



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ

Π.Μ.Σ. «ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

«ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΤΑΞΥ
ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ
ΛΟΥΠΙΝΟΥ»



ΑΘΗΝΑ

2019

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΜΑΡΙΟΣ ΚΩΣΤΟΥΡΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΜΠΕΜΠΕΛΗ ΠΗΝΕΛΟΠΗ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ

Π.Μ.Σ. «ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Συγκριτική μελέτη μεταξύ διαφορετικών ειδών και ποικιλιών
Λούπινου»

“A comparative study between different species and varieties of
lupin”

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΕΠΒΛΕΠΟΥΣΑ:

ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΜΠΙΕΜΠΕΛΗ ΠΗΝΕΛΟΠΗ

ΜΕΛΗ:

ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΓΙΩΡΓΟΣ

ΛΕΚΤΟΡΑΣ ΤΑΝΗ ΕΛΕΝΗ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Συγκριτική μελέτη μεταξύ διαφορετικών ειδών και ποικιλιών λούπινου

Το γένος των λούπινων (*Lupinus sp.*) ανήκει στην οικογένεια των Leguminosae. Στη σύγχρονη γεωργική πρακτική καλλιεργούνται κυρίως τέσσερα είδη λούπινου, το *Lupinus mutabilis*, το *Lupinus angustifolius*, *Lupinus luteus* και το *Lupinus albus*. Ειδικότερα, το *L. mutabilis*, γνωστό και ως Tarwi, που καλλιεργείται στην περιοχή των Άνδεων μπορεί να αποτελέσει μια πολλά υποσχόμενη εναλλακτική καλλιέργεια για την Ελλάδα. Η δυνατότητα του είδους αυτού να καλλιεργηθεί σε άγονα εδάφη καθώς και η υψηλή περιεκτικότητα του καρπού του σε αζωτούχες ενώσεις και έλαια το καθιστούν εξαιρετική ζωοτροφή καθώς και προϊόν με εξαιρετικές μεταποιητικές δυνατότητες. Στόχος του πειράματος ήταν να γίνει μια συγκριτική μελέτη των διαφόρων ειδών και ποικιλιών λούπινου. Για το σκοπό αυτό σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο και στην Μάνη καλλιεργήθηκαν πέντε βελτιωτικές σειρές *L. mutabilis*, τρεις πληθυσμοί *L. mutabilis*, και από μία εμπορική ποικιλία του *L. angustifolius* και του *L. albus* σε ένα σχέδιο τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για την μελέτη της απόδοσης και το ποσοστό των ολικών αζωτούχων ενώσεων και καλίου των διαφορετικών ποικιλιών λούπινου τόσο στον καρπό όσο και στον βλαστό. Για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ANOVA και έγιναν αναλύσεις συσχετίσεων που εκτιμήθηκαν μέσω των τιμών των συντελεστών Pearson και Spearman. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Statgraphics Centurion XVI. Στο πείραμα της Αθήνας η πιο όψιμη ποικιλία του *L. mutabilis* είχε λιγότερους λοβούς ανά φυτό και σπόρους στην κύρια ταξιανθία σε σχέση με τις πρωιμότερες, ενώ ο αριθμός των ανθέων στην όψιμη ποικιλία ήταν είτε μεγαλύτερος είτε δεν διέφερε στατιστικώς σημαντικά από τις υπόλοιπες ποικιλίες. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι το ανθρακικό ασβέστιο παίζει σημαντικό ρόλο στον *L. angustifolius* σε αντίθεση με τα άλλα δύο είδη του πειράματος. Το λευκό λούπινο παρά το ότι ήταν το πιο όψιμο είδος μπόρεσε να ανταπεξέλθει καλύτερα στις υψηλές θερμοκρασίες και στο έδαφος με υψηλό ανθρακικό ασβέστιο ενώ σε μετρήσεις όπως σπόροι στον κυρίως βλαστό και στον αριθμό των λοβών δεν είχε στατιστικώς σημαντικές διαφορές με την πιο πρώιμη ποικιλία *L. mutabilis*. Όλες οι ποικιλίες του *L. mutabilis* περιείχαν μεγαλύτερα ποσοστά αζωτούχων ενώσεων και καλίου στον καρπό και στο στέλεχος σε σχέση με τις εμπορικές ποικιλίες *L. albus* var. *multitalia* και *L. angustifolius* var *rolo* ενώ βρέθηκε ότι υπάρχει και συσχέτιση μεταξύ των ολικών αζωτούχων ενώσεων στον σπόρο και του καλίου στο στέλεχος. Τέλος, στατιστικώς σημαντικές διαφορές στα ποσοστά των αζωτούχων ενώσεων παρουσιάστηκαν και μεταξύ των ποικιλιών του *L.*

mutabilis στον καρπό και στο στέλεχος των φυτών. Στο πείραμα της Μάνης όπου πραγματοποιήθηκε σε μια περιοχή όπου παραδοσιακά καλλιεργείται το λούπινο και με ιδανικό έδαφος για την καλλιέργεια τους, οι χαμηλές θερμοκρασίες κατά την σπορά δημιούργησαν προβλήματα με την βλάστηση των σπόρων κυρίως στο *L. mutabilis* και λιγότερο στα άλλα δύο είδη, ενώ οι υψηλές θερμοκρασίες και έλλειψη εδαφικής υγρασίας κατά τα κρίσιμα στάδια αποτέλεσαν πρόβλημα για την παραγωγή σπόρου στο λούπινο των Άνδεων. Επομένως, συμπεραίνουμε ότι και στα δύο πειράματα η θερμοκρασία για την παραγωγή σπόρων και λοβών στο *L. mutabilis* κατέχει πολύ σημαντικό ρόλο. Επίσης, η πρωιμότητα αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην καλλιέργεια του *L. mutabilis* άρα και βελτιωτικό στόχο. Δεύτερον, οι πιο πρώιμες ποικιλίες του *L. mutabilis* δεν υστερούν σε παραγωγή αριθμού σπόρων σε σχέση με την εμπορική ποικιλία του *L. albus* και τέλος, τα υψηλά ποσοστά αζωτούχων ενώσεων των *L. mutabilis* τόσο στον καρπό (έως 44%) όσο και στο στέλεχος (έως 6,8%) το καθιστούν είδος με ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά για να καλλιεργηθεί και στην Ελλάδα.

Εργαστήριο Βελτίωσης Φυτών και Γεωργικού Πειραματισμού, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο
Αθηνών

Λέξεις κλειδιά: Λούπινο, *L. mutabilis*, *L. albus*, *L. angustifolius*, πρωιμότητα, θερμοκρασία, αζωτούχες ενώσεις, κάλιο

ABSTRACT

A comparative study between different species and varieties of lupin

The genus of lupins (*Lupinus sp.*) belongs to the family of Leguminosae. In modern agricultural practice, four species are cultivated which are, *Lupinus mutabilis*, *Lupinus angustifolius*, *Lupinus luteus* and *Lupinus albus*. Specifically, *L. mutabilis*, also known as Tarwi, which mostly, is cultivated in the Andean region can be a promising alternative crop for Greece. The ability of this species to grow in marginal lands and also the high percentages in protein and oils on the seeds and on the stems, makes it an interesting crop for feed and processing. The aim of the experiment was to make a comparative study of the different species and varieties of lupine. For this purpose, five breeding lines of *L. mutabilis*, three populations of *L. mutabilis* and one commercial variety of *L. angustifolius* and *L. albus* were cultivated in two experiments carried out at the Agricultural University of Athens and in the region of Mani in a randomized complete block design. Measurements were made to study the yield and percentage of total nitrogen compounds and potassium of the different lupine varieties in both the seed and the shoot. For the statistical analysis, ANOVA method was used, and correlation analysis was performed and evaluated using the Pearson and Spearman coefficients. For this purpose, Statgraphics Centurion XVI was used. In the experiment of Athens, the late *L. mutabilis* variety had less pods per plant and seeds in main inflorescence than the earliest, while the number of flowers in the late variety was either higher or not statistically significant from the other varieties. It was also ascertained that calcium carbonate plays a major role in *L. angustifolius* as opposed to the other two species. White lupine, although it was the most late-flowering species, it was able to cope better with high temperatures and the soil with high calcium carbonate while measurements such as seed in the main stem and the number of pods did not have statistically significant differences with the earliest variety *L. mutabilis*. All *L. mutabilis* varieties contained higher levels of total nitrogen compounds and potassium in the seed and the stem compared to the commercial varieties of *L. albus* var. multitalia and *L. angustifolius* var. polo, and it was found that there is a correlation between the total nitrogen compounds in the seed and the potassium in the stem. Finally, statistically significant differences in the percentages of nitrogen compounds were also found among *L. mutabilis* varieties in the seed and the stem. In the experiment of Mani an area where lupins are traditionally cultivated and with ideal soil for cultivation, the low temperatures during sowing caused problems with the germination of the seeds mainly in *L. mutabilis* and less in the other two species, while the high temperatures and a lack of soil moisture at critical stages provoke problems in seed production

in the Andean Lupine. Therefore, we conclude, in both experiments, that temperature plays a major role for the production of seeds and pods in *L. mutabilis*. Also, earliness is an important factor in the cultivation of *L. mutabilis* and thus a breeding target. Secondly, the earliest varieties of *L. mutabilis* are not inferior to seed production compared to the commercial variety of *L. albus* and, finally, the high levels of *L. mutabilis* in total nitrogen compounds in both seed (up to 44%) and stem (up to 6.8%) makes this species interesting for agriculture in Greece.

Plant Breeding and Biometry, Agricultural University of Athens

Key words: Lupin, *L. mutabilis*, *L. albus*, *L. angustifolius*, earliness, temperature, nitrogen compounds, potassium

ΔΗΛΩΣΗ ΕΡΓΟΥ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος, ΝΙΚΟΛΑΟΣ - ΜΑΡΙΟΣ ΚΩΣΤΟΥΡΟΣ, δηλώνω ότι το κείμενο της μελέτης αποτελεί δικό μου, μη υποβοηθούμενο πόνημα. Υποβάλλεται σε μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στα Συστήματα Φυτικής Παραγωγής του Τμήματος Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Δεν έχει υποβληθεί ποτέ πριν για οιοδήποτε λόγο ή για εξέταση σε οποιοδήποτε άλλο πανεπιστήμιο ή εκπαιδευτικό ίδρυμα της χώρας ή του εξωτερικού.

.....
ΝΙΚΟΛΑΟΣ - ΜΑΡΙΟΣ ΚΩΣΤΟΥΡΟΣ

.....
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT	5
ΔΗΛΩΣΗ ΕΡΓΟΥ	7
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	13
2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
2.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΥΠΙΝΟΥ	13
2.3. Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΛΟΥΠΙΝΟΥ	15
2.3.1. Η ιστορία και καλλιέργεια του λούπινου παγκοσμίως	15
2.3.2. Η ιστορία και καλλιέργεια του λούπινου στον Ελλαδικό χώρο	18
2.4. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΛΟΥΠΙΝΟΥ	21
2.4.1. Εισαγωγή	21
2.4.2. <i>Lupinus mutabilis</i>	23
2.4.3. <i>Lupinus albus</i>	26
2.4.4. <i>Lupinus angustifolius</i>	27
2.5. Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΛΟΥΠΙΝΟΥ	28
2.5.1. Κλιματικές συνθήκες	28
2.5.2. Εαρινοποίηση και φωτοπερίοδος	29
2.5.3. Εδαφολογικά χαρακτηριστικά	30
2.5.4. Εδαφοκατεργασία και Σπορά	31
2.5.5. Λίπανση	31
2.5.6. Άρδρευση	31
2.5.7. Αποστάσεις φύτευσης και συγκομιδή	31
2.5.8. Οι ασθένειες που προσβάλλουν τα λούπινα	32
2.6. ΑΖΩΤΟΔΕΣΜΕΥΣΗ ΚΑΙ ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ	36
2.7. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΟΥ ΛΟΥΠΙΝΟΥ	37
2.7.1. Τα αλκαλοειδή	37
2.7.2. Λουπίνωση	38
2.8. ΟΙ ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΛΟΥΠΙΝΟΥ	39
2.8.1. Το λούπινο ως ζωοτροφή	39
2.8.2. Η διατροφική αξία του λούπινου για τον άνθρωπο	39
2.8.3. Το λούπινο ως καλλωπιστικό φυτό	40
2.8.4. Οι προοπτικές της μεταποίησης του λούπινου στη σύγχρονη εποχή	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	42
3.1. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΑΓΡΟΣ	42

3.2.	ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	43
3.3.	ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	45
3.4.	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	46
3.5.	ΧΑΡΑΞΗ, ΣΠΟΡΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ	48
3.6.	ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΟΙΗΣΕΙΣ	49
3.7.	ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ	49
3.8.	ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ	50
3.9.	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	54
3.9.1.	Ανάλυση των ποσοτικών χαρακτηριστικών και των χημικών χαρακτηριστικών	54
3.9.2.	Στατιστικά εργαλεία	54
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	55
4.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	55
4.2.	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ	55
4.3.	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΜΑΝΗ	73
4.4.	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΜΑΝΗΣ	86
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	87
5.1.	ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ	87
5.2.	ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΗΣ ΜΑΝΗΣ	91
5.3.	ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ	94
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	96
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	111

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία αποτελεί διπλωματική εργασία στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού προγράμματος «Συστήματα Φυτικής Παραγωγής» του Τμήματος Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου.

Τα πειράματα αγρού που πραγματοποιήθηκαν σε αυτήν τη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία έγιναν στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος «LIBBIO: *Lupinus mutabilis* for Increased Biomass from marginal lands and value for BIOrefineries» που χρηματοδοτήθηκε από την Bio-based Industries Joint υπό το πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης "Ορίζοντας 2020" (Horizon 2020) έρευνας και καινοτομίας.

Με την ολοκλήρωση της θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλλαν στην εκπόνησή της.

Ευχαριστώ θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου, Πηνελόπη Μπεμπέλη, για την εμπιστοσύνη της, την επιστημονική της καθοδήγηση, τις υποδείξεις της, την επιμονή της, το αμείωτο ενδιαφέρον της, τη συμπαράστασή της, τη συνεχή του υποστήριξη και το αμείωτο ενδιαφέρον που έδειξε από την αρχή μέχρι το τέλος της διπλωματικής εργασίας.

Εν συνεχεία, θα ήθελα να ευχαριστήσω, επίσης, τα μέλη της τριμελούς επιτροπής, τον αναπληρωτή καθηγητή Γεώργιο Παπαδόπουλο για τον πολύτιμο χρόνο και επιστημονική υποστήριξη που μου προσέφερε στην στατιστική ανάλυση των δεδομένων και την λέκτορα Ελένη Τάνη για την ενίσχυσή της.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω και στην υποψήφια διδάκτορα Φαίη Λαζαρίδη για την ουσιαστική βοήθεια και συνεχή υποστήριξή της καθ' όλη τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας,

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους συμφοιτητές μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα για την ανταλλαγή απόψεων, το ειλικρινές ενδιαφέρον τους και για τη σημαντική βοήθειά τους σε όλα τα στάδια της εργασίας.



Lupin Bioeconomy
Development



Horizon 2020
European Union Funding
for Research & Innovation



Bio-based Industries
Consortium

"This project has received funding from the Bio-based Industries Joint Undertaking under the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 720726"

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα ψυχανθή (Fabaceae ή Leguminosae) αποτελούν μια πολύ μεγάλη οικογένεια στο βασίλειο των φυτών με μεγάλη οικονομική σημασία για την γεωργία, την κτηνοτροφία και για το περιβάλλον. Περιλαμβάνουν περισσότερα από 700 γένη και 19.000 είδη φυτών (Azani et al., 2017). Ανάλογα με το είδος και τις απαιτήσεις τους τα καλλιεργούμενα ψυχανθή καλλιεργούνται για διάφορους σκοπούς. Κάποια είδη καλλιεργούνται για το χόρτο τους, το οποίο χρησιμοποιείται στην κτηνοτροφία, ενώ κάποια άλλα είδη καλλιεργούνται κυρίως για το σπέρμα τους, του οποίου η χρήση είναι για ζωική ή ανθρώπινη κατανάλωση. Σημαντική, επίσης, είναι και η συμβολή τους στα οικοσυστήματα και στην βιωσιμότητα της γεωργίας, με την εφαρμογή της αμειψισποράς χάρη στην αζωτοδεσμευτική τους ικανότητα μέσω της συμβιωτικής σχέσης τους με τα βακτήρια *Rhizobia*.

Στην οικογένεια των Leguminosae ανήκει και το γένος *Lupinus* στο οποίο κατατάσσονται περίπου 280 είδη από όλο τον κόσμο, ενώ μόνο 12 είδη από αυτά είναι ενδημικά στην Ευρώπη και στην Μεσόγειο (Eastwood et al., 2008.). Έτσι, τα είδη του λούπινου ομαδοποιούνται σε «Παλαιού Κόσμου» και «Νέου Κόσμου». Το γένος των λούπινων περιλαμβάνει ετήσια, πολυετή, ποώδη, θαμνώδη και δενδρώδη είδη (Ainouche and Bayer, 1999). Τα σημαντικότερα καλλιεργούμενα είδη είναι τέσσερα. Τα τρία ανήκουν στα λεγόμενα «Παλαιού Κόσμου», το *Lupinus albus*, γνωστό και ως λευκό λούπινο, το *Lupinus angustifolius*, γνωστό και ως μπλε λούπινο ή στενόφυλλο και το *Lupinus luteus*, γνωστό ως κίτρινο λούπινο και ένα ανήκει σε αυτά του «Νέου Κόσμου», το *Lupinus mutabilis* που είναι γνωστό και ως μαργαριταρώδες λούπινο, tarwi ή chocho.

Τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί το ενδιαφέρον γύρω από την καλλιέργεια του λούπινου εξαιτίας των εξαιρετικών θρεπτικών ιδιοτήτων του φυτού αλλά και της ικανότητας προσαρμογής του σε ακραίες εδαφοκλιματικές συνθήκες. Ωστόσο, ένα από τα σημαντικά προβλήματα στην διάδοση της καλλιέργειας του αποτελεί το γεγονός ότι ο σπόρος σε πάρα πολλές ποικιλίες έχει μεγάλο ποσοστό αλκαλοειδών, που μπορεί να φτάσει μέχρι και 5% (Galek et al., 2017) αλλά και οι χαμηλές αποδόσεις της καλλιέργειας (Gresta et al., 2017). Έρευνες για λύση στο πρόβλημα των αλκαλοειδών τελεσφόρησαν τη δεκαετία του '30 στην Γερμανία και την Ρωσία (Elina et al., 2005).

Ιδιαίτερα το *L. mutabilis*, το οποίο καλλιεργείται στην περιοχή των Άνδεων, εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας του σπόρου σε αζωτούχες ενώσεις (μέχρι και 50%) και έλαια (μέχρι και 24%) (Sathe et al., 1982) καθίσταται καλλιέργεια με εξαιρετικές μεταποιητικές

δυνατότητες για ανθρώπινη και ζωική κατανάλωση. Σημαντικό, επίσης, για την καλλιέργεια του μαργαριταρώδους λούπινου είναι ότι έχουν βρεθεί σειρές φυτών που έχουν αλκαλοειδή λιγότερο από 0.05% (Galek et al., 2017) και ότι μπορεί να καλλιεργηθεί σε αλκαλικά εδάφη με $pH > 7$ (Cowling et al., 1998). Όλα αυτά καθιστούν την καλλιέργεια του λούπινου αρκετά ανταγωνιστική σε σχέση με τις άλλες καλλιέργειες για ζωική τροφή όπως η σόγια και άρα ελπιδοφόρο αγροτικό προϊόν για την γεωργία όχι μόνο της Ελλάδας αλλά και ολόκληρης της Ευρώπης.

Συμπερασματικά, για την καλλιέργεια του λούπινου και ειδικότερα του *L. mutabilis* τα ερευνητικά ερωτήματα που προκύπτουν είναι εάν η καλλιέργεια του λούπινου στον Ελλαδικό χώρο είναι βιώσιμη και αποδοτική, ποια είναι τα προβλήματα της καλλιέργειας στις ελληνικές εδαφοκλιματικές συνθήκες και ποιοι είναι οι πιθανοί βελτιωτικοί στόχοι. Με αυτόν τον γνώμονα, εκπονήθηκε ένα πείραμα φύτευσης διαφορετικών ειδών και ποικιλιών λούπινων για τη μελέτη των αποδόσεων τους σε διαφορετικά εδάφη -όξινα και αλκαλικά-, σε τόπους με διαφορετικές κλιματικές συνθήκες, καθώς και για τη διερεύνηση των ποσοστών των ολικών αζωτούχων ενώσεων και του καλίου στα φυτά. Για τον σκοπό αυτό, το πείραμα διενεργήθηκαν με φυτεύσεις σε σχέδια τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων σε δύο περιοχές της Ελλάδας με διαφορετικές συνθήκες: στην Μάνη όπου παραδοσιακά καλλιεργούνταν λούπινα σε όξινο έδαφος και στην Αθήνα σε αλκαλικό έδαφος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το λούπινο έχει καλλιεργηθεί για αιώνες στις μεσογειακές χώρες αλλά και σε ολόκληρο τον κόσμο τόσο ως ζωοτροφή όσο και για ανθρώπινη κατανάλωση. Τέσσερα είδη λούπινου καλλιεργούνται παγκοσμίως, το *L.albus*, το *L.angustifolius*, το *L. mutabilis* και το *L. luteus*, εκ των οποίων τα τρία πρώτα χρησιμοποιήθηκαν για τους σκοπούς του πειράματος. Τα τρία αυτά είδη παρουσιάζουν διαφορές στα χαρακτηριστικά, στην μορφολογία, στην καλλιέργεια και στις εδαφοκλιματικές συνθήκες που απαιτούν. Σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών, εντοπίζονται, επίσης, και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των σπερμάτων τους. Στο κείμενο που ακολουθεί θα γίνει μια προσπάθεια αναφοράς στοιχείων που αφορούν το φυτό και την ιστορία του, των βοτανικών χαρακτηριστικών των τριών ειδών του πειράματος, της καλλιέργειας τους, των πλεονεκτημάτων της και τις προοπτικές της.

2.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΥΠΙΝΟΥ

Το λούπινο ανήκει στην τάξη Fabales, στην οικογένεια των Leguminosae (ή αλλιώς Fabaceae) και στο γένος *Lupinus* (βλ. Πίνακα 2. 1).

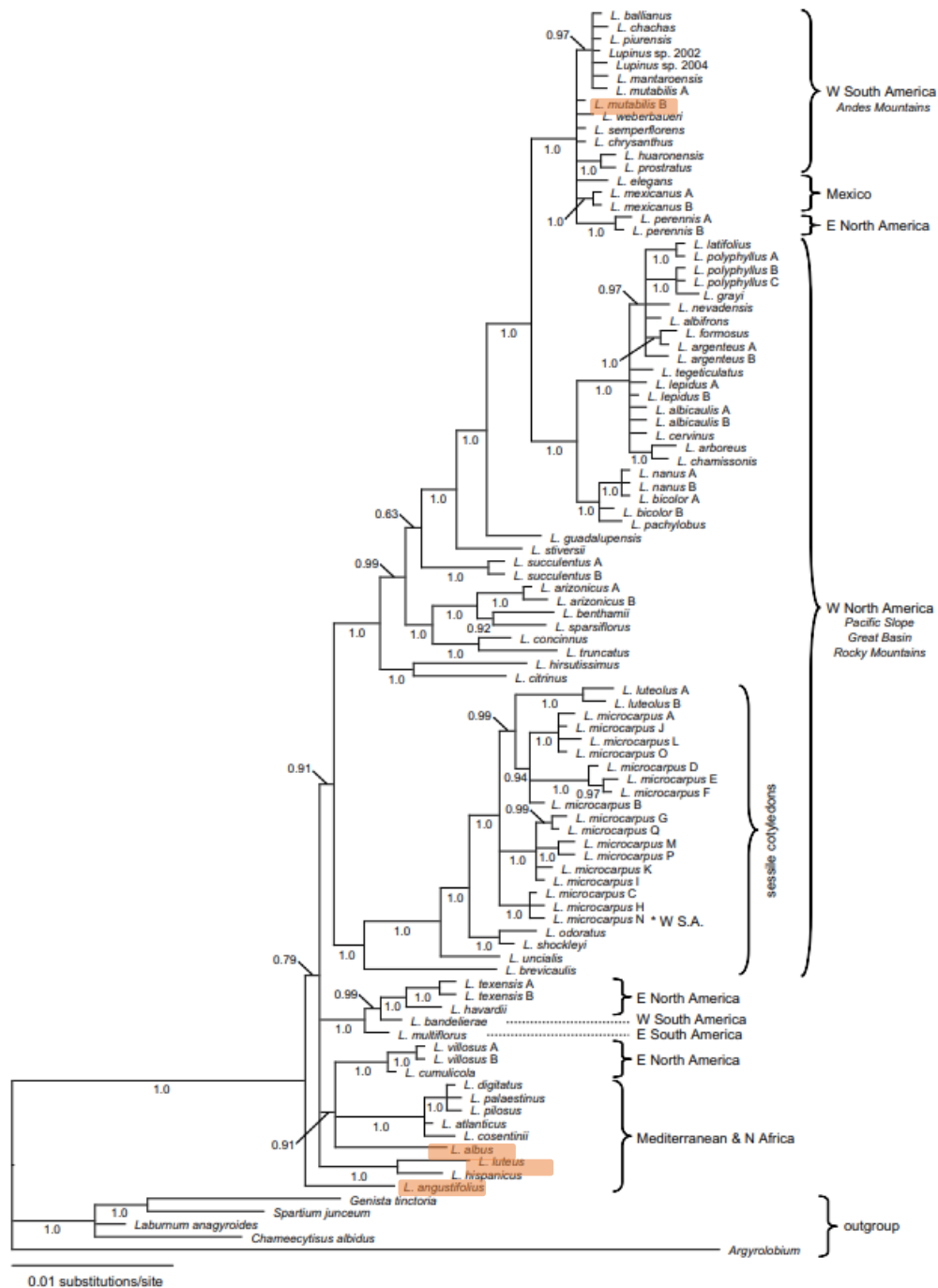
Πίνακας 2. 1. Ταξινόμηση λούπινων

Βασίλειο	<u>Plantae</u>
Τάξη:	<u>Fabales</u>
Οικογένεια:	<u>Fabaceae</u>
Γένος:	<i>Lupinus (L.)</i>

Στο γένος *Lupinus* ανήκουν περίπου 280 είδη και περιλαμβάνει ετήσια, πολυετή, ποώδη, θαμνώδη και δενδρώδη είδη. Τα είδη του λούπινου διαχωρίζονται σε «Παλαιού» και «Νέου Κόσμου» (Εικόνα 2. 1). Τα λούπινα «Παλαιού Κόσμου» εκπροσωπούνται τουλάχιστον από 12 είδη γύρω από την περιοχή της Μεσογείου και της Βόρειας Αφρικής.

Οι διαφορές τους γενετικά είναι μεγάλες. Οι αριθμοί των χρωμοσωμάτων κυμαίνονται από τα $2n = 32, 36, 38, 40, 42, 50$ και 52 στα λούπινα του «Παλαιού Κόσμου» ενώ στα «Νέου Κόσμου» είναι $2n = 36$ ή 48 . Οι γενετικές αναλύσεις υποδηλώνουν ότι το γένος *Lupinus*

εξελίχθηκε τα τελευταία 12-14 εκατομμύρια χρόνια. Το γεγονός αυτό αποκλείει την υπόθεση ότι η διχοτόμηση σε Παλαιό - Νέο Κόσμο ήταν αποτέλεσμα της μετακίνησης των ηπείρων. Η πιθανότερη θεωρία είναι η προέλευση από τον Παλαιό Κόσμο και έπειτα ανάπτυξη ενός ανεξάρτητου αποικισμού των ανατολικών τμημάτων της Νότιας Αμερικής (Käss and Wink, 1997).



Εικόνα 2. 1. Το φυλογενετικό δένδρο του γένους λούπινου. Με το πορτοκαλί φόντο επισημαίνονται με τη σειρά από πάνω προς τα κάτω τα: *L. mutabilis*, *L. albus*, *L. luteus* και *L. angustifolius*. (πηγή: Drummond, C.S., 2008. Diversification of *Lupinus* (Leguminosae) in the western New World: Derived evolution of perennial life history and colonization of montane habitats. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 48, 408–421. <https://doi.org/10.1016/j.ympe>)

Άλλος ένας σημαντικός διαχωρισμός στα λούπινα του «Παλαιού Κόσμου» είναι ανάλογα με την υφή του σπόρου και γίνεται σε μαλακόσπερμα (*Malacospermae*) και σε τραχύσπερμα (*Scabrispermae*) (Gladstone's, 1984).

Τα 12 λούπινα του «Παλαιού Κόσμου» είναι τα *Lupinus albus*, *Lupinus anatolicus*, *Lupinus angustifolius*, *Lupinus atlanticus*, *Lupinus cosentinii*, *Lupinus digitatus*, *Lupinus hispanicus*, *Lupinus luteus*, *Lupinus micranthus*, *Lupinus pilosus*, *Lupinus palaestinus* και *Lupinus princei* ενώ από αυτά του «Νέου Κόσμου» τα πιο γνωστά είναι τα *L. taxensis*, *L. polyphyllus* και *L. mutabilis*.

Από το γένος των λούπινων τέσσερα είδη είναι αυτά που χρησιμοποιούνται στην γεωργία. Το *L. albus*, το *L. angustifolius* και το *L. luteus* που ανήκουν στα «Παλαιού Κόσμου» και είναι μαλακόσπερμα και το *L. mutabilis* που ανήκει στα «Νέου Κόσμου». Είδη όπως το *L. pilosus*, *L. hispanicus* και *L. cosentinii* έχουν προοπτικές να καλλιεργηθούν στο μέλλον. Ενώ σημαντικό θεωρείται ότι υβρίδια μπορεί να προκύψουν μεταξύ του *L. mutabilis* και του *L. polyphyllus* (Gresta et al., 2017).

2.3. Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΛΟΥΠΙΝΟΥ

2.3.1. Η ιστορία και καλλιέργεια του λούπινου παγκοσμίως

Το λούπινο είναι αυτοφυές σε πολλές περιοχές στον κόσμο. Τα περισσότερα είδη απαντώνται στη Βόρεια¹ και Νότια Αμερική και μικρότερες εκτάσεις εμφανίζονται στη Βόρεια Αφρική και τη Μεσόγειο.

Η ετυμολογία του ονόματος προέρχεται από την λατινική λέξη *lupus*, που σημαίνει λύκος (Cowling et al., 1998). Ωστόσο, στην αρχαία Ελλάδα η ονομασία του είδους ήταν «θήρμος» και οι ονομασίες σε όλη τη Μέση Ανατολή προέρχονται ετυμολογικά από αυτήν (π.χ. *termis* στην Αίγυπτο, *turmus* συχνότερα στον Αραβικό Κόσμο και στην Ινδία, *turmusa* στα Αραμαϊκά και *Furmesa* στη Συρία). Η ετυμολογική αυτή προέλευση, θα μπορούσε να ερμηνευθεί πιθανώς από μια ελληνικής προέλευσης καλλιέργεια και εξάπλωσή της στην Μεσόγειο χάρη στη Ρωμαϊκή αυτοκρατορία, όπου η καλλιέργεια του φυτού περιγράφεται από Ρωμαίους συγγραφείς εκτενώς (Gladstones, 1976).

Οι παλαιότερες αρχαιολογικές αναφορές για τα λούπινα καταγράφονται στην ύστερη νεολιθική περίοδο περί τα 3500 χρόνια π.Χ. χωρίς να υπάρχει ένδειξη για καλλιέργεια του. Καταγραφές

¹ Στην Βόρεια Αμερική, χαρακτηριστικά, τα μπλε λούπινα είναι “state flowers” του Τέξας από το 1901 νικώντας μάλιστα τα συνυποψήφια φυτά, βαμβάκι και κάκτο. (πηγή: <https://texashillcountry.com/texas-5-state-flowers-bluebonnets/>)

για καλλιέργεια του φυτού γίνεται στην εποχή του χαλκού στην Ελλάδα, στην Κύπρο και στην Αίγυπτο. Σπόροι από *Lupinus digitatus* βρέθηκαν σε τάφο Φαραώ ηλικίας πάνω από 4000 χρόνων (Zohary et al., 2012). Πιθανώς η αρχική εξημέρωση του λούπινου των Άνδεων έγινε το 700-600 π.Χ. (Australian Government Office of the Gene Technology Regulator, 2013). Στο Περού ανευρέθηκαν λιθογραφίες σπόρων και φύλλων λούπινου που χρονολογούνται περί του 6ου και 7ου αιώνα π.Χ. (βλ. Εικόνα 2. 2), ενώ έχουν βρεθεί «εξημερωμένοι» σπόροι στην κοιλάδα Mantaro και σε τάφους στην περιοχή Nazca που χρονολογούνται το 200 μ.Χ. και 500 μ.Χ. αντίστοιχα (Atchison et al., 2016). Το λούπινο των Άνδεων ή tarwi (*Lupinus mutabilis*) ήταν ένα διαδεδομένο φαγητό στην αυτοκρατορία των Ίνκας χωρίς όμως να ξεπερνά τη σόγια και άλλα όσπρια. Με την αποικιοκρατία των Ισπανών άρχισε να ατονεί η καλλιέργειά του (Kurlovich, 2002).

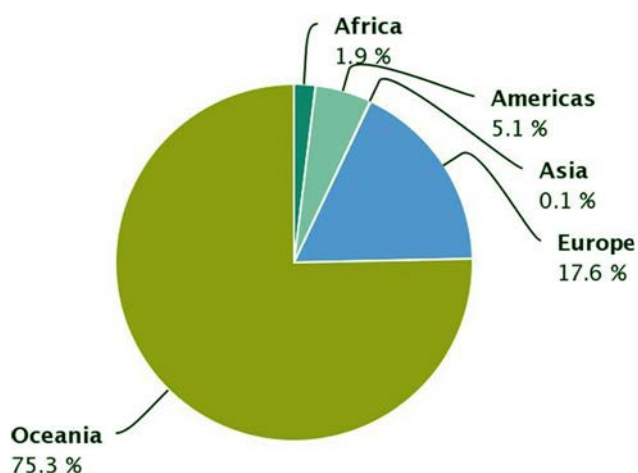


Εικόνα 2. 2: Σχέδιο φυτού tarwi (*L.mutabilis*) σε ένα τελετουργικό δοχείο από την προ-Ίνκας περίοδο προ 1400 ετών (πηγή: Cowling, W.A., Buirchell, B.J., Tapia, M.E., 1998. *Lupin, Lupinus L., Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben, International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome*)

Το 1860 τα *L. luteus* και *L. angustifolius* χρησιμοποιούνταν στην Γερμανία και σε χώρες τις Βαλτικής ως χλωρή λίπανση. Την περίοδο 1927-1928 εφαρμόστηκε μέθοδος για να βρεθούν φυτά χαμηλά σε αλκαλοειδή η οποία οδήγησε από το 1930 έως 1970 στην παραγωγή «γλυκών» ποικιλιών *L. luteus*, *L. angustifolius*, *L. albus* και *L. mutabilis* στην Γερμανία, Σουηδία και Ρωσία (Australian Government Office of the Gene Technology Regulator, 2013). Σήμερα, η καλλιέργεια του λούπινου αυξάνεται και μπορούμε να το βρούμε σε τρόφιμα ή ζωοτροφές συχνά ως υποκατάστατο της σόγιας στην Ευρώπη, στην Αυστραλία καθώς και στις χώρες της Νότιας Αμερικής της Χιλής και του Περού (Isaac, 2012). Στην Αίγυπτο η κατανάλωση του συναντάται στην εθνική εορτή της Αιγύπτου, Sham El Nessim. Βέβαια λιγότερο το 4% της παγκόσμιας παραγωγής χρησιμοποιείται για κατανάλωση από τον άνθρωπο.

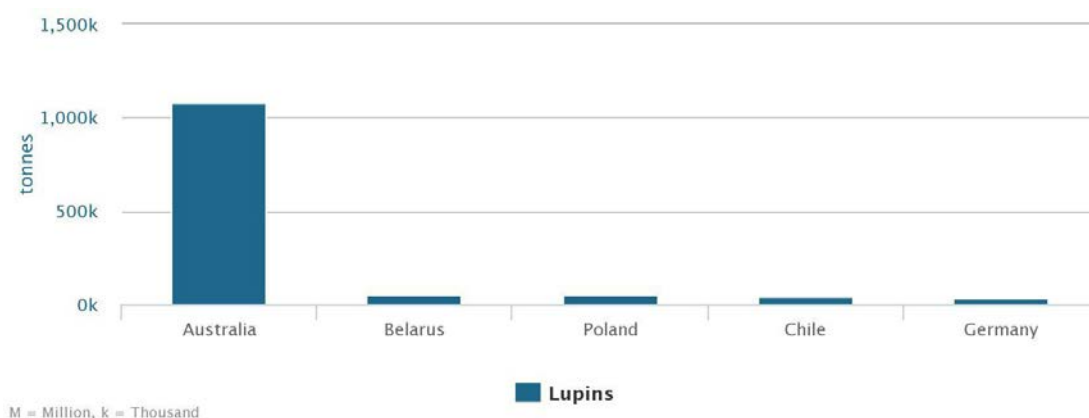
Η Αυστραλία είναι η μεγαλύτερη παραγωγός χώρα λούπινου, η οποία χαρακτηριστικά το 2006 παρήγαγε το 85% της παγκόσμιας παραγωγής. Αυτό το ποσοστό, ωστόσο, το 2008 έπεσε στο 63% εξαιτίας ξηρασίας. (βλ. Εικόνα 2. 3) Την περίοδο 2005-06 οι εξαγωγές λούπινου αποτέλεσαν το 2% των συνολικών εξαγωγών της Αυστραλίας. Το σημαντικότερο

καλλιεργούμενο είδος στην Αυστραλία είναι το *L. angustifolious* (αποτελεί το 95% της παραγωγής) και ακολουθεί το *L. albus* του οποίου η καλλιέργεια αυξάνεται από το 2005 και μετά (Australian Government Office of the Gene Technology Regulator, 2013).



Εικόνα 2. 3. Παγκόσμια κατανομή της παραγωγής λούπινου. Πηγή: FAOSTAT 2015

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση εδώ και 3 δεκαετίες προωθείται η καλλιέργεια λούπινων με την χορήγηση επιδοτήσεων για τα γλυκά λούπινα που συγκομίζονται στην Κοινότητα και χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ζωοτροφών, όταν η τιμή στη διεθνή αγορά της σόγιας είναι μικρή όπως τροποποιήθηκε τελευταία από τον κανονισμό (ΕΟΚ) αριθ. 1190/90. Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί στην Ευρώπη είναι η Λευκορωσία, η Πολωνία, η Γερμανία και η Ρωσία. (βλ. Εικόνα 2. 4 και Πίνακας 2. 2)



Εικόνα 2. 4 Μέση παραγωγή λούπινου σε τόνους, για τα έτη 1993-2013, στις 5 κύριες χώρες παραγωγής (πηγή: FAOSTATdatabase.)

Πίνακας 2. 2. Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις με λούπινα παγκοσμίως (πηγή: FAOSTAT 2012)

Χώρα	Έκταση (σε εκτάρια)	Ποσοστό
Περού	9656	
Ισπανία	6700	

Λιθουανία	5100	
Ιταλία	5000	
Εκουαδór	4500	
Γαλλία	2553	
Αίγυπτος	764	
Αυστραλία	689.064	
Αργεντινή	110	
Λετονία	100	
Αυστρία	98	
Σλοβακία	80	
Ουγγαρία	54	
Λίβανος	50	
Πολωνία	49.221	
Ελβετία	49	
Ουκρανία	24	
Χιλή	21.467	
Λευκορωσία	20.735	
Γερμανία	17.900	
Ρωσία	17.800	
Συρία	13	
Νότια Αφρική	12	
Σύνολο	887.014	(100 %)
Αυστραλία	689.064	(78 %)
Ευρώπη	149.390	(17 %)
Νότια Αμερική	35.733	(4 %)
Νότια Αφρική	12,000	(1.4 %)
Υπόλοιπη Αφρική	764	(0.09 %)

2.3.2. Η ιστορία και καλλιέργεια του λούπινου στον Ελλαδικό χώρο

Το λούπινο καλλιεργείται πάνω από 3000 χρόνια στην Ελλάδα και έχει περιγραφεί από τον Ιπποκράτη (400-356 π.Χ.) και τον Θεόφραστο (372-288 π.Χ.). Σε ανασκαφές στο νεκρομαντείο του Αχέροντα σε αποθηκευτικό χώρο με πίθους (Εικόνα 2. 5) βρέθηκαν απανθρακωμένοι καρποί και σύμφωνα με αρχαιοβοτανικές έρευνες κάποιοι από αυτούς ανήκουν στο γένος των λούπινων (*Lupinus sp.*). Μάλιστα, λόγω των τοξικών ιδιοτήτων τους όταν καταναλώνονται χλωρά (δυσπεψία, αέρια, αλλεργικά σύνδρομα, άμβλυση των αισθήσεων, ζάλη και παραισθήσεις) χρησίμευαν όχι ως κοινά τρόφιμα αλλά ως παραισθησιογόνα και αυτό το γεγονός πιθανότερα δικαιολογεί την άφθονη παρουσία τους στο Νεκρομαντείο (Δάκαρης, 1993).



Εικόνα 2. 5: Αποθηκευτικός χώρος με πίθους στο Νεκρομαντείο Αχέροντα (πηγή: Εφορεία Αρχαιοτήτων Πρέβεζας, 2015. Οι αρχαιολογικοί χώροι Νεκρομαντείου και Εφύρας, Υπουργείο πολιτισμού & αθλητισμού, Πρέβεζα. σελ.27)

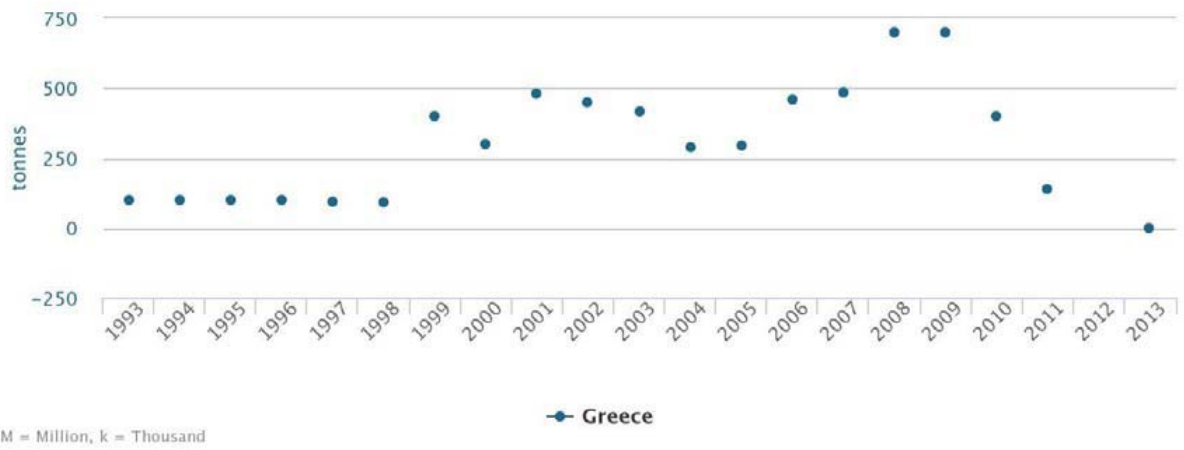
Τα λούπινα συνέχισαν να αποτελούν μέρος της διατροφής στην Ελλάδα και κατά τους νεότερους χρόνους. Το 1909 σε απόσπασμα σε γεωπονικό περιοδικό (βλ. «Παράρτημα», Εικόνα 6. 2.. Απόσπασμα του Γεωργικού Περιοδικού «Τα Νέα Γεωπονικά», Αθήνα, Ιούλιος 1909) αναφέρονται πλήθος γεωργικών γνώσεων για την καλλιέργεια και επεξεργασία του λούπινου και ότι θεωρούνταν πολλά υποσχόμενη καλλιέργεια και την εποχή εκείνη και προέτρεπαν μάλιστα σε αγορά σπόρων: «Παραγγείλατε σπόρους δια Γυθείου»

Εκτός της γεωργικής καθημερινότητας τα λούπινα είχαν θέση και στις λαϊκές μυθοπλασίες όπως αποδεικνύει μια κρητική ιστορία για τα λούπινα που αποθησαύρισε ο Δ. Λουκόπουλος στη «Νεοελληνική μυθολογία: Ζώα-Φυτά» το 1940 (βλέπε «Παράρτημα», Εικόνα 6. 3).

Σε περιόδους φτώχειας ο ελληνικός πληθυσμός επιστρέφει στα λούπινα με αποκορύφωμα την ιστορία του εξόριστου Στέφανου Ληναίου στις φυλακές της Καλαμάτας το 1945 όπου έμαθε να παίζει σκάκι με μανιάτικα λούπινα.²

Σήμερα, σύμφωνα με στοιχεία του FAO, η καλλιέργεια του λούπινου στην Ελλάδα είναι περιορισμένη (βλ. Εικόνα 2. 6). Καλλιεργείται παραδοσιακά σε μικρές εκτάσεις στην Κρήτη, στην Πελοπόννησο - κυρίως στην περιοχή της Μάνης-, και σε πολλά νησιά του Αιγαίου. Τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, που το ενδιαφέρον στην Ευρώπη έχει αυξηθεί, παρατηρείται άνοδος της καλλιέργειας και στην Ελλάδα με αποτέλεσμα νέες καλλιεργούμενες εκτάσεις στην βόρεια Ελλάδα (βλ. Εικόνα 2. 7 και Εικόνα 2. 8).

² Κέφαλος, Κ., 2017. Ψυχή σε στρατό από ψίχα. Εφημερίδα «Η Αυγή»



Εικόνα 2. 6. Μέση ετήσια παραγωγή λούπινου σε τόνους στην Ελλάδα (πηγή: FAOSTATdatabase)



Εικόνα 2. 7 Καλλιέργεια *L. albus* στην Χαλκιδική 2017 (πηγή: προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 2. 8. Καλλιέργεια *L. albus* στην Χαλκιδική 2017 (πηγή: προσωπικό αρχείο)

2.4. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΛΟΥΠΙΝΟΥ

2.4.1. Εισαγωγή

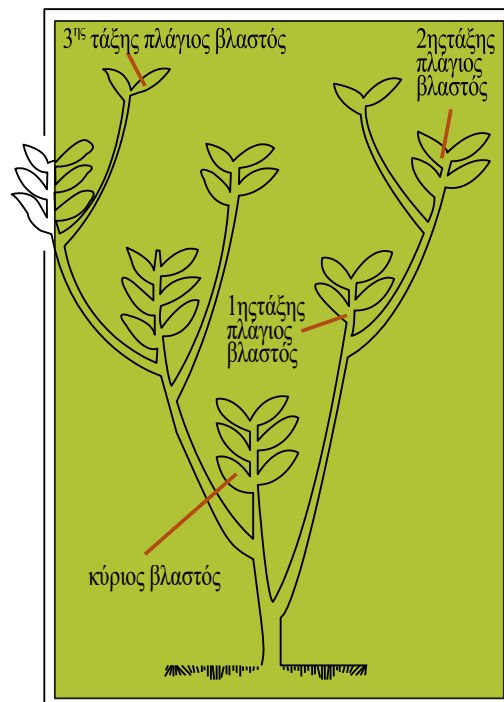
Τα λούπινα είναι φυτά δικοτυλήδωνα ποώδη ή θαμνώδη. Τα περισσότερα λούπινα έχουν ύψος 0,3-1,5μ., μερικοί θάμνοι φτάνουν σε ύψος 3 μ. και μερικά είδη των Άνδεων μεγαλώνουν ως δέντρα. Τα είδη λούπινου από την Αμερική είναι ως επί το πλείστον ποώδη πολυετή φυτά με όρθιο σκληρό έως ξυλώδες στέλεχος με διακλαδιζόμενους βλαστούς, ενώ τα λούπινα του Παλαιού Κόσμου είναι συνήθως ετήσια (Gresta et al., 2017). Τα καλλιεργούμενα είδη είναι, κυρίως, αυτογονιμοποιούμενα με μικρό βαθμό σταυρογονιμοποίησης. Έχουν ριζικό σύστημα που είναι πασσαλώδες. Τα φύλλα τους είναι σύνθετα παλαμοειδή με μικρό μίσχο αποτελούμενα από 5 έως 15 φυλλάρια αναλόγως του είδους³ και η ταξιανθία είναι βότρυς με μεγάλα ελκυστικά άνθη με διαφορετικά χρώματα. (βλ. Εικόνα 2. 9). Στα περισσότερα είδη και

³ Σε κάποια είδη φτάνουν έως και 28 φυλλάρια και μερικά είδη στη νοτιοανατολική Βόρεια Αμερική και την Ατλαντική Αμερική φέρουν μόνο φυλλάρια (Gresta et al., 2017).

