



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού περιβάλλοντος

Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

<< Αξιολόγηση και επιλογή γενοτύπων λευκού λούπινου (*Lupinus albus* L.) για απόδοση και ανεκτικότητα σε εδάφη με υψηλό pH >>



ΔΙΒΑΝΕΣ Β. ΙΩΑΝΝΗΣ

ΓΕΩΠΟΝΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΥΧΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (BSc)

Επιβλέπων Καθηγητής : Ι. ΑΒΡΑΑΜ ΧΑ

Βόλος, 2016

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Αξιολόγηση και επιλογή γενοτύπων λευκού λούπινου (*Lupinus albus* L.) για
απόδοση και ανεκτικότητα σε εδάφη με υψηλό pH.»

ΔΙΒΑΝΕΣ Β. ΙΩΑΝΝΗΣ

ΓΕΩΠΟΝΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΥΧΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (BSc)

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Ιμπραήμ Αβραάμ Χα (Επιβλέπων)

Μαυρομάτης Αθανάσιος (Μέλος)

Βλαχοστέργιος Δημήτριος (Μέλος)

Βόλος, 2016

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω θερμά:

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

Το μέλος της συμβουλευτικής επιτροπής καθηγητή κ. Μαυρομάτη Αθανάσιο για τις ουσιαστικές υποδείξεις στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων και την κριτική ανάγνωση του κειμένου.

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

Τέλος, οι θερμότερες ευχαριστίες ανήκουν στην οικογένειά μου που συμπορεύτηκαν όλα αυτά τα χρόνια μαζί μου με ξεχωριστή υπομονή και αγάπη.

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ	9
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	9
1.1 Καταγωγή λούπινου	9
1.2 Η Καλλιέργεια του Λούπινου	15
1.3 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΛΟΥΠΙΝΟΥ.....	16
1.4 ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	17
1.5 Προετοιμασία του εδάφους	18
1.5.1 Εποχή σποράς.....	18
1.5.2 Αποστάσεις σποράς – ποσότητα σπόρου	19
1.5.3 Λίπανση- θρέψη	20
1.5.4 Διαχείριση ζιζανίων	23
1.5.5 Συγκομιδή.....	24
1.6 Οικολογικές απαιτήσεις.....	25
1.6.1 Έδαφος.....	25
1.6.2 Κλίμα	25
1.6.3 Εαρινοποίηση	26
1.6.4 Φωτοπερίοδος.....	26
1.7 Ασθένειες.....	26
1.7.1 Μυκητολογικές ασθένειες	26
1.7.2 Εχθροί.....	28
1.8 ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ	29
1.8.1 ΑΓΕΝΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ	29
1.8.2 ΕΓΓΕΝΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ	30
1.8.3 ΕΠΙΚΟΝΙΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΤΗΣ ΓΥΡΗΣ	30
1.9 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΠΟΡΩΝ	30
1.9.1 ΛΗΘΑΡΓΟΣ ΣΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ.....	31
1.10 Χρήσεις.....	32
1.11 Η Γενετική Βελτίωση του λούπινου.....	34
1.11.1 Βελτίωση λούπινου.....	34
1.11.2 Τεχνικές βελτίωσης.....	34
1.11.3 Χαρακτηριστικά για βελτίωση.....	36

1.11.4 ΣΤΟΧΟΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ	37
1.11.5 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ	39
1.12 ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	39
1.13 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ.....	40
ΚΥΨΕΛΩΤΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ.....	41
ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ.....	46
Σκοπός της πτυχιακής διατριβής	47
2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	48
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	48
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	51
ΣΥΖΗΤΗΣΗ	63
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	68
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	69
Μετεωρολογικός χάρτης	69
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	88

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το λευκό λούπινο (*Lupinus albus* L.) είναι μια καλλιέργεια ψυχανθών που έχει συγκεντρώσει μεγάλη προσοχή τις τελευταίες δεκαετίες σε πολλές χώρες λόγω των εξαιρετικών θρεπτικών ιδιοτήτων της και της ικανότητας προσαρμογής σε άγονα και ξερικά εδάφη.

Παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον ως κτηνοτροφικό φυτό λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των σπόρων του σε πρωτεΐνη και της μεγάλης ικανότητας προσαρμογής σε συστήματα καλλιέργειας μειωμένων εισροών. Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που δεν επέτρεψαν την καλλιέργεια του λούπινου στη χώρα μας είναι η έλλειψη βελτιωμένων ποικιλιών και η δυσκολία ανάπτυξης του είδους σε εδάφη με $\text{pH} > 7$ και αυξημένο CaCO_3 .

Ο στόχος της μεταπτυχιακής εργασίας είναι η αξιολόγηση πληθυσμών λευκού λούπινου και η ταυτόχρονη επιλογή γενοτύπων με υψηλή απόδοση και αντοχή σε υψηλές τιμές εδαφικού pH .

Ως υλικό εκκίνησης χρησιμοποιήθηκε το επιλεγμένο υλικό το οποίο υπάρχει διαθέσιμο στο Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών Λάρισας και περιλαμβάνει τοπικούς πληθυσμούς από διάφορες περιοχές της χώρας και επιλογές σε υλικό που προήλθε από το εξωτερικό.

Οι πληθυσμοί αξιολογήθηκαν ως προς την απόδοση σε σπόρο και διάφορα αγρονομικά χαρακτηριστικά (ύψος, πρωιμότητα άνθισης, εξέλιξη τιμών χλωροφύλλης, αριθμός λοβών/φυτό, αριθμός σπόρων/λοβό) σε πειράματα ατομικών φυτών με κυψελωτή διάταξη σε συνθήκες έλλειψης ανταγωνισμού (1,2 φυτά/τ.μ.) σε δυο περιοχές. Η πρώτη περιοχή, στο Αδάμ Ζαγκλιβερίου, χαρακτηρίστηκε από ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης (εδαφικό $\text{pH} < 6,7$) και η δεύτερη στο Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών σε συνθήκες καταπόνησης (εδαφικό $\text{pH} : 8,1$).

Τα δεδομένα αναλύθηκαν με ειδικό στατιστικό πρόγραμμα για τα κυψελωτά σχέδια. Παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις στην κατάταξη των ποικιλιών μεταξύ των δύο περιοχών, ωστόσο αναγνωρίστηκαν δυο πληθυσμοί με ευρεία προσαρμοστικότητα. Στην περιοχή του Αδάμ Ζαγκλιβερίου η μέση απόδοση του πειράματος σε σπόρο ανά ατομικό φυτό ήταν 52 γρ, ενώ η διακύμανση μεταξύ των

πληθυσμών ήταν από 34 έως 68 γρ. Επιλέχθηκαν οι υψηλό αποδοτικότεροι πληθυσμοί και εντός αυτών τα υψηλο αποδοτικότερα φυτά. Στο περιβάλλον καταπόνησης παρατηρήθηκε σημαντική διαφοροποίηση ως προς το φαινότυπο και την απόδοση σε σπόρο μεταξύ των ατομικών φυτών. Υψηλό ποσοστό ατομικών φυτών (43%) δεν έφθασε στην ωρίμανση. Η μέση απόδοση του πειράματος σε σπόρο ανά ατομικό φυτό ήταν 3,32γρ, ενώ η διακύμανση μεταξύ των πληθυσμών ήταν από 1,8 έως 4,6 γρ. Ωστόσο, αναγνωρίστηκαν 32 ατομικά φυτά με σχετικά υψηλή απόδοση (15-45γρ.) και μεταξύ αυτών επιλέχθηκαν τα πιο αποδοτικά. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι υπάρχει αξιόλογη γενετική παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών του λευκού λούπινου η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί για τη δημιουργία ποικιλιών με υψηλή απόδοση και ανοχή σε υψηλές τιμές εδαφικού Ph.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα ψυχανθή αποτελούν μία από τις σημαντικότερες καλλιέργειες παγκοσμίως, έχοντας μεγάλη επιρροή στην γεωργία, το περιβάλλον, και την ζωική/ ανθρώπινη θρέψη και υγεία. Τα ψυχανθή αλληλοεπιδρούν συμβιωτικά με συγκεκριμένα βακτήρια που μεταδίδονται μέσω του εδάφους, τα rhizobia, με τα οποία γίνεται δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου. Ως εκ τούτου, αποτελούν μια σημαντική πηγή αζώτου και παίζουν καθοριστικό ρόλο τόσο στην δομή των οικοσυστημάτων, όσο και στην βιωσιμότητα της γεωργίας παγκοσμίως. Ωστόσο, η παραγωγή ψυχανθών περιορίζεται σημαντικά από πολυάριθμες βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις. Καλλιέργειες κάτω από συνθήκες αβιοτικών καταπονήσεων είναι συνήθως πιο επιρρεπείς σε ζιζάνια, έντομα και ασθένειες, οι οποίες αυξάνουν σημαντικά τις απώλειες.

Το γένος *Lupinus* αποτελεί ένα μεγάλο γένος της οικογένειας Fabaceae, το οποίο αποτελείται από περισσότερα από 200 είδη ετήσιων και πολυετών χορτωδών, μαλακού ξύλου θάμνων και μικρών δέντρων. Τα είδη του λούπινου ομαδοποιούνται σε «Παλαιού Κόσμου» και «Νέου Κόσμου». Το λευκό λούπινο (*Lupinus albus*.) είναι μια καλλιέργεια ψυχανθών που έχει συγκεντρώσει μεγάλη προσοχή τις τελευταίες δύο δεκαετίες σε πολλές χώρες λόγω των εξαιρετικών θρεπτικών ιδιοτήτων της και την ικανότητα προσαρμογής σε ακραίες κλιματικές συνθήκες. Η θρεπτική ποιότητα του λούπινου οφείλεται στο υψηλό περιεχόμενο πρωτεϊνών, χαμηλό περιεχόμενο λιπών και αμύλου, καθώς και στο υψηλό περιεχόμενο του σε διαιτητικές ίνες που ταιριάζει σε χαμηλού γλυκαιμικού περιεχομένου προϊόντα τροφίμων. Λόγω του υψηλού πρωτεϊνικού περιεχομένου, το δημητριακό του λούπινου χρησιμοποιείται ευρέως ως ζωοτροφή. Η χρήση του ως τροφή ή συστατικό τροφών προς ανθρώπινη κατανάλωση αυξάνεται συνεχώς εξαιτίας των θρεπτικών ιδιοτήτων του. Το *L. albus* προσαρμόζεται σε όξινα, χαμηλής περιεκτικότητας σε θρεπτικά εδάφη, ωστόσο σε έδαφος με pH πάνω από 7.2, το *Lupinus albus* αναπτύσσεται φτωχά και πιθανώς η απόδοση σπόρων μπορεί να μειωθεί παραπάνω από 30%.

