

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ
Π.Μ.Σ. Επιστήμες και Συστήματα Φυτικής Παραγωγής
Κατεύθυνση: «Γεωργία, Βελτίωση Φυτών και Γεωργικός Πειραματισμός»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Χαρακτηρισμός του λούπινου των Άνδεων (*L. mutabilis* Sweet) και
καταγραφή των επικονιαστών του σε δύο τοποθεσίες στην Ελλάδα



Μυρτώ Σ. Μπάρδα

Αθήνα 2018

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ
Π.Μ.Σ. Επιστήμες και Συστήματα Φυτικής Παραγωγής
Κατεύθυνση: «Γεωργία, Βελτίωση Φυτών και Γεωργικός Πειραματισμός»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Χαρακτηρισμός του λούπινου των Άνδεων (*L. mutabilis* Sweet) και καταγραφή των επικονιαστών του σε δύο τοποθεσίες στην Ελλάδα

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Πηνελόπη Μπεμπέλη

Μυρτώ Σ. Μπάρδα

Αθήνα 2018

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Χαρακτηρισμός του λούπινου των Άνδεων (*L. mutabilis* Sweet) και καταγραφή των επικονιαστών του σε δύο τοποθεσίες στην Ελλάδα

Μυρτώ Σ. Μπάρδα

Τριμελής Επιτροπή

Πηνελόπη Μπεμπέλη, Καθηγήτρια (Επιβλέπουσα)

Γεώργιος Παπαδόπουλος, Αναπληρωτής Καθηγητής (Μέλος)

Ελένη Τάνη, Λέκτορας (Μέλος)

Περίληψη

Η ανάγκη του ανθρώπου για πρόσληψη πρωτεΐνης μέσω της διατροφής έρχεται αντιμέτωπη με την αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού του πλανήτη γη και την παγκόσμια οικονομική κρίση την οποία διανύουμε με αποτέλεσμα να υπάρχει ανάγκη εύρεσης νέων εναλλακτικών πηγών πρωτεΐνης. Το λούπινο των Άνδεων, *Lupinus mutabilis* Sweet, καλλιεργείται εδώ και αιώνες στην περιοχή των Άνδεων και τα τελευταία χρόνια υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για την καλλιέργειά του στην Ευρώπη κυρίως λόγω του υψηλού ποσοστού ελαίου και πρωτεΐνης στο σπόρο του.

Η παρούσα μελέτη διερευνά για πρώτη φορά την καταλληλότητα του λούπινου των Άνδεων ως εναλλακτική πρωτεϊνούχα καλλιέργεια στην Ελλάδα. Ο κύριος στόχος της μελέτης είναι η επιλογή κατάλληλων γονοτύπων για τις ελληνικές συνθήκες καλλιέργειας που θα δίνουν υψηλές αποδόσεις σε σπόρο και θα έχουν υψηλό ποσοστό πρωτεΐνης στα σπέρματα.

Για το σκοπό αυτό έγινε λεπτομερής χαρακτηρισμός με τη χρήση 38 ποσοτικών χαρακτηριστικών εκ των οποίων 8 αφορούν το βλαστικό στάδιο, 15 το αναπαραγωγικό, 13 σχετίζονται με τις αποδόσεις και 2 με τα χαρακτηριστικά του σπόρου. Επίσης εξετάστηκαν 36 ποιοτικά χαρακτηριστικά εκ των οποίων 24 στο στάδιο ανάπτυξης, 4 στο αναπαραγωγικό στάδιο, 1 κατά τη συγκομιδή και 7 τα οποία αποτελούν χαρακτηριστικά του σπόρου. Το γενετικό υλικό περιελάμβανε οχτώ καταχωρήσεις *L. mutabilis*, μία καταχώρηση *L. albus* και μια καταχώρηση *L. angustifolius*. Η αξιολόγηση έγινε σε δύο ελληνικές τοποθεσίες, στην Καλαμάτα όπου οι τιμές pH και ανθρακικού ασβεστίου του εδάφους ήταν pH = 7,6 και CaCO₃% = 15.46% και στην Αθήνα όπου οι αντίστοιχες τιμές ήταν pH = 7,9 και CaCO₃% = 17.46%. Επιπλέον, έγινε καταγραφή των επικονιαστών, των εχθρών και ασθενειών της καλλιέργειας στις δύο τοποθεσίες.

Πραγματοποιήθηκε Ανάλυση Διασποράς και μη παραμετρικός έλεγχος των 38 ποσοτικών χαρακτηριστικών με σκοπό την εύρεση ύπαρξης διαφορών μεταξύ των καταχωρήσεων. Οι καταχωρήσεις *L. mutabilis* εμφάνισαν υψηλότερο ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο σε σχέση με τα βοτανικά είδη *L. albus* και *L. angustifolius*. Η Δικτυωτή ανάλυση στο χώρο έδειξε ότι υπάρχει σημαντική αλληλεπίδραση ποικιλίας-τοποθεσίας για χαρακτηριστικά οικονομικού ενδιαφέροντος όπως είναι το ποσοστό

πρωτεΐνης στο σπόρο, και το βάρος 100 σπόρων. Η ομαδοποίηση των εξεταζόμενων καταχωρίσεων, όπως προέκυψε από την ανάλυση συστάδων, είναι σε πλήρη συμφωνία με το βοτανικό είδος στο οποίο ανήκουν. Η μελέτη των συσχετίσεων μέσω των τιμών του συντελεστή Pearson έδειξε ότι η απόδοση σε σπόρο των εξεταζόμενων καταχωρήσεων εμφανίζει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση ($> 0,69$) με τον αριθμό λοβών και σπόρων σε πλάγιο βλαστό που φέρει ταξιανθία πρώτης τάξης, τον αριθμό λοβών ανά φυτό, το μήκος λοβού, τον αριθμό σπόρων ανά λοβό, το βάρος σπόρων ανά φυτό και το υπέργειο βάρος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή. Οι επικονιαστές που καταγράφηκαν να επικονιάζουν τα εξεταζόμενα φυτά λούπινου ανήκουν στην τάξη Hymenoptera και στα γένη *Apis*, *Xylocopa*, *Megachile* και *Anthophora*.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δίνουν τις πρώτες πληροφορίες στην διαδικασία εύρεσης του κατάλληλου γονοτύπου *L. mutabilis* για τις ελληνικές συνθήκες καλλιέργειας οι οποίες θα μπορέσουν επιπλέον να χρησιμοποιηθούν σε βελτιωτικά προγράμματα άλλων χωρών της νότιας Ευρώπης.

Abstract

The human need for protein intake through the diet is increasing for the ever-growing human population of the planet earth. Therefore there is an urgent need to find new alternative sources of protein. Andean lupine, *Lupinus mutabilis* Sweet, has been cultivated for centuries in the Andean region, and in recent years an interest of its cultivation in Europe is growing, mainly because of its high oil and protein content in its seeds.

This thesis studies for the first time the suitability of Andean lupine as an alternative protein crop in Greece. The main objective of the study is the selection of suitable genotypes for Greek cultivation conditions that will be able to give high seed yields and high seed protein content.

For this purpose a detailed characterization using 38 quantitative traits was made. 8 of them refer to the vegetative stage, 15 to the reproductive, 13 to the yields, and 2 to the seed characteristics. 36 qualitative traits were also examined, of which 24 refer to the vegetative stage, 4 to the reproductive stage, 1 to harvest, and 7 to seed's characteristics. The genetic material examined was eight *L. mutabilis* accessions, one accession of *L. albus* and one of *L. angustifolius*. The experiment was conducted in two Greek locations, namely Kalamata, where the soil has a pH value of 7.6 and a CaCO₃% value of 15.46% and Athens, where the corresponding values were 7.9 and 17.46%. Recording of pollinators, pests and crop diseases was done in both locations.

Analysis of Variance and the Non Parametric Test of Kruskal-Wallis were carried for the 38 quantitative characteristics out in order to find out the differences between the accessions. *L. mutabilis* accessions had a higher seed protein content compared to the botanical species *L. albus* and *L. angustifolius*. Combined Analysis over Location shown that there is a significant accession-location interaction for traits of economic interest such as protein content of the seed and 100 seeds weight. The aggregation of the accessions examined, as derived from the Cluster Analysis, is in full agreement with the botanical species to which they belong to. The study of correlations through Pearson coefficients showed that the seed yield of the tested accessions has a statistically significant positive relationship (> 0.69) with the number of pods and seeds in first order side branches, the number of pods per plant, the pod length, the

number of seeds per pod, the weight of the seeds per plant and the over ground weight of the plant immediately after harvest. Pollinators recorded to pollinate the examined lupine accessions belong to the Hymenoptera class and to the *Apis*, *Xylocopa*, *Megachile* and *Anthophora* genera.

The results of the present study give the first information in the process of finding the appropriate *L. mutabilis* genotype for the Greek cultivation conditions, which can also be used in breeding programs of other countries of southern Europe.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα της παρούσας μελέτης Καθηγήτρια Πηνελόπη Μπεμπέλη για την πολύτιμη καθοδήγηση και την άριστη συνεργασία που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια της εκπονήσεώς της, καθώς επίσης και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε.

Επιθυμώ να ευχαριστήσω από καρδιάς τα μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής για το χρόνο τον οποίο αφιέρωσαν για την ανάγνωση και τη διόρθωση της διπλωματικής μελέτης μου. Συγκεκριμένα, τον Αναπληρωτή Καθηγητή Γεώργιο Παπαδόπουλο που με μεγάλη προθυμία με βοήθησε στην στατιστική ανάλυση των δεδομένων μου και την Λέκτορα Ελένη Τάνη που καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος με υποστήριξε και μου μετέδωσε τη θετική της σκέψη.

Επίσης, ευχαριστώ πολύ:

-Τον Επίκουρο Καθηγητή του Εργαστηρίου Συστηματικής Βοτανικής του Γ.Π.Α. Παναγιώτη Τρίγκα για την άμεση βοήθεια που μου προσέφερε όποτε αντιμετώπισα δυσκολία με τα βοτανικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων μου.

-Τον Επίκουρο Καθηγητή Αλέξη Αλεξόπουλο και το μέλος Ε.Τ.Ε.Π. Σταύρο Καρρά για τη φιλοξενία τους στο Τεχνολογικό Ίδρυμα Καλαμάτας και στις εγκαταστάσεις του Εργαστηρίου Γεωργίας και Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας.

-Το μέλος Ε.ΔΙ.Π. Αναστάσιο Κατσιλέρο για τη βοήθεια που μου προσέφερε σχετικά με τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων της παρούσας μελέτης.

-Τον Καθηγητή Ιωάννη Χατζηγεωργίου που μου επέτρεψε να πραγματοποιήσω τις μετρήσεις πρωτεΐνης στο Εργαστήριο του Τμήματος Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών του Γ.Π.Α και το μέλος ΕΤΕΠ του εργαστηρίου κυρία Μαρία Γεωργιάδου για την πολύτιμη βοήθειά της.

-Τον Καθηγητή Δημήτριο Σάββα που μου επέτρεψε να κάνω χρήση του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

-Τον Καθηγητή Νικόλαο Μουστάκα που μου επέτρεψε να κάνω χρήση του εργαστηρίου Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας του Γ.Π.Α και το μέλος Ε.ΔΙ.Π του εργαστηρίου κύριο Στέλιο Δάλλα ο οποίος ήταν παρών όποτε τον χρειάστηκα.

-Τα μέλη ΔΕΠ, το προσωπικό, τους μεταπτυχιακούς και προπτυχιακούς φοιτητές και τους υποψήφιους Διδάκτορες του Εργαστηρίου Βελτίωσης Φυτών και Γεωργικού Πειραματισμού του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών καθώς και την κυρία Κωνσταντίνα Μαυροματάκη για τη συνεργασία που είχαμε.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά:

-Τον Ωμότιμο Καθηγητή Νίκο Εμμανουήλ και το μέλος Ε.ΔΙ.Π Ελένη Πάνου του εργαστηρίου Ζωολογίας και Εντομολογίας του Γ.Π.Α για τις χρήσιμες συμβουλές τους όποτε ζήτησα τη βοήθειά τους.

-Την Δρ Φιλίτσα Καραμαούνα για το άμεσο ενδιαφέρον που έδειξε όταν ζήτησα τη βοήθειά της και που με προμήθευσε με τα κατάλληλα εργαλεία έτσι ώστε να αναγνωρίσω τα γένη των επικονιαστών.

-Τον κύριο Κωνσταντίνο Μαργαρίτη επιστάτη των αροτραίων καλλιεργειών του Γ.Π.Α. που με βοήθησε άμεσα όποτε τον χρειάστηκα στον αγρό.

-Τον προπτυχιακό φοιτητή Μιχάλη Μήλιαρη με τον οποίο συνεργαστήκαμε στα πλαίσια της παρούσας μελέτης και μου προσέφερε ουσιαστική βοήθεια, καθώς και στην Υποψήφια Διδάκτορα Φαίη Λαζαρίδη για την άριστη συνεργασία που είχαμε.

-Τους φίλους και συναδέλφους Διονύση Υφαντόπουλο, Βικέντια Φραγκιαδάκη, Δημήτριο Παπαδόπουλο, Βανικιώτη Χρήστο, Νίκο Πολύζο, Κατερίνα Γερασιμίδου, Γεώργιο Αναγνώστου, Αντώνιο Αλεξό, Νίκο Κωστούρο, Ασσαριωτάκη Αλέξανδρο οι οποίοι συνέβαλαν ο καθένας με το δικό του τρόπο στην ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας μου.

Αφιερώνω την διπλωματική μελέτη μου στους γονείς μου, Πελαγία Μπίκα και Σωτήριο Μπάρδα και στη νονά μου Αφροδίτη Καλλεράντε.

Περιεχόμενα

Τριμελής Επιτροπή	
Ευχαριστίες.....	
Περιεχόμενα.....	
Λίστα εικόνων	1
Λίστα Διαγραμμάτων.....	3
Λίστα Πινάκων.....	4
Περίληψη	13
Abstract.....	15
1. Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας.....	17
1.1. Το λούπινο.....	17
1.1.1. Γενικά	17
1.1.2. Βοτανική ταξινόμηση.....	19
1.1.3. Καταγωγή και εξημέρωση.....	21
1.1.4. Βελτίωση της Καλλιέργειας λούπινου.....	25
1.1.5. Βοτανικά χαρακτηριστικά.....	28
1.1.6. Αναπαραγωγή	30
1.1.7. Επικονιαστές.....	32
1.1.8. Ανάπτυξη του φυτού	33
1.1.9. Οικολογικές απαιτήσεις.....	33
1.1.10. Καλλιεργητική τεχνική	35
1.1.11. Χρήσεις.....	37
2. Εισαγωγή της παρούσας μελέτης.....	41

3.	Σκοπός	43
4	Υλικά και μέθοδοι.....	44
4.1	Φυτικό υλικό.....	44
4.2	Καλλιεργητική Τεχνική και Πειραματικό Σχέδιο.....	44
4.3	Ιστορικό χωραφιών	46
4.4	Αναλύσεις εδάφους.....	50
4.5	Μετεωρολογικά δεδομένα	52
4.6	Χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν για την περιγραφή των καταχωρήσεων.....	54
4.6.1	Χαρακτηριστικά βλαστικής ανάπτυξης.....	54
4.6.2	Χαρακτηριστικά αναπαραγωγικής ανάπτυξης	60
4.6.3	Χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τις αποδόσεις.....	64
4.6.4	Χαρακτηριστικά του σπόρου	66
4.6.5	Αναλύσεις φωσφόρου και πρωτεΐνης στο σπόρο	68
4.6.6	Καταγραφή φυτοπαθολογικών και ζωικών προσβολών	68
4.6.7	Καταγραφή επικονιαστών.....	68
4.6.8	Ανάλυση δεδομένων.....	68
5	Αποτελέσματα	71
5.1	Ποιοτικά χαρακτηριστικά	71
5.1.1	Ποιοτικά χαρακτηριστικά βλαστικής ανάπτυξης.....	71
5.1.2	Ποιοτικά χαρακτηριστικά αναπαραγωγικής ανάπτυξης.....	82
5.1.3	Ποιοτικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τις αποδόσεις.....	85
5.1.4	Ποιοτικά χαρακτηριστικά του σπόρου	86
5.2	Ποσοτικά χαρακτηριστικά	89
5.2.1	Ανάλυση Διασποράς.....	89
5.2.2	Δικτυωτή ανάλυση στο χώρο - Σύγκριση μεταξύ των πειραματικών αγρών 119	
5.3	Μελέτη των συσχετίσεων των χαρακτηριστικών	122
5.4	Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (Principal Components Analysis)	125
5.4.1	Αγρός Α (Καλαμάτα)	126
5.4.2	Αγρός Β (Αθήνα)	133
5.5	Ανάλυση Συστάδων (Cluster Analysis).....	139

5.5.1	Αγρός Α (Καλαμάτα)	139
5.5.2	Αγρός Β (Αθήνα)	140
5.6	Φυτοπαθολογικές και ζωικές προσβολές που καταγράφηκαν	141
5.7	Επικονιαστές.....	146
6	Συζήτηση	149
6.1	Χαρακτηριστικά βλαστικής ανάπτυξης.....	149
6.1.1	Διακλαδώσεις και αριθμός σπόρων σε σχέση με το εδάφος.....	149
6.1.2	Πάχος του βλαστού	149
6.1.3	Χαρακτηριστικά βλαστικής ανάπτυξης που βοήθησαν στον διαχωρισμό των βοτανικών ειδών και των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.	150
6.2	Χαρακτηριστικά αναπαραγωγικής ανάπτυξης.....	150
6.2.1	Ημέρες έως την άνθηση	150
6.2.2	Πλήθος πλάγιων βλαστών με ταξιανθία πρώτης και δεύτερης τάξης 151	
6.2.3	Αριθμός φύλλων και ημέρες έως την άνθηση	151
6.2.4	Αριθμός λοβών ανά φυτό.....	152
6.3	Χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τις αποδόσεις	152
6.3.1	Ευαισθησία στο πλάγιασμα.....	152
6.3.2	Υπέργαιο βάρος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή.....	152
6.3.3	Αριθμός σπόρων κύριας ταξιανθίας και ταξιανθιών πρώτης, δεύτερης, τρίτης τάξης.....	153
6.3.4	Σπόροι ανά λοβό.....	153
6.3.5	Σπόροι ανά φυτό.....	153
6.3.6	Βάρος 100 σπόρων.....	154
6.3.7	Δείκτης συγκομιδής	155
6.4	Χαρακτηριστικά του σπόρου	155
6.4.1	Χρώμα και μοτίβο περιβλήματος του σπόρου.....	155
6.4.2	Σχήμα σπόρου.....	155
6.4.3	Στιλπνότητα του σπόρου	156
6.4.4	Μήκος και πλάτος σπόρου	156
6.5	Περιεκτικότητα πρωτεΐνης στο σπόρο.....	156
6.5.1	Σύγκριση μεταξύ των ειδών λούπινου που μελετήθηκαν.....	156
6.5.2	Επίδραση του εδάφους	157
6.5.3	Αρχιτεκτονική του φυτού.....	157

6.5.4	Αλληλεπίδραση ποσοστού πρωτεΐνης στο σπόρο με χαρακτηριστικά αναπαραγωγικής και βλαστικής ανάπτυξης.....	158
6.6	Περιεκτικότητα φωσφόρου στο σπόρο	158
6.7	Ανθεκτικότητα στις ασθένειες και τους εχθρούς τις καλλιέργειας.....	159
6.7.1	Χρώμα βλαστού και ανθεκτικότητα στους εχθρούς και τις ασθένειες	159
6.7.2	Aphorhoridae	159
6.7.3	Scarabaeidae και χρώμα άνθους.....	159
6.7.4	Λεπιδόπτερα	160
6.8	Επικονιαστές.....	161
6.8.1	Επικονιαστές και αποδόσεις (αριθμός και μήκος των λοβών, αριθμός και βάρος των σπόρων).....	161
6.8.2	Επικονιαστές και ημέρες έως την άνθηση	161
6.8.3	Επικονιαστές και μέγεθος του άνθους.....	162
6.8.4	Επικονιαστές και χρώμα άνθους.....	162
6.9	Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών.....	163
6.10	Ανάλυση Συστάδων.....	164
6.11	Δικτυωτή ανάλυση στο χώρο	164
7	Βιβλιογραφία.....	166
8	Παράρτημα Ι.....	176
8.1	Μορφολογία σπερμάτων.....	177
8.2	Μορφολογικά χαρακτηριστικά φύλλων.....	182
8.3	Μορφολογία ανθέων.....	185
8.3.1	Χρώμα άνθους λίγο πριν ανοίξει.....	185
8.3.2	Χρώμα άνθους που μόλις έχει ανοίξει	187
8.3.3	Χρώμα άνθους λίγο πριν τη μάρανση.....	189
8.4	Χρώμα βλαστού.....	190
8.5	Πρωτόκολλα εδαφικών αναλύσεων.....	191

Λίστα εικόνων

		Σελίδες
Εικόνα 1	Παγκόσμια κατανομή της παραγωγής λούπινου.	17
	Πηγή: FAOSTAT 2017.	
Εικόνα 2	Περιοχές καλλιέργειας λούπινου και παραγωγής αυτού στην Ευρώπη. Πηγή FAOSTAT 2017.	19
Εικόνα 3	Φυλογένεια του λούπινου που δίχνει τις κατανομές των δύο μεγάλων κλάδων του Νέου Κόσμου και τα ποικιλόμορφα χαρακτηριστικά των ειδών των Άνδεων. Αναπαραγωγή από Hughes και Eastwood (2006).	21
Εικόνα 4	Τύπος στελέχους. Κύριος βλαστός προεξέχων (αριστερά) και μη προεξέχων (δεξιά). Πηγή IBPGR 2016.	54
Εικόνα 5	Σχήμα φυλλαρίου ελλειπτικό (αριστερά), πλατύτερο προς τα έξω (δεξιά). Πηγή IBPGR 2016.	55
Εικόνα 6	Διάμετρος του φύλου. Πηγή IBPGR 2016	58
Εικόνα 7	Νεαρό άνθος τύπου 1	59
Εικόνα 8	Νεαρό άνθος τύπου 2	59
Εικόνα 9	Νεαρό άνθος τύπου 3	59
Εικόνα 10	Νεαρό άνθος τύπου 4	60
Εικόνα 11	Νεαρό άνθος τύπου 5	60
Εικόνα 12	Μήκος κύριας ταξιανθίας. Πηγή IBPGR 2016.	61
Εικόνα 13	Σχήμα σπόρου . Πηγή IBPGR 2016	65
Εικόνα 14	Μοτίβο περιβλήματος σπόρου.. Πηγή IBPGR 2016.	66
Εικόνα 15	<i>Fusarium</i> sp. σε σπόρους <i>L. mutabilis</i>	137
Εικόνα 16	Χαρακτηριστικοί εναέριοι κόνδυλοι στη βάση του στελέχους από <i>Rhizoctonia spp.</i>	138
Εικόνα 17	Τήξη λαιμού	138
Εικόνα 18	Χαρακτηριστική κατασκευή της οικογένειας Aphrophoridae	139
Εικόνα 19	Άτομο <i>Epicometis (Tropinota) hirta</i> τρέφεται σε άνθος <i>L. mutabilis</i> (αριστερά), φαγώματα στα άνθη από <i>O. funesta</i> και καταστροφή των αναπαραγωγικών μερών τους (δεξιά).	139
Εικόνα 20	Προσβολή από αφίδες στην ποικιλία 'Polo' (<i>L. angustifolius</i>). <i>Acyrtosiphon pisum</i> (αριστερά), <i>Aphis fabae</i> (δεξιά).	140
Εικόνα 21	Σαλιγκάρια σε φυτά λούπινου	140
Εικόνα 22	Φαγωμένος σπόρος (επάνω) και νύμφη λεπιδοπτερου (δεξιά) εντός ώριμου λοβού LIB220	141
Εικόνα 23	Επικονιαστές του γένους <i>Xylocopa</i> που παρατηρήθηκαν σε φυτά <i>L. mutabilis</i> .	142
Εικόνα 24	Επικονιαστές του γένους <i>Megachile</i> που παρατηρήθηκαν σε φυτά <i>L. mutabilis</i> και <i>L. albus</i>	143
Εικόνα 25	Επικονιαστές του γένους <i>Anthophora</i> που παρατηρήθηκαν σε φυτά <i>L. mutabilis</i> .	144
Εικόνα 26	<i>Apis mellifera</i> σε άνθη <i>L. albus</i> var. 'Multitalia'	144
Εικόνα 26	Σπέρματα LIB220 σχήματος οβάλ πεπλατυσμένου με απουσία μοτίβου περιβλήματος σπόρου.	171

Εικόνα 27	Σπέρματα ‘Multitalia’ σχήματος κυβοειδούς πεπλατυσμένου με απουσία μοτίβου περιβλήματος σπόρου.	171
Εικόνα 28	Σπέρματα LIB223 σχήματος σφαιρικού με απουσία μοτίβου περιβλήματος σπόρου	172
Εικόνα 29	Σπέρματα LIB219 σχήματος σφαιρικού πεπλατυσμένου με απουσία μοτίβου περιβλήματος σπόρου	172
Εικόνα 30	Σπέρματα LIB221 σχήματος σφαιρικού πεπλατυσμένου με απουσία μοτίβου περιβλήματος σπόρου.	173
Εικόνα 31	Σπέρματα LIB222 σχήματος οβάλ πεπλατυσμένου με μοτίβο περιβλήματος σπόρου «μωσαϊκό».	173
Εικόνα 32	Σπέρματα LIB209 σχήματος σφαιρικό και οβάλ πεπλατυσμένο με μοτίβο περιβλήματος σπόρου «φρύδι», «μαρμάρινο με ημισέληνο», μαρμάρινο με φρύδι» ή με απουσία μοτίβου περιβλήματος σπόρου.	174
Εικόνα 33	Σπέρματα LIB212 σχήματος οβάλ πεπλατισμένου και μοτίβο περιβλήματος σπόρου «μαρμάρινο με ημισέληνο» ή απουσία μοτίβου περιβλήματος σπόρου.	174
Εικόνα 34	Σπέρματα ‘Polo’ σχήματος νεφροειδούς και μοτίβο περιβλήματος σπόρου «μουστάκι με γραμμή δίπλα στο hilum».	175
Εικόνα 35	Σπέρματα LIB214 σχήματος σφαιρικού πεπλατυσμένου και απουσία μοτίβου περιβλήματος σπόρου.	175
Εικόνα 36	Φύλλο LIB223	176
Εικόνα 37	Φύλλο LIB219	176
Εικόνα 38	Φύλλο LIB220	176
Εικόνα 39	Φύλλο LIB222	176
Εικόνα 40	Φύλλο LIB209	177
Εικόνα 41	Φύλλο ‘Multitalia’	177
Εικόνα 42	Φύλλο LIB212	177
Εικόνα 43	Φύλλο ‘Polo’	177
Εικόνα 44	Φύλλο LIB214	178
Εικόνα 45	Άνθος LIB 223 λίγο πριν ανοίξει.	179
Εικόνα 46	Άνθος LIB 221 λίγο πριν ανοίξει.	179
Εικόνα 47	Άνθος LIB 214 λίγο πριν ανοίξει.	179
Εικόνα 48	Άνθος LIB 219 λίγο πριν ανοίξει.	179
Εικόνα 49	Άνθος LIB 220 λίγο πριν ανοίξει.	179
Εικόνα 50	Άνθος LIB209 λίγο πριν ανοίξει.	179
Εικόνα 51	Άνθος LIB 212 λίγο πριν ανοίξει.	180
Εικόνα 52	Άνθος LIB 222 λίγο πριν ανοίξει.	180
Εικόνα 53	Άνθος ‘Polo’ λίγο πριν ανοίξει.	180
Εικόνα 54	Άνθος ‘Multitalia’ λίγο πριν ανοίξει.	180
Εικόνα 55	Άνθος LIB223 που μόλις έχει ανοίξει	181
Εικόνα 56	Άνθος LIB221 που μόλις έχει ανοίξει	181
Εικόνα 57	Άνθος LIB219 που μόλις έχει ανοίξει	181
Εικόνα 58	Άνθος LIB214 που μόλις έχει ανοίξει	181

Εικόνα 59	Άνθος LIB220 που μόλις έχει ανοίξει	181
Εικόνα 60	Άνθος LIB209 που μόλις έχει ανοίξει	181
Εικόνα 61	Άνθος LIB212 που μόλις έχει ανοίξει	182
Εικόνα 62	Άνθος LIB222 που μόλις έχει ανοίξει	182
Εικόνα 63	Άνθος 'Polo' που μόλις έχει ανοίξει	182
Εικόνα 64	Άνθος 'Multitalia' που μόλις έχει ανοίξει	182
Εικόνα 65	Άνθη LIB221 λίγο πριν την μάρανση	183
Εικόνα 66	Άνθη LIB219 λίγο πριν την μάρανση	183
Εικόνα 67	Άνθη LIB214 λίγο πριν την μάρανση	183
Εικόνα 68	Άνθη LIB220 λίγο πριν την μάρανση	183
Εικόνα 69	Άνθη LIB209 λίγο πριν την μάρανση	183
Εικόνα 70	Άνθη LIB212 λίγο πριν την μάρανση	183
Εικόνα 71	Άνθη LIB222 λίγο πριν την μάρανση	184
Εικόνα 72	Άνθη 'Multitalia' λίγο πριν την μάρανση	184
Εικόνα 73	Άνθη LIB223 λίγο πριν την μάρανση	184
Εικόνα 74	Φυτά <i>L. mutabilis</i> με κόκκινο (πάνω) και πράσινο (κάτω) βλαστό της καταχώρησης LIB209	184

Λίστα Διαγραμμάτων

		Σελίδες
Διάγραμμα 1	Μετεωρολογικά δεδομένα πειραματικού αγρού Καλαμάτας	51
Διάγραμμα 2	Μετεωρολογικά δεδομένα πειραματικού αγρού Αθήνας	52
Διάγραμμα 3	Απεικόνιση του αριθμού κύριων συνιστωσών (άξονας x) και της αντίστοιχης ιδιοτιμής (άξονας y) που προέκυψε από τα δεδομένα του πειραματικού αγρού της Καλαμάτας.	126
Διάγραμμα 4	Score plot που προκύπτει από τον πίνακα Score matrix στους δύο πρώτους άξονες για τον πειραματικό αγρό της Καλαμάτας. Οι αριθμοί αντιπροσωπεύουν τις ποικιλίες με τη σειρά που εμφανίζονται στους πίνακες αποτελεσμάτων των ποσοτικών χαρακτηριστικών (1= <i>L. albus</i> , 9= <i>L. angustifolius</i>). Εμφανής η διάκριση των βοτανικών ειδών.	129
Διάγραμμα 5	Loading plot ως προς τους δύο πρώτους άξονες για τον πειραματικό αγρό της Καλαμάτας..	131
Διάγραμμα 6	Απεικόνιση του αριθμού κύριων συνιστωσών (άξονας x) και της αντίστοιχης ιδιοτιμής (άξονας y) που προέκυψε από τα δεδομένα του πειραματικού αγρού της Αθήνας..	132
Διάγραμμα 7	Score plot που προκύπτει από τον πίνακα Score matrix στους δύο πρώτους άξονες για τον πειραματικό αγρό της Αθήνας. Οι αριθμοί αντιπροσωπεύουν τις ποικιλίες με τη σειρά που εμφανίζονται στους πίνακες αποτελεσμάτων των ποσοτικών χαρακτηριστικών (1= <i>L. albus</i> , 8= <i>L. angustifolius</i>). Εμφανής η διάκριση των βοτανικών ειδών.	135
Διάγραμμα 8	Loading plot ως προς τους δύο πρώτους άξονες για τον πειραματικό αγρό της Αθήνας.	137

Διάγραμμα 9	Δενδρόγραμμα των εξεταζόμενων καταχωρήσεων με τη χρήση της μεθόδου Ward, βάσει των χαρακτηριστικών που εξετάστηκαν στον αγρό της Καλαμάτας.	138
Διάγραμμα 10	Δενδρόγραμμα των εξεταζόμενων καταχωρήσεων με τη χρήση της μεθόδου Ward, βάσει των χαρακτηριστικών που εξετάστηκαν στον αγρό της Αθήνας.	139

Λίστα Πινάκων

		Σελίδες
Πίνακας 1	Πειραματικός αγρός Καλαμάτας	47
Πίνακας 2	Πειραματικός αγρός Αθήνας	48
Πίνακας 3	Εδαφική ανάλυση του πειραματικού αγρού της Καλαμάτας.	49
Πίνακας 4	Εδαφική ανάλυση του πειραματικού αγρού της Αθήνας.	50
Πίνακας 5	Παράθεση μετεωρολογικών δεδομένων του πειραματικού αγρού της Καλαμάτας που αφορούν τους μήνες διεξαγωγής τους πειράματος. Πηγή: meteo.gr.	51
Πίνακας 6	Παράθεση μετεωρολογικών δεδομένων του πειραματικού αγρού της Αθήνας που αφορούν τους μήνες διεξαγωγής τους πειράματος. Πηγή: meteo.gr.	52
Πίνακας 7	Χαρακτηριστικά των φυταρίων (χρώμα και ένταση χρώματος κοτυληδόνας, υποκοτυλίου και μεταχρωματισμού υποκοτυλίου) των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.	71
Πίνακας 8	Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του τρόπου ανάπτυξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.	72
Πίνακας 9	Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του τύπου στελέχους των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.	73
Πίνακας 10	Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του χνοώδους του βλαστού των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.	74
Πίνακας 11	Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του χρώματος του βλαστού των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.	75
Πίνακας 12	Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών της έντασης του χρώματος του βλαστού των εξεταζόμενων καταχωρήσεων	76
Πίνακας 13	Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών της ύπαρξης διακλάδωσης στον βλαστό των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.	76
Πίνακας 14	Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών της έντασης του χρώματος του φύλλου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.	78
Πίνακας 15	Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του χρώματος των παραφύλλων του φύλλου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.	78
Πίνακας 16	Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών της έντασης του χρώματος των παραφύλλων του φύλλου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.	79
Πίνακας 17	Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του χρώματος του μίσχου του φύλλου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.	80
Πίνακας 18	Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών της έντασης του χρώματος του μίσχου του φύλλου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.	80
Πίνακας 19	Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του χρώματος του άνθους των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.	81
Πίνακας 20	Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του χνοώδους του ανώριμου λοβού των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.	82
Πίνακας 22	Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του χνοώδους του ώριμου	83

	λοβού των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.	
Πίνακας 22	Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του τινάγματος σπόρου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.	83
Πίνακας 23	Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών της ευαισθησίας στο πλάγιασμα των εξεταζόμενων καταχωρήσεων	84
Πίνακας 24	Κατηγορίες σχήματος σπόρου που εμφάνισαν οι εξεταζόμενες καταχωρήσεις και η σχετική συχνότητά τους.	85
Πίνακας 25	Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του μοτίβου του περιβλήματος του σπόρου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.	86
Πίνακας 26	P-values ως προς τον παράγοντα ποικιλία αντίστοιχα για κάθε χαρακτηριστικό και κάθε αγρό που προέκυψαν από την ανάλυση ANOVA ως προς τον παράγοντα ποικιλία σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$.	89 – 91
Πίνακας 27	Μήκος κοτυληδόνας και υποκοτυλίου των φυταρίων των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	92
Πίνακας 28	Πάχος του βλαστού των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	93
Πίνακας 29	Ύψος του φυτού των εξεταζόμενων καταχωρήσεων αμέσως μετά τη συγκομιδή. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	93
Πίνακας 30	Ύψος της πρώτης διακλάδωσης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	94
Πίνακας 31	Διάμετρος του φύλλου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	94
Πίνακας 32	Μήκος των παραφύλλων του φύλλου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	95
Πίνακας 33	Μήκος του μίσχου του φύλλου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά	95

Πίνακας 34	σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό. Ημέρες από τη σπορά έως την άνθηση των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	96
Πίνακας 35	Πλήθος πλάγιων βλαστών με ταξιανθία πρώτης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	97
Πίνακας 36	Πλήθος πλάγιων βλαστών με ταξιανθία δεύτερης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	97
Πίνακας 37	Πλήθος πλάγιων βλαστών με ταξιανθία τρίτης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό. Όπου δεν εμφανίζονται γράμματα δε καταγράφηκε σημαντική διαφορά.	98
Πίνακας 38	Ύψος άνθησης κύριας ταξιανθίας των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	99
Πίνακας 39	Ύψος άνθησης ταξιανθίας πρώτης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	99
Πίνακας 40	Ύψος άνθησης ταξιανθίας δεύτερης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	100
Πίνακας 41	Μήκος πλάγιων βλαστών που φέρουν ταξιανθία πρώτης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	100
Πίνακας 42	Μήκος πλάγιων βλαστών που φέρουν ταξιανθία δεύτερης τάξης	101

	των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	
Πίνακας 43	Αριθμός φύλλων βλαστών που φέρουν ταξιανθία πρώτης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	101
Πίνακας 44	Αριθμός ανθέων ταξιανθίας δεύτερης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	102
Πίνακας 45	Αριθμός ανθέων ταξιανθίας πρώτης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό..	102
Πίνακας 46	Μήκος κύριας ταξιανθίας των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό..	103
Πίνακας 47	Μήκος άνθους των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	103
Πίνακας 48	Ύψος έως τον κατώτερο λοβό των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	104
Πίνακας 49	Αριθμός λοβών κύριας ταξιανθίας των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	104
Πίνακας 50	Αριθμός λοβών βλαστών που φέρουν ταξιανθία πρώτης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο	105

Πίνακας 51	πειραματικό αγρό. Αριθμός λοβών βλαστών που φέρουν ταξιανθία δεύτερης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	105
Πίνακας 52	Αριθμός λοβών βλαστών που φέρουν ταξιανθία τρίτης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό. Όπου δεν εμφανίζονται γράμματα δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά.	106
Πίνακας 53	Αριθμός λοβών ανά φυτό των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	106
Πίνακας 54	Μήκος λοβού των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	107
Πίνακας 55	Πλάτος λοβού των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	107
Πίνακας 56	Υπέργειο βάρος του φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	108
Πίνακας 57	Υπέργειο βάρος του φυτού χωρίς λοβούς αμέσως μετά τη συγκομιδή των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	109
Πίνακας 58	Ξηρό υπέργειο βάρος του φυτού χωρίς λοβούς αμέσως μετά τη συγκομιδή των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	109

Πίνακας 59	Βάρος ρίζας των εξεταζόμενων καταχωρήσεων αμέσως μετά τη συγκομιδή. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	110
Πίνακας 60	Ξηρό βάρος ρίζας των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	110
Πίνακας 61	Αριθμός σπόρων κύριας ταξιανθίας των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	111
Πίνακας 62	Αριθμός σπόρων βλαστών που φέρουν ταξιανθία πρώτης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	111
Πίνακας 63	Αριθμός σπόρων βλαστών που φέρουν ταξιανθία δεύτερης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό. Όπου δεν εμφανίζονται γράμματα δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά.	112
Πίνακας 64	Αριθμός σπόρων βλαστών που φέρουν ταξιανθία τρίτης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό. Όπου δεν εμφανίζονται γράμματα δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά.	112
Πίνακας 65	Σπόροι ανά λοβό των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	113
Πίνακας 66	Αριθμός σπόρων ανά φυτό των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	113
Πίνακας 67	Βάρος 100 σπόρων των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη	114

	δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο	
Πίνακας 68	Δείκτης συγκομιδής των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	114
Πίνακας 69	Μήκος (αριστερά) και Πλάτος (δεξιά) σπόρου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	115
Πίνακας 70	Περιεκτικότητα φωσφόρου στο σπόρο των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό. Όπου δεν εμφανίζονται γράμματα δε καταγράφηκε σημαντική διαφορά.	116
Πίνακας 71	Ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.	116
Πίνακας 72	Τιμή του κριτηρίου F_{max} για τη σύγκριση του πειραματικού σφάλματος (MSE) μεταξύ των δύο αγρών.	118
Πίνακας 73	P-values ως προς τους παράγοντες τοποθεσία, ποικιλία και την αλληλεπίδραση αυτών, αντίστοιχα για κάθε χαρακτηριστικό που προέκυψαν από την Ανάλυση Μικτού προτύπου (Mixed Model Analysis) με τη Μέθοδο Μέγιστης Πιθανοφάνειας (REML).	119
Πίνακας 74	Τιμές γραμμικής συσχέτισης που προέκυψαν μέσω του συντελεστή Pearson για τον πειραματικό αγρό της Καλαμάτας.	123
Πίνακας 75	Τιμές γραμμικής συσχέτισης που προέκυψαν μέσω του συντελεστή Pearson για τον πειραματικό αγρό της Αθήνας.	124
Πίνακας 76	Πίνακας των ιδιοτιμών και των ποσοστών ερμηνείας της συνολικής μεταβλητότητας από κάθε συνιστώσα στον πειραματικό αγρό της Καλαμάτας.	126
Πίνακας 77	Πίνακας των συντελεστών στάθμισης των μεταβλητών στους τρεις πρώτους κύριους άξονες για τον πειραματικό αγρό στην Καλαμάτα.	127
Πίνακας 78	Πίνακας των συντεταγμένων των προβολών των 10 καταχωρήσεων στους 3 άξονες (score matrix) για τον πειραματικό αγρό στην Καλαμάτα.	129
Πίνακας 79	Πίνακας των συντελεστών συσχέτισης των μεταβλητών με τις κύριες συνιστώσες (loading matrix) για τον πειραματικό αγρό στην Καλαμάτα.	130
Πίνακας 80	Πίνακας των ιδιοτιμών και των ποσοστών ερμηνείας της συνολικής μεταβλητότητας από κάθε συνιστώσα στον	133

	πειραματικό αγρό της Αθήνας.	
Πίνακας 81	Πίνακας των συντελεστών στάθμισης των μεταβλητών στους τρεις πρώτους κύριους άξονες για τον πειραματικό αγρό στην Αθήνα.	13-135
Πίνακας 82	Πίνακας των συντεταγμένων των προβολών των 9 καταχωρήσεων στους 3 άξονες (score matrix) για τον πειραματικό αγρό στην Αθήνα.	135
Πίνακας 83	Πίνακας των συντελεστών συσχέτισης των μεταβλητών με τις κύριες συνιστώσες (loading matrix) για τον πειραματικό αγρό στην Αθήνα..	136
Πίνακας 84	Ιστορικό δημιουργίας των συστάδων στον πειραματικό αγρό της Καλαμάτας.	139
Πίνακας 85	Ιστορικό δημιουργίας των συστάδων στον πειραματικό αγρό της Αθήνας.	140

Περίληψη

Η ανάγκη του ανθρώπου για πρόσληψη πρωτεΐνης μέσω της διατροφής έρχεται αντιμέτωπη με την αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού του πλανήτη γη και την παγκόσμια οικονομική κρίση την οποία διανύουμε με αποτέλεσμα να υπάρχει ανάγκη εύρεσης νέων εναλλακτικών πηγών πρωτεΐνης. Το λούπινο των Άνδεων, *Lupinus mutabilis* Sweet, καλλιεργείται εδώ και αιώνες στην περιοχή των Άνδεων και τα τελευταία χρόνια υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για την καλλιέργειά του στην Ευρώπη κυρίως λόγω του υψηλού ποσοστού ελαίου και πρωτεΐνης στο σπόρο του.

Η παρούσα μελέτη διερευνά για πρώτη φορά την καταλληλότητα του λούπινου των Άνδεων ως εναλλακτική πρωτεϊνούχα καλλιέργεια στην Ελλάδα. Ο κύριος στόχος της μελέτης είναι η επιλογή κατάλληλων γονοτύπων για τις ελληνικές συνθήκες καλλιέργειας που θα δίνουν υψηλές αποδόσεις σε σπόρο και θα έχουν υψηλό ποσοστό πρωτεΐνης στα σπέρματα.

Για το σκοπό αυτό έγινε λεπτομερής χαρακτηρισμός με τη χρήση 38 ποσοτικών χαρακτηριστικών εκ των οποίων 8 αφορούν το βλαστικό στάδιο, 15 το αναπαραγωγικό, 13 σχετίζονται με τις αποδόσεις και 2 με τα χαρακτηριστικά του σπόρου. Επίσης εξετάστηκαν 36 ποιοτικά χαρακτηριστικά εκ των οποίων 24 στο στάδιο ανάπτυξης, 4 στο αναπαραγωγικό στάδιο, 1 κατά τη συγκομιδή και 7 τα οποία αποτελούν χαρακτηριστικά του σπόρου. Το γενετικό υλικό περιελάμβανε οχτώ καταχωρήσεις *L. mutabilis*, μία καταχώρηση *L. albus* και μια καταχώρηση *L. angustifolius*. Η αξιολόγηση έγινε σε δύο ελληνικές τοποθεσίες, στην Καλαμάτα όπου οι τιμές pH και ανθρακικού ασβεστίου του εδάφους ήταν pH = 7,6 και CaCO₃% = 15.46% και στην Αθήνα όπου οι αντίστοιχες τιμές ήταν pH = 7,9 και CaCO₃% = 17.46%. Επιπλέον, έγινε καταγραφή των επικονιαστών, των εχθρών και ασθενειών της καλλιέργειας στις δύο τοποθεσίες.

Πραγματοποιήθηκε Ανάλυση Διασποράς και μη παραμετρικός έλεγχος των 38 ποσοτικών χαρακτηριστικών με σκοπό την εύρεση ύπαρξης διαφορών μεταξύ των καταχωρήσεων. Οι καταχωρήσεις *L. mutabilis* εμφάνισαν υψηλότερο ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο σε σχέση με τα βοτανικά είδη *L. albus* και *L. angustifolius*. Η Δικτυωτή ανάλυση στο χώρο έδειξε ότι υπάρχει σημαντική αλληλεπίδραση ποικιλίας-τοποθεσίας για χαρακτηριστικά οικονομικού ενδιαφέροντος όπως είναι το ποσοστό

πρωτεΐνης στο σπόρο, και το βάρος 100 σπόρων. Η ομαδοποίηση των εξεταζόμενων καταχωρίσεων, όπως προέκυψε από την ανάλυση συστάδων, είναι σε πλήρη συμφωνία με το βοτανικό είδος στο οποίο ανήκουν. Η μελέτη των συσχετίσεων μέσω των τιμών του συντελεστή Pearson έδειξε ότι η απόδοση σε σπόρο των εξεταζόμενων καταχωρήσεων εμφανίζει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση ($> 0,69$) με τον αριθμό λοβών και σπόρων σε πλάγιο βλαστό που φέρει ταξιανθία πρώτης τάξης, τον αριθμό λοβών ανά φυτό, το μήκος λοβού, τον αριθμό σπόρων ανά λοβό, το βάρος σπόρων ανά φυτό και το υπέργειο βάρος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή. Οι επικονιαστές που καταγράφηκαν να επικονιάζουν τα εξεταζόμενα φυτά λούπινου ανήκουν στην τάξη Hymenoptera και στα γένη *Apis*, *Xylocopa*, *Megachile* και *Anthophora*.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δίνουν τις πρώτες πληροφορίες στην διαδικασία εύρεσης του κατάλληλου γονοτύπου *L. mutabilis* για τις ελληνικές συνθήκες καλλιέργειας οι οποίες θα μπορέσουν επιπλέον να χρησιμοποιηθούν σε βελτιωτικά προγράμματα άλλων χωρών της νότιας Ευρώπης.

Abstract

The human need for protein intake through the diet is increasing for the ever-growing human population of the planet earth. Therefore there is an urgent need to find new alternative sources of protein. Andean lupine, *Lupinus mutabilis* Sweet, has been cultivated for centuries in the Andean region, and in recent years an interest of its cultivation in Europe is growing, mainly because of its high oil and protein content in its seeds.

This thesis studies for the first time the suitability of Andean lupine as an alternative protein crop in Greece. The main objective of the study is the selection of suitable genotypes for Greek cultivation conditions that will be able to give high seed yields and high seed protein content.

For this purpose a detailed characterization using 38 quantitative traits was made. 8 of them refer to the vegetative stage, 15 to the reproductive, 13 to the yields, and 2 to the seed characteristics. 36 qualitative traits were also examined, of which 24 refer to the vegetative stage, 4 to the reproductive stage, 1 to harvest, and 7 to seed's characteristics. The genetic material examined was eight *L. mutabilis* accessions, one accession of *L. albus* and one of *L. angustifolius*. The experiment was conducted in two Greek locations, namely Kalamata, where the soil has a pH value of 7.6 and a CaCO₃% value of 15.46% and Athens, where the corresponding values were 7.9 and 17.46%. Recording of pollinators, pests and crop diseases was done in both locations.

Analysis of Variance and the Non Parametric Test of Kruskal-Wallis were carried for the 38 quantitative characteristics out in order to find out the differences between the accessions. *L. mutabilis* accessions had a higher seed protein content compared to the botanical species *L. albus* and *L. angustifolius*. Combined Analysis over Location shown that there is a significant accession-location interaction for traits of economic interest such as protein content of the seed and 100 seeds weight. The aggregation of the accessions examined, as derived from the Cluster Analysis, is in full agreement with the botanical species to which they belong to. The study of correlations through Pearson coefficients showed that the seed yield of the tested accessions has a statistically significant positive relationship (> 0.69) with the number of pods and seeds in first order side branches, the number of pods per plant, the pod length, the

number of seeds per pod, the weight of the seeds per plant and the over ground weight of the plant immediately after harvest. Pollinators recorded to pollinate the examined lupine accessions belong to the Hymenoptera class and to the *Apis*, *Xylocopa*, *Megachile* and *Anthophora* genera.

The results of the present study give the first information in the process of finding the appropriate *L. mutabilis* genotype for the Greek cultivation conditions, which can also be used in breeding programs of other countries of southern Europe.

1. Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

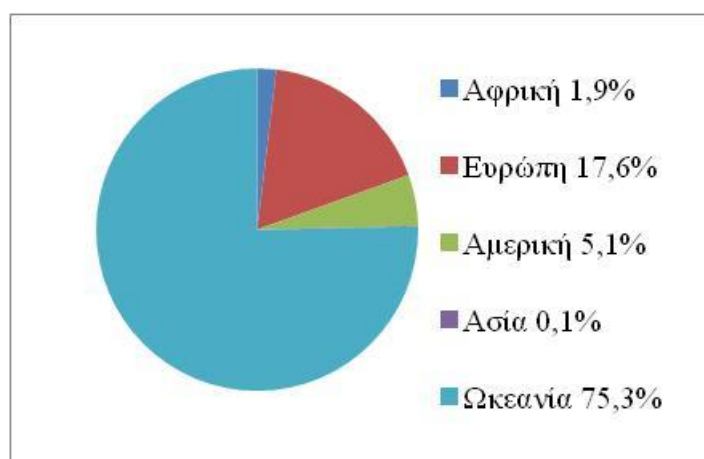
1.1. Το λούπινο

1.1.1. Γενικά

Τα λούπινα ήταν γνωστά από αρχαιοτάτων χρόνων καθώς αναφέρονται από το Θεόφραστο με το όνομα θέρμος (Καββαδάς, 1964). Το κυανό λούπινο ο Διοσκουρίδης το ονόμαζε άγριο θέρμο (Δαλιάνης 1983). Η ονομασία του γένους *Lupinus* L. προέρχεται από τη λατινική λέξη *lupus*, λύκος, που πιθανώς συνδέεται με το παλαμοειδές φύλλο του φυτού το οποίο θυμίζει ίχνος λύκου (Palibin 1945, αναφέρεται από Kurlovich 2002).

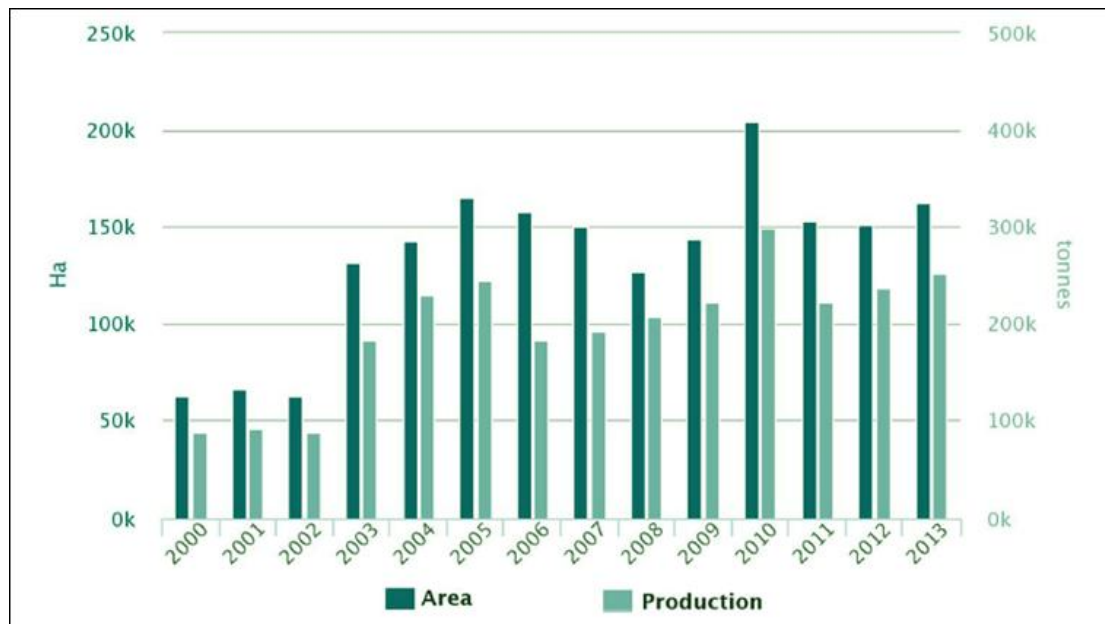
Οι κύριες περιοχές παραγωγής λούπινου παγκοσμίως περιλαμβάνουν την Αυστραλία, την Ευρώπη, τη Νότια Αφρική, τη Χιλή και τη Νέα Ζηλανδία. Η παγκόσμια κατανομή της παραγωγής λούπινου παρουσιάζεται στην Εικόνα 1. Στην Ευρώπη και την Αυστραλία, τα κύρια καλλιεργούμενα λούπινα είναι το *L. albus* L., *L. luteus* L. και *L. angustifolius* L. Στη Βόρεια και Νότια Αμερική το *L. mutabilis* Sweet ή λούπινο των Άνδεων είναι στην πραγματικότητα το μόνο καλλιεργούμενο είδος (Mercedes 1991).

Στην Ελλάδα το 2014 η καλλιεργούμενη έκταση με λούπινο ήταν 350 εκτάρια ενώ η παραγωγή έφτασε τους 510 τόνους για το έτος αυτό (FAOSTAT 2017).



Εικόνα 1: Παγκόσμια κατανομή της παραγωγής λούπινου.
Πηγή: FAOSTAT 2017.

