



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ  
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ  
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΦΑΙΝΟΤΥΠΙΚΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ  
ΥΛΙΚΟΥ ΕΙΔΩΝ ΛΟΥΠΙΝΟΥ



Επιβλέπουσα Καθηγήτρια Μπεμπέλη Πηνελόπη

ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ Σ. ΣΙΔΕΡΗΣ

ΑΘΗΝΑ, 2018



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ  
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ  
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΦΑΙΝΟΤΥΠΙΚΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ  
ΥΛΙΚΟΥ ΕΙΔΩΝ ΛΟΥΠΙΝΟΥ



Επιβλέπουσα Καθηγήτρια Μπεμπέλη Πηνελόπη

ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ Σ. ΣΙΔΕΡΗΣ

ΑΘΗΝΑ, 2018

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΤΜΗΜΑ  
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ  
ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ  
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ  
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΦΑΙΝΟΤΥΠΙΚΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ  
ΥΛΙΚΟΥ ΕΙΔΩΝ ΛΟΥΠΙΝΟΥ

ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ Σ. ΣΙΔΕΡΗΣ

Γεωπόνος

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΜΠΕΜΠΕΛΗ Π. (ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ)

ΜΕΛΟΣ: ΣΩΤΗΡΑΚΟΓΛΟΥ Κ. (ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ)

ΜΕΛΟΣ: ΤΑΝΗ Ε. (ΛΕΚΤΟΡΑΣ)

ΑΘΗΝΑ, 2018

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών Επιστήμες και Συστήματα Φυτικής Παραγωγής με κατεύθυνση Γεωργία, Βελτίωση Φυτών και Γεωργικός Πειραματισμός

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την Καθηγήτρια και Επιβλέπουσα κα. Πηνελόπη Μπεμπέλη για την ανάθεση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, την επίβλεψη και την καθοδήγησή της, την εμπιστοσύνη που μου έδειξε καθώς και την στήριξή της για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού κύκλου σπουδών.

Ευχαριστώ θερμά την Καθηγήτρια κα. Σωτηράκογλου Κυριακή, του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, του Τμήματος Επιστήμης και Φυτικής παραγωγής ,για την καθοδήγηση, τις συμβουλές και τις σωστές υποδείξεις της κατά την αξιολόγηση της διατριβής μου.

Ευχαριστώ θερμά την Λέκτορα κα. Τάνη Ελένη του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών του Τμήματος Επιστήμης και Φυτικής παραγωγής, για τις συμβουλές και σωστές υποδείξεις της κατά την αξιολόγηση της διατριβής μου.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την διδακτορική φοιτήτρια Λαζαρίδη Ευσταθία για το ενδιαφέρον και τη πολύτιμη βοήθεια της για την πραγματοποίηση του πειραματικού και του γραπτού μέρους αυτής της μελέτης.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους μεταπτυχιακούς συμφοιτητές μου καθώς και το προσωπικό του εργαστηρίου για την άριστη συνεργασία καθώς και τη συμβολή τους στην διεκπεραίωση αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα λούπινα είναι γνωστά στον άνθρωπο από αρχαιοτάτων χρόνων. Καλλιεργούμενα είδη αποτελούν τα *L. angustifolius* L. (μπλε λούπινο), *L. albus* L. (λευκό λούπινο) και *L. luteus* L. (κίτρινο λούπινο), είδη του Παλαιού κόσμου, καθώς και το *L. mutabilis* Sweet (λούπινο των Άνδεων), είδος του Νέου κόσμου. Το *L. mutabilis* άρχισε να ενδιαφέρει εκ νέου τους βελτιωτές τα τελευταία χρόνια καθώς αναπτύσσεται καλά σε πτωχά εδάφη και αποτελεί καλή πηγή για την παραγωγή ζωοτροφής, ελαίου και βιομάζας. Το φυτικό υλικό της παρούσας μελέτης αποτέλεσαν πέντε τοπικοί πληθυσμοί του είδους *L. mutabilis* (LIB201, LIB203, LIB206, LIB208 και LIB217), ενώ χρησιμοποιήθηκαν επίσης δύο ποικιλίες λούπινου *L. angustifolius* cv. 'Polo' και *L. albus* cv. 'Multitalia', καθώς και μία ποικιλία λευκού λούπινου υπό εγγραφή Πορτογαλικής προέλευσης (LIB224). Οι ποικιλίες αξιολογήθηκαν με βάση 48 αγρομορφολογικά χαρακτηριστικά. Η σπορά έγινε στον πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στις 9 Φεβρουαρίου 2017, ενώ το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτό των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων (ΤΠΟ) με τρεις επαναλήψεις. Για την εκτίμηση της ποικιλότητας χρησιμοποιήθηκε η στατιστική της γενετικής ποικιλότητας του Nei. Το σχήμα του σπόρου και ο αριθμός σπόρων ανά λοβό έλαβαν τις μεγαλύτερες τιμές ( $H_t=0,726$  και  $0,766$ , αντίστοιχα). Ο αριθμός των σπόρων ανά λοβό ήταν επίσης το χαρακτηριστικό που παράλλασε περισσότερο εντός των πληθυσμών ( $H_S=0,715$ ). Η σύγκριση μέσω Tukey-Kramer ( $p < 0,05$ ) έδειξε ότι οι περισσότεροι τοπικοί πληθυσμοί *L. mutabilis*, παρουσίασαν μεγαλύτερη ποικιλότητα από την cv. 'Polo' ως προς την ΗΡ. Οι δύο ποικιλίες λευκού λούπινου παρουσίασαν μία ενδιάμεση τιμή ( $0,17$  και  $0,21$ , για την cv. 'Multitalia' και τη LIB224, αντίστοιχα). Γενικά, την υψηλότερη μέση φαινοτυπική ποικιλότητα ( $H_P=0,26$ ) παρουσίασαν οι πληθυσμοί LIB201 και LIB203. Οι τρεις πρώτες κύριες συνιστώσες κατά την Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών (PCA) εξήγησαν το 51,62% της συνολικής ποικιλότητας. Με την πρώτη κύρια συνιστώσα σχετίστηκαν μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών όπως η ένταση του χρώματος του κεντρικού στελέχους, το χρώμα του μίσχου, η ένταση του χρώματος του κεντρικού στελέχους και ο τύπος κατάληξης των φυλλαρίων. Στη δεύτερη συνεισέφεραν κυρίως μορφολογικά χαρακτηριστικά του σπόρου και το νωπό και ξηρό βάρος των φυτών, ενώ με την τρίτη σχετίστηκαν χαρακτηριστικά που αφορούσαν στην απόδοση σε σπόρο όπως ο αριθμός λοβών ανά φυτό, ο αριθμός των σπόρων στην κεντρική καρποταξία και το βάρος σπόρων ανά φυτό. Κατά την PCA οι καταχωρήσεις *L. mutabilis*

ομαδοποιήθηκαν και διακρίθηκαν από τα άλλα είδη λούπινου, πλην της LIB208. Οι πληθυσμοί *L. mutabilis* που εξετάστηκαν αποτελούν χρήσιμη γονιδιακή πηγή στη βελτίωση.

Λέξεις κλειδιά: *Lupinus mutabilis*, αγρο-μορφολογικά χαρακτηριστικά, τοπικοί πληθυσμοί, χαρακτηρισμός

Κύρια σημεία εργασίας (highlights):

- Οι πληθυσμοί *Lupinus mutabilis* που διερευνήθηκαν, παρουσίασαν υψηλότερη (HP = 0,21-0,26) και στατιστικά σημαντική ποικιλότητα σε σχέση με τις εμπορικές ποικιλίες μπλε λούπινου (*L. angustifolius*) (0,14) και λευκού λούπινου (*L. albus*) (0,17-0,20).
- Σε αντίθεση με τον αριθμό των σπόρων που προήλθε από τις κεντρικές ταξιανθίες, ο αριθμός των σπόρων στις καρποταξίες 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> τάξης δε συνέβαλε στην ποικιλότητα.
- Κατά την Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών, οι τρεις πρώτες κύριες συνιστώσες εξήγησαν το 51,62% της συνολικής ποικιλότητας.

Εργαστήριο Βελτίωσης Φυτών και Γεωργικού Πειραματισμού, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα

## ABSTRACT

### Assessing phenotypic diversity of *Lupinus* species

EMMANOUIL SIDERIS<sup>1</sup>, EFSTATHIA LAZARIDI<sup>1</sup>, ELENI TANI<sup>1</sup>, KIRIAKI SOTIRAKOGLOU<sup>1</sup>, PENELOPE J. BEBELI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Plant Breeding and Biometry, Agricultural University of Athens, Iera Odos 75, 11855, Athens, Greece (bebeli@aua.gr)

Lupins are known and are cultivated by human for many years. Among them, *L. angustifolius* L. (blue lupin), *L. albus* L. (white lupin) and *L. luteus* L. (yellow lupin), originating from the Old World, as well as *L. mutabilis* Sweet (Andean Lupin), originating from the New World, are consisting the cultivated species. *L. mutabilis* can grow in marginal soils and consists a very good source of protein for feed, oil and biomass. These characteristics reflat breeders interest. The plant material used in this study consisted of five *L. mutabilis* landraces (LIB201, LIB203, LIB206, LIB208 και LIB217), two commercial varieties of blue and white lupin, *L. angustifolius* cv.

‘Polo’ and *L. albus* cv. ‘Multitalia’, as well as a variety of white lupin under registration with Portuguese origin (LIB224). The material was characterized and primarily evaluated using 48 agro-morphological traits. Sowing took place in the Agricultural University of Athens, on February 9<sup>th</sup>, 2017. The experimental design used was that of Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. In order to calculate the phenotypic diversity, we used the genetic diversity Index of Nei. Seed shape and the number of seeds per pod were the traits that received the higher values of total diversity ( $H_t=0.726$  and  $0.766$ , respectively). Number of seeds per pod was also the trait the differ the most within each population ( $H_S=0.715$ ). Tukey-Kramer means comparison method ( $p < 0,05$ ) showed that most of the *L. mutabilis* landraces presented higher variation in comparison to cv. ‘Polo’ referring to mean phenotypic diversity within each landrace across all traits ( $\bar{H}_P$ ). The two varieties of white lupin presented intermediate values of diversity ( $0.17$  and  $0.21$ , for cv. ‘Multitalia’ and LIB224, respectively). In general, the higher value of mean phenotypic diversity within each landrace across all traits ( $\bar{H}_P=0.26$ ) presented by LIB201 and LIB203. The three first principal axes during Principal Component Analysis (PCA) explained an amount of 51.62% of the total variation. Morphological traits like color intensity of main stem, petiole color and leaflet shape related to the first principal component. Plants fresh and dry weight were related primarily to the second principal

axis, while in the third were seed yield contributed traits such as number of pods per plant, number of seeds of the main stem and seed weight per plant. PCA managed to group *L. mutabilis* landraces and discriminate them from the other two lupin species, except from LIB208. *L. mutabilis* landraces used in this experiment consist therefore a useful and valuable source of plant breeding.

**Keywords:** *Lupinus mutabilis*, agro-morphological traits, characterization, landraces

**Highlights:**

- Landraces of *Lupinus mutabilis* presented higher, statistically significant diversity ( $H'P = 0.21-0.26$ ) in comparison to the commercial varieties of blue lupin (*L. angustifolius*) (0.14) and white lupin (*L. albus*) (0.17-0.20).
- In contrast to the number of seeds of the main inflorescence, number of seeds of the primary and secondary inflorescences did not contribute in the total variation.
- The first three principal axes explained a total amount of 51.62% of the total phenotypic diversity during Principal Component Analysis (PCA)



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΦΑΙΝΟΤΥΠΙΚΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΕΙΔΩΝ ΛΟΥΠΙΝΟΥ .....	1
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΦΑΙΝΟΤΥΠΙΚΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΕΙΔΩΝ ΛΟΥΠΙΝΟΥ .....	2
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	4
ABSTRACT .....	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	14
1.1 Λούπινο.....	14
1.1.1. Ταξινόμηση.....	14
1.1.2. Καταγωγή & Διάδοση .....	15
1.1.3. Βοτανική περιγραφή.....	19
1.1.4. Ανάπτυξη και προσαρμοστικότητα .....	20
1.1.5. Καλλιεργητική Τεχνική.....	21
1.1.5.1. Αμειψισπορά .....	21
1.1.5.2. Κατεργασία και Λίπανση εδάφους .....	22
1.1.5.3. Λίπανση .....	22
1.1.6. Προϊόντα & Χρήσεις.....	23
1.1.7. Φυσικές ιδιότητες σπόρου .....	31
1.1.8. Χημικές ιδιότητες σπόρου .....	34
1.1.9. Αντιθρεπτικοί παράγοντες.....	35
1.1.10. Αποδόσεις.....	40
1.1.11. Εχθροί και Ασθένειες.....	44
1.1.12. Γενετική.....	44
1.1.13. Φυτογενετικοί πόροι .....	46
1.1.14. Περιγραφητές .....	49
1.1.14.2. Στοιχεία περιγραφητών και ανάλυση δεδομένων .....	50
1.1.14.3. Τύποι δεδομένων.....	51
1.1.14.4. Κλίμακες.....	51
1.1.15. Σκοπός της μελέτης.....	53
2. Υλικά και Μέθοδοι .....	54
2.1. Φυτικό υλικό .....	54
2.2. Σχεδίαση πειράματος.....	54
2.3. Ανάλυση εδάφους .....	54
2.4. Ποικιλίες.....	58
2.5. Προβλάστηση σπόρων.....	58
2.6. Μετρήσεις .....	65
2.7. Ανάλυση δεδομένων.....	75
2.7.1. Ταξινόμηση σε κλάσεις και ανάλυση δεδομένων .....	75
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	76
3.1 Ανάλυση εδάφους .....	76
3.2. Μετεωρολογικά δεδομένα.....	77
3.3 Χαρακτηρισμός συλλογής πληθυσμών.....	78
3.3.1 Χαρακτηριστικά που σχετίζονται με το βλασθητικό στάδιο .....	78

3.3.2. Χαρακτηριστικά που σχετίζονται με το αναπαραγωγικό στάδιο .....	79
3.3.3. Χαρακτηριστικά που σχετίζονται με το στάδιο καρποφορίας .....	79
3.3.4. Χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη μορφολογία του σπόρου .....	79
3.3.5. Χαρακτηριστικά μετά συγκομιδής και αγρονομικά χαρακτηριστικά .....	80
3.4. Φαινοτυπική παραλλακτικότητα πληθυσμών .....	84
3.4.1. Συνολική φαινοτυπική παραλλακτικότητα (Ht).....	84
3.4.2. Φαινοτυπική παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών (Gst).....	86
3.4.3. Φαινοτυπική παραλλακτικότητα εντός κάθε πληθυσμού (Hs) .....	89
3.4.4. Μέση φαινοτυπική παραλλακτικότητα κάθε πληθυσμού (Hr) .....	90
3.5. Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών (PCA).....	92
3.6. Ανάλυση κατά συστάδες (Cluster Analysis).....	97
3.7. Ανάλυση θρεπτικών στοιχείων.....	98
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	100
4.1. Χαρακτηρισμός συλλογής πληθυσμών.....	100
4.2. Φαινοτυπική παραλλακτικότητα τοπικών πληθυσμών.....	102
4.3. Ανάλυση κυρίων συνιστωσών (PCA).....	104
4.4. Διαχωρισμός γονοτύπων με βάση τα μορφολογικά και αγρονομικά χαρακτηριστικά .....	106
4.5. Ανάλυση θρεπτικών στοιχείων.....	106
4.6. Συμπεράσματα .....	107
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	109
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 .....	117
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 .....	135

# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1.1.1: Ταξινόμηση του γένους <i>Lupinus</i> .....	14
Πίνακας 1.1.1.2: Διαχωρισμός υπο-ομάδων « <i>Platycarpos</i> ».....	15
Πίνακας 1.1.2.1: Διακριτά χαρακτηριστικά των δύο οικογενειών λούπινων.....	16
Πίνακας 1.1.7.1: Βάρος σπόρων τεσσάρων ποικιλιών λούπινων.....	33
Πίνακας 1.1.8.1: Χημικές ιδιότητες σπόρου των κυρίων ειδών λούπινων.....	34
Πίνακας 1.1.8.2: Περιεκτικότητα αμινοξέων στους σπόρους των τεσσάρων ποικιλιών λούπινων .....	35
Πίνακας 1.1.9.1: Ποσότητες αλκαλοειδών στα λούπινα .....	36
Πίνακας 1.1.10.1: Οι δέκα μεγαλύτερες χώρες σε καλλιέργεια λούπινου.....	40
Πίνακας 1.1.10.2: Οι διακυμάνσεις της παγκόσμιας παραγωγής ανά έτος .....	41
Πίνακας 1.1.10.3: Καλλιέργεια (σε τόνους) λούπινου στην Ελλάδα.....	43
Πίνακας 1.1.13.1: Συλλογές ποικιλιών λούπινου σε τράπεζες γενετικού υλικού ανά τον κόσμο.....	48
Πίνακας 1.1.14.1: Ενδεικτικά στοιχεία περιγραφητή ποσοτικού χαρακτηριστικού .....	49
Πίνακας 1.1.14.3.1: Περιγραφητής για ποιοτικό δεδομένο .....	51
Πίνακας 2.3.1: Επανάληψη 1 .....	56
Πίνακας 2.3.2: Επανάληψη 2 .....	56
Πίνακας 2.3.3: Επανάληψη 3 .....	57
Πίνακας 2.3.4: Επεξήγηση κωδικών .....	57
Πίνακας 2.5.1: Περίοδος καταγραφής φυτρωτικότητας ανά ποικιλία λούπινου.....	60
Πίνακας 2.5.2: Μετρήσεις και ημερομηνία καταγραφής καθέ σταδίου κατά προβλάστηση και βλάστηση .....	61
Πίνακας 2.6.1: Πίνακας μετρήσεων .....	66
Πίνακας 2.6.2: Πίνακας μετατροπής ποσοτικών χαρακτηριστικών σε διακριτά γνωρίσματα .....	73
Πίνακας 3.1.1: Χημική ανάλυση δειγμάτων εδάφους .....	76
Πίνακας 3.1.2: Μηχανική ανάλυση δειγμάτων εδάφους.....	77
Πίνακας 3.2.1 : Μετεωρολογικά δεδομένα .....	77
Πίνακας 3.3.1 : Πίνακας ποσοτικού χαρακτηρισμού ποικιλιών .....	81
Πίνακας 3.4.2.1: Συνολική φαινοτυπική παραλακτικότητα .....	87
Πίνακας 3.4.4.1: Ελάχιστη, μέση και μέγιστη φαινοτυπική παραλλακτικότητα ποικιλιών	91

Πίνακας 3.4.4.2: Ανάλυση ANOVA για τη μέση φαινοτυπική παραλλακτικότητα ποικιλιών .....	91
Πίνακας 3.4.4.3: Ανάλυση σύγκρισης μέσων για την φαινοτυπική παραλλακτικότητα ποικιλιών .....	91
Πίνακας 3.5.1: Ανάλυση κυρίων συνιστωσών, καθώς και ποσοστό ολικής μεταβλητότητα .....	93
Πίνακας 3.5.2: Διαχωρισμός των μορφολογικών χαρακτηριστικών σε επτά κύριες συνιστώσες .....	93
..... Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
Πίνακας 3.7.1: Μέσοι όροι, τυπικές αποκλίσεις και σύγκριση μέσων, όσον αφορά την συγκέντρωση των σπόρων των ποικιλιών σε θρεπτικά στοιχεία.....	99

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1.6.1: Συνδυαστική καλλιέργεια σιτάρι-κανόλα-σιτάρι-λούπινο στην περιοχή Swartland, στην νότια Αφρική.....	25
Εικόνα 1.1.6.2: Διάφορα είδη ζώων που μπορούν να τραφούν με λούπινο .....	26
Εικόνα 1.1.6.3: Λούπινο προς ανθρώπινη κατανάλωση .....	27
Εικόνα 1.1.6.4: Λούπινο ως συστατικό σε συνταγή μαγειρικής .....	27
Εικόνα 1.1.6.5: Λούπινο ως συστατικό σε φάρμακα .....	28
Εικόνα 1.1.6.6: Λούπινο ως συστατικό σε καλλυντικό σκεύασμα .....	29
Εικόνα 1.1.6.7: Σαπούνι κατασκευασμένο από λούπινο.....	30
Εικόνα 1.1.7.1: Σπόροι <i>L. albus</i> .....	31
Εικόνα 1.1.7.2: Σπόροι <i>L. luteus</i> .....	31
Εικόνα 1.1.7.3: Σπόροι <i>L. angustifolius</i> .....	32
Εικόνα 1.1.7.4: Σπόροι <i>L. Mutabilis</i> .....	32
Εικόνα 1.1.7.5: Διάφοροι σπόροι λούπινων.....	33
Εικόνα 1.1.9.1: Κατεστραμμένος βλαστός από τον μύκητα <i>Diaporthe toxica</i> .....	38
Εικόνα 1.1.9.2: Ειδοποίηση σε συσκευασία μακαρονιών όπου αναφέρεται το λούπινο, ως πιθανό συστατικό .....	39
Εικόνα 1.1.12.1: Χαρτογράφηση γονιδιώματος <i>L. albus</i> .....	45
Εικόνα 2.5.1: Επανάληψη 1 .....	62
Εικόνα 2.5.2: Επανάληψη 2 .....	62

Εικόνα 2.5.3: Επανάληψη 3 .....	63
Εικόνα 2.5.4: Επανάληψη 1 .....	63
Εικόνα 2.5.5: Επανάληψη 2 .....	64
Εικόνα 2.5.6: Επανάληψη 3 .....	64
Εικόνα Π1: Marginals .....	117
Εικόνα Π2: Προετοιμασία και σπορά σε δισκάκια στο θερμοκήπιο .....	117
Εικόνα Π3: Τέλος σποράς στο θερμοκήπιο .....	118
Εικόνα Π4: Προσβολή σπόρων στα τριβλία.....	118
Εικόνα Π5: Επανασπορά σπόρων .....	119
Εικόνα Π6: Η ποικιλία Ρολο στον αγρό ώστε να λάβει άλλες θερμοκρασίες από αυτές του θερμοκηπίου πριν τη μεταφύτευση.....	119
Εικόνα Π7: Στασιμότητα της Ρολο πριν τη μεταφύτευση σε σχέση με το θερμοκήπιο.....	120
Εικόνα Π8: Ποικιλία LIB208.....	120
Εικόνα Π9: Ποικιλία LAMultitalia.....	121
Εικόνα Π10: Ποικιλία LIB201.....	121
Εικόνα Π11: Ποικιλία LIB224.....	122
Εικόνα Π12: Ποικιλία LIB203.....	122
Εικόνα Π13: Ποικιλία LIB206.....	123
Εικόνα Π14: Marginals .....	123
Εικόνα Π15: Επανάληψη 1.....	124
Εικόνα Π16: Επανάληψη 2.....	124
Εικόνα Π17: Επανάληψη 3.....	125
Εικόνα Π18: Επανάληψη 1.....	125
Εικόνα Π19: Επανάληψη 2.....	126
Εικόνα Π20: Επανάληψη 3.....	126
Εικόνα Π21: LIB206 50% σταδίου ανθοφορίας.....	127
Εικόνα Π22: LIB201 ανθοφορία σε πλάγιο βλαστό.....	127
Εικόνα Π23: LIB206 σε περίοδο ανθοφορίας.....	128
Εικόνα Π24: Ζυγαριά ακριβείας Mettler PE3600 δύο δεκαδικών, χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις μετρήσεις από τη συγκομιδή έως το τέλος .....	128
Εικόνα Π25 Πυραντήριο LM-312 της εταιρίας Linn High Therm .....	129
Εικόνα Π26: Φλογοφωτόμετρο (Sherwood Model 410, Cambridge, UK) το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση καλίου, νατρίου .....	129
Εικόνα Π27: Μύλος καφέ bosch για το θρυμματισμού του σπόρου.....	130
Εικόνα Π28: Μύλος καφέ bosch για το θρυμματισμού του σπόρου.....	130
Εικόνα Π29: Διαδικασία μέτρησης φωσφόρου .....	131

Εικόνα Π30: Διαδικασία μέτρησης φωσφόρου .....	131
Εικόνα Π31: Φασματοφωτόμετρο Anthos zenyth 200rt της εταιρίας Biochrom για τη μέτρηση απορρόφησης Ολικού Φωσφόρου (P).....	132
Εικόνα Π32: Φασματοφωτόμετρο Anthos zenyth 200rt της εταιρίας Biochrom για τη μέτρηση απορρόφησης Ολικού Φωσφόρου (P).....	132
Εικόνα Π33: Κάψιμο για τη μέτρηση συνολικής πρωτεΐνης στο DT 220 Digestor της FOSS, σπόρου με τη μέθοδο kjeldahl.....	133
Εικόνα Π34: Κάψιμο για τη μέτρηση συνολικής πρωτεΐνης στο DT 220 Digestor της FOSS, σπόρου με τη μέθοδο kjeldahl.....	133
Εικόνα Π35: Διαδικασία μέτρησης συνολικής πρωτεΐνης με τη μέθοδο kjeldahl και τη βοήθεια του Kjelttec 8400 της εταιρίας FOSS .....	134
Εικόνα Π36 : Διαδικασία μέτρησης συνολικής πρωτεΐνης με τη μέθοδο kjeldahl και τη βοήθεια του Kjelttec 8400 της εταιρίας FOSS .....	134

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ

## ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1.1.10.4 Καλλιέργεια (σε τόνους) λούπινου στην Ελλάδα, με ξεκάθαρη αύξηση στην καλλιέργεια το έτος 2014.....	43
Διάγραμμα 1.1.14.4.1: Ενδεικτικά στοιχεία του περιγραφητή (Προσαρμογή από Bioersivity International, 2007).....	50
Διάγραμμα 1.1.14.4.2: Τύποι δεδομένων και αντίστοιχες κλίμακες(Προσαρμογή από Bioersivity International, 2007).....	52
Διάγραμμα 3.5.1: Δισδιάστατη απεικόνιση διαχωρισμού των ποικιλιών .....	96
Διάγραμμα 3.5.2: Τρισδιάστατη απεικόνιση διαχωρισμού των ποικιλιών.....	96
Δενδρόγραμμα 3.6.1: Διαχωρισμός των ποικιλιών με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους.....	98

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Λούπινο

### 1.1.1. Ταξινόμηση

Πίνακας 1.1.1.1: Ταξινόμηση του γένους *Lupinus*

Ταξινόμηση	
Βασίλειο	Plantae – plantes, Planta, Vegetal, plants
Φύλο	Embryophyta
Κλάση	Magnoliopsida
Τάξη	Fabales
Οικογένεια	Fabaceae – peas, legumes
Γένος	<i>Lupinus</i> L. – lupine, lupins

Πηγή: (<https://www.itis.gov>)

Το γένος *Lupinus* της οικογένειας των ψυχανθών αποτελείται από ποώδη, αναρριχητικά και θαμνώδη φυτά και ποικίλει στον φυσικό κόσμο. Λόγω σφαλμάτων στον τρόπο ταξινόμησης, τα είδη λούπινων κάποτε θεωρείτο ότι ξεπερνούσαν τα 1000, ενώ πλέον υπολογίζεται ότι φτάνουν περίπου τα 280 (Eastwood κ.ά, 2008), όπως αναφέρεται στο Australian Government, Office of the gene technology regulator, 2013 παράγραφος 5). Ο αριθμός τους με βάση τον αμερικανικό οργανισμό ενοποιημένων συστημάτων ταξινόμησης (ITIS) μειώνεται ακόμα περισσότερο σε 164 καταγεγραμμένα είδη (Integrated Taxonomic Information System, αποτελέσματα αναζήτησης βάσης δεδομένων με τον όρο «*Lupinus*»).

Τα είδη λούπινων μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο ευρύτερες οικογένειες (υπογένη): Τα «*Lupinus*» ή «είδη του Παλιού Κόσμου» τα οποία κατάγονται από περιοχές όπως η Μεσογειακή λεκάνη και η Ανατολική Αφρική και τα λούπινα «*Platycarpos*» ή «είδη του Νέου Κόσμου» (Kurlovich B.S., 2002)

Πηγή: (<https://sites.google.com/site/biodiversityoflupins/home>)

Ευρύτερα γνωστό από τα «είδη του Νέου Κόσμου» είναι το *L. mutabilis* Sweet (Andes), γνωστό στην ελληνική βιβλιογραφία ως «Λούπινο των Άνδεων» (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012). Ο αριθμός των «*Platycarpos*» φθάνει τα 152 καταγεγραμμένα είδη ενώ ο αριθμός των «*Lupinus*» μόλις τα 12 τα οποία ωστόσο χωρίζονται σε δύο

μικρότερες υπό-ομάδες (Malacospermae και Scabrispermae) σύμφωνα με τον Πίνακα 1.1.1.2. Η τάξη των Malacospermae εμφανίζεται στην περιοχή της Μεσογείου και έχει λείο σπόρο στην αφή ενώ η τάξη των Scabrispermae έχει τραχύ σπόρο και εμφανίζεται σε πιο ξηρές περιοχές όπως η Ανατολική Μεσόγειος και η Βόρεια Αφρική.

Πίνακας 1.1.1.2: Διαχωρισμός υπό-ομάδων «Platycarpos»

Malacospermae	Scabrispermae
L. augustifolius	L. pilosus
L. albus	L. cosentinii
L. luteus	L. digitatus
L. hispanicus	L. prince
L. micranthus	L. palaestinus L. atlanticus L. somaliensis

Πηγή: (Gladstones, 1984)

### 1.1.2. Καταγωγή & Διάδοση

Η ονομασία των λούπινων του γένους «Lupinus» εικάζεται ότι προήλθε από την λατινική λέξη “lupus” = «λύκος», λόγω της ομοιότητας που παρουσιάζουν τα παλαμοειδή φύλλα τους με τα αποτυπώματα που αφήνουν τα πέλματα του λύκου (Palibin, 1945, όπως αναφέρεται στο Kurlovich B.S., 2002). Σύμφωνα με την θεωρία του Wegener (1966) για την κίνηση των λιθοσφαιρικών πλακών, γνωρίζουμε σήμερα γιατί πανομοιότυπα είδη φυτών βρίσκονται σε τόσο απομακρυσμένες μεταξύ τους πλευρές του πλανήτη. Οι πρώτοι πρόγονοι του γένους Lupinus πιθανότατα δημιουργήθηκαν κατά την Κρητιδική εποχή (Cretaceous period) στο βόρειο τμήμα της Παγγαίας (Laurasia) πριν από 300 με 200 εκατομμύρια χρόνια (Kurlovich B.S., 2002). Ως αποτέλεσμα του διαχωρισμού της Παγγαίας στη βόρεια και την νότια ήπειρο, 200 με 180 εκατομμύρια χρόνια πριν, οι απομακρυσμένοι πρόγονοι του λούπινου συνέχισαν να αναπτύσσονται αλλά ξεχωριστά ο ένας από τον άλλον. Σύμφωνα με την θεωρία του Vavilov (1922) η εξέλιξη τους έγινε παράλληλα, χωρίς ωστόσο να είναι πανομοιότυπη για τις διαφορετικές ομάδες πρώτο-λούπινων.

Η υπόθεση ότι το γένος Lupinus διαμορφώθηκε στο βόρειο τμήμα της Παγγαίας εξηγεί εν μέρει γιατί η Βόρεια Αμερική είναι η περιοχή όπου μέχρι σήμερα αναπτύσσονται τα



περισσότερα είδη λούπινου. Η κατανομή των πρωτογενών λούπινων προς νοτιότερες περιοχές του πλανήτη όπως η Νότια Αμερική, η Μεσογειακή λεκάνη και η Βόρεια Αφρική μπορεί να προήλθε από μετεωρολογικούς παράγοντες ή έντονη σεισμική δραστηριότητα (Kurlovich B.S., 2002). Ωστόσο, με τον διαχωρισμό των ηπείρων (Πίνακας 1.1.2.1) αναπτύχθηκαν οι δύο ευρύτερες οικογένειες (υπογένη) λούπινων που αναφέραμε: «Lupinus» ή «είδη του Παλιού Κόσμου» και «Platycarpos» ή «είδη του Νέου Κόσμου») τα οποία έχουν μεταξύ τους διακριτά χαρακτηριστικά (Wallace A. Crowling κ.ά, 1998):

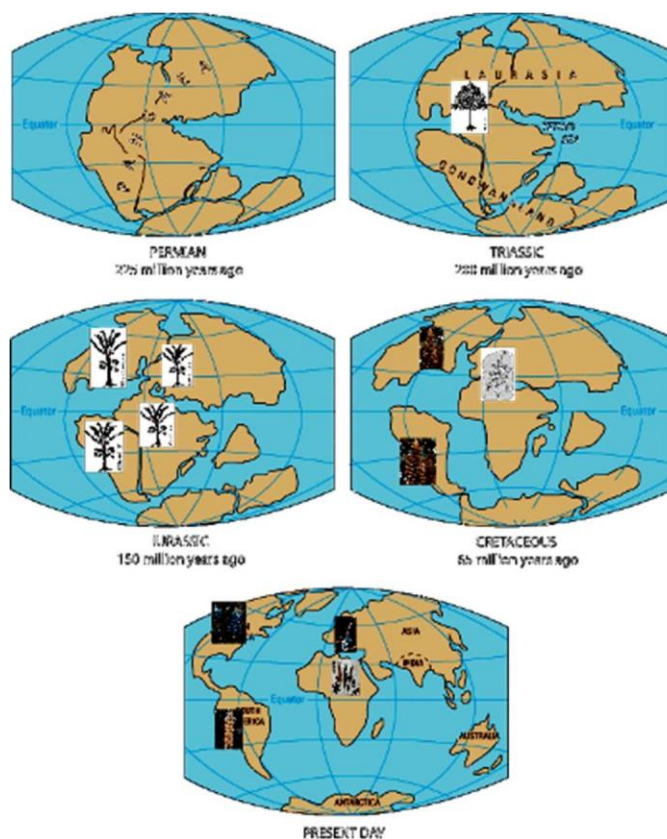
**Πίνακας 1.1.2.1: Διακριτά χαρακτηριστικά των δύο οικογενειών λούπινων**

Κύρια χαρακτηριστικά	Παλαιού κόσμου (Ανατολικό Ημισφαίριο)	Νέου Κόσμου (Δυτικό Ημισφαίριο)
Αριθμός χρωμοσωμάτων	32, 36, 38, 40, 50, 52	36, 48, 96
Είδος φυτού	Βοτανώδης	Ορθόκλαδο και βοτανώδης
Καρπός	Κυρίως μεγάλο σε μέγεθος, με καλά διαμορφωμένη φυτρωτικότητα και χωρίς ενδοσπέρμιο	Κυρίως μικρό σε μέγεθος, με ελαφρώς διαφοροποιημένη φυτρωτικότητα και με ενδοσπέρμιο
Τρόπος γονιμοποίησης	Κυρίως αυτογονιμοποιούμενο	Κυρίως σταυρογονιμοποιούμενο
Κύκλος ανάπτυξης	Ετησίως	Κυρίως πολυετές

Πηγή: (Kurlovich B.S., 2002)

Ωστόσο, υπάρχουν και άλλες θεωρίες για την καταγωγή του γένους *Lupinus*, συμπεριλαμβανομένων των εξής παρακάτω Cristofolini (1989), όπως αναφέρεται στο Wallace A. Crowling κ.ά, 1998 (σ. 29):

- Γενετική καταγωγή (Monophyletic origin) σε «είδη του Παλιού Κόσμου» και «είδη του Νέου Κόσμου» όπου σημειώθηκε παράλληλη εξέλιξη μέσα από διαφορετικούς προγόνους σύμφωνα με την θεωρία του Vavilov.
- Γενετική ομοιότητα και παράγοντας διαφοροποίησης στην Αμερικανική ήπειρο
- Γενετική ομοιότητα και παράγοντας διαφοροποίησης στην Μεσόγειο
- Γενετική ομοιότητα και κατάταξη στην ίδια κατηγορία με τα υπόλοιπα Ψυχανθή (Genisteeae)



Εικόνα 1.1.2.1: Εξέλιξη των πρώτο-λούπινων κατά την διάρκεια του διαχωρισμού των ηπείρων

Πηγή: (<https://sites.google.com/site/biodiversityoflupins/11>)

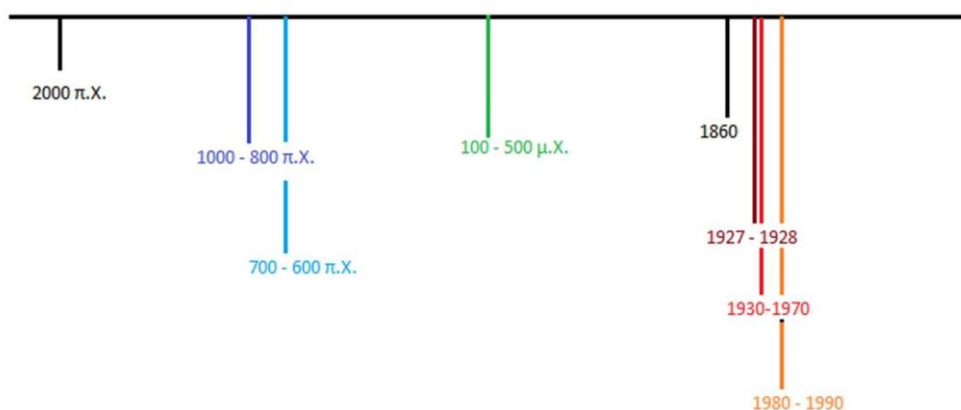
Ως πιο πιθανές περιοχές απ' όπου προήλθε το γένος *Lupinus* βάσει μελετών μοριακής εξέλιξης έχουν προταθεί: Η Μεσογειακή λεκάνη, η βόρεια Αμερική και η νότια Αμερική (Hondelmann, 1984, όπως αναφέρεται στο Australian Government, Office of the gene technology regulator, 2013).

Συγκεκριμένα, τα «είδη του Παλιού Κόσμου» είναι πιο πιθανό να προέρχονται από την περιοχή της Μεσογείου ή από την βόρεια και ανατολική Αφρική και τα «είδη του Νέου Κόσμου» σχεδόν αποκλειστικά να προέρχονται από την βόρεια Αμερική (Wink κ.ά, 1999) όπως αναφέρεται στο Australian Government, Office of the gene technology regulator, 2013. Παρότι μόνο το 10% των λούπινων συναντάται στην Μεσόγειο και το υπόλοιπο 90% στην βόρεια και νότια Αμερική, τα περισσότερα καλλιεργήσιμα είδη λούπινων βρίσκονται στην περιοχή της Μεσογείου (Πίνακας 1.1.2.2).

Πίνακας 1.1.2.2: Περιοχές όπου βρίσκονται κυρίως τα καλλιεργήσιμα είδη λούπινων

<i>L. augustifolius</i>	Μεσόγειος, κυρίως στην Ιβηρική Χερσόνησο
<i>L. albus</i>	Μεσόγειος
<i>L. luteus</i>	Δυτική Ιβηρική Χερσόνησο, Μεσόγειος
<i>L. mutabilis</i>	Εκουαδόρ, Περού, Βολιβία / στις Άνδεις (2.000 - 4.000 μ.)

Μάλιστα τα λούπινα σύμφωνα με αναφορές αρχαίων συγγραφέων είναι γνωστά ότι καλλιεργούνταν από αρχαιοτάτων χρόνων (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012) και συγκεκριμένα από το 4.000 π.Χ. (Kurlovich B.S., 2002). Δεδομένου ότι το λευκό λούπινο (*L. albus*) ήταν διαδεδομένο στην Αρχαία Ελλάδα, εύκολα μπορεί κανείς να συμπεραίνει ότι μέσω του εμπορίου και της ναυτιλίας το συγκεκριμένο είδος διαδόθηκε και σε άλλους πολιτισμούς της Μεσογειακής λεκάνης. Με παρόμοιο τρόπο και κυρίως μέσω της επιλεκτικής καλλιέργειας εύκολα ο πολιτισμός των Νάσκα στις νότιες ακτές του Περού διέδωσε σε όλη την Αμερική το λούπινο των Άνδεων (*L. mutabilis*).



Εικόνα 1.1.2.2: Ιστορικό χρονοδιάγραμμα καλλιέργειας λούπινου

**2000 π.Χ.:** Το λευκό λούπινο (*L. albus*) χρησιμοποιείται για πρώτη φορά στην διατροφή των Αρχαίων Ελλήνων και Αρχαίων Αιγυπτίων, ως ζωοτροφή αλλά και ως φαρμακευτικό στοιχείο.

**1000 – 800 π.Χ.:** Το λευκό λούπινο (*L. albus*) χρησιμοποιείται ως χλωρά λίπανση στην Αρχαία Ρώμη και στις μεσογειακές της αποικίες.

**700 – 600 π.Χ.:** Το λούπινο των Άνδεων (*L. mutabilis* Sweet) καλλιεργείται για πρώτη φορά στην Αμερικανική ήπειρο.

**100 – 500 μ.Χ.:** Το λούπινο των Άνδεων (*L. mutabilis* Sweet) αναπαρίσταται σε πήλινα σκεύη του πολιτισμού Νάσκα στις νότιες ακτές του Περού.

**1860:** Το μπλε (*L. augustifolius*) και το κίτρινο λούπινο (*L. luteus*) χρησιμοποιούνται ως χλωρά λίπανση στην περιοχή της Βαλτικής και αργότερα στην Γερμανία.

**1927 – 1928:** Στη Γερμανία αναπτύσσονται φυτοκομικοί μέθοδοι διαλογής για τη βελτίωση του λούπινου σε ποικιλίες με μικρή περιεκτικότητα αλκαλοειδών (*L. mutabilis* Sweet).

**1930 – 1970:** Νέες ποικιλίες με μικρή περιεκτικότητα σε αλκαλοειδή δημιουργήθηκαν στην Γερμανία, την Σουηδία και την Ρωσία με την χρήση καρπών (διάτρητων) από τις ποικιλίες κίτρινο λούπινο (*L. luteus*), λευκό λούπινο (*L. albus*), μπλε λούπινο (*L. angustifolius*) και λούπινο των Άνδεων (*L. mutabilis*).

**1980 – 1990:** Το μπλε λούπινο (*L. cosentinii*) καλλιεργείται ευρέως στην Αυστραλία και την Ρωσία για χρήση στην ζωοτροφία.

Πηγή: (Clements κ.ά, 2005)

### 1.1.3. Βοτανική περιγραφή

Τα λούπινα που καλλιεργούνται ανά τον κόσμο είναι ποώδη, ετήσια φυτά. Παρουσιάζουν όρθια ανάπτυξη κι έχουν μία ισχυρή πασσαλώδη ρίζα, η οποία εισχωρεί βαθιά στο έδαφος και παρουσιάζει έντονη διακλάδωση. Στις ρίζες του λούπινου αναπτύσσονται μεγάλα φυμάτια από τα ριζόβια βακτήρια.

