

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Θέμα

«Μελέτη της ανάπτυξης του λούπινου (*Lupinus spp.*) σε πειραματική
καλλιέργεια στο νομό Μεσσηνίας»

ΚΩΤΣΑΚΗ ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ

Καλαμάτα 2018

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Θέμα

«Μελέτη της ανάπτυξης του λούπινου (*Lupinus spp.*) σε πειραματική
καλλιέργεια στο νομό Μεσσηνίας»

ΚΩΤΣΑΚΗ ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ

Επιβλέπων καθηγητής
ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ ΑΛΕΞΙΟΣ

Καλαμάτα 2018

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ενυπογράφως ότι είμαι αποκλειστικός συγγραφέας της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, για την ολοκλήρωση της οποίας κάθε βοήθεια είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται λεπτομερώς στην εργασία αυτή. Έχω αναφέρει λεπτομερώς όλες τις πηγές χρήσης δεδομένων, απόψεων, θέσεων και προτάσεων, ιδεών και λεκτικών αναφορών, είτε κατά κυριολεξία είτε βάσει επιστημονικής παράφρασης. Αναλαμβάνω την προσωπική και ατομική ευθύνη ότι σε περίπτωση αποτυχίας στην υλοποίηση των παραπάνω δηλωθέντων στοιχείων, είμαι υπόλογος έναντι λογοκλοπής, γεγονός που σημαίνει αποτυχία στην Πτυχιακή μου Εργασία και κατά συνέπεια αποτυχία απόκτησης Τίτλου Σπουδών, πέραν των λοιπών συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων. Δηλώνω, συνεπώς, ότι αυτή η Πτυχιακή Εργασία προετοιμάστηκε και ολοκληρώθηκε από εμένα προσωπικά και αποκλειστικά και ότι, αναλαμβάνω πλήρως όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας.

Όνομα και Επώνυμο Συγγραφέα (με κεφαλαία γράμματα):

.....

Υπογραφή (ολογράφως, χωρίς μονογραφή):

.....

Ημερομηνία (ημέρα - μήνας - έτος):

.....

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια της ολοκλήρωσης των σπουδών μου στο Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου στο Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων. Αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι η μελέτη της προσαρμοστικότητας του λούπινου (*Lupinus spp.*) στην περιοχή της Μεσσηνίας. Η επιλογή του θέματος έγινε με κριτήριο τη συνεχή αύξηση του ενδιαφέροντος παγκοσμίως για την αξία και τις χρήσεις του λούπινου. Στη χώρα μας ήταν γνωστό από την αρχαιότητα αλλά η καλλιέργεια του εγκαταλείφθηκε με το πέρασμα των χρόνων, παρόλα αυτά διαθέτουμε ακόμα μια μεγάλη ποικιλία από άγρια είδη λούπινου. Γι αυτό το λόγο αξίζει να παρατηρήσουμε την προσαρμοστικότητά του και τις απαιτήσεις του ως μια εναλλακτική καλλιέργεια.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Αλεξόπουλο Αλέξιο για την βοήθεια του και την καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια του πειράματος αυτού, καθώς και τον κ. Καρρά Σταύρο για τη στήριξη του αλλά και όλους τους καθηγητές του τμήματος για τις γνώσεις που μου πρόσφεραν.

Επίσης, χρωστάω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου που με στήριξε κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
1. ΤΟ ΛΟΥΠΙΝΟ.....	3
1.1. Βοτανική ταξινόμηση.....	3
1.2. Χρήσεις.....	4
1.3. Συμβιωτικά αζωτοδεσμευτικά βακτήρια.....	7
1.4. Παραγωγή και καλλιεργούμενη έκταση.....	10
1.5 Βοτανικά χαρακτηριστικά.....	12
1.6. Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις.....	14
1.6.1. Απαιτήσεις σε έδαφος.....	14
1.6.2. Κλιματικές απαιτήσεις.....	15
1.7. Καλλιεργητική τεχνική.....	18
1.7.1. Κατεργασία εδάφους.....	18
1.7.2. Λίπανση.....	19
1.7.3. Σπορά.....	20
1.7.4. Συγκομιδή.....	20
1.7.5. Καταπολέμηση ασθενειών και εχθρών.....	22
2. ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ ΛΟΥΠΙΝΟΥ.....	24
3. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	26
4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	27
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ.....	29
6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	35
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	37

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αυτή η εργασία πραγματοποιήθηκε στο ΤΕΙ Πελοποννήσου με σκοπό τη μελέτη του ρυθμού ανάπτυξης του λούπινου του γένους *Lupinus albus* στην περιοχή της Μεσσηνίας. Η σπορά έγινε στον αγρό την 20 Νοεμβρίου και μετά το φύτευμα των σπόρων και την ανάδυση των φυτών, κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής τους μετρήθηκαν:

1. αριθμός φυτών ανά πειραματικό τεμάχιο (30 φυτά) ανά 30 ημέρες, από την 90^η έως και την 180^η ημέρα μετά τη σπορά
2. το ύψος των φυτών ανά 30 ημέρες, από την 90^η έως και την 180^η ημέρα μετά τη σπορά
3. ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό ανά 30 ημέρες, από την 90^η έως και την 180^η ημέρα μετά τη σπορά
4. ο αριθμός των ταξιανθιών ανά φυτό την 110^η, 120^η και 140^η ημέρα μετά τη σπορά
5. ο αριθμός των ανθέων ανά φυτό την 110^η, 120^η, 140^η, 150^η και 180^η ημέρα μετά τη σπορά
6. ο αριθμός των καρπών (λοβών) ανά φυτό την 140^η, 150^η και 170^η ημέρα μετά τη σπορά
7. το μήκος του λοβού την 180^η ημέρα μετά σπορά
8. ο αριθμός των αποξηραμένων λοβών ανά φυτό την 180^η ημέρα μετά τη σπορά

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρατηρείται ότι ο ρυθμός ανάπτυξης των φυτών κατά τη διάρκεια του χειμώνα είναι αργός ακόμη και στην περιοχή της Μεσσηνίας όπου ο χειμώνας είναι σχετικά ήπιος. Οι σημαντικότερες μεταβολές στην ανάπτυξη των φυτών παρατηρούνται αργότερα, κατά την άνοιξη, με την άνοδο της θερμοκρασίας και την αύξηση της ηλιοφάνειας (ένταση και διάρκεια φωτισμού). Επιπρόσθετα, η εμφάνιση των ανθέων γίνεται σχετικά αργά στην καλλιεργητική

περίοδο με αποτέλεσμα η ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών να συμβαίνουν αργά προς το τέλος του Μαΐου.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.ΤΟ ΛΟΥΠΙΝΟ

1.1. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Τα λούπινα ανήκουν στην οικογένεια των ψυχανθών ή αλλιώς Fabaceae, στο γένος *Lupinus* L. Στο γένος αυτό περιλαμβάνονται περισσότερα από 300 είδη εκ των οποίων πολλά είναι άγρια, ενώ κάποια από αυτά καλλιεργούνται σε διάφορες περιοχές του πλανήτη. Τα φυτά που ανήκουν στο γένος *Lupinus* μπορεί να είναι ποώδη που ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο μέσα στο ίδιο έτος (ετήσια) ή ποώδη-θαμνώδη και πολυετή (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Εκτός από τα λούπινα, στην οικογένεια Fabaceae κατατάσσονται και άλλα σημαντικά φυτά για τη διατροφή του ανθρώπου ή/και των ζώων που εκτρέφονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο, όπως είναι η σόγια, η αραχίδα, η φακή, τα φασόλια, ο βίκος, το μπιζέλι, το λαθούρι, τα κουκιά, το ρεβίθι, η μηδική, το τριφύλλι κ.ά. (Νικόπουλος, 2004).

Σύμφωνα με ιστορικά στοιχεία, οι αρχαίοι Έλληνες χρησιμοποιούσαν τα λούπινα στη διατροφή του καθώς και στη διατροφή των ζώων. Επιπρόσθετα, υπάρχουν αναφορές για είδη του γένους *Lupinus* σε περιοχές γύρω από τη Μεσόγειο και την Ανατολική Αφρική (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005). Ωστόσο, περισσότερα είδη του γένους *Lupinus* έγιναν γνωστά αργότερα, μετά την ανακάλυψη της Αμερικής (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Πολλά είδη του γένους *Lupinus* έχουν λάβει την κοινή τους ονομασία από το χρώμα του άνθους που σε πολλές περιπτώσεις είναι χαρακτηριστικό γνώρισμα για κάθε είδος.

Πιο συγκεκριμένα, γνωστά ως καλλιεργούμενα είδη του γένους είναι τα εξής:

- λευκό λούπινο: *L. albus*
- μπλέ λούπινο (στενόφυλλο): *L. angustifolius*
- κίτρινο λούπινο: *L. luteus*

Άλλα γνωστά είδη του γένους *Lupinus* είναι το *L. mutabilis* Sweet που είναι γνωστό ως λούπινο των Άνδεων και προέρχεται από τη Ν. Αμερική καθώς και το *L. cosentinii* Guss.

Στην Ελλάδα παρατηρείται ακόμα και σήμερα υψηλή βιοποικιλότητα και συναντάμε πολλά άγρια είδη σε διάφορες περιοχές όπου είναι γνωστά με διαφορετικές τοπικές ονομασίες όπως λεπίνια στην Άνδρο, λίμπουνας στην Αμοργό, λουμπούνια, λουπινάρι και πικροκούκι στην Κρήτη, λουμπουνάρια στην Κω, λίπινα ή σταφίδα στη Μάνη (Αγροτύπος, 2016).

1.2. ΧΡΗΣΕΙΣ

Τα λούπινα χρησιμοποιήθηκαν από τον άνθρωπο τόσο για τη διατροφή του όσο και για τη διατροφή των ζώων. Πριν και μετά τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο τα λούπινα χρησιμοποιούνταν ευρέως για την παραγωγή λαδιού, καφέ, ινών, σαπουνιών κ.α. (Davies and Williams, 1983). Σύμφωνα με τους Sathe et al. (1982) οι σπόροι του είδους *L. mutabilis* έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε λάδι (14-24%) και σε κάποιες περιπτώσεις περισσότερο από 50% πρωτεΐνες.

Σε κάποιες περιοχές είναι διαδεδομένη η κατανάλωση των σπερμάτων από τον άνθρωπο αφού αποτελούν φτηνή πηγή πρωτεϊνών ενώ περιέχουν και λάδι (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005). Οι καρποί του λούπινου παρουσιάζουν υψηλή θρεπτική αξία (371 θερμίδες/100 g) και αποτελούν πλούσια πηγή υδατανθράκων, πρωτεϊνών, βιταμινών, σιδήρου και ασβεστίου. Οι πρωτεΐνες των λούπινων, σε συνδυασμό με άλλες πρωτεΐνες ζωικής ή φυτικής προέλευσης μπορούν να καλύψουν ικανοποιητικά τις ανάγκες του ανθρώπου σε αμινοξέα.

Ωστόσο, σήμερα καλλιεργούνται κατά κύριο λόγο για τη διατροφή των ζώων, όπου χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο ο καρπός τους και σε πολύ μικρότερο βαθμό τα φύλλα και οι βλαστοί (χορτομάζα). Η καλλιέργεια των λούπινων για την παραγωγή ζωοτροφής συνδέεται με την υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, καθώς και στην παρουσία λιπιδίων (ελαίων), φυτικών ινών (το υψηλότερο ποσοστό από τα υπόλοιπα ψυχανθή), μετάλλων και βιταμινών (Μακρίδης, 2016).