Η ζήτηση από τον συνεχώς αυξανόμενο παγκόσμιο πληθυσμό για τη λήψη πρωτεΐνης μέσω της διατροφής δεν δύναται πλέον να καλυφθεί μόνο μέσω των ζωικών προϊόντων. Η σόγια αποτελεί στις μέρες μας την επικρατούσα πηγή φυτικών πρωτεϊνών στα τρόφιμα και στις ζωοτροφές και η Ευρώπη εξαρτάται από τις εισαγωγές σόγιας για να καλύψει το 70% των απαιτήσεων φυτικών πρωτεϊνών της (Mercedes κ.ά. 2015). Το λευκό λούπινο (*Lupinus albus*), το κίτρινο (*L. luteus*) και το κυανό (*L. angustifolius*), είναι αυτόχθονα ψυχανθή στην Ευρώπη που αντιπροσωπεύουν μια σημαντική εναλλακτική καλλιέργεια έναντι της σόγιας. Το ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο δύναται να φτάσει έως και 44% με άριστη ποιότητα, προσφέροντας πιθανά οφέλη στην υγεία των καταναλωτών και συμβάλλοντας στη βιωσιμότητα των συστημάτων καλλιέργειας. Τα λούπινα είναι επιτυχημένες πρωτεϊνούχες καλλιέργειες στην Αυστραλία, όπου αναπτύχθηκε σημαντική βιομηχανία για τη χρήση των πρωτεϊνών τους και άλλων συστατικών τους. Αντιθέτως, η παραγωγή λούπινου στην Ευρώπη είναι ανεπαρκής για να εξασφαλίσει τη σταθερή και επαρκή προμήθεια που απαιτείται για τη χρήση του φυτού από τη βιομηχανία τροφίμων και ζωοτροφών (Mercedes κ.ά. 2015). Το λούπινο καλλιεργείται σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες και παρόλο που η απόδοσή του σε σπόρο είναι η υψηλότερη παγκοσμίως σε ορισμένες περιοχές της Ευρώπης, η καλλιεργούμενη έκταση παραμένει σε μέτρια επίπεδα και οι αποδόσεις είναι ασταθείς (Mercedes κ.ά. 2015). Όπως φαίνεται στην Εικόνα 2 και σύμφωνα με την βάση δεδομένων του FAO (FAOSTAT), κατά την περίοδο 2000-2013 σημειώθηκε ελαφρά αύξηση στην ευρωπαϊκή καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή που αντιπροσωπεύει το 17,6% της παγκόσμιας παραγωγής κατά την περίοδο αυτή. Το λούπινο των Άνδεων (*L. mutabilis* Sweet) έχει καλλιεργηθεί σε ορισμένα μέρη της Νότιας Αμερικής, αλλά δεν υπάρχει στην Ευρώπη σε εμπορική κλίμακα (Mercedes κ.ά. 2015).



Εικόνα 2: Περιοχές καλλιέργειας λούπινου και παραγωγής αυτού στην Ευρώπη. Πηγή FAOSTAT 2017

1.1.2. Βοτανική ταξινόμηση

Το γένος *Lupinus* είναι ένα μεγάλο και ποικιλόμορφο γένος που ανήκει στην οικογένεια των ψυχανθών (Fabaceae). Ταξινομικά τα λούπινα κατηγοριοποιούνται στο βασίλειο Plantae, στο φύλλο Magnoliophyta, στην κλάση Angiospermae, στην κατηγορία Fabids, στην τάξη Fabales, την οικογένεια Fabaceae, τη φυλή Genisteeae και το γένος *Lupinus* L. (Erpo Global Database, Clements κ.ά. 2005). Ο αριθμός των ειδών του γένους αυτού δεν είναι καλά προσδιορισμένος καθώς είχε επικρατήσει η αντίληψη ότι ξεπερνά τα 1000 είδη, παρόλο που η πλειοψηφία των ερευνητών συμφωνεί ότι ο πραγματικός αριθμός των ειδών εξαιρουμένων των συνωνύμων δε ξεπερνά τα 200 είδη (Kurlovich κ.ά. 2002). Σήμερα, σύμφωνα με την ιστοσελίδα Integrated Taxonomic Information System (<https://www.itis.gov/>) τα κοινώς αποδεκτά είδη του γένους *Lupinus* είναι 164, ενώ σύμφωνα με την ιστοσελίδα The Plant List (<http://www.theplantlist.org>) το γένος *Lupinus* περιλαμβάνει περίπου 724 ετήσια και πολυετή είδη.

Το γένος *Lupinus* περιλαμβάνει ετήσια και πολυετή βοτανικά είδη καθώς και θαμνώδεις και δενδρώδεις τύπους φυτών (Ainouche και Bayer 1999). Η μεγάλη ποικιλομορφία των ειδών ώθησε τους ερευνητές να τα ομαδοποιήσουν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, στα είδη του Παλαιού Κόσμου (με προέλευση από τη Μεσόγειο

και τη Βόρεια Αφρική) και του Νέου Κόσμου (με προέλευση από την Αμερικανική Ήπειρο) (Kurlovich 2002).

Τα λούπινα του Παλαιού Κόσμου περιλαμβάνουν περιορισμένο αριθμό ειδών, συγκεκριμένα 12 ετήσια είδη. Αυτά έχουν διαχωριστεί σε δύο απομακρυσμένες ομάδες, τα Malacospermae και τα Scabrispermae με ειδοποιό διαφορά την υφή του περιβλήματος του σπόρου (σπόροι με λείο και αδρό περίβλημα αντίστοιχα) (Gladstones, 1984). Η ομάδα των Malacospermae περιλαμβάνει 5 είδη: *L. angustifolius*, *L. albus*, *L. luteus*, *L. hispanicus*, *L. micranthus*, τα οποία κατανέμονται γύρω από τη Μεσόγειο Θάλασσα και επιδεικνύουν ποικιλομορφία στον αριθμό χρωμοσωμάτων η οποία κυμαίνεται από $2n=40$ έως 52 (Nagawoska κ.ά. 2003, Wink κ.ά. 1999). Η ομάδα των Scabrispermae περιλαμβάνει 7 είδη: *L. pilosus* Murr, *L. cosentinii* Guss, *L. digitatus* Forsk, *L. princei* Harms, *L. palestinus* Boiss, *L. atlanticus* Gladst, *L. somaliensis* Baker. Αυτά τα είδη κατανέμονται κυρίως στη βόρεια Αφρική και στην ανατολική Μεσόγειο με τον αριθμό των χρωμοσωμάτων τους να κυμαίνεται από $2n=32$ έως 42 (Nagawoska κ.ά. 2003, Wink κ.ά. 1999).

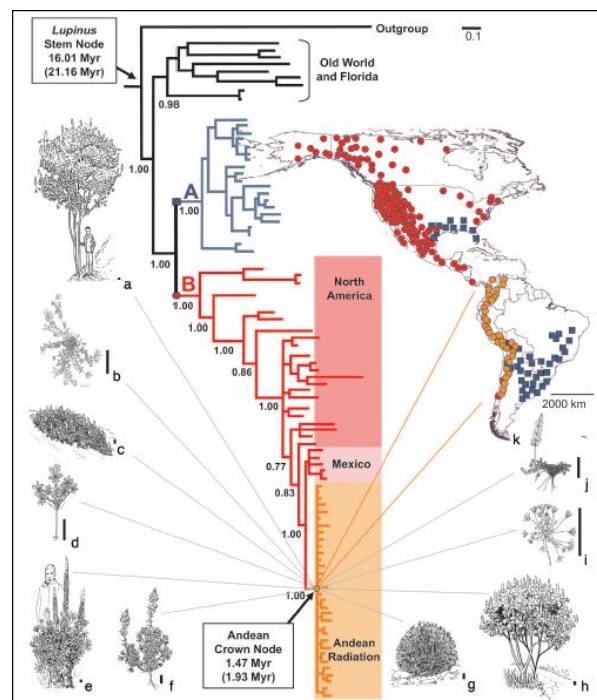
Η ταξινόμηση των λούπινων του Νέου Κόσμου παρουσιάζει δυσκολία, με πολλά από τα είδη να μην έχουν αναγνωρισθεί. Είχε προταθεί ότι υπάρχουν 500 taxa στο Νέο Κόσμο με περισσότερα από 1700 προτεινόμενα ονόματα ειδών (Dunn 1984). Πιο πρόσφατες έρευνες προτείνουν πως τα λούπινα του Νέου Κόσμου θα πρέπει να αντιμετωπίζονται έως ένα ευρέως αναγνωρισμένο πολυμορφικό είδος (Ainouche και Bayer 1999). Ο βασικός αριθμός χρωμοσωμάτων που προτείνεται για αυτή την ομάδα είναι $x=6$ και θεωρούνται παλαιοπολυπλοειδή που συμπεριφέρονται ως διπλοειδή (Dunn 1984). Τα περισσότερα είδη του Νέου Κόσμου που έχουν ερευνηθεί κυτταρολογικά, συμπεριλαμβανομένου του *L. mutabilis*, παρουσιάζουν συνήθως αριθμό χρωμοσωμάτων $2n=48$ με κάποια μεμονωμένα άτομα να έχουν αριθμό χρωμοσωμάτων $2n=36$ και 96 (Ainouche και Bayer 1999, Camillo κ.ά. 2006). Οι Nevada κ.ά. (2016) αναφέρουν ότι ο αριθμός χρωμοσωμάτων ήταν σταθερός $2n=48$ σε είδη λούπινου του Νέου Κόσμου που περιλάμβαναν ετήσια και πολυετή είδη από τη Βόρεια Αμερική και είδη του Μεξικού και των Άνδεων.

Οι Dimopoulos κ.ά. (2013) αναφέρουν πως στην Ελλάδα απαντώνται τα εξής είδη:

Lupinus albus L. (= *L. termis*) και *Lupinus angustifolius* ως καλλιεργούμενα, *Lupinus albus* subsp. *graecus* ως άγριο λούπινο, *Lupinus gredensis* (= *L. hispanicus*) και *Lupinus luteus* ως τοπικά εγκλιματισμένα είδη από τις αντίστοιχες καλλιέργειες, *Lupinus gussoneanus* (= *L. micranthus*), *Lupinus pilosus*.

1.1.3. Καταγωγή και εξημέρωση

Το ποικιλόμορφο γένος *Lupinus* συναντάται και στο ανατολικό και στο δυτικό ημισφαίριο της γης. Το κέντρο καταγωγής αυτού του γένους δεν έχει προσδιοριστεί και τρία διαφορετικά κέντρα καταγωγής έχουν προταθεί, η Μεσόγειος, η Βόρεια Αμερική και η Νότια Αμερική (Hondelmann 1984, Kurlovich κ.ά. 2002). Μελέτες μοριακής εξέλιξης προτείνουν ότι το κέντρο καταγωγής είναι η Μεσόγειος και η ανατολική και νότια Αφρική για τα είδη του Παλαιού Κόσμου και δύο διαφορετικές γενεαλογίες (Εικόνα 3) οδηγούν τα είδη του Νέου Κόσμου να κατάγονται από τη Βόρεια και τη Νότια Αμερική αντιστοίχως (Wink κ.ά. 1999, Wolko κ.ά. 2011). Σχετικά με τα είδη του Νέου Κόσμου πιο πρόσφατες έρευνες (Nevado κ.ά. 2016) αναφέρουν ότι τα πολυετή είδη της Βόρειας Αμερικής αντιπροσωπεύουν την πρώτη εισβολή σε ορεινά περιβάλλοντα προετοιμάζοντας τις γενεολογίες που στη συνέχεια διασκοπρίστηκαν στις ορεινές περιοχές του Μεξικού και των Άνδεων.



Εικόνα 3: Φυλογένεια του λούπινου που δείχνει τις κατανομές των δύο μεγάλων κλάδων του Νέου Κόσμου και τα ποικιλόμορφα χαρακτηριστικά των ειδών των Άνδεων. Αναπαραγωγή από Hughes Eastwood (2006).

Οι πρώτες αρχαιολογικές αναφορές σε λούπινα αφορούν την XII δυναστεία των Αιγυπτίων Φαραώ (πριν από το 2000π.Χ.), στον οποίον τους τάφους βρέθηκαν σπόροι του *Lupinus digitatus*, το οποίο είχε ήδη εξημερωθεί. Υπολείμματα λοβών και εφτά σπόροι αυτού του είδους ανακτήθηκαν από τάφους αυτής της δυναστείας που χρονολογούνται τον 22^ο αι. π.Χ. Τα ευρήματα αυτά αποτελούν την πιο αρχαία μαρτυρία ύπαρξης φυτών λούπινου στην Μεσόγειο (Zhukovsky, 1929). Παρ'όλα αυτά πιστεύεται ότι φυτά λούπινου υπήρχαν στη Μεσόγειο ακόμη παλαιότερα (Kurlovich 2002), καθώς το λευκό λούπινο πιθανολογείται ότι εισήχθη στην καλλιέργεια με αφετηρία την αρχαία Ελλάδα, όπου είναι συγκεντρωμένη η μεγαλύτερη βιοποικιλότητά του και άγριες μορφές του διασώζονται ακόμη και σήμερα (ssp. *graecus*) (Kurlovich 1998). Το εξημερωμένο λούπινο αναφέρεται από τον Ιπποκράτη από την Κω (400-356 π.Χ.) ο οποίος παρατήρησε ότι οι λοβοί του λούπινου ήταν λιγότερο επικίνδυνοι από εκείνους του ρεβυθιού *Cicer arietinum* και θεωρούσε το λούπινο ως το πλέον θρεπτικό φυτό. Το αλεύρι από λούπινο, σύμφωνα με τη γνώμη του, καθιστούσε την επιδερμίδα του προσώπου όμορφη (Kurlovich 2002). Επιπλέον, ο Θεόφραστος (372-288 π.Χ.) αναφέρει την καλλιέργεια του λούπινου σε αμμώδη εδάφη (Zhukovsky, 1929). Από τις μορφολογικές περιγραφές του Θεόφραστου μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το λευκό λούπινο ήταν ευρέως διαδεδομένο και καλλιεργούταν στην αρχαία Ελλάδα, από όπου και εξαπλώθηκε στις γειτονικές χώρες, συγκεκριμένα στην Αίγυπτο και στην αρχαία Ρώμη. Έτσι λοιπόν, οι Αιγύπτιοι παρέλαβαν αυτή τη καλλιέργεια από τους Έλληνες σε ήδη εξημερωμένη κατάσταση (Gladstones, 1974). Από την Ελλάδα και συνεπώς από την Αίγυπτο και την αρχαία Ρώμη, το εξημερωμένο λούπινο εξαπλώθηκε σε όλη την περιοχή της Μεσογείου, σε χώρες της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης καθώς και της Ασίας και της Αφρικής (Kurlovich 2002).

Το λούπινο των Άνδεων *L. mutabilis*, εξημερώθηκε στην αμερικανική ήπειρο από τους αρχαίους κατοίκους της περιοχής που σήμερα βρίσκεται το Περού. Τα αποτυπώματα των φύλλων και των σπόρων του σε πέτρα που φυλάσσεται στο εθνικό μουσείο της Λίμα μαρτυρούν την αρχαία καταγωγή του είδους. Αυτή η πέτρα χρονολογείται στην εποχή προ Ίνκα, δηλαδή πριν τον 6^ο και τον 7^ο αι. π.Χ. (Kurlovich 2002). Οι Lopez-Bellido και Fuentes (1986) σχολιάζουν τις ιδιότητες βελτίωσης γονιμότητας του εδάφους από τα λούπινα και αναφέρουν τη χρήση τους σε θρησκευτικές τελετές και γιορτές των Άνδεων.

Σχεδόν το 90% των βοτανικά αναγνωρισμένων ειδών λούπινου είναι κατανεμημένο στις εύκρατες και υποτροπικές ζώνες της Βόρειας και Νότιας Αμερικής, από την πολιτεία Ουάσιγκτον των Η.Π.Α έως τις νοτιότερες χώρες Αργεντινή και Χιλή. Τα υπόλοιπα είδη είναι κατανεμημένα στην περιοχή της Μεσογείου και στην Αφρική με κάποιους πληθυσμούς να επεκτείνονται στις ορεινές περιοχές της τροπικής ανατολικής Αφρικής και του υποαρκτικού κλίματος της Αλάσκα και της Ισλανδίας (Gladstones 1998, Wolko 2011).

Η ιστορία των λούπινων στην γεωργία έχει αφετηρία περισσότερα από 4000 χρόνια πριν (Kurlovich 2002). Στη συνέχεια, περιγράφεται η ιστορία της εξημέρωσης του λούπινου συνοπτικά (Clements κ.ά. 2005, Kurlovich 2002):

- Πριν από το 2000 π.Χ.: Αρχική εξημέρωση του *L. albus* στην αρχαία Ελλάδα και την Αίγυπτο με σκοπό την παραγωγή σπόρου για ανθρώπινη κατανάλωση και ζωοτροφή, καθώς και για χρήση στη κοσμετολογία και τη φαρμακολογία.
- 1000-800 π.Χ.: Χρησιμοποίηση του *L. albus* ως χλωρά λίπανση στην αρχαία Ρώμη και στη συνέχεια σε άλλες μεσογειακές πόλεις.
- 700-600 π.Χ.: Αρχική εξημέρωση του λούπινου των Άνδεων (*L. mutabilis*) στην Αμερικανική ήπειρο.
- Δεκαετία του 1860: Εξημέρωση του *L. luteus* και του *L. angustifolius* για παραγωγή χλωράς λίπανσης στις Βαλτικές χώρες και ακολούθως στην Γερμανία.
- 1927-1932: Αναπτύχθηκε στη Γερμανία (1927-1930) και στη Ρωσία (1929-1932) μέθοδος για την επιλογή λούπινων με χαμηλό ποσοστό αλκαλοειδών μέσω μεταλλαγμάτων. Η μέθοδος για την παραγωγή «γλυκών» λούπινων δημοσιεύτηκε πρώτη φορά στη Ρωσία το 1932. Μετά από αυτή την ανακάλυψη το λούπινο επικυρώνεται ως κτηνοτροφική καλλιέργεια.
- Δεκαετίες 1930-1970: Αναπτύσσονται γλυκές ποικιλίες *L. luteus*, *L. albus*, *L. angustifolius*, *L. mutabilis* στη Γερμανία, στην Ελβετία και στη Ρωσία.
- Δεκαετίες 1980-1990: Πλήρης εξημέρωση του *L. cosentinii* και μετέπειτα άλλων ειδών λούπινου (*L. atlanticus*, *L. pilosus*, *L. polyphyllus* Lindl) στην Αυστραλία, στη Ρωσία και στη Φιλανδία.

- Σύγχρονη κατάσταση της καλλιέργειας λούπινου: Το λούπινο θεωρείται σημαντική εναλλακτική στην καλλιέργεια της σόγιας ως πηγή πρωτεΐνης και άλλων χρήσιμων συστατικών. Παράγωγα του λούπινου έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν σε πολλούς κλάδους της παγκόσμιας οικονομίας.

Στην άγρια μορφή τους, τα λούπινα έχουν σκληρούς, αδιάβροχους σπόρους, λοβούς που διαρρηγνύονται ή τινάζουν και υψηλό επίπεδο αλκαλοειδών που τα καθιστά τοξικά για κατανάλωση από τον άνθρωπο και τα υπόλοιπα ζώα. Η ανακάλυψη της επιλογής μέσω φυσικών μεταλλάξεων στο *L. luteus* μετά την ανάπτυξη μιας γρήγορης μεθόδου για τον εντοπισμό αλκαλοειδών, από τον Von Sengbusch στη Γερμανία το 1927-1928, έδωσε στην παραγωγή ποικιλίες με χαμηλό ποσοστό αλκαλοειδών (γλυκές ποικιλίες) και άνοιξε το δρόμο για μια καινούρια εποχή στη σύγχρονη βελτίωση του λούπινου (Hondelmann 1984). Τα σύγχρονα βελτιωτικά προγράμματα λούπινου έχουν επικεντρωθεί στην ανάπτυξη ποικιλιών λούπινου που θα παράγουν γλυκούς και διαπερατούς από το νερό σπόρους και λοβούς που δε θα διαρρηγνύονται και δε θα τινάζουν ενώ είναι πάνω στο φυτό για να διευκολύνεται η μηχανική συγκομιδή.

Τα εξημερωμένα είδη λούπινου έχουν εγκατασταθεί ως καλλιέργειες σε πολλές χώρες. Τα πιο σημαντικά, από γεωπονική σκοπιά, είναι τα είδη του Παλαιού Κόσμου καθώς διαθέτουν μεγαλύτερου μεγέθους σπόρο και καλύτερα σχηματισμένο έμβρυο. Τα λούπινα της Μεσογείου χαρακτηρίζονται από συμποδιακού τύπου διακλαδώσεις (με τάση για πλευρική ανάπτυξη) και είναι κυρίως αυτογονιμοποιούμενα (Kurlovich 2002). Τα λούπινα του Νέου Κόσμου χαρακτηρίζονται από ένα πιο πρωτόγονο τύπο διακλαδώσης, τον μονοποδιακό τύπο (με τάση να αναπτύσσονται κάθετα από ένα συγκεκριμένο σημείο και να σχηματίζουν ένα κεντρικό βλαστό) και είναι κυρίως σταυροεπικονιαζόμενα (Kurlovich 2002). Οι σπόροι τους είναι μικροί σε μέγεθος με μικρό ενδοσπέρμιο καθιστώντας τους μη ελκυστικούς για παραγωγή σπόρου. Ανάμεσα στα λούπινα του Νέου Κόσμου μόνο το *L. mutabilis* (pearl lupin/tarwi/chocho) έχει εξημερωθεί και καλλιεργείται ως ζωοτροφή και τροφή για ανθρώπινη κατανάλωση στις Άνδεις (Eastwood και Hughes 2008). Ένα άλλο είδος του Νέου Κόσμου, το *L. polyphyllus*, υπάρχει σε πολλές χώρες ως ζιζάνιο και η προσπάθεια για εξημέρωση και καλλιέργειά του ως ζωοτροφή είναι ακόμη υπό εξέλιξη (Kurlovich κ.ά. 2008).

1.1.4. Βελτίωση της Καλλιέργειας λούπινου

Βελτίωση των λούπινων δύναται να γίνει μέσω της κλασικής συμβατικής βελτίωσης καθώς και μέσω των σύγχρονων τεχνικών της γενετικής μηχανικής. Και οι δύο τεχνικές βελτίωσης βασίζονται σε συλλογές φυτικού γενετικού υλικού (plant genetic resources for food and agriculture, PGRFA). Χώρες με σημαντικά βελτιωτικά προγράμματα όσον αφορά στο λούπινο είναι η Αυστραλία, η Πολωνία, η Ρωσία, η Γερμανία, η Λευκορωσία και η Χιλή. Επιπλέον, οι Η.Π.Α., η Δανία, η Ισπανία, η Πορτογαλία και η Ισλανδία δουλεύουν πάνω σε μικρότερης σημασίας βελτιωτικά προγράμματα (Clements κ.ά. 2012).

Οι Westegen κ.ά. (2013) δίνουν πληροφορίες σχετικά με τις καταχωρήσεις λούπινου στις βάσεις δεδομένων Fao World Information and Early Warning Systems (WIEWS) και Genesys (genesys-pgr.org, ιστοσελίδα η οποία αποτελεί μια παγκόσμια διαδικτυακή πύλη που παρέχει πληροφορίες σχετικά με τους φυτογενετικούς πόρους για τη διατροφή και τη γεωργία). Κατέγραψαν 38.053 καταχωρήσεις του γένους *Lupinus* στη βάση δεδομένων WIEWS, από τις οποίες μόνο οι 7.503 εκτιμώνται να ανήκουν σε πραγματικά διαφορετικές καταχωρήσεις. Επίσης, 13.567 καταχωρήσεις του γένους καταγράφηκαν στη βάση δεδομένων GENESYS. Επιπλέον, οι Westegen κ.ά. καταγράφουν 591 καταχωρήσεις λούπινου στο Svalbart Global Seed Vault (SGSV) το έτος 2013. Τέλος, αναφέρουν ότι οι σημαντικότερες τράπεζες γενετικού υλικού που φυλλάσσουν καταχωρήσεις του γένους *Lupinus* βρίσκονται στην Αυστραλία, στη Γερμανία, στο Περού, στη Ρωσία, στη Γαλλία και στη Μεγάλη Βρετανία.

Μετά την ανάπτυξη της ποικιλίας *L. angustifolius* 'Unwhite', τα βελτιωτικά προγράμματα συνεχίστηκαν κυρίως για τα αγρονομικά χαρακτηριστικά και ιδιαίτερα για εκείνα που αφορούν τη βελτίωση των αποδόσεων και την ανθεκτικότητα στις ασθένειες. Στην Ευρώπη και τη Ρωσία τα βελτιωτικά προγράμματα στοχεύουν κυρίως στα είδη *L. albus* και *L. luteus* (Information portal for lupins 2010, Kurlovich και Kartuzova 2002).

Η σύγχρονη βελτίωση φυτών λούπινου βασίζεται στο γενετικό υλικό άγριων λούπινων καθώς και στις φυσικές ή τεχνητές μεταλλάξεις (Cowling κ.ά. 1998). Η βασική μέθοδος βελτίωσης του λούπινου είναι ο τυπικός βήμα προς βήμα ενδοειδικός

υβριδισμός. Πολλοί, αμοιβαίοι διαλληλικοί και πολυαλληλικοί συνδυασμοί και ανασυνδυασμοί χρησιμοποιούνται σε επαναλαμβανόμενα προγράμματα υβριδισμού (Office of the gene technology regulator-Australian government 2013). Λόγω αναπαραγωγικών εμποδίων η διειδική διασταύρωση μεταξύ ειδών του Παλαιού και του Νέου Κόσμου δε δύναται να αποφέρει γόνιμα υβρίδια υπό φυσικές συνθήκες (Kurlovich και Kartuzova 2002). Παρόλο που ζωτικοί σπόροι και φυτά F1 ή F2 γενεάς έχουν παραχθεί από διασταυρώσεις μεταξύ ειδών του Παλαιού Κόσμου ή μεταξύ ειδών του Νέου Κόσμου (Clements κ.ά. 2008, Gupta κ.ά. 1996), καμία από αυτές τις τεχνικές δεν έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς σε εμπορικά βελτιωτικά προγράμματα λούπινου. Ωστόσο, πρόσφατα οι επιστήμονες μπόρεσαν να πάρουν ανθισμένα υβρίδια F1 γενεάς από διασταύρωση *L. angustifolius* με *L. luteus*. Αυτά τα φυτά είχαν ενδιάμεσα μορφολογικά χαρακτηριστικά και η πραγματική υβριδική κατάστασή τους επιβεβαιώθηκε από ανάλυση μοριακών δεικτών (Clements κ.ά. 2009). Ο ανασυνδυασμός αυτών των υβριδίων με συγκεκριμένες ποικιλίες *L. angustifolius* μπορεί να δώσει μια ολοκαίνουργια ποικιλία *L. angustifolius* με επιθυμητά χαρακτηριστικά, όπως η άριστη ποιότητα σπόρου, που θα προέρχονται από το *L. luteus* (Office of the gene technology regulator-Australian government 2013). Πιο σύγχρονες τεχνικές όπως η αλληλούχιση νέας γενιάς (next generation sequencing, NGS) έχουν χρησιμοποιηθεί με σκοπό τη δημιουργία αλληλούχισης του γονιδιώματος του είδους *L. angustifolius* (Yang κ.ά. 2013) χρησιμοποιώντας την υψηλοαποδοτική ποικιλία 'Tanjil' η οποία παρουσιάζει ανθεκτικότητα στην ανθράκωση (*Colletotrichum lupini*), σημαντική φυτοπαθογόνος ασθένεια που προσβάλλει τα λούπινα. Στη Ρωσία η βελτίωση των ειδών *L. albus*, *L. angustifolius*, και *L. luteus* βασίζεται στους φυτογενετικούς πόρους της συλλογής του ινστιτούτου Vavilov (Vavilov Institute of Plant Industry) (Lukashevich κ.ά. 2011), με κατεύθυνση την ανθεκτικότητα στην ανθράκωση, την ποιότητα της παραγόμενης πρωτεΐνης και ελαίου, την πρόωμη ωρίμανση και την μείωση της ευαισθησίας στο πλάγιασμα. Η ανθράκωση δεν είναι η μόνη σημαντική μυκητολογική ασθένεια που προσβάλλει το λούπινο. Οι Kaufmann κ.ά. (2011) εντόπισαν μύκητες *Fusarium* spp., *Rizoctonia solani*, *Thielavopsis basicola* μετά από έρευνα που διεξήγαγαν σε καλλιεργούμενο *L. angustifolius* σε περιοχή της βορειοανατολικής Γερμανίας. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν nested polymerase chain reaction (Nested PCR) για να αναγνωρίσουν τα είδη φυτοπαθογόνων μυκήτων και σημειώνουν τη σημαντικότητα της ανάπτυξης βελτιωμένων γονοτύπων με ανθεκτικότητα ιδιαίτερα στα είδη

Fussarium oxysporum και *T. basicola*. Η τεχνική της απομόνωσης πρωτοπλαστών έχει χρησιμοποιηθεί από τον Babaoglu (2000) ως εργαλείο βελτίωσης του *L. mutabilis*, αναφέροντας ότι το φύλλο και συγκεκριμένα το μεσόφυλλο αποτελεί τον πιο κατάλληλο ιστό πηγής πρωτοπλαστών, ενώ διαγονιδιακά φυτά *L. mutabilis* και *L. angustifolius* έχουν παραχθεί με τη βοήθεια του *Agrobacterium tumefaciens* (Babaoglu κ.ά. 2000, Wijayanto κ.ά. 2009).

Η πλειοψηφία των πρώτων ποικιλιών λούπινου παράχθηκε με τη χρήση τυχαίων ή τεχνητών μεταλλάξεων. Σχετικά με το *L. angustifolius* η βελτίωση συμπεριέλαβε την επιλογή σημαντικών χαρακτηριστικών για την εξημέρωση που ελέγχονται από μεταλλάξεις σε πέντε ή έξι γενετικούς τόπους (Nelson κ.ά. 2006) και αυτά τα αλληλόμορφα είναι υπολειπόμενα. Το αλληλόμορφο *Iucundis* (*Iuc*) ελέγχει την παραγωγή αλκαλοειδών και συνεπώς την πικρή γεύση του σπόρου και το υπολειπόμενο μετάλλαγμα *iuc* χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή «γλυκών» λούπινων *L. angustifolius* με χαμηλό ποσοστό αλκαλοειδών (Gladstones 1977). Το αλληλόμορφο *Mollis* (*Moll*) ελέγχει τη διαπερατότητα του σπόρου από το νερό, οι σκληροί σπόροι είναι σημαντικοί για την μακροχρόνια επιβίωση των ειδών στη φύση, αλλά το υπολειπόμενο μετάλλαγμα *moll* είναι αναγκαίο για να επιτραπεί το άμεσο φύτεμα του σπόρου μετά τη σπορά (Mikolajczyk 1966). Δύο γονίδια είναι γνωστό ότι ελέγχουν το τίναγμα του λοβού στο λούπινο, *Tardus* (*Ta*) και *Lentus* (*Le*). Το αθροιστικό αποτέλεσμα των υπολειπόμενων μεταλλάξεων *ta* και *le* αποτρέπει το τίναγμα των λοβών κατά τη συγκομιδή (Gladstones 1967). Η πρόωμη άνθηση προωθείται από τη μετάλλαξη του κυρίαρχου αλληλομόρφου *Ku* που είναι σημαντικό για την προσαρμογή σε βραχυχρόνιες καλλιεργητικές περιόδους (Gladstones 1977). Το γονίδιο *Leucospermus* (*Leuc*) ελέγχει την παραγωγή χρωστικών ουσιών στο σπόρο, τις κοτυληδόνες και τα άνθη και το υπολειπόμενο μετάλλαγμα *leuc* χρησιμοποιείται για να διαφοροποιήσει τα εξημερωμένα φυτά με τα λευκά άνθη και σπόρους από τα μπλε άνθη και τους σκουρόχρωμους σπόρους των άγριων πληθυσμών λούπινου *L. angustifolius* που μπορεί να αναπτύσσονται στην ίδια περιοχή (Gladstones 1977).

Συμπερασματικά ο Kurlovich (2002) αναφέρει πως οι μέθοδοι βελτίωσης του λούπινου είναι οι ακόλουθες: Μέθοδοι επιλογής, ενδοειδικός υβριδισμός, διεϊδικός

υβριδισμός, μεταλλαξιγέννηση, πολυπλοειδία, αξιολόγηση του βελτιωτικού υλικού μέσω φυσικών ή τεχνητών μολύνσεων.

1.1.5. Βοτανικά χαρακτηριστικά

Ρίζα

Η μορφολογία της ρίζας ποικίλει ανάμεσα στα διάφορα είδη του γένους *Lupinus* με κάποια είδη να εμφανίζουν μια κύρια ρίζα με σχετικά λίγες πλευρικές και άλλα μια κύρια ρίζα με πλούσιο πλευρικό ριζικό σύστημα (Clementa κ.ά. 1993). Σύμφωνα με την Παπακώστα-Τασοπούλου (2012) τα καλλιεργούμενα λούπινα έχουν μια ισχυρή πασσαλώδη ρίζα, η οποία εισχωρεί βαθιά στο έδαφος και διακλαδίζεται άφθονα. Η κεντρική ρίζα δύναται να εισχωρήσει έως και δύο μέτρα βάθος από την επιφάνεια της γης (Office of the gene technology regulator-Australian government 2013). Στις ρίζες, ιδιαίτερα στις κύριες, σχηματίζονται μεγάλα φυμάτια από τα ριζόβια *Bradyrhizobium* sp., και ιδιαίτερα από συγκεκριμέναν ριζόβια που ονομάζονται *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*) (Pascual κ.ά. 2007), τα οποία συμβιώνουν με το λούπινο (Howieson κ.ά. 1998, αναφέρεται από Παπακώστα-Τασοπούλου 2012) και συμβάλλουν στη σταθεροποίηση του αζώτου. Επιπλέον μορφολογικές προσαρμογές λαμβάνουν χώρα με σκοπό την αύξηση πρόσληψης θρεπτικών συστατικών από το έδαφος. Για παράδειγμα, σε περιπτώσεις τροφοπενίας φωσφόρου ή σιδήρου τα λούπινα σχηματίζουν σύμπλεγμα ριζών (proteoid roots/cluster roots) που βοηθάει στην πρόσληψη αυτών των στοιχείων (Gardner κ.ά. 1982, Gilbert κ.ά. 2000, White και Robson 1989).

Βλαστός

Οι βλαστοί των λούπινων ποικίλουν αναφορικά με τα είδη και είναι κυλινδρικοί για τα ποώδη είδη, ενώ ομοιάζουν με κλαδιά δένδρων στα θαμνώδη είδη (Kurlovich κ.ά. 2002). Η εγκάρσια τομή του βλαστού στα λούπινα είναι κυρίως κυκλική. Τα ετήσια φυτά διαφέρουν μεταξύ τους από το σχήμα της εγκάρσιας τομής του βλαστού τους και από το μέγεθος (Petrova 2002). Η επιφάνεια του βλαστού μπορεί να φέρει τρίχες σε διάφορες πυκνότητες ή να μη φέρει τρίχες και να είναι κηρώδης.

Φύλλο

Χαρακτηριστικό γνώρισμα των λούπινων είναι τα σύνθετα παλαμοειδή φύλλα. Τα φυλλάρια κάθε φύλλου εκφύονται κυκλικά από το ακραίο σημείο του μίσχου. Ο αριθμός των φυλλαρίων ποικίλει με το είδος και την ποικιλία και κυμαίνεται από 5 έως 11 (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Το σχήμα των φυλλαρίων επίσης ποικίλει μεταξύ των ειδών και μπορεί να είναι οβάλ, επιμήκες, ωοειδές επιμήκες, ωοειδές με λεπτότερη κατάληξη στη βάση και άλλα (Kurlovich κ.ά. 2002). Διαφορές επίσης παρατηρούνται στο μέγεθος και στο πλάτος των φύλλων. Σύμφωνα με την Petrova κ.ά. (2002) οι επιφάνειες των φυλλαρίων καλύπτονται στις περισσότερες περιπτώσεις από ασημένιες τρίχες. Τα φύλλα έχουν ανοιχτό έως σκούρο πράσινο χρώμα και συνδέονται με τους βλαστούς με επιμήκεις μίσχους. Στη βάση των μίσχων φέρουν παράφυλλα.

Μορφολογία αναπαραγωγικών οργάνων

Στην πλειοψηφία των ειδών λούπινου, τόσο ο κύριος βλαστός όσο και οι πλάγιοι βλαστοί καταλήγουν σε κορυφαίες βοτρυώδεις ταξιανθίες. Τα άνθη παράγονται κυκλικά της κορυφής του βλαστού. Πρώτα ανθίζουν τα άνθη που βρίσκονται στη βάση της ταξιανθίας και τα υπόλοιπα ακολουθούν. Το άνθος είναι ερμαφρόδιτο, ζυγόμορφο με το τυπικό σχήμα του άνθους των ψυχανθών. Απαρτίζεται από πέντε ενωμένα σέπαλα, πέντε πέταλα, μία ωοθήκη με έναν ύπερο και δέκα στήμονες. Τα πέταλα δεν είναι όλα ενωμένα και έχουν διαφορετικά σχήματα και μεγέθη μεταξύ τους. Το ανώτατο πέταλο ονομάζεται πέτασος και τα δύο μερικώς ενωμένα πλάγια πέταλα είναι οι πτέρυγες. Εντός των πτερύγων βρίσκονται τα δύο μερικώς ενωμένα πέταλα που σχηματίζουν την τρόπιδα σε σχήμα βάρκας. Εντός της τρόπιδας βρίσκεται η μακριά, στενή και λοβοειδής ωοθήκη και οι δέκα στήμονες τοποθετημένοι ανά πέντε σε δύο κύκλους. Η ωοθήκη περιέχει συνήθως δύο ή και περισσότερες σπερματικές βλάστες (Office of the gene technology regulator- Australian government 2013).

Λοβός

Ο λοβός του λούπινου είναι κυκλικός ή πεπλατυσμένος σε εγκάρσια τομή και ευθύς ή καμπυλωτός σε οριζόντια τομή. Οι λοβοί είναι δερματώδεις και φέρουν τρίχες, το

χρώμα του ώριμου λοβού ποικίλει από κρεμ έως μαύρο ανάλογα με την ποικιλία και φέρουν σπόρους ο αριθμός των οποίων διαφέρει ανάλογα με το είδος και την ποικιλία (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012, Office of the gene technology regulator-Australian government 2013) από δύο έως επτά (NSW Industry & Investment 2011).

Σπέρμα (σπόρος)

Οι σπόροι του λούπινου παρουσιάζουν ποικιλομορφία τόσο ανάλογα με το είδος όσο και με την ποικιλία. Παρουσιάζουν διάφορα μεγέθη, σχήματα, χρώματα και η επιφάνειά τους δύναται να είναι λεία ή αδρή. Εντός του σπόρου, το έμβρυο βρίσκεται στην κορυφή της κοτυληδόνας όπου αποθηκεύονται τα θρεπτικά συστατικά. Τα πρώτα πραγματικά φύλλα βρίσκονται στην αντίθετη κατεύθυνση, ενώ τα υπόλοιπα φύλλα δε μπορούν να φανούν αν δεν φυτρώσει ο σπόρος (Office of the gene technology regulator-Australian government 2013).

1.1.6. Αναπαραγωγή

Υπό φυσικές συνθήκες τα περισσότερα ετήσια είδη λούπινου αναπαράγονται κυρίως μέσω της αυτογονιμοποίησης. Για παράδειγμα το είδος *L. angustifolius* είναι σχεδόν αποκλειστικά αυτογονιμοποιούμενο (Kazimierska και Kazimierski 2002). Σε αντίθεση τα πολυετή είδη λούπινου αναπαράγονται κυρίως μέσω της σταυρογονιμοποίησης (Kittelson και Maron 2000, Kurlovich 2002). Η αγενής αναπαραγωγή είναι κοινή μόνο στη βλαστική αναγέννηση των πολυετών ειδών (Richards 1986).

Αγενής αναπαραγωγή

Όσον αφορά στα ετήσια καλλιεργούμενα είδη λούπινου, δεν έχει καταγραφεί αγενής αναπαραγωγή. Παρόλα αυτά, υπό φυσικές συνθήκες κάποια πολυετή είδη λούπινου αναπαράγονται αγενώς. Για παράδειγμα το είδος *L. latifolius* μπορεί να αναπαραχθεί από διάφορα μέρη της ρίζας (Reeves 2010). Το καλλωπιστικό λούπινο *L. pollyphyllus* δύναται να αναπαραχθεί από έρποντα υπόγεια ριζώματα (Fremstad 2006). Για την αναπαραγωγή του πολυετούς καλλωπιστικού λούπινου *L. pollyphyllus* χρησιμοποιούνται επίσης και τα μοσχεύματα βάσης. Σε αυτές τις περιπτώσεις μέσω

της αγενούς αναπαραγωγής εξασφαλίζεται η παραγωγή φυτών με ίδια μορφολογικά χαρακτηριστικά άνθους η οποία ενδιαφέρει τους παραγωγούς καλλωπιστικών φυτών.

Εγγενής αναπαραγωγή

Όλα τα είδη λούπινου αναπαράγονται εγγενώς παράγοντας σπέρματα. Οι διαφορετικοί γονότυποι έχουν διαφορετική αντίδραση στην εαρινοποίηση. Για παράδειγμα, η εαρινοποίηση στο λευκό λούπινο (*L. albus*) γίνεται σε θερμοκρασίες μικρότερες από 14°C (Huyghe 1997).

Η άνθηση στην κύρια ταξιανθία των λούπινων του Παλαιού Κόσμου ξεκινά 50-136 ημέρες μετά τη σπορά ανάλογα με το είδος, το γονότυπο και τις συνθήκες ανάπτυξης (Buirchell και Cowling 1998). Ακολουθεί η άνθηση στους πλάγιους βλαστούς μετά από 10-15 ημέρες, για τις περιπτώσεις των *L. albus* και *L. angustifolius*, οι οποίοι φέρουν συνήθως λιγότερα άνθη από ότι η κύρια ταξιανθία (Dracup και Kirby 1996, French και Buirchell 2005).

Ο χρόνος άνθησης ελέγχεται από τη φωτοπερίοδο. Στο λούπινο, η άνθηση επιταχύνεται σε ημέρες μακράς διάρκειας και η μείωση της φωτοπεριόδου μπορεί να καθυστερήσει την εκκίνηση της άνθησης (Dracup κ.ά. 1998, Rahman και Gladstones 1974). Η αναλογία και η διάρκεια του γεμίσματος των σπόρων ποικίλει ανάμεσα στους γονοτύπους και η φυσιολογική ωρίμανση δεν σχετίζεται απαραίτητως με τον χρόνο άνθησης (Dracup κ.ά. 1998).

Η γονιμοποίηση στα αυτογονιμοποιούμενα είδη (είδη του Παλαιού Κόσμου) συμβαίνει σε πρώιμες φάσης της ανάπτυξης των κλειστών ανθέων. Σ' αυτή την κατηγορία ανήκουν τα *L. angustifolius* (Kazimierska και Kazimierski 2002) και *L. albus* (Williams 1991). Όμως, δεν έχει βρεθεί είδος που να είναι αυστηρώς αυτογονιμοποιούμενο. Για παράδειγμα, αν και στο *L. albus* η επικονίαση συμβαίνει σε πολύ αρχικά στάδια της ανθικής ανάπτυξης, παρουσιάζει 10% ποσοστό σταυρογονιμοποίησης (Lockett 2010). Η βλάστηση της γύρης του λούπινου επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και την υγρασία, θερμοκρασίες υπό τους 12°C και άνω των 36°C έχουν αρνητική επίδραση στη διαδικασία βλάστησης της γύρης (Kazimierska και Kazimierski 2002).

1.1.7. Επικονιαστές

Η γύρη των λούπινων είναι κολλώδης και δε μεταφέρεται εύκολα με τον άνεμο (Hamblin κ.ά. 2005, Langridge και Goodman 1977, Langridge και Goodman 1985). Συνεπώς, η σταυρογονιμοποίηση μεταξύ των λούπινων γίνεται κυρίως με τη βοήθεια μελισσών και άλλων εντόμων. Τα έντομα επικονιαστές δεν δρουν μόνο ως παράγοντες σταυρογονιμοποίησης, αλλά επάγουν και την αυτογονιμοποίηση (Pazy 1984). Αν και τα άνθη του λούπινου δε περιέχουν νέκταρ, το φυτό παραμένει εντομόφιλο καθώς τα άνθη του προσελκύουν τα έντομα με τα έντονα χρώματά τους, τη θρεπτική γύρη και το αρωματικό τους υγρό που διανέμεται στον πέτασο και άλλα μέρη του άνθους (Kazimierska και Kazimierski 2002, Kurlovich 2002). Οι πληροφορίες αυτών των ερευνητών έρχονται να αντιτεθούν με τους Langridge και Goodman (1977,1985) οι οποίοι παρατηρούν μέλισσες να συλλέγουν νέκταρ από καλλιεργούμενο *L. angustifolius* και *L. albus* στην Αυστραλία. Σύμφωνα με τον John Lovell (1926, αναφέρεται από Ayers 2016) στα είδη λούπινου στα οποία και οι δέκα στήμονες είναι ενωμένοι, δημιουργείται ένας κλειστός κύλινδρος και η μέλισσα δεν μπορεί να εισάγει τη γλωσσίδα της για να αποκτήσει το νέκταρ του άνθους. Συνεχίζει διατυπώνοντας ότι στα είδη που φέρουν νέκταρ, εννέα από τους δέκα στήμονες του άνθους είναι ενωμένοι σχηματίζοντας έναν σωλήνα, αλλά ο δέκατος στήμονας παραμένει ελεύθερος, επιτρέποντας στη μέλισσα να εισάγει τη γλωσσίδα της στο σχεδόν κλειστό σωλήνα που δημιουργείται. Ο Harvey Lovell (1966, αναφέρεται από Ayers 2016) συμπληρώνει σε αυτή τη παρατήρηση ότι στην περίπτωση που και οι δέκα στήμονες είναι ενωμένοι δεν υπάρχουν νεκτάρια. Ο Coleman (1921, αναφέρεται από Ayers 2016) έρχεται να δώσει μια άλλη εξήγηση στη διαμάχη σχετικά με την παραγωγή νέκταρ από τα λούπινα αναφέροντας ότι «Γενικά, τα λούπινα παράγουν νέκταρ, αλλά λόγω των μεγάλων ανθέων τους επισκέπτονται μόνο από βομβίνους», όταν τα άνθη είναι μικρού μεγέθους δύναται να επισκέπτονται από τη μελιτοφόρο μέλισσα. Ο George Ayers (2016) αναφέρει «Ιστορικά, υπάρχει σημαντική διαμάχη για την παραγωγή νέκταρ των λούπινων. Αυτό μπορεί να συμβαίνει εν μέρει επειδή μερικά είδη μπορεί να παράγουν νέκταρ και άλλα όχι, ή επειδή κάποια είδη μπορούν να παράγουν μόνο πολύ μικρές ποσότητες νέκταρ». Ο Richards (2010) αναφέρει ότι το *L. albus* επικονιάζεται από μέλισσες και η Παπακώστα-Τασοπούλου (2012) τονίζει ότι τα άνθη λούπινου προσελκύουν τις μέλισσες, οπότε τοποθέτηση στην καλλιέργεια κυψελών αυξάνει την καρπόδεση. Οι Stout κ.ά. (2002) αναφέρουν ότι τα είδη

Exoneura bicolor, *Leioproctus* sp., *Lasioglossum* sp., *Bombus terrestris* είναι επικονιαστές του λούπινου στην Αυστραλία, ενώ ο Manning (1995) αναφέρει ότι κύριος επικονιαστής του λούπινου στην Αυστραλία είναι η *Apis mellifera*.

1.1.8. Ανάπτυξη του φυτού

Το λούπινο έχει επίγειο φύτερωμα, καθώς αυξάνεται το υποκοτύλιο και οι κοτύλες εξέρχονται από το έδαφος. Για τη βλάστηση του σπόρου η θερμοκρασία πρέπει να είναι πάνω από 3-4°C. Το καλλιεργούμενο λούπινο είναι φυτό με συνεχή ανάπτυξη, η οποία διαμορφώνεται σε διάφορα επίπεδα, κάθε ένα από τα οποία έχει καθορισμένη ανάπτυξη και φέρει επάκρεια ταξιανθία (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012).

Το πρώτο επίπεδο είναι ο κύριος βλαστός με μεταβλητό αριθμό φύλλων ανάλογα με το γονότυπο, την περιοχή ανάπτυξης και την εποχή σποράς. Η παραγωγή καταβολών φύλλων σταματά με το τέλος της εαρινοποίησης του φυτού (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Πρώτης τάξης διακλαδώσεις σχηματίζονται από οφθαλμούς στη βάση των ανώτερων φύλλων του κύριου βλαστού. Οι βλαστοί αυτοί θα καταλήξουν σε ταξιανθία κάτω από την οποία θα παραχθεί ένα νέο επίπεδο βλαστών. Αυτή η κατασκευή του φυτού προκαλεί ανταγωνισμό στην ανάπτυξη μεταξύ των λοβών στις ταξιανθίες που βρίσκονται στους κατώτερους βλαστούς και αυτών που βρίσκονται στις αναπτυσσόμενες νέες διακλαδώσεις. Ακόμη οδηγεί σε μεγάλο βιολογικό κύκλο και ανομοιόμορφη ωρίμανση (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012).

1.1.9. Οικολογικές απαιτήσεις

Τα λούπινα είναι καλλιέργειες των ευκράτων κλιμάτων και δεν είναι ανθεκτικά στον παγετό. Για τα περισσότερα είδη η ελάχιστη θερμοκρασία για το φύτερωμα του σπέρματος είναι χαμηλή, περίπου 2-3°C (Kurlovich και Heinanen 2002). Συνεπώς, χρειάζεται μια περίοδος χαμηλών θερμοκρασιών για να υποστούν τα φυτά εαρινοποίηση, ωστόσο τα φυτά μπορούν να ζημιωθούν από θερμοκρασίες χαμηλότερες από -4°C στα πρώτα στάδια της ανάπτυξής τους, μεγαλύτερη όμως βλάβη υφίστανται κατά τα πρώτα στάδια της αναπαραγωγικής ανάπτυξης (Δαλιάνης 1983). Για την αποφυγή ζημιών από τις χαμηλές θερμοκρασίες συνίσταται η πρόιμη φθινοπωρινή σπορά (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Από τα καλλιεργούμενα είδη το πιο ανθεκτικό στις χαμηλές θερμοκρασίες είναι το κυανό λούπινο *L. angustifolius*

(Δαλιάνης 1983, Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Κατά τη διάρκεια της άνθησης, θερμοκρασίες ημέρας άνω των 33°C μπορούν να προκαλέσουν πτώση ανθέων και νεαρών λοβών. Υψηλές θερμοκρασίες συνοδευόμενες από ξηρασία κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των λοβών μειώνουν τις αποδόσεις (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012).

Επιπλέον, η έλλειψη νερού στα κρίσιμα στάδια της άνθησης, της καρπόδεσης και του γεμίσματος των λοβών, μειώνει σημαντικά την απόδοση (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Η αντοχή του φυτού στην κατάκλιση του εδάφους με νερό, εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης, με ιδιαίτερα ευαίσθητους τους σπόρους. Το πιο ανθεκτικό είδος είναι το *L. luteus*, ακολουθεί το *L. angustifolius* και τα *L. atlanticus* και *L. albus* (Brand et al 2002, Information portal for lupins 2010).

Οι απαιτήσεις του λούπινου σε γονιμότητα εδάφους είναι πολύ μικρές. Μπορούν να καλλιεργηθούν σε φτωχά και ξηρά εδάφη, όπου άλλα ψυχανθή αποτυγχάνουν, δίνοντας ικανοποιητικές αποδόσεις (Δαλιάνης 1983, Παπακώστα-Τασοπούλου 2012).

Τα λούπινα είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στο ασβέστιο του εδάφους. Συγκεκριμένα, το μέγιστο αποδεκτό επίπεδο ποσοστού CaCO₃ στο έδαφος για την καλλιέργεια λούπινου κυμαίνεται από 3% έως 5% (Cereals and Pulses 2006). Ποικιλίες λευκού λούπινου *L. albus* έχουν αναπτυχθεί επιτυχώς σε εδάφη με pH 7,8 και ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο 6,5-8,6% (Gresta κ.ά. 2010, Nuijten και Prins 2013). Ωστόσο, υπάρχουν αναφορές μείωσης των αποδόσεων του λευκού λούπινου σε σπόρο και βιομάζα ακόμη κι όταν υπάρχει ελεύθερο ασβέστιο στο έδαφος πάνω από 1% (Parineau και Huyghe 2004), γεγονός που δείχνει ότι η ευαισθησία στο ασβέστιο του εδάφους ποικίλει ακόμα και εντός του ίδιου είδους. Για την ομαλή ανάπτυξή τους απαιτούν ελαφρώς όξινο έδαφος (Δαλιάνης 1983). Το άριστο pH για την καλλιέργειά τους κυμαίνεται από 5,5 έως 6,5. Σε εδάφη με pH μεγαλύτερο από 7,5 και υψηλή περιεκτικότητα Ca, παρουσιάζεται χλώρωση στα φυτά. Η ευαισθησία του λευκού λούπινου στο ελεύθερο ασβέστιο του εδάφους βρέθηκε ότι συνδέεται με τους μηχανισμούς πρόσληψης του φωσφόρου και του σιδήρου (Huyghe 1997).

1.1.10. Καλλιεργητική τεχνική

Τα λούπινα δεν έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις στην προετοιμασία του εδάφους, καθώς το ριζικό σύστημα που διαθέτουν είναι ισχυρό και μπορεί να εισχωρήσει εύκολα ακόμη και σε σκληρό έδαφος (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Ένα μόνο όργανο προ της σποράς και κάλυψη του σπόρου με σβάρνα αν η σπορά γίνεται χύδην αρκεί. Μπορούν να σπαρθούν και σε αγρούς που έχουν ελαφρά αναξεσθεί, ενώ τα λευκά λούπινα μπορούν να σπαρθούν και σε χέρσα γη (Δαλιάνης 1983).