Τα στελέχη του φυτού είναι χονδρά και διακλαδίζονται χωρίς να πλαγιαίνουν. Το ύψος τους κυμαίνεται από 20 έως 100 cm και εξαρτάται από τις συνθήκες ανάπτυξης και το γονότυπο. Τα λούπινα έχουν χαρακτηριστικά σύνθετα παλαμοειδή φύλλα, όπου τα φυλλάρια εκφύονται κυκλικά από το άκρο του μίσχου. Ο αριθμός των φυλλαρίων (5-11), το μέγεθος και το πλάτος τους εξαρτάται από το είδος και την ποικιλία. Στο *Lupinus albus* παρατηρούνται μεγάλα πλατιά φυλλάρια, ενώ στα *L. angustifolius* και *L. luteus* υπάρχουν μακριά και στενά.

Το λούπινο φέρει άνθη σε μεγάλες βοτρυώδεις ταξιανθίες, σε ακραίες θέσεις. Ανάλογα με το χρώμα του άνθους διακρίνουμε το *L. albus* (λευκό), το *L. angustifolius* (μπλε), το *L. luteus* (κίτρινο) και το *L. mutabilis* (μαργαριτώδες). Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι το μπλε λούπινο είναι κυρίως αυτογονιμοποιούμενο, ενώ το λευκό και κίτρινο σταυρογονιμοποιούνται σε ποσοστό 9-40%, έχοντας ως κύριο επικονιαστή τις μέλισσες. Η καρπόδεση και η ανάπτυξη του λοβού γίνεται από τη βάση της ταξιανθίας και συνολικά σε μικρό ποσοστό, χωρίς να οφείλεται σε ατελή γονιμοποίηση.

Ανάλογα με την ποικιλία και το είδος, οι λοβοί του λούπινου είναι δερματώδεις, χνοώδεις και περιλαμβάνουν 2-6 σπόρους. Οι σπόροι είναι μεγάλοι, με σχήμα που ποικίλει από τετράγωνο, πεπλατυσμένο έως ωοειδές και χρώμα υποκίτρινο έως

ωχροειδές. Διαφορές παρατηρούνται ανά είδος λούπινου, καθώς το μπλε έχει μικρούς, νεφροειδείς σπόρους με καστανές κηλίδες, ενώ το κίτρινο έχει μικρούς πεπλατυσμένους, πιο σκούρους με μαύρα στίγματα

#### 1.1.4. Ανάπτυξη και προσαρμοστικότητα

Το φύτεμα του λούπινου είναι επίγειο και απαιτεί ελάχιστη θερμοκρασία εδάφους 3 – 4° C. Παρουσιάζει συνεχή ανάπτυξη, σε επίπεδα με καθορισμένη διαμόρφωση. Ο κύριος βλαστός αποτελεί το πρώτο επίπεδο, με αριθμό φύλλων που εξαρτάται από το είδος και την ποικιλία, καθώς κι από την περιοχή, την εποχή σποράς και το περιβάλλον. Η σπορά το φθινόπωρο ευνοεί την ανάπτυξη περισσότερων φύλλων σε αντίθεση με την ανοιξιάτικη σπορά. Επίσης, ο ρυθμός παραγωγής καταβολών φύλλων στο ακραίο μερίστωμα καθώς και ο χρόνος μετατροπής του σε ταξιανθία επηρεάζουν τον αριθμό των φύλλων. Καταβολές φύλλων σταματούν να παράγονται με το πέρας της εαρινοποίησης.

Από τους οφθαλμούς στη βάση των κατώτερων φύλλων εκπύσσονται διακλαδώσεις πρώτης τάξης με βλαστούς που θα καταλήξουν σε ταξιανθία. Κάτω από την ταξιανθία αυτή θα αναπτυχθεί ένα νέο επίπεδο βλαστών με ακριβώς την ίδια καθορισμένη ανάπτυξη. Με αυτόν τον τρόπο από τη μία δημιουργείται ανταγωνισμός μεταξύ των λοβών των κατώτερων ταξιανθιών και αυτών στις νέες διακλαδώσεις από την άλλη παρατηρείται παράταση του βιολογικού κύκλου και ανομοιόμορφη ωρίμανση. Έτσι, υπάρχουν δύο συστήματα που συμβάλλουν στην αλλαγή της αρχιτεκτονικής του φυτού, η καθορισμένη ανάπτυξη κι ο νανισμός.

Η καθορισμένη ανάπτυξη αφορά στη χρονική στιγμή όπου οι οφθαλμοί του φυτού μετατρέπονται σε ανθοφόρους και δεν παράγονται νέα βλαστικά όργανα. Με αυτό τον τρόπο, ο αριθμός βλαστών περιορίζεται σε δύο το πολύ επίπεδα κι έτσι η ωρίμανση είναι πιο σύντομη και ομοιόμορφη. Ο νανισμός δημιουργεί βραχεία μεσογονάτια και κάποιες φορές ακόμα και μικρότερα φύλλα και μείωση μήκους του μίσχου. Το λευκό λούπινο έχει υποστεί αρκετές μεταλλάξεις που αφορούν και την καθορισμένη ανάπτυξη και τον νανισμό.

Τα λούπινα είναι φυτά εύκρατων κλιμάτων και δεν αντέχουν τον παγετό. Όμως, στις περισσότερες καλλιεργούμενες ποικιλίες, και ειδικά αυτές που σπέρνονται το φθινόπωρο, απαιτείται ένα διάστημα χαμηλών θερμοκρασιών έτσι ώστε να επέλθει εαρινοποίηση. Τα νεαρά φυτά του λούπινου αντέχουν θερμοκρασίες μέχρι - 4 °C, αλλιώς προκαλούνται ζημιές. Κρίσιμο είναι και το στάδιο της αναπαραγωγικής

ανάπτυξης κατά τις αρχές της άνοιξης, λόγω παγετών. Γι' αυτό το λόγο στις μεσογειακές χώρες προτείνεται η φθινοπωρινή σπορά. Επιπλέον, σε θερμοκρασίες κάτω των 2 – 5 °C μειώνεται η ανάπτυξη των φυτών καθώς και ο σχηματισμός των φυματίων από ριζοβακτήρια. Τη μέγιστη ανθεκτικότητα στις χαμηλές θερμοκρασίες παρουσιάζει το *L. angustifolius*, έπειτα το *L. albus* και τέλος το *L. luteus* ενώ παραλλακτικότητα ως προς την ανθεκτικότητα παρατηρείται εντός του είδους, μεταξύ των ποικιλιών. Εξίσου ζημιογόνες με τις χαμηλές θερμοκρασίες είναι και οι υψηλές, αφού όταν η θερμοκρασία ημέρας φτάνει τους 33 °C κατά την άνθηση, συνήθως προκαλείται πτώση ανθέων και λοβών.

Σημαντική είναι η παρουσία ικανοποιητικών επιπέδων νερού κατά τα κρίσιμα στάδια άνθησης, καρπόδεσης και γεμίσματος λοβού, καθώς πιθανή έλλειψη μπορεί να μειώσει τη απόδοση σε καρπό. Για αυτό το λόγο, όταν το λούπινο καλλιεργείται ως ξηρικό, επιβάλλεται η ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου να γίνεται πριν την εξάντληση των υδατικών αποθεμάτων του εδάφους. Η κατάκλιση του εδάφους με νερό επηρεάζει το λούπινο ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης, ενώ ευνοεί προσβολές από μύκητες *Fusarium spp* και *Botrytis cinerea*.

Οι εδαφικές απαιτήσεις του λούπινου είναι μικρές σε σχέση με άλλα ψυχανθή. Μπορεί να καλλιεργηθεί σε ξηρά και πτωχά εδάφη, ανάλογα με το είδος. Το *L. angustifolius* προτιμά τα αμμοπηλώδη εδάφη μέτριας γονιμότητας, το *L. albus* τα βαριά πηλοαμμώδη μέτριας προς υψηλής γονιμότητας, ενώ το *L. luteus* τα αμμώδη μικρής γονιμότητας. Σε σχέση με τα υπόλοιπα ψυχανθή αντέχει τα όξινα εδάφη, όμως προτιμά ελαφρώς όξινα έως ουδέτερα (pH 5,5 – 6,5) και μπορεί να καταταχθεί στα μετρίως ευαίσθητα στην αλκαλικότητα φυτά. Υψηλή περιεκτικότητα ασβεστίου στο έδαφος προκαλεί χλώρωση σε διάφορα μέρη του φυτού.

### 1.1.5. Καλλιεργητική Τεχνική

#### 1.1.5.1. Αμειψισπορά

Ως ψυχανθές το λούπινο μπορεί να ενταχθεί σε σύστημα αμειψισποράς με συγκεκριμένα φυτά. Ικανοποιητικά αποτελέσματα έχει δώσει η αμειψισπορά λούπινο-σιτάρι. Σε σχέση με άλλα ψυχανθή, το λούπινο επέδρασε θετικά σε καλλιέργεια μπιζελιού που ακολούθησε, σε αμμώδη εδάφη, καθώς οι ποσότητες αζώτου στο έδαφος ήταν μεγαλύτερες.

#### 1.1.5.2. Κατεργασία και Λίπανση εδάφους

Συνήθως η κατεργασία που γίνεται για καλλιέργεια λούπινου είναι η κλασσική, παρόμοια με αυτή των χειμερινών σιτηρών. Αρχικά, γίνεται όργωμα μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχοπτώσεις ή μετά τη συγκομιδή της προηγούμενης καλλιέργειας. Καλοκαιρινό όργωμα αποφεύγεται καθώς μειώνει τα ήδη χαμηλά ποσοστά εδαφικής υγρασίας, εκτός κι αν υπάρχουν πολυετή ζιζάνια. Έπειτα, γίνεται ψιλοχωμάτισμα με δισκοσβάρνα ή με καλλιεργητή. Όμως, σε χωράφια που δεν υπάρχουν πολυετή ζιζάνια, είναι δυνατή η μειωμένη κατεργασία, καθώς το λούπινο έχει ισχυρό ριζικό σύστημα το οποίο μπορεί να εισχωρήσει ακόμα και σε σκληρά εδάφη.

#### 1.1.5.3. Λίπανση

Το λούπινο έχει συγκεκριμένες απαιτήσεις σε λίπανση. Γενικά αποφεύγεται η αζωτούχος λίπανση, ενώ απαραίτητη είναι η φωσφορική και η καλιούχος μόνο σε πτωχά εδάφη. Το συμβιωτικό ριζόβιο του λούπινου είναι το *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*) το οποίο δεν έχει αναφερθεί στα μεσογειακά κλίματα, γι' αυτό και συνιστάται ο εμβολιασμός του σπόρου με κατάλληλα ριζόβια. Το ισοζύγιο του αζώτου από την καλλιέργεια λούπινου είναι συνήθως θετικό με τιμές από 1,4 - 1,8kg N/στρ.

#### 1.1.5.4. Σπορά

Ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες, το λούπινο μπορεί να καλλιεργηθεί είτε ως φθινοπωρινό είτε ως ανοιξιάτικο. Στην Ελλάδα, συνιστάται η πρώιμη φθινοπωρινή σπορά, μετά τις πρώτες βροχές. Με αυτή τη μέθοδο, αφενός αυξάνεται η απόδοση, καθώς υπάρχει ο απαραίτητος χρόνος για να ωριμάσουν περισσότερες ταξιανθίες, αφετέρου, αποφεύγονται οι υψηλές θερμοκρασίες στις οποίες είναι ευαίσθητο. Όσο για την πυκνότητα σποράς, συνήθως ακολουθείται ο γενικός κανόνας, όπου σε όψιμες σπορές η πυκνότητα είναι μεγαλύτερη. Σε αραιές σπορές αναπτύσσονται περισσότερες διακλαδώσεις, οπότε έχουμε και περισσότερους λοβούς ανά φυτό. Η πρώιμη σπορά με μεγάλη πυκνότητα δίνει υψηλότερα ποσοστά σε πρωτεΐνες και έλαιο, ενώ σε ποικιλίες υψηλών αποδόσεων συνιστάται μεγάλη πυκνότητα. Η ποσότητα σπόρου εξαρτάται από το μέγεθός του, τις συνθήκες σποράς, τα παθογόνα εδάφους καθώς και τη βλαστική ικανότητα του σπόρου αλλά για τα ελληνικά δεδομένα,

χρησιμοποιούνται 12 – 14 kg/στρ. Συνήθως η σπορά γίνεται με σπαρτικές σιτηρών σε γραμμές, με αποστάσεις 20 – 30 cm και σε βάθος 3 – 4 cm.

#### 1.1.5.6. Συγκομιδή

Μεγάλη σημασία έχει η έγκαιρη συγκομιδή προκειμένου να αποφευχθεί το έντονο πλάγιασμα, το τίναγμα σπόρων ή ακόμα κι η πτώση ολόκληρων λοβών από το φυτό. Στις ποικιλίες περιορισμένης ανάπτυξης η συγκομιδή είναι ευκολότερη, καθώς η ωρίμανση είναι ομοιόμορφη. Γενικά, προτείνεται συγκομιδή τη χρονική στιγμή που έχουν ωριμάσει οι περισσότεροι λοβοί, όταν οι κατώτεροι σπόροι έχουν 12% υγρασία και το κατώτερο τμήμα βλαστών είναι πράσινο. Η συγκομιδή γίνεται με θεριζοαλωνιστικές, και παρατηρούνται απώλειες 5-10%, λόγω των ξυλοποιημένων στελεχών. Γι' αυτό, καλό είναι να συγκομίζονται τις πρώτες πρωινές ώρες, που υπάρχει αυξημένη υγρασία στα φυτά. Αν η καλλιέργεια ήταν σποροπαραγωγική, θα πρέπει να ελεγχθεί η υγρασία σπόρων κατά τη συγκομιδή (18-20%) και έπειτα με θέρμανση στους 40 °C να φτάσει σε ποσοστό 14%. Τέλος, αν η καλλιέργεια προορίζεται για χλωρή μάζα ή ενσίρωμα, συγκομίζεται στο στάδιο μαλακής ζύμης. (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012)

#### 1.1.6. Προϊόντα & Χρήσεις

Από το 2000 π.Χ. γινόταν χρήση λούπινου, ενώ πρώτη φορά χρησιμοποιήθηκε από τους Αρχαίους Έλληνες για ανθρώπινη κατανάλωση αλλά και για ιατρική χρήση όπως αναφέρει ο Ιπποκράτης (400 – 350 π.Χ.). Αργότερα, η χρήση του επεκτάθηκε από τους Ρωμαίους, όχι μόνο ως συστατικό φυτικής λίπανσης, αλλά και ως αντικείμενο μεγάλης ανταλλακτικής αξίας σε παιχνίδια έναντι χρημάτων, εξού και το λατινικό όνομα *nummus lupinus* (χρήμα σε μορφή λούπινων).

Επειδή η κατανάλωση λούπινου από τον άνθρωπο απαιτούσε να γίνει πρώτα ξεπίκρισμα ώστε να αφαιρεθεί το αλκαλοειδές περιεχόμενο του φυτού, η χρήση του για ανθρώπινη κατανάλωση περιορίστηκε σημαντικά τα επόμενα χρόνια. Εν τέλει, θεωρήθηκε φαγητό για τις πολύ φτωχές κοινωνικές τάξεις, ως το «κρέας του φτωχού» για εκείνους που δεν είχαν άλλο τρόπο να επιβιώσουν παρά μόνο με την κατανάλωση σπόρων λούπινου που περιέχει υψηλά ποσοστά σε πρωτεΐνη. Στην Ιταλία είναι γνωστό ότι η χρήση του άγριου μπλε λούπινου (*L. angustifolius*) ανέβαινε σε περίοδο



λιμού (εξού και η έκφραση *lupino salvatico*) (Gladstones, 1974), ενώ στην βόρεια Ελλάδα και στην Πίνδο το μπλε λούπινο (*L. angustifolius*) καταναλωνόταν συχνά ως άγριος καφές (Wallace A. Cowling κ.ά, 1984).

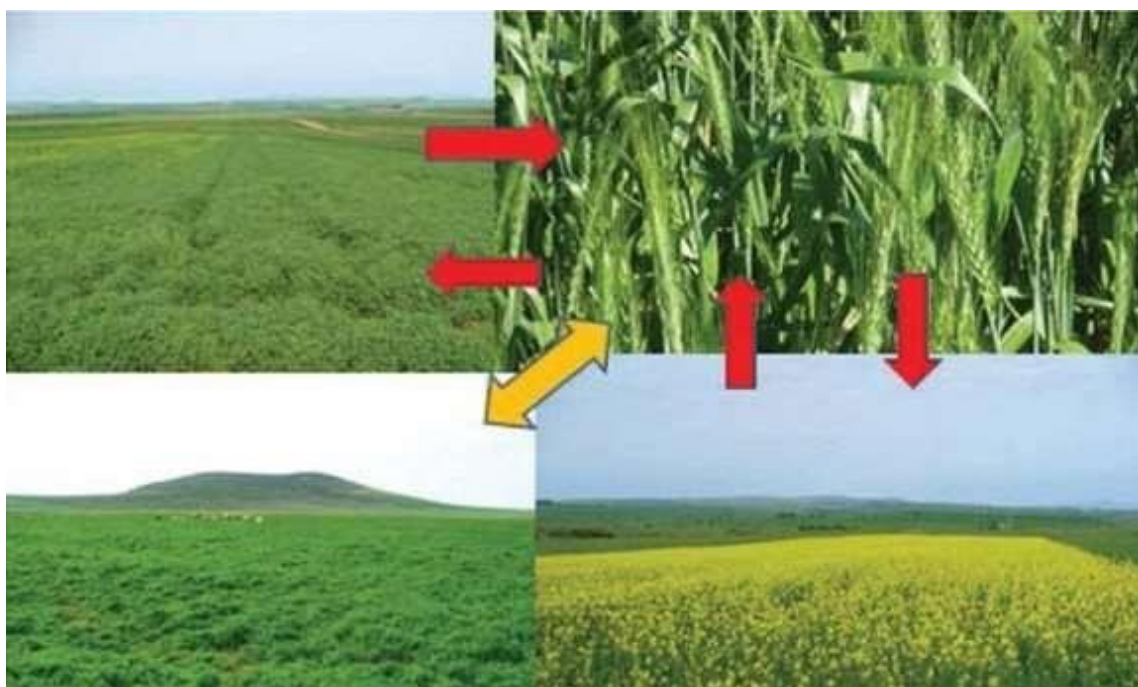
Σύγχρονες μορφές χρήσης:

1. Ανθοκομική χρήση
2. Φυτική Λίπανση
3. Ζωοτροφή
4. Ανθρώπινη τροφή
5. Συστατικό φαρμακευτικών προϊόντων
6. Συστατικό καλλυντικών προϊόντων
7. Άλλες χρήσεις

Ανθοκομική χρήση: Πολλά είδη λούπινου (όπως τα *L. polyphyllus* and *L. regalis* και υβριδικής μορφής, χρησιμοποιούνται στην ανθοκομία και πωλούνται για οικιακή χρήση προκειμένου να διακοσμούν κήπους σπιτιών (Wallace A. Cowling κ.ά, 1984).

Φυτική λίπανση: Τα λούπινα ως Κυαμοειδή (*Fabaceae*) ενεργούν ως αζωτούχος λίπανση καθώς εμφανίζουν αζωτοδεσμευτική ικανότητα στο έδαφος μέσω της συμβιωτικής τους σχέσης με ριζόβια βακτήρια. Τα βακτήρια μαζί με το λούπινο συνδυαστικά κάνουν πιο έφορο και αποδοτικό το έδαφος (Australian government, *The biology of Lupinus L. – lupin or lupine*, 2013)

Κατά συνέπεια, χρησιμοποιούνται συχνά ως χλωρά λίπανση αλλά και συνδυαστικά με άλλα είδη (κυρίως σιτηρά) ως εναλλακτική σπορά για την καλλιέργεια και την γονιμότητα του εδάφους. Η συνδυαστική καλλιέργεια λούπινου και σιταριού έχει παρατηρηθεί ειδικότερα στην δυτική Αυστραλία όπου τα είδη *L. angustifolius* and *L. albus* καλλιεργούνται εναλλακτικά με σιτάρι αλλά και αλλού (G. Reeves κ.ά , 1984).



Εικόνα 1.1.6.1: Συνδυαστική καλλιέργεια σιτάρι-κανόλα-σιτάρι-λούπινο στην περιοχή Swartland, στην νότια Αφρική

Πηγή: (<http://www.grainsa.co.za/improve-your-wheat-yield-with-crop-rotation/>  
[https://www.researchgate.net/publication/248890128\\_Effects\\_of\\_lupin-wheat\\_rotations\\_on\\_soil\\_fertility\\_crop\\_disease\\_and\\_crop\\_yields](https://www.researchgate.net/publication/248890128_Effects_of_lupin-wheat_rotations_on_soil_fertility_crop_disease_and_crop_yields))

Ζωοτροφή: Τα είδη *L. luteus*, *L. albus*, *L. augustifolius* και *L. mutabilis* χρησιμοποιούνται συχνά ως ζωοτροφή (Εικόνα 1.1.6.δ) σε φάρμες αλλά κυρίως οι σπόροι τους καθώς τα φυλλώματα είναι πολύ πικρά σε γεύση για τα περισσότερα είδη ζώων. Τα τελευταία χρόνια γλυκές ποικιλίες από τα παραπάνω είδη λούπινων έχουν αντικαταστήσει τους σπόρους σόγιας ως εναλλακτική μορφή ζωοτροφής ενώ μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε ιχθυοκαλλιέργειες. Λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας του σπόρου τους σε άμυλο και της υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη τα παραπάνω είδη λούπινων έχουν γίνει μία από τις κυριότερες εναλλακτικές μορφές ζωοτροφών όταν απαιτείται ενισχυμένη παρουσία σόγιας.

Ωστόσο, απαιτείται προσοχή καθώς λόγω της υψηλής συγκέντρωσης σε ινώδη ουσίες λόγω του χονδρού περισπέρμιου στα λούπινα χρειάζεται η απομάκρυνση μέρους ή ολόκληρου του περισπέρμιου μέσω επεξεργασίας σε ειδικούς μύλους προκειμένου να είναι ασφαλής η κατανάλωσή του από τα ζώα και να αποφεύγονται

αργότερα προβλήματα στην διαδικασία της πέψης (Παπακώστα–Τασοπούλου Δέσποινα, 2012).



Εικόνα 1.1.6.2: Διάφορα είδη ζώων που μπορούν να τραφούν με λούπινο

Πηγή: (<http://lupinanimalfeed.blogspot.gr/>)

Ανθρώπινη κατανάλωση: Στις μέρες μας, οι καρποί από τις γλυκές ποικιλίες λούπινων καταναλώνονται σε διάφορα μέρη του κόσμου ως μορφή ελαφρού γεύματος (σνακ). Για παράδειγμα σε μέρη της λατινικής Αμερικής όπως το Περού και η Βολιβία αλλά και σε πολλές αραβικές χώρες πωλούνται στον δρόμο ως πρόχειρο φαγητό ενώ στην Ευρώπη και συγκεκριμένα στην Πορτογαλία επεξεργασμένοι καρποί από τις γλυκές ποικιλίες λούπινων προσφέρονται ως συνοδευτικό σνακ για την μπύρα.

Παρότι υπολογίζεται ότι λιγότερο από το 4% της παγκόσμιας παραγωγής λούπινου χρησιμοποιείται για ανθρώπινη κατανάλωση (Εικόνες 1.1.6.ε-στ), παρόλα αυτά περίπου 500.000 τόνοι φαγητού ετησίως που περιέχουν ως συστατικό το λούπινο καταναλώνονται μόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση κυρίως μέσω της προσθήκης αλευριού από λούπινο σε προϊόντα αρτοποιίας.

Ωστόσο, πλέον το γλυκό λούπινο αποτελεί μέρος καθημερινής ανθρώπινης διατροφής όχι μόνο ως άλευρο αλλά και ως μορφή εναλλακτικού «ζυμαρικού», ως εναλλακτικό της σόγιας αλλά και ως συστατικό στην ιαπωνική κουζίνα (miso), ακόμα και στην αυστραλιανή κουζίνα (tempo foods), μέσω και της διαδομένης πλέον κατηγοριοποίησής του ως «superfood» και φαγητό για δίαιτες που ακολουθούν όσοι επιλέγουν να είναι vegeterians.

Πηγή: (<https://www.vegan-athletes.com/en/powerfood-lupine-alternative-soy-seitan-vegan-diet/>)

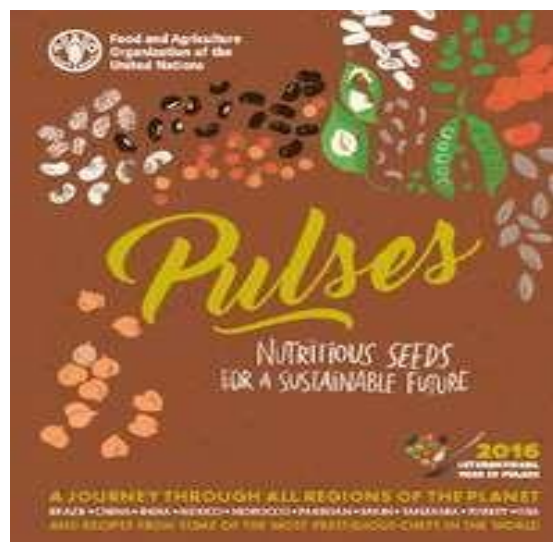
Επίσης, το λούπινο μπορεί να βρεθεί διαθέσιμο στο εμπόριο σε μορφή αλίπαστου αλλά λόγω της υψηλής του περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη και ως συμπλήρωμα διατροφής. Η θρεπτική αξία του λούπινου έχει αναγνωριστεί αρκετά στις μέρες μας ώστε να υπάρχουν επίσης βιβλία με συνταγές μαγειρικής αποκλειστικά αφιερωμένες στην χρήση λούπινου. Τέλος, στο διαδίκτυο μπορεί κανείς σε αναγνωρισμένες ιστοσελίδες μαγειρικής (όπως για παράδειγμα η cookipedia), να βρει συνταγές που περιέχουν γλυκό λούπινο,

Πηγή: ([https://www.cookipedia.co.uk/recipes\\_wiki/Lupins](https://www.cookipedia.co.uk/recipes_wiki/Lupins))



Εικόνα 1.1.6.3: Λούπινο προς ανθρώπινη κατανάλωση

Πηγή: (<http://www.lupins.org/products/#recipes>)



Εικόνα 1.1.6.4: Λούπινο ως συστατικό σε συνταγή μαγειρικής

Πηγή: (<http://www.fao.org/documents/card/en/c/3c37a47f-228c-4bdc-b8a5-593759464eb4/>)

Συστατικό φαρμακευτικών προϊόντων: Παρότι οι έρευνες που έχουν γίνει για το λούπινο δεν επικεντρώνονται ακόμα σε τυχόν φαρμακευτικές ιδιότητες, είναι ευρέως γνωστή η μέχρι τώρα χρήση και κατανάλωση του σπόρου των *L. luteus* and *L. albus* ως διουρητικό, βοηθητικό για την εμμηνόρροια, υπογλυκαιμικό βοήθημα, και αντισκωληκικό φυτικό φάρμακο. Για εξωτερική χρήση, εφόσον γίνει η κατάλληλη πλύση (επεξεργασία) για την αφαίρεση των αλκαλοειδών συστατικών, είναι κατάλληλο να χρησιμοποιηθεί ως κατάπλασμα για μορφές έλκους. Το σημαντικότερο, μέχρι σήμερα, εμπόδιο για την ευρεία χρήση του λούπινου ως φυτικό φαρμακευτικό σκεύασμα (Εικόνα 1.1.6.5) είναι η υψηλή συγκέντρωση αλκαλοειδών και η πιθανή υψηλή συγκέντρωση τοξικών παραγόντων στους καρπούς των «πικρών» ποικιλιών λούπινου που προκαλούν μυκοτοξική λουπίνωση (mycotoxic lupinosis).

Πηγή: (<https://www.webmd.com/vitamins-supplements/ingredientmono-339-yellow%20lupin.aspx?activeingredientid=339&activeingredientname=yellow%20lupin>, <http://www.naturalmedicinalherbs.net/herbs/l/lupinus-albus=white-lupin.php>)

Παρά τις επιφυλάξεις για την ευρεία χρήση του λούπινου σε φαρμακευτικά σκευάσματα, είναι σημαντικό να αναφερθούμε στην στάση του Αμερικανικού ομοσπονδιακού οργανισμού τροφών και φαρμάκων (FDA “US Food and Drug Administration”) που έχει επισήμως εγκρίνει σήμερα την χρήση του λούπινου για την παραγωγή συγκεκριμένων κατηγοριών φαρμάκων.



Εικόνα 1.1.6.5: Λούπινο ως συστατικό σε φάρμακα

Πηγή: (<https://www.drugs.com/imprints/lupin-500-12753.html>)

Συστατικό καλλυντικών προϊόντων: Λόγω των επιφυλάξεων που προέκυψαν μέσω ερευνών στη χρήση σιτηρών, σόγιας και ξηρών καρπών από τη βιομηχανία παραγωγής καλλυντικών προϊόντων (Cosmetic ingredient review, 2014), προκύπτει σήμερα η ανάγκη να μελετηθεί περισσότερο η χρήση εναλλακτικών φυτών όπως ο καρπός του *L. albus* που έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη από τα προηγούμενα στοιχεία και παράλληλα χαμηλότερη αλλεργιογόνα επίδραση κατά την χρήση ως καλλυντικό προϊόν. Στοιχεία και εκχυλίσματα που μπορούν να εξαχθούν κυρίως από τον σπόρο του *L. albus* όπως έλαιο (Lupin oil), λιπίδια, πεπτιδία και πρωτεΐνες (protein hydrolysates), μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καλλυντικά σκευάσματα (Εικόνα 1.1.6.6) και κυρίως για καλλυντικά δέρματος. Η ωφελιμότητα των στοιχείων αυτών επικεντρώνεται κυρίως στην ενυδάτωση, οξυγόνωση των ιστών, τόνωση της ελαστικότητας του δέρματος, ενίσχυση της κυκλοφορίας του αίματος στα μικρότερα αγγεία και “αντι-γηραντική” δράση.

Πηγή: (<http://www.lupin.fr/en/applications/cosmetics/>)

Στη βιομηχανία καλλυντικών στην Γαλλία φυτικά φαρμακευτικά σκευάσματα με συστατικά λούπινου χρησιμοποιούνται εδώ και χρόνια ενώ θεωρούνται αρκετά ασφαλή για χρήση ακόμα και από εγκύους και βρέφη.



Εικόνα 1.1.6.6: Λούπινο ως συστατικό σε καλλυντικό σκευάσμα

Πηγή: (<https://www.mustela.com/en/content/Body-Firming-Gel#toggle4>)

Συστατικά:

Aqua/Water/Eau, PEG-6, Butylene Glycol, Dextrin, 1,2-Hexanediol, Diphenylsiloxy Phenyl Trimethicone, Acrylates/C10-30 Alkyl Acrylate Crosspolymer, Glyceryl

Caprylate, Dimethicone/Phenyl Vinyl Dimethicone Crosspolymer, Parfum (Fragrance), Xanthan Gum, PPG-26-Buteth-26, Helianthus Annuus (Sunflower) Seed Oil, Sodium Hydroxide, Glucose, Hydrolyzed Soy Protein, PEG-40 Hydrogenated Castor Oil, Sophora Japonica Fruit Extract, Hydrolyzed Avocado Protein, Maltodextrin, Centella Asiatica Extract, Sorbitol, Citric Acid, Caramel, Lupinus Albus Seed Extract, Pentylene Glycol, CI 16035 (Red 40), Tocopherol.

Άλλες χρήσεις: Με τη χρήση του λαδιού που παράγει το λούπινο, μπορούν να παρασκευασθούν σαπούνια (Εικόνα 1.1.6.7) για οικιακή χρήση, ενώ μέσω των ινών από λούπινα μπορούν να παρασκευασθούν νύματα για κάθε είδους ρουχισμό. Στο Αμβούργο μάλιστα ήδη από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα είχε γίνει φεστιβάλ λούπινου όπου διάφορα προϊόντα και εκθέματα είχαν κατασκευασθεί από λούπινο ή έκδοχα λούπινου (γεύμα φαγητού, τραπεζομάντηλα, κόλλα για φακέλους αλληλογραφίας κ.λπ).

Πηγή: (<https://www.botanical.com/botanical/mgmh/l/lupins50.html>)



Εικόνα 1.1.6.7: Σαπούνι κατασκευασμένο από λούπινο

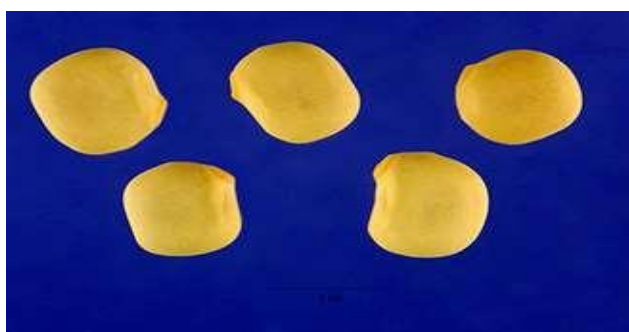
Πηγή: (<https://www.madeinthemaritimes.com/collections/health-beauty/products/the-laughing-pear-lupin-meadow-soap-1>)

### 1.1.7. Φυσικές ιδιότητες σπόρου

Από θέμα μορφολογίας, λόγω της μεγάλης ποικιλίας ειδών λούπινου στο φυσικό περιβάλλον, οι σπόροι του φυτού παρουσιάζουν εξίσου μεγάλη μορφολογική ποικιλία όπως και το φυτό. Οι σπόροι, ωστόσο, των τεσσάρων κυριότερων από άποψη καλλιέργειας λούπινων είναι ως εξής:

*L. albus*: Σπόροι λείοι, τετράγωνοι, σχετικά μεγάλοι σε μέγεθος, με εξομαλυμένες άκρες. Οι σπόροι από άποψη χρώματος φαίνονται λευκοί με ελαφρώς εκρού/ροζ απόχρωση ή με καφέ πιτσιλιές (σκιές) (Clark, 2014; El Bassam, 2010; Jansen, 2006).

Πηγή: (<https://www.feedipedia.org/node/279>)



Εικόνα 1.1.7.1: Σπόροι *L. albus*

Πηγή: (<https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=LUAL22#>)

*L. luteus*: Σπόροι με νεφροειδή και λείο σχηματισμό/επιφάνεια. Φαίνονται λευκοί ή έχουν και έντονα σκούρα στίγματα στις επιφάνειές τους.

Πηγή: (<https://www.feedipedia.org/node/23097>)



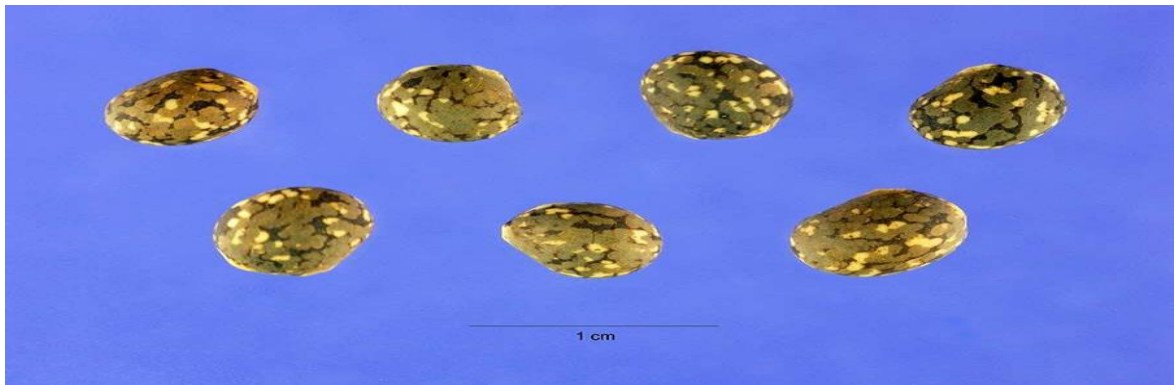
Εικόνα 1.1.7.2: Σπόροι *L. luteus*

Πηγή: (<https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=LULU80#>)



*L. angustifolius*: Οι σπόροι του συγκεκριμένου είδους έχουν σκληρή εξωτερική επιφάνεια ενώ μπορούν να παραμείνουν ενεργοί προς καρποφορία στο έδαφος μέχρι και 20 χρόνια. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι είναι σχεδόν αδύνατο να απαλύψεις το μπλε λούπινο από περιφραγμένο χώρο βοσκής. Οι σπόροι αυτοί είναι συνήθως πράσινοι με μικρά λευκά και καφέ στίγματα,

Πηγή: (<https://www.feedipedia.org/node/23099>)



Εικόνα 1.1.7.3: Σπόροι *L. angustifolius*

Πηγή: (Steve Hurst, USDA-NRCS PLANTS Database)

*L. mutabilis*: Σπόροι συνήθως λευκοί, παρότι μπορεί να υπάρξουν και ποικιλίες του συγκεκριμένου είδους με καφέ, μαύρο ή ποικιλόχρωμο σπόρο (μωσαϊκό),

Πηγή: (<https://www.cultivariable.com/instructions/other-vegetables/tarwi-lupinus-mutabilis/>)



Εικόνα 1.1.7.4: Σπόροι *L. Mutabilis*

Πηγή: (Steve Hurst, USDA-NRCS PLANTS Database)

Αντίστοιχα, σε καθαρό βάρος οι σπόροι των τεσσάρων παραπάνω ποικιλιών διαφέρουν σημαντικά. Σύμφωνα με τον Πίνακα 1.1.7.1 φαίνεται ξεκάθαρα ότι ο σπόρος του *L. albus* παρουσιάζει την μεγαλύτερη απόκλιση σε βάρος από τα υπόλοιπα είδη, ενώ το *L. luteus* εμφανίζει την μικρότερη απόκλιση έναντι των υπολοίπων.

Πίνακας 1.1.7.1: Βάρος σπόρων τεσσάρων ποικιλιών λούπινων

Είδος	Βάρος (mg)
<i>L. angustifolius</i>	30-240
<i>L. albus</i>	120-870
<i>L. luteus</i>	50-150
<i>L. mutabilis</i>	80-280

Πηγή: (Gladstones, J.S. (1974) *Lupins of the Mediterranean Region and Africa*/ Planchuelo, A.M. (1999) *Biodiversity of lupins in South America*)



Εικόνα 1.1.7.5: Διάφοροι σπόροι λούπινων

Πηγή: ([https://www.cookipedia.co.uk/recipes\\_wiki/Lupins](https://www.cookipedia.co.uk/recipes_wiki/Lupins))

### 1.1.8. Χημικές ιδιότητες σπόρου

Οι σπόροι λούπινου με βάση στοιχειώδεις χημικές αναλύσεις, όπως αυτή στον παρακάτω πίνακα, κατατάσσονται σε σπόρους που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, ίνες, βασικά αμινοξέα, έλαια και άλλα θρεπτικά συστατικά. Στον παρακάτω Πίνακα 1.1.8.1 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα για τα καλλιεργούμενα είδη *L. angustifolius*, *L. albus*, *L. luteus* και *L. mutabilis*.

Πίνακας 1.1.8.1: Χημικές ιδιότητες σπόρου των κυρίων ειδών λούπινων

Συστατικά	<i>L. angustifolius</i>		<i>L. albus</i>		<i>L. luteus</i>		<i>L. mutabilis</i>	
	Καρπός (%)	Πυρήνας καρπού (%)	Καρπός (%)	Πυρήνας καρπού (%)	Καρπός (%)	Πυρήνας καρπού (%)	Καρπός (%)	Πυρήνας καρπού (%)
Υγρασία	9	12	9	11	9	12	8	10
Πρωτεΐνη	32	41	36	44	38	52	44	52
Λίπος	6	7	9	11	5	7	14	17
Τέφρα	3	3	3	4	3	4	3	4
Ίνες	15	9	10	2	13	2	7	10
Λιγνίνη	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
NSP *	22	29	17	21	8	11	9	10
Ολιγοσακχαρίτες	4	6	7	8	9	12	5	6
Άμυλο	ND **		ND **		ND **			

NSP \*= Μη αμυλούχοι πολυσακχαρίτες (non-starch polysaccharides)  
ND \*\*= Δεν ανιχνεύεται (Not detectable)

Πηγή: Information portal of lupins 2010, Petterson 1998, όπως αναφέρεται στο Australian Government, Office of the gene technology regulator, 2013, σ. 21

Λόγω της υψηλής συγκέντρωσης σε καθαρή πρωτεΐνη, ο σπόρος του λούπινου θεωρείται ότι ανήκει στην κατηγορία των «υπερ-τροφών» (superfoods). Σε σύγκριση μάλιστα με άλλες κατηγορίες οσπριοειδών όπως ο αρακάς και τα φασόλια σόγιας, περιέχει πολύ μικρότερη συγκέντρωση αντιθρεπτικών πρωτεϊνών (Glencross, 2001). Σύμφωνα με τον Πίνακα 1.1.8.2 οι σπόροι λούπινου περιέχουν συγκεκριμένα υψηλή συγκέντρωση σε πρωτεϊνικά αμινοξέα όπως λυσίνη, αργινίνη και φενυλαλανίνη (Glencross, 2001), ενώ η περιεκτικότητα μη απαραίτητων αμινοξέων μεθιονίνης και κυστίνης είναι χαμηλή.

### Πίνακας 1.1.8.2: Περιεκτικότητα αμινοξέων στους σπόρους των τεσσάρων ποικιλιών λούπινων

Αμινοξέα	Ποσότητα στον καρπό			
	L. augustifolius	L. albus	L. luteus	L. mutabilis
Λυσίνη	1.46%	1.58%	2.07%	Ø
Μεθιονίνη	0.20%	0.24%	0.27%	Ø
Κυστίνη	0.42%	0.49%	0.88%	Ø

Πηγή: (Lupins-Cowling, σ. 38)

Η περιεκτικότητα σε ίνες είναι ιδιαίτερα υψηλή λόγω του χονδρού περισπέρμιου του καρπού το οποίο καταλαμβάνει και το μεγαλύτερο τμήμα από το βάρος του καρπού. Για τα καλλιεργήσιμα είδη (L. augustifolius, L. albus, L. luteus, L. mutabilis) το ποσοστό στο καθαρό βάρος του καρπού διαμορφώνεται ως εξής:

L. augustifolius = 25%

L. albus = 15%

L. luteus = 30%

L. mutabilis = 12%

Πηγή: (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012)

Τέλος, τα προαναφερθέντα καλλιεργήσιμα είδη λούπινου έχουν εξαιρετικά χαμηλή περιεκτικότητα σε άμυλο, ειδικότερα σε σύγκριση με τον αρακά και τα ρεβίθια, και ως αποτέλεσμα εμφανίζουν σχεδόν μηδενικό γλυκαιμικό δείκτη (GI). (Information port of lupins, 2010 Australian Government, Office of the gene technology regulator, 2013, σ. 22).