Σε κάποιες χώρες, το λούπινο καλλιεργείται κυρίως για χλωρή λίπανση και λιγότερο για τη διατροφή των ζώων λόγω των αλκαλοειδών που περιέχουν και της μικρής διατροφικής αξίας για τα ζώα για βόσκηση. Οι σπόροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο μετά την απομάκρυνση των αλκαλοειδών (lupanine, lupinine, spartaine, oxylupanine) μετά από μεγάλη διάρκεια εμβάπτιση σε νερό με αλάτι (Postiglione, 1983).

Η σπουδαιότητα του λούπινου στην διατροφή των ζώων οφείλεται στην υψηλή περιεκτικότητα πρωτεϊνών (Doxastakis, 2007) και ανόργανων στοιχείων που περιέχουν. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι πρωτεΐνες του λούπινου, και γενικά των ψυχανθών, εκτός από τους καρπούς περιέχονται και στους βλαστούς και στα φύλλα σε μεγαλύτερα ποσοστά απ' ό,τι σε άλλες καλλιέργειες. Γι' αυτό το λόγο πολλές φορές συμπληρώνουν τους καρπούς των σιτηρών οι οποίοι δεν έχουν τις κατάλληλες πρωτεΐνες (π.χ. λυσίνη) για μία εξισορροπημένη διατροφή.

Επίσης περιέχει διαλυτούς και αδιάλυτους μη-αμυλώδεις πολυσακχαρίτες ενώ απουσιάζουν σημαντικές αντιδιαιτητικές ουσίες που είναι δύσκολες στην πέψη. Γι' αυτούς τους λόγους και το λούπινο θεωρείται ικανός ανταγωνιστής της σόγιας στη διατροφή όλων των ζώων. Επιπρόσθετα, συγκριτικά με τη σόγια δεν έχει καμία απαίτηση σε θερμική επεξεργασία και έχει ευκολία στο χειρισμό και την αποθήκευση εξαιτίας του σκληρού περιβλήματος του σπέρματος.

Στην Ιταλία έχει δοθεί ιδιαίτερη σημασία στην καλλιέργεια των *L. albus*, *L. angustifolius* και *L. lutens* τα οποία θεωρούνται, λόγω της έλλειψης αλκαλοειδών, κατάλληλα για καλλιέργεια το φθινόπωρο-χειμώνα. Ωστόσο, και άλλα είδη του

γένους *Lupinus*, και ιδιαίτερα το *L. mutabilis* θα μπορούσε να καλλιεργηθεί λόγω της υψηλής συγκέντρωσης σε λάδι, παρά το ότι περιέχει αλκαλοειδή (Postiglione, 1983).

Σε γενικές γραμμές, η καλλιέργεια του λούπινου με σκοπό την παραγωγή ζωοτροφής θα πρέπει να γίνεται αφού ληφθεί υπόψη ότι ο καρπός του περιέχει αντιθρεπτικούς παράγοντες, όπως είναι κυρίως τα διάφορα αλκαλοειδή (λουπανίνη, υδροξυλουπανίνη, λουπίνη, λουπινίνη, λουπινιδίνη), οι ολιγοζαχαρίτες και οι πολυφαινόλες.

Επιπρόσθετα, λούπινα προκαλούν σε πολλά είδη ζώων μία ασθένεια γνωστή με την ονομασία λουπίνωση. Πρόκειται για ασθένεια που οφείλεται σε μυκοτοξίνες (φομοψίνες) που παράγονται από το μύκητα *Phomopsis leptostromiformis* και βρίσκονται στα βλαστικά μέρη του φυτού. Οι μυκοτοξίνες αυτές προκαλούν βλάβες στο συκώτι του ζώου και σε προχωρημένη κατάσταση μπορεί να επιφέρουν και το θάνατο του ζώου (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005; Μακρίδης, 2016).

Τα λούπινα έχουν την υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες από όλα τα φυτά της οικογένειας των ψυχανθών (Sator, 1990). Τα σπέρματα του λούπινου έχουν σε γενικές γραμμές υψηλή περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία (89%), από την οποία περίπου το 38% είναι ολικές αζωτούχες ενώσεις, το 7-8% είναι λιπαρές ουσίες (έλαια), το 13-14% είναι ινώδεις ουσίες, το 15% ημικυτταρίνες, το 6-7% κυτταρίνη, το 7% λιγνίνη, το 1,5% άμυλο καθώς και έως 1% μέταλλα όπως φώσφορος και ασβέστιο.

Ωστόσο, υπάρχει παραλλακτικότητα σε χημική σύσταση των σπερμάτων μεταξύ των διαφόρων ειδών του γένους *Lupinus*. Τα σπέρματα του *L. albus* έχουν περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες 34,3-44,9% και σε λάδι 9,9-14,5% και τα σπέρματα του *L. angustifolius* έχουν περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες 28,0-37,9% και σε λάδι 5,3-6,6%, ενώ τα σπέρματα του *L. mutabilis* έχουν περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες 31,7-45,9% και σε λάδι 13,1-23,1% (Davies and Williams, 1983).

Σε ότι αφορά τη χημική σύσταση των βλαστικών τμημάτων του λούπινου, η περιεκτικότητα των βλαστών και των φύλλων σε ξηρά ουσία κυμαίνεται στο 11-12% του νωπού βάρους τους, ενώ η συγκέντρωση των ολικών αζωτούχων ενώσεων

κυμαίνεται στο 26-27% του ξηρού βάρους, οι λιπαρές ουσίες στο 2-3 του ξηρού βάρους, οι φυτικές ίνες στο 19-20% του ξηρού βάρους και η τέφρα στο 14% του ξηρού βάρους των φυτικών ιστών.

Στα σύγχρονα συστήματα καλλιέργειας τα λούπινα, όπως και άλλα φυτά της οικογένειας Fabaceae, χρησιμοποιούνται είτε σε συστήματα αμειψισποράς είτε σε συστήματα συγκαλλιέργειας λόγω της αζωτοδεσμευτικής ικανότητας των ριζόβιων βακτηριών που ζουν συμβιωτικά στις ρίζες τους (Δόρδας, 2009) και της θετικής επίδρασης της παρουσίας του στη βελτίωση φυσικών ιδιοτήτων των εδαφών.

Πιο συγκεκριμένα, η καλλιέργεια του λούπινου θεωρείται ότι ευνοεί τη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους. Οι βαθιές ρίζες των λούπινων ευνοούν το πορώδες του εδάφους και την καλή στράγγιση και το αερισμό του. Επιπρόσθετα, έρευνες στην Αυστραλία έδειξαν ότι το λευκό λούπινο θα μπορούσε να βελτιώσει την διαθεσιμότητα του φωσφόρου μέσω της οξίνισης της ριζόσφαιρας, ευνοώντας έτσι την απορρόφηση του φωσφόρου από τα φυτά. Σε μια τέτοια περίπτωση έχει παρατηρηθεί ευνοϊκή επίδραση στην πρόσληψη φωσφόρου, μαγγανίου και αζώτου όταν γίνεται συγκαλλιέργεια με σιτάρι (Gardner and Boundy, 1983).

Η συνεισφορά των λούπινων στην αζωτούχο θρέψη άλλων φυτών είναι σημαντική (Unkovich et al. 1994) και σε άλλη μελέτη έχει παρατηρηθεί ότι τα λούπινα είναι περισσότερο αποτελεσματικά από το μπιζέλι στην τροφοδοσία του κριθαριού με άζωτο ως καλλιέργεια που ακολουθούσε τα δύο αυτά ψυχανθή σε αμμώδη εδάφη (Jensen et al., 2004).

1.3. ΣΥΜΒΙΩΤΙΚΑ ΑΖΩΤΟΔΕΣΜΕΥΤΙΚΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ

Στις ρίζες των φυτών του γένους *Lupinus*, όπως και στις ρίζες άλλων φυτών της οικογένειας Fabaceae, αναπτύσσονται βακτήρια, τα οποία είναι γνωστά ως αζωτοδεσμευτικά βακτήρια, που έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν το άζωτο της ατμόσφαιρας και να το αποδίδουν στα φυτά.

Το άζωτο είναι ένα από τα κύρια θρεπτικά μακροστοιχεία που χρειάζονται τα φυτά ,καθώς παίζει ρόλο στο μεταβολισμό των όλων των φυτών ως συστατικό των πρωτεϊνών και πολλών συνενζύμων. Το άζωτο που βρίσκεται στο έδαφος είναι ακινητοποιημένο υπό μορφή οργανικών ενώσεων. Για να χρησιμοποιηθεί από τα φυτά πρέπει να γίνει η ανοργανοποίηση.

Η μεγάλη σπουδαιότητα των ψυχανθών έναντι των άλλων καλλιεργειών είναι η ικανότητά τους να δεσμεύουν το άζωτο της ατμόσφαιρας μέσω των αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων και έτσι να καλύπτουν τις ανάγκες τους σε άζωτο αλλά και εμπλουτίζουν με αυτό το έδαφος, το οποίο χρησιμοποιεί η επόμενη καλλιέργεια. Η διαδικασία αυτή λέγεται αζωτοδέσμευση (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Η εγκατάσταση και λειτουργία μιας αποτελεσματικής συμβίωσης μεταξύ του φυτού και των αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο που υφίσταται επιδράσεις τόσο ενδογενείς (προερχόμενες από το ίδιο το φυτό και τα βακτήρια) όσο και εξωγενείς (προερχόμενες από το άμεσο περιβάλλον των ριζών). Αποτέλεσμα αυτής της συμβίωσης είναι η ανάπτυξη ενός διαφοροποιημένου ιστού στις ρίζες του φυτού, όπου δεσμεύεται το άζωτο της ατμόσφαιρας. Ο ιστός αυτός ονομάζεται φυμάτιο.

Η συμβίωση αυτή είναι εξειδικευμένη, δηλαδή ένα είδος βακτηρίου δεν αναπτύσσει συμβιωτικές σχέσεις με όλα τα ψυχανθή. Ορισμένα έχουν μεγάλη εξειδίκευση και σχηματίζουν φυμάτια με τα είδη ενός μόνο γένους ή με ορισμένα μόνο είδη ενός γένους, ενώ άλλα συμβιώνουν με τα είδη πολλών γενών.

Ο σχηματισμός των φυματίων γίνεται σε τέσσερα στάδια (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005):

1. στάδιο αποικισμού των ριζοβίων (αζωτοδεσμευτικά βακτήρια) και προσκόλληση τους στα ριζικά τριχίδια. Η αναγνώριση μεταξύ ριζόβιου-ψυχανθούς γίνεται ήδη από το στάδιο του σπόρου με την βοήθεια διάφορων ουσιών όπως τα σάκχαρα και τα αμινοξέα. Η εξειδίκευση όμως των ριζοβίων καθορίζεται μετά την προσκόλληση με τα ριζικά τριχίδια.

2. στάδιο ανταπόκρισης των ριζικών τριχιδίων, όπου γίνονται αλλαγές στην ανάπτυξη και το μεταβολισμό των ριζών, αυξάνεται ο αριθμός των ριζικών τριχιδίων και παράγονται λεπτότερες και κοντότερες ρίζες, οι οποίες στην άκρη τους συστρέφονται και δημιουργείται άγκιστρο.