Τα λούπινα έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε φώσφορο και κάλιο. Το εξαιρετικά μεγάλο ριζικό τους σύστημα τους δίνει την ικανότητα να προσλαμβάνουν τα στοιχεία αυτά από τα αποθέματα του εδάφους. Η χρησιμοποίηση κατά συνέπεια φωσφορούχων και καλιούχων λιπασμάτων δεν είναι κατά κανόνα απαραίτητη, εκτός εάν τα λούπινα καλλιεργούνται σε φτωχά σε φώσφορο και κάλιο εδάφη (Δαλιάνης 1983). Αζωτούχος λίπανση δεν συνίσταται, γιατί το λούπινο είναι φυτό με ιδιαίτερα μεγάλη αζωτοδεσμευτική ικανότητα (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Έλληνες συγγραφείς όπως ο Θεόφραστος, αλλά και Ρωμαίοι όπως οι Varro και Columella, καταγράφουν την εξαιρετική ικανότητά του λούπινου να αναπτύσσεται σε άγονα εδάφη και τη σημασία του για τη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους (Smartt and Simmonds 1995). Σε περιοχές όπου το λούπινο καλλιεργείται για πρώτη φορά πρέπει να γίνεται εμβολιασμός με τους κατάλληλους βιοτύπους αζωτοβακτηρίων και ο εμβολιασμός αυτός να επαναλαμβάνεται για μερικά χρόνια (Δαλιάνης 1983).

Η αντιμετώπιση των ζιζανίων γίνεται ικανοποιητικά με τη χρήση ζιζανιοκτόνων (Perry κ.ά. 1998). Η ανάπτυξη του φυτού και η απόδοση σε σπόρο μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά από την παρουσία ζιζανίων, γι' αυτό ο αποτελεσματικός έλεγχος των ζιζανίων, ιδίως κατά τα πρώτα στάδια μετά την εγκατάσταση των φυτών στον αγρό, είναι απαραίτητος για την επιτυχία της καλλιέργειας (Δαμαλάς κ.ά. 2014).

Για τις κλιματολογικές συνθήκες της χώρας μας συνίσταται η πρώιμη φθινοπωρινή σπορά (αμέσως μετά τις πρώτες βροχές) και μόνον σε πολύ ορεινές περιοχές η πρώιμη ανοιξιάτικη (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Διάφορες πυκνότητες σποράς μπορούν να δώσουν την ίδια απόδοση, λόγω της πλαστικότητας που μπορεί να αναπτύξει το φυτό ως προς τα χαρακτηριστικά διαμόρφωσης της απόδοσης (Lopez-Bellido κ.ά. 2000). Σε όψιμες σπορές και σε περιοχές με μικρή βλαστητική περίοδο η

πυκνότητα σποράς συνίσταται να είναι μεγαλύτερη γιατί δε προλαβαίνουν να ωριμάσουν οι σπόροι στις διακλαδώσεις (Faluyi κ.ά. 1997). Για τη χώρα μας συνιστώνται 12-14 kg σπόρου/στρ. (Ηλιάδης 2004). Η σπορά γίνεται με τις σπαρτικές των σιτηρών ή των ανοιξιάτικων καλλιεργειών μετά από ρύθμιση σε γραμμές που απέχουν μεταξύ τους 20-30 cm (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012) ή πεταχτά με το χέρι (Δαλιάνης 1983). Το βάθος σποράς δε πρέπει να υπερβαίνει τα 3cm καθώς σε τέτοιες περιπτώσεις δυσκολεύεται η έξοδος των κοτυληδόνων ιδιαίτερα όταν το έδαφος είναι συνεκτικό (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012).

Τα λούπινα εντάσσονται συχνά σε συστήματα αμειψισπορών, συνήθως με σιτηρά. Ενσωματώνοντας τα λούπινα σε τέτοια συστήματα, μειώνονται οι ασθένειες στην καλλιέργεια σιτηρού που ακολουθεί, αυξάνεται η προμήθεια του εδάφους με οργανικό αζώτο, αυξάνεται η ποιότητα των παραγόμενων ζωοτροφών και υπάρχει καλύτερος έλεγχος των ζιζανίων (Office of the gene technology regulator-Australian government 2013). Το *L. mutabilis* Sweet αποτέλεσε σημαντικό συστατικό των αμειψισπορών στις ορεινές καλλιεργούμενες περιοχές των Άνδεων συμβάλλοντας στη γονιμότητα του εδάφους μέσω της σταθεροποίησης του αζώτου και της κινητοποίησης του φωσφόρου (Lambers κ.ά., 2013). Πρόσφατες έρευνες δείχνουν ότι η εναλλαγή λούπινο-σιτάρι-κριθάρι είναι από τα πιο αποδοτικά συστήματα για τους γεωργούς (Baxter 2010). Οι Jesen κ.ά. 2004, αναφέρουν ότι σε αμμώδη εδάφη η ευνοϊκή επίδραση του λούπινου σε ακολουθούσα καλλιέργεια κριθαριού ήταν μεγαλύτερη σε σύγκριση με την επίδραση καλλιέργειας μπιζελιού, λόγω της μεγαλύτερης ποσότητας υπολειμματικού αζώτου στις ρίζες λούπινου, σε βαριά όμως εδάφη η επίδραση των δύο ειδών ήταν η ίδια.

Η έγκαιρη συγκομιδή είναι σημαντική για τη μεγιστοποίηση της ποιότητας του σπόρου και την αποφυγή απώλειας στην τελική απόδοση. Γενικά τα καλλιεργούμενα λούπινα συγκομίζονται σε διάρκεια τριών εβδομάδων μετά τη φυσιολογική ωρίμανση της πλειονότητας των σπόρων, στάδιο κατά το οποίο το γέμισμα των σπερμάτων έχει τελειώσει και το σπέρμα έχει φτάσει το ανώτατο ξηρό βάρος που θα μπορούσε να έχει (Walker κ.ά. 2011). Καθυστερήσεις μπορεί να οδηγήσουν σε σημαντικές απώλειες αποδόσεων λόγω πλαγιάσματος, τινάγματος των σπόρων και πτώσης των λοβών. Η συγκομιδή θα πρέπει να αρχίζει όταν η περιεκτικότητα του σπόρου σε υγρασία φθάνει το 14% (Riethmuller 2008). Συγκομιδή που λαμβάνει χώρα σε υψηλά

ποσοστά υγρασίας (π.χ. νωρίς το πρωί ή το βράδυ) μπορεί να μειώσει τις απώλειες σπόρων γιατί αποφεύγεται το τίναγμα των σπόρων και η πτώση των λοβών. Η θεριζοαλωνιστική είναι χρήσιμη μηχανή για τη συγκομιδή του λούπινου (Carpenter 2000 αναφέρεται από Office of the gene technology regulator-Australian government 2013). Τους σπόρους που μένουν στο έδαφος τους αξιοποιούν τα πρόβατα που βόσκουν τα υπολείμματα των φυτών. Ο θερισμός των γλυκών ποικιλιών λούπινου για παραγωγή χλωράς μάζας ή ενσίρωματος γίνεται όταν οι σπόροι βρίσκονται στο στάδιο της μαλακής ζύμης. Για ενσίρωση χρησιμοποιείται κυρίως μαζί με καλαμπόκι ή σιτηρά (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012).

1.1.11. Χρήσεις

Αυξημένο ενδιαφέρον για το λούπινο παρατηρείται στη βιομηχανία τροφών για τον άνθρωπο και τα ζώα, στην ιατρική, στην επεξεργασία τροφίμων, στη βιομηχανία καλλυντικών, στην παραγωγή οικολογικών παρασιτοκτόνων και αλλού.

Δεδομένου του υψηλού πρωτεϊνικού περιεχομένου των καλλιεργούμενων ειδών, έως και 44% για τα είδη *L. albus*, *L. luteus*, *L. angustifolius* (Mercedes κ.ά. 2015), ενώ έως και 50% για το *L. mutabilis* (Neves Martins κ.ά. 2016), το αλεύρι από λούπινο θεωρείται εξαιρετική πρώτη ύλη για να συνοδεύσει και να συμπληρώσει διάφορα προϊόντα διατροφής (Pollard κ.ά. 2002) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο αυγών σε κέικ, πατάτες, μπισκότα, ζυμαρικά ή ψωμί (Dervas κ.ά. 1999). Για παράδειγμα, οι σπόροι του Tarwi (*L. mutabilis*) έχουν υψηλή περιεκτικότητα πρωτεΐνης (46–48%) και ελαίου (16–23%) συγκριτικά με τη σόγια (*Glycine max* (L.) Merr.) (Hernandez-Bermejo and Leon 1994, Jacobsen and Mujica 2008), καθιστώντας το εξαιρετική πηγή πρωτεϊνών εναλλακτική των ζωικών, που θα μπορούσε να οδηγήσει σε διατροφή λιγότερο βασισμένη στις ζωικές πρωτεΐνες (Wellesley κ.ά. 2015). Οι Sweethingam και Kingwell (2008) προσδιορίζουν τις σημαντικότερες χρήσεις του λούπινου από τον άνθρωπο: ολόκληροι σπόροι ή χωρίς τα περιβλήματα, αλεύρι λούπινου χωρίς γλουτένη και πρωτεϊνικά κλάσματα στην παραγωγή γάλακτος χωρίς κορεσμένα λιπαρά, ζυμαρικά, ως υποκατάστατο του κρέατος, των πρωτεϊνών των αυγών και των λουκάνικων, καθώς επίσης και παγωτό λούπινου, ψωμί χαμηλής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες (Prins και Nuijten 2015) κ.ά. Μπορούν να αναμειχθούν επίσης με αλεύρι δημητριακών σε ψωμί, πατατάκια και ζυμαρικά (Erbas κ.ά. 2005), βελτιώνοντας τη θρεπτική αξία των τελικών

προϊόντων με μικρή ή καθόλου ζημία στην αισθητική ποιότητα του προϊόντος και οι φυτικές ίνες λούπινου μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως πηγή διαιτητικών ινών (Clark and Johnson 2002). Λόγω της καλύτερης κατανομής του νερού στη ζύμη, τα ληφθέντα προϊόντα έχουν καλύτερες ρεολογικές ιδιότητες, συμπεριλαμβανομένης της καλύτερης αντοχής σε κατάψυξη και απόψυξη και η παρασκευή ζύμης ψωμιού μπορεί να είναι ευκολότερη. Καβουρδισμένοι σπόροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν σνακ με τον ίδιο τρόπο όπως για παράδειγμα τα φυστίκια (Prusinski 2017).

Πολλοί ερευνητές ισχυρίζονται ότι η χρήση των σπόρων καλλιεργούμενου λούπινου στη διατροφή και την ιατρική αποτελεί αντικείμενο ενδιαφέροντος πάνω από 3000 χρόνια στις Μεσογειακές περιοχές. Τα λούπινα περιέχουν στους σπόρους τους μια οικογένεια 100 πικρών συστατικών, τα αλκαλοειδή (quinolizidine alkaloids, QAs), (Pettersen 1998, αναφέρεται από Prusinski 2017), πρωτογενής ρόλος των οποίων είναι να προστατεύουν τα φυτά από τα φυτοφάγα ζώα. Στην Νότια Αμερική, πικροί σπόροι λούπινου χρησιμοποιούνταν ευρέως στην ιατρική με σκοπό να μειώσουν το ποσοστό του ουρικού οξέως και της χοληστερόλης στο αίμα (Tortero κ.ά. 2011). Τα αλκαλοειδή του λούπινου που βρίσκονται στους σπόρους χρησιμοποιούνταν επίσης για τον έλεγχο των παρασίτων του δέρματος στους ανθρώπους (Yeheyis κ.ά. 2010). Το πρόβλημα της αλλεργιογόνου επίδρασης αυτών των αλκαλοειδών δεν υπάρχει στις μέρες μας λόγω της ανάπτυξης της επιστήμης της βελτίωσης των φυτών και της απόκτησης γλυκών ποικιλιών (Prusinski 2017).

Σήμερα, λόγω της ανάπτυξης ασθενειών που προέρχονται από την ακατάλληλη διατροφή του σύγχρονου τρόπου ζωής, όπως οι καρδιαγγειακές παθήσεις, η παχυσαρκία και ο διαβήτης, δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στην υγιεινή διατροφή (Prusinski 2017). Εφόσον κατάλληλες κλινικές δοκιμές αποδεικνύουν έναν προληπτικό ρόλο των τροφών με βάση το λούπινο σε παθήσεις όπως ο διαβήτης, οι καρδιαγγειακές παθήσεις, το μεταβολικό σύνδρομο και η παχυσαρκία, αυτά τα χαρακτηριστικά που προάγουν την υγεία μπορούν να προσφέρουν ένα σημαντικό πλεονέκτημα έναντι άλλων πρωτεϊνούχων καλλιεργειών (Mercedes L. κ.ά. 2015). Σύμφωνα με ορισμένους συγγραφείς, οι ώριμοι στεγνοί σπόροι λούπινου δεν περιέχουν καθόλου άμυλο (Pettersen 1998 αναφέρεται από Prusinski 2017, Borek κ.ά. 2011) ή το περιεχόμενο τους σε άμυλο είναι πολύ χαμηλό (Mohamed και Rivas Duarte 1995 αναφέρεται από Prusinski 2017, Martinez-Villaluenga κ.ά. 2006). Ως

αποτέλεσμα, οι σπόροι λούπινου παρουσιάζουν χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη (Gullion και Champ 2002) και μπορούν να προλάβουν ασθένειες που σχετίζονται με την αντίσταση στην ινσουλίνη. Οι φυτικές ίνες που βρίσκονται στις κοτυληδόνες των σπόρων λούπινου μειώνουν την ολική χοληστερίνη και την ευαισθησία στην ισχαιμική καρδιακή νόσο (Hall κ.ά. 2005). Η πλούσια σε σίδηρο πρωτεΐνη φερίτινη είναι άφθονη στους σπόρους κάποιων ψυχανθών συμπεριλαμβανομένου και του λούπινου (Strozycski κ.ά. 2007), και μπορεί να αποτελεί έναν ασφαλή τρόπο αύξησης του σιδήρου, σε έναν οργανισμό, μέσω της διατροφής. Οι πρωτεΐνες του λευκού λούπινου *L. albus* επηρεάζουν το μεταβολισμό των λιπιδίων και της γλυκόζης, καθώς και τα επίπεδα αρτηριακής πίεσης (Duranti και Morazzoni 2011). Μια άλλη ενδιαφέρουσα πτυχή της λειτουργικότητας της πρωτεΐνης του λούπινου είναι οι πιθανές επιδράσεις της στις φλεγμονώδεις διεργασίες και τις μεταβολές στο μικροβιακό φορτίο του εντέρου, οι οποίες έχουν σημαντική επίδραση σε αρκετές φυσιολογικές παραμέτρους, συμπεριλαμβανομένου του μεταβολισμού, της απορρόφησης θρεπτικών συστατικών και της ανοσολογικής λειτουργίας (Walsh κ.ά. 2014).

Τα δυνητικά οφέλη των καλλιεργούμενων λούπινων στη γεωργία περιλαμβάνουν τη σταθεροποίηση του αζώτου με θετικές άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις για τις επακόλουθες καλλιέργειες, τις χαμηλότερες απαιτήσεις φωσφόρου, τη μειωμένη κατεργασία εδάφους και τα οφέλη της βιοποικιλότητας (Nemecsek κ.ά. 2008).

Στο πλαίσιο της αξιοποίησης της παράλληλης παραγωγής προϊόντων, οι ζωοτροφές αποτελούν έναν από τους κύριους συντελεστές κερδοφορίας στην καλλιέργεια λούπινου. Η υψηλή τιμή των βιολογικών ζωοτροφών περιορίζει την ανάπτυξη της βιολογικής βιομηχανίας πουλερικών και γαλακτοκομικών προϊόντων. Συνεπώς, έχει προκύψει εκ νέου ενδιαφέρον για την καλλιέργεια του λούπινου. Τα λούπινα αποτελούν πλέον κοινό συστατικό των ζωοτροφών στην Αυστραλία και η παραγωγή τους αυξάνεται στο Ηνωμένο Βασίλειο. Τα λούπινα έχουν το πλεονέκτημα ότι δεν απαιτούν ψήσιμο πριν από τη σίτιση των ζώων όπως απαιτούν άλλες ζωοτροφές (Hammermeister κ.ά. 2006).

Ερευνητές παρατήρησαν ότι το έλαιο του λούπινου περιέχει παράγωγα πολυφενόλης, β-καροτενίου και τοκοφερόλης τα οποία συμμετέχουν στην οξειδωτική σταθερότητα του μίγματος στο οποίο περιέχονται και προσδίδουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες (Msika

κ.ά. 2000). Σήμερα στην αγορά κυκλοφορούν διάφορα καλλυντικά που περιέχουν λούπινο όπως αφρόλουτρα, ενυδατικές και αντιγηραντικές κρέμες. Τέλος, τα λούπινα καλλιεργούνται ως καλλωπιστικά φυτά (Russell υβρίδια του *L. polyphyllus* με άλλα αμερικάνικα είδη) (Gresta κ.ά. 2017).

2. Εισαγωγή της παρούσας μελέτης

Το λούπινο των Άνδεων, *Lupinus mutabilis* Sweet, είναι μια σημαντική καλλιέργεια ψυχανθούς στις κεντρικές Άνδεις (Jacobsen και Mujica 2008). Εδώ και 3000 χρόνια καλλιεργείται στα οροπέδια της Νότιας Αμερικής, από την Κολομβία έως τη βόρεια Αργεντινή και ακόμη βρίσκεται υπό διαδικασία εξημέρωσης (Neves-Martins κ.ά. 1992). Στην Ευρώπη και την Αυστραλία, τα κύρια καλλιεργούμενα λούπινα είναι το *L. albus* L., *L. luteus* L. και *L. angustifolius* L. Στη Βόρεια και Νότια Αμερική το *L. mutabilis* Sweet ή λούπινο των Άνδεων είναι στην πραγματικότητα το μόνο καλλιεργούμενο είδος (Mercedes 1991). Οι σπόροι του *Lupinus mutabilis* έχουν υψηλή περιεκτικότητα πρωτεΐνης (46–48%) και ελαίου (16–23%) συγκριτικά με τη σόγια (*Glycine max* (L.) Merr.) (Hernande και Leon 1994, Jacobsen και Mujica 2008), καθιστώντας το εξαιρετική πηγή πρωτεϊνών εναλλακτική των ζωικών, που θα μπορούσε να οδηγήσει σε διατροφή λιγότερο βασισμένη στις ζωικές πρωτεΐνες (Wellesley κ.ά. 2015). Το *L. mutabilis* Sweet αποτέλεσε σημαντικό συστατικό των αμειψισπορών στις ορεινές καλλιεργούμενες περιοχές των Άνδεων συμβάλλοντας στη γονιμότητα του εδάφους μέσω της σταθεροποίησης του αζώτου και της κινητοποίησης του φωσφόρου (Lambers κ.ά., 2013). Έχει εισαχθεί στις καλλιέργειες ορισμένων περιοχών της νότιας Αμερικής, αλλά δεν είναι παρόν στην Ευρώπη σε εμπορική κλίμακα (Mercedes κ.ά. 2015). Το ενδιαφέρον σχετικά με την καλλιέργεια του *L. mutabilis* στην Ελλάδα σχετίζεται κυρίως με το γεγονός ότι παράγει σπόρους με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη ,έως και 50% (Wink 1991, Neves Martins κ.ά. 2016), και έλαιο και ότι είναι φυσικά προσαρμοσμένο σε ένα μεγάλο εύρος εδαφοκλιματικών συνθηκών, καθώς μπορεί να αναπτυχθεί και να παράγει σε υπόμετρο από το επίπεδο της θάλασσας έως 3800m (Neves-Martins κ.ά. 1992). Σε αυτή τη πληθώρα περιβαλλοντικών συνθηκών μπορούμε να εντοπίζουμε γονοτύπους που θα είναι ικανοί να εισαχθούν και να προσαρμοστούν σε νέες συνθήκες ανάπτυξης. Παγκοσμίως οι τράπεζες γενετικού υλικού μπορούν να προσφέρουν το φυτικό υλικό ώστε να βρεθεί ο κατάλληλος γονότυπος για κάθε περιοχή, να γίνει τοπική προσαρμογή και αξιολόγησή του έτσι ώστε το φυτό να δίνει τις επιθυμητές αποδόσεις. Παράλληλα, η παγκόσμια γεωργία στρέφεται όλο και πιο έντονα σε φιλικές προς το περιβάλλον πρακτικές, όπως για παράδειγμα η διατήρηση της βιοποικιλότητας, η προστασία των οφέλειμων εντόμων και των επικονιαστών με σκοπό τη μείωση των γεωργικών φαρμάκων προς αύξηση του δυναμικού κέρδους της

καλλιέργειας λόγω των αποτελεσμάτων της αειφόρου γεωργίας. Ακολουθώντας αυτή τη παγκόσμια τάση θεωρήθηκε αναγκαία η καταγραφή των εντόμων επικονιαστών των καλλιεργούμενων ειδών λούπινου *L. albus*, *L. angustifolius* και *L. mutabilis*, που αποτελούν ετήσια είδη. Παρόλο που τα βοτανικά είδη λούπινου *L. albus* και *L. angustifolius* είναι κυρίως αυτογονιμοποιούμενα (Kurlovich 2002), υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για τη μελέτη των επικονιαστών τους καθώς τα έντομα επικονιαστές δεν δρουν μόνο ως παράγοντες σταυρογονιμοποίησης, αλλά επάγουν και την αυτογονιμοποίηση (Pazy 1984) αυξάνοντας την καρπόδεση στην καλλιέργεια του λούπινου (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012) και συνεπώς τις τελικές αποδόσεις σε σπόρο. Οι Caligari κ.ά. (2000) αναφέρουν ότι στα βελτιωτικά προγράμματα, το είδος *L. mutabilis* θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως καλλιέργεια που σταυρογονιμοποιείται καθώς το ποσοστό σταυρογονιμοποίησής του δύναται να φθάσει έως και 58,8%, με αποτέλεσμα να πρέπει να δοθεί ακόμη μεγαλύτερη αξία στην καταγραφή των επικονιαστών του είδους αυτού. Έρευνες σχετικά με το είδος *L. mutabilis* έχουν πραγματοποιηθεί σε διάφορες περιοχές του πλανήτη όπως η Πορτογαλλία, η Γερμανία, η Ισπανία, η Ολλανδία, η Γαλλία, η Μεγάλη Βρετανία, η Αυστραλία κ.α. (Caligari κ.ά. 2000, Wink 1991, Neves Martins κ.ά. 1992, Clements κ.ά. 2008) όμως πρώτη φορά γίνεται δοκιμή της καλλιέργειας αυτού του είδους στην Ελλάδα.

3. Σκοπός

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε λεπτομερής χαρακτηρισμός οχτώ καταχωρήσεων *L. mutabilis* Sweet, μιας καταχώρησης *L. albus* L. και μίας καταχώρησης *L. angustifolius* L., με τη βοήθεια 36 ποιοτικών και 38 ποσοτικών χαρακτηριστικών, σε δύο τοποθεσίες στην Ελλάδα και έγινε καταγραφή των επικονιαστών της καλλιέργειας λούπινου με κύριο στόχο της μελέτης να αποτελεί η επιλογή κατάλληλων γονοτύπων για τις ελληνικές συνθήκες καλλιέργειας που θα δίνουν υψηλές αποδόσεις σε σπόρο και σπόρους με υψηλό πρωτεϊνικό περιεχόμενο.

4 Υλικά και μέθοδοι

Το πείραγμα διεξήχθη σε δύο αγρούς και στις εργαστηριακές εγκαταστάσεις του Εργαστηρίου Βελτίωσης Φυτών και Γεωργικού Πειραματισμού του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών κατά την περίοδο 2016-2017.

Ο πρώτος πειραματικός αγρός βρισκόταν στις εγκαταστάσεις του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πελοποννήσου, στην Καλαμάτα (συντεταγμένες 37° Β, 22° Α).

Ο δεύτερος πειραματικός αγρός βρισκόταν στο χώρο των αροτραίων καλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (συντεταγμένες: 37° Β, 23° Α).

4.1 Φυτικό υλικό

Για το πείραμα χρησιμοποιήθηκαν τρία είδη λούπινου, *L.albus*, *L.angustifolius*, *L.mutabilis*. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν οι ιταλικές εμπορικές ποικιλίες *L. albus* var. multitalia (Agrogen SA, Athens, Greece), η οποία είναι η ποικιλία λευκού λούπινου που καλλιεργείται ευρέως στην χώρα μας τα τελευταία χρόνια, και η ποικιλία *L. angustifolius* var. polo (Agrogen SA, Athens, Greece) ως μάρτυρες. Οι δύο αυτές ποικιλίες εντάσσονται στον κοινό κατάλογο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (C478 2016). Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν βελτιωμένες σειρές και πληθυσμοί *L.mutabilis*. Το Instituto Superior de Agronomia της Πορτογαλίας μας παραχώρησε τρεις πληθυσμούς *L.mutabilis*: LIB214, LIB209 και LIB212. Το ολλανδικό ινστιτούτο Louis Bolk Institute και η ολλανδική εταιρεία Vandinter Semo Bv μας παραχώρησαν τέσσερις βελτιωμένες σειρές από τη Γερμανία και μία ποικιλία από την Ολλανδία *L.mutabilis*: LIB221, LIB219, LIB220, LIB222 και την ποικιλία LIB223.

4.2 Καλλιεργητική Τεχνική και Πειραματικό Σχέδιο

Το πειραματικό σχέδιο το οποίο χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτό των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων. Οι διαστάσεις του πειραματικού αγρού ήταν 11.50m x 10.30m. Ο πειραματικός αγρός χωρίστηκε σε τρία ίσα μέρη με σκοπό να δημιουργηθούν τρεις επαναλήψεις. Κάθε επανάληψη περιείχε δέκα πειραματικά τεμάχια (διαστάσεις 1.5m x 1.5m). Κάθε πειραματικό τεμάχιο της κάθε επανάληψης περιέχει 20 φυτά

διαφορετικής καταχώρησης έτσι ώστε κάθε επανάληψη να έχει την κάθε καταχώρηση μια φορά. Οι πειραματικοί αγροί (ιδιαίτερα αυτός της Αθήνας) παρουσίασαν ετερογένεια ως προς το CaCO_3 του εδάφους. Γι' αυτό το λόγο οι επαναλήψεις σχεδιάστηκαν με κάθετη κατεύθυνση ως προς την μεταβολή του CaCO_3 στον αγρό. Κάθε πειραματικό τεμάχιο περιλάμβανε επίσης 22 περιθωριακά φυτά, έτσι ώστε όλα τα φυτά του πειράματος να έχουν τις ίδιες επιδράσεις λόγω ανταγωνισμού. Οι αποστάσεις φύτευσης ήταν: 25 cm από φυτό σε φυτό και 30 cm από γραμμή φύτευσης σε γραμμή φύτευσης. Σε κάθε επανάληψη, τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια απείχαν μεταξύ τους 70 cm κάθετα και 50 cm οριζόντια. Προκειμένου να καταστεί ευκολότερη η διεξαγωγή του πειράματος, δημιουργήθηκαν διάδρομοι πλάτους 50 cm μεταξύ των επαναλήψεων.

Ακολουθήθηκε η διαδικασία της προβλάστησης για όλους τους σπόρους. Οι σπόροι, λοιπόν, τοποθετήθηκαν σε τρυβλία Petri με τρία διηθητικά χαρτιά στον πάτο του τρυβλίου και ένα πάνω από τους σπόρους. Προστέθηκε αποσταγμένο νερό, και ελέγχονταν καθημερινώς έτσι ώστε να προστίθεται αποσταγμένο νερό όπου κρίνονταν αναγκαίο και να καταγράφεται η φυτρωτικότητα των σπόρων. Τα τρυβλία Petri επώαστηκαν σε θερμοκρασία δωματίου (25°C).

Στην περίπτωση της βελτιωμένης σειράς LIB221, παρατηρήθηκε μυκητολογικό πρόβλημα εντός των τρυβλίων. Μετά από εξέταση των σπόρων από το Εργαστήριο Φυτοπαθολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών πληροφορηθήκαμε ότι οι σπόροι ήταν προσβεβλημένοι από *Fusarium* sp. Γι' αυτό το λόγο, η συγκεκριμένη σειρά παρουσίασε χαμηλό ποσοστό φυτρωτικότητας (<50%) και εξετάστηκε μόνο στον αγρό που βρισκόταν στην Καλαμάτα.

Όταν το ριζίδιο έφτανε σε μήκος το 1 cm ακολουθήθηκε η διαδικασία υγρής εφαρμογής ριζοβίου (HiStick® Lupin, BASF Nederland B.V.). Μετά από τον εμβολιασμό με ριζόβιο οι σπόροι μεταφέρονταν στο θερμοκήπιο σε παλέτες σποράς των 20 θέσεων με διαστάσεις 28 cm x 35 cm (διαστάσεις από το κάθε γλαστράκι: 7cm μήκος x 7cm πλάτος x 6cm ύψος), με υπόστρωμα τύρφη:περλίτη, 2:1. Το υπόστρωμα τύρφης που χρησιμοποιήθηκε ήταν ολλανδικής προέλευσης και είχε την ονομασία "Kronos" (τύρφη εμπλουτισμένη με N 50-500 mg/l, P_2O_5 80-300 mg/l, K_2O 80-300 mg/l και pH 5-6,5). Το υπόστρωμα περλίτη ήταν το Geoflor (Perlite Hellas S.A., 2nd industrial area of Volos, Greece). Τα φυτά παρέμειναν στο θερμοκήπιο έως

την ανάπτυξη του τρίτου πραγματικού τους φύλλου και ελέγχονταν καθημερινώς. Ποτίζονταν όποτε κρίνονταν αναγκαίο. Τα φυτά μεταφέρονταν στο εκάστοτε χωράφι και μεταφυτεύονταν. Η μεταφύτευση γίνονταν με το χέρι ακολουθώντας τον αριθμό φυτών ανά πειραματικό τεμάχιο και τις αποστάσεις φύτευσης που έχουν ήδη αναφερθεί. Μετά τη μεταφύτευση τα φυτά δέχτηκαν πότισμα έτσι ώστε να βοηθηθεί η καλή εγκατάσταση του πειράματος. Τα φυτά δε δέχτηκαν άλλη άρδευση, παρά μόνο κατά τη διάρκεια της άνθησης όπου και δέχτηκαν συνολικά 6 ποτίσματα. Δεν εφαρμόστηκε λίπανση και η ζιζανιοκτονία γινόταν με ξεβοτάνισμα με το χέρι.

Η προετοιμασία του εδάφους πριν τη μεταφύτευση και στα δύο χωράφια περιελάμβανε κατεργασία με φρέζα.

Στον αγρό της Καλαμάτας η μεταφύτευση έγινε στις 17 Δεκεμβρίου 2016, ενώ στον αγρό της Αθήνας στις 28 Δεκεμβρίου 2016.

Η συγκομιδή των φυτών έγινε σταδιακά. Όσον αφορά στο χωράφι της Καλαμάτας, στις 19 Ιουνίου 2017 έγινε συγκομιδή όλων των ποικιλιών εκτός από τα φυτά των καταχωρήσεων LIB223, LIB214, τέσσερα φυτά LIB209, πέντε φυτά LIB212 και 2 φυτά LIB222 τα οποία συγκομίστηκαν στις 7 Ιουλίου 2017. Όσον αφορά στο χωράφι της Αθήνας η συγκομιδή έλαβε χώρα στις 14 Ιουνίου 2017 για όλες τις καταχωρήσεις εκτός από έξι φυτά LIB209, 7 φυτά LIB212, όλα τα φυτά των καταχωρήσεων LIB223, Multitalia και LIB214 τα οποία συγκομίστηκαν στις 4 Ιουλίου 2017.

4.3 Ιστορικό χωραφιών

Αγρός Α (Καλαμάτα): Το συγκεκριμένο τμήμα του αγρού καλλιεργήθηκε για πρώτη φορά. Τα γειτονικά χωράφια καλλιεργούνται επί τρία έτη με ψυχανθή, πατάτα και τομάτα. Ο πειραματικός αγρός βρισκόταν σε απόσταση δέκα μέτρων μακριά από ελαιώνα. Κατά τη διάρκεια του πειράματος, σε ένα διπλανό χωράφι μεταφυτεύθηκε ηλιάνθος την περίοδο άνθησης του λούπινου (μέσα Απριλίου), ενώ στα υπόλοιπα καλλιεργούνταν διάφορα ψυχανθή και πατάτα όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.

Αγρός Β (Αθήνα): Ο αγρός καλλιεργείται επί σειρά ετών με διάφορα ψυχανθή (μπιζέλι, κουκί, λαθούρι) και σιτηρά (σιτάρι, κριθάρι, βρώμη). Πριν την εγκατάσταση του παρόντος πειράματος, ο αγρός καλλιεργούνταν με αραχίδα. Κατά τη διάρκεια του

πειράματος, στα γειτονικά πειραματικά τεμάχια καλλιεργούνταν κουκί, ρόβη και λούπινο όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 1: Πειραματικός αγρός Καλαμάτας

LIB222	LIB223		LIB219	LIB209		Polo	LIB221
LIB214	Multitalia		LIB212	LIB214		LIB220	LIB212
LIB220	LIB219		LIB221	Polo		LIB222	LIB209
LIB209	LIB221		Multitalia	LIB223		LIB214	LIB223
Polo	LIB212		LIB222	LIB220		LIB219	Multitalia

Ψυχανθή και πατάτα

Ηλίανθος

Ελαιώνας

Πίνακας 2: Πειραματικός αγρός Αθήνας

Λούπινο								
Κουκί	LIB222	Multitalia		LIB219	LIB209		LIB220	-
	LIB214	LIB223		LIB212	LIB214		Polo	LIB212
Ρόβη	LIB220	LIB219		-	Polo		LIB222	LIB209
	LIB209	-		Multitalia	LIB223		LIB219	LIB223
	Polo	LIB212		LIB222	LIB220		LIB214	Multitalia

4.4 Αναλύσεις εδάφους

Ο τρόπος δειγματοληψίας και οι μέθοδοι ανάλυσης των δειγμάτων εμφανίζονται στο Παράρτημα I/8.5.

Αγρός Α

Η δειγματοληψία χώματος έγινε στις 17 Μαρτίου 2017 από βάθος 0-30 cm.

Πίνακας 3: Εδαφική ανάλυση του πειραματικού αγρού της Καλαμάτας.

Εδαφική ανάλυση αγρού Καλαμάτας	Επανάληψη 1 ^η	Επανάληψη 2 ^η	Επανάληψη 3 ^η
OM%	1,95	1,404	0,2
CaCO ₃ %	16	12,4	18
pH	7,75	7,6	7,51
Ec (μhos/cm)	361	1716	250
Μηχανική ανάλυση	L	L	SL
Άργιλος %	25,1	23,9	21,9
Ίλύς %	47,6	45,5	53,7
Άμμος %	27,3	30,6	24,4
Διαθέσιμος P (ppm)	30,46	40,53	53,12
Διαθέσιμο K (ppm)	186	194	214
Ολικό N%	0,144	0,091	0,116
NO ₃ ⁻ (ppm)	9,58	10,11	10,39
NH ₄ ⁺ (ppm)	1,82	3,79	2,74
Na (ppm)	126	142	130
Ca (ppm)	6500	6670	6977,5
Mg (ppm)	237,5	275	292,5
Ολικό Κάλιο (%w/w K ₂ O dry)	0,154		
Ολικός φώσφορος (%w/w P ₂ O ₅ dry)	0,111		

Αγρός Β

Η δειγματοληψία χώματος έγινε στις 21 Μαρτίου 2017 από βάθος 0-30 cm.

Πίνακας 4: Εδαφική ανάλυση του πειραματικού αγρού της Αθήνας.

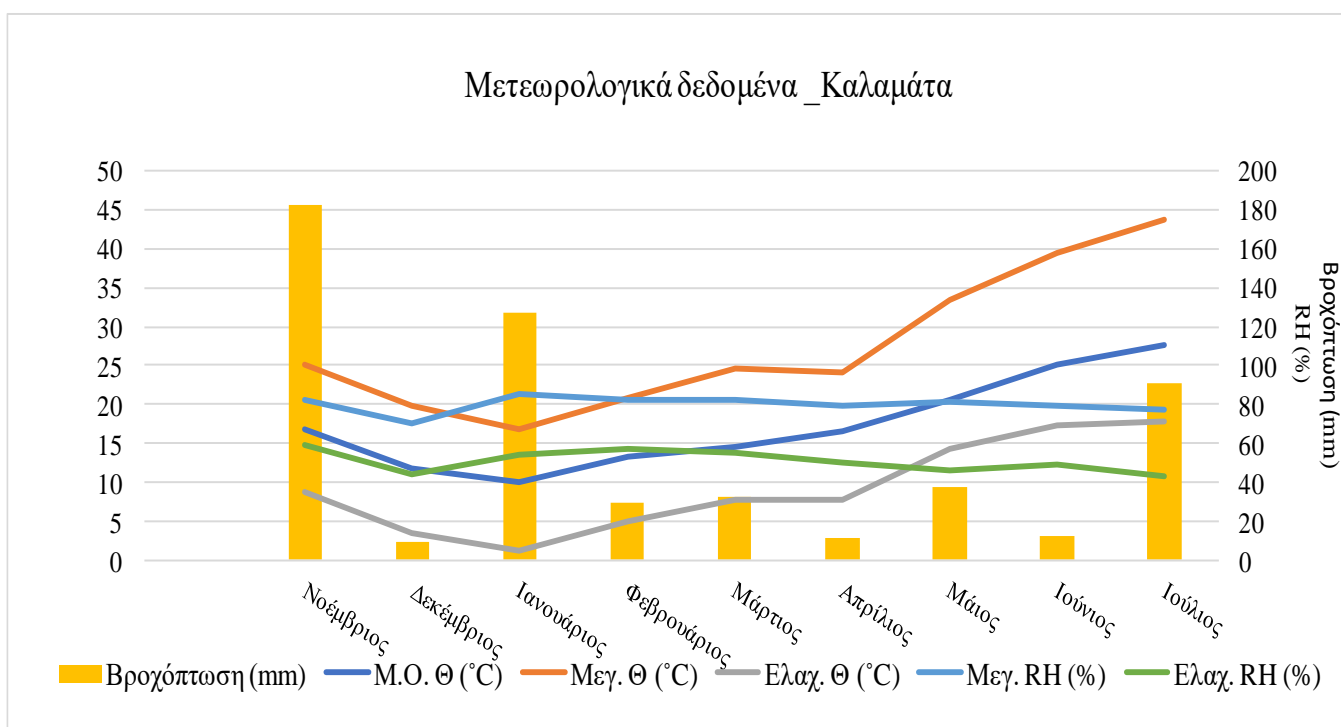
Εδαφική ανάλυση αγρού Αθήνας	Επανάληψη 1 ^η	Επανάληψη 2 ^η	Επανάληψη 3 ^η
OM%	3,159	3,315	3,198
CaCO ₃ %	12,4	12,4	27,6
pH	7,89	7,93	7,78
Ec (μhos/cm)	413	208	292
Μηχανική ανάλυση	SCL	SCL	CL
Άργιλος %	32,5	28,5	34,5
Ιλύς %	18,6	22	26,6
Άμμος %	48,9	49,5	38,9
Διαθέσιμος P (ppm)	40,8	55,84	39,74
Διαθέσιμο K (ppm)	734	986	924
Ολικό N%	0,203	0,189	0,196
NO ₃ ⁻ (ppm)	9,3	4,71	5,04
NH ₄ ⁺ (ppm)	2,32	11,06	7,54
Na (ppm)	212	200	192
Ca (ppm)	7490	7540	8402,5
Mg (ppm)	647,5	615	560
Ολικό Κάλιο (%w/w K ₂ O dry)	0,359		
Ολικός φώσφορος (%w/w P ₂ O ₅ dry)	0,206		

4.5 Μετεωρολογικά δεδομένα

Αγρός Α

Πίνακας 5: Παράθεση μετεωρολογικών δεδομένων του πειραματικού αγρού της Καλαμάτας που αφορούν τους μήνες διεξαγωγής τους πειράματος. Πηγή: meteo.gr.

Μήνας	Μ.Ο. Θ (° C)	Μεγ. Θ (° C)	Ελαχ. Θ (° C)	Βροχόπτωση (mm)	Μεγ. RH (%)	Ελαχ. RH (%)
Νοέμβριος	16,9	25,2	8,7	182,4	82,3	59,3
Δεκέμβριος	11,8	19,8	3,6	9,6	69,9	44
Ιανουάριος	10,1	16,8	1,2	126,8	85,3	54,5
Φεβρουάριος	13,2	20,8	5,1	29,2	82,6	57,5
Μάρτιος	14,5	24,5	7,8	32,8	82	55,3
Απρίλιος	16,5	24,2	7,8	11,2	79,2	50,2
Μάιος	20,5	33,4	14,3	37,8	81,6	46,5
Ιούνιος	25,1	39,5	17,4	12,4	79,8	49,4
Ιούλιος	27,5	43,8	17,8	90,6	77,1	43,3

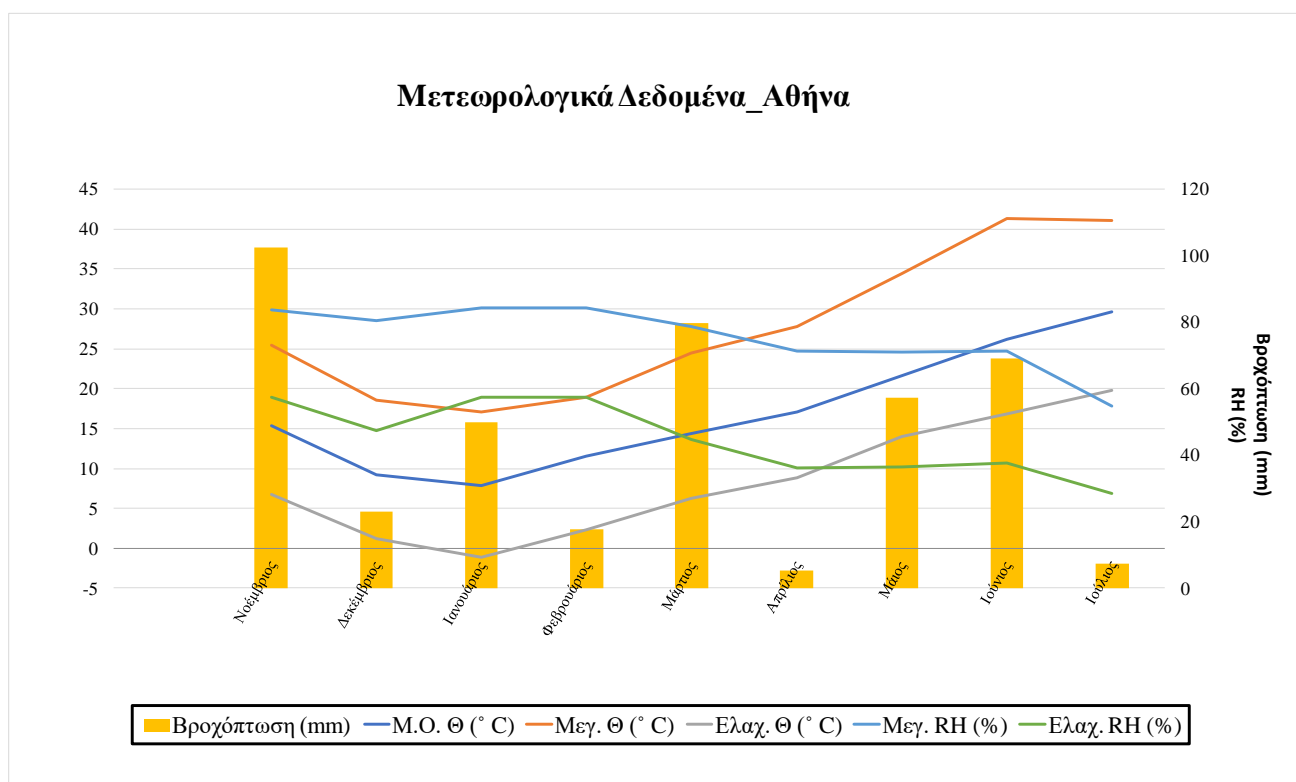


Διάγραμμα 1: Μετεωρολογικά δεδομένα πειραματικού αγρού Καλαμάτας

Αγρός Β

Πίνακας 6: Παράθεση μετεωρολογικών δεδομένων του πειραματικού αγρού της Αθήνας που αφορούν τους μήνες διεξαγωγής τους πειράματος. Πηγή: meteo.gr.

Μήνας	Μ.Ο. Θ (° C)	Μεγ. Θ (° C)	Ελαχ. Θ (° C)	Βροχόπτωση (mm)	Μεγ. RH (%)	Ελαχ. RH (%)
Νοέμβριος	15,4	25,4	6,8	102,4	83,6	57,3
Δεκέμβριος	9,2	18,6	1,2	23	80,5	47,5
Ιανουάριος	7,9	17,1	-1,1	50	84,4	57,5
Φεβρουάριος	11,6	18,9	2,3	17,8	84,4	57,3
Μάρτιος	14,4	24,5	6,2	79,8	78,7	44,8
Απρίλιος	17,1	27,8	8,8	5,4	71,3	36,3
Μάιος	21,7	34,5	14	57,2	70,9	36,5
Ιούνιος	26,2	41,3	16,9	69,2	71,4	37,7
Ιούλιος	29,7	41,1	19,8	7,4	54,8	28,5



Διάγραμμα 2: Μετεωρολογικά δεδομένα πειραματικού αγρού Αθήνας

4.6 Χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν για την περιγραφή των καταχωρήσεων

Καταγράφηκαν 50 μορφολογικά και αγρονομικά χαρακτηριστικά, σύμφωνα με τη λίστα περιγραφητών του Διεθνούς Συμβουλίου Φυτικών Γενετικών Πόρων (IBPGR 1983). Επιπρόσθετα, μετρήθηκαν δεκατρία αγρο-μορφολογικά χαρακτηριστικά, δηλαδή το ύψος άνθησης σε κάθε τάξη ταξιανθίας (cm), ο αριθμός των φύλλων στους πλάγιους βλαστούς που φέρουν ταξιανθία πρώτης τάξης, το μήκος των πλάγιων βλαστών, ο αριθμός πλάγιων βλαστών που φέρουν άνθη, αριθμός λοβών σε κάθε τάξη ταξιανθίας, ο αριθμός των σπόρων σε κάθε τάξη ταξιανθίας, σπόροι ανά λοβό, το βάρος 100 σπόρων (gr), το υπέργειο βάρος φυτού μετά τη συγκομιδή (gr), το υπέργειο βάρος φυτού μετά τη συγκομιδή χωρίς λοβούς (gr), το ξηρό βάρος χωρίς λοβούς μετά τη συγκομιδή (gr), το βάρος ρίζας μετά τη συγκομιδή και το ξηρό βάρος ρίζας. Όλα τα χαρακτηριστικά καταγράφηκαν για κάθε ένα από τα εξήντα φυτά της κάθε καταχώρησης και για το κάθε χωράφι. Τέλος, καταγράφηκαν οι εχθροί και οι ασθένειες της καλλιέργειας, οι επικονιαστές της και η περιεκτικότητα πρωτεΐνης και φωσφόρου στο σπόρο.

4.6.1 Χαρακτηριστικά βλαστικής ανάπτυξης

4.6.1.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά βλαστικής ανάπτυξης

4.6.1.1.1 Χρώμα κοτυληδόνων φυταρίου

Το χρώμα των κοτυληδόνων εκτιμήθηκε όταν τα φυτάρια βρίσκονταν στο στάδιο του δεύτερου πραγματικού φύλλου. Οι πιθανές τιμές που είχαν αρχικά οριστεί για το χρώμα των κοτυληδόνων ήταν: κίτρινο, πράσινο, γκρι.

4.6.1.1.2 Ένταση χρώματος κοτυληδόνων φυταρίου

Οι πιθανές τιμές που ορίστηκαν ήταν: ανοιχτό, μεσαίο, σκούρο.

4.6.1.1.3 Χρώμα υποκοτυλίου φυταρίου

Το χρώμα του υποκοτυλίου εκτιμήθηκε όταν τα φυτάρια βρίσκονταν στο στάδιο του δεύτερου πραγματικού φύλλου. Οι πιθανές τιμές που είχαν αρχικά οριστεί ήταν: κίτρινο, πράσινο, γκρι.

4.6.1.1.4 Ένταση χρώματος υποκοτυλίου φυταρίου

Οι πιθανές τιμές που είχαν αρχικά οριστεί ήταν: ανοιχτό, μεσαίο, σκούρο.

4.6.1.1.5 Μεταχρωματισμός υποκοτυλίου φυταρίου

Ο μεταχρωματισμός του υποκοτυλίου εκτιμήθηκε όταν τα φυτάρια βρίσκονταν στο στάδιο του δεύτερου πραγματικού φύλλου. Οι πιθανές τιμές που είχαν αρχικά οριστεί ήταν: παρουσία κόκκινου χρώματος, απουσία κόκκινου χρώματος.

4.6.1.1.6 Ένταση μεταχρωματισμού υποκοτυλίου φυταρίου

Οι πιθανές τιμές που είχαν αρχικά οριστεί ήταν: ανοιχτό, μεσαίο, σκούρο.

4.6.1.1.7 Τύπος φυτού

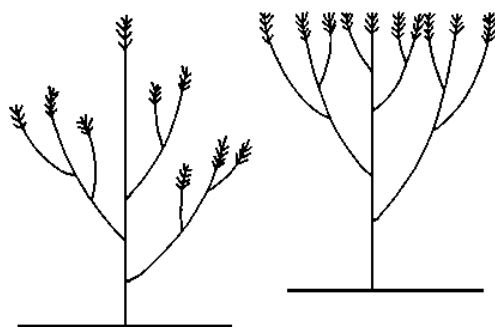
Στην αρχή της περιόδου άνθησης καταγράφηκε ο τρόπος ανάπτυξης των φυτών. Βάση των κλάσεων που είχαν αρχικά οριστεί, οι κατηγορίες περιλάμβαναν τους τύπους: Πόα ή Θάμνος.

4.6.1.1.8 Τρόπος ανάπτυξης

Στην αρχή της περιόδου άνθησης καταγράφηκε ο τρόπος ανάπτυξης των φυτών. Βάση των κλάσεων που είχαν αρχικά οριστεί, οι κατηγορίες περιλάμβαναν ανάπτυξη: όρθια, ημιέρπουσα και έρπουσα.

4.6.1.1.9 Τύπος στελέχους

Στην αρχή της περιόδου άνθησης καταγράφηκε ο τύπος σχηματισμού στελέχους. Βάση των κλάσεων που είχαν αρχικά οριστεί, οι κατηγορίες περιλάμβαναν: κύριος βλαστός προεξέχων, κύριος βλαστός μη προεξέχων όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.



Εικόνα 4: Τύπος στελέχους. Κύριος βλαστός προεξέχων (αριστερά) και μη προεξέχων (δεξιά). Πηγή IBPGR 2016

4.6.1.1.10 Χνοώδες του βλαστού

Όταν το 50% των φυτών κάθε καταχώρησης είχε εισέλθει στην περίοδο της άνθησης, εκτιμήθηκε η ύπαρξη ή η απουσία τριχών στον βλαστό.

4.6.1.1.11 Χρώμα βλαστού

Το χρώμα του βλαστού παρατηρήθηκε όταν το 50% των φυτών κάθε καταχώρησης είχε εισέλθει στην περίοδο της άνθησης. Οι πιθανές τιμές που ορίστηκαν ήταν: κίτρινο, πράσινο, γκρι, κόκκινο, πράσινο και κόκκινο.

4.6.1.1.12 Ένταση χρώματος βλαστού

Η ένταση του χρώματος του βλαστού παρατηρήθηκε όταν το 50% κάθε καταχώρησης είχε εισέλθει στην περίοδο της άνθησης. Οι πιθανές τιμές που ορίστηκαν ήταν: ανοιχτό, μεσαίο, σκούρο.

4.6.1.1.13 Επικάλυψη κηρού στο βλαστό

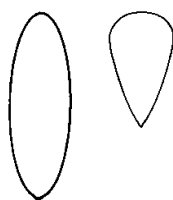
Όταν το 50% των φυτών κάθε καταχώρησης είχε εισέλθει στην περίοδο της άνθησης, εκτιμήθηκε η ύπαρξη επικάλυψης κηρού στο βλαστό, με πιθανές τιμές για την εναπόθεση κηρού: απύσα, παρούσα.

4.6.1.1.14 Διακλάδωση

Όταν τα φυτά βρίσκονταν στο στάδιο της φυσιολογικής τους ωρίμανσης καταγράφηκε η παρουσία ή απουσία διακλαδώσεων στο κάθε φυτό.

4.6.1.1.15 Σχήμα φυλλαρίου

Όταν το 50% των φυτών κάθε καταχώρησης είχε εισέλθει στην περίοδο της άνθησης, εκτιμήθηκε το σχήμα του φυλλαρίου. Βάση των κλάσεων που είχαν αρχικά οριστεί, οι κατηγορίες περιλάμβαναν: ελλειπτικό, πλατύτερο προς τα έξω (Εικόνα 5).



Εικόνα 5: Σχήμα φυλλαρίου ελλειπτικό (αριστερά), πλατύτερο προς τα έξω (δεξιά).
Πηγή IBPGR 2016.

4.6.1.1.16 Σχήμα κεντρικής απόληξης φυλλαρίου

Όταν το 50% των φυτών κάθε καταχώρησης είχε εισέλθει στην περίοδο της άνθησης, εκτιμήθηκε το σχήμα κεντρικής απόληξης φυλλαρίου. Βάση των κλάσεων που είχαν αρχικά οριστεί, οι κατηγορίες περιλάμβαναν: οξυκατάληκτο, μη αξυκατάληκτο.

4.6.1.1.17 Χνοώδες στην άνω επιφάνεια φύλλου

Όταν το 50% των φυτών κάθε καταχώρησης είχε εισέλθει στην περίοδο της άνθησης, παρατηρήθηκε εάν έφεραν τρίχωμα στην άνω επιφάνειά τους ή όχι.

4.6.1.1.18 Χνοώδες στην κάτω επιφάνεια φύλλου

Όταν το 50% των φυτών κάθε καταχώρησης είχε εισέλθει στην περίοδο της άνθησης, παρατηρήθηκε εάν έφεραν τρίχωμα στην κάτω επιφάνειά τους ή όχι.

4.6.1.1.19 Χρώμα φύλλου

Το χρώμα του φύλλου παρατηρήθηκε όταν το 50% των φυτών κάθε καταχώρησης είχε εισέλθει στην περίοδο της άνθησης. Οι πιθανές τιμές που είχαν αρχικά οριστεί ήταν: κίτρινο, πράσινο, γκρι.

4.6.1.1.20 Ένταση χρώματος φύλλου

Η ένταση του χρώματος του φύλλου παρατηρήθηκε όταν το 50% κάθε καταχώρησης είχε εισέλθει στην περίοδο της άνθησης. Οι πιθανές τιμές που ορίστηκαν ήταν: ανοιχτό, μεσαίο, σκούρο.