### 1.1.9. Αντιθρεπτικοί παράγοντες

Αλκαλοειδή: Σύμφωνα με τον Πίνακα 1.1.9.1 τα λούπινα περιέχουν εν γένει υψηλή περιεκτικότητα σε αζωτούχες αλκαλοειδής ενώσεις, εξού και η πικρή γεύση που έχουν μέσω της οποία μπορούν να «αμύνονται» με φυσικό τρόπο κατά των φυτοφάγων θηλαστικών. Ιστορικά είναι γνωστό ότι τα άγρια «πικρά» λούπινα αφήνονταν για παρατεταμένη χρονική σε νερό (μούσκεμα) ώστε μέσω αυτής της τεχνικής να επιτυγχάνεται η αφαίρεση των αλκαλοειδών ενώσεων ώστε να μπορούν να

χρησιμοποιηθούν εν συνεχεία για ανθρώπινη κατανάλωση. Ωστόσο, πέρα από τα πικρά είδη λούπινων ακόμα και γλυκά λούπινα όπως το *L. mutabilis* παρά τις πλούσιες

θρεπτικές ουσίες που περιέχουν συγκεντρώνουν επίσης σημαντικές ποσότητες αλκαλοειδών στοιχείων, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1.1.9.1: Ποσότητες αλκαλοειδών στα λούπινα

	L. angustifolius	L. albus	L. luteus	L. mutabilis
	Περιεκτικότητα (%)			
Αλκαλοειδή				
Albine		15		
Ammodendrine				2
13-angeloyloxylupanine				2
Angustifoline	10			1
3-hydroxylupanine				12
13-hydroxylupanine	12	8		12
Lupanine	70	70		46
Lipinine			60	
Multiforine		3	30	
Sparteine				16
Tetrahydrohombifoline				2

Πηγή: (Pettersson 1998, Wink 1995 κ.ά. όπως αναφέρεται στο Australian Government, Office of the gene technology regulator, 2013, σ. 24)

Ακόμα και στις πιο ενδεδειγμένες έρευνες η ποσότητα αλκαλοειδών διαφέρει από έρευνα σε έρευνα καθώς κάποια φυτά συγκεντρώνουν τις αλκαλοειδής ενώσεις στον καρπό ενώ κάποια άλλα στο φύλλωμα. Ωστόσο, χωρίς εξαίρεση μεγαλύτερη συγκέντρωση σε αλκαλοειδή παρουσιάζουν κατά την περίοδο της ανθοφορίας όλα τα λούπινα, ενώ κατά το τελευταίο στάδιο του κύκλου ζωής η μεγαλύτερη συγκέντρωση παρατηρείται στον καρπό και στις ρίζες (Hondelann, 1984, όπως αναφέρεται στο Australian Government, Office of the gene technology regulator, 2013).

Αλκαλοειδή που περιέχονται στα λούπινα, όπως η λουπανίνη, υδροξυλουπανίνη και η αγκουστιφολίνη εάν καταναλωθούν σε μεγάλες ποσότητες μπορεί να επηρεάσουν το κεντρικό νευρικό σύστημα των θηλαστικών. Στους ανθρώπους συγκεκριμένα, η δηλητηρίαση μέσω αλκαλοειδών μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικές και οπτικές διαταραχές, ναυτία, ακόμα και κόμα (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

Έχει επίσης παρατηρηθεί ότι αιγοπρόβατα μετά από υψηλή κατανάλωση «πικρού» λούπινου, παρουσίασαν συμπτώματα όπως δύσπνοια, τρέμουλο, αφρό από το στόμα, σπασμούς ακόμα και θάνατο (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012). Στις ΗΠΑ, συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι η κατανάλωση μόλις 0,5 – 1 κιλού άγριων λούπινων από αγελάδα μέσα σε διάστημα 3 – 7 ημερών, μπορεί να προκαλέσει στο ζώο κόπωση, σπασμούς, αφρούς από το στόμα και θάνατο. Συγκεκριμένα είδη άγριων

λούπινων όπως τα *L. sericeus*, *L. caudatus*, *L. laxiflorus* και *L. sulphureus* είναι τόσο τοξικά ώστε εάν καταναλωθούν από αγελάδα σε στάδιο κύησης μεταξύ 40<sup>ης</sup> - 70<sup>ης</sup> ημέρας, μπορεί να προκαλέσουν στο νεογνό σκελετικές ανωμαλίες.

Πηγή: (<https://www.ars.usda.gov/pacific-west-area/logan-ut/poisonous-plant-research/docs/lupine-lupinus-spp/>)

Η τοξικότητα των λούπινων μπορεί να αποφευχθεί μέσω επιλεκτικής κατανάλωσης γλυκών λούπινων όπως το *L. mutabilis* sweet (Andes), όπου η συγκέντρωση αλκαλοειδών είναι πολύ μικρή, της τάξης των <200mg/kg ανά σπόρο (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012) ή και των υπόλοιπων καλλιεργούμενων ειδών (ποικιλίες *L. albus*, *L. angustifolius* and *L. luteus*), στα οποία η συγκέντρωση αλκαλοειδών ελέγχεται. Σε χώρες όπως η Αυστραλία και η Γαλλία η απαιτούμενη συγκέντρωση αλκαλοειδών είναι η χαμηλότερη δυνατή, ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε πιθανότητα δηλητηρίασης από κατανάλωση λούπινου.

Λουπίνωση: Σε χώρες όπως η Αυστραλία και η Νέα Ζηλανδία όπου ποικιλίες «γλυκού» λούπινου καλλιεργούνται για χρήση σε ζωοτροφές έχει παρατηρηθεί η εμφάνιση μίας ασθένειας στο φυτό (Εικόνα 1.1.9.1), που οφείλεται στον παρασιτικό μύκητα *Diaporthe toxica* (*Phomopsis leptostromiformis*) (Allen, 1998). Ο μύκητας παράγει συγκεκριμένες τοξίνες, τις φομοψίνες, οι οποίες εμφανίζονται στα βλαστικά τμήματα του φυτού μετά τη συγκομιδή του καρπού και επιτίθενται στα υγιή φυλλώματα. Εάν τα ασθενή φύλλα καταναλωθούν από ζώα βοσκής (αιγοπρόβατα, αγελάδες, άλογα κ.λπ) μπορεί να προκαλέσουν στα ζώα «λουπίνωση» (lupinosis), μέρος της οποίας είναι συμπτώματα όπως βλάβες στο συκώτι του ζώου και θάνατος (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012).

Λόγω του ότι ο μύκητας *Diaporthe toxica* είναι επίσης σαπροφάγος και τρέφεται από νεκρά φυλλώματα και νεκρούς μίσχους λούπινων, εμφανίζεται κυρίως εποχές όπως το καλοκαίρι και το φθινόπωρο, εποχές κατά τις οποίες γίνεται η συγκομιδή λούπινου και η χρήση του ως ζωοτροφή. (Allen 1998, όπως αναφέρεται στο Australian Government, Office of the gene technology regulator, 2013). Η λουπίνωση θεωρείται σήμερα ως βασικός παράγοντας κατά της καλλιέργειας λούπινων για ζωοτροφική χρήση. Στην δυτική Αυστραλία όπου η ποικιλία *L. angustifolius* χρησιμοποιείται συχνά ως ζωοτροφή, παρατηρήθηκε ότι ο παθογόνος μύκητας αποικεί εύκολα στην συγκεκριμένη ποικιλία λούπινων προκαλώντας στη συνέχεια λουπίνωση στα πρόβατα. Για αυτό τον λόγο, ήδη από το 1990, η Υπηρεσία της Αυστραλίας (DPIRD)

χρηματοδότησε την ανάπτυξη ποικιλιών που είναι ανθεκτικές στα στελέχη του μύκητα *Diaporthe toxica* μειώνοντας σημαντικά την εμφάνιση λουπίνωσης στα ζώα βοσκής.



Εικόνα 1.1.9.1: Κατεστραμμένος βλαστός από τον μύκητα *Diaporthe toxica*

Πηγή: [www.agric.wa.gov.au](http://www.agric.wa.gov.au)

Αλλεργιογόνα: Όπως οι περισσότερες τροφές με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (σόγια, φιστίκια, γαλακτοκομικά και οστρακοειδή) έτσι και οι σπόροι του λούπινου περιέχουν αλλεργιογόνα στοιχεία σε μορφή αποθηκευμένης πρωτεΐνης (κονγλουτίνες). Μέσω της κατανάλωσης των σπόρων, οι κονγλουτίνες μπορεί να προκαλέσουν αλλεργία. Συμπτώματα όπως αναφυλαξία, άσθμα, φλόγωση των βλεφάρων, οίδημα και αλλεργικό στοματικό σύνδρομο (OAS) έχουν παρατηρηθεί από την κατανάλωση λούπινου, χωρίς ωστόσο να έχει παρατηρηθεί ποτέ θάνατος (Sanz, 2010).

Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι η κατανάλωση λούπινου ως ανθρώπινη τροφή ξεκίνησε μαζικά τα τελευταία χρόνια μέσω της πώλησης καρπών λούπινου σε αλυσίδες σούπερ-μάρκετ, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι οι καταγεγραμμένες περιπτώσεις από αλλεργία λούπινου είναι ελάχιστες (Jappe and Vieths, 2010 και Campell 2007 όπως αναφέρεται στο Australian Government, Office of the gene technology regulator, 2013). Η πρώτη καταγραφή έγινε το 1994 στις ΗΠΑ, ενώ ακολούθησε η πρώτη καταγραφή στην Αυστραλία το 2004 .

Πηγή: (Australian Society of Clinical Immunology and Allergy, 2017)

Λόγω της ομοιότητας του αλλεργιογόνου παράγοντα στα λούπινα Lup an1 ( $\beta$ -conglutin) με το αλλεργιογόνο παράγοντα Ara h1 στα φιστίκια, η κατανάλωση λούπινου από όσους έχουν αλλεργία στα φιστίκια θα πρέπει να αποφεύγεται. Μελέτες στις ΗΠΑ έχουν επίσης δείξει ότι όσοι έχουν αλλεργία στα φιστίκια έχουν περισσότερες πιθανότητες να παρουσιάζουν αλλεργία και στο λούπινο. Η συγκέντρωση σε κονγλουτίνη Lup an1 ( $\beta$ -conglutin) για να προκαλέσει αλλεργία σε άτομα που είναι ευπαθή στον αλλεργιογόνο παράγοντα από τα φιστίκια μπορεί να φθάνει ωστόσο από



50 mg – 1.6 g. Επίσης ποσοστό 5 στα 6 παιδιά με αλλεργία στα φιστίκια είχαν αλλεργία στο αλεύρι λούπινου σε ποσότητες κατανάλωσης που φθάνουν από 265 μέχρι 1000mg.

Πηγή: (Αμερικανική υπηρεσία τροφίμων και φαρμάκων FDA)



Εικόνα 1.1.9.2: Ειδοποίηση σε συσκευασία μακαρονιών όπου αναφέρεται το λούπινο, ως πιθανό συστατικό

Πηγή: (<https://www.fda.gov/ForConsumers/ConsumerUpdates/ucm409836.htm>)

Παρά τις ενδείξεις πιο πρόσφατες έρευνες θεωρούν ότι η συσχέτιση των αλλεργιογόνων συστατικών σε λούπινα και φιστίκια είναι πολύ χαμηλότερη από τι πιστεύουμε σήμερα. Παρά τις απόψεις αυτές είναι πολύ πιθανό τα επόμενα χρόνια να αναγράφεται υποχρεωτικά πάνω στα συσκευασμένα προϊόντα με λούπινο η πιθανή αλλεργιογόνα επίδρασή του για συγκεκριμένες κατηγορίες καταναλωτών. Ήδη κάποιες εταιρείες έχουν αρχίσει προληπτικά να χρησιμοποιούν αυτή την οδηγία πάνω στις συσκευασίες λούπινου προς προστασία των καταναλωτών (π.χ. σε προϊόντα όπως το αλεύρι από λούπινο). Πηγή: (<http://www.lupins.org/products/#allergy>)

Άλλοι αντιθρεπτικοί παράγοντες: Τα λούπινα περιέχουν ολιγοσακχαρίτες, φυτικό οξύ και γλυκοζίτες, συστατικά που είναι γνωστά ως αντιθρεπτικοί παράγοντες. Κατά τη διάρκεια της πέψης οι ολιγοσακχαρίτες παράγουν διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο και υδρογόνο, ουσίες που σε πολλούς προκαλούν κοιλιακή δυσφορία. Επίσης, το φυτικό οξύ, παρότι βρίσκεται σε μειωμένη ποσότητα στα λούπινα, σε σχέση για παράδειγμα με την σόγια και το σιτάρι, μειώνει την απορρόφηση χρήσιμων συστατικών από το

σώμα όπως το κάλσιο και ο σίδηρος. Επίσης στοιχεία των γλυκοζιτών όπως οι σαπωνίνες έχουν πικρή γεύση και μπορεί να οδηγήσουν σε αναστολή της ανάπτυξης σε ορισμένα ζώα.

#### 1.1.10. Αποδόσεις

Στις μέρες μας το λούπινο, και κυρίως «γλυκές» ποικιλίες του, καλλιεργούνται σε πολλές χώρες του κόσμου είτε για ανθρώπινη κατανάλωση είτε για χρήση ως ζωοτροφή, λόγω κυρίως της υψηλής συγκέντρωσης πρωτεΐνης που περιέχει στον καρπό του.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 1.1.10.1, πρώτη σε παραγωγή λούπινου παγκοσμίως είναι η Αυστραλία με παραγωγή 651.946 τόνους παραγωγής το 2016, ενώ με μεγάλη διαφορά στην 2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> θέση έρχεται η Πολωνία (206.247 τόνους) και η Ρωσία (184.679 τόνους) το 2016. Την 4<sup>η</sup> θέση καταλαμβάνει το Μαρόκο με μόλις 61.631 τόνους παραγωγή το 2016.

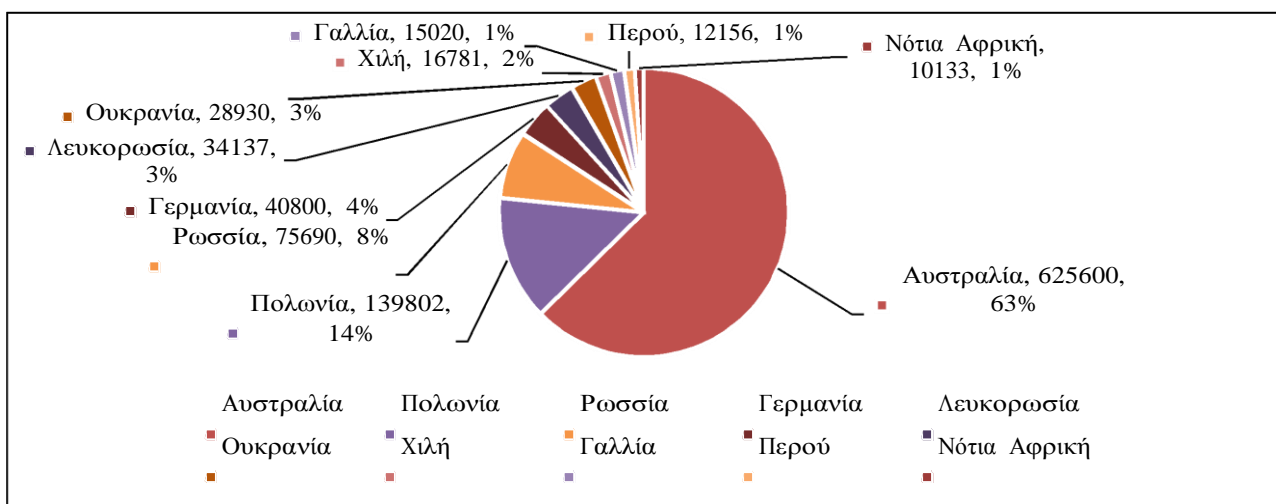
Φυσικά, η μεγαλύτερη διαφορά στην παγκόσμια παραγωγή λούπινου προκύπτει εάν συγκρίνει κανείς τα στοιχεία από τις 10 μεγαλύτερες χώρες σε καλλιέργεια λούπινου. Με βάση τη λίστα, το 2016 η Αυστραλία παρήγαγε πάνω από το 60% της παγκόσμιας παραγωγής, ενώ 10<sup>η</sup> σε παραγωγή λούπινου ήταν η Νότια Αφρική.

Πίνακας 1.1.10.1: Οι δέκα μεγαλύτερες χώρες σε καλλιέργεια λούπινου

Θέση	Χώρα	Παραγωγή (σε τόνους)
1 <sup>η</sup>	Αυστραλία	651.946
2 <sup>η</sup>	Πολωνία	139.802
3 <sup>η</sup>	Ρωσική Ομοσπονδία	75.690
4 <sup>η</sup>	Γερμανία	40.800
5 <sup>η</sup>	Λευκορωσία	34.137
6 <sup>η</sup>	Ουκρανία	28.930
7 <sup>η</sup>	Χιλή	16.781
8 <sup>η</sup>	Γαλλία	15.020
9 <sup>η</sup>	Περού	12.156
10 <sup>η</sup>	Νότια Αφρική	10.133

Πηγή: (Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών, Διεθνής οργανισμός Γεωργίας και τροφίμων, (F.A.O))

Η θέση της Αυστραλίας ως η σημαντικότερη χώρα σε καλλιέργεια λούπινου φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα:



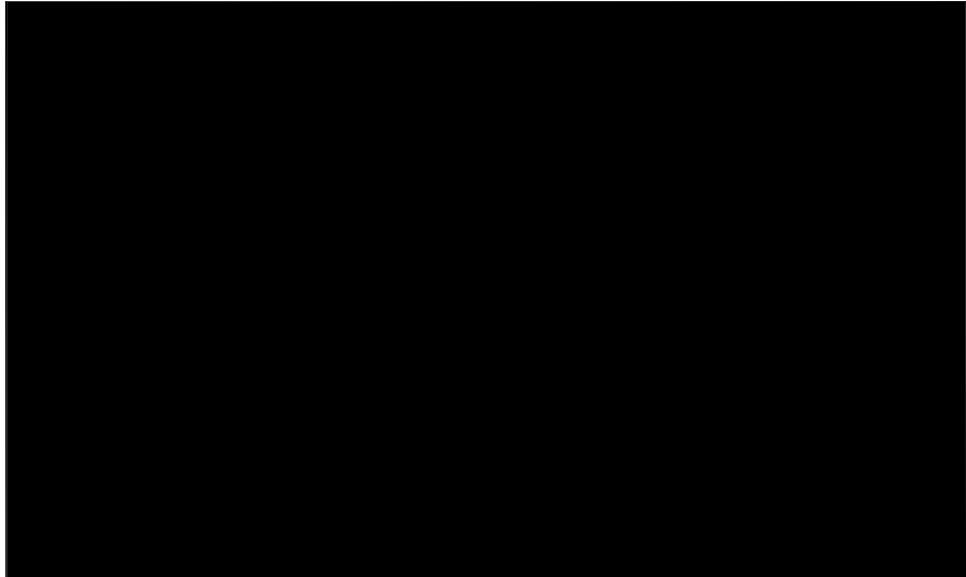
Διάγραμμα 1.1.10.1: Η Αυστραλία κατέχει την πρώτη θέση σε παραγωγή λούπινου

Εξίσου ενδιαφέρον έχει η σύγκριση των στοιχείων στην παγκόσμια καλλιέργεια λούπινου, τα τελευταία δέκα χρόνια (2006-2016). Παρότι η Αυστραλία είναι διαχρονικά 1<sup>η</sup> στην καλλιέργεια λούπινου, η παγκόσμια παραγωγή εμφανίζει σημαντικές διακυμάνσεις από έτος σε έτος και στις πέντε ηπείρους (Πίνακας 1.1.10.2).

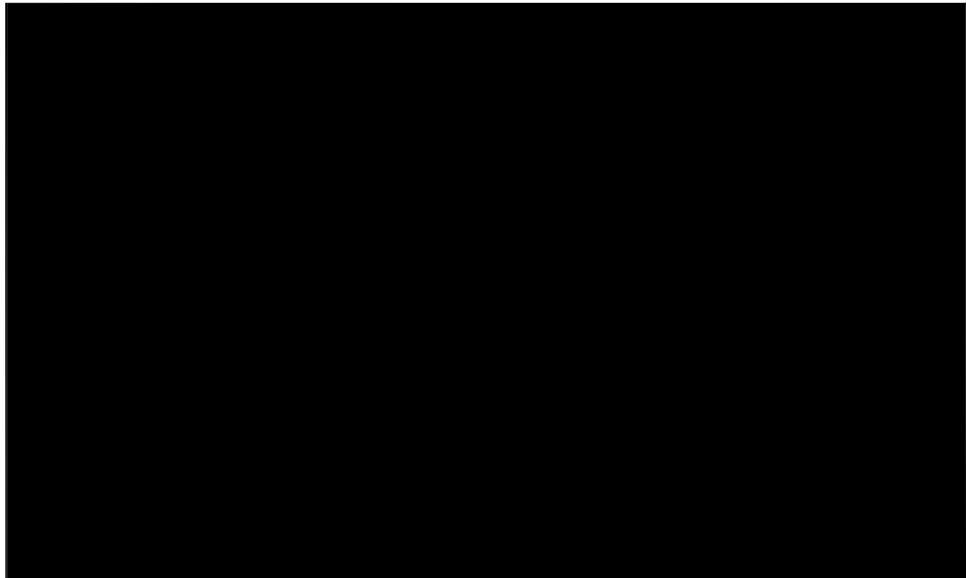
Πίνακας 1.1.10.2: Οι διακυμάνσεις της παγκόσμιας παραγωγής ανά έτος

Χρονολογία	Αφρική	Αμερική	Ασία	Ευρώπη	Ωκεανία
2016	71.826	43.038	145	517.889	651.946
2015	69.100	35.384	147	590.348	549.100
2014	66.743	30.450	137	347.781	625.600
2013	64.363	5.4420	124	239.294	458.700
2012	61.573	52.219	123	228.827	981.512
2011	60.271	57.020	166	221.950	807.673
2010	57.373	85.378	119	298.961	822.963
2009	54.906	24.114	165	222.051	707.989
2008	54.418	41.932	236	205.989	661.861
2007	53.121	61.519	310	192.772	470.328
2006	51.392	80.333	469	182.875	1.285.033

Πηγή: (Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών, Διεθνής οργανισμός γεωργίας και τροφίμων, (F.A.O) <http://www.fao.org>)



Διάγραμμα 1.1.10.2: Επίπεδα παγκόσμιας καλλιέργειας λούπινου ανά περιοχή (2016)



Διάγραμμα 1.1.10.3: Επίπεδα παγκόσμιας καλλιέργειας λούπινου ανά περιοχή (2006)

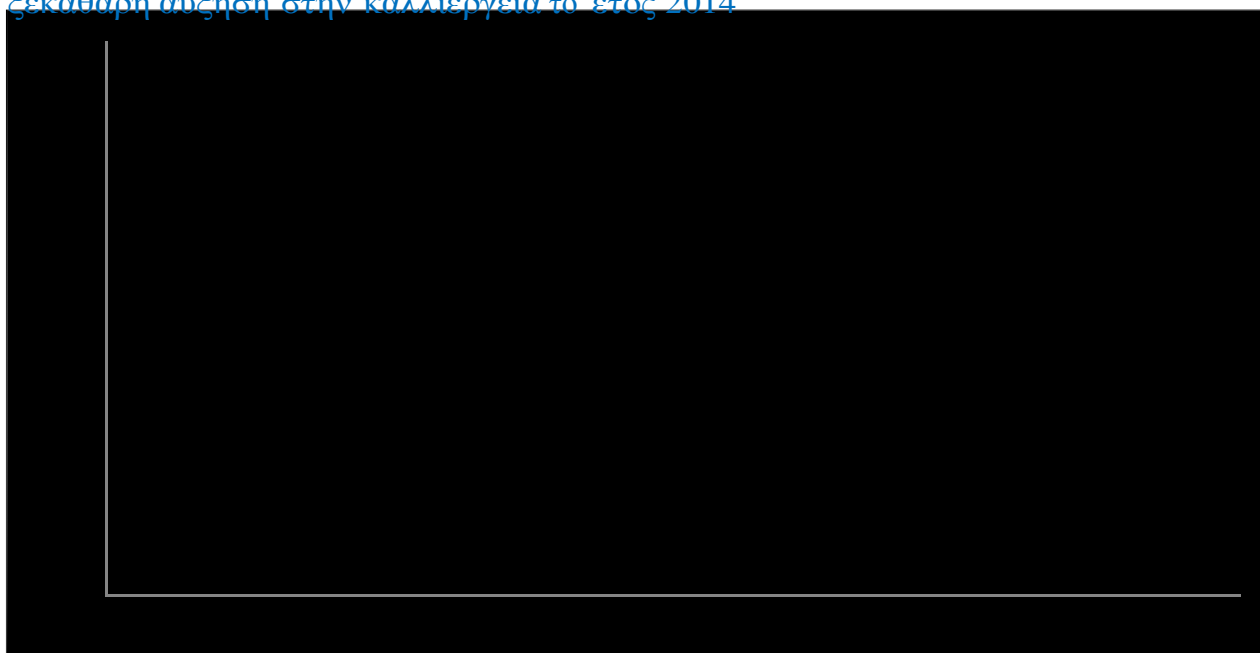
Από τα παραπάνω Διαγράμματα 1.1.10.2-3, μπορεί να επιβεβαιώσει κανείς ότι τα τελευταία δέκα χρόνια η παραγωγή λούπινου έχει τριπλασιασθεί από τις ευρωπαϊκές χώρες, έχει διπλασιαστεί στην Αφρική ενώ έχει μειωθεί κατά 50% στην Αμερική.

Στην Ελλάδα η καλλιέργεια λούπινου είναι περιορισμένη, παρότι τα τελευταία 3 – 4 χρόνια δείχνει σημάδια ανάκαμψης, με το 2014 να παρουσιάζει τη μεγαλύτερη αύξηση στην καλλιέργεια λούπινων σύμφωνα με τον Πίνακα 1.1.10.3.

Πίνακας 1.1.10.3: Καλλιέργεια (σε τόνους) λούπινου στην Ελλάδα

Έτος	Ποσότητα (σε τόνους)
2016	620
2015	490
2014	1504
2013	520
2012	379
2011	375
2010	456
2009	386
2008	434
2007	485
2006	460

Διάγραμμα 1.1.10.4 Καλλιέργεια (σε τόνους) λούπινου στην Ελλάδα, με ξεκάθαρη άνοξη στην καλλιέργεια το έτος 2014



### 1.1.11. Εχθροί και Ασθένειες

Λίγα είναι τα έντομα που προκαλούν ζημιές στα καλλιεργούμενα λούπινα. Τα πιο σημαντικά είναι το πράσινο σκουλήκι (*Helicoverpa* spp.) και πολλά είδη αφίδων όπως *Myzus persicae*, *Acyrtosiphum* spp. κ.ά.

Παρ' όλα αυτά το λούπινο υποφέρει από πολλούς μύκητες. Η *Rhizoctonia solani* είναι συχνή ασθένεια με άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης τους 15 – 18 °C. Προσβάλλει φυτάρια 3 - 4 εβδομάδων προκαλώντας μικρά καστανοκόκκινα έλκη στην κεντρική ρίζα και το υποκοτύλιο. Καθώς αναπτύσσονται τα έλκη προκαλείται νέκρωση του φυτού, ενώ πολλές φορές τα φυτά δεν αναδύονται από το έδαφος.

Εξίσου σημαντικό είναι το φουζάριο (*Fusarium solani*), το οποίο σχηματίζει έλκη στο υποκοτύλιο και ρίζα, αφήνοντας το φυτό καχεκτικό. Επίσης, τα στελέχη του λούπινου μπορεί να προσβληθούν από βοτρυτή (*Botrytis cinerea*), προκαλώντας μεγάλες καστανές περιοχές. Η προσβολή επεκτείνεται στα άνθη και τους λοβούς με αποτέλεσμα την ξήρανση βλαστών αλλά και ολόκληρου του φυτού.

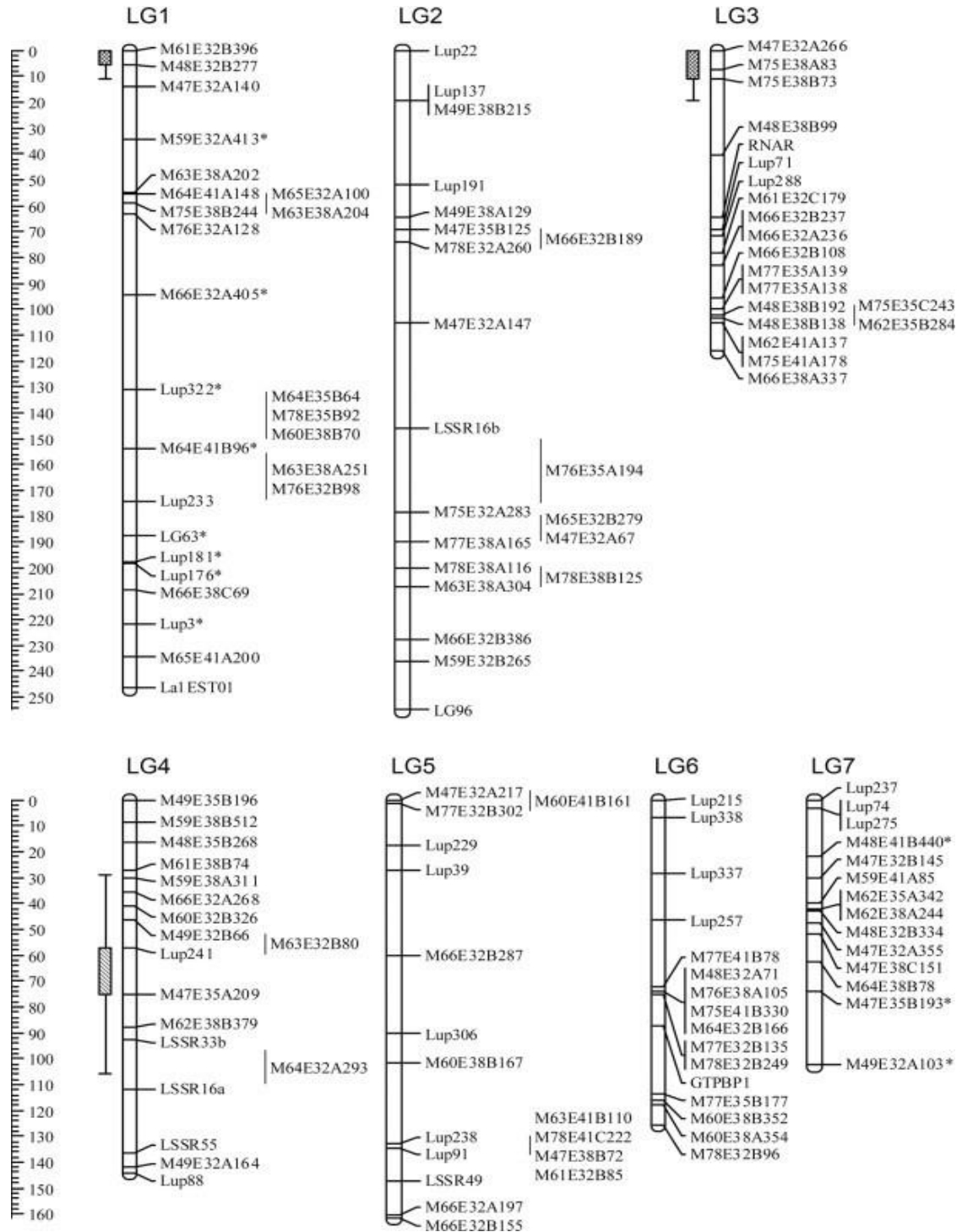
### 1.1.12. Γενετική

Το γένος “*Lupinus*” αποτελεί ενδογενές είδος σε συγκεκριμένες περιοχές της γης και αναπτύσσεται, ανάλογα με το είδος, μέσω επικονίασης και αυτό-επικονίασης.

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο «1.1.1 Ταξινόμηση», τα είδη λούπινων μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο υπογένη: Τα «*Lupinus*» ή «είδη του Παλιού Κόσμου» τα οποία κατάγονται από περιοχές όπως η Μεσογειακή λεκάνη και η Ανατολική Αφρική και τα «*Platycarpos*» ή «είδη του Νέου Κόσμου».

Η γενετική καταγωγή των κύτταρων του λούπινου θεωρείται ότι είναι πολυπλοειδής, ενώ οι ποικιλίες του «Παλαιού Κόσμου» και του «Νέου Κόσμου» διαφέρουν σημαντικά. Στις ευρωπαϊκές ποικιλίες εμφανίζεται διαφορετικός αριθμός βασικών χρωμοσωμάτων, μεγαλύτερη παραλλακτικότητα στον αριθμό των χρωματοσωμάτων και υψηλότερη παραλλακτικότητα (2,5 φορές) σε τιμές 2C (c-value) στο DNA (Huyen T. P. κ.ά, 2007). Παρότι η γενετική έρευνα πάνω στο γένος «*Lupinus*» δεν είναι αρκετά διαδεδομένη, και για τα λούπινα του νέου κόσμου «*Platycarpos*» δεν γνωρίζουμε αρκετά, λόγω του ενδιαφέροντος που έχει προκύψει τα τελευταία χρόνια για την καλλιέργειά του λούπινου, έχει γίνει σημαντική προσπάθεια στην χαρτογράφηση του γονιδιώματος. Ιδιαίτερη περίπτωση αποτελεί το λούπινο *L. albus* για το οποίο έχει ολοκληρωθεί η

απαραίτητη χαρτογράφηση του γονιδιώματος. Παρακάτω αναφέρεται πίνακας μελέτης με την βασική χαρτογράφηση του γονιδιώματος του γένους “Lupinus”- είδος “Lupinus albus”, με βάση τον οποίο γνωρίζουμε πλέον ότι τα *L. albus* έχουν αριθμό διπλοειδών χρωμοσωμάτων 50 και στις τιμές 2C (c-value) στο DNA προκύπτουν μεγέθη από 1,16 ± 0,044 (Huyen T. P. κ.ά, 2007).



Εικόνα 1.1.12.1: Χαρτογράφηση γονιδιώματος *L. albus*

Πηγή: (Huyen T. P. κ.ά, 2007)

### 1.1.13. Φυτογενετικοί πόροι

Λόγω της παγκοσμιοποίησης, του υπερπληθυσμού, της φτώχειας, της πείνας, των πολέμων, της αιφνίδιας απώλειας γενετικού υλικού και της ανάγκης βελτιωμένων ποικιλιών, προέκυψαν οι φυτογενετικοί πόροι. Οι φυτογενετικοί πόροι ουσιαστικά, είναι τα εργαλεία αποταμίευσης των τραπεζών γενετικού υλικού, ανά τον κόσμο. Είναι υπεύθυνοι για την βελτίωση καλλιεργούμενων αποδοτικών και ανθεκτικών ποικιλιών, παρέχοντας πληροφορίες και τα κατάλληλα γονίδια, από συλλογές άγριων αλλά και τοπικών ποικιλιών, που μειώνουν τον κίνδυνο ή προφυλάσσουν από αυτόν σε σχέση με τα παραπάνω προβλήματα.

Η δημιουργία μιας ευρωπαϊκής βάσης δεδομένων για τα γονίδια των λούπινων, άρχισε κατά την πρώτη συνεδρίαση της ομάδας εργασίας ECP / GR για τα ψυχανθή, που οργανώθηκε από το Διεθνές Ινστιτούτο Φυτικών Γενετικών Πόρων στην Κοπεγχάγη, Δανία (13 – 16/07/1995). Κατά τη διάρκεια αυτής της συνάντησης, επιλέχθηκαν οι διαχειριστές των βάσεων δεδομένων των αντίστοιχων ειδών και έγινε κοινώς αποδεκτό ένα σχέδιο εργασίας.

Η βάση δεδομένων *Lupinus* είναι επίσης συνέπεια της αρχικής ιδέας για τη βάση δεδομένων του παγκόσμιου *Lupinus* που παρουσιάστηκε στην 5<sup>η</sup> Διεθνή Διάσκεψη για το λούπινο στο Πόζναν, Πολωνία το 1988 (Świecicki και Leraczyk, In: *Advances in Lupine Research* - ILC, Evora, 1994: 70 – 72).

Η πρώτη έκδοση της κοινής βάσης δεδομένων για τις παγκόσμιες συλλογές *Lupinus* παρουσιάστηκε από τους W. Świecicki, W. Cowling και B. Buirchell για την 9<sup>η</sup> Διεθνή Διάσκεψη *Lupine* στο Klink το 1999 και την επικαιροποιημένη έκδοση στο 13<sup>ο</sup> ILC στο Πόζναν το 2011. Το σύνολο και ο αριθμός των προσχωρήσεων σε συλλεγμένες βάσεις δεδομένων (13.964) συγκεντρώνεται σε 13 κέντρα σε 10 χώρες: Ισπανία – 1.843 ποικιλίες, Γαλλία – 254 ποικιλίες, Γερμανία – 2.767 ποικιλίες, Τσεχοσλοβακία – 107 ποικιλίες, Ολλανδία – 69 ποικιλίες, Αυστρία – 4.665 ποικιλίες, Πολωνία – 1.169 ποικιλίες, Πορτογαλία – 1.743 ποικιλίες, Σλοβακία – 54 ποικιλίες, ΗΠΑ – 1.293 ποικιλίες. Το 96% αυτών των πόρων συγκεντρώνονται σε 6 κέντρα, 57% στα ευρωπαϊκά κέντρα.

Αλλά, πολύ πολύτιμες είναι οι προσχωρήσεις στο UWA CLIMA (συλλογές αποστολών) και στις ΗΠΑ DAPUL (New World lupins). Το 71% είναι προσχωρήσεις που ανήκουν σε καλλιέργειες λούπινου, δηλαδή *L. albus*, *L. angustifolius*, *L. luteus* και *L. mutabilis*. Πολύ σημαντικό και επείγον θα ήταν η συλλογή αποστολών για μερικά άγρια λούπινα, π.χ. *L. diagitatus* και *L. princei*. Δεν προστατεύεται η προσχώρηση του *L. somaliensis*.



Οι συλλεγμένες βάσεις δεδομένων είναι πολύ διαφοροποιημένες. Απαιτείται μια κοινή και απλή δομή για την προκαταρκτική και εύκολη απογραφή των συλλεχθέντων πόρων (κωδικός φορέα, αριθμός προσχώρησης, γένος, είδος, υποκατηγορία, όνομα προσχώρησης, δότης, κωδικός φορέα δωρητών, χώρα προέλευσης, κατάσταση του δείγματος). Δυστυχώς, οι πληροφορίες σχετικά με τους πόρους λούπινου της Νότιας Αμερικής δεν είναι ακόμα διαθέσιμες.

Λόγω του ότι τα γλυκά λούπινα εξημερώθηκαν και καλλιεργούνται τα τελευταία 80 χρόνια, προκύπτει η ανάγκη της συλλογής και ανάλυσης άγριων αλλά και τοπικών ποικιλιών, με στόχο τη βελτίωση και τη δημιουργία ποικιλιών μεγάλης καλλιέργειας. Η Γερμανία, η Πολωνία, η Νορβηγία αλλά και οι χώρες της Μεσογείου, αναγνώρισαν αυτήν την ανάγκη για έρευνα και συλλογή λούπινου, από τις αρχές του εικοστού αιώνα.

Κατά τη διάρκεια του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου υπήρξαν μεγάλες απώλειες γενετικού υλικού λούπινου, αλλά το 1960 νέες συλλογές δημιουργήθηκαν, με νέες εισχωρήσεις να προσθέτονται στην Αυστραλιανή συλλογή λούπινου μεταξύ 1968 και 1989.

Πίνακας 1.1.13.1: Συλλογές ποικιλιών λούπινου σε τράπεζες γενετικού υλικού ανά τον κόσμο

Πηγή: (Lupinus Collections Database.pdf)

No.	είδος	NLDO37	SVK001	INRA ECP	ESP004	USA DAPU	DEU146	UWA CLIM	CZE090	POL003	PRT018	PRT005	PRT004	PRT102	σύνολο
1	affinis					1			4						5
2	affinis							1							1
3	albicaulis					5	1								6
4	albifrons					5		1							6
5	albo-coccineus							1							1
6	albus	13	28	253	732	347	233	979	39	362	375	305	11		3 677
7	anatolicus									1					1
8	andersonii					3									3
9	angustifolius		8		542	190	279	2 165	17	361	41	291			3 894
10	arbores					4	3	1							8
11	arbus					13									13
12	arcticus					1									1
13	argenteus					48									48
14	arizonicus					2									2
15	arizonicus					1		1							2
16	atlanticus					4	4	153		5					166
17	benthamii						1								1
18	bicolor					11	1					4			16
19	bracteolaris					1									1
20	campestris					1									1
21	citrinus					1									1
22	concinus					3									3
23	cosentinii				17	5	11	251		5		22			311
24	cryptantus									1					1
25	densiflorus						3	1							4
26	digitatus					3		4		1					8
27	douglasi									1					1
28	elegans					2				1					3
29	exaltus							2							2
30	excubitus					1									1
31	formosus					1									1
32	garfieldensis					2									2
33	gibertianus							1							1
34	graecus									10					10
35	gredensis				107										107
36	havardii					2									2
37	hirsutissimus					2	1	2							5
38	hirsutus									2					2
39	hispanicus				102	45	48	98		16	3	103			415
40	hispanicoluteus									7					7
41	hybrid					5									5
42	hybridus Lem.							1							1
43	Interspecific cross							8							8
44	latifolius					7		1							8
45	lepidus					20									20
46	leucophyllus					55	1								56
47	linifolius									4					4
48	littoralis					6									6
49	longifolius							1							1
50	luteolus					4									4
51	luteus	56	18		303	86	132	463	26	354	78	283			1 799
52	mariae-josephi H.				2										2
53	mexicanus					8	5	6							19
54	micranthus				12		20	51		1		10			94
55	microcarpus					10		3							13
56	multiflorus					1									1
57	mutabilis				20	79	30	221	2	17	150				519
58	nanus					5	3	1	1	3					13
59	nevadensis					1									1
60	nootkatensis					15	2								17
61	pachylobus					1									1
62	palaestinus						3	10		6					19
63	paniculatus									1					1
64	parviflorus					1									1
65	perennis				1	1	1								3
66	pilosus					61	14	189		6	1				271
67	polycarpus							1							2
68	polyphyllus				1	49	28	12	17	2					109
69	princei							6							6
70	pubescens						15	1		1					17
71	pusillus					3									3
72	rivularis					6	1								7
73	rothmaleri											58			58
74	rotundiflorus							1							1
75	sericeus					60		2							62
76	sparsiflorus					1		1							2
77	stiversii					3									3
78	subcarnosus					8	8	2							18
79	subvexus						1								1
80	succulentus					4	10	3	1	1					19
81	sulphureus					11									11
82	texensis					2		1							3
83	truncatus						1	6							7
84	varicolor					1	1								2
85	Lupinus sp.			1	4	75	1 905	13				1		7	2 006
	Σύνολο	69	54	254	1 843	1 293	2 767	4 665	107	1 169	648	1 077	11	7	13 964

### 1.1.14. Περιγραφητές

Η ανάγκη χαρακτηρισμού των ποικιλιών προς βελτίωση ανά τον κόσμο, όπως και η από κοινού χρησιμοποίηση των δεδομένων αυτών δημιούργησε τους περιγραφητές. Το 1981 το διεθνές συμβούλιο φυτογενετικών πόρων (International board of plant genetic resources), δημιούργησε τη λίστα των περιγραφητών του λούπινου (Πίνακας 1.1.14.1) για τον διεθνή και πιο εύκολο χαρακτηρισμό του γενετικού υλικού του. Έτσι οι περιγραφητές είναι πλέον περιεκτικοί, δίνοντας μία διεθνώς αναγνωρισμένη αναφορά για τα περισσότερα γνωστά περιγραφικά στοιχεία της εκάστοτε ποικιλίας προς μελέτη.