Τα περιβάλλοντα είναι πολύ ετερογενή τόσο σε σχέση με το χρόνο, όσο και με το χώρο, και οι οργανισμοί πρέπει είτε να προσαρμοστούν, ή να διαφύγουν από μη ευνοϊκές συνθήκες. Η φαινοτυπική πλαστικότητα, αποτελεί έναν από τους τρόπους με τους οποίους οι οργανισμοί αντιμετωπίζουν την ετερογένεια αυτή.

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

1.1 Καταγωγή λούπινου

Το λούπινο ανήκει στην οικογένεια των ψυχανθών. Στο γένος λούπινου ανήκουν ετήσια και πολυετή είδη, κυρίως ποώδη, αλλά και μερικά θαμνώδη και δενδρώδη. Το λευκό λούπινο (*Lupinus albus L.*) είναι ένα είδος του γένους *Lupinus*, φυλή *Genisteeae* και οικογένεια *Leguminosae*. Το γένος εμφανίζει μεγάλη παραλλακτικότητα όσον αφορά τον αριθμό των ειδών τα οποία επεκτείνονται τόσο στο δυτικό όσο και ανατολικό ημισφαίριο.

Οι τρεις πιθανότερες περιοχές προέλευσης του λούπινου είναι, η περιοχή της Μεσογείου, η Βόρεια και η Νότια Αμερική (*Australian Government, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2013*). Περίπου το 90% των αναγνωρισμένων ειδών λούπινου κατανέμονται στις εύκρατες και υποτροπικές ζώνες της Βόρειας και Νότιας Αμερικής. Τα υπόλοιπα είδη κατανέμονται στη Μεσόγειο και την Αφρική, καθώς και στα υπαρκτικά κλίματα της Αλάσκας και της Ισλανδίας. Τέλος, ορισμένοι πληθυσμοί επεκτείνονται στις ορεινές περιοχές της ανατολικής Αφρικής.

Ο αριθμός των ειδών του γένους δεν είναι καλά προσδιορισμένος αλλά υπολογίζεται ότι είναι πάνω από 1000 είδη. Παρόλο' αυτά, ο κοινός αποδεχτός αριθμός των υπαρχόντων ειδών λούπινου είναι γύρω στα 280 (Eastwood et al 2008). Επί του παρόντος, ο αριθμός των αποδεκτών ειδών λούπινου που είναι καταγεγραμμένα στα Διαβαθμισμένο Ταξινομικό Σύστημα Πληροφοριών (<http://www.itis.gov>) είναι 164.

Η πλούσια ποικιλία των ειδών του, έχει ενταχθεί στις Μεσογειακές και Βόρειο Αφρικανικές χώρες ως «Old-world» είδη, ενώ στις Αμερικανικές χώρες ως «New World» είδη, τα οποία καλύπτουν ένα μεγάλο κλιματικό εύρος.

Ο αριθμός των ειδών του «Old-world», είναι περιορισμένος, και αντιπροσωπεύεται μόνο από 12 ετήσια είδη. Αυτά τα είδη, είναι χωρισμένα σε δύο χαρακτηριστικές ομάδες :

1. Μαλακόσπερμα
2. Scabrispernae

Ο διαχωρισμός στις παραπάνω ομάδες οφείλεται στη διαφορετική υφή του καλύμματος του σπόρου, δηλαδή σε μαλακούς και σκληρούς σπόρους. (Gladstone's 1984).

Όσον αφορά την πρώτη κατηγορία των «Old-world» ειδών, υπάρχουν 5 αντιπρόσωποι του, οι οποίοι είναι :

1. *L. Angustifolius*
2. *L. Albus*
3. *L. Luteus*
4. *L. Hispanicus*
5. *L. Micranthus*

και κατανέμονται σε ολόκληρη τη Μεσόγειο με ποικίλους χρωμοσωμικούς αριθμούς, που κυμαίνονται από $2n = 40$ μέχρι 52. (Naganowskaetall 2003;Winketall 1999)

Στην δεύτερη κατηγορία των «OldWorld» ειδών, περιλαμβάνονται 7 αντιπρόσωποι του, οι οποίοι είναι :

1. *L. Pilosus*
2. *L. Cosentini*
3. *L. Digitatus*
4. *L. Princei*
5. *L. Palaestinus*
6. *L. atlanticus*
7. *L. Samaliensis*

Αυτά τα είδη κατανέμονται κυρίως στη Βόρεια Αφρική και στην Ανατολική Μεσόγειο και έχουν χρωμοσωμικούς αριθμούς, που κυμαίνονται από $2n = 32$ μέχρι 42 (Naganowskaetal 2003;Winketal 1999).

Τα λούπινα του «Νέου Κόσμου» είναι δύσκολο να ταξινομηθούν, διότι τα είδη τους είναι ακαθόριστα. Έχει προταθεί ότι υπάρχουν περίπου 500 taxa, με περισσότερα από 1700 προτεινόμενα ονόματα ειδών(Dunn 1984). Πρόσφατα στοιχεία δείχνουν ότι τα λούπινα αυτής της κατηγορίας μπορούν να μεταχειριστούν ως ευρέως προσδιορισμένα πολυμορφικά είδη(Ainouche&Bayer 1999). Ο βασικός χρωμοσωματικός τους αριθμός, προτείνεται γι' αυτήν την ομάδα ως $x = 6$, και χαρακτηρίζεται ως πολυπλοειδής που συμπεριφέρεται ως διπλοειδής (Dunn 1984). Τα περισσότερα είδη αυτής της ομάδας, που έχουν μελετηθεί κυτταρολογικά, συμπεριλαμβανομένου και το *L. Mutabilis*, παρουσιάζουν ένα κοινό χρωμοσωμικό αριθμό με $2n = 48$, με ορισμένα περιστασιακά άτομα που έχουν $2n = 36$ και $2n = 96$ (Ainouche&Bayer 1999; Camilloetal.2006).

1.1 Βοτανική περιγραφή

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το *Lupinus* είναι ένα γένος με μεγάλη παραλλακτικότητα. Κυριότερος αντιπρόσωπος του γένους είναι το είδος *Lupinus albus*, το οποίο ταξινομείται ως εξής:

- Τάξη : Fabales
- Οικογένεια : Fabaceae
- Φυλή : Genisteae
- Γένος : *Lupinus L.*
- Είδος: *albus* (AustralianGovernment, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2013)

Το λευκό λούπινο είναι κυρίως αυτογονιμοποιούμενο είδος. Η σταυρογονιμοποίηση εξαιτίας της δραστηριότητας των αγριομελισσών κυμαίνεται μεταξύ του 5 έως 10% και εξαρτάται από την ελκυστικότητα του γενοτύπου και του τις συνθήκες του περιβάλλοντος (Huyghe,1997). Είναι ετήσιο ποώδες ή θαμνώδες φυτό, ύψους 30-120 cm, όρθιας ανάπτυξης και με πολλές διακλαδώσεις. Το ριζικό σύστημα είναι αρκετά μακρύ και αποτελείται από μια κύρια πασσαλώδη ρίζα με πλευρικές διακλαδώσεις. Το στέλεχος των φυτών είναι ελαφρώς τριχωτό, με τριχίδια μακριά λευκά ή καστανωπά. Οι μίσχοι των φύλλων εκφύονται κάτω από την ταξιανθία. Τα φύλλα του έχουν χαρακτηριστικό παλαμοειδές σχήμα και αποτελούνται



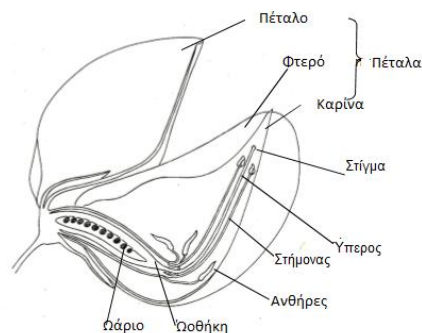
Εικόνα 1: Παλαμοειδές φύλλο του Lupinus albus. Διακρίνονται τα χαρακτηριστικά λογχοειδή φυλλάρια και ο τρόπος έκπτυξης τους.



Εικόνα 2: Ταξιανθία βότρυς του Lupinus albus.

από 5-9 λογχοειδή φυλλάρια, μήκους 2-6cm, τα οποία εκπτύσσονται από ένα κεντρικό σημείο (Εικ.1). Τα φύλλα συνδέονται με τα στελέχη με μακρούς μίσχους, οι οποίοι φέρουν στην άκρη τους μικρά παράφυλλα τα οποία εκφύονται από τον μίσχο. Τα άνθη του φέρουν τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των ανθέων των ψυχανθών, είναι ερμαφρόδιτα και αναπτύσσονται σε ταξιανθίες βοτρυώδους τύπου. Τα άνθη παράγονται σε πυκνές ή ανοιχτές σπείρες σε όρθια διάταξη και αύξουσα σειρά ανθοφορίας με τα κατώτατα άνθη να ανθίζουν πρώτα (Εικ.2). Τα άνθη είναι ζυγόμορφα, έχουν μήκος περίπου 1-2cm και αποτελούνται από 5 ενωμένα σέπαλα, 5 πέταλα, μια ωοθήκη με έναν ύπερο και 10 στήμονες. Μέσα στην καρίνα του άνθους, η οποία σχηματίζεται από τα δύο συμφυόμενα πλάγια- κάτω πέταλα, διατάσσονται οι στήμονες σε δύο κύκλους των πέντε στημόνων. Η ωοθήκη του άνθους συνήθως περιέχει δύο ή περισσότερα ωάρια. Τα άνθη είναι λευκά, ωστόσο μπλε επιχρωματισμός των πετάλων είναι συνήθης (Εικ.4). Ο καρπός του είναι χέδρωπας με

μήκος 7-15cm και πλάτος 1, 2-2,5cm και είναι ελαφρά πεπλατυσμένος (Εικ.3). Στα αρχικά στάδια του ο καρπός φέρει τρίχωμα, με την πάροδο του χρόνου, όμως, το τρίχωμα χάνεται. Κάθε χέδρωπας περιέχει 3-6 σπόρους. Οι σπόροι είναι λευκοί, αλλά μπορεί να φέρουν ροζ επιχρωματισμό ή σκούρα καφέ στίγματα. Είναι συνήθως στρογγυλωποί και αμβλείς (η διάμετρος τους ποικίλει από 0,8 – 1,4cm) ή σχεδόν τετράγωνοι με στρογγυλεμένες άκρες και ένα λακκάκι στη μία ή και στις δύο πλευρές τους.