4.6.1.1.21 Χρώμα παραφύλλων

Όταν το 50% των φυτών κάθε καταχώρησης είχε εισέλθει στην περίοδο της άνθησης, εκτιμήθηκε το χρώμα των παραφύλλων. Βάση των κλάσεων που είχαν αρχικά οριστεί, οι κατηγορίες περιλάμβαναν: πράσινο, κίτρινο, γκρι, πράσινο και μπλε, πράσινο και κόκκινο, κίτρινο και μπλε, κίτρινο και κόκκινο.

4.6.1.1.22 Ένταση χρώματος παραφύλλων

Όταν το 50% των φυτών κάθε καταχώρησης είχε εισέλθει στην περίοδο της άνθησης, εκτιμήθηκε η ένταση του χρώματος των παραφύλλων. Οι πιθανές τιμές που ορίστηκαν ήταν: ανοιχτό, μεσαίο, σκούρο.

4.6.1.1.23 Χρώμα μίσχου φύλλου

Όταν το 50% των φυτών κάθε καταχώρησης είχε εισέλθει στην περίοδο της άνθησης, εκτιμήθηκε το χρώμα του μίσχου του φύλλου. Βάση των κλάσεων που είχαν αρχικά οριστεί, οι κατηγορίες περιλάμβαναν: κίτρινο, πράσινο, γκρι, κόκκινο, πράσινο και κόκκινο.

4.6.1.1.24 Ένταση χρώματος μίσχου φύλλου

Όταν το 50% των φυτών κάθε καταχώρησης είχε εισέλθει στην περίοδο της άνθησης, εκτιμήθηκε η ένταση του χρώματος του μίσχου του φύλλου. Οι πιθανές τιμές που είχαν αρχικά οριστεί ήταν: ανοιχτό, μεσαίο, σκούρο.

4.6.1.2 Ποσοτικά χαρακτηριστικά βλαστικής ανάπτυξης

4.6.1.2.1 Μήκος κοτυληδόνας φυταρίου

Όταν τα φυτάρια βρίσκονταν στο στάδιο του δεύτερου πραγματικού φύλλου μετρήθηκε το μήκος της κοτυληδόνας σε cm.

4.6.1.2.2 Μήκος υποκοτυλίου φυταρίου

Όταν τα φυτάρια βρίσκονταν στο στάδιο του δεύτερου πραγματικού φύλλου μετρήθηκε το μήκος του υποκοτυλίου από την επιφάνεια του εδάφους έως την κοτυληδόνα σε cm.

4.6.1.2.3 Πάχος βλαστού

Όταν το 50% των φυτών κάθε καταχώρησης είχε εισέλθει στην περίοδο της άνθησης, μετρήθηκε το πάχος βλαστού. Συγκεκριμένα, μετρήθηκε η διάμετρος στον πρώτο κόμβο κάτω από την πρώτη ταξιανθία (για τα φυτά χωρίς διακλαδώσεις) ή κάτω από την πρώτη διακλάδωση (για τα φυτά με διακλαδώσεις).

4.6.1.2.4 Ύψος φυτού μετά τη συγκομιδή

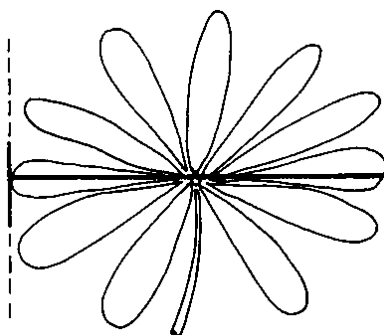
Μετρήθηκε το ύψος φυτών ως η απόσταση του μεγαλύτερου σε μήκος βλαστού από το έδαφος (cm) μετά τη συγκομιδή.

4.6.1.2.5 Ύψος της πρώτης διακλάδωσης

Όταν σε κάθε φυτό εμφανίστηκε η πρώτη διακλάδωση, μετρήθηκε το ύψος της έκφυσής της από το έδαφος σε cm. Μετρήθηκαν μόνο όσα φυτά έφεραν διακλαδώσεις.

4.6.1.2.6 Διάμετρος φύλλου

Όταν το 50% των φυτών κάθε καταχώρησης είχε εισέλθει στην περίοδο της άνθησης, μετρήθηκε η διάμετρος του φύλλου (Εικόνα 6), στο φύλλο κάτω από τον πρώτο κόμβο κάτω από την πρώτη ταξιανθία (για τα φυτά χωρίς διακλαδώσεις) ή κάτω από την πρώτη διακλάδωση (για τα φυτά με διακλαδώσεις).



Εικόνα 6: Διάμετρος του φύλλου. Πηγή IBPGR 2016.

4.6.1.2.7 Μήκος παράφυλλων

Όταν το 50% των φυτών κάθε καταχώρησης είχε εισέλθει στην περίοδο της άνθησης, μετρήθηκε το μήκος των παραφύλλων σε mm, στο φύλλο κάτω από τον πρώτο κόμβο κάτω από την πρώτη ταξιανθία (για τα φυτά χωρίς διακλαδώσεις) ή κάτω από την πρώτη διακλάδωση (για τα φυτά με διακλαδώσεις).

4.6.1.2.8 Μήκος μίσχου φύλλου

Το μήκος του μίσχου του φύλλου μετρήθηκε σε cm από τη βάση του φύλλου έως το σημείο που τέμνει το φύλλο, όταν το 50% των φυτών σε κάθε καταχώρηση είχε

εισέλθει σε περίοδο άνθησης. Η παρατήρηση λήφθηκε από φύλλα που βρίσκονταν υπό του πρώτου κόμβου κάτω από την πρώτη ταξιανθία (για τα φυτά χωρίς διακλαδώσεις) ή κάτω από την πρώτη διακλάδωση (για τα φυτά με διακλαδώσεις).

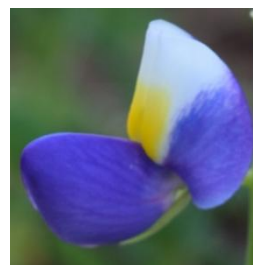
4.6.2 Χαρακτηριστικά αναπαραγωγικής ανάπτυξης

4.6.2.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά αναπαραγωγικής ανάπτυξης

4.6.2.1.1 Χρώμα άνθους

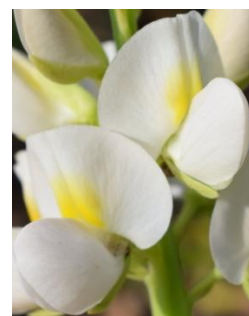
Για την εκτίμηση του χρώματος του άνθους, ορίστηκαν 5 κύριες κατηγορίες (Εικόνες 7-11).

Τύπος 1: Νεαρό άνθος με κίτρινη βούλα στο κέντρο του πετάσου, μέσον του πετάσου άσπρο, άκρες του πετάσου μπλε, πτέρυγες μπλε. Ώριμο άνθος με κέντρο του πετάσου καφετί και τον υπόλοιπο πέτασο μπλε.



Εικόνα 7: Νεαρό άνθος τύπου 1

Τύπος 2: Νεαρό άνθος με κίτρινη βούλα στο κέντρο του πετάσου, μέσον του πετάσου λευκό, άκρες του πετάσου λευκές, πτέρυγες λευκές. Ώριμο άνθος με κέντρο του πετάσου καφετί και τον υπόλοιπο πέτασο ροζ/μωβ.



Εικόνα 8: Νεαρό άνθος τύπου 2

Τύπος 3: Νεαρό άνθος με κίτρινη βούλα στο κέντρο του πετάσου, μέσον του πετάσου μπλε/μωβ, άκρες του πετάσου μπλε, πτέρυγες μπλε. Ώριμο άνθος με κέντρο του πετάσου καφετί και τον υπόλοιπο πέτασο μπλε.



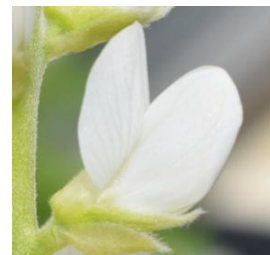
Εικόνα 9: Νεαρό άνθος τύπου 3

Τύπος 4: Νεαρό άνθος με κίτρινη βούλα στο κέντρο του πετάσου, μέσον του πετάσου άσπρο/ροζ, άκρες του πετάσου ροζ, πτέρυγες ροζ. Ωριμο άνθος με κέντρο και μέσον του πετάσου σκούρο ροζ/μωβ, άκρες του πετάσου ροζ/μωβ και πτέρυγες ροζ.



Εικόνα 10: Νεαρό άνθος τύπου 4

Τύπος 5: Νεαρό άνθος με λευκό πέτασο και λευκές πτέρυγες. Πιθανότητα ύπαρξης ιώδους αποχρωματισμού στις πτέρυγες. Ωριμο άνθος κρεμ.



Εικόνα 11: Νεαρό άνθος τύπου 5

4.6.2.1.2 Χνωώδες ανώριμου λοβού

Η παρατήρηση που αφορούσε το χνωώδες του ανώριμου λοβού έγινε σε πλήρως ανεπτυγμένους στο μήκος τους ανώριμους λοβούς. Οι πιθανές τιμές που είχαν αρχικά οριστεί ήταν: απόν, λίγο, μέτριο, πολύ.

4.6.2.1.3 Χνωώδες ώριμου λοβού

Η παρατήρηση που αφορούσε το χνωώδες του ώριμου λοβού έγινε μετά τη συγκομιδή. Οι πιθανές τιμές που είχαν αρχικά οριστεί ήταν: απόν, λίγο, μέτριο, πολύ.

4.6.2.1.4 Τίναγμα σπόρου

Η παρατήρηση που αφορούσε το τίναγμα του σπόρου από το φυτό έγινε μετά τη συγκομιδή. Οι πιθανές τιμές που είχαν αρχικά οριστεί ήταν: καθόλου, ελαφρύ, μεσαίο, καθολικό.

4.6.2.2 Ποσοτικά χαρακτηριστικά αναπαραγωγικής ανάπτυξης

4.6.2.2.1 Ημέρες έως την άνθηση

Για κάθε φυτό μετρήθηκαν οι ημέρες από τη σπορά έως την εμφάνιση του πρώτου ανοιχτού άνθους.

4.6.2.2.2 Πλήθος πλάγιων βλαστών πρώτης, δεύτερης, τρίτης τάξης

Μετρήθηκε το πλήθος των πλάγιων βλαστών πρώτης, δεύτερης και τρίτης τάξης όταν οι ταξιανθίες είχαν αναπτυχθεί πλήρως.

4.6.2.2.3 Ύψος άνθησης κύριας ταξιανθίας

Όταν η ταξιανθία ήταν πλήρως ανεπτυγμένη μετρήθηκε η απόσταση (cm) από το έδαφος έως το κατώτερο άνθος της κύριας ταξιανθίας κάθε φυτού.

4.6.2.2.4 Ύψος άνθησης ταξιανθίας πρώτης και δεύτερης τάξης

Όταν η ταξιανθία ήταν πλήρως ανεπτυγμένη μετρήθηκε η απόσταση από το έδαφος έως το κατώτερο άνθος των ταξιανθιών πρώτης, δεύτερης και τρίτης τάξης κάθε φυτού.

4.6.2.2.5 Μήκος πλάγιων βλαστών που φέρουν ταξιανθία

Όταν η ταξιανθία ήταν πλήρως ανεπτυγμένη μετρήθηκε το μήκος του βλαστού ως η απόσταση από το σημείο έκφυσής του έως το κατώτερο άνθος του.

4.6.2.2.6 Αριθμός φύλλων πλάγιων βλαστών που φέρουν ταξιανθία

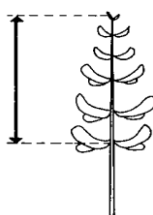
Όταν η ταξιανθία ήταν πλήρως ανεπτυγμένη μετρήθηκε ο αριθμός των φύλλων του εκάστοτε βλαστού.

4.6.2.2.7 Αριθμός ανθέων ταξιανθίας πρώτης τάξης

Όταν η ταξιανθία πρώτης τάξης ήταν πλήρως ανεπτυγμένη μετρήθηκε ο αριθμός ανθέων σε αυτή.

4.6.2.2.8 Μήκος κύριας ταξιανθίας

Όταν η ταξιανθία ήταν πλήρως ανεπτυγμένη μετρήθηκε σε cm η απόσταση από το χαμηλότερο άνθος έως την άκρη της ταξιανθίας (Εικόνα 12).



Εικόνα 12: Μήκος κύριας ταξιανθίας. Πηγή IBPGR 2016.

4.6.2.2.9 Μήκος άνθους

Μετρήθηκε σε πλήρως ανοιχτά άνθη και ορίστηκε ως η απόσταση από τη βάση των σεπάλων έως την άκρη του πετάσου (cm).

4.6.2.2.10 Ύψος έως τον κατώτερο λοβό

Ορίστηκε ως η απόσταση της έκφυσης του πρώτου ώριμου λοβού από το έδαφος. Όταν τα φυτά βρίσκονταν στο στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης, μετρήθηκε το ύψος του κύριου βλαστού ως τον κατώτερο λοβό.

4.6.2.2.11 Αριθμός λοβών κύριου βλαστού

Μετά τη συγκομιδή των φυτών καταγράφηκε ο αριθμός των λοβών που έφερε κάθε φυτό και προέρχονταν από την κύρια ταξιανθία.

4.6.2.2.12 Αριθμός λοβών βλαστών πρώτης, δεύτερης, τρίτης τάξης

Μετά τη συγκομιδή των φυτών καταγράφηκε ο αριθμός των λοβών που έφερε κάθε φυτό και προέρχονταν από ταξιανθίες πρώτης, δεύτερης ή τρίτης τάξης τάξης.

4.6.2.2.13 Συνολικός αριθμός λοβών ανά φυτό

Μετά τη συγκομιδή των φυτών καταγράφηκε ο αριθμός των λοβών που έφερε κάθε φυτό.

4.6.2.2.14 Μήκος λοβού

Μετά τη συγκομιδή των φυτών μετρήθηκε το μήκος των ώριμων λοβών σε cm. Η μέτρηση γίνονταν σε λοβό της κύριας ταξιανθίας.

4.6.2.2.15 Πλάτος λοβού

Μετά τη συγκομιδή των φυτών μετρήθηκε το πλάτος των ώριμων λοβών σε cm. Η μέτρηση γίνονταν σε λοβό της κύριας ταξιανθίας.

4.6.3 Χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τις αποδόσεις

4.6.3.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τις αποδόσεις

4.6.3.1.1 Ευαισθησία στο πλάγιασμα

Όταν τα φυτά βρίσκονταν στο στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης εκτιμήθηκε η ευαισθησία τους στο πλάγιασμα με βάση τις τιμές που είχαν αρχικά οριστεί και ήταν: μηδενική (όρθιο φυτό), μέτρια, υψηλή.

4.6.3.2 Ποσοτικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τις αποδόσεις

4.6.3.2.1 Υπέργειο βάρος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή

Όλα τα φυτά κόπηκαν στο λαιμό πριν τη ζύγισή τους και μετρήθηκε το βάρος σε gr του υπέργειου μέρους του φυτού.

4.6.3.2.2 Υπέργειο βάρος φυτού χωρίς λοβούς αμέσως μετά τη συγκομιδή

Όλα τα φυτά κόπηκαν στο λαιμό πριν τη ζύγισή, αφαιρέθηκαν οι λοβοί τους και μετρήθηκε το βάρος σε gr του υπέργειου μέρους του φυτού άνευ λοβών.

4.6.3.2.3 Ξηρό βάρος υπέργειου μέρους φυτού χωρίς λοβούς

Μετρήθηκε το ξηρό βάρος (gr) των βλαστών κάθε φυτού έπειτα από παραμονή των φυτών για 48 ώρες σε εργαστηριακό φούρνο και σε θερμοκρασία 80°C.

4.6.3.2.4 Βάρος ρίζας

Αμέσως μετά τη συγκομιδή κόπηκαν τα φυτά στο λαιμό και ζυγίστηκε η ρίζα (gr).

4.6.3.2.5 Ξηρό βάρος ρίζας

Μετρήθηκε το βάρος της ρίζας (gr) κάθε φυτού μετά από παραμονή της για 48 ώρες σε εργαστηριακό φούρνο και σε θερμοκρασία 80°C.

4.6.3.2.6 Αριθμός σπόρων κύριου βλαστού

Μετά τη συγκομιδή των φυτών καταγράφηκε ο αριθμός των σπόρων που έφερε κάθε φυτό και προέρχονταν από λοβούς της κύριας ταξιανθίας.

4.6.3.2.7 Αριθμός σπόρων πρώτης, δεύτερης, τρίτης τάξης

Μετά τη συγκομιδή των φυτών καταγράφηκε ο αριθμός των σπόρων που έφερε κάθε φυτό και προέρχονταν από λοβούς ταξιανθιών πρώτης, δεύτερης ή τρίτης τάξης.

4.6.3.2.8 Αριθμός σπόρων ανά λοβό

Μετά τη συγκομιδή των φυτών μετρήθηκε ο αριθμός σπόρων ανά λοβό. Η μέτρηση γίνονταν ενδεικτικά σε έναν λοβό της κύριας ταξιανθίας κάθε φυτού.

4.6.3.2.9 Αριθμός σπόρων ανά φυτό

Μετά τη συγκομιδή των φυτών υπολογίστηκε ο αριθμός των σπόρων που έφερε κάθε φυτό.

4.6.3.2.10 Βάρος 100 σπόρων

Μετρήθηκε σε ζυγαριά το βάρος (gr) του συνολικού αριθμού σπόρων για το κάθε φυτό και υπολογίστηκε αναλογικά το βάρος 100 σπόρων για το κάθε φυτό.

4.6.3.2.11 Δείκτης συγκομιδής

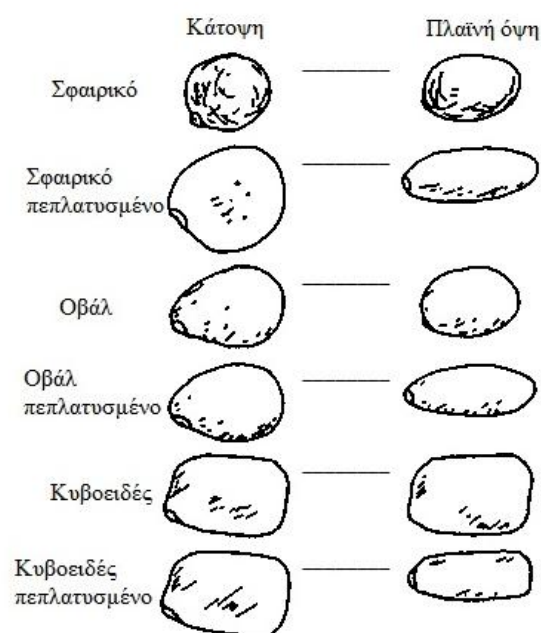
Ο δείκτης συγκομιδής υπολογίστηκε ως ποσοστό επί τοις εκατό (%) και αναφέρεται στο λόγο της απόδοσης σε σπόρο προς το υπέργειο βάρος του φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή.

4.6.4 Χαρακτηριστικά του σπόρου

4.6.4.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του σπόρου

4.6.4.1.1 Σχήμα σπόρου

Το σχήμα του σπόρου εκτιμήθηκε με βάση τις αρχικά ορισμένες πιθανές τιμές όπως φαίνεται στην Εικόνα 13: σφαιρικό, σφαιρικό-πεπλατυσμένο, οβάλ, πεπλατυσμένο οβάλ, κυβοειδές, πεπλατυσμένο κυβοειδές, νεφροειδές.



Εικόνα 13: Σχήμα σπόρου. . Πηγή IBPGR 2016.

4.6.4.1.2 Στιλπνότητα σπόρου

Η στιλπνότητα του σπόρου εκτιμήθηκε με βάση τις αρχικά ορισμένες πιθανές τιμές: θαμπός, λαμπερός.

4.6.4.1.3 Χρώμα περιβλήματος σπόρου

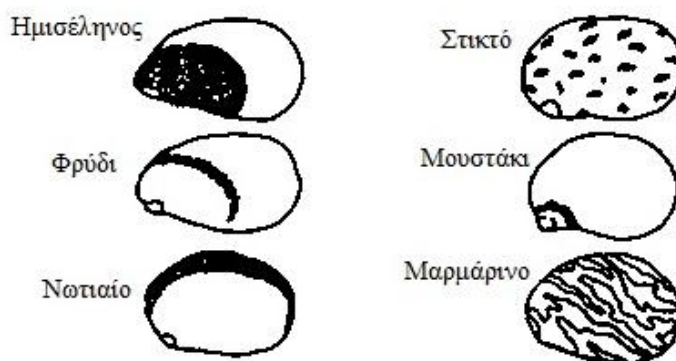
Οι πιθανές τιμές που είχαν αρχικά οριστεί για το χρώμα του περιβλήματος του σπόρου ήταν: λευκό, κίτρινο, πορτοκαλί, ροζ, κόκκινο, πράσινο, μπλε, βιολετί, καφέ, κρεμ.

4.6.4.1.4 Ένταση χρώματος περιβλήματος σπόρου

Οι πιθανές τιμές που είχαν αρχικά οριστεί ήταν: ανοιχτό, μεσαίο, σκούρο.

4.6.4.1.5 Μοτίβο περιβλήματος σπόρου

Οι πιθανές τιμές που είχαν αρχικά οριστεί για το μοτίβο του περιβλήματος του σπόρου ήταν: Ημισέληνος, φρύδι, νωτιαίο, στικτό, μουστάκι, μαρμάρινο, μαρμάρινο με ημισέληνο, μαρμάρινο με φρύδι, μουστάκι με γραμμή δίπλα στο hilum, απών (Εικόνα 14).



Εικόνα 14: Μοτίβο περιβλήματος σπόρου. Πηγή IBPGR 2016.

4.6.4.1.6 Χρώμα μοτίβου περιβλήματος σπόρου

Οι πιθανές τιμές που είχαν αρχικά οριστεί για το χρώμα του περιβλήματος του σπόρου ήταν: απών, λευκό, κίτρινο, πορτοκαλί, ροζ, κόκκινο, πράσινο, μπλε, βιολετί, καφέ.

4.6.4.1.7 Ένταση χρώματος μοτίβου περιβλήματος σπόρου

Οι πιθανές τιμές που είχαν αρχικά οριστεί ήταν: ανοιχτό, μεσαίο, σκούρο.

4.6.4.2 Ποσοτικά χαρακτηριστικά του σπόρου

4.6.4.2.1 Μήκος σπόρου

Μετρήθηκε το μήκος του σπόρου των αρχικών σπόρων που τοποθετήθηκαν στα τρυβλία Petri σε mm με τη βοήθεια χάρακα.

4.6.4.2.2 Πλάτος σπόρου

Μετρήθηκε το πλάτος του σπόρου των αρχικών σπόρων που τοποθετήθηκαν στα τρυβλία Petri σε mm με τη βοήθεια χάρακα.

4.6.5 Αναλύσεις φωσφόρου και πρωτεΐνης στο σπόρο

Χρησιμοποιήθηκαν πενήντα σπόροι από κάθε καταχώρηση. Κάθε δείγμα αλέστηκε με μύλο καφέ (Bosch MKM6000 Type: KM13) και δημιουργήθηκαν τρεις επαναλήψεις. Ζυγίστηκαν 0.50 g από το κάθε δείγμα και υπεβλήθησαν σε διαδικασία dry ashing, σε φούρνο πυραντηρίου στους 550°C για χρονικό διάστημα οχτώ ωρών. Τα δείγματα χρησιμοποιήθηκαν για να γίνει εκχύλιση P με HCl κανονικότητας 1 N. Για την εκτίμηση της περιεκτικότητας του σπόρου σε N χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Kjeldhal-N (Kjeltec™ 8400 Analyzer unit, FOSS) σε δείγματα αλεσμένου ξηρού σπόρου. Το ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο υπολογίστηκε πολλαπλασιάζοντας την περιεκτικότητα αζώτου με τον αριθμό 6,25 (Ζέρβας 2005). Η περιεκτικότητα φωσφόρου στο σπόρο εκτιμήθηκε με τη μέθοδο Murphy-Riley (Murphy και Riley 1962) και φασματοφωτόμετρο (anthos Zenyth 200rt, Biochrom, USA) σε μήκος κύματος 880nm.

4.6.6 Καταγραφή φυτοπαθολογικών και ζωικών προσβολών

Δύο φορές την εβδομάδα και καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος τα φυτά ελέγχονταν για πιθανές προσβολές από φυτοπαθογόνους μικροοργανισμούς, έντομα ή άλλα ζώα.

4.6.7 Καταγραφή επικονιαστών

Κατά την περίοδο της άνθησης καταγράφηκαν οι επικονιαστές της καλλιέργειας. Η παρατήρηση γινόταν μία φορά την ημέρα κατά τη περίοδο της άνθησης μεταξύ 8 π.μ. και 11 π.μ. Οι ώρες προσδιορίστηκαν αφού καταγράφηκε η μεγαλύτερη κινητικότητα των επικονιαστών εντός της ημέρας. Γινόταν καταγραφή των επικονιαστών έπειτα από παρατήρηση 4 min στο κάθε πειραματικό τεμάχιο.

4.6.8 Ανάλυση δεδομένων

4.6.8.1 Ανάλυση ποιοτικών χαρακτηριστικών

Η σχετική συχνότητα (ποσοστό%) των τιμών των 36 ποιοτικών χαρακτηριστικών που εξετάστηκαν υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας το υπολογιστικό εργαλείο Microsoft Excel 2007.

4.6.8.2 Ανάλυση ποσοτικών χαρακτηριστικών

4.6.8.2.1 Ανάλυση Διασποράς

Για τα 38 ποσοτικά χαρακτηριστικά πραγματοποιήθηκε Ανάλυση Διασποράς (Analysis of Variance, ANOVA) ως προς τον παράγοντα ποικιλία. Ο έλεγχος των υποθέσεων έγινε για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Η σύγκριση των εξεταζόμενων καταχωρήσεων έγινε τόσο με τη μέθοδο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD), όσο και με τη μέθοδο Tukey. Και οι δύο μέθοδοι επιβεβαίωσαν τις διαφορές μεταξύ των καταχωρήσεων. Επιπλέον, (για όλα τα ποσοτικά χαρακτηριστικά) έγινε ο μη παραμετρικός έλεγχος Kruskal-Wallis.

4.6.8.2.2 Δικτυωτή ανάλυση στο χώρο

Πραγματοποιήθηκε σύγκριση του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (Mean Square Error) έτσι ώστε να επιλεγεί το κατάλληλο εργαλείο για τη σύγκριση μεταξύ των περιοχών. Ο έλεγχος της ετερογένειας του πειραματικού σφάλματος έγινε με το κριτήριο F_{max} και διαπιστώθηκε ότι για κάθε ένα από τα χαρακτηριστικά υπάρχει στατιστικά σημαντική ετερογένεια στο πειραματικό σφάλμα μεταξύ των δύο περιοχών. Γι' αυτό το λόγο και επιπλέον, επειδή μεταξύ των δύο πειραματικών αγρών υπάρχει διαφορετικό πλήθος παρατηρήσεων, για να γίνει συνδυασμένη – δικτυωτή ανάλυση ως προς την τοποθεσία (Combined Analysis over location) επιλέχτηκε να γίνει Mixed Model Analysis ορίζοντας τις επιδράσεις των επαναλήψεων (blocks) τυχαίες (random effects). Ειδικότερα προσαρμόστηκε το μοντέλο:

$$y_{ijk} = \mu + b_{jk} + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk},$$

όπου y_{ijk} ($i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \cdot j = 1, 2 \cdot k = 1, 2, 3$) είναι το χαρακτηριστικό της καταχώρησης i , στην τοποθεσία j , στην επανάληψη (block) k , μ είναι ο γενικός μέσος, b_{jk} η επίδραση του block k στην τοποθεσία j , α_i η κύρια επίδραση της καταχώρησης i , β_j είναι η κύρια επίδραση της τοποθεσίας j , $(\alpha\beta)_{ij}$ είναι η επίδραση της αλληλεπίδρασης της καταχώρησης i με την τοποθεσία j και e_{ijk} είναι το υπολειπόμενο σφάλμα που σχετίζεται με τις παρατηρήσεις y_{ijk} . Το μοντέλο περιγράφεται αναλυτικά από τους Xiyuan κ.ά. (2013).

Για την εκτίμηση των variance components (συνιστώσες διακύμανσης), χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος REML (Restricted Maximum Likelihood/Μέθοδος

Μεγίστης Πιθανοφάνειας). Μελετήθηκαν χαρακτηριστικά για τα οποία ήταν δυνατό να εφαρμοστεί η μέθοδος και επιλέχθηκαν εκείνα που θεωρήθηκαν πιο σημαντικά για το σκοπό της παρούσας μελέτης.

4.6.8.3 Ανάλυση συσχετίσεων

Η συσχέτιση μεταξύ των χαρακτηριστικών που μελετήθηκαν εκτιμήθηκε μέσω των τιμών του συντελεστή Pearson για κάθε ζεύγος μεταβλητών.

4.6.8.4 Ανάλυση κύριων συνιστωσών

Η Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών έγινε με στόχο τον περιορισμό του αρχικά μεγάλου αριθμού μετρήσεων της παρούσας μελέτης, στον αριθμό των κύριων συνιστωσών που ερμηνεύουν το μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής παραλλακτικότητας που παρατηρείται.

4.6.8.5 Ανάλυση συστάδων

Για την ομαδοποίηση των εξεταζόμενων καταχωρήσεων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Ward.

4.6.8.6 Στατιστικά εργαλεία

Όλες οι αναλύσεις εκτός από την Ανάλυση Μικτού Προτύπου (Mixed Model Analysis) με χρήση της μεθόδου της Μέγιστης Πιθανοφάνειας (Restricted Maximum Likelihood, REML) πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο JMP-8 (SAS Institute Inc. 2008). Οι μέσοι διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05. Η Mixed Model Analysis με τη μέθοδο REML πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο SAS Edition 9.1.3.*

*Συγκεκριμένα στο SAS ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία:

```
Proc Mixed Data=Grap.Myrto Method=reml;  
class Accession Location Block;  
Model Protein= Location Accession Location*Accession/ddfm=satterthwaite;  
Random Block(Location);  
Repeated / group=Location;  
LSMeans Location Accession Location*Accession;  
Run
```

5 Αποτελέσματα

5.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζεται η σχετική συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του αντίστοιχου κάθε φορά ποιοτικού χαρακτηριστικού των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.

5.1.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά βλαστικής ανάπτυξης

5.1.1.1 Χαρακτηριστικά φυταρίων

Στον Πίνακα 7 παρουσιάζονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά βλαστικής ανάπτυξης χρώμα κοτυληδόνων φυταρίου, ένταση χρώματος κοτυληδόνων φυταρίου, χρώμα υπολοτυλίου φυταρίου, ένταση χρώματος υποκοτυλίου φυταρίου, μεταχρωματισμός υποκοτυλίου φυταρίου, ένταση μεταχρωματισμού υποκοτυλίου φυταρίου.

Πίνακας 7: Χαρακτηριστικά των φυταρίων (χρώμα και ένταση χρώματος κοτυληδόνας, υποκοτυλίου και μεταχρωματισμού υποκοτυλίου) των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.

Φυτικό υλικό	Χαρακτηριστικά φυταρίων					
	Χρώμα κοτυληδόνας	Ένταση χρώματος κοτυληδόνας	Χρώμα υποκοτυλίου	Ένταση χρώματος υποκοτυλίου	Υπαρξη κόκκινου μεταχρωματισμού υποκοτυλίου	Ένταση κόκκινου μεταχρωματισμού υποκοτυλίου
Multitalia	Πράσινο	Σκούρο	Πράσινο	Μεσαίο	Όχι	
LIB223	Πράσινο	Σκούρο	Πράσινο	Μεσαίο	Ναι	Ανοιχτό
LIB219	Πράσινο	Μεσαίο	Πράσινο	Μεσαίο	Ναι	Ανοιχτό
LIB220	Πράσινο	Μεσαίο	Πράσινο	Μεσαίο	Όχι	
LIB221	Πράσινο	Μεσαίο	Πράσινο	Μεσαίο	Ναι	Ανοιχτό
LIB222	Πράσινο	Μεσαίο	Πράσινο	Μεσαίο	Ναι	Ανοιχτό
LIB209	Πράσινο	Σκούρο	Πράσινο	Μεσαίο	Ναι	Ανοιχτό
LIB212	Πράσινο	Σκούρο	Πράσινο	Μεσαίο	Ναι	Ανοιχτό
Polo	Πράσινο	Μεσαίο	Πράσινο	Μεσαίο	Όχι	
LIB214	Πράσινο	Σκούρο	Πράσινο	Μεσαίο	Ναι	Ανοιχτό

5.1.1.2 Τύπος φυτού

Όλες οι καταχωρήσεις που εξετάστηκαν ανήκουν στην κατηγορία Πόα, καθώς καμία δε παρουσίασε ξυλώδη μέρη.

5.1.1.3 Τρόπος ανάπτυξης

Το σύνολο των εξεταζόμενων πληθυσμών, βελτιωμένων σειρών και ποικιλιών στον αγρό της Καλαμάτας εμφάνισε σε ιδιαίτερα υψηλό ποσοστό, όρθια ανάπτυξη (Πίνακας 8). Σημαντική εξαίρεση αποτελεί η βελτιωμένη σειρά LIB221, τα άτομα της οποίας εμφάνισαν μεγαλύτερο ποσοστό ημιέρπουσας ανάπτυξης (78,4%). Όσον αφορά στον αγρό της Αθήνας οι καταχωρήσεις LIB223, LIB220 και LIB214 εμφάνισαν όρθια ανάπτυξη σε ποσοστό μικρότερο του 50%. Η συχνότητα των τιμών του τρόπου ανάπτυξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων και στους δύο αγρούς φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα.

Πίνακας 8: Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του τρόπου ανάπτυξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.

Φυτικό υλικό	Τρόπος ανάπτυξης					
	Αγρός Α			Αγρός Β		
	Όρθια	Ημι-έρπουσα	Έρπουσα	Όρθια	Ημι-έρπουσα	Έρπουσα
Multitalia	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB223	56,70	38,30	5,00	49,16	38,98	11,86
LIB219	75,00	18,30	6,70	51,03	34,69	14,28
LIB220	55,00	31,70	13,30	47,43	30,54	22,03
LIB221	13,30	78,40	8,30	-	-	-
LIB222	91,70	3,30	5,00	81,49	14,81	3,70
LIB209	83,30	15,00	1,70	65,00	26,70	8,30
LIB212	81,70	13,30	5,00	50,01	32,69	17,30
Polo	100,00	0,00	0,00	75,01	19,64	5,35
LIB214	63,30	30,00	6,70	47,07	31,37	21,56

5.1.1.4 Τύπος στελέχους

Ο τύπος στελέχους του βλαστού των εξεταζόμενων καταχωρήσεων εμφανίζεται να είναι σε ιδιαίτερα υψηλό ποσοστό μη προεξέχων (Πίνακας 9). Ωστόσο, στον αγρό της Καλαμάτας και στις καταχωρήσεις LIB220 και LIB212 παρουσιάστηκαν προεξέχοντα στελέχη σε ποσοστό 78,3% και 47,4% αντίστοιχα. Στον αγρό της Αθήνας οι καταχωρήσεις που παρουσιάζουν σε αυξημένο ποσοστό (>50%) προεξέχοντα στελέχη είναι οι LIB219, LIB220, LIB222, LIB212, LIB214.

Πίνακας 9: Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του τύπου στελέχους των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.

Φυτικό υλικό	Τύπος στελέχους			
	Αγρός Α		Αγρός Β	
	Μη προεξέχων	Προεξέχων	Μη προεξέχων	Προεξέχων
Multitalia	100,00	0,00	92,86	7,14
LIB223	100,00	0,00	82,46	17,54
LIB219	100,00	0,00	41,67	58,33
LIB220	21,70	78,30	23,92	76,08
LIB221	100,00	0,00	-	-
LIB222	100,00	0,00	49,02	50,98
LIB209	100,00	0,00	44,82	55,18
LIB212	52,60	47,40	29,79	70,21
Polo	100,00	0,00	70,27	29,73
LIB214	100,00	0,00	38,78	61,22

5.1.1.5 Χνοώδες του βλαστού

Σχετικά με το χνοώδες του βλαστού, όλες οι καταχωρήσεις και στους δύο αγρούς παρουσίασαν απουσία χνοώδους στο βλαστό εκτός από τις περιπτώσεις των καταχωρήσεων 'Multitalia' και 'Polo' (Πίνακας 10).

Πίνακας 10: Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του χνοώδους του βλαστού των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.

Φυτικό υλικό	Χνοώδες του βλαστού	
	Απουσία	Παρουσία
Multitalia	0,00	100,00
LIB223	100,00	0,00
LIB219	100,00	0,00
LIB220	100,00	0,00
LIB221	100,00	0,00
LIB222	100,00	0,00
LIB209	100,00	0,00
LIB212	100,00	0,00
Polo	0,00	100,00
LIB214	100,00	0,00

5.1.1.6 Χρώμα βλαστού

Το χρώμα του βλαστού (Πίνακας 11) χαρακτηρίστηκε ως ανοιχτό πράσινο για τις καταχωρήσεις ‘Multitalia’, LIB223, LIB219, LIB220, LIB221 και ‘Polo’. Οι πορτογαλικοί πληθυσμοί LIB209, LIB212 και Potosia isa εμφάνισαν βλαστούς με ανοιχτής, μεσαίας ή σκούρας έντασης πράσινου, κόκκινου ή πράσινου και κόκκινου χρώματος (Παράρτημα I/Εικόνα 74). Η βελτιωμένη σειρά LIB222 εμφάνισε μικρό ποσοστό πράσινου και κόκκινου βλαστού, ενώ κατά κύριο λόγο εμφάνισε ανοιχτούς πράσινους βλαστούς. Η συγκεκριμένα καταχώρηση στον αγρό της Αθήνας εμφάνισε επιπλέον μικρό ποσοστό πράσινων και γκρι βλαστών.

Πίνακας 11: Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του χρώματος του βλαστού των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.

Φυτικό υλικό	Χρώμα βλαστού						
	Αγρός Α			Αγρός Β			
	Πράσινο	Κόκκινο	Πράσινο και κόκκινο	Πράσινο	Κόκκινο	Πράσινο και κόκκινο	Πράσινο και γκρι
Multitalia	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
LIB223	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
LIB219	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
LIB220	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
LIB221	100,00	0,00	0,00	-	-	-	-
LIB222	91,00	0,00	9,00	63,15	24,56	7,03	5,26
LIB209	24,40	57,80	17,80	39,65	56,89	3,46	0,00
LIB212	57,90	14,00	28,10	85,18	12,96	1,86	0,00
Polo	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
LIB214	77,20	5,30	17,50	88,80	7,40	3,80	0,00

5.1.1.7 Ένταση χρώματος βλαστού

Πίνακας 12: Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών της έντασης του χρώματος του βλαστού των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.

Φυτικό υλικό	Ένταση χρώματος βλαστού					
	Αγρός Α			Αγρός Β		
	Ανοιχτό	Μεσαίο	Σκούρο	Ανοιχτό	Μεσαίο	Σκούρο
Multitalia	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB223	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB219	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB220	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB221	100,00	0,00	0,00	-	-	-
LIB222	78,60	19,60	1,80	71,42	28,58	0,00
LIB209	33,30	13,40	53,30	13,74	22,47	63,79
LIB212	65,90	24,30	9,80	87,03	1,86	11,11
Polo	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB214	96,50	3,50	0,00	92,59	5,56	1,85

5.1.1.8 Επικάλυψη κηρού στο βλαστό

Σχετικά με την επικάλυψη κηρού στο βλαστό όλες οι καταχωρήσεις και στους δύο αγρούς εμφάνισαν παρουσία κηρού στο βλαστό εκτός από τις περιπτώσεις των καταχωρήσεων 'Multitalia' και 'Polo'.

5.1.1.9 Διακλάδωση

Πίνακας 13: Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών της ύπαρξης διακλάδωσης στον βλαστό των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.

Φυτικό υλικό	Διακλάδωση			
	Αγρός Α		Αγρός Β	
	Απουσία	Παρουσία	Απουσία	Παρουσία
Multitalia	84,30	15,70	29,62	70,38
LIB223	43,75	56,25	36,84	63,16
LIB219	88,46	11,54	55,5	44,5
LIB220	58,82	41,18	59,1	40,9
LIB221	30,76	69,24	-	-
LIB222	39,13	60,87	58,53	41,47
LIB209	26,31	73,69	52,72	47,28
LIB212	36,95	63,05	73,3	26,7
Polo	38,80	61,20	69,23	30,77
LIB214	40,62	59,38	60	40

5.1.1.10 Σχήμα φυλλαρίου

Το σχήμα φυλλαρίου σε όλες τις καταχωρήσεις εμφανίζεται ελλειπτικό με εξαίρεση τον πληθυσμό LIB214 και την ποικιλία ‘Multitalia’ όπου εμφανίζεται να είναι πλατύτερο όσο απομακρυνόμαστε από το σημείο πρόσφυσής του με τα υπόλοιπα φυλλάρια.

5.1.1.11 Σχήμα κεντρικής απόληξης φυλλαρίου

Το σχήμα της κεντρικής απόληξης του φυλλαρίου στις καταχωρήσεις Multitalia, ‘Polo’, LIB214 είναι μη οξυκατάληκτο, ενώ στις υπόλοιπες καταχωρήσεις είναι οξυκατάληκτο.

5.1.1.12 Χνοώδες στην άνω επιφάνεια φύλλου

Σχετικά με την παρουσία ή απουσία τρίχας στις επιφάνειες των φύλλων, δε παρατηρήθηκε παρουσία τρίχας στην άνω επιφάνεια των φύλλων

5.1.1.13 Χνοώδες στην κάτω επιφάνεια φύλλου

Παρατηρήθηκε παρουσία τρίχας στην κάτω επιφάνεια των φύλλων των ποικιλιών ‘Multitalia’ και ‘Polo’.

5.1.1.14 Χρώμα φύλλου

Το χρώμα του φύλλου ήταν πράσινο σε όλες τις καταχωρήσεις των δύο πειραματικών αγρών (Παράρτημα I/Εικόνες 36-44). Ωστόσο η ένταση του χρώματος του φύλλου διέφερε μεταξύ των καταχωρήσεων.

5.1.1.15 Ένταση χρώματος φύλλου

Πίνακας 14: Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών της έντασης του χρώματος του φύλλου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.

Φυτικό υλικό	Ένταση χρώματος φύλλου					
	Αγρός Α			Αγρός Β		
	Ανοιχτό	Μεσαίο	Σκούρο	Ανοιχτό	Μεσαίο	Σκούρο
Multitalia	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
LIB223	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB219	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB220	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB221	100,00	0,00	0,00	-	-	-
LIB222	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB209	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
LIB212	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Polo	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB214	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00

5.1.1.16 Χρώμα παραφύλλων

Πίνακας 15: Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του χρώματος των παραφύλλων του φύλλου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.

Φυτικό υλικό	Χρώμα παραφύλλων					
	Αγρός Α			Αγρός Β		
	Πράσινο	Κίτρινο	Πράσινο και κόκκινο	Πράσινο	Κίτρινο	Πράσινο και κόκκινο
Multitalia	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
LIB223	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
LIB219	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
LIB220	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
LIB221	0,00	100,00	0,00	-	-	-
LIB222	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
LIB209	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
LIB212	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Polo	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB214	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00

5.1.1.17 Ένταση χρώματος παραφύλλων

Πίνακας 16: Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών της έντασης του χρώματος των παραφύλλων του φύλλου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.

Φυτικό υλικό	Ένταση χρώματος παραφύλλων					
	Αγρός Α			Αγρός Β		
	Ανοιχτό	Μεσαίο	Σκούρο	Ανοιχτό	Μεσαίο	Σκούρο
Multitalia	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
LIB223	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
LIB219	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
LIB220	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
LIB221	100,00	0,00	0,00	-	-	-
LIB222	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB209	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
LIB212	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Polo	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB214	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00

5.1.1.18 Χρώμα μίσχου φύλλου

Όσον αφορά στον αγρό της Καλαμάτας και το χρώμα του μίσχου του φύλλου οι καταχωρήσεις LIB223, LIB219, LIB220, LIB221 και 'Polo' εμφάνισαν ολοκληρωτικά πράσινο χρώμα μίσχου φύλλου. Οι καταχωρήσεις που εμφάνισαν ολοκληρωτικά πράσινο χρώμα μίσχου φύλλου στο αγρό της Αθήνας είναι οι LIB223, LIB219, LIB220, LIB222, 'Polo' και LIB214. Τα ποσοστά εμφάνισης των χρωμάτων μίσχου φύλλου και για τις υπόλοιπες καταχωρήσεις παρουσιάζονται στον Πίνακα 17.

Πίνακας 17: Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του χρώματος του μίσχου του φύλλου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.

Φυτικό υλικό	Χρώμα Μίσχου Φύλλου					
	Αγρός Α			Αγρός Β		
	Πράσινο	Κόκκινο	Πράσινο και Κόκκινο	Πράσινο	Κόκκινο	Πράσινο και Κόκκινο
Multitalia	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
LIB223	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB219	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB220	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB221	100,00	0,00	0,00	-	-	-
LIB222	90,90	9,10	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB209	26,30	73,70	0,00	0,00	66,60	33,40
LIB212	60,00	13,30	26,70	83,63	16,37	0,00
Polo	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB214	53,60	10,70	35,70	100,00	0,00	0,00

5.1.1.19 Ένταση χρώματος μίσχου φύλλου

Πίνακας 18: Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών της έντασης του χρώματος του μίσχου του φύλλου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.

Φυτικό υλικό	Ένταση χρώματος Μίσχου					
	Αγρός Α			Αγρός Β		
	Ανοιχτό	Μεσαίο	Σκούρο	Ανοιχτό	Μεσαίο	Σκούρο
Multitalia	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB223	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
LIB219	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB220	98,30	1,70	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB221	100,00	0,00	0,00	-	-	-
LIB222	71,40	28,60	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB209	24,40	0,00	75,60	0,00	100,00	0,00
LIB212	86,70	1,70	11,60	94,54	5,46	0,00
Polo	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB214	5,00	95,00	0,00	0,00	100,00	0,00

5.1.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά αναπαραγωγικής ανάπτυξης

5.1.2.1 Χρώμα άνθους

Αναλυτική περιγραφή του χρώματος τους άνθους των εξεταζομένων καταχωρήσεων εμφανίζεται στο Παράρτημα I/8.3.

Πίνακας 19: Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του χρώματος του άνθους των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.

Φυτικό υλικό	Χρώμα άνθους														
	Αγρός Α							Αγρός Β							
	Τύπος 1	Τύπος 2	Τύπος 3	Τύπος 4	Τύπος 5	Τύπος 1 ξεθωριασμένο	Τύπος 3 μωβ	Τύπος 1	Τύπος 2	Τύπος 3	Τύπος 4	Τύπος 5	Τύπος 1 ξεθωριασμένο	Τύπος 3 μωβ	
Multitalia	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB223	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
LIB219	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	
LIB220	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
LIB221	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	
LIB222	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	
LIB209	24,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,60	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70	0,00	98,30	
LIB212	15,80	0,00	0,00	0,00	8,30	32,20	43,70	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	50,00	46,70	
Polo	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
LIB214	26,20	0,00	0,00	0,00	0,00	57,10	16,70	19,50	0,00	0,00	0,00	0,00	80,50	0,00	

5.1.2.2 Χνοώδες ανώριμου λοβού

Το χνοώδες του ανώριμου λοβού (Πίνακας 20) και στους δύο αγρούς χαρακτηρίστηκε ως ελαφρύ για τις καταχωρήσεις LIB223, LIB219, LIB221, μέτριο στις περιπτώσεις των καταχωρήσεων ‘Multitalia’, LIB220, ‘Polo’, LIB214 και πολύ για την καταχώρηση LIB222. Οι πορτογαλικοί πληθυσμοί LIB212 και LIB209 παρουσίασαν ανομοιομορφία εντός του πληθυσμού τους σχετικά με το παρόν χαρακτηριστικό. Συγκεκριμένα στον αγρό της Καλαμάτας το 1,7% των φυτών LIB209 εμφάνισε ελαφρύ χνούδι στο λοβό, το 67,2% μέτριο και το 31,1% πολύ χνούδι στους ανώριμους λοβούς. Τα αντίστοιχα ποσοστά για τον αγρό της Αθήνας ήταν 68,3 μέτριο 31,7 πολύ. Αναφορικά με τα φυτά της καταχώρησης LIB212 στον αγρό της Καλαμάτας το 68,3% εμφάνισε ανώριμους λοβούς με μέτριο χνούδι, ενώ το 31,7% με πολύ χνούδι. Στον αγρό της Αθήνας τα αντίστοιχα ποσοστά για την LIB212 ήταν 10,9% μέτριο χνούδι ανώριμου λοβού και 89,1% πολύ.

Πίνακας 20: Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του χνοώδους του ανώριμου λοβού των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.

Φυτικό υλικό	Χνοώδες ανώριμου λοβού							
	Αγρός Α				Αγρός Β			
	Απόν	Λίγο	Μέτριο	Πολύ	Απόν	Λίγο	Μέτριο	Πολύ
Multitalia	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
LIB223	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB219	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
LIB220	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
LIB221	0,00	100,00	0,00	0,00	-	-	-	-
LIB222	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00
LIB209	0,00	1,70	67,20	31,10	0,00	0,00	68,30	31,70
LIB212	0,00	00,00	68,30	31,70	0,00	0,00	10,90	89,1
Polo	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
LIB214	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00

5.1.2.3 Χνοώδες ώριμου λοβού

Πίνακας 21: Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του χνοώδους του ώριμου λοβού των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.

Φυτικό υλικό	Χνοώδες ώριμου λοβού							
	Αγρός Α				Αγρός Β			
	Απόν	Λίγο	Μέτριο	Πολύ	Απόν	Λίγο	Μέτριο	Πολύ
Multitalia	0,00	52,30	45,50	2,20	0,00	82,90	17,10	0,00
LIB223	0,00	29,60	54,50	15,90	0,00	29,47	48,64	21,89
LIB219	0,00	7,70	73,10	19,20	0,00	35,55	42,23	22,22
LIB220	0,00	0,00	11,80	88,20	0,00	13,63	22,72	63,65
LIB221	0,00	41,70	45,80	12,50	-	-	-	-
LIB222	0,00	0,00	18,20	81,80	0,00	27,50	25,00	47,50
LIB209	0,00	15,80	39,50	44,70	0,00	9,09	40,10	50,81
LIB212	0,00	13,00	45,70	41,30	0,00	20,00	33,40	46,60
Polo	0,00	15,20	75,80	9,00	24,00	32,00	40,00	4,00
LIB214	0,00	18,80	62,50	18,70	0,00	17,80	51,10	31,10

5.1.2.4 Τίναγμα σπόρου

Πίνακας 22: Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του τινάγματος σπόρου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.

Φυτικό υλικό	Τίναγμα του σπόρου							
	Αγρός Α				Αγρός Β			
	Καθόλου	Ελαφρύ	Μεσαίο	Καθολικό	Καθόλου	Ελαφρύ	Μεσαίο	Καθολικό
Multitalia	98,00	2,00	0,00	0,00	74,14	18,51	5,50	1,85
LIB223	84,09	11,36	2,28	2,27	73,89	15,04	7,81	3,26
LIB219	92,30	3,86	0,00	3,84	91,10	4,44	2,26	2,20
LIB220	70,58	11,78	11,76	5,88	59,09	13,65	13,63	13,63
LIB221	65,38	23,07	3,86	7,69	-	-	-	-
LIB222	95,45	4,55	0,00	0,00	90,00	5,00	5,00	0,00
LIB209	84,21	10,52	2,64	2,63	67,28	16,36	7,27	9,09
LIB212	82,60	8,69	4,37	4,34	62,22	17,78	13,33	6,67
Polo	80,00	8,57	5,72	5,71	52,00	12,00	4,00	32,00
LIB214	56,25	31,25	3,13	9,37	77,77	15,57	6,66	0,00

5.1.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τις αποδόσεις

5.1.3.1 Ευαισθησία στο πλάγιασμα

Σχετικά με τον αγρό της Καλαμάτας η πλειονότητα (>50%) των φυτών των καταχωρίσεων ‘Multitalia’, LIB220, LIB222, ‘Polo’ χαρακτηρίστηκε από μηδενική ευαισθησία στο πλάγιασμα. Φυτά με υψηλή ευαισθησία στο πλάγιασμα σε ποσοστά μεγαλύτερα του 50% φάνηκε να έχουν οι καταχωρήσεις LIB221 και LIB214 (Πίνακας 23). Σχετικά με τον αγρό της Αθήνας η καταχώρηση LIB223 εμφάνισε υψηλό ποσοστό μέτριου πλαγιασματος (80%).

Πίνακας 23: Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών της ευαισθησίας στο πλάγιασμα των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.

Φυτικό υλικό	Ευαισθησία στο πλάγιασμα					
	Αγρός Α			Αγρός Β		
	Μηδενική	Μέτρια	Υψηλή	Μηδενική	Μέτρια	Υψηλή
Multitalia	96,70	1,70	1,60	40,00	55,00	5,00
LIB223	40,00	45,00	15,00	10,00	80,00	10,00
LIB219	35,80	32,10	32,10	30,00	45,00	25,00
LIB220	62,80	23,30	13,90	45,00	30,00	25,00
LIB221	2,10	31,20	66,70	-	-	-
LIB222	68,40	28,30	3,30	25,00	45,00	30,00
LIB209	42,90	39,30	17,80	70,00	20,00	10,00
LIB212	28,80	49,20	22,00	45,00	40,00	15,00
Polo	51,70	21,70	26,60	85,00	15,00	0,00
LIB214	14,00	29,90	56,10	35,00	30,00	35,00

5.1.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του σπόρου

5.1.4.1 Σχήμα σπόρου

Πίνακας 24: Κατηγορίες σχήματος σπόρου που εμφάνισαν οι εξεταζόμενες καταχωρήσεις και η σχετική συχνότητά τους.

Φυτικό υλικό	Σχήμα σπόρου						
	Σφαιρικό	Σφαιρικό-πεπλατυσμένο	Οβάλ	Πεπλατυσμένο-οβάλ	Κυβοειδές	Πεπλατυσμένο-κυβοειδές	Ψευροειδές
Multitalia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
LIB223	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LIB219	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LIB220	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
LIB221	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LIB222	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
LIB209	24,00	0,00	0,00	76,00	0,00	0,00	0,00
LIB212	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Polo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
LIB214	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

5.1.4.2 Στιλπνότητα σπόρου

Αναφορικά με την στιλπνότητά τους οι σπόροι των καταχωρίσεων εκτιμήθηκαν ως λαμπεροί με εξαίρεση τους σπόρους της ποικιλίας 'Polo' που εκτιμήθηκαν ως θαμποί.