Πίνακας 1.1.14.1: Ενδεικτικά στοιχεία περιγραφητή ποσοτικού χαρακτηριστικού

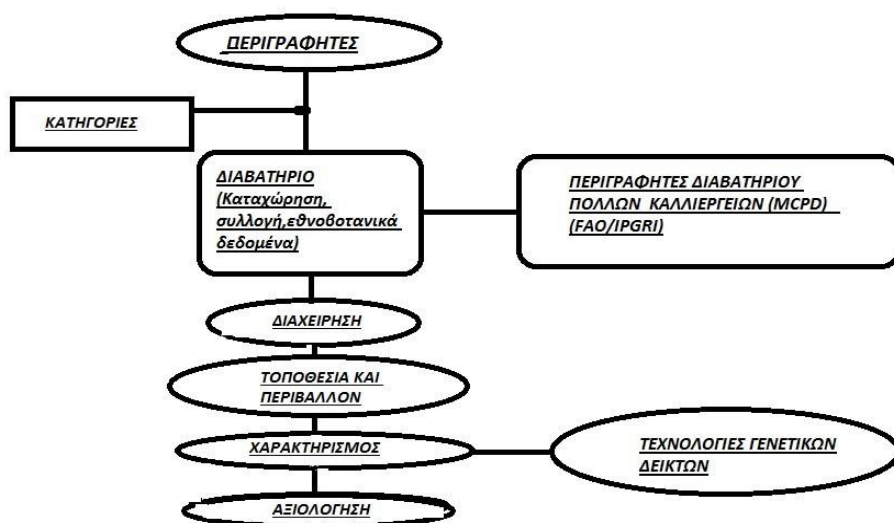
Χαρακτηριστικό	Επίπεδα κλάσεων	Εύρος κλάσεων	Χρόνος παρατήρησης
	1 = «κοντό»	1 = (0-31) cm	
Ύψος φυτού 6,5	2 = «κανονικό»	2 = (31-62) cm	Τέλος ανθοφορίας
	3 = «ψηλό»	3 = (62-93) cm	

#### 1.1.14.1. Η σημασία των περιγραφητών

Περιγραφητής ονομάζεται κάθε χαρακτηριστικό το οποίο μετράτε και χαρακτηρίζεται βάσει των διεθνών λιστών των περιγραφητών για την εκάστοτε προς μελέτη ποικιλία, με βάση τα ειδικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου φυτού όπως: η ονομασία του είδους, το σχήμα του καρπού, το μέγεθος του φύλλου, το μήκος του κεντρικού στελέχους, ο αριθμός των φυλλαρίων, το μέγεθος του λοβού, ο αριθμός των σπόρων, ο χώρος εγκατάστασης της ποικιλίας, οι εδαφικές συνθήκες και άλλα. Έτσι οι περιγραφητές δηλώνουν τα χαρακτηριστικά μιας καλλιέργειας ή ποικιλίας και καθορίζουν τη μέθοδο που θα χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση και τεκμηρίωση των χαρακτηριστικών αυτών, παράλληλα με τα δεδομένα καταχώρησης τους. Οι περιγραφητές λοιπόν είναι τα εργαλεία, τα οποία αποσκοπούν να συλλέξουν πληροφορίες και δεδομένα, τα οποία σχετίζονται με διαφορετικές ποικιλίες του ίδιου είδους για την ενδεχόμενη αξιολόγηση και χρησιμοποίηση ή διαχείριση των δεδομένων αυτών από τις διάφορες τράπεζες γενετικού υλικού, σε περίπτωση επιλογής της ποικιλίας για βελτίωση.

#### 1.1.14.2. Στοιχεία περιγραφητών και ανάλυση δεδομένων

Κάθε περιγραφητής πρέπει να έχει ένα πλήρες όνομα, το οποίο θα είναι περιγραφικό, σαφές και περιεκτικό, ώστε να γίνεται αποδεκτό και αντιληπτό από όλους. Κάθε περιγραφητής πρέπει να έχει ένα όνομα, τα επίπεδα, τις μετρήσεις αλλά και την ακριβή μέθοδο, η οποία θα εξηγεί την ακριβή μέτρηση του χαρακτηριστικού. Τα διαφορετικά επίπεδα της μέτρησης καθορίζονται βάσει εικόνων και προτύπων αναφοράς, παραμέτρων και χρωματολόγιων. Για τη σωστή περιγραφή λοιπόν μίας συγκεκριμένης ποικιλίας απαιτούνται στοιχεία όπως η εποχή της παρατήρησης, η τοποθεσία, το βιολογικό στάδιο του φυτού, το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, η θερμοκρασία, υγρασία του αέρα και του εδάφους, ο αριθμός των δειγμάτων καθώς απαραίτητη για καταγραφή κρίνεται και οποιαδήποτε μεταχείριση, η οποία εκτελείται για το χαρακτηρισμό και την περιγραφή του φυτού.



Διάγραμμα 1.1.14.4.1: Ενδεικτικά στοιχεία του περιγραφητή (Προσαρμογή από Bioversity International, 2007)

Για τον καλύτερο χαρακτηρισμό μιας ποικιλίας, υπάρχουν διάφορα κριτήρια που μπορούν να εφαρμοστούν για την επιλογή των πιο κατάλληλων περιγραφητών όπως: ο τύπος των δεδομένων, ο τύπος της κλίμακας που θα χρησιμοποιηθεί, η

ανάλυση, η πολυπλοκότητα αλλά και το κόστος, οι μέθοδοι συλλογής των δεδομένων, το πειραματικό σχέδιο, η βαθμολόγηση, κωδικοποίηση και καταγραφή των περιγραφητών, τα αριθμητικά και τα αλφαριθμητικά συστήματα κωδικοποίησή τους.

#### 1.1.14.3. Τύποι δεδομένων

Τα δεδομένα για την περιγραφή μιας ποικιλίας, διαχωρίζονται ως εξής: σε ποιοτικά και σε ποσοτικά δεδομένα. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, λόγω ευκολίας στη στατική ανάλυση, τα ποσοτικά δεδομένα μετατρέπονται σε ποιοτικά. Οι ποσοτικοί περιγραφητές εκφράζουν αριθμητικές τιμές με διακριτά ή συνεχή δεδομένα αλλά και το πλήρες και πραγματικό εύρος της διακύμανσης της μέτρησης. Στην πράξη μετατρέπονται σε μία κλίμακα από το 1 έως το 9, όπου το ένα εκφράζει πολύ λίγο και το 9 πάρα πολύ. Αντίθετα, τα ποιοτικά δεδομένα, οι ποιοτικοί περιγραφητές αποτελούν μη υπολογισμό με πραγματικές τιμές, τα δεδομένα καταγράφονται σε μη συνεχή επίπεδα. Για παράδειγμα σε περιγραφητές ποιοτικούς όπως είναι η χνόωση των ώριμων λοβών/κεντρικού στελέχους (Πίνακας 1.1.14.3.1), σημαντικό είναι να γνωρίζουμε την ύπαρξη ή μη του αριθμού των επιπέδων, την καταγραφή όλων των δεδομένων ξεχωριστά, αλλά και την ταξινόμηση όλων των επιπέδων έτσι ώστε να είναι δυνατή η ενσωμάτωσή τους κάτω από ένα όνομα.

Πίνακας 1.1.14.3.1: Περιγραφητής για ποιοτικό δεδομένο

Χαρακτηριστικό	Επίπεδα κλάσεων	Χρόνος παρατήρησης
	1 = «κίτρινο»	
Χρώμα κεντρικού στελέχους	2 = «πράσινο»	Βλαστητικό στάδιο
	3 = «γκρί»	

#### 1.1.14.4. Κλίμακες

Για τη δημιουργία μιας μεθόδου βαθμολόγησης, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε διάφορους τύπους κλιμάκων. Σύμφωνα με το Διάγραμμα 1.1.14.4.1, η επιλογή της κλίμακας εξαρτάται από τον τύπο των δεδομένων, αν είναι δηλαδή ποιοτικά ή ποσοτικά, και το επίπεδο αυτής από τις διάφορες εκφράσεις του χαρακτηριστικού αλλά και τον τρόπο καταγραφής του. Οι πιο συνήθεις κλίμακες είναι οι ονομαστικές, οι τακτικές, οι συνεχείς, οι διακριτές, αλλά και οι δυαδικές. Οι κλίμακες που

χρησιμοποιούν τα ποιοτικά δεδομένα είναι οι ονομαστικές, οι τακτικές και οι δυαδικές. Οι ονομαστικές συνήθως αναφέρονται σε ονόματα και δεν ακολουθούν αριθμητική σειρά. Οι διακριτές παρουσιάζουν μία συνέχεια ταξινομώντας τις τιμές των δεδομένων από τη πιο χαμηλή στην υψηλότερη. Τέλος, οι δυαδικές κλίμακες αναγνωρίζουν δύο κατηγορίες: εμφάνιση και μη εμφάνιση του συγκεκριμένου χαρακτηριστικού ως προς τον περιγραφητή. Όσον αφορά τώρα τα ποσοτικά χαρακτηριστικά αυτά χρησιμοποιούν συνεχείς ή διακριτές κλίμακες. Οι διακριτές δέχονται έναν προκαθορισμένο αριθμό τιμών, οι οποίες χρησιμεύουν στην ερμηνεία της ποικιλομορφίας, οι δε συνεχείς κλίμακες λαμβάνουν τις πραγματικές τιμές της μέτρησης ενός χαρακτηριστικού, με τον πιο συνήθη τρόπο μέτρησης ο οποίος είναι αυτός του συστήματος Systeme International (SI).



Διάγραμμα 1.1.14.4.2: Τύποι δεδομένων και αντίστοιχες κλίμακες (Προσαρμογή από Bioversity International, 2007)

### 1.1.15. Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης, αποτελεί η διερεύνηση, καταγραφή και ερμηνεία της φαινοτυπικής ποικιλότητας γενετικού υλικού ειδών λούπινου. Για το λόγο αυτό, πραγματοποιήθηκε αγρομορφολογικός χαρακτηρισμός σύμφωνα με τους περιγραφητές , ενώ έγινε εκτίμηση της παραλλακτικότητας , καθώς ο διαχωρισμός των ποικιλιών με βάση τα εξεταζόμενα γνωρίσματα θα μας δώσει περαιτέρω γνώση για τη βελτίωση των εν λόγω ποικιλιών αλλά και την επιλογή της πιο καταλληλότερης αγρονομικά ποικιλίας στις εδαφοκλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδας . Χαρακτηριστικά, υπολογίστηκε η παραλλακτικότητα για κάθε χαρακτηριστικό, η συνολική φαινοτυπική παραλλακτικότητα των πληθυσμών (Ht), η φαινοτυπική παραλλακτικότητα μεταξύ (Gst) αλλά και εντός των πληθυσμών (Hs) . Τέλος, εξετάστηκαν οι γονότυποι λούπινου ως προς συνολικό ποσοστό πρωτεΐνης, καλίου, νατρίου και φωσφόρου των σπόρων για την εύρεση της ποικιλίας με την υψηλότερη θρεπτική αξία.

## 2. Υλικά και Μέθοδοι

### 2.1. Φυτικό υλικό

Το φυτικό υλικό αποτελείται από πορτογαλικές τοπικές ποικιλίες αλλά και 2 εμπορικές, όλες από σπόρους του εργαστηρίου βελτίωσης του Γ.Π.Α. Οι πορτογαλικές από αποθηκευμένους σπόρους αγνώστου συγκεκριμένης προελεύσεως εκτός της LIB224 και οι δυο εμπορικές από σακουλάκια εμπορικού σπόρου εταιριών. Η Polo (*L.angustifolius*) από την εταιρία AGROGEN και η Multitalia (*L.albus*) από τη NORMATIVA C.E.

### 2.2. Σχεδίαση πειράματος

Το πείραμα σχεδιάστηκε σε τυχαιοποιημένο πλήρων ομάδων (Τ.Π.Ο), με 3 επαναλήψεις, 8 ποικιλίες ανά επανάληψη σε γραμμές φύτευσης. Για κάθε ποικιλία θα φυτευτούν 45 φυτά. Η κάθε επανάληψη θα περιλαμβάνει 15 φυτά ανά ποικιλία. Οι επαναλήψεις 1 και 2 (Πίνακες 2.3.1-2) θα περικλείονται από 33 φυτά περιθωρίου και η 3 επανάληψη από 50 φυτά περιθωρίου. Στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί ανάλυση εδάφους, προβλάστηση των σπόρων, ενώ οι σπόροι με έκπτυξη άνω του 0,5 cm θα φυτεύονται σε γλαστράκια στο θερμοκήπιο. Τέλος, όταν το σπορόφυτο θα φθάσει στο στάδιο των 2 φύλλων, θα μεταφυτευθεί παίρνοντας την τελική του θέση στον αγρό, όπου θα παρακολουθηθεί η ανάπτυξη των λούπινων και θα εκτιμηθούν οι περιγραφητές του.

### 2.3. Ανάλυση εδάφους

Στις 06/02/2017, πραγματοποιήθηκε ανάλυση εδάφους για τον πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. προς την Ιερά οδό με συγκεντρώσεις ανθρακικού ασβεστίου 26,85% και pH = 8,4. Όμως το λούπινο ευδοκμεί σε εδάφη να μεν άγωνα, αλλά βασική προϋπόθεση της καλής του ανάπτυξης και ευρωστίας του είναι η τιμή του PH να κυμαίνεται από 5-7 και η συγκέντρωση του ανθρακικού ασβεστίου να είναι μικρότερη του 5%, κάτι που είναι ιδανικό και δύσκολο να ευρεθεί στον κατά τα άλλα μεγάλο σε έκταση αγρό του Γ.Π.Α. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκαν και άλλες μετρήσεις σε γειτονικά



χωράφια από το προαναφερόμενο. Όπως επίσης και σε άλλο σημείο του πανεπιστημίου (στον αγρό μπροστά από τον οικίσκο, όπου η τιμή του ανθρακικού ασβεστίου παρουσίασε μεγαλύτερο και παράλληλα απαγορευτικό ποσοστό της τάξης του 32,5%. Πραγματοποιήθηκαν επιπλέον αναλύσεις εδάφους για την εύρεση του καταλληλότερου εδάφους- τεμαχίου το οποίο θα είχε τη μικρότερη συγκέντρωση ανθρακικού ασβεστίου. Εξαιτίας της προαναφερόμενης στενότητας χώρου και της εξέλιξης άλλων πειραμάτων στον αγρό του Γ.Π.Α., αλλά και των υψηλών συγκεντρώσεων ανθρακικού ασβεστίου, επιλέχθηκαν τα πειραματικά τεμάχια που θα φιλοξενήσουν τις επαναλήψεις στον αγρό προς την Ιερά οδό και για το λόγο αυτό το πειραματικό σχέδιο άλλαξε μορφή. Οι επαναλήψεις ένα και δύο θα τοποθετηθούν σε σειρά η μία μετά την άλλη, παράλληλα με τη μάντρα της Ιεράς οδού και η τρίτη κάθετα προς την Ιερά οδό σε παρακείμενο σημείο. Ακολουθούν τα πειραματικά σχέδια των επαναλήψεων .

### Πειραματικό σχέδιο

Όπως προαναφέρθηκε στην ανάλυση εδάφους το πειραματικό σχέδιο όπως και τα plot άλλαξαν. Τα φυτά τοποθετούνται σε γραμμές φύτευσης ανά ποικιλία καθ' όλη την έκταση, σε μήκος της επανάληψης, με αποστάσεις ανά φυτό στα 0,2 m και ανά ποικιλία στα 25 cm, με την επανάληψη 1 και την επανάληψη 2 να τοποθετούνται διαδοχικά και παράλληλα με τη μάντρα του αγρού προς την ιερά οδό και την επανάληψη 3 κάθετα προς τη μάντρα.

Πίνακας 2.3.1: Επανάληψη 1

Accession	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
8	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
7	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
6	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
5	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
4	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
3	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
2	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
1	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M

Πίνακας 2.3.2: Επανάληψη 2

Accession	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
3	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
2	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
1	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
7	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
6	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
8	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
5	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
4	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M

Πίνακας 2.3.3: Επανάληψη 3

Accession	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
1	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
2	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
3	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
4	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
5	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
6	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
7	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M
8	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	M

Πίνακας 2.3.4: Επεξήγηση κωδικών

M	MARGINAL
1	POLO
2	LIB206
3	LAMULTITALIA
4	LIB217
5	LIB224
6	LIB208
7	LIB201
8	LIB203

## 2.4. Ποικιλίες

Οι ποικιλίες που θα εξεταστούν είναι οι:

- LIB217
- LIB208
- LIB203
- LIB206
- LIB201
- LIB224
- L. albus multitalia (LAMult)
- L .angustifolius (POLO)
- MARGINALS : L. albus multitalia

## 2.5. Προβλάστηση σπόρων

Η προβλάστηση των σπόρων ξεκίνησε τοποθετώντας τους σπόρους σε τριβλία με 2 germination paper στη κάτω πλευρά και ένα πάνω. Στο κάθε τριβλίο τοποθετήθηκαν 10 σπόροι. Τοποθετήθηκαν για προβλάστηση 60 σπόροι για κάθε μία ποικιλία σε έξι τριβλία. Τα 48 τριβλία τοποθετήθηκαν σε germination chamber στους 25° C σταθερής θερμοκρασίας και ελέγχθηκαν καθημερινά ως προς τη βλαστικότητα τους , την έκπτυξη ριζιδίου και εκτιμήθηκαν για τυχόν προσβολές και όταν χρειάστηκε απομακρύνθηκαν κάποια. Ποτίζονταν καθημερινά και οι σπόροι με έκπτυξη άνω του μισού εκατοστού φυτεύονταν σε γλαστράκια στο θερμοκήπιο. Τα γλαστράκια στο θερμοκήπιο γεμίστηκαν με τύρφη (kronos) και περλίτη σε αναλογία 2:1. Πριν τη φύτευση των σπόρων στα γλαστράκια, οι σπόροι εμβαπτιζόνταν σε ριζόβιο – hitstick , το οποίο παρασκευάστηκε σε μίξη με απεσταγμένο νερό σε αναλογία 1:2.

Παράλληλα με την προετοιμασία για την εγκατάσταση των σπόρων στο θερμοκήπιο, φυτευτήκαν με την ίδια αναλογία τύρφης περλίτη σε γλαστράκια και τα marginals . Παρακάτω ακολουθούν οι Πίνακες 2.5.1-2 ελέγχου βλαστικότητας των σπόρων ανά ημέρα.

Στις 14/02/2017, έγινε σπορά νέων σπόρων σε τριβλία για τις ποικιλίες που παρουσίασαν προσβολές ώστε να συμπληρωθούν οι επαναλήψεις:

- LIB217 - 5 σπόροι
- LIB208 - 20 σπόροι οι οποίοι υποβλήθηκαν σε χλωρίωση
- LIB203 - 6 σπόροι
- LIB206 - 5 σπόροι
- LIB201 - 12 σπόροι

Η απομάκρυνση εφαρμόστηκε σε εκείνους τους σπόρους με προσβολές βακτηρίων Στις 17/02/2017, ημέρα 9<sup>η</sup>, φυτεύτηκε και ο τελευταίος σπόρος της I-82 και τελείωσαν τα τριβλία της πρώτης σποράς

#### Βλαστικότητα πρώτης σποράς

- LIB217 = 93,33% στις 8 ημέρες
- LIB208 = 68,33% στις 8 ημέρες
- LIB203 = 93,33% στις 8 ημέρες
- LIB206 = 91,66% στις 7 ημέρες
- LIB201 = 83,33% στις 9 ημέρες
- LIB224 = 100% στις 4 ημέρες
- L. albus Multitalia (LAMult) = 100% στις 4 ημέρες
- L. angustifolius (POLO) = 100% στις 3 ημέρες

#### Βλαστικότητα δεύτερης σποράς

- LIB217 = 100% στις 3 ημέρες
- LIB208 = 90% στις 7 ημέρες με χλωριομένους σπόρους
- LIB203 = 100% στις 4 ημέρες
- LIB206 = 100% στις 3 ημέρες
- LIB201 = 66.66% στις 8 ημέρες

Πίνακας 2.5.1: Περίοδος καταγραφής φυτρωτικότητας ανά ποικιλία λούπινου

Ποικιλία/ Φυτρωτικότητα	Περίοδος Καταγραφής				
	Ρολο	21 Φεβρουαρίου	23 Φεβρουαρίου	25 Φεβρουαρίου	2 Μαρτίου
Φυτρωτικότητα 50%	Επιτεύχθη				
Βλάστηση	75%	80%	80%	88%	97,70%
Lamultitalia					
Φυτρωτικότητα 50%	Επιτεύχθη				
Βλάστηση	45%	60%	78%	83%	100%
LIB201					
Φυτρωτικότητα 50%	Επιτεύχθη				
Βλάστηση	70%	70%	76%	85%	96%
LIB224					
Φυτρωτικότητα 50%	Επιτεύχθη				
Βλάστηση	72%	82%	88%	93%	100%
LIB217					
Φυτρωτικότητα 50%	Επιτεύχθη				
Βλάστηση	56%	60%	80%	90%	97,70%
LIB208					
Φυτρωτικότητα 50%				Επιτεύχθη	
Βλάστηση	18%	32%	53%	56%	71,10%
LIB203					
Φυτρωτικότητα 50%	Επιτεύχθη				
Βλάστηση	75%	82%	85%	93%	97,70%
LIB206					
Φυτρωτικότητα 50%	Επιτεύχθη				
Βλάστηση	67%	67%	85%	95%	100%

Πίνακας 2.5.2: Μετρήσεις και ημερομηνία καταγραφής καθέ σταδίου κατά προβλάστηση και βλάστηση

Μετρήσεις	Ημερομηνία	Ημέρες από την σπορά	Στάδια
Προβλάστηση 1	9 Φεβρουαρίου	1	Προβλάστηση
Προβλάστηση 2	14 Φεβρουαρίου	6	Προβλάστηση
Βλάστηση	21 Φεβρουαρίου	13	Θερμοκήπιο
Βλάστηση	23 Φεβρουαρίου	15	Θερμοκήπιο
Βλάστηση	25 Φεβρουαρίου	17	Θερμοκήπιο
Βλάστηση	2 Μαρτίου	22	Θερμοκήπιο
Βλάστηση	6 Μαρτίου	26	Αγρός
Σύνολο σπόρων/καταχώρηση = 60			
Σύνολο φυτών/καταχώρηση = 45			
Σύνολο φυτών/καταχώρηση/επανάληψη = 15			

Καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων της βλαστικότητας των σπόρων, οι σπόροι που είχαν βλαστήσει φυτεύονταν σε γλαστράκια στο θερμοκήπιο. Τα φυτά πλέον της ποικιλίας Ρολο είχαν κάνει από νωρίς την εμφάνισή τους. Από νωρίς λοιπόν, πριν τη φύτευση όλων των σπόρων τα φυτά εκτιμούνταν οπτικά ως προς την εμφάνιση και τη ζωηρότητά τους. Τα φυτά της ποικιλίας Ρολο εφόσον ξεπέρασαν το στάδιο της βλαστικότητας και ζωηρότητας του 50% και εφόσον ένα ποσοστό φυτών έφτασε στο στάδιο ανοίγματος των δύο φύλλων, βγήκαν από το θερμοκήπιο και τοποθετήθηκαν στον αγρό (δε φυτεύθηκαν) ώστε να λάβουν θερμοκρασίες μικρότερες του θερμοκηπίου για την καλύτερή τους προσαρμογή και όσον αφορά το στρεσάρισμα κατά τη μεταφύτευση.

Σημαντική παρατήρηση είναι ότι η εν λόγω ποικιλία μετά από δύο μέρες στον αγρό παρέμεινε στάσιμη. Τα δεδομένα αυτά καταγράφονταν με φωτογραφική μηχανή και από τις 21/02/2017 ξεκίνησαν να καταγράφονται και γραπτώς.

Στις 06/03/2017 όλα τα φυτά μεταφυτεύθηκαν στον αγρό (Εικόνα 2.5.1-3). Ωστόσο φυτεύτηκαν και τα φυτά της ποικιλίας LIB208 τα οποία δεν ήταν καθόλα έτοιμα για φύτευση, σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες ποικιλίες οι οποίες έπρεπε οπωσδήποτε να μεταφυτευθούν στον αγρό. Λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών τα marginal δεν μπόρεσαν να μεταφυτευθούν την ίδια ημερομηνία.



Εικόνα 2.5.1: Επανάληψη 1



Εικόνα 2.5.2: Επανάληψη 2





Εικόνα 2.5.3: Επανάληψη 3

Στις 19/03/2017, μεταφύτεύθηκαν στον αγρό τα marginal και χαρακτηρίστηκαν οι ποικιλίες ανά επανάληψη με ταμπελάκια.



Εικόνα 2.5.4: Επανάληψη 1



Εικόνα 2.5.5: Επανάληψη 2



Εικόνα 2.5.6: Επανάληψη 3

Ύστερα τα φυτά παρακολουθήθηκαν ως προς την ανάπτυξη τους και καταγράφονταν τα φαινοτυπικά χαρακτηριστικά (Εικόνα 2.5.4-6) προς μέτρηση κάθε φυτού και κάθε ποικιλίας ανά επανάληψη, όπως επίσης και ανά στάδιο ανάπτυξης.

## 2.6. Μετρήσεις

Ύστερα απ' τη μεταφύτευση των φυτών στον αγρό του Γ.Π.Α. πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ως προς το χαρακτηρισμό των μορφολογικών- αγρονομικών χαρακτηριστικών των ποικιλιών. Σαράντα επτά χαρακτηριστικά μετρήθηκαν σύμφωνα με τον IBPGR, δεκαεπτά ως προς το Libbio (Πίνακας 2.6.1,2), όπως επίσης χημικές αναλύσεις των σπόρων που παρήχθησαν για τις περιεκτικότητες Na, P, K και της ολικής πρωτεΐνης. Τέλος, πραγματοποιήθηκαν οι παραπάνω εδαφικές αναλύσεις και θα παρουσιαστούν και οι καιρικές συνθήκες για τους μήνες διεξαγωγής του πειράματος (Πίνακας 3.2.1). Κατά τη παραμονή των φυτών στο θερμοκήπιο έγιναν μετρήσεις ως προς τη φυτρωτικότητα, το μήκος και το χρώμα του υποκοτυλίου αλλά και το μήκος, το χρώμα και την ευρωστία των κοτυληδόνων τέλος χαρακτηρίστηκε ο τύπος ανάπτυξης.

Μετά την εγκατάσταση του πειράματος στον πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. τα φυτά ποτίζονταν όταν υπήρχε έλλειψη της απαραίτητης υγρασίας και κατά την πορεία της ανάπτυξης ξεκίνησαν οι μετρήσεις. Αρχικά μετρήθηκε η ζωηρότητα των φυτών, το ύψος, το χρώμα και η έντασή του, η διαμόρφωση του κεντρικού στελέχους, η ύπαρξη ή όχι χνώωσης, η επικάλυψη κηρώδες και το πάχος του κεντρικού στελέχους. Η ύπαρξη ή όχι πλάγιων βλαστών, η διάμετρος των φύλλων, το σχήμα του φύλλου, η κατάληξη του φυλλαρίου, το τρίχωμα των φυλλαρίων, ο αριθμός τους ανά φυτό, το χρώμα και η ένταση των φύλλων, το μήκος, το χρώμα και η ένταση του μίσχου, το χρώμα και η ένταση των άνθεων πριν και αφού ανοίξουν. Μετρήθηκε το μήκος της κεντρικής ταξιανθίας- ανθοφορίας. Μετρήθηκε ο αριθμός των λοβών ανά φυτό, το μήκος, το πλάτος, το τρίχωμα των λοβών όπως και το άνοιγμα και η πτώση τους. Επίσης, μετρήθηκε το σχήμα του σπόρου και το χρώμα του, η απόδοση ανά φυτό.

Όσον αφορά τις ασθένειες παρατηρήθηκε ωίδιο, μυρμήγκια και σηψιρριζίες στις ποικιλίες του λούπινου. Παρατηρήθηκαν βομβίνοι κατά την επικονίαση και κατά την περίοδο της ανθοφορίας λόγω υψηλών θερμοκρασιών παρατηρήθηκε πτώση των άνθεων και για το λόγο αυτό ήταν μικρή η παραγωγή σπόρου. Μετά την συγκομιδή, ακολούθησαν εργαστηριακές μετρήσεις ως προς τον αριθμό των λοβών ανά φυτό, τον αριθμό των σπόρων ανά λοβό και φυτό, τη συνολική παραγωγή, το νωπό βάρος όλου του φυτού, αλλά και το νωπό βάρος χωρίς λοβούς, το νωπό βάρος της ρίζας και επίσης τα ξηρά βάρη της ρίζας και του φυτού. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά προς μέτρηση παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα και οι περιγραφητές ως εγχειρίδιο θα

παρουσιαστούν στο παράρτημα. Τέλος, παρατηρήθηκε προσβολή στους λοβούς από λεπιδόπτερο και συνεχίστηκαν οι χημικές αναλύσεις.

Πίνακας 2.6.1: Πίνακας μετρήσεων

Όνομα χαρακτηριστικού μέτρησης/Κωδικός περιγραφητή	Επίπεδα κλάσεων	Χρόνος παρατήρησης
Τύπος ανάπτυξης (4.1)	1 = "Ορθόκλαδο" 2 = "Θάμνος"	Βλαστητικό στάδιο
Τύπος του φυτού ως προς το πλάγιασμα (4.2)	1 = "Ορθιο" 2 = "Ημιόρθιο" 3 = "Ερπον"	Βλαστητικό στάδιο
Σχηματισμός κεντρικού στελέχους (4.3.1)	0 = "Δεν προεξέχει" 1 = "Προεξέχει"	Βλαστητικό στάδιο
Χνόωση κεντρικού στελέχους (4.3.2)	0 = "Γυαλιστερό" 1 = "Με χνόωση"	Βλαστητικό στάδιο
Χρώμα κεντρικού στελέχους (4.3.3)	1 = "Κίτρινο" 2 = "Πράσινο" 3 = "Γκρι"	Βλαστητικό στάδιο
Ένταση χρώματος κεντρικού στελέχους (4.3.4)	3 = "Αχνό" 5 = "Κανονικό" 7 = "Σκούρο"	Βλαστητικό στάδιο
Επικάλυψη κηρώδες κεντρικού στελέχους (4.3.5)	0 = "Απουσία" 1 = "Παρουσία"	Βλαστητικό στάδιο
Διάμετρος κεντρικού στελέχους (4.3.6)	1 = "Μικρό" 2 = "Μεσαίο" 3 = "Μεγάλο"	Βλαστητικό στάδιο
Εμφάνιση πλάγιου βλαστού (4.4.1)	0 = "Χωρίς πλάγιο" 1 = "Με πλάγιο"	Βλαστητικό στάδιο
Πρωτεύον πλάγιοι βλαστοί (4.4.2)	Συχνότητα εμφάνισης πρώτων πλάγιων	Βλαστητικό στάδιο

Διάμετρος φύλλου (4.5.1)	1 = "Μικρό" 2 = "Κανονικό" 3 = "Μεγάλο"	Βλαστητικό στάδιο
Σχήμα φυλλαρίου (4.5.2)	1 = "Ελλειπτικό" 2 = "Πλατύτερο προς την κατάληξη" 3 = "Άλλο"	Βλαστητικό στάδιο
Κατάληξη φυλλαρίου (4.5.3)	1 = "Οξυκατάληκτο" 2 = "Λείο"	Βλαστητικό στάδιο
Χνόωση επάνω επιφάνειας φυλλαρίων (4.5.5)	0 = "Απουσία" 1 = "Παρουσία"	Βλαστητικό στάδιο
Χνόωση κάτω επιφάνειας φυλλαρίων (4.5.6)	0 = "Απουσία" 1 = "Παρουσία"	Βλαστητικό στάδιο
Αριθμός φυλλαρίων/φυτό (4.5.7)	1 = "Λίγα" , 2 = "Κανονικά" 3 = "Πολλά"	Βλαστητικό στάδιο
Χρώμα φύλλου (4.5.8)	1 = "Κίτρινο" 2 = "Πράσινο" 3 = "Γκρι"	Βλαστητικό στάδιο
Ένταση χρώματος φύλλου (4.5.9)	5 = "Κανονικό" 7 = "Σκούρο"	Βλαστητικό στάδιο
Μήκος μίσχου φύλλου (4.5.13)	3 = "Αχνό" , 5 = "Κανονικό" 7 = "Σκούρο"	Βλαστητικό στάδιο
Χρώμα μίσχου (4.5.14)	1 = "Κίτρινο" 2 = "Πράσινο" 3 = "Γκρι"	Βλαστητικό στάδιο
Ένταση χρώματος μίσχου (4.5.15)	3 = "Αχνό" 5 = "Κανονικό" 7 = "Σκούρο"	Βλαστητικό στάδιο
Χρώμα πτέρυγας του άνθους πριν το άνοιγμα (4.6.3)	1 = "Άσπρο" 2 = "Κίτρινο" 3 = "Πορτοκαλί" 4 = "Ροζ" 5 = "Κόκκινο" 6 = "Πράσινο" 7 = "Μπλέ" 8 = "Μωβ" 9 = "Καφέ"	Αναπαραγωγικό στάδιο

Ένταση του χρώματος του πτέρυγας του άνθους πριν το άνοιγμα (4.6.4)	3 = "Αχνό" , 5 = "Κανονικό" 7 = "Σκούρο"	Αναπαραγωγικό στάδιο
Χρώμα τροπίδας του άνθους πριν το άνοιγμα (4.6.5)	1 = "Άσπρο" 2 = "Κίτρινο" 3 = "Πορτοκαλί" 4 = "Ροζ" 5 = "Κόκκινο" 6 = "Πράσινο" 7 = "Μπλέ" 8 = "Μωβ" 9 = "Καφέ"	Αναπαραγωγικό στάδιο
Ένταση του χρώματος της τροπίδας του άνθους πριν το άνοιγμα (4.6.6)	3 = "Αχνό" 5 = "Κανονικό" 7 = "Σκούρο"	Αναπαραγωγικό στάδιο
Χρώμα πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος φυτού περιθωρίου (4.6.7)	0 = "Απουσία φυτού περιθωρίου " 1 = "Άσπρο" 2 = "Κίτρινο" 3 = "Πορτοκαλί" 4 = "Ροζ" 5 = "Κόκκινο" 6 = "Πράσινο" 7 = "Μπλέ" 8 = "Μωβ" 9 = "Καφέ"	Αναπαραγωγικό στάδιο
Χρώμα κεντρικού σημείου του πετάλου σε φυτού περιθωρίου (4.6.9)	0 = "Απουσία χρώματος κεντρικού σημείου" , 1 = "Άσπρο" 2 = "Κίτρινο" 3 = "Πορτοκαλί" 4 = "Ροζ" 5 = "Κόκκινο" 6 = "Πράσινο" 7 = "Μπλέ" 8 = "Μωβ" 9 = "Καφέ"	Αναπαραγωγικό στάδιο
Η ένταση του χρώματος κεντρικού σημείου του πετάλου (4.6.10)	3 = "Αχνό" , 5 = "Κανονικό", 7 = "Σκούρο"	Αναπαραγωγικό στάδιο

Χρώμα της ενδιάμεσης περιοχής του πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος (4.6.11)	0 = "Απουσία χρώματος ενδιάμεσης περιοχής" 1 = "Άσπρο" 2 = "Κίτρινο" 3 = "Πορτοκαλί" 4 = "Ροζ" 5 = "Κόκκινο" 6 = "Πράσινο" 7 = "Μπλέ" 8 = "Μωβ" 9 = "Καφέ"	Αναπαραγωγικό στάδιο
Ένταση του χρώματος της ενδιάμεσης περιοχής του πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος (4.6.12)	3 = "Αχνό" 5 = "Κανονικό" 7 = "Σκούρο"	Αναπαραγωγικό στάδιο
Μήκος κεντρικής άνθησης (4.6.25)	1 = "Μικρή" 2 = "Κανονικά" 3 = "Μεγάλη"	Αναπαραγωγικό στάδιο
Αριθμός λοβών/φυτό (4.7.1)	1 = "Λίγοι" 2 = "Κανονικά" 3 = "Πόλλοι"	Στάδιο καρποφορίας
Μήκος λοβού (4.7.2)	1 = "Μικρό" 2 = "Κανονικό" 3 = "Μεγάλο"	Στάδιο καρποφορίας
Πλάτος λοβού (4.7.3)	1 = "Μικρό" 2 = "Κανονικό" 3 = "Μεγάλο"	Στάδιο καρποφορίας
Χνόωση ώριμου λοβού (4.7.5)	0 = "Απουσία", 3 = "Ελαφριά", 5 = "Κανονικά", 7 = "Πολλή"	Στάδιο καρποφορίας
Άνοιγμα λοβού (4.7.6)	0 = "Καθόλου ανοιγμένοι" 3 = "Ελάχιστα ανοιγμένοι" 5 = "Αρκετά ανοιγμένοι" 7 = "Όλοι ανοιγμένοι"	Στάδιο καρποφορίας
Απόρριψη – πτώση λοβών (4.7.7)	0 = "Καθόλου Απορριπώμενοι" 3 = "Ελάχιστα Απορριπώμενοι" 5 = "Αρκετοί Απορριπώμενοι" 7 = "Όλοι Απορριπώμενοι"	Στάδιο καρποφορίας
Σχήμα σπόρου (4.8.1)	1 = "Σφαιρικός" 2 = "Πεπλατυσμένος σφαιρικό" 3 = "Οβάλ" 4 = "Πεπλατυσμένος Οβάλ" 5 = "Κυβοειδής" 6 = "Πεπλατυσμένος κυβοειδής" 7 = "Άλλο"	Μορφολογία σπόρου

Πρωτεύον χρώμα σπόρου (4.8.5)	1 = "Άσπρο" 2 = "Κίτρινο" 3 = "Πορτοκαλί" 4 = "Ροζ" 5 = "Κόκκινο" 6 = "Πράσινο" 7 = "Μπλέ" 8 = "Μωβ" 9 = "Καφέ"	Μορφολογία σπόρου
Δευτερεύον χρώμα σπόρου (4.8.7)	0 = "Απουσία δευτερεύοντος χρώματος σπόρου" 1 = "Άσπρο" 2 = "Κίτρινο" 3 = "Πορτοκαλί" 4 = "Ροζ" 5 = "Κόκκινο" 6 = "Πράσινο" 7 = "Μπλέ" 8 = "Μωβ" 9 = "Καφέ"	Μορφολογία σπόρου
Δευτερεύον χρωματικός σχηματισμός σπόρου (4.8.9)	1 = "Ημισέληνος" 2 = "Φρύδι" 3 = "Πλάτη" 4 = "Βούλες" 5 = "Μουστάκι" 6 = "Μωσαικό" 7 = "Μωσαικό Ημισέληνος" 8 = "Μωσαικό φρύδι" 9 = "Άλλο"	Μορφολογία σπόρου
Χρώμα υποκοτυλίου (4.9.4)	1 = "Κίτρινο" 2 = "Πράσινο" 3 = "Γκρι" 4 = "Κόκκινο"	Βλασθητικό στάδιο
Φυτρωτικότητα (6.1)	Πίνακας	Βλασθητικό στάδιο
Ημέρες μέχρι την πρώτη άνθηση (6.2)	1 = "Γρήγορα" 2 = "Κανονικά" 3 = "Αργά"	Βλασθητικό στάδιο
Ρύθμος ανάπτυξης (6.3)	3 = "Αργά" , 5 = "Κανονικά" 7 = "Γρηγορά"	Βλασθητικό στάδιο
Τύπος ανάπτυξης φυταρίου (6.4)	1 = "Ροζέτα" 9 = "Όρθιο"	Βλασθητικό στάδιο
Ύψος φυτού (6.5)	1 = "Κοντά" , 2 = "Κανονικά" 3 = "Ψηλά"	Τέλος ανθοφορίας



Ύψος μέχρι την άνθηση (από το εδάφος έως το πρώτο άνθος) κεντρικής άνθησης	1 = "Χαμηλά" 2 = "Κανονικά" 3 = "Ψηλά"	Βλαστητικό στάδιο
Ύψος μέχρι την άνθηση (από το εδάφος έως το πρώτος άνθος) πρώτης τάξεως άνθηση	1 = "Χαμηλά" 2 = "Κανονικά" 3 = "Ψηλά"	Βλαστητικό στάδιο
Σπόροι/λοβό	1 = " Λίγοι" , 2 = " Κανονικά" , 3 = "Πολλοί"	Μετά τη συγκομιδή
Αριθμός λοβών κεντρικών άνθησης	1 = " Λίγοι" , 2 = " Κανονικά" , 3 = "Πολλοί"	Μετά τη συγκομιδή
Αριθμός λοβών πρώτης τάξεως άνθησης	1 = " Λίγοι" , 2 = " Κανονικά" 3 = "Πολλοί"	Μετά τη συγκομιδή
Αριθμός λοβών δεύτερης τάξεως άνθησης	1 = " Λίγοι" , 2 = " Κανονικά" 3 = "Πολλοί"	Μετά τη συγκομιδή
Αριθμός σπόρων κεντρικής άνθησης	1 = " Λίγοι" 2 = " Κανονικά" 3 = "Πολλοί"	Μετά τη συγκομιδή
Αριθμός σπόρων πρώτης τάξεως άνθησης	1 = " Λίγοι" 2 = " Κανονικά" 3 = "Πολλοί"	Μετά τη συγκομιδή
Αριθμός σπόρων δεύτερης τάξεως άνθησης	1 = " Λίγοι" 2 = " Κανονικά" 3 = "Πολλοί"	Μετά τη συγκομιδή
Υγιείς σπόροι/φυτό	1 = " Λίγοι" 2 = " Κανονικά" 3 = "Πολλοί"	Μετά τη συγκομιδή
"Νωπό" Βάρος Υπέργειο	1 = "Ελαφρύ" , 2 = " Κανονικοί" 3 = "Βαρύ"	Μετά τη συγκομιδή
"Νωπό" Βάρος κεντρικού στελέχους (Χωρίς λοβού)	1 = "Ελαφρύ" 2 = " Κανονικοί" 3 = "Βαρύ"	Μετά τη συγκομιδή
"Ξηρό" Βάρος κεντρικού στελέχους	1 = "Ελαφρύ" , 2 = "Κανονικοί" 3 = "Βαρύ"	Μετά τη συγκομιδή