Εικόνα 3: Σχηματική απεικόνιση άνθους λούπινου. (Πηγή: Australian Government, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2013)



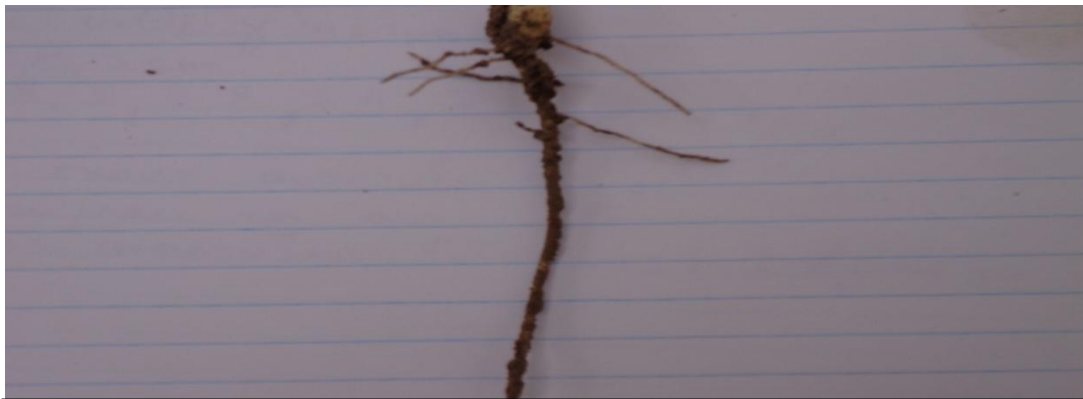
Εικόνα 4: Άνθη του *Lupinus albus* με μπλε επιχρωματισμό των πετάλων.



Εικόνα 5: Καρπός χέδρωπας του *Lupinus albus*.



Απεικόνιση των διαφόρων μερών του *L. Perennis* (modified from: USDA- NRCS PLANTS Database/Britton, N.L., and A. Brown. 1913. An illustrated flora of the Northern United States, Canada and the British Possessions. Vol.2: 348) (Britton&Brown 1913).



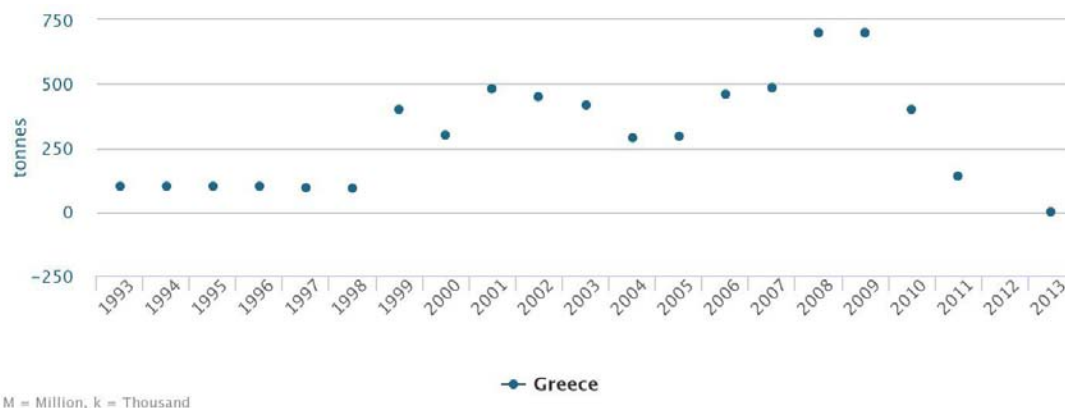
Ρίζα λούπινου φυτού ηλικίας ενός μηνός, ποικιλίας *Multitalia*, έδαφος όξινο



Ρίζα λούπινου φυτού ηλικίας ενός μηνός, Ρίζα λούπινου φυτού ηλικίας ενός μηνός
ποικιλίας *Multitalia*, έδαφος όξινο ποικιλίας *Bardo*, έδαφος όξινο

1.2 Η Καλλιέργεια του Λούπινου

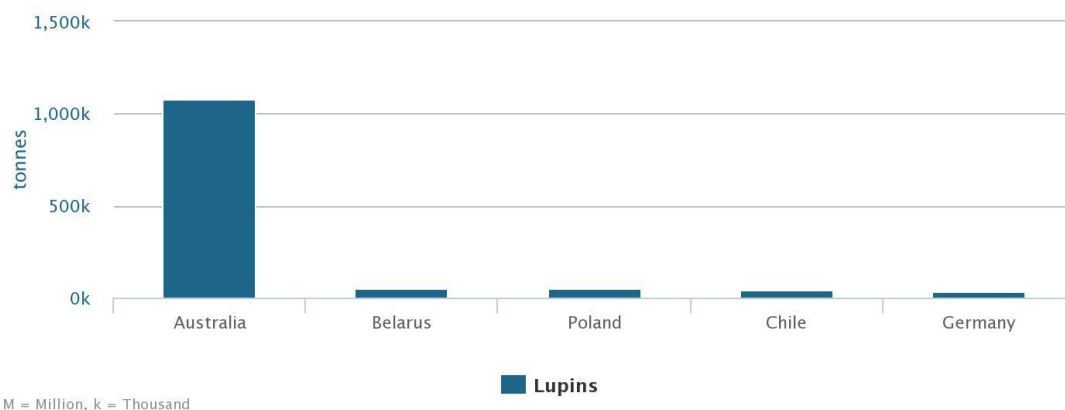
Στην Ελλάδα τα λούπινα καλλιεργούνται σε μικρή κλίμακα και ως εκ τούτου η παραγωγή τους τείνει να εκμηδενιστεί. Σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO, μάλιστα, η παραγωγή για το έτος 2013 ήταν μηδενική.



(Γραφ. 1: Μέση ετήσια παραγωγή λούπινου σε τόνους στην Ελλάδα, πηγή: FAOSTATdatabase)

Παλαιότερα, καλλιεργούνταν σε αρκετές περιοχές της Πελοποννήσου, στους νομούς Ρεθύμνης και Χανίων, στην Αιτωλοακαρνανία και σε πολλά νησιά του Αιγαίου με τις εκτάσεις να φτάνουν τα 50.000 στρέμματα.

Από το 1990 κύρια παραγωγός χώρα λούπινου παγκοσμίως είναι η Αυστραλία, αντιπροσωπεύοντας το 85% της ετήσιας παγκόσμιας παραγωγής έως το 2006. Ωστόσο, από το 2006 λόγω της ξηρασίας, η αυστραλιανή παραγωγή λούπινου έχει μειωθεί σημαντικά. Το 2008, η παγκόσμια παραγωγή λούπινου ήταν περίπου 774.000 τόνοι από τους οποίους το 63% παράχθηκε στην Αυστραλία. Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί παγκοσμίως είναι η Αυστραλία, η Λευκορωσία, η Πολωνία, η Γερμανία, η Χιλή και η Ρωσία (γράφημα 2).



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

Το λευκό λούπινο αποτελεί το κύριο καλλιεργούμενο είδος στην Ευρώπη. Οι πρώτες πλήρως εξημερωμένες ποικιλίες αναπτύχθηκαν στην Γερμανία τη δεκαετία του 1930. Το *Lupinus angustifolius* είναι το σημαντικότερο καλλιεργούμενο είδος στην Αυστραλία, καλύπτοντας συνολικά το 95% των παραγόμενων λούπινων. Το *L. albus* είναι καλλιέργεια μικρότερης σημασίας κυρίως για τη Δυτική Αυστραλία (White et al, 2008).

1.3 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΛΟΥΠΙΝΟΥ

Ελληνικές ποικιλίες δεν έχουν δημιουργηθεί επειδή τα λούπινα καλλιεργούνται σποραδικά και σε μικρό εκτάσεις. Ξένες υπάρχουν πολλές (Πάνος, Ε.Ν., 1986). Καλές ποικιλίες με πολύ μικρή περιεκτικότητα σε αλκαλοειδή είναι οι εξής (Πάνος, Ε.Ν., 1986)

L. albus	L. angustifolius	L. luteus
Ultra– Γερμανία	Borre– Σουηδία	Weiko II
Blanca– Γερμανία	Uniwhite– Αυστραλία	Weiko III
Astra- Γερμανία	Uniharvest - Αυστραλία	Sulfa - Γερμανία
Hamburg- Γερμανία	Unicrop– Αυστραλία	Alteria - Γερμανία
Kali– Πολωνία	Marri– Αυστραλία	Gyalatanyai - Γερμανία
Kalina- Πολωνία	Illyarrie– Αυστραλία	Tomix - Πολωνία
Kiev early– Ρωσία	Yandee– Αυστραλία	Afus - Πολωνία
Kiev mutant– Ρωσία	Chittick– Αυστραλία	Gyt - Πολωνία
Arkansas No 10 - ΗΠΑ	Rancher - ΗΠΑ	Palvo - Ολλανδία
Tift White 78– ΗΠΑ	Frost - ΗΠΑ	Puissant - Ολλανδία
Lublanc– Γαλλία	Blanco - ΗΠΑ	Tremossilla – Πορτογαλία
Lucky– Γαλλία	Tift Blue 78	

1.4 ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Τα λούπινα αναπτύσσονται κυρίως σε περιοχές που δέχονται λιγότερο από 500mm βροχής ετησίως (French&Buirchell 2005). Σπέρνονται μεταξύ τέλη Απριλίου και αρχές Ιουνίου, ενώ η καλύτερη περίοδος σποράς εξαρτάται από τις ζώνες βροχόπτωσης και από τον τύπο του εδάφους. Σαν γενικός κανόνας, η περίοδος σποράς για τα αμμώδη εδάφη είναι από τα μέσα Απρίλη μέχρι τις αρχές Μαΐου, για τις ζώνες με ετήσια βροχόπτωση κάτω από 350mm από μέσα Απρίλη έως αρχές Μάη, για τις ζώνες από 350mm έως 450mm βροχόπτωσης από αρχές Μάη έως μέσα Μάη και για περιοχές με περισσότερα από 450mm βροχόπτωσης μέσα Μάη. Στα εύφορα αμμώδη εδάφη και εύφορα εδάφη, η περίοδος της σποράς μπορεί να φτάσει ως τα τέλη Μάη έως και τα τέλη Ιουνίου για περιοχές που δέχονται ετησίως βροχόπτωση πάνω από 450mm (DPI 2010). Τα καλλιεργούμενα λούπινα ξεκινούν να ανθίζουν από τα τέλη του Ιουλίου έως τις αρχές Σεπτέμβρη και η συγκομιδή γίνεται τον Οκτώβρη ή τον Νοέμβρη.