ποικιλίες λούπινου άνθη και φύλλα απαντώνται όχι μόνο στον κύριο αλλά και σε δεύτερο και τρίτης τάξης βλαστό. (βλ. Εικόνα 2. 10)



Εικόνα 2. 9. Λούπινα σε αγρό με άνθη διαφόρων χρωμάτων. (πηγή: <https://pxhere.com/en/photo/543334>, The image is released free of copyrights under Creative Commons CC0)



Εικόνα 2. 10. Ονομασία των βλαστών (με τροποποίηση από πηγή: Industry & Investment NSW (I&I NSW) District Agronomists, 2011. *Lupin growth and development*. NSW Dept. of Industry & Investment, Orange, N.S.W.)

Ο λοβός είναι πεπλατυσμένος, παχύς, δερματώδης, τριχωτός και περιέχει πολλά σπέρματα (βλ. Εικόνα 2. 11). Ανάλογα με το είδος του λούπινου τα σπέρματα διαφέρουν στο μέγεθος και τη μορφή (Δαλιάνης, 1993) (βλ. Εικόνα 2. 12.). Όλα φιλοξενούν συμβιωτικά αζωτοδεσμευτικά βακτήρια, *Bradyrhizobium*, σε οζίδια του ριζικού τους συστήματος (Sprent and McKey, 1994).



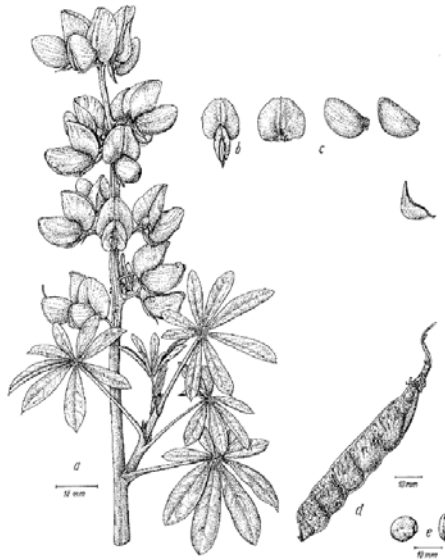
Εικόνα 2. 11. Ανοικτός λοβός *L. albus* και οι σπόροι του (πηγή: Industry & Investment NSW (I&I NSW) District Agronomists, 2011. *Lupin growth and development*. NSW Dept. of Industry & Investment, Orange, N.S.W.)



Εικόνα 2. 12. Τυπικά παραδείγματα ώριμων σπόρων των πιο κοινών καλλιεργούμενων ειδών λούπινου (A) *Lupinus angustifolius*, (B), *L. luteus*, (C) *L. albus*, (D) *L. mutabilis*. (πηγή: Taylor, J.R.N., Awika, J.M. (Eds.), 2017. *Gluten-free ancient grains: cereals, pseudocereals, and legumes: sustainable, nutritious, and health-promoting foods for the 21st century*, Woodhead Publishing series in food science, technology and nutrition. Woodhead Publishing, an imprint of Elsevier, Duxford, United Kingdom., p. 182.)

2.4.2. *Lupinus mutabilis*

Το λούπινο των Άνδεων (βλ. Εικόνα 2. 13) έχει $2n = 48$ χρωμοσώματα. Ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος έχει άλλες μορφολογικές και φαινολογικές διαφορές. Είναι γνωστό με τα ονόματα lupinos, chocho, tarwi και tauri στις χώρες που απαντάται. Στις περιοχές της Κολομβίας, του Εκουαδόρ και του Βόρειο Περού είναι ετήσιο ή διετές φυτό που μπορεί να φτάσει τα 1,5-2 μ., με ξυλοποιημένο βλαστό, πολλές διακλαδώσεις και περίοδο ανάπτυξης που μπορεί να φτάσει τις 240-300 μέρες. Αντίθετα στις περιοχές των κεντρικών Άνδεων και γύρω από την λίμνη Τιτικάκα στο Περού και στην Βολιβία, σε υψόμετρο στα 3800 μ. το φυτό θεωρείται ετήσιο. Μπορεί να φτάσει το 1-1,5 με ένα κύριο στέλεχος και λίγες διακλαδώσεις. Η περίοδος ανάπτυξης στις περιοχές αυτές κυμαίνεται από τις 155-190 μέρες.



Εικόνα 2. 13. Σχεδίαση του *L. mutabilis*, a: ανθοταξία, b: άνθη, c: πέταλα, d: λοβός, e: σπόροι (πηγή: Cowling, W.A., Buirchell, B.J., Tariq, M.E., 1998. *Lupin, Lupinus L., Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben, International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome, σχέδιο: Wolfgang Kiliam in Hanelt*)

Είναι ποώδες φυτό με την βάση του κυρίως βλαστού να ξυλοποιείται ώστε να μπορεί να στηρίζεται το φυτό. Το χρώμα του βλαστού κυμαίνεται από πράσινο σε γκρι-καφέ ενώ σε κάποιους γενότυπους εξαιτίας της ανάπτυξης ανθοκυανίνης μπορεί ο βλαστός να πάρει ένα ερυθρό ή μπλε χρώμα. (βλ. Εικόνα 2. 14)



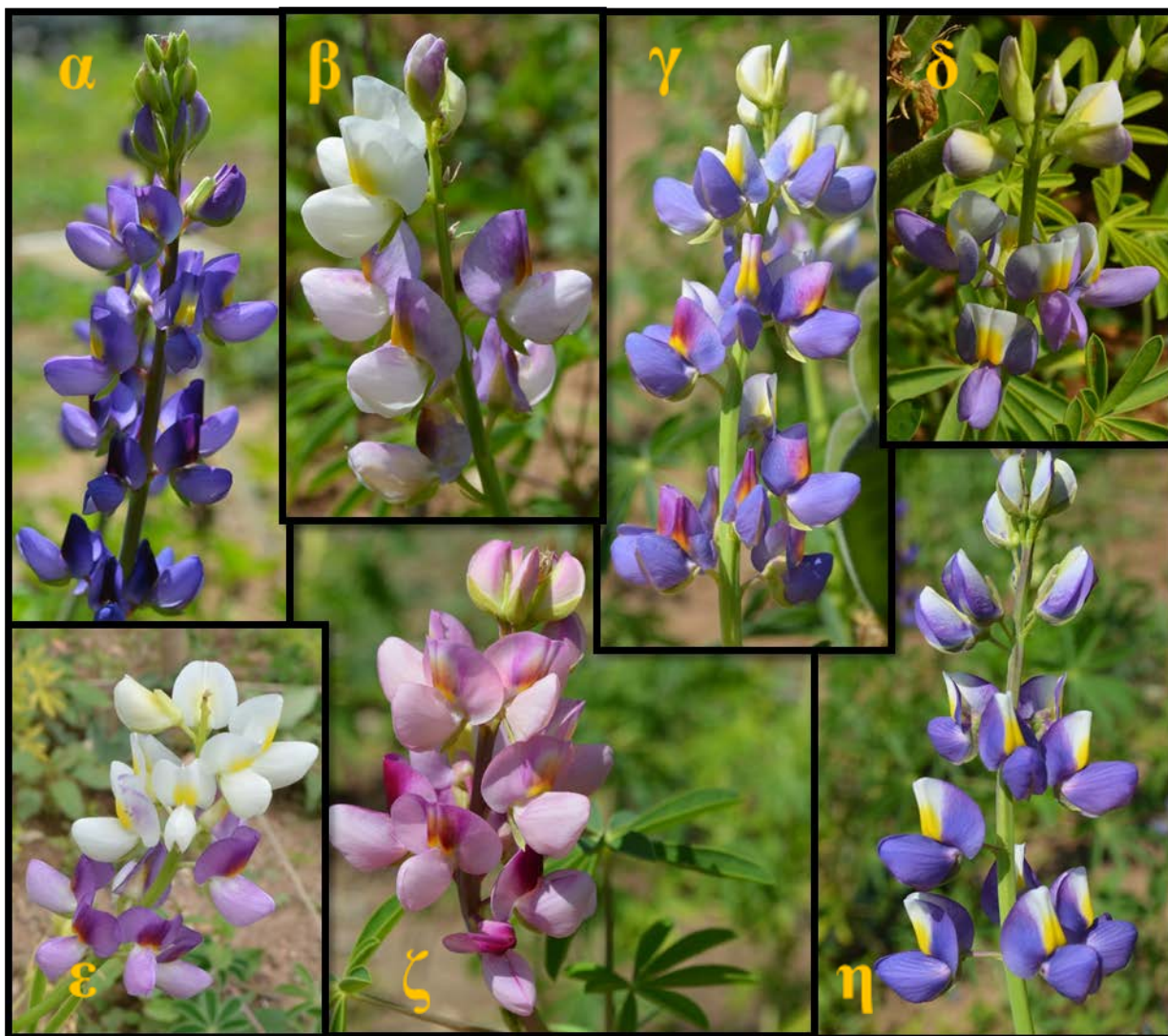
Εικόνα 2. 14. Αριστερά: Φυτό της ποικιλίας LIB209 με βλαστό ερυθρού χρώματος. Δεξιά: Φυτό της ποικιλίας LIB223 με βλαστό πράσινου χρώματος (πηγή: προσωπικό αρχείο)

Τα φυλλάρια στα φύλλα μπορεί να είναι 5-12 σε αριθμό και έχουν ένα οβάλ λογχοειδές σχήμα. Το χρώμα του άνθους συνήθως είναι μπλε και κατά την άνθηση εξελίσσεται σε μωβ ενώ προς το τέλος της γίνεται απαλό μωβ. Επίσης, τα άνθη μπορεί να έχουν λευκό, ροζ και μωβ χρώμα

(Εικόνα 2. 15). Η ταξιανθία είναι σχήματος βότρυος και μπορεί να έχει μέχρι και 50-60 άνθη. Κάθε άνθος είναι περίπου 1-2εκ. και αποτελείται από την τρόπιδα, τον πέτασο και τις πτέρυγες.

Ο καρπός του φυτού έχει μήκος 5-12εκ. και περιβάλλεται από μια κάψα που περιέχει 2-9 σπόρους. Το μέγεθος και το χρώμα του σπόρου ποικίλει. Το βάρος του κάθε σπόρου κυμαίνεται από 450mg στους μεγάλους και 100mg στους μικρούς, ενώ η διάμετρος μπορεί να είναι από 0,5εκ. έως 1,5εκ. ανάλογα με το περιβάλλον και τον γενότυπο. Το σχήμα μπορεί να είναι σφαιρικό (βόρεια του Περού) ή πιο επίπεδο (νότια). Το χρώμα μπορεί να είναι λευκό, ανοικτό καφέ, καφέ και μαύρο, με μεγάλη ποικιλία σημαδιών σχήματος κηλίδας, δρεπάνου, κοίλου ή μαρμαροειδούς με ανοικτό καφέ ή μαύρο χρώμα.

Το ριζικό σύστημα είναι πασσαλώδες και μπορεί να φτάσει τα 2 μέτρα ανάλογα με την σύσταση του εδάφους, την λίπανση και την ανάπτυξη των βραδυριζόβιων (Cowling et al., 1998).



Εικόνα 2. 15. Άνθη των ποικιλιών του *L. mutabilis*: α)LIB209, β)LIB212, γ)LIB214, δ)LIB214, ε)LIB220, ζ) LIB222, η) LIB223 (πηγή: προσωπικό αρχείο)

Είναι φυτό κυρίως αυτογονιμοποιούμενο με μικρά ποσοστά σταυρογονιμοποίησης που κυμαίνονται από 5%-10% (Gross, 1982) ή ακόμα έως και 18% (Gnatowska et al., 2000) δημιουργώντας έτσι δυσκολίες στην βελτίωση του φυτού και την σταθεροποίηση των χαρακτηριστικών (Ron, 2015). Για αυτό το λόγο κατά τον Knight, R. (2000) θα πρέπει το είδος αυτό να θεωρείται σταυρογονιμοποιούμενο σε προγράμματα βελτίωσης (βλ. Εικόνα 2. 16).



Εικόνα 2. 16. Επικονίαση από μέλισσα σε άνθος *L. mutabilis* της ποικιλίας LIB212 (πηγή: προσωπικό αρχείο)

2.4.3. *Lupinus albus*

Το *Lupinus albus* με αριθμό χρωμοσωμάτων $2n=50$, είναι ετήσιο φυτό ποώδες με όρθια ανάπτυξη και πολλές διακλαδώσεις. Το στέλεχος των φυτών έχει ελαφριά χνόωση. Τα φύλλα εκπτύσσονται κάτω από την ταξιανθία και έχουν χαρακτηριστικό παλαμοειδές σχήμα με 5-9 φυλλάρια. Τα άνθη αναπτύσσονται σε ταξιανθία βοτρυώδους τύπου και έχουν μήκος 1-2εκ. Αποτελούνται από πέντε σέπαλα, πέντε πέταλα, μια ωθήκη και δέκα στήμονες.

Είναι φυτό αυτογονιμοποιούμενο με μικρό ποσοστό σταυρογονιμοποίησης που μπορεί να φτάσει το 9%, και κατά το παρελθόν στην Αυστραλία ποικιλίες του με υψηλά ποσοστά αλκαλοειδών έχουν προκαλέσει «μόλυνση» γλυκών ποικιλιών *L. angustifolius* που προορίζονταν για ανθρώπινη κατανάλωση (Ron, 2015). Το ριζικό σύστημα και σε αυτό το είδος είναι πασσαλώδες.

Το *Lupinus albus var. albus* είναι το πρώτο που καλλιεργήθηκε για ανθρώπινη κατανάλωση. Τα κύρια αγροτικά του χαρακτηρίστηκα που το έκαναν θελκτικό για καλλιέργεια ήταν οι μεγάλοι σπόροι του και ότι ο λοβός δεν διαρρηγνύεται. Τα πέταλα του άνθους είναι λευκά με αποχρώσεις μπλε ή βιολετί (βλ. Εικόνα 2. 17). Οι λοβοί είναι πολύ μεγάλοι και μπορεί να

φτάσουν 15εκ. μήκος και 2εκ. πλάτος. Οι σπόροι είναι γενικά μεγάλοι με μήκος 1-1,4εκ. και πλάτος 0,8-1,2εκ. και πάχος 3-5χιλ. Το χρώμα του σπόρου είναι λευκό, με μια ροζ απόχρωση η οποία εξαρτάται από το ποσοστό των αλκαλοειδών.



Εικόνα 2. 17. Το άνθος και τα φύλλα του *L. albus* (πηγή: προσωπικό αρχείο)

Το άγριο, αντίθετα, *Lupinus albus* var. *graecus* έχει βαθύ μπλε χρώμα άνθους με λοβούς που διαρρηγνύονται και καφέ σκούρους σπόρους. Οι λοβοί και οι σπόροι είναι μικρότεροι από το var. *albus*. Απαντάται σπάνια στα Βαλκάνια ενώ μπορεί να βρεθεί σε Ελληνικά νησιά και στην νότια Ιταλία όπου μπορεί να μεταφέρθηκε από Έλληνες άποικους. (Cowling et al., 1998).

2.4.4. *Lupinus angustifolius*

Το *Lupinus angustifolius* έχει αριθμό χρωμοσωμάτων $2n=40$ (Wyrwa et al., 2016). Είναι λούπινα του «Παλαιού Κόσμου» και απαντώνται, κυρίως, στην Μεσόγειο (Huyghe, 1997) (βλ. Εικόνα 2. 18). Σήμερα, είναι πολύ σημαντική η καλλιέργεια τους στην Αυστραλία με 1,2-1,4 εκατομμύρια εκτάρια έκταση και 1,4-1,6 εκατομμύρια τόνους παραγωγή σπόρου που χρησιμοποιείται κυρίως για ζωοτροφή. Διακρίνεται εύκολα από τα υπόλοιπα λούπινα από το χαρακτηριστικό του φύλλωμα το οποίο χαρακτηρίζεται από λεπτά φυλλάκια με μόνο 1,5-6χιλ. πλάτος σε αντίθεση με τα φυλλάκια για παράδειγμα του *L. albus* που μπορεί να φτάσουν και τα 20 χιλιοστά. Οι σπόροι των άγριων φυτών ποικίλουν σε σχέδιο και χρώμα. Τα άνθη έχουν χρώμα μπλε με αποχρώσεις του μωβ (Cowling et al., 1998). Η εξημέρωση του είδους αυτού έγινε το 1920 στην Γερμανία με την επιλογή γλυκών ποικιλιών με χαμηλά ποσοστά σε αλκαλοειδή. Ενώ το 1960 συνδυάστηκε με το γονίδιο *leucospesmus* που προσδίδει λευκό χρώμα στα άνθη και στον σπόρο, με γονίδια που είναι υπεύθυνα για χαμηλά ποσοστά

αλκαλοειδών, με γονίδια που προσδίδουν ανθεκτικότητα στην ανθράκωση καθώς και με γονίδια χάρη στα οποία ο λοβός δεν διαρρηγνύεται εύκολα. Έτσι, εξαιτίας του λευκού άνθους η νέα ποικιλία μπορούσε να ξεχωρίσει από επιμολύνσεις ή υβρίδια που είχαν μπλε άνθη και που είχαν μεγάλα ποσοστά αλκαλοειδών (Gladstones, 1975). Σήμερα όλες σχεδόν οι εμπορικές ποικιλίες έχουν λευκά άνθη σε αντίθεση με τα άγρια φυτά. Το φυτό αυτό είναι κυρίως αυτογονιμοποιούμενο και χαρακτηρίζεται από την μικρή γονιμοποίηση των ανθών που είναι περίπου 8%-15%. Μια εξήγηση για αυτό είναι έντονη πλάγια βλάστηση που αναπτύσσει το φυτό και ο ανταγωνισμός που αναπτύσσεται ανάμεσα στα άνθη και στους πλάγιους βλαστούς για αυτό και είναι έντονο το ενδιαφέρον για την ανεύρεση γονιδίων αλλά και χημικών μεθόδων που θα εμποδίζουν την πλάγια ανάπτυξη βλαστών (Dracup, 2000).



Εικόνα 2. 18. Αυτοφύη φυτά *L. angustifolius* στην Μάνη (πηγή: προσωπικό αρχείο)

2.5. Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΛΟΥΠΙΝΟΥ

2.5.1. Κλιματικές συνθήκες

Τα λούπινα που καλλιεργούνται είναι το *Lupinus albus*, το *Lupinus angustifolius* στην Ευρώπη και στην Αυστραλία και το *Lupinus mutabilis* στην περιοχή των Άνδεων. Τα τελευταία χρόνια γίνεται εντατική προσπάθεια για να εισαχθεί στην καλλιέργεια το *Lupinus mutabilis* και στην Ευρώπη. Κάθε είδος έχει τα δικά του χαρακτηριστικά και διαφοροποιήσεις ως προς την καλλιέργεια του (βλ. Πίνακας 2. 3).

Για τη χώρα μας συνιστάται πρώιμη φθινοπωρινή σπορά, ενώ σε πολύ ορεινές περιοχές η πρώιμη ανοιξιάτικη (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012) αφού έχει βρεθεί ότι μικρά φυτάρια

λευκού λούπινου έπαθαν ζημιά με θερμοκρασία εδάφους -1°C για 5 μέρες και στους -2°C για την ίδια διάρκεια τα φυτάρια πέθαναν (Leach et al., 1997). Πάντως οι πρώιμες φθινοπωρινές σπορές στο μεσογειακό κλίμα βοηθάνε το φυτό να αποδώσει πιο καλά (López-Bellido et al., 1994).

Σε αντίθεση με τα άλλα καλλιεργούμενα λούπινα το *L. mutabilis* στις Άνδεις σπέρνεται σε ζεστή και βροχερή περίοδο και συγκομίζεται σε ξηρή περίοδο (Neves Martins et al., 2016). Σε όλη την περίοδο η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 11°C με 18°C ενώ υπάρχει και διακύμανση στην θερμοκρασία μεταξύ θερμής μέρας και κρύας νύχτας (Falconí, 2012). Για αυτούς τους λόγους αποτελεί πρόκληση η προσαρμογή του στις κλιματικές συνθήκες της Μεσογείου όπου τα λούπινα σπέρνονται το φθινόπωρο.

Τα λούπινα είναι ευαίσθητα στις υψηλές θερμοκρασίες ιδιαίτερα κατά την περίοδο της άνθησης και για αυτό προτιμώνται οι πρώιμες φθινοπωρινές σπορές στην Ελλάδα. Στην επίδραση υψηλών αλλά και χαμηλών θερμοκρασιών κατά την άνθηση το *L. albus* αρχίζει την ανθόπτωση (Huyghe, 1997). Πάνω από 28°C το άνθος είναι στειρό ενώ κάτω από τους 0°C και πάνω από τους 30°C το φυτό αποβάλλει τα άνθη του (Walker et al., 2011). Ειδικά στο *L. mutabilis*, που είναι φωτοπεριοδικά ουδέτερο, για την καλλιέργεια του στην Ευρώπη η θερμοκρασία παίζει πολύ μεγάλο ρόλο. Στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης του φυτού οι χαμηλές θερμοκρασίες (-5°C) οδηγούν σε θνησιμότητες ενώ η έλλειψη χαμηλών θερμοκρασιών κατά το βράδυ (κάτω από 9.5°C) στο στάδιο της ωρίμανσης επίσης οδηγεί σε προβλήματα (Neves Martins et al., 2016). Ιδανική θερμοκρασία για το *L. mutabilis* είναι οι 22°C ενώ στους 27°C ξεκινάει η ανθόπτωση (Keatinge et al., 1998), η οποία μπορεί να οδηγήσει και σε μείωση στην απόδοση σε σπόρους σε ποσοστά 59%-73% (Jacobsen and Mujica, 2006), για αυτό οι αποδόσεις του φυτού είναι ιδιαίτερα ασταθείς, ενώ και τα ποσοστά σε έλαια και ολικές αζωτούχες ενώσεις, επίσης, μεταβάλλονται ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες. Σε πειράματα στην Γερμανία από το 1991 έως 1992 οι αποδόσεις κυμάνθηκαν από 1,8-6,5 t/ha και 0,2-2,4 t/ha αντίστοιχα, ενώ στην Ισπανία 0,2-0,5 t/ha. Οι υψηλές θερμοκρασίες μειώνουν στον σπόρο τα ποσοστά των αζωτούχων ενώσεων και των ελαίων κατά 65%-70% και 85%, αντίστοιχα, (Zou, 2009) υποβαθμίζοντας έτσι την ποιότητα του σπόρου. Για αυτό είναι σημαντικό να βρεθούν ποικιλίες *L. mutabilis* με ανθεκτικότητα στο κρύο (Neves Martins et al., 2016).

2.5.2. Εαρινοποίηση και φωτοπερίοδος

Σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και απόδοση των λούπινων έχουν η εαρινοποίηση και η φωτοπερίοδος που μάλιστα διαφέρουν από είδος σε είδος αλλά και από ποικιλία σε ποικιλία. Το *L. albus* και *L. angustifolius* είναι φυτά μεγάλης ημέρας (Adhikari et al., 2012) σε αντίθεση

με το *L. mutabilis* που είναι φωτοπεριοδικά ουδέτερο (Keatinge et al., 1998). Έχει βρεθεί ότι η επίδραση της εαρινοποίησης επιταχύνει την άνθηση σε όψιμες ποικιλίες λευκού λούπινου και μαργαριταρώδους λούπινου (Adhikari et al., 2012) ενώ στο *L. angustifolius* συνδυασμός μεγάλης ημέρας και εαρινοποίησης επιτάχυνε σε όλες τις ποικιλίες την άνθηση (Christiansen et al., 2008).

2.5.3. Εδαφολογικά χαρακτηριστικά

Ιδανικά εδάφη για την καλλιέργεια των λούπινων είναι καλά στραγγιζόμενα αμμώδη ή αμμοαργυλώδη εδάφη (White, 1990). Τα καλλιεργούμενα είδη λούπινου αποδίδουν καλύτερα σε όξινα εδάφη και με χαμηλό ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου. Βέβαια το *L. albus* είναι το πιο ανθεκτικό σε ψηλό pH αφού μπορεί να καλλιεργηθεί και σε αγρούς με pH=7,8 (Gresta et al., 2017) ενώ το *L. mutabilis* έχει βρεθεί και σε εδάφη όπου το pH είναι ίσο με 7 (Cowling et al., 1998). Όπως και με το pH έτσι και με το ανθρακικό ασβέστιο το πιο ανθεκτικό είδος είναι το λευκό λούπινο το οποίο καλλιεργείται σε εδάφη με ποσοστό ίσο με 8,6% (Gresta et al., 2017). Έχουν βρεθεί βέβαια και κάποιες Αιγυπτιακές ποικιλίες λευκού λούπινου που αντέχουν και pH ίσο με 8.5 και CaCO₃ ίσο με 10% (Christiansen et al., 1999). Το λιγότερο ανθεκτικό σε υψηλές τιμές pH είναι το *L. angustifolius* το οποίο καλλιεργείται σε εδάφη με pH 5-6,5 (Gresta et al., 2017). Σε εδάφη με ψηλό pH το φυτό εξαιτίας της συγκέντρωσής κιτρικού ασβεστίου στη ρίζα αδυνατεί να απορροφήσει θρεπτικά συστατικά από το έδαφος με αποτέλεσμα την εμφάνιση χαρακτηριστικής χλώρωσης από την έλλειψη σιδήρου (Huyghe, 1997) (βλ. Εικόνα 2. 19).



Εικόνα 2. 19. Εμπορική ποικιλία *L. angustifolius* εν ρολο σε έδαφος με υψηλό ποσοστό CaCO₃ (\approx 17,5%) με εμφανείς χλωρώσεις λόγω έλλειψης σιδήρου (πηγή: προσωπικό αρχείο)

Σημαντικό είναι να τονιστεί ότι ο παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη του φυτού είναι η συγκέντρωση του ανθρακικού ασβεστίου το οποίο επηρεάζει το pH και όχι απλά η τιμή του pH (Peiter et al., 2001).

2.5.4. Εδαφοκατεργασία και Σπορά

Τα λούπινα δεν έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις στην καλλιέργεια του εδάφους. Ένα απλό όργωμα ή φρεζάρισμα πριν την σπορά και απλή κάλυψη του σπόρου είναι αρκετή. Τα λευκά λούπινα μάλιστα μπορούν να σπαρθούν και σε χέρσα γη (Δαλιάνης, 1983).

Το βάθος σποράς δεν πρέπει να ξεπερνά τα 3 εκατοστά, γιατί μπορεί να υπάρξει δυσκολία στην έκπτυξη των κοτυληδόνων από το έδαφος (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

2.5.5. Λίπανση

Αζωτούχος λίπανση δεν είναι απαραίτητη αφού είναι φυτό με μεγάλη αζωτοδεσμευτική ικανότητα (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Σε πειράματα βέβαια που πραγματοποιήθηκαν σε λευκό λούπινο βρέθηκε ότι υπάρχει δέσμευσή αζώτου σε υδατικό δυναμικό -0.03 με -0.01 MPa και καθόλου στα -0.30 MPa (Doei et al., 1990). Επίσης έχει βρεθεί ότι διαφορετικές πηγές αζώτου επηρεάζουν σε διαφορετικές ποικιλίες λευκού λούπινου την συγκέντρωση αλκαλοειδών στον σπόρο (Muzquiz et al., 2009). Σε αντίθεση με τα περισσότερα ψυχανθή το λευκό λούπινο δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητικό σε φώσφορο. Μάλιστα το φυτό έχει αναπτύξει μεθόδους για να μπορεί να ανταπεξέρχεται στα μειωμένα επίπεδα φωσφόρου, αφού φυτά που αναπτύσσονται σε έλλειψη φωσφόρου δεν παρουσιάζουν διαφορά στην βιομάζα του βλαστού σε σχέση με αυτά που είχαν ικανοποιητικά επίπεδα φωσφόρου στην ρίζα (Müller et al., 2015). Ενδιαφέρον, επίσης, έχει και ότι φυτά λευκού λούπινου μεγαλωμένα σε φωσφορικό αλουμίνιο ήταν πιο εύρωστα και είχαν δεσμεύσει τρεις φορές περισσότερο φώσφορο από ότι φυτά μεγαλωμένα σε φωσφορικό σίδηρο (Shane et al., 2008).

2.5.6. Άρδρευση

Το λούπινο δεν είναι ιδιαίτερο απαιτητικό σε νερό, βέβαια έλλειψη εδαφικής υγρασίας κατά τα κρίσιμα στάδια της άνθησης, καρπόδεσης και γεμίσματος του λοβού, μπορεί να προκαλέσει μείωση απόδοσης (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Σε μελέτες που έγιναν σε σπόρο *L. mutabilis* και *L. albus* όπου το υδατικό δυναμικό στα φύλλα έφτανε τα $-0,7$ MPa στο στάδιο της αναπαραγωγής επηρέασε αρνητικά τα ποσοστά των ελαίων στον σπόρο αλλά όχι τα ποσοστά των αζωτούχων ενώσεων, ενώ αύξησε τα ποσοστά των ζαχάρων (Carvalho et al., 2005 and Borek et al., 2009).

2.5.7. Αποστάσεις φύτευσης και συγκομιδή

Σημαντικός παράγοντας στην απόδοση του φυτού παίζει και ο αριθμός των πλάγιων βλαστών σε συνδυασμό με τις περιβαλλοντολογικές συνθήκες. Στο λευκό λούπινο έχει βρεθεί ότι όσο μειώνονται οι αποστάσεις φύτευσης τόσο μειώνεται και ο αριθμός των πλάγιων βλαστών (Munier-Jolain, 1996) και άρα η παραγωγή λοβών στους πλάγιους βλαστούς πετυχαίνοντας έτσι νωρίτερα συγκομιδή και σταθερότερη απόδοση (Gresta et al., 2017). Γενικά η απόσταση μεταξύ των γραμμών μπορεί να είναι 20-30εκ. (Παπακώστα-Τασοπούλου,2012). Ο αριθμός των φυτών για το *L.albus* μπορεί να κυμανθεί από 20 έως 60 φυτά/μ² χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές ως προς τα χαρακτηριστικά διαμόρφωσης της απόδοσης (López-Bellido et al. 2000) ενώ για το *L. angustifolius* 40 με 60 φυτά/μ² (Panasiewicz et al., 2018). Έτσι οι αποστάσεις φύτευσης καθορίζονται από το την ποικιλία που καλλιεργείται. Οι αποδόσεις ανά είδος ποικίλουν στο *L. angustifolius* έχουν κυμαίνονται από 2,5-4.5 t/ha, στο *L. albus* 3-5 t/ha (Gresta et al., 2017) ενώ στο *L.mutabilis* 0.8-2.7 t/ha (Zou, 2009). Το λούπινο συγκομίζεται τρεις βδομάδες μετά τη φυσιολογική ωρίμανση κατά την οποία έχει ολοκληρωθεί το γέμισμα των σπόρων και το σπέρμα έχει φτάσει στο ανώτατο ξηρό βάρος (Walker et. al., 2011). Η ωρίμανση αυτή έχει βρεθεί ότι συμβαίνει όταν η υγρασία του σπόρου φθάνει στο 14% (Riethmuller,2008). Εάν καθυστερήσει η συγκομιδή μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές απώλειες των αποδόσεων εξαιτίας πλαγιάσματος και τινάγματος των σπόρων από τους λοβούς.

2.5.8. Οι ασθένειες που προσβάλλουν τα λούπινα

Σημαντική μυκητολογική ασθένεια τόσο για το *L. albus* όσο και για το *L. mutabilis* είναι η ανθράκωση από τον μύκητα *Colletotrichum gloeosporioides* (Falconí, 2012 and Huyghe, 1997) και η καφέ κηλίδωση στα φύλλα από τον μύκητα *Pleiochaeta setosa* που προκαλεί ζημιές τόσο στο *L. albus* όσο και στο *L. angustifolius*. Ζημιές έχουν καταγραφεί, επίσης, από σκορίαση στο λευκό λούπινο από τον μύκητα *Uromyces lupinicolus* και από την προσβολή από τον μύκητα *Rhizoctonia solani* (Commission of the European Communities, Directorate-General for Agriculture Coordination of agricultural research, 1992). Όσον αφορά τα έντομα σημαντικό πρόβλημα είναι το είδος *Phorbia platura* (Huyghe, 1997) αλλά και οι αφίδες (βλ. Πίνακας 2. 3).

Πίνακας 2. 3. Γενικά χαρακτηριστικά των καλλιεργούμενων ειδών λούπινου (πηγή: Taylor, J.R.N., Awika, J.M. (Eds.), 2017. Gluten-free ancient grains: cereals, pseudocereals, and legumes: sustainable, nutritious, and health-promoting foods for the 21st century, Woodhead Publishing series in food science, technology and nutrition. Woodhead Publishing, an imprint of Elsevier, Duxford, United Kingdom., p.185, με τροποποίηση: μετάφραση στα ελληνικά)

	<i>L. albus</i>	<i>L. luteus</i>	<i>L. angustifolius</i>	<i>L. mutabilis</i>
(A) Χαρακτηριστικά της καλλιέργειας				

Κλίμα	Δροσερό με μέτρια ζεστό, μικρή αντοχή στον παγετό	Ήπιες θερμοκρασίες, ευαίσθητο στον παγετό	Δροσερές με ήπιες θερμοκρασίες, μέτρια αντοχή στον παγετό	Μικρό εύρος θερμοκρασιών, πολύ ευαίσθητο στον παγετό
Εδαφική προσαρμοστικότητα	Ηπίως όξινο και ήπια ασβεστούχο άμμο-αργιλώδες και αργιλώδες έδαφος, καθόλου ανθεκτικότητα στην υπεράρδευση, οι δευτερογενείς ρίζες παρέχουν αποτελεσματική ή απορρόφηση του P, χαμηλή συσσώρευση καδμίου, συσσωρευτής μαγανίου	Πολύ έως ηπίως όξινο αμμώδες και άμμο-αργιλώδες έδαφος κάποια ανοχή στην υπεράρδευση, ανθεκτικό στο αλουμίνιο, ευαίσθητο σε αλκαλικά εδάφη, συσσωρευτής καδμίου, πιο αποτελεσματική απορρόφηση του P και του Zn σε σχέση με το <i>L. angustifolius</i> (τριτογενείς / δευτερεύουσες συσπειρωμένες πλευρικές ρίζες), υψηλή αζωτοδεσμευτική ικανότητα	Μετρίως όξινο έως ουδέτερα αμμώδες και άμμο-αργιλώδες έδαφος, μη ανθεκτικό στην υπεράρδευση, χαμηλή συσσώρευση καδμίου	Ηπίως όξινα έως ουδέτερα άργιλο-αμμώδη και αργιλώδες, ανθεκτικό στην υπεράρδευση, χαμηλή συσσώρευση καδμίου, μικρές ανάγκες σε P, υψηλή και αποτελεσματική εσωτερική χρήση του P
Απαιτούμενη γενική λίπανση του εδάφους	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή με μέτρια	Μέτρια
Άρδευση	Μέτρια	Χαμηλή με μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια

Μυκητιασικές Λοιμώξεις	Πολύ ευαίσθητο στην ανθράκωση αλλά μικρή αντοχή anr-2, ευαίσθητο στο fusarium, rust και botrytis. Ανθεκτικό γενικά στον rhomopsis, αλλά έχει περιγραφεί ευαισθησία στην Νότια Αφρική	Ευαίσθητο στην ανθράκωση, υπάρχουν μοναδιαία γονίδια ανθεκτικότητας στο fusarium. Ανθεκτικό στην σήψη ρίζας από τον <i>Pleiochaeta</i> και καλή ανθεκτικότητα στην καστανή κηλίδωση (πολυγονιδιακή). Μέτρια ανθεκτικότητα στον rhomopsis, Ανθεκτικότητα στον Eradu patch	Ευαίσθητο στην ανθράκωση, Βρίσκεται και μέτρια αντοχή (AnR-1 και άλλα γονίδια). Ευαίσθητο στο fusarium. Ευσαίσθητο στην σήψη ρίζας από τον <i>Pleiochaeta</i> και στην καστανή κηλίδωση αλλά πολυγονιδιακή ανθεκτικότητα συναντάται. Ευαίσθητο στον rhomopsis αλλά ανθεκτικότητα συναντάται	Ευαίσθητο στην ανθράκωση, αλλά λιγότερο από το <i>L. albus</i> . Ανθεκτικότητα στο fusarium. Πολύ ευαίσθητο στην σήψη ρίζας από τον <i>Pleiochaeta</i> και στην καστανή κηλίδωση αλλά υπάρχει γενετική παραλλακτικότητα σχετικά ανθεκτικό στον rhomopsis.
Ιογενείς Λοιμώξεις	CMV: ανθεκτικό. BYMV: μέτριο πρόβλημα και ενδόσπορο στην Ανατολική και Κεντρική Ευρώπη και στις ΗΠΑ· μη ενδόσπορο στην Αυστραλία. Ένα μη νεκρωτικό στέλεχος προκαλεί ανησυχία στην Αυστραλία	CMV: ευαίσθητο. Σοβαρό πρόβλημα στην Ανατολική και Κεντρική Ευρώπη - μετάδοση μέσω σπόρων λούπινου. Αντοχή στην μετάδοση από σπόρο συναντάται – μονογονιδιακή αντοχή Ncm-1. BYMV: σοβαρό πρόβλημα στην Ανατολική και Κεντρική Ευρώπη, και στις ΗΠΑ – μετάδοση μέσω σπόρων λούπινου. Αντοχή στην μετάδοση από σπόρο συναντάται. Μερική αντοχή στην λοίμωξη από BYMV χρησιμοποιείται στην βελτίωση	CMV: πολύ ευαίσθητο. Σοβαρό πρόβλημα, ενόσπορο, μερική αντοχή στην μετάδοση μέσω σπόρων στην βελτίωση Δυτική Αυστραλία BYMV: σοβαρό πρόβλημα, υψηλή ευαισθησία, μη ενδόσπορο, μερική αντοχή στην λοίμωξη από αφίδες συναντάται. Δυστελέχη νεκρωτικά και μη νεκρωτικά. Αντοχή στις αφίδες	CMV: ευαίσθητο. Μέτριο πρόβλημα, μετάδοση μέσω σπόρων δεν έχει καταγραφεί, αντοχή βρέθηκε σε μια σειρά. BYMV: πολύ ευαίσθητο.

Ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα	Μέτρια ανθεκτικότητα στην simazine και diflufenican, ευαίσθητο στην metribuzin, ανθεκτικό στα εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα αγρωστωδών	Μέτρια ανθεκτικότητα στην simazine και diflufenican, ευαίσθητο στην metribuzin, ανθεκτικό στα εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα αγρωστωδών	Ανθεκτικό στην simazine και diflufenican, κάποιες ποικιλίες ανθεκτικές στην metribuzin, ανθεκτικό στα εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα αγρωστωδών	Μέτρια ανθεκτικότητα στην simazine, ευαίσθητο στην metribuzin, ανθεκτικό στα εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα αγρωστωδών
(B) Σύνθεση				
Ολικές αζωτούχες ενώσεις (%) στον σπόρο	36.1	38.3, υψηλότερα S-αμινοξέα	32.2	42.0
Έλαια (%) στον	9.1	5.6	5.8	18.0
Λυσίνη	1.58	2.07	1.46	2.56
Κυστεΐνη+ cystine	2.3	3.2	2.0	b
Μεθειονίνη	0.24	0.27	0.20	0.31
Περισπέρμιο (%) στον σπόρο	18	25	24	13
Άλλα χαρακτηριστικά	συγκεκριμένα αντιοξειδωτικά (λουτεΐνη και άλλα), υψηλότερα επίπεδα ισοφλαβονών (γενιστεΐνη)			Πολύ λεπτό περισπέρμιο, χαμηλά επίπεδα μη-αμυλούχων πολυσακχαριτών (NSPs)
Κύρια αλκαλοειδή	Lupanine, 13-hydroxylupanine, albine, angustifoline, multiflorine, isolupanine	Lupinine, sparteine, gramine	Lupanine, 13-hydroxylupanine, angustifoline, isolupanine	Lupanine, 13-hydroxylupanine, sparteine

BYMV: Bean yellow mosaic virus, CMV: cucumber mosaic virus.

2.6. ΑΖΩΤΟΔΕΣΜΕΥΣΗ ΚΑΙ ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ

Το λούπινο συμβιώνει με ριζόβια και χάρη στις ιδιότητές τους επιτυγχάνει αζωτοδέσμευση από τον ατμοσφαιρικό αέρα και με το άζωτο αυτό εμπλουτίζει το έδαφος. Αυτό το γεγονός επωφελούνται οι επόμενες καλλιέργειες και επομένως, το λούπινο μπορεί να καλλιεργείται σε σύστημα αμειψισποράς με σιτηρά , καθώς έχει αποδειχθεί ότι, όταν κάποιο σιτηρό ακολουθεί το λούπινο υπάρχει αύξηση της απόδοσής της καλλιέργειας και μάλιστα εναλλαγή λούπινου-σιταριού-κριθαριού είναι από τα πιο αποδοτικά συστήματα αμειψισποράς (Baxter, 2010).

Σε περιοχές όπου το φυτό καλλιεργείται για πρώτη φορά πρέπει να γίνεται εμβολιασμός με κατάλληλα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια (Δαλιάνης,1983).

Για την επιτυχία της σποράς απαιτείται ο εμβολιασμός του σπόρου με σκευάσματα που παρέχουν στο έδαφος το είδος των βακτηρίων *Rizobium* που είναι υπεύθυνα για την ανάπτυξη των φυματίων του λούπινου (βλ. Εικόνα 2. 20). Απαιτούνται περίπου 450gr. παρασκευάσματος που περιέχει αζωτοδεσμευτικά βακτήρια ανά 50kg σπόρου. (Μακρίδης, 2016).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι στο *L. angustifolious* ο αριθμός των φυματίων στην ρίζα μειώνεται σε pH πάνω από 6 για αυτό σημαντικό ρόλο παίζει και το στέλεχος των βακτηρίων κατά τον εμβολιασμό (Tang and Robson, 1993).



Εικόνα 2. 20. Ριζικό σύστημα του *L. albus*, που δείχνει τα οζίδια των ριζόβιων (πηγή: Industry & Investment NSW (I&I NSW) District Agronomists, 2011. *Lupin growth and development*. NSW Dept. of Industry & Investment, Orange, N.S.W., φωτογραφία: Lowan Turton)

2.7. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΟΥ ΛΟΥΠΙΝΟΥ

Η βρώση προϊόντων λούπινου δεν έρχεται χωρίς προβλήματα. Έχει επισημανθεί ως αλλεργιογόνο σε κάποιες περιπτώσεις, πολλές ποικιλίες έχουν πικρή γεύση και μπορεί να προκαλέσει κάποιες ασθένειες. Για αυτό, παρακάτω θα μιλήσουμε για μια ομάδα χημικών ενώσεων, τα αλκαλοειδή, που περιέχονται στα λούπινα.

2.7.1. Τα αλκαλοειδή

Τα αλκαλοειδή είναι μια κατηγορία αζωτούχων χημικών ενώσεων που απαντώνται στη φύση και συνήθως έχουν pH βασικό. Στην οικογένεια των ψυχανθών απαντώνται ως δευτερεύοντες μεταβολίτες αλκαλοειδή που ανήκουν στα παράγωγα της κινολιζιδίνης (quinolizidine alkaloids, QA). Παράγονται στους χλωροπλάστες των φύλλων, εν συνεχεία διανέμονται σε όλο το φυτό και αποθηκεύονται στα επιδερμικά κύτταρα και στους σπόρους (Wink et al., 1995). Στο γένος των λούπινων βρίσκουμε πάνω από 200 είδη αλκαλοειδών και στους σπόρους τους συναντάμε τα QA σε ποσοστό (2–8%). (Erdemoglu et al., 2007). Κάποια εξ αυτών είναι τα παρακάτω: lupinine, sparteine, multiflorane, lupanine, 4-hydroxylupanine και 13-hydroxylupanine (Hatzold et al., 1983).

Ένα από τα μειονεκτήματα, ωστόσο, των αλκαλοειδών είναι ότι εμφανίζουν σχεδόν ομοιόμορφα πικρή γεύση. Επιπροσθέτως, έχουν τοξικές ιδιότητες και έτσι η κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων αλκαλοειδών προκαλεί συμπτώματα τοξίκωσης επηρεάζοντας το νευρικό, το κυκλοφορικό και το πεπτικό σύστημα.

Κάνοντας μια ιστορική αναδρομή στο θέμα της βελτίωσης στα λούπινα για τα αλκαλοειδή βρίσκουμε ότι το 1930 το γερμανικό Ινστιτούτο «Wilhelm Institut fir Ztichtungsfor-Schung», με επικεφαλής τον γενετιστή Erwin Baur, δημοσίευσε μια ανακάλυψη με μεγάλη αγρονομική σημασία, δηλαδή την ύπαρξη και δυνατότητα εντοπισμού λούπινων με λίγα αλκαλοειδή μεταξύ των εκατομμυρίων συνήθων πικρών φυτών. Οι έρευνες αυτές κρατήθηκαν μυστικές, ελήφθη δίπλωμα ευρεσιτεχνίας και πωλήθηκε σε εμπορικές επιχειρήσεις. Το καλοκαίρι του 1931 το Ινστιτούτο της Ρωσίας «Institute of Plant Industry», με επικεφαλής τον Βαβίλοφ, έθεσε ως στόχο την επίλυση του προβλήματος αυτού και σε λίγους μήνες ανακάλυψε βιοχημικές μεθόδους για την ανάλυση των αλκαλοειδών και το 1932 το Ινστιτούτο δημοσίευσε τα αποτελέσματα των ερευνών καθώς και οδηγίες για τον καθορισμό των γλυκών λούπινων (Elina et al., 2005; Kurlovich, 2002) (βλ. «Παράρτημα», Εικόνα 6. 1). Τέλος, καθοριστική συμβολή για την παραγωγή «γλυκών» ποικιλιών *L. angustifolius* ήταν οι προσπάθειες του Gladstone στην Αυστραλία (Gladstones, 1975).

Τα επίπεδα αλκαλοειδών κινολιζιδίνης σε σπόρους λούπινου ποικίλουν ανάλογα με τη βοτανική και τη γεωγραφική προέλευση της ποικιλίας λούπινου. «Πικρά λούπινα» παράγουν σπόρους που έχουν πικρή γεύση λόγω των υψηλότερων επιπέδων αλκαλοειδών κινολιζιδίνης που περιέχουν. Οι πικροί σπόροι λούπινου δεν είναι κατάλληλοι για ανθρώπινη κατανάλωση χωρίς κατάλληλη επεξεργασία ("debittering"). Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, υπάρχουν ποικιλίες λούπινου που παράγουν σπόρους με χαμηλά επίπεδα αλκαλοειδών, είναι γνωστά ως "γλυκά λούπινα" και είναι κατάλληλα για κατανάλωση ακόμη και χωρίς επεξεργασία. (Bundesinstitut Für Risikobewertung, 2017). Έπειτα από χρόνια βελτίωσης των ποικιλιών σήμερα χρησιμοποιούνται για εμπορική χρήση μόνο γλυκές ποικιλίες λούπινων. Στο *L. mutabilis* τα επίπεδα αλκαλοειδών μπορεί να φτάσουν μέχρι και 5%. Βέβαια το 2013 βρέθηκαν σειρές γλυκών λούπινων που το ποσοστό των αλκαλοειδών στους σπόρους κυμαινόταν από 0,1%-0,05% (Galek et al., 2017). Στο *L. albus* όπως και στο *L. mutabilis* τα αλκαλοειδή μπορεί να φτάσουν και αυτά κοντά στο 5%. Βέβαια εδώ και πολλά χρόνια υπάρχουν «γλυκές» ποικιλίες που τα αλκαλοειδή δεν ξεπερνάνε 0,1% (Muzquiz and Osagiel, 1994). Τέλος από τα δύο προαναφερθέντα το πιο «γλυκό» λούπινο είναι το *L. angustifolius* αφού δεν ξεπερνάει το 1,5% ενώ οι βελτιωμένες ποικιλίες μπορεί να φτάσουν και λιγότερο από 0,01% (Ruiz, 1977). Το σημαντικό είναι και το ότι έχει βρεθεί θετική συσχέτιση μεταξύ ποσοστό αλκαλοειδών και ποσοστό αζωτούχων ενώσεων στο σπόρο (Jacobsen and Mujica, 2006.)

Εκτός βέβαια από τα μειονεκτήματα των αλκαλοειδών έχουν και επιστημονικό ενδιαφέρον αφού τα αλκαλοειδή στον άνθρωπο έχουν ένα ευρύ φάσμα φαρμακολογικών δράσεων (ανθελονοσιακή, αντιασθματική, αντικαρκινική, χολινεργικομιμητική, αγγειοδιασταλτική, αναλγητική, αντιβακτηριακή και αντι-υπεργλυκαιμική) και γίνονται έρευνες και στα αλκαλοειδή των λούπινων.