3. στάδιο εισόδου-μόλυνσης των ριζοβίων και ανάπτυξης των «ινών προσβολής», οι οποίες είναι ειδικοί δίοδοι σαν σωλήνες, μέσω των οποίων περνούν τα βακτήρια στο εσωτερικό της ρίζας. Ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται η μόλυνση δεν είναι γνωστή.

4. στάδιο ανάπτυξης φυματίων, κατά το οποίο οι ίνες προσβολής διακλαδίζονται στα κύτταρα του φυματίου.

Ο σχηματισμός των φυματίων και συνεπώς η αζωτοδέσμευση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, κυρίως από την οξύτητα του εδάφους. Η υψηλή συγκέντρωση ασβεστίου ευνοεί το σχηματισμό των φυματίων ενώ pH κάτω από 5 επιδρά αρνητικά ακόμα και στα λούπινα που θεωρούνται πιο ανθεκτικά στην οξύτητα του εδάφους γιατί σε όξινο έδαφος τα ριζόβια δεν μπορούν να κολλήσουν στα ριζικά τριχίδια.

Άλλος παράγοντας που επηρεάζει την αζωτοδέσμευση είναι η αλατότητα του εδάφους. Σε υψηλή συγκέντρωση αλάτων μειώνεται ο σχηματισμός των φυματίων αλλά και η ποσότητα του δεσμευόμενου αζώτου. Αυτό οφείλεται στη μείωση του αριθμού της πλάγιας ανάπτυξης των ριζικών τριχιδίων καθώς και στη δυσκολία δημιουργίας των ινών προσβολής και του άγκιστρου. Στα αλκαλικά εδάφη μειώνεται η διαθεσιμότητα ορισμένων ιχνοστοιχείων όπως ο σίδηρος και το βόριο που είναι απαραίτητα για την αζωτοδέσμευση και για αυτό θα πρέπει να αποφεύγονται.

Σημαντική είναι η επίδραση της περιεκτικότητας του εδάφους σε άζωτο στην δραστηριότητα των αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων. Έχει παρατηρηθεί ότι σε εδάφη πλούσια σε άζωτο το φυτό επιλέγει να χρησιμοποιήσει για τις ανάγκες του το διαθέσιμο άζωτο του εδάφους. Σε αυτή την περίπτωση γίνεται συνδυασμός της ποικιλίας του ψυχανθούς με το κατάλληλο στέλεχος ριζόβιου ώστε να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Τελευταίος παράγοντας, αλλά εξίσου σημαντικός, είναι η συνεκτικότητα του εδάφους. Ο κακός αερισμός και η υπερβολική συγκράτηση νερού εμποδίζουν τη δημιουργία των φυματίων μέχρι και 60%.

Η επιτυχής καλλιέργεια των ψυχανθών σε εδάφη με μικρή παρουσία αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων μπορεί να αντιμετωπιστεί με τον εμβολιασμό στο έδαφος, δηλαδή την εισαγωγή ριζοβίων. Αυτή η καλλιεργητική φροντίδα μπορεί να είναι απαραίτητη είτε γιατί απαιτούνται ριζόβια ανήκουν σε ένα είδος που δεν υπάρχει στο έδαφος, είτε γιατί ένα στέλεχος του είδους είναι πιο αποτελεσματικό από αυτά που υπάρχουν ήδη στο έδαφος, είτε γιατί χρειάζεται να αυξηθεί ο πληθυσμός των ριζοβίων του εδάφους. Στην περίπτωση του λούπινου απαιτείται η παρουσία η αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων του γένους *Bradyrhizobium*.

Τα εμπορικά σκευάσματα ριζοβίων μπορούν να αποθηκευτούν για περίπου ένα χρόνο σε θερμοκρασία δωματίου. Ο εμβολιασμός μπορεί να γίνει στο σπόρο με ένα εμπορικό σκεύασμα σε μορφή σκόνης ή στο έδαφος με κοκκώδη ή υγρή μορφή. Τα εμβολιασμένα φυτά αναπτύσσουν μεγάλα, πολυάριθμα φυμάτια κατανεμημένα ομοιόμορφα στη ρίζα.

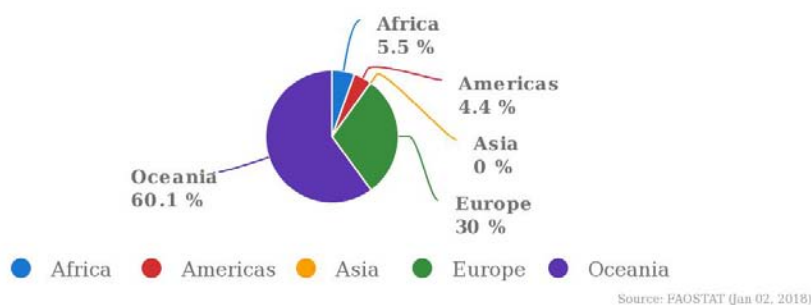
Όταν στο έδαφος δεν υπάρχουν καθόλου ριζόβια για το συγκεκριμένο φυτό, τα εισερχόμενα ριζόβια με τον εμβολιασμό αποικούν σ' αυτό, πολλαπλασιάζονται και κατά την αποσύνθεση απελευθερώνονται στο έδαφος. Όμως ο αριθμός τους δεν είναι αρκετός για να πραγματοποιηθεί η αζωτοδέσμευση και την επόμενη χρονιά, γι' αυτό θα πρέπει να επαναληφθεί ο εμβολιασμός (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.4. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΗ ΕΚΤΑΣΗ

Η παγκόσμια παραγωγή λούπινου εξελίχθηκε καθοδικά την περίοδο 2010-2016 σύμφωνα με το FAO. Ωστόσο, τα λούπινα καλλιεργούνται παγκοσμίως σε έκταση που φτάνει τα 10 εκ. στρέμματα (Mihailović et al., 2007a).

Production share of Lupins by region

Average 2010 - 2016



Εικόνα 1.1. Καλλιεργούμενες εκτάσεις λούπινου παγκοσμίως.

Το 2010-2011 οι εκτάσεις του καλλιεργούμενου στην Ευρώπη, η Πολωνία είναι η πρώτη σε εκτάσεις χώρα με 13.000 στρέμματα το 2016 και ακολουθεί η Ρωσική Ομοσπονδία με 11.000 στρέμματα, ενώ η Ελλάδα είναι 12^η με 42 στρέμματα.

Πίνακας 1.1. Καλλιεργούμενη έκταση (στρ.) του λούπινου σε χώρες της Ευρώπης.

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

1.3. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα λούπινα είναι φυτά ποώδη ετήσια με όρθια ανάπτυξη. Οι ρίζες τους είναι πασσαλώδης με πολλές διακλαδώσεις και φέρει τα χαρακτηριστικά φυμάτια, μεγάλου μεγέθους (Εικόνα 1.2).

Το ύψος του βλαστού ποικίλει, από 20 έως 100 cm, και παρουσιάζει σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων ειδών του γένους *Lupinus* αλλά και μεταξύ των διαφόρων ποικιλιών μέσα σε κάθε είδος (γενότυπος). Επιπρόσθετα, το ύψος του φυτού επηρεάζεται σημαντικά και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι βλαστοί του φυτού φέρουν από τρίχες όπως εξάλλου και τα φυλλάρια και ο μίσχος (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Τα φύλλα είναι σύνθετα και αποτελούνται από 5 έως 11 φυλλάρια που διατάσσονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε το τελικό σχήμα του φύλλου μοιάζει με παλάμη. Τα φυλλάρια είναι πλατιά ή στενόμακρα ανάλογα την ποικιλία και το είδος.



Εικόνα 1.2. Φυμάτια στις ρίζες φυτών του είδους *Lupinus albus*.

Η ανθοταξία είναι βότρυς, και τα άνθη έχουν χρώμα λευκό, κίτρινο, μπλε ή μαργαριτώδες. Η γονιμοποίηση διευκολύνεται από τις μέλισσες στην καλλιέργεια σε λευκά και κίτρινα λούπινα. Ωστόσο κάποιες ποικιλίες του *L. angustifolius* είναι αυτογονιμοποιούμενες.



Εικόνα 1.4. Ταξιανθία του είδους *Lupinus albus*.

Η καρπόδεση πραγματοποιείται μόνο στα άνθη προς τη βάση της ανθοταξίας και οι λοβοί είναι τριχωτοί και δερματώδεις με 2-6 σπόρους σε σχήμα τετράγωνο και πλατυσμένο. Το σχήμα και το μέγεθος των σπόρων διαφοροποιείται μεταξύ των διαφόρων ειδών του γένους *Lupinus*. Το πάχος των εξωτερικών τοιχωμάτων (περιβλήματα) του λοβού είναι συνήθως αρκετά μεγάλο, κάτι που είναι αρνητικό για τους καλλιεργητές αλλά γίνονται προσπάθειες βελτίωσης.

Τα πολύ παχιά και με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία εξωτερικά τοιχώματα των λοβών του λούπινου έχουν σαν συνέπεια την καθυστέρηση στην απομάκρυνση της υγρασίας και την ωρίμανση. Το νωπό βάρος των λοβών του *Lupinus albus* αυξάνεται κατά πολύ περισσότερο από ότι σε άλλα ήδη ψυχανθών, όπως για παράδειγμα στο μπιζέλι, το λαθούρι ή ακόμα και το *L. mutabilis*. Επιπρόσθετα, η διάρκεια της χρονικής περιόδου που αυξάνεται το νωπό βάρος των τοιχωμάτων του

λοβού είναι μεγαλύτερη. Τέλος, για την αποξήρανση των λοβών απαιτούνται περίπου 20 ημέρες περισσότερες (από την άνθηση και μετά) από ότι σε άλλα είδη της οικογένειας των ψυχανθών (Davies and Williams, 1983).

Παρόμοια, τόσο η ανάπτυξη του εμβρύου όσο και η φυτρωτική ικανότητα του εμβρύου καθυστερούν. Ωστόσο, το φύτεμα των σπόρων μπορεί να συμβεί πολύ νωρίτερα από την αποξήρανση των λοβών, γι' αυτό είναι προτιμότερο να γίνεται κοπή των φυτών και παραμονή για ξήρανση παρά άμεσο αλώνισμα σε περιοχές που η συγκομιδή θα πρέπει να γίνει νωρίς για να αποφευχθεί η αρνητική επίδραση αναμενόμενων βροχοπτώσεων κατά το φθινόπωρο (Davies and Williams, 1983).

Σε γενικές γραμμές, σύμφωνα με τον Simpson (1983) υπάρχει μεγάλη παραλλακτικότητα στο είδος *Lupinus albus* στις διάφορες περιοχές τις Μεσογείου, χωρίς να είναι γνωστό που οφείλεται αυτό. Η παραλλακτικότητα αυτή αφορά τόσο διαφορές μεταξύ των πληθυσμών όσο και διαφορές μέσα σε ένα πληθυσμό και συνδέεται με χαρακτηριστικά των φύλλων (μήκος, πλάτος), των ανθέων (χρώμα ανθέων, μήκος-πλάτος πετάλου), του καρπού (μήκος-πλάτος λοβού, αριθμός σπόρων ανά λοβό), του σπόρου (μήκος, πλάτος), ύψος του φυτού μέχρι τον πρώτο λοβό κ.α.. Σύμφωνα με τον ίδιο ερευνητή, η Ελλάδα αποτελεί μια περιοχή πλούσια σε γενετικό υλικό, σε ότι αφορά το είδος *Lupinus albus*.