Γενικά τα λούπινα αναπτύσσονται καλά σε εδάφη καλά στραγγισμένα, με θρυμματισμένο έδαφος σε λογικό βάθος και ελαφρώς όξινα ή ουδέτερα. Η ευαισθησία των διάφορων ειδών καλλιεργούμενων λούπινων στο pH του εδάφους, στον κορεσμό του εδάφους από νερό και στην γονιμότητα του εδάφους, ποικίλει (Πίνακας 2). Το *L. angustifolius* προσαρμόζεται καλά σε όξινα αμμώδη εδάφη με χαμηλή γονιμότητα και είναι ανθεκτικό σε παροδική υπεράρδευση. Σε αντίθεση, το *L. albus* προτιμά γόνιμα εδάφη με υψηλό pH και είναι ευαίσθητο στην υπεράρδευση.

Πίνακας 2. Ευαισθησία των διάφορων ειδών καλλιεργούμενων λούπινων στο pH του εδάφους

Παράγοντας του εδάφους	Λιγότερο προσαρμοσμένες	Λιγότερο προσαρμοσμένες	Προσαρμοσμένες	Περισσότερο προσαρμοσμένες
Χαμηλό pH (υψηλό Αργίλιο(Al))	<i>L. Albus</i>		<i>L. Angustifolius</i>	<i>L. Luteus</i>
Υψηλό pH (υψηλό Διπτανθρακικά (HCO ₃ ⁻))	<i>L. Angustifolius</i>	<i>L. Luteus</i>	<i>L. Albus</i>	<i>L. Atlanticus</i>
Παροδική υπεράρδευση	<i>L. Albus</i>	<i>L. Atlanticus</i>	<i>L. Angustifolius</i>	<i>L. Luteus</i>
Χαμηλή γονιμότητα (αμμώδη εδάφη)	<i>L. Albus</i>		<i>L. Angustifolius</i>	<i>L. Luteus</i>

Πηγή : (Brandetal. 2002; Πύλη πληροφοριών για το λούπινο 2010b)

1.5 Προετοιμασία του εδάφους

Σημείωση : Λόγω της μεγάλης κλίμακας της καλλιέργειας λούπινου στην Αυστραλία, τα περισσότερα στοιχεία όσον αφορά τις καλλιεργητικές πρακτικές προέρχονται από τα δεδομένα αυτής της χώρας.

Μεγάλη σημασία για το καλύτερο φύτευμα των λούπινων έχει η κατάσταση της σποροκλίνης. Συγκεκριμένα, η σποροκλίνη θα πρέπει να είναι επίπεδη και μη συμπιεσμένη, ώστε το βάθος σποράς να είναι ομοιόμορφο. Λόγω των μεγάλων κοτυληδόνων, οι οποίες αναδύονται από το χώμα κατά την βλάστηση, δυσκολεύονται να αναδυθούν αν το έδαφος είναι συμπιεσμένο ή αν η σπορά έχει γίνει πολύ βαθιά (Walkeretal, 2011). Μια καλή σποροκλίνη είναι αυτή που επιτρέπει την καλή επαφή χώματος/σπόρου και την σωστότερη τοποθέτηση των σπόρων (<http://www.ag.ndsu.edu/pubs/alt-ag/lupin.htm>). Αρχικά, οι καλλιεργητικές πρακτικές περιελάμβαναν το όργωμα ως τρόπο διαχείρισης των ζιζανίων. Ωστόσο, οι καλλιεργητές έχουν προχωρήσει σε συστήματα σποράς στα οποία διατηρούνται τα καλάμια (Whiteetal, 2008), από τις προηγούμενες καλλιέργειες. Τα συστήματα αυτά αποτελούν πλέον κοινή πρακτική στην Αυστραλία. Ως οδηγός, η διατήρηση 20% ή παραπάνω κατά μέσο όρο των υπαρχόντων καλαμιών σιτηρών μειώνει την αμμοβολή των φυταρίων και την μετάδοση της καφέ κηλίδωσης (Whiteetal, 2008).

1.5.1 Εποχή σποράς

Η σπορά του λούπινου γίνεται το φθινόπωρο σε περιοχές πεδινές και θερμές, ενώ σε περιοχές ορεινές και ψυχρές στις αρχές της άνοιξης. Γενικώς, τα λούπινα καλλιεργούνται ως θερινά στα ψυχρά εύκρατα κλίματα της Β. Ευρώπης και της Ν. Ζηλανδίας και ως χειμερινά στα υποτροπικά κλίματα της ΝΑ περιοχής των ΗΠΑ, Αφρικής, Δ. Αυστραλίας, των περιοχών της Μεσογείου και όταν το επιτρέπουν οι συνθήκες, στις ορεινές περιοχές. Για τις κλιματικές συνθήκες της χώρας μας συνίσταται η πρόιμη φθινοπωρινή σπορά (αμέσως μετά τις πρώτες βροχές) και μόνον σε πολύ ορεινές περιοχές η πρόιμη ανοιξιάτικη (Φεβρουάριο- Μάρτιο) (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Οι καλλιέργειες λούπινου είναι σημαντικό να σπέρνονται όσο το δυνατόν νωρίτερα. Είναι φυτά ημικαθορισμένου τύπου και η απόδοση τους συνδέεται σημαντικά με τη διάρκεια της ανθοφορίας τους (Whiteetal, 2008). Επίσης, ο χρόνος σποράς επηρεάζει την έναρξη της άνθισης και τη διάρκεια γεμίσματος των σπόρων (Walkeretal, 2011). Συγκεκριμένα, στην Αυστραλία ο χρόνος σποράς προσδιορίζεται από τη ζώνη βροχόπτωσης καθώς και τον τύπο του εδάφους. Ως γενικός κανόνας, η

περίοδος σποράς για τα αμμώδη εδάφη είναι από τα μέσα Απρίλη μέχρι τις αρχές Μαΐου για τις ζώνες με ετήσια βροχόπτωση κάτω από 350mm από μέσα Απρίλη έως αρχές Μαΐου, για τις ζώνες από 350mm έως 450mm βροχόπτωσης από αρχές Μαΐου έως μέσα Μαΐου και για περιοχές με περισσότερα από 450mm βροχόπτωσης μέσα Μαΐου, ενώ στα αμμοπηλώδη και πηλώδη εδάφη, η περίοδος της σποράς μπορεί να φτάσει ως τα τέλη Μάη έως και τα τέλη Ιουνίου για περιοχές που δέχονται ετησίως βροχόπτωση πάνω από 450mm (Australian Government, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2013).

1.5.2 Αποστάσεις σποράς – ποσότητα σπόρου

Η σπορά γίνεται με σπαρτική μηχανή σε γραμμές που απέχουν 30-40 cm (http://www.back-to-nature.gr/2013/01/blog-post_2935.html). Ωστόσο, διάφορες πυκνότητες φυτών μπορούν να δώσουν την ίδια απόδοση, λόγω της πλαστικότητας που μπορεί να αναπτύξει το φυτό ως προς τα χαρακτηριστικά που ελέγχουν συστατικά της απόδοσης (Παπακώστα- Τασοπούλου, 2012). Δεκαεννέα δοκιμές σε αγρό, για τον προσδιορισμό των κατάλληλων αποστάσεων φύτευσης με αποστάσεις 18-100 cm, κατά την περίοδο 2002– 2005, έδειξαν πως δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην μέση απόδοση σε καρπό σε γραμμές 50 cm και στενότερων (18 και 25 cm). Όμως, υπήρχαν σημαντικές διαφορές σε μεμονωμένες δοκιμές (Whiteetal, 2008). Έτσι, είναι προφανές πως το περιβάλλον έχει μεγάλη επίδραση στην ανταπόκριση της απόδοσης στην απόσταση φύτευσης.

Η συνιστώμενη πυκνότητα φύτευσης για το *L. albus* είναι 45 φυτά/cm² (Whiteetal, 2008). Η πυκνότητα φύτευσης δεν επηρεάζει μόνο την απόδοση, αλλά σύμφωνα με μια πρόσφατη έρευνα, η υψηλή πυκνότητα λούπινων μπορεί να μειώσει σημαντικά την ανάπτυξη ζιζανίων και έτσι, τον ανταγωνισμό αυτών με την καλλιέργεια. Για παραγωγή καρπού χρειάζονται 6 έως 8 κιλά σπόρου το στρέμμα και για χλωρή νομή ή χλωρή λίπανση 15-20 κιλά σπόρου το στρέμμα (http://www.back-to-nature.gr/2013/01/blog-post_2935.html).