5.1.4.3 Χρώμα περιβλήματος σπόρου και Ένταση χρώματος περιβλήματος σπόρου

Το χρώμα του περιβλήματος του σπόρου εμφανίζεται ανοιχτό πορτοκαλί για την ποικιλία 'Multitalia', λευκό για την ποικιλία LIB223 και ανοιχτό κρεμ για τις καταχωρήσεις LIB219, LIB220, LIB221, LIB222, LIB209, LIB212, LIB214, ενώ σκούρο κρεμ για την ποικιλία 'Polo' (Παράρτημα I/Εικόνες 26-35).

5.1.4.4 Μοτίβο περιβλήματος σπόρου

Πίνακας 25: Συχνότητα (ποσοστό %) των τιμών του μοτίβου του περιβλήματος του σπόρου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων.

Φυτικό υλικό	Μοτίβο περιβλήματος σπόρου									
	Ημισέληνος	φρύδι	νοτιαίο	στικτός	μουστάκι	μωσαϊκό	μαρμάρινο με ημισέληνο	μαρμάρινο με φρύδι	μουστάκι με γραμμή δίπλα στο hilum	Απόν
Multitalia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
LIB223	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
LIB219	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
LIB220	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
LIB221	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
LIB222	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LIB209	0,00	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,00	28,00	0,00	20,00
LIB212	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,00	0,00	0,00	84,00
Polo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
LIB214	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00

5.1.4.5 Χρώμα μοτίβου περιβλήματος σπόρου και Ένταση χρώματος μοτίβου περιβλήματος σπόρου

Το χρώμα του μοτίβου του περιβλήματος των σπόρων είναι μεσαίας έντασης καφέ για την ποικιλία 'Polo'. Το χρώμα του μοτίβου του περιβλήματος των σπόρων της καταχώρησης LIB222 είναι σκούρο καφέ. Οι σπόροι της ποικιλίας LIB209 χαρακτηρίζονται από 20% απουσία μοτίβου και 80% χρώμα μοτίβου σκούρο καφέ. Οι σπόροι της ποικιλίας LIB212 χαρακτηρίζονται από 84% απουσία μοτίβου και 16% χρώμα μοτίβου σκούρο καφέ. Οι καταχωρήσεις 'Multitalia', LIB223, LIB219, LIB220, LIB221, LIB214 δε παρουσιάζουν μοτίβο περιβλήματος σπόρου.

5.2 Ποσοτικά χαρακτηριστικά

5.2.1 Ανάλυση Διασποράς

Από την ανάλυση των δεδομένων για κάθε ένα από τα ποσοτικά χαρακτηριστικά δεν προκύπτει με σαφήνεια ότι ακολουθούν την κανονική κατανομή εντός του ίδιου πειραματικού αγρού (οι περισσότεροι έλεγχοι καλής προσαρμογής όπως ο Kolmogorov-Smirnov και ο Anderson-Darling, όμως όχι όλοι όπως ο Shapiro-Wilk, δείχνουν ότι τα δεδομένα ακολουθούν κανονική κατανομή). Επίσης, από τα αντίστοιχα διαγράμματα υπολοίπων δεν φαίνεται να υπάρχει πρόβλημα με την προϋπόθεση της ομοσκεδαστικότητας.

Έτσι, λαμβάνοντας υπόψη ότι η ANOVA είναι ανθεκτική σε μικρές παρεκκλίσεις από την υπόθεση της κανονικότητας (Zar 2010) εφαρμόστηκε για όλα τα χαρακτηριστικά ανάλυση ANOVA ως προς τον παράγοντα ποικιλία. Ο έλεγχος των υποθέσεων έγινε για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Τα P-values ως προς τον παράγοντα ποικιλία αντίστοιχα κατά περίπτωση εμφανίζονται στον Πίνακα 26. Επιπλέον, (για όλα τα ποσοτικά χαρακτηριστικά) έγινε ο μη παραμετρικός έλεγχος Kruskal-Wallis και έδωσε ανάλογα αποτελέσματα. Τα αντίστοιχα P-values φαίνονται επίσης στον Πίνακα 26. Αναφορικά με τον πειραματικό αγρό της Καλαμάτας και τα χαρακτηριστικά ύψος άνθησης ταξιανθίας δεύτερης τάξης, μήκος πλάγιων βλαστών δεύτερης τάξης, αριθμός σπόρων και λοβών ταξιανθιών τρίτης τάξης, αριθμός φύλλων βλαστών πρώτης και δεύτερης τάξης, αριθμός ανθέων ταξιανθίας πρώτης τάξης παρόλο που εμφανίζονται να παρουσιάζουν στατιστικά μη σημαντικές διαφορές ως προς τον παράγοντα ποικιλία μέσω της ανάλυσης διασποράς, ο μη παραμετρικός έλεγχος Kruskal-Wallis έδωσε σημαντικές διαφορές αν και είναι λιγότερο ευαίσθητος έλεγχος από την ANOVA. Τα εν λόγω χαρακτηριστικά αποκλίνουν κατά πολύ από τις προϋποθέσεις καλής εφαρμογής της ANOVA (κανονική κατανομή, ομοσκεδαστικότητα) με αποτέλεσμα να μη δύναται αυτή η ανάλυση να εφαρμοστεί και να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στη διαφορετική μεταχείριση που είχαν τα φυτάρια κατά τη μεταφύτευσή τους στον αγρό της Καλαμάτας, καθώς οι δύο πρώτες επαναλήψεις μεταφυτεύθηκαν μια εβδομάδα νωρίτερα από την τρίτη επανάληψη λόγω αδυναμίας μεταφοράς όλων των φυτών μαζί από την Αθήνα στην Καλαμάτα.

Στις περιπτώσεις στις οποίες το εκάστοτε χαρακτηριστικό διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των βελτιωμένων σειρών, πληθυσμών και ποικιλιών, η σύγκριση των εξεταζόμενων καταχωρήσεων έγινε τόσο με τη μέθοδο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD), όσο και με τη μέθοδο Tukey. Και οι δύο μέθοδοι επιβεβαίωσαν τις διαφορές μεταξύ των καταχωρήσεων.

Στην πλειονότητα των ελέγχων μεταξύ των επαναλήψεων οι διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές, γεγονός που επιβεβαιώνει τον καλό σχεδιασμό του πειράματος.

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι μέσοι όροι του κάθε χαρακτηριστικού για την εκάστοτε καταχώρηση, καθώς και η σύγκριση εντός του ίδιου πειραματικού αγρού. Καταχωρήσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για τον ίδιο πειραματικό αγρό. Όπου δεν εμφανίζονται γράμματα δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά.

Πίνακας 26: P-values ως προς τον παράγοντα ποικιλία αντίστοιχα για κάθε χαρακτηριστικό και κάθε αγρό που προέκυψαν από την ανάλυση ANOVA και Kruskal-Wallis test ως προς τον παράγοντα ποικιλία σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$.

P-values ως προς τις ποικιλίες				
Ποσοτικά χαρακτηριστικά	Πειραματικός αγρός Καλαμάτας (A)		Πειραματικός αγρός Αθήνας (B)	
	ANOVA	No parametric (Kruskal- Wallis)	ANOVA	No parametric (Kruskal- Wallis)
Πάχος βλαστού	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Ύψος της πρώτης διακλάδωσης	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Διάμετρος φύλλου	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Μήκος μίσχου	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Μήκος κύριας ταξιανθίας	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Μήκος άνθους	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Ύψος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Μήκος λοβού	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Πλάτος λοβού	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Σπόροι ανά λοβό	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Αριθμός λοβών στην κύρια ταξιανθία	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Ύψος έως τον κατώτερο λοβό	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Δείκτης συγκομιδής	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Βάρος 100 σπόρων	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Περιεκτικότητα φωσφόρου στο σπόρο	0,0002	0,0119	0,1144	0,0957
Ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο	< 0,0001	0,0297	< 0,0001	0,0056
Αριθμός λοβών ανά φυτό	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Αριθμός σπόρων ανά φυτό	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Υπέργαιο βάρος φυτού μετά τη συγκομιδή	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Υπέργαιο βάρος φυτού χωρίς λοβούς μετά τη συγκομιδή	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Ξηρό υπέργαιο βάρος φυτού χωρίς λοβούς	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Αριθμός λοβών βλαστών 1ης τάξης	< 0,0001	< 0,0001	0,0012	0,0002
Αριθμός λοβών βλαστών 2ης τάξης	0,0028	< 0,0001	0,0148	0,0094
Αριθμός λοβών βλαστών 3ης τάξης	0,1186	0,0438	0,5274	0,7609
Ξηρό βάρος ρίζας (gr)	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Νωπό βάρος ρίζας (gr)	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Αριθμός σπόρων στην κύρια ταξιανθία	0,0009	0,0004	< 0,0001	< 0,0001
Αριθμός σπόρων βλαστών 1ης τάξης	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Αριθμός σπόρων βλαστών 2ης τάξης	0,0015	< 0,0001	0,3427	0,1466
Αριθμός σπόρων βλαστών 3ης τάξης	0,1732	0,0440	-	-
Μήκος παράφυλλων (cm)	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Πλήθος πλάγιων βλαστών 1ης τάξης	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Πλήθος πλάγιων βλαστών 2ης τάξης	< 0,0001	< 0,0001	0,0145	0,1494
Πλήθος πλάγιων βλαστών 3ης τάξης	0,0420	0,0352	-	-
Ύψος άνθησης κύριας ταξιανθίας	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Ύψος άνθησης ταξιανθίας 1ης τάξης	0,0012	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Ύψος άνθησης ταξιανθίας 2ης τάξης	0,3201	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Μήκος πλάγιων βλαστών πρώτης τάξης	0,0093	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Μήκος πλάγιων βλαστών δεύτερης τάξης	0,1940	< 0,0001	< 0,0001	0,0280
Αριθμός φύλλων βλαστών πρώτης τάξης	0,1212	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Αριθμός φύλλων βλαστών δευτερης τάξης	0,2407	0,0074	0,0011	0,0007
Αριθμός ανθέων ταξιανθίας 1ης τάξης	0,4455	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Μήκος κοτυληδόνας φυταρίων (cm)	< 0,0001	0,4373	< 0,0001	0,4373
Μήκος υποκοτυλίου φυταρίων (cm)	< 0,0001	0,4373	< 0,0001	0,4373
Μήκος σπόρου (mm)	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Πλάτος σπόρου (mm)	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Χρόνος άνθησης (Ημέρες μετά τη σπορά)	< 0,0001	0,4373	< 0,0001	< 0,0001

5.2.1.1 Ποσοτικά χαρακτηριστικά βλαστικής ανάπτυξης

5.2.1.1.1 Μήκος κοτυληδόνας φυταρίου και Μήκος υποκοτυλίου φυταρίου

Πίνακας 27: Μήκος κοτυληδόνας και υποκοτυλίου των φυταρίων των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Μήκος κοτυληδόνας φυταρίων (cm)		Φυτικό υλικό	Μήκος υποκοτυλίου φυταρίων (cm)	
	CV (%) = 20,46			CV (%) = 29,65	
	Μέσος			Μέσος	
Multitalia	1,99	cd	Multitalia	1,66	e
LIB223	2,67	a	LIB223	4,83	ab
LIB219	2,06	cd	LIB219	4,95	ab
LIB220	2,29	b	LIB220	3,62	d
LIB221	0,25	f	LIB221	0,43	f
LIB222	1,95	d	LIB222	4,24	bcd
LIB209	1,90	d	LIB209	4,56	abc
LIB212	2,05	cd	LIB212	4,15	cd
Polo	1,37	e	Polo	3,79	d
LIB214	2,18	bc	LIB214	3,98	cd

5.2.1.1.2 Πάχος βλαστού

Πίνακας 28: Πάχος του βλαστού των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Πάχος βλαστού (cm)			
	Αγρός A CV (%) = 25,19		Αγρός B CV (%) = 31,13	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	0,6	bc	0,86	a
LIB223	0,78	a	0,64	b
LIB219	0,41	ef	0,56	b
LIB220	0,52	cd	0,57	b
LIB221	0,5	cde	-	-
LIB222	0,46	def	0,55	b
LIB209	0,64	b	0,57	b
LIB212	0,63	b	0,58	b
Polo	0,38	f	0,31	c
LIB214	0,61	bc	0,60	b

5.2.1.1.3 Ύψος φυτού μετά τη συγκομιδή

Πίνακας 29: Ύψος του φυτού των εξεταζόμενων καταχωρήσεων αμέσως μετά τη συγκομιδή. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Ύψος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή			
	Αγρός A CV (%) = 23,66		Αγρός B CV (%) = 27,38	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	36,28	b	54,88	a
LIB223	52,17	a	49,04	a
LIB219	24,5	e	35,66	b
LIB220	36,91	bc	38,62	b
LIB221	29,14	cde	-	-
LIB222	27,65	de	36,83	b
LIB209	35,44	bc	37,94	b
LIB212	33,53	bcd	38,92	b
Polo	27,33	de	26,07	c
LIB214	39,50	b	40,23	b

5.2.1.1.4 Ύψος της πρώτης διακλάδωσης

Πίνακας 30: Ύψος της πρώτης διακλάδωσης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Ύψος της πρώτης διακλάδωσης			
	Αγρός Α CV (%) = 30,65		Αγρός Β CV (%) = 56,45	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	24,22	a	19,10	a
LIB223	21,63	a	12,02	b
LIB219	14,69	bc	12,77	b
LIB220	14,55	bc	12,00	b
LIB221	8,21	ef	-	-
LIB222	5,94	f	11,62	b
LIB209	12,62	cd	11,20	b
LIB212	9,75	de	12,13	b
Polo	16,13	bc	17,59	ab
LIB214	13,21	bc	14,23	ab

5.2.1.1.5 Διάμετρος φύλλου

Πίνακας 31: Διάμετρος του φύλλου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Διάμετρος Φύλλου (cm)			
	Αγρός Α CV (%) = 18,31		Αγρός Β CV (%) = 16,97	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	6,26	b	8,72	a
LIB223	6,98	a	5,80	d
LIB219	4,46	f	5,67	d
LIB220	5,40	de	6,41	c
LIB221	5,38	cde	-	-
LIB222	4,25	f	4,93	e
LIB209	5,50	cd	5,95	cd
LIB212	6,06	bcd	7,19	b
Polo	4,78	ef	4,03	f
LIB214	6,16	bc	6,10	cd

5.2.1.1.6 Μήκος παράφυλλων

Πίνακας 32: Μήκος των παραφύλλων του φύλλου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Μήκος παράφυλλων (cm)			
	Αγρός A CV (%) = 752		Αγρός B CV (%) = 7,31	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	1,50	a	1,51	a
LIB223	0,30	d	0,30	d
LIB219	0,30	d	0,30	d
LIB220	0,30	d	0,30	d
LIB221	0,30	d	-	-
LIB222	0,20	e	0,20	e
LIB209	0,40	c	0,39	c
LIB212	0,40	c	0,40	c
Polo	0,60	b	0,55	b
LIB214	0,20	e	0,39	c

5.2.1.1.7 Μήκος μίσχου φύλλου

Πίνακας 33: Μήκος του μίσχου του φύλλου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Μήκος μίσχου (cm)			
	Αγρός A CV (%) = 20,42		Αγρός B CV (%) = 22,73	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	5,29	a	7,16	a
LIB223	5,29	a	5,19	cd
LIB219	4,11	cd	4,50	ef
LIB220	4,73	ab	5,50	bc
LIB221	3,75	de	-	-
LIB222	3,46	e	4,04	fg
LIB209	4,70	abc	4,77	de
LIB212	3,95	de	6,04	b
Polo	4,16	bcd	3,45	g
LIB214	4,36	bcd	5,42	bcd

5.2.1.2 Ποσοτικά χαρακτηριστικά αναπαραγωγικής ανάπτυξης

5.2.1.2.1 Ημέρες έως την άνθηση

Πίνακας 34: Ημέρες από τη σπορά έως την άνθηση των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Ημέρες έως την άνθηση			
	Αγρός A CV (%) = 6,3		Αγρός B CV (%) = 6,2	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	132,00	a	138,00	a
LIB223	135,00	a	139,00	a
LIB219	123,00	b	126,00	b
LIB220	121,00	b	127,00	b
LIB221	104,00	c	-	-
LIB222	125,00	b	120,00	c
LIB209	112,00	d	125,00	b
LIB212	113,00	d	126,00	b
Polo	106,00	c	111,00	d
LIB214	116,00	d	126,00	b

5.2.1.2.2 Πλήθος πλάγιων βλαστών πρώτης, δεύτερης, τρίτης τάξης

Πίνακας 35: Πλήθος πλάγιων βλαστών με ταξιανθία πρώτης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Πλήθος πλάγιων βλαστών πρώτης τάξης με ταξιανθία			
	Αγρός A CV (%) = 96,37		Αγρός B CV (%) = 57,81	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	2,20	ab	3,24	a
LIB223	2,75	a	2,12	b
LIB219	0,23	e	1,63	b
LIB220	0,75	cde	1,57	b
LIB221	1,09	cd	-	-
LIB222	0,65	de	1,71	b
LIB209	1,50	bc	1,75	b
LIB212	1,23	cd	2,37	b
Polo	2,30	a	1,99	b
LIB214	1,12	a	1,87	b

Πίνακας 36: Πλήθος πλάγιων βλαστών με ταξιανθία δεύτερης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Πλήθος πλάγιων βλαστών δεύτερης τάξης με ταξιανθία			
	Αγρός A CV (%) = 346,39		Αγρός B CV (%) = 43,33	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	0,03	b	7,00	a
LIB223	0,53	ab	1,66	b
LIB219	0,02	b	0,00	
LIB220	0,00	b	0,00	
LIB221	0,56	ab	-	-
LIB222	0,26	b	1,50	b
LIB209	0,28	b	2,66	b
LIB212	0,08	b	1,00	b
Polo	0,61	ab	1,50	b
LIB214	1,00	a	4,00	ab

Πίνακας 37: Πλήθος πλάγιων βλαστών με ταξιανθία τρίτης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό. Όπου δεν εμφανίζονται γράμματα δε καταγράφηκε σημαντική διαφορά.

Φυτικό υλικό	Πλήθος πλάγιων βλαστών τρίτης τάξης με ταξιανθία				
	Αγρός A (%) = 1748,26		CV	Αγρός B	
	Μέσος			Μέσος	
Multitalia	0,00	b		0,00	
LIB223	0,00	b		0,00	
LIB219	0,00	b		0,00	
LIB220	0,00	b		0,00	
LIB221	0,00	b		-	
LIB222	0,00	b		0,00	
LIB209	0,00	b		0,00	
LIB212	0,00	b		0,00	
Polo	0,00	b		0,00	
LIB214	0,08	a		0,00	

5.2.1.2.3 Ύψος άνθησης κύριας ταξιανθίας

Πίνακας 38: Ύψος άνθησης κύριας ταξιανθίας των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Ύψος άνθησης κύριας ταξιανθίας			
	Αγρός A CV (%) = 11,1		Αγρός B CV (%) = 24,08	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	25,10	b	29,89	b
LIB223	37,30	a	35,68	a
LIB219	20,80	cd	24,91	cd
LIB220	26,40	b	26,53	bc
LIB221	20,10	cd	-	-
LIB222	18,80	d	22,81	d
LIB209	23,90	bc	23,70	cd
LIB212	23,00	bc	25,80	cd
Polo	18,90	d	18,57	e
LIB214	23,80	bc	26,95	bc

5.2.1.2.4 Ύψος άνθησης ταξιανθίας πρώτης και δεύτερης τάξης

Πίνακας 39: Ύψος άνθησης ταξιανθίας πρώτης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Ύψος άνθησης ταξιανθίας πρώτης τάξης			
	Αγρός A CV (%) = 17,42		Αγρός B CV (%) = 24,25	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	30,43	b	49,69	a
LIB223	36,70	a	43,13	b
LIB219	21,00	cd	30,21	de
LIB220	35,10	a	38,68	bc
LIB221	24,80	cd	-	-
LIB222	22,60	cd	30,06	de
LIB209	25,10	c	31,10	d
LIB212	23,90	cd	30,99	de
Polo	21,30	d	26,08	e
LIB214	29,90	b	35,22	cd

Πίνακας 40: Ύψος άνθησης ταξιανθίας δεύτερης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Ύψος άνθησης ταξιανθίας δεύτερης τάξης			
	Αγρός A CV (%) = 22,07		Αγρός B CV (%) = 21,00	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	36,80	abcd	59,60	a
LIB223	40,87	a	39,40	b
LIB219	19,00	abcd	-	-
LIB220	-	-	-	-
LIB221	26,80	cd	-	-
LIB222	28,30	bcd	38,60	b
LIB209	32,50	bc	33,50	b
LIB212	31,20	bcd	40,00	ab
Polo	25,50	d	31,60	b
LIB214	32,50	b	35,37	b

5.2.1.2.5 Μήκος πλάγιων βλαστών που φέρουν ταξιανθία

Πίνακας 41: Μήκος πλάγιων βλαστών που φέρουν ταξιανθία πρώτης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Μήκος πλάγιων βλαστών με ταξιανθία πρώτης τάξης			
	Αγρός A CV (%) = 22,77		Αγρός B CV (%) = 35,35	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	11,98	e	23,00	b
LIB223	18,90	a	26,30	a
LIB219	9,40	ef	13,48	d
LIB220	15,80	bc	17,88	c
LIB221	14,60	cd	-	-
LIB222	12,90	cde	16,07	cd
LIB209	12,30	de	16,37	cd
LIB212	12,00	de	16,03	cd
Polo	6,30	f	6,69	e
LIB214	17,90	ab	16,63	cd

Πίνακας 42: Μήκος πλάγιων βλαστών που φέρουν ταξιανθία δεύτερης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Μήκος πλάγιων βλαστών με ταξιανθία δεύτερης τάξης			
	Αγρός A CV (%) = 40,22		Αγρός B CV (%) = 22,18	
	Μέσος		Μέσος	CV
Multitalia	6,30	bcd	16,57	a
LIB223	17,70	a	12,60	ab
LIB219	10,00	abcd	-	-
LIB220	-	-	-	-
LIB221	11,79	bc	-	-
LIB222	8,80	c	15,00	ab
LIB209	13,40	abc	15,87	a
LIB212	10,40	abcd	17,00	ab
Polo	3,70	d	3,66	c
LIB214	12,30	b	10,75	b

5.2.1.2.6 Αριθμός φύλλων πλάγιων βλαστών που φέρουν ταξιανθία

Πίνακας 43: Αριθμός φύλλων βλαστών που φέρουν ταξιανθία πρώτης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Αριθμός φύλλων βλαστών που φέρουν ταξιανθία πρώτης τάξης			
	Αγρός A CV (%) = 16,53		Αγρός B CV (%) = 28,03	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	9,30	bc	8,17	a
LIB223	9,85	ab	8,37	a
LIB219	9,10	abcde	7,27	ab
LIB220	8,65	abc	6,93	b
LIB221	6,55	f	-	-
LIB222	8,80	abc	6,89	b
LIB209	7,98	de	6,57	b
LIB212	8,04	cd	7,43	ab
Polo	10,25	a	7,23	ab
LIB214	7,41	ef	7,36	ab

Πίνακας 44: Αριθμός φύλλων βλαστών που φέρουν ταξιανθία δευτέρας τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Αριθμός φύλλων βλαστών που φέρουν ταξιανθία δευτέρας τάξης			
	Αγρός Α CV (%) = 10,69		Αγρός Β CV (%) = 23,05	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	7,00	ab	6,85	b
LIB223	9,12	a	7,20	ab
LIB219	9,00	ab	-	-
LIB220	-	-	-	-
LIB221	7,59	b	-	-
LIB222	7,00	b	10,33	a
LIB209	8,01	ab	4,50	cd
LIB212	9,40	ab	5,00	bcd
Polo	7,06	b	2,30	d
LIB214	8,29	ab	6,00	bc

5.2.1.2.7 Αριθμός ανθέων ταξιανθίας πρώτης τάξης

Πίνακας 45: Αριθμός ανθέων ταξιανθίας πρώτης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Αριθμός ανθέων ταξιανθίας πρώτης τάξης			
	Αγρός Α CV (%) = 45,52		Αγρός Β CV (%) = 102,18	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	7,30	cde	13,50	a
LIB223	8,70	bc	10,37	ab
LIB219	5,50	cde	5,00	bc
LIB220	10,40	ab	7,61	bc
LIB221	5,30	de	-	-
LIB222	13,60	a	7,67	b
LIB209	9,40	bc	9,66	ab
LIB212	8,30	bcde	7,35	b
Polo	2,70	e	2,19	c
LIB214	8,70	bcd	7,18	bc

5.2.1.2.8 Μήκος κύριας ταξιανθίας

Πίνακας 46: Μήκος κύριας ταξιανθίας των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Μήκος κύριας ταξιανθίας (cm)			
	Αγρός A CV (%) = 35,31		Αγρός B CV (%) = 41,15	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	11,29	a	18,46	a
LIB223	11,98	a	12,49	b
LIB219	5,34	c	8,62	c
LIB220	12,78	a	13,10	b
LIB221	7,97	b	-	-
LIB222	6,40	bc	8,35	c
LIB209	11,74	a	18,81	a
LIB212	10,73	a	16,65	a
Polo	4,63	c	3,95	d
LIB214	8,33	b	11,22	bc

5.2.1.2.9 Μήκος άνθους

Πίνακας 47: Μήκος άνθους των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Μήκος άνθους (cm)			
	Αγρός A CV (%) = 56,8		Αγρός B CV (%) = 8,69	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	1,79	bcd	1,72	e
LIB223	2,26	b	2,26	a
LIB219	3,01	a	2,06	cd
LIB220	2,25	b	2,25	a
LIB221	2,07	bc	-	-
LIB222	1,93	bc	1,99	d
LIB209	1,35	d	2,03	cd
LIB212	2,03	bc	2,13	bc
Polo	1,40	cd	1,38	f
LIB214	2,15	b	2,18	ab

5.2.1.2.10 Ύψος έως τον κατώτερο λοβό

Πίνακας 48: Ύψος έως τον κατώτερο λοβό των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Ύψος έως τον κατώτερο λοβό (cm)			
	Αγρός Α CV (%) = 27,54		Αγρός Β CV (%) = 23,56	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	22,21	bc	31,93	b
LIB223	33,70	a	37,28	a
LIB219	19,75	c	27,19	c
LIB220	25,37	b	28,94	bc
LIB221	19,63	bc	-	-
LIB222	18,70	c	23,14	de
LIB209	23,27	bc	25,59	cd
LIB212	21,92	bc	27,06	c
Polo	21,14	bc	20,15	e
LIB214	23,79	bc	28,76	bc

5.2.1.2.11 Αριθμός λοβών κύριου βλαστού

Πίνακας 49: Αριθμός λοβών κύριας ταξιανθίας των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Αριθμός λοβών στην κύρια ταξιανθία			
	Αγρός Α CV (%) = 72,2		Αγρός Β CV (%) = 70,34	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	2,15	bc	4,95	b
LIB223	3,28	ab	2,59	c
LIB219	2,62	abc	5,71	ab
LIB220	4,03	a	7,89	a
LIB221	2,66	abc	-	-
LIB222	3,51	ab	7,87	a
LIB209	3,83	a	6,08	ab
LIB212	2,85	abc	6,83	ab
Polo	1,48	c	1,54	c
LIB214	2,54	abc	6,19	ab

5.2.1.2.12 Αριθμός λοβών βλαστών πρώτης, δεύτερης, τρίτης τάξης

Πίνακας 50: Αριθμός λοβών βλαστών που φέρουν ταξιανθία πρώτης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Αριθμός λοβών βλαστών 1ης τάξης			
	Αγρός Α CV (%) = 163,3		Αγρός Β CV (%) = 155,46	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	0,13	c	3,38	a
LIB223	2,58	abc	2,08	ab
LIB219	0,44	c	1,46	ab
LIB220	1,34	bc	1,43	b
LIB221	3,20	abc	-	-
LIB222	4,99	ab	2,37	ab
LIB209	4,39	ab	2,66	ab
LIB212	2,73	abc	1,03	b
Polo	1,34	bc	0,73	b
LIB214	4,94	a	1,60	ab

Πίνακας 51: Αριθμός λοβών βλαστών που φέρουν ταξιανθία δεύτερης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Αριθμός λοβών βλαστών 2ης τάξης			
	Αγρός Α CV (%) = 562,56		Αγρός Β CV (%) = 675,22	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	0,00	b	0,06	ab
LIB223	0,61	ab	0,07	ab
LIB219	0,00	b	0,00	b
LIB220	0,00	b	0,00	b
LIB221	0,58	ab	-	-
LIB222	1,50	ab	0,00	b
LIB209	0,19	b	0,27	a
LIB212	0,00	b	0,00	b
Polo	0,02	b	0,00	ab
LIB214	2,75	a	0,06	ab

Πίνακας 52: Αριθμός λοβών βλαστών που φέρουν ταξιανθία τρίτης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό. Όπου δεν εμφανίζονται γράμματα δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά.

Φυτικό υλικό	Αριθμός λοβών βλαστών 3ης τάξης			
	Αγρός A CV (%) = 1310,01		Αγρός B CV (%) = 1506,24	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	0,00		0,00	
LIB223	0,00		0,01	
LIB219	0,00		0,11	
LIB220	0,00		0,00	
LIB221	0,00		-	
LIB222	0,13		0,00	
LIB209	0,00		0,00	
LIB212	0,00		0,00	
Polo	0,00		0,00	
LIB214	0,57		0,00	

5.2.1.2.13 Συνολικός αριθμός λοβών ανά φυτό

Πίνακας 53: Αριθμός λοβών ανά φυτό των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Αριθμός λοβών ανά φυτό			
	Αγρός A CV (%) = 121,39		Αγρός B CV (%) = 67,76	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	2,05	c	8,39	a
LIB223	6,47	abc	4,94	bc
LIB219	1,92	c	7,29	ab
LIB220	5,17	abc	9,33	a
LIB221	6,45	abc	-	
LIB222	9,60	a	10,23	a
LIB209	8,42	ab	9,04	a
LIB212	5,55	abc	7,87	ab
Polo	2,84	bc	2,31	c
LIB214	10,84	a	7,76	ab

5.2.1.2.14 Μήκος λοβού

Πίνακας 54: Μήκος λοβού των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Μήκος λοβού (cm)			
	Αγρός A CV (%) = 17,67		Αγρός B CV (%) = 20,27	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	7,01	a	8,70	a
LIB223	5,66	bcd	5,26	d
LIB219	5,04	de	6,01	bcd
LIB220	6,29	ab	6,04	bcd
LIB221	5,31	cde	-	-
LIB222	4,77	ef	5,53	cd
LIB209	5,71	bcd	5,79	cd
LIB212	5,90	bc	6,60	b
Polo	3,95	f	3,37	e
LIB214	6,09	bc	6,21	bc

5.2.1.2.15 Πλάτος λοβού

Πίνακας 55: Πλάτος λοβού των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Πλάτος λοβού (cm)			
	Αγρός A CV (%) = 16,40		Αγρός B CV (%) = 18,7	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	1,34	bc	1,30	ab
LIB223	1,54	a	1,32	a
LIB219	1,17	cd	1,17	bcd
LIB220	1,34	bc	1,18	bcd
LIB221	1,32	bc	-	-
LIB222	1,09	d	1,11	de
LIB209	1,24	cd	1,15	cd
LIB212	1,32	bc	1,29	abc
Polo	1,12	d	0,96	e
LIB214	1,44	ab	1,35	a

5.2.1.3 Ποσοτικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τις αποδόσεις

5.2.1.3.1 Υπέργαιο βάρος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή

Πίνακας 56: Υπέργαιο βάρος του φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Υπέργαιο βάρος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή			
	Αγρός Α (%) = 140,85		Αγρός Β (%) = 87,40	
	Μέσος	CV	Μέσος	CV
Multitalia	5,22	c	23,45	a
LIB223	12,79	ab	7,48	bc
LIB219	0,08	c	5,86	bc
LIB220	3,94	c	7,03	bc
LIB221	5,56	bc	-	-
LIB222	6,42	bc	7,19	bc
LIB209	8,30	bc	6,68	bc
LIB212	5,07	c	7,41	bc
Polo	1,79	c	1,69	c
LIB214	18,01	a	9,16	b

5.2.1.3.2 Υπέργαιο βάρος φυτού χωρίς λοβούς αμέσως μετά τη συγκομιδή

Πίνακας 57: Υπέργαιο βάρος του φυτού χωρίς λοβούς αμέσως μετά τη συγκομιδή των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Υπέργαιο βάρος φυτού χωρίς λοβούς αμέσως μετά τη συγκομιδή			
	Αγρός A CV (%) = 145,29		Αγρός B CV (%) = 87,10	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	2,30	c	7,82	a
LIB223	8,59	a	5,02	b
LIB219	0,09	c	2,40	cd
LIB220	1,50	c	2,84	cd
LIB221	2,02	c	-	-
LIB222	2,87	c	2,77	cd
LIB209	3,98	bc	2,79	cd
LIB212	2,34	c	2,52	cd
Polo	0,82	c	0,80	d
LIB214	8,29	ab	3,80	bc

5.2.1.3.3 Ξηρό βάρος υπέργειου μέρους φυτού χωρίς λοβούς

Πίνακας 58: Ξηρό υπέργαιο βάρος του φυτού χωρίς λοβούς αμέσως μετά τη συγκομιδή των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Ξηρό υπέργαιο βάρος φυτού χωρίς λοβούς			
	Αγρός A CV (%) = 150,18		Αγρός B CV (%) = 89,41	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	1,98	b	7,22	a
LIB223	6,70	a	4,44	b
LIB219	0,06	b	1,87	cd
LIB220	1,37	b	2,46	cd
LIB221	1,74	b	-	-
LIB222	2,56	b	2,28	cd
LIB209	2,59	b	2,37	cd
LIB212	1,79	b	2,14	cd
Polo	0,75	b	0,73	d
LIB214	6,83	a	3,29	bc

5.2.1.3.4 Βάρος ρίζας

Πίνακας 59: Βάρος ρίζας των εξεταζόμενων καταχωρήσεων αμέσως μετά τη συγκομιδή. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Νωπό βάρος ρίζας (gr)			
	Αγρός A CV (%) = 118,2		Αγρός B CV (%) = 105,92	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	1,07	bc	3,37	a
LIB223	2,41	a	1,11	b
LIB219	0,07	c	0,51	b
LIB220	0,33	c	0,78	b
LIB221	0,41	c	-	-
LIB222	0,36	c	0,60	b
LIB209	1,06	bc	0,63	b
LIB212	0,59	c	0,70	b
Polo	0,40	c	0,26	b
LIB214	2,00	ab	0,94	b

5.2.1.3.5 Ξηρό βάρος ρίζας

Πίνακας 60: Ξηρό βάρος ρίζας των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Ξηρό βάρος ρίζας (gr)			
	Αγρός A CV (%) = 117,2		Αγρός B CV (%) = 106,00	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	0,88	c	3,00	a
LIB223	2,10	a	1,00	b
LIB219	0,06	c	0,43	bc
LIB220	0,30	c	0,69	bc
LIB221	0,25	c	-	-
LIB222	0,35	c	0,52	bc
LIB209	0,83	bc	0,56	bc
LIB212	0,49	c	0,61	bc
Polo	0,40	c	0,22	c
LIB214	1,80	ab	0,83	bc

5.2.1.3.6 Αριθμός σπόρων κύριου βλαστού

Πίνακας 61: Αριθμός σπόρων κύριας ταξιανθίας των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Αριθμός σπόρων στην κύρια ταξιανθία			
	Αγρός Α CV (%) = 84,53		Αγρός Β CV (%) = 70,69	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	6,92	a	22,97	a
LIB223	6,32	ab	5,31	de
LIB219	5,10	ab	17,64	abc
LIB220	6,93	ab	10,94	cd
LIB221	6,40	ab	-	-
LIB222	8,28	a	21,88	ab
LIB209	9,26	a	14,01	c
LIB212	6,18	ab	16,76	abc
Polo	2,76	b	2,65	e
LIB214	5,60	ab	15,57	bc

5.2.1.3.7 Αριθμός σπόρων πρώτης, δεύτερης, τρίτης τάξης

Πίνακας 62: Αριθμός σπόρων βλαστών που φέρουν ταξιανθία πρώτης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Αριθμός σπόρων βλαστών 1ης τάξης			
	Αγρός Α CV (%) = 203,78		Αγρός Β CV (%) = 198,57	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	0,37	c	11,44	a
LIB223	4,41	abc	3,08	b
LIB219	0,00	c	2,59	b
LIB220	1,72	bc	1,84	b
LIB221	7,41	abc	-	--
LIB222	14,05	a	4,67	b
LIB209	9,58	ab	3,38	b
LIB212	5,73	abc	2,24	b
Polo	1,92	bc	1,43	b
LIB214	12,71	a	3,04	b

Πίνακας 63: Αριθμός σπόρων βλαστών που φέρουν ταξιανθία δεύτερης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό. Όπου δεν εμφανίζονται γράμματα δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά.

Φυτικό υλικό	Αριθμός σπόρων βλαστών 2ης τάξης			
	Αγρός Α CV (%) = 606,36		Αγρός Β CV (%) = 78,02	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	0,00	b	0,15	
LIB223	0,92	b	0,07	
LIB219	0,00	b	0,00	
LIB220	0,00	b	0,00	
LIB221	1,11	ab	-	
LIB222	3,72	ab	0,00	
LIB209	0,32	b	0,25	
LIB212	0,00	b	0,00	
Polo	0,00	b	0,00	
LIB214	6,44	a	0,13	

Πίνακας 64: Αριθμός σπόρων βλαστών που φέρουν ταξιανθία τρίτης τάξης των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό. Όπου δεν εμφανίζονται γράμματα δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά.

Φυτικό υλικό	Αριθμός σπόρων βλαστών 3ης τάξης			
	Αγρός Α CV (%) = 1367,17		Αγρός Β CV (%) =	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	0,00		0,00	
LIB223	0,00		0,00	
LIB219	0,00		0,00	
LIB220	0,00		0,00	
LIB221	0,00		-	
LIB222	0,34		0,00	
LIB209	0,00		0,00	
LIB212	0,00		0,00	
Polo	0,00		0,00	
LIB214	1,35		0,00	

5.2.1.3.8 Αριθμός σπόρων ανά λοβό

Πίνακας 65: Σπόροι ανά λοβό των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Σπόροι ανά λοβό			
	Αγρός Α CV (%) = 39,66		Αγρός Β CV (%) = 37,89	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	3,71	a	4,95	a
LIB223	2,32	cd	2,06	d
LIB219	2,55	bcd	3,41	bc
LIB220	2,72	bcd	2,25	d
LIB221	2,94	abcd	-	-
LIB222	3,33	ab	4,14	b
LIB209	3,17	ab	3,23	c
LIB212	2,91	bcd	3,43	bc
Polo	2,11	d	1,84	d
LIB214	3,07	abc	3,09	c

5.2.1.3.9 Αριθμός σπόρων ανά φυτό

Πίνακας 66: Αριθμός σπόρων ανά φυτό των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Αριθμός σπόρων ανά φυτό			
	Αγρός Α CV (%) = 144,59		Αγρός Β CV (%) = 74,77	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	7,14	de	34,56	a
LIB223	11,64	cde	8,47	ef
LIB219	3,33	e	20,24	c
LIB220	8,12	de	12,79	de
LIB221	14,85	bcd	-	-
LIB222	26,07	ab	26,55	b
LIB209	19,16	abc	17,64	cd
LIB212	11,84	cde	19,01	c
Polo	4,54	de	4,10	f
LIB214	26,09	a	18,66	c

5.2.1.3.10 Βάρος 100 σπόρων

Πίνακας 67: Βάρος 100 σπόρων των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο.

Φυτικό υλικό	Βάρος 100 σπόρων			
	Αγρός Α CV (%) = 41,54		Αγρός Β CV (%) = 67,9	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	21,74	a	28,29	a
LIB223	16,13	b	16,02	b
LIB219	7,65	ef	7,60	d
LIB220	14,09	bcd	13,94	bcd
LIB221	10,34	cdef	-	-
LIB222	6,75	f	7,86	cd
LIB209	10,20	def	9,13	cd
LIB212	11,43	cde	12,21	bcd
Polo	9,85	def	15,71	bc
LIB214	15,15	bc	13,09	bcd

5.2.1.3.11 Δείκτης συγκομιδής

Πίνακας 68: Δείκτης συγκομιδής των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Δείκτης συγκομιδής			
	Αγρός Α CV (%) = 37,91		Αγρός Β CV (%) = 40,78	
	Μέσος		Μέσος	
Multitalia	0,32	a	0,40	a
LIB223	0,15	c	0,17	d
LIB219	0,22	bc	0,25	bc
LIB220	0,23	b	0,23	cd
LIB221	0,26	ab	-	-
LIB222	0,25	ab	0,29	bc
LIB209	0,26	ab	0,24	c
LIB212	0,27	ab	0,27	bc
Polo	0,22	b	0,34	ab
LIB214	0,27	ab	0,28	bc

5.2.1.4 Ποσοτικά χαρακτηριστικά του σπόρου

5.2.1.4.1 Μήκος σπόρου και Πλάτος σπόρου

Πίνακας 69: Μήκος (αριστερά) και Πλάτος (δεξιά) σπόρου των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Μήκος σπόρου (mm)		Φυτικό υλικό	Πλάτος σπόρου (mm)	
	CV (%) = 8,67			CV (%) = 10,62	
	Μέσος			Μέσος	
Multitalia	10,12	a	Multitalia	9,54	a
LIB223	9,40	bc	LIB223	7,86	b
LIB219	8,48	de	LIB219	6,84	def
LIB220	10,00	ab	LIB220	7,48	bcd
LIB221	9,00	cd	LIB221	7,12	cde
LIB222	7,44	gh	LIB222	5,10	h
LIB209	7,80	fg	LIB209	6,28	fg
LIB212	8,32	ef	LIB212	6,58	efg
Polo	6,96	h	Polo	6,12	g
LIB214	9,28	c	LIB214	7,52	bc

5.2.1.5 Αναλύσεις φωσφόρου και πρωτεΐνης στο σπόρο

Πίνακας 70: Περιεκτικότητα φωσφόρου στο σπόρο των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό. Όπου δεν εμφανίζονται γράμματα δε καταγράφηκε σημαντική διαφορά.

Φυτικό υλικό	Περιεκτικότητα φωσφόρου στο σπόρο (ppm)			
	Αγρός A (%) = 12,08		Αγρός B (%) = 31,49	
	Μέσος	CV	Μέσος	CV
Multitalia	0,60	c	0,81	
LIB223	1,19	a	1,40	
LIB219	1,01	ab	1,30	
LIB220	0,90	abc	1,33	
LIB221	1,19	a	-	
LIB222	1,12	a	1,38	
LIB209	1,08	ab	1,34	
LIB212	1,08	ab	1,35	
Polo	0,76	bc	0,55	
LIB214	1,03	ab	1,08	

Πίνακας 71: Ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο των εξεταζόμενων καταχωρήσεων. Οι μέσοι εντός του ίδιου πειραματικού αγρού διαχωρίστηκαν με τη δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Εντός της κάθε στήλης οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά για τον ίδιο πειραματικό αγρό.

Φυτικό υλικό	Ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο			
	Αγρός A (%) = 0,41		Αγρός B (%) = 3,58	
	Μέσος	CV	Μέσος	CV
Multitalia	35,59	f	32,26	d
LIB223	43,45	ab	42,47	a
LIB219	39,59	d	37,32	bc
LIB220	42,99	b	42,18	a
LIB221	41,68	c	-	-
LIB222	37,55	e	38,92	abc
LIB209	43,84	a	42,12	a
LIB212	43,57	ab	42,70	a
Polo	31,99	g	34,45	cd
LIB214	43,74	a	41,91	ab

5.2.2 Δικτυωτή ανάλυση στο χώρο - Σύγκριση μεταξύ των πειραματικών αγρών

Πραγματοποιήθηκε σύγκριση του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (Mean Square Error) έτσι ώστε να επιλεγεί το κατάλληλο εργαλείο για τη σύγκριση μεταξύ των περιοχών.

Ο έλεγχος της ετερογένειας του πειραματικού σφάλματος έγινε με το κριτήριο Fmax και διαπιστώθηκε ότι για κάθε ένα από τα χαρακτηριστικά μήκος κύριας ταξιανθίας, ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο, ύψος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή, μήκος λοβού, πλάτος λοβού, αριθμός σπόρων ανά φυτό, υπέργειο βάρος φυτού χωρίς λοβούς μετά τη συγκομιδή, ξηρό βάρος υπέργειου μέρους φυτού χωρίς λοβούς μετά τη συγκομιδή, βάρος 100 σπόρων, αριθμός σπόρων ανά λοβό, αριθμός λοβών ανά φυτό, πάχος βλαστού, μήκος μίσχου, μήκος άνθους, διάμετρος φύλλου, ύψος κύριας ταξιανθίας, περιεκτικότητα φωσφόρου στο σπόρο, ύψος πρώτης διακλάδωσης, ύψος πρώτου λοβού, αριθμός φύλλων σε πλάγιο βλαστό που φέρει ταξιανθία πρώτης τάξης, αριθμός ανθέων σε πλάγιο βλαστό που φέρει ταξιανθία πρώτης τάξης υπάρχει στατιστικά σημαντική ετερογένεια στο πειραματικό σφάλμα μεταξύ των δύο περιοχών.

Πίνακας 72: Τιμή του κριτηρίου Fmax για τη σύγκριση του πειραματικού σφάλματος (MSE) μεταξύ των δύο αγρών.

Χαρακτηριστικά	MSE Καλαμάτα	MSE Αθήνα	Fmax
Μήκος κύριας ταξιανθίας	15,237	26,72	1,753626
Ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο	0,0278	2,2236	79,985612
Ύψος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή	121,41	126,39	1,041018
Μήκος λοβού	1,2969	1,5371	1,1852109
Πλάτος λοβού	0,051199	0,052899	1,0332038
Αριθμός σπόρων ανά φυτό	455,28	199,58	2,2811905
Υπέργαιο βάρος φυτού χωρίς λοβούς μετά τη συγκομιδή	38,044	10,289	3,6975411
Ξηρό βάρος υπέργειου μέρους φυτού χωρίς λοβούς μετά τη συγκομιδή	26,122	8,305	3,1453341
Βάρος 100 σπόρων	30,405	91,12	2,9968755
Αριθμός σπόρων ανά λοβό	1,44679	1,5118	1,044934
Αριθμός λοβών ανά φυτό	65,324	27,547	2,3713653
Πάχος βλαστού	0,026487	0,03965	1,4969608
Μήκος μίσχου	1,2277	1,3516	1,1009204
Μήκος άνθους	1,3124	0,0301	43,601329
Διάμετρος φύλλου	1,6932	1,065	1,5898592
Ύψος κύριας ταξιανθίας	34,88	41,33	1,1849197
Περιεκτικότητα φωσφόρου στο σπόρο	0,014534	0,136661	9,4028485
Ύψος πρώτης διακλάδωσης	25,23	64,982	2,5755846
Ύψος πρώτου λοβού	58,674	44,23	1,3265657
Αριθμός φύλλων σε πλάγιο βλαστό που φέρει ταξιανθία πρώτης τάξης	7,557	5,3166	1,4213971
Αριθμός ανθέων σε πλάγιο βλαστό που φέρει ταξιανθία πρώτης τάξης	19,629	86,915	4,4278873

Επειδή όπως φαίνεται στον Πίνακα 72 για όλα τα χαρακτηριστικά υπάρχει στατιστικά σημαντική ετερογένεια του πειραματικού σφάλματος μεταξύ των δύο πειραματικών αγρών κι επειδή μεταξύ των δύο πειραματικών αγρών υπάρχει διαφορετικό πλήθος παρατηρήσεων, για να γίνει συνδυασμένη-διακτυωτή (Combined) ανάλυση ως προς την τοποθεσία επιλέχτηκε να γίνει Mixed Model Analysis ορίζοντας τις επιδράσεις των επαναλήψεων (blocks) τυχαίες (random effects). Ειδικότερα προσαρμόστηκε το μοντέλο:

$$y_{ijk} = \mu + b_{jk} + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk} ,$$

όπου y_{ijk} ($i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \cdot j = 1, 2 \cdot k = 1, 2, 3$) είναι το χαρακτηριστικό της καταχώρησης i , στην τοποθεσία j , στην επανάληψη(block) k , μ είναι ο γενικός μέσος,

b_{jk} η επίδραση του block k στην τοποθεσία j, α_i η κύρια επίδραση της καταχώρησης i, β_j είναι η κύρια επίδραση της τοποθεσίας j, $(\alpha\beta)_{ij}$ είναι η επίδραση της αλληλεπίδρασης της καταχώρησης i με την τοποθεσία j και e_{ijk} είναι το υπολειπόμενο σφάλμα που σχετίζεται με τις παρατηρήσεις y_{ijk} . Το μοντέλο περιγράφεται αναλυτικά από τους Xiyuan κ.ά. (2013).

Για την εκτίμηση των variance components (συνιστώσες διακύμανσης), χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος REML (Restricted Maximum Likelihood/Μέθοδος Μείγστης Πιθανοφάνειας). Μελετήθηκαν χαρακτηριστικά για τα οποία ήταν δυνατό να εφαρμοστεί η μέθοδος και επιλέχθηκαν εκείνα που θεωρήθηκαν πιο σημαντικά για το σκοπό της παρούσας μελέτης.

Πίνακας 73: P-values ως προς τους παράγοντες τοποθεσία, ποικιλία και την αλληλεπίδραση αυτών, αντίστοιχα για κάθε χαρακτηριστικό που προέκυψαν από την Ανάλυση Μικτού προτύπου (Mixed Model Analysis) με τη Μέθοδο Μείγστης Πιθανοφάνειας (REML).

Χαρακτηριστικά	P-values		
	Τοποθεσία	Ποικιλία	Ποικιλία*Τοποθεσία
Ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο	0,0014	< 0,0001	0,0245
Ύψος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή	0,6777	0,2619	0,3040
Υπέργαιο βάρος φυτού μετά τη συγκομιδή	0,4586	< 0,0001	< 0,0001
Αριθμός λοβών κύριας ταξιανθίας	0,0003	< 0,0001	< 0,0001
Αριθμός λοβών ανά φυτό	0,0262	< 0,0001	< 0,0001
Αριθμός σπόρων κύριας ταξιανθίας	0,0004	< 0,0001	< 0,0001
Αριθμός σπόρων ανά φυτό	0,0305	< 0,0001	< 0,0001
Βάρος 100 σπόρων	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Πάχος βλαστού	0,7821	< 0,0001	< 0,0001
Μήκος μίσχου	0,1882	< 0,0001	< 0,0001
Μήκος άνθους	0,7762	< 0,0001	< 0,0001
Διάμετρος φύλλου	0,3567	< 0,0001	< 0,0001

5.3 Μελέτη των συσχετίσεων των χαρακτηριστικών

Για τη διερεύνηση της μελέτης των συσχετίσεων του χαρακτηριστικού αποδόση σε σπόρο με χαρακτηριστικά της βλαστικής και της αναπαραγωγικής ανάπτυξης χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής Pearson για κάθε ζεύγος μεταβλητών. Οι τιμές που προέκυψαν για τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν σε κάθε πειραματικό αγρό παρουσιάζονται στους Πίνακες 74 και 75.

Το χαρακτηριστικό σπόροι ανά φυτό εμφάνισε ισχυρή θετική συσχέτιση με τον αριθμό σπόρων στην κύρια ταξιανθία, τον αριθμό σπόρων και λοβών στις ταξιανθίες πρώτης τάξης, με το βάρος σπόρου ανά φυτό, με το υπέργειο βάρος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή και με τα χαρακτηριστικά λοβοί ανά φυτό, μήκος λοβού, σπόροι ανά λοβό.

Ισχυρή θετική συσχέτιση παρουσιάστηκε μεταξύ του υπέργειου βάρους φυτού και των χαρακτηριστικών μήκος βλαστού με ταξιανθία πρώτης τάξης, βάρος σπόρων ανά φυτό, αριθμός σπόρων και λοβών σε ταξιανθία πρώτης τάξης, λοβοί ανά φυτό.

Ο αριθμός των φύλλων σε ταξιανθία πρώτης τάξης έδειξε θετική συσχέτιση με τις ημέρες έως την άνθηση στον πειραματικό αγρό της Αθήνας.

Το ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο εμφανίστηκε να συσχετίζεται θετικά με το μήκος βλαστών που φέρουν ταξιανθία πρώτης τάξης στον πειραματικό αγρό της Καλαμάτας.

Πίνακας 74: Τιμές γραμμικής συσχέτισης που προέκυψαν μέσω του συντελεστή Pearson για τον πειραματικό αγρό της Καλαμάτας.

Η συσχέτιση εκτιμήθηκαν με τη μέθοδο Pairwise Καλαμάτα_Χαρακτηριστικά	Αριθμός φύλλων σε βλαστούς που φέρουν ταξιανθία 1ης τάξης	Ημέρες έως την άνθηση	Περιεκτικότητα πρωτεΐνης στο σπόρο	Διάμετρος φύλλου	Πλήθος πλάγιων βλαστών 1 ^{ης} τάξης με ταξιανθία	Μήκος μίσχου	Μήκος βλαστών που φέρουν ταξιανθία 1 ^{ης} τάξης	Αριθμός λοβών σε ταξιανθία 1ης τάξης	Αριθμός σπόρων σε ταξιανθία 1ης τάξης	Αριθμός σπόρων στην κύρια ταξιανθία	Λοβοί ανά φυτό	Μήκος λοβού	Σπόροι ανά λοβό	Βάρος σπόρων/φυτό	Υπέργειο βάρος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή	Σπόροι ανά φυτό
Αριθμός φύλλων σε βλαστούς που φέρουν ταξιανθία 1ης τάξης	1															
Ημέρες έως την άνθηση	0,48800904	1														
Περιεκτικότητα πρωτεΐνης στο σπόρο	-0,5411592	0,02075	1													
Διάμετρος φύλλου	-0,1979473	0,33871	0,4825821	1												
Πλήθος πλάγιων βλαστών 1 ^{ης} τάξης με ταξιανθία	0,37147798	0,20501	-0,252836	0,5673	1											
Μήκος μίσχου	0,28195474	0,61928	0,1109616	0,68176	0,617504	1										
Μήκος βλαστών που φέρουν ταξιανθία 1 ^{ης} τάξης	-0,3326552	0,37347	0,7260007	0,69816	0,0607648	0,38002	1									
Αριθμός λοβών σε ταξιανθία 1ης τάξης	-0,4999803	-0,2504	0,4039432	0,00314	-0,210509	-0,42678	0,4546037	1								
Αριθμός σπόρων σε ταξιανθία 1ης τάξης	-0,5058436	-0,2083	0,3109169	-0,07895	-0,296226	-0,48384	0,3954246	0,981949	1							
Αριθμός σπόρων στην κύρια ταξιανθία	-0,3141373	0,2401	0,4520616	-0,02434	-0,37015	-0,00338	0,39919	0,510554	0,526048	1						
Λοβοί ανά φυτό	-0,5038837	-0,1159	0,5040518	0,05342	-0,307327	-0,33432	0,5934964	0,967154	0,957424	0,546574	1					
Μήκος λοβού	-0,3190606	0,44643	0,4816347	0,64723	-0,036751	0,58112	0,5786513	-0,07475	-0,06486	0,437591	0,057435	1				
Σπόροι ανά λοβό	-0,4531715	0,18593	0,0820831	0,06047	-0,302766	-0,01038	0,180922	0,315946	0,420277	0,708185	0,331355	0,607892	1			
Βάρος σπόρων/φυτό	-0,5960314	0,02145	0,4273817	0,45115	-0,03496	0,06211	0,684483	0,693119	0,703421	0,251719	0,773159	0,38708	0,400936	1		
Υπέργειο βάρος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή	-0,4479684	0,16465	0,5211954	0,56269	0,1165839	0,18329	0,8070862	0,685193	0,658152	0,234929	0,772104	0,330251	0,212086	0,94706	1	
Σπόροι ανά φυτό	-0,5247662	-0,0859	0,3543468	-0,01951	-0,333811	-0,38172	0,4829518	0,951214	0,982958	0,587315	0,96615	0,076789	0,50961	0,774465	0,72093955	1

Πίνακας 75: Τιμές γραμμικής συσχέτισης που προέκυψαν μέσω του συντελεστή Pearson για τον πειραματικό αγρό της Αθήνας.