"Νωπό" Βάρος ρίζας	1 = "Ελαφριά" 2 = "Κανονικά" 3 = "Βαριά"	Μετά τη συγκομιδή
"Ξηρό" Βάρος ρίζας	1 = "Ελαφριά" , 2 = "Κανονικά" 3 = "Βαριά"	Μετά τη συγκομιδή
Βάρος σπόρων/φυτό (6.8)	1 = " Λίγο" , 2 = " Κανονικά" 3 = "Πολύ"	Μετά τη συγκομιδή
Υπολογισμός βάρους 100 σπόρων	1 = " Λίγο" 2 = " Κανονικά" 3 = "Πολύ"	Μετά τη συγκομιδή

Πίνακας 2.6.2: Πίνακας μετατροπής ποσοτικών χαρακτηριστικών σε διακριτά γνωρίσματα

Όνομα χαρακτηριστικού μέτρησης/Κωδικός περιγραφική	Κλάσεις		
	1	2	3
Διάμετρος κεντρικού στελέχους (cm) 4.3.6	5 – 5,26	5,27 – 5,52	5,53 – 5,80
Διάμετρος φύλλου (cm) 4.5.1	5 – 7,33	7,34 – 9,66	9,67 – 12
Αριθμός φυλλαρίων/φυτό 4.5.7	88 – 333,33	333,34 – 578,66	578,67– 824
Μήκος μίσχου φύλλου (cm) 4.5.13	2 – 3,66	3,67 – 5,33	5,34 – 7
Μήκος κεντρικής άνθησης (cm) 4.6.25	0 – 9,66	9,67 – 19,33	319,34 – 29
Αριθμός λοβών/φυτό 4.7.1	0 – 6	7 – 12	13 –17
Μήκος λοβού (cm) 4.7.2	1,5 – 4,2	4,3 – 6,	7 – 9,6
Πλάτος λοβού (cm) 4.7.3	0,5 – 1,06	1,07 – 1,62	1,63 – 2,2
Ημέρες μέχρι την πρώτη άνθηση 6.2	75 – 96	97 – 117	118 – 138
Ύψος φυτού (cm) 6.5	0 – 31	32 – 62	63 – 93
Ύψος μέχρι την άνθηση (από το εδάφος έως το πρώτο άνθος) κεντρικής άνθησης	0 – 25,66	25,67 – 51,32	51,33 – 77
Ύψος μέχρι την άνθηση (από το εδάφος έως το πρώτος άνθος) πρώτης τάξεως άνθησης	11 – 33,33	33,34 – 55,66	55,67 – 78
Σπόροι/λοβό	0 – 2	2 – 4	5 – 7
Αριθμός λοβών κεντρικών άνθησης	0 – 6	7 – 12	13 – 17
Αριθμός λοβών πρώτης τάξεως άνθησης	1 – 2	3 – 4	5 – 6
Αριθμός λοβών δεύτερης τάξεως άνθησης	1 – 2	3 – 4	5 – 6
Αριθμός σπόρων κεντρικής άνθησης	0 – 11	12 – 22	23 – 33
Αριθμός σπόρων πρώτης τάξεως άνθησης	1 – 2	3 – 4	5 – 6
Αριθμός σπόρων δεύτερης τάξεως άνθησης	1 – 2	3 – 4	5 – 6
Υγιείς σπόροι/φυτό	0 – 11	12 – 22	23 – 33
"Νωπό" Βάρος Υπέργειο (g)	0,49 – 8,15	8,16 – 15,81	15,82 – 23,47
"Νωπό" Βάρος κεντρικού στελέχους (g) (Χωρίς λοβό)	0,34 – 7,64	7,65 – 14,94	14,95 – 22,24
"Ξηρό" Βάρος κεντρικού στελέχους (g)	0,32 – 6,35	6,36 – 12,38	12,39 – 18,41
"Νωπό" Βάρος ρίζας (g)	0,07 – 1,673	1,674 – 3,276	3,277 – 4,879
"Ξηρό" Βάρος ρίζας (g)	0,06 – 1,536	1,537 – 3,012	3,013 – 4,488
Βάρος σπόρων/φυτό (g) 6.8	0 – 1,763	1,764 – 3,52	3,527 – 5,28

### 2.6.1. Μετρήσεις θρεπτικών στοιχείων

Οι μετρήσεις στα βάρη έγιναν με ζυγαριά ακριβείας Mettler PE3600 δύο δεκαδικών. Η ξήρανση έγινε σε φούρνο ξηράνσεως στους 80 °C για 24 ώρες. Ο σπόρος τρίφθηκε σε μύλο καφέ , ύστερα πάρθηκε δείγμα μισού γραμμαρίου και τοποθετήθηκε σε πυραντήριο LM-312 της εταιρίας Linn High Therm, για οκτώ ώρες στους 550 °C και ύστερα αφού κρύωσαν τα δείγματα έγιναν αραιώσεις, έγινε εκχέλιση μέσα από ashless διηθητικό χαρτί, σε πυκνό διάλυμα υδροχλωρικού και απεσταγμένου νερού. Με τα πυκνά αυτά διαλύματα και με τη βοήθεια του φλογοφωτόμετρου (Sherwood Model 410, Cambridge, UK) πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις του Καλίου (K) και Νατρίου (Na). Το φλογοφωτόμετρο ουσιαστικά μετρά τη διαφορά μεταξύ της απορρόφησης από τη καύση των πυκνών μας διαλυμάτων, σε σχέση με την απορρόφηση της καλιμπραρισμένης ακτινοβολίας της καύσης προπανίου.

Όσον αφορά τη μέτρηση του ολικού φωσφόρου, η διαδικασία ήταν πιο πολύπλοκη και οι μετρήσεις ολοκληρώθηκαν με τη βοήθεια του φασματοφωτόμετρου Anthos zenyth 200it, της εταιρίας Biochrom. Εφαρμόστηκε η μέθοδος κυανού φωσφομολυβδαινικού συμπλόκου , με χρήση φασματοφωτόμετρου σε μήκος κύματος 880 nm. Πρώτα παρασκευάστηκαν τα αντιδραστήρια, προστέθηκε 2ml του δείγματός μας σε κωνική φιάλη των 50ml και στη συνέχεια τρεις σταγόνες από τον δείκτη μας. Προστέθηκαν 2 σταγόνες υδροξειδίου του νατρίου(NaOH) και άλλαξε το χρώμα σε κίτρινο, ακολούθησαν 10ml διαλύματος Murphy-Riley και αναδεύεται, γίνεται πλήρωση ως τη χαραγή της φιάλης με απεσταγμένο νερό και ύστερα το αφήνουμε για 20 λεπτά σε ηρεμία. Τέλος τα δείγματα τοποθετήθηκαν στην ειδική πλάκα του φασματοφωτόμετρου και πραγματοποιήθηκε η μέτρηση της διαπερατότητας των δειγμάτων στα 880nm.

Η συνολική ποσότητα πρωτεΐνης του σπόρου μετρήθηκε με τη μέθοδο της Kjeldahl και τη βοήθεια των οργάνων μέτρησης DT 220 Digester και Kjeltac 8400 της εταιρίας FOSS . Όλα τα όργανα μέτρησης παρουσιάζονται σε εικόνες στο παράρτημα.

## 2.7. Ανάλυση δεδομένων

### 2.7.1. Ταξινόμηση σε κλάσεις και ανάλυση δεδομένων

Τα ποιοτικά δεδομένα θα πάρουν δυαδική μορφή για την ευκολία ανάλυσής τους και στα ποσοτικά όπου χρειάζεται θα γίνει κατηγοριοποίηση σε κλάσεις ώστε να είναι πιο εμφανής η παραλλακτικότητα ως προς τις ποικιλίες, αλλά και τις επαναλήψεις. Με στόχο τη μετατροπή των ποσοτικών χαρακτηριστικών σε διακριτά, αυτά ταξινομήθηκαν σε ισάριθμες κλάσεις (Πίνακας 2.6.2). Αυτή η ταξινόμηση έγινε διαιρώντας το εύρος των παρατηρήσεων στα τρία, δημιουργώντας έτσι τρεις ισάριθμες διακριτές κλάσεις για κάθε χαρακτηριστικό. (Terzopoulos και Bebeli, 2010).

Για το χαρακτηρισμό των πληθυσμών και τον υπολογισμό της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας, υπολογίσαμε τις συχνότητες κάθε χαρακτηριστικού αλλά και κάθε πληθυσμού ξεχωριστά με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος SPSS Statistics της IBM. Με τη βοήθεια της γενετικής του Nei (He) (Nei, 1973), υπολογίστηκε η παραλλακτικότητα για κάθε χαρακτηριστικό, η συνολική φαινοτυπική παραλλακτικότητα των πληθυσμών ( $H_t$ ), η φαινοτυπική παραλλακτικότητα μεταξύ ( $G_{st}$ ) αλλά και εντός των πληθυσμών ( $H_s$ ), καθώς και ο μέσος όρος για όλους τους πληθυσμούς ( $\bar{H}_s$ ).

Υπολογίστηκε ακόμα η μέση φαινοτυπική παραλλακτικότητα κάθε πληθυσμού για όλα τα υπό μελέτη χαρακτηριστικά ( $\bar{H}_p$ ) (Terzopoulos και Bebeli, 2010). Επίσης πραγματοποιήθηκε και σύγκριση των μέσων όρων της μέσης φαινοτυπικής παραλλακτικότητας κάθε πληθυσμού για όλα τα υπό μελέτη χαρακτηριστικά με τη

μέθοδο του Duncan, πραγματοποιήθηκε ανάλυση κατά συστάδες (Cluster Analysis), ανάλυση κυρίων συνιστωσών (Principal Components Analysis) με τη βοήθεια των στατιστικών προγραμμάτων JMP 8.0.1 της SAS (SAS Institute Inc., 2009) και NTSYS-pc (Rohlf, 1998). Τέλος, παρατίθεται σύγκριση μέσων για το συνολικό ποσοστό πρωτεΐνης, καλίου, νατρίου και φωσφόρου των σπόρων ανά ποικιλία.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1 Ανάλυση εδάφους

Οι επαναλήψεις 1 και 2 παρουσίασαν  $\text{pH} = 7,85$  ,  $\text{CaCO}_3 = 23,98$  % και  $\text{pH} = 7,9$  ,  $\text{CaCO}_3 = 19,68$  % αντίστοιχα , ενώ η τρίτη εμφάνισε το χαμηλότερο επίπεδο ανθρακικού ασβεστίου από τα εδαφικά τεμάχια που ελέγχθηκαν με ποσοστό 18,65% και  $\text{pH} = 8,2$ . Τα δείγματα πάρθηκαν με τη βοήθεια δειγματολήπτη εδάφους σε σχέδιο δειγματοληψίας μορφής W. Ξηράθηκε για μια ημέρα στους 35 °C, περάστηκε από κόσκινο και πάρθηκε το δείγμα εδάφους προς ανάλυση. Πάρθηκε 1gr εδαφικού δείγματος όπου με τη προσθήκη 1 ml HCL πραγματοποιήθηκε η ανάλυση του ανθρακικού ασβεστίου με τη μέθοδο «Bernard» (Bourdrea και Canfield, 1993). Το αποτέλεσμα της μέτρησης πολλαπλασιάστηκε με το συντελεστή 0,41 όπου αντιστοιχεί στις παρούσες θερμοκρασιακές συνθήκες (20 °C). Όσον αφορά τώρα τη μέτρηση του  $\text{pH}$  με τη χρήση «ηλεκτροδίων» πάρθηκαν 20 gr εδαφικού δείγματος όπου ανακατεύτηκαν με 20 ml απεσταγμένου νερού και ακολουθήθηκε η διαδικασία πρωτοκόλλου για τη μέτρηση αυτή. Για τη μέτρηση των ανταλλάξιμων καίωντων Ca, K, Na, Mg τηρήθηκε το πρωτόκολλο της μεθόδου του «οξικού αμμωνίου». Για τον προσδιορισμό της κοκκομετρικής σύστασης του εδάφους (Πίνακας 3.1.2) ακολουθήθηκε η μέθοδος (Bouyoucos, G. H., 1951), για τον προσδιορισμό της οργανικής ουσίας η μέθοδος κατά «Walkey-Black» (Keltling κ.ά., 1952), για τον προσδιορισμό του διαθέσιμου εδαφικού φωσφόρου ακολουθήθηκε η μέθοδος κατά «Murphy Riley» (Murphy & Riley, 1962). Τέλος όσον αφορά τη μέτρηση του ολικού αζώτου ακολουθήθηκε η μέθοδος «Kjeldahl» (Bradstreet, R. 1965).

Πίνακας 3.1.1: Χημική ανάλυση δειγμάτων εδάφους

A/A	Επανάληψη 1	Επανάληψη 2	Επανάληψη 3
$\text{CaCO}_3$	23,98	19,68	18,65
$\text{pH}$	7,85	7,9	8,2
Ολικό N (%)	0,34	0,28	0,28
K (ppm)	1200	1244	758
Na (ppm)	204	206	276
K (meq/l)	30	31,1	18,95
Na (meq/l)	9,21	8,69	8,34
Ca (ppm)	8222,5	8207,5	7515
Mg (ppm)	487,5	495	530
P (ppm)	55,87	36,12	27,41
OM (%)	5,77	3,74	3,85

Πίνακας 3.1.2: Μηχανική ανάλυση δειγμάτων εδάφους

A/A	Επανάληψη 1	Επανάληψη 2	Επανάληψη 3
Άργιλος	25,6	29,6	25,9
Άμμος	37,8	75,8	41,2
ΐλύς	36,6	5,4	32,9
ΐλύς και άργιλος	62,2	24,2	58,8
Κλάση	L	SCL	L
EC (μS/cm)	451	341	269

### 3.2. Μετεωρολογικά δεδομένα

Πίνακας 3.2.1 : Μετεωρολογικά δεδομένα

Μήνας	Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C)	Μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία (°C)	Ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία (°C)	Μηνιαία Βροχόπτωση (mm)
Φεβρουάριος	11,6	18,9	2,3	17,8
Μάρτιος	14,4	24,5	6,2	79,8
Απρίλιος	17,1	27,8	8,8	5,4
Μάιος	21,7	34,5	14	57,2
Ιούνιος	26,2	41,3	16,9	69,2
Ιούλιος	29,7	41,1	19,8	7,4
Μέσος όρος	20,11	31,35	11,33	39,46

### 3.3 Χαρακτηρισμός συλλογής πληθυσμών

#### 3.3.1 Χαρακτηριστικά που σχετίζονται με το βλαστητικό στάδιο

Οι περισσότεροι πληθυσμοί παρουσίασαν ορθόκλαδο τύπο ανάπτυξης, σε ποσοστό 87,23% . Ως προς τον τύπο του φυτού για το πλάγιασμα η πλειοψηφία των πληθυσμών παρουσίαζε ανάπτυξη με κλίση σε ποσοστό 59,36% . Ο σχηματισμός του κεντρικού στελέχους των πληθυσμών στην πλειοψηφία του βρέθηκε να προεξέχει προς τα πάνω σε ποσοστό 73,4% . Στην πλειοψηφία τα κεντρικά στελέχη δεν παρουσίασαν χνώση σε ποσοστό 74,2% . Οι πληθυσμοί στην πλειοψηφία τους παρουσίασαν πράσινο κεντρικό στέλεχος σε ποσοστό 99,65% , με ωχρή ένταση του πράσινου σε ποσοστό 95,74% . Παρουσιάστηκε επικάλυψη κηρώδες στα κεντρικά στελέχη των πληθυσμών σε ποσοστό 61,79% . Το μεγαλύτερο ποσοστό του πάχους των κεντρικών στελεχών των πληθυσμών, παρουσιάστηκε στη κανονικά κλάση (κανονικό 2-5 mm) με τιμή 56,88% . Στα περισσότερα φυτά δεν υπήρχε έκπτυξη πλαγίου με ποσοστό 84,82% , ενώ τα φυτά που παρατηρήθηκαν με 1 και 3 πλάγιους βλαστούς παρουσίασαν την μεγαλύτερη και ίδια συχνότητα σε ποσοστό των 5,94% . Η πλειοψηφία των πληθυσμών παρουσίασε κανονικού μεγέθους διάμετρο φύλλου (4-8 cm) σε ποσοστό 74,18% . Στο σύνολό τους οι πληθυσμοί παρουσίασαν ελλειπτικό σχήμα φύλλου , οξεία κατάληξη στα φυλλάριά τους σε ποσοστό 100% , δεν παρουσίασαν τρίχωμα στην επάνω επιφάνεια των φυλλαρίων και στην κάτω επιφάνεια σε πλειοψηφία δεν παρουσίασαν τρίχωμα σε ποσοστό 74,19% . Πολλά φυλλάρια ανά φυτό (διακόσια και πάνω) με ποσοστό 60,66% παρουσίασαν στην πλειοψηφία τους οι πληθυσμοί . Στην πλειονότητά τους οι πληθυσμοί παρουσίασαν πράσινο χρώμα φύλλου σε ποσοστό 79,84% , με κανονικά ένταση χρώματος σε ποσοστό 43,62% . Ο μίσχος του φύλλου στο μεγαλύτερο ποσοστό των πληθυσμών ήταν κανονικού μεγέθους 3-5 cm με ποσοστό 55,47% , με χρώμα πράσινο σε ποσοστό 93,45% και ωχρής εντάσεως 72,73% . Το χρώμα του υποκοτυλίου στην πλειοψηφία των πληθυσμών παρουσίασε πράσινο χρώμα σε ποσοστό 77,55% ενώ παρουσιάστηκε και κόκκινο χρώμα σε ποσοστό 22,45% .



### 3.3.2. Χαρακτηριστικά που σχετίζονται με το αναπαραγωγικό στάδιο

Στην πλειοψηφία τους οι πληθυσμοί παρουσίασαν άσπρο πέταλο, λίγο πριν ανοίξει το άνθος, σε ποσοστό 96,42% . Η τροπιδας του άνθους λίγο πριν ανοίξει στην πλειοψηφία των πληθυσμών ήταν άσπρη με ποσοστό 88,21% . Το σύνολο του χρώματος των μόλις ανοιγμένων ανθέων των φυτών περιθωρίου (multitalia) ήταν άσπρο . Η πλειονότητα των πληθυσμών όσον αφορά το χρώμα στο κεντρικό σημείο του πετάσου των μόλις ανοιγμένων ανθέων ήταν κίτρινο σε ποσοστό 61,07% , με ωχρή ένταση στο σύνολο των πληθυσμών . Η πλειοψηφία των πληθυσμών ως προς το χρώμα των μόλις ανοιγμένων ανθέων στην ενδιάμεση περιοχή του πετάσου ήταν άσπρο σε ποσοστό 74,64% , με ωχρή ένταση σε ποσοστό 92,55% . Η πλειοψηφία των πληθυσμών έδειξε κανονικό μήκος κύριας ανθοφορίας (9-18 cm) σε ποσοστό 47,74% , επίσης το ύψος του φυτού από το έδαφος έως την αρχή της ανθοφορίας ως προς την άνθηση του κεντρικού στελέχους , στην πλειοψηφία των πληθυσμών ήταν χαμηλό (0-30 cm) με ποσοστό 52,68% και κανονικό (30-60 cm) με ποσοστό 46,06% .

### 3.3.3. Χαρακτηριστικά που σχετίζονται με το στάδιο καρποφορίας

Ο αριθμός των λοβών στην πλειοψηφία των πληθυσμών βρέθηκαν λίγο (0-10 λοβοί) σε ποσοστό 56,52% . Το μήκος των λοβών στην πλειοψηφία των πληθυσμών χαρακτηρίστηκε κανονικό (4-6 cm) σε ποσοστό 69,42% . Το πλάτος των λοβών στην πλειοψηφία των πληθυσμών παρατηρήθηκε κανονικό (1-1,3 cm) σε ποσοστό 93,20% . Το τρίχωμα του ώριμου λοβού στην πλειοψηφία των πληθυσμών χαρακτηρίστηκε ως ελαφρύ σε ποσοστό 73,3% . Το άνοιγμα των λοβών στην πλειοψηφία των πληθυσμών χαρακτηρίστηκε καθόλου ανοιγμένοι λοβοί σε ποσοστό 91,22% . Τέλος, η απόρριψη – τίναγμα των λοβών των πληθυσμών του χαρακτηρίστηκε ως καθόλου απόρριψη λοβών σε ποσοστό 100% .

### 3.3.4. Χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη μορφολογία του σπόρου

Το σχήμα του σπόρου στη πλειοψηφία των πληθυσμών εμφανίστηκε ως οβάλ σε ποσοστό 39,08% και πεπλατυσμένο σφαιρικό σε ποσοστό 23,56% . Ως προς το πρωτεύον χρώμα του σπόρου, οι πληθυσμοί στην πλειοψηφία τους εμφάνισαν άσπρο χρώμα σε ποσοστό 98,5% . Ως προς το δευτερεύον χρώμα του σπόρου, οι πληθυσμοί στην πλειοψηφία τους δεν εμφάνισαν κάποιο χρωματισμό σε ποσοστό 77,90% . Ο δευτερεύον χρωματισμός του σπόρου στην πλειοψηφία των

πληθυσμών εμφανίστηκε να έχει μουστάκι σε ποσοστό 96,88% . Η ποικιλία I-82 παρουσίασε μεγάλη ποικιλομορφία ως προς τον χρωματικό σχηματισμό του σπόρου. Υπήρχαν καφέ σπόροι με άσπρο μουστάκι, άσπροι σπόροι με καφέ μουστάκι, άσπροι σκέτοι και άσπροι με καφέ μουστάκι και πιτσιλωτοί καφέ.

### 3.3.5. Χαρακτηριστικά μετά συγκομιδής και αγρονομικά χαρακτηριστικά

Τις ημέρες μέχρι την πρώτη άνθηση, οι πληθυσμοί στην πλειοψηφία τους αναπτύχθηκαν κανονικά σε ποσοστό 52,72% . Ως προς το ρυθμό ανάπτυξης των φυταρίων, οι πληθυσμοί στην πλειοψηφία τους αναπτύχθηκαν κανονικά σε ποσοστό 64,91%. Ως προς τον τύπο ανάπτυξης των φυταρίων, οι πληθυσμοί στην πλειοψηφία τους εμφάνισαν ορθή ανάπτυξη σε ποσοστό 86,77% . Η φυτεία ως προς το ύψος της λίγο πριν τη συγκομιδή, στην πλειοψηφία των πληθυσμών εμφανίστηκε κοντή σε ποσοστό 33,9% και κανονική σε ποσοστό 37,8% . Ως προς τους σπόρους ανά λοβό, τα υψηλότερα ποσοστά των πληθυσμών εμφανίστηκαν στις περιπτώσεις λοβών με 2 σπόρους σε ποσοστό 34,6%, με 3 σπόρους σε ποσοστό 22,8% και με έναν σπόρο σε ποσοστό 19,8% . Ο αριθμός των λοβών της κεντρικής άνθησης εμφανίστηκε κανονικός σε ποσοστό 49,6% και μικρότερος σε ποσοστό 45,36% , ο αριθμός των λοβών στους πρώτους πλάγιους στην πλειοψηφία των πληθυσμών εμφανίστηκε μικρός σε ποσοστό 77,78% , ο αριθμός των σπόρων της κεντρικής άνθησης, στην πλειοψηφία των πληθυσμών παρουσιάστηκε μικρός σε ποσοστό 65,3%, ο αριθμός των σπόρων των πρώτων πλάγιων στην πλειοψηφία των πληθυσμών εμφανίστηκε μικρός σε ποσοστό 100% καθώς και ο αριθμός των υγείων σπόρων ανά φυτό παρουσιάστηκε μικρός σε ποσοστό 50% και κανονικός σε ποσοστό 42,02%. Το νωπό υπέργειο βάρος στην πλειοψηφία των πληθυσμών, χαρακτηρίστηκε ως ελαφρύ σε ποσοστό 59,8% , το νωπό υπέργειο βάρος χωρίς λοβούς στην πλειοψηφία των πληθυσμών, χαρακτηρίστηκε ως ελαφρύ και ποσοστό 55,81%, το ξηρό βάρος των στελεχών στην πλειοψηφία των πληθυσμών, χαρακτηρίστηκε ως ελαφρύ σε ποσοστό 66,8% και το νωπό βάρος της ρίζας στην πλειοψηφία των πληθυσμών, χαρακτηρίστηκε ελαφρύ σε ποσοστό 90,24% . Το ξηρό βάρος της ρίζας στην πλειοψηφία των πληθυσμών, χαρακτηρίστηκε ως ελαφρύ σε ποσοστό 93,78% . Το βάρος των σπόρων ανά φυτό στην πλειοψηφία των πληθυσμών χαρακτηρίστηκε ως μικρό σε ποσοστό 81,52% , ενώ ο υπολογισμός του βάρους των εκατό σπόρων ανά φυτό στην πλειοψηφία των πληθυσμών χαρακτηρίστηκε ως κανονικός σε ποσοστό 58,5% .

Πίνακας 3.3.1 : Πίνακας ποσοτικού χαρακτηρισμού ποικιλιών

Περιγραφητής	Επίπεδα κλάσεων	Ποσοστό (%)
Τύπος ανάπτυξης	1 = "Ορθόκλαδο"	87,23
	2 = "Θάμνος"	12,77
Τύπος του φυτού ως προς το πλάγιασμα	1 = "Ορθιο"	38,16
	2 = "Ημιόρθιο"	59,36
	3 = "Έρπον"	2,47
Σχηματισμός κεντρικού στελέχους	0 = "Δεν προεξέχει"	26,6
	1 = "Προεξέχει"	73,4
Χνόωση κεντρικού στελέχους	0 = "Γυαλιστερό"	74,19
	1 = "Με χνόωση"	25,81
Χρώμα κεντρικού στελέχους	1 = "Κίτρινο"	0,35
	2 = "Πράσινο"	99,65
Ένταση χρώματος κεντρικού στελέχους	3 = "Αχνό"	95,74
	5 = "Κανονικό"	4,26
Κέρωμα κεντρικού στελέχους	0 = "Απουσία"	38,21
	1 = "Παρουσία"	61,79
Διάμετρος κεντρικού στελέχους	1 = "Μικρό"	8,26
	2 = "Μεσαίο"	56,88
	3 = "Μεγάλο"	34,86
Εμφάνιση πλάγιου βλαστού	0 = "Χωρίς πλάγιο"	84,82
	1 = "Με πλάγιο"	15,18
Διάμετρος φύλλου	1 = "Μικρό"	12,36
	2 = "Κανονικό"	74,18
	3 = "Μεγάλο"	13,45
Σχήμα φυλλαρίου	1 = "Ελλειπτικό"	100
Κατάληξη φυλλαρίου	2 = "Λείο"	100
Χνόωση επάνω επιφάνειας φυλλαρίων	0 = "Απουσία"	100
Χνόωση κάτω επιφάνειας φυλλαρίων	0 = "Απουσία"	74,19
	1 = "Παρουσία"	25,81
Αριθμός φυλλαρίων/φυτό	1 = "Λίγα" ,	1,09
	2 = "Κανονικά"	38,25
	3 = "Πολλά"	60,66
Χρώμα φύλλου	1 = "Κίτρινο"	20,16
	2 = "Πράσινο"	79,84
Ένταση χρώματος φύλλου	3 = "Αχνό" ,	18,11
	5 = "Κανονικό"	43,62
	7 = "Σκούρο"	38,27
Μήκος μίσχου φύλλου	3 = "Αχνό" ,	18,61
	5 = "Κανονικό"	55,47
	7 = "Σκούρο"	25,91

Χρώμα μίσχου	1 = "Κίτρινο"	5,45
	2 = "Πράσινο"	93,45
	3 = "Γκρί"	1,09
Ένταση χρώματος μίσχου	3 = "Αχνό"	72,73
	5 = "Κανονικό"	25,82
	7 = "Σκούρο"	1,45
Χρώμα πτέρυγας του άνθους πριν το άνοιγμα	1 = "Άσπρο"	96,42
	8 = "Μωβ"	3,58
Χρώμα τροπίδας του άνθους πριν το άνοιγμα	1 = "Άσπρο"	88,21
	6 = "Πράσινο"	11,79
Χρώμα πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος οριακού φυτού	1 = "Άσπρο"	100
Χρώμα κεντρικού σημείου του πετάλου σε οριακό φυτό	1 = "Άσπρο"	38,93
	2 = "Κίτρινο"	61,07
Η ένταση του χρώματος κεντρικού σημείου του πετάλου	3 = "Αχνό" ,	100
Χρώμα της ενδιάμεσης περιοχής του πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος	1 = "Άσπρο"	74,64
	8 = "Μωβ"	25,36
Ένταση του χρώματος της ενδιάμεσης περιοχής του πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος	3 = "Αχνό"	92,55
	5 = "Κανονικό"	7,45
Μήκος κεντρικής άνθησης	1 = "Μικρή"	40,65
	2 = "Κανονικά"	47,74
	3 = "Μεγάλη"	11,61
Αριθμός λοβών/φυτό	1 = "Λίγοι"	56,62
	2 = "Κανονικά"	38,65
	3 = "Πολλοί"	4,83
Μήκος λοβού	1 = "Μικρό"	15,53
	2 = "Κανονικό"	69,42
	3 = "Μεγάλο"	15,05
Πλάτος λοβού	1 = "Μικρό"	5,43
	2 = "Κανονικό"	93,2
	3 = "Μεγάλο"	1,46
Χνόωση ώριμου λοβού	0 = "Απουσία" ,	14,08
	3 = "Ελαφριά" ,	73,3
	5 = "Κανονική" ,	12,62
Άνοιγμα λοβού	0 = "Καθόλου ανοιγμένοι"	91,22
	3 = "Ελάχιστα ανοιγμένοι"	7,8

	5 = "Αρκετά ανοιγμένοι"	0,98
Απόρριψη – πτώση λοβών	0 = "Καθόλου Απορριπώμενοι"	100
Σχήμα σπόρου	1 = "Σφαιρικός"	0,57
	2 = "Πεπλατυσμένος σφαιρικό"	23,56
	3 = "Οβάλ"	39,08
	4 = "Πεπλατυσμένος Οβάλ"	21,26
	5 = "Κυβοειδής"	14,37
	6 = "Πεπλατυσμένος κυβοειδής"	1,15
Πρωτεύον χρώμα σπόρου	1 = "Άσπρο"	98,85
	9 = "Καφέ"	1,15
Δευτερεύον χρώμα σπόρου	0 = "Απουσία δευτερεύοντος χρώματος σπόρου"	77,91
	1 = "Άσπρο"	1,16
	9 = "Καφέ"	20,93
Δευτερεύον χρωματικός σχηματισμός σπόρου	2 = "Φοίδι"	3,13
	5 = "Μουστάκι"	96,88
Φυτρωτικότητα	"Ζωντανά"	9,72
	"Πεθαμένα"	90,28
Ημέρες μέχρι την πρώτη άνθηση	1 = "Γρήγορα"	39,8
	2 = "Κανονικά"	52,72
	3 = "Αργά"	7,48
Ρυθμός ανάπτυξης	3 = "Αργά" ,	19,3
	5 = "Κανονικά"	64,91
	7 = "Γρηγορά"	15,79
Τύπος ανάπτυξης φυταρίου	1 = "Ροζέτα"	13,23
	9 = "Ορθιο"	66,77
Ύψος φυτού	1 = "Κοντά"	33,89
	2 = "Κανονικά"	37,78
	3 = "Ψηλά"	28,33
Ύψος μέχρι την άνθηση (από το έδαφος έως το πρώτος άνθος) πρώτης τάξεως άνθηση	1 = "Χαμηλά"	52,68
	2 = "Κανονικά"	46,06
	3 = "Ψηλά"	1,26
Αριθμός λοβών κεντρικών άνθησης	1 = " Λίγοι" ,	45,37
	2 = "Κανονικά" ,	49,76

Αριθμός λοβών πρώτης τάξεως άνθησης	3 = "Πολλοί"	4,88
	1 = " Λίγοι" ,	77,78
	2 = "Κανονικά"	22,22
Αριθμός σπόρων κεντρικής άνθησης	1 = " Λίγοι"	65,33
	2 = "Κανονικά"	28,14
	3 = "Πολλοί"	6,53
Αριθμός σπόρων πρώτης τάξεως άνθησης (12.8)	1 = " Λίγοι"	100
Υγιείς σπόροι/φυτό	1 = " Λίγοι"	50
	2 = "Κανονικά"	42,02
	3 = "Πολλοί"	7,98
"Νωπό" Βάρος Υπέργειο	1 = "Ελαφρύ" ,	59,8
	2 = "Κανονικοί"	35,29
	3 = "Βαρύ"	4,9
"Νωπό" Βάρος Stems (Χωρίς λοβού)	1 = "Ελαφρύ"	55,81
	2 = "Κανονικοί"	38,76
	3 = "Βαρύ"	5,43
"Ξηρό" Βάρος Stems	1 = "Ελαφρύ" ,	66,8
	2 = "Κανονικοί"	30,5
	3 = "Βαρύ"	2,7
"Νωπό" Βάρος ρίζας	1 = "Ελαφριά"	90,24
	2 = "Κανονική"	7,8
	3 = "Βαριά"	1,95
"Ξηρό" Βάρος ρίζας	1 = "Ελαφριά" ,	93,78
	2 = "Κανονική"	5,26
	3 = "Βαριά"	0,96
Βάρος σπόρων/φυτό	1 = " Λίγο" ,	81,52
	2 = "Κανονικό"	11,96
	3 = "Πολύ"	6,52
Υπολογισμός βάρους 100 σπόρων	1 = " Λίγο"	34,87
	2 = "Κανονικό"	58,55
	3 = "Πολύ"	6,58

### 3.4. Φαινοτυπική παραλλακτικότητα πληθυσμών

#### 3.4.1. Συνολική φαινοτυπική παραλλακτικότητα (Ht)

Η συνολική φαινοτυπική παραλλακτικότητα (Ht) για κάθε υπό μελέτη χαρακτηριστικό κυμάνθηκε από  $Ht = 0$  έως  $Ht = 0,77$  με μέσο όρο ( $Ht = 0,33$ ) σύμφωνα με το πίνακα

3.4.2.1. Ο μέσος όρος αυτός υποδεικνύει μια μικρή έως μέτρια παραλλακτικότητα

μεταξύ των τοπικών πληθυσμών λούπινου. Πιο συγκεκριμένα τον υψηλότερο συντελεστή συνολικής παραλλακτικότητας παρουσίασαν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Σπόροι ανά λοβό (Ht = 0,77)
- Σχήμα του σπόρου (Ht = 0,73)
- Ύψος του φυτού (Ht = 0,66)

Τα χαρακτηριστικά που παρουσίασαν από μέτρια έως υψηλή συνολική φαινοτυπική παραλλακτικότητα είναι τα εξής:

- Το επικάλυψη κηρώδες του κεντρικού στελέχους (Ht = 0,47), η διάμετρος κεντρικού στελέχους (Ht = 0,55), διάμετρος φύλλου (Ht = 0,42), αριθμός φυλλαρίων/φυτό (Ht = 0,49), ένταση χρώματος φύλλου (Ht = 0,63), μήκος μίσχου φύλλου (Ht = 0,59), ένταση χρώματος μίσχου (Ht = 0,40), χρώμα κεντρικού σημείου του πετάλου σε φυτό περιθωρίου (Ht = 0,48), μήκος κεντρικής άνθησης (Ht = 0,59), αριθμός λοβών/φυτό (Ht = 0,53), μήκος λοβού (Ht = 0,47), χνόωση ώριμου λοβού (Ht = 0,43), ημέρες μέχρι την πρώτη άνθηση (Ht = 0,56), ρυθμός ανάπτυξης (Ht = 0,52), ύψος φυτού (Ht = 0,66), ύψος μέχρι την άνθηση (από το έδαφος έως το πρώτο άνθος) κεντρικής άνθησης (Ht = 0,51), αριθμός λοβών κεντρικής άνθησης (Ht = 0,54), αριθμός σπόρων κεντρικής άνθησης (Ht = 0,49), υγιείς σπόροι/φυτό (Ht = 0,57), "νωπό" βάρος υπέργειο (Ht = 0,52), "ξηρό" βάρος κεντρικού στελέχους (Ht = 0,46) και υπολογισμός βάρους 100 σπόρων (Ht = 0,53)

Αντίθετα, τα γνωρίσματα που εμφάνισαν από χαμηλής έως μέτρια συνολική φαινοτυπικής παραλλακτικότητα είναι:

- Το χρώμα του κεντρικού στελέχους με συντελεστή (Ht = 0,01), η ένταση του χρώματος του κεντρικού στελέχους με συντελεστή (Ht = 0,08), χρώμα μίσχου (Ht = 0,12), χρώμα πτέρυγας του άνθους λίγο πριν το άνοιγμα (Ht = 0,07), ένταση του χρώματος της ενδιάμεσης περιοχής του πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος (Ht = 0,14), πλάτος λοβού (Ht = 0,13), πρωτεύον χρώμα σπόρου (Ht = 0,02) και "νωπό" βάρος ρίζας (Ht = 0,18), τύπος ανάπτυξης (Ht = 0,22), εμφάνιση πλάγιου βλαστού (Ht = 0,26), πρωτεύον πλάγιοι βλαστοί (Ht = 0,27), χρώμα τροπίδας του άνθους λίγο πριν το άνοιγμα (Ht = 0,21), τύπος ανάπτυξης φυταρίου (Ht = 0,23), σχηματισμός κεντρικού στελέχους (Ht = 0,39), χνόωση κεντρικού στελέχους (Ht = 0,38), χρώμα φύλλου (Ht = 0,32), χρώμα της ενδιάμεσης περιοχής του πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος (Ht = 0,38), δευτερεύον χρωματικός σχηματισμός σπόρου (Ht = 0,30), χρώμα υποκοτυλίου (Ht = 0,35) και βάρος σπόρων/φυτό (Ht = 0,32).

Τέλος, ορισμένα αγρονομικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά εμφάνισαν μηδενική συνολική φαινοτυπικής παραλλακτικότητα τα οποία είναι:

- Το σχήμα φυλλαρίου, η κατάληξη φυλλαρίου, ο αριθμός των σπόρων της πρώτης τάξεως άνθησης, ο αριθμός των λοβών στην πρώτη τάξεως άνθησης, χρώμα πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος φυτό περιθωρίου, η ένταση του χρώματος κεντρικού σημείου του πετάλου σε φυτό περιθωρίου, το άνοιγμα λοβού, η απόρριψη και η πτώση των λοβών και η χνόωση της επάνω επιφάνειας των φυλλαρίων.

### 3.4.2. Φαινοτυπική παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών (Gst)

Η φαινοτυπική παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών (Gst) κυμάνθηκε μεταξύ  $Gst = 0$  έως  $Gst = 1$  με μέσο όρο ( $Gst = 0,29$ ) σύμφωνα με το πίνακα 3.4.2.1. Επίσης και εδώ η μέση τιμή της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας μεταξύ των πληθυσμών είναι χαμηλή, το οποίο σημαίνει ότι οι πληθυσμοί μεταξύ τους δεν παρουσιάζουν παραλλακτικότητα.

Την υψηλότερη τιμή του συντελεστή παραλλακτικότητας μεταξύ των πληθυσμών παρουσίασε το χαρακτηριστικό του μήκους του μίσχου με συντελεστή παραλλακτικότητας ( $Gst = 1$ ), ενώ τα χαρακτηριστικά τα οποία σημείωσαν εξίσου υψηλό συντελεστή είναι:

- Χνόωση κεντρικού στελέχους ( $Gst = 0,96$ ), χρώμα κεντρικού στελέχους ( $Gst = 0,99$ ), χνόωση κάτω επιφάνειας φυλλαρίων ( $Gst = 0,96$ ), αριθμός φυλλαρίων/φυτό ( $Gst = 0,93$ ), χρώμα κεντρικού σημείου του πετάλου σε φυτό περιθωρίου ( $Gst = 0,98$ ), τύπος ανάπτυξης φυταρίου ( $Gst = 0,95$ ), τύπος ανάπτυξης ( $Gst = 0,71$ ) και ημέρες μέχρι την πρώτη άνθηση ( $Gst = 0,64$ )

Επίσης, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τα οποία παρουσίασαν μέτρια φαινοτυπική παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών αποτελούν τα εξής:

- Διάμετρος φυλλαρίου ( $Gst = 0,50$ ), χρώμα τροπίδας του άνθους λίγο πριν το άνοιγμα ( $Gst = 0,45$ ), σχήμα σπόρου ( $Gst = 0,47$ ), δευτερεύον χρώμα σπόρου ( $Gst = 0,56$ ), δευτερεύον χρωματικός σχηματισμός σπόρου ( $Gst = 0,55$ )

Αντίθετα, τα περισσότερα εξεταζόμενα γνωρίσματα σημείωσαν αρκετά χαμηλές τιμές σύμφωνα με τον συντελεστή της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας μεταξύ των πληθυσμών με βάση τα υπό μελέτη χαρακτηριστικά τα οποία είναι τα εξής:



- Τύπος φυτού ως προς το πλάγιασμα (Gst = 0,16), σχηματισμός κεντρικού στελέχους (Gst = 0,14), χρώμα κεντρικού στελέχους (Gst = 0,19), διάμετρος κεντρικού στελέχους (Gst = 0,15), εμφάνιση πλάγιου βλαστού (Gst = 0,08), πρωτεύον πλάγιοι βλαστοί (Gst = 0,08), σχήμα φυλλαρίου (Gst = 0), κατάληξη φυλλαρίου (Gst = 0), χνόωση πάνω επιφάνειας φυλλαρίων (Gst = 0), χρώμα φύλλου (Gst = 0,14), ένταση χρώματος φύλλου (Gst = 0,17), χρώμα μίσχου (Gst = 0,05), ένταση χρώματος μίσχου (Gst = 0,37), χρώμα πτέρυγας του άνθους λίγο πριν το άνοιγμα (Gst = 0,26), χρώμα πετάλου σε μόλις ανοιγμένα άνθος (Gst = 0), ένταση του χρώματος κεντρικού σημείου του πετάλου σε φυτό περιθωρίου (Gst = 0), χρώμα της ενδιάμεσης περιοχής του πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος (Gst = 0), ένταση του χρώματος της ενδιάμεσης περιοχής του πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος (Gst = 0,25), μήκος κεντρικής άνθησης (Gst = 0,13), αριθμός λοβών/φυτό (Gst = 0,18), μήκος λοβού (Gst = 0,13), πλάτος λοβού (Gst = 0,24), χνόωση ώριμου λοβού (Gst = 0,05), άνοιγμα λοβού (Gst = 0), απόρριψη – πτώση λοβών (Gst = 0), πρωτεύον χρώμα σπόρου (Gst = 0,09), χρώμα υποκοτυλίου (Gst = 0,36), ρυθμός ανάπτυξης (Gst = 0,06), ύψος φυτού (Gst = 0,30), ύψος μέχρι την άνθηση (από το έδαφος έως το πρώτος άνθος) κεντρικής άνθησης (Gst = 0,30), αριθμός λοβών κεντρικής άνθησης (Gst = 0,38), αριθμός λοβών πρώτης τάξεως άνθησης (Gst = 0), αριθμός σπόρων κεντρικής άνθησης (Gst = 0,17), αριθμός σπόρων πρώτης τάξεως άνθησης (Gst = 0), υγιείς σπόροι/φυτό (Gst = 0,14), "νωπό" βάρος υπέργειο (Gst= 0,18), "νωπό" βάρος κεντρικού στελέχους (Gst= 0,24), "ξηρό" βάρος κεντρικού στελέχους (Gst= 0,26), "νωπό" βάρος ρίζας (Gst= 0,19), "ξηρό" βάρος ρίζας (Gst= 0,23), βάρος σπόρων/φυτό (Gst= 0,16) και υπολογισμός βάρους 100 σπόρων (Gst = 0,53).