Τέλος, οι τοξικές ιδιότητες των αλκαλοειδών δρουν ως χημική άμυνα κατά των φυτοφάγων ζώων και μικροβίων (Wink, 1988) και επομένως, με την μείωση των αλκαλοειδών στην σύγχρονη γεωργία τα λούπινα γίνονται ευαίσθητα στους φυσικούς τους εχθρούς (Muzquiz and Osagiel, 1994). Στις Άνδεις μάλιστα αγρότες περιμετρικά της καλλιέργειας βάζουν *L. mutabilis* με σκοπό την προστασία της καλλιέργειας από φυτοφάγα ζώα. Πάντως έχει βρεθεί ότι δεν υπάρχει καμία συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού αλκαλοειδών στο σπόρο του *L. mutabilis* και την ευαισθησία/ανθεκτικότητα στην ανθράκωση του λούπινου (Falconí, 2012).

2.7.2. Λουπίνωση

Η λουπίνωση (lupinosis) στα ζώα είναι μια ασθένεια που προκαλείται από την κατανάλωση λούπινων που έχουν αποικιστεί από τον μύκητα *Diaporthe toxica* (προηγουμένως αποκαλούμενο *Phomopsis leptostromiformis*). Η τοξίνη του μύκητα αυτού, phomopsin, μπορεί να οδηγήσει είτε σε σοβαρή οξεία ή χρόνια ηπατική ανεπάρκεια. Η λουπίνωση μπορεί, επίσης, να προκαλέσει στα πρόβατα μυοπάθεια (lupinosis-associated myopathy) (Purchase, 1971). Διενεργούνται έρευνες για την ανθεκτικότητα των φυτών στον μύκητα αυτόν. (Yang et al., 2002)

Χαρακτηριστικά, μετά το 1850 καλλιεργούνταν στη Βόρεια Ευρώπη για χλωρή λίπανση και μέρος της διατροφής των προβάτων, με αποτέλεσμα μάλιστα να γίνουν μια σημαντική βάση για τη βιομηχανία μαλλιού Merino της Σαξονίας. Όμως, περί το 1870 ξέσπασε λουπίνωση και για αυτόν το λόγο περιορίστηκε η χρήση τους για τη διατροφή των προβάτων, αλλά συνεχίστηκε να χρησιμοποιείται ευρέως για χλωρή λίπανση στα όξινα και αμμώδη εδάφη των παράκτιων πεδιάδων της Βαλτικής (Gladstones, 1975).

2.8. ΟΙ ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΛΟΥΠΙΝΟΥ

2.8.1. Το λούπινο ως ζωοτροφή

Η αυξημένη ζήτηση σε ζωικά προϊόντα από τον σύγχρονο καταναλωτή, η απαγόρευση χρήσης ζωικής προέλευσης ζωοτροφών στα μηρυκαστικά (λόγω μεταδοτικών ασθενειών όπως η σπογγώδης εγκεφαλοπάθεια), η ανάγκη για ζωοτροφές με υψηλή περιεκτικότητα σε αζωτούχες ενώσεις, το μικρότερο δυνατό κόστος, η απεξάρτηση των μη σογιοπαραγωγικών χωρών από τις χώρες παραγωγής σόγιας και το γεγονός ότι η σόγια ως επί τω πλείστον είναι γενετικά τροποποιημένη είναι οι κύριοι λόγοι που οδηγούν τις μονάδες παραγωγής ζωοτροφών να αναζητήσουν εναλλακτικές πηγές πρωτεΐνης στα σιτηρέσια των ζώων επομένως η χρήση των προϊόντων λούπινου θα μπορούσε να είναι μια από τις λύσεις στο πρόβλημα.

2.8.2. Η διατροφική αξία του λούπινου για τον άνθρωπο

Υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον ειδικά για τα γλυκά λούπινα ως συστατικά για τη βελτίωση της θρεπτικής αξίας των προϊόντων ζύμης (ιδιαίτερα χωρίς γλουτένη) και για τη δημιουργία νέων προϊόντων που θα αντικαταστήσουν το κρέας με γνώμονα την προαγωγή της υγείας του ανθρώπου (Kouris-Blazos and Belski, 2016). Μελέτες δείχνουν ότι η αντικατάσταση αρκετών γευμάτων με βάση το κρέας εβδομαδιαίως με όσπρια μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο στη μακροζωία, τον διαβήτη, τις καρδιαγγειακές παθήσεις, τη διαχείριση του βάρους και του

καρκίνου του παχέος εντέρου πιθανώς μέσω ευνοϊκών επιδράσεων στο μικροβίωμα του εντέρου (gut bioma).

Οι αζωτούχες ενώσεις που περιέχει το λούπινο είναι παρόμοιες με αυτές της σόγιας και η περιεκτικότητα του σπόρου σε φυτοοιστρογόνα είναι πολύ μικρή (Arnoldi, Boschini, Zanoni, & Lammi, 2015). Εκτός της αφθονίας του σε πρωτεΐνες, το διατροφικό ενδιαφέρον για το λούπινο συνδέεται επίσης με το περιεχόμενο του σε ακόρεστα λιπαρά οξέα, ίνες, μέταλλα, τοκοφερόλες (Boschini & Arnoldi, 2011) και πολυφαινόλες (Siger et al., 2012).

Κλινικές μελέτες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση λούπινου μπορεί να προσφέρει χρήσιμα οφέλη για την υγεία, ιδιαίτερα στην πρόληψη της υπερλιπιδαιμίας μέσω της μείωσης της ολικής χοληστερόλης, της LDL χοληστερόλης (Bähr, Fechner, Kiehntopf, & Jahreis, 2015) και της PCSK9 (proprotein convertase subtilisin/kexin type 9) (Pavanello et al., 2017). Το λούπινο δρα και στην πρόληψη και της υπεργλυκαιμίας (Pavanello et al., 2017). Το *Lupinus mutabilis* ασκεί υπογλυκαιμική δράση σε άτομα με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 (Σ.Δ. τύπου 2) (Fornasini, 2012) και η προσθήκη σνακ *L. mutabilis* στη διατροφή ανθρώπων με Σ.Δ. τύπου 2 σε θεραπεία με φαρμακευτική αγωγή είχε θετική επίδραση στον έλεγχο της γλυκαιμίας με χαμηλότερα επίπεδα ορού της HbA1c και μειωμένο δείκτη μάζας σώματος (Baldeon et al., 2017).

Τέλος, πολλές αναπτυσσόμενες χώρες αντιμετωπίζουν είτε διατροφικές ελλείψεις σε τρόφιμα με υψηλά ποσοστά πρωτεϊνών είτε αυξημένη επίπτωση μεταβολικού συνδρόμου και για αυτούς τους λόγους η δυνατότητα καλλιέργειας του λούπινου είναι ελπιδοφόρα.

2.8.3. Το λούπινο ως καλλωπιστικό φυτό

Τα λούπινα καλλιεργούνται, επίσης, ως καλλωπιστικά φυτά (π.χ. υβρίδια Russell του *Lupinus polyphyllus* και άλλα αμερικανικά είδη).

2.8.4. Οι προοπτικές της μεταποίησης του λούπινου στη σύγχρονη εποχή

Πολλές εταιρείες παγκοσμίως έχουν στραφεί ήδη στην παραγωγή προϊόντων με εναλλακτικές πηγές άλευρων και φυσικά και λούπινου (βλ. Πίνακας 2. 4)

Πίνακας 2. 4. Εφαρμογές των σπόρων λούπινου σε εμπορικά προϊόντα διατροφής (πηγή: Taylor, J.R.N., Awika, J.M. (Eds.), 2017. *Gluten-free ancient grains: cereals, pseudocereals, and legumes: sustainable, nutritious, and health-promoting foods for the 21st century*, Woodhead Publishing series in food science, technology and nutrition. Woodhead Publishing, an imprint of Elsevier, Duxford, United Kingdom. με τροποποίηση: μετάφραση στα ελληνικά)

Τύπος προϊόντος και το κλάσμα του λούπινου που χρησιμοποιείται	Χώρες
A. Αρτος	
Αλεύρι από ολόκληρο σπόρο Φλοιός Πρωτεΐνη	Αυστραλία, Γερμανία, Ηνωμένο Βασίλειο Αυστραλία Ιταλία, Γερμανία, Ισπανία, Ηνωμένο Βασίλειο, ΗΠΑ
B. Μπισκότα	
Αλεύρι	Αυστραλία
Γ. Μάφινς και βάφλες	
Αλεύρι Φλοιός	Ηνωμένο Βασίλειο Αυστραλία
Δ. Φρυγανιές, κράκερς και χωνάκια	
Πρωτεΐνη αλευριού	Ηνωμένο Βασίλειο Αυστραλία, Γερμανία, Ιταλία, Ισπανία, Ισπανία, Ηνωμένο Βασίλειο, ΗΠΑ
Ε. Δημητριακά πρωινού	
Αλεύρι	Αυστραλία
Ζ. Αυγό (ως υποκατάστατο)	
Αλεύρι	Γερμανία
Η. Ανάλογα κρέατος	
Πυρήνας Αλεύρι Πρωτεΐνη Ίνες	Γερμανία Ολλανδία Αυστρία, Γερμανία Γερμανία
Θ. Ζυμαρικά	
Χωρίς πληροφορίες Αλεύρι Αλεύρι και πρωτεΐνες	Ιταλία Ηνωμένο Βασίλειο Αυστραλία
Ι. Σνακ	
Σπόροι	Αυστραλία, Γερμανία, Ιταλία, Πορτογαλία, Νότια Αφρική, Ισπανία, ΗΠΑ
Κ. Σάλτσες και μαγιονέζες	
Χωρίς πληροφορίες	Γερμανία, Ιταλία
Λ. Επιδόρπια και είδη ζαχαροπλαστικής	
Χωρίς πληροφορίες Αλεύρι Πρωτεΐνη	Γερμανία, Ηνωμένο Βασίλειο Γερμανία, Ολλανδία, Ηνωμένο Βασίλειο Ηνωμένο Βασίλειο
Μ. Έτοιμα γεύματα	
Σπόροι	Εκουαδόρ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΑΓΡΟΣ

Πραγματοποιήθηκαν δύο πειράματα αγρού την περίοδο 2016-2017. Το πρώτο πείραμα εντός του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στον αγρό του εργαστηρίου Γεωργίας, στην Αθήνα (37°59'03.2"N 23°42'09.7"E 30m a.s.l.) και το δεύτερο στο χωριό Άγιος Νικόλαος, κοντά στο Γύθειο Λακωνίας (36°49'36.4"N, 22°26'04.5"E 475m a.s.l.). Πραγματοποιήθηκε ανάλυση εδάφους σε κάθε επανάληψη και των δύο πειραμάτων. Στην Αθήνα ο αγρός είχε μεγάλες διαφοροποιήσεις μεταξύ των επαναλήψεων όπως βλέπουμε στον Πίνακα 1, ενώ στην Μάνη ο αγρός δεν διαφοροποιούταν σημαντικά και για αυτό έγινε μια ανάλυση σε όλο τον αγρό. Τα χαρακτηριστικά του εδάφους της Αθήνας ήταν: η μηχανική σύσταση ήταν αμμοαργιλοπηλώδης στην 1^η και στην 2^η επανάληψη ενώ στην 3^η αργιλοπηλωδής, το pH ήταν αλκαλικό και είχε τιμές και στις 3 επαναλήψεις μεταξύ 7,78 – 7,93 , το ανθρακικό ασβέστιο στην 1^η και 2^η επανάληψη ήταν 12,4% και στην 3^η επανάληψη 27,6%. Ενώ το έδαφος του αγρού της Μάνης είχε μηχανική σύσταση αμμοπηλώδη, pH 6,02 και ανθρακικό ασβέστιο 0,2%. Στον Πίνακα 1 μπορούμε να δούμε και άλλες μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στους δύο αγρούς.

Πίνακας 3. 1.. Εδαφική ανάλυση αγρών Αθήνας και Μάνης

Εδαφική Ανάλυση αγρού:	Αθήνα				Μάνη
Επανάληψη	1	2	3	ave	ave
Μηχανική σύσταση	SCL	SCL	CL	SCL	SL
Αργυλος (Clay)%	32,5	28,5	34,5	31,83	18,1
Ιλύς % (Loam)	18,6	22	26,6	22,40	52,46
Άμμος (Sand)%	48,9	49,5	38,9	45,77	29,43
Οργανική Ουσία %	3,16	3,32	3,2	3,23	0,79
pH	7,89	7,93	7,78	7,87	6,02
Ec (μμος/cm)	413	208	292	304,33	0.14mS/cm
Ολικό N %	0,203	0,189	0,196	0,20	0,285
NO ₃ ⁻ (ppm)	9,3	4,71	5,04	6,35	19,68
NH ₄ ⁺ (ppm)	2,32	11,06	7,54	6,97	15,2
Ολικό K (% w/w K ₂ O dry)	0,359			0,36	0,07
Διαθέσιμο K (ppm)	734	986	924	881,33	172,66
Ολικό P (%w/w P ₂ O ₅ dry)	0,206			0,21	0,133
Διαθέσιμο P (ppm)	40,8	55,84	39,74	45,46	37,52
CaCO ₃	12,4	12,4	27,6	17,47	0,2

Total SO ₃ (% w/w S)	N.D.*	N.D.*	N.D.*
---------------------------------	-------	-------	-------

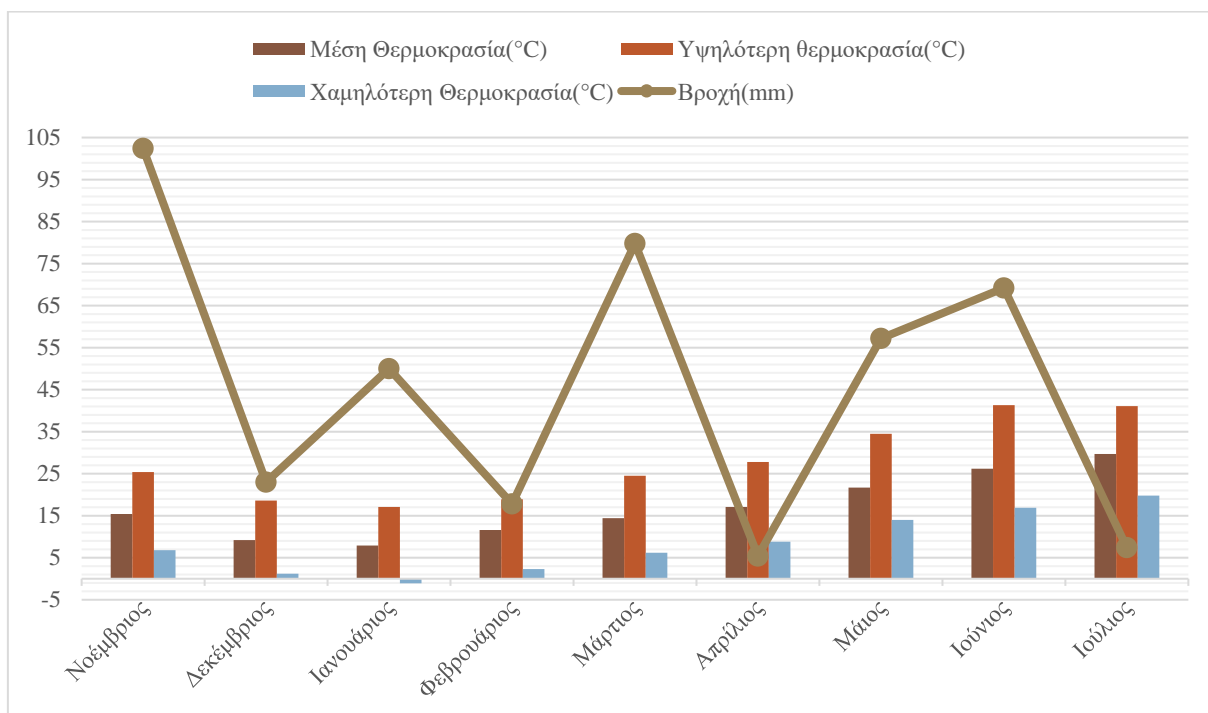
*N.D.: No Detectable

3.2. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Το κλίμα και στις δύο περιοχές χαρακτηρίζεται από θερμά και ξηρά καλοκαίρια και χειμώνες με μέτριες βροχοπτώσεις και μικρή πιθανότητα εμφάνισης παγετού κατά τους ψυχρότερους μήνες τους έτους. Κατά την καλλιεργητική περίοδο 2016-2017, στην Αθήνα όπως μπορούμε να δούμε και στα διαγράμματα παρουσιάστηκαν αρκετές βροχοπτώσεις και τους μήνες Μάιο και Ιούνιο που ανήλθαν σε 126,4 χιλιοστά σε αντίθεση με την με την περιοχή της Μάνης που τους ίδιους μήνες η βροχόπτωση ήταν ελάχιστη και ανήλθε σε 6 χιλιοστά. Η συνολική βροχόπτωση στην Αθήνα ανήλθε σε 412,2 χιλιοστά και στην Μάνη 235,5 χιλιοστά. Επίσης, τον Ιανουάριο η χαμηλότερη θερμοκρασία ήταν υπό το μηδέν και στην Αθήνα και στην Μάνη. Τέλος, στην περιοχή της Μάνης κατά την εαρινή περίοδο και συγκεκριμένα τον Απρίλιο παρατηρούμε ότι η χαμηλότερη θερμοκρασία είναι μηδέν βαθμοί Κελσίου.

Πίνακας 3. 2. Μετεωρολογικά Δεδομένα Αθήνας

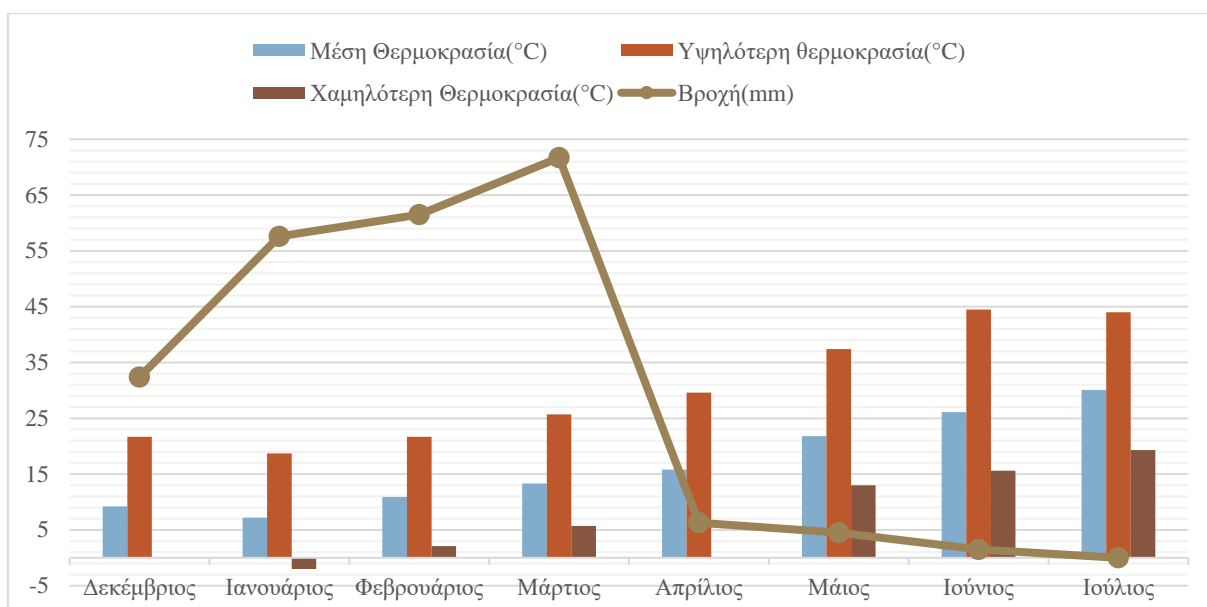
	Μέση Θερμοκρασία(°C)	Υψηλότερη θερμοκρασία(°C)	Χαμηλότερη Θερμοκρασία(°C)	Βροχή(mm)
Νοέμβριος	15,4	25,4	6,8	102,4
Δεκέμβριος	9,2	18,6	1,2	23
Ιανουάριος	7,9	17,1	-1,1	50
Φεβρουάριος	11,6	18,9	2,3	17,8
Μάρτιος	14,4	24,5	6,2	79,8
Απρίλιος	17,1	27,8	8,8	5,4
Μάιος	21,7	34,5	14	57,2
Ιούνιος	26,2	41,3	16,9	69,2
Ιούλιος	29,7	41,1	19,8	7,4



Διάγραμμα 3. 1. Μετεωρολογικά Δεδομένα Αθήνας

Πίνακας 3. 3. Μετεωρολογικά Δεδομένα Μάνης

	Μέση Θερμοκρασία(°C)	Υψηλότερη θερμοκρασία(°C)	Χαμηλότερη Θερμοκρασία(°C)	Βροχή(mm)
Δεκέμβριος	9,2	21,7	0	32,4
Ιανουάριος	7,2	18,7	-2	57,6
Φεβρουάριος	10,9	21,7	2,1	61,5
Μάρτιος	13,3	25,7	5,7	71,7
Απρίλιος	15,8	29,6	0	6,3
Μάιος	21,8	37,4	13	4,5
Ιούνιος	26,1	44,5	15,6	1,5
Ιούλιος	30,1	44	19,3	0



Διάγραμμα 3. 2. Μετεωρολογικά Δεδομένα Μάνης

3.3. ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Καλλιεργήθηκαν προς μελέτη και αξιολόγηση συνολικά οκτώ ποικιλίες *Lupinus mutabilis*, μία ποικιλία *Lupinus albus* και μία ποικιλία *Lupinus angustifolius*. Καλλιεργήθηκαν στην Αθήνα από τα *L. mutabilis* οι ποικιλίες LIB220, LIB221, LIB222, LIB212, LIB209, LIB219, LIB214, LIB223, από τα *L. albus* η εμπορική ποικιλία Multitalia και τέλος από το *L. angustifolius* η εμπορική ποικιλία Polo. Στην Μάνη καλλιεργήθηκαν οι ίδιες ποικιλίες εκτός από τις LIB212, LIB214 όπως βλέπουμε από τον Πίνακα 5. Επίσης, στο πείραμα της Μάνης περιφερειακά των πειραματικών φυτών της κάθε ομάδας καλλιεργήθηκε και η τοπική ποικιλία του χωριού, του είδους *L. albus*.

Πίνακας 3. 4. Είδη και Ποικιλίες Λούπινων του πειράματος

Είδος	Ποικιλία	Περιοχή	Επίπεδο Βελτίωσης καλλιέργειας
<i>Lupinus mutabilis</i>	LIB220	Μάνη και Αθήνα	βελτιωμένη ποικιλία
<i>Lupinus mutabilis</i>	LIB221	Μάνη και Αθήνα	βελτιωμένη ποικιλία
<i>Lupinus mutabilis</i>	LIB222	Μάνη και Αθήνα	βελτιωμένη ποικιλία
<i>Lupinus mutabilis</i>	LIB212	Αθήνα	τοπική ποικιλία
<i>Lupinus mutabilis</i>	LIB209	Μάνη και Αθήνα	τοπική ποικιλία
<i>Lupinus mutabilis</i>	LIB219	Μάνη και Αθήνα	βελτιωμένη ποικιλία
<i>Lupinus mutabilis</i>	LIB214	Αθήνα	τοπική ποικιλία

<i>Lupinus mutabilis</i>	LIB223	Μάνη και Αθήνα	βελτιωμένη ποικιλία
<i>Lupinus albus</i>	multitalia	Μάνη και Αθήνα	εμπορική ποικιλία
<i>Lupinus angustifolius</i>	polo	Μάνη και Αθήνα	εμπορική ποικιλία

3.4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε και στις δύο περιοχές των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με τρεις ομάδες-επανάληψεις. Στην περιοχή της Αθήνας κάθε επανάληψη είχε δέκα πειραματικά τεμάχια όπου κάθε πειραματικό τεμάχιο αντιστοιχούσε σε μια ποικιλία. Οι διαστάσεις του αγρού ήταν 13,5μ. μήκος και 10,3μ. πλάτος. Στην περιοχή της Μάνης κάθε επανάληψη είχε οκτώ πειραματικά τεμάχια όπου κάθε πειραματικό τεμάχιο αντιστοιχούσε σε μία ποικιλία. Οι διαστάσεις του αγρού ήταν 19,5μ. μήκος και 5,9μ. πλάτος. Μεταξύ των επαναλήψεων και στις δύο περιοχές υπήρχε διάδρομος απόστασης 1,5μ. ενώ μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων υπήρχε κατά μήκος απόσταση 50εκ. και κατά πλάτος 70εκ. έτσι ώστε να διευκολύνεται η λήψη μετρήσεων (Σχήμα 3. 1). Κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε διαστάσεις 1.50μ. x 1.50μ. Εντός του πειραματικού τεμαχίου σπάρθηκαν 20 φυτά, στα οποία πραγματοποιήθηκαν όλες οι μετρήσεις. Επίσης, στο κάθε πειραματικό τεμάχιο σπάρθηκαν και 22 φυτά κηδεμόνες - φυτά περιθωρίου - για να αυξήσουμε τον ανταγωνισμό στα φυτά του πειράματος. Μεταξύ τα σειρών η απόσταση ήταν 30εκ και μεταξύ των φυτών η απόσταση ήταν 25εκ. (Σχήμα 3. 2).

	Επανάληψη 1			Επανάληψη 2			Επανάληψη 3		
		0,5μ ↔	1,5μ. ↔		0,5μ ↔	1,5μ. ↔		0,5μ ↔	
	LIB222	LIB223		LIB219	LIB209		polo	LIB221	
←-0,7μ-→									
	LIB214	multitalia		LIB212	LIB214		LIB220	LIB212	
←-0,7μ-→									
	LIB220	LIB219		LIB221	polo		LIB222	LIB209	
←-0,7μ-→									

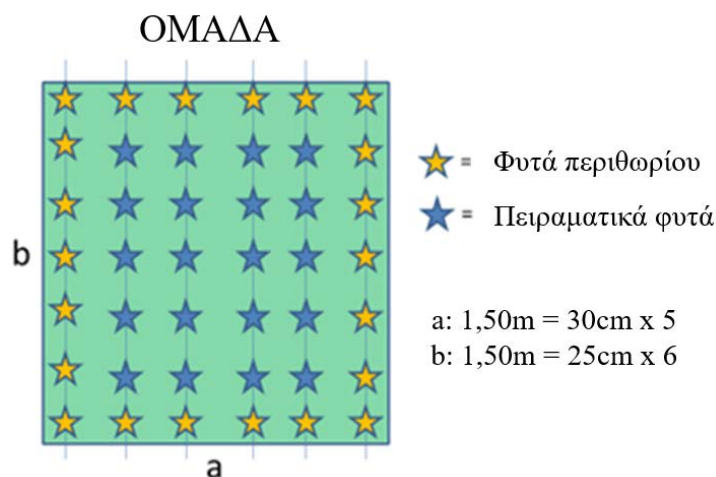
10,3 μ.

	LIB209		LIB221		multitalia		LIB223		LIB214		LIB223
←-0,7μ-→											
	polo		LIB212		LIB222		LIB202		LIB219		multitalia
	←-----13,5μ-----→										

Σχήμα 3. 1. Πειραματικό σχέδιο τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων αγρού Αθήνας

	Επανάληψη 1			Επανάληψη 2			Επανάληψη 3			
	0,5μ ↔	0,5μ ↔	1,5μ. ↔	0,5μ ↔	0,5μ ↔	1,5μ. ↔	0,5μ ↔	0,5μ ↔		
	LIB220	LIB223	LIB209	LIB221	LIB219	multitalia	polo	LIB222	LIB220	↑
←-0,7μ-→										
	multitalia	LIB222	polo	LIB209	LIB220	LIB223	LIB219	LIB209	LIB221	5,9 μ.
←-0,7μ-→										
	LIB221	LIB219		LIB222	polo		LIB223	multitalia		←
	←-----19,5 μ-----→									

Σχήμα 3. 2. Πειραματικό σχέδιο τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων αγρού Μάνης



Σχήμα 3. 3. Αποστάσεις φύτευσης των φυτών στο plot

3.5. ΧΑΡΑΞΗ, ΣΠΟΡΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ

Στην Αθήνα πραγματοποιήθηκε προβλάστηση στους σπόρους. Η προβλάστηση έγινε στις 28/11/2016 σε θερμοκρασία δωματίου (25°C) μέσα σε τρυβλία Petri στα οποία είχε τοποθετηθεί διηθητικό χαρτί και το οποίο διαβρεχόταν με απεσταγμένο νερό και ελέγχονταν καθημερινά ώστε το διηθητικό χαρτί να έχει υγρασία και προστίθεντο απεσταγμένο νερό εφόσον κρινόταν απαραίτητο. Κατά τη διάρκεια της προβλάστασης γινόταν και καταγραφή της Στο στάδιο αυτό παρατηρήθηκε ότι πολλοί σπόροι της ποικιλίας LIB221 είχαν σοβαρή προσβολή από Φουζάριο (*Fusarium spp.*). Επομένως, εξαιτίας της χαμηλής φυτρωτικότητας που ήταν κάτω από 50%, αποφασίστηκε να μην χρησιμοποιηθεί για το πείραμα η ποικιλία LIB221, διότι δεν συμπληρωνόταν ικανοποιητικός αριθμός φυτών. Όταν η ρίζα αποκτούσε ένα μήκος από 1-2 εκατοστά οι σπόροι μεταφέρονταν στο θερμοκήπιο και γινόταν εμβάπτιση του σπόρου σε διάλυμα ριζόβιου. Το σκεύασμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Histick-L της εταιρίας BASF. Μετά την εμβάπτιση του σπόρου στο διάλυμα, φυτευόταν περίπου στο 1εκ. σε πλαστικά γλαστράκια σποράς, διαστάσεων 7εκ. μήκος, 7εκ. πλάτος και 6εκ. ύψος στα οποία προηγούμενος είχε τοποθετηθεί μίγμα τύρφης και περλίτη αναλογίας περίπου 2 προς 1. Το υπόστρωμα τύρφης είχε την εμπορική ονομασία Kronos (Ph 5-6.5 και N 50-500mg/l, P₂O₅ 80-300 mg/l, K₂O 80-300 mg/l) ενώ το υπόστρωμα περλίτη ήταν το Geoflor. Τα φυτά ποτίζονταν ανά μία ή δύο μέρες έτσι ώστε να υπάρχει πάντα ικανοποιητική υγρασία στα γλαστράκια. Τα φυτά παρέμειναν στο θερμοκήπιο έως την έκπτυξη του 3^{ου} πραγματικού φύλλου. Για την οριοθέτηση του πειραματικού αγρού και στις 2 περιοχές χρησιμοποιήθηκαν ξύλινοι πάσσαλοι, αποξηραμένα καλάμια, σπάγκος και μεζούρα για τον ακριβή σχεδιασμό του πειράματος.

Στις 20/12/16 έγινε ή χάραξη στον αγρό του εργαστηρίου Γεωργίας στο γεωπονικό πανεπιστήμιο ενώ η μεταφύτευση έγινε στις 28/12/16. Στις 10/12/16 πραγματοποιήθηκε η χάραξη του πειραματικού αγρού στην περιοχή της Μάνης και στις 11/12/16 έγινε απευθείας σπορά στον αγρό για να παρατηρήσουμε την φυτρωτική ικανότητα των φυτών σε συνθήκες αγρού. Η σπορά στην Μάνη έγινε με το χέρι σε βάθος 1-2 εκατοστά. Στην Μάνη δεν έγινε χρήση κάποιου σκευάσματος ριζοβίου αφού στην περιοχή εκεί και συγκεκριμένα στο χωράφι που έγινε το πείραμα, έχει καλλιεργηθεί το λούπινο και κατά το παρελθόν αρκετές φορές.

Η συγκομιδή των φυτών έγινε σταδιακά στην Αθήνα. Η συγκομιδή των περισσότερων ποικιλιών έγινε στις 14 Ιουνίου 2017 ενώ οι ποικιλίες LIB223, Multitalia και LIB214 συγκομίστηκαν στις 4 Ιουλίου 2017. Στην περιοχή της Μάνης όλες οι ποικιλίες συγκομίστηκαν στις 8 Ιουλίου 2017.

3.6. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΟΙΗΣΕΙΣ

Πριν την μεταφύτευση και την σπορά και στις 2 περιοχές έγινε κατεργασία του εδάφους με φρεζάρισμα στα 10-15εκ., πρακτική που εφαρμόζεται στα περισσότερα ψυχανθή. Σε όλη την διάρκεια του πειράματος δεν έγινε καμία εφαρμογή ζιζανιοκτόνου και λίπανσης καθώς το λούπινο είναι φυτό που δεν είναι απαιτητικό σε λίπανση. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα εξαιτίας των βροχοπτώσεων αλλά και των χαμηλών θερμοκρασιών στον αγρό της Αθήνας υπήρξε προσβολή από ριζοκτόνια. Κατά την προσβολή αυτή αρκετά φυτά από *L. mutabilis* και *L. angustifolius* δεν μπόρεσαν να ανταπεξέλθουν από την προσβολή του μύκητα. Αντίθετα στα φυτά του *L. albus* var *multitalia* δεν παρουσιάστηκε κανένα απολύτως πρόβλημα. Στην περιοχή της Μάνης η μόνη προσβολή που παρουσιάστηκε ήταν αυτή από ωίδιο αλλά δεν κρίθηκε απαραίτητο να γίνει κάποια επέμβαση αφού τα φυτά ήταν έτοιμα για συγκομιδή. Άρδευση δέχτηκαν τα φυτά μόνο κατά το στάδιο της μεταφύτευσης, στην Αθήνα και της σποράς, στην Μάνη καθώς και 6 συνολικά ποτίσματα στην άνθηση στην Αθήνα. Η σημαντικότερη καλλιεργητική περιποίηση που πραγματοποιήθηκε και στα δύο πειράματα ήταν ξεβοτάνισμα και σκάλισμα για την αντιμετώπιση των ζιζανίων.

3.7. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

Για την συλλογή των δειγμάτων εδάφους χρησιμοποιήθηκε δειγματολήπτης εδάφους τύπου Edelman (βλ. Εικόνα 3. 1). Η δειγματοληψία έγινε σε βάθος 10-15cm και έγινε μία μόνο δειγματοληψία πριν την σπορά και μεταφύτευση. Στην περιοχή της Μάνης έγινε μια δειγματοληψία σε όλο τον αγρό αφού διαφαινόταν ότι το αγροτεμάχιο ήταν ενιαίο σε αντίθεση με αυτό της Αθήνας και για αυτό κρίθηκε σκόπιμο να γίνει μια δειγματοληψία ανά επανάληψη.



Εικόνα 3. 1. Δειγματολήπτης εδάφους τύπου Edelman

3.8. ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

Μετρήθηκαν είκοσι πέντε μορφολογικά και αγρονομικά χαρακτηριστικά και στις δύο περιοχές: οι ημέρες της άνθησης της κύριας ταξιανθίας στον κυρίως βλαστό και στην πρώτη πλάγια ταξιανθία από την μεταφύτευση ή την σπορά, ο αριθμός και το μήκος των πρώτων πλάγιων βλαστών, ο αριθμός των φύλλων στην πρώτη ταξιανθία, το ύψος από το έδαφος έως το πρώτο άνθος της κύριας ταξιανθίας και της ταξιανθίας στον πρώτο πλάγιο βλαστό, το ύψος φυτού, το μήκος ανθοταξίας στον κυρίως και στον πρώτο πλάγιο βλαστό, οι λοβοί ανά φυτό, ο αριθμός λοβών πρώτης πλάγιας ταξιανθίας, ο αριθμός σπόρων ανά λοβό, ο αριθμός σπόρων κύριας ταξιανθίας και πρώτης πλάγιας ταξιανθίας, ο αριθμός σπόρων ανά φυτό, το βάρος σπόρων ανά φυτό, το βάρος σπόρων προς νωπό βάρος φυτού, το βάρος εκατό σπόρων, το νωπό βάρος υπέργειου φυτού με τους λοβούς, το νωπό βάρος βλαστών, το ξηρό βάρος βλαστών, το ξηρό και νωπό βάρος της ρίζας. Τέλος μετρήθηκαν τα ποσοστά των ολικών αζωτούχων ενώσεων και του καλίου τόσο στους βλαστούς όσο και στους σπόρους στο πείραμα της Αθήνας. Στην Μάνη ο μικρός αριθμός των δειγμάτων δεν επέτρεψε περαιτέρω χημικές αναλύσεις.

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε κάθε ένα από τα 60 φυτά της κάθε καταχώρησης και στα δύο πειράματα. Εξαιτίας προβλημάτων με την βλάστηση των φυτών μετρήθηκε και το ποσοστό βλάστησης στην περιοχή της Μάνης.

Κάποιες από τις προαναφερθείσες μετρήσεις έγιναν και στα ελάχιστα φυτά που είχαν άνθηση στον 2^ο πλάγιο βλαστό, αλλά ο μικρός αριθμός των μετρήσεων είχε σαν αποτέλεσμα να απορριφθούν τελικώς από τη στατιστική ανάλυση του πειράματος.

Αναλυτικά οι μετρήσεις ήταν οι κάτωθι:

Ημέρες έως την άνθηση στην ανθοταξία του κύριου βλαστού και στον πρώτο πλάγιο βλαστό

Για κάθε φυτό μετρήθηκαν οι ημέρες από την σπορά στην Μάνη και την μεταφύτευση στην Αθήνα, έως την εμφάνιση του πρώτου ανοιχτού άνθους στον κύριο βλαστό και στον πρώτο πλάγιο βλαστό

Ύψος φυτού κατά την συγκομιδή

Μετρήθηκε το ύψος του φυτού σε εκατοστά από το έδαφος μέχρι το ψηλότερο σημείο του φυτού.

Πλήθος πρώτων, δεύτερων και τρίτων πλάγιων βλαστών

Σε όσα φυτά είχαν πλάγιους βλαστούς μετρήθηκε το πλήθος τους, μετά την έκπτυξη της ταξιανθίας

Ύψος άνθησης κύριας, πρώτης και δεύτερης τάξης, ταξιανθίας

Όταν η ταξιανθία ήταν πλήρως ανεπτυγμένη μετρήθηκε σε εκατοστά η απόσταση από το έδαφος έως το κατώτατο άνθος της κύριας ανθοταξίας. Το ίδιο γινόταν και στην δεύτερης τάξης ανθοταξία σε όποιο φυτό είχε.

Μήκος πλάγιων βλαστών

Σε όσα φυτά είχαν πλάγιους βλαστούς, μετρήθηκε το μήκος του βλαστού από το σημείο έκφυσης του έως το κατώτατο άνθος της πλήρως ανεπτυγμένης ταξιανθίας.

Αριθμός φύλλων πλάγιων βλαστών

Όταν η ταξιανθία ήταν πλήρως ανεπτυγμένη μετρήθηκε το πλήθος των φύλλων του κάθε πλάγιου βλαστού

Αριθμός ανθέων πρώτης πλάγιας και δευτερεύουσας ταξιανθίας

Σε πλήρως ανεπτυγμένη πλάγια ταξιανθία μετρήθηκε το πλήθος των ανθών.

Μήκος κύριας και πλάγιας ταξιανθίας

Μετρήθηκε σε πλήρως ανεπτυγμένη κύρια και πλάγια ταξιανθία, σε εκατοστά η απόσταση από το χαμηλότερο άνθος έως την άκρη της ταξιανθίας.

Αριθμός λοβών κυρίου βλαστού, πρώτου και δεύτερου πλάγιου καθώς και ο συνολικός αριθμός τους

Μετά τη συγκομιδή των φυτών έγινε καταγραφή των λοβών που έφερε κάθε φυτό στην κύρια

ταξιανθία στην πρώτη πλάγια και στην δεύτερη πλάγια και στο τέλος γινόταν το άθροισμα όλων λοβών.

Μήκος και πλάτος λοβού

Σε ώριμο λοβό της κύριας ανθοταξίας, μετά την συγκομιδή των φυτών μετρήθηκε σε εκατοστά το μήκος και πλάτος του λοβού.

Νωπό βάρος υπέργειου φυτού μετά τη συγκομιδή

Μετά τη συγκομιδή αφαιρέθηκε από τα φυτά το ριζικό σύστημα και μετρήθηκε σε γραμμάρια το βάρος του υπέργειου μέρους του φυτού μαζί με τους

Νωπό υπέργειο βάρος φυτού χωρίς λοβούς

Αφού μετρήθηκε το βάρος του υπέργειου φυτού αφαιρέθηκαν οι λοβοί από το κάθε φυτό και μετρήθηκε το βάρος του κάθε φυτού χωρίς τους λοβούς.

Ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος του φυτού χωρίς τους λοβούς

Τα νωπά υπέργεια τμήματα τοποθετούνταν σε εργαστηριακό φούρνο για 48 ώρες στους 80 °C και έπειτα μετριόταν το ξηρό βάρος σε γραμμάρια.

Νωπό βάρος ρίζας

Μετά τη συγκομιδή των φυτών αφαιρούνταν το ριζικό σύστημα το οποίο και στη συνέχεια τοποθετείτο σε ζυγαριά και μετρούνταν το βάρος σε γραμμάρια.

Ξηρό βάρος ρίζας

Η νωπή ρίζα τοποθετούνταν σε εργαστηριακό φούρνο για 48 ώρες στους 80 °C για να αφαιρεθεί η υγρασία και έπειτα μετρούνταν το ξηρό βάρος της ρίζας σε γραμμάρια.

Αριθμός σπόρων ανά φυτό καθώς και στον κύριο, στον δευτερεύων και στον βλαστό τρίτης τάξης

Μετά τη συγκομιδή των φυτών καταγράφηκε ο αριθμός των σπόρων ανάλογα με την ταξιανθία από την οποία προέρχονταν καθώς και ο συνολικός τους αριθμός.

Αριθμός σπόρων ανά λοβό.

Σε έναν ενδεικτικό λοβό της κύριας ταξιανθίας μετριόταν ο αριθμός των σπόρων εντός του λοβού.

Βάρος 100 σπόρων

Αφού μετρήθηκε το συνολικό βάρος και ο αριθμός των σπόρων για κάθε φυτό, υπολογιζόταν αναλογικά το βάρος των 100 σπόρων για το κάθε φυτό.

Harvest Index ή Δείκτης συγκομιδής

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

Αναλύσεις ολικών αζωτούχων ενώσεων και καλίου στον σπόρο και στον βλαστό των φυτών.

Για τις δύο αναλύσεις στον σπόρο χρησιμοποιήθηκαν πενήντα σπόροι από κάθε καταχώρηση-ποικιλία. Τα δείγματα αλέστηκαν σε μύλο του καφέ (Bosch MKM6000) και μετέπειτα δημιουργήθηκαν τρεις επαναλήψεις. Από το κάθε δείγμα ζυγίστηκαν 0,50gr και τοποθετήθηκαν σε φούρνο πυραντηρίου στους 550 °C, για οκτώ ώρες, για να υποβληθούν στην διαδικασία του dry ashing. Τα δείγματα που βγήκαν από το πυραντήριο χρησιμοποιήθηκαν για να γίνει εκχύλιση με HCl κανονικότητας 1 N. Το εκχύλισμα χρησιμοποιήθηκε για να γίνει ανάλυση καλίου.

Αντίστοιχα για τον βλαστό πήραμε 5 φυτά από κάθε ποικιλία της κάθε επανάληψης και τα οποία αρχικά θρυμματίστηκαν σε θρυμματιστή κλαδιών. Τα θρυμματισμένα κλαδιά στην συνέχεια περάστηκαν από εργαστηριακό μύλο όπως και στους σπόρους για να μπορέσει να γίνει και εκεί η διαδικασία του Dry ashing. Με το ίδιο τρόπο μετά πραγματοποιήθηκε και η διαδικασία του dry ashing και της εκχύλισης στον βλαστό για να μετρηθούν και εκεί το κάλιο αντίστοιχα. Για τον υπολογισμό του καλίου χρησιμοποιήθηκε φλογοφωτόμετρο.

Για την εκτίμηση της περιεκτικότητας του σπόρου σε άζωτο (N) χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Kjeldahl (Kjeltec 8400 Analyzer unit, FOSS) σε αλεσμένα δείγματα φυτικού υλικού (σπόρου και βλαστού) και ύστερα τα αποτελέσματα πολλαπλασιάστηκαν με τον αριθμό 6,25 για να υπολογιστούν τα ποσοστά των ολικών αζωτούχων ενώσεων.

3.9. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

3.9.1. Ανάλυση των ποσοτικών χαρακτηριστικών και των χημικών χαρακτηριστικών

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω της μεθόδου της Ανάλυσης Διασποράς ANOVA. Για τον στατιστικό έλεγχο των υποθέσεων η τιμή σημαντικότητας (P-value) ορίστηκε $\leq 0,05$. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τη σύγκριση μεταξύ των μέσων τιμών είναι ο έλεγχος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε για τη σύγκριση των μέσων τιμών και η μέθοδος Tukey.

Έγινε προσπάθεια να χρησιμοποιηθεί και η μέθοδος της Δικτυωτής Ανάλυσης στον χώρο για να γίνει και σύγκριση των δεδομένων στην περιοχή της Μάνης και της Αθήνας, ωστόσο, όπως θα δούμε παρακάτω στα αποτελέσματα το πολύ μικρό δείγμα φυτών λόγω του μικρού ποσοστού βλάστησης στα φυτά του *L. mutabilis* δεν επέτρεψε την ανάλυση αυτή τελικά.

3.9.2. Ανάλυση συσχετίσεων

Για τα εξεταζόμενα χαρακτηριστικά των φυτών, μελετήθηκε η συσχέτιση και εκτιμήθηκε μέσω των τιμών του συντελεστή Pearson και Spearman για κάθε ζεύγος μεταβλητών.

3.9.3. Στατιστικά εργαλεία

Αρχικά για να περαστούν τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκε το Microsoft Office, Excel 2016. Για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο Statgraphics CENTURION XVI.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η στατιστική ανάλυση περιλαμβάνει τη μέθοδο ANOVA. Για τον στατιστικό έλεγχο των υποθέσεων το επίπεδο σημαντικότητας (α) ορίστηκε 0,05. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τη σύγκριση μεταξύ των μέσων τιμών είναι ο έλεγχος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher. Χρησιμοποιήθηκε αυτή η μέθοδος γιατί έχει μεγαλύτερη ευαισθησία στην ανάδειξη στατιστικών σημαντικών διαφορών (παρέχει τη μικρότερη προστασία από σφάλμα Τύπου 1.)

Τα γραφήματα που ακολουθούν μας δείχνουν τις μέσες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (ύψος, βάρος κ.α.) ως προς τον παράγοντα ποικιλία (means plot).

Σημειώνεται, εδώ, ότι λόγω απουσία άνθησης στον 3^ο πλάγιο βλαστό στα περισσότερα φυτά δεν πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση των δεδομένων στους βλαστούς αυτούς.

Επίσης, σε κάποια γραφήματα τα διαστήματα LSD των μέσων τιμών μπορεί να έχουν αρνητικές τιμές, ωστόσο, ο παράγοντας στον οποίο αναφέρονται είναι θετικός αριθμός (π.χ. ύψος, βάρος κτλ.) και για τούτο τον λόγο αφαιρέθηκαν από τον άξονα Y των γραφημάτων οι αρνητικές τιμές.