1.4. ΕΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

1.4.1 Απαιτήσεις σε έδαφος

Οι απαιτήσεις του λούπινου σε ότι αφορά τη γονιμότητα εδάφους είναι πολύ μικρές. Έτσι, ένα από τα σημαντικά πλεονεκτήματα της καλλιέργειας του λούπινου είναι ότι μπορεί να καλλιεργηθεί και να αποδώσει σε εδάφη φτωχά και ξηρά όπου η καλλιέργεια άλλων φυτικών ειδών, ακόμη και ψυχανθών δεν είναι επιτυχημένη (Παπακώστα-Γασοπούλου, 2005).

Ωστόσο, υπάρχουν κάποιες διαφορές μεταξύ των διαφορετικών ειδών του γένους *Lupinus*, σε ότι αφορά τις εδαφικές απαιτήσεις. Πιο συγκεκριμένα, το είδος *L. albus* μπορεί να αναπτυχθεί σε σχετικά βαριά εδάφη (π.χ. πηλοαμμώδη) μέτριας γονιμότητας ενώ το *L. angustifolius* μπορεί να αναπτυχθεί σε σχετικά βαριά εδάφη (π.χ. αμμοπηλώδη) με μέτρια γονιμότητα. Σε αντίθεση, το είδος *L. luteus* αναπτύσσεται με επιτυχία σε ελαφριά εδάφη (π.χ. αμμώδη) και φτωχά σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Τα λούπινα γενικά είναι ανθεκτικά στην υψηλή οξύτητα του εδάφους και προτιμά τα ελαφρώς όξινα εδάφη με pH 5,5-6,5, με πιο ανθεκτικό στα όξινα εδάφη το είδος *L. luteus*. Σε αντίθεση, το *L. albus* εμφανίζει μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στις υψηλές τιμές pH. Ωστόσο, σε γενικές γραμμές, σε υψηλές τιμές pH (μεγαλύτερο από 7,5) και, ιδιαίτερα, παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων ασβεστίου στο έδαφος, τα φυτά παρουσιάζουν συμπτώματα τοξικότητας, η οποία συνδέεται με δυσκολίες στην πρόσληψη του φωσφόρου και του σιδήρου (Huyghe, 1997).

1.4.2. Κλιματικές απαιτήσεις

Τα λούπινα είναι φυτά που ευδοκιμούν σε περιοχές με εύκρατο κλίμα. Ωστόσο, είναι φυτά με μικρή ανθεκτικότητα στον παγετό. Από τα καλλιεργούμενα λούπινα πιο ανθεκτικά στον παγετό είναι τα μπλε, ακολουθούν τα λευκά ενώ τα κίτρινα θεωρούνται τα πιο ευαίσθητα στον παγετό (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Ο ρυθμός ανάπτυξης του φυτού επηρεάζεται από το γονότυπο, τη θερμοκρασία (εαρινοποίηση) και την φωτοπερίοδο κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των σπορόφυτων και πριν από τη φάση της άνθησης (Almeida, 1966; Rahman and Gladstones, 1972).

Αυτές οι αντιδράσεις των φυτών επηρεάζονται σημαντικά από εποχή σε εποχή, κάνοντας έτσι αδύνατο να προσδιοριστεί η άριστη ημερομηνία σποράς για να επιτευχθεί ισορροπία μεταξύ βλαστικής και αναπαραγωγικής φάσης και παράλληλα

να επιτευχθεί πρόωμη ωρίμανση ώστε να επιτευχθεί ο καλύτερος δείκτης συγκομιδής (Williams and Brocklehurst, 1983).

Η εγκατάσταση της καλλιέργειας ποικίλει από το φθινόπωρο έως τις αρχές του χειμώνα, όταν οι εποχιακές βροχοπτώσεις επιτρέπουν την ανάπτυξη πριν από την εμφάνιση των περιόδων έλλειψης νερού κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι.

Οι περισσότεροι από τους τοπικά προσαρμοσμένους πληθυσμούς τείνουν να έχουν πολλά φύλλα με σχετικά μικρή επέκταση του βλαστού κατά τις πρώτες φάσεις της ανάπτυξης, ιδιαίτερα όταν η φωτοπερίοδος είναι μικρή, μεγάλο αριθμό λοβών στο κεντρικό στέλεχος, σημαντικά μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια ανά φυτό και δυναμικό υψηλότερης εμπορικής απόδοσης σε σπόρο. Επίσης αναπτύσσουν υψηλόσωμα φυτά με καθορισμένη ανάπτυξη των πλάγιων βλαστών τα οποία για αυτό το λόγο ωριμάζουν αργότερα (Williams and Brocklehurst, 1983).

Στις μεσογειακές περιοχές όπου η σπορά γίνεται το φθινόπωρο υπάρχει κίνδυνος τα νεαρά φυτά να υποστούν βλάβη αν η θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 4 °C κατά τη διάρκεια του χειμώνα ή νωρίς την άνοιξη όταν τα φυτά βρίσκονται στην αναπαραγωγικά φάση της ανάπτυξής τους. Αυτό μπορεί να αποφευχθεί αν η σπορά γίνει νωρίς το φθινόπωρο γιατί τότε η θερμοκρασία δεν κατεβαίνει κάτω από 2 °C. Όμως και οι υψηλές θερμοκρασίες μπορούν να προκαλέσουν ζημιές όπως πτώση των ανθέων και νεαρών λοβών καθώς και μειωμένη απόδοση.

Πολλά από αυτά τα χαρακτηριστικά είναι μακριά από τις optimum συνθήκες σε μικρότερης διάρκειας καλλιεργητικές περιόδους που επικρατούν μετά από ανοιξιότικη σπορά σε δροσερές περιοχές.

Βελτιώσεις στην αγρονομική προσαρμοστικότητα μπορεί να πραγματοποιηθεί με την επιλογή ποικιλιών που έχουν μικρή αντίδραση στη χαμηλή θερμοκρασία μετά το φύτεμα και μια έναν πιο ταχύ ρυθμό στην ανάπτυξη κατά τα πρώτα στάδια. Παρόλα αυτά, ακόμη και αυτές οι ποικιλίες παρουσιάζουν ποικίλα μοντέλα ανάπτυξης σε διαφορετικές εποχές κάτι που υποδηλώνει ότι διατηρούν τον ίδιο βαθμό ευαισθησίας στην επίδραση της θερμοκρασίας και της φωτοπερίοδου σε συγκεκριμένα στάδια ανάπτυξης (Williams and Brocklehurst, 1983).

Η εαρινοποίηση και η φωτοπερίοδος αύξησαν το ρυθμό ανάπτυξης και προκάλεσαν αλλαγή στο ύψος των φυτών σε όλες τις ποικιλίες. Ωστόσο, η επίδραση της φωτοπερίοδου ήταν μεγαλύτερη στα φυτά που είχαν δεχθεί εαρινοποίηση σε σύγκριση με αυτά που είχαν υψηλότερες θερμοκρασίες κατά την καλλιεργητική περίοδο.

Η εαρινοποίηση των φυτών που αναπτύσσονται κάτω από την ίδια φωτοπερίοδο αύξησε την ταχύτητα ανάπτυξης του μεριστώματος της κορυφής σε σύγκριση με αυτά που δεν είχαν δεχθεί εαρινοποίηση και η επίδραση αυτή διατηρήθηκε σε όλη τη ζωή του φυτού. Αυξημένος ρυθμός ανάπτυξης συσχετίστηκε με μικρότερο μήκος του στελέχους και υψηλότερη κυριαρχία του μεριστώματος της κορυφής δίνοντας έτσι μικρότερες διακλαδώσεις σε όλα τα γόνατα και πιο αποδεκτό επίπεδο καθορισμένης ανάπτυξης και βλαστικής ανάπτυξης. Αυτές οι επιδράσεις δυστυχώς συνδέθηκαν με μικρότερο αριθμό λοβών και σπερμάτων ανά φυτί και με δείκτη συγκομιδής που δεν άλλαξε.

Τα πιο σημαντικά αποτελέσματα ήταν η σχέση μεταξύ του σταδίου της κορυφής και του βαθμού αντίδρασης στην εαρινοποίηση. Έτσι, η επίδραση της εαρινοποίησης ήταν μεγαλύτερη και πιο σταθερή κατά τα στάδια της ανάπτυξης των σπορόφυτων μεταξύ της πλήρους απορρόφησης νερού από το σπόρο και της ανάδυσης των κοτυληδόνων. Κατά την εμφάνιση των κοτυληδόνων, το ακραίο μερίστωμα έχει ήδη 8 αρχέγονα που είναι ορατά με το μικροσκόπιο. Για αυτό σε ποικιλίες με μικρό αριθμό (12-14 βλαστικά αρχέγονα) η εαρινοποίηση σε μεγαλύτερο στάδιο ανάπτυξης δεν έχει επίδραση.

Είναι γνωστό ότι στις καλλιέργειες που γίνεται ανοιξιάτικη σπορά του *Lupinus albus* ο ρυθμός και ο τρόπος ανάπτυξης του φυτού δεν μπορούν με ακρίβεια να συσχετιστούν με την ημερομηνία σποράς. Τα αποτελέσματα από αυτή την εργασία υποδηλώνουν ότι ο λόγος για την ποικιλία στην αντίδραση στην εποχή σποράς συνδέεται με τη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια ανάπτυξης στα πρώτα στάδια μετά το φύτερωμα. Πρώιμα ανοιξιάτικη σπορά όταν ακολουθείται από σχετικά υψηλή θερμοκρασία κατά το φύτερωμα θα δώσει μικρότερη εαρινοποίηση σε σύγκριση με

αργοπορημένη σπορά που όμως το φύτευμα συμβαίνει σε χαμηλή θερμοκρασία (Williams and Brocklehurst, 1983).

Όσον αφορά τις απαιτήσεις των λούπινων σε εδαφική υγρασία, δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητικά, όμως στο στάδιο της άνθησης, της καρπόδεσης και του γεμίσματος των λοβών η επάρκεια εδαφικής υγρασίας εξασφαλίζει μια ικανοποιητική απόδοση. Η κατάκλιση του εδάφους αυξάνει τον κίνδυνο μόλυνσης των ριζών από μύκητες, όπως το φουζάριο, καθώς και από βοτρυτή. Ιδιαίτερα, πριν τη συγκομιδή η επίδραση της υπερβολικής υγρασίας μπορεί να είναι καταστροφική για την καλλιέργεια (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Ο σπόρος του λούπινου φυτρώνει ακόμη και σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες, οι οποίες όμως καλό είναι να κυμαίνονται σε επίπεδα τουλάχιστον 5 °C. Κατά την ανάπτυξη του εμβρύου οι κοτυληδόνες εξέρχονται επάνω από την επιφάνεια του εδάφους (επίγειο τρόπος βλάστησης των σπόρων) και στη συνέχεια αναπτύσσονται τα δύο κοτυληδονόφυλλα.

Το κεντρικό στέλεχος του φυτού αναπτύσσεται, ανάλογα με τη θερμοκρασία, και φέρει πλάγιους βλαστούς (πρώτης τάξης) που φέρουν ταξιανθίες στην κορυφή τους και βλαστούς δεύτερης τάξης κ.ο.κ. Ωστόσο, υπάρχουν ποικιλίες με καθορισμένη ανάπτυξη στις οποίες ο αριθμός των βλαστών περιορίζεται σε πρώτη και δεύτερη τάξης, ως αποτέλεσμα της αδυναμίας παραγωγής νέων βλαστών λόγω της διαφοροποίησης των οφθαλμών του φυτού σε ανθοφόρους.

