί στις συνθήκες καταπόνησης και να οδηγήσει στην παραγωγή προσαρμοσμένων ποικιλιών σε αυτές τις συνθήκες (Annicchiarico & Thami Alami, 2011).

Πέραν του τύπου του εδάφους οι ποικιλίες λευκού λούπινου επηρεάζονται σημαντικά και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Έτσι, ενώ έχει αναφερθεί η ύπαρξη γενετικού υλικού το οποίο μπορεί να αναπτυχθεί σε μέτρια ασβεστούχα εδάφη, το γενετικό υλικό αυτό διακρίνεται από αυξημένη ευαισθησία στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα, καθώς έχει αναπτυχθεί στις κλιματικές συνθήκες της Αιγύπτου (Annicchiarico & Thami Alami, 2011). Οι συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή όπου διεξήχθη το πείραμα είναι τέτοιες που καθιστούν την ανάπτυξη τέτοιων ποικιλιών αδύνατη καθώς οι θερμοκρασίες του χειμώνα μπορούν να πέσουν υπό του μηδενός

(Εικόνα 15). Επομένως πέραν των αντίξοων συνθηκών του εδάφους, τα φυτά είχαν να αντιμετωπίσουν μια επιπλέον καταπόνηση, αυτή των χαμηλών θερμοκρασιών που επικρατούν στην περιοχή τους χειμερινούς μήνες.

Στις συνθήκες αυτές οι ποικιλίες με το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρώματος ήταν οι 11 και 14 (ποικ. Μάρτυρας) ενώ τη χαμηλότερη προσαρμοστικότητα παρουσίασε η ποικιλία 3 ακολουθούμενη από τις ποικιλίες 8 και 9. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι ποικιλίες 3 και 11 οι οποίες παρουσίασαν τη μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ ακραίων και μεσαίων γραμμών σποράς με τη μεγαλύτερη τιμή να είναι στην ακραία γραμμή. Ομοίως οι ποικιλίες 8,9 και 14 (ποικ. Μάρτυρας) εμφάνισαν τη μεγαλύτερη τιμή στην ακραία γραμμή σποράς. Οι ποικιλίες 12 και 13 ήταν οι μοναδικές που εμφάνισαν τη μεγαλύτερη τιμή στη μεσαία γραμμή σποράς, με διαφορά 10,87% και 10,58% αντίστοιχα. Γενικότερα οι ποικιλίες, με βάση τη στατιστική ανάλυση, έδειξαν ομοιομορφία ως προς το ποσοστό φυτρώματος μεταξύ των μεσαίων και ακραίων σειρών σποράς. Συγκριτικά με τις ποικιλίες Μάρτυρες, η μοναδική ποικιλία τις οποίας το ποσοστό φυτρώματος ξεπέρασε τις τιμές των Μαρτύρων είναι η ποικιλία 11.

Εστιάζοντας στην παραγόμενη ποσότητα σπόρων η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των ακραίων και των μεσαίων γραμμών για κάθε ποικιλία. Βάση των δεδομένων προκύπτει ότι οι ποικιλίες παρουσίασαν υψηλότερη παραγωγή στις μεσαίες σειρές. Εξαίρεση αποτελούν οι ποικιλίες 1,2,3 και 4 οι οποίες παρουσίασαν μεγαλύτερη παραγωγή στις ακραίες γραμμές σποράς. Η μεγαλύτερη διαφορά σε αριθμό παραχθέντων σπόρων κατά μέσο όρο ήταν αυτή των ποικιλιών 6,9 και 12. Ως προς τη μέση παραγωγή των ποικιλιών, η ποικιλία 5 είχε με διαφορά την μεγαλύτερη απόδοση ενώ οι ποικιλίες 3 και 4 την μικρότερη. Οι ποικιλίες των οποίων η απόδοση ξεπέρασε αυτή των μαρτύρων είναι οι 5,6,7,9,10,11 και 13.

Για τη μέτρηση του βάρους σπόρων ανά φυτό από τη στατιστική ανάλυση προέκυψε ότι δεν υπάρχει στατιστική διαφορά μεταξύ των ακραίων και των μεσαίων γραμμών για κάθε ποικιλία. Γενικά το παραγόμενο βάρος σπόρων για όλες τις ποικιλίες ήταν μεγαλύτερο στη μεσαία γραμμή σποράς από ότι στις ακραίες με εξαίρεση τις ποικιλίες 3 και 5 οι οποίες παρουσίασαν μειωμένη παραγωγή στη μεσαία σειρά της τάξεως του 57% και 41% αντίστοιχα. Οι ποικιλίες που παρουσίασαν την καλύτερη προσαρμοστικότητα στο αλκαλικό εδαφικό περιβάλλον οι 6, 10, 11 και 13.