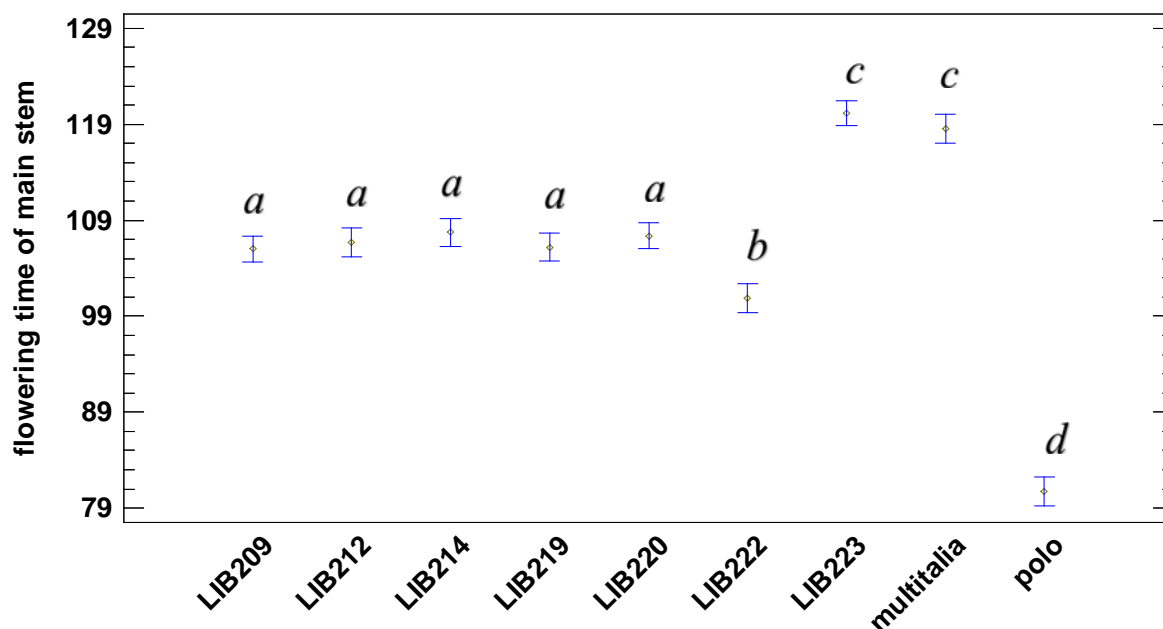
4.2. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ

Στο Γράφημα 1 βλέπουμε ότι οι πρωιμότερες ποικιλίες στην άνθηση ήταν η rolo και έπειτα η ποικιλία LIB222 από το είδος *L.mutabilis*. Εν συνεχεία ακολούθησαν οι LIB209, LIB212, LIB214, LIB219 και LIB220, οι οποίες δεν είχαν στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ τους, και οψιμότερες ήταν η LIB223 και η multitalia.

Στην άνθηση της 1^{ης} πλάγιας ανθοταξίας προηγείται ξανά η rolo και έπεται η ομάδα των LIB222, LIB219 και LIB220 χωρίς να έχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Οψιμότερες και πάλι οι ποικιλίες multitalia και LIB223 με στατιστική διαφορά μεταξύ τους και η LIB223 δεν είχε στατιστικώς σημαντική διαφορά με την LIB212.

Επομένως, στην άνθηση της κύριας και της 1^{ης} πλάγιας ανθοταξίας δεν υπάρχει αλλαγή στην ποικιλία rolo, αφού είναι η πιο πρόιμη ποικιλία και στις 2 μετρήσεις. Ωστόσο, παρατηρείται ότι οι ομάδες (LIB209, LIB212, LIB214, LIB219, LIB220), (LIB223, multitalia) και (LIB222)

στην άνθηση της κύριας ανθοταξίας διαφοροποιούνται στατιστικώς σημαντικά, ενώ στην άνθηση της 1^{ης} πλάγιας δημιουργούνται άλλες στατιστικές ομάδες. Άρα, οι ποικιλίες του *L. mutabilis* και η ποικιλία *multitalia* του *L. albus* αλλάζουν κατάταξη στην άνθηση της 1^{ης} πλάγιας ανθοταξίας, δηλαδή ρυθμό άνθησης.



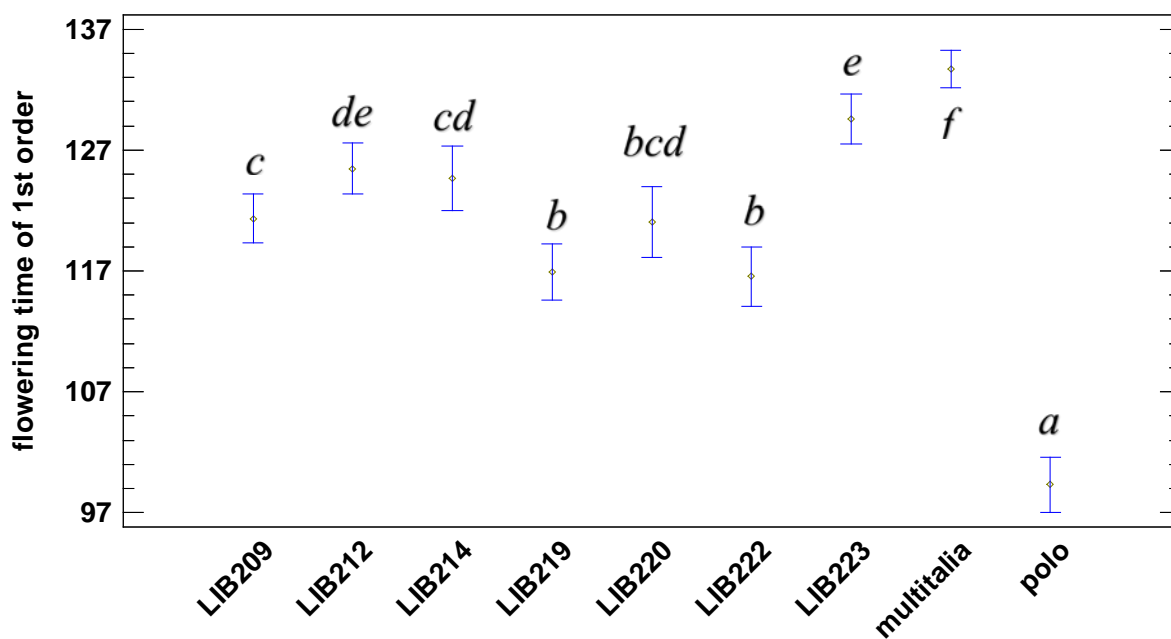
Γράφημα 4. 1. Ημέρες έως την άνθηση της κύριας ανθοταξίας όταν το 50% των φυτών έχει τρία πλήρως ανθισμένα άνθη. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «ημέρες έως την άνθηση της κύριας ανθοταξίας» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες polo και LIB222, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους και από τις άλλες 2 ομάδες που δημιουργούνται (LIB209, LIB212, LIB214, LIB219 και LIB220) και (LIB223, multitalia).

Όσον αφορά τον αριθμό των 1ων πλάγιων δεν έχουμε σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των ποικιλιών με εξαίρεση την multitalia η οποία έχει τον μεγαλύτερο αριθμό 1ων πλάγιων και διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από τις υπόλοιπες. Ενώ στον αριθμό 2ων πλάγιων βλαστών η εκτίμηση του μέσου όρου είναι σχεδόν 0 φανερώνοντας ότι ελάχιστα φυτά κάνανε 2ους πλάγιους βλαστούς

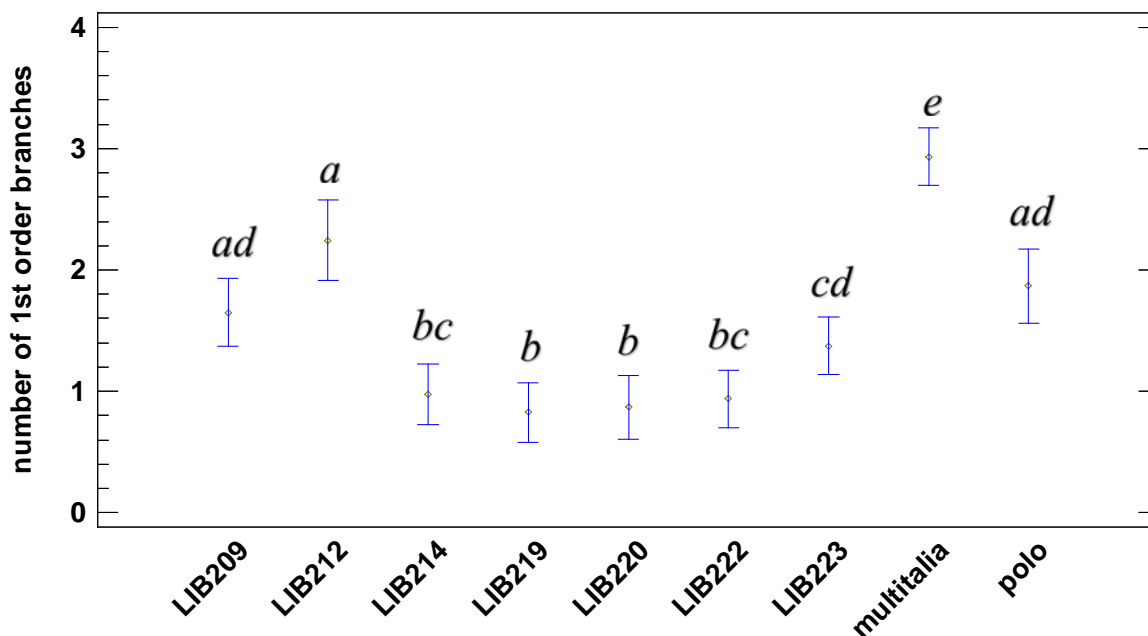
Το μήκος αυτών των πλάγιων, όπως βλέπουμε στο Γράφημα 4, ήταν μεγαλύτερο στις οψιμότερες ποικιλίες (multitalia και LIB223) και μικρότερο στην πρώιμη polo.

Τα φύλλα στους 1ους πλάγιους βλαστούς δεν έχουν αξιοσημείωτες στατιστικές διαφορές (βλ. Γράφημα 5), ενώ στα άνθη υπερτερεί η multitalia.

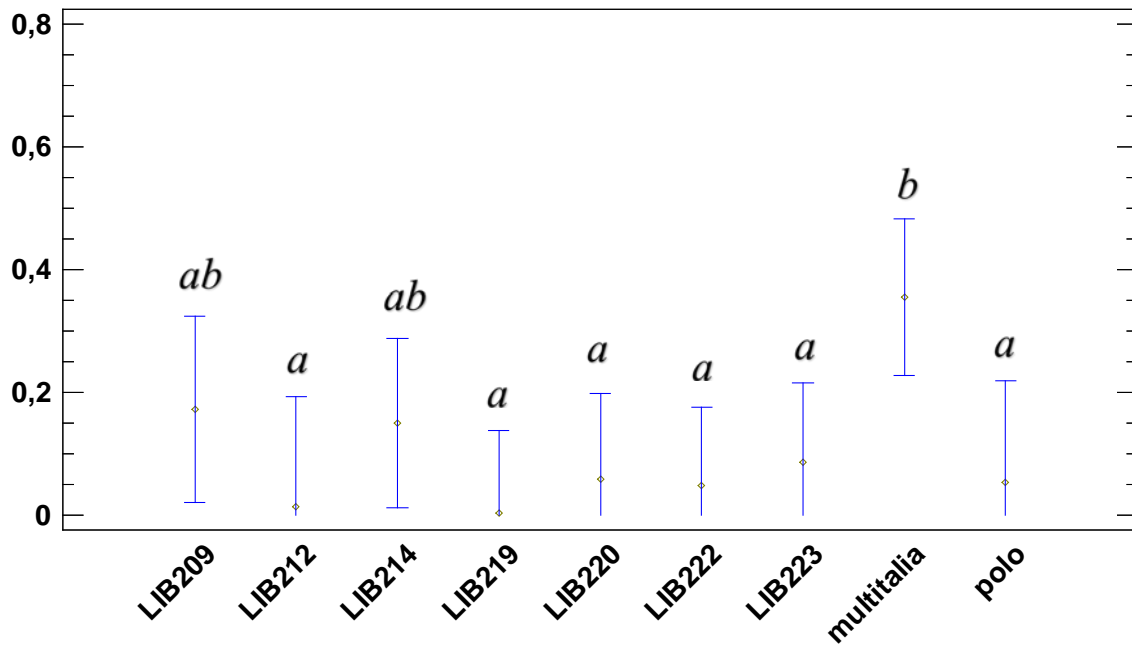
Στην απόσταση του άνθους από το έδαφος στον κύριο βλαστό βλέπουμε ότι η ποικιλία LIB223 έχει σημαντικές διαφορές από τις υπόλοιπες ποικιλίες mutabilis αλλά και από την ποικιλία multitalia η οποία επίσης διαφέρει από τις υπόλοιπες ποικιλίες. Αντίθετα στο ύψος του άνθους από το έδαφος στον 1ο πλάγιο μόνο η multitalia διαφέρει σημαντικά από τις υπόλοιπες ποικιλίες.



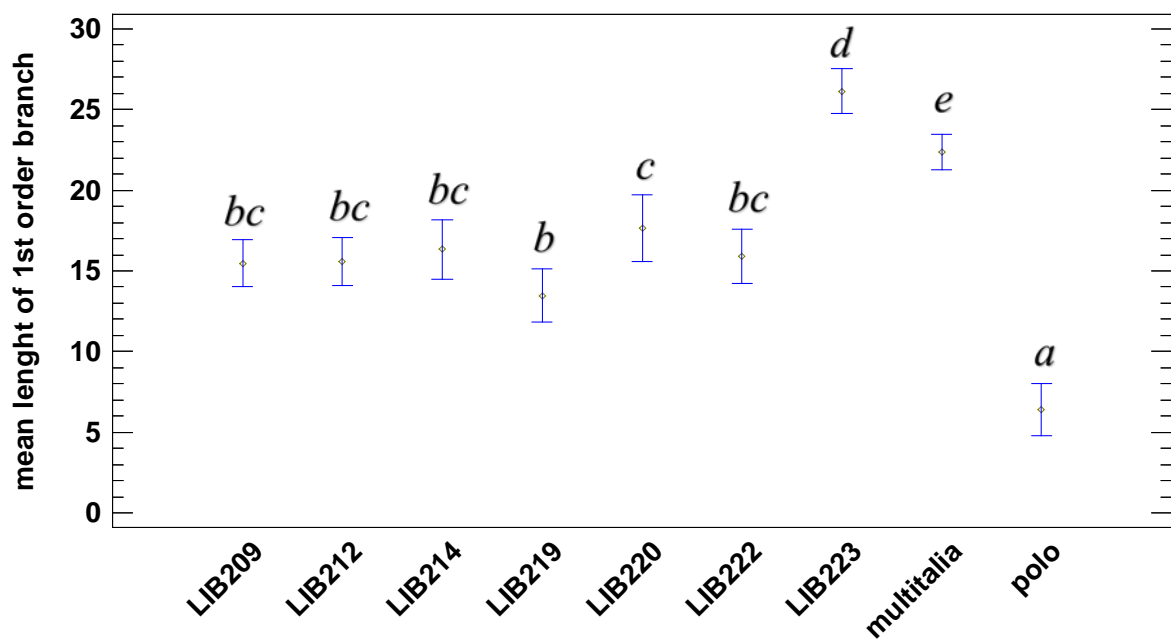
Γράφημα 4. 2. Ημέρες έως την άνθηση της 1ης πλάγιας ανθοταξίας όταν το 50% των φυτών έχει τρία πλήρως ανθισμένα άνθη. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «ημέρες έως την άνθηση της 1ης πλάγιας ανθοταξίας» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία polo, multitalia διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους και από υπόλοιπες στατιστικές ομάδες που δημιουργούνται.



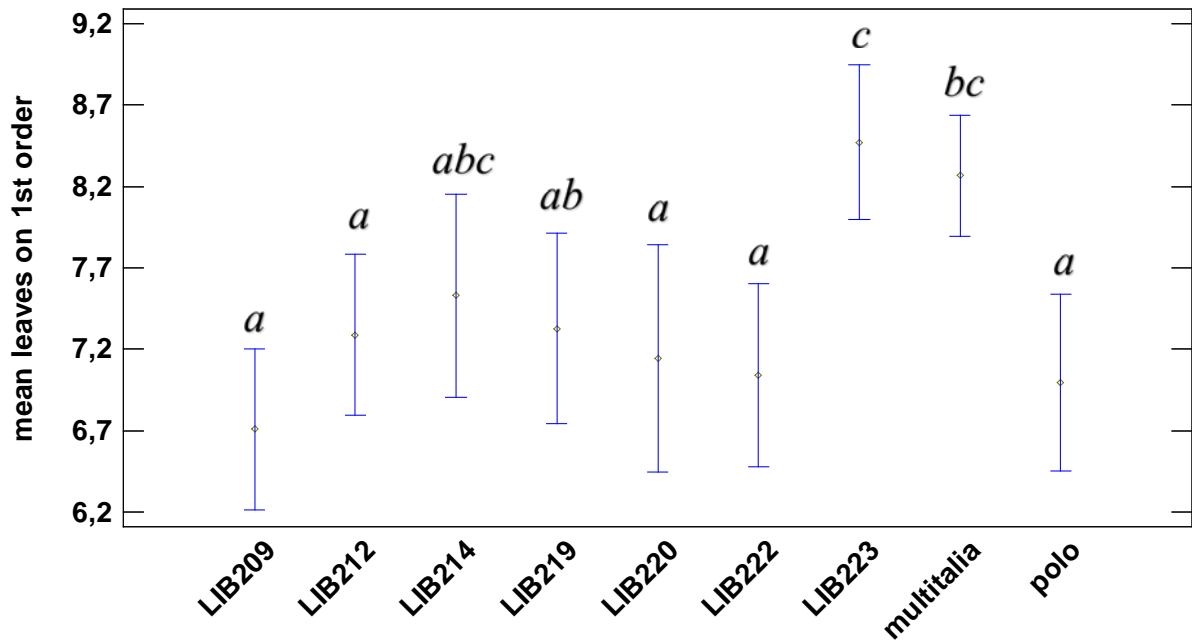
Γράφημα 4. 3. Αριθμός 1ων πλάγιων βλαστών. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «αριθμός 1ων πλάγιων βλαστών» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία multitalia διαφέρει από όλες τις άλλες στατιστικώς σημαντικά.



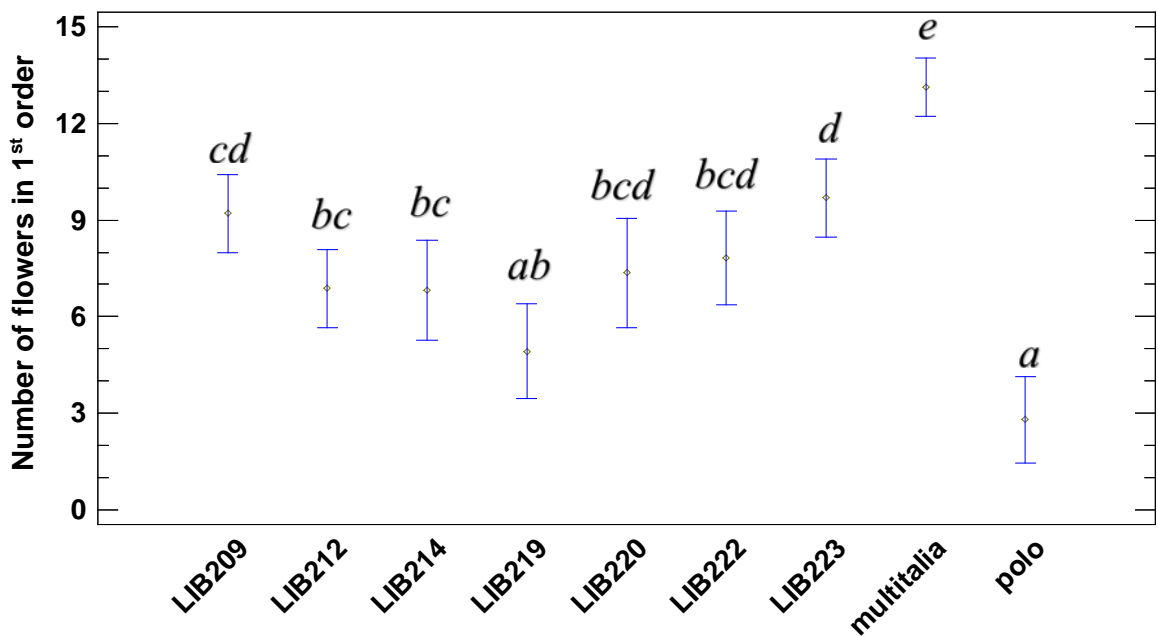
Γράφημα 4. 4. Αριθμός 2ων πλάγιων βλαστών. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «αριθμός 2ων πλάγιων βλαστών» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD δημιουργούνται οι στατιστικές ομάδες a και b.



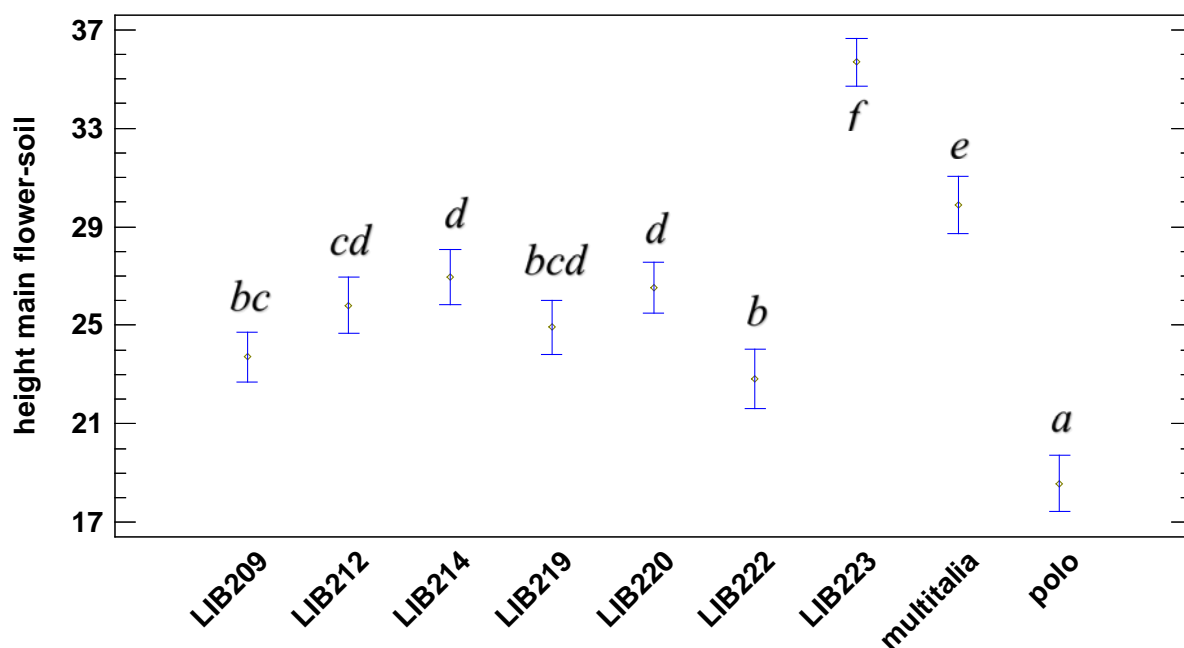
Γράφημα 4. 5. Μήκος του 1ου πλάγιου βλαστού (σε εκατοστά). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «μήκος 1^{ου} πλάγιου» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία polo, multitalia, LIB223 διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους και από τις υπόλοιπες ποικιλίες. Επίσης οι υπόλοιπες ποικιλίες δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους.



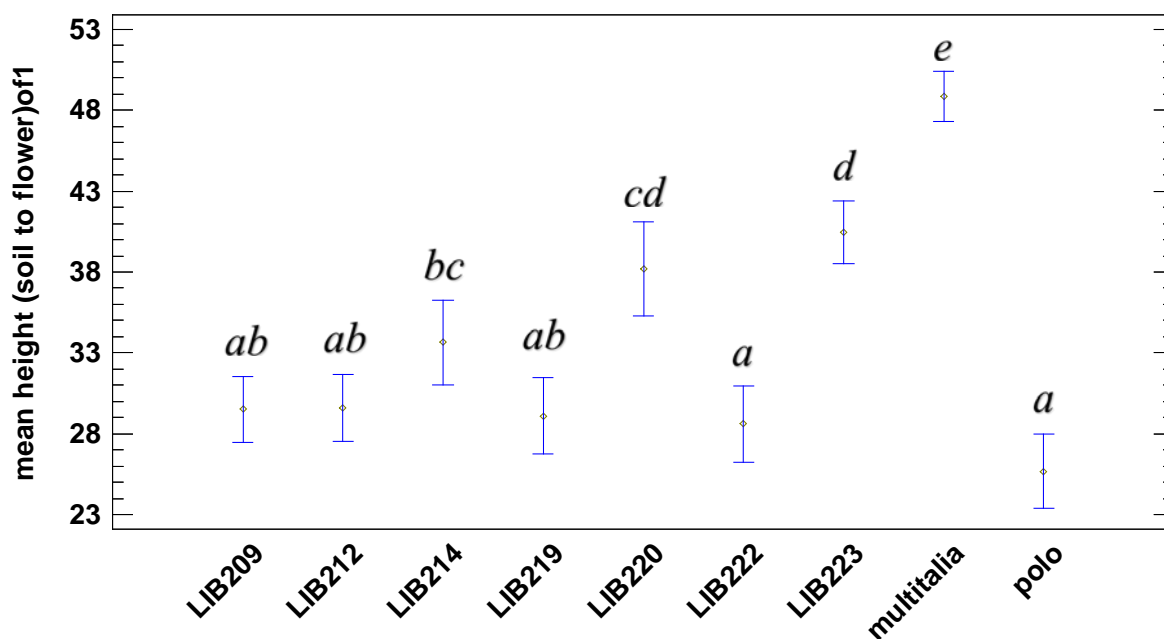
Γράφημα 4. 6. Αριθμός φύλλων στον 1ο πλάγιο βλαστό. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «αριθμός φύλλων στον 1ο πλάγιο βλαστό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία LIB223 διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από τις υπόλοιπες ποικιλίες του *L. mutabilis*.



Γράφημα 4. 7. Αριθμός ανθών των 1ων πλάγιων ταξιανθιών. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «αριθμός ανθών των 1ων πλάγιων ταξιανθιών» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία multitalia διαφέρει από όλες τις άλλες στατιστικώς σημαντικά.



Γράφημα 4. 8. Ύψος, από το έδαφος, του άνθους στον κύριο βλαστό όταν έχει ανθήσει πλήρως (σε εκατοστά). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «ύψος, από το έδαφος, του άνθους στον κύριο βλαστό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες LIB223, multitalia και polo διαφέρουν μεταξύ τους και από όλες τις άλλες στατιστικώς σημαντικά.

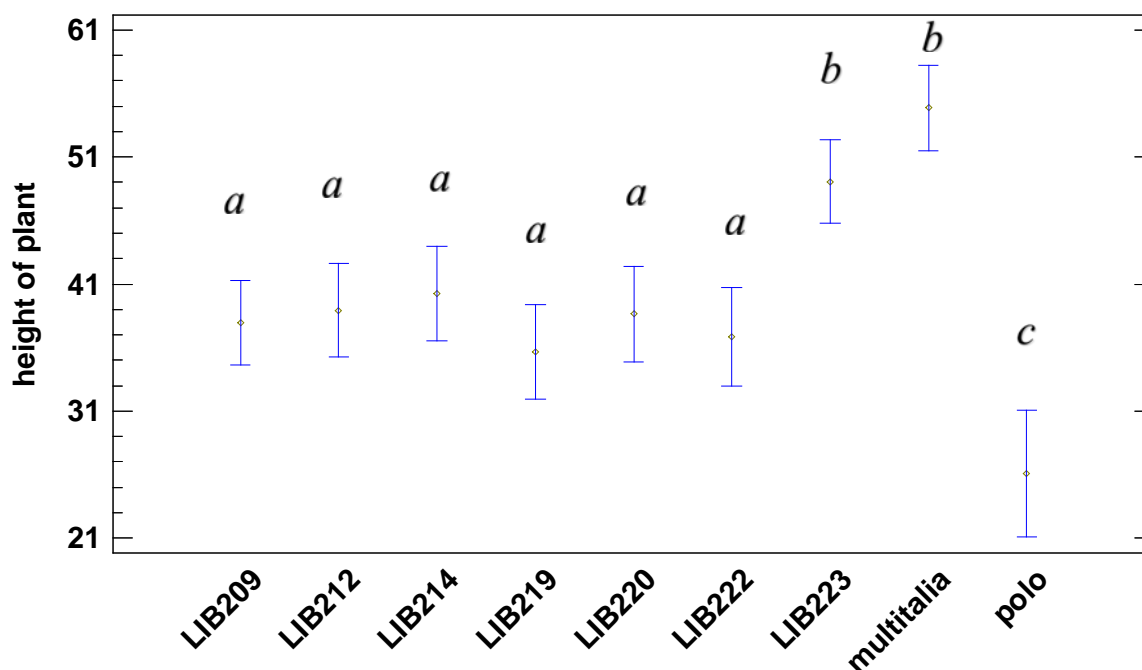


Γράφημα 4. 9. Ύψος, από το έδαφος, του άνθους στον 1^ο πλάγιο βλαστό όταν έχει ανθήσει πλήρως (σε εκατοστά). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «ύψος, από το έδαφος, του άνθους στον 1^ο πλάγιο βλαστό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία multitalia διαφέρει από όλες τις άλλες στατιστικώς σημαντικά.

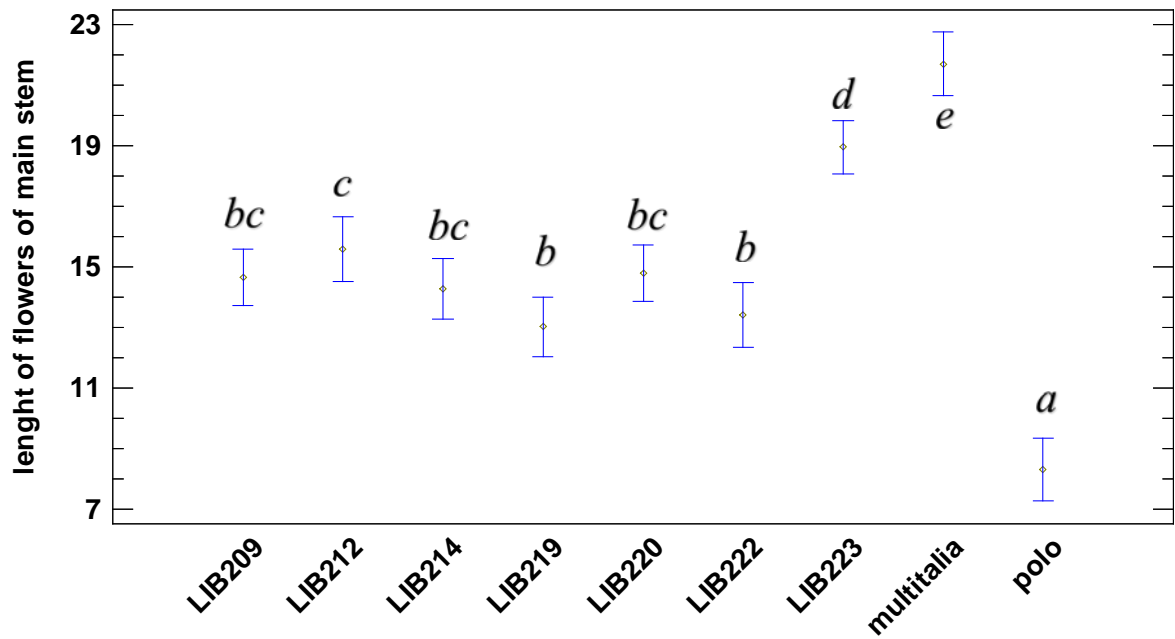
Στο Γράφημα 4. 10 μπορούμε να δούμε ότι οι ποικιλίες multitalia και LIB223 δεν έχουν στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ τους ενώ διαφέρουν από τις υπόλοιπες ποικιλίες

mutabilis και είναι πιο ψηλές ποικιλίες. Αντίθετα η ποικιλία Polo που επίσης διαφέρει από όλες τις άλλες ποικιλίες είναι η πιο «κοντή» ποικιλία.

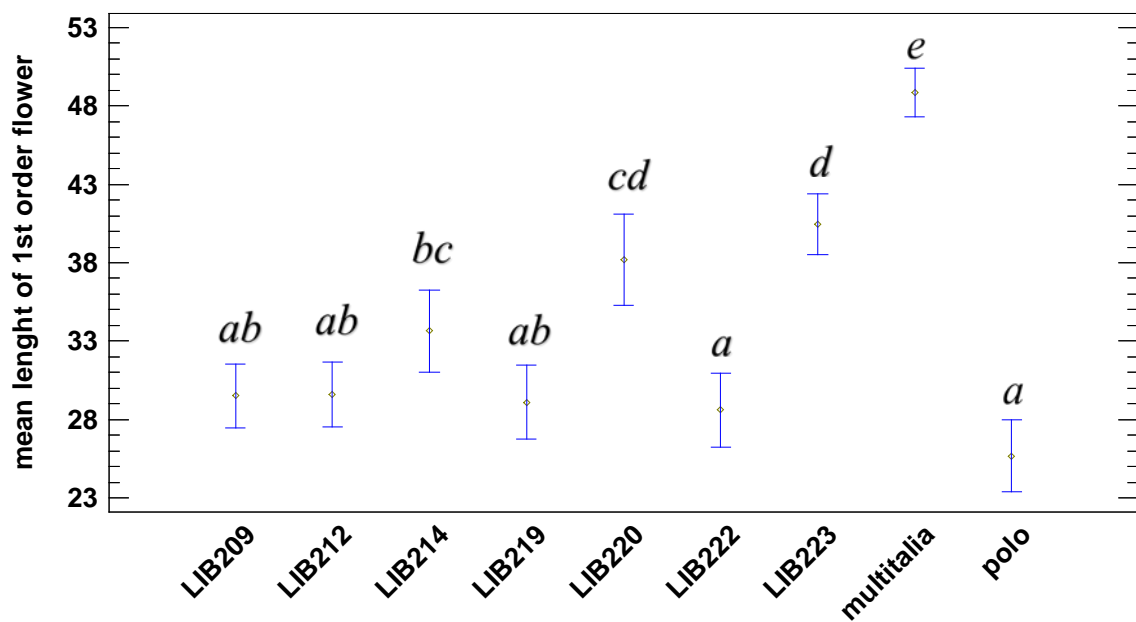
Στο μήκος της κύριας ταξιανθίας (Γράφημα 4. 11) μπορούμε να δούμε ότι η multitalia που διαφέρει από τις υπόλοιπες ποικιλίες η ταξιανθία έχει το μεγαλύτερο μήκος και ακολουθεί η LIB223 που επίσης διαφέρει από τις υπόλοιπες ενώ την μικρότερη ταξιανθία έχει η ποικιλία polo, Στον 1^ο πλάγιο βλαστό μόνο η multitalia διαφέρει ξανά από τις υπόλοιπες ποικιλίες που και εδώ έχει τη μεγαλύτερη ταξιανθία. Ενώ η LIB223 και η polo δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές από όλες τις άλλες ποικιλίες (Γράφημα 4. 12).



Γράφημα 4. 10. Συνολικό ύψος φυτού μετά τη συγκομιδή (σε εκατοστά). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «συνολικό ύψος φυτού μετά τη συγκομιδή» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία polo διαφέρει από όλες τις άλλες ομάδες (multitalia, LIB223) και (LIB219, LIB222, LIB209, LIB220, LIB212 και LIB214) στατιστικώς σημαντικά.



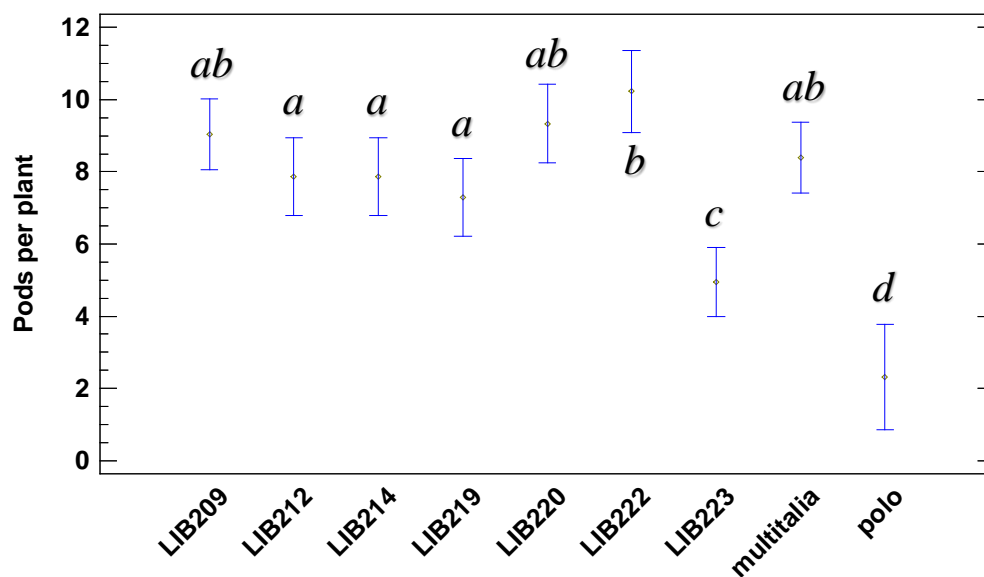
Γράφημα 4. 11. Μήκος του κύριου άνθους όταν το 50% των φυτών έχουν τρία πλήρως ανθισμένα άνθη (σε εκατοστά). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «μήκος του κύριου άνθους» είναι στατιστικώς σημαντικό ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες multitalia, LIB223 και polo διαφέρουν μεταξύ τους και από όλες τις άλλες στατιστικώς σημαντικά.



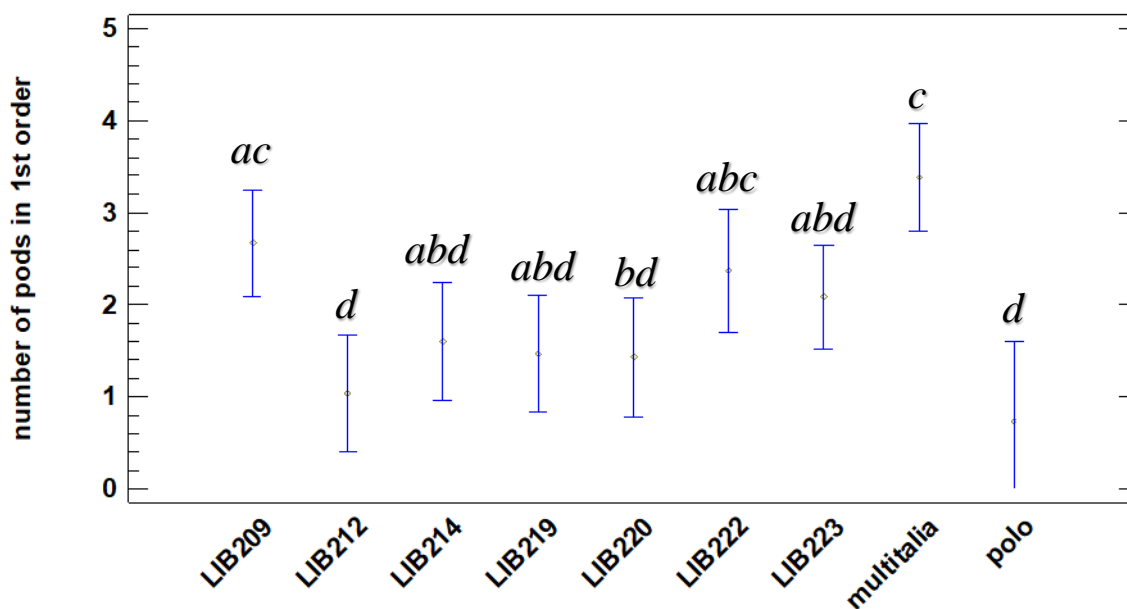
Γράφημα 4. 12. Μήκος του πλάγιου άνθους όταν το 50% των φυτών έχουν τρία πλήρως ανθισμένα άνθη (σε εκατοστά). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «μήκος του κύριου άνθους» είναι στατιστικώς σημαντικό ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία multitalia διαφέρει από όλες τις άλλες στατιστικώς σημαντικά. Επίσης, η LIB223 διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από όλες τις άλλες εκτός από την LIB220.

Στο Γράφημα 4. 13 και Γράφημα 4. 14 μπορούμε να δούμε τους λοβούς σε κάθε ποικιλία. Στο Γράφημα 4. 13 μπορούμε να δούμε ότι η όψιμη ποικιλία LIB223 και η πρόωγη *L. angustifolius*

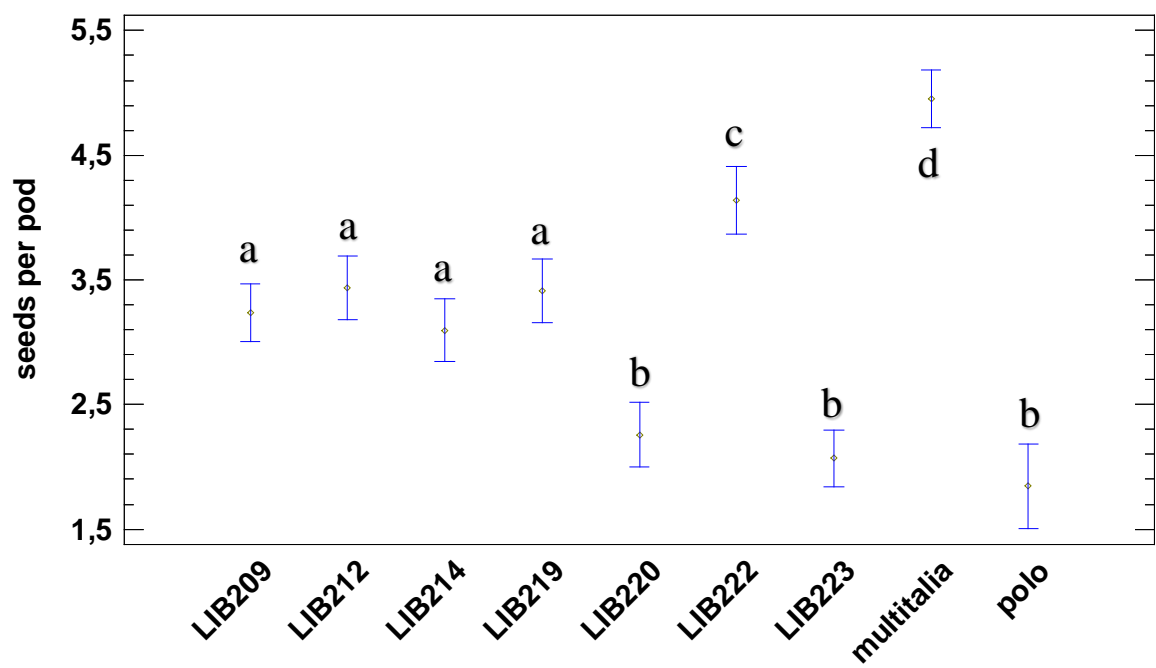
Polo έχουν στατιστικώς σημαντική διαφορά από τις άλλες ποικιλίες. Αντίθετα στο Γράφημα 4.14 μπορούμε να δούμε ότι στον πρώτο πλάγιο βλαστό που εκπύχθηκε αργότερα από τον κύριο στατιστικώς σημαντικές διαφορές εντοπίζονται μεταξύ των ειδών *albus* και *angustifolius*.



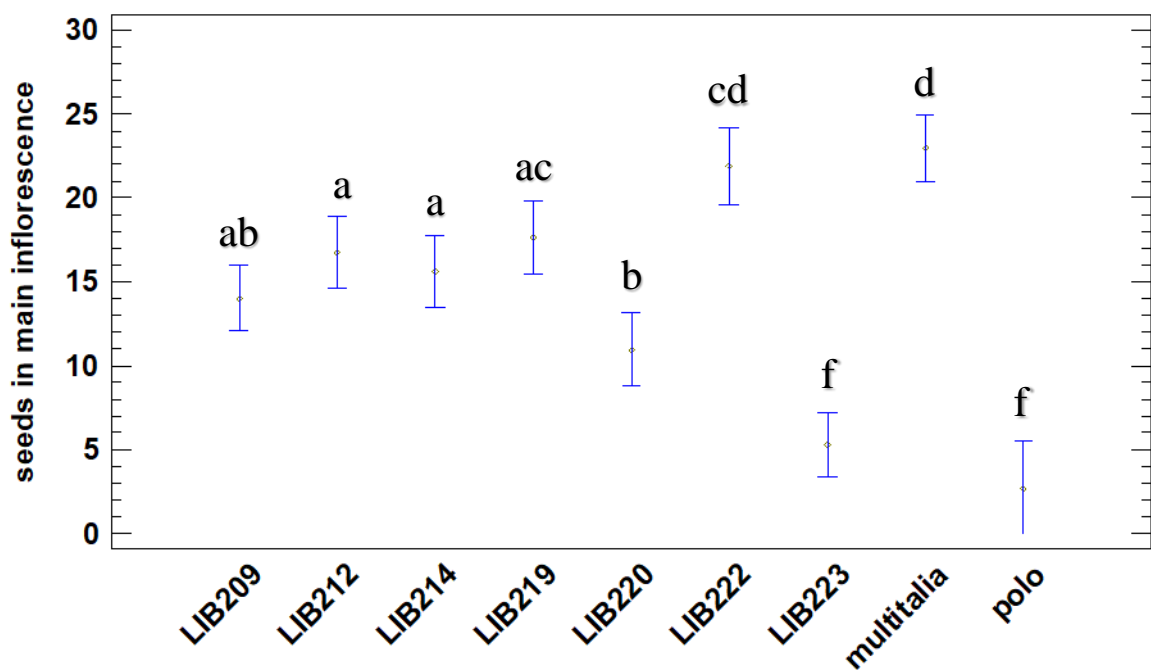
Γράφημα 4.13. Λοβοί ανά φυτό. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «λοβοί ανά φυτό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες polo και LIB223 διαφέρουν μεταξύ τους και από όλες τις άλλες στατιστικώς σημαντικά και η LIB222 διαφέρει στατιστικώς σημαντικά και από τις LIB212, LIB214 και LIB219.



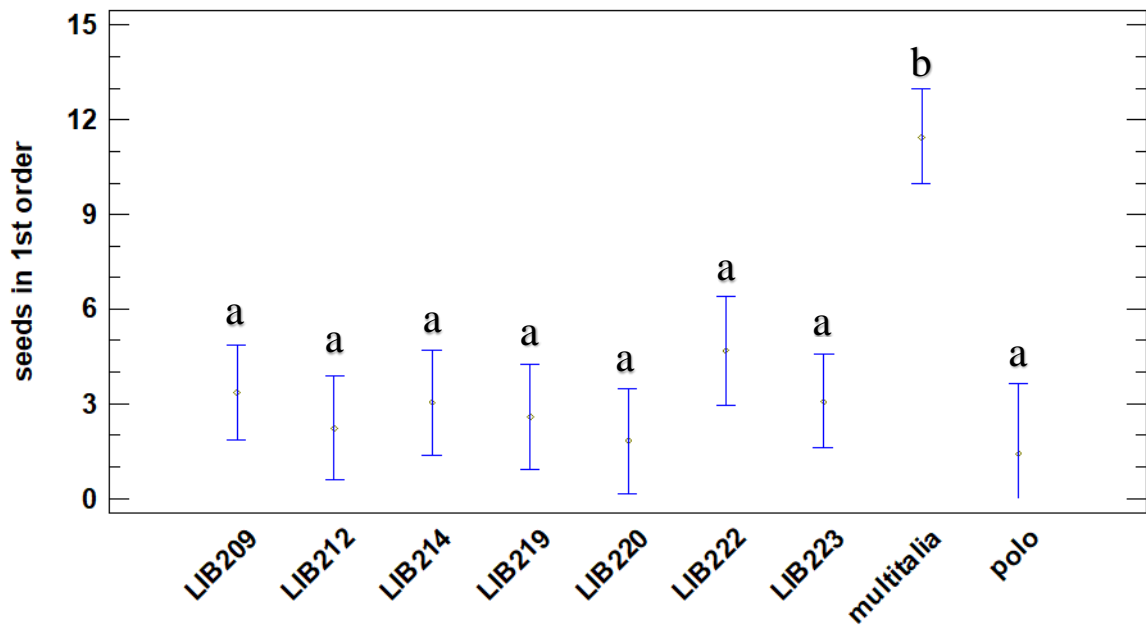
Γράφημα 4.14. Λοβοί στον 1^ο πλάγιο βλαστό. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «λοβοί στον 1ο πλάγιο βλαστό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία LIB209 διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από την LIB212, LIB220 και polo. Επίσης, η multitalia διαφέρει στατιστικώς σημαντικά με όλες τις ποικιλίες εκτός των LIB209 και LIB222.