Η συσχέτιση εκτιμήθηκαν με τη μέθοδο Pairwise Αθήνα_Χαρακτηριστικά	Αριθμός φύλλων σε βλαστούς που φέρουν ταξιανθία 1ης τάξης	Ημέρες έως την άνθηση	Περιεκτικότητα πρωτεΐνης στο σπόρο	Διάμετρος φύλλου	Πλήθος πλάγιων βλαστών 1 ^{ης} τάξης με ταξιανθία	Μήκος μίσχου	Μήκος βλαστών που φέρουν ταξιανθία 1 ^{ης} τάξης	Αριθμός λοβών σε ταξιανθία 1ης τάξης	Αριθμός σπόρων σε ταξιανθία 1ης τάξης	Αριθμός σπόρων στην κύρια ταξιανθία	Λοβοί ανά φυτό	Μήκος λοβού	Σπόροι ανά λοβό	Βάρος σπόρων/φυτό	Υπέργειο βάρος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή	Σπόροι ανά φυτό
Αριθμός φύλλων σε βλαστούς που φέρουν ταξιανθία 1ης τάξης	1															
Ημέρες έως την άνθηση	0,67168253	1														
Περιεκτικότητα πρωτεΐνης στο σπόρο	-0,1304893	0,18542	1													
Διάμετρος φύλλου	0,42419005	0,71676	-0,051649	1												
Πλήθος πλάγιων βλαστών 1 ^{ης} τάξης με ταξιανθία	0,61817734	0,47493	-0,51683	0,71841	1											
Μήκος μίσχου	0,5095091	0,7584	0,0243756	0,98202	0,6952423	1										
Μήκος βλαστών που φέρουν ταξιανθία 1 ^{ης} τάξης	0,51733899	0,94204	0,2722212	0,60718	0,371713	0,65932	1									
Αριθμός λοβών σε ταξιανθία 1ης τάξης	0,05734276	0,57411	-0,216129	0,49024	0,4677221	0,42636	0,663452	1								
Αριθμός σπόρων σε ταξιανθία 1ης τάξης	0,30364192	0,53386	-0,555042	0,68822	0,792864	0,63138	0,5309109	0,837975	1							
Αριθμός σπόρων στην κύρια ταξιανθία	-0,2018054	0,21731	-0,199003	0,53892	0,2932542	0,43519	0,2426456	0,552255	0,637282	1						
Λοβοί ανά φυτό	-0,4912659	0,21491	0,2696729	0,41902	-0,104563	0,34829	0,3485624	0,498787	0,327263	0,780478	1					
Μήκος λοβού	0,27946907	0,68302	-0,114423	0,94922	0,6233202	0,90538	0,6044663	0,609825	0,769232	0,751998	0,594171	1				
Σπόροι ανά λοβό	-0,0496637	0,28014	-0,373378	0,59773	0,5310922	0,48824	0,289963	0,681479	0,807177	0,951678	0,630268	0,775412	1			
Βάρος σπόρων/φυτό	0,35806934	0,52778	-0,5523	0,80686	0,8430203	0,76239	0,4672446	0,696809	0,959903	0,610337	0,291729	0,843086	0,762548	1		
Υπέργειο βάρος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή	0,41286147	0,66806	-0,40474	0,85594	0,805667	0,82917	0,6219998	0,746142	0,950765	0,612237	0,356119	0,892664	0,744729	0,980739	1	
Σπόροι ανά φυτό	-0,0495814	0,34583	-0,335724	0,63851	0,4898289	0,54092	0,3637896	0,702603	0,818072	0,964493	0,696655	0,825035	0,987068	0,783548	0,78211138	1

5.4 Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (Principal Components Analysis)

Εκτός από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των χαρακτηριστικών που εμφανίζονται στην παράγραφο 5.3, πραγματοποιήθηκε ανάλυση συσχετίσεων μεταξύ όλων των χαρακτηριστικών που παρουσιάζονται στην παρούσα μελέτη. Οι μεταβλητές είναι πολλές με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η παρουσίαση του αντίστοιχου πίνακα συσχετίσεων.

Επειδή ο αριθμός των καταχωρήσεων είναι πολύ μικρότερος από τον αριθμό των μεταβλητών (χαρακτηριστικών) και προκειμένου να μειωθεί η διάσταση του πίνακα των δομένων για την PCA, αν μια μεταβλητή παρουσιάζει ισχυρή θετική γραμμική συσχέτιση με άλλες μεταβλητές (πάνω από +0,80) τότε στην ανάλυση χρησιμοποιήθηκε μόνο η εν λόγω μεταβλητή και οι ισχυρά συσχετιζόμενες με αυτήν δεν συμπεριελήφθησαν. Για παράδειγμα, στον αγρό της Καλαμάτας η μεταβλητή σπόροι ανά φυτό παρουσιάζει ισχυρή γραμμική θετική συσχέτιση με τις μεταβλητές αριθμός σπόρων και λοβών στις ταξιανθίες πρώτης και δεύτερης τάξης και με τον αριθμό λοβών ανά φυτό. Έτσι, οι μεταβλητές αριθμός σπόρων και λοβών στις ταξιανθίες πρώτης και δεύτερης τάξης και αριθμός λοβών ανά φυτό απομακρυνθήκαν και "εκπροσωπήθηκαν στην ανάλυση" από την μεταβλητή σπόροι ανά φυτό.

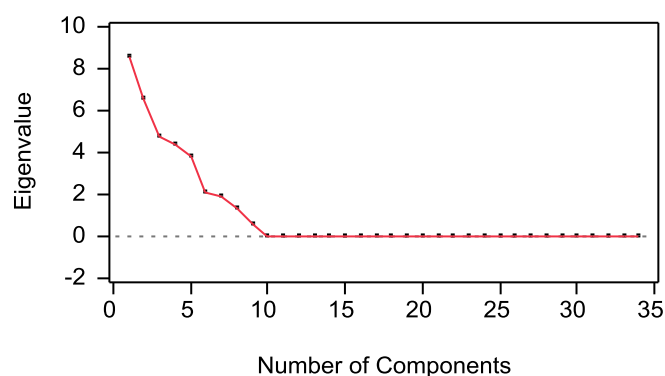
Ο καθορισμός του αριθμού των κύριων συνιστωσών πραγματοποιήθηκε με δύο από τις μεθόδους που προτείνονται από τους Lehman κ.ά. (2005), δηλαδή με χρήση του κριτηρίου των Kaiser-Guttman και μέσω του scree test.

Το κριτήριο των Kaiser-Guttman προβλέπει τη χρήση ως κύριων συνιστωσών των παραγόντων των οποίων η ιδιοτιμή είναι μεγαλύτερη από 1,00.

Στο scree plot απεικονίζονται οι ιδιοτιμές που αντιστοιχούν στους διάφορους αριθμούς κύριων συνιστωσών. Σύμφωνα με το scree test, από μια τέτοια διαγραμματική απεικόνιση μπορεί να καθοριστεί ο αριθμός κύριων συνιστωσών ως ο αριθμός που προηγείται του σημείου στο οποίο η καμπύλη αρχίζει να κινείται ασυμπτωτικά προς τον οριζόντιο άξονα.

5.4.1 Αγρός Α (Καλαμάτα)

Scree Plot



Διάγραμμα 3: Απεικόνιση του αριθμού κύριων συνιστωσών (άξονας x) και της αντίστοιχης ιδιοτιμής (άξονας y) που προέκυψε από τα δεδομένα του πειραματικού αγρού της Καλαμάτας.

Πίνακας 76: Πίνακας των ιδιοτιμών και των ποσοστών ερμηνείας της συνολικής μεταβλητότητας από κάθε συνιστώσα στον πειραματικό αγρό της Καλαμάτας.

Number	Eigenvalue	Percent	Cum Percent
1	8,5933	25,275	25,275
2	6,5942	19,395	44,669
3	4,7666	14,019	58,688
4	4,3335	12,746	71,434
5	3,7697	11,087	82,521
6	2,1368	6,285	88,806
7	1,8642	5,483	94,289
8	1,341	3,944	98,233
9	0,6008	1,767	100

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών έδωσαν εννέα κύριες συνιστώσες οι οποίες εξηγούν το 100% της συνολικής παραλλακτικότητας. Από αυτές κράτησα τρεις κύριες συνιστώσες οι οποίες ερμηνεύουν το 58,688% της συνολικής μεταβλητότητας.

Από τον πίνακα των ιδιοτιμών (Πίνακας 76) και τον πίνακα των συντελεστών στάθμισης (Πίνακας 77) πρόκύπτει ότι:

Η πρώτη κύρια συνιστώσα ερμηνεύει το 25,275% της συνολικής μεταβλητότητας. Τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες σταθμίσεις, δηλαδή συμμετέχουν με το μεγαλύτερο βάρος, στην πρώτη κύρια συνιστώσα είναι τα εξής: σπόροι ανά φυτό, υπέργειο βάρος φυτού, χνοώδες στην κάτω επιφάνεια του φύλλου, ένταση χρώματος μίσχου, μήκος άνθους, αριθμός φύλλων βλαστών πρώτης τάξης, επικάλυψη του βλαστού με κηρό, σχήμα σπόρου, στιλπνότητα σπόρου, μοτίβο περιβλήματος σπόρου και περιεκτικότητα πρωτεΐνης στο σπόρο.

Η δεύτερη κύρια συνιστώσα ερμηνεύει το 19,395% της συνολικής μεταβλητότητας. Τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες σταθμίσεις στην δεύτερη κύρια συνιστώσα είναι τα εξής: Ύψος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή, μήκος λοβού, χνοώδες ώριμου λοβού, διακλάδωση, σχήμα φυλλαρίου, σχήμα κεντρικής απόληξης φυλλαρίου, διάμετρος φύλλου, χρώμα παραφύλλων, ένταση χρώματος παραφύλλων, χρώμα μίσχου, μήκος κύριας ταξιανθίας, πλήθος πλάγιων βλαστών πρώτης τάξης, ημέρες έως την άνθηση, χρώμα περιβλήματος σπόρου.

Η τρίτη κύρια συνιστώσα ερμηνεύει το 14,019% της συνολικής μεταβλητότητας. Τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες σταθμίσεις στην τρίτη κύρια συνιστώσα είναι τα εξής: δείκτης συγκομιδής, τρόπος ανάπτυξης, τύπος στελέχους, χνοώδες ανώριμου λοβού, πλήθος πλάγιων βλαστών δεύτερης τάξης, αριθμός ανθέων σε ταξιανθία πρώτης τάξης, χρώμα άνθους, ένταση χρώματος περιβλήματος σπόρου, ευαισθησία στο πλάγιασμα.

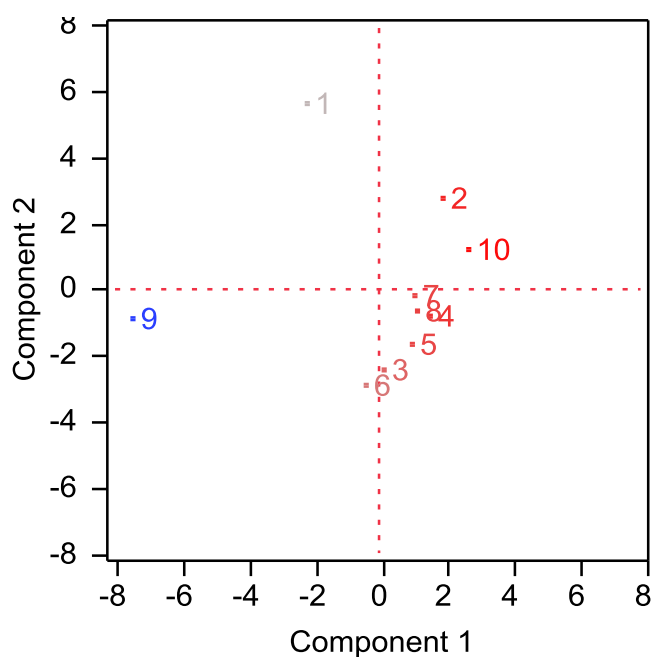
Πίνακας 77: Πίνακας των συντελεστών στάθμισης των μεταβλητών στους τρεις πρώτους κύριους άξονες για τον πειραματικό αγρό στην Καλαμάτα.

Χαρακτηριστικά - Καλαμάτα	Ιδιοδιανύσματα		
Ύψος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή	0,18115	0,2368	-0,1286
Μήκος λοβού	0,20389	0,23914	0,17814
Σπόροι ανά φυτό	0,16169	-0,09	0,02835
Χνοώδες ώριμου λοβού	0,06316	-0,2307	0,18896
Δείκτης συγκομιδής	-0,0174	0,06531	0,2565
Υπεργειο βάρος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή	0,19795	0,1135	-0,147
Τρόπος ανάπτυξης	0,04365	-0,0883	-0,1871
Τύπος στελέχους	0,06477	-0,0429	0,18833

Διακλάδωση	-0,0087	0,12983	0,03476
Σχήμα φυλλαρίου	0,01853	0,27076	0,04077
Σχήμα κεντρικής απόληξης φυλλαρίου	0,18243	-0,2047	0,0499
Χνοώδες στην κάτω επιφάνεια φύλλου	-0,2926	0,18698	0,03755
Διάμετρος φύλλου	0,15151	0,30319	-0,1256
Χρώμα παραφύλλων	0,01321	0,28826	0,20591
Ένταση χρώματος παραφύλλων	0,17881	0,19057	0,08655
Χρώμα μίσχου	-0,0307	0,21602	0,19388
Ένταση χρώματος μίσχου	0,12832	0,08676	-0,0882
Χνοώδες ανώριμου λοβού	-0,0732	-0,042	0,31582
Μήκος κύριας ταξιανθίας	0,19171	0,20812	0,14239
Μήκος άνθους	0,15974	-0,0786	-0,0674
Πλήθος πλάγιων βλαστών 1ης τάξης με ταξιανθία	-0,1291	0,27555	-0,16
Πλήθος πλάγιων βλαστών 2ης τάξης με ταξιανθία	0,00241	0,02277	-0,3327
Αριθμός φύλλων βλαστών 1ης τάξης	-0,1873	0,04219	0,09438
Αριθμός ανθέων σε ταξιανθία 1ης τάξης	0,19038	-0,0267	0,26585
Χρώμα άνθους	0,16352	-0,175	0,22044
Ημέρες έως την άνθηση	0,07901	0,20574	0,1226
Σχήμα σπόρου	-0,2756	0,05274	0,22315
Στιλπνότητα σπόρου	0,30338	0,04838	0,13058
Χρώμα περιβλήματος σπόρου	-0,0111	-0,317	0,0701
Ένταση χρώματος περιβλήματος σπόρου	-0,167	0,07458	-0,2662
Μοτίβο περιβλήματος σπόρου	-0,2179	-0,125	0,04221
Επικάλυψη του βλαστού με κηρό	0,29259	-0,187	-0,0376
Ευαισθησία στο πλάγιασμα	0,19798	-0,0309	-0,2955
Περιεκτικότητα πρωτεΐνης στο σπόρο	0,31814	-0,0144	-0,0488

Πίνακας 78: Πίνακας των συντεταγμένων των προβολών των 10 καταχωρήσεων στους 3 άξονες (score matrix) για τον πειραματικό αγρό στην Καλαμάτα.

Καταχωρήσεις	PC1	PC2	PC3
Multitalia	-2,1214	5,58682	2,45052
LIB223	1,97433	2,7743	-3,044
LIB219	0,21223	-2,4366	-0,4715
LIB220	1,5842	-0,8047	2,55481
LIB221	1,06756	-1,6577	-2,5378
LIB222	-0,3278	-2,8974	2,51562
LIB209	1,11952	-0,1813	1,05636
LIB212	1,18545	-0,664	0,96038
Polo	-7,4197	-0,908	-1,7714
LIB214	2,72565	1,18853	-1,7131

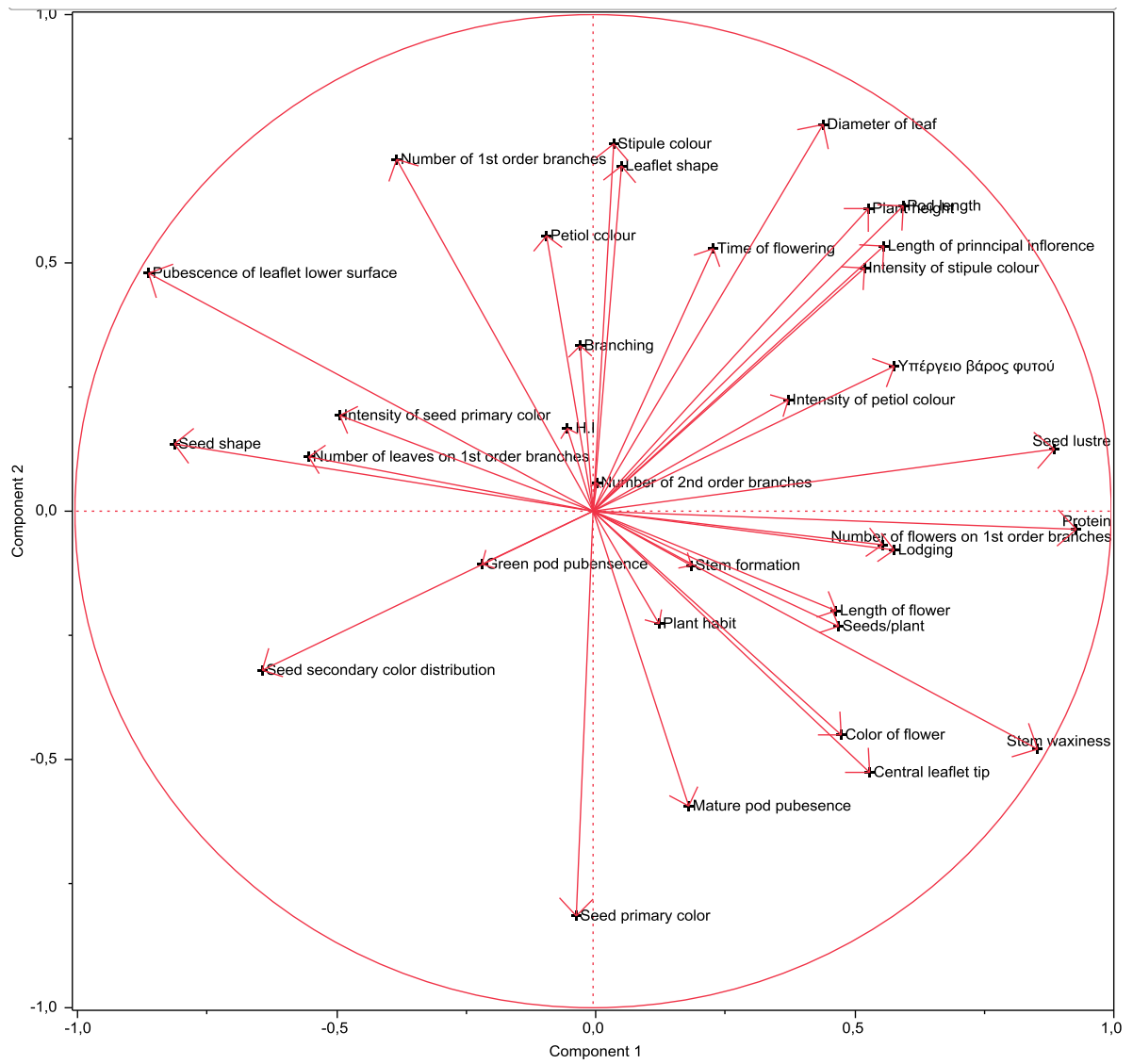


Διάγραμμα 4: Score plot που προκύπτει από τον πίνακα Score matrix στους δύο πρώτους άξονες για τον πειραματικό αγρό της Καλαμάτας. Οι αριθμοί αντιπροσωπεύουν τις ποικιλίες με τη σειρά που εμφανίζονται στους πίνακες αποτελεσμάτων των ποσοτικών χαρακτηριστικών (1= *L. albus*, 9= *L. angustifolius*). Εμφανής η διάκριση των βοτανικών ειδών.

Πίνακας 79: Πίνακας των συντελεστών συσχέτισης των μεταβλητών με τις κύριες συνιστώσες (loading matrix) για τον πειραματικό αγρό στην Καλαμάτα.

Χαρακτηριστικά - Καλαμάτα	PC1	PC2	PC3
Ύψος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή	0,53102	0,60809	-0,2807
Μήκος λοβού	0,59769	0,61409	0,38891
Σπόροι ανά φυτό	0,47398	-0,2311	0,06191
Χνοώδες ώριμου λοβού	0,18515	-0,5925	0,41255
Δείκτης συγκομιδής	-0,051	0,16772	0,56
Υπέργειο βάρος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή	0,58029	0,29147	-0,321
Τρόπος ανάπτυξης	0,12796	-0,2268	-0,4084
Τύπος στελέχους	0,18988	-0,1101	0,41116
Διακλάδωση	-0,0254	0,3334	0,07588
Σχήμα φυλλαρίου	0,05432	0,6953	0,08901
Σχήμα κεντρικής απόληξης φυλλαρίου	0,53479	-0,5256	0,10894
Χνοώδες στην κάτω επιφάνεια φύλλου	-0,8577	0,48015	0,08197
Διάμετρος φύλλου	0,44413	0,77856	-0,2742
Χρώμα παραφύλλων	0,03873	0,74022	0,44955
Ένταση χρώματος παραφύλλων	0,52416	0,48936	0,18896
Χρώμα μίσχου	-0,0901	0,55472	0,42329
Ένταση χρώματος μίσχου	0,37616	0,2228	-0,1925
Χνοώδες ανώριμου λοβού	-0,2147	-0,1079	0,68952
Μήκος κύριας ταξιανθίας	0,56198	0,53443	0,31088
Μήκος άνθους	0,46827	-0,2017	-0,1471

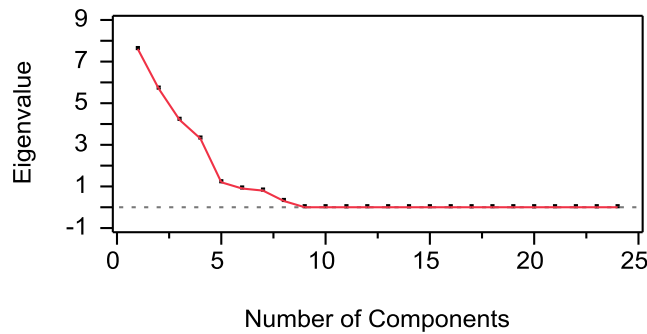
Πλήθος πλάγιων βλαστών 1ης τάξης με ταξιανθία	-0,3784	0,70758	-0,3492
Πλήθος πλάγιων βλαστών 2ης τάξης με ταξιανθία	0,00706	0,05847	-0,7263
Αριθμός φύλλων βλαστών 1ης τάξης	-0,5491	0,10834	0,20606
Αριθμός ανθέων σε ταξιανθία 1ης τάξης	0,55809	-0,0686	0,58043
Χρώμα άνθους	0,47935	-0,4493	0,48128
Ημέρες έως την άνθηση	0,23162	0,52831	0,26766
Σχήμα σπόρου	-0,8078	0,13542	0,48719
Στιλπνότητα σπόρου	0,88933	0,12424	0,28508
Χρώμα περιβλήματος σπόρου	-0,0325	-0,814	0,15304
Ένταση χρώματος περιβλήματος σπόρου	-0,4895	0,19153	-0,5812
Μοτίβο περιβλήματος σπόρου	-0,6387	-0,3211	0,09216
Επικάλυψη του βλαστού με κηρό	0,8577	-0,4802	-0,082
Ευαισθησία στο πλάγιασμα	0,58036	-0,0793	-0,6452
Περιεκτικότητα πρωτεΐνης στο σπόρο	0,93262	-0,037	-0,1065



Διάγραμμα 5: Loading plot ως προς τους δύο πρώτους άξονες για τον πειραματικό αγρό της Καλαμάτας.

5.4.2 Αγρός Β (Αθήνα)

Scree Plot



Διάγραμμα 6: Απεικόνιση του αριθμού κύριων συνιστωσών (άξονας x) και της αντίστοιχης ιδιοτιμής (άξονας y) που προέκυψε από τα δεδομένα του πειραματικού αγρού της Αθήνας.

Πίνακας 80: Πίνακας των ιδιοτιμών και των ποσοστών ερμηνείας της συνολικής μεταβλητότητας από κάθε συνιστώσα στον πειραματικό αγρό της Αθήνας.

Number	Eigenvalue	Percent	Cum Percent
1	7,5624	31,51	31,51
2	5,6973	23,739	55,248
3	4,1917	17,465	72,714
4	3,3291	13,871	86,585
5	1,2242	5,101	91,686
6	0,9145	3,81	95,496
7	0,759	3,162	98,659
8	0,3219	1,341	100

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών έδωσαν οχτώ κύριες συνιστώσες οι οποίες εξηγούν το 100% της συνολικής παραλλακτικότητας. Από αυτές κράτησα τρεις κύριες συνιστώσες οι οποίες ερμηνεύουν το 72,714% της συνολικής μεταβλητότητας.

Σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα Scree plot και τα ιδιοδιανύσματα, τα χαρακτηριστικά που κατανέμονται στην πρώτη κύρια συνιστώσα ερμηνεύουν το 31,51% της συνολικής μεταβλητότητας. Τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες ιδιοτιμές στην πρώτη κύρια συνιστώσα είναι τα εξής: ύψος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή, σχήμα φυλλαρίου, υπέργειο βάρος φυτού αμέσως μετά

τη συγκομιδή χωρίς λοβούς, μήκος σπόρου, χρώμα περιβλήματος σπόρου, χρώμα μοτίβου περιβλήματος σπόρου.

Η δεύτερη κύρια συνιστώσα ερμηνεύει το 23,739% της συνολικής μεταβλητότητας. Τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες ιδιοτιμές στην δεύτερη κύρια συνιστώσα είναι τα εξής: τρόπος ανάπτυξης, χρώμα βλαστού, ένταση χρώματος βλαστού, επικάλυψη κηρού στο βλαστό, μήκος παραφύλλων, ένταση χρώματος παραφύλλων, ένταση χρώματος μίσχου, χνοώδες ανώριμου λοβού, χνοώδες στην κάτω επιφάνεια του φύλλου, περιεκτικότητα πρωτεΐνης στο σπόρο. Η δεύτερη κύρια συνιστώσα φαίνεται να περιγράφει κυρίως μορφολογικά χαρακτηριστικά βλαστικής ανάπτυξης και θρεπτικά στοιχεία του σπέρματος.

Η τρίτη κύρια συνιστώσα ερμηνεύει το 17,465% της συνολικής μεταβλητότητας. Τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες ιδιοτιμές στην τρίτη κύρια συνιστώσα είναι τα εξής: αριθμός λοβών σε βλαστούς πρώτης τάξης, σπόροι ανά φυτό, χρώμα μίσχου, μήκος κύριας ταξιανθίας, ευαισθησία στο πλάγιασμα, αριθμός φύλλων βλαστών πρώτης τάξης, ένταση χρώματος περιβλήματος σπόρου, χρώμα άνθους.

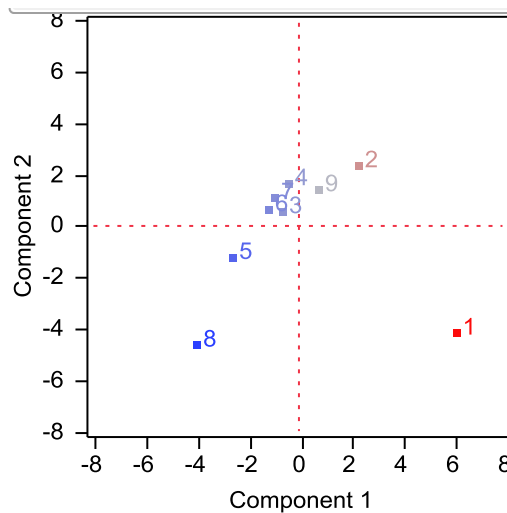
Πίνακας 81: Πίνακας των συντελεστών στάθμισης των μεταβλητών στους τρεις πρώτους κύριους άξονες για τον πειραματικό αγρό στην Αθήνα.

Χαρακτηριστικά - Αθήνα	Ιδιοδιανύσματα		
Ύψος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή	0,34786	0,05138	0,04404
Αριθμός λοβών σε βλαστούς πρώτης τάξης	0,23221	-0,0748	0,28904
Σπόροι ανά φυτό	0,18778	-0,1026	0,21896
Τρόπος ανάπτυξης	0,07065	0,32257	-0,2568
Χρώμα βλαστού	0,06789	0,17558	0,0898
Ένταση χρώματος βλαστού	-0,0521	0,05326	0,41996
Επικάλυψη κηρού στο βλαστό	-0,078	0,3859	0,08209
Σχήμα φυλλαρίου	0,24557	-0,105	0,00291
Μήκος παραφύλλων	0,25736	-0,2766	0,05222
Ένταση χρώματος παραφύλλων	0,22649	0,2493	0,06331
Χρώμα μίσχου	0,17749	-0,1414	0,36743

Ένταση χρώματος μίσχου	0,06487	0,21168	0,11949
Χνοώδες ανώριμου λοβού	-0,1816	-0,1949	0,07827
Μήκος κύριας ταξιανθίας	0,22038	0,10362	0,30287
Ευαισθησία στο πλάγιασμα	0,17831	0,16403	-0,1854
Αριθμός φύλλων βλαστών 1ης τάξης	0,24597	0,00419	-0,2694
Χνοώδες στην κάτω επιφάνεια φύλλου	0,07798	-0,3859	-0,0821
Υπέργριο βάρος φυτού χωρίς λοβούς	0,35259	-0,0408	0,04246
Μήκος σπόρου	0,30183	0,12964	-0,0976
Ένταση χρώματος περιβλήματος σπόρου	-0,0546	-0,0811	-0,267
Χρώμα μοτίβου περιβλήματος	-0,2345	-0,1844	0,22414
Χρώμα περιβλήματος σπόρου	-0,2818	0,02011	0,10698
Χρώμα άνθους	-0,1451	0,21826	0,30256
Περιεκτικότητα πρωτεΐνης στο σπόρο	-0,064	0,38534	0,07795

Πίνακας 82: Πίνακας των συντεταγμένων των προβολών των 9 καταχωρήσεων στους 3 άξονες (score matrix) για τον πειραματικό αγρό στην Αθήνα.

Καταχωρήσεις	PC1	PC2	PC3
Multitalia	6,13709	-3,8714	0,78373
LIB223	2,38462	2,62618	-2,1159
LIB219	-0,5589	0,80414	-1,059
LIB220	-0,3756	1,88457	-0,8511
LIB222	-2,4781	-0,9594	1,07833
LIB209	-1,1148	0,85823	4,97896
LIB212	-0,8754	1,38049	-0,0057
Polo	-3,9305	-4,355	-2,0713
LIB214	0,81156	1,63217	-0,7381

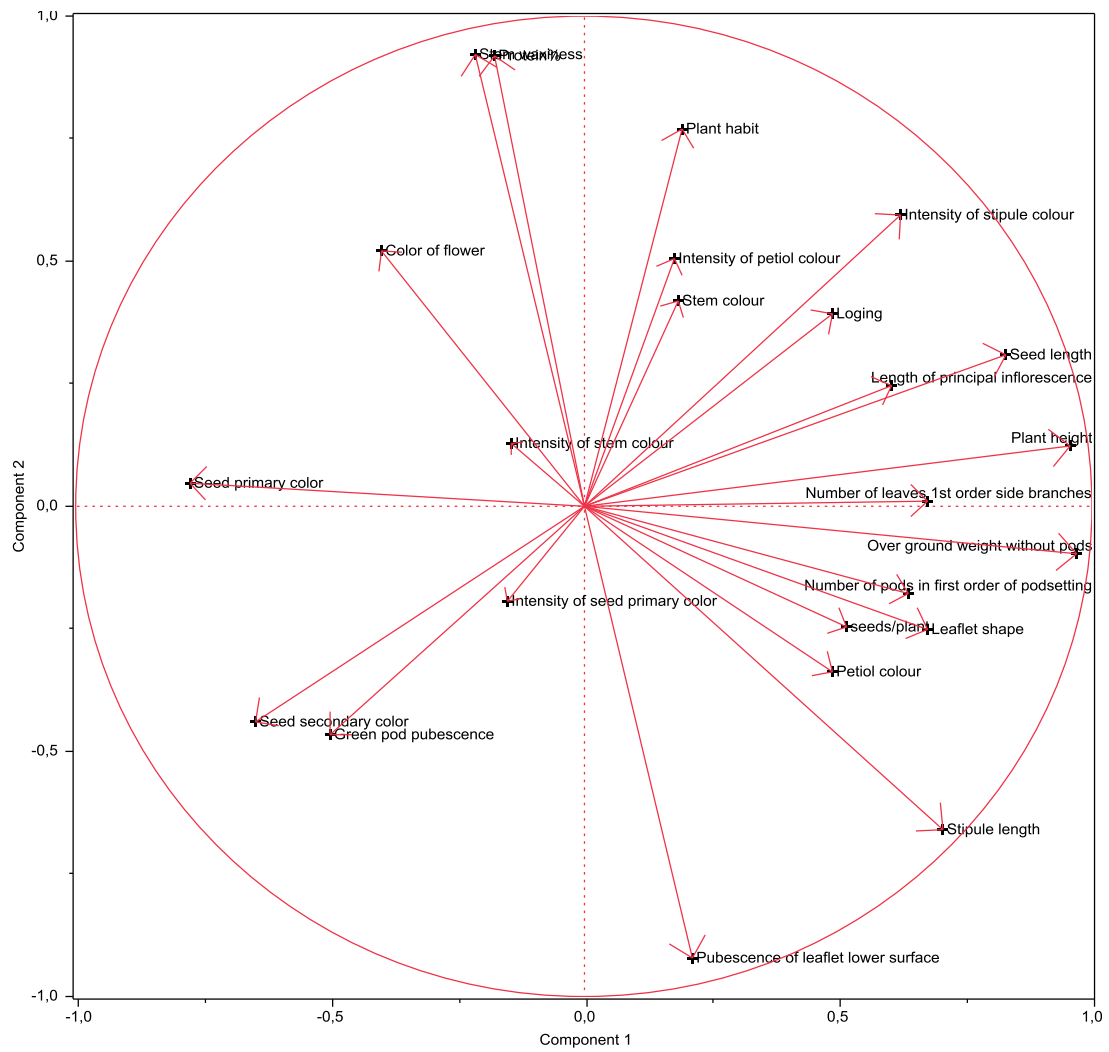


Διάγραμμα 7: Score plot που προκύπτει από τον πίνακα Score matrix στους δύο πρώτους άξονες για τον πειραματικό αγρό της Αθήνας. Οι αριθμοί αντιπροσωπεύουν τις ποικιλίες με τη σειρά που εμφανίζονται στους πίνακες αποτελεσμάτων των ποσοτικών χαρακτηριστικών (1= *L. albus*, 8= *L. angustifolius*). Εμφανής η διάκριση των βοτανικών ειδών.

Πίνακας 83: Πίνακας των συντελεστών συσχέτισης των μεταβλητών με τις κύριες συνιστώσες (loading matrix) για τον πειραματικό αγρό στην Αθήνα.

Χαρακτηριστικά - Αθήνα	PC1	PC2	PC3
Ύψος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή	0,9566	0,12265	0,09017
Αριθμός λοβών σε βλαστούς πρώτης τάξης	0,63857	-0,1785	0,59178
Σπόροι ανά φυτό	0,5164	-0,2449	0,44828
Τρόπος ανάπτυξης	0,19428	0,76993	-0,5257
Χρώμα βλαστού	0,18669	0,4191	0,18384
Ένταση χρώματος βλαστού	-0,1433	0,12712	0,85981
Επικάλυψη κηρού στο βλαστό	-0,2145	0,92111	0,16808
Σχήμα φυλλαρίου	0,67532	-0,2507	0,00596
Μήκος παραφύλλων	0,70773	-0,6602	0,10691
Ένταση χρώματος παραφύλλων	0,62283	0,59505	0,12962
Χρώμα μίσχου	0,4881	-0,3374	0,75226
Ένταση χρώματος μίσχου	0,17839	0,50526	0,24464
Χνοώδες ανώριμου λοβού	-0,4994	-0,4651	0,16024
Μήκος κύριας ταξιανθίας	0,60603	0,24734	0,62009
Ευαισθησία στο πλάγιασμα	0,49034	0,39153	-0,3796
Αριθμός φύλλων βλαστών 1ης τάξης	0,67641	0,01	-0,5515

Χνοώδες στην κάτω επιφάνεια φύλλου	0,21445	-0,9211	-0,1681
Υπέργειο βάρος φυτού χωρίς λοβούς	0,96962	-0,0974	0,08693
Μήκος σπόρου	0,83002	0,30945	-0,1997
Ένταση χρώματος περιβλήματος σπόρου	-0,1502	-0,1936	-0,5466
Χρώμα μοτίβου περιβλήματος	-0,6448	-0,44	0,45889
Χρώμα περιβλήματος σπόρου	-0,7749	0,04801	0,21903
Χρώμα άνθους	-0,3991	0,52097	0,61945
Περιεκτικότητα πρωτεΐνης στο σπόρο	-0,176	0,91976	0,15958



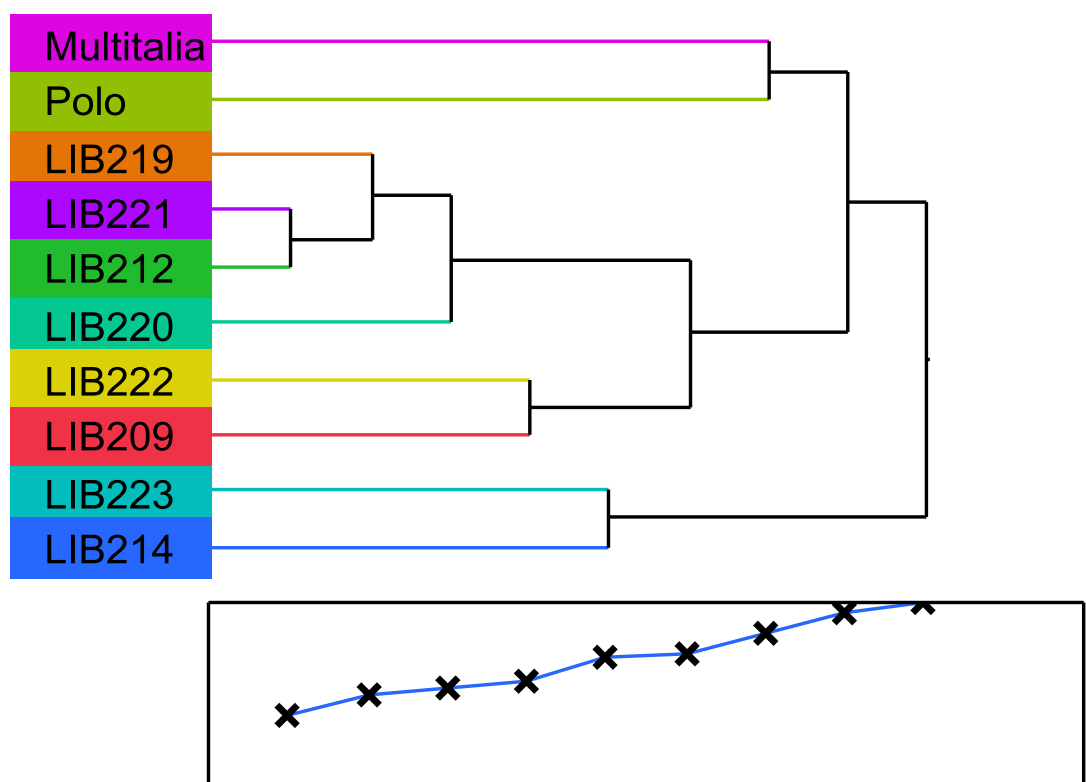
Διάγραμμα 8: Loading plot ως προς τους δύο πρώτους άξονες για τον πειραματικό αγρό της Αθήνας.

5.5 Ανάλυση Συστάδων (Cluster Analysis)

5.5.1 Αγρός Α (Καλαμάτα)

Δενδρόγραμμα

Μέθοδος Ward



Διάγραμμα 9: Δενδρόγραμμα των εξεταζόμενων καταχωρήσεων με τη χρήση της μεθόδου Ward, βάσει των χαρακτηριστικών που εξετάστηκαν στον αγρό της Καλαμάτας.

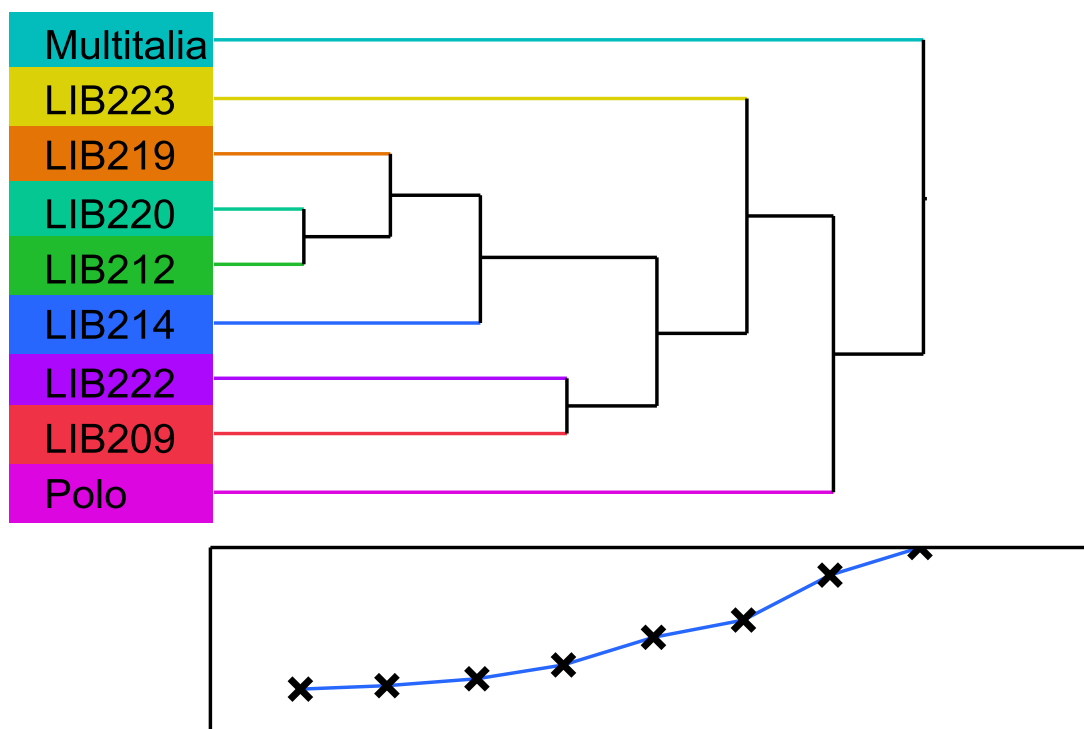
Πίνακας 84: Ιστορικό δημιουργίας των συστάδων στον πειραματικό αγρό της Καλαμάτας.

Number of Clusters	Distance	Leader	Joiner
9	1,656085661	LIB220	LIB212
8	1,834362459	LIB219	LIB221
7	2,327781435	LIB219	LIB222
6	2,640940537	LIB223	LIB214
5	3,176483886	LIB219	LIB220
4	4,110366880	LIB219	LIB209
3	4,891651996	Multitalia	Polo
2	6,318905351	Multitalia	LIB219
1	7,256539911	Multitalia	LIB223

5.5.2 Αγρός Β (Αθήνα)

Δενδρόγραμμα

Μέθοδος Ward



Διάγραμμα 10: Δενδρόγραμμα των εξεταζόμενων καταχωρήσεων με τη χρήση της μεθόδου Ward, βάσει των χαρακτηριστικών που εξετάστηκαν στον αγρό της Αθήνας.

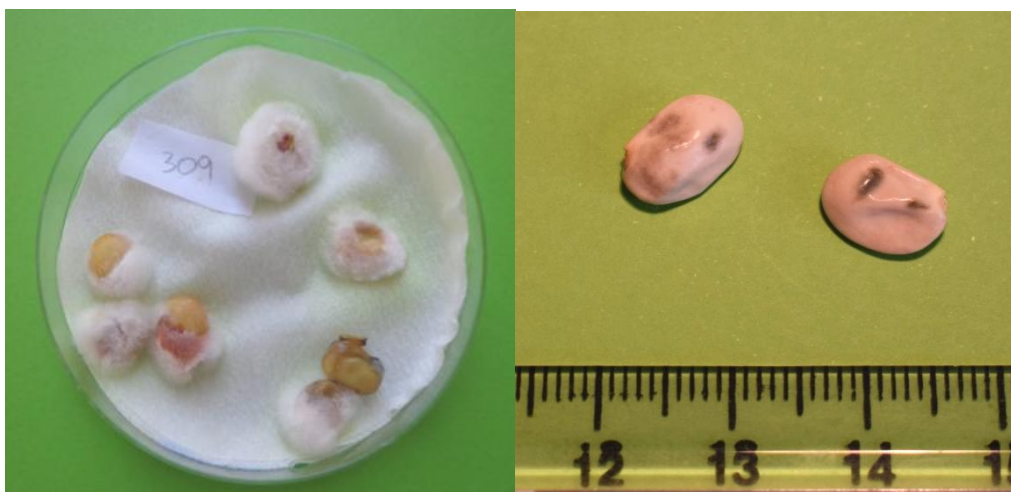
Πίνακας 85: Ιστορικό δημιουργίας των συστάδων στον πειραματικό αγρό της Αθήνας.

Number of Clusters	Distance	Leader	Joiner
8	1,44198587	LIB219	LIB222
7	1,53785434	LIB220	LIB212
6	1,81354982	LIB220	LIB214
5	3,10195652	LIB220	LIB209
4	3,29897681	LIB219	LIB220
3	3,90479496	LIB223	LIB219
2	7,33273807	LIB223	Polo
1	10,13631413	Multitalia	LIB223

5.6 Φυτοπαθολογικές και ζωικές προσβολές που καταγράφηκαν

Φυτοπαθολογικές ασθένειες

- Η βελτιωμένη σειρά LIB221 εμφάνισε φυτοπαθολογική ασθένεια κατά τη διαδικασία της προβλάστησης στα τρυβλία Petri (Εικόνα 15). Μετά από εξέταση δείγματος σπόρων από το Εργαστήριο Φυτοπαθολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών διαπιστώσαμε ότι οι σπόροι ήταν προσβεβλημένοι από μύκητες του γένους *Fusarium* sp.



Εικόνα 15: *Fusarium* sp. σε σπόρους *L. mutabilis*

- Όταν τα φυτά βρίσκονταν στο στάδιο της βλαστητικής ανάπτυξης παρατηρήθηκαν φυτά που παρουσίαζαν τήξη λαιμού (Εικόνες 16-17). Συγκεκριμένα στο plot της καταχώρησης LIB219 στην πρώτη επανάληψη ο αριθμός των φυτών αυτών ήταν μεγάλος, παρόλο που η ίδια καταχώρηση δεν εμφάνιζε πρόβλημα στις άλλες δύο επαναλήψεις. Μετά από διάγνωση του Εργαστηρίου Φυτοπαθολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών ενημερωθήκαμε πως τα φυτά είναι προσβεβλημένα από *Rhizoctonia* spp.



Εικόνα 16: Χαρακτηριστικοί εναέριοι κόνδυλοι στη βάση του στελέχους από *Rhizoctonia* spp.



Εικόνα 17: Τήξη λαιμού

Ζωικές προσβολές

- Hemiptera: Cercopoidea: Apherophoridae

Τον Απρίλιο παρατηρήθηκε προσβολή από τζίτζικακία της οικογένειας Apherophoridae στην ποικιλία Ρολο. Τα έντομα αυτά αποτελούν φορείς βακτηριολογικών και ιολογικών προσβολών.



Εικόνα 18: Χαρακτηριστική κατασκευή της οικογένειας Apherophoridae

- Οικογένεια Scarabaeidae

Τα έντομα *Oxythyrea funesta* και *Tropinota hirta* προκαλούν ζημιές στα αναπαραγωγικά μέρη των φυτών με αποτέλεσμα τις μειωμένες αποδόσεις.



Εικόνα 19 : Άτομο *Epicometis (Tropinota) hirta* τρέφεται σε άνθος *L. mutabilis* (αριστερά), φαγώματα στα άνθη από *O. funesta* και καταστροφή των αναπαραγωγικών μερών τους (δεξιά).

- Αφίδες

Δεν παρατηρήθηκαν προσβολές αφίδας σε φυτά *L. mutabilis*. Αφίδες παρατηρήθηκαν στην ποικιλία ρολο (Εικόνα 20).



Εικόνα 20: Προσβολή από αφίδες στην ποικιλία 'Ρολο' (*L. angustifolius*). *Acyrtosiphon pisum* (αριστερά), *Aphis fabae* (δεξιά).

- Σαλιγκάρια (Gastropoda)

Παρατηρήθηκαν φαγώματα από σαλιγκάρια σε άνθη και σε φύλλα φυτών λούπινου (Εικόνα 21).



Εικόνα 21: Σαλιγκάρια σε φυτά λούπινου.

- Προσβολή ώριμων λοβών από έντομο της τάξης Lepidoptera.

Κατά τη συγκομιδή παρατηρήθηκαν φαγωμένη σπόροι από προνύμφη λεπιδοπτερου (Εικόνα 22).



Εικόνα 22: Φαγωμένος σπόρος (επάνω) και νύμφη λεπιδοπτερου (δεξιά) εντός ώριμου λοβού LIB220

5.7 Επικονιαστές

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα έντομα που καταγράφηκαν να είναι επικονιαστές του λούπινου.

- *Xylocopa* spp. (Hymenoptera, Apidae)

Επικονιαστές του γένους *Xylocopa* παρατηρήθηκαν να επικονιάζουν μόνο το είδος *L. mutabilis*.



Εικόνα 23: Επικονιαστές του γένους *Xylocopa* που παρατηρήθηκαν σε φυτό *L. mutabilis*.

- *Megachile* spp. (Hymenoptera, Megachilidae)

Επικονιαστές του γένους *Megachile* παρατηρήθηκαν να επικονιάζουν τα είδη *L. mutabilis* και *L. albus*.



Εικόνα 24: Επικονιαστές του γένους *Megachile* που παρατηρήθηκαν σε φυτά *L. mutabilis* και *L. albus*.

- *Anthophora* spp. (Hymenoptera, Apidae)
Επικονιαστές του γένους *Anthophora* παρατηρήθηκαν να επικονιάζουν μόνο το είδος *L. mutabilis*.



Εικόνα 25: Επικονιαστές του γένους *Anthophora* που παρατηρήθηκαν σε φυτά *L. mutabilis*.

- *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae)
Η μελιτοφόρος μέλισσα παρατηρήθηκε να επικονιάζει μόνο τα λούπινα του είδους *L. albus*.



Εικόνα 26: *Apis mellifera* σε άνθη *L. albus* var. 'Multitalia'

6 Συζήτηση

6.1 Χαρακτηριστικά βλαστικής ανάπτυξης

6.1.1 Διακλαδώσεις και αριθμός σπόρων σε σχέση με το εδάφος

Η ποικιλία ‘Multitalia’ (*L. albus*) έδωσε υψηλότερο αριθμό σπόρων ανά φυτό (Πίνακας 66) και έκανε περισσότερες διακλαδώσεις (Πίνακας 13) στον πειραματικό αγρό της Αθήνας. Αντιθέτως, η ποικιλία ‘Polo’ (*L. angustifolius*) έδωσε λιγότερες διακλαδώσεις και μικρότερο αριθμό σπόρων ανά φυτό στον αγρό της Αθήνας. Ο πειραματικός αγρός της Αθήνας χαρακτηρίζεται από υψηλό pH (7,87) και CaCO₃% όπως φαίνεται στον Πίνακα 4 του κεφαλαίου Υλικά και Μέθοδοι. Οι Brand κ.ά. 2002 αναφέρουν ότι το *L. albus* είναι προσαρμοσμένο σε εδάφη με υψηλό pH, ενώ το *L. angustifolius* είναι ευαίσθητο σε τέτοια εδάφη. Το βοτανικό είδος *L. mutabilis* και συγκεκριμένα οι καταχωρίσεις LIB222, LIB214, LIB212, LIB209 έδωσαν μεγαλύτερο αριθμό διακλαδώσεων στον πειραματικό αγρό της Καλαμάτας και οι καταχωρήσεις LIB223, LIB222, LIB209, LIB214 έδωσαν μεγαλύτερο αριθμό σπόρων ανά φυτό στον αγρό της Καλαμάτας. Συνεπώς το πιο ανθεκτικό βοτανικό είδος στο υψηλό pH και το υψηλό CaCO₃% του εδάφους είναι το *L. albus* ενώ ανάμεσα στις καταχωρήσεις *L. mutabilis* πιο ανθεκτικές καταχωρήσεις φάνηκαν να είναι οι LIB222, LIB214, LIB209, LIB212. Συμπεραίνουμε ότι οι πορτογαλικοί πληθυσμοί λόγω τις ανομοιογένειας εντός τους, περιλαμβάνουν γονότυπους που είναι ανθεκτικοί σε διάφορες καταπονήσεις όπως τα αυξημένα ποσοστά CaCO₃% στο εδάφος.