1.5. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ

1.5.1 Κατεργασία εδάφους

Πριν τη σπορά είναι απαραίτητο να γίνεται απομάκρυνση των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας και κατάλληλη κατεργασία του εδάφους. Η καλλιέργεια του λούπινου μπορεί να ενταχθεί με επιτυχία σε συστήματα αμειψισποράς. Σε άλλες πάλι περιπτώσεις είναι πιθανή η συγκαλλιέργεια

διαφορετικών ειδών λούπινου, όπως τα είδη *Lupinus albus* και *Lupinus mutabilis* με σιτηρά, ενώ οικονομικά συμφέρουσα κρίνεται για τους παραγωγούς και η συγκαλλιέργεια των ειδών αυτών με άλλα είδη ψυχανθών που χρησιμοποιούνται για ζωοτροφή (Mikic et al., 2013).

Το όργωμα πραγματοποιείται συνήθως μετά τις πρώτες βροχές του φθινοπώρου, όταν το έδαφος είναι στο ρώγο του. Σε ξηρό έδαφος πρέπει να αποφεύγεται το όργωμα για να μην προκληθεί ζημιά στο έδαφος αλλά και στο μηχάνημα. Μετά το όργωμα, που γίνεται σε βάθος 30-35 cm ακολουθεί ψιλοχωματισμός σε βάθος 5-10 cm για την προετοιμασία της σποροκλίνης.

Ωστόσο, επειδή το λούπινο έχει ισχυρό ριζικό σύστημα μπορεί να εφαρμοστεί μειωμένη κατεργασία εδάφους, και σε αυτή την περίπτωση γίνεται μια απλή αναμόχλευση του εδάφους πριν τη σπορά (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.5.2 Λίπανση

Το λούπινο δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις σε λίπανση. Ιδιαίτερα σε ότι αφορά το άζωτο, η προσθήκη αζώτου δεν κρίνεται απαραίτητη καθώς το αζωτοδεσμευτικό βακτήριο του γένους *Bradyrhizobium sp.* το οποίο ζει συμβιωτικά στις ρίζες του φυτού είναι ικανό να συνεισφέρει στην τροφοδοσία του φυτού με τις απαραίτητες ποσότητες αζώτου.

Ωστόσο, σε πολλά εδάφη της χώρας μας δεν συναντάται το βακτήριο αυτό και είναι πιθανό για την επιτυχημένη καλλιέργειά του να απαιτείται εμβολιασμός του εδάφους, ιδιαίτερα όταν το έδαφος δεν έχει καλλιεργηθεί πριν με λούπινα.

Σε ότι αφορά τις απαιτήσεις του φυτού σε φώσφορο, καλό είναι να προστίθονται μικρές ποσότητες φωσφορικών λιπασμάτων (περίπου 6 kg P₂O₅ ανά στρέμμα), ενώ καλιούχος λίπανση εφαρμόζεται μόνο σε εδάφη που είναι διαπιστωμένη η έλλειψη καλίου (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.6.4 Σπορά

Η σπορά γίνεται συνήθως το φθινόπωρο μετά τα τις πρώτες βροχοπτώσεις. Η φθινοπωρινή σπορά επιτρέπει την αύξηση της διάρκειας της καλλιεργητικής περιόδου με αποτέλεσμα να εξασφαλίζει μεγαλύτερη απόδοση και να αποφεύγεται η αρνητική επίδραση των πολύ υψηλών θερμοκρασιών του καλοκαιριού. Σε πολύ ορεινές περιοχές, με χαμηλές θερμοκρασίες, η σπορά μπορεί να γίνει πολύ νωρίς την άνοιξη. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να γίνει πυκνή σπορά ώστε τα φυτά να υπάρχουν περισσότερα φυτά ανά στρέμμα με λιγότερους λοβούς ανά φυτό που θα προλάβουν να ωριμάσουν και να συγκομισθούν πριν την εμφάνιση των υψηλών θερμοκρασιών του καλοκαιριού.

Η ποσότητα του σπόρου που θα χρησιμοποιηθεί και η πυκνότητα των φυτών επηρεάζεται σημαντικά από την ποιότητα του σπόρου (Herbert, 1977; Faluyi et al., 2000) αλλά και από τις διαφορές στην ανάπτυξη μεταξύ των διαφόρων γονοτύπων (Mülayim et al., 2002) και τις διαφορές στις εδαφοκλιματικές συνθήκες από περιοχή σε περιοχή (López-Bellido et al., 2000).

Γενικά, είναι επιθυμητή μια πυκνότητα τουλάχιστον 35.000-40.000 φυτών ανά στρέμμα η οποία είναι προτιμότερο να ανέρχεται έως τα 60.000 φυτά ανά στρέμμα. Στην Ελλάδα συνήθως χρησιμοποιούνται 12-14 kg σπόρου ανά στρέμμα αλλά μπορεί η ποσότητα να είναι μεγαλύτερη ανάλογα με τη φυτρωτική ικανότητα του σπόρου και τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν την περίοδο της σποράς (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005). Το βάθος σποράς είναι συνήθως τα 3-4 cm, αλλά χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή σε εδάφη με δύσκολη στράγγιση.

1.6.5 Συγκομιδή

Σε καλλιέργειες που προορίζονται για την παραγωγή σπόρων θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στον προσδιορισμό του κατάλληλου σταδίου για τη συγκομιδή. Αργοπορημένη συγκομιδή είναι πιθανό να έχει σαν αποτέλεσμα την

πτώση των λοβών που έχουν σχηματιστεί νωρίς στο φυτό ή την πτώση των σπερμάτων από τους λοβούς καθώς κατά την αποξήρανσή τους οι λοβοί ανοίγουν. Αυτό είναι πιο πιθανό να συμβεί σε γονότυπους που οι λοβοί τους δεν ωριμάζουν ταυτόχρονα ή μέσα σε μικρή χρονική περίοδο.

Έτσι, συνήθως η συγκομιδή επιλέγεται να γίνει όταν η περιεκτικότητα σπόρων των λοβών που βρίσκονται χαμηλότερα στο βλαστό του φυτού έχουν υγρασία περίπου 12% (στην πράξη ξεκινά όταν η υγρασία των σπόρων είναι έως 20% το ανώτερο), ενώ ταυτόχρονα το κατώτερο τμήμα του βλαστού είναι ακόμα ελαφρώς πράσινο και δεν έχει φτάσει ακόμη σε στάδιο πλήρους ξήρανσης. Για να περιοριστεί το τίναγμα καρπού πρέπει η συγκομιδή να γίνεται σε συνθήκες υψηλής υγρασίας κάτι το οποίο επιτυγχάνεται όταν η συγκομιδή γίνει νωρίς το πρωί ή νωρίς το βράδυ.

Η συγκομιδή μπορεί να γίνει με τις θεριστικές μηχανές των σιτηρών αλλά υπάρχουν απώλειες που φτάνουν μέχρι και 5-10%. Για το λόγο αυτό είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται ειδικές συλλεκτικές μηχανές συλλέκτες.

Για καλλιέργειες που προορίζονται για χλωρή μάζα ή για ενσίρωση η συγκομιδή γίνεται όταν ο σπόρος βρίσκεται στο στάδιο της μαλακής ζύμης. Η ενσίρωση είναι η μέθοδος διατήρησης του χλωρού χόρτου υπό αναερόβιες συνθήκες σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους που ονομάζονται σιροί. Το προϊόν της ενσίρωσης ονομάζεται ενσίρωμα και χαρακτηρίζεται από μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία και οργανικά οξέα, κυρίως γαλακτικό οξύ. Σε αντίθεση, το βλαστικό μέρος του φυτού δεν χρησιμοποιείται συνήθως για την παραγωγή σανού γιατί οι βλαστοί έχουν σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Οι αποδόσεις παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση ανάλογα τις εδαφοκλιματικές συνθήκες και μπορεί να ξεκινούν από 50 έως και 500 Kg ανά στρέμμα. Στην Ελλάδα οι αποδόσεις κυμαίνονται κατά μέσο όρο 157 Kg ανά στρέμμα, ενώ στην Αυστραλία φτάνουν περίπου τα 122 Kg ανά στρέμμα (FAO, 2016).

1.6.7. Καταπολέμηση ασθeneιών και εχθρών

Τα λούπινα δεν αντιμετωπίζουν ιδιαίτερα προβλήματα από ασθένειες και εχθρούς. Προβλήματα από ασθένειες παρατηρούνται συνήθως μόνο σε περιοχές με εδάφη κακής στράγγισης. Οι κυριότερες μυκητολογικές ασθένειες είναι οι τήξεις όταν το φυτό είναι σε νεαρό στάδιο ανάπτυξης ή κατά το φύτεμα του σπόρου καθώς και οι σήψεις του λαιμού και των ριζών.

Οι τήξεις οφείλονται κυρίως σε μύκητες του γένους *Phythium* και *Fusarium* και συνδέονται κυρίως με τη χρήση προσβεβλημένου σπόρου. Οι συνθήκες που ευνοούν την ανάπτυξη της ασθένειας είναι συνήθως χαμηλές θερμοκρασίες στο έδαφος (<16 °C) και υψηλή εδαφική υγρασία. Επίσης βαθιά σπορά και βαρύ συνεκτικό έδαφος ευνοούν την εκδήλωση της ασθένειας. Οι σήψεις του λαιμού και της ρίζας οφείλονται στους μύκητες *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum* και *Sclerotium rolfsii*.

Ο μύκητας *Rhizoctonia solani* παρουσιάζονται νεκρωτικά έλκη στο ριζικό σύστημα. Οι ιστοί στις προσβεβλημένες περιοχές φαίνονται βυθισμένοι και καστανοί. Ο μύκητας αυτός καταστρέφει τα κύτταρα του φυτού παράγοντας διάφορα οργανικά οξέα και ένζυμα. Η ασθένεια αυτή ευνοείται από υψηλές θερμοκρασίες και υψηλή υγρασία.

Ο μύκητας *Sclerotinia sclerotiorum* προσβάλλει το λαιμό των φυτών, ο οποίος καλύπτεται από πυκνό, λευκό μυκήλιο με χαρακτηριστικά μαύρα σκληρώτια. Αποτελεσματική καταπολέμηση δεν υπάρχει.

Ο μύκητας *Sclerotium rolfsii* σχηματίζει και αυτός λευκό μυκήλιο με μικρότερα όμως σκληρώτια σφαιρικά σε μέγεθος σπόρου σιναπιού, λευκά αρχικά και στη συνέχεια καστανά. Η ασθένεια και στις δύο περιπτώσεις εμφανίζεται κατά κηλίδες στον αγρό.

Επίσης, σήψη μπορεί να προκαλέσει και ο μύκητας *Botrytis cinerea*. Ο μύκητας αυτός προσβάλλει κυρίως τους βλαστούς, οι οποίοι ξηραίνονται, αλλά και τα

άνθη και τους λοβούς. Η μόλυνση ευνοείται από υψηλή υγρασία και θερμοκρασία κάτω από 20 °C.