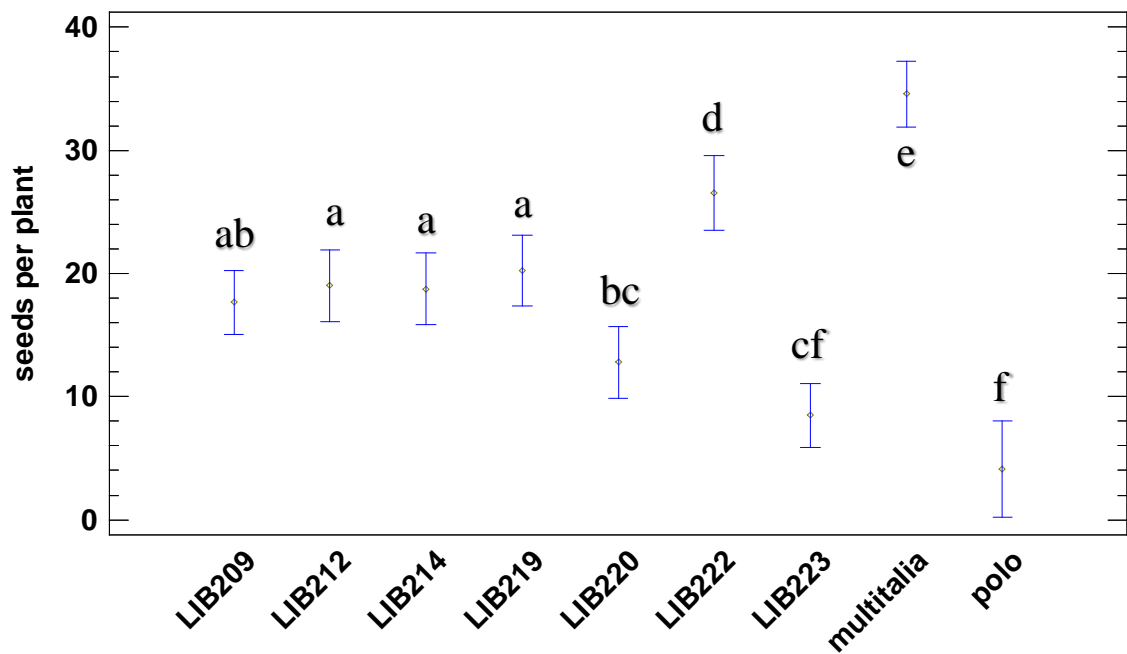
Γράφημα 4. 15. Σπόροι ανά λοβό. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «σπόροι ανά λοβό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες multitalia και LIB222 διαφέρουν μεταξύ τους και από τις άλλες 2 ομάδες (LIB214, LI209, LIB212, LIB219) και (polo, LIB223, LIB220) στατιστικώς σημαντικά.



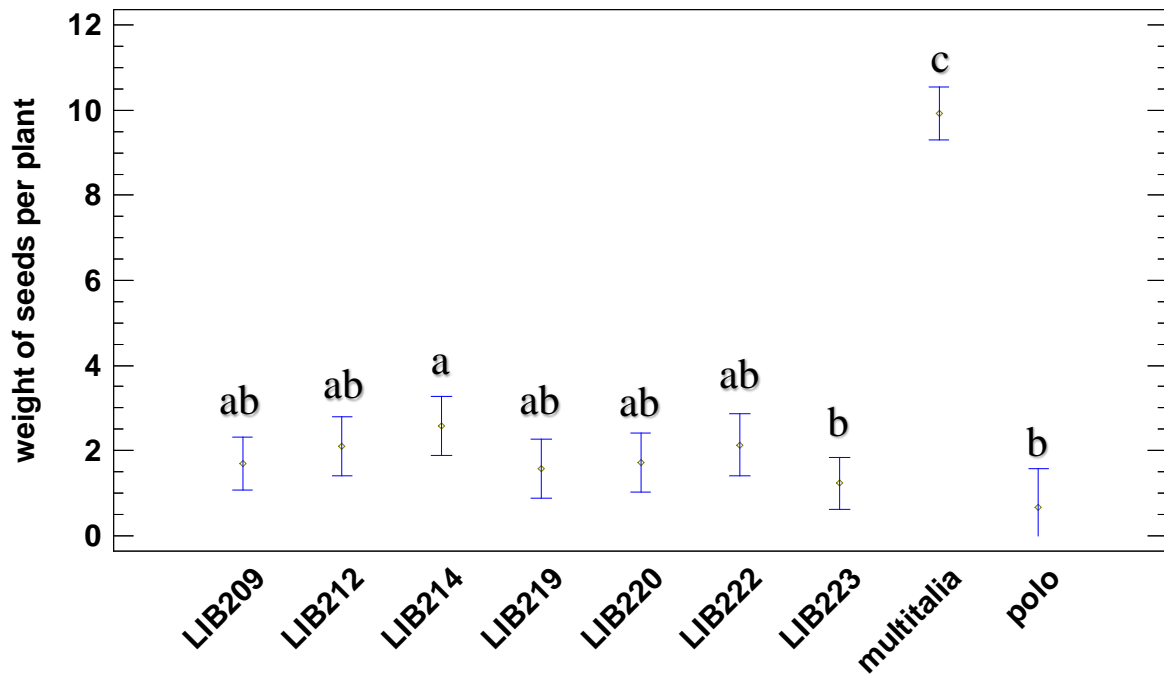
Γράφημα 4. 16. Σπόροι στην κύρια ανθοταξία . Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «σπόροι στην κύρια ανθοταξία» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες polo και LIB223 διαφέρουν από τις υπόλοιπες ποικιλίες στατιστικώς σημαντικά.



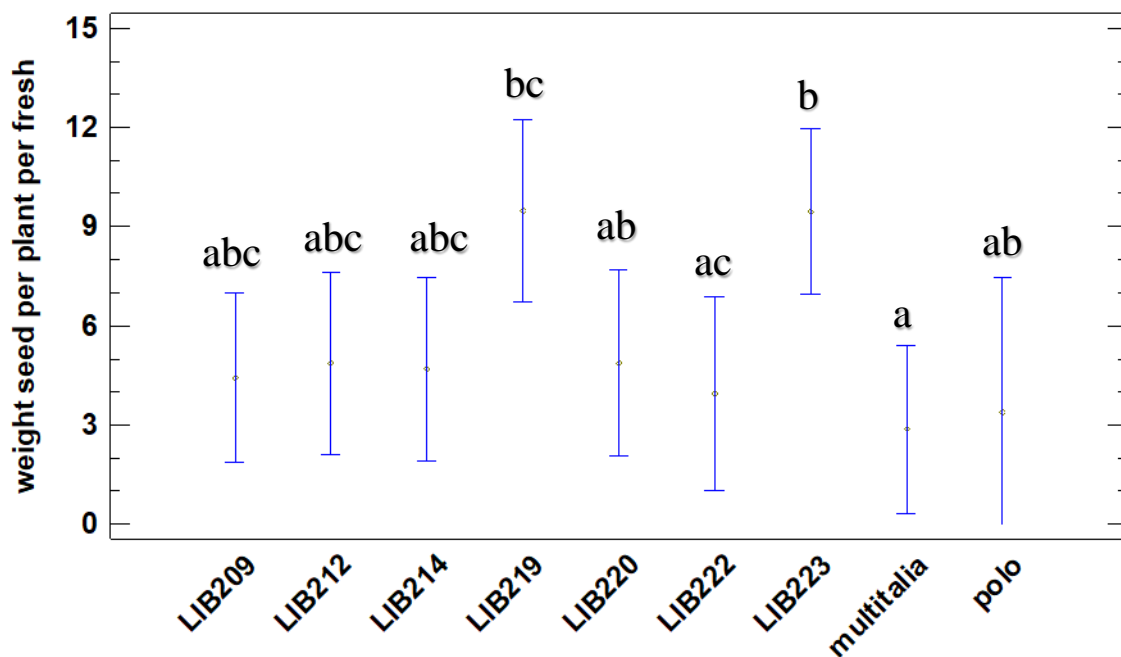
Γράφημα 4. 17. Σπόροι στην 1^η πλάγια ανθοταξία . Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «σπόροι στην 1η πλάγια ανθοταξία» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία multitalia διαφέρει από τις υπόλοιπες ποικιλίες στατιστικώς σημαντικά.



Γράφημα 4. 18. Σπόροι ανά φυτό. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «σπόροι ανά φυτό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες multitalia και LIB222 διαφέρουν μεταξύ τους και από τις υπόλοιπες ποικιλίες στατιστικώς σημαντικά.

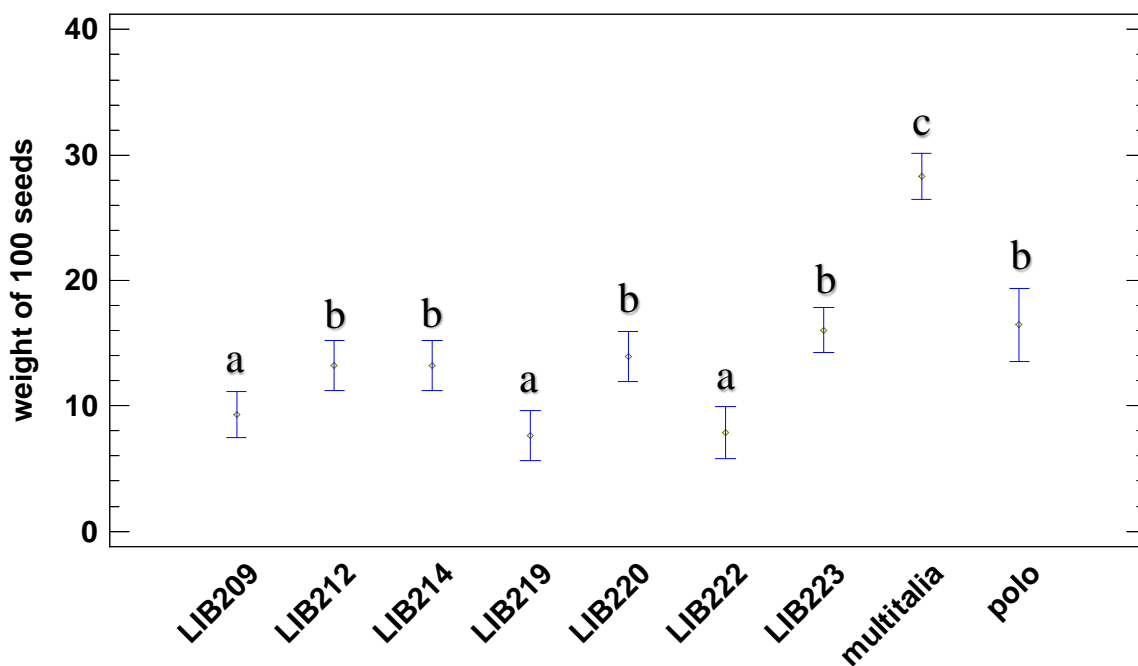


Γράφημα 4. 19. Συνολικό βάρος των σπόρων ανά φυτό (σε γραμμάρια). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «συνολικό βάρος των σπόρων ανά φυτό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία multitalia διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από τις υπόλοιπες.

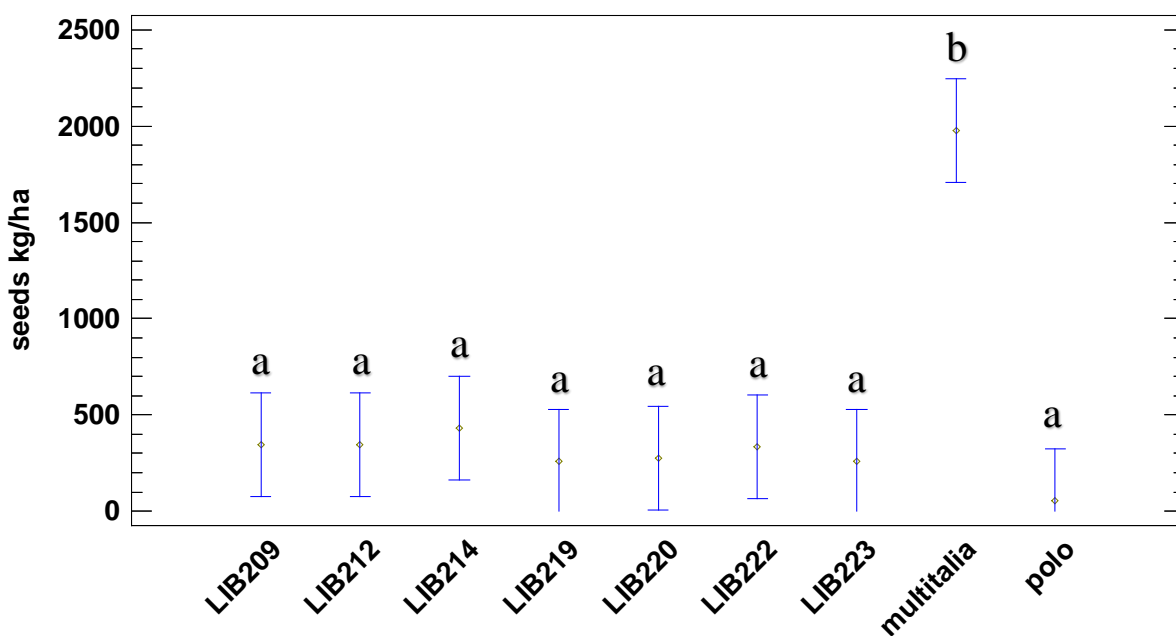


Γράφημα 4. 20. Συνολικό βάρος των σπόρων ανά νωπό φυτό (σε γραμμάρια). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «συνολικό βάρος των σπόρων ανά νωπό φυτό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία multitalia διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από την LIB219 και LIB223.

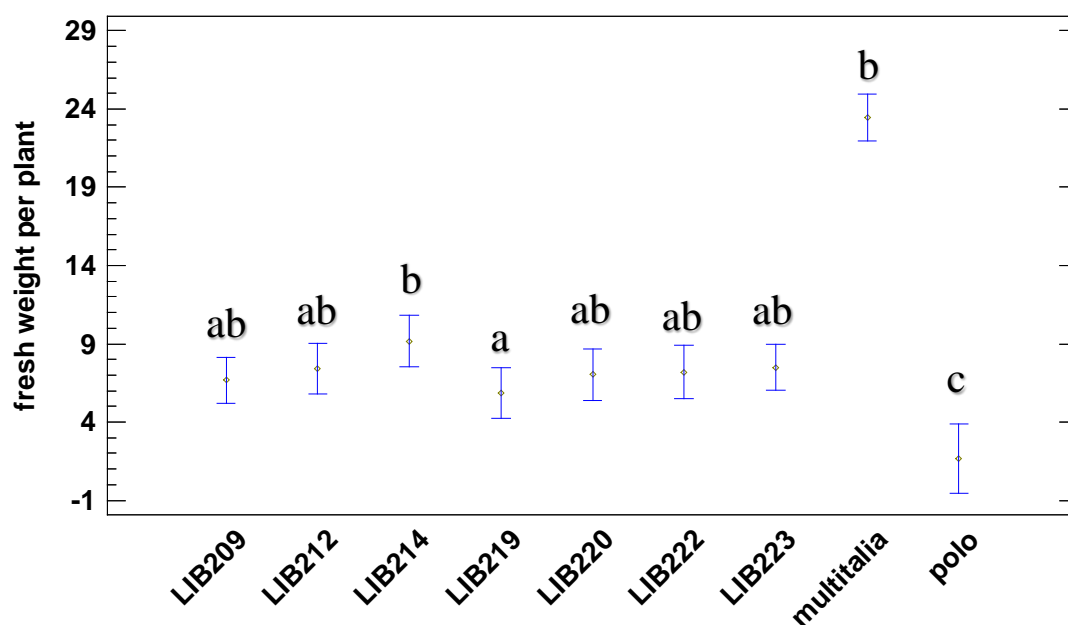
Στο πείραμα στον αγρό της Αθήνας το βάρος 100 σπόρων των cv. mutabilis ήταν κάτω από 20γρ. ενώ στην βιβλιογραφία καταγράφεται βάρος 21γρ. (Qi et al., 1999).



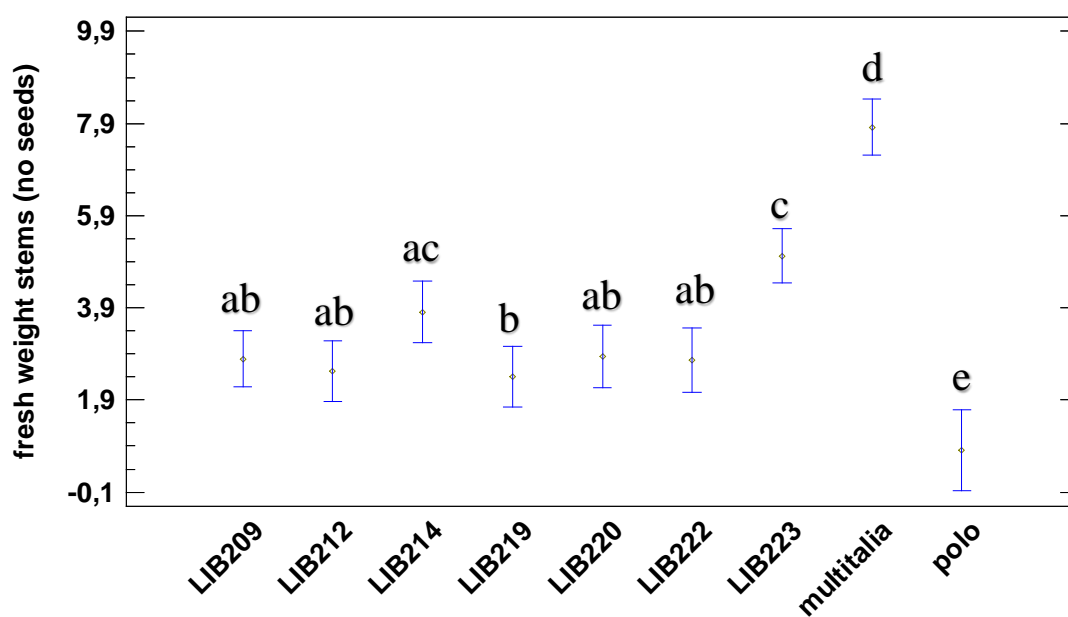
Γράφημα 4. 21. Βάρος 100 σπόρων (σε γραμμάρια). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «συνολικό βάρος των σπόρων ανά φυτό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία multitalia διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από τις υπόλοιπες.



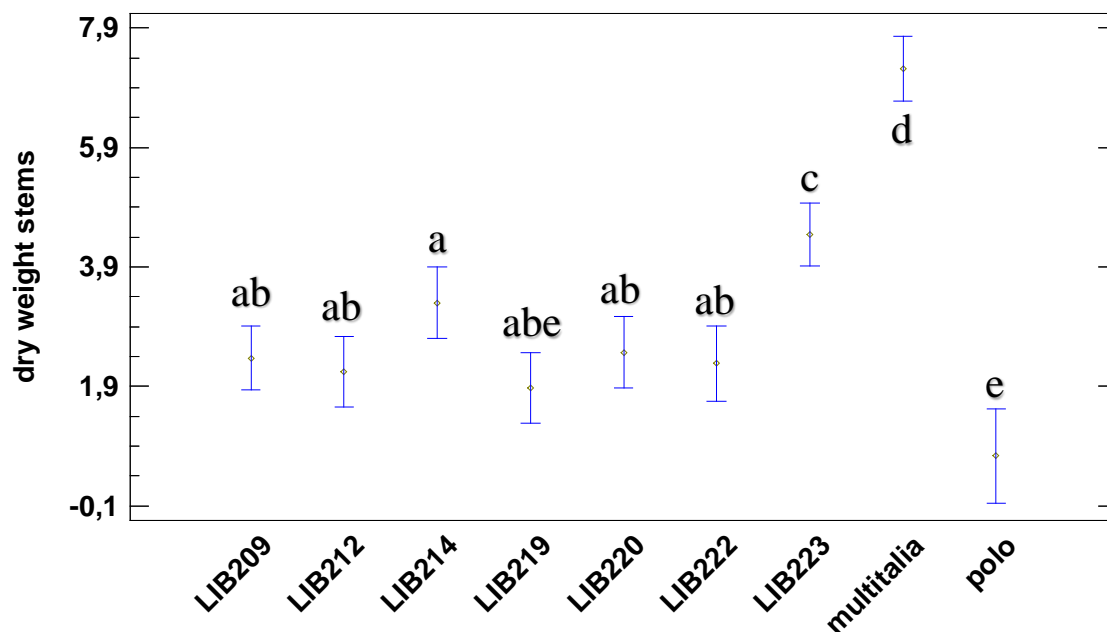
Γράφημα 4. 22. Συνολικό βάρος των σπόρων ανά εκτάριο (σε kg/ha). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «συνολικό βάρος των σπόρων ανά εκτάριο» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία multitalia διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από όλες τις υπόλοιπες οι οποίες σχηματίζουν μια στατιστική ομάδα.



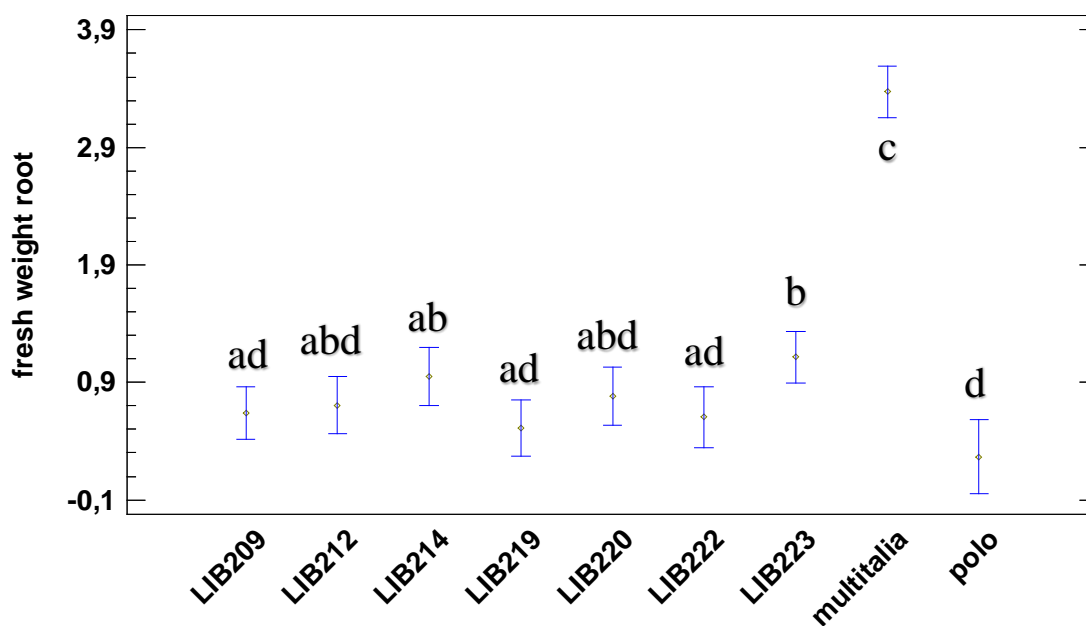
Γράφημα 4. 23. Νωπό βάρος φυτού (σε γραμμάρια). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «νωπό βάρος φυτού» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες multitalia και polo διαφέρουν μεταξύ τους και από τις άλλες ομάδες στατιστικώς σημαντικά.



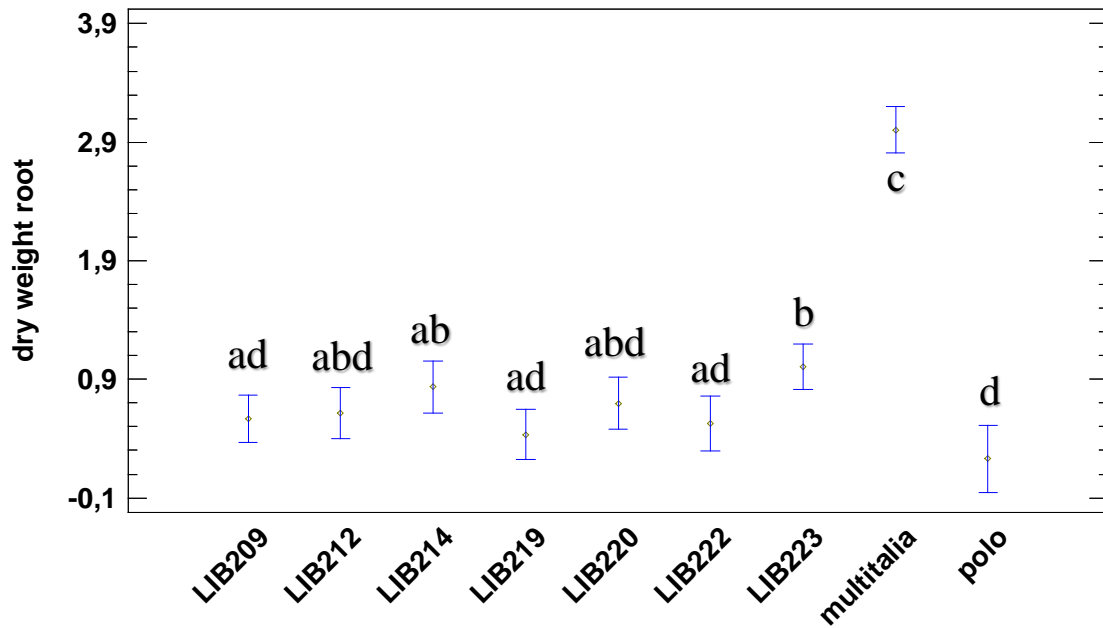
Γράφημα 4. 24. Νωπό βάρος βλαστών χωρίς σπόρους (σε γραμμάρια). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «νωπό βάρος βλαστών χωρίς σπόρους» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες multitalia και polo διαφέρουν μεταξύ τους και από τις άλλες ομάδες στατιστικώς σημαντικά.



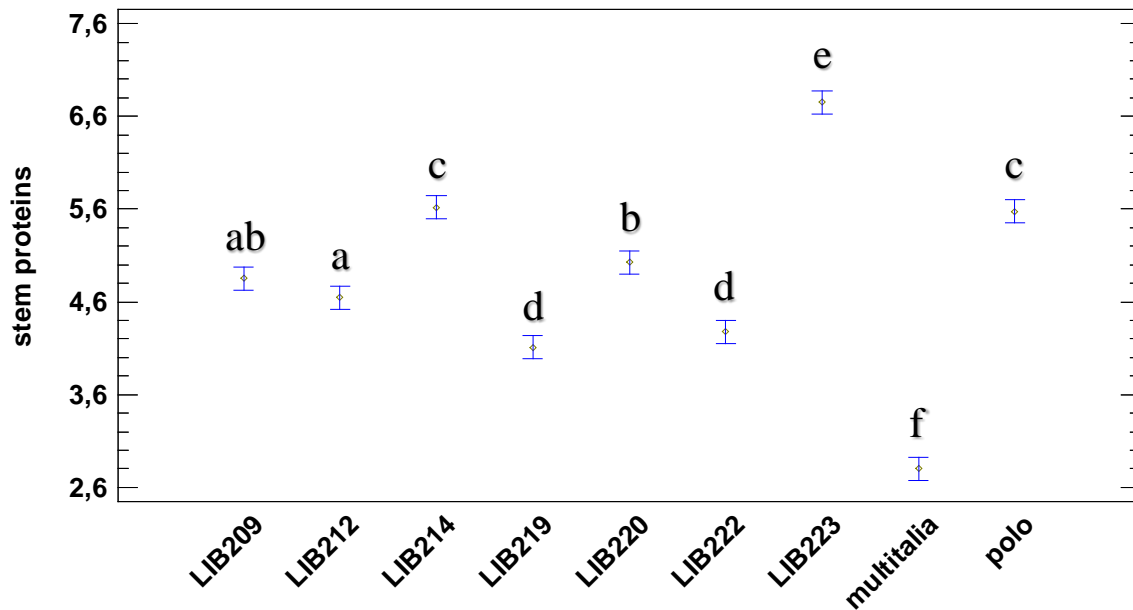
Γράφημα 4. 25. Ξηρό βάρος βλαστών (σε γραμμάρια). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «ξηρό βάρος βλαστών» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες multitalia και LIB223 διαφέρουν μεταξύ τους και από τις άλλες ομάδες στατιστικώς σημαντικά.



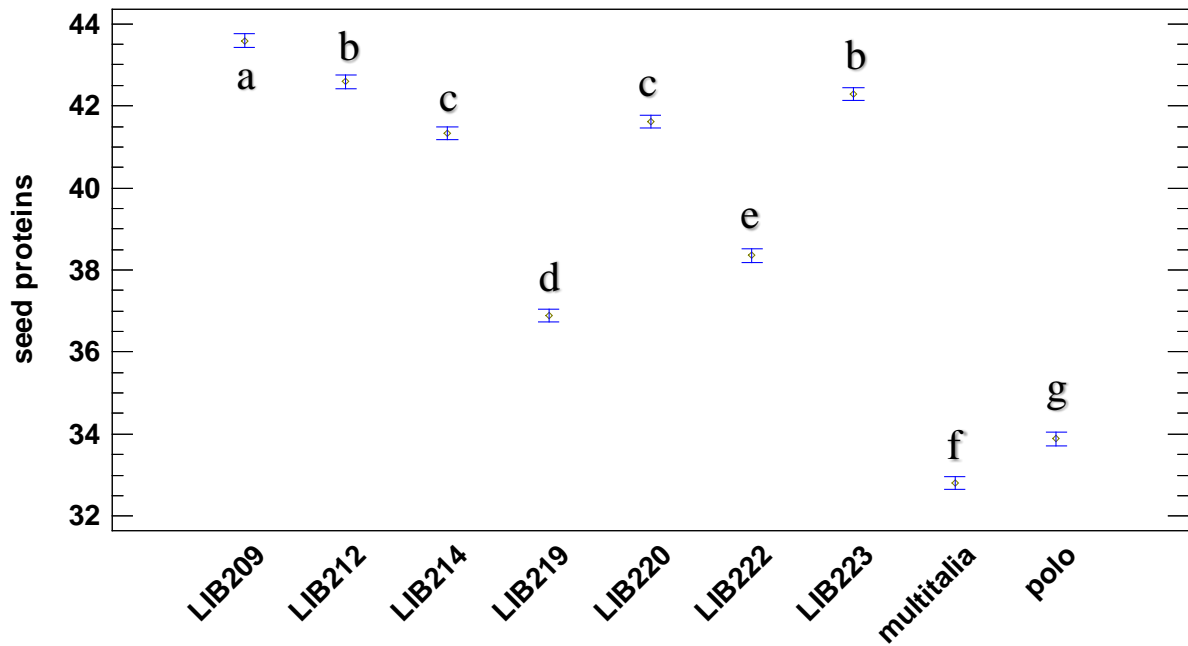
Γράφημα 4. 26. Νωπό βάρος ριζών (σε γραμμάρια). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «νωπό βάρος ριζών» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία multitalia διαφέρει από τις υπόλοιπες ομάδες στατιστικώς σημαντικά.



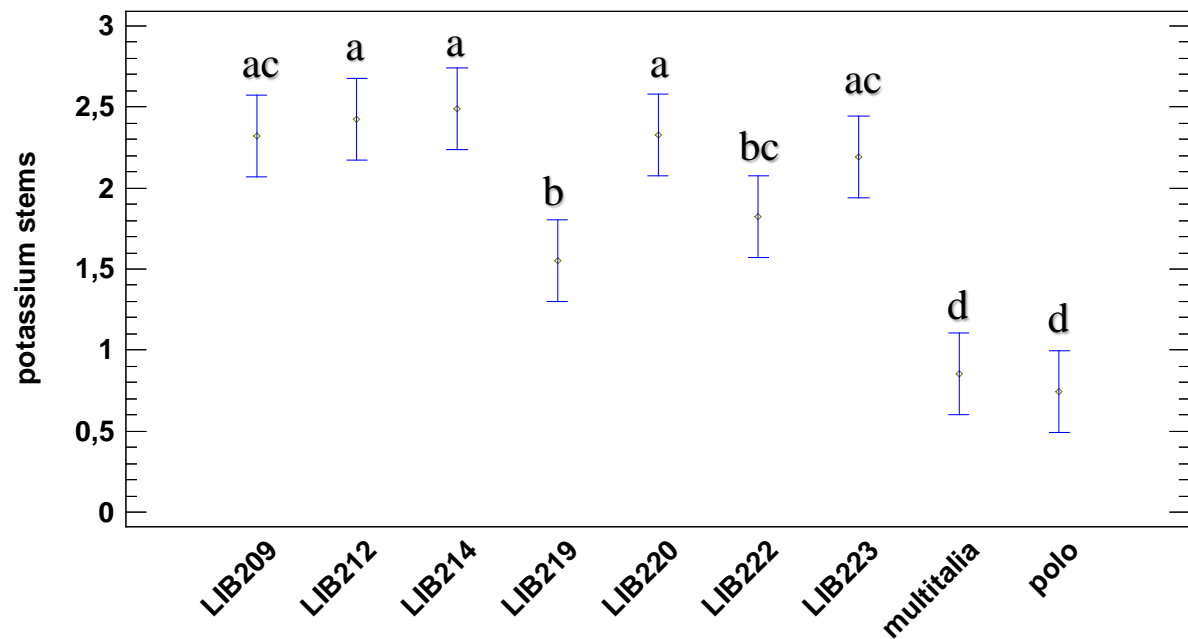
Γράφημα 4. 27. Ξηρό βάρος ριζών (σε γραμμάρια). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «ξηρό βάρος ριζών» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία multitalia διαφέρει από τις υπόλοιπες ομάδες στατιστικώς σημαντικά.



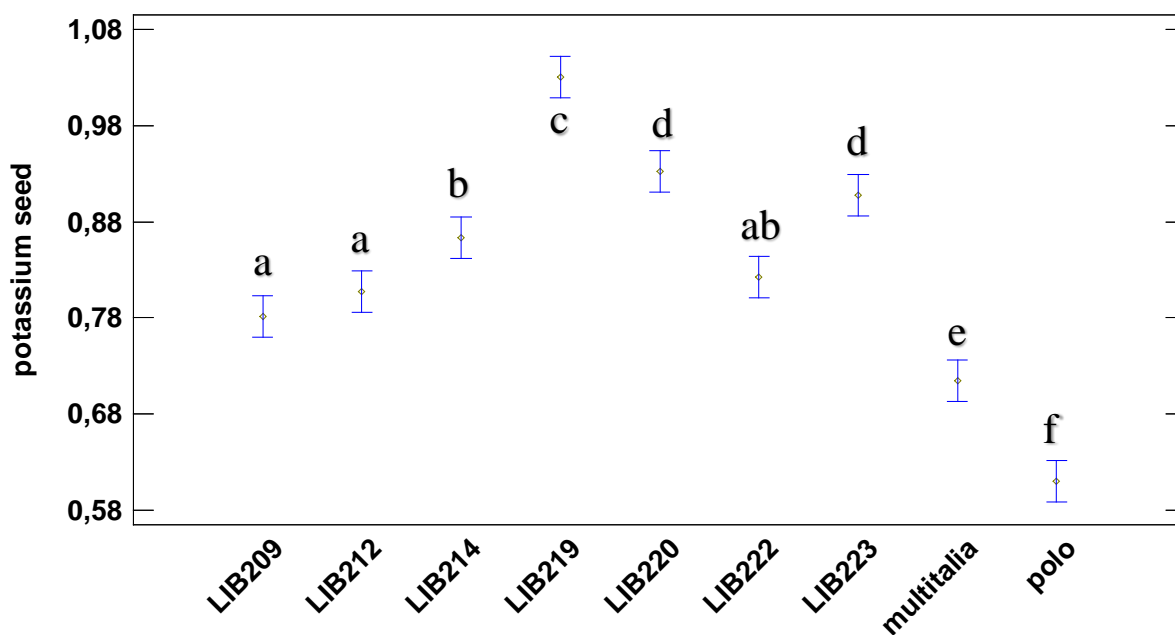
Γράφημα 4. 28. Ποσοστό ολικών αζωτούχων ενώσεων στον βλαστό (%). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «ποσοστό ολικών αζωτούχων ενώσεων στον βλαστό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες multitalia και LIB223 διαφέρουν μεταξύ τους και από τις άλλες ομάδες (LIB219, LIB222), (LIB212, LIB209), (LIB209, LIB220) και (polo, LIB214) στατιστικώς σημαντικά.



Γράφημα 4. 29. Ποσοστό ολικών αζωτούχων ενώσεων στον σπόρο (%). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «ποσοστό ολικών αζωτούχων ενώσεων στον σπόρο» είναι στατιστικώς σημαντικό ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες (LIB212, LIB223) και (LIB214, LIB222) δημιουργούν στατιστική ομάδα και οι υπόλοιπες ποικιλίες διαφέρουν μεταξύ τους και από τις υπόλοιπες στατιστικώς σημαντικά.



Γράφημα 4. 30. Περιεκτικότητα καλίου στον βλαστό (ppm). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «περιεκτικότητα καλίου στον βλαστό» είναι στατιστικώς σημαντικό ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες polo και multitalia διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά από τις υπόλοιπες και δημιουργούνται οι στατιστικές ομάδες που καταγράφονται με τα γράμματα a, b, c και d.



Γράφημα 4. 31. Περιεκτικότητα καλίου στον σπόρο (ppm). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «περιεκτικότητα καλίου στον σπόρο» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες polo και multitalia διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους και από όλες τις υπόλοιπες και δημιουργούνται οι στατιστικές ομάδες που καταγράφονται με τα γράμματα a, b, c, d, e και ef.

Στον Πίνακα 4. 1 καταγράφονται οι συσχετίσεις ανάμεσα στο κάλιο και στις ολικές αζωτούχες ενώσεις στον βλαστό και στον σπόρο. Οι συντελεστές συσχέτισης Pearson και Spearman κυμαίνονται μεταξύ -1 και +1 και μετρούν την γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών. Οι τιμές P κάτω από 0,05 δείχνουν στατιστικά σημαντικές μη μηδενικές συσχετίσεις στο επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%. Το ζεύγος μεταβλητών με τιμή P κάτω από 0,05 είναι το: «Κάλιο στον βλαστό και πρωτεΐνη στον σπόρο» με τον συντελεστή συσχέτισης να είναι θετικός.

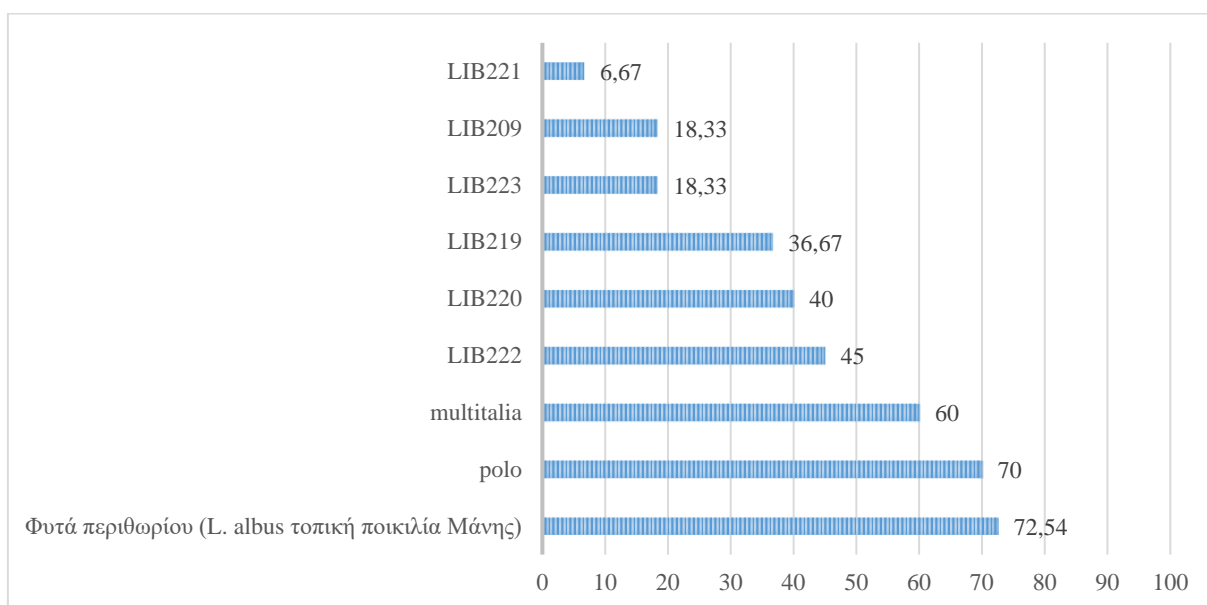
Πίνακας 4. 1. Πίνακας συσχετίσεων κατά Pearson σε κάθε ζεύγους μεταβλητών. Σε παρένθεση είναι οι P-value

	Κάλιο βλαστού	Κάλιο σπόρου	Πρωτεΐνη σπόρου	Πρωτεΐνη βλαστού
Κάλιο βλαστού		0,2356	0,8615	0,2976
		(0,5417)	(0,0028)	(0,4368)
Κάλιο σπόρου	0,2356		0,4439	0,1210
	(0,5417)		(0,2314)	(0,7566)
Πρωτεΐνη σπόρου	0,8615	0,4439		0,5252
	(0,0028)	(0,2314)		(0,1465)
Πρωτεΐνη βλαστού	0,2976	0,1210	0,5252	
	(0,4368)	(0,7566)	(0,1465)	

4.3. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΜΑΝΗ

Οι παρατηρήσεις για την στατιστική ανάλυση, που καταγράφηκαν στην αρχή του Κεφαλαίου 4, ισχύουν και για την στατιστική ανάλυση της Μάνης, ωστόσο, είναι σημαντικό να σχολιαστεί ότι τα φυτά στην Μάνη ήταν λιγότερα σε αριθμό και ειδικά ο αριθμός των φυτών στην ποικιλία LIB221 είναι ο μικρότερος όλων των άλλων και ως εκ τούτου, στα γραφήματα που ακολουθούν το διάστημα LSD των μέσω τιμών της ποικιλίας αυτής είναι μεγαλύτερο των άλλων ποικιλιών.

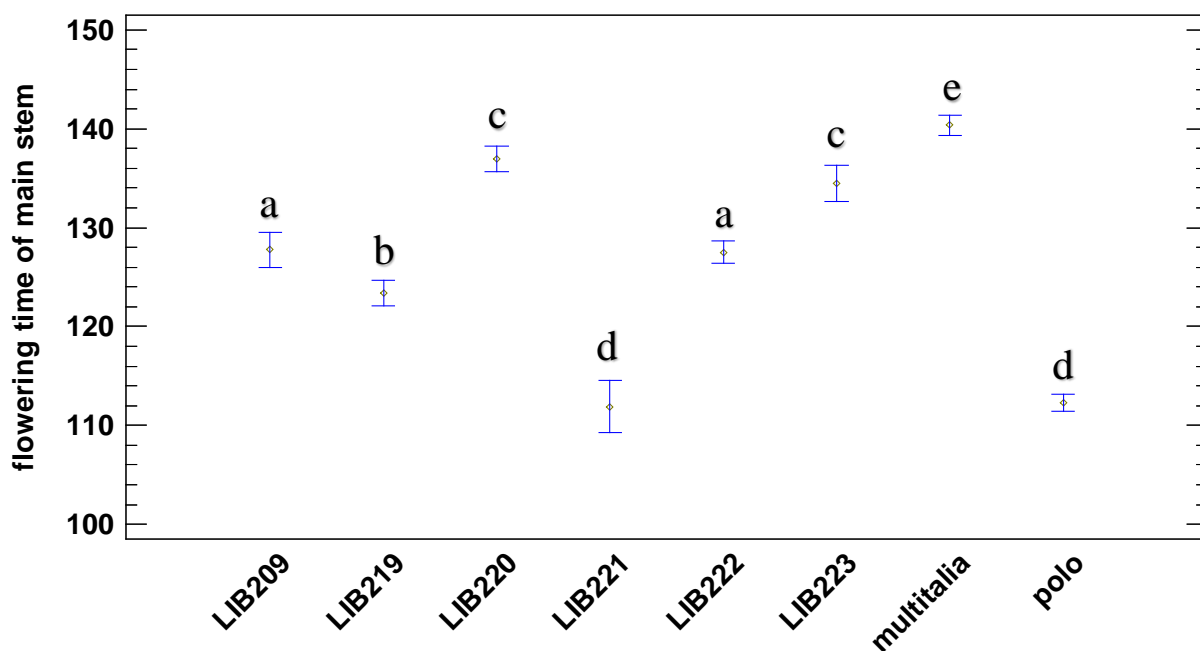
Στον αγρό της Μάνης τα ποσοστά βλαστικότητας ήταν πολύ μικρά για τις ποικιλίες των *Lupinus mutabilis* (Γράφημα 4. 28). Για τις εμπορικές ποικιλίες POLO και MULTITALIA τα ποσοστά ήταν ψηλότερα από αυτά των *L. mutabilis* παραμένουν όμως και αυτά αρκετά χαμηλά



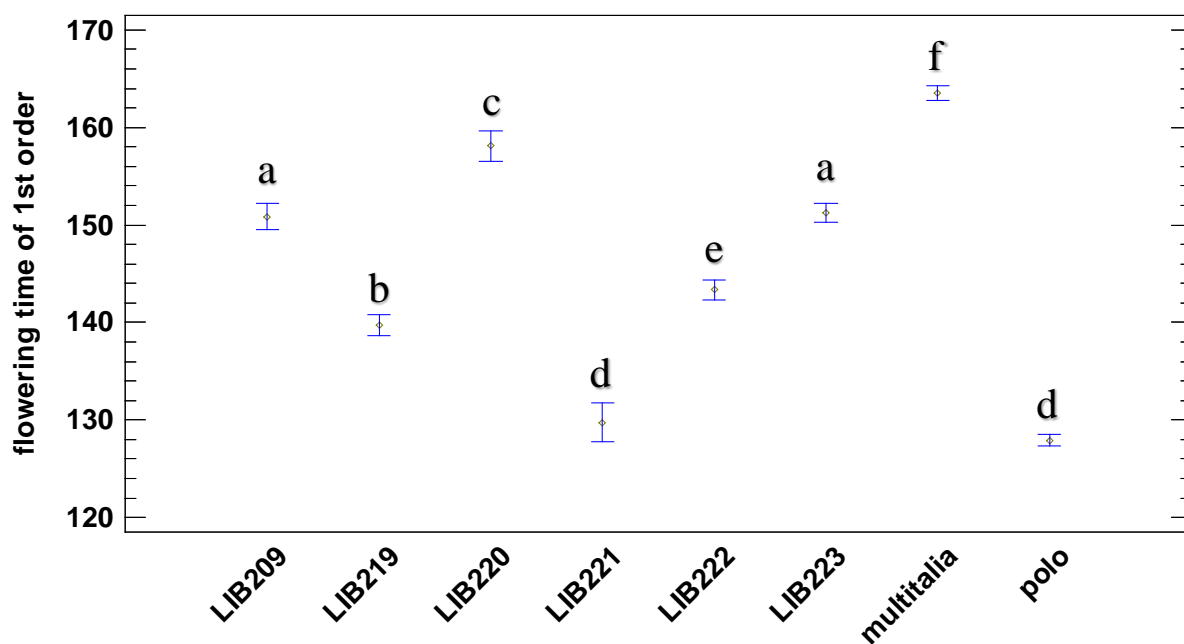
Γράφημα 4. 32. Ποσοστό βλάστησης (%) στον αγρό της Μάνης ανά ποικιλία. Καταγράφηκε εκτός των πειραματικών ποικιλιών και το ποσοστό προβλάστησης των φυτών της τοπικής ποικιλίας της περιοχής *L. albus* που χρησιμοποιήθηκαν ως φυτά περιθωρίου.

Στην πλειοψηφία των κάτωθι γραφημάτων παρατηρούμε την ποικιλία LIB223 να έχει την καλύτερη ανάπτυξη από όλες τις άλλες σε όλα σχεδόν τα χαρακτηριστικά (ύψος, αριθμός 1^{ου} πλαγίων, μήκος 1^{ου} πλαγίων, αριθμός ανθών κ.α.) (βλ. Γράφημα 4. 25, 4. 26, 4. 27, 4. 28, 4. 29, 4. 31 κ.α.) εκτός από τον αριθμό φύλλων όπου είναι στην ίδια στατιστική ομάδα με τις εμπορικές ποικιλίες polo και multitalia (βλ. Γράφημα 4. 30) και στο μήκος των ανθών, όπου

στον κύριο βλαστό είναι στην ίδια ομάδα με την LIB221 και την multitalia και στον πλάγιο βλαστό η LIB221 ξεπερνάει όλες τις ποικιλίες (βλ. Γράφημα 4. 32 και 4. 33).