Με βάση τις μετρήσεις του αριθμού των σπόρων ανά φυτό και το βάρος των σπόρων ανά φυτό προκύπτει το βάρος των 100 σπόρων για κάθε ποικιλία. Η ποικιλία 1 είχε το μεγαλύτερο βάρος 100 σπόρων, με τις ποικιλίες 13, 10 και 6 να ακολουθούν έχοντας μικρή διαφορά μεταξύ τους.

Συμπεράσματα

1. Αξιολογήθηκαν οι ποικιλίες για αγροκομικά χαρακτηριστικά
2. Αναγνωρίστηκαν οι ποικιλίες που συνδυάζουν καλύτερα αποτελέσματα στους παράγοντες που αναλύθηκαν σε αλκαλικό εδαφικό περιβάλλον.
3. Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης για τους τρεις παράγοντες που αναλύθηκαν δεν παρουσιάζουν διαφοροποίηση για τους παράγοντες αυτούς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Παπακώστα- Τασοπούλου Δ. (2012), Σιτηρά και Ψυχανθή, Θεσσαλονίκη, Σύγχρονη Παιδεία.

Kurlovich, B. S. (Ed.). (2002). Lupins: geography, classification, genetic resources and breeding. Bogoslav Kourlovitch.

Australian Government (2013), The Biology of *Lupinus L.* (lupin or lupine), Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator.

Australian Government (2016), Lupin Weed Control, Grains Research and Development Corporation.

Διβανές Ι. (2016). Μεταπτυχιακή Διατριβή. Αξιολόγηση και επιλογή γενοτύπων λευκού λούπινου (*Lupinus albus*L.) για απόδοση και ανεκτικότητα σε εδάφη με υψηλό Ph. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού περιβάλλοντος. Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών.

Huyghe, C. (1997). White lupin (*Lupinus albus* L.). *Field Crops Research*, 53(1), 147-160.

Keeve, R., Krüger, G. H. J., Loubser, H. L., & Van Der Mey, J. A. M. (1999). Effect of temperature and photoperiod on the development of *Lupinus albus* L. in a controlled environment. *Journal of agronomy and crop science*, 183(4), 217-223.

Keeve, R., Loubser, H., & Krüger, G. H. J. (2000). Effects of temperature and photoperiod on days to flowering, yield and yield components of *Lupinus albus* (L.) under field conditions. *Journal of agronomy and crop science*, 184(3), 187-196.

Kerley SJ, Norgaard C, Leach JE, Christiansen JL, Huyghe C, Römer P (2002) The development of potential screens based on shoot calcium and iron concentrations for the evaluation of tolerance in Egyptian genotypes of white lupin (*Lupinus albus* L.) to limed soils. *Ann Bot* 89:341–349

Kozłowski, J., Strażyński, P., Jaskulska, M., & Kozłowska, M. (2016). Relationships Between Aphids (Insecta: Homoptera: Aphididae) and Slugs (Gastropoda: Stylommatophora: Agriolimacidae) Pests of Legumes (Fabaceae: *Lupinus*). *Journal of Insect Science*, 16(1), 52.

Hall, R. S., et al. (2005) Australian sweet lupin flour addition reduced the glycaemic index of a white bread breakfast without affecting palatability in healthy human volunteers. *Asia Pacific J. Clinical Nutrition* 14: 91-97.

Petterson et al, (1997) The Chemical Composition and Nutritive Value of Australian Pulses. Grains Research and Development Corporation, Canberra Australia

Fasoula, V. A., & Fasoula, D. A. (2002). Principles underlying genetic improvement for high and stable crop yield potential. *Field Crops Research*, 75(2), 191-209.

Fasoulas, A., & Tsaftaris, A. (1975). An integrated approach to plant breeding and field experimentation. Publ. 5. Arist. Univ., Thessaloniki, 37.

Fasoula V.A., 2006. Component analysis of the crop yield potential optimizes selection efficiency and unravels the evolution of the maize ideotype. Increasing efficiency of Maize Breeding in the Genomic Era: The A.C. Fasoulas International Symposium. C.E.R.T.H Conference Center. Thessaloniki Greece.

Clements J. et al (2005) "Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement. Vol. 1, Grain Legumes" (Eds. R J Singh and P P Jauhar). CRC Press, Florida, USA

Διαδικτυακές πηγές:

<https://www.itis.gov/>

<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>

<https://plants.usda.gov/java/>

https://greenpeacegreece.org/projects/2015_SustAgri/agrotes/egxeiridio_kalliergeias_loupinou.pdf

http://www.academia.edu/26432067/DISEASES_AND_PESTS_of_LEGUMINOUS_CROPS

http://www.elgo.gr/images/pdf/publications/other_publications/Poikilies-Ospriwn.pdf

<https://www.agric.wa.gov.au/lupins/lupin-essentials-%E2%80%93-growing-successful-lupincrop?page=0%2C2>

<http://www.lupins.org/feed/>

<https://www.pgro.org/downloads/Lupin-Agronomy-Guide-2014.pdf>