1.5.3 Λίπανση- θρέψη

1.5.3.1 Άζωτο (N)

Αζωτούχος λίπανση δεν συνίσταται, γιατί το λούπινο θεωρείται φυτό με ιδιαίτερα μεγάλη αζωτοδεσμευτική ικανότητα. Το λούπινο συμβιώνει με το ριζόβιο *Bradyrhizobium* sp., το οποίο δεν είναι διαδεδομένο στα εδάφη των περιοχών με μεσογειακό κλίμα. Τα δεδομένα μετρήσεων σε διάφορες περιοχές του κόσμου, δείχνουν ότι το ισοζύγιο αζώτου από την καλλιέργεια, όταν στους υπολογισμούς ληφθεί υπόψη και το υπόγειο μέρος των φυτών, είναι σχεδόν πάντα θετικό και κυμαίνεται από 1,4 έως 18,1 kgN/στρ. (Παπακώστα- Τασοπούλου, 2012)

Το άζωτο αποτελεί σημαντικό συστατικό των αμινοξέων, των πρωτεϊνών, καθώς και σημαντικό στοιχείο στην παραγωγή χλωροφύλλης. Επιπλέον, είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη των φύλλων και ριζών. Λόγω της ικανότητας τους να δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο μέσω συμβιωτικής αζωτοδέσμευσης, οι περισσότερες καλλιέργειες λούπινου χρησιμοποιούνται ως πηγές αζώτου και η έλλειψη αζώτου δεν αποτελεί γενικά πρόβλημα. Τα λούπινα δημιουργούν συμβιωτικές σχέσεις με το βακτήριο *Bradyrhizobium loturini*, τα βακτήρια εισέρχονται στις ρίζες, δημιουργώντας μια μόλυνση η οποία γίνεται φυμάτιο. Τα βακτήρια παράγουν ένα ένζυμο, την νιτρογενάση, το οποίο μετατρέπει το ατμοσφαιρικό άζωτο σε αμμωνιακό (Walkeretal, 2011)

Η προσθήκη αζωτούχων λιπασμάτων σε καλλιέργειες λούπινου δεν έχει δείξει να αυξάνει σταθερά την απόδοση σε σπόρους και πρωτεΐνες (Walkeretal, 2011). Τα rhizobium που δημιουργούν τα φυμάτια στα διάφορα είδη λούπινου επιζούν για τουλάχιστον 5έτη. Έτσι δεν είναι αναγκαίος ο εμβολιασμός σπόρων λούπινου, οι οποίοι θα αναπτυχθούν σε έδαφος με τιμή pH μικρότερη του 6,5, αν προηγουμένως σε αυτό έχει αναπτυχθεί καλλιέργεια με καλά φυμάτια τα προηγούμενα 5 χρόνια. Με την παρέλευση 5 ετών πρέπει να γίνεται εμβολιασμός των σπόρων πριν την καλλιέργεια. Σε αλκαλικά ή ουδέτερα εδάφη (με τιμή pH μεγαλύτερη του 6,5), τα rhizobium δεν επιζούν για μεγάλο χρονικό διάστημα και πρέπει να γίνεται εμβολιασμός των σπόρων κάθε φορά που μια νέα καλλιέργεια εγκαθίσταται (Walkeretal, 2011). Σε πειραματικές καλλιέργειες λούπινου σε αγρούς τις Β. Ελλάδας δεν διαπιστώθηκε σχηματισμός φυματίων, γεγονός που πιθανότατα υποδηλώνει την

απουσία του κατάλληλου ριζόβιου στο έδαφος (Παπακώστα- Τασοπούλου, 2012) (εικόνα 6).



Εικόνα 6: Φυμάτια σε ρίζες λούπινου

1.5.3.2 Φώσφορος (P)

Εξαιρουμένης της ανεπάρκειας νερού, η ανεπάρκεια φώσφορου είναι συχνά ο περιοριστικός παράγοντας ανάπτυξης των λούπινων (AustralianGovernment, DepartmentofHealthandAgeingOfficeoftheGeneTechnologyRegulator, 2013). Η παρουσία του φωσφόρου στα αρχικά στάδια ανάπτυξης των φυτών είναι απαραίτητη, λόγω της αυξημένης ανάγκης για ραγδαία διαίρεση και αύξηση των κυττάρων. Η έλλειψη φωσφόρου προκαλεί φτωγή ανάπτυξη του υπόγειου και υπέργειου τμήματος των λούπινων, οδηγώντας σε μειωμένες αποδόσεις (Walkeretal, 2011). Η έλλειψη φωσφόρου στο *L. albus* εμφανίζεται αρχικά σαν κίτρινη κηλίδωση των φύλλων, πριν αυτά αρχίσουν να νεκρώνονται από τις άκρες (εικόνα 7).



Εικόνα7: Έλλειψη φωσφόρου (P) στο είδος *Lupinusalbus* (Πηγή: White, 2008)

1.5.3.3 Κάλιο (Κ)

Καλιούχος λίπανση γίνεται στα πτωχά σε κάλιο εδάφη (Παπακώστα- Τασοπούλου, 2012). Το κάλιο είναι ένα σημαντικό θρεπτικό, το οποίο λαμβάνει μέρος σε πολλές φυτικές διαδικασίες, συμπεριλαμβανομένων της φωτοσύνθεσης, της ενεργοποίησης ενζύμων, της μεταφοράς των σακχάρων, καθώς και της ρύθμισης των στομάτων. Φυτά με έλλειψη καλίου χρησιμοποιούν το νερό και άλλα θρεπτικά με μικρότερη αποτελεσματικότητα, σε αντίθεση με τα φυτά που είναι επαρκή σε κάλιο (Walkeretal, 2011). Επιπλέον, είναι λιγότερο ανθεκτικά σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις. Σε πολλά εδάφη με επίπεδα καλίου μικρότερα από 50 mg/kg, υπολογισμένα σύμφωνα με το Colwelltest, τα λούπινα δεν παρουσιάζουν έλλειψη καλίου (Walkeretal, 2011). Το χλωριούχο και φωσφορικό κάλιο είναι τα κύρια χρησιμοποιούμενα λιπάσματα στην Δυτική Αυστραλία.

1.5.3.4 Μαγγάνιο (Mg)

Η απόδοση σε καρπό των λούπινων μπορεί να μειωθεί σημαντικά από έλλειψη μαγγανίου, αλλά οι αποδόσεις σε βλαστικά μέρη γενικά δεν επηρεάζονται. Η έλλειψη μαγγανίου προκαλεί τη ρήξη του σπόρου του λούπινου και μερικές φορές μεταχρωματισμούς γύρω από τις άκρες του σπόρου, οι οποίοι μπορεί να είναι μικροί, ζαρωμένοι και υποαναπτυγμένοι. Φυτά που υποφέρουν από έλλειψη μαγγανίου δείχνουν καθυστερημένη ωριμότητα και έχουν μικρότερες αποδόσεις (Whiteetal, 2008).

1.5.3.5 Σίδηρος (Fe)

Η έλλειψη σιδήρου είναι ένας από τους λόγους της φτωχής ανάπτυξης του λούπινου σε αλκαλικά εδάφη. Το κύριο σύμπτωμα έλλειψης σιδήρου είναι η μεσονεύρια χλώρωση, η ανάπτυξη δηλαδή φύλλων με ένα σύστημα έντονα πράσινων νεύρων (AustralianGovernment, DepartmentofHealthandAgeingOfficeoftheGeneTechnologyRegulator, 2013). Ο σίδηρος είναι απαραίτητος για την αποτελεσματική αζωτοδέσμευση, έτσι η φάση έναρξης δημιουργίας των φυματίων είναι η πιο ευαίσθητη σε χαμηλά επίπεδα σιδήρου στο έδαφος (Walkeretal, 2011). Η έλλειψη εμφανίζεται συνήθως σε λούπινα που μεγαλώνουν σε έδαφος με τιμή pH μεγαλύτερη του 7 και όταν ο αερισμός μειώνεται ελαφρά και οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές (Whiteetal, 2008).

1.5.3.6 Κοβάλτιο (Co)

Το κοβάλτιο δεν είναι απαραίτητο για τα φυτά, αλλά για τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια που ζουν στα φυμάτια των ριζών. Σπόροι με μικρή συγκέντρωση

κοβαλτίου, σπαρμένοι σε εδάφη με έλλειψη κοβαλτίου, παράγουν λούπινα με λίγα μη αποδοτικά φυμάτια στις ρίζες. Απόρροια αυτού είναι η καλλιέργεια να παρουσιάζει έλλειψη αζώτου. Το επίπεδο κοβαλτίου στο σπόρο πρέπει να ξεπερνά τα 0,13 mg/kgγια να διασφαλιστεί ότι τα rhizobia δεν θα επηρεαστούν από έλλειψη κοβαλτίου (Walkeretal, 2011).

1.5.3.7 Ψευδάργυρος (Zn)

Γενικά, οι καλλιέργειες λούπινου είναι λιγότερο ευαίσθητες στην έλλειψη ψευδαργύρου από καλλιέργειες όπως το σιτάρι και η βρώμη. Η ευαισθησία,ωστόσο, διαφέρει ανάμεσα στα διάφορα είδη, με το *L. albus* να είναι πιο ευαίσθητο από το *L. angustifolius*. Λιπάσματα που περιέχουν ψευδάργυρο χρησιμοποιούνται συχνά σε καλλιέργειες σιτηρών. Η υπολειμματική δράση του ψευδαργύρου είναι μεγάλη, έτσι η έλλειψη του σε καλλιέργειες λούπινου είναι πολύ σπάνια (Whiteetal, 2008). Από την άλλη πλευρά, η υπερβολική ποσότητα ψευδαργύρου μπορεί να προκαλέσει φυτοτοξικότητα, η ανάπτυξη του *L. albus* μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά όταν η συγκέντρωση του ψευδαργύρου στο έδαφος ξεπερνάει τα 300 ppm(AustralianGovernment, DepartmentofHealthandAgeingOfficeoftheGeneTechnologyRegulator, 2013).

1.5.3.8 Βόριο (B)

Τα επίπεδα μεταξύ έλλειψης και φυτοτοξικότητας βορίου είναι πολύ στενά για τις περισσότερες καλλιέργειες. Η καλλιέργεια λούπινων σε εδάφη με έλλειψη βορίου μπορεί να προκαλέσει μειωμένο δέσιμο των καρπών (AustralianGovernment, DepartmentofHealthandAgeingOfficeoftheGeneTechnologyRegulator, 2013).

1.5.4 Διαχείριση ζιζανίων

Παραδοσιακά, πιστεύεται ότι τα λούπινα είναι φτωχοί ανταγωνιστές των ζιζανίων. Ωστόσο, δοκιμές έχουν αποδείξει πως η ανάπτυξη ζιζανίων μπορεί να μειωθεί με την σωστή επιλογή ποικιλίας, πυκνότητας σποράς και αποστάσεων σποράς (Whiteetal κα, 2008).

Το άγριο ραδίκι και η ετήσια ήρα είναι τα κυριότερα ζιζάνια των καλλιεργειών λούπινου και μπορούν να μειώσουν σημαντικά την παραγωγή (Whiteetal, 2008). Σύμφωνα με τον Harris κ.α, γιακάθεφυτόραδικιού/m²ή 25 φυτάήρας/m²υπάρχει 5% μείωσηαπόδοσηςτουλούπινου (Australian Government, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2013). Για το λόγο αυτό είναι

κρίσιμης σημασίας η επιλογή αγρού, όπου τα συγκεκριμένα ζιζάνια μπορούν να ελεγχθούν αποτελεσματικά.