Η καλλιέργεια του λούπινου στη χώρα μας, δεν αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα από έντομα και άλλους εχθρούς. Ωστόσο, τα φυτά είναι δυνατό να προσβληθούν από (π.χ. *Myzus persicae*, *Acyrtosiphum* spp.) οι οποίες είναι φορείς ιώσεων, ενώ επιπρόσθετα, ευνοούν την εμφάνιση καπνιάς λόγω των μελιτωδών ουσιών που εκκρίνουν. Τέλος, οι προνύμφες του πράσινου σκουληκιού (*Helicoverpa* spp.) μπορεί να προκαλέσουν ζημιές στους λοβούς καθώς τρέφονται με αυτούς (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

2. ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ ΛΟΥΠΙΝΟΥ

Υπάρχουν πολλά είδη λούπινου και σημαντική γενετική παραλλακτικότητα μέσα σε κάθε είδος ή ακόμη και μέσα σε κάθε πληθυσμό (Mihailonić et al., 2017b). Ωστόσο, τέσσερα από αυτά τα είδη χρησιμοποιούνται ευρύτερα στην παραγωγή λούπινου παγκοσμίως και σε ορισμένες περιπτώσεις συνίστανται για συγκαλλιέργεια με άλλα φυτικά είδη και έχουν ιδιαίτερη σημασία λόγω της υψηλής διατροφικής του αξίας για τα ζώα (Böhm et al., 2008; Mikić et al., 2013):

➤ Το στενόφυλλο λούπινο - *L. angustifolius*

Προσαρμόζεται καλύτερα στα αμμώδη, χαμηλής γονιμότητας εδάφη και το στέλεχος τους είναι ανθεκτικό στους ανέμους μετά τη συγκομιδή. Είναι, επίσης, ανθεκτικό στα όξινα εδάφη και προτιμά καλή στράγγιση. Δεν είναι κατάλληλα για πολύ αλκαλικά εδάφη (pH 8,5) όπου το ελεύθερο ασβέστιο υπερβαίνει το 4%.

➤ Το λευκό λούπινο - *L. albus*

Τα λευκά λούπινα προσαρμόζονται σε βαριά, γόνιμα και καλά στραγγιζόμενα εδάφη. Είναι λιγότερο αποδοτικά σε περιοχές με λίγες βροχοπτώσεις αλλά έχουν πλεονέκτημα απόδοσης σε υψηλότερες βροχοπτώσεις (450mm).



Εικόνα 1.5. Φυτά λούπινου του είδους *L. albus* κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης στον αγρό.

➤ Το μπλε λούπινο - *L. cosentinii*

➤ Το κίτρινο λούπινο - *L. luteus*

Έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και λουπίνες και είναι πιο ανθεκτικό σε ασθένειες αλλά πιο ευαίσθητο σε αφίδες (http://www.pulseaus.com.au/storage/app/media/crops/2007_Lupins-SA-Vic.pdf).

3. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της ανάπτυξης του λούπινου στις κλιματικές συνθήκες του νομού Μεσσηνίας. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε να καλλιεργηθούν φυτά του είδους *Lupinus albus*, και να αποτυπωθούν τα στοιχεία ανάπτυξης των φυτών όταν αυτά αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια του χειμώνα και της άνοιξης σε περιοχές με ήπιο χειμώνα όπως είναι στη Νότια Ελλάδα και πιο συγκεκριμένα στο νομό Μεσσηνίας.

4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο ΤΕΙ Πελοποννήσου με απευθείας σπορά των φυτών στον αγρό την 20 Νοεμβρίου. Χρησιμοποιήθηκαν σπόροι του είδους *L. albus* οι οποίοι τοποθετήθηκαν σε βάθος περίπου 2 cm. Αμέσως μετά τη σπορά ακολούθησε πότισμα και το έδαφος διατηρήθηκε υγρό είτε με ποτίσματα είτε μέσω των βροχοπτώσεων.

Δεν πραγματοποιήθηκε βασική λίπανση πριν τη σπορά των φυτών ενώ δεν πραγματοποιήθηκε και επιφανειακή λίπανση. Τα φυτά αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια του χειμώνα χωρίς να πραγματοποιηθούν ποτίσματα. Αργότερα κατά τη διάρκεια της άνοιξης, όταν τα δεν υπήρχαν βροχοπτώσεις, πραγματοποιήθηκαν δύο ποτίσματα των φυτών.

Δεν παρατηρήθηκαν προσβολές από παθογόνα ή εχθρούς κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών και για το λόγο αυτό δεν πραγματοποιήθηκε ψεκασμός των φυτών κάποιο μυκητοκτόνο ή εντομοκτόνο.

Τα φυτά αναπτύχθηκαν σε τέσσερα διαφορετικά πειραματικά τεμάχια, καθένα από τα οποία είχε πέντε σειρές των δεκατεσσάρων φυτών η καθεμία. Οι αποστάσεις σποράς ήταν μεταξύ των γραμμών σποράς 30 cm και μεταξύ των φυτών επάνω σε κάθε γραμμή σποράς 25 cm. Οι μετρήσεις που αφορούν τις παραμέτρους ανάπτυξης των φυτών πραγματοποιήθηκαν στις τρεις εσωτερικές γραμμές κάθε πειραματικού τεμαχίου και από κάθε γραμμή μετρήθηκαν τα δέκα εσωτερικά φυτά.

Η βλάστηση των σπόρων ξεκίνησε έξι ημέρες μετά τη σπορά και ολοκληρώθηκε μέσα σε χρονική περίοδο έντεκα ημερών.

Οι μετρήσεις που ελήφθησαν αφορούσαν στοιχεία της ανάπτυξης των φυτών, όπως:

1. αριθμός φυτών ανά πειραματικό τεμάχιο (30 φυτά) ανά 30 ημέρες, από την 90^η έως και την 180^η ημέρα μετά τη σπορά
2. το ύψος των φυτών ανά 30 ημέρες, από την 90^η έως και την 180^η ημέρα μετά τη σπορά

3. ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό ανά 30 ημέρες, από την 90^η έως και την 180^η ημέρα μετά τη σπορά

4. ο αριθμός των ταξιανθιών ανά φυτό την 110^η, 120^η και 140^η ημέρα μετά τη σπορά

5. α αριθμός των ανθέων ανά φυτό την 110^η, 120^η, 140^η, 150^η και 180^η ημέρα μετά τη σπορά

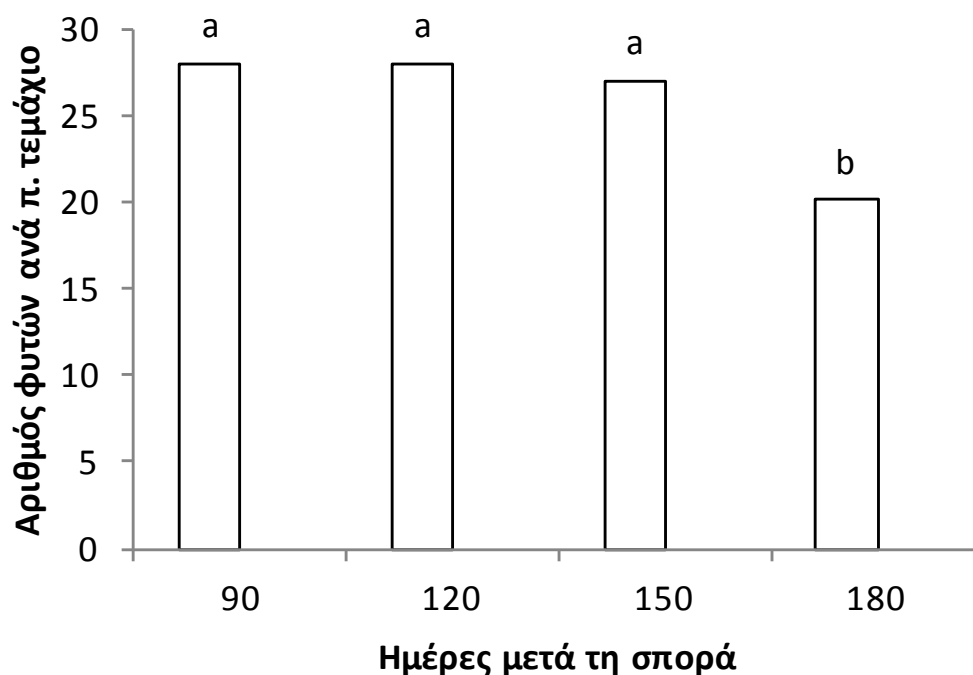
6. ο αριθμός των καρπών (λοβών) ανά φυτό την 140^η, 150^η και 170^η ημέρα μετά τη σπορά

7. το μήκος του λοβού την 180^η ημέρα μετά σπορά

8. α αριθμό των αποξηραμένων λοβών ανά φυτό την 180^η ημέρα μετά τη σπορά

Ακολούθησε η σύγκριση των μέσων τιμών των ημερομηνιών μέτρησης για να εκτιμηθεί η σημαντικότητα των διαφορών των μέσων κάθε ημέρας μέτρησης, κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών. Η σημαντικότητα των διαφορών των μέσων τιμών εκτιμήθηκε με το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς σε επίπεδο σημαντικότητα 95%.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

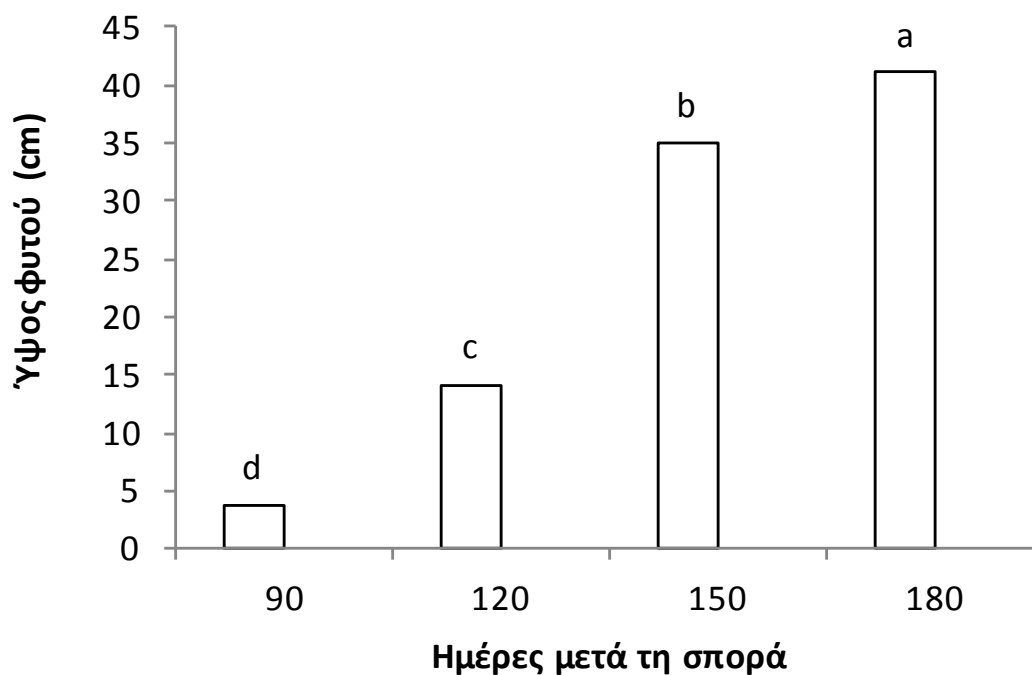


Εικόνα 5.1. Μέσος αριθμός φυτών ανά πειραματικό τεμάχιο (30 φυτά). Στήλες που φέρουν το ίδιο γράμμα δηλώνουν μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών σύμφωνα με το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Ο αριθμός των φυτών που αναπτύχθηκαν σε κάθε πειραματικό τεμάχιο μετά τη σπορά παρέμεινε υψηλός (28 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο) 90 και 120 ημέρες μετά τη σπορά.