6.1.2 Πάχος του βλαστού

Το μικρότερο πάχος βλαστού 0,31cm παρουσίασε η ποικιλία ‘Polo’ (*L. angustifolius*) (Πίνακας 28), ενώ το μεγαλύτερο πάχος βλαστού το παρουσίασε η ποικιλία ‘Multitalia’ (*L. albus*) 0,86cm. Ανάμεσα στις καταχωρήσεις *L. mutabilis* οι LIB 223, LIB209, LIB212 και LIB214 είχαν τους πιο παχείς βλαστούς με αποτέλεσμα να αποτελούν τους καλύτερους γονότυπους για βελτιωτικά προγράμματα με στόχευση στη βιομάζα.

6.1.3 Χαρακτηριστικά βλαστικής ανάπτυξης που βοήθησαν στον διαχωρισμό των βοτανικών ειδών και των εξεταζόμενων καταχωρήσεων

Τα χαρακτηριστικά χνοώδες του βλαστού, επικάλυψη κηρού στο βλαστό, σχήμα φυλλαρίου, σχήμα κεντρικής απόληξης φυλλαρίου, χνοώδες στην άνω και κάτω επιφάνεια του φύλλου, χρώμα και ένταση χρώματος φύλλου, χρώμα παράφυλλων, χρώμα και ένταση χρώματος μίσχου συνέβαλαν στον καλό βοτανικό διαχωρισμό των εξεταζόμενων καταχωρήσεων περιγράφοντας λεπτομερώς το φυτικό υλικό.

6.2 Χαρακτηριστικά αναπαραγωγικής ανάπτυξης

6.2.1 Ημέρες έως την άνθηση

Οι ποικιλίες 'Multitalia' και LIB223 καθώς και ο πληθυσμός LIB214 ήταν οι πιο όψιμες καταχωρήσεις. Η ποικιλία 'Multitalia' ανήκει στο είδος *L. albus*. Οι Hammermeister κ.ά. (2006) αναφέρουν πως το λευκό λούπινο δίνει μεγάλες αποδόσεις με υψηλό ποσοστό πρωτεΐνης αλλά αργεί να ωριμάσει. Επιπλέον, οι Swieckiki κ.ά. (2015) πληροφορούν ότι η μακρά βλαστική περίοδος του λευκού λούπινου έχει ως αποτέλεσμα την όψιμη συγκομιδή. Ενώ και στους δύο αγρούς παρατηρήθηκε καθυστέρηση στην ωρίμανση, στον αγρό της Καλαμάτας το φαινόμενο ήταν εντονότερο. Το γεγονός αυτό πιθανώς να οφείλεται στις κλιματικές συνθήκες της χώρας μας και της εκάστοτε περιοχής. Οι Clements κ.ά. (2008) μελέτησαν στην Αυστραλία 96 γονότυπους *L. mutabilis* και παρατήρησαν ότι οι ημέρες έως την άνθηση κυμαίνονται από 65 έως 114 ημέρες οι αντίστοιχες ημέρες υπό ελληνικές συνθήκες καλλιέργειας είναι 104 έως 139 ημέρες (Πίνακας 34). Οι Swieckiki κ.ά. (2015) υπογραμμίζουν τα μειονεκτήματα του *L. mutabilis* εντός των οποίων υπόκειται η αργή ωρίμανση υπό μακρές φωτοπεριόδους και υψηλά ποσοστά υγρασίας. Η Ελλάδα χαρακτηρίζεται από μακρές φωτοπεριόδους γεγονός που εξηγεί την παράταση του βιολογικού κύκλου των φυτών και στους δύο πειραματικούς αγρούς. Η Καλαμάτα συγκεκριμένα έδειξε υψηλά ποσοστά υγρασίας τη καλλιεργητική περίοδο 2016-2017, όπως φαίνεται στα μετεωρολογικά δεδομένα που παρατίθενται στο κεφάλαιο Υλικά και Μέθοδοι (Διάγραμμα1), με αποτέλεσμα να οψιμήσει ακόμη περισσότερο η καλλιέργεια.

6.2.2 Πλήθος πλάγιων βλαστών με ταξιανθία πρώτης και δεύτερης τάξης

Σύμφωνα με τους Clements κ.ά. (2008) ο αριθμός πλάγιων βλαστών με ταξιανθία πρώτης τάξης γονοτύπων *L. mutabilis* κυμαίνεται από 1 έως 3,7. Στην παρούσα μελέτη ο αντίστοιχος αριθμός για τις καταχωρήσεις *L. mutabilis* είναι από 0,65 έως 2,75 όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 35. Ο αριθμός πλάγιων βλαστών με ταξιανθία δεύτερης τάξης στην παρούσα εργασία κυμαίνεται από 0 έως 4 (Πίνακας 36) ο αντίστοιχος αριθμός στην μελέτη των Clements κ.ά. (2008) κυμαίνεται από 0 έως 3,3. Το *L. mutabilis* είναι ευαίσθητο τόσο στην ύπαρξη παγετού (Neves Martins κ.ά. 2016) κατά τη βλαστική ανάπτυξη όσο και στην καταπόνηση από ξηρασία κατά την άνθηση όπως παρατηρήθηκε στη παρούσα μελέτη. Η ύπαρξη διαφορετικών τάξεων ταξιανθιών (κύρια ταξιανθία, ταξιανθίες πρώτης δεύτερης και τρίτης τάξης) οι οποίες ωριμάζουν ασυγχρόνιστα βοηθά το φυτό να ξεπερνά τις διάφορες μετεωρολογικές καταπονήσεις και να μπορεί να παράγει σπόρους ακόμη και σε δυσμενείς για την καλλιέργεια καλλιεργητικές χρονιές.

6.2.3 Αριθμός φύλλων και ημέρες έως την άνθηση

Η καταχώρηση LIB223 και η εμπορική ποικιλία 'Multitalia' παρουσίασαν και στους δυο πειραματικούς αγρούς τους υψηλότερους μέσους όρους συγκριτικά με τις υπόλοιπες καταχωρήσεις όσον αφορά στον αριθμό των φύλλων (Πίνακας 43) των πλάγιων βλαστών που φέρουν ταξιανθία πρώτης τάξης. Οι καταχωρήσεις αυτές ήταν οι πιο όψιμες. Οι Hardy κ.ά. (1998) μελέτησαν 11 γονότυπους *L. mutabilis* και αναφέρουν ότι, κατά μέσο όρο, όσο μεγαλύτερος ήταν ο αριθμός φύλλων στον κύριο βλαστό τόσο περισσότερες ήταν οι ημέρες έως την άνθηση. Τα χαρακτηριστικά αριθμός των φύλλων των πλάγιων βλαστών που φέρουν ταξιανθία πρώτης τάξης και ημέρες έως την άνθηση παρουσίασαν υψηλό συντελεστή συσχέτισης (0,67) στον πειραματικό αγρό της Αθήνας, γεγονός που έρχεται να συμπληρώσει την παρατήρηση των Hardy κ.ά. (1998) ότι υπάρχει ισχυρή γενετική συγγένεια μεταξύ του αριθμού των φύλλων στον κύριο βλαστό και των ημερών έως την άνθηση, και να προτείνει την αντίστοιχη συσχέτιση του αριθμού των φύλλων των πλάγιων βλαστών που φέρουν ταξιανθία πρώτης τάξης με τις ημέρες έως την άνθηση.

6.2.4 Αριθμός λοβών ανά φυτό

Ο αριθμός λοβών ανά φυτό για τις καταχωρήσεις *L. mutabilis* κυμαίνεται από 1,92 έως 10,84 (Πίνακας 53) μειωμένος σε σχέση με τις παρατηρήσεις των Clements κ.ά. (2008) που βρίσκουν 11 έως 20 λοβούς ανά φυτό *L. mutabilis*, αλλά αυξημένος σε σχέση με τις ποικιλίες ‘Multitalia’ και ‘Polo’ ο αριθμός λοβών ανά φυτό των οποίων κυμαίνεται από 2,05 έως 8,39 και από 2,31 έως 2,84 αντίστοιχα.

6.3 Χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τις αποδόσεις

6.3.1 Ευαισθησία στο πλάγιασμα

Η μελέτη του χαρακτηριστικού «ευαισθησία στο πλάγιασμα» είναι πολύ σημαντική δεδομένου του εντατικού τρόπου καλλιέργειας της γης στις σύγχρονες κοινωνίες και της χρήσης θεριζοαλωνιστικών μηχανών για τη συγκομιδή του λούπινου. Η συγκομιδή με θεριζοαλωνιστική μηχανή γίνεται δύσκολη έως και ακατόρθωτη ανάλογα με το βαθμό πλαγιάσματος των φυτών. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 23 οι ευαίσθητες στο πλάγιασμα καταχωρήσεις (από την πιο ευαίσθητη στην λιγότερο ευαίσθητη) είναι οι LIB221, LIB214, LIB223, LIB219, LIB212, LIB220, LIB222, LIB209, ‘Polo’, ‘Multitalia’. Συνεπώς, το βοτανικό είδος *L. mutabilis* είναι περισσότερο ευαίσθητο στο πλάγιασμα σε σχέση με τα βοτανικά είδη *L. angustifolius* και *L. albus* υπό ελληνικές συνθήκες καλλιέργειας.

6.3.2 Υπέργειο βάρος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή

Σύμφωνα με έρευνα των Ταρία κ.ά. (2015) το βάρος του φυτού, ο αριθμός λοβών ανά φυτό, το χρώμα σπόρου και άνθους αποτελούν τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά για την προεργασία βελτιωτικών προγραμμάτων λούπινου. Στον Πίνακα 56 εμφανίζεται το υπέργειο βάρος φυτού αμέσως μετά τη συγκομιδή με τα φυτά ‘Polo’ (*L. angustifolius*) να παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τιμές και στους Πίνακες 66 και 71 φαίνεται ότι τα ίδια φυτά έδωσαν τις χαμηλότερες αποδόσεις τόσο σε σπόρο όσο και σε περιεκτικότητα πρωτεΐνης στο σπόρο.

6.3.3 Αριθμός σπόρων κύριας ταξιανθίας και ταξιανθιών πρώτης, δεύτερης, τρίτης τάξης

Όπως φαίνεται από τους Πίνακες 61-64, ο αριθμός σπόρων κύριας ταξιανθίας και ο αριθμός σπόρων ταξιανθίας πρώτης τάξης διαμόρφωσαν τις τελικές αποδόσεις γεγονός που συμφωνεί με την παρατήρηση των Neves-Martins κ.ά. (2016) ότι ο κύριος βλαστός και οι πλάγιοι βλαστοί πρώτης τάξης έδωσαν τους υψηλότερους αριθμούς σπόρου υπό πορτογαλικές συνθήκες καλλιέργειας συνεισφέροντας στις τελικές αποδόσεις κατά 95%.

6.3.4 Σπόροι ανά λοβό

Οι σπόροι ανά λοβό (Πίνακας 65) για την ποικιλία ‘Multitalia’ (*L. albus*) κυμαίνονται από 3,71 έως 4,95 ενώ για την ποικιλία ‘Polo’ (*L. angustifolius*) από 1,84 έως 2,11. Οι καταχωρήσεις *L. mutabilis* εμφανίζουν σπόρους ανά λοβό από 2,06 έως 4,14 με την καταχώρηση LIB222 να παρουσιάζει τον μεγαλύτερο αριθμό σπόρων ανά λοβό του βοτανικού είδους. Οι Clements κ.ά. (2008) αναφέρουν ότι οι γονότυποι *L. mutabilis* που μελέτησαν είχαν αριθμό σπόρων ανά λοβό από 2,7 έως 6,8. Συμπεραίνουμε ότι το χαρακτηριστικό «σπόροι ανά λοβό» ποικίλει τόσο εντός του γένους όσο και εντός του είδους των εξεταζόμενων καταχωρίσεων.

6.3.5 Σπόροι ανά φυτό

Η ποικιλία ‘Polo’ του είδους *L. angustifolius* φάνηκε να είναι η λιγότερο αποδοτική από τις εξεταζόμενες καταχωρήσεις και στις δύο τοποθεσίες. Οι Hammermeister κ.ά.(2006) αναφέρουν ότι το μειονέκτημα του *L. angustifolius* σε σχέση με το *L. albus* είναι οι χαμηλότερες αποδόσεις. Ωστόσο όλες οι καταχωρήσεις έδωσαν μειωμένες αποδόσεις. Κατά τη διάρκεια της άνθησης και στις δύο τοποθεσίες η βροχόπτωση έφτασε στα όρια της ανομβρίας (Πίνακες 5-6, Διάγραμματα 1-2) γεγονός που μείωσε τις τελικές αποδόσεις σε σπόρο καθώς σύμφωνα με την Παπακώστα-Τασοπούλου (2012) η έλλειψη νερού στα κρίσιμα στάδια της άνθησης, της καρπόδεσης και του γεμίσματος των λοβών, μειώνει σημαντικά την απόδοση. Οι Sawicka-Sienkiewicz και Augiewicz (2002) παρατηρούν ότι η καλλιέργεια του *L. mutabilis* σε ευρωπαϊκές συνθήκες χαρακτηρίζεται από χαμηλές αποδόσεις σε σπόρο και μακρά βλαστητική περίοδο των φυτών. Ο Neves-Martins (1992) αναφέρει ότι υπό ευρωπαϊκές κλιματικές συνθήκες (συγκεκριμένα στην Πορτογαλία, χώρα της νότιας

Ευρώπης όπως και η Ελλάδα) τα όψιμα φυτά *L. mutabilis* έδωσαν μεγαλύτερες αποδόσεις γεγονός που έρχεται να συμφωνήσει με την περίπτωση της καταχώρησης LIB214. Οι αποδόσεις του *L. mutabilis* ήταν πολύ χαμηλές γεγονός που συμφωνεί με την παρατήρηση των Tahnilas κ.ά. (1999, αναφέρεται από Neves-Martins κ.ά. 2016) ότι η παραγωγή του *L. mutabilis* είναι σχετικά μικρή και με την διαπίστωση των Caligari κ.ά. (2000) ότι οι αποδόσεις του *L. mutabilis* στην Ευρώπη είναι πολύ μειωμένες σε σχέση με άλλες καλλιέργειες ψυχανθών. Ωστόσο, οι Caligari κ.ά. τονίζουν ότι το πείραμα διεξήχθη σε χρονιές που χαρακτηρίστηκαν από έντονη ξηρασία. Οι μειωμένες αποδόσεις σε σπόρο της παρούσας έρευνας δύνανται επίσης να οφείλονται στις εδαφικές και κλιματικές καταπονήσεις του πειράματος. Συνεπώς, περαιτέρω έρευνα χρειάζεται με σκοπό την επιλογή του κατάλληλου γονοτύπου που θα έχει ικανότητα προσαρμογής στις τοπικές αβιοτικές καταπονήσεις όπως οι υψηλές θερμοκρασίες, η ξηρασία, οι υψηλές τιμές pH και CaCO₃ του εδάφους καθώς και στις απότομες διακυμάνσεις των μετεωρολογικών φαινομένων.

6.3.6 Βάρος 100 σπόρων

Οι Clements κ.ά. (2008) μελετούν το βάρος 100 σπόρων δώδεκα γονοτύπων *L. mutabilis*, δύο ποικιλιών *L. angustifolius* και μίας ποικιλίας *L. albus* και διαπιστώνουν ότι το βάρος 100 σπόρων *L. mutabilis* κυμαίνεται από 13,2 έως 24,1gr, με μέσο όρο 19,35gr, και το βάρος 100 σπόρων της ποικιλίας ‘Mandelap’ (*L. angustifolius*) είναι 16,1 gr. Η ποικιλία ‘Tanjil’ (*L. angustifolius*) έχει βάρος 100 σπόρων 14gr. Στην παρούσα μελέτη το βάρος 100 σπόρων (Πίνακας 67) κυμαίνεται από 6,75 έως 16,13gr για το είδος *L. mutabilis* και στη ποικιλία ‘Polo’ (*L. angustifolius*) το βάρος 100 σπόρων κυμαίνεται μεταξύ 9,85 και 15,71gr. Το αντίστοιχο βάρος για την ποικιλία ‘Multitalia’ (*L. albus*) κυμαίνεται από 21,74 έως 28,29gr και σύμφωνα με τους Clements κ.ά. (2008) η ποικιλία ‘Andromeda’ (*L. albus*) έχει βάρος 100 σπόρων 30 gr. Οι Neves-Martins κ.ά. (2016) μελετούν 11 καταχωρήσεις *L. mutabilis* στη Λισαβόνα και βρίσκουν ότι κατά μέσο όρο το βάρος 100 σπόρων είναι 17gr. Στην παρούσα μελέτη το βάρος 100 σπόρων *L. mutabilis* από τον πειραματικό αγρό της Καλαμάτας είναι 12,23gr και από τον πειραματικό αγρό της Αθήνας είναι 11,40gr. Το βάρος 100 σπόρων της καταχώρησης LIB 209 για τον αγρό της Καλαμάτας είναι 10,20gr και για τον αγρό της Αθήνας 9,13gr ενώ οι Galek κ.ά. (2016) μετά από πειράματα δύο ετών βρίσκουν βάρος 100 σπόρων της ίδιας

καταχώρησης 15,71gr τη μία χρονιά και 13,43gr την επόμενη. Οι Galek κ.ά. (2016) πληροφορούν ότι δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ του βάρους του σπόρου και του πάχους του περιβλήματος του σπόρου, συνεπώς δίνουν στους βελτιωτές την δυνατότητα να επιλέγουν γονότυπους με μεσαίο βάρος σπόρου και λεπτό περίβλημα. Κατανοούμε λοιπόν ότι η βελτίωση δεν πρέπει να στοχεύει μόνο στο υψηλό βάρος σπόρου αλλά η επιλογή γονοτύπων πρέπει να γίνεται μέσω του αθροιστικού αποτελέσματος επιθυμητών χαρακτηριστικών.

6.3.7 Δείκτης συγκομιδής

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 68 ο δείκτης συγκομιδής για το βοτανικό είδος *L. mutabilis* κυμαίνεται από 0,15 έως 0,29 με τους Clements κ.ά. (2008) να βρίσκουν δείκτη συγκομιδής διάφορων γονοτύπων *L. mutabilis* από 0,13 έως 0,33. Ο δείκτης συγκομιδής για τις ποικιλίες ‘Multitalia’ και ‘Polo’ κυμαίνεται από 0,32 έως 0,40 και 0,22 έως 0,34 αντίστοιχα, ενώ για την ποικιλία ‘Mantelup’ (*L. angustifolius*) οι Clements κ.ά. (2008) βρίσκουν ότι είναι 0,42.

6.4 Χαρακτηριστικά του σπόρου

6.4.1 Χρώμα και μοτίβο περιβλήματος του σπόρου

Ο καθηγητής RÖmer (1991) τονίζει ότι πολύ συχνά το χρώμα του σπόρου σχετίζεται με τις ανθοκυανίνες στο φυτό. Η παρατήρηση αυτή συμφωνεί με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης (Πίνακες 7,12,14,15,16,17,18 και Πίνακας 25) καθώς οι καταχωρήσεις LIB209, LIB212, LIB214 και LIB222 που παρουσίασαν κόκκινο μεταχρωματισμό στο υποκοτύλιο και στο βλαστό, ήταν αυτές που παρουσίασαν ποικίλους χρωματισμούς και στον σπόρο τους έχοντας, όλες εκτός από την LIB214, δευτερεύοντα χρώματα.

6.4.2 Σχήμα σπόρου

Το σχήμα του σπόρου (Πίνακας 24) ποικίλει μεταξύ των εξεταζόμενων καταχωρήσεως (σφαιρικό, σφαιρικό-πεπλατυσμένο, οβάλ, πεπλατυσμένο οβάλ, κυβοειδές, πεπλατυσμένο κυβοειδές, νεφροειδές) όπως ακριβώς διαπιστώνουν και οι Clements κ.ά. (2008) ότι το σχήμα σπόρου κυμαίνεται από σφαιρικό έως πεπλατυσμένο ή οβάλ. Στην παρούσα μελέτη παρατηρείται επιπλέον διαφοροποίηση εντός της καταχώρησης

LIB209 η οποία παρουσιάζει 24% σφαιρικό και 76% πεπλατυσμένο οβάλ σχήμα σπόρου.

6.4.3 Στυλπνότητα του σπόρου

Η στυλπνότητα του σπόρου καταγράφηκε ως θαμπή μόνο στην περίπτωση της ποικιλία 'Polo' (*L. angustifolius*), ξεχωρίζοντας το βοτανικό αυτό είδος από τις καταχωρήσεις *L. mutabilis* και *L. albus* που παρουσίασαν λαμπερό περίβλημα σπόρου.

6.4.4 Μήκος και πλάτος σπόρου

Το μεγαλύτερο μήκος σπόρου καταγράφηκε στην ποικιλία 'Multitalia' (*L. albus*) ενώ το μικρότερο στην ποικιλία 'Polo' (*L. angustifolius*). Το μήκος των αρχικών σπόρων στις καταχωρήσεις *L. mutabilis* κυμαίνεται από 7,44 έως 10,00cm (Πίνακας 69). Το μεγαλύτερο πλάτος σπόρου καταγράφηκε στην ποικιλία 'Multitalia' (*L. albus*) ενώ το μικρότερο στην καταχώρηση LIB222 με ακολουθούμενη την ποικιλία 'Polo' (*L. angustifolius*). Το μήκος και πλάτος στους αρχικούς σπόρους χρησιμοποιήθηκε στην Ανάλυση Συστάδων με σκοπό τον καλό διαχωρισμό των βοτανικών ειδών.

6.5 Περιεκτικότητα πρωτεΐνης στο σπόρο

6.5.1 Σύγκριση μεταξύ των ειδών λούπινου που μελετήθηκαν

Όσον αφορά στο ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο οι καταχωρήσεις *L. mutabilis* έδωσαν υψηλότερα ποσοστά σε σύγκριση με τις ποικιλίες 'Polo' και 'Multitalia' (Πίνακας 71). Συνεπώς, η σύγκριση μεταξύ των ειδών του γένους *Lupinus* που εξετάστηκαν επιβεβαιώνει τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών ότι το είδος *L. mutabilis* έχει υψηλότερο ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο σε σχέση με τα υπόλοιπα καλλιεργούμενα είδη του γένους (Clements κ.ά. 2008, Caligari κ.ά. 2000). Οι καταχωρήσεις *L. mutabilis* εμφάνισαν ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο από 37,32% έως 43,84% το αντίστοιχο ποσοστό για γονοτύπους *L. mutabilis* που μελετήθηκαν από τους Clements κ.ά. (2008) κυμαίνονται από 38,9 έως 45,4. Συγκεκριμένα, ο πληθυσμός LIB209 περιέχει στο σπόρο κατά μέσο όρο 43,84% πρωτεΐνη στον αγρό της Καλαμάτας και 42,12% στον αγρό της Αθήνας. Οι Caligari κ.ά. (2000) αναφέρουν ότι υπό ευρωπαϊκές συνθήκες η LIB209 παρουσίασε ποσοστό πρωτεΐνης

στο σπόρο 45,7%. Το αντίστοιχο ποσοστό για τη βίγνα κυμαίνεται μεταξύ 20-30%, για την αραχίδα είναι περίπου 26% και για τη σόγια 40-43% (Carvahlo κ.ά. 2012, Δαλιάνης 1983, Specht κ.ά. 1999). Η ποικιλία ‘Andromeda’ (*L.albus*) έχει 35% πρωτεΐνη στο σπόρο (Clements κ.ά. 2008) ενώ η ποικιλία ‘Multitalia’ (*L.albus*) έχει 35,59% πρωτεΐνη στο σπόρο στον αγρό της Καλαμάτας (Πίνακας 71). Η ποικιλία ‘Tanjil’ (*L. angustifolius*) σύμφωνα με τους Clements κ.ά. (2008) έχει 31,5 % πρωτεΐνη στο σπόρο ενώ σύμφωνα με τα ευρήματα της παρούσας μελέτης η ποικιλία ‘Polo’ (*L. angustifolius*) έχει έως και 34,45% πρωτεΐνη στο σπόρο.

6.5.2 Επίδραση του εδάφους

Όλες οι καταχωρήσεις *L. mutabilis* εκτός από την LIB222 έδωσαν υψηλότερα ποσοστά πρωτεΐνης στην τοποθεσία της Καλαμάτας. Από τις αναλύσεις εδάφους (Πίνακες 3-4) διαπιστώνουμε ότι ο αγρός της Καλαμάτας έχει υψηλότερη συγκέντρωση νιτρικών σε σχέση με αυτόν της Αθήνας. Οι Ries κ.ά. (1972) αναφέρουν ότι η περιεκτικότητα πρωτεΐνης στο φυτό είναι ανάλογη με την απορρόφηση νιτρικών από τα φυτά μέσω του εδάφους. Παρόλο που το λούπινο δεν έχει απαιτήσεις σχετικά με τη λίπανση του εδάφους, σε εδάφη μη ελλειμματικά σε νιτρικά φαίνεται να δίνει καλύτερη ποιότητα σπόρου αναφορικά με την πρωτεΐνη.

6.5.3 Αρχιτεκτονική του φυτού

Τα φυτά στην Καλαμάτα εμφανίστηκαν μεγαλύτερα, και παράλληλα έδωσαν και υψηλότερα ποσοστά πρωτεΐνης στο σπόρο. Τα μικρού μεγέθους, σε σχέση με τις υπόλοιπες καταχωρήσεις *L. mutabilis*, φυτά LIB222 και LIB219 έδωσαν τα χαμηλότερα ποσοστά πρωτεΐνης. Η παρατήρηση αυτή συμφωνεί με το συμπέρασμα των Never-Martins κ.ά. (1992) ότι υψηλότερα και μεγαλύτερα φυτά *L. mutabilis* συνήθως έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα πρωτεΐνης στο σπόρο από ότι μικρότερου μεγέθους φυτά. Οι ίδιοι αναφέρουν ότι μικρότερου μεγέθους φυτά έχουν υψηλότερο ποσοστό ελαίου στο σπόρο συνεπώς ενδιαφέρον θα ήταν να μελετηθεί η συσχέτιση του ποσοστού πρωτεΐνης στο σπόρο με το ποσοστό ελαίου στο σπόρο υπό ελληνικές συνθήκες καλλιέργειας.

6.5.4 Αλληλεπίδραση ποσοστού πρωτεΐνης στο σπόρο με χαρακτηριστικά αναπαραγωγικής και βλαστικής ανάπτυξης

Οι συγκρίσεις μεταξύ των πειραματικών αγρών με την δικτυωτή ανάλυση στο χώρο (Combined Analysis over location) έδειξαν ότι η αλληλεπίδραση του παράγοντα ποικιλία με τον παράγοντα τοποθεσία στις περιπτώσεις του ποσοστού πρωτεΐνης στο σπόρο είναι στατιστικά σημαντική. Οι Neves-Martins κ.ά. (1992) μελέτησαν 149 πληθυσμούς *L. mutabilis* και έδειξαν ότι τα χαρακτηριστικά που συσχετίζονται θετικά με το ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο είναι ημέρες έως την άνθηση, μήκος μίσχου, διάμετρος φύλλου, πλήθος πλάγιων βλαστών πρώτης τάξης και μήκος αυτών, αριθμός λοβών και σπόρων πλάγιων βλαστών πρώτης τάξης. Η διάμετρος φύλλου παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με το ποσοστό πρωτεΐνης στον πειραματικό αγρό της Αθήνας. Και στα δύο περιβάλλοντα (Καλαμάτα και Αθήνα) το πλήθος πλάγιων βλαστών πρώτης τάξης έχει αρνητική συσχέτιση με το ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο (Πίνακες 74-74). Αναφορικά με τον αγρό της Καλαμάτας και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά που αναφέρονται από τους Neves-Martins κ.ά. (1992) τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης συμφωνούν με αυτά των Neves-Martins κ.ά. Οι ίδιοι βρήκαν αρνητική συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού πρωτεΐνης και του αριθμού σπόρων στην κύρια ταξιανθία. Η παρατήρηση αυτή συμφωνεί με τα αποτελέσματα του πειραματικού αγρού της Αθήνας αλλά διαφωνεί με τα αποτελέσματα του πειραματικού αγρού της Καλαμάτας όπου παρουσιάστηκε θετική συσχέτιση του ποσοστού πρωτεΐνης στο σπόρο με τον αριθμό σπερμάτων στην κύρια ταξιανθία. Συνεπώς, η αλληλεπίδραση του παράγοντα ποικιλία με τον παράγοντα τοποθεσία στην περίπτωση του ποσοστού πρωτεΐνης στο σπόρο είναι στατιστικά σημαντική καθώς τα χαρακτηριστικά που συσχετίζονται με το ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο επηρεάζονται από το περιβάλλον.

6.6 Περιεκτικότητα φωσφόρου στο σπόρο

Η περιεκτικότητα φωσφόρου στο σπόρο ήταν μεγαλύτερη στον πειραματικό αγρό της Αθήνας (Πίνακας 70). Στους Πίνακες 3 και 4 του κεφαλαίου Υλικά και Μέθοδοι φαίνεται από την εδαφική ανάλυση ότι στον πειραματικό αγρό της Αθήνας τόσο ο ολικός φώσφορος όσο και ο διαθέσιμος είναι αυξημένοι σε σχέση με τον πειραματικό αγρό της Καλαμάτας. Και στις δύο τοποθεσίες η περιεκτικότητα φωσφόρου στο

σπόρο είναι μεγαλύτερη στο βοτανικό είδος *L. mutabilis*. Σύμφωνα με τους Thomson κ.ά. (2008) η υψηλή περιεκτικότητα φωσφόρου στο σπόρο της ποικιλίας Gunguru (*L. angustifolius*) επιταχύνει την ανάπτυξη της ρίζας στα πρώτα στάδια και διευκολύνει την δημιουργία φυματίων στο ριζικό σύστημα, συνεπώς υπάρχει καλύτερη ανάπτυξη του φυτού σε μετέπειτα στάδια.

6.7 Ανθεκτικότητα στις ασθένειες και τους εχθρούς τις καλλιέργειας

6.7.1 Χρώμα βλαστού και ανθεκτικότητα στους εχθρούς και τις ασθένειες

Ο Wink (1991) αναφέρει πως εκτός από τα αλκαλοειδή, οι ανθοκυανίνες που βρίσκονται συχνά στους βλαστούς του *L. mutabilis* μπορεί να ευθύνονται για την ανθεκτικότητα σε κάποιες ασθένειες. Η πρόταση αυτή συμφωνεί με τις παρατηρήσεις της παρούσας εργασίας, καθώς δεν παρατηρήθηκαν φυτοπαθολογικές ή εντομολογικές προσβολές στα φυτά LIB209, LIB212 και LIB214 που είχαν κόκκινο χρώμα βλαστού ή παρουσίαζαν κόκκινο μεταχρωματισμό στο βλαστό.

6.7.2 Aphorhoridae

Προσβολή από τζιτζικάκια της οικογένειας Aphorhoridae παρατηρήθηκε μόνο στην ποικιλία 'Polo' (Εικόνα 18). Όλες οι καταχωρήσεις *L. mutabilis* δεν εμφάνισαν συμπτώματα προσβολής από τζιτζικάκια. Οι Saini κ.ά. (2011) αναφέρουν ότι είδος (*Poophilus costalis* Walker) της οικογένειας Aphorhoridae προσβάλλει τα λούπινα και άλλα ψυχανθή όπως το φασόλι (*Phaseolus vulgaris* L.), τα κουκιά (*Vicia faba* L.) και το μπιζέλι (*Pisum sativum* L.). Οι ίδιοι πληροφορούν ότι μεγάλες προσβολές από τζιτζικάκια στην καλλιέργεια δύνανται να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα και ποσότητα παραγωγής ελαίου. Επιπλέον, αναφέρουν ότι αποτελούν φορείς βακτηριολογικών και ιολογικών ασθενειών.

6.7.3 Scarabaeidae και χρώμα άνθους

Το έντομο *Oxythyrea funesta* είναι πολυφάγο (Hurpin 1962). Ο Grigorov (1972) πληροφορεί ότι το έντομο *O. funesta* ζημιώνει κυρίως λαχανικά και αροτραίες καλλιέργειες αλλά και οπωρώνες. Είναι κοινό έντομο σε όλη την Ευρώπη και τη Μεσόγειο (Baraud 1992). Σύμφωνα με τους Razov κ.ά. (2009) το έντομο *O. funesta*

μαζί με κάποια άλλα είδη που ανήκουν στην οικογένεια Scarabaeidae μπορεί να προκαλέσει τοπικά και οικονομικά σημαντικές ζημιές. Το έντομο *Epicometis (Tropinota) hirta* (Coleoptera: Scarabaeidae, Cetoniinae) βλάπτει τα αναπαραγωγικά μέρη του άνθους (Εικόνα 19) (Hurpin 1962). Είναι ενεργό κατά τη διάρκεια της ημέρας και κρύβεται στο έδαφος κατά τη διάρκεια της νύχτας (Endrodi 1956 αναφέρεται από Schmera κ.ά. 2004, Homonnay και Homonnayn 1990 αναφέρονται από Schmera κ.ά. 2004). Ο έλεγχος του *E. hirta* είναι δύσκολος, καθώς τα περισσότερα εντομοκτόνα δεν μπορούν να εφαρμοστούν κατά τη διάρκεια άνθησης χωρίς να επηρεαστούν οι επικονιαστές. Έτσι, η μαζική παγίδευση των ενηλίκων δύναται να αποτελέσει λύση στο πρόβλημα. Προσβολές από τα έντομα αυτά παρατηρήθηκαν μόνο στα φυτά *L. mutabilis* και όχι στα φυτά *L. albus* και *L. angustifolius*. Παρατηρήθηκε μεγάλος πληθυσμός εντόμων στον αγρό και φαγώματα από τα έντομα αυτά στα άνθη κάθε φυτού *L. mutabilis*. Οι μετρήσεις χρώματος άνθους (Πίνακας 19) σύμφωνα με τους περιγραφητές του IBPGR έδειξαν ότι οι ποικιλίες ‘Multitalia’ και ‘Polo’ έχουν λευκά άνθη. Αντιθέτως, όλες οι καταχωρήσεις *L. mutabilis* παρουσιάζουν κίτρινη βούλα στο κέντρο του πετάσου και διάφορα χρώματα στις άκρες του πετάσου και τις πτέρυγες. Τα δύο αυτά έντομα ελκύνονται από το κίτρινο χρώμα (Subchev κ.ά. 2012, Schmera κ.ά. 2004). Συγκεκριμένα ο Hurka 2005 (αναφέρεται από Global Biodiversity Information Facility) πληροφορεί ότι οι προνύμφες του *E. hirta* τρέφονται με νεκρή φυτική ύλη και το ριζικό σύστημα των φυτών ενώ τα ενήλικα εμφανίζονται το Μάρτιο, συνήθως σε κίτρινα άνθη και τρέφονται με γύρη. Συνεπώς ίσως η αυξημένη προσβολή στα φυτά *L. mutabilis* να οφείλεται στην ύπαρξη κίτρινου χρώματος στο άνθος τους.

6.7.4 Λεπιδόπτερα

Επιπλέον, τα λεπιδόπτερα που παρατηρήθηκαν στον σπόρο μετά τη συγκομιδή (Εικόνα 22) μείωσαν τις τελικές αποδόσεις και την ποιότητα του σπόρου καθώς παρατηρούνταν φαγωμένοι σπόροι από τα λεπιδόπτερα αυτά σε μεγάλη συχνότητα. Δεδομένου ότι η βελτίωση στο λούπινο στοχεύει στην αύξηση των αποδόσεων και της ανθεκτικότητας σε έντομα και ασθένειες περαιτέρω έρευνα χρειάζεται κυρίως σε σχέση με τις εντομολογικές προσβολές στο *L. mutabilis* καθώς αυτές φάνηκε να αποτελούν μία από τις κύριες αιτίες μειωμένων αποδόσεων.

6.8 Επικονιαστές

6.8.1 Επικονιαστές και αποδόσεις (αριθμός και μήκος των λοβών, αριθμός και βάρος των σπόρων)

Το *L. mutabilis* σταυρογονιμοποιείται σε ποσοστό μεγαλύτερο από 10% ή ακόμη και πάνω από 18% (Romer και Jahn-Deesbach 1988, Gnatowska κ.ά. 2000). Αποτελέσματα των Caligari κ.ά. (2000) από πειράματα δύο χρόνων στη Γερμανία, έδειξαν ότι το *L. mutabilis* σταυρογονιμοποιείται σε ποσοστό από 16,6 έως 58,8%. Οι ίδιοι αναφέρουν ότι στα βελτιωτικά προγράμματα, το είδος αυτό, θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως καλλιέργεια που σταυρογονιμοποιείται. Είναι συνεπώς σημαντικό να γνωρίζουμε τους επικονιαστές του είδους. Ο Huyghe (1991) πληροφορεί ότι το είδος *L. mutabilis* δεν δύναται να διασταυρωθεί με τα ευρωπαϊκά είδη. Συνεπώς, δεν υπάρχει κίνδυνος σταυρογονιμοποίησης με τα αυτοφυή είδη και τις καλλιεργούμενες τοπικές ποικιλίες λούπινου στη χώρα μας. Σύμφωνα με τον Kozin (1967) οι μέλισσες αυξάνουν ουσιαστικά τον αριθμό και το μήκος των λοβών καθώς και τον αριθμό και το βάρος των σπόρων της πλειονότητας των ποικιλιών λούπινου. Επιπλέον αναφέρει ότι η γύρη λούπινου δε μεταφέρεται με τον άνεμο και συμπεραίνει ότι οι μέλισσες θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ευρέως για να αυξάνονται οι αποδόσεις της καλλιέργειας λούπινου σε σπόρο.

6.8.2 Επικονιαστές και ημέρες έως την άνθηση

Για να έχουμε τα οφέλη της επικονίασης από τα έντομα θα πρέπει η περίοδος άνθησης των φυτών να συγχρονίζεται με τον βιολογικό κύκλο των επικονιαστών. Αναφορικά με την ανάπτυξη του *L. mutabilis* στον ελλαδικό χώρο και τους επικονιαστές στον ελλαδικό χώρο, αυτό συμβαίνει όταν γίνονται οψιμότερες σπορές από αυτές που συνηθίζεται στη χώρα μας για την καλλιέργεια λούπινου, δηλαδή όταν σπέρνουμε από τον Δεκέμβριο και μετά. Στην ποικιλία 'Polo' δεν καταγράφηκαν επικονιαστές και πιθανή εξήγηση σε αυτό είναι ότι αποτελεί την πιο πρόωμη ποικιλία από τις εξεταζόμενες (Πίνακας 34) με αποτέλεσμα να μην συγχρονίζεται η άνθησή της με τον βιολογικό κύκλο των επικονιαστών στις συγκεκριμένες τοποθεσίες.

6.8.3 Επικονιαστές και μέγεθος του άνθους

Τα άνθη των καταχωρήσεων *L. mutabilis* εμφανίζουν μεγαλύτερο μήκος άνθους σε σχέση με τα αντίστοιχα άνθη 'Multitalia' και 'Polo'. Διαθέτοντας μεγαλύτερο άνθος έχουν την δυνατότητα να φιλοξενήσουν και μεγαλύτερου μεγέθους επικονιαστές όπως είναι τα είδη του γένους *Xylocopa* (Εικόνα 23). Τα μικρά άνθη της ποικιλίας 'Multitalia' (Πίνακας 47) παρατηρήθηκε να επικονιάζονται μόνο από μικρού μεγέθους επικονιαστές όπως η μελιτοφόρος μέλισσα *Apis mellifera* και ο επικονιαστής *Megachile* sp. (Εικόνα 24). Η μελιτοφόρος μέλισσα *Apis mellifera* (Εικόνα 26) δεν παρατηρήθηκε να επικονιάζει τα φυτά *L. mutabilis* παρόλο που ο Manning (1995) αναφέρει ότι κύριος επικονιαστής του λούπινου στην Αυστραλία είναι η *Apis mellifera*. Η μελιτοφόρος μέλισσα *Apis mellifera* έχει μικρότερου μεγέθους γλωσσίδα σε σχέση με του υπόλοιπους επικονιαστές που καταγράφηκαν. Συνεπώς η απουσία καταγραφής της μελιτοφόρου μέλισσας στα άνθη *L. mutabilis* ίσως είναι αποτέλεσμα τόσο της ανατομίας του εντόμου όσο και της ανατομίας του άνθους, καθώς η μικρή γλωσσίδα της *Apis mellifera* δε δύναται να φτάσει τα αναπαραγωγικά όργανα του μεγάλου, για το έντομο, άνθους *L. mutabilis*. Αυτή η παρατήρηση συμφωνεί με την παρατήρηση του Coleman (1921, αναφέρεται από Ayers 2016) ότι τα λούπινα λόγω των μεγάλων ανθέων τους επισκέπτονται από μεγάλο μεγέθους επικονιαστές, για παράδειγμα βομβίνους. Ο ίδιος συμπληρώνει ότι όταν τα άνθη λούπινου είναι μικρού μεγέθους δύναται να επισκέπτονται από τη μελιτοφόρο μέλισσα. Ο επικονιαστής του γένους *Athophora* sp. παρατηρήθηκε σε φυτά *L. mutabilis* (Εικόνα 25) Δεν παρατηρήθηκαν επικονιαστές στην ποικιλία Polo. Τα έντομα επικονιαστές δεν δρουν μόνο ως παράγοντες σταυρογονιμοποίησης, αλλά επάγουν και την αυτογονιμοποίηση (Pazy 1984), συνεπώς είναι σημαντική η αξιοποίησή τους προς αύξηση των αποδόσεων της καλλιέργειας λούπινου. Η αξιοποίηση των επικονιαστών και η κατά συνέπεια αύξηση της απόδοσης της καλλιέργειας και του εισοδήματος των παραγωγών λούπινου θα αποτελέσει κίνητρο για ενασχόληση με την καλλιέργεια αυτή.

6.8.4 Επικονιαστές και χρώμα άνθους

Τα φυτά *L. mutabilis* φέρουν άνθη ποικίλων χρωματισμών (Παράρτημα I/Εικόνες 45-73) και σε αυτά καταγράφηκαν περισσότερα γένη επικονιαστών από ότι στα φυτά 'Polo' και 'Multitalia' που φέρουν λευκά άνθη.

6.9 Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών

Καθώς στην παρούσα μελέτη υπήρχε μεγάλος αριθμός μετρήσεων, η ανάλυση κύριων συνιστωσών έδωσε τη δυνατότητα περιορισμού των μετρήσεων στον αριθμό των κύριων συνιστωσών που ερμηνεύουν το μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής παραλλακτικότητας που παρατηρείται (Διαγράμματα 3 και 5, Πίνακες 76 και 80). Μετά από ανάλυση των δεδομένων που προέρχονται από τον πειραματικό αγρό της Καλαμάτας επιλέχθηκαν τρεις κύριες συνιστώσες οι οποίες ερμηνεύουν το 58,688% της συνολικής μεταβλητότητας και μετά από ανάλυση των δεδομένων που προέρχονται από τον πειραματικό αγρό της Αθήνας επιλέχθηκαν τρεις κύριες συνιστώσες οι οποίες ερμηνεύουν το 72,714% της συνολικής μεταβλητότητας.

Όπως φαίνεται στα Διαγράμματα 4 και 7 (score plots) οι καταχωρήσεις ‘Multitalia’ (*L. albus*) και ‘Polo’ (*L. angustifolius*) είναι απομακρυσμένες τόσο από τις καταχωρήσεις *L. mutabilis* όσο και μεταξύ τους με αποτέλεσμα τα βοτανικά είδη να διαχωρίζονται καλά μέσω της ανάλυσης κύριων συνιστωσών και για τους δύο αγρούς. Και στους δύο αγρούς οι πορτογαλικοί πληθυσμοί LIB209 και LIB212 ανήκουν στην ίδια υποομάδα εντός του είδους *L. mutabilis*. Οι γερμανικές καταχωρήσεις LIB219, LIB221 και LIB222 φαίνεται να ανήκουν στην ίδια υποομάδα εντός του είδους *L. mutabilis* στον πειραματικό αγρό της Καλαμάτας.

Στα διδιάστατα διαγράμματα των φορτίων (loading plots) αποτυπώνεται η θέση των μεταβλητών ακτινωτά από την αρχή των αξόνων για τον κάθε πειραματικό αγρό. Συγκρίνοντας αυτά τα διαγράμματα με τα αντίστοιχα για τον κάθε αγρό διαγράμματα των αποτελεσμάτων (score plots) συμπεραίνουμε ότι για τον πειραματικό αγρό της Καλαμάτας: οι μεταβλητές χρώμα μίσχου και πλήθος πλάγιων βλαστών πρώτης τάξης συνεισφέρουν περισσότερο στην περιγραφή της ποικιλίας ‘Multitalia’. Οι μεταβλητές ύψος φυτού, υπέργειο βάρος φυτού και μήκος κύριας ταξιανθίας συνεισφέρουν περισσότερο στην περιγραφή των καταχωρήσεων LIB223 και LIB214, οι οποίες ήταν ανάμεσα στις πιο όψιμες καταχωρήσεις, εμφάνισαν τις μεγαλύτερες τιμές βάρους 100 σπόρων και υπέργειου βάρους φυτού. Οι μεταβλητές που βρίσκονται στο τέταρτο τεταρτημόριο, για παράδειγμα η επικάλυψη του βλαστού με κηρό, το ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο, το σχήμα κεντρικής απόληξης φυλλαρίου συνεισφέρουν περισσότερο στην περιγραφή των υπολοίπων καταχωρήσεων *L. mutabilis*, ενώ το μοτίβο περιβλήματος σπόρου συνεισφέρει περισσότερο στην περιγραφή της ποικιλίας

‘Polo’. Στον πειραματικό αγρό της Αθήνας, οι μεταβλητές χρώμα μίσχου, μήκος παραφύλλων, σχήμα φυλλαρίου, αριθμός λοβών πρώτης τάξης και σπόροι ανά φυτό φάνηκε να συνεισφέρουν περισσότερο στην περιγραφή της ποικιλίας ‘Multitalia’. Η ποικιλία ‘Polo’ περιγράφηκε κατά κύριο λόγο με τη συνεισφορά του μοτίβου περιβλήματος σπόρου, όπως και στον αγρό της Καλαμάτας, και του χνοώδους του ανώριμου λοβού. Οι μεταβλητές τρόπος ανάπτυξης φυτού και χρώμα βλαστού φάνηκε να συνεισφέρουν περισσότερο στην περιγραφή των καταχωρήσεων LIB223 και LIB214, ενώ στην περιγραφή των υπόλοιπων καταχωρήσεων *L. mutabilis* κύρια συνεισφορά φάνηκε να έχουν οι μεταβλητές επικάλυψη του βλαστού με κηρό, ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο και χρώμα άνθους.

6.10 Ανάλυση Συστάδων

Η Ανάλυση Συστάδων είχε ως σκοπό την ομαδοποίηση των εξεταζόμενων καταχωρήσεων και τη διερεύνηση ύπαρξης ομοιότητας μεταξύ τους βάσει της βοτανικής τους ταξινόμησης. Οι αποστάσεις σύνδεσης των καταχωρήσεων με τη μέθοδο Ward διαφοροποιήθηκαν μεταξύ των δύο πειραματικών αγρών (Πίνακες 84-85), ωστόσο και στις δύο περιπτώσεις τα βοτανικά είδη διαχωρίστηκαν καλά (Διάγραμμα 9 και 10). Ο διαχωρισμός των καταχωρήσεων μέσω της Ανάλυσης Συστάδων συμφωνεί με τον διαχωρισμό που προέκυψε από την Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών.

6.11 Δικτυωτή ανάλυση στο χώρο

Επειδή για όλα τα χαρακτηριστικά υπάρχει στατιστικά σημαντική ετερογένεια του πειραματικού σφάλματος μεταξύ των δύο πειραματικών αγρών (Πίνακας 72) και επειδή μεταξύ των δύο πειραματικών αγρών υπάρχει διαφορετικό πλήθος παρατηρήσεων, για να γίνει συνδυασμένη-δικτυωτή (Combined Analysis over location) ανάλυση ως προς την τοποθεσία επιλέχτηκε να γίνει Mixed Model Analysis. Για την εκτίμηση των variance components (συνιστώσες διακύμανσης), χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος REML (Restricted Maximum Likelihood/Μέθοδος Μεγίστης Πιθανοφάνειας) και μελετήθηκαν χαρακτηριστικά για τα οποία ήταν δυνατό να εφαρμοστεί η μέθοδος με βάση τα πρωτογενή δεδομένα. Η Δικτυωτή ανάλυση στο χώρο έδειξε ότι υπάρχει σημαντική αλληλεπίδραση ποικιλίας-τοποθεσίας (Πίνακας 73) για χαρακτηριστικά οικονομικού ενδιαφέροντος όπως είναι

το ποσοστό πρωτεΐνης στο σπόρο, ο αριθμός σπόρων ανά φυτό και το βάρος 100 σπόρων.

7 Βιβλιογραφία

Ainouche A.K., Bayer R.J. (1999). Phylogenetic relationships in Lupins (Fabaceae: Papilionoideae) based on internal transcribed spacer sequences (ITS) of nuclear ribosomal DNA. *American Journal of Botany* 86:590-607.

Australian Government. Department of health and ageing. Office of the gene technology regulator. *The biology of Lupinus L. (lupin or lupine)* (2013).

Ayers G. (2016). Introduction to genus *Lupinus*. The controversy over nectar production. *American Bee Journal* website developed by CleverOgre <http://americanbeejournal.com/introduction-genus-lupinus/>.

Babaoglu M. (2000) Protoplast isolation in lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet): determination of optimum explant sources and isolation conditions. *Turk J Bot* 24:177–185.

Babaoglu M., McCabe M., Power J.B. et al (2000) Agrobacterium-mediated transformation of *Lupinus mutabilis* L. using shoot apical explants. *Acta Physiol Plant* 22:111–119.

Baraud J. (1992). Coléoptères Scarabaeoidea d'Europe. Faune de France, vol. 78. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles. Lyon, 856 p.

Baxter N. (2010). Lupin-wheat-barley rotation shines in profit trial. In. Grains Research and Development Corporation, available online at <http://www.grdc.com.au/director/events/groundcover> .

Brand J.D., Tang C., Rathjen A.J. (2002). Screening rough-seeded lupins (*Lupinus pilosus* Murr. And *Lupinus atlanticus* Glads.) for tolerance to calcareous soils. *Plant and Soil* 245: 261-275.

Caligari P.D.S., Romer P., Rahim M.A., Huyghe C., Neves-Martins J., Sawicka-Sienkiewicz E.J. (2000). The potential of *Lupinus mutabilis* as a crop. Linking research and marketing opportunities for pulses in the 21st century. *Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture*, vol 34 Springer, Dordrecht, p. 568-573.

Camillo M.F., Pozzobon, M.T., Schifino-Wittman, M.T. (2006). Chromosome number in South American Andean species of Lupins (leguminosae). *Bonplandia* 15: 113-119.

Clark R. and Johnson S.(2002).Sensory acceptability of foods with added lupin (*Lupinus angustifolius*) kernel fiber using pre-set criteria. *J.FoodSci.* 67, 356–361.

Clements J.C., Wilson J., Sweetingham M.W., Quealy J., Francis G. (2012). Male Sterility in three crop *Lupinus* species. *Plant Breeding* 131: 155-163.

Clements J.C., Chong L., Quealy J., Prilyuk L, Yang H., Francis G., Buirchell B.J (2009). Interspecific hybrids between *Lupinus angustifolius* and *L. luteus* – An avenue to increase the value of narrow-leaved lupin in Australia. In “14th Australiasian Plant Breeding and 11th SABRAO Conference”, Berding, N.eds, Society for the Advancement of Breeding Researches in Asia and Oceania, Cairns, Australia.

Clements J., Prilyuk L, Quealy J., Francis G. (2008). Interspecific crossing among the new world lupin species for *Lupinus mutabilis* crop improvement. In “Lupins for health and Wealth. Proceedings of the 12th International Lupin Conference”, Palta J.A. and Brger J.B. eds, International Lupin Association, Canterbury, New Zealand. 1 pp 324-327.

Clements J. C.;Sweetingham M. S.;Smith, L.;Francis G.;Thomas G.;Sipsas S. (2008) Crop improvement in *Lupinus mutabilis* for Australian agriculture - progress and prospects. *Lupins for*

health and wealth. Proceedings of the 12th International Lupin Conference, Fremantle, Western Australia, 14-18 September 2008 pp.244-250. Palta J.A.;Berger J.D. (eds). Crawley, Australia.

Clements J.C., Buirechell B.J., Yang H., Smith P.M.C., Sweetingham M.W., Smith C.G. (2005). Lupin Chapter 9. Singh R. and Jauhar P., eds. Genetic Resources, Chromosome Engineering and Crop Improvement: Volume 1. Grain Legumes. CRC press.

Clements J.C., White P.F., Buirchell B.J. (1993). The root morphology of lupines *angustifolius* in relation to other *Lupinus* species. Australian Journal of Agricultural Research 44: 1367-1375.

Cowling W.A.,Huyghe C., Swiecicki W. (1998). Lupin breeding. Chapter 4. In Gladstones JS., Atkins CA., Hamblin J. eds. Lupins as crop plants: biology, production and utilization. CAB International Wallingford, UK, pp. 93-120.

Dervas G.,Doxastakis G.,Hadjisavva-Zinoviadi S. and Triantafillakos N.(1999). Lupin flour addition to wheat flour doughs and effect on rheological properties. Food Chem. 66, 67–73.

Dimopoulos P. (2013). Vascular plants of Greece. Berlin: Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem.

Dracup M., Thomson B., Reader M., Kirby E.J.M., Shield I., Leach J (1998). Daylength responses, flowering time and seed feeling in lupins. Australian Journal of Agricultural Research 49: 1047-1056.

Dracup M., Kirby E.J.M. (1996). Lupin development guide. University of Western Australia Press. Netherlands, Western Australia.

Dunn, D.B (1984) Genetic resources: Cytotaxonomy and distribution of new world lupin species. In "Proceedings of the 3rd International Lupin Conference, La Rochelle, France", pp. 68-85.

Duranti M. and Morazzoni P. (2011). Nutraceutical properties of lupin seed proteins. A great potential still waiting for full exploitation. Agro Food Ind. Hi Technol. 22: 20–23.

Eastwood R. J., Hughes C. E. (2008) Origins of domestication of *Lupinus mutabilis* in the Andes. In "Lupins for Health and Wealth. Proceedings of the 12th International Lupin Conference", Palta J. A. and Barger J.B. eds, Interntional Lupin Association, Canterbury, New Zealand. pp. 373-379.