Η διαχείριση ζιζανίων σε καλλιέργειες λούπινου βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στη χρήση ζιζανιοκτόνων. Στα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιούνται συνήθως περιλαμβάνονται:

- Προσπαρτικά : 2,4 D, atrazine, diquat, diuron, glyphosate και paraquat.
- Προφυτρωτικά: atrazine, diuron, pendimethalin, simazine, triallateκαιtrifluralin.
- Μεταφυτρωτικά: butoxydin, clethodim, diflurenican, fluozipof, haloxyfop, metosulam, metribuzinpicolinafen, quizalopofκαιsimazine.
- Προσυγκομιστικά: paraquat.

Ωστόσο,

μετηνσυνεχόμενηανάπτυξηανθεκτικότηταςσεευρέωςχρησιμοποιούμεναζιζανιοκτόνα, ζιζάνιασεκαλλιέργειεςλούπινου, ειδικάηήρακαιτοάγριοραδίκι, έχουνγίνειυδιαίτεραδύσκολαστονέλεγχο(AustralianGovernment, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2013).

Common name	Scientific Name
Barley grass	<i>Hordeum leporinum</i>
Brome grass	<i>Bromus spp.</i>
Capeweed	<i>Arctotheca calendula</i>
Doublegee	<i>Emex australis</i>
Ryegrass	<i>Lolium rigidum</i>
Silver grass	<i>Vulpia spp.</i>
Wild mustard	<i>Sinapis arvensis</i>
Wild oat	<i>Avena fatua</i>
Wild radish	<i>Raphanus raphanistrum</i>
Wild turnip	<i>Brassica tournefortii</i>
Wireweed	<i>Polygonum aviculare</i>

Source:(Mclarty & Harries 2009; Perry et al. 1998)

1.5.5 Συγκομιδή

Η έγκαιρη συγκομιδή είναι σημαντική για να μεγιστοποιηθεί η ποιότητα του καρπού και για να προληφθούν οι απώλειες στην απόδοση. Γενικά, η συγκομιδή στις καλλιέργειες λούπινου γίνεται μέσα σε 3 εβδομάδες μετά την φυσιολογική ωριμότητα των περισσότερων καρπών, στο στάδιο κατά το οποίο το γέμισμα των σπόρων έχει τελειώσει και οι σπόροι έχουν φτάσει στο μέγιστο ξηρό βάρος. Η συγκομιδή πρέπει να ξεκινήσει όταν η περιεχόμενη υγρασία φτάσει στο 14%. Εάν η συγκομιδή γίνεται

όταν τα επίπεδα της υγρασίας είναι υψηλά, μπορεί να υπάρξει μεγάλη απώλεια σπόρων εξαιτίας του θρυμματισμού και της πτώσης του λοβού (AustralianGovernment,

DepartmentofHealthandAgeingOfficeoftheGeneTechnologyRegulator, 2013). Η απώλεια σπόρων μπορεί να μειωθεί, αν η συγκομιδή γίνεται όταν η υγρασία είναι υψηλή. Τα λούπινα συγκομίζονται εύκολα κατά την νύχτα ή νωρίς το πρωί (Whiteetal, 2008). Η συγκομιδή γίνεται με το χέρι ή με θεριζαλωνιστικές μηχανές, αφού η όρθια ανάπτυξη των φυτών διευκολύνει τη μηχανική συγκομιδή (<http://www.paragogi.net/2381/loypino-pollapla-xrhsimo>).

1.6 Οικολογικές απαιτήσεις

Τα λούπινα είναι γνωστά για την ικανότητά τους να ευδοκιμούν σε σχεδόν άγονα εδάφη. Χαρακτηριστικά, τα λούπινα αναπτύσσονται σε καλά στραγγιζόμενα όξινα έως ουδέτερα εδάφη και είναι γενικά μη ανεκτικά σε ιδιαίτερα αλκαλικά ή αλατούχα εδάφη και στην υπεράρδευση.

1.6.1 Έδαφος

Το λευκό λούπινο είναι προσαρμοσμένο σε καλά στραγγιζόμενα ελαφρώς όξινα έως ουδέτερα εδάφη, ελαφριάς ή μέσης σύστασης. Αναπτύσσεται βέλτιστα σε εδάφη με pH 4.5-7. Σε εδάφη με pH μεγαλύτερο του 7.2 τα λευκά λούπινα αναπτύσσονται φτωχά και οι προσδοκώμενες αποδόσεις σε σπόρο μπορούν να μειωθούν πάνω από 30% (Kerley, 2000). Το *Lupinusalbus* θεωρείται το ανθεκτικότερο στο ανθρακικό ασβέστιο του εδάφους και μπορεί να ανεχτεί ποσοστό 5-10%.

1.6.2 Κλίμα

Τα λευκά λούπινα συνήθως αναπτύσσονται σε μέση μηνιαία θερμοκρασία 15-25°C, με τη βέλτιστη θερμοκρασία να κυμαίνεται μεταξύ 18-24°C. Υψηλότερη θερμοκρασία και έλλειψη υγρασίας παρεμποδίζουν την άνθιση και την δημιουργία λοβού. Τα λούπινα είναι γενικά ανθεκτικά στο ψύχος, ενώ το *Lupinusalbus* αντέχει μέχρι τους -6°C. Γενικά, τα λούπινα θεωρούνται ανθεκτικά στην ξηρασία λόγω του εκτεταμένου βάθους του ριζικού τους συστήματος, ωστόσο είναι ευαίσθητα στην έλλειψη υγρασίας κατά την αναπαραγωγική τους φάση. Βροχόπτωση ύψους 400-1000 mm θεωρείται ιδανική για την απόδοση κατά τηνπερίοδο ανάπτυξης του λευκού λούπινου.

1.6.3 Εαρινοποίηση

Διαφορετικοί γενότυποι μέσα στο ίδιο είδος μπορεί να έχουν διαφορετικές ανταποκρίσεις στην εαρινοποίηση. Μέσα στο είδος του *L. albus* υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τύποι: ο χειμερινός, ο ημι-χειμερινός και ο ανοιξιάτικος. Οι χειμερινοί τύποι απαιτούν εαρινοποίηση (έκθεση σε χαμηλές θερμοκρασίες) για να ολοκληρώσουν τον βιολογικό τους κύκλο, οι ημι-χειμερινοί τύποι μπορούν να ανθίσουν χωρίς την έκθεση σε χαμηλές θερμοκρασίες, αλλά μόνο μετά από παρατεταμένη βλαστική ανάπτυξη (AustralianGovernment, DepartmentofHealthandAgeingOfficeoftheGeneTechnologyRegulator, 2013). Οι ανοιξιάτικοι τύποι είναι παρόμοιοι με τους ημι-χειμερινούς, με τη διαφορά ότι η έκθεση τους σε χαμηλές θερμοκρασίες μπορεί να μειώσει τον χρόνο μετάβασης από τη βλαστική στην αναπαραγωγική φάση.

1.6.4 Φωτοπερίοδος

Ο χρόνος άνθισης διαφορετικών ειδών και γενοτύπων αυτών ελέγχεται, επίσης, από την φωτοπερίοδο. Τα λούπινα γενικά θεωρούνται φυτά μακράς ημέρας και η άνθιση τους επισπεύδεται από μακριές ημέρες. Όταν τα λούπινα καλλιεργούνται κάτω από συνθήκες αυξημένης φωτοπεριόδου, ο χρόνος από τη σπορά μέχρι την άνθιση μειώνεται. Η μείωση της φωτοπεριόδου μπορεί να καθυστερήσει την έναρξη της άνθισης (AustralianGovernment, DepartmentofHealthandAgeingOfficeoftheGeneTechnologyRegulator, 2013).

1.7 Ασθένειες

Τα λούπινα είναι ευαίσθητα σε ένα εύρος ασθενειών. Αν και έχουν αναφερθεί ασθένειες που προκαλούνται από βακτήρια, οι κυριότερες ασθένειες είναι μυκητολογικής και ιολογικής προέλευσης.

1.7.1 Μυκητολογικές ασθένειες

Οι κύριες μυκητολογικές ασθένειες προέρχονται από τους εξής μύκητες: *Pleiochaeta setosa*- προκαλεί σήψη των ριζών και καφέ κηλίδωση των φύλλων, *Colletotrichum lupine* (παλαιότερα *Colletotrichum gloeosporioides*)- προκαλεί την ανθράκωση των λούπινων, *Uromyces lupinicolus* και *Diaporthe toxica*- προκαλεί την φόμοψη των λούπινων. Σε μερικές περιοχές της Ρωσίας, ζημιές λόγω *Fusarium* sp. έχουν επίσης αναφερθεί (Huynh, 1997).

Η ανθράκωση, η οποία προκαλείται από τον μύκητα *Colletotrichum lupine*, αποτελεί παγκοσμίως σοβαρή ασθένεια των λούπινων. Στην Αυστραλία, όλα τα είδη

αγρονομικής σημασίας προσβάλλονται από τον μύκητα, όμως υπάρχει διαφορά στην ευαισθησία μεταξύ των διάφορων ειδών και μεταξύ των ποικιλιών που ανήκουν στο ίδιο είδος. Γενικά, το *Lupinus albus* και *L. luteus* θεωρούνται πιο ευαίσθητα σε σχέση με το *L. angustifolius*. Είναι ασθένεια φερόμενη από σπόρους, γεγονός που σημαίνει πως μπορεί να είναι εμφανής από τα πρώτα στάδια του βιολογικού κύκλου του φυτού. Τα έλκη είναι τα κύρια συμπτώματα της ασθένειας. Έλκη αναπτύσσονται στο στέλεχος, το οποίο γέρνει και στην συνέχεια σπάει. Αν η ασθένεια αναπτύσσεται από τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης του φυτού, αυτό μπορεί να νεκρωθεί πριν την αναπαραγωγική του φάση και έτσι η απόδοση εκμηδενίζεται.

Η καφέ κηλίδωση των φύλλων προκαλείται από τον μύκητα *Pleiochaeta setosa*. Η ασθένεια αποτελεί πρόβλημα κυρίως για τις καλλιέργειες που σπέρνονται το φθινόπωρο. Η ανθεκτικότητα του γενετικού υλικού προοδευτικά έχει αυξηθεί με τη χρήση ανθεκτικών στον ψύχος προγόνων και με την επιλογή ανθεκτικών στο ψύχος υλικών (Huynh, 1997). Επιπλέον, ο συγκεκριμένος μύκητας προκαλεί σοβαρές σήψεις ριζών στο είδος *L. angustifolius*.