Πίνακας 3.4.2.1: Συνολική φαινοτυπική παραλλακτικότητα

Χαρακτηριστικό	Ht	Hs aver	Hs min	Hs max	Gst
Τύπος ανάπτυξης	0,22	0,06	0,00	0,35	0,72
Τύπος φυτού ως προς το πλάγιασμα	0,50	0,42	0,31	0,56	0,16
Σχηματισμός κεντρικού στελέχους	0,39	0,33	0,09	0,48	0,14
Χνόωση κεντρικού στελέχους	0,38	0,01	0,00	0,06	0,96
Χρώμα κεντρικού στελέχους	0,01	0,01	0,00	0,04	0,19
Ένταση χρώματος κεντρικού στελέχους	0,08	0,06	0,00	0,45	0,31
Επικάλυψη κηρώδες κεντρικού στελέχους	0,47	0,01	0,00	0,06	0,99
Διάμετρος κεντρικού στελέχους	0,55	0,47	0,34	0,52	0,15
Εμφάνιση πλάγιου βλαστού	0,26	0,24	0,00	0,39	0,08

Πρωτεύον πλάγιοι βλαστοί	0,27	0,25	0,00	0,43	0,08
Διάμετρος φύλλου	0,42	0,21	0,00	0,46	0,50
Σχήμα φυλλάριου	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Κατάληξη φυλλάριου	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Χνώση πάνω επιφάνειας φυλλαρίων	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Χνώση κάτω επιφάνειας φυλλαρίων	0,38	0,01	0,00	0,06	0,96
Αριθμός φυλλαρίων/φυτό	0,49	0,04	0,00	0,29	0,93
Χρώμα φύλλου	0,32	0,28	0,00	0,50	0,14
Ένταση χρώματος φύλλου	0,63	0,53	0,00	0,65	0,17
Μήκος μίσχου φύλλου	0,59	0,00	0,00	0,00	1,00
Χρώμα μίσχου	0,12	0,12	0,00	0,27	0,05
Ένταση χρώματος μίσχου	0,40	0,26	0,06	0,46	0,37
Χρώμα πτέρυγας του άνθους λίγο πριν το άνοιγμα	0,07	0,05	0,00	0,41	0,26
Χρώμα τροπίδας του άνθους λίγο πριν το άνοιγμα	0,21	0,11	0,00	0,50	0,45
Χρώμα πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος φυτό περιθωρίου	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Χρώμα κεντρικού σημείου του πετάλου σε φυτό περιθωρίου	0,48	0,01	0,00	0,05	0,98
Ένταση του χρώματος κεντρικού σημείου του πετάλου σε φυτό περιθωρίου	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Χρώμα της ενδιάμεσης περιοχής του πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος	0,38	0,38	0,00	0,75	0,00
Ένταση του χρώματος της ενδιάμεσης περιοχής του πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος	0,14	0,10	0,00	0,40	0,25
Μήκος κεντρικής άνθησης	0,59	0,51	0,40	0,65	0,13
Αριθμός λοβών/φυτό	0,53	0,43	0,06	0,65	0,18
Μήκος λοβού	0,47	0,41	0,13	0,61	0,13
Πλάτος λοβού	0,13	0,10	0,00	0,29	0,24
Χνώση ώριμου λοβού	0,43	0,41	0,21	0,57	0,05
Άνοιγμα λοβού	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Απόρριψη – πτώση λοβών	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Σχήμα σπόρου	0,73	0,39	0,00	0,66	0,47
Πρωτεύον χρώμα σπόρου	0,02	0,02	0,00	0,17	0,09
Δευτερεύον χρώμα σπόρου	0,35	0,15	0,00	0,44	0,56
Δευτερεύον χρωματικός σχηματισμός σπόρου	0,30	0,13	0,00	0,28	0,55
Χρώμα υποκοτυλίου	0,35	0,22	0,00	0,45	0,36
Ημέρες μέχρι την πρώτη άνθηση	0,56	0,20	0,00	0,50	0,64
Ρυθμός ανάπτυξης	0,52	0,49	0,33	0,55	0,06
Τύπος ανάπτυξης φυταρίου	0,23	0,01	0,00	0,04	0,95
Ύψος φυτού	0,66	0,47	0,04	0,65	0,30
Ύψος μέχρι την άνθηση (από το έδαφος έως το πρώτο άνθος) κεντρικής άνθησης	0,51	0,33	0,00	0,47	0,36
Σπόροι/λοβό	0,77	0,72	0,64	0,78	0,07
Αριθμός λοβών κεντρικής άνθησης	0,54	0,34	0,00	0,66	0,38

Αριθμός λοβών πρώτης τάξεως άνθησης	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Αριθμός σπόρων κεντρικής άνθησης (12.7)	0,49	0,41	0,00	0,65	0,17
Αριθμός σπόρων πρώτης τάξεως άνθησης	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Υγιείς σπόροι/φυτό	0,57	0,49	0,35	0,64	0,14
"Νωπό" βάρος υπέργειο	0,52	0,42	0,00	0,59	0,18
"Νωπό" βάρος κεντρικού στελεχους (χωρίς λοβούς)	0,54	0,41	0,00	0,60	0,24
"Ξηρό" βάρος κεντρικού στελεχους	0,46	0,34	0,00	0,51	0,26
"Νωπό" βάρος ρίζας	0,18	0,15	0,00	0,34	0,19
"Ξηρό" βάρος ρίζας	0,12	0,09	0,00	0,26	0,23
Βάρος σπόρων/φυτό	0,32	0,27	0,00	0,52	0,16
Υπολογισμός βάρους 100 σπόρων	0,53	0,46	0,40	0,50	0,14
Μέσος Όρος	0,33	0,21	0,06	0,37	0,29

### 3.4.3. Φαινοτυπική παραλλακτικότητα εντός κάθε πληθυσμού (Hs)

Η φαινοτυπική παραλλακτικότητα εντός κάθε πληθυσμού (Hs) για κάθε υπομελέτη χαρακτηριστικό κυμάνθηκε μεταξύ  $H_s = 0$  και  $H_s = 0,72$  παρουσιάζοντας μέση τιμή ( $H_s = 0,21$ ) σύμφωνα με το πίνακα 3.4.2.1. Χαρακτηριστικά, το αγρονομικό χαρακτηριστικό σπόροι ανά λοβό σημείωσε την υψηλότερη τιμή ( $H_s = 0,72$ ) σε σχέση με τα υπόλοιπα εξεταζόμενα αγρο-μορφολογικά γνωρίσματα με βάση την εκτίμηση της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας εντός κάθε πληθυσμού.

Τα περισσότερα εξεταζόμενα χαρακτηριστικά σημείωσαν από χαμηλή έως μέτρια φαινοτυπική παραλλακτικότητα εντός κάθε πληθυσμού τα οποία είναι τα εξής:

- Τύπος ανάπτυξης ( $H_s = 0,06$ ), χνόωση κεντρικού στελέχους ( $H_s = 0,01$ ), χρώμα κεντρικού στελέχους ( $H_s = 0,01$ ), ένταση χρώματος κεντρικού στελέχους ( $H_s = 0,06$ ), επικάλυψη κηρώδες του κεντρικού στελέχους ( $H_s = 0,01$ ), εμφάνιση πλάγιου βλαστού ( $H_s = 0,24$ ), πρωτεύον πλάγιοι βλαστοί ( $H_s = 0,25$ ), διάμετρος φύλλου ( $H_s = 0,21$ ), σχήμα φυλλαρίου ( $H_s = 0$ ), κατάληξη φυλλαρίου ( $H_s = 0$ ), χνόωση πάνω επιφάνειας φυλλαρίων ( $H_s = 0$ ), χνόωση κάτω επιφάνειας φυλλαρίων ( $H_s = 0,01$ ), αριθμός φυλλαρίων/φυτό ( $H_s = 0,04$ ), χρώμα φύλλου ( $H_s = 0,28$ ), μήκος μίσχου φύλλου ( $H_s = 0$ ), χρώμα μίσχου ( $H_s = 0,12$ ), ένταση χρώματος μίσχου ( $H_s = 0,26$ ), χρώμα πτέρυγας του άνθους λίγο πριν το άνοιγμα ( $H_s = 0,05$ ), χρώμα τροπίδας του άνθους λίγο πριν το άνοιγμα ( $H_s = 0,11$ ), χρώμα πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος φυτό περιθωρίου ( $H_s = 0$ ), χρώμα κεντρικού σημείου του πετάλου σε φυτό περιθωρίου ( $H_s = 0,01$ ), ένταση του χρώματος του κεντρικού σημείου του πετάλου σε φυτό περιθωρίου ( $H_s = 0$ ), χρώμα της ενδιάμεσης περιοχής του πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος ( $H_s = 0,38$ ), ένταση του χρώματος της ενδιάμεσης περιοχής του πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος

(Hs = 0,10), πλάτος λοβού (Hs = 0,10), άνοιγμα λοβού (Hs = 0), απόρριψη – πτώση λοβών (Hs = 0), πρωτεύον χρώμα σπόρου (Hs = 0,02), δευτερεύον χρώμα σπόρου (Hs = 0,15), δευτερεύον χρωματικός σχηματισμός σπόρου (Hs = 0,15), χρώμα υποκοτυλίου (Hs = 0,22), ημέρες μέχρι την πρώτη άνθηση (Hs = 0,20), τύπος ανάπτυξης φυταρίου (Hs = 0,01), ύψος μέχρι την άνθηση (από το έδαφος έως το πρώτος άνθος) κεντρικής άνθησης (Hs = 0,33), αριθμός λοβών κεντρικής άνθησης (Hs = 0,34), αριθμός λοβών πρώτης τάξεως άνθησης (Hs = 0), αριθμός σπόρων πρώτης τάξεως άνθησης (Hs = 0), "νωπό" βάρος ρίζας (Hs = 0,15), "ξηρό" βάρος ρίζας (Hs = 0,09) και βάρος σπόρων/φυτό (Hs = 0,27)

Τέλος, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά που παρουσίασαν από μέτρια έως υψηλή σύμφωνα με τον συντελεστή φαινοτυπικής παραλλακτικότητας εντός κάθε πληθυσμού είναι τα εξής:

- Τύπος φυτού ως προς το πλάγιασμα (Hs = 0,42), διάμετρος κεντρικού στελέχους (Hs = 0,47), ένταση χρώματος φύλλου (Hs = 0,53), μήκος κεντρικής άνθησης (Hs = 0,51), αριθμός λοβών/φυτό (Hs = 0,43), μήκος λοβού (Hs = 0,41), χνόωση ώριμου λοβού (Hs = 0,41), ρυθμός ανάπτυξης (Hs = 0,49), ύψος φυτού (Hs = 0,47), αριθμός σπόρων κεντρικής άνθησης (Hs = 0,41), υγιείς σπόροι/φυτό (Hs = 0,49), "νωπό" βάρος υπέργειο (Hs = 0,42), "νωπό" βάρος κεντρικού στελέχους (Hs = 0,41) και υπολογισμός βάρους 100 σπόρων (Hs = 0,46).

#### 3.2.4. Μέση φαινοτυπική παραλλακτικότητα κάθε πληθυσμού (H<sub>p</sub>)

Η μέση φαινοτυπική παραλλακτικότητα κάθε πληθυσμού (H<sub>p</sub>) ως προς όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν σύμφωνα με το πίνακα 3.4.4.1 κυμάνθηκε μεταξύ των τιμών H<sub>p</sub> = 0,13 έως H<sub>p</sub> = 0,27 με μέση τιμή (H<sub>p</sub> = 0,22) συμπεραίνοντας για ακόμη μία φορά τη μικρή φαινοτυπική παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών. Χαρακτηριστικά, η ποικιλία LIB201 σημείωσε την μεγαλύτερη τιμή (H<sub>p</sub> = 0,27) σύμφωνα με τον συντελεστή της μέσης φαινοτυπικής παραλλακτικότητας, ενώ η εμπορική ποικιλία Polo την χαμηλότερη τιμή (H<sub>p</sub> = 0,13). Ακόμη, μετά από ανάλυση σύγκρισης μέσων (Πίνακας 3.4.4.2), η οποία παρουσίασε ένα P = 0,04 μικρότερο του επιπέδου σημαντικότητας, μας δείχνει ότι η ανάλυση είναι στατιστικά σημαντική. Η πρώτη ομάδα που παρουσίασε ομοιογένεια απαρτήθηκε από τις ποικιλίες Polo, Multitalia, και LIB 208, η δεύτερη ομάδα παρουσίασε ομοιογένεια και περιελάμβανε τις ποικιλίες LIB217, LIB206, LIB201, LIB203, ενώ ετερογένεια παρουσίασε η Polo με τις ποικιλίες LIB217, LIB206, LIB 201 και LIB203.

Πίνακας 3.4.4.1: Ελάχιστη, μέση και μέγιστη φαινοτυπική παραλλακτικότητα ποικιλιών

Πληθυσμός	Hr average	Hr min	Hr max
Polo	0,13	0	0,74
Multitalia	0,19	0	1
LIB224	0,21	0	0,67
LIB201	0,27	0	1
LIB217	0,24	0	1
LIB208	0,2	0	0,66
LIB203	0,26	0	0,78
LIB206	0,23	0	0,76
Μέσος όρος	0,22	0,00	0,83

Πίνακας 3.4.4.2: Ανάλυση ANOVA για τη μέση φαινοτυπική παραλλακτικότητα ποικιλιών

Πίνακας ANOVA για τη Hr Μέση/ποικιλία					
	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο τετράγωνο	F-Ratio	P-Value
Μεταξύ των ομάδων	0,76	7	0,11	2,09	0,04
Μέσα στις ομάδες	23,64	456	0,05		
Σύνολα	24,40	463			

Πίνακας 3.4.4.3: Ανάλυση σύγκρισης μέσων για την φαινοτυπική παραλλακτικότητα ποικιλιών

Μέθοδος Duncan's 95%			
Γονότυπος	Σύνολο	Μέσος	Ομογενείς ομάδες
Polo	58	0,13	A
Multitalia	58	0,17	AB
LIB224	58	0,21	AB
LIB208	58	0,21	AB
LIB217	58	0,23	B
LIB206	58	0,23	B
LIB201	58	0,26	B
LIB203	58	0,26	B

### 3.5 Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών (PCA)

Σύμφωνα με την ανάλυση όπως φαίνεται και στο πίνακα 3.5.1 ,οι πρώτες επτά κύριες συνιστώσες παρουσίασαν ιδιοδυναμίσματα πάνω από μία μονάδα οπότε θα επικεντρωθούμε σε αυτές. Οι τρεις πρώτες κύριες συνιστώσες εξήγησαν το 51,61% της συνολικής παραλλακτικότητας και οι επτά κύριες συνιστώσες εξήγησαν το 70,47% της ολικής παραλλακτικότητας.

Η πρώτη κύρια συνιστώσα αποτελεί την πιο ισχυρή συνιστώσα, εξηγεί το 29,97% της συνολικής μεταβλητότητας και περιλαμβάνει τα εξής χαρακτηριστικά σύμφωνα με το πίνακα 3.5.2 : το χρώμα και την ένταση του κεντρικού στελέχους , την κατάληξη του φυλλαρίου , το χρώμα του μίσχου , χρώμα πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος φυτό περιθωρίου , την ένταση του χρώματος κεντρικού σημείου του πετάλου σε φυτό περιθωρίου , την ένταση του χρώματος της ενδιάμεσης περιοχής του πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος , τις ημέρες μέχρι την πρώτη άνθηση . Η δεύτερη κύρια συνιστώσα εξηγεί το 11,77% της συνολικής μεταβλητότητας και περιλαμβάνει τα εξής χαρακτηριστικά: την διάμετρο του φύλλου , τον αριθμό φυλλαρίων ανά φυτό , το δευτερεύον χρώμα του σπόρου , το δευτερεύον χρωματικό σχηματισμό του σπόρου , το νωπό βάρος του φυτού χωρίς τους λοβούς , το ξηρό βάρος των φυτών , το νωπό βάρος της ρίζας , το ξηρό βάρος τη ρίζας . Η τρίτη κύρια συνιστώσα εξηγεί το 9,86% της συνολικής μεταβλητότητας και περιλαμβάνει τα εξής χαρακτηριστικά: το μήκος της κεντρικής άνθησης , τον αριθμό λοβών ανά φυτό , τον αριθμό των σπόρων ανά λοβό , τον αριθμό λοβών κεντρικής άνθησης , τον αριθμό των σπόρων της κεντρικής άνθησης , τον αριθμό των υγιών σπόρων ανά φυτό , το συνολικό νωπό βάρος του υπέργειου φυτού και το βάρος των σπόρων ανά φυτό . Η τέταρτη κύρια συνιστώσα εξηγεί το 7,87% της συνολικής μεταβλητότητας και περιλαμβάνει τα εξής χαρακτηριστικά : το πλάτος του λοβού , τον τύπο ανάπτυξης του φυταρίου και το βάρος των εκατό σπόρων . Η πέμπτη κύρια συνιστώσα εξηγεί το 4,73% της συνολικής μεταβλητότητας και περιλαμβάνει τα εξής χαρακτηριστικά: τη χνόωση του κεντρικού στελέχους , το σχήμα του φυλλαρίου , τη χνόωση της κάτω επιφάνειας των φύλλων , το χρώμα του φύλλου καθώς και το χρώμα της τροπίδας του άνθους λίγο πριν το άνοιγμα . Η έκτη κύρια συνιστώσα εξηγεί το 3,42% της συνολικής μεταβλητότητας και περιλαμβάνει τα εξής χαρακτηριστικά: την εμφάνισή του πλάγιου βλαστού και την εμφάνιση πρωτεύον πλάγιων βλαστών . Τέλος, η έβδομη κύρια συνιστώσα εξηγεί το 2,81% της συνολικής μεταβλητότητας και περιλαμβάνει τα εξής χαρακτηριστικά :το

χρώμα του πτέρυγας του άνθους λίγο πριν το άνοιγμα και τον αριθμό των σπόρων της πρώτης τάξεως άνθησης .

Τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά που δεν συμπεριλήφθηκαν σε κάποια συνιστώσα και δεν επηρέασαν τη συνολική παραλλακτικότητα ήτα τα εξής: ο τύπος ανάπτυξης , ο τύπος του φυτού ως προς το πλάγιασμα , ο σχηματισμός κεντρικού στελέχους , η επικάλυψη κηρώδες του κεντρικού στελέχους , η διάμετρος κεντρικού στελέχους , η ένταση χρώματος φύλλου , το μήκος μίσχου του φύλλου , η ένταση του χρώματος του μίσχου , το χρώμα του κεντρικού σημείου του πετάλου σε φυτό περιθωρίου , το χρώμα της ενδιάμεσης περιοχής του πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος , το μήκος του λοβού , η χνόωση του ώριμου λοβού, το άνοιγμα του λοβού , το σχήμα του σπόρου , το πρωτεύον χρώμα του σπόρου , το χρώμα του υποκοτυλίου , ο ρυθμός ανάπτυξης , το ύψος του φυτού , το ύψος μέχρι την άνθηση (από το έδαφος έως το πρώτο άνθος της κεντρικής άνθησης) και ο αριθμός των λοβών της πρώτης τάξεως άνθησης .

**Πίνακας 3.5.1: Ανάλυση κυρίων συνιστωσών, καθώς και ποσοστό ολικής μεταβλητότητα**

Κύρια συνιστώσα	Ισοδιάνυσμα	Ποσοστό μεταβλητότητας (%)	Αθροιστικό ποσοστό (%)
PCA1	16,79	29,98	29,98
PCA2	6,60	11,78	41,76
PCA3	5,52	9,86	51,62
PCA4	4,41	7,87	59,49
PCA5	2,65	4,74	64,23
PCA6	1,92	3,43	67,65
PCA7	1,56	2,82	70,47

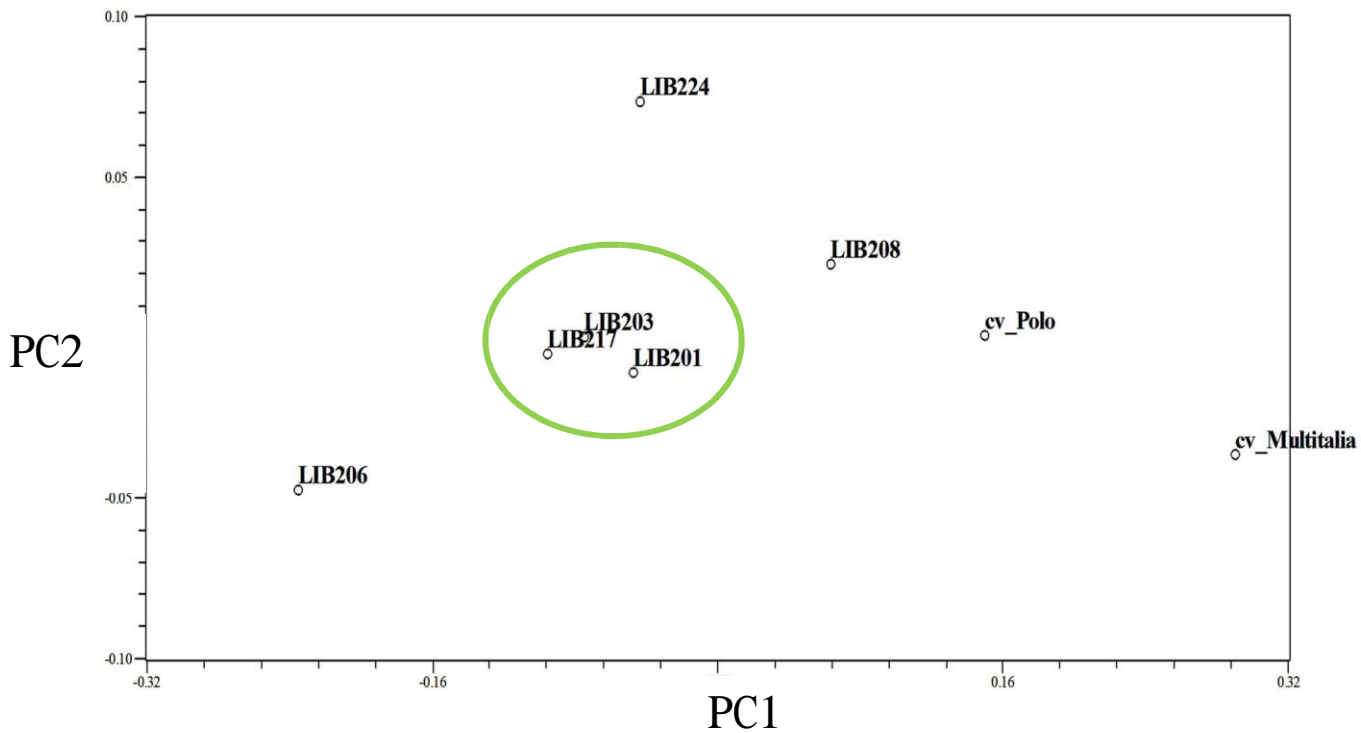
**Πίνακας 3.5.2: Διαχωρισμός των μορφολογικών χαρακτηριστικών σε επτά κύριες συνιστώσες**

Χαρακτηριστικά	PCA1	PCA2	PCA3	PCA4	PCA5	PCA6	PCA7
Τύπος ανάπτυξης	0,50	0,07	-0,15	-0,79	-0,01	0,10	0,02
Τύπος φυτού ως προς το πλάγιασμα	0,36	0,37	0,17	0,14	0,13	-0,16	0,08
Σχηματισμός κεντρικού στελέχους	0,27	-0,17	0,23	0,32	0,00	-0,22	-0,17
Χνόωση κεντρικού στελέχους	0,22	-0,02	-0,10	-0,59	0,71	0,18	-0,08
Χρώμα κεντρικού στελέχους	0,94	0,09	0,11	0,03	0,03	0,02	0,07

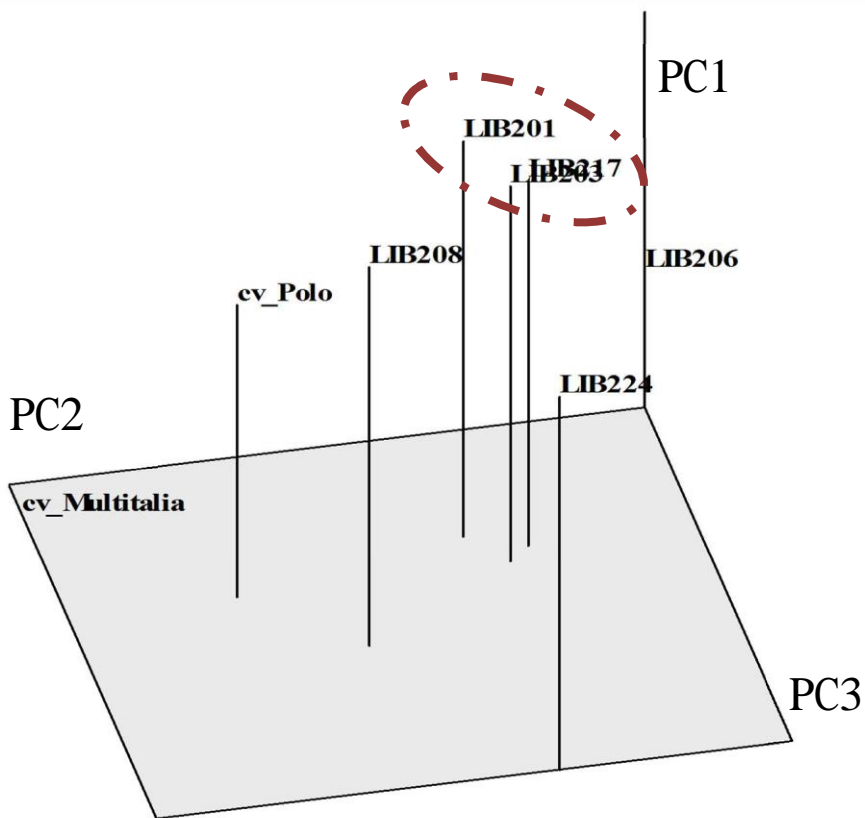
Ένταση χρώματος κεντρικού στελέχους	0,80	-0,24	0,09	0,11	-0,10	0,14	-0,03
Επικάλυψη κηρώδες κεντρικού στελέχους	0,00	0,59	0,18	0,42	-0,44	-0,32	0,20
Διάμετρος κεντρικού στελέχους	0,42	0,55	0,36	0,06	0,18	0,08	-0,01
Εμφάνιση πλάγιου βλαστού	0,07	-0,08	0,15	0,01	0,08	0,69	0,07
Πρωτεύον πλάγιοι βλαστοί	0,10	0,01	0,05	0,00	0,14	0,70	0,00
Διάμετρος φύλλου	0,45	0,67	0,19	-0,15	0,01	-0,18	0,02
Σχήμα φυλλάριου	0,53	0,12	0,09	-0,05	-0,75	-0,01	0,04
Κατάληξη φυλλάριου	0,95	0,10	0,14	0,03	0,03	0,02	0,06
Χνόωση κάτω επιφάνειας φυλλαρίων	0,22	-0,02	-0,10	-0,59	0,71	0,18	-0,08
Αριθμός φυλλαρίων/φυτό	0,16	0,74	0,10	0,00	-0,48	-0,17	0,11
Χρώμα φύλλου	0,42	-0,03	0,11	-0,05	-0,67	0,06	0,03
Ένταση χρώματος φύλλου	0,45	0,21	0,01	-0,15	-0,57	0,07	0,06
Μήκος μίσχου φύλλου	0,44	0,58	0,08	-0,20	-0,13	-0,01	0,08
Χρώμα μίσχου	0,72	0,03	0,16	0,12	0,03	0,07	0,11
Ένταση χρώματος μίσχου	0,56	-0,33	-0,03	0,27	-0,19	0,15	-0,15
Χρώμα πτέρυγας του άνθους λίγο πριν το άνοιγμα	0,14	0,02	0,07	0,12	0,00	-0,11	0,67
Χρώμα τροπίδας του άνθους λίγο πριν το άνοιγμα	0,18	-0,04	0,11	0,14	0,64	0,00	0,43
Χρώμα πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος φυτό περιθωρίου	0,93	0,11	0,16	0,12	0,01	0,01	0,09
Χρώμα κεντρικού σημείου του πετάλου σε φυτό περιθωρίου	0,25	0,41	0,27	0,38	0,29	-0,06	0,30
Ένταση του χρώματος κεντρικού σημείου του πετάλου σε φυτό περιθωρίου	0,93	0,11	0,16	0,12	0,00	0,01	0,09
Χρώμα της ενδιάμεσης περιοχής του πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος	0,10	0,36	0,05	0,32	-0,21	-0,18	0,13
Ένταση του χρώματος της ενδιάμεσης περιοχής του πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος	0,69	0,22	0,03	0,20	-0,09	-0,02	0,04
Μήκος κεντρικής άνθησης	0,31	0,36	0,60	0,20	0,14	0,18	-0,08



Αριθμός λοβών/φυτό	0,06	0,29	0,85	0,21	-0,05	0,05	0,17
Μήκος λοβού	0,33	0,24	0,55	0,57	0,06	0,04	0,07
Πλάτος λοβού	0,41	0,21	0,31	0,71	-0,08	0,11	0,04
Χνώση ώριμου λοβού	0,28	0,00	0,29	0,57	0,06	0,05	0,04
Άνοιγμα λοβού	0,07	0,00	0,20	0,08	0,58	0,04	-0,04
Σχήμα σπόρου	0,34	0,06	0,35	0,55	0,34	0,25	0,04
Πρωτεύον χρώμα σπόρου	0,18	0,06	0,25	0,41	-0,05	0,10	0,03
Δευτερεύον χρώμα σπόρου	0,17	-0,69	0,04	0,24	-0,28	0,18	-0,02
Δευτερεύον χρωματικός σχηματισμός σπόρου	0,17	-0,76	0,01	0,23	-0,26	0,27	-0,18
Χρώμα υποκοτυλίου	0,33	0,09	-0,12	-0,51	-0,06	0,00	-0,05
Ημέρες μέχρι την πρώτη άνθηση	0,60	0,26	0,03	-0,22	-0,07	0,02	0,00
Ρυθμός ανάπτυξης	0,48	0,29	0,06	0,13	-0,03	0,16	-0,17
Τύπος ανάπτυξης φυταρίου	0,08	-0,01	0,26	0,88	0,01	-0,05	0,08
Ύψος φυτού	0,47	0,49	0,40	0,40	-0,04	0,05	0,02
Ύψος μέχρι την άνθηση (από το έδαφος έως το πρώτος άνθος της κεντρικής άνθησης)	0,50	0,56	0,30	0,33	-0,14	0,08	-0,03
Σπόροι/λοβό	0,24	-0,11	0,61	0,42	0,03	0,12	-0,06
Αριθμός λοβών κεντρικής άνθησης	0,07	0,28	0,86	0,22	0,01	-0,02	0,09
Αριθμός λοβών πρώτης τάξεως άνθησης	-0,02	0,27	0,02	0,01	-0,12	0,54	0,55
Αριθμός σπόρων κεντρικής άνθησης	0,06	0,15	0,93	0,18	0,00	0,01	0,02
Αριθμός σπόρων πρώτης τάξεως άνθησης	0,01	0,10	0,07	-0,05	-0,06	0,40	0,64
Υγιείς σπόροι/φυτό	0,06	0,14	0,92	0,17	-0,03	0,03	0,06
"Νωπό" βάρος υπέργειο	0,09	0,59	0,61	0,31	-0,04	0,32	0,05
"Νωπό" βάρος κεντρικού στελεχους (χωρίς λοβούς)	0,07	0,75	0,26	0,19	-0,16	0,41	-0,01
"Ξηρό" βάρος κεντρικού στελεχους	0,06	0,74	0,25	0,19	-0,17	0,42	0,01
"Νωπό" βάρος ρίζας	0,11	0,74	0,30	0,17	-0,16	0,42	-0,04
"Ξηρό" βάρος ρίζας	0,12	0,74	0,30	0,16	-0,15	0,43	-0,04
Βάρος σπόρων/φυτό	0,21	0,10	0,66	0,44	0,06	0,19	-0,01
Υπολογισμός βάρους 100 σπόρων	0,32	0,23	0,28	0,62	0,06	0,17	-0,10



Διάγραμμα 3.5.1: Δισδιάστατη απεικόνιση διαχωρισμού των ποικιλιών



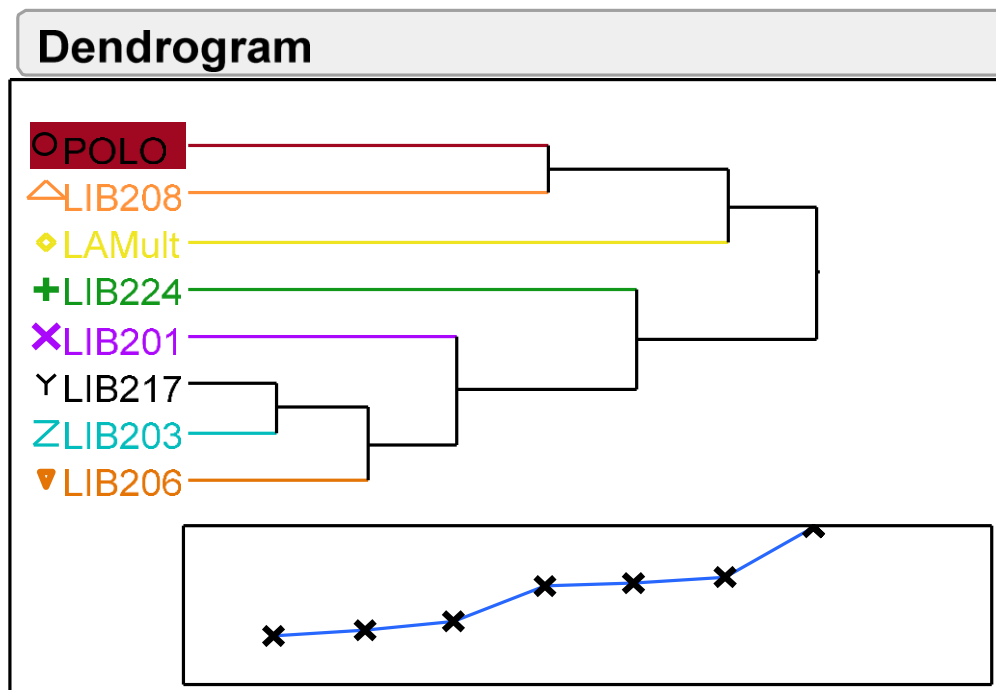
Διάγραμμα 3.5.2: Τρισδιάστατη απεικόνιση διαχωρισμού των ποικιλιών

Η ποικιλία LIB224 διακρίνεται από τις υπόλοιπες με βάση την δεύτερη κύρια συνιστώσα, η εμπορική ποικιλία Multitalia διακρίνεται από τις υπόλοιπες με βάση την τρίτη και δεύτερη κύρια συνιστώσα και η τρίτη κύρια συνιστώσα ξεχώρισε τη ποικιλία LIB208 από τις υπόλοιπες mutabilis ενδεχομένως λόγω της κακής φυτρωτικότητας, προσαρμοστικότητας αλλά και παραγωγής. Τέλος η πρώτη κύρια συνιστώσα διέκρινε και ομαδοποίησε τις ποικιλίες LIB201, LIB217 και LIB203 από όλες τις υπόλοιπες.

Συγκεκριμένα, η ποικιλία multitalia διακρίθηκε κυρίως λόγω του χρώματός του άνθους που ήταν λευκό σε αντίθεση με τις ποικιλίες mutabilis, των ημερών μέχρι την άνθηση, όπου η ποικιλία ήταν πιο όψιμη από όλες τις υπόλοιπες αλλά και από τον τύπο ανάπτυξης του φυτού με βάση τη δεύτερη κύρια συνιστώσα. Η τρίτη κύρια συνιστώσα διέκρινε την ποικιλία LIB224 λόγω του διαφορετικού νωπού αλλά και ξηρού βάρους του κεντρικού στελέχους και της ρίζας σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες. Τις ποικιλίες mutabilis διέκρινε η πρώτη κύρια συνιστώσα σε σχέση με τις υπόλοιπες σε χαρακτηριστικά απόδοσης όπως σπόρος ανά λοβό, ο αριθμός σπόρων ανά λοβό της κεντρικής ταξιανθίας αλλά και το διαφορετικό μήκος και πλάτος του λοβού. Όσον αφορά το δευτερεύον χρωματικό σχηματισμό του σπόρου οι ποικιλίες mutabilis διακρίθηκαν από την τρίτη κύρια συνιστώσα.

### 3.6 Ανάλυση κατά συστάδες (Cluster Analysis)

Η ανάλυση κατά συστάδες σύμφωνα με το δένδρογραμμα 3.6.1, μας έδειξε έναν διαχωρισμό των ποικιλιών σε δυο μεγάλες ομάδες και η κατάταξη η οποία πραγματοποιήθηκε συμφωνεί και ταυτίζεται με εκείνη της της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών όπως φαίνεται παραπάνω στο δισδιάστατο γράφημα. Τώρα το δένδρογραμμα μας δείχνει μία καλή ομαδοποίηση των τοπικών ποικιλιών mutabilis αλλά και το διαχωρισμό τους από τις εμπορικές και βελτιωμένες ποικιλίες, Εξαίρεση αποτέλεσε η ποικιλία LIB208, ενδεχομένως λόγω των δυσμενών περιβαλλοντικών συνθηκών κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας, αλλά και της μειωμένης παραγωγής κατατάσσοντας τη μαζί με τις δύο εμπορικές όπου και εκείνες παρουσίασαν αντίστοιχα προβλήματα όπως και με τη ποικιλία Multitalia όπου δεν έδωσε καθόλου σπόρο.



Δενδρόγραμμα 3.6.1: Διαχωρισμός των ποικιλιών με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους

### 3.7. Ανάλυση θρεπτικών στοιχείων

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσίασαν οι ποικιλίες ως προς τα θρεπτικά συστατικά του σπόρου τους σύμφωνα με τον πίνακα 3.7.1 ,σε Κάλιο (K), Νάτριο (Na) και συνολικό ποσοστό πρωτεΐνης. Ωστόσο, ο φώσφορος δεν παρουσίασε διαφορές σε καμία από τις εξεταζόμενες ποικιλίες.

Καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σχετικά με την συγκέντρωση Καλίου (K) στις εξεταζόμενες ποικιλίες. Χαρακτηριστικά, η ποικιλία LIB201 συγκέντρωσε τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα 48,54 (mg/L), ενώ η εμπορική ποικιλία Polo την μικρότερη 39,69 (mg/L). Εξίσου, παρατηρήθηκαν στατικά σημαντικές διαφορές όσον αναφορά την συγκέντρωση Νατρίου(Na) με την ποικιλία LIB224 να παρουσιάζει την υψηλότερη τιμή με συγκέντρωση 45,93 (mg/L) και χαμηλότερη οι ποικιλίες 206 και LIB208 (20,74 mg/L). Οι ποικιλίες POLO, LIB217, LIB203, LIB201 και LIB208 δεν παρουσίασαν μεγάλες διαφορές στη συγκέντρωση Νατρίου (Na). Όσον αφορά τη συγκέντρωση φωσφόρου (P), όλες οι υπό μελέτη ποικιλίες δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση να καταλαμβάνει η ποικιλία LIB201 με τιμή

1,13 (mg/L) και τη μικρότερη η ποικιλία LIB224 με τιμή 0,54 (mg/L). Τέλος, τη μεγαλύτερη συγκέντρωση συνολικής πρωτεΐνης (%) στο σπόρο της, παρουσίασε η LIB217 με τιμή 43,45%. Στην ίδια ομάδα χωρίς μεγάλες διαφορές μεταξύ τους, μπορούμε να καταχωρήσουμε τις ποικιλίες LIB208 με συγκέντρωση 42,50%, τη LIB201 με τιμή 42,45% και τη LIB206 με συγκέντρωση 42,40%. Αμέσως μετά, μπορούμε να διακρίνουμε τις ποικιλίες LIB203 με συγκέντρωση 41,12%, τη LIB224 με συγκέντρωση 37,71% και τελευταία με τη μεγαλύτερη διαφορά σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες και τη χαμηλότερη συγκέντρωση συνολικής πρωτεΐνης στους σπόρους της, την εμπορική ποικιλία POLO με τιμή 37,74%

Πίνακας 3.7.1: Μέσοι όροι, τυπικές αποκλίσεις και σύγκριση μέσων, όσον αφορά την συγκέντρωση των σπόρων των ποικιλιών σε θρεπτικά στοιχεία

Στοιχεία	K	Na	P	Protein
Γονότυποι	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	Ολική %
POLO	39,69 ± 1,19 <sup>c</sup>	21,43 ± 0,29 <sup>bc</sup>	0,57± 0,44 <sup>a</sup>	34,74 ± 0,07 <sup>e</sup>
LIB217	47,24 ± 1,19 <sup>ab</sup>	22,82 ± 0,52 <sup>b</sup>	1,12± 0,13 <sup>a</sup>	43,45 ± 0,08 <sup>a</sup>
LIB224	45,94 ± 1,63 <sup>ab</sup>	26,45 ± 0,51 <sup>a</sup>	0,54± 0,08 <sup>a</sup>	37,71 ± 0,24 <sup>d</sup>
LIB206	44,63 ± 0,78 <sup>b</sup>	20,74 ± 0,52 <sup>c</sup>	0,89 ± 0,19 <sup>a</sup>	42,40 ± 0,10 <sup>b</sup>
LIB203	47,50 ± 0,45 <sup>ab</sup>	21,78 ± 0,52 <sup>bc</sup>	0,79 ± 0,62 <sup>a</sup>	41,12 ± 0,28 <sup>c</sup>
LIB201	48,54 ± 1,35 <sup>a</sup>	22,47 ± 1,08 <sup>b</sup>	1,13 ± 0,34 <sup>a</sup>	42,45 ± 0,14 <sup>b</sup>
LIB208	48,50 ± 1,96 <sup>a</sup>	20,74 ± 0,00 <sup>c</sup>	0,97 ± 0,01 <sup>a</sup>	42,50 ± 0,02 <sup>b</sup>

## 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 4.1. Χαρακτηρισμός συλλογής πληθυσμών.

Για τα περισσότερα αγρο-μορφολογικά χαρακτηριστικά δεν παρουσιάστηκε μεγάλη ποικιλομορφία με βάση του περιγραφητές, με την συλλογή του πληθυσμού λούπινου να χαρακτηρίζεται κυρίως από: ορθόκλαδο τύπο ανάπτυξης (87,23%), προεξέχων προς τα πάνω κεντρικό στέλεχος (73,4%), απουσία εμφάνισης χνώωσης στα κεντρικά στελέχη (74,2%), εμφάνισαν πράσινο κεντρικό στέλεχος (95,74%), ωχρή ένταση του πρασίνου όσον αναφορά το κεντρικό στέλεχος (95,74%), μη έκπτυξη πλάγιου βλαστού (84,82%), μηδενικό αριθμό σχετικά με την ανάπτυξη πλαγίων βλαστών (84,82%), μεσαίο μέγεθος διάμετρο φύλλου (74,18%), ελλειπτικό σχήμα φύλλου (100%), οξεία κατάληξη στα φυλλάρια (100%), απουσία εμφάνισης τριχώματος στην πάνω επιφάνεια των φυλλαρίων (100%), απουσία εμφάνισης τριχώματος στην κάτω επιφάνεια των φυλλαρίων (74,19%), πράσινο χρώμα φύλλου των φυτών (79,84%), πράσινο χρώμα του μίσχου του φύλλου (93,45%), μπλε μίσχο όσον αναφορά την ένταση του χρώματος του μίσχου του φύλλου (72,73%), πράσινο χρώμα υποκοτυλίου (77,55%), άσπρο χρώμα του πετάλου του άνθους λίγο πριν το άνοιγμά του (96,42%), άσπρο χρώμα της τροπίδας του άνθους λίγο πριν το άνοιγμά του (88,21%), πράσινο χρώμα των μόλις ανοιγμένων ανθέων των φυτών περιθωρίου (100%), μπλε χρώματος όσον αναφορά την ένταση του χρώματος στο κεντρικό σημείο του πετάλου (100%), πράσινο χρώμα στα μόλις ανοιγμένα άνθη στην ενδιάμεση περιοχή του πετάλου (74,64%), μπλε χρώματος σχετικά με την ένταση του χρώματος στην ενδιάμεση περιοχή του πετάλου (92,55%), κανονικό μέγεθος πλάτος λοβών (93,20%), ελαφρύ τρίχωμα του ώριμου λοβού (73,30%), καθόλου ανοιγμένοι λοβοί (91,22%), απόρριψη – πτώση των λοβών (100%), μπλε χρώματος του πρωτεύοντος σπόρου (98,85%), απουσία εμφάνισης δευτερεύοντος χρώματος στο σπόρο (77,90%), μουσταρδί χρώματος όσον αναφορά το χρωματικό σχηματισμό του δευτερεύον του σπόρου (96,88%), όρθιο τύπο ανάπτυξης των φυτών (86,77%), μικρό αριθμό λοβών στους πρώτους πλάγιους βλαστούς (77,78%), μικρό αριθμό σπόρων στους πρώτους πλάγιους βλαστούς (100%), ελαφρύ ξηρός βάρος των στελεχών (66,80%), ελαφρύ το νωπό βάρος της ρίζας (90,24%), ελαφρύ το ξηρό βάρος της ρίζας (93,78%) και λίγο το βάρος των σπόρων/φυτό (81,52%).

Από την άλλη πλευρά, οι γονότυποι λούπινου εμφάνισαν ποικιλομορφία όσον αναφορά την περιγραφή τους σύμφωνα με τους περιγραφητές που χρησιμοποιήθηκαν

για ορισμένα μορφολογικά γνωρίσματα και χαρακτηρίστηκαν από: ημιόρθιο (59,36%) και όρθιο (38,16%) τύπο ανάπτυξης των φυτών, εμφάνιση (61,79%) και απουσία (38,21%) κερώματος στο κεντρικό στέλεχος, κανονικό (56,88%) και μεγάλο (34,86%) πάχος του κεντρικού στελέχους, πολλά (60,66%) και κανονικό (38,25%) αριθμό φύλλων ανά φυτό, κανονικά (43,62%) και σκούρη (38,27%) σχετικά με την ένταση του χρώματος των φύλλων, μικρό (18,61%), κανονικό (55,47%) και μεγάλο (25,91%) μήκος του μίσχου του φύλλου, κίτρινο (61,07%) και πράσινο (38,93%) χρώμα στο κεντρικό σημείο του πετάλου, μικρό (40,65%) και κανονικό (47,74%) μήκος της κύριας ανθοφορίας, χαμηλό (52,68%) και κανονικό (46,06%) το ύψος του φυτού από το έδαφος από την αρχή της ανθοφορίας έως την άνθηση του κεντρικού στελέχους, μικρός (56,52%) και κανονικός (38,65%) ο αριθμός των λοβών ανά φυτό, μικρό (15,53%), κανονικό (69,42%) και μεγάλο (15,05%) μήκος των λοβών, ωοειδές (39,08%), πεπλατυσμένο ωοειδές (21,26%), πεπλατυσμένο σφαιρικό (23,56%) και κυλινδρικό (14,37%) όσον αναφορά το σχήμα του σπόρου, κανονικά (52,72%) και γρήγορα (39,80%) σχετικά τις ημέρες μέχρι την πρώτη άνθηση, αργό (19,30%), κανονικό (64,91%) και γρήγορο (15,79%) ως προς τον ρυθμό ανάπτυξης των φυταρίων, κοντό (33,89%), κανονικό (28,33%) και υψηλό (37,78%) το ύψος της φυτείας λίγο πριν την συγκομιδή 1 (19,80%), 2 (34,16%), 3 (22,28%) και 4 (16,34%) ως προς τον αριθμό των σπόρων ανά λοβό, μικρός (45,37%) και κανονικός (49,76%) ο αριθμός των λοβών της κεντρικής άνθησης, μικρός (65,33%) και κανονικός (28,14%) ο αριθμός σπόρων της κεντρικής άνθησης, ελαφρύ (59,80%) και κανονικό (35,29%) το νωπό υπέργειο βάρος, ελαφρύ (55,81%) και κανονικό (38,76%) το νωπό βάρος των στελεχών, ελαφρύ (30,50%) και κανονικό (66,80%) το ξηρό βάρος των στελεχών και κανονικό (58,55%) έως λίγο (34,87%) το βάρος των 100 σπόρων ανά φυτό.

Ο τρόπος αναπαραγωγής της καλλιέργειας αποτελεί σημαντική ένδειξη για την φαινοτυπική ποικιλότητα που θα εμφανιστεί μεταξύ των πληθυσμών με βάση τους μορφολογικούς χαρακτήρες, καθώς έχει παρατηρηθεί χαμηλή ποικιλομορφία σε είδη που έχουν ως τρόπο αναπαραγωγής την σταυρογονιμοποίηση (Hamrick & Godt, 1997). Πιθανόν, η διαφορά στην εμφάνιση ποικιλομορφίας στα εξεταζόμενα μορφολογικά χαρακτηριστικά δικαιολογείται τόσο από την συμμετοχή αυτογονιμοποιούμενων ειδών (*L. angustifolius* – Polo), αλλά και ειδών (*L. mutabilis* – LIB2017, LIB208, LIB203, LIB206, LIB201) που παρουσιάζουν ποσοστό σταυρογονιμοποίησης από 10% έως 18% και από 9% έως 40% για το λευκό λούπινο (*L. albus* – LIB224, Multitalia). Ακόμη, η χαμηλή φαινοτυπική ποικιλομορφία που αποτυπώνεται στους προαναφερθέντες χαρακτήρες πιθανόν να οφείλεται στην

συνεχή και εντατική επιλογή των γεωργών για συγκεκριμένα χαρακτηριστικά με αποτέλεσμα την εμφάνιση χαμηλής ετεροζυγωτίας στους μορφολογικούς χαρακτήρες είτε του φυλλώματος είτε της άνθησης και του σπόρου (Τερζόπουλος κ.ά, 2008). Ο Zalewski κ.ά, (2015) σε πείραμα μελέτης της φαινοτυπικής ποικιλότητας χαρακτηριστικά σε είδη λούπινου παρατήρησε μεγάλη ποικιλομορφία στους γονοτύπους με βάση τα αγρονομικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν. Εξίσου, ο Talhinhos κ.ά, (2006) σε έρευνα μορφολογικής και γενετικής παραλλακτικότητας σε συλλογή του *L. angustifolius* κατέγραψε υψηλή παραλλακτικότητα τόσο μορφολογικά όσο και γενετικά με βάση τους περιγραφητές του IBPGR και τους μοριακούς δείκτες AFLP και ISSR. Τέλος, σε αντίστοιχη έρευνα εκτίμησης της ποικιλότητας της ίδιας οικογένειας (Fabaceae) με το λούπινο, η Μήτση (2015) σε μελέτη χαρακτηρισμού ελληνικών καλλιεργούμενων πληθυσμών του γένους *Lathyrus* κατέγραψε σημαντική ποικιλομορφία σύμφωνα με την αξιολόγηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών. Η ενδελεχής καταγραφή και ο μορφολογικός χαρακτηρισμός των γονοτύπων λούπινου αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη διατήρησή τους καθώς και την αξιοποίησή τους ως πολύτιμη πηγή γενετικής παραλλακτικότητας στα βελτιωτικά προγράμματα.

#### 4.2. Φαινοτυπική παραλλακτικότητα τοπικών πληθυσμών

Η συνολική φαινοτυπική παραλλακτικότητα ( $H_t$ ) για κάθε εξεταζόμενο χαρακτηριστικό κυμάνθηκε από  $H_t = 0$  έως  $H_t = 0,77$  με μέσο όρο ( $H_t = 0,33$ ). Ο μέσος όρος αυτός υποδεικνύει μια μικρή έως μέτρια παραλλακτικότητα μεταξύ των τοπικών πληθυσμών λούπινου. Συγκεκριμένα τον υψηλότερο συντελεστή συνολικής παραλλακτικότητας παρουσίασαν τα εξής χαρακτηριστικά: σπόροι ανά λοβό ( $H_t = 0,77$ ), σχήμα του σπόρου ( $H_t = 0,73$ ) και ύψος του φυτού ( $H_t = 0,66$ ), ενώ κάποια γνωρίσματα σημείωσαν μηδενική συνολική φαινοτυπική παραλλακτικότητα ( $H_t = 0$ ) όπως για παράδειγμα το σχήμα και η κατάληξη φυλλαρίου, ο αριθμός των σπόρων της πρώτης τάξεως άνθησης, χρώμα πετάλου, η απόρριψη και η πτώση των λοβών κ.λπ.

Η φαινοτυπική παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών ( $G_{st}$ ) κυμάνθηκε μεταξύ  $G_{st} = 0$  έως  $G_{st} = 1$  με μέσο όρο ( $G_{st} = 0,29$ ). Εξίσου, η μέση τιμή της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας μεταξύ των πληθυσμών είναι χαμηλή, το οποίο σημαίνει ότι οι πληθυσμοί μεταξύ τους δεν παρουσιάζουν παραλλακτικότητα. Το μήκος του μίσχου σημείωσε τον υψηλότερο συντελεστή ( $G_{st} = 1$ ), ενώ τα περισσότερα μορφολογικά



χαρακτηριστικά (τύπος φυτού ως προς το πλάγιασμα, σχηματισμός, χρώμα και διάμετρος κεντρικού στελέχους, σχήμα και κατάληξη φυλλαρίου) κατέγραψαν χαμηλές τιμές σύμφωνα με τον συντελεστή Gst.

Η φαινοτυπική παραλλακτικότητα εντός κάθε πληθυσμού (Hs) για κάθε υπομελέτη χαρακτηριστικό διαφοροποιήθηκε μεταξύ  $H_s = 0$  και  $H_s = 0,72$  με μέση τιμή ( $H_s = 0,21$ ). Το αγρονομικό χαρακτηριστικό σπόροι ανά λοβό συγκέντρωσε την υψηλότερη τιμή ( $H_s = 0,72$ ) σε σχέση με τα υπόλοιπα εξεταζόμενα αγρό-μορφολογικά γνωρίσματα (τύπος ανάπτυξης, χνόωση και χρώμα κεντρικού στελέχους, εμφάνιση πλάγιου βλαστού, σχήμα, πρωτεύον χρώμα σπόρου, πλάτος και άνοιγμα λοβού, κλπ.) τα οποία σημείωσαν χαμηλές τιμές με βάση τον συντελεστή παραλλακτικότητας εντός κάθε πληθυσμού. Η επίτευξη της υψηλότερης τιμής στον αριθμό σπόρων ανά λοβό μας υποδεικνύει την ανάγκη για εντατική επιλογή που μπορεί να αξιολογηθεί και χρησιμοποιηθεί στα διάφορα βελτιωτικά προγράμματα για τη δημιουργία ή βελτίωση των εν λόγω γονοτύπων λούπινου. Η εντατική επιλογή των γεωργών για συγκεκριμένα χαρακτηριστικά θα έχει έως αποτέλεσμα την μείωση της φαινοτυπικής ποικιλομορφίας (Bernando, 2002). Οι χαμηλές τιμές που σημειώθηκαν σύμφωνα με τον συντελεστή για τα περισσότερα μορφολογικά χαρακτηριστικά πιθανόν να εξηγείται από τον προηγούμενο ισχυρισμό που αναφέρθηκε.

Η μέση φαινοτυπική παραλλακτικότητα κάθε πληθυσμού ( $H_p$ ) ως προς όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν κυμάνθηκε μεταξύ των τιμών  $H_p = 0,13$  έως  $H_p = 0,27$  με μέση τιμή ( $H_p = 0,22$ ) συμπεραίνοντας για ακόμη μία φορά τη μικρή φαινοτυπική παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών. Η ποικιλία LIB201 σημείωσε την μεγαλύτερη τιμή ( $H_p = 0,27$ ), ενώ η εμπορική ποικιλία Polo την χαμηλότερη τιμή ( $H_p = 0,13$ ). Οι πορτογαλικές ποικιλίες LIB201, LIB217, LIB208, LIB203, LIB206 συγκέντρωσαν τις υψηλότερες και παρόμοιες τιμές σε σχέση με τις υπόλοιπες εμπορικές και βελτιωμένες ποικιλίες λούπινου (Polo, Mulitalia, LIB224), οι οποίες μπορούν να μελετηθούν περαιτέρω για την ερμηνεία της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας καθώς και την αξιοποίηση και βελτίωσή τους στα βελτιωτικά προγράμματα. Ακόμη, μετά από ανάλυση σύγκρισης των μέσων δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των γονοτύπων, με την εμπορική ποικιλία Polo να εμφανίζει την μεγαλύτερη διαφοροποίηση σε σχέση με τις υπόλοιπες εξεταζόμενες. Ο συντελεστής της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας μεταξύ των πληθυσμών σχετίζεται άμεσα με τον τρόπο αναπαραγωγής της καλλιέργειας (Hamrick & Godt, 1997). Εκτός από τον τρόπο αναπαραγωγής, σημαντικό ρόλο όσον αναφορά την παραλλακτικότητα των πληθυσμών έχουν οι περιβαλλοντικές συνθήκες καθώς και οι

εδαφικές ιδιότητες (Ndema κ.ά, 2010). Σύμφωνα με τον Bellon κ.ά, (2003), μία από τις αιτίες καταγραφής χαμηλής φαινοτυπικής ποικιλότητας αποτελεί η πιθανή ανταλλαγή του γενετικού υλικού ανάμεσα στους γεωργούς. Ο Τερζόπουλος κ.ά, (2008) σε πείραμα μελέτης της ετεροζυγωτίας σε κουκιά από τοπικούς πληθυσμούς, ο δείκτης συνολικής φαινοτυπικής παραλλακτικότητας ( $H_t$ ) κυμάνθηκε από  $H_t = 0,18$  έως  $H_t = 0,73$  με μέσο όρο  $H_t = 0,55$ , η φαινοτυπική παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών ( $G_{st}$ ) διαφοροποιήθηκε μεταξύ  $G_{st} = 0,03$  έως  $G_{st} = 0,23$  με μέσο όρο  $G_{st} = 0,10$ , η φαινοτυπική παραλλακτικότητα εντός κάθε πληθυσμού ( $H_s$ ) κυμάνθηκε  $H_s = 0,14$  έως  $H_s = 0,66$  με μέση τιμή  $H_s = 0,50$ , ενώ η μέση φαινοτυπική παραλλακτικότητα κάθε πληθυσμού ( $H_p$ ) έλαβε τιμές από  $H_p = 0,37$  έως  $H_p = 0,65$  με μέσο όρο  $H_p = 0,50$ . Ακόμη, η Λαζαρίζη κ.ά, (2016) σε μελέτη εκτίμησης της ποικιλότητας από τοπικούς πληθυσμούς βίγνας, υπολόγισε τον δείκτη συνολικής φαινοτυπικής παραλλακτικότητας ( $H_t$ ) ο οποίος κυμάνθηκε  $H_t = 0$  έως  $H_t = 0,72$  με μέσο όρο  $H_t = 0,48$ , η φαινοτυπική παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών ( $G_{st}$ ) διαφοροποιήθηκε μεταξύ  $G_{st} = 0$  έως  $0,81$  μέση τιμή  $G_{st} = 0,27$ , η φαινοτυπική παραλλακτικότητα εντός κάθε πληθυσμού ( $H_s$ ) έλαβε τιμές από  $H_s = 0$  έως  $H_s = 0,58$  με μέσο όρο  $H_s = 0,34$  καθώς και η μέση φαινοτυπική παραλλακτικότητα κάθε πληθυσμού ( $H_p$ ) κυμάνθηκε από  $H_p = 0,25$  έως  $H_p = 0,48$  με μέσο όρο  $H_p = 0,34$ .

### 4.3. Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA)

Σύμφωνα με την ανάλυση των κύριων συνιστωσών που πραγματοποιήθηκε για την ερμηνεία της υπάρχουσας φαινοτυπικής ποικιλότητας έχουν εξαχθεί επτά κύριες συνιστώσες που εξηγούν το 70,47% της ολικής παραλλακτικότητας. Η πρώτη κύρια συνιστώσα με 29,97%, η οποία εξηγεί και το μεγαλύτερο ποσοστό της παραλλακτικότητας που παρατηρείται στην παρούσα έρευνα με βάση τους εξεταζόμενους γονοτύπους λούπινου σχετίζεται κυρίως με ποιοτικά χαρακτηριστικά του φυλλώματος όπως για παράδειγμα χρώμα κεντρικού στελέχους, ένταση χρώματος κεντρικού στελέχους, κατάληξη φυλλαρίου και χρώμα μίσχου, αλλά και με ποιοτικούς χαρακτήρες που σχετίζονται με το αναπαραγωγικό στάδιο (χρώμα πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος φυτό περιθωρίου, ένταση του χρώματος κεντρικού σημείου του πετάλου σε φυτό περιθωρίου και ένταση του χρώματος της ενδιάμεσης περιοχής του πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος της καλλιέργειας. Στην δεύτερη κύρια συνιστώσα εξηγείται το 11,77% της ολικής μεταβλητότητας και αφορά

κυρίως ποσοτικά χαρακτηριστικά ("νωπό" βάρος κεντρικού στελέχους/ρίζας, ("ξηρό" βάρος στελεχών/ρίζας) καθώς και ποιοτικά χαρακτηριστικά του σπόρου όπως για παράδειγμα δευτερεύον χρώμα σπόρου και δευτερεύον χρωματικός σχηματισμός σπόρου. Στην τρίτη συνιστώσα εξηγείται το 9,86% της ολικής παραλλακτικότητας και σχετίζεται κυρίως με ποσοτικά χαρακτηριστικά του φυλλώματος και σπόρου (μήκος κεντρικής άνθησης, αριθμός λοβών/φυτό, αριθμός σπόρων/λοβό, αριθμός λοβών κεντρικής άνθησης, αριθμός σπόρων κεντρικής άνθησης και υγείες σπόροι/φυτό). Οι υπόλοιπες τέσσερις συνιστώσες που έχουν εξαχθεί εξηγούν το 18,81% της μεταβλητότητας των γονοτύπων λούπινου με βάση τα αγρό-μορφολογικά χαρακτηριστικά και σχετίζονται με ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά του φυλλώματος, της άνθησης και του σπόρου (πλάτος λοβού, τύπος ανάπτυξης φυλλώματος, υπολογισμός βάρους 100 σπόρων, χνόωση κεντρικού στελέχους, σχήμα φυλλαρίου, χνόωση κάτω επιφάνειας φυλλαρίων, χρώμα φύλλου, χρώμα τροπίδας του άνθους λίγο πριν το άνοιγμα, εμφάνιση πλάγιου βλαστού, πρωτεύον πλάγιοι βλαστοί, χρώμα πτέρυγας του άνθους λίγο πριν το άνοιγμα και αριθμό σπόρων της πρώτης τάξεως άνθησης).

Από την άλλη πλευρά, οι αγρονομικοί και μορφολογικοί χαρακτήρες που δεν συμπεριλήφθηκαν σε κάποια συνιστώσα σύμφωνα με την ανάλυση των κύριων συνιστωσών αντιλαμβανόμαστε πως αποτελούν χαρακτήρες με μηδαμινή έως μικρή συμμετοχή στην ολική παραλλακτικότητα που παρατηρείται στους γονοτύπους που εξετάστηκαν. Συμπέρασμα, ιδιαίτερα σημαντικό για τους βελτιωτές τόσο για την ερμηνεία της υπάρχουσας μεταβλητότητας με βάση τους μορφολογικούς καθώς και για την επιλογή χαρακτήρων προκειμένου τη δημιουργία ή τη βελτίωση των εν λόγω ποικιλιών. Ο Zalewski κ.ά, (2015) σε πείραμα μελέτης της φαινοτυπικής ποικιλότητας σε άγρια και μη είδη του γένους λούπινου με βάση αγρονομικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά σύμφωνα με την ανάλυση των κύριων συνιστωσών οι τρεις κύριες συνιστώσες εξηγούν το 75,8% της ολικής μεταβλητότητας. Εξίσου, ο Galek κ.ά, (2017) εξέτασε γονοτύπους του γλυκού λούπινου (*L. mutabilis*), και στην ανάλυση των κύριων συνιστωσών οι τρεις κύριες συνιστώσες εξηγούν το 77,53% της ολικής παραλλακτικότητας με βάση τα εξεταζόμενα μορφολογικά χαρακτηριστικά. Σε αντίστοιχες μελέτες της γενετικής ποικιλότητας της οικογένειας Fabaceae, η Ζερβού (2015) και η Δίκαια (2015) σε πειράματα γενετικής ποικιλότητας πληθυσμών λαθουριού (*Lathyrus* sp.) κατά την βλαστητική ανάπτυξη και στο στάδιο της άνθησης οι τρεις κύριες συνιστώσες που έχουν εξαχθεί εξηγούν το 69,55% και 69,52% της

ολικής παραλλακτικότητας αντίστοιχα με βάση την αξιολόγηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών.

Συμπερασματικά, οι κυριότεροι χαρακτήρες που ερμηνεύουν την υπάρχουσα φαινοτυπική ποικιλότητα των γονοτύπων λούπινου αφορούν ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά του φυλλώματος και του άνθους και δευτερευόντως γνωρίσματα του σπόρου.

#### 4.4. Διαχωρισμός γονοτύπων με βάση τα μορφολογικά και αγρονομικά χαρακτηριστικά

Σύμφωνα με την ανάλυση των κύριων συνιστωσών, οι εξεταζόμενοι γονότυποι λούπινου διαχωρίστηκαν με μεγάλη ακρίβεια με βάση την αξιολόγηση των μορφολογικών και αγρονομικών γνωρισμάτων. Χαρακτηριστικά, η ποικιλία LIB224 διακρίνεται από τις υπόλοιπες σύμφωνα με την δεύτερη κύρια συνιστώσα, στην οποία περιλαμβάνονται ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του σπόρου. Ακόμη, ξεχώρισε η εμπορική ποικιλία Multitalia κυρίως λόγω καταχώρησής της στην δεύτερη και τρίτη κύρια συνιστώσα στην οποία ευθύνονται ποσοτικά και ποιοτικά γνωρίσματα του σπόρου καθώς και ποσοτικά του φυλλώματος. Η τρισεδιάστατη απεικόνιση διαχωρισμού των ποικιλιών (Διάγραμμα 3.5.2) υποδεικνύει τη σαφή διάκριση της ποικιλίας LIB208 σε σχέση με τις υπόλοιπες εξαιτίας την εμπλοκή της στην τρίτη κύρια συνιστώσα, η οποία σχετίζεται με ποσοτικά χαρακτηριστικά του φυλλώματος και σπόρου. Τέλος, οι ποικιλίες LIB201, LIB217, LIB203 ομαδοποιήθηκαν στην ίδια ομάδα, συμπεραίνοντας ότι εμφάνισαν ομοιότητες όσον αναφορά τον μορφολογικό τους χαρακτηρισμό. Ο διαχωρισμός των γονοτύπων λούπινου με βάση την ανάλυση των κύριων συνιστωσών εξίσου επιβεβαιώνεται σύμφωνα με την ανάλυση κατά συστάδες που πραγματοποιήθηκε, κατά την οποία οι ποικιλίες διαχωρίζονται σε δύο μεγάλες ομάδες μεταξύ των ποικιλιών Mutabilis και των εμπορικών και βελτιωμένων ποικιλιών.

#### 4.5. Ανάλυση θρεπτικών στοιχείων

Παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αναφορά τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων σε κάλιο (K), νάτριο (Na), φώσφορο (P) και συνολικό ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο. Εξαιρέση, σύμφωνα με τον Πίνακα 3.7.1 αποτελεί ο φώσφορος (P), κατά τον οποίο δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές

διαφορές μεταξύ των εξεταζόμενων γονοτύπων. Η πορτογαλική ποικιλία LIB201 σημείωσε την υψηλότερη τιμή όσον αναφορά την συγκέντρωσή του τόσο στο θρεπτικό στοιχείο κάλιο (K) όσο και στο φώσφορο (P). Η παρατήρησή αυτή, υποδεικνύει πως η ποικιλία LIB201 ενδεχομένως αποτελεί ένας γονότυπος με πλούσια θρεπτική σύσταση, η οποία θα μπορούσε να μελετηθεί και βελτιωθεί περαιτέρω στα διάφορα βελτιωτικά προγράμματα προκειμένου την ανάδειξή και την προώθησή της στο εγχώριο εμπόριο ως ένας γονότυπος με υψηλή θρεπτική αξία. Τέλος, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συμπίπτουν σύμφωνα με τις έρευνες των Carvajal-Larenas, κ.ά, (2017) όπου κατέγραψαν συγκεντρωτικά ποσοστά συνολικής πρωτεΐνης σπόρου για τις ποικιλίες L. Albus – 38.2%, L. Angustifolius – 33.9% και για τις ποικιλίες L. Mutabilis – 43.3%, ποσοστά τα οποία ανταποκρίνονται πλήρως με βάση τις τιμές που έχουν εξαχθεί στην μελέτη αυτή. Παρομοίως, τα αποτελέσματα όσον αναφορά την ανάλυση των θρεπτικών στοιχείων στον σπόρο ταυτίζονται πλήρως με την έρευνα του Tadele (2015), κατά τον οποίο το συνολικό ποσοστό πρωτεΐνης του σπόρου των ποικιλιών L. Albus παρουσιάζει εύρος από 22% έως 48% με μέσο εύρος από 33% έως 40%.

#### 4.6. Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας για τη διερεύνηση, καταγραφή και την ερμηνεία της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας γενετικού υλικού λούπινου, παρατηρήθηκε μια μικρή έως μέτρια παραλλακτικότητα με βάση τον μορφολογικό χαρακτηρισμό που πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους περιγραφητές. Χαρακτηριστικά, η συνολική φαινοτυπική παραλλακτικότητα κυμάνθηκε  $H_t = 0$  έως  $H_t = 0,77$  με μέσο όρο ( $H_t = 0,33$ ), η φαινοτυπική παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών ( $G_{st}$ ) διαφοροποιήθηκε μεταξύ  $G_{st} = 0$  έως  $G_{st} = 1$  με μέσο όρο ( $G_{st} = 0,29$ ), η φαινοτυπική παραλλακτικότητα εντός κάθε πληθυσμού ( $H_s$ ) για κάθε υπομελέτη χαρακτηριστικό έλαβε τιμές μεταξύ  $H_s = 0$  και  $H_s = 0,72$  παρουσιάζοντας μέση τιμή ( $H_s = 0,21$ ), ενώ η μέση φαινοτυπική παραλλακτικότητα κάθε πληθυσμού ( $H_p$ ) ως προς όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν κυμάνθηκε μεταξύ των τιμών  $H_p = 0,13$  έως  $H_p = 0,27$  με μέση τιμή ( $H_p = 0,22$ ). Πραγματοποιήθηκε η ανάλυση κύριων συνιστωσών, κατά την οποία οι επτά κύριες συνιστώσες που έχουν εξαχθεί εξηγούν το 70,47% της ολικής παραλλακτικότητας, ενώ οι χαρακτήρες ερμηνεύουν την υπάρχουσα φαινοτυπική ποικιλότητα των ποικιλιών λούπινου αφορούν κυρίως

ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά του φυλλώματος και του άνθους και δευτερευόντως γνωρίσματα του σπόρου. Επίσης, σύμφωνα με την ανάλυση των κύριων συνιστωσών, οι γονότυποι λούπινου LIB224, LIB208 καθώς και η εμπορική ποικιλία Multitalia διαχωρίστηκαν κάθε μία ξεχωριστά από όλες τις εξεταζόμενες ποικιλίες υποδεικνύοντας ότι παρουσιάζουν διαφορές όσον αφορά την έκφραση των μορφολογικών τους χαρακτηριστικών. Αντίθετα, οι πληθυσμοί LIB201, LIB217, LIB203 ομαδοποιήθηκαν στην ίδια ομάδα εικάζοντας ότι παρουσίασαν ομοιότητες σχετικά με τα φαινοτυπικά τους χαρακτηριστικά. Εξίσου, ο διαχωρισμός των γονοτύπων επιβεβαιώνεται σύμφωνα με την ανάλυση κατά συστάδες που πραγματοποιήθηκε, κατά την οποία οι ποικιλίες διαχωρίζονται σε δύο μεγάλες ομάδες μεταξύ των ποικιλιών Mutabilis και των εμπορικών και της βελτιωμένης ποικιλίας. Καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με βάση τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων σε κάλιο (K), νάτριο (Na), και συνολικό ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο, με εξαίρεση τον φώσφορο (P), κατά τον οποίο δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των γονοτύπων λούπινου. Τέλος, η ποικιλία LIB201 λαμβάνοντας τις υψηλότερες τιμές όσον αφορά την περιεκτικότητα σε κάλιο (K) και φώσφορο (P) την καθιστά πιθανόν ως ένας γονότυπος με πλούσια θρεπτικά αξία, που θα μπορούσε να μελετηθεί περαιτέρω για την προώθησή της στο εγχώριο και διεθνές εμπόριο.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Adhikari, K. N., Buirchell, B. J., & Sweetingham, M. W. (2012). Length of vernalization period affects flowering time in three lupin species. *Plant Breeding*, 131(5), 631-636. doi:10.1111/j.1439-0523.2012.01996.x
2. Ali-Khan, S. T. (1993). Seed hull content in field pea. *Canadian Journal of Plant Science*, 73(2), 611-613. doi:10.4141/cjps93-082
3. Australian Government, Office of the gene technology regulator, 2013. The Biology of Lupinus L., [http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/Content/biologylupin2013-toc/\\$FILE/biologylupin2013-2.pdf](http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/Content/biologylupin2013-toc/$FILE/biologylupin2013-2.pdf)
4. Berger, J. D., Buirchell, B. J., Lockett, D. J., & Nelson, M. N. (2011). Domestication bottlenecks limit genetic diversity and constrain adaptation in narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 124(4), 637-652. doi:10.1007/s00122-011-1736-
5. Bertoglio, J. C., Calvo, M. A., Hancke, J. L., Burgos, R. A., Riva, A., Morazzoni, P., Duranti, M. (2011). Hypoglycemic effect of lupin seed  $\gamma$ -conglutin in experimental animals and healthy human subjects. *Fitoterapia*, 82(7), 933-938. doi:10.1016/j.fitote.2011.05.007
6. Boschini, G., D'Agostina, A., Annicchiarico, P., & Arnoldi, A. (2008). Effect of genotype and environment on fatty acid composition of *Lupinus albus* L. seed. *Food Chemistry*, 108(2), 600-606. doi:10.1016/j.foodchem.2007.11.016
7. Boudreau, B. P., & Canfield, D. E. (1993). A comparison of closed- and open-system models for porewater pH and calcite-saturation state. *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 57(2), 317-334. doi:10.1016/0016-7037(93)90434-x
8. Bouyoucos, G. J. (1951). A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. *Agronomy Journal*, 43(9), 434. doi:10.2134/agronj1951.00021962004300090005x
9. Bradstreet, R. (1965). Introduction to the Kjeldahl Method. *The Kjeldahl Method for Organic Nitrogen*, 1-8. doi:10.1016/b978-1-4832-3298-0.50004-7
10. Chirinos-Aria, M. C., & Jiménez, J. E. (2015). Transference of some microsatellite molecular markers from Fabaceae family to Andean Lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Scientia Agropecuaria*, 51-58. doi:10.17268/sci.agropecu.2015.01.05
11. Chirinos-Arias M.C., Jiménez J.E., Vilca-Machaca L.S., 2015. Analysis of

- genetic variability among thirty accessions of Andean Lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet) using ISSR molecular markers. *Scientia Agropecuaria* 6, 1, 17-30,
12. Clapham, W. M. (2000). Lupins as Crop Plants: Biology, Production and Utilization. *Crop Science*, 40(1), 287. doi:10.2135/cropsci2000.0003br
  13. Clemente, T. E., & Cahoon, E. B. (2009). Soybean Oil: Genetic Approaches for Modification of Functionality and Total Content. *Plant Physiology*, 151(3), 1030-1040. doi:10.1104/pp.109.146282
  14. Clements, J. C., Dracup, M., & Galwey, N. (2002). Effect of genotype and environment on proportion of seed hull and pod wall in lupin. *Australian Journal of Agricultural Research*, 53(10), 1147. doi:10.1071/ar01156
  15. Clements, J. C., Wilson, J., Sweetingham, M. W., Quealy, J., & Francis, G. (2011). Male Sterility in three crop *Lupinus* species. *Plant Breeding*, 131(1), 155-163. doi:10.1111/j.1439-0523.2011.01903.x
  16. Clements, J., Galek, R., Kozak, B., Michalczyk, D. J., Piotrowicz-Cieślak, A. I., Sawicka-Sienkiewicz, E., . . . Zalewski, D. (2014). Diversity of Selected *Lupinus angustifolius* L. Genotypes at the Phenotypic and DNA Level with Respect to Microscopic Seed Coat Structure and Thickness. *PLoS ONE*, 9(8). doi:10.1371/journal.pone.0102874
  17. Cristofolini, G. (1989). A serological contribution to the systematics of the genus *Lupinus* (Fabaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 166(3-4), 265-278. doi:10.1007/bf00935955
  18. Crossa, J., Fox, P., Pfeiffer, W., Rajaram, S., & Gauch, H. (1991). AMMI adjustment for statistical analysis of an international wheat yield trial. *Theoretical and Applied Genetics*, 81(1). doi:10.1007/bf00226108
  19. Dracup, M., Reader, M. A., & Palta, J. A. (1998). Variation in yield of narrow-leaved lupin caused by terminal drought. *Australian Journal of Agricultural Research*, 49(5), 799. doi:10.1071/a97151
  20. Eickmeyer, F., 2008. Narrow leafed lupin breeding in Saatzucht Steinach a private company integrated in a network of research and development. In: *Proceedings of the 12th International Lupin Conference, Fremantle, Western Australia*, pp.312–314.
  21. Falconí, C. E. (2012). *Lupinus mutabilis* in Ecuador with special emphasis on anthracnose resistance. Wageningen, p.p. 150



22. Falconi, C. E., Visser, R. G., & Heusden, S. V. (2015). Influence of plant growth stage on resistance to anthracnose in Andean lupin (*Lupinus mutabilis*). *Crop and Pasture Science*, 66(7), 729. doi:10.1071/cp14104
23. Farrington, P., & Gladstones, J. (1974). Effect of genotype on yield of narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius*) and sandplain lupin (*Lupinus cosentinii*). *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 14(71), 742. doi:10.1071/ea9740742
24. Galek, R. G., Zalewski, D., Kozak, B., & Sawicka-Sienkiewicz, E. (2015). Pheno-Morphological And Agronomic Diversity In A Collection Of Wild And Domesticated Species Of The Genus *Lupinus*. *Turkish Journal Of Field Crops*, 20(1). doi:10.17557/.08197
25. Galek, R., 2007. Evaluation of interspecific hybrids of andean lupin and their parental forms with regard to some morphological and quantitative characters
26. Galek, R., Kozak, B., Sawicka-Sienkiewicz, E., Zalewski, D., & Nowosad, K. (2017). Searching For The Most Useful Genotypes Of *Lupinus Mutabilis* Sweet For Breeding Purpose. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 20(4). doi:10.30825/5.ejpau.38.2017.20.4
27. Galek, R., 2010. Studies on the variability of some morphological and functional characters of *Lupinus* with particular consideration intra and interspecific hybrids
28. Ghafoor A., Arshad M., 2008. Multivariate analysis for quantitative traits to determine genetic diversity of blackgram *Vigna mungo* (L.) Hepper germplasm. *Pakistan Journal Botany* 40(6), 2307–2313
29. Giorgio, G. D., Graziano, D., Ruisi, P., Amato, G., & Giambalvo, D. (2009). Pheno-morphological and agronomic diversity among *Scorpiurus muricatus* (Fabaceae) natural populations collected in Sicily. *The Journal of Agricultural Science*, 147(04), 411. doi:10.1017/s0021859609008661
30. Górecki, R. J., Piotrowicz-Cieślak, A. I., Lahuta, L. B., & Obendorf, R. L. (1997). Soluble carbohydrates in desiccation tolerance of yellow lupin seeds during maturation and germination. *Seed Science Research*, 7(02). doi:10.1017/s0960258500003445
31. Grami, B., Stefansson, B. R., & Baker, R. J. (1977). Genetics Of Protein And Oil Content In Summer Rape: Heritability, Number Of Effective Factors, And

Correlations. *Canadian Journal of Plant Science*, 57(3), 937-943.  
doi:10.4141/cjps77-134

32. Hamrick, J. L., & Godt, M. J. (1997). Allozyme Diversity in Cultivated Crops. *Crop Science*, 37(1), 26. doi:10.2135/cropsci1997.0011183x003700010004x
33. Hondelmann, W. (1984). The lupin ? ancient and modern crop plant. *Theoretical and Applied Genetics*, 68-68(1-2). doi:10.1007/bf00252301
34. Integrated taxonomic information system. (1999). *Choice Reviews Online*, 36(12). doi:10.5860/choice.36sup-223
35. Jacobsen, S. E., Mujica, A., & Ortiz, R. (2003). The Global Potential for Quinoa and Other Andean Crops. *Food Reviews International*, 19(1-2), 139-148. doi:10.1081/fri-120018880
36. Janusz, P. (2017). White lupin (*Lupinus albus* L.) – nutritional and health values in human nutrition – a review. *Czech Journal of Food Sciences*, 35(No. 2), 95-105. doi:10.17221/114/2016-cjfs
37. Jappe, U., & Vieths, S. (2010). Lupine, a source of new as well as hidden food allergens. *Molecular Nutrition & Food Research*, 54(1), 113-126. doi:10.1002/mnfr.200900365
38. Jimenez, M. D., Cubero, J. I., & Haro, A. D. (1991). Genetic and environmental variability in protein, oil and fatty acid composition in high-alkaloid hite lupin (*Lupinus albus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 55(1), 27-35. doi:10.1002/jsfa.2740550105
39. Johnson, S. K., Mcquillan, P. L., Sin, J. H., & Ball, M. J. (2003). Sensory acceptability of white bread with added Australian sweet lupin (*Lupinus angustifolius*) kernel fibre and its glycaemic and insulinaemic responses when eaten as a breakfast. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(13), 1366-1372. doi:10.1002/jsfa.1552
40. Jürgens, H., Jansen, G., & Wegener, C. B. (2012). Characterisation of Several Rye Cultivars with Respect to Arabinoxylans and Extract Viscosity. *Journal of Agricultural Science*, 4(5). doi:10.5539/jas.v4n5p1
41. Kelting, R. W., & Rice, E. L. (1952). A Simplified Apparatus for Organic Carbon Determination by the Walkley and Black Method. *Ecology*, 33(4), 578-579. doi:10.2307/1931536
42. Kiss, G. (1947). Report of the FAO Mission for Greece. *Geographical Review*, 37(3), 508. doi:10.2307/211138

43. Kurlovich, B. S. (2002). Lupins: Geography, classification, genetic resources and breeding. St. Petersburg: Pub. House "Intan".