Την 150^η ημέρα μετά της σπορά ο αριθμός των φυτών ανά πειραματικό τεμάχιο μειώθηκε στα 27, αλλά η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική σε σύγκριση με τις προηγούμενες ημέρες μέτρησης.

Σε αντίθεση, την 180^η ημέρα μετά σπορά ο αριθμός των φυτών ανά πειραματικό τεμάχιο (20,1 φυτά) μειώθηκε στατιστικά σημαντικά σε σύγκριση με τις προηγούμενες ημέρες μέτρησης (Εικόνα 5.1).

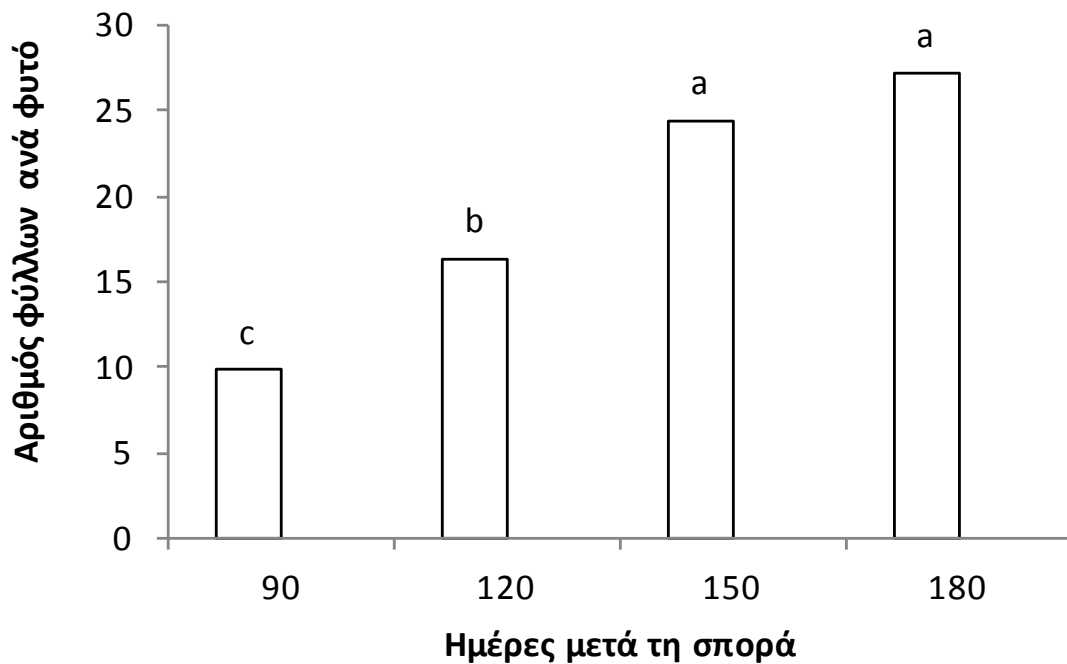


Εικόνα 5.2. Μέσο ύψος φυτού. Στήλες που φέρουν το ίδιο γράμμα δηλώνουν μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών με το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Το μέσο ύψος του φυτού παρουσίασε συνεχή στατιστικά σημαντική αύξηση κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

Έτσι, ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερο την 90^η ημέρα μετά τη σπορά σε σύγκριση με την 120^η ημέρα μετά τη σπορά.

Η αύξηση του ύψους των φυτών συνεχίστηκε καθόλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου με αποτέλεσμα τα φυτά να έχουν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο ύψος την 150^η ημέρα μετά τη σπορά σε σύγκριση με την 120^η ημέρα μετά τη σπορά καθώς επίσης και την 180^η ημέρα μετά τη σπορά σε σύγκριση με την 150^η ημέρα μετά τη σπορά (Εικόνα 5.2).



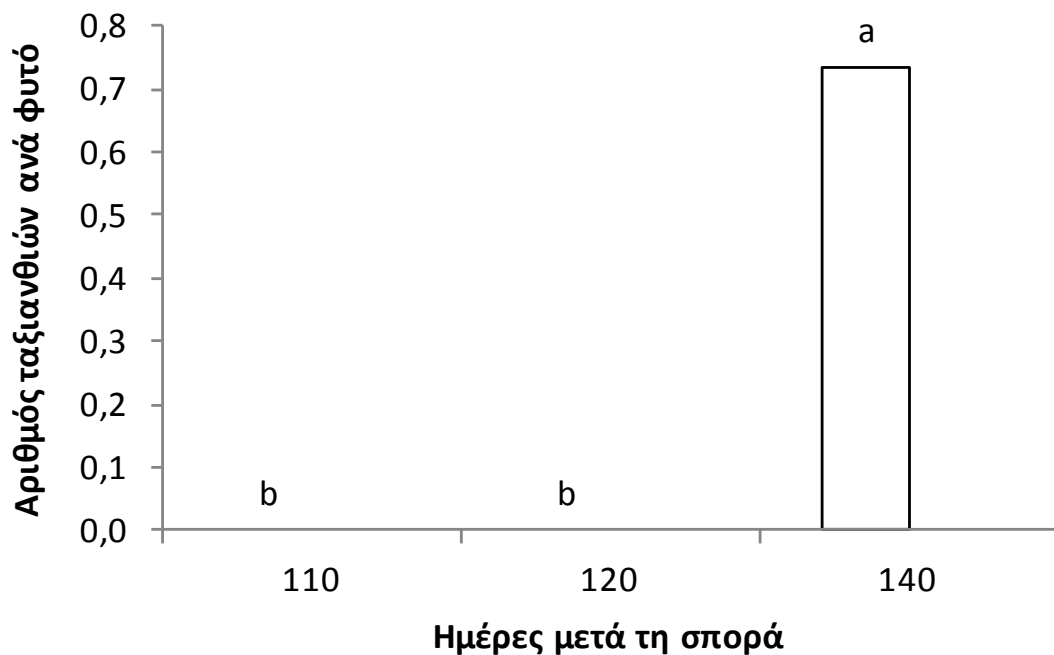
5.3. Μέσος αριθμός φύλλων ανά φυτό. Στήλες που φέρουν το ίδιο γράμμα δηλώνουν μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών με το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό παρουσίασε συνεχή αύξηση κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

Έτσι, ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερος την 90^η ημέρα μετά τη σπορά σε σύγκριση με την 120^η ημέρα μετά τη σπορά.

Επίσης, την 150^η ημέρα μετά τη σπορά ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος σε σύγκριση με την 120^η ημέρα μετά τη σπορά.

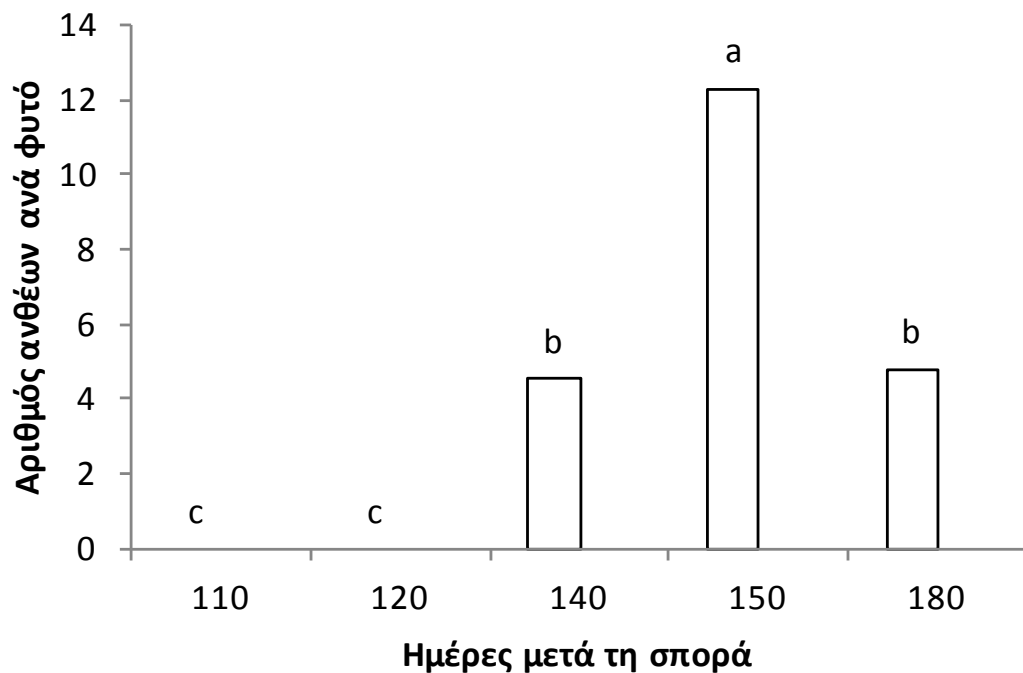
Παρά την αύξηση που παρατηρήθηκε στον αριθμό των φύλλων ανά φυτό την 180^η ημέρα μετά τη σπορά σε σύγκριση με την 150^η ημέρα μετά τη σπορά, η διαφορά μεταξύ των μέσων δεν ήταν στατιστικά σημαντική (Εικόνα 5.3).



5.4. Μέσος αριθμός ταξιανθιών ανά φυτό. Στήλες που φέρουν το ίδιο γράμμα δηλώνουν μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών με το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Τα φυτά δεν είχαν ταξιανθίες στην 110^η και 120^η ημέρα μετά τη σπορά.

Οι ταξιανθίες εμφανίστηκαν στα φυτά αργότερα και την 140^η ημέρα μετά τη σπορά ήταν κατά μέσο όρο 0,7 ταξιανθίες ανά φυτό (Εικόνα 5.4).

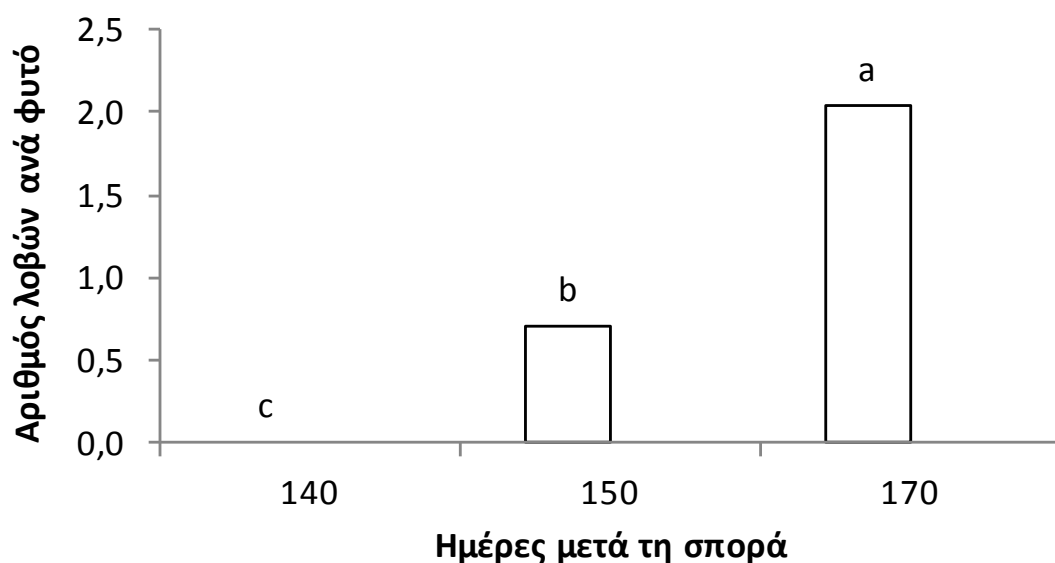


5.5. Μέσος αριθμός ανθέων ανά φυτό. Στήλες που φέρουν το ίδιο γράμμα δηλώνουν μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών με το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Την 110^η και 120^η ημέρα μετά τη σπορά δεν υπήρχαν άνθη στα φυτά.