Eppo Global Database <https://gd.eppo.int/taxon/1LUPG> accessed Sept 15 2017

Erbas M., Certel M., Uslu M.K. (2005): Some chemical properties of white lupin seeds (*Lupinus albus* L.). Food Chemistry, 89: 341–345.

Faluyi N.A., Zhang F., Leibovitch S. and Smith D.L. (1997). White lupin growth, yield and yield components in Eastern Canada: Influence of management factors. Agronomy Journal 89:781-788.

Fremstad E. (2006). Invasive Alien Species Fact Sheet – *Lupinus polyphyllus*. Online database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species <https://www.nobanis.org/>.

French R.J., Buirchell B.J. (2005). Lupin: The largest grain legume crop in Western Australia, its adaptation and improvement through plant breeding. Australian Journal of Agricultural Research 56:1169-1180.

Gardner W., Parbery D., Barber D. (1982). The acquisition of phosphorus by *Lupinus albus* L. Plant and Soil 68:19-32.

- Galek R.A., Kozak B., Biela A., Zalewski D., Sawicka-Sienkiewicz E., Spychala K., Stawinski S. (2016). Seed coat thickness differentiation and genetic polymorphism for *Lupinus mutabilis* breeding. *Turk J Field Crops* 21(2), 305-312.
- Gilbert G.A., Knight J.D., Vance C.P., Allan D.L. (2000). Proteoid Root Development of Phosphorus Deficient Lupin is Mimicked by Auxin and Phosphonate. *Annals of Botany* 85:921-928.
- Gladstones J.S. (1998). Distribution, origin, taxonomy, history and importance. Chapter 1. In: JS Gladstones, CA Atkins, J Hamblin, eds. *Lupins as crop plants: biology, production and utilization*. CAB International Wallingford, UK. pp 1-39.
- Gladstones, J.S. (1984) Present situation and potential of Mediterranean/African *Lupinus* for crop production. "Proceedings of the Third International Lupin Conference. La Rochelle, France", pp. 18-37.
- Gladstones J.S. (1977). The narrow-leaved lupin in Western Australia. Bulletin 3990 Western Australian Department of Agriculture, Perth.
- Gladstones J.S. (1974). *Lupinus* of the Mediterranean region and Africa. *Bull. West. Austr. Depart. of Agr.* 48p.
- Gladstones J.S. (1967). Selection for economic characters in *Lupinus angustifolius* and *L. digitatus*. Non-shattering pods. *Australian Journal of Experimental Agricultural and Animal Husbandry* 7: 360-366.
- Gnatowska M., Swiecicki W.K., Wolko B. (2000). Preliminary data on the outcrossing rate in *L. mutabilis*. In: Van Santen E, Wink M, Weissmann S et al (eds). *Lupin, an ancient crop for the new millennium*. 9th International Lupin conference, Klink/Muritz 20-24 June 2000. International Lupin Association, Canterbury, pp167-168.
- Gresta F., Wink M., Prins U., Abberton M., Capraro J., Scarafoni A., Hill G. (2017). Lupins in European Cropping Systems. *CAB international* 2017: chapter 6.
- Gresta F., Avola G., Abbate V., Magazzu G., Chiofalo B. (2010). Lupin seed for crop-livestock food chains. *Italian Journal of Agronomy* 4: 333-340.
- Grigorov S. 1972. *Specialna entomologiya. Special entomology*. Sofia, Zemizdat, 592 p. (In Bulgarian).
- Gullion F., Champ M.M. (2002): Carbohydrate fractions of legumes: uses in human nutrition and potential for health. *British Journal of Nutrition*, 88 (Supplement 3): 293–306.
- Gupta S., Buirchell B.J., Cowling W.A. (1996). Interspecific reproductive barriers and genomic similarity among the rough-seeded *Lupinus* species. *Plant Breeding* 115: 123-127.
- Hall R.S., Johnson S.K., Baxter A.L., Ball M.J. (2005): Lupin kernel fiber-enriched food beneficially modify some lipids in men. *European Journal of Clinical Nutrition*, 59: 325–333.
- Hamblin J., Barton J., Sandres M., Higgins T.J.V. (2005). Factors affecting the potential for gene flow from transgenic crops of *Lupinus angustifolius* L. in Western Australia. *Australian Journal of Agricultural Research* 56: 613-618.
- Hammermeister A., Punnett K., Beavers R. (2006). Lupin as an alternative organic feed grain. *Organic agriculture center of Canada. Interim Research Report E2006-05*.

Hardy A., Huyghe C., Rahim M.A., Roemer P., Neves-Martins J.M., Sawicka-Sienkiewicz E., Caligari P.D.S. (1998). Effects of genotype and environment on architecture and flowering time of indeterminate Andean lupins (*Lupinus mutabilis* Sweet). Aust. J. Agric. Res. 49: 1241-1251.

Hernandez-Bermejo J. E. and Leon J. (1994) . Neglected crops from a different perspective. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

Hondelmann W. (1984). The lupin – ancient and modern crop plant. Theoretical and Applied Genetics 68: 1-9.

Hughes C. and Eastwood R. (2006). Island radiation on a continental scale: Exceptional rates of plant diversification after uplift of the Andes. PNAS 103: 10334–10339.

Hurpin B. (1962). Super-famille des Scarabaeoidea. – In: A. S. Balachowsky (Ed.): Entomologie appliquée à l’agriculture. Masson et Cie Éditeurs, Paris, 24-204.

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

IBPGR, International Board for Plant Genetic Resources Lupin descriptors (Lupin descriptors 1981). Web version 28/11/2016. Rome, Italy.

Information portal for lupins (2010). Explore resources. Pulse Western Australia, available online at <http://www.lupins.org/explore>

Industry & Investment (2011). Lupin growth & development. Jan Edwards J., Janet W.C., Albury and Graeme McIntosh eds. NSW, Dareton.

Jacobsen S.E. and Mujica A. (2008). Geographical distribution of the Andean lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet). Plant Genetic Resources Newsletter (Rome, Italy) 155: 1–8.

Jensen C.R., Joernsgaard B., Andersen M.N., Christiansen J.L, Mogensen V.O., Fris P. and Petersen C.T. (2004). The effects of lupins as compared with peas and oats on the yield of the subsequent winter barley crop. European Journal of Agronomy 20:405-418.

Kaufmann K., Thalmann R., Schachlerl B., Saal B., Struck C. (2011). Characterization of soil borne root and stem rot diseases in narrow-leaved lupin cultivation in north-east Germany and development of screening methods for resistance breeding. Naganowska B., Kachlicki P., Wolko B. (eds). Lupin Crops- an opportunity for today, a promise for the future. Proceedings of the 13th International Lupin Association, Canterbury, New Zeland.

Kazimierska E.M., Kazimierski T. (2002) Biology of flowering, embryological and caryological peculiarities. Chapter 8. In: BS Kurlovich, ed. Lupins (Geography, classification, genetic resources and breeding). International North Express. St. Petersburg, Russia – Pellosoiniemi, Finland. pp 205-239.

Kittelson P.M., Maron J.L. (2000). Outcrossing rate and inbreeding depression in the perennial yellow bush lupine, *Lupinus arboreus* (Fabaceae). American Journal of Botany 87:652-660.

Kozin R. B. (1967). Influence of bee (*Apis mellifera*) pollination of lupine (*Lupinus* L.) on seed yield and quality. Twenty-first International Apicultural Congress (Apimondia Publishing House: Bucharest) : p. 481.

Kurlovich B. S., Stoddard F. L., Earnshaw P (2008). Potential and problems of *Lupinus polyphllus* Lindl. Domestication. “Lupins for Health and Wealth. Proceedings of the 12th International Lupin Conference”, Palta J. A. and Brger J. B eds, International Lupin Association. Canterbury, New Zealand. pp. 304-307.

Kurlovich B.S., 2002. Lupins (Geography, Classification, Genetic Resources and Breeding). Publishing House Intan, St. Petersburg, Russia.

Kurlovich B.S., Heinanen J. (2002). Biological features. Chapter 6. In: BS Kurlovich, ed. Lupins (Geography, classification, genetic resources and breeding). International North Express. St. Petersburg, Russia – Pellosniemi, Finland. pp 351-374.

Kurlovich B.S., Kartuzova L.T. (2002). Lupin Breeding. Chapter 13. In: BS Kurlovich, ed. Lupins (Geography, classification, genetic resources and breeding). International North Express. St Petersburg, Russia – Pellosniemi, Finland. pp 351-374.

Kurlovich B.S. (1998). Species and intraspecific diversity of white, blue and yellow lupins. Plant Genetic Resources Newsletter, Rome, 115: 1-10.

Lambers H., Ahmedi I., Berkowitz O., Dunne C., Finnegan P.M., Hardy G.E.S.J., Jost R., Laliberté E., Pearse S.J. and Teste F.P. (2013). Phosphorus nutrition of phosphorus-sensitive. Australian native plants: threats to plant communities in a global biodiversity hotspot. Conservation Physiology.

Lambers H., Clements J. C., and Nelson M. N. (2013). How a phosphorus-acquisition strategy based on carboxylate exudation powers the success and agronomic potential of lupines (*Lupinus*, Fabaceae). American Journal of Botany 100:263–288.

Langridge D.F., Goodman R.D. (1985). Honeybee pollination of lupins (*Lupinus albus* cv. Hamburg). Australian Journal of Experimental Agriculture 25: 220-223.

Langridge D.F., Goodman R.D. (1977). A study on pollination of lupins (*Lupinus angustifolius*). Australian Journal of Agriculture and Animal Husbandry 17: 319-322.

Lehman A., Rourke N.O, Hatcher L. and Stepanski E.J, (2005). JMP for Basic Univariate and Multivariate Statistics: A Step-by-Step Guide. Cary, NC:SAS Institute Inc., p.417-457.

Lopez – Bellido L., Fuentes M. and Castillo J.E. (2000). Growth and yield of white lupin under Mediterranean conditions: Effect of plant density. Agronomy Journal 92:200-205.

Lopez-Bellido L. and Fuentes M. (1986). Lupin crop as an alternative source of protein. Advances in Agronomy 40: 239-295.

Lockett D. (2010). Lupini bean – a bitter contamination risk for sweet albus lupins for sweet albus lupins. Industry and Investment NSW, available online at http://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf_file/0003/186672/Lupini-bean-a-bitter-contamination-risk-for-lupins.pdf

Lukashevich M.I., Ageeva P.A., Sviridenko T.V., Potchutina N.A.N.V., Misnikovaln N.V. (2011). Results and perspectives of lupin breeding in Russia. Naganowska B., Kachlicki P., Wolko B. (eds). Lupin Crop- an opportunity for today, a promise for the future. Proceedings of the 13th International Lupin Conference, Poznan, Poland, 6-10 June 2011. International Lupin Association, Canterbury, New Zealand, pp. 118-121.

Manning R. (1995). Honeybee pollination: Technical data for potential honeybee-pollinated crops and orchards in Western Australia. Department of Agriculture and Food, Western Australia. Report No. 4298.

Martinez-Villaluenga C., Sirtori E., Vidal-Valverde C., Duranti M. (2006): Effect of oligosaccharides removing procedure on the protein profiles of lupin seeds. European Food Research and Technology, 223: 691–696.

Mercedes M.L., Stoddard F.L., Annicchiarico P., Frías J., Martínez-Villaluenga C., Sussmann D., Duranti M., Seger A., Zander P.M. and Pueyo J.J. (2015). The future of lupin as a protein crop in Europe. *Frontiers in Plant Science* 6: 705.

Mercedes M. (1992). Nutritive and anti-nutritive substances in Lupins.. Agrimed research programme *Lupinus mutabilis*: its adaptation and production under European pedoclimatic condition. Proceedings of a workshop held in Cascais, Portugal. 26 and 27 April 1992 Edited and sponsored by Commission of the European Communities. Directorate-General for Agriculture, Coordination of agricultural research.

Mikolajczyk J. (1966). Genetics studies in *Lupinus angustifolius* L. Part II. Inheritance of some morphological character in blue lupine. *Genetica Polonica* 7: 153-180.

Mohamed A.A., Rayas-Duarte P. (1995): Composition of *Lupinu albus*. *Cereal Chemistry*, 72: 643–647.

Msika P., Alain R., Montaudoin M.G. (2000). Antioxidant and/or antielastase composition based on lupin oil. United States Patent. Date of patent Nov. 14, 2000.

Murphy J. and Riley J.P. (1962). A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta.* 27: 31-6.

Nagawoska B., Wolko B., Sliwinska E., Kaczmarek Z. (2003). Nuclear DNA content variation and species relationships in the genus *Lupinus* (Fabaceae). *Ann Bot* 92:349-355.

Nelson M.N., Phan H.T., Ellwood S.R., Moolhijzen P.M., Hane J., Williams A., O’Lone C.E., Fosnyarko J., Scobie M., Cakir M., Jones M.G., Bellgard M., Ksiazkiewicz M., Wolko B., Barket S.J., Oliver R.P., Cowling W.A. (2006). The first gene-based map of *Lupinus angustifolius* L.- Location of domestication genes and conversed synteny with *Medicago truncatula*. *TAG Theoretical and Applied Genetics* 113: 225-238.

Nemecek T., Richthofen J.S., Dubois G., Casta P., Charles R. and Pahl H. (2008). Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotation. *Eur. J. Agron.* 28, 380–393.

Nevado B., Atchison G. W., Hughes C. E., Filatov D. A. (2016). Widespread adaptive evolution during repeated evolutionary radiations in New World lupins. *Nature Communications* 7:12384.

Neves Martins J.M., Talhinhos P., Sousa R.B. (2016). Produção e composição química de sementes de *Lupinus mutabilis* em Portugal (Yield and seed chemical composition of *Lupinus mutabilis* in Portugal). *SCAP* 39(4):518-525.

Neves-Martins J., Silva P. and Sousa R. (1992). Evaluation of *Lupinus mutabilis* accessions for protein and oil in Portugal. *In: Lupinus mutabilis*: its adaptation and production under european pedoclimatic conditions, Cascais, pp. 1-10.

Neves-Martins, Romer, Huyghe, Wink (1991). Agrimed research programme *Lupinus mutabilis*: its adaptation and production under European pedoclimatic condition. Proceedings of a workshop held in Cascais, Portugal. 26 and 27 April 1991. Edited and sponsored by Commission of the European Communities. Directorate-General for Agriculture, Coordination of agricultural research, p.177-184.

NSW Industry & Investment (2011). *Lupin Growth and Development*. Ann Munroe, Sate of New South Wales, Sydney.

Nuijten E., Prins U. (2013). *Lupineveredeling vor kalkrijke bodems: onderzoek naar perspectievolle lijnen (Lupin Breeding for Calcareous Soils: Research into Potentially Interesting Breeding Lines)*. Louis Bolk Institute, Driebergen, the Netherlands, 33p.

- Pakarinen A., Maijala P., Stoddard F.L., Santanen A., Tuomainen P., Kymalainen M. κ.ά. (2011). Evaluation of annual bio energy crops in the boreal zone for biogas and ethanol production. *Biomass Bioenerg.* 35, 3071–3078.
- Pascual M.F., Pueyo J.J., Felipe M.R., Golvano M.P., Lucas M.M. (2007). Singular features of the Bradyrhizobium-Lupinus Symbiosis. Global Science Books.
- Papineau J., Huyghe C. (2004). *Le Lupin Doux Proteagineux*. Editions France Agricole, Paris.
- Pazy B. (1984). Insect induced self-pollination. *Plant Systematics and Evolution* 144: 315-320.
- Perry M.W., Dracup M., Nelson P., Jarvis R., Rowland I. and French R.J. (1998). Agronomy and farming systems. In Gladstones J.S., Atkins C.A. and Hamblin J. eds. *Lupins as crop plants: Biology, production and utilization* pp. 291-338. CAB International, U.K.
- Petrova M.V. (2002). Anatomic structure. Chapter 7. In: BS Kurlovich, ed. *Lupins (Geography, classification, genetic resources and breeding)*. International North Express. St Petersburg, Russia – Pellosoiniemi, Finland. pp 183-204.
- Petterson D.S. (1998): Composition and food uses of lupins. In: Gladstones J.S., Atkins C.A., Hamblin J. (eds): *Lupin as Crop Plants. Biology, Production and Utilization*. Wallingford, CAB International: 353–384.
- Pollard N.J., Stoddard F.L., Popineau Y., Wrigley C.W. and MacRitchie F. (2002). Lupin flours as additives:dough mixing, bread making, emulsifying, and foaming. *Cereal Chem.* 79, 662–669.
- Popov V.V. (1947). Zoogeographical character of some Palearctic species of the bee genus *Xylocopa* Latr. (Hymenoptera, Apidae) and their interrelations with melittophilous plants. *Bulletin de l' Academie des Sciences de l' U.R.S.S., Serie biologique*, 1 : 29-52.
- Prins U., Nuijten E. (2015). Using a multi-actor approach to getting lupins 'back on the menu' in The Netherlands: involving breeders, farmers, food and feed industry and consumers. Agriculture department, Louis Bolk Institute, the Netherlands.
- Prusinski Janusz (2017). White Lupin (*Lupinus albus* L.) - Nutritional and Health Values in Human Nutrition – Review *Czech J. Food Sci.*, 35.
- Rahman M.S., Gladstones J.S. (1974). Effects of temperature and photoperiod on flowering and yield components of lupin genotypes in the field. *Australian Journal of Agriculture and Animal Husbandry* 14: 213.
- RažovJ., Božena B., Moreno D. (2009). Fauna of cetoniid beetles (Coleoptera: Cetoniidae) and their damages on peach fruits in orchards of northern Dalmatia, Croatia. – *Entomol. Croat.*, 13 (2): 7-20.
- Reeves S.L. (2010). *Lupinus latifolius*. <https://www.fs.fed.us/database/feis/plants/forb/luplat/all.html#INTRODUCTORY> [2010, July 19].
- Richards M. (2010). Testing albus lupins for bitter seeds. Department of Industry and Investment, available online at http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0008/186713/testing-albus-lupins-for-bitter-seed.pdf
- Richards A.J. (1986). *Plant breeding systems*. George Allen and Unwin, London, UK.
- Ries S., and Wert V. (1972). Simazine-Induced Nitrate Absorption Related to Plant Protein Content. *Weed Science*, 20(6), 569-572.

Riethmuller G. (2008) Harvesting. Chapter 11. In: P White, B French, A McLarty, eds. Producing lupins, Edition 2nd. Department of Agriculture and Food, Perth, Western Australia pp 137-144.

Romer and Jahn-Deesbach W. (1988). Development in *Lupinus mutabilis* breeding. In: Twardowski T (ed). 5th International Lupin conference, Poznan, 5-8 July 1988. PWRiL, p.40-50.

Saini M.S., Nakeer R.I.A. (2011). Journal of Medicinal Plants Research Vol. 5(11), pp. 2278-2282, 4 June, 2011 Available online at <http://www.academicjournals.org/JMPR> ISSN 1996-0875 ©2011 Academic Journals Full Length Research Paper *Poophilus costalis* Walker (Hemiptera: Cercopoidea: Aphrophoridae): A possible constraint to commercial exploitation of *Lavendula angustifolia* Mill in Kashmir Himalaya with affinity for C3 photosynthetic plants

Sawicka-Sienkiewicz E.J., Augiewicz J. (2002). Genetic studies of Andean lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet). Proceedings of the 10th International Lupin Conference, Laugarvatn, Iceland. 19–24 June 2002. p. 136

Schmera D., Toth M., Subchev M., Sredkov I., Szarukan I., Jermy T., Szentesi A. (2004). Importance of visual and chemical cues in the development of an attractant trap for *Epicometis* (Tropinota) *hirta* Poda (Coleoptera: Scarabaeidae), *Crop Protection* 23: 939–944.

Simmonds N. and Smartt J. (1995). Evolution of crop plants. Harlow: Longman Scientific and Technical, Singapore.

Specht J. E., Hume D. J., and Kumudini S. V. (1999). Soybean Yield Potential—A Genetic and Physiological Perspective Joint contribution of 12-194 of the Nebraska Agric. Res. Div. (Journal Paper No. J-12497), Lincoln, NE 68583-0915 and the Dep. of Plant Agriculture, Univ. of Guelph. . *Crop Sci.* 39:1560-1570.

Stout J.C., Kells A.R., Goulson D. (2002). Pollination of the invasive exotic shrub *Lupinus arboreus* (Fabaceae) by introduced bees in Tasmania. *Biological conservation* 106: 325-434.

Strozycki P.M., Szczurek A., Lotocka B., Figlerowicz M. and Legocki A.B. (2007). Ferritins and nodulation in *Lupinus luteus*: iron management in indeterminate type nodules. *J. Exp. Bot.* 58, 3145–3153.

Subchev M., Toshova T., Andreev R., Petrova V., Maneva V., Spasova T., Marinova N., Minkov P., Velchev D. (2012) Using Floral Baited Colour Traps for Detection and Seasonal Monitoring of *Oxythyrea funesta* (Poda) (Coleoptera: Cetoniidae) in Bulgaria, *Acta zool. bulg.*, 64 (4): 439-443.

Sweetingham M., Kingwell R. (2008). Lupins – reflections and future possibilities. In: Palta J.A., Berger J.D. (eds): *Lupins for Health and Wealth*. Proceedings of the 12th International Lupin Conference, Sept 14–18, 2008, Fremantle, Western Australia: 514–525.

Tapia B.C. (2015). Caracterización morfológica de la diversidad genética de la colección de *Lupinus* spp. Del banco germoplasma del INIAP.

Terzo M. and Nieto A. (2013). *Xylocopa valga*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T13325229A13325391. Downloaded on 15 October 2017.

Tortorolo K., Planchuelo A.M., Ravelo A.C. (2011): Consumer uses, commercialization and counter prices of white lupins and other pulses in Cordoba, Argentina. Book of Abstracts of the 13th International Lupin Conference, June 6–10, 2011, Poznan, Poland, Workshops (5).

Walker J., Hertel K., Parker P., Edwards J. (2011). Lupin growth and development. Edwards J., Walker J., McIntosh G. eds. Department of Industry and Investment.

- Walsh C.J., Guinane C.M., O'Toole P.W. and Cotter P.D. (2014). Beneficial modulation of the gut microbiota. *FEBS Lett.* 588, 4120–4130.
- Wellesley L., Happer C. and Froggatt A. (2015). Changing climate, changing diets: pathways to lower meat consumption. Royal Institute of International Affairs Report, Chatham House, London, UK.
- Westengen O.T., Jeppson S., Guarino L. (2013). Global *ex-situ* crop diversity conservation and the Svalbard Global Seed Vault: assessing the current status. *Plos One* 8: 64146.
- White P., Robson A. (1989). Rhizosphere acidification and Fe³⁺ reduction in lupins and peas: Iron deficiency in lupins is not due to a poor ability to reduce Fe³⁺. *Plant and Soil* 119:163-175.
- Wijayanto T., Barker S.J., Wylie S.J., Gilchrist D.G., Cowling W.A. (2009). Significant reduction of fungal diseases symptoms in transgenic lupin (*Lupinus angustifolius*) expressing the anti-apoptotic gene baculovirus gene. *Plant Biotechnology Journal* 7: 778-790.
- Williams I.H. (1991). The pollination of white lupin. *Acta Hort (ISHS)* 288: 469-472.
- Wink, Neves-Martins, Romer, Huyghe (1991). Agrimed research programme *Lupinus mutabilis*: its adaptation and production under European pedoclimatic condition. Proceedings of a workshop held in Cascais, Portugal. 26 and 27 April 1991. Edited and sponsored by Commission of the European Communities. Directorate-General for Agriculture, Coordination of agricultural research, p.177-184.
- 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.
- Wolco B., Clements J.C., Naganowska B., Nelson M.N., Yang H. (2011). *Lupinus*. In: C Kole, ed. *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources*. Springer Berlin Heidelberg pp. 153-206.
- Xiyuan H., Shiwei Y., Kunlun S. (2013). Heterogeneity of error variance and its influence on genotype comparison in multi-location trials. *Field Crops Research* 149 (2013) 322–328
- Yang H., Tao Y., Zheng Z., Zheng Q., Zhou G., Sweetingham M., Howieson J., Li C. (2013). Draft genome sequence and a sequence-defined genetic linkage map of the legume crop species *Lupinus angustifolius* L. *Plos one* 8: 64799.
- Yeheyis L., Kijora C., Melaku S., Girma A., Peters K.J. (2010): White lupin (*Lupinus albus* L.), the neglected multipurpose crop: Its production and utilization in the mixed crop-livestock farming system in Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*: 22, article 74. Available at <http://www.lrrd.org/lrrd22/4/yehe22074.htm> (accessed Jan 7, 2017).
- Zar J.H. (2010). *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Pearson, New Jersey.
- Zhukocsky P.M. (1929). A contribution to the knowledge of genus *Lupinus* Tourn. *Bull. Appl. Bot. Gen. Pl.-Breed.*, Leningrad-Moscow, XXI, I:16-294.
- Δαλιάνης Κ. (1983). Ψυχανθή για καρπό και σανό. Εκδόσεις Γ. Μπούκας, Αθήνα, σελ. 144-157.
- Δαμαλάς Χ., Κουτρούμπας Σ. (2014). Δυναμικό απόδοσης του λευκού λούπινου σε συνθήκες απουσίας και παρουσίας ανταγωνισμού των ζιζανίων. 15^ο Συνέδριο ΕΕΕΓΒΦ, «Εγχώριο Γενετικό Υλικό. Μοχλός ανάπτυξης σε ένα κλιματικά μεταβαλλόμενο περιβάλλον». Λάρισα, 15-17 Οκτωβρίου 2014.
- Καββαδάς Δ. (1964). Εικονογραφημένον βοτανικόν, φυτολογικόν λεξικόν. 1st ed. Αθήνα.

Παπακώστα-Τασοπούλου Δ. (2012). Ειδική γεωργία - Σιτηρά και ψυχανθή. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη, σελ. 519-531.

Ζέρβας Γ. (2005). Φυσιολογία θρέψης παραγωγικών ζώων. Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα, σελ. 33.

<https://www.gbif.org/species/100050478> accessed December 26 2017

<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> accessed Sept 22 2017

The Plant List <http://www.theplantlist.org> accessed March 29 2017

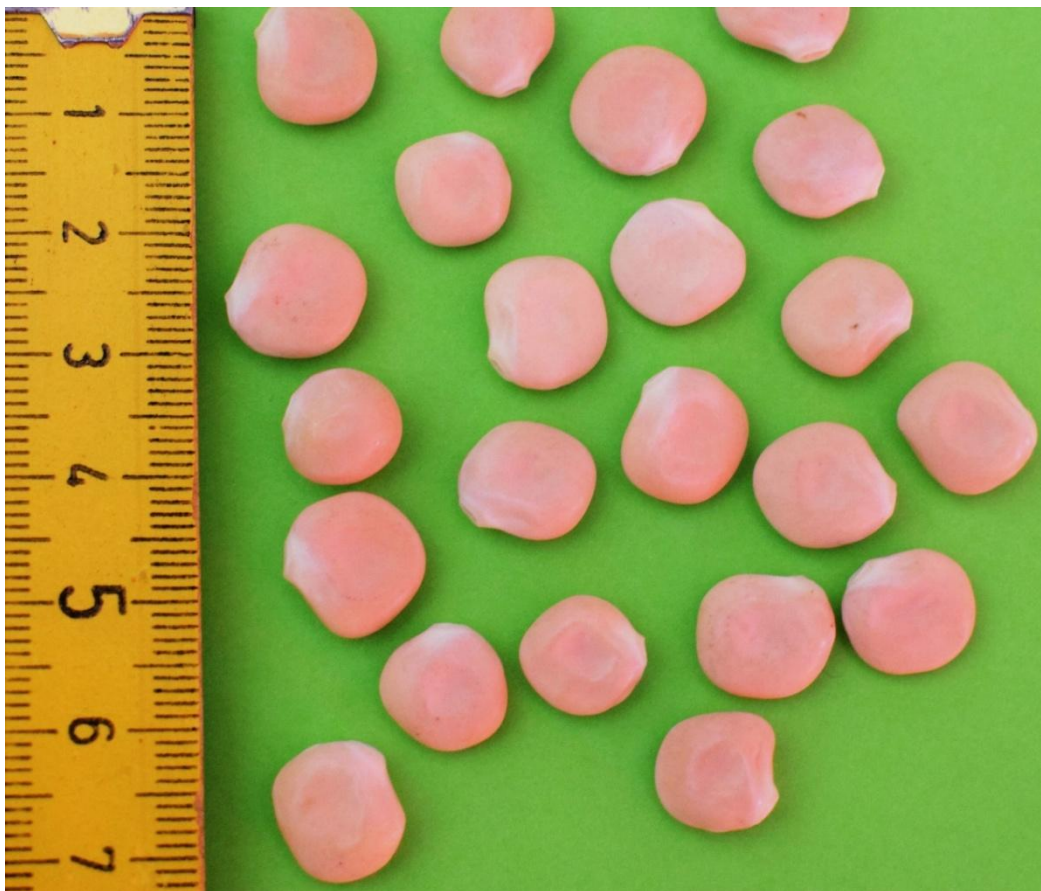
Integrated Taxonomic Information System <https://www.its.gov/> accessed Sept 25 2017

8 Παράρτημα Ι

8.1 Μορφολογία σπερμάτων



Εικόνα 26: Σπέρματα LIB220 σχήματος οβάλ πεπλατυσμένου με απουσία μοτίβου περιβλήματος σπόρου.



Εικόνα 27: Σπέρματα 'Multitalia' σχήματος κυβοειδούς πεπλατυσμένου με απουσία μοτίβου περιβλήματος σπόρου.



Εικόνα 28 : Σπέρματα LIB223 σχήματος σφαιρικού με απουσία μοτίβου περιβλήματος σπόρου



Εικόνα 29 : Σπέρματα LIB219 σχήματος σφαιρικού πεπλατυσμένου με απουσία μοτίβου περιβλήματος σπόρου



Εικόνα 30 : Σπέρματα LIB221 σχήματος σφαιρικού πεπλατυσμένου με απουσία μοτίβου περιβλήματος σπόρου.



Εικόνα 31 : Σπέρματα LIB222 σχήματος οβάλ πεπλατυσμένου με μοτίβο περιβλήματος σπόρου «μοσαϊκό».



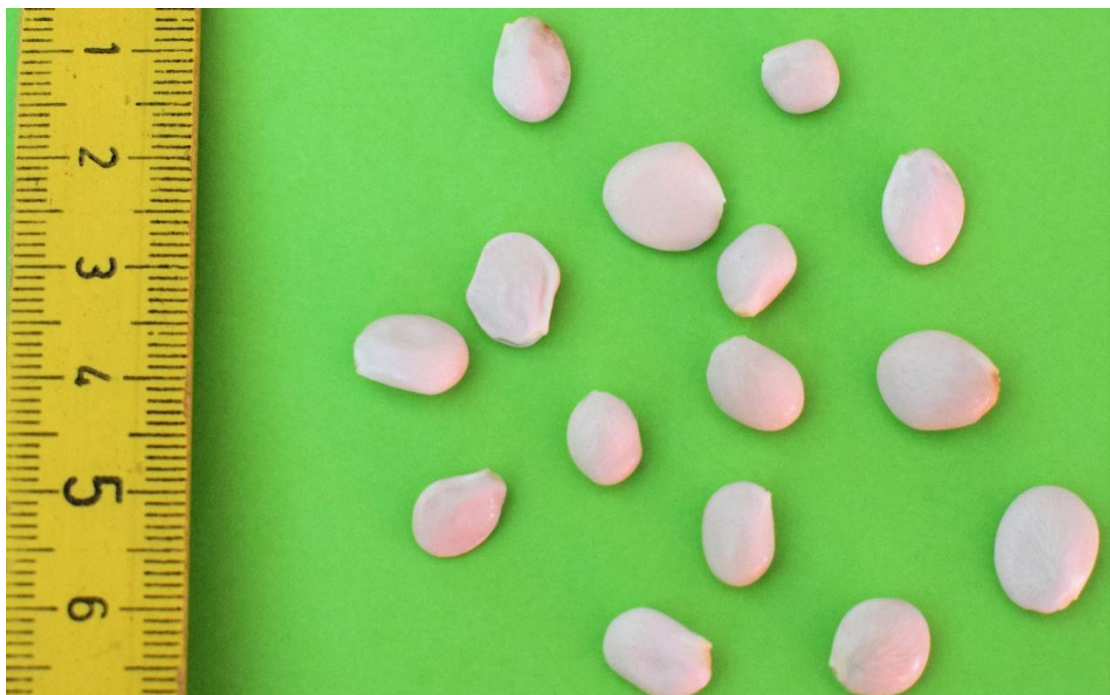
Εικόνα 32: Σπέρματα LIB209 σχήματος σφαιρικό και οβάλ πεπλατυσμένο με μοτίβο περιβλήματος σπόρου «φρύδι», «μαρμάρινο με ημισέληνο», μαρμάρινο με φρύδι» ή με απουσία μοτίβου περιβλήματος σπόρου.



Εικόνα 33 : Σπέρματα LIB212 σχήματος οβάλ πεπλατυσμένου και μοτίβο περιβλήματος σπόρου «μαρμάρινο με ημισέληνο» ή απουσία μοτίβου περιβλήματος σπόρου.



Εικόνα 34 : Σπέρματα 'Polo' σχήματος νεφροειδούς και μοτίβο περιβλήματος σπόρου «μουστάκι με γραμμή δίπλα στο hilum».



Εικόνα 35 : Σπέρματα LIB214 σχήματος σφαιρικού πεπλατυσμένου και απουσία μοτίβου περιβλήματος σπόρου.

8.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά φύλλων



Εικόνα 36 : Φύλλο LIB223



Εικόνα 37 : Φύλλο LIB219



Εικόνα 38 : Φύλλο LIB220



Εικόνα 39 : Φύλλο LIB222



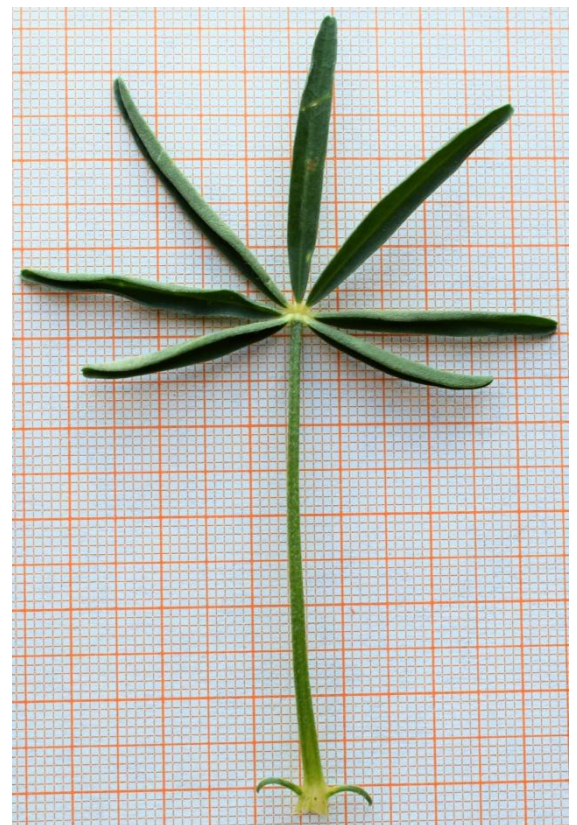
Εικόνα 40 : Φύλλο LIB209



Εικόνα 41 : Φύλλο 'Multitalia'



Εικόνα 42 : Φύλλο LIB212



Εικόνα 43 : Φύλλο 'Polo'

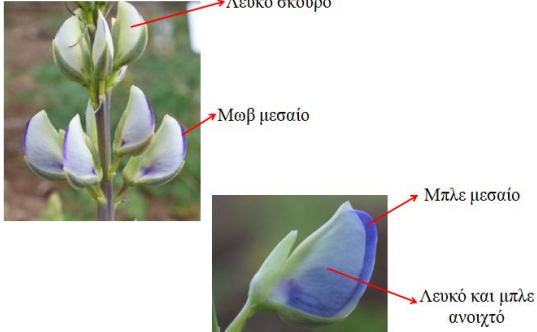

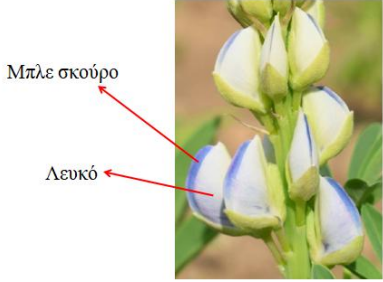

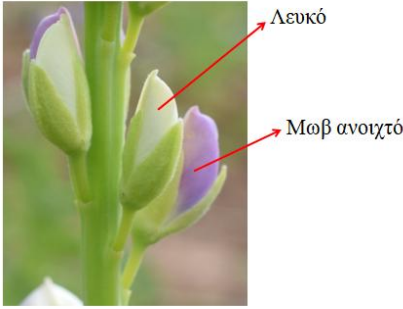



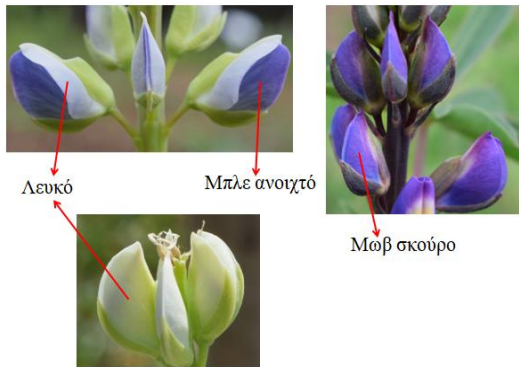



Εικόνα 44 : Φύλλο LIB214

8.3 Μορφολογία ανθέων

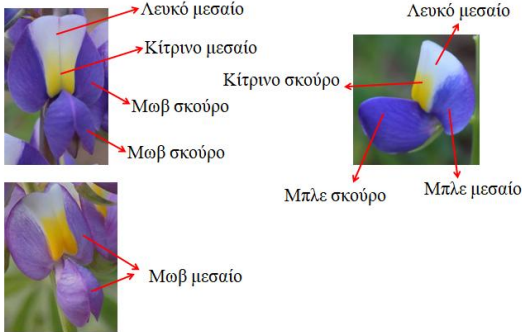




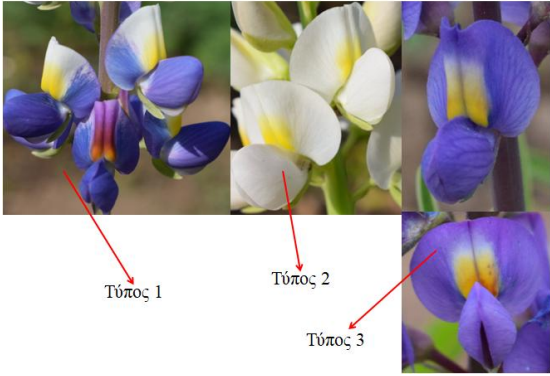
Παρουσιάζεται με γνώμονα τις κλάσεις χρωμάτων και εντάσεων χρωμάτων του IBPGR, International Board for Plant Genetic Resources, Lupin descriptors (Lupin descriptors 1981). Web version 28/11/2016. Rome, Italy.

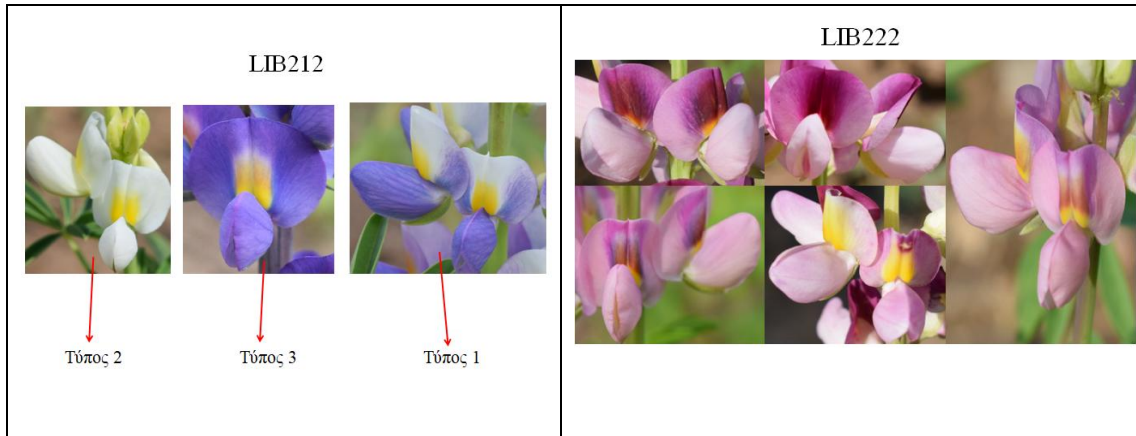
8.3.1 Χρώμα άνθους λίγο πριν ανοίξει

<p>LIB223</p>  <p>Λευκό σκούρο</p> <p>Μοβ μεσαίο</p> <p>Μπλε μεσαίο</p> <p>Λευκό και μπλε ανοιχτό</p>	<p>LIB221</p> 
<p>Εικόνα 45 : Άνθος LIB 223 λίγο πριν ανοίξει.</p>	<p>Εικόνα 46 : Άνθος LIB 221 λίγο πριν ανοίξει.</p>
<p>LIB214</p>  <p>Μπλε σκούρο</p> <p>Λευκό</p>	<p>LIB219</p>  <p>Λευκό σκούρο</p> <p>Μοβ μεσαίο</p>
<p>Εικόνα 47 : Άνθος LIB 214 λίγο πριν ανοίξει.</p>	<p>Εικόνα 48 : Άνθος LIB 219 λίγο πριν ανοίξει.</p>
<p>LIB220</p>  <p>Λευκό</p> <p>Μοβ ανοιχτό</p>	<p>LIB209</p>  <p>Μοβ σκούρο</p> <p>Λευκό</p> <p>Μπλε ανοιχτό</p>
<p>Εικόνα 49 : Άνθος LIB 220 λίγο πριν ανοίξει.</p>	<p>Εικόνα 50 : Άνθος LIB209 λίγο πριν ανοίξει.</p>

<p style="text-align: center;">LIB212</p>  <p>Λευκό Μπλε ανοιχτό</p> <p>Μωβ σκούρο</p>	<p style="text-align: center;">LIB222</p>  <p>Ροζ απαλό</p> <p>Ροζ μεσαίο</p>
<p style="text-align: center;">Εικόνα 51 : Άνθος LIB 212 λίγο πριν ανοίξει.</p>	<p style="text-align: center;">Εικόνα 52 : Άνθος LIB 222 λίγο πριν ανοίξει.</p>
<p style="text-align: center;">‘Polo’</p>  <p>Λευκό σκούρο</p>	<p style="text-align: center;">‘Multitalia’</p>  <p>Λευκό σκούρο</p>
<p style="text-align: center;">Εικόνα 53 : Άνθος ‘Polo’ λίγο πριν ανοίξει.</p>	<p style="text-align: center;">Εικόνα 54 : Άνθος ‘Multitalia’ λίγο πριν ανοίξει.</p>

8.3.2 Χρώμα άνθους που μόλις έχει ανοίξει

<p>LIB223</p>  <p>Λευκό μεσαίο Κίτρινο μεσαίο Μωβ σκούρο Μωβ μεσαίο Λευκό μεσαίο Κίτρινο σκούρο Μπλε σκούρο Μπλε μεσαίο</p>	<p>LIB221</p> 
<p>Εικόνα 55: Άνθος LIB223 που μόλις έχει ανοίξει.</p>	<p>Εικόνα 56: Άνθος LIB221 που μόλις έχει ανοίξει.</p>
<p>LIB219</p> 	<p>LIB214</p> 
<p>Εικόνα 57: Άνθος LIB219 που μόλις έχει ανοίξει.</p>	<p>Εικόνα 58: Άνθος LIB214 που μόλις έχει ανοίξει.</p>
<p>LIB220</p> 	<p>LIB209</p>  <p>Τύπος 1 Τύπος 2 Τύπος 3</p>
<p>Εικόνα 59: Άνθος LIB220 που μόλις έχει ανοίξει.</p>	<p>Εικόνα 60: Άνθος LIB209 που μόλις έχει ανοίξει.</p>



Εικόνα 61: Άνθος LIB212 που μόλις έχει ανοίξει.


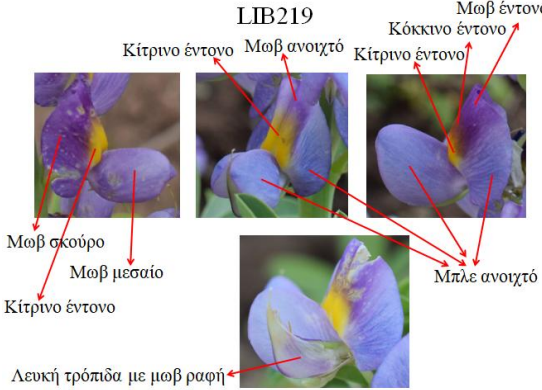




Εικόνα 62: Άνθος LIB222 που μόλις έχει ανοίξει

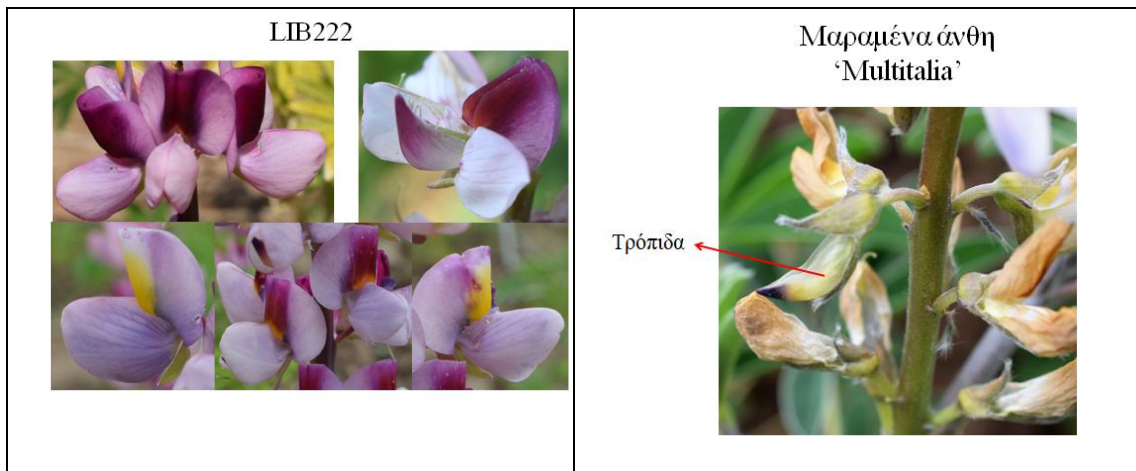


Εικόνα 63: Άνθος ‘Polo’ που μόλις έχει ανοίξει.

Εικόνα 64: Άνθος ‘Multitalia’ που μόλις έχει ανοίξει.

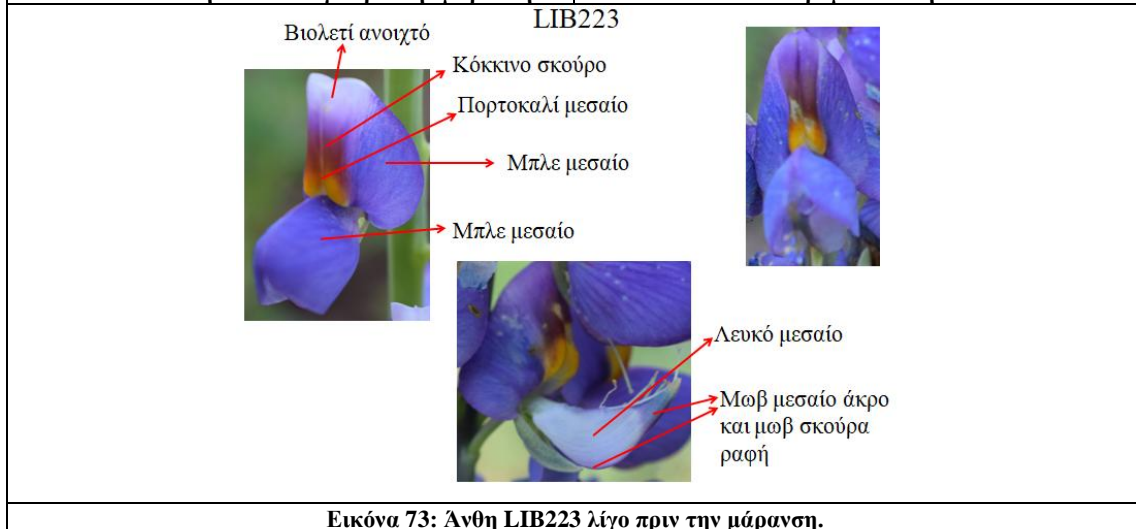
8.3.3 Χρώμα άνθους λίγο πριν τη μάρανση

<p style="text-align: center;">LIB221</p> 	<p style="text-align: center;">LIB219</p>  <p>Κίτρινο έντονο Μωβ ανοιχτό Κόκκινο έντονο Μωβ έντονο</p> <p>Μωβ σκούρο Μωβ μεσαίο Κίτρινο έντονο Μπλε ανοιχτό</p> <p>Λευκή τρόπιδα με μωβ ραφή</p>
<p>Εικόνα 65: Άνθη LIB221 λίγο πριν την μάρανση.</p>	<p>Εικόνα 66: Άνθη LIB219 λίγο πριν την μάρανση.</p>
<p style="text-align: center;">LIB214</p> 	<p style="text-align: center;">LIB220</p> 
<p>Εικόνα 67: Άνθη LIB214 λίγο πριν την μάρανση.</p>	<p>Εικόνα 68: Άνθη LIB220 λίγο πριν την μάρανση.</p>
<p style="text-align: center;">LIB209</p> 	<p style="text-align: center;">LIB212</p> 
<p>Εικόνα 69: Άνθη LIB209 λίγο πριν την μάρανση.</p>	<p>Εικόνα 70: Άνθη LIB212 λίγο πριν την μάρανση.</p>



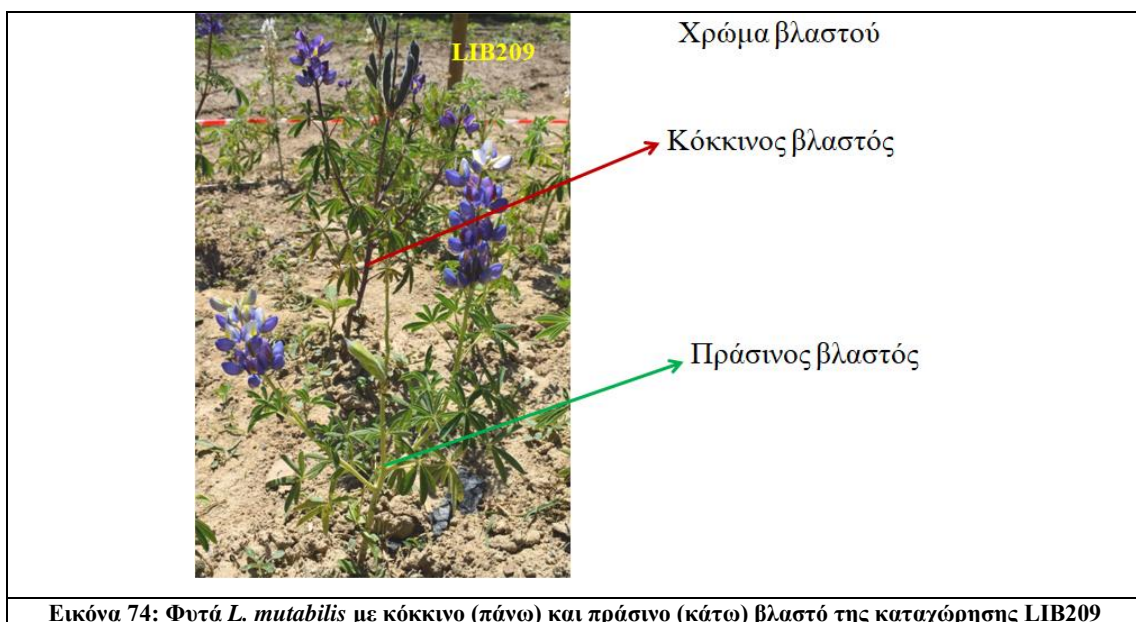
Εικόνα 71: Άνθη LIB222 λίγο πριν την μάρανση.

Εικόνα 72: Μαραμμένα άνθη 'Multitalia'.



Εικόνα 73: Άνθη LIB223 λίγο πριν την μάρανση.

8.4 Χρώμα βλαστού



Εικόνα 74: Φυτά *L. mutabilis* με κόκκινο (πάνω) και πράσινο (κάτω) βλαστό της καταχώρησης LIB209

8.5 Πρωτόκολλα εδαφικών αναλύσεων

Η δειγματοληψία έγινε από βάθος 0-30cm ακολουθώντας σχήμα ζικ-ζακ σε κάθε επανάληψη με τη βοήθεια μεταλλικού δειγματολήπτη. Η κοκκομετρική σύσταση του εδάφους προσδιορίστηκε με τη μέθοδο Βουγιούκου, το pH με τη χρήση ηλεκτροδίων και το CaCO_3 με τη Μέθοδο Bernard. Ο προσδιορισμός της οργανικής ουσίας έγινε με τη μέθοδο 'Walkey-Black'. Η μέθοδος Melich (Mehlich-3 method) χρησιμοποιήθηκε με σκοπό τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας Ca, Mg, Na, K, N, P. Τα στοιχεία Ca και Mg προσδιορίστηκαν με φασματοφωτομετρία ατομικής απορρόφησης (Perkin Elmer 1100B, Waltham, MA), ενώ το Na και το K ανιχνεύθηκαν με φλογοφωτόμετρο (Sherwood Scientific Model 410, Cambridge, UK). Ο διαθέσιμος φώσφορος προσδιορίστηκε με τη μέθοδο Murphy-Riley (Murphy and Riley, 1962) και φασματοφωτόμετρο (anthos Zenyth 200rt, Biochrom, USA) σε μήκος κύματος 880nm. Για τον προσδιορισμό του ολικού N χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Kjeldalh. Τα NO_3^- και NO_4^- προσδιορίστηκαν με τη μέθοδο Griess-Posvay με στήλες καδμίου όπου τα νιτρικά και αμμωνιακά εκτιμώνται χρωματομετρικά ενώ έχει προηγηθεί χειρισμός με σουλφανιλαμίδιο και HCl ή η μέθοδος της ινδοφαινόλης αντίστοιχα. Η διαπερατότητα μετρήθηκε με φασματοφωτομετρία φωτός (anthos Zenyth 200rt, Biochrom, USA) σε μήκος κύματος 540 nm και 636 nm αντίστοιχα. Για όλα τα δείγματα έγιναν τρεις επαναλήψεις μετρήσεων και υπολογίστηκε ο μέσος όρος.