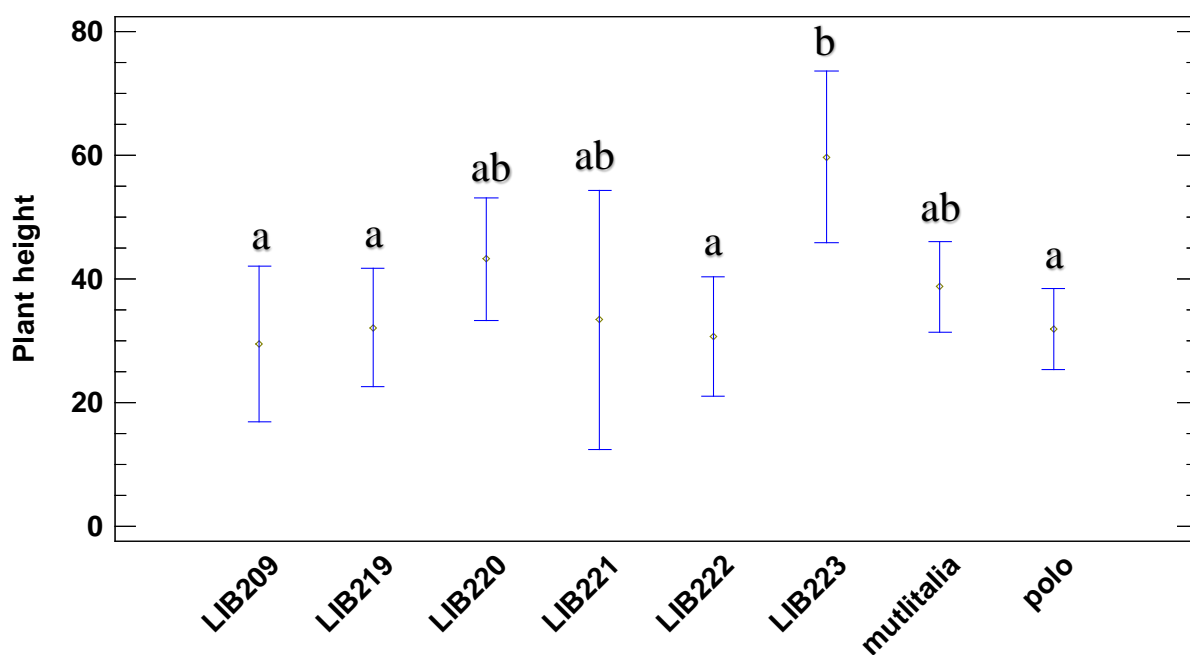


Γράφημα 4. 33. Ημέρες έως την άνθηση της κύριας ανθοταξίας όταν το 50% των φυτών έχει τρία πλήρως ανθισμένα άνθη. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «ημέρες έως την άνθηση της κύριας ανθοταξίας» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD δημιουργούνται οι στατιστικές ομάδες (polo, LIB221), (LIB219), (LIB209, LIB222), (LIB220, LIB223) και (multitalia).

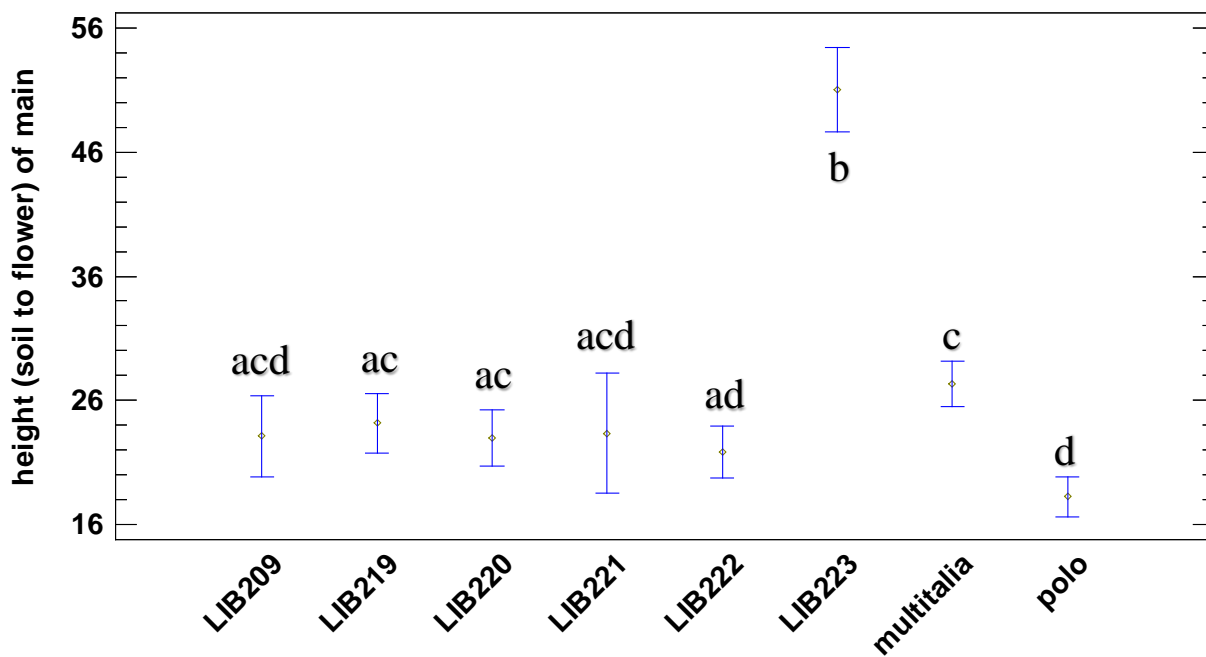


Γράφημα 4. 34. Ημέρες έως την άνθηση της 1^{ης} πλάγιας ανθοταξίας όταν το 50% των φυτών έχει τρία πλήρως ανθισμένα άνθη. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «ημέρες έως την άνθηση

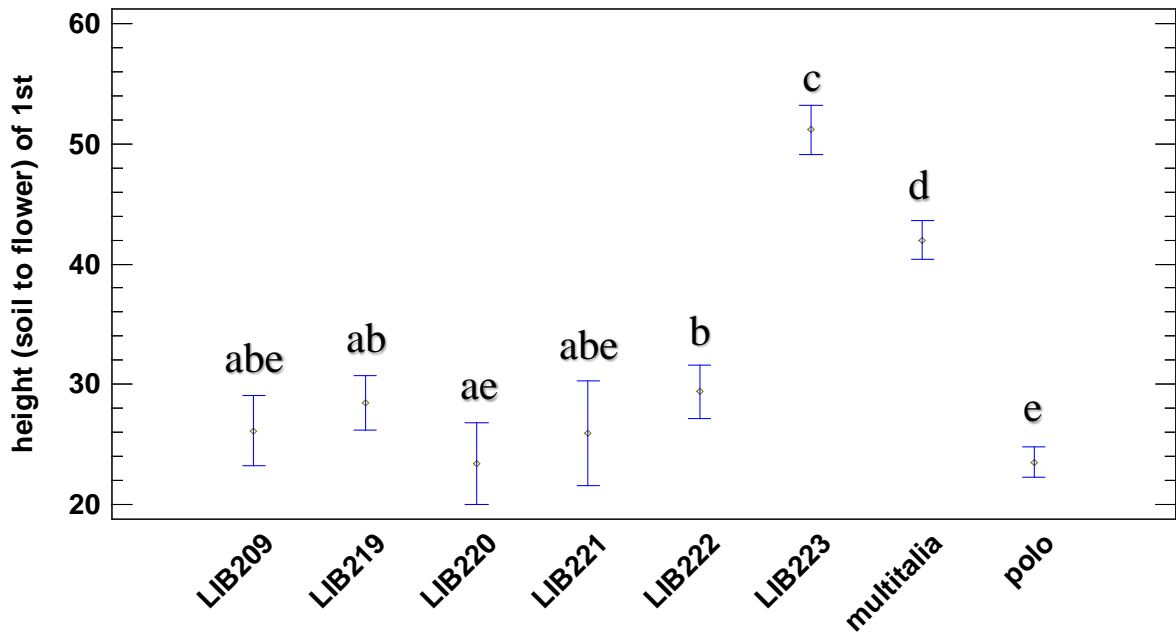
της 1^{ης} πλάγιας ανθοταξίας» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD δημιουργούνται οι στατιστικές ομάδες (polo, LIB221), (LIB219), (LIB222), (LIB209, LIB223), (LIB220), και (multitalia).



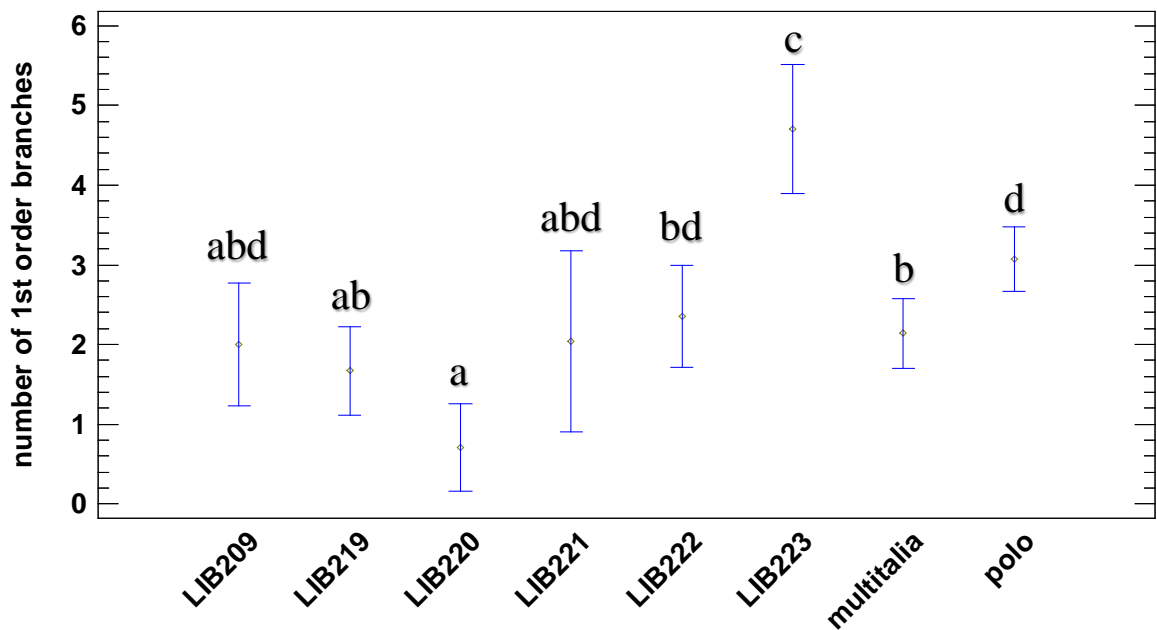
Γράφημα 4. 35. Ύψος φυτού (σε εκατοστά). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «ύψος φυτού» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία LIB223 διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από τις LIB209, LIB219, LIB222 και polo.



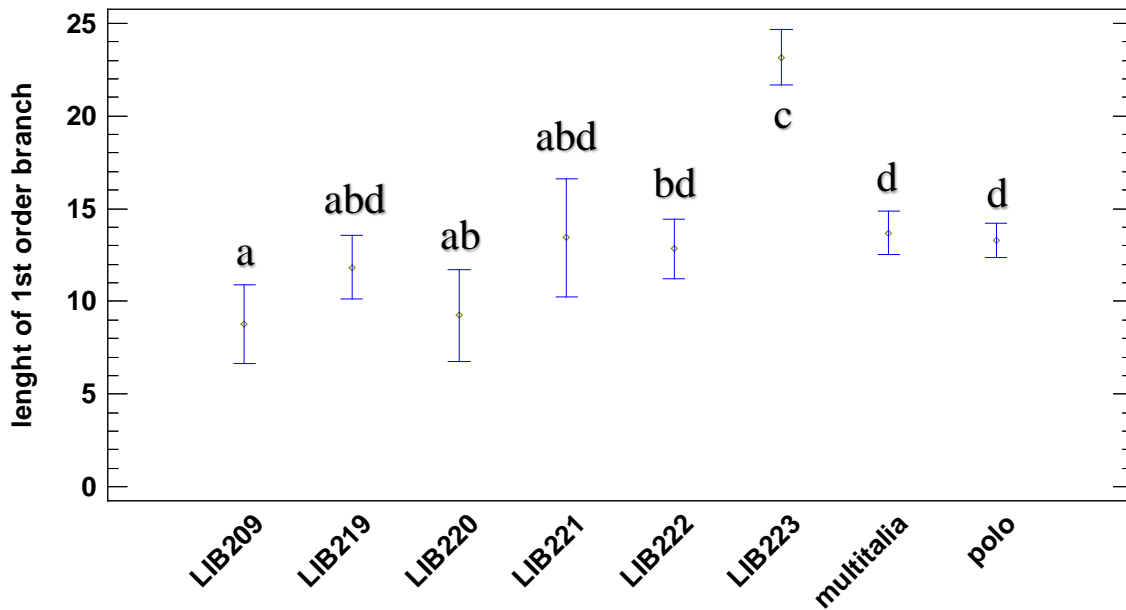
Γράφημα 4. 36. Ύψος, από το έδαφος, του άνθους στον κύριο βλαστό όταν έχει ανθήσει πλήρως (σε εκατοστά). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «ύψος, από το έδαφος, του άνθους στον κύριο βλαστό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία LIB223 διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από όλες τις υπόλοιπες.



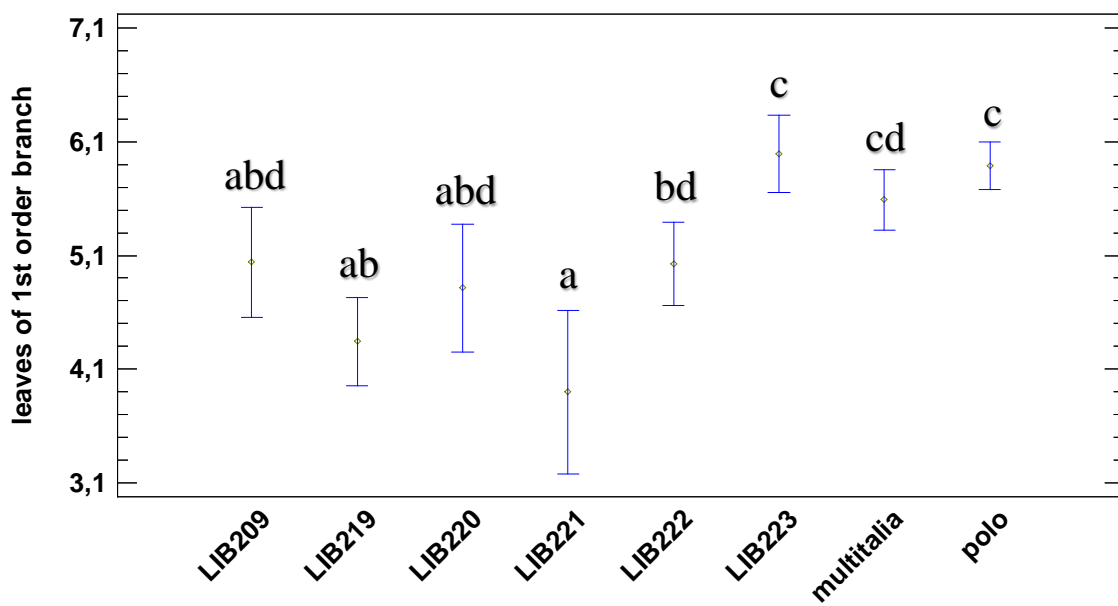
Γράφημα 4. 37. Ύψος, από το έδαφος, του άνθους στον 1^ο πλάγιο βλαστό όταν έχει ανθήσει πλήρως (σε εκατοστά). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «ύψος, από το έδαφος, του άνθους στον 1^ο πλάγιο βλαστό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες LIB223 και multitalia διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους και από όλες τις υπόλοιπες.



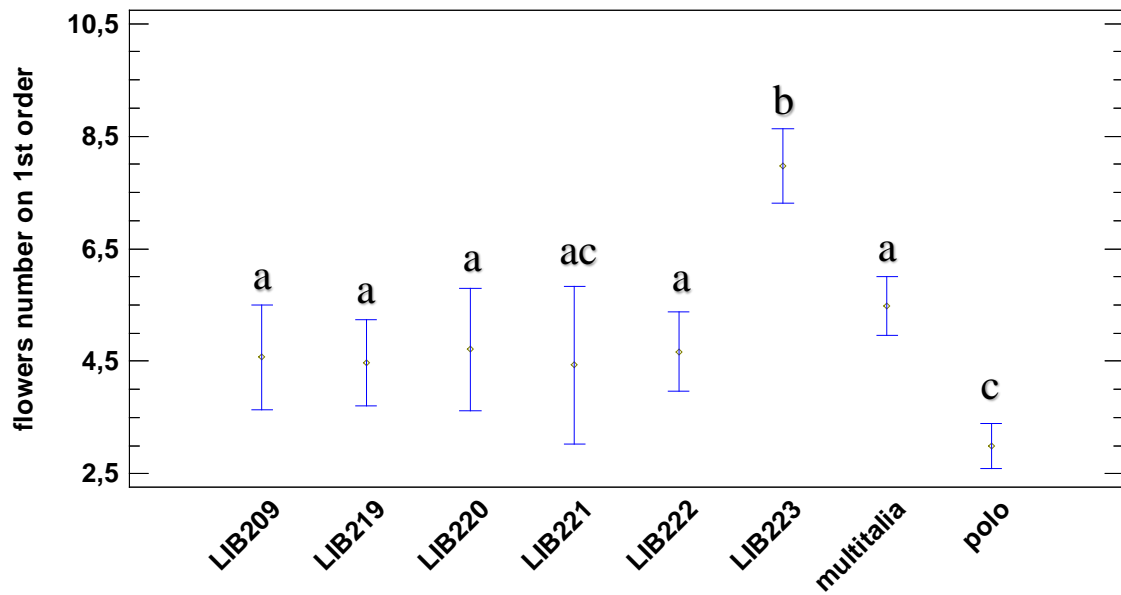
Γράφημα 4. 38. Αριθμός 1^ον πλάγιων βλαστών. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «αριθμός 1^ον πλάγιων βλαστών» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία LIB223 διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από όλες τις υπόλοιπες.



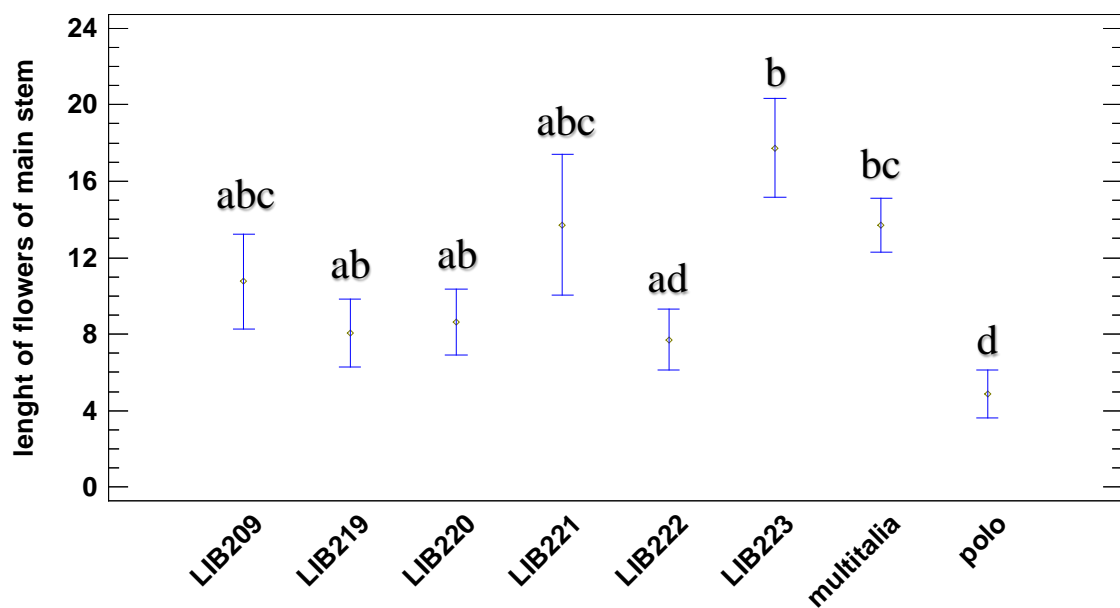
Γράφημα 4. 39. Μήκος 1^{ου} πλάγιων βλαστών. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «μήκος 1ων πλάγιων βλαστών» είναι στατιστικώς σημαντικός (P-value≤0,05). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία LIB223 διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από όλες τις υπόλοιπες.



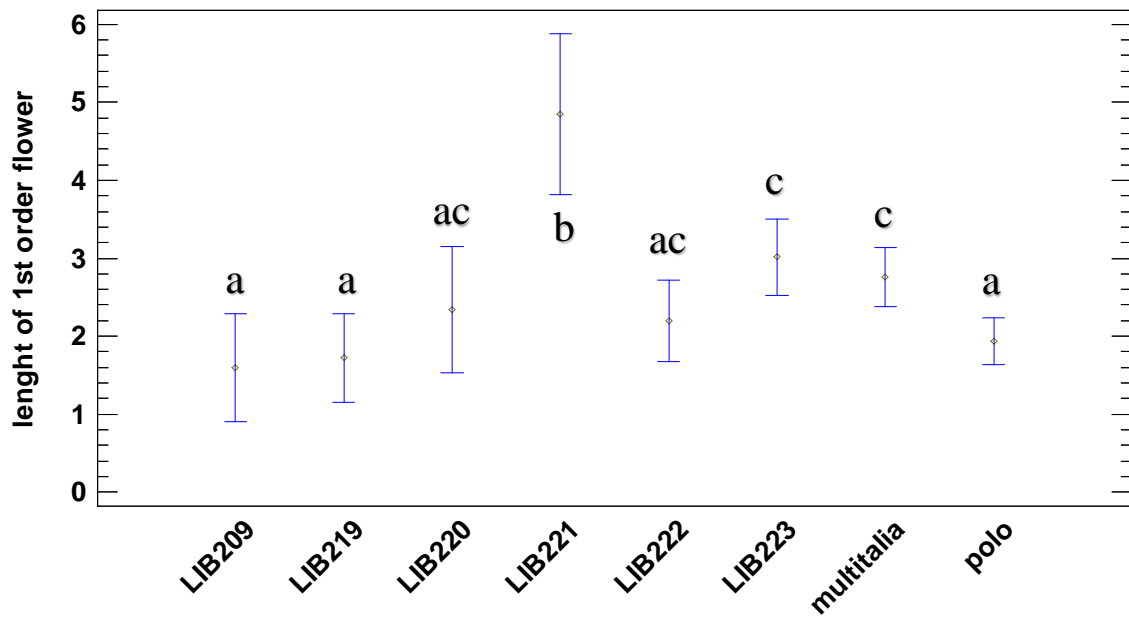
Γράφημα 4. 40. Αριθμός φύλλων στον 1^ο πλάγιο βλαστό. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «αριθμός φύλλων στον 1ο πλάγιο βλαστό» είναι στατιστικώς σημαντικός (P-value≤0,05). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες ομαδοποιούνται στατιστικά όπως φαίνεται στο γράφημα στις ομάδες a, b, c και d.



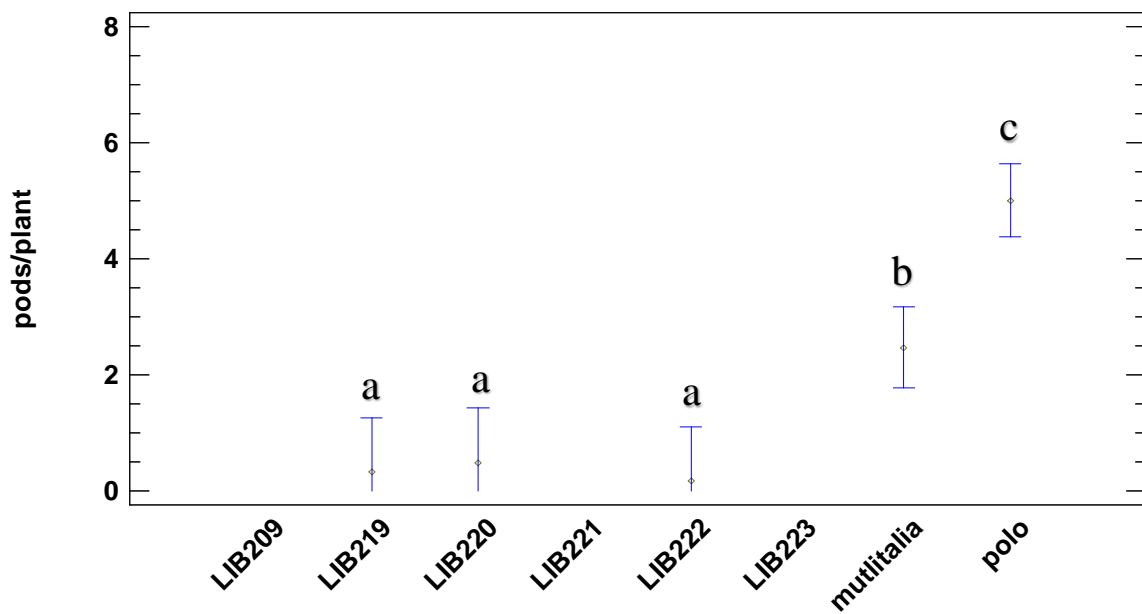
Γράφημα 4. 41. Αριθμός ανθών στον 1^ο πλάγιο βλαστό. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «αριθμός ανθών στον 1ο πλάγιο βλαστό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία LIB223 διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από όλες τις υπόλοιπες. Επίσης, δημιουργούνται οι στατιστικές ομάδες (LIB209, LIB219, LIB220, LIB221, LIB222, multitalia) και (LIB221, polo).



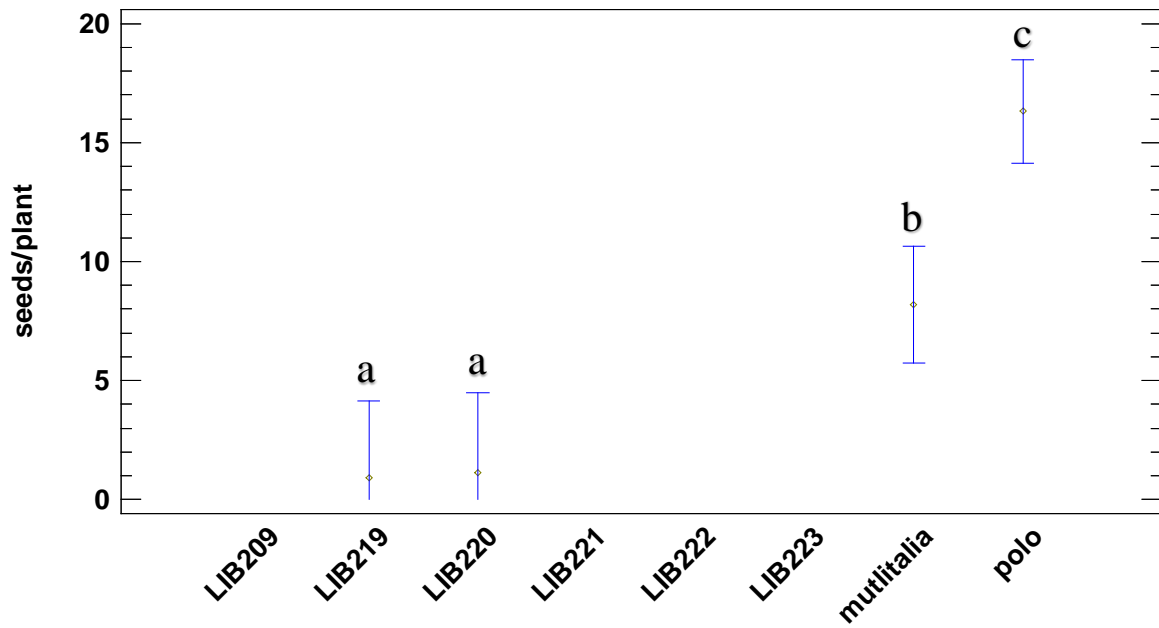
Γράφημα 4. 42. Μήκος των ανθών στον κύριο βλαστό. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «μήκος των ανθών στον κύριο βλαστό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία LIB223 διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από όλες τις υπόλοιπες. Επίσης, δημιουργούνται οι στατιστικές ομάδες a, b, c και d.



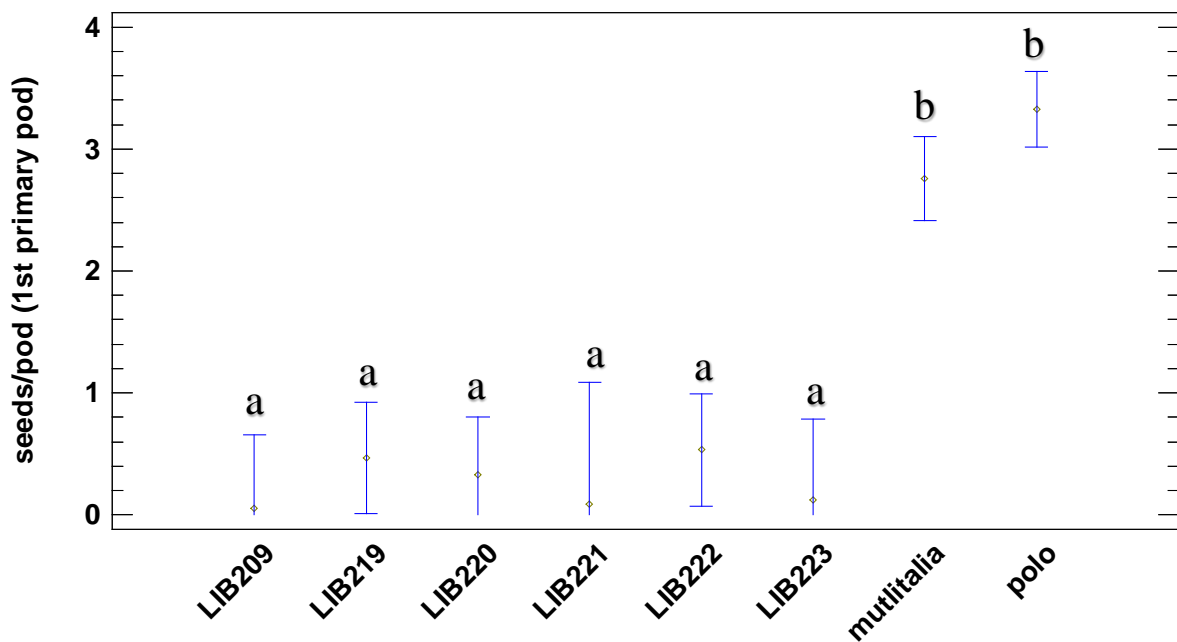
Γράφημα 4. 43. Μήκος των ανθών στον 1^ο πλάγιο βλαστό. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «μήκος των ανθών στον 1^ο πλάγιο βλαστό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία LIB221 διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από όλες τις υπόλοιπες. Επίσης, δημιουργούνται οι στατιστικές ομάδες (LIB209, LIB219, LIB220, LIB222, polo) και (LIB220, LIB222, LIB223, multitalia).



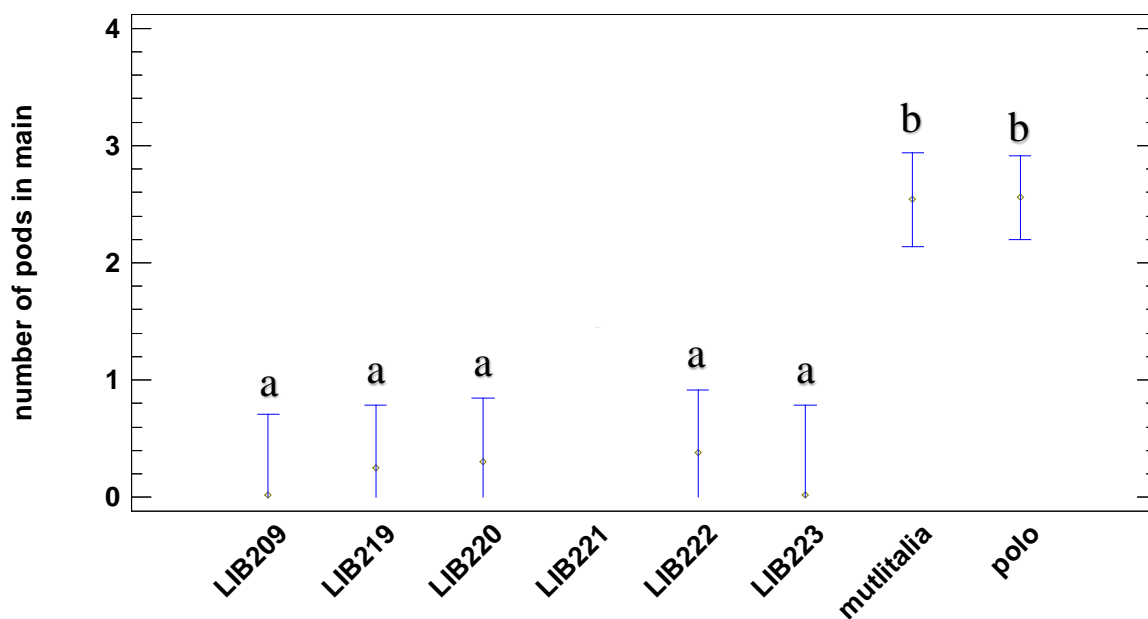
Γράφημα 4. 44. Λοβοί ανά φυτό. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «λοβοί ανά φυτό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες multitalia και polo διαφέρουν μεταξύ τους και από τις υπόλοιπες ποικιλίες στατιστικώς σημαντικά.



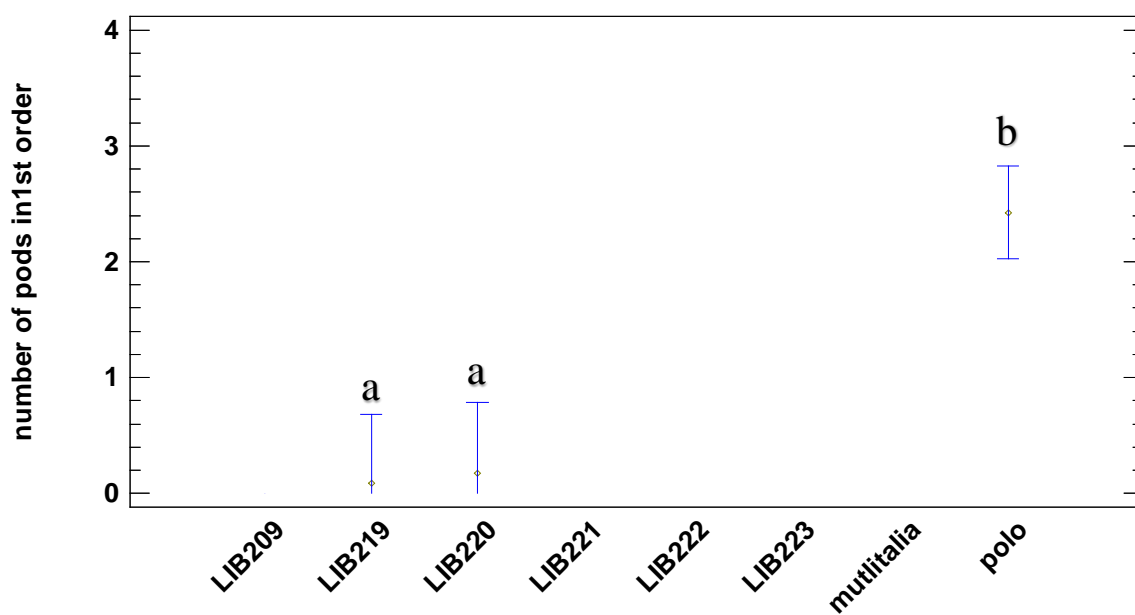
Γράφημα 4. 45. Σπόροι ανά φυτό. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «σπόροι ανά φυτό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες multitalia και polo διαφέρουν μεταξύ τους και από τις υπόλοιπες ποικιλίες στατιστικώς σημαντικά.



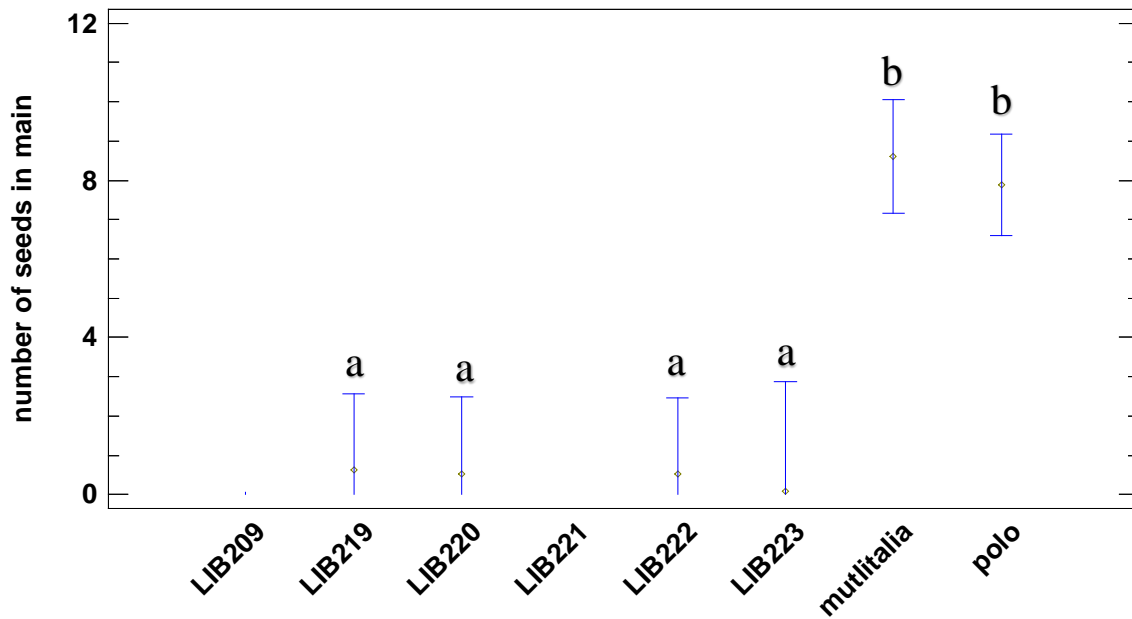
Γράφημα 4. 46. Σπόροι ανά λοβό στην 1^η πλάγια ταξιανθία. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «σπόροι ανά λοβό στην 1^η πλάγια ταξιανθία» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες multitalia και polo διαφέρουν από τις υπόλοιπες ποικιλίες στατιστικώς σημαντικά.



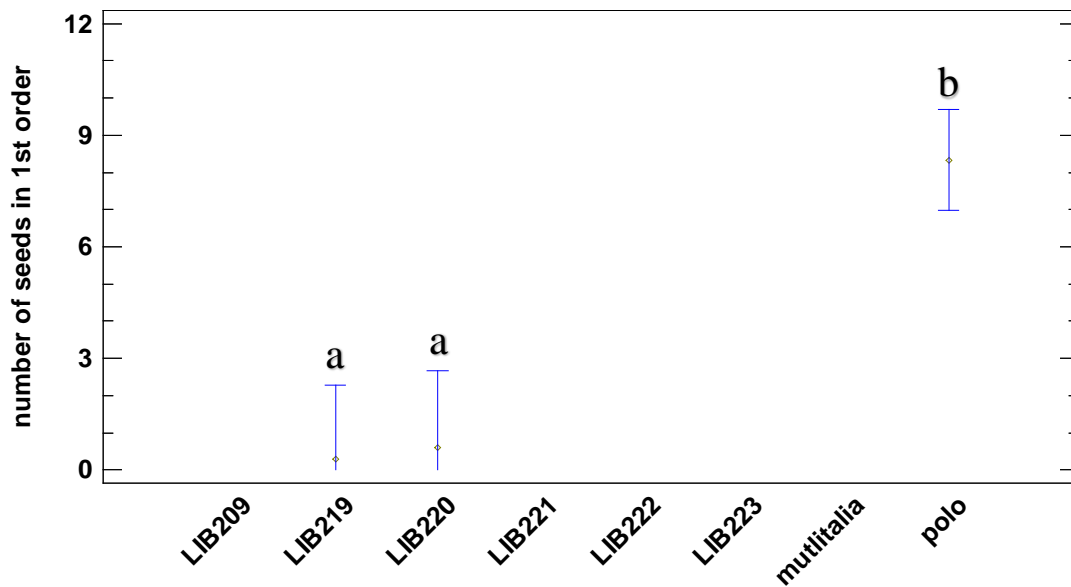
Γράφημα 4. 47. Λοβοί στον κύριο βλαστό. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «λοβοί στον κύριο βλαστό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες multitalia και polo διαφέρουν από τις υπόλοιπες ποικιλίες στατιστικώς σημαντικά.



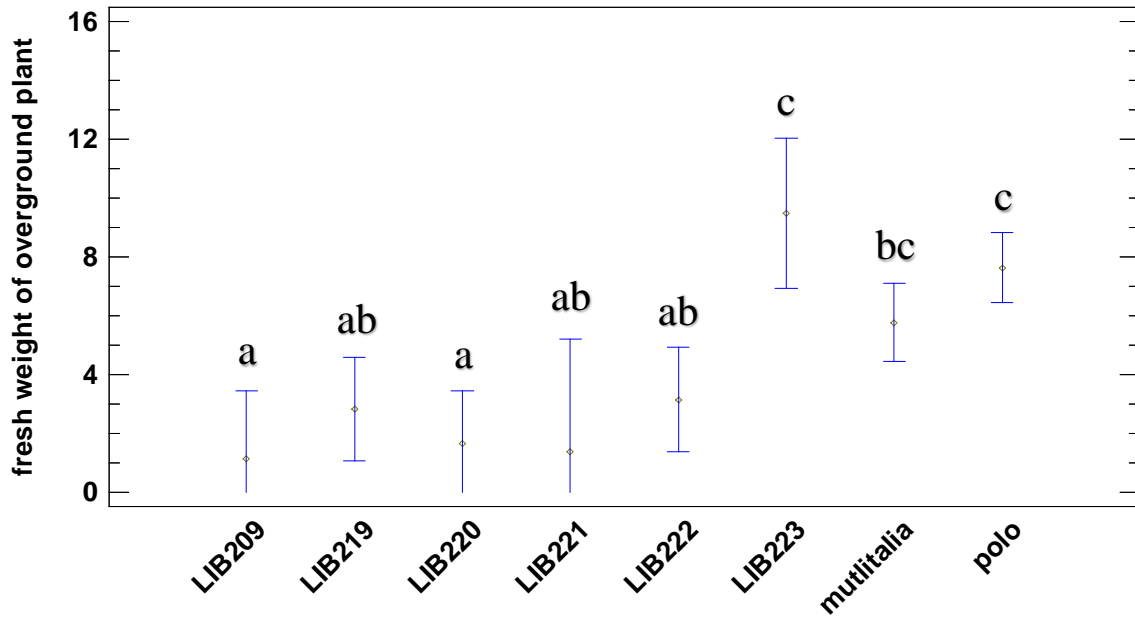
Γράφημα 4. 48. Λοβοί στον 1^ο πλάγιο βλαστό. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «λοβοί στον 1^ο πλάγιο βλαστό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία polo διαφέρει από τις υπόλοιπες ποικιλίες στατιστικώς σημαντικά.



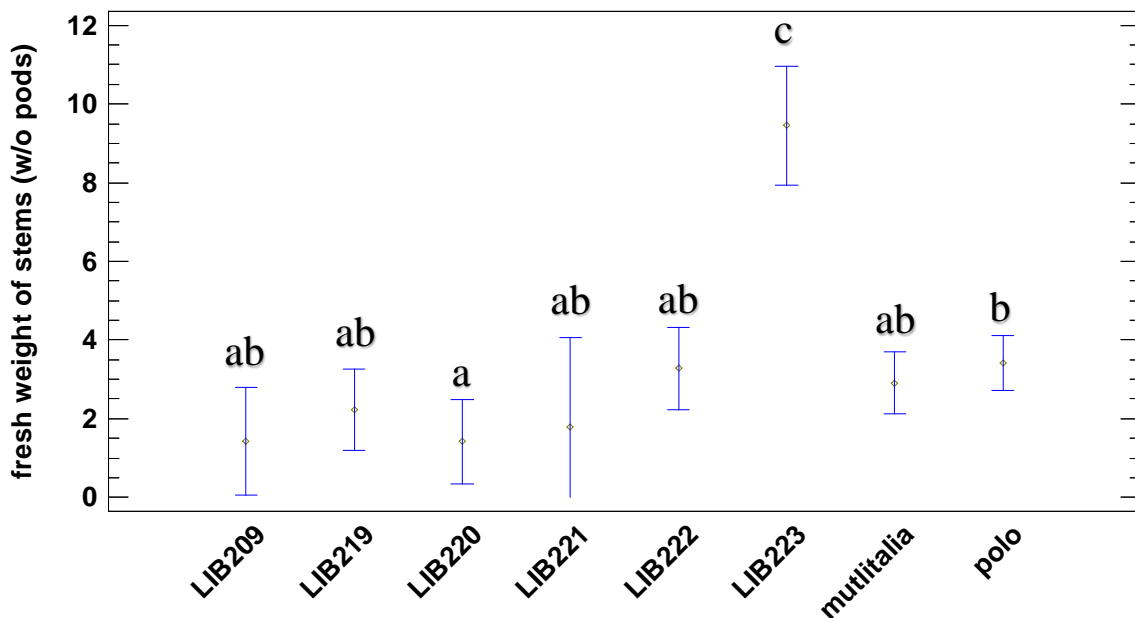
Γράφημα 4. 49. Σπόροι στον κύριο βλαστό. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «σπόροι στον κύριο βλαστό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες multitalia και polo διαφέρουν από τις υπόλοιπες ποικιλίες στατιστικώς σημαντικά.



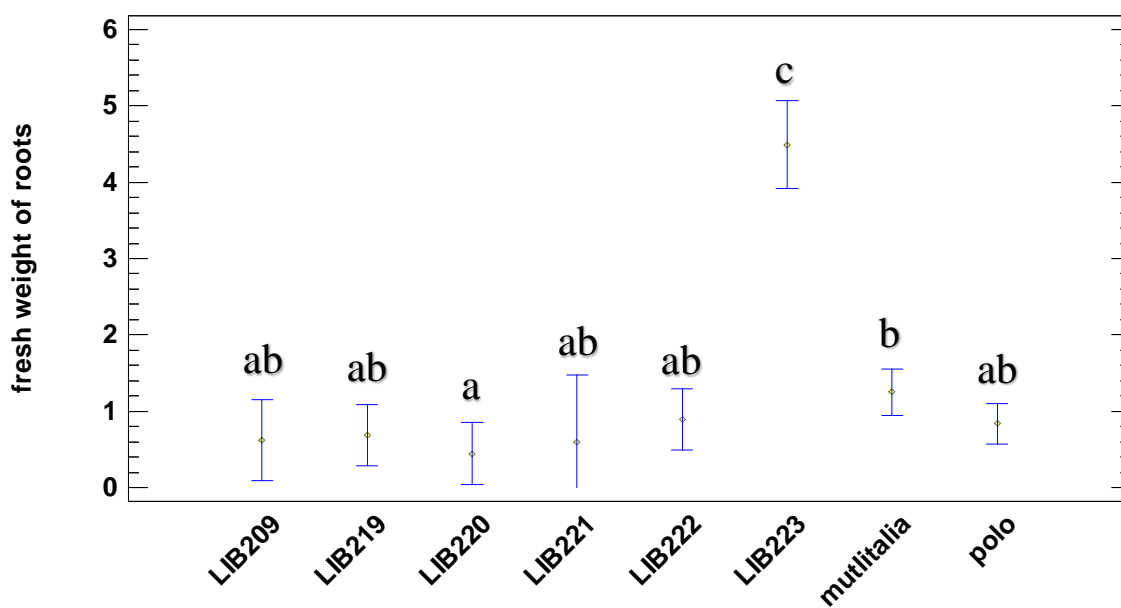
Γράφημα 4. 50. Σπόροι στον 1^ο πλάγιο βλαστό. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «σπόροι στον 1^ο πλάγιο βλαστό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία polo διαφέρει από τις υπόλοιπες ποικιλίες στατιστικώς σημαντικά.