Την 140^η ημέρα μετά τη σπορά παρατηρήθηκαν άνθη στα φυτά, ο αριθμός των οποίων αυξήθηκε στατιστικά σημαντικά την 150^η ημέρα μετά τη σπορά.

Αργότερα, ο αριθμός των ανθέων ανά φυτό μειώθηκε και την 180^η ημέρα μετά τη σπορά ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερος σε σύγκριση με την 150^η ημέρα μετά τη σπορά αλλά δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά σε σύγκριση με την 140^η ημέρα μετά τη σπορά (Εικόνα 5.5).



5.6. Μέσος αριθμός λοβών ανά φυτό. Στήλες που φέρουν το ίδιο γράμμα δηλώνουν μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών με το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Η εμφάνιση λοβών στα φυτά ξεκίνησε περίπου από την 150^η ημέρα μετά τη σπορά ενώ την 140^η ημέρα μετά τη σπορά δεν υπήρχαν λοβοί στα φυτά. Την 180^η ημέρα μετά τη σπορά ο αριθμός των λοβών ανά φυτό ανήλθε σε 2 και ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος σε σύγκριση με την 150^η ημέρα μετά τη σπορά (Εικόνα 5.6).

Την 180^η ημέρα μετά τη σπορά, ο μέσος αριθμός ξηρών λοβών ανά φυτό ήταν 2,4 και το μήκος τους ήταν 5,75 cm.

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη μελέτη της μεταβολής του αριθμού των φυτών που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου φαίνεται ότι η μείωση στον αριθμό των φυτών ανά πειραματικό τεμάχιο που παρατηρήθηκε προς το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου συνδέεται με τη γήρανση των φυτών που οδηγεί στην ξήρανσή τους καθώς δεν παρατηρήθηκαν προβλήματα από ασθένειες και εχθρούς. Ωστόσο, αυτή η μείωση και ταχύτερη γήρανση των φυτών που παρατηρήθηκε προς τα μέσα με τέλος Μαΐου θα μπορούσε σε κάποιο βαθμό να αποτραπεί αν εφαρμοζόταν πιο συχνά πότισμα των φυτών. Αυτή η παρατήρηση θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη κατά την καλλιέργεια του είδους *L. albus* στο νομό Μεσσηνίας, καθώς όπως φαίνεται το πλεονέκτημα φυτών όπως τα λούπινα για καλλιέργεια χωρίς την εφαρμογή ποτισμάτων δεν υφίσταται καθώς προκύπτει ότι ο αριθμός των φυτών που δύναται να

Η ανάπτυξη των φυτών είναι συνεχής κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι οι χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα δεν επιτρέπουν την ταχεία ανάπτυξη των φυτών με αποτέλεσμα, στις πρώτες 90 ημέρες μετά τη σπορά τα φυτά να έχουν ύψος μικρότερο από 5 cm, ενώ μέσα στις επόμενες 60 ημέρες, από το τέλος Φεβρουαρίου μέχρι τέλος Απριλίου όταν και επικρατούν υψηλότερες θερμοκρασίες και μεγαλύτερη ηλιοφάνεια, τα φυτά να αποκτούν ύψος περίπου 35 cm.

Αυτή η παρατήρηση υποδηλώνει ότι η πρώιμη σπορά του *L. albus* ακόμη και στο νομό Μεσσηνίας όπου η θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του χειμώνα δεν είναι ιδιαίτερα χαμηλές δεν έχει ιδιαίτερα θετική επίδραση στην προώθηση της ανάπτυξης των φυτών.

Σε ότι αφορά την εμφάνιση των φύλλων παρατηρείται ότι τα φυτά σχηματίζουν συνεχώς νέα φύλλα αλλά προς το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου κάποια από τα φύλλα που έχουν σχηματιστεί στο φυτό, κατά κύριο λόγο τα παλαιότερα και κατώτερα, γερνούν, ξηραίνονται και πέφτουν.

Σε ότι αφορά την είσοδο των φυτών στην αναπαραγωγική φάση, αυτό παρατηρήθηκε μετά την 140^η ημέρα μετά τη σπορά, υποδηλώνοντας μια σχετική αργοπορία.

Ο αριθμός των ανθέων ανά φυτό παρουσίασε συνεχή αύξηση μετά την 140^η ημέρα από τη σπορά αλλά προς το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου παρατηρήθηκε μείωση στον αριθμό των ανθέων ανά φυτό καθώς κάποια από αυτά μετά την επιτυχή γονιμοποίηση εξελίχθησαν σε καρπούς (λοβοί) και κάποια από αυτά έπεσαν λόγω ανεπιτυχούς γονιμοποίησης.

Από τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας συμπεραίνεται ότι η καλλιέργεια του είδους *L. albus* στο νομό Μεσσηνίας είναι δυνατή κατά τη διάρκεια του χειμώνα και μπορεί να οδηγήσει σε πρόιμη παραγωγή χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις σε πότισμα. Ωστόσο, προτείνεται να εξεταστεί και η επικουρική εφαρμογή αρδεύσεων, ιδιαίτερα κατά την περίοδο των ζεστών ημερών της άνοιξης, καθώς η περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ. θερμοκρασία και φτοπερίοδος) μπορεί να επηρεάσουν σημαντικά την ανάπτυξης και παραγωγή του λούπινου (Williams and Brocklehurst, 1983).

Ιδιαίτερο επίσης ενδιαφέρον για την περιοχή της Μεσσηνίας θα είχε και η διερεύνηση της κατάλληλης εποχής σποράς σε συνδυασμό με την ανάγκη για εφαρμογή καλλιεργητικών περιποιήσεων που αυξάνουν το κόστος καλλιέργειας αλλά είναι πιθανό να αυξάνουν και την ποσότητα και την ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος, όπως για παράδειγμα είναι η άρδευση των φυτών.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Böhm H., Bramm A., Aulrich K. and Rühl G. (2008). Yield and predicted feed quality of different German cultivars of blue lupins (*Lupinus angustifolius*). In: Palta J.A. and Berger J.B. (editors): Proceedings of the 12th International Lupin Conference, 14–18 September, Fremantle.
- Davies S. and Williams W. (1983). Rates of pod and seed development in *Lupinus albus*, *L. mutabilis*, *Vicia faba*, *Pisum sativum* and *Lathyrus latifolius*. In: Thompson R. and Casay R. (editors), *Perspectives for peas and lupins as protein crops*. Martinus Nijhoff Publishers, London. p.p. 87-93.
- Doxastakis G. (2007). Lupin seed protein. *Developments in Food Science* **41**: 7-38.
- Faluyi M.A., Zhou X.M., Zhang F., Leibovitch S., Migner P. and Smith D.L. (2000). Seed quality of sweet white lupin (*Lupinus albus*) and management practice in eastern Canada. *European Journal of Agronomy* **13**: 27–37.
- Gardner W.K. and Boundy K.A. (1983). The acquisition of phosphorus by *Lupinus albus* L. IV. The effect of interplanting wheat and white lupin on the growth and mineral composition of the two species. *Plant Soil* **70**: 391-402.
- Herbert S.J. (1977). Growth and grain yield of *Lupinus albus* at different plant populations. *New Zealand Journal of Agricultural Research* **20**: 459–465.
- Huyghe C. (1997). White lupin (*Lupinus albus* L.). *Field Crops Research* **53**: 147-160.
- Jensen C.R., Joernsgaard B., Andersen M.N., Christiansen J.L., Mogensen V.O., Friis P., Petersen C.T. (2004): The effect of lupins as compared with peas and oats on the yield of the subsequent winter barley crop. *European Journal of Agronomy* **20**: 405-418.
- López-Bellido L., Fuentes M. and Castillo J.E. (2000). Growth and yield of white lupin under Mediterranean conditions: Effect of plant density. *Agronomy Journal* **92**: 200–205.

- Mihailović, V., Mikić, A., Čupina, B., 2007a. Potential of annual legumes for utilisation in animal feeding. *Biotechnology in Animal Husbandry* **23** (5-6): 573-581.
- Mihailović, V., Mikić, A., Čupina, B., Vasiljević, S., Krstić, Đ., Tomić, Z., Vasić, M., 2007b. Genetic resources of annual forage legumes in the world and Serbia. *Ratarstvo i povrtarstvo* **44** (I): 115-123.
- Mikić A., Čupina B., Mihailović V., Krstić Đ., Antanasović S., Zorić L., Đorđević V., Mülayim M., Tamkoc A. and Babaoglu M. (2002). Sweet white lupins versus local bitter genotype: Agronomic characteristics as affected by different planting densities in the Göller region of Turkey. *European Journal of Agronomy*, 17: 181–189.
- Perić V. and 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.
- Postiglione L. (1983). Four years experimental research on lupins. In: Thompson R. and Casay R. (editors), *Perspectives for peas and lupins as protein crops*. Martinus Nijhoff Publishers, London. p.p. 113-133.
- Rahman M.S. and Gladstones J.S. (1972). Control of lupin flower initiation by vernalisation, photoperiod and temperature under controlled environment. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* **12**: 638-645.
- Sathe S.K., Deshpande S.S. and Salunkhe D.K. (1982). Functional properties of lupin seed (*Lupinus mutabilis*) proteins and protein concentrates. *Journal of Food Science* **47**: 491-497.
- Sator C. (1990). Lupins (*Lupinus* spp.). In Bajaj, I.Y.P.S. (editor), *Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol. 10. Legumes and Oilseed Crops*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, p. 288.
- Simpson M.J.A. (1983). Collection and assessment of the gene pool of *Lupinus albus* in the Southern Europe. In: Thompson R. and Casay R. (editors), *Perspectives*

for reas and lupins as protein crops. Martinus Nijhoff Publishers, London.
p.p. 40-51.

Unkovich M.J., Pate J.S. and Hamblin J. (1994). The nitrogen economy of broadacre lupin in southwest Australia. *Australian Journal of Agricultural Research* **45**: 149–164.

Williams W. and Brocklehurst S.K. (1983). Environmental factors affecting plant development in *Lupinus albus*: the effect of chilling and photoperiod during seedling development on flowering. . In: Thompson R. and Casay R. (editors), *Perspectives for reas and lupins as protein crops*. Martinus Nijhoff Publishers, London. p.p. 59-72.

B. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΓΛΩΣΣΑ

- Δόρδας Χ. (2009). *Μαθήματα Γενικής Γεωργίας*. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη. σελ. 343.
- Μακρίδης Χ. (2016). *Μέθοδοι συντήρησης χορτοδοτικών κτηνοτροφικών φυτών και οδηγός μελέτης του μαθήματος «Ψυχανθή – Κτηνοτροφικά φυτά»*. ΤΕΙ Λάρισας, Λάρισα.
- Νικόπουλος Δ. (2004). *Σημειώσεις στο μάθημα «Πατάτα – Ψυχανθή»*. ΤΕΙ Καλαμάτας, Καλαμάτα.
- Παπακώστα-Τασοπούλου Δ. (2005). *Ειδική Γεωργία Ι (Τεύχος Β): Ψυχανθή (καρποδοτικά-χορτοδοτικά)*. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη. σελ. 358.