44. Lazaridi, E., Ntatsi, G., Savvas, D., & Bebeli, P. J. (2016). Diversity in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) local populations from Greece. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 64(7), 1529-1551. doi:10.1007/s10722-016-0452-6
45. Lema, M., Santalla, M., Rodiño, A. P., & Ron, A. M. (2005). Field performance of natural narrow-leaved lupin from the northwestern Spain. *Euphytica*, 144(3), 341-351. doi:10.1007/s10681-005-8187-z
46. Lucas, M. M., Stoddard, F. L., Annicchiarico, P., Frías, J., Martínez-Villaluenga, C., Sussmann, D., . . . Pueyo, J. J. (2015). The future of lupin as a protein crop in Europe. *Frontiers in Plant Science*, 6. doi:10.3389/fpls.2015.00705
47. Lush, W., & Evans, L. (1980). The seed coats of cowpeas and other grain legumes: Structure in relation to function. *Field Crops Research*, 3, 267-286. doi:10.1016/0378-4290(80)90034-9
48. Magni, C., Sessa, F., Accardo, E., Vanoni, M., Morazzoni, P., Scarafoni, A., & Duranti, M. (2004). Conglutin ?, a lupin seed protein, binds insulin in vitro and reduces plasma glucose levels of hyperglycemic rats. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 15(11), 646-650. doi:10.1016/j.jnutbio.2004.06.009
49. Mikić, A., Čupina, B., Mihailović, V., Krstić, Đ, Antanasović, S., Zorić, L., . . . Srebrić, M. (2013). Intercropping white (*Lupinus albus*) and Andean (*Lupinus mutabilis*) lupins with other annual cool season legumes for forage production. *South African Journal of Botany*, 89, 296-300. doi:10.1016/j.sajb.2013.06.015
50. Murphy, J., & Riley, J. (1962). A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta*, 27, 31-36. doi:10.1016/s0003-2670(00)88444-5
51. Nalle, C. L., Ravindran, V., & Ravindran, G. (2011). Nutritional value of narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius*) for broilers. *British Poultry Science*, 52(6), 775-781. doi:10.1080/00071668.2011.639343
52. Ndema, N. E., Etame, J., Taffouo, V. D., & Bilong, P. (2010). Effects of some physical and chemical characteristics of soil on productivity and yield of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) in coastal region (Cameroon). *African Journal of Environmental Science and Technology*, 4(3), 108-114. doi:10.5897/ajest09.160

53. Nei, M., & Li, W. H. (1979). Mathematical model for studying genetic variation

- in terms of restriction endonucleases. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 76(10), 5269-5273. doi:10.1073/pnas.76.10.5269
54. Ortega-David, Eduar et al., 2010. Caracterización de semillas de lupino (*Lupinus mutabilis*) sembrado en los Andes de Colombia
  55. Petterson, D.S., 1998. Composition and Food issues of lupins. Chapter 12 in: JS Gladstones, CA Atkins, J Hamblin, *Lupins as crop plants: biology, production and utilization*, CAB International Wallingford, UK, pp. 353-384.
  56. Phan, H. T., Ellwood, S. R., Adhikari, K., Nelson, M. N., & Oliver, R. P. (2007). The First Genetic and Comparative Map of White Lupin (*Lupinus albus* L.): Identification of QTLs for Anthracnose Resistance and Flowering Time, and a Locus for Alkaloid Content. *DNA Research*, 14(2), 59-70. doi:10.1093/dnares/dsm009
  57. Reeves, T., Ellington, A., & Brooke, H. (1984). Effects of lupin-wheat rotations on soil fertility, crop disease and crop yields. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 24(127), 595. doi:10.1071/ea9840595
  58. Rybiński, W., Rusinek, R., Szot, B., Bocianowski, J., & Starzycki, M. (2014). Analysis of interspecies physicochemical variation of grain legume seeds. *International Agrophysics*, 28(4), 491-500. doi:10.2478/intag-2014-0039
  59. Saini, N., Jain, N., Jain, S., & Jain, R. K. (2004). Assessment of genetic diversity within and among Basmati and non-Basmati rice varieties using AFLP, ISSR and SSR markers. *Euphytica*, 140(3), 133-146. doi:10.1007/s10681-004-2510-y
  60. Sirtori, C. R., Lovati, M. R., Manzoni, C., Castiglioni, S., Duranti, M., Magni, C., . . . Arnoldi, A. (2004). Proteins of White Lupin Seed, a Naturally Isoflavone-Poor Legume, Reduce Cholesterolemia in Rats and Increase LDL Receptor Activity in HepG2 Cells. *The Journal of Nutrition*, 134(1), 18-23. doi:10.1093/jn/134.1.18
  61. Stefanova, K. T., & Buirchell, B. (2010). Multiplicative Mixed Models for Genetic Gain Assessment in Lupin Breeding. *Crop Science*, 50(3), 880. doi:10.2135/cropsci2009.07.0402
  62. Stepkowski, T., Hughes, C. E., Law, I. J., Markiewicz, L., Gurda, D., Chlebicka, A., & Moulin, L. (2007). Diversification of Lupine *Bradyrhizobium* Strains: Evidence from Nodulation Gene Trees. *Applied and Environmental Microbiology*, 73(10), 3254-3264. doi:10.1128/aem.02125-06
  63. Sujak, A., Kotlarz, A., & Strobel, W. (2006). Compositional and nutritional

- evaluation of several lupin seeds. *Food Chemistry*, 98(4), 711-719. doi:10.1016/j.foodchem.2005.06.036
64. Tadele Yilkal, 2015. White Lupin (*Lupinus albus*) grain, a potential source of protein for ruminants , *Research Journal of Agriculture and Environmental Management*. Vol. 4(4), pp. 180-188,
  65. Talhinhos, P., Leitão, J., & Neves-Martins, J. (2006). Collection of *Lupinus angustifolius* L. Germplasm and Characterisation of Morphological and Molecular Diversity. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 53(3), 563-578. doi:10.1007/s10722-004-2684-0
  66. Terzopoulos, P., Kaltsikes, P., & Bebeli, P. (2008). Determining the sources of heterogeneity in Greek faba bean local populations. *Field Crops Research*, 105(1-2), 124-130. doi:10.1016/j.fcr.2007.08.006
  67. Torres, K. B., Quintos, N. R., Necha, L. L., & Wink, M. (2002). Alkaloid Profile Of Leaves And Seeds Of *Lupinus Hintonii* C. P. Smith. *Zeitschrift Für Naturforschung C*, 57(3-4), 243-247. doi:10.1515/znc-2002-3-408
  68. Udall, J. A. (2003). Breeding for Quantitative Traits in Plants. *Crop Science*, 43(4), 1578. doi:10.2135/cropsci2003.1578
  69. Wallace A.C. , Bevan J.B., Mario E.T., 1998. *Lupin – Lupinus*, International Plant Genetic Resources Institute. – pp. 41
  70. Washington, USA <https://www.cir-safety.org/sites/default/files/wheatp062014final.pdf> , Προσβάσιμο 26.12.2017
  71. Wink, M., Merino, F., Kass, Ernst (1999) Molecular evolution of lupins (*Leguminosae: Lupinus*). In "Lupin, an ancient crop for the new millennium: Proceedings of the 9th International Lupin Conference Klink/Muritz, Germany, 20-24 June, 1999.", Santen, E. van, Wink, M., Weissmann, S., and Roemer, P. eds, International Lupin Association, Canterbury, New Zealand pp. 278-286.
  72. Zobel, R. W., Wright, M. J., & Gauch, H. G. (1988). Statistical Analysis of a Yield Trial. *Agronomy Journal*, 80(3), 388. doi:10.2134/agronj1988.00021962008000030002x
  73. Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012. Ειδική γεωργία: σιτηρά και ψυχανθή, Θεσσαλονίκη, Σύγχρονη Παιδεία, σ.530
  74. Βαρλά, Δ., 2015. Γενετική ποικιλότητα πληθυσμών λαθουριού (*Lathyrus sp.*) στο στάδιο της άνθησης
  75. Ζερβού, Α., 2013. Γενετική ποικιλότητα πληθυσμών λαθουριού (*Lathyrus sp.*)



κατά το βλαστητική ανάπτυξη

76. Μήτση, Χ., 2013. Χαρακτηρισμός ελληνικών καλλιεργούμενων πληθυσμών του γένους (*Lathyrus* sp.)
77. <http://meteosearch.meteo.gr/stationInfo.asp>
78. <http://meteosearch.meteo.gr/data/athens/2017-02.txt>
79. <http://meteosearch.meteo.gr/data/athens/2017-03.txt>
80. <http://meteosearch.meteo.gr/data/athens/2017-04.txt>
81. <http://meteosearch.meteo.gr/data/athens/2017-05.txt>
82. <http://meteosearch.meteo.gr/data/athens/2017-06.txt>
83. <http://meteosearch.meteo.gr/data/athens/2017-07.txt>
84. <http://www.ejpau.media.pl/volume20/issue4/art-11.html>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1



Εικόνα Π1: Marginals



Εικόνα Π2: Προετοιμασία και σπορά σε δισκάκια στο θερμοκήπιο



Εικόνα Π3: Τέλος σποράς στο θερμοκήπιο



Εικόνα Π4: Προσβολή σπόρων στα τριβλία



Εικόνα Π5: Επανασπορά σπόρων

Η απομάκρυνση εφαρμόστηκε σε εκείνους τους σπόρους με προσβολές βακτηρίων



Εικόνα Π6: Η ποικιλία Ροιο στον αγρό ώστε να λάβει άλλες θερμοκρασίες από αυτές του θερμοκηπίου πριν τη μεταφύτευση



Εικόνα Π7: Στασιμότητα της Ρολο πριν τη μεταφύτευση σε σχέση με το θερμοκήπιο



Εικόνα Π8: Ποικιλία LIB208



Εικόνα Π9: Ποικιλία LAMultitalia



Εικόνα Π10: Ποικιλία LIB201



Εικόνα Π11: Ποικιλία LIB224



Εικόνα Π12: Ποικιλία LIB203



Εικόνα Π13: Ποικιλία LIB206



Εικόνα Π14: Marginals





Εικόνα Π15: Επανάληψη 1



Εικόνα Π16: Επανάληψη 2



Εικόνα Π17: Επανάληψη 3



Εικόνα Π18: Επανάληψη 1



Εικόνα Π19: Επανάληψη 2



Εικόνα Π20: Επανάληψη 3



Εικόνα Π21: LIB206 50% σταδίου ανθοφορίας



Εικόνα Π22: LIB201 ανθοφορία σε πλάγιο βλαστό



Εικόνα Π23: LIB206 σε περίοδο ανθοφορίας



Εικόνα Π24: Ζυγαριά ακριβείας Mettler PE3600 δύο δεκαδικών, χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις μετρήσεις από τη συγκομιδή έως το τέλος



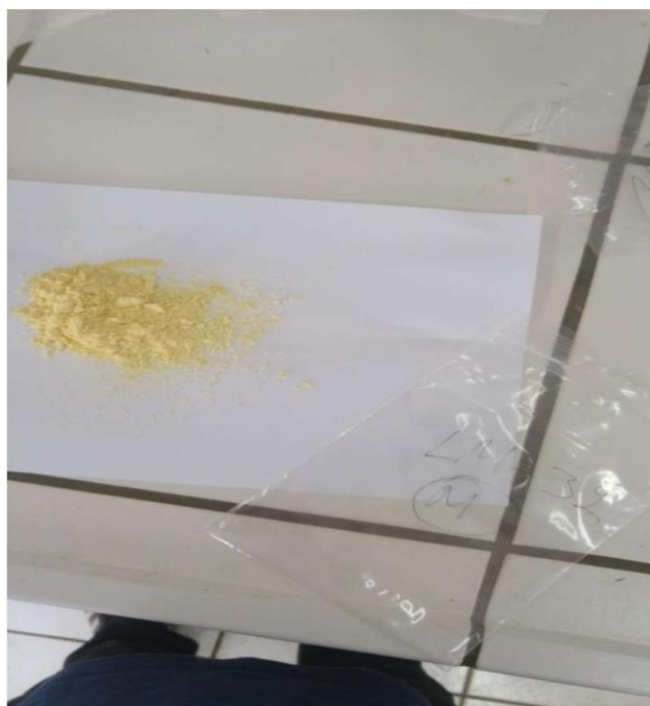
Εικόνα Π25 Πυραντήριο LM-312 της εταιρίας Linn High Therm



Εικόνα Π26: Φλογοφωτόμετρο (Sherwood Model 410, Cambridge, UK) το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση καλίου, νατρίου



Εικόνα Π27: Μύλος καφέ bosch για το θρυμματισμού του σπόρου



Εικόνα Π28: Μύλος καφέ bosch για το θρυμματισμού του σπόρου



Εικόνα Π29: Διαδικασία μέτρησης φωσφόρου

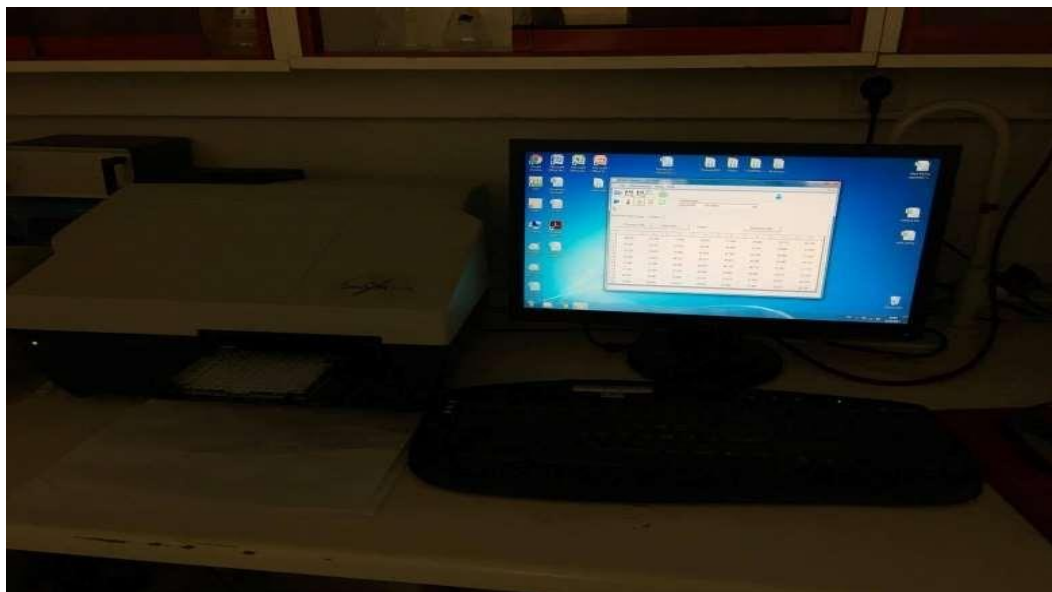


Εικόνα Π30: Διαδικασία μέτρησης φωσφόρου





Εικόνα Π31: Φασματοφωτόμετρο Anthos zenyth 200rt της εταιρίας Biochrom για τη μέτρηση απορρόφησης Ολικού Φωσφόρου (P)



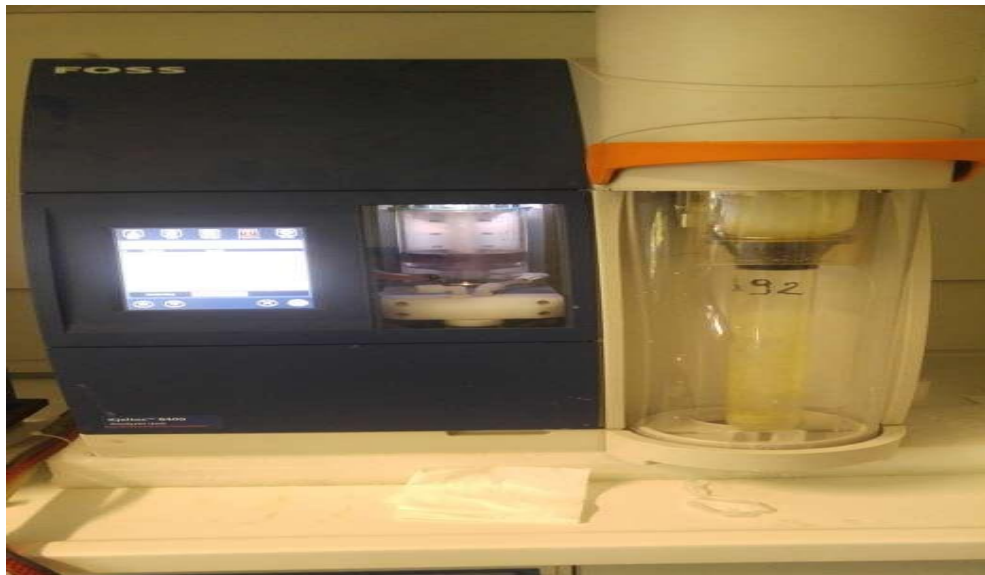
Εικόνα Π32: Φασματοφωτόμετρο Anthos zenyth 200rt της εταιρίας Biochrom για τη μέτρηση απορρόφησης Ολικού Φωσφόρου (P)



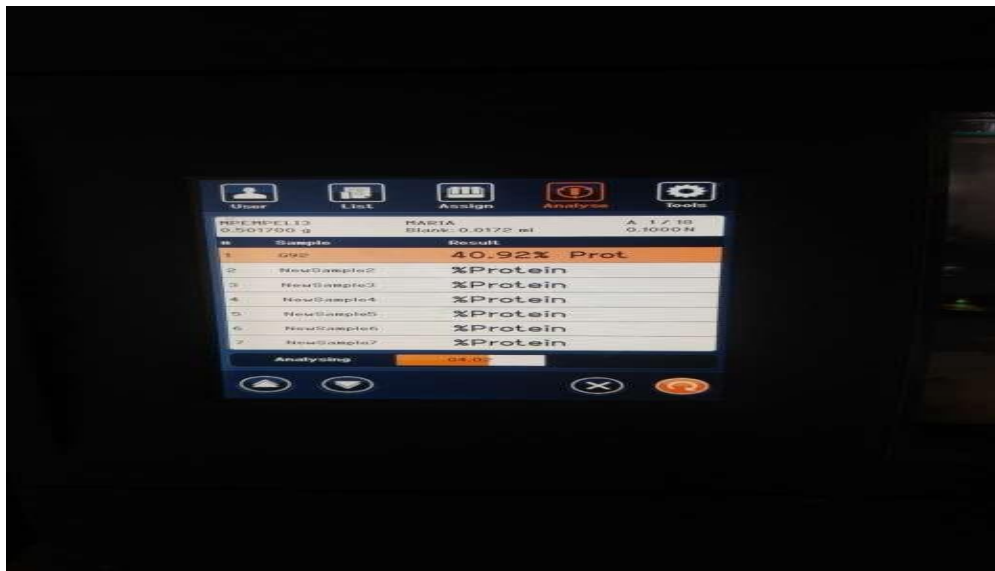
Εικόνα Π33: Κάψιμο για τη μέτρηση συνολικής πρωτεΐνης στο DT 220 Digester της FOSS, σπόρου με τη μέθοδο kjeldahl



Εικόνα Π34: Κάψιμο για τη μέτρηση συνολικής πρωτεΐνης στο DT 220 Digester της FOSS, σπόρου με τη μέθοδο kjeldahl



Εικόνα Π35: Διαδικασία μέτρησης συνολικής πρωτεΐνης με τη μέθοδο kjeldahl και τη βοήθεια του Kjelttec 8400 της εταιρίας FOSS



Εικόνα Π36 : Διαδικασία μέτρησης συνολικής πρωτεΐνης με τη μέθοδο kjeldahl και τη βοήθεια του Kjelttec 8400 της εταιρίας FOSS

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

### ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΤΕΣ IPGRI

#### 4. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ

##### 4.1 Τύπος ανάπτυξης

1 = "Ορθόκλαδο"

2 = "Θάμνος"

##### 4.2 Τύπος του φυτού ως προς το πλάγιασμα

1 = "Ορθιο"

2 = "Ημιόρθιο"

3 = "Ερπον"

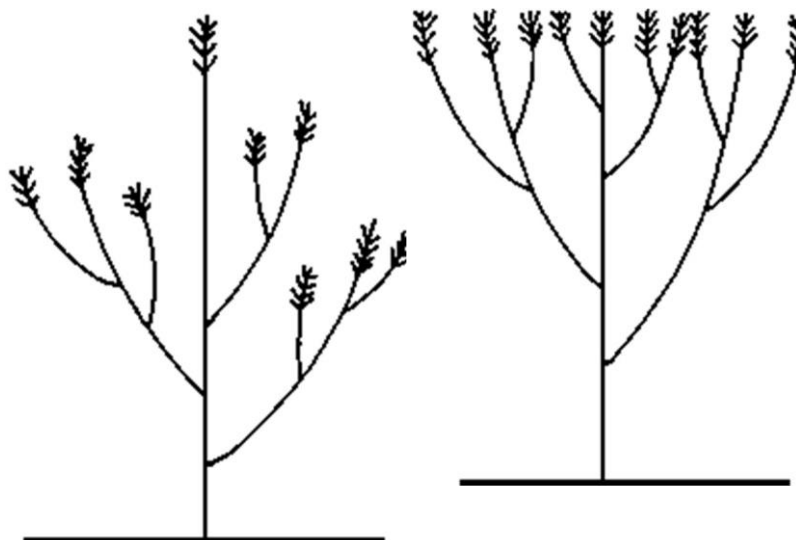
##### 4.3 ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΣΤΕΛΕΧΟΣ

###### \*4.3.1 Σχηματισμός κεντρικού στελέχους (Εικόνα 1)

0 = "Δεν προεξέχει"

+ = "Προεξέχει"

###### Εικόνα 1. Σχηματισμός κεντρικού στελέχους



Προεξοχή κεντρικού  
στελέχους

Καμία προεξοχή  
κεντρικού στελέχους

#### 4.3.2 Χνόωση κεντρικού στελέχους

0 Γυαλιστερό

+ Με χνόωση"

#### 4.3.3 Χρώμα κεντρικού στελέχους

1 = "Κίτρινο"

2 = "Πράσινο"

3 = "Γκρί"

#### 4.3.4 Ένταση χρώματος κεντρικού στελέχους

3 = "Αχνό"

5 = "Κανονικό"

7 = "Σκούρο"

#### 4.3.5 Επικάλυψη κηρώδες κεντρικού στελέχους

0 = "Απουσία"

1 = "Παρουσία"

#### 4.3.6 Διάμετρος κεντρικού στελέχους

Διάμετρος κεντρικού στελέχους κάτω από τη πρώτης τάξεως άνθηση(αν είναι δυνατόν) ή κάτω από τη πρώτη άνθηση ,αναλόγως το είδος.(Μέσος όρος 10 φυτών).

#### 4.4 Εμφάνιση πλάγιου βλαστού (Εικόνα 2)

##### 4.4.1 Εμφάνιση πλάγιου βλαστού

0 = "Χωρίς πλάγιο"

1 = "Με πλάγιο"

##### 4.4.2 Πρωτεύον πλάγιοι βλαστοί

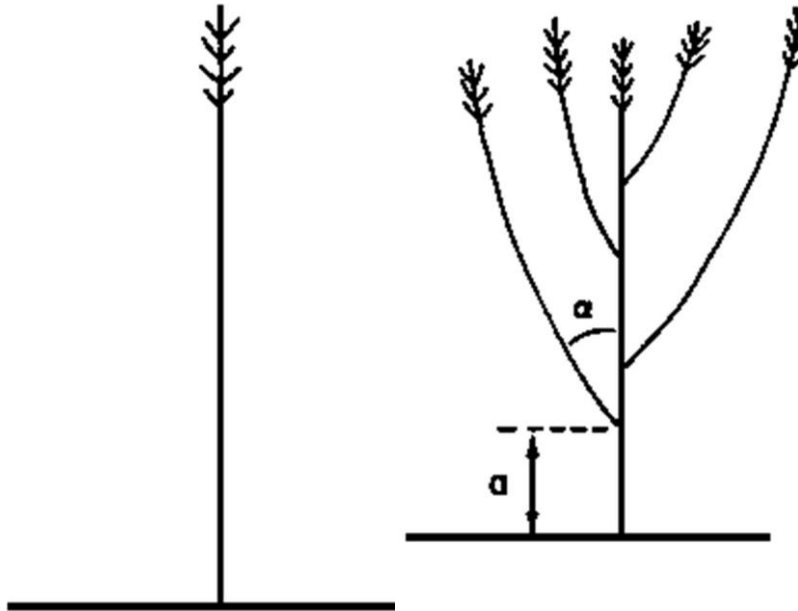
Αριθμός ανά φυτό.Μέσος όρος τουλάχιστον 10 φυτών.

#### 4.5 ΦΥΛΛΟ

##### 4.5.1 Διάμετρος φύλλου (Εικόνα 3)

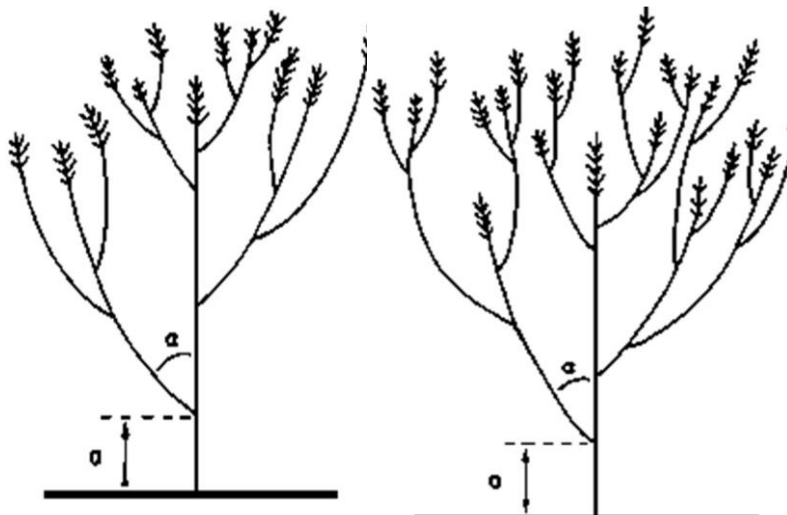
Μέσος όρος 10 φυτών, σε χιλιοστά, του φύλλου κάτω από τη πρώτης τάξεως άνθηση ή στο φύλλο της κεντρικής άνθησης , αναλόγως το είδος

Εικόνα 2. Εμφάνιση πλάγιου βλαστού



Χωρίς πλάγιο

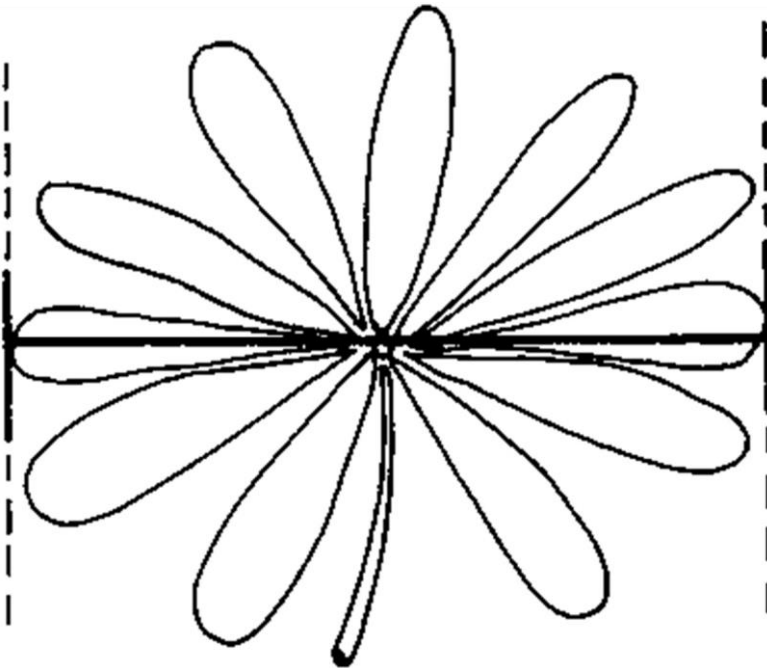
Πρώτης τάξεως πλάγιοι



Δεύτερης τάξεως  
πλάγιοι

Με παραπάνω τάξεως  
πλάγιους

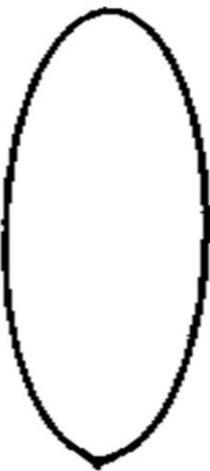
Εικόνα 3. Διάμετρος φύλλου.



\*4.5.2 Σχήμα φυλλαρίου (Εικόνα 4)

- 1 = "Ελλειπτικό"
- 2 = "Πλατύτερο προς την κατάληξη"
- 3 = "Άλλο"

Εικόνα 4. Σχήμα φυλλαρίου



Ελλειπτικό



Πλατύτερο προς την κατάληξη

#### 4.5.3 Κατάληξη φυλλαρίου

- 1 = "Οξυκατάληκτο"
- 2 = "Λείο"

#### 4.5.5 Χνόωση επάνω επιφάνειας φυλλαρίων

- 0 = "Απουσία"
- 1 = "Παρουσία"

#### 4.5.6 Χνόωση κάτω επιφάνειας φυλλαρίων

- 0 = "Απουσία"
- 1 = "Παρουσία"

#### 4.5.7 Αριθμός φυλλαρίων/φυτό

- 1 = "Λίγα" ,
- 2 = "Κανονικά"
- 3 = "Πολλά"

#### 4.5.8 Χρώμα φύλλου

- 1 = "Κίτρινο"
- 2 = "Πράσινο"
- 3 = "Γκρι"

#### 4.5.9 Ένταση χρώματος φύλλου

- 3 = "Αχνό" ,
- 5 = "Κανονικό"
- 7 = "Σκούρο"

#### 4.5.13 Μήκος μίσχου φύλλου

- 3 = "Αχνό" ,
- 5 = "Κανονικό"
- 7 = "Σκούρο"

#### 4.5.14 Χρώμα μίσχου

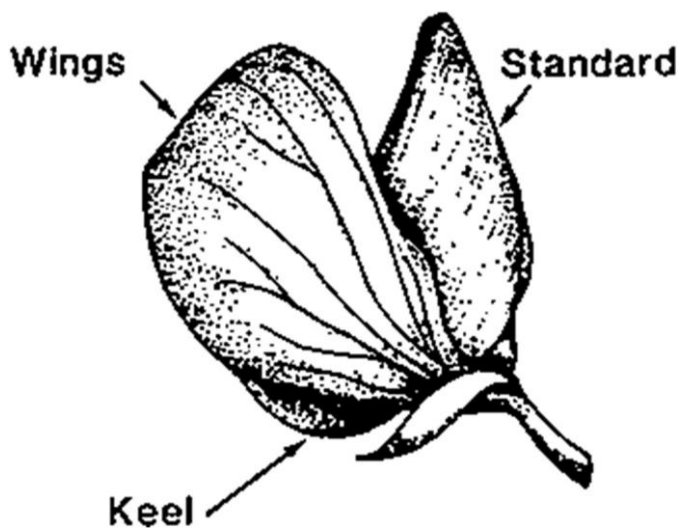
- 1 = "Κίτρινο"
- 2 = "Πράσινο"
- 3 = "Γκρι"



#### 4.5.15 Ένταση χρώματος μίσχου

- 3 = "Αχνό"
- 5 = "Κανονικό"
- 7 = "Σκούρο"

Εικόνα 5. Flower



Wings = Πτέρυγες

Standard = Πέτασος

Keel = Τροπίδα

#### \*4.6.3 Χρώμα πτέρυγας του άνθους πριν το άνοιγμα

- 1 = "Άσπρο"
- 2 = "Κίτρινο"
- 3 = "Πορτοκαλί"
- 4 = "Ροζ"
- 5 = "Κόκκινο"
- 6 = "Πράσινο"
- 7 = "Μπλέ"
- 8 = "Μωβ"
- 9 = "Καφέ"

#### 4.6.4 Ένταση του χρώματος του πτέρυγας του άνθους πριν το άνοιγμα

- 3 = "Αχνό",
- 5 = "Κανονικό"
- 7 = "Σκούρο"

#### \*4.6.5 Χρώμα τροπίδας του άνθους πριν το άνοιγμα

- 1 = "Άσπρο"
- 2 = "Κίτρινο"
- 3 = "Πορτοκαλί"
- 4 = "Ροζ"
- 5 = "Κόκκινο"
- 6 = "Πράσινο"
- 7 = "Μπλέ"
- 8 = "Μωβ"
- 9 = "Καφέ"

#### \*4.6.6 Ένταση του χρώματος της τροπίδας του άνθους πριν το άνοιγμα

- 3 = "Αχνό"
- 5 = "Κανονικό"
- 7 = "Σκούρο"

#### \*4.6.7 Χρώμα πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος φυτού περιθωρίου

- 0 = "Απουσία φυτού περιθωρίου "
- 1 = "Άσπρο"
- 2 = "Κίτρινο"
- 3 = "Πορτοκαλί"
- 4 = "Ροζ"
- 5 = "Κόκκινο"
- 6 = "Πράσινο"
- 7 = "Μπλέ"
- 8 = "Μωβ"
- 9 = "Καφέ"

#### \*4.6.9 Χρώμα κεντρικού σημείου του πετάλου σε φυτού περιθωρίου

- 0 = "Απουσία χρώματος κεντρικού σημείου" ,
- 1 = "Άσπρο"
- 2 = "Κίτρινο"
- 3 = "Πορτοκαλί"
- 4 = "Ροζ"
- 5 = "Κόκκινο"
- 6 = "Πράσινο"
- 7 = "Μπλέ"
- 8 = "Μωβ"
- 9 = "Καφέ"

#### 4.6.10 Η ένταση του χρώματος κεντρικού σημείου του πετάλου

- 3 = "Αχνό" ,
- 5 = "Κανονικό",
- 7 = "Σκούρο"

\*4.6.11 Χρώμα της ενδιάμεσης περιοχής του πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος

- 0 = "Απουσία χρώματος ενδιάμεσης περιοχής"
- 1 = "Άσπρο"
- 2 = "Κίτρινο"
- 3 = "Πορτοκαλί"
- 4 = "Ροζ"
- 5 = "Κόκκινο"
- 6 = "Πράσινο"
- 7 = "Μπλέ"
- 8 = "Μωβ"
- 9 = "Καφέ"

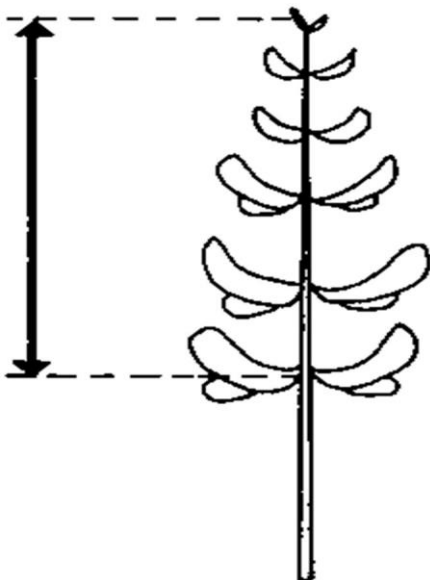
4.6.12 Ένταση του χρώματος της ενδιάμεσης περιοχής του πετάλου σε μόλις ανοιγμένο άνθος

- 1 = "Μικρή"
- 2 = "Κανονικά"
- 3 = "Μεγάλη"

4.6.25 Μήκος κεντρικής άνθησης (Εικόνα 6)

- 1 = "Μικρή"
- 2 = "Κανονικά"
- 3 = "Μεγάλη"

Εικόνα 6. Μήκος κεντρικής άνθησης



## 4.7 ΛΟΒΟΣ (Εικόνα 7)

### 4.7.1 Αριθμός λοβών/φυτό

- 1 = "Λίγοι"
- 2 = "Κανονικά"
- 3 = "Πόλλοι"

### \*4.7.2 Μήκος λοβού

- 1 = "Μικρό"
- 2 = "Κανονικό"
- 3 = "Μεγάλο"

### \*4.7.3 Πλάτος λοβού

- 1 = "Μικρό"
- 2 = "Κανονικό"
- 3 = "Μεγάλο"

### 4.7.6 Άνοιγμα λοβού

- 0 = "Καθόλου ανοιγμένοι"
- 3 = "Ελάχιστα ανοιγμένοι"
- 5 = "Αρκετά ανοιγμένοι"
- 7 = "Όλοι ανοιγμένοι"

### 4.7.7 Απόρριψη – πτώση λοβών

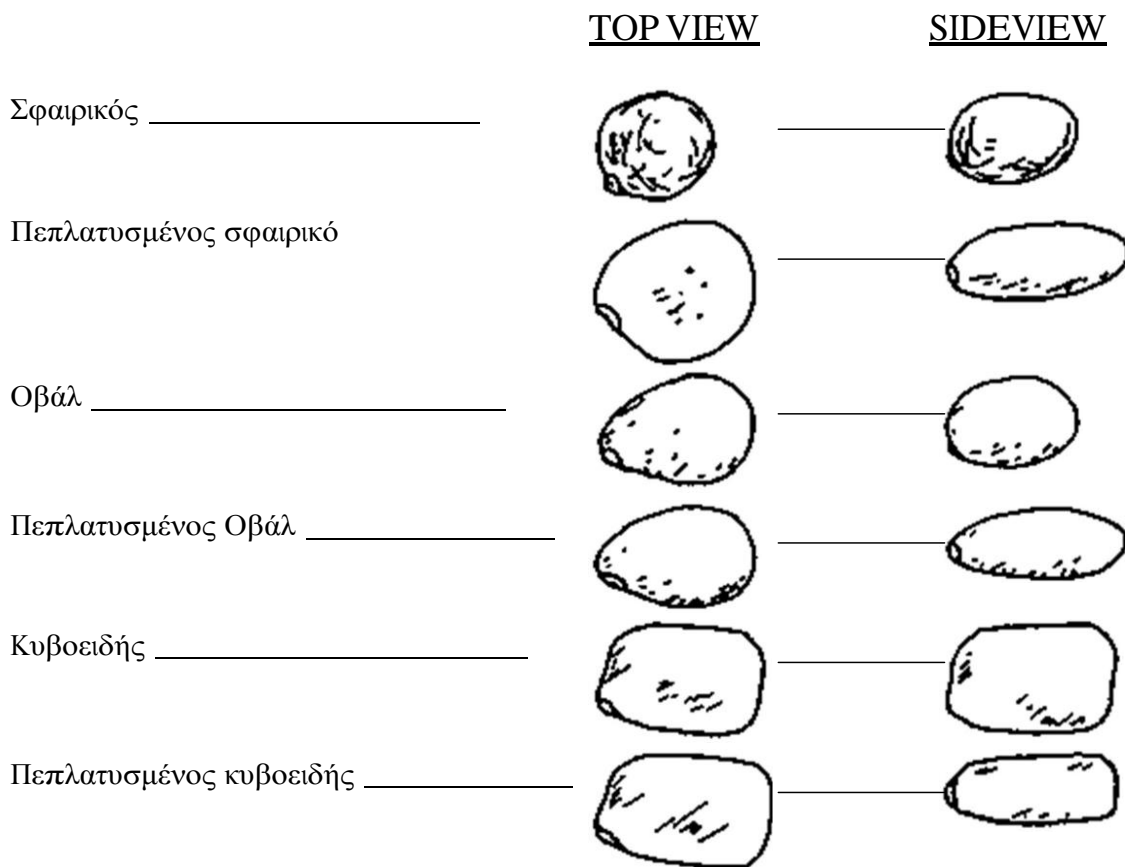
- 0 = "Καθόλου Απορριπόμενοι"
- 3 = "Ελάχιστοι Απορριπόμενοι"
- 5 = "Αρκετοί Απορριπόμενοι"
- 7 = "Όλοι Απορριπόμενοι"

## 4.8 ΣΠΟΡΟΣ

### \*4.8.1 Σχήμα σπόρου (Εικόνα 9)

- 1 = "Σφαιρικός"
- 2 = "Πεπλατυσμένος σφαιρικό"
- 3 = "Οβάλ"
- 4 = "Πεπλατυσμένος Οβάλ"
- 5 = "Κυβοειδής"
- 6 = "Πεπλατυσμένος κυβοειδής"
- 7 = "Άλλο"

## Εικόνα 9. Σχήμα σπόρου



### \*4.8.5 Πρωτεύον χρώμα σπόρου

- 1 = "Άσπρο"
- 2 = "Κίτρινο"
- 3 = "Πορτοκαλί"
- 4 = "Ροζ"
- 5 = "Κόκκινο"
- 6 = "Πράσινο"
- 7 = "Μπλέ"
- 8 = "Μωβ"
- 9 = "Καφέ"

#### \*4.8.7 Δευτερεύον χρώμα σπόρου

- 0 = "Απουσία δευτερεύοντος χρώματος σπόρου"
- 1 = "Άσπρο"
- 2 = "Κίτρινο"
- 3 = "Πορτοκαλί"
- 4 = "Ροζ"
- 5 = "Κόκκινο"
- 6 = "Πράσινο"
- 7 = "Μπλέ"
- 8 = "Μωβ"
- 9 = "Καφέ"

#### \*4.8.9 Δευτερεύον χρωματικός σχηματισμός σπόρου (Εικόνα 10)

- 1 = "Ημισέληνος"
- 2 = "Φρύδι"
- 3 = "Πλάτη"
- 4 = "Βούλες"
- 5 = "Μουστάκι"
- 6 = "Μωσαϊκό"
- 7 = "Μωσαϊκό Ημισέληνος"
- 8 = "Μωσαϊκό φρύδι"
- 9 = "Άλλο"

#### Εικόνα 10. Δευτερεύον χρωματικός σχηματισμός σπόρου

Ημισέληνος \_\_\_\_\_



Βούλες \_\_\_\_\_



Φρύδι \_\_\_\_\_



Μουστάκι \_\_\_\_\_



Πλάτη \_\_\_\_\_



Μωσαϊκό \_\_\_\_\_



#### 4.9.4 Χρώμα υποκοτυλίου

- 1 = "Κίτρινο"
- 2 = "Πράσινο"
- 3 = "Γκρί"
- 4 = "Κόκκινο"

## 6.1 Φυτρωτικότητα

Αριθμός ημερών από τη σπορά μέχρι το 50% της συνολικής φυτρωτικότητας.

## 6.2 Ημέρες μέχρι την πρώτη άνθηση

1 = "Γρήγορα"  
2 = "Κανονικά"  
3 = "Αργά"

## 6.3 Ρύθμος ανάπτυξης

3 = "Αργά",  
5 = "Κανονικά"  
7 = "Γρήγορα"

## 6.4 Τύπος ανάπτυξης φυταρίου

1 = "Ροζέτα"  
9 = "Ορθιο"

## 6.5 Ύψος φυτού

1 = "Κοντά",  
2 = "Κανονικά"  
3 = "Ψηλά"