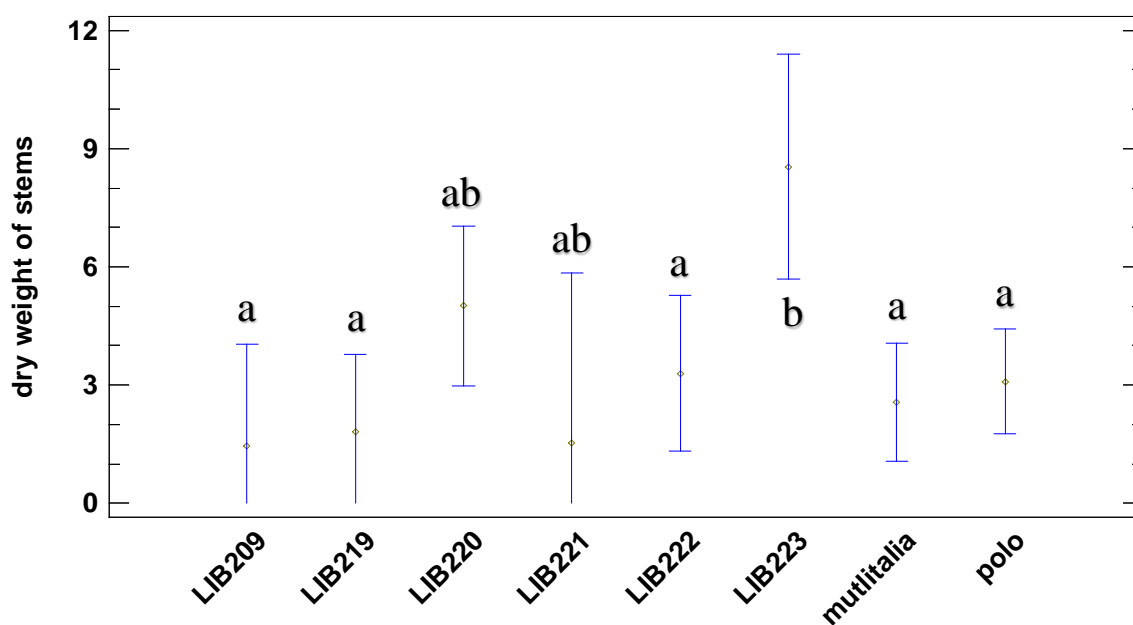
Γράφημα 4. 51. Νωπό βάρος του υπέργειου φυτού. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «νωπό βάρος του υπέργειου φυτού» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD δημιουργούνται οι εξής στατιστικές ομάδες: (LIB209, LIB219, LIB220, LIB221, LIB222), (LIB219, LIB221, LIB222, multitalia) και (LIB223, multitalia και polo).



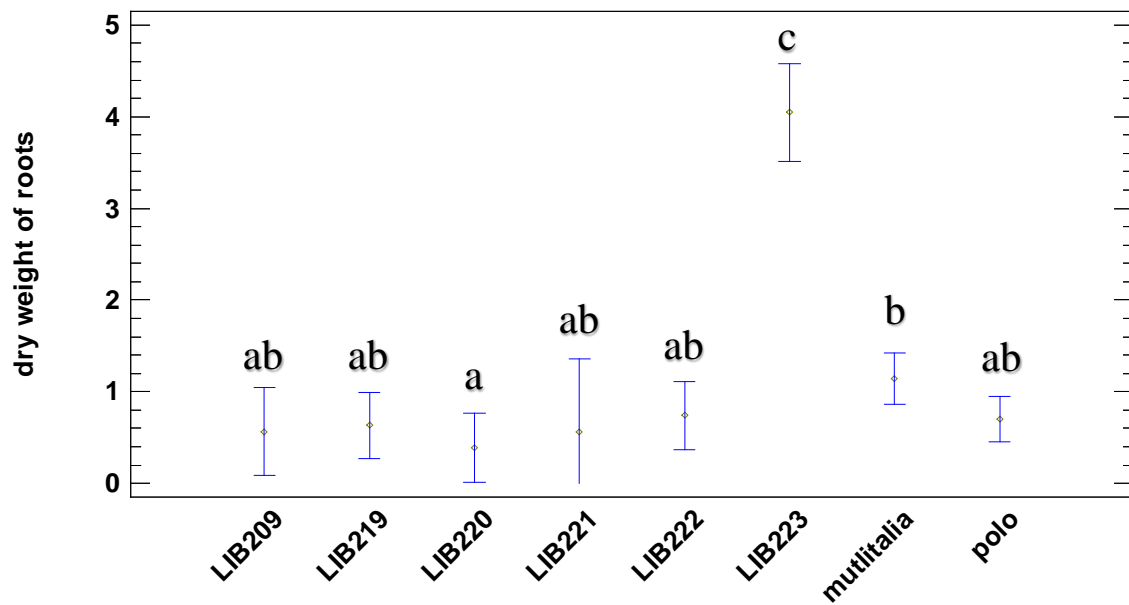
Γράφημα 4. 52. Νωπό βάρος των βλαστών. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «νωπό βάρος των βλαστών» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD δημιουργούνται οι εξής στατιστικές ομάδες: (LIB209, LIB219, LIB220, LIB221, LIB222), (LIB219, LIB221, LIB222, multitalia) και (LIB223, multitalia και polo).



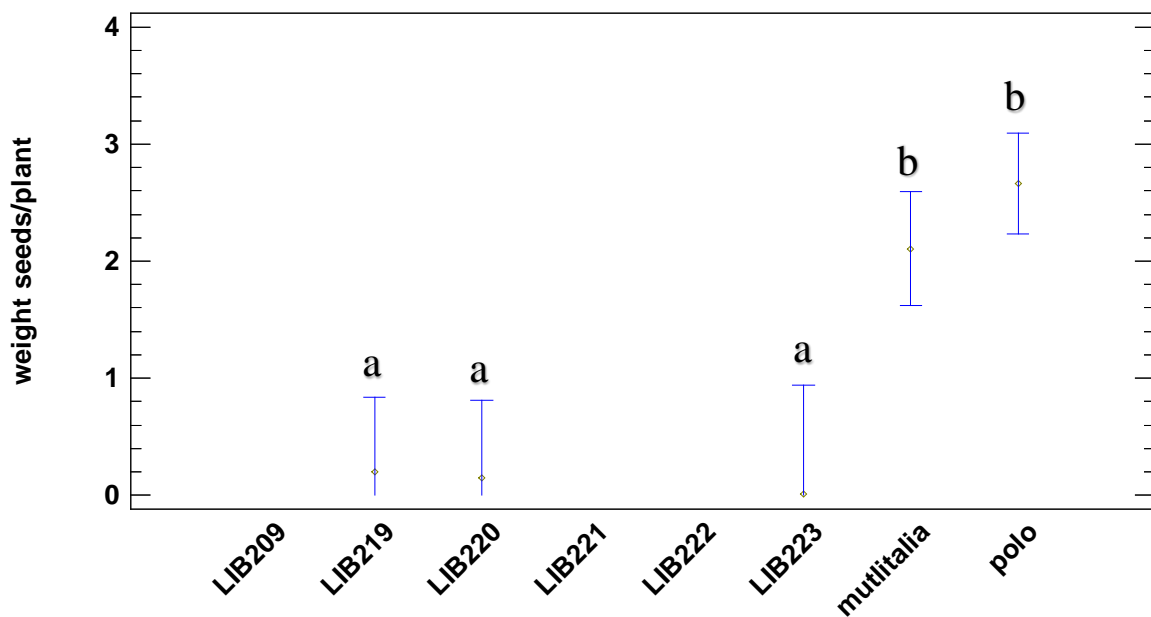
Γράφημα 4. 53. Νωπό βάρος των ριζών. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «νωπό βάρος των ριζών» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία LIB223 διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από τις στατιστικές ομάδες (LIB209, LIB219, LIB220, LIB221, LIB222, polo) και (LIB209, LIB219, LIB221, LIB222, multitalia, polo).



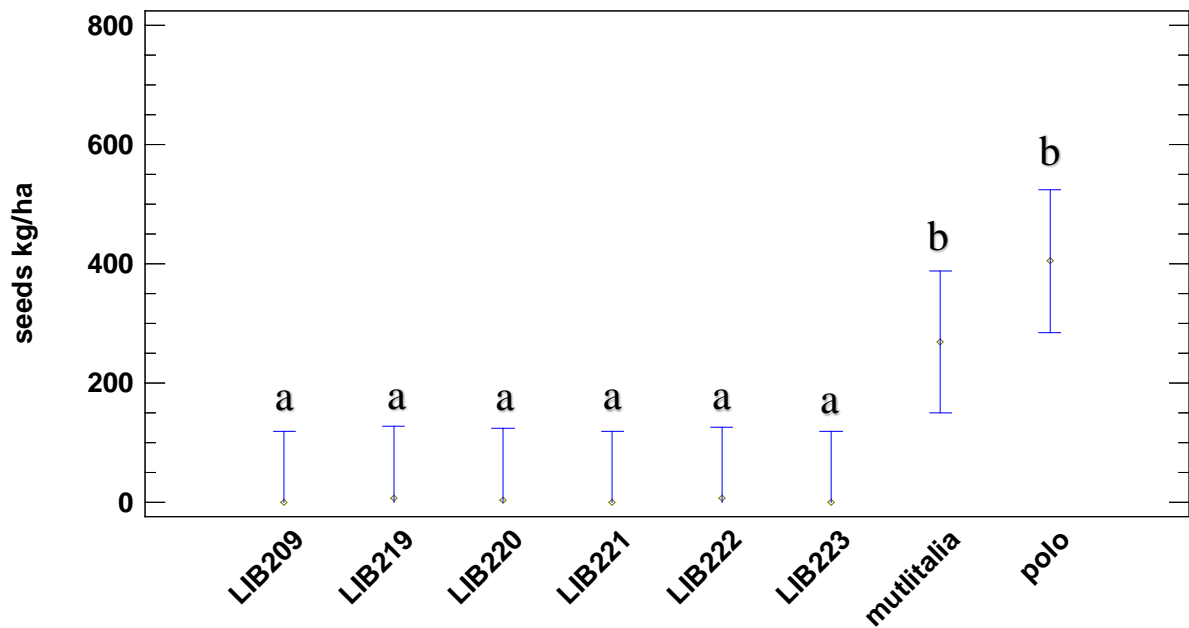
Γράφημα 4. 54. Ξηρό βάρος των βλαστών. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «ξηρό βάρος των βλαστών» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το δημιουργούνται οι εξής στατιστικές ομάδες: (LIB209, LIB219, LIB220, LIB221, LIB222, multitalia, polo) και (LIB220, LIB221, LIB223).



Γράφημα 4. 55. Ξηρό βάρος των ριζών. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «ξηρό βάρος των ριζών» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD η ποικιλία LIB223 διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από τις στατιστικές ομάδες (LIB209, LIB219, LIB220, LIB221, LIB222, polo) και (LIB209, LIB219, LIB221, LIB222, multitalia, polo).



Γράφημα 4. 56. Συνολικό βάρος σπόρων ανά φυτό. Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «συνολικό βάρος σπόρων ανά φυτό» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες multitalia και polo διαφέρουν από τις υπόλοιπες ποικιλίες στατιστικώς σημαντικά.



Γράφημα 4. 57. Συνολικό βάρος σπόρων ανά εκτάριο (σε kg/ha). Ο παράγοντας ποικιλία για το χαρακτηριστικό «συνολικό βάρος σπόρων ανά εκτάριο» είναι στατιστικώς σημαντικός ($P\text{-value} \leq 0,05$). Με κριτήριο το LSD οι ποικιλίες multitalia και polo διαφέρουν από τις υπόλοιπες ποικιλίες στατιστικώς σημαντικά.

4.4. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΜΑΝΗΣ

Η συγκριτική μελέτη των στατιστικών αναλύσεων των δύο πειραμάτων και η εξαγωγή συμπερασμάτων εξ αυτής κατέστη αδύνατη λόγω της πολύ χαμηλής βλαστικότητας των φυτών του πειράματος της Μάνης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1. ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

Στο πείραμα της Αθήνας εφαρμόστηκε προβλάστηση και πραγματοποιήθηκε μεταφύτευση στον αγρό, ενώ αντίθετα στην Μάνη έγινε απευθείας σπορά. Συνεπώς, τα φυτά στο πείραμα της Αθήνας ήταν πιο ανεπτυγμένα για αυτό συγκομίσθηκαν νωρίτερα από αυτά της Μάνης. Η εμφάνιση *Fusarium* στην ποικιλία LIB221 αποτέλεσε σημαντικό ανασταλτικό παράγοντα για την καλλιέργεια της ποικιλίας γεγονός το οποίο πρέπει να μελετηθεί στο μέλλον. Επίσης, ευεργετικό ρόλο φαίνεται να είχαν στο πείραμα της Αθήνας τα ποτίσματα που πραγματοποιήθηκαν στο διάστημα μετά την άνθηση αφού έλλειψη εδαφικής υγρασίας κατά τα κρίσιμα στάδια της άνθησης, καρπόδεσης και γεμίσματος του λοβού, μπορεί να προκαλέσει μείωση απόδοσης (Παπακώστα-Τασοπούλου,2012).

Το *L. angustifolius* var. *rolo* στο πείραμα της Αθήνας αντιμετώπισε πολλά προβλήματα και ως προς την παραγωγή σπόρου αλλά και γενικότερα ως προς την ανάπτυξη του φυτού αν και είναι το πιο πρώιμο είδος λούπινου του πειράματος. Το είδος αυτό χαρακτηρίζεται από την πολύ έντονη πλάγια βλάστηση στην οποία οφείλεται και το μικρό ποσοστό γονιμοποίησης των ανθέων εξαιτίας του έντονου ανταγωνισμού που αναπτύσσεται ανάμεσα στα άνθη και στους πλάγιους βλαστούς (Dracup, 2000). Στο πείραμα μπορούμε να δούμε ότι έκανε μέχρι πρώτης τάξης πλάγιους βλαστούς και δεν είχε σημαντικές διαφορές με πολλές ποικιλίες *L. mutabilis*. Επίσης, στον πρώτο πλάγιο βλαστό έκανε τα λιγότερα άνθη μαζί με την ποικιλία LIB219. Σε σχέση με τα άλλα είδη το ύψος του κύριου άνθους από το έδαφος ήταν το μικρότερο. Το τελικό ύψος του φυτού είχε σημαντική διαφορά από τα υπόλοιπα είδη το οποίο απέχει αρκετά από το ύψος που μπορεί να φτάσει το φυτό το οποίο είναι 60 με 150cm (EcoCrop, 2017) ενώ είχε και το μικρότερο μήκος άνθους σε σχέση με τα άλλα είδη στον κύριο βλαστό και το οποίο κανονικά μπορεί να φτάσει τα 30cm μήκος (EcoCrop, 2017). Είχε στατιστικώς σημαντική διαφορά στον αριθμό των λοβών ανά φυτό από τις υπόλοιπες ποικιλίες και μαζί με την LIB223 είχε, στατιστικώς σημαντικά, και τον μικρότερο αριθμό σπόρων ανά φυτό. Η παραγωγή σπόρου σε κιλά ανά εκτάριο του *L. angustifolius* – είδος του «Παλαιού Κόσμου» - ήταν μικρή χωρίς να έχει, όμως, στατιστικώς σημαντική διαφορά από τα *L. mutabilis* που ανήκουν στα λεγόμενα λούπινα του «Νέου Κόσμου»

Όπως και στο πείραμα της Μάνης έτσι και στο πείραμα της Αθήνας το *L. mutabilis* επηρεάστηκε αρνητικά από την υψηλή θερμοκρασία. Ιδανική θερμοκρασία για το *L. mutabilis* είναι οι 22 °C ενώ στους 27 °C ξεκινάει η ανθόπτωση (Keatinge et al., 1998), η οποία μπορεί

να οδηγήσει και σε μείωση στην απόδοση στους σπόρους κατά 59%-73% (Jacobsen and Mujica, 2006). Η προβλάστηση σε συνδυασμό με την ανάπτυξη των φυτών σε θερμοκήπιο είχε σαν αποτέλεσμα τα φυτά να είναι πιο πρώιμα. Έτσι μπορούμε να δούμε ότι στην άνθηση της κύριας ανθοταξίας η LIB222 είναι η πιο πρώιμη ενώ η LIB223 είναι η πιο όψιμη. Στην άνθηση, όμως, της ανθοταξίας στον πρώτο πλάγιο βλαστό όπου η θερμοκρασία κατά τον Μάιο ήταν 22°C και η μέγιστη 35°C παρατηρούμε ότι ο διαχωρισμός σε πρώιμες και όψιμες ποικιλίες δεν είναι ευδιάκριτος αφού η ποικιλία LIB223 δεν έχει στατιστική διαφορά από τη LIB212 και η LIB222 δεν έχει διαφορά από την LIB219 και την LIB220, η οποία επίσης δεν έχει διαφορά από την LIB212. Το γεγονός ότι οι διαφορές δεν είναι τόσο εμφανείς στον 2ο πλάγιο βλαστό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι η άνοδος της θερμοκρασίας ανάγκασε τα φυτά να μικρύνουν τον βιολογικό τους κύκλο. Επιπρόσθετα, μπορούμε να δούμε ότι η πρώιμη ποικιλία LIB222 που άνθησε όταν η μέση θερμοκρασία ήταν χαμηλότερη από 22 °C είχε τους περισσότερους σπόρους ανά φυτό συνολικά και τους περισσότερους σπόρους στην κύρια ανθοταξία μαζί με την LIB219 και τους περισσότερους λοβούς ανά φυτό μαζί με την LIB209 και LIB220. Ενώ η όψιμη ποικιλία LIB223 που είχε και το μεγαλύτερο άνθος στην κύρια ανθοταξία, είχε και τους λιγότερους λοβούς ανά φυτό τους λιγότερους σπόρους στην κύρια ανθοταξία και τους λιγότερους σπόρους ανά φυτό. Επίσης, όταν η θερμοκρασία ανέβηκε πάνω από 22 °C μπορούμε να δούμε ότι στον αριθμό των λοβών και σπόρων στον βλαστό πρώτης τάξης οι LIB223 και LIB222 δεν έχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές όχι μόνο μεταξύ τους αλλά και με τις άλλες ποικιλίες και αυτό ενώ η όψιμη LIB223 έχει τη μεγαλύτερη πρώτης τάξης ανθοταξία μαζί με την LIB220 και η LIB222 έχει την μικρότερη μαζί με τις LIB219, LIB212, LIB209 και δεν είχαν οι LIB222 με τη LIB223 διαφορά στον αριθμό των ανθέων πρώτης τάξης. Την επίδραση της θερμοκρασίας κατά την άνθηση μπορούμε να την δούμε και από το ότι η όψιμη ποικιλία LIB223 στις μετρήσεις που δεν έχουν σχέση με το άνθος (μήκος κύριας ανθοταξίας, συνολικό ύψος φυτού και αριθμός βλαστών και φύλων πρώτης τάξης) διέφερε στατιστικώς σημαντικά από τις υπόλοιπες ποικιλίες.

Ενδιαφέρον έχει το γεγονός ότι δεν παρουσιάζεται στατιστικώς σημαντική διαφορά στο βάρος των σπόρων ανά φυτό, ενώ βλέπουμε διαφορές στο βάρος των 100 σπόρων. Αυτό εξηγείται από το ότι το *L. mutabilis* παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία στο μέγεθος σχήμα και χρώμα των σπόρων. Οι αποδόσεις σε παραγωγή σπόρου κυμαίνεται από 0.8-2.7t/ha εξαιτίας όμως της ευαισθησίας του φυτού στην θερμοκρασία οι αποδόσεις του φυτού είναι ιδιαίτερα ασταθείς. Σε πειράματα στην Γερμανία από το 1991 έως 1992 οι αποδόσεις κυμάνθηκαν από 1,8-6,5 t/ha και 0,2-2,4 t/ha αντίστοιχα, ενώ στην Ισπανία 0,2-0,5 t/ha (Zou, 2009). Στο πείραμα της Αθήνας η παραγωγή σπόρου κυμάνθηκε από 0,1-0,7 t/ha χωρίς στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών. Η ποσότητα ήταν όσο σχεδόν στην επίσης μεσογειακή Ισπανία.

Πρώιμες σπορές του *L. mutabilis* σε συνδυασμό με καλλιέργεια πολύ πρώιμων ποικιλιών (Jacobsen and Mujica, 2008), καθώς και η εύρεση ποικιλιών με ανθεκτικότητα στο κρύο (Neves Martins et al., 2016) θα μπορέσουν να κάνουν το είδος αυτό πιο σταθερό ως προς την απόδοση σπόρου. Επομένως η πρωιμότητα αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην καλλιέργεια του *L. mutabilis* άρα και βελτιωτικό στόχο για την καλλιέργεια του *L. mutabilis* στην Ελλάδα.

Το λούπινο των Άνδεων έχει βρεθεί και σε έδαφος με pH ίσο με 7 (Cowling et al., 1998). Τα φυτά του πειράματος της Αθήνας παρουσίασαν, επίσης, τις χαρακτηριστικές χλωρώσεις από την έλλειψη σιδήρου που σχετίζονται με το υψηλό ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου και λόγω αυτού με το υψηλό pH. Αυτό με τη σειρά του θα μπορούσε να είναι ένας ακόμη αρνητικός παράγοντας στις χαμηλές αποδόσεις και στην μειωμένη παραγωγή σπόρου στο είδος αυτό. Τα ποτίσματα κατά την άνθηση που πραγματοποιήθηκαν στο πείραμα της Αθήνας σε αντίθεση με αυτό της Μάνης βοήθησαν αφού η ανομβρία στην περιοχή της Μάνης είχε αρνητική επίδραση ακόμα και στην μορφολογία των φυτών και όχι μόνο στην άνθηση. Περαιτέρω όμως πειράματα χρειάζεται να πραγματοποιηθούν σε ό,τι έχει σχέση με τις ανάγκες του φυτού σε νερό αλλά και για το πώς επηρεάζεται και σε τι ποσοστό από τα διαφορετικά επίπεδα ανθρακικού ασβεστίου και pH.

Το όψιμο *L. albus* var. *multitalia* φαίνεται να επηρεάστηκε λιγότερο σε σχέση με τα άλλα είδη λούπινων από τις υψηλές θερμοκρασίες και το υψηλό ανθρακικό ασβέστιο του εδάφους. Είχε τους περισσότερους πλάγιους βλαστούς και τα περισσότερα άνθη σε αυτούς. Μαζί με την LIB223 είχε το μεγαλύτερο ύψος φυτού, ενώ είχε τα μεγαλύτερα σε μήκος άνθη τόσο στον κύριο βλαστό όσο και στους πλάγιους. Τέλος, είχε και το μεγαλύτερο ξηρό βάρος τόσο στον βλαστό όσο και στην ρίζα. Τα αποτελέσματα αυτά εξηγούνται από το γεγονός ότι το λευκό λούπινο αν και οξύφιλο και αυτό, είναι το πιο ανθεκτικό στο υψηλό ανθρακικό ασβέστιο και κατά συνέπεια και στο υψηλό pH. Έχουν βρεθεί Αιγυπτιακές ποικιλίες λευκού λούπινου που αντέχουν και σε pH ίσο με 8.5 και CaCO₃ ίσο με 10% (Christiansen et al., 1999). Ως λούπινο του Παλαιού Κόσμου είναι πιο ανθεκτικό στις υψηλές θερμοκρασίες και στο μεσογειακό κλίμα. Το άνθος του λευκού λούπινου πάνω από 28°C είναι στείρο και πάνω από τους 30 °C το φυτό αποβάλλει τα άνθη του (Walker et al., 2011). Η ανθεκτικότητα του σε αυτές τις συνθήκες εξηγεί και όσον αφορά την παραγωγή σπόρου η ποικιλία *multitalia* είχε τους περισσότερους σπόρους ανά λοβό και ανά φυτό καθώς και στον πρώτο πλάγιο βλαστό. Οι σπόροι του είχαν το μεγαλύτερο βάρος ανά φυτό και ανά εκατό σπόρους. Τελικά, όμως, παρήγαγε μόλις 1,7-2,2t/ha που ενώ διέφερε στατιστικώς σημαντικά από τα άλλα είδη απέχει αρκετά από τους 3-5t/ha (Gresta et al., 2017). Μπορούμε να συμπεράνουμε, συνεπώς, ότι

επηρεάστηκε και αυτό από την υψηλή θερμοκρασία αλλά σε μικρότερο βαθμό σε σχέση με το *L. mutabilis*.

Διαπιστώθηκε ότι το *L. albus* δεν είχε διαφορά στον αριθμό των λοβών με κάποιες πρώιμες ποικιλίες του *L. mutabilis* ενώ είχε διαφορά με την όψιμη ποικιλία LIB223. Επίσης μπορούμε να δούμε ότι το λευκό λούπινο στον αριθμό των σπόρων της κύριας ταξιανθίας δεν είχε στατιστικώς σημαντικές διαφορές με την πρώιμη LIB222 ενώ αντίθετα είχαν μεταξύ τους μεγάλη διαφορά στον αριθμό των σπόρων στον πρώτης τάξης βλαστό. Έτσι και από εδώ μπορούμε να διαπιστώσουμε πόσο σημαντική είναι η πρωιμότητα στο λούπινο των Άνδεων.

Ενδιαφέρον, ακόμη, παρουσιάζουν και οι μετρήσεις των ολικών αζωτούχων ενώσεων και του καλίου στον βλαστό και στον σπόρο. Στον βλαστό μπορούμε να δούμε ότι το *L. angustifolius* είχε αρκετά ψηλά ποσοστά σε ολικές αζωτούχες ενώσεις τα οποία δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά από την LIB214 ενώ και οι δύο μαζί με την LIB223 είχαν τα μεγαλύτερα ποσοστά. Αντίθετα το λευκό λούπινο ήταν ιδιαίτερα φτωχό στον βλαστό. Αξίζει να σημειωθεί επίσης και το γεγονός ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των *L. mutabilis* με την LIB209 να έχει το μεγαλύτερο ποσοστό (43%) επιβεβαιώνοντας τα υψηλά ποσοστά ολικών αζωτούχων ενώσεων που συναντάται στην βιβλιογραφία στο είδος αυτό. Αντίθετα με τον βλαστό, στον σπόρο τα δύο λούπινα του Παλαιού Κόσμου ήταν πολύ πιο φτωχά σε ολικές αζωτούχες ενώσεις και δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Φυσικά μπορούμε να δούμε ότι το *L. Mutabilis* έχει πολύ ψηλά ποσοστά ολικών αζωτούχων ενώσεων και διέφερε στατιστικά σημαντικά από τα είδη του Παλαιού Κόσμου. Οι περισσότερες ποικιλίες έχουν πάνω από 40% ποσοστό, που τις χαρακτηρίζει πολύ ενδιαφέρουσες ως βελτιωτικές ποικιλίες και ποσοστά που είναι ψηλότερα από τα άλλα δύο είδη. Τέλος, ενώ οι υψηλές θερμοκρασίες μπορούν να μειώνουν τα ποσοστά των αζωτούχων ενώσεων του σπόρου κατά 65%-70% (Zou, 2009), υποβαθμίζοντας έτσι την ποιότητα του, στο πείραμα της Αθήνας παρά τις υψηλές θερμοκρασίες που επικράτησαν φαίνεται ότι το ποσοστό των ολικών αζωτούχων ενώσεων να μην επηρεάστηκε. Περαιτέρω διερεύνηση θα πρέπει να γίνει για την επίδραση της θερμοκρασίας πάνω στα ποσοστά αυτά.

Διαφοροποιήσεις ως προς την συγκέντρωση του καλίου μεταξύ των λούπινων του παλαιού και του Νέου Κόσμου συναντάμε τόσο στον σπόρο όσο και στον βλαστό. Η συγκέντρωση του καλίου στο *L. albus* και στο *L. angustifolius* είναι πολύ χαμηλότερη στον βλαστό και στον σπόρο με στατιστικώς σημαντική διαφορά να εμφανίζεται μεταξύ των δύο ειδών στον σπόρο. Τόσο τα ψηλά ποσοστά των ολικών αζωτούχων ενώσεων όσο και η συγκέντρωση του καλίου καθιστούν το λούπινο των Άνδεων πολύ ενδιαφέρουσα καλλιέργεια για τον μέλλον, εφόσον βέβαια ξεπεραστούν τα προβλήματα που έχουν σχέση με την αστάθεια στις αποδόσεις.

Ενδιαφέρον φαίνεται η συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ καλίου στον βλαστό και πρωτεΐνης στον σπόρο των ειδών λούπινου με αυτή να είναι θετική αφού όσο αυξάνεται το κάλιο στον βλαστό αυξάνεται και η πρωτεΐνη στον σπόρο των φυτών.

5.2. ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΗΣ ΜΑΝΗΣ

Σε αντίθεση με το πείραμα της Αθήνας στο πείραμα της Μάνης έγινε απευθείας σπορά στον αγρό. Όπως καταγράφεται στα αποτελέσματα τα ποσοστά βλάστησης στο πείραμα της Μάνης για όλες τις ποικιλίες του *L. mutabilis* ήταν πολύ χαμηλά -μάλιστα λιγότερο από 50%- σε αντίθεση με τα *L. albus* var. *multitalia* και *L. angustifolius* var. *polo* που είχαν ποσοστά βλάστησης μεγαλύτερα από 60%. Ενδιαφέρον, επίσης, παρουσιάζει ότι ακόμα και τα φυτά περιθωρίου ή φυτά κηδεμόνες τα οποία ήταν μια τοπική ποικιλία *L. albus* είχαν καλύτερη βλαστητική ικανότητα από τα *L. mutabilis*.

Το λούπινο των Άνδεων σπέρνεται σε ζεστή και βροχερή περίοδο και συγκομίζεται σε ξηρή περίοδο, ενώ στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης του φυτού οι χαμηλές θερμοκρασίες (-5 °C) οδηγούν σε θνησιμότητες (Neves Martins et al., 2016). Στη Μάνη η σπορά έγινε 11 Δεκεμβρίου. Αυτή η περίοδος ακόμα και για το *L. albus* και το *L. angustifolius* θεωρείται αρκετά προχωρημένη. Επιπρόσθετα, εκείνη την χρονιά ο Δεκέμβρης και ο Ιανουάριος χαρακτηρίζονται από χαμηλές θερμοκρασίες. Οι πρώτοι μήνες φύτευσης, φυσικά, είναι και οι πιο κρίσιμοι μήνες για την έκπτυξη και την ανάπτυξη των πρώτων σταδίων για το φυτό. Μάλιστα τον Δεκέμβριο η μέση θερμοκρασία ήταν 9,2°C και η κατώτατη 0°C, ενώ τον Ιανουάριο είχαμε και χιονοπτώσεις στην περιοχή της Μάνης με την θερμοκρασία να φτάνει τους -2°C και κατά μέσο όρο 7,2°C. Επομένως, χρειάζεται να πραγματοποιηθούν νέα πειράματα βλαστικότητας στο *L. mutabilis* για να οριστούν οι ιδανικές θερμοκρασίες που ευνοούν την βλαστικότητα του φυτού ώστε να βρεθεί η κατάλληλη εποχή σποράς για το ζεστό και ξηρό κλίμα της Μεσογείου.

Ενδιαφέρον φαίνεται το γεγονός ότι η LIB221 είχε το μικρότερο ποσοστό βλάστησης και στην Μάνη όπως και στο πείραμα της Αθήνας που τελικά δεν μεταφυτεύτηκε εξαιτίας της προσβολής των σπόρων της με *Fusarium*.

Επίσης, όλες οι ποικιλίες *L. mutabilis* δεν είχαν καλή απόδοση σε σπόρους σε αντίθεση με τα άλλα δύο είδη τα οποία δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Ιδανική θερμοκρασία για το *L. mutabilis* είναι οι 22°C ενώ στους 27 °C ξεκινάει η ανθόπτωση (Keatinge et al., 1998), η οποία μπορεί να οδηγήσει και σε μείωση στην απόδοση στους σπόρους κατά

59%-73% (Jacobsen and Mujica, 2006). Οι υψηλές θερμοκρασίες (η θερμοκρασία έφτασε και 30 °C), σε συνδυασμό με την παρατεταμένη ανομβρία, που επικρατούσαν από τον Απρίλιο και στη συνέχεια της καλλιέργειας που ήταν και η περίοδος άνθησης του φυτού οδήγησαν σε μηδενικές σχεδόν αποδόσεις καρπού στα *L. mutabilis*.

Η όψιμη ποικιλία LIB223 που ως προς την γενικότερη ανάπτυξη του φυτού (αριθμός βλαστών, αριθμός φύλλων στον πρώτο πλάγιο βλαστό, μήκος πλάγιων βλαστών, νωπό βάρος ρίζας και ύψος από το έδαφος έως το πρώτο άνθος) υπερτερούσε έναντι των άλλων ποικιλιών *L. mutabilis* δεν είχε τελικά διαφορές στατιστικά σημαντικές σε χαρακτηριστικά τελικής απόδοσης όπως «κιλά σπόρων ανά εκτάριο», «βάρος σπόρων ανά φυτό», «αριθμός λοβών στον κύριο και στον πλάγιο βλαστό», «αριθμός σπόρων στον κύριο και στον πλάγιο βλαστό», «αριθμός σπόρων ανά λοβό».

Ακόμα και η πρώιμη ποικιλία LIB221 δεν είχε διαφορές στην παραγωγή σπόρου αφού και αυτή άνθησε σε περίοδο με υψηλές θερμοκρασίες. Αυτή η κακή τελική ανάπτυξη ενώ τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου και του pH του εδάφους ήταν χαμηλά -που υπό κανονικές συνθήκες ευνοούν την ανάπτυξη των φυτών- καταδεικνύει ότι τελικά οι υψηλές θερμοκρασίες κατά την περίοδο της άνθησης αποτελούν τον σημαντικότερο ανασταλτικό παράγοντα για την καλλιέργεια του λούπινου των Άνδεων.

Κατά το παρελθόν, σε προσπάθειες καλλιέργειας του είδους αυτού, οι αποδόσεις του φυτού ήταν ιδιαίτερα ασταθείς, Σε πειράματα στην Γερμανία από το 1991 έως 1992 οι αποδόσεις κυμάνθηκαν από 1,8-6,5 t/ha και 0,2-2,4 t/ha αντίστοιχα, ενώ στην Ισπανία 0,2-0,5 t/ha (Zou, 2009).

Στη χώρα μας συνιστάται για τα καλλιεργούμενα λούπινα φθινοπωρινή σπορά, ενώ σε πολύ ορεινές περιοχές μπορεί να γίνει πρώιμη ανοιξιάτικη (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012). Η σπορά του *L. mutabilis* που πραγματοποιήθηκε τον Δεκέμβρη που βέβαια για τα άλλα καλλιεργούμενα λούπινα δεν θεωρείται όψιμη αποτέλεσε ανασταλτικό παράγοντα για την παραγωγή σπόρων αφού ακόμα και η πρώιμη ποικιλία LIB221 άνθησε σε περίοδο με υψηλές θερμοκρασίες.

Μπορούμε να πούμε ότι η καλλιέργεια του λούπινου των Άνδεων στο, κυρίως, ξηρό και άνυδρο κλίμα της νότιας Ελλάδας έχει αρκετές δυσκολίες, όμως πρώιμες σπορές του *L. mutabilis* σε συνδυασμό με καλλιέργεια πολύ πρώιμων ποικιλιών (Jacobsen and Mujica, 2008), καθώς και

η εύρεση ποικιλιών με ανθεκτικότητα στο κρύο (Neves Martins et al., 2016) δύναται να μπορέσουν να εγγυηθούν σταθερές και βελτιωμένες αποδόσεις του σπόρου του είδους αυτού.

Σε αντίθεση με το λούπινο των Άνδεων το άλλα δύο είδη λούπινου ανταπεξήλθαν σαφώς καλύτερα. Ωστόσο, και σε αυτή την περίπτωση η βλαστικότητα αν και μεγαλύτερη από αυτή του *L. mutabilis* δεν ήταν ικανοποιητική, ιδιαίτερα αφού το φυτικό υλικό είναι εμπορική ποικιλία. Οι ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες του Δεκεμβρίου και του Ιανουαρίου επηρέασαν την βλάστηση και τα νεαρά φυτά, αφού έχει βρεθεί ότι μικρά φυτάρια λευκού λούπινου βλάπτονται με θερμοκρασία εδάφους -1°C για 5 μέρες ενώ στους -2°C για την ίδια διάρκεια τα φυτάρια πεθαίνουν (Leach et al., 1997).

Δεν παρουσιάζουν σε κανένα ποσοτικό χαρακτηριστικό στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ως προς την παραγωγή σπόρου παρά μόνο στους σπόρους ανά φυτό όπου το *L. angustifolius* var. polo έδωσε περισσότερους σπόρους ανά φυτό. Βέβαια το μικρό τους μέγεθος είχε σαν αποτέλεσμα να μην υπάρχουν τελικά στατιστικώς σημαντικές διαφορές ως προς τα κιλά ανά εκτάριο και το βάρος των σπόρων ανά φυτό με το *L. albus* var multitalia.

Παρά το γεγονός ότι άντεξαν καλύτερα τα λούπινα του Παλαιού Κόσμου, τελικά η απόδοση σε σπόρους δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ικανοποιητική. Οι αποδόσεις σε ιδανικές συνθήκες στο *L. angustifolius* κυμαίνονται από 2,5-4.5 t/ha ενώ στο *L. albus* τους 3-5 t/ha (Gresta et al., 2017), που όπως βλέπουμε είναι πολύ μεγαλύτερες από αυτές του πειράματος. Οι υψηλές θερμοκρασίες και έλλειψη νερού στα κρίσιμα στάδια της καρπόδεσης όπως και στην περίπτωση του λούπινου των Άνδεων έπαιξε και σε αυτά τα δύο είδη ρόλο παρά το ιδανικό έδαφος.

Ιδιαίτερα το όψιμο *L. albus* επηρεάστηκε σημαντικά από τις υψηλές θερμοκρασίες. Με την επίδραση υψηλών αλλά και χαμηλών θερμοκρασιών κατά την άνθηση το *L. albus* αρχίζει την ανθόπτωση (Huyghe, 1997). Πάνω από 28°C το άνθος είναι στειρό ενώ κάτω από τους 0°C και πάνω από τους 30°C το φυτό αποβάλλει τα άνθη του (Walker et al., 2011). Οι υψηλές θερμοκρασίες κατά τον μήνα Απρίλιο (μέχρι και 30°C), τον Μάιο (μέχρι και 37°C) επηρέασαν την άνθηση. Χαρακτηριστικά ενώ στον κύριο βλαστό ως προς τον αριθμό των λοβών τα δύο είδη δεν έχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, στον πρώτης τάξης βλαστό το όψιμο λευκό λούπινο δε έδωσε καθόλου λοβούς σε αντίθεση με το πρώιμο *L. angustifolius* που «πρόλαβε» να δώσει λοβούς με αποτέλεσμα συνολικά το *L. angustifolius* να δώσει συνολικά περισσότερους λοβούς ανά φυτό. Για αυτό στην περιοχή της Μάνης που είναι στον Νότο της

Ελλάδας και επικρατούν ιδιαίτερα ψηλές θερμοκρασίες και ξερικές συνθήκες προτείνεται πρόωμη φθινοπωρινή σπορά και χρήση πρώιμων ποικιλιών.

5.3. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Από τα δυο πειράματα βλέπουμε τα μεγάλα προβλήματα που προκύπτουν με την καλλιέργεια του λούπινου των Άνδεων αφού και στα δύο πειράματα η παραγωγή σπόρου ήταν πολύ μικρή όπως έχει γίνει και άλλες φορές στο παρελθόν σε πειράματα που έχουν πραγματοποιηθεί σε άλλες χώρες. Μπορούμε να δούμε ότι η θερμοκρασία περιβάλλοντος σε συνδυασμό με το διαφορετικό κλίμα που επικρατεί στις Άνδεις κατά την σπορά και ανάπτυξη του φυτού εξαιτίας και του ότι το φυτό κατάγεται από το νότιο ημισφαίριο, οδηγεί σε μη σταθερές αποδόσεις στην παραγωγή σπόρου. Για αυτό είναι σημαντικό να βρεθούν ποικιλίες πολύ πρώιμες και που είναι ανθεκτικές στις χαμηλές θερμοκρασίες ώστε σε συνδυασμό με τις πρώιμες σπορές να μπορέσει να προσαρμοστεί η καλλιέργεια στις κλιματολογικές συνθήκες της Ευρώπης αλλά και του βόριου ημισφαιρίου. Επίσης είναι ξεκάθαρη η επίδραση του χαμηλού ανθρακικού ασβεστίου και κατά συνέπεια του Ph στο *L. angustifolius* var. POLO. Και στα δύο πειράματα μπορέσαμε να δούμε ότι το λευκό λούπινο ένα είδος με καταγωγή από την μεσόγειο ήταν το είδος με τα λιγότερα προβλήματα στην απόδοση, παρά τις πολύ ακραίες ακόμα και για αυτό θερμοκρασίες αλλά και το ψηλό ανθρακικό ασβέστιο στο πείραμα της Αθήνας. Πρώιμες φθινοπωρινές σπορές μαζί με εδάφη χαμηλά σε ανθρακικό ασβέστιο θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην βελτίωση των αποδόσεων και στα τρία είδη. Σημαντικά ήταν και τα ποσοστά σε ολικές αζωτούχες του *L mutabilis*, είδος γνωστό για την θρεπτική του αξία, όπου είδαμε ότι ακόμα και το πιο φτωχό είχε ποσοστά ψηλότερα από τα άλλα 2 είδη. Τέλος ενδιαφέρον παρουσιάζεται και η θετική συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ του καλίου στον βλαστό με την πρωτεΐνη στον σπόρο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abbas, G., Al-Harrasi, A.S., Hussain, H., Sattar, S.A., Choudhary, M.I., 2017. Identification of natural products and their derivatives as promising inhibitors of protein glycation with non-toxic nature against mouse fibroblast 3T3 cells. *International Journal of Phytomedicine* 8, 533. <https://doi.org/10.5138/09750185.1924>
- Abraham, E., Ganopoulos, I., Madesis, P., Mavromatis, A., Mylona, P., Nianiou-Obeidat, I., Parissi, Z., Polidoros, A., Tani, E., Vlachostergios, D., 2019. The Use of Lupin as a Source of Protein in Animal Feeding: Genomic Tools and Breeding Approaches. *International Journal of Molecular Sciences* 20, 851. <https://doi.org/10.3390/ijms20040851>
- Adhikari, K., Buirchell, B., Sweetingham, M., 2018. Effect of vernalization on various lupin species at different time intervals. *Proceedings 12th international lupin conference*, 387.
- Adhikari, K.N., Buirchell, B.J., Sweetingham, M.W., 2012a. Length of vernalization period affects flowering time in three lupin species: Vernalization response in lupins. *Plant Breeding* 131, 631–636. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2012.01996.x>
- Ahmad, P., 2015. *Legumes under Environmental Stress: Yield, Improvement and Adaptations*. John Wiley & Sons, 327.
- Ainouche, A.-K., Bayer, R.J., 1999. Phylogenetic relationships in *Lupinus* (Fabaceae: Papilionoideae) based on internal transcribed spacer sequences (ITS) of nuclear ribosomal DNA. *American Journal of Botany* 86, 590–607. <https://doi.org/10.2307/2656820>
- Al-Eryan, M.A.S., Abu-Shall, A.M.H., Ibrahim, A.H., 2018. Determination of annual generations of *Phytomyza orobanchia* Kalt. (Diptera: Agromyzidae), using growing degree-days in Alexandria region, Egypt. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 28. <https://doi.org/10.1186/s41938-018-0089-1>
- Altobelli, F., Amanullah, Benedetti, A., Calles, T., Lucrezia, C., Charrondiere, R., Giri, S.P., Grande, F., Muthuraman, R.P., Pisante, M., Prammar, B., Vargas, R.R., Verma, D., Vishwakarma, A.K., Wiese, L., Xipsiti, M., Finka, M., Sala, M., Verbeke, I., Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016. *Soils and pulses: symbiosis for life*.
- Annicchiarico, P., Harzic, N., Carroni, A.M., 2010. Adaptation, diversity, and exploitation of global white lupin (*Lupinus albus* L.) landrace genetic resources. *Field Crops Research* 119, 114–124. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.06.022>
- Annicchiarico, P., Romani, M., Pecetti, L., 2018. White lupin (*Lupinus albus*) variation for adaptation to severe drought stress. *Plant Breeding*. <https://doi.org/10.1111/pbr.12642>

- Arnoldi, A., Boschini, G., Zanoni, C., Lammi, C., 2015. The health benefits of sweet lupin seed flours and isolated proteins. *Journal of Functional Foods* 18, 550–563. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.08.012>
- Atchison, G., Nevado, B., Eastwood, R., Contreras-Ortiz, N., Reynel, C., Madrinan, S., Filatov, D. and Hughes, C. (2016). Lost crops of the Incas: Origins of domestication of the Andean pulse crop tarwi, *Lupinus mutabilis*. *American Journal of Botany*, 103(9), pp.1592-1606.
- Atchison, G.W., Nevado, B., Eastwood, R.J., Contreras-Ortiz, N., Reynel, C., Madrinan, S., Filatov, D.A., Hughes, C.E., 2016a. Lost crops of the Incas: Origins of domestication of the Andean pulse crop tarwi, *Lupinus mutabilis*. *American Journal of Botany* 103, 1592–1606. <https://doi.org/10.3732/ajb.1600171>
- Australian Government Office of the Gene Technology Regulator, 2013. The Biology of *Lupinus* L. (lupin or lupine). Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Azani, N. et al., 2017. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny – The Legume Phylogeny Working Group (LPWG). *Taxon* 66, 44–77. <https://doi.org/10.12705/661.3>
- Bähr, M., Fechner, A., Kiehnopf, M., Jahreis, G., 2015. Consuming a mixed diet enriched with lupin protein beneficially affects plasma lipids in hypercholesterolemic subjects: A randomized controlled trial. *Clinical Nutrition* 34, 7–14. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.03.008>
- Baldeon, M.E., Fornasini, M., Hidalgo, A., Masabanda, L., Castro, J., Tufiño, M., Villacrés, E., 2017. Addition of a Snack of *Lupinus mutabilis* Sweet to the Conventional Treatment with Metformin in the Control of Type-2 Diabetes. *The FASEB Journal* 31, 647.11-647.11. https://doi.org/10.1096/fasebj.31.1_supplement.647.11
- Barrera, L.L., Trujillo, M.E., Goodfellow, M., Garcia, F.J., Hernandez-Lucas, I., Davila, G., Van Berkum, P., Martinez-Romero, E., 1997. Biodiversity of Bradyrhizobia Nodulating *Lupinus spp.* *International Journal of Systematic Bacteriology* 47, 1086–1091. <https://doi.org/10.1099/00207713-47-4-1086>
- Belachew, K.Y., Stoddard, F.L., 2017. Screening of faba bean (*Vicia faba L.*) accessions to acidity and aluminium stresses. *PeerJ* 5, e2963. <https://doi.org/10.7717/peerj.2963>
- Bellido, L.L., Fuentes, M., 1990. Agronomy Journal Abstract - Growth, Yield, and Yield Components of Lupin Cultivars | Digital Library. *AJ* 82, 1050–1056. <https://doi.org/10.2134/agronj1990.00021962008200060004x>
- Berger, J.D., Ludwig, C., Buirchell, B.J., 2008. Ecogeography of the Old World Lupins: Characterising the habitat range. *Current Biology* 7, R126. [https://doi.org/10.1016/S0960-9822\(97\)70976-X](https://doi.org/10.1016/S0960-9822(97)70976-X)

- Berger, J.D., Shrestha, D., Ludwig, C., 2017. Reproductive Strategies in Mediterranean Legumes: Trade-Offs between Phenology, Seed Size and Vigor within and between Wild and Domesticated *Lupinus* Species Collected along Aridity Gradients. *Frontiers in Plant Science* 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00548>
- Bootsma, A., 1984. Forage crop maturity zonation in the Atlantic region using growing degree-days. *Canadian Journal of Plant Science* 64, 329–338. <https://doi.org/10.4141/cjps84-047>
- Borek, S., Pukacka, S., Michalski, K., Ratajczak, L., 2009. Lipid and protein accumulation in developing seeds of three lupine species: *Lupinus luteus* L., *Lupinus albus* L., and *Lupinus mutabilis* Sweet. *Journal of Experimental Botany* 60, 3453–3466. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp186>
- Boschin, G., Arnoldi, A., 2011. Legumes are valuable sources of tocopherols. *Food Chemistry* 127, 1199–1203. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.01.124>
- Bundesinstitut Für Risikobewertung, 2017. Risk assessment of the occurrence of alkaloids in lupin seeds. <https://doi.org/10.17590/20170530-142504>
- Cabello-Hurtado, F., Keller, J., Ley, J., Sanchez-Lucas, R., Jorrín-Novo, J.V., Ainouche, A., 2016. Proteomics for exploiting diversity of lupin seed storage proteins and their use as nutraceuticals for health and welfare. *Journal of Proteomics* 143, 57–68. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2016.03.026>
- Caipo, M.L., 1991. Oil and Alkaloid Extraction from Tarwi (*Lupinus Mutabilis*) by Supercritical Carbon Dioxide with and Without Ethanol as a Cosolvent. University of Florida.
- Campos, D., Chirinos, R., Gálvez Ranilla, L., Pedreschi, R., 2018. Bioactive Potential of Andean Fruits, Seeds, and Tubers, in: *Advances in Food and Nutrition Research*. Elsevier, pp. 287–343. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.12.005>
- Carlos, M.-M., Araceli, P., Liliana, C.-M., Daniele, R., 2018. The Agrifood network of lupine bean (*Lupinus mutabilis*) in Ecuador: A characterization of the value chain with a socioeconomic and productive perspective, 12.
- Carvajal-Larenas, F.E., Linnemann, A.R., Nout, M.J.R., Koziol, M., van Boekel, M.A.J.S., 2016. *Lupinus mutabilis*: Composition, Uses, Toxicology, and Debittering. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 56, 1454–1487. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.772089>
- Carvalho, I.S., Chaves, M., Pinto Ricardo, C., 2005. Influence of Water Stress on the Chemical Composition of Seeds of Two Lupins (*Lupinus albus* and *Lupinus mutabilis*). *Journal of Agronomy and Crop Science* 191, 95–98. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2004.00128.x>
- Cheng, L., Bucciarelli, B., Shen, J., Allan, D., Vance, C.P., 2011. Update on White Lupin Cluster Root Acclimation to Phosphorus Deficiency Update on Lupin Cluster Roots. *Plant Physiology* 156, 1025–1032. <https://doi.org/10.1104/pp.111.175174>

- Chirinos-Arias, M.C., Jiménez, J.E., Vilca-Machaca, L.S., 2015. Analysis of Genetic Variability among thirty accessions of Andean Lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet) using ISSR molecular markers. *Scientia Agropecuaria* 17–30. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.01.02>
- Christiansen, J.L., Jørnsgård, B., 2002. Influence of day length and temperature on number of main stem leaves and time to flowering in lupin. *Annals of Applied Biology* 140, 29–35. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2002.tb00154.x>
- Christiansen, J.L., Jørnsgård, B., Jørgensen, S.T., Bibby, B.M., 2008. Photoperiod sensitivity in narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.). *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science* 58, 365–371. <https://doi.org/10.1080/09064710701789495>
- Clements, J., Prilyuk, L., Quealy, J., Francis, G., n.d. Interspecific crossing among the new world lupin species for *lupinus mutabilis* crop improvement, proceedings 12th international lupin conference. 324.
- Commission of the European Communities, Directorate-General for Agriculture Coordination of agricultural research, 1992. Agrimed research programme - *Lupinus mutabilis*: its adaptation and production under European pedoclimatic conditions. Proceedings of a workshop held in Cascais, Portugal 26 and 27 April 1991, Commission of the European Communities. Office for official publications of the european communities, Luxembourg.
- Cowling, W.A., Buirchell, B.J., Tapia, M.E., 1998. Lupin, *Lupinus L.*, Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben, International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome.
- Daba, K., Tar'an, B., Bueckert, R., Warkentin, T.D., 2016. Effect of Temperature and Photoperiod on Time to Flowering in Chickpea. *Crop Science* 56, 200. <https://doi.org/10.2135/cropsci2015.07.0445>
- De Carvalho, I.M.M.S., 2005. Effects of water stress on the proximate composition and mineral contents of seeds of two lupins (*lupinus albus* and *lupinus mutabilis*). *Journal of Food Quality* 28, 325–332. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2005.00040.x>
- De Ron, A.M. de (Ed.), 2015. Grain legumes, Handbook of plant breeding. Springer, New York, NY.
- Dimopoulos, P., Raus, T., Mucina, L., Tsiropidis, I., 2010. Vegetation patterns and primary succession on sea-born volcanic islands (Santorini archipelago, Aegean Sea, Greece). *Phytocoenologia* 40, 1–14. <https://doi.org/10.1127/0340-269X/2010/0040-0426>
- Ding, W., Clode, P.L., Clements, J.C., Lambers, H., 2018a. Sensitivity of different *Lupinus* species to calcium under a low phosphorus supply: Calcium sensitivity of *Lupinus* under low P supply. *Plant, Cell & Environment* 41, 1512–1523. <https://doi.org/10.1111/pce.13179>
- Ding, W., Clode, P.L., Lambers, H., 2018b. Is pH the key reason why some *Lupinus* species are sensitive to calcareous soil? *Plant Soil* 1–17. <https://doi.org/10.1007/s11104-018-3763-x>

- Dinkelaker, B., Romheld, V., Marschner, H., 1989. Citric acid excretion and precipitation of calcium citrate in the rhizosphere of white lupin (*Lupinus albus L.*). *Plant, Cell and Environment* 12, 285–292. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1989.tb01942.x>
- Doede, D. (2005). Genetic variation in Broadleaf Lupine (*Lupinus latifolius*) on the Mt Hood National Forest and implications for seed collection and deployment. *Native Plants Journal*, 6(1), pp.36-48. <https://doi.org/10.1353/npj.2005.0018>
- Doel, D.S., Honeycutt, C.W. & Halteman, 1990. Soil water effects on the use of heat units to predict crop residue carbon and nitrogen mineralization. *W.A. Biol Fertil Soils*, 10, 102. <https://doi.org/10.1007/BF00336244>
- Doxastakis, G., Zafiriadis, I., Irakli, M., Marlani, H., Tananaki, C., 2002. Lupin, soya and triticale addition to wheat flour doughs and their effect on rheological properties. *Food Chemistry* 77, 219–227. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00362-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00362-4)
- Dracup, M., 2000. Narrow-leaved Lupins with Restricted Branching. *Annals of Botany* 85, 29–35. <https://doi.org/10.1006/anbo.1999.0994>
- Dracup, M., Kirby, E.J.M., 1996. *Lupin Development Guide*. University of Western Australia Press.
- Drummond, C.S., 2008. Diversification of *Lupinus* (Leguminosae) in the western New World: Derived evolution of perennial life history and colonization of montane habitats. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 48, 408–421. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2008.03.009>
- Duffner, A., Hoffland, E., Temminghoff, E.J.M., 2012. Bioavailability of zinc and phosphorus in calcareous soils as affected by citrate exudation. *Plant and Soil* 361, 165–175. <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1273-9>
- Duthion, C., Ney, B., Munier-Jolain, N.M., 1994. Development and Growth of White Lupin: Implications for Crop Management. *Agronomy Journal* 86, 1039. <https://doi.org/10.2134/agronj1994.00021962008600060020x>
- Eastwood, R.J., Drummond, C.S., Schifino-Wittmann, M.T., Hughes, C.E., 2008. Diversity and evolutionary history of lupins – insights from new phylogenies. *Lupins for health and wealth. Proceedings of the 12th International Lupin Conference, Fremantle, Western Australia, 14-18 September 2008* pp.346-354.
- Eastwood, R.J., Hughes, C.E., 2018. *Lupinus mutabilis*: Leguminosae-Faboideae. *Curtis's Botanical Magazine* 35, 134–148. <https://doi.org/10.1111/curt.12233>
- Ecocrop, 2017. Ecocrop database. FAO, Rome, Italy
- Elina, O., Heim, S., Roll-Hansen, N., 2005. Plant Breeding on the Front: Imperialism, War, and Exploitation. *Osiris*, 2nd Series 20, 161–179.

- Erdemoglu, N., Ozkan, S., Tosun, F., 2007. Alkaloid profile and antimicrobial activity of *Lupinus angustifolius* L. alkaloid extract. *Phytochem Rev* 6, 197–201. <https://doi.org/10.1007/s11101-006-9055-8>
- Falconi, C., Visser, R. and van Heusden, S. (2015). Influence of plant growth stage on resistance to anthracnose in Andean lupin (*Lupinus mutabilis*). *Crop and Pasture Science*, 66(7), p.729.
- Fikre, A., 2016. Unraveling Valuable Traits in Ethiopian Grain Legumes Research Hastens Crop Intensification and Economic Gains: A Review. *Universal Journal of Agricultural Research* 4, 175–182. <https://doi.org/10.13189/ujar.2016.040503>
- Fornasini, M., 2012. Hypoglycemic effect of *Lupinus mutabilis* in healthy volunteers and subjects with dysglycemia. *Nutricion Hospitalaria* 425–433. <https://doi.org/10.3305/nh.2012.27.2.5412>
- Fumagalli, P., Comolli, R., Ferrè, C., Ghiani, A., Gentili, R., Citterio, S., 2014. The rotation of white lupin (*Lupinus albus* L.) with metal-accumulating plant crops: A strategy to increase the benefits of soil phytoremediation. *Journal of Environmental Management* 145, 35–42. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.06.001>
- Galek, R., Kozak, B., Sawicka-Sienkiewicz, E., Zalewski, D. and Nowosad, K. (2017). Searching for the most useful genotypes of lupinus mutabilis sweet for breeding purpose. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 20(4). Devries, J.D., Bennett, J.M., Boote, K.J., Albrecht, S.L., Maliro, C.E., 1989. Nitrogen accumulation and partitioning by three grain legumes in response to soil water deficits. *Field Crops Research* 22, 33–44. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(89\)90087-7](https://doi.org/10.1016/0378-4290(89)90087-7)
- Galek, R., Sawicka-Sienkiewicz, E., Zalewski, D., Stawiński, S., Spychała, K., 2017. Searching for low alkaloid forms in the Andean lupin (*Lupinus mutabilis*) collection. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding* 53, 55–62. <https://doi.org/10.17221/71/2016-CJGPB>
- Gardiner, M.R., 1965. The Pathology of Lupinosis of Sheep: Gross- and Histo-Pathology. *Pathologia veterinaria* 2, 417–445. <https://doi.org/10.1177/030098586500200501>
- Giehl, R. and von Wiren, N. (2014). Root Nutrient Foraging. *Plant physiology*, 166(2), pp.509-517.
- Gladstone, J.S., 1970. Lupins as crop plants, *Field Crop Abstr.*, 23: 123- 148.
- Gladstones J.S., Atkins C.A., Hamblin J. 1998. *Lupins as Crop Plants: Biology, Production and Utilization*. CAB International.
- Gladstones, J.S., 1975. Lupin breeding in Western Australia: the narrow-leaf lupin (*Lupinus angustifolius*). *Journal of the Department of Agriculture*, 4 16, 8.
- Gladstones, J.S., 1976. The Mediterranean white lupin. *Journal of the Department of Agriculture, Western Australia, Series 4* 17, 70–74.

- 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.
- Gnatowska M., Świącicki W.K., Wolko B., 2000. Preliminary data on the outcrossing rate in *L. mutabilis*. Lupin, an ancient crop for the new millennium. 9th International Lupin conference, Klink/Muritz, 20–24 June 2000. International Lupin Association, Canterbury, pp 167–168
- Gresta, F., Wink, M., Prins, U., Abberton, M., Capraro, J., Scarafoni, A., Hill, G., 2017. Lupins in European cropping systems., in: Murphy-Bokern, D., Stoddard, F.L., Watson, C.A. (Eds.), Legumes in Cropping Systems. CABI, Wallingford, pp. 88–108. <https://doi.org/10.1079/9781780644981.0088>
- Gross, R. , 1982. El cultivo y la utilización del tarwi: *Lupinus mutabilis*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- Hatzold, T., Elmadfa, I., Gross, R., Wink, M., Hartmann, T., Witte, L., 1983. Quinolizidine alkaloids in seeds of *Lupinus mutabilis*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 31, 934–938. <https://doi.org/10.1021/jf00119a003>
- Henner, P., Brédoire, F., Tailliez, A., Coppin, F., Pierrisnard, S., Camilleri, V., Keller, C., 2018. Influence of root exudation of white lupine (*Lupinus albus* L.) on uranium phytoavailability in a naturally uranium-rich soil. Journal of Environmental Radioactivity 190–191, 39–50. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2018.04.022>
- Honeycutt, C. and Potaro, L. (1990). Field evaluation of heat units for predicting crop residue carbon and nitrogen mineralization. Plant and Soil, 125(2), pp.213-220.
- Honeycutt, C., Clapham, W. and Zibilske, L. (1988). Heat Units for Describing Carbon Mineralization and Predicting Net Nitrogen Mineralization. Soil Science Society of America Journal, 52(5), p.1346.
- Honeycutt, C.W., Potaro, L.J., 1990. Field evaluation of heat units for predicting crop residue carbon and nitrogen mineralization. Plant and Soil 125, 213–220. <https://doi.org/10.1007/BF00010659>
- Honeycutt, C.W., Potaro, L.J., Halteman, W.A., 1991. Predicting Nitrate Formation from Soil, Fertilizer, Crop Residue, and Sludge with Thermal Units. Journal of Environment Quality 20, 850. <https://doi.org/10.2134/jeq1991.00472425002000040024x>
- Hove, E.L., King, S., Hill, G.D., 1978. Composition, protein quality, and toxins of seeds of the grain legumes *Glycine max*, *Lupinus spp.*, *Phaseolus spp.*, *Pisum sativum* , and *Vicia faba*. New Zealand Journal of Agricultural Research 21, 457–462. <https://doi.org/10.1080/00288233.1978.10427434>
- Hughes, C., Eastwood, R., 2006. Island radiation on a continental scale: Exceptional rates of plant diversification after uplift of the Andes. Proceedings of the National Academy of Sciences 103, 10334–10339. <https://doi.org/10.1073/pnas.0601928103>

- Huyghe, C., 1991. Winter Growth of Autumn-sown White Lupin (*Lupinus albus L.*): Main Apex Growth Model. *Annals of Botany* 67, 429–434.
- Huyghe, C., 1997. White lupin (*Lupinus albus L.*). *Field Crops Research* 53, 147–160. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(97\)00028-2](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(97)00028-2)
- Iannucci, A., Terribile, M.R., Martiniello, P., 2008. Effects of temperature and photoperiod on flowering time of forage legumes in a Mediterranean environment. *Field Crops Research* 106, 156–162. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2007.11.005>
- Industry & Investment NSW (I&I NSW) District Agronomists, 2011. Lupin growth and development. NSW Dept. of Industry & Investment, Orange, N.S.W.
- Isaac, C., 2012. A Study on the Lupin Seed (*Lupinus Albus*) its Nutrient Content and Health Benefits in Comparison to Soyabean. Presented at the Good Governance and Sustainable Development.
- Izquierdo, J., Roca, W., 1998. Under-utilized andean food crops: status and prospects of plant biotechnology for the conservation and sustainable agricultural use of genetic resources. *Acta Horticulturae* 157–172. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1998.457.20>
- Jacobsen, S.-E., Mujica, A., 2006. El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. *Botánica Económica de los Andes Centrales* 458–482.
- Janusz, P., 2017. White lupin (*Lupinus albus L.*) – nutritional and health values in human nutrition – a review. *Czech Journal of Food Sciences* 35, 95–105. <https://doi.org/10.17221/114/2016-CJFS>
- Jessop, R.S., Roth, G., Sale, P., 1990. Effects of increased levels of soil CaCO₃ on Lupin (*Lupinus angustifolius*) growth and nutrition. *Soil Res.* 28, 955–962. <https://doi.org/10.1071/sr9900955>
- Kampanit, W., Coorey, R., Clements, J., Benjapong, W., Jayasena, V., 2017. Calcium, Iron, and Zinc Bioaccessibilities of Australian Sweet Lupin (*Lupinus angustifolius L.*) Cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 65, 4722–4727. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b00445>
- Käss, E., Wink, M., 1997. Molecular phylogeny and phylogeography of *Lupinus* (Leguminosae) inferred from nucleotide sequences of the rbcL gene and ITS 1 + 2 regions of rDNA. *Plant Systematics and Evolution* 208, 139–167. <https://doi.org/10.1007/BF00985439>
- Keatinge, J.D., Qi, A., Wheeler, T., Ellis, R., Summerfield, R., 1998. Effects of temperature and photoperiod on phenology as a guide to the selection of annual legume cover and green manure crops for hillside farming systems. *Field Crops Research* 57, 139–152. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(97\)00122-6](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(97)00122-6)
- Kerley, S.J., Huyghe, C., 2001. Comparison of acid and alkaline soil and liquid culture growth systems for studies of shoot and root characteristics of white lupin (*Lupinus albus L.*) genotypes. *Plant and Soil*, 236: 275. <https://doi.org/10.1023/A:1012724821957>

- Knight, R., 2000. Linking research and marketing opportunities for pulses in the 21st century: proceedings of the Third International Food Legumes Research Conference. Springer Science+Business Media Dordrecht, Waite Agricultural Research Institute, University of Adelaide, Adelaide, Australia.
- Kole, C. (Ed.), 2011. Wild crop relatives: genomic and breeding resources. 4: Legume crops and forages, 1. ed. ed. Springer, Berlin.
- Kouris-Blazos, A., Belski, R., 2016. Health benefits of legumes and pulses with a focus on Australian sweet lupins. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 25, 1–17. <https://doi.org/10.6133/apjcn.2016.25.1.23>
- Księżak, J., Staniak, M., Bojarszczuk, J., 2018. Nutrient Contents in Yellow Lupine (*Lupinus luteus* L.) and Blue Lupine (*Lupinus angustifolius* L.) Cultivars Depending on Habitat Conditions. *Polish Journal of Environmental Studies* 27, 1145–1153. <https://doi.org/10.15244/pjoes/76677>
- Kurlovich, B.S., 2002. Lupins: Geography, Classification, Genetic Resources and Breeding. Intan, St Petersburg
- Lambers, H., Clements, J.C., 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. <https://doi.org/10.3732/ajb.1200474>
- Lambers, h., Shane, M.W., Cramer, M.D., Pearse, S.J., Veneklaas, E.J., 2006. Root Structure and Functioning for Efficient Acquisition of Phosphorus: Matching Morphological and Physiological Traits. *Ann Bot* 98, 693–713. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl114>
- Larenas, F.E.C., Universiteit, W., 2013. Managing Technological Aspects of *Lupinus Mutabilis* from a Food Sovereignty Perspective in Ecuador. Wageningen University.
- Leach, J.E., Stevenson, H.J., ScOTT, T., Milford, G.F.J., 1997. The effect of soil freezing on the survival of winter-sown white lupins (*Lupinus albus* L.). *Annals of Applied Biology* 130, 561–567. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1997.tb07682.x>
- López-Bellido, L., Fuentes, M., Lhamby, J.C.B., Castillo, J.E., 1994. Growth and yield of white lupin (*Lupinus albus*) under Mediterranean conditions: effect of sowing date. *Field Crops Research* 36, 87–94. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(94\)90057-4](https://doi.org/10.1016/0378-4290(94)90057-4)
- Lucas, M.M., Stoddard, F.L., Annicchiarico, P., Frías, J., Martínez-Villaluenga, C., Sussmann, D., Duranti, M., Seger, A., Zander, P.M., Pueyo, J.J., 2015. The future of lupin as a protein crop in Europe. *Frontiers in Plant Science* 6. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00705>
- Lyu, Y., Tang, H., Li, H., Zhang, F., Rengel, Z., Whalley, W.R., Shen, J., 2016. Major Crop Species Show Differential Balance between Root Morphological and Physiological Responses to Variable Phosphorus Supply. *Front. Plant Sci.* 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01939>

- Makridis, C., Leontopoulos, S., M, P., Foskolos, A., Petrotos, K., 2013. Interdisciplinary approach to the use of lupine as an alternative crop to Greece.
- Martini, A., Migliorini P., Lorenzini, G., Lotti, C., Rosi Bellière S., Squilloni, S., Riccio, F., Giorgetti, A., Casini M., 2008. Production of grain legume crops alternative to soya bean and their use in organic dairy production. Presented at the 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy.
- Martos-Fuentes, M., Fernández, J.A., Ochoa, J., Carvalho, M., Carnide, V., Rosa, E., Pereira, G., Barcelos, C., Bebeli, P.J., Egea-Gilabert, C., 2017. Genotype by environment interactions in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) grown in the Iberian Peninsula. *Crop and Pasture Science* 68, 924. <https://doi.org/10.1071/CP17071>
- McMaster, G., 1997. Growing degree-days: one equation, two interpretations. *Agricultural and Forest Meteorology* 87, 291–300. [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(97\)00027-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(97)00027-0)
- Mikić, A., Čupina, B., Mihailović, V., Krstić, đ., Antanasović, S., Zorić, L., Đorđević, V., Perić, V., Srebrić, M., 2013. Intercropping white (*Lupinus albus*) and Andean (*Lupinus mutabilis*) lupins with other annual cool season legumes for forage production. *South African Journal of Botany* 89, 296–300. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2013.06.015>
- Millan-Linares, M.C., Lemus-Conejo, A., Yust, M.M., Pedroche, J., Carrillo-Vico, A., Millan, F., Montserrat-de la Paz, S., 2018. GPETAFLR, a novel bioactive peptide from *Lupinus angustifolius* L. protein hydrolysate, reduces osteoclastogenesis. *Journal of Functional Foods* 47, 299–303. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.05.069>
- Moore, K., Mullan, B., Kim, J., Dunshea, F., Moore, K., Mullan, B., Kim, J.C., Dunshea, F., 2016. The Effect of *Lupinus albus* and Calcium Chloride on Growth Performance, Body Composition, Plasma Biochemistry and Meat Quality of Male Pigs Immunized Against Gonadotrophin Releasing Factor. *Animals* 6, 78. <https://doi.org/10.3390/ani6120078>
- Moschini, V., Casella, G., Vivoli, R., Vazzana, C., Martini, A., Lotti, C., Migliorini, P., 2014. Performance of organic grain legumes in Tuscany. *Italian Journal of Agronomy* 9, 38. <https://doi.org/10.4081/ija.2014.525>
- Mülayim, M., Tamkoç, A., Babaoglu, M., 2002. Sweet white lupins versus local bitter genotype: agronomic characteristics as affected by different planting densities in the Göller region of Turkey. *European Journal of Agronomy* 17, 181–189. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(02\)00007-2](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00007-2)
- Müller, J., Gödde, V., Niehaus, K., Zörb, C., 2015a. Metabolic Adaptations of White Lupin Roots and Shoots under Phosphorus Deficiency. *Front. Plant Sci.* 6. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.01014>
- Munier-Jolain, N., 1996. Analysis of Branching in Spring-sown White Lupins (*Lupinus albus* L.): The Significance of the Number of Axillary Buds. *Annals of Botany* 77, 123–131. <https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0014>

Muranyi, I.S., n.d. Properties of protein isolates from lupin (*Lupinus angustifolius L.*) as affected by the isolation method 97.

Muzquiz, M., Burbano, C., Pedrosa, M.M., Ciesiołka, D., Pilarski, R., Gulewicz, K., 2009a. Studies on the Influence of Different Nitrogen Forms on the Chemical Composition of Various Cultivars of *Lupinus albus L.* Communications in Soil Science and Plant Analysis 40, 2009–2027. <https://doi.org/10.1080/00103620902960559>

Muzquiz, M., Osagiel, A., 1994. Variation of Alkaloid Components of Lupin Seeds in 49 Genotypes of *Lupinus albus L.* from Different Countries and Locations. J. Agdc. Food Chem. 42, 1447–1450.

National Research Council. 1989. Lost Crops of the Incas: Little-Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/1398>

Neumann, G., Martinoia, E., 2002. Cluster roots – an underground adaptation for survival in extreme environments. Trends in Plant Science 7, 162–167. [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(02\)02241-0](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(02)02241-0)

Neves Martins, J.M., Talhinhos, P., Bruno de Sousa, R., 2016. Yield and seed chemical composition of *Lupinus mutabilis* in Portugal. Revista de Ciências Agrárias 39, 518–525. <https://doi.org/10.19084/RCA16079>

New South Wales. Department of Industry and Investment 2011, Lupin growth and development, NSW Dept. of Industry & Investment, [Orange, N.S.W.]

Panasiewicz, K., Faligowska, A., Szymańska, G., Koziara, W., Szukała, J., Poniatońska, J., 2018. Yielding of Narrow-Leaved Lupin Depending on Varieties, Sowing Method and Sowing Rate. Fragmenta Agronomica 72–80. <https://doi.org/10.26374/fa.2018.35.07>

Papastylianou, I., 1987. Amount of nitrogen fixed by forage, pasture and grain legumes in Cyprus, estimated by the A-value and a modified difference method. Plant and Soil 104, 23–29. <https://doi.org/10.1007/BF02370620>

Pavanello, C., Lammi, C., Ruscica, M., Bosisio, R., Mombelli, G., Zanoni, C., Calabresi, L., Sirtori, C.R., Magni, P., Arnoldi, A., 2017. Effects of a lupin protein concentrate on lipids, blood pressure and insulin resistance in moderately dyslipidaemic patients: A randomised controlled trial. Journal of Functional Foods 37, 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.07.039>

Pearse, S.J., Veneklaas, E.J., Cawthray, G.R., Bolland, M.D.A., Lambers, H., 2006. Carboxylate release of wheat, canola and 11 grain legume species as affected by phosphorus status. Plant and Soil 288, 127–139. <https://doi.org/10.1007/s11104-006-9099-y>

Peiter, E., Yan, F., Schubert, S., 2001. Lime-induced growth depression in *Lupinus* species: Are soil pH and bicarbonate involved? Journal of Plant Nutrition and Soil Science 164, 165–172. [https://doi.org/10.1002/1522-2624\(200104\)164:2<165::AID-JPLN165>3.0.CO;2-B](https://doi.org/10.1002/1522-2624(200104)164:2<165::AID-JPLN165>3.0.CO;2-B)

- Picciau, R., Pritchard, H.W., Mattana, E., Bacchetta, G., 2019. Thermal thresholds for seed germination in Mediterranean species are higher in mountain compared with lowland areas. *Seed Science Research* 29, 44–54. <https://doi.org/10.1017/S0960258518000399>
- Pilegaard, K., Ministers, N.C. of, Gry, J., 2008. Alkaloids in Edible Lupin Seeds: A Toxicological Review and Recommendations, Temanord Series. Nordic Council of Ministers.
- Porter, N. (1982). Interaction between lateral branch growth and pod set in primary inflorescences of lupin. *Australian Journal of Agricultural Research*, 33(6), p.957.
- Porter, N., 1982. Interaction between lateral branch growth and pod set in primary inflorescences of lupin. *Australian Journal of Agricultural Research* 33, 957. <https://doi.org/10.1071/AR9820957>
- Purchase, L.I.F.. (Ed.), 1971. Symposium on Mycotoxins in Human Health. Palgrave Macmillan, London.
- Qi, A., Wheeler, T.R., Keatinge, J.D.H., Ellis, R.H., Summerfield, R.J., Craufurd, P.Q., 1999. Modelling the effects of temperature on the rates of seedling emergence and leaf appearance in legume cover crops. *Experimental Agriculture* 35, 327–344. <https://doi.org/10.1017/S0014479799003099>
- Römer P., Jahn-Deesbach W., 1988. Developments in *Lupinus mutabilis* breeding. Twardowski T (ed) 5th International Lupin conference, Poznań, 5–8 July 1988. PWRiL, pp 40–50.
- Ross, K., 2011. Soy Substitute Edges Its Way Into European Meals. *The New York Times*.
- Rubio de Casas, R., Willis, C.G., Pearse, W.D., Baskin, C.C., Baskin, J.M., Cavender-Bares, J., 2017. Global biogeography of seed dormancy is determined by seasonality and seed size: a case study in the legumes. *New Phytologist* 214, 1527–1536. <https://doi.org/10.1111/nph.14498>
- Ruiz, L.P., 1977. A rapid screening test for lupin alkaloids. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 20, 51–52. <https://doi.org/10.1080/00288233.1977.10427301>
- Sathe, S.K., Deshpande, S.S., Salunkhe, D.K., 1982. Functional Properties of Lupin Seed (*Lupinus mutabilis*) Proteins and Protein Concentrates. *Journal of Food Science* 47, 491–497. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1982.tb10110.x>
- Schoeneberger, H., Gross, R., Cremer, H.D., Elmadfa, I., 1982. Composition and Protein Quality of *Lupinus Mutabilis*. *The Journal of Nutrition* 112, 70–76. <https://doi.org/10.1093/jn/112.1.70>
- Schoeneberger, H., Morón, S., Gross, R., 1987. Safety evaluation of water debittered andean lupins (*Lupinus mutabilis*): 12-week rat feeding study. *Qualitas Plantarum Plant Foods for Human Nutrition* 37, 169–182. <https://doi.org/10.1007/BF01092053>
- Shane, M.W., Lambers, H., Cawthray, G.R., Kuhn, A.J., Schurr, U., 2008. Impact of phosphorus mineral source (Al–P or Fe–P) and pH on cluster-root formation and carboxylate exudation in *Lupinus albus L.* *Plant and Soil* 304, 169–178. <https://doi.org/10.1007/s11104-007-9535-7>

- Siddons, P.A., Jones, R.J.A., Hollis, J.M., Hallett, S.H., Huyghe, C., Day, J.M., Scott, T., Milford, G.F.J., 1994. The use of a land suitability model to predict where autumn-sown, determinate genotypes of the white lupin (*Lupinus albus*) might be grown in England and Wales. *The Journal of Agricultural Science* 123, 199. <https://doi.org/10.1017/S0021859600068465>
- Siger, A., Czubinski, J., Kachlicki, P., Dwiecki, K., Lampart-Szczapa, E., Nogala-Kalucka, M., 2012. Antioxidant activity and phenolic content in three lupin species. *Journal of Food Composition and Analysis* 25, 190–197. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.10.002>
- Smith, L., White, P., Sweetingham, M., 2008. Phosphorus requirements of newly released lupin varieties. *Proceedings 12th international lupin conference*, 396.
- Sprent J.I., McKey D., 1994. *Advances in legume systematics: Part 5 - The Nitrogen Factor*, The Royal Botanic Gardens, Kew. Volume 10, issue 6, p256. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)89083-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)89083-7)
- Sprent, J.I., McKey, D. (Eds.), 1994. *Advances in legume systematics. Pt. 5: The nitrogen factor*. The Royal Botanic Gardens, Kew.
- Stoddard, F., 2012. Increasing the range of legume crops for Finnish crop rotations. *Suomen Maataloustieteellisen Seuran Tiedote*, (28), pp.1-4.
- Święcicki, W.K., Święcicki, W., Nijaki, T., 1999. *Lupinus x hispanicoluteus* - an interspecific hybrid of Old World lupins. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 68, 217–220. <https://doi.org/10.5586/asbp.1999.029>
- Tadele, Y., 2015. White Lupin (*Lupinus albus*) grain, a potential source of protein for ruminants: A review. *Research Journal of Agriculture and Environmental Management* 4, 180–188.
- Tang, C., Robson, A.D., 1993. pH above 6.0 reduces nodulation in *Lupinus* species. *Plant and Soil* 152, 269–276. <https://doi.org/10.1007/BF00029097>
- Taylor, C.M., Kamphuis, L.G., Zhang, W., Garg, G., Berger, J.D., Mousavi-Derazmahalleh, M., Bayer, P.E., Edwards, D., Singh, K.B., Cowling, W.A., Nelson, M.N., 2019. INDEL variation in the regulatory region of the major flowering time gene *LanFTc1* is associated with vernalization response and flowering time in narrow-leafed lupin (*Lupinus angustifolius* L.). *Plant, Cell & Environment* 42, 174–187. <https://doi.org/10.1111/pce.13320>
- Taylor, J.R.N., Awika, J.M. (Eds.), 2017. *Gluten-free ancient grains: cereals, pseudocereals, and legumes: sustainable, nutritious, and health-promoting foods for the 21st century*, Woodhead Publishing series in food science, technology and nutrition. Woodhead Publishing, an imprint of Elsevier, Duxford, United Kingdom
- Thomson, B.D., Siddique, K.H.M., Barr, M.D., Wilson, J.M., 1997. Grain legume species in low rainfall mediterranean-type environments I. Phenology and seed yield. *Field Crops Research* 54, 173–187. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(97\)00047-6](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(97)00047-6)

- Tribouillois, H., Dürr, C., Demilly, D., Wagner, M.-H., Justes, E., 2016. Determination of Germination Response to Temperature and Water Potential for a Wide Range of Cover Crop Species and Related Functional Groups. Plos one 11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161185>
- Van, W.C.L., 1930. The Effect of Metals on the Respiration of *Lupinus Albus*. University of Pennsylvania.
- Veneklaas, E. J., Stevens, J., Cawthray, G. R., Turner, S., Grigg, A. M., & Lambers, H., 2003. Chickpea and white lupin rhizosphere carboxylates vary with soil properties and enhance phosphorus uptake. Plant and Soil, 248(1/2), 187–197. <http://doi.org/10.1023/a:1022367312851>
- Wang, Z., Straub, D., Yang, H., Kania, A., Shen, J., Ludewig, U., Neumann, G., 2014. The regulatory network of cluster-root function and development in phosphate-deficient white lupin (*Lupinus albus*) identified by transcriptome sequencing. Physiologia Plantarum 151, 323–338. <https://doi.org/10.1111/ppl.12187>
- Wassermann, V.D., 1987. Effects of plant density and row spacing on *Lupinus albus* cv. Kiev. South African Journal of Plant and Soil 4, 175–179. <https://doi.org/10.1080/02571862.1987.10634969>
- Watt, M., Evans, J.R., 1999. Linking Development and Determinacy with Organic Acid Efflux from Proteoid Roots of White Lupin Grown with Low Phosphorus and Ambient or Elevated Atmospheric CO₂ Concentration. Plant Physiology 120, 705–716. <https://doi.org/10.1104/pp.120.3.705>
- Watt, M., Evans, J.R., 2004. Phosphorus acquisition from soil by white lupin (*Lupinus albus* L.) and soybean (*Glycine max* L.), species with contrasting root development. Plant and Soil 248, 271–283. <https://doi.org/10.1023/A:1022332700686>
- Weisskopf, L., Fromin, N., Tomasi, N., Aragno, M., Martinoia, E., 2005. Secretion activity of white lupin's cluster roots influences bacterial abundance, function and community structure. Plant Soil 268. <https://doi.org/10.1007/s11104-004-0264-x>
- White, P., 1990. Soil and plant factors relating to the poor growth of *Lupinus* species on fine-textured, alkaline soils - a review. Australian Journal of Agricultural Research 41, 871. <https://doi.org/10.1071/AR9900871>
- Wink, M., 1988. Plant breeding: importance of plant secondary metabolites for protection against pathogens and herbivores. Theoret. Appl. Genetics 75, 225–233. <https://doi.org/10.1007/BF00303957>
- Wink, M., Meißner, C., Witte, L., 1995. Patterns of quinolizidine alkaloids in 56 species of the genus *Lupinus*. Phytochemistry 38, 139–153. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(95\)91890-D](https://doi.org/10.1016/0031-9422(95)91890-D)
- Withers, N.J., Forde, B.J., 1979. Effects of water stress on *Lupinus albus*: III. Response of seed yield and vegetative growth to water stress imposed during two or three growth stages. New Zealand Journal of Agricultural Research 22, 463–474. <https://doi.org/10.1080/00288233.1979.10430775>

- Wolko, B., Clements, J.C., Naganowska, B., Nelson, M.N., Yang, H., 2011. Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, in: Kole, C. (Ed.), Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 153–206. https://doi.org/10.1007/978-3-642-14387-8_9
- Wyrwa, K., Książkiewicz, M., Szczepaniak, A., Susek, K., Podkowiński, J., Naganowska, B., 2016. Integration of *Lupinus angustifolius* L. (narrow-leafed lupin) genome maps and comparative mapping within legumes. Chromosome Research 24, 355–378. <https://doi.org/10.1007/s10577-016-9526-8>
- Yadav, S.S., Redden, R. (Eds.), 2010. Climate Change and Management of Cool Season Grain Legume Crops. Springer Netherlands, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-3709-1>
- Yang, H., Shankar, M., Buirchell, B., Sweetingham, M., Caminero, C., Smith, P., 2002. Development of molecular markers using MFLP linked to a gene conferring resistance to Diaporthe toxica in narrow-leafed lupin (*Lupinus angustifolius* L.). TAG Theoretical and Applied Genetics 105, 265–270. <https://doi.org/10.1007/s00122-002-0925-1>
- Zhang, W.-H., Ryan, P.R., Tyerman, S.D., 2004. Citrate-Permeable Channels in the Plasma Membrane of Cluster Roots from White Lupin. Plant Physiology 136, 3771–3783. <https://doi.org/10.1104/pp.104.046201>
- Zhu, Y., Yan, F., Zörb, C., Schubert, S., 2005. A Link Between Citrate and Proton Release by Proteoid Roots of White Lupin (*Lupinus albus* L.) Grown Under Phosphorus-deficient Conditions? Plant and Cell Physiology 46, 892–901. <https://doi.org/10.1093/pcp/pci094>
- Zhukovsky, P.M., 1929. A contribution to the knowledge of genus *Lupinus* Tourn. Bull. Appl. Bot. Gen. Pl.-Breed., Leningrad-Moscow, XXI, I:16-294
- Zohary, D., Weiss, E., Hopf, M., 2012. Domestication of Plants in the Old World: The origin and spread of domesticated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin, 4th ed. OUP Oxford, New York.
- Zou, L., 2010. Effects of gradual and sudden heat stress on seed quality of Andean lupin, *Lupinus mutabilis*, Helsinki.
- Δάκαρης, Σ., 1993. Το νεκρομαντείο του Αχέροντα. Υπουργείο Πολιτισμού, Ταμείο Αρχαιολογικών Πόρων και Απαλλοτριώσεων, Αθήνα.
- Δαλιάνης, Κ., 1993. Ψυχανθή για Καρπό και Σανό. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα - Πειραιάς.
- Διβανές, Ι., 2016. Αξιολόγηση και επιλογή γενοτύπων λευκού λούπινου (*Lupinus albus* L.) για απόδοση και ανεκτικότητα σε εδάφη με υψηλό pH (Μεταπτυχιακή Διατριβή). Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού περιβάλλοντος Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, Βόλος.

Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 1990. , Αριθ. L 173 / 1.

Εφορεία Αρχαιοτήτων Πρέβεζας, 2015. Οι αρχαιολογικοί χώροι Νεκρομαντείου και Εφύρας. Υπουργείο Πολιτισμού & Αθλητισμού, Πρέβεζα.

Κέφαλος, Κ., 2017. Ψυχή σε στρατό από ψίχα. Εφημερίδα “Η Αυγή.”

Λουκοπούλος, Δ., 1940. Νεοελληνική Μυθολογία: Ζώα - Φυτά, Ιστορική και Λαογραφική Βιβλιοθήκη. Βιβλιοπωλείον Ι. Ν. Σιδέρη, Εν Αθήναις.

Μακρίδης, Χ., 2016. Ψυχανθή – κτηνοτροφικά φυτά. Τ.Ε.Ι. Θεσσαλίας Σχολή Τεχνολόγων Γεωπονίας, Λάρισα.

Τεσσαρομάτη, Χ., 2016. Φυτά με Φαρμακολογικές Ιδιότητες-Σύγχρονες Φυτοθεραπευτικές Δυνατότητες. Εκδόσεις Σπανός -Βιβλιοφιλία, Αθήνα.

**The introduction of N.I Vavilov
to the Exhibit № 54 to Bull. Appl. Bot.Gen. Pl.-Breed.,
Leningrad-Moscow, 1932, 63p.**

(ИВАНОВ et al., 1932)

THE DISCOVERY OF AN ALKALOIDLESS LUPIN

Introduction.

In 1930 the German „Kaiser Wilhelms Institut für Züchtungsforschung“, working under the direction of the well known genetist Dr. Ervin Baur, published a discovery of great agronomical importance, namely the occurrence of alkaloidless „sweet“ lupins among the usual bitter ones.

Such forms occur as single individuals among million of common plants. The possibility of adapting the vast sandy tracts of our non-chernozem zone for the cultivation of this valuable crop, the utilization of the green mass and the seeds of lupins as fodder for livestock, are rather interesting problems.

However, this important discovery was made a secret of. The methods of rapidly distinguishing the alkaloidless form from the common lupins were concealed. A patent was taken out for the methods and sold to commercial firms.

Even the experimental sowing of alkaloidless lupins was transferred to some place beyond the Plant breeding station in order to prevent depre-dation.

Even a superficial acquaintance with the problem was sufficient to show that there was nothing especially complicated in this discovery. The methods of determining the alkaloid contents are well elaborated by modern chemistry, so it could be suspected that one would have to deal with a colour reaction obtained by means of some reagents.

In the summer of 1931 the Institute of Plant Industry set to the solution of the problem and in a few months seems to have perfectly accomplished its purpose.

Our Biochemical Laboratory has devised a method of rapid selection of alkaloidless lupins, which makes it possible for one person to determine no less than one thousand plants a day. Moreover, our plant breeders have already found a considerable number of plants among all species interesting from an economical point of view, including the narrow-leaved lupin able to grow in northern latitudes, as well as the perennial one.

We do not conceal the results obtained by us but make them generally known, in order to interest in this discovery the scientific workers of our country, as well as those abroad. In the present work the Institute of Plant Industry publishes the results of its researches as well as an instruction for the determination of alkaloidless lupins

Work is being continued in the Institute of Plant Industry and the methods are being improved. At the present time we wide extend our work in order to obtain a great number of alkaloidless lupins in an as short as possible period.

Director of the Institute of Plant Industry

Prof. N. Vavilov.

15/XII 1931.

Εικόνα 6. 1. The introduction of N.I. Vavilov to the Exhibit No 54 to Bull. Apl. Bot. Gen. Pl.-Breed., Leningrad-Moscow, 1932 (πηγή: Kurlovich, B.S., 2002. Lupins: Geography, Classification, Genetic Resources and Breeding. Bogouslav Kourlovitch. 17-Appendix 1)

ΤΑ ΝΕΑ ΓΕΩΠΟΝΙΚΑ

Η Τ Ο Ι

ΓΕΩΡΓΙΚΟΝ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΝ

ΟΡΓΑΝΟΝ

ΤΗΣ ΕΝΩΣΕΩΣ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

ΕΚΔΙΔΟΜΕΝΟΝ ΚΑΤΑ ΜΗΝΑ

ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΣΥΝΤΑΚΤΗΣ

ΣΠΥΡ. ΧΑΣΙΩΤΗΣ

πρόεδρος της «Ενώσεως των Ελλήνων γεωπόνων»

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΚΑΙ ΕΚΔΟΤΗΣ

ΙΩ. Δ. ΚΟΛΛΑΡΟΣ

διευθυντής του βιβλιοπωλείου της «Εστίας»

Τὰ λούπινα τῆς Μάνης ἄριστον λίπασμα γαιῶν καὶ ἔξοχον κτηνοτροφικὸν φυτὸν συγχερόνως.

Πολλὰκις ἐγράψαμεν περὶ τῶν λουπίνων τῆς Μάνης. Σπείρονται τὸν Σεπτέμβριον, Ὀκτώβριον (πρωίμως) καὶ πρὸ τῶν βροχῶν ἀκόμη. Ποσὸν σπόρου 6—8 δκ. τὸ στρέμμα. Σκεπάζονται δι' ἐλαφρῆς ἀρόσεως (ἐν Μάνῃ δὲ καὶ ἀφήνονται ἀσκεπαστα). Φυτρώνουν μετὰ τὰς βροχάς. Ἀναπτύσσονται ταχέως καὶ μὲ εὐρωσίαν. Ῥίπτουν τὰς ῥίζας πολὺ βαθύς. Ἀντιοῦν θρεπτικὰ ὕλικά ἀπὸ τὸ ἀθρανὲς μέρος τῆς γῆς τῶν ἀγρῶν, ἦτοι ἀπὸ τὸ ὑπέδαφος. Ἐπίσης σχηματίζουν ἐξογκώματα εἰς τὰς ῥίζας γεμᾶτα ἀπὸ μικρόβια, ἔχοντα τὴν εὐεργετικὴν ἰδιότητα νὰ λαμβάνουν ἄζωτον ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρας. Τὴν ἄνοιξιν εἰς τὴν ἄνθησιν κόπτονται καὶ παραχώνονται εἰς τὸ ἔδαφος ὀλόκληρα τὰ φυτὰ, τὰ ὅποια λιπαίνουν πλουσίως τὸν ἀγρὸν, τὰς ἀμπέλους ἢ τοὺς ἐλαιῶνας. Ἡ ἀφήνονται νὰ καρπίσουν καὶ συλλέγεται τότε ὁ καρπὸς τῶν. Παραγωγή κατὰ στρέμμα 100—200 δκ. σπόρων. Οἱ σπόροι εἶναι περίπου ὡς μικρὰ κουνκία ἔχοντες μεγίστην θρεπτικὴν δύναμιν καὶ μάλιστα ἐξόχως παχυντικὴν. Δίδονται εἰς χοίρους, εἰς πρόβατα, εἰς βοῦς, ὅπως τὰ κουνκία. Ἀλλὰ πρέπει πρῶτον νὰ βράζονται, ἕως ὅτου φουσκώσουν. Ἐπειτα τίθενται εἰς σάκκους καὶ τοποθετοῦνται οὗτοι εἰς τὸ ῥεῦμα ποταμῶν ἢ εἰς τὴν θάλασσαν ἐπὶ δύο ἡμέρας κρατούμενοι

εἰς τὴν θέσιν ταύτην διὰ χονδρῶν λίθων. Διὰ τοῦ τρόπου τούτου ἀφαιρεῖται κατὰ μέγα μέρος ἡ πικρότης, τὴν ὅποιαν ἔχουν οἱ σπόροι τῶν λουπίνων. Διὰ τοῦ φυτοῦ τούτου καταργεῖται ἡ ἀγρανάπαισις. Σίτος ἢ κριθὴ ἢ βρόμη σπειρόμενα τὸ ἐπόμενον ἔτος ἐπὶ ἀγροῦ, ὁ ὅποιος εἶχε λούπινα, δίδουν ἐσοδείαν ἀφθονωτέραν ἢ ἂν σπαροῦν εἰς ἀγρὸν ἀφρεθέντα χάριν ἀγραναπάσεως ἀνευ σπορᾶς τινος, ὡς συνηθίζεται παρ' ἡμῖν. Τοῦτο δὲν ὀφείλεται μόνον εἰς τὴν ἰδιότητα τοῦ λουπίνου τοῦ νὰ συλλέγη ἄζωτον ἐκ τοῦ ἀέρος καὶ νὰ προσθέτη τοῦτο εἰς τὸ ἔδαφος, ἐπομένως νὰ λιπαίνῃ τὸν ἀγρὸν, ἀλλὰ καὶ εἰς τὴν εἰσχώρησιν τῶν ῥιζῶν αὐτοῦ εἰς μίγα βίθους, ὅποτε τὸ ὑπέδαφος καθίσταται πορῶδες καὶ διαπεραστὸν τόσο ὑπὸ τοῦ ὕδατος, καὶ τοῦ ἀέρος, ὅσον καὶ ὑπὸ τῶν ῥιζῶν τῶν σπειρομένων κατὰ τὸ ἐπόμενον ἔτος φυτῶν. Ἐπὶ πλέον τὸ λούπινον διὰ τῶν βαθειῶν του ῥιζῶν φέρει ἐκ τοῦ ὑπέδαφους στοιχεῖα (φωσφορικὸν ὄξυ καὶ κάλι) καὶ ἐναποθέτει ὄχι μόνον εἰς τοὺς καρπούς, ἀλλὰ καὶ εἰς τὸ στέλεχος καὶ εἰς τὰ φύλλα αὐτοῦ. Ταῦτα δὲ παραχώνονται εἰς τὸ ἔδαφος παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν, ἐπομένως λιπαίνουν σπουδαίως τὸν ἀγρὸν. Τὰ λούπινα εὐδοκιμοῦν καὶ εἰς γαίης πτωχῆς καὶ ξηρᾶς ἀλλὰ φύσεως μᾶλλον ἀμμώδους καὶ ἀμμοαργιλώδους καὶ μάλιστα ἀμμολιθικᾶς ἢ σχιστιώδεις.—Παραγγείλατε σπόρους διὰ Γυθείου.

ΑΡΧΕΙΟΝ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ

Τὰ λούπινα.

Οἱ Ἑβραῖοι τόβαλαν γὰ πιάσουν καὶ τὴ μητέρα τοῦ Χριστοῦ, τὴν Παναγία, αὐτὴ ὅμως εὔρισκε τρόπο γὰ ξεφεύγη. Γύριζε ἐδῶ-ἐκεῖ, μέσα σ' ἕναν κάμπο ποῦ ἦταν σπαρμένος ὄλο λούπινα. Ἔχουν ἀγκάθια τὰ λούπινα, καὶ τ' ἀγκάθια κεντοῦσαν τὰ πόδια τῆς Παναγίας καὶ τῆς τὰ μάτωναν.

— Ἡ πίκρα καὶ τὸ φαρμάκι ποῦ βάλατε στὴν καρδιά μου γὰ σᾶς κολλήση, τὰ κατκράστηκε.

Βαριά ἦταν ἡ κατάρα τούτῃ τῆς Παναγίας, καὶ σὰν τὴν ἀκουσαν οἱ φτωχοί, ποῦ μ' αὐτὰ ζοῦνε, εἶπαν :

— Κυρὰ Δέσποινα καὶ Παναγιά, πῶς δὲ σκέφτηκες καὶ μᾶς, ποῦ μὲ τὰ λούπινα ζοῦμε ! Λυπήσου τοὺς φτωχοὺς, Παναγία, καὶ πάρε τὴν κατάρα σου πίσω !

— Ἔχετε πολὺ δίκιο, τοὺς εἶπε, τὴν παίρνω καὶ δίνω τὴν εὐχή μου, μὰ γιὰ ν' ἀποχτήσουν γλύκα καὶ νοστιμιὰ, ἑφτὰ νερὰ πρέπει γὰ τὰ βράζετε, κι ἑφτὰ φορὲς γὰ χύνετε τὸ βρασμένο νερό τους.

Κρήτη, Μαρία Λιουδάκη