Ο μύκητας *Uromyces lupinicolus* προκαλεί την σκωρίαση των λούπινων. Συνήθως, αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια ζεστών και ξηρών καλοκαιριών. Τα συμπτώματα της σκωρίασης περιλαμβάνουν πρόωρη φυλλόπτωση και μείωση της παραγόμενης βιομάζας. Αποτελεσματική έχει αποδειχτεί η χημική καταπολέμηση με τη χρήση μυκητοκτόνων τριαζόλης.

Οι 3 παραπάνω μύκητες, είναι εξειδικευμένοι στο λούπινο και πλήρως προσαρμοσμένοι στην παρουσία αλκαλοειδών (Huynh, 1997).

Η φόμοψη προκαλείται από τον μύκητα *Diaporthe toxica*, ο οποίος παράγει μυκοτοξίνες όταν αναπτύσσεται σε ώριμα στελέχη λούπινου (White et al, 2008). Οι τοξίνες αυτές ονομάζονται φομοψίνες και προκαλούν στα ζώα που βόσκουν, κυρίως στα πρόβατα, μια ασθένεια που ονομάζεται λουπίνωση. Καμία άμεση ένδειξη τοξικότητας από φομοψίνες δεν είναι διαθέσιμη στον άνθρωπο, λόγω της έλλειψης δεδομένων. Πέντε διαφορετικές φομοψίνες έχουν απομονωθεί και ονομάζονται φομοψίνη A, B, C, D και E. Η φομοψίνη A αποτελεί το 80% των εκχυλιζόμενων τοξινών και γι' αυτό θεωρείται πως είναι η κύρια υπεύθυνη για την λουπίνωση (Australian Government,

Department of Health and Ageing, Office of the Gene Technology Regulator, 2013). Τα

συμπτώματα περιλαμβάνουν μωβ ή γκρι, βυθισμένα, γραμμικά έλκη στο στέλεχος του φυτού. Έλκη μπορεί να εμφανιστούν και στα φύλλα, στους λοβούς και σπόρους. Μέσα στα έλκη υπάρχουν μαύρα καρποφόρα όργανα. Ο μύκητας προσβάλλει το φυτό του λούπινου όταν αυτό αναπτύσσεται, αλλά σπάνια προκαλεί έλκη αν το φυτό δεν είναι καταπονημένο από ξηρασία, ζιζανιοκτόνα ή παγετό (Whiteetal, 2008). Η μόλυνση του ζωντανού φυτού είναι λανθάνουσα και τα συμπτώματα της ασθένειας δεν εμφανίζονται κανονικά πριν το φυτό ωριμάσει και γεράσει (AustralianGovernment, DepartmentofHealthandAgeingOfficeoftheGeneTechnologyRegulator, 2013). Αν ο λοβός προσβληθεί πριν την συγκομιδή του, οι σπόροι μπορεί να παρουσιάσουν χρυσό ή καστανό μεταχρωματισμό, συρρίκνωση, καθώς και μικρή περιεκτικότητα σε μυκοτοξίνες.

1.7.2 Εχθροί

Τα κύρια ασπόνδυλα παράσιτα που επηρεάζουν τις καλλιέργειες του λούπινου είναι οι αφίδες, οι θρίπες, τα σαλιγκάρια, οιγυμνοσάλιαγκες, οι κάμπιες, ο ψύλλος τριφυλλιών και ακάρεα. Σε περιπτώσεις ανεξέλεγκτων ξεσπασμάτων παρασίτων στο στάδιο των φυταρίων, μπορεί να είναι απαραίτητη η επανασπορά των βοσκοτόπων (AustralianGovernment, DepartmentofHealthandAgeingOfficeoftheGeneTechnologyRegulator, 2013).

Στο ανθικό στάδιο, τα λούπινα δέχονται συχνά επιθέσεις από αφίδες και θρίπες. Οι αφίδες προκαλούν ζημιές σε διάφορα όργανα του και λειτουργούν ως φορείς ιών (<http://lupins-bk.blogspot.gr/2006/07/diseases-and-pests.html>). Μεταξύ των ειδών και των ποικιλιών αυτών υπάρχει διαφορετική ευαισθησία των φυτών στη μύζηση από αφίδες. Οι αφίδες μπιζελιών (*Aphis craccivora*), οι γαλαζοπράσινες αφίδες και οι αφίδες των ροδάκινων είναι υπεύθυνες για τις περισσότερες επιδημίες αφίδων σε καλλιέργειες (AustralianGovernment, DepartmentofHealthandAgeingOfficeoftheGeneTechnologyRegulator, 2013). Οι θρίπες (*Thrips tabaci*, *Thrips imagini*) μπορεί να προκαλέσουν ανθόρροια, όταν ο αριθμός τους είναι μεγάλος, σπάνια όμως χρειάζεται έλεγχος τους, λόγω των μικρών ζημιών που προκαλούν.

Στο στάδιο του καρπού, ζημιές μπορούν να προκαλέσουν το ενδημικό αυστραλιανό σκουλήκι των οφθαλμών (*Helicoverpa punctigera*), καθώς και η πεταλούδα των σπόρων της μηδικής (*Etiella behrii*). Οι προνύμφες των εντόμων αυτών τρέφονται με

τους σπόρους που βρίσκονται μέσα στους λοβούς. Και στις 2 περιπτώσεις, οι κατεστραμμένοι σπόροι έχουν ακανόνιστες άκρες. Οι ζημιές που προκαλούνται από το *Etiellabehrii* μπορούν να διακριθούν από αυτές του *Helicoverpa punctigera* από την παρουσία ιστού στον λοβό (Whiteetal, 2008).

Περιπτώσεις σπονδυλωτών παρασίτων σπάνια έχουν αναφερθεί. Στην Αυστραλία, τα δύο ζώα που επηρεάζουν την παραγωγή λούπινου, δημιουργώντας σοβαρές ζημιές είναι το οικιακό ποντίκι (*Mus domesticus*) και ο άγριος χοίρος (*Sus scrofa*).

Το οικιακό ποντίκι προκαλεί ζημιές σε καλλιέργειες τρώγοντας πρόσφατα σπαρμένα ή φυτρωμένα φυτάρια, κεφαλές σπόρων που ωριμάζουν και αποθηκευμένους σπόρους όταν ο αριθμός τους είναι μεγάλος. Οι άγριοι χοίροι μπορούν να επηρεάσουν την παραγωγή λούπινου κυρίως ποδοπατώντας τι και καταστρέφοντας τις καλλιέργειες (Australian Government, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2013).

1.8 ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

Τα λούπινα μπορούν να αναπαραχθούν σεξουαλικά εγγενώς και αγενώς. Κάτω από φυσικές συνθήκες τα περισσότερα ετήσια είδη λούπινου είναι αυτοσυμβατά και αναπαράγονται κυρίως με αυτογονιμοποίηση. Για παράδειγμα, το *L. Angustifolius* αυτογονιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά (Kazimierska&Kazimierski 2002). Σε αντίθεση, τα πολυετή είδη λούπινου αναπαράγονται κυρίως με διασταυρούμενη επικονίαση επειδή δεν είναι αυτοσυμβατά (Kittelson&Marron 2000; Kurlovich 2002). Η σεξουαλική αναπαραγωγή είναι μόνο κοινή στην αγενή αναπαραγωγή σε πολυετή είδη λούπινου. Δεν υπάρχει καμία απόδειξη ότι τα λούπινα μπορούν να αναπαραχθούν με απόμιξη (Richards 1986).

1.8.1 ΑΓΕΝΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

Για τα ετήσια είδη λούπινου που χρησιμοποιούνται συνήθως στην γεωργική πρακτική, δεν έχει αναφερθεί κανένας τύπος αγενούς αναπαραγωγής. Για παράδειγμα, το πλατύφυλλο λούπινο (*L. latifolius*) μπορεί να αναπαραχθεί από βλαστό, από ρίζα, από θραύσματα ρίζας και από στελέχη ρίζας (Reeves 2010). Το λούπινο κήπου (*L. polyrhymis*), μπορεί να απλωθεί με έρποντα ριζώματα κάτω από το έδαφος (Fremstad 2006). Για πολλά πολυετή διακοσμητικά είδη, όπως το *L. polyrhymis*, η αναπαραγωγή τους γίνεται με βασικά κοψίματα και διαιρέσεις. Πιο χρωματιστά πολυετή υβρίδια διακοσμητικών ειδών λούπινου, μπορούν να

διατηρηθούν και να αναπαραχθούν αγενώς με σκοπό τη διασφάλιση της παραγωγής φυτών που έχουν τα ίδια χρωματιστά άνθη.

1.8.2 ΕΓΓΕΝΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

Όλα τα είδη λούπινου αναπαράγονται σεξουαλικά, παράγοντας σπόρους. Παράγουν άνθηση στη μορφή βοτρυοειδούς άνθους στον ακραίο τύπο δοκού. Η άνθηση στο αρχικό σετ ανθέων, στα λούπινα του "Παλιού Κόσμου", ξεκινά 59 – 136 μέρες από τη φύτευση, ανάλογα το είδος, το γενότυπο και τις συνθήκες αύξησης (Buirchell&Cowling 1998). Το πιο βασικό άνθος στην διαδικασία είναι αυτό που ανθίζει πρώτο. Το δευτερογενές σετ ανθέων στα κλαδιά, για το *L. angustifolius* και το *L. albus* φτάνει στην άνθηση περίπου 10 – 15 μέρες μετά το βασικό σετ ανθέων και το τριτογενές ακολουθεί περίπου στις ίδιες μέρες (Dracup&Kirby 1996b; French&Buirchell 2005). Τυπικά, περίπου 20 άνθη μπορούν να ανοίξουν σ' ένα κεντρικό βλαστό άνθησης, με διάρκεια 20 περίπου μέρες, με τα κλαδιά να φέρουν λιγότερα άνθη και με μικρότερη ανθική περίοδο (Dracup&Kirby 1996a).

1.8.3 ΕΠΙΚΟΝΙΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΤΗΣ ΓΥΡΗΣ

Οι χρήσεις της επικονίασης διαφέρουν ανάμεσα στα είδη λούπινου από αυτογονιμοποιούμενες με προαιρετική διασταυρούμενη επικονίαση μέχρι υποχρεωτική διασταυρούμενη επικονίαση. Όπως έχει προαναφερθεί, τα μονοετή λούπινα είναι κατά κύριο λόγο αυτογονιμοποιούμενα και τα πολυετή έχουν διασταυρούμενη επικονίαση. Για τα ετήσια λούπινα υπάρχει επίσης ποικιλία στα ποσοστά ετερομιξίας μεταξύ των ειδών για διαφορετικούς γενοτύπους, τοποθεσίες και χρονιά φύτευσης, με έναν μικρό συσχετισμό με την δραστηριότητα των μελισσών (Forbes et al. 1971).

Η γύρη των λούπινων είναι κολλώδης και δεν μπορεί να μεταφερθεί μέσω του ανέμου (Hamblin et al. 2005; Langridge & Goodman 1977; Langridge & Goodman 1985). Για αυτό το λόγο, η διασταυρούμενη επικονίαση μεταξύ των φυτών λούπινου γίνεται με τη βοήθεια μελισσών και άλλων εντόμων. Τα έντομα δεν δρουν μόνο ως επικονιαστές για τις διασταυρώσεις αλλά έχουν επίσης την υπηρεσία πρόκλησης αυτογονιμοποίησης.

1.9 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΠΟΡΩΝ

Οι σπόροι του λούπινου αναπτύσσονται μέσα σε λοβούς, σε τελικά βοτρυοειδή άνθη στο κεντρικό στέλεχος και στα κλαδιά. Η άνθιση και η ρύθμιση του λοβού γίνονται

αρχικά στο κεντρικό βοτρυοειδές άνθος και στη συνέχεια στην πρώτη, δεύτερη και ούτω κάθε έξης σειρές κλαδιών.

1.9.1 ΛΗΘΑΡΓΟΣ ΣΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

Η διαπερατότητα του μανδύα του σπόρου στο νερό και στα αέρια η οποία οδηγεί στο λήθαργο, είναι αρκετά διαδεδομένη στην οικογένεια Fabaceae. Αυτός ο τύπος σπόρου έχει κοινώς τον όρο σκληρός σπόρος ή σπόρος που μπορεί να αποθηκευτεί σε μια κατάσταση χαμηλής υγρασίας για μεγάλο χρονικό διάστημα (ορθόδοξοι σπόροι)(Roberts 1973). Η παραγωγή σκληρών σπόρων με testa (μανδύας σπόρου) που είναι αδιαπέραστοι στο νερό παρεμποδίζοντας την βλάστηση όλων των σπόρων για ένα χρόνο, είναι μια από τις πρακτικές επιβίωσης πολλών φυτικών ειδών συμπεριλαμβανομένου και των λούπινων. Τα λούπινα επιδεικνύουν το κλασικό σχέδιο ανάπτυξης των ορθόδοξων σπόρων(Garnczarskaetal.2009). Ο λήθαργος των σπόρων λούπινου είναι μια φυσική διαδικασία η οποία φαίνεται ότι εισάγεται μετά την ωριμότητα, καθώς η υγρασία του σπόρου μειώνεται σ' ένα συγκεκριμένο επίπεδο(Boersmaetal.2007a). Σύμφωνα με μια έρευνα, για το Δυτικό Αυστραλιανό μπλε λούπινο(*L. digitatus*Forsk.) από το Gladstones (1958) οι σπόροι παραμένουν πλήρως διαπερατοί όταν το περιεχόμενο της υγρασίας είναι πάνω από 14% και η διαπερατότητα μειώνεται όταν η υγρασία πέφτει κάτω από το 14%. Όλοι οι σπόροι γίνονται αδιαπέραστοι όταν η υγρασία πέφτει στο 11% και όταν η υγρασία είναι κάτω από το 9% η κατάσταση είναι μη αναστρέψιμη.

Ο λήθαργος του σπόρου του λούπινου ποικίλει ευρέως ανάμεσα στα είδη, εξαιτίας γενετικών και περιβαλλοντικών παραγόντων. Τα άγρια λούπινα έχουν συνήθως σκληρούς σπόρους και μπορούν να παραμείνουν σε λήθαργο για μεγάλες περιόδους εκτός και αν μαλακώσουν από περιβαλλοντικές συνθήκες. Για παράδειγμα, οι σπόροι του *L. articus* που ήταν θαμμένοι σε έλη στον Καναδά και ήταν παγωμένοι για περίπου 10.000 χρόνια, ήταν ικανοί να βλαστήσουν και να παράγουν υγιή ανθοφόρα φυτά(Porsildetal. 1967)Το μέγεθος των τραπεζών σπόρων και η "στρατολόγηση" άγριων σπόρων λούπινων, επηρεάζονται κυρίως από 3 παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν την δημογραφία των σπόρων. Οι παράγοντες αυτοί είναι :

1. Από τη θήρευση μετά τη διασπορά από ζώα που τρέφονται με σπόρους, όπως τρωκτικά
2. Από τη βιωσιμότητα των σπόρων
3. Από το λήθαργο των σπόρων(Maron&Simms 1997)

1.10 Χρήσεις

Τα λούπινα έχουν αξία όχι μόνο ως καλλωπιστικά φυτά κήπου αλλά κυρίως ως γεωργική καλλιέργεια με αυξανόμενη σημασία για διάφορες γεωργικές χρήσεις. Πολλές ποικιλίες και υβρίδια του λούπινου όπως το Russellupin και το Rainbowlupin, χρησιμοποιούνται εδώ και πολύ καιρό ως καλλωπιστικά φυτά εξαιτίας της ποικιλίας των χρωμάτων και των ψηλών ταξιανθιών τους.

Όπως και άλλα μέλη της οικογένειας των ψυχανθών, τα λούπινα δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο μέσω της συμβίωσης με αζωτοδεσμευτικά βακτήρια στα φυμάτια και το μετατρέπουν σε μια χρησιμοποιήσιμη μορφή που βελτιώνει την ποιότητα του εδάφους. Έτσι είναι ανθεκτικά σε άγονα εδάφη και χρησιμοποιούνται εδώ και χρόνια στη γεωργική πρακτική σαν «πράσινη κοπριά» και σε εναλλαγή με άλλες καλλιέργειες (Australian Government, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2013).

Παρόλ' αυτά, η εμπορική αξία του λούπινου προέρχεται κυρίως από τον σπόρο του λούπινου. Η πλειονότητα των λούπινων παγκοσμίως χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφή. Μηρυκαστικά όπως βοοειδή και πρόβατα είναι οι κυριότεροι ζωϊκοί καταναλωτές ακολουθούμενοι από γουρούνια και πουλερικά. Η υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και ενέργεια, καθώς και η χαμηλή περιεκτικότητα σε άμυλο καθιστά τα λούπινα αξιόλογη ζωοτροφή για πολλά είδη μονογαστρικών και μηρυκαστικών ζώων. Η υψηλή περιεκτικότητα των σπόρων σε ινώδεις ουσίες, οφείλεται στο χονδρό περισπέρμιο. Για την μείωση των ινωδών ουσιών και συνεπώς αύξηση της πεπτικότητας, πριν την χορήγηση των σπόρων στα ζώα, γίνεται απομάκρυνση μέρους ή ολόκληρου του περισπέρμιου σε ειδικούς μύλους (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Η Αυστραλία, η Ευρώπη και η Ιαπωνία χρησιμοποιούν γλυκά λούπινα στη γαλακτοκομική παραγωγή. Στην Αυστραλία η μεγαλύτερη χρήση των λούπινων είναι η ολοκληρωμένη σίτιση των προβάτων με σκοπό τη συμπλήρωση των διατροφών χαμηλής ποιότητας. Η φλούδα των λούπινων αποτελεί μια εύπεπτη ίνα για τα μηρυκαστικά, ενώ ο πυρήνας των λούπινων μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας σαν τροφή για μονογαστρικά ζώα.

Υπάρχει μια αυξανόμενη ζήτηση για ζωοτροφές από λούπινο στις υδατοκαλλιέργειες που οφείλεται στην ευκολία χώνεψης των πρωτεϊνών του λούπινου. Στη βιομηχανία

των υδατοκαλλιεργειών χρησιμοποιούνται οι σπόροι και οι πυρήνες του λούπινου, ως τροφή που αντικαθιστά υψηλά πρωτεϊνούχα γεύματα των ψαριών.

Τα λούπινα έχουν επίσης μεγάλη ιστορία στην κατανάλωσή τους από τους ανθρώπους στη Μεσόγειο και στην περιοχή των Άνδεων. Παρόλ' αυτά λιγότερο από το 4% της ολικής παραγωγής των λούπινων χρησιμοποιείται ως ανθρώπινη τροφή. Οι σπόροι του λούπινου περιέχουν πολλά θρεπτικά συστατικά και πολλές ιδιότητες τους τα καθιστούν μια ελκυστική εναλλακτική πρόταση έναντι των ξηρών φασολιών και της σόγιας. Οι τροφές που προέρχονται από λούπινα κατασκευάζονται εμπορικά στην Ευρώπη, τη Βόρειο Αμερική και την Αυστραλία. Οι τροφές αυτές περιλαμβάνουν προϊόντα που βασίζονται σε αλεύρι από πυρήνα λούπινου, όπως ψωμί, ζυμαρικά, γάλα, τόφου, σόγια σος και σνακς. Επιπλέον, η φλούδα του λούπινου χρησιμοποιείται και ως πρόσθετο ινών στο ψωμί ή ως διαιτητικές ίνες σε διάφορα προϊόντα (πίνακας 3).

Πίνακας 3. Χημική σύσταση σπόρων και βλαστών κυριότερων καλλιεργούμενων λούπινων.

Σπόρος (κοτυληδόνας)					Βλαστικά τμήματα
Συστατικά	<i>L. albus</i>	<i>L. angustifolius</i>	<i>L. luteus</i>	<i>L. mutabilis</i>	
% της ξηρής ουσίας					
Ξηρή ουσία	91,40	91,60	90,60	93,80	11,70
Ολικές αζωτούχες ενώσεις	36,10	32,20	41,40	44,70	26,60
Λιπαρές ουσίες	9,10	5,80	5,70	14,10	2,60
Ολικά ινώδη συστατικά	10,30	14,90	12,70	7,10	19,10

Τέφρα	3, 29	2,78	3,70	3,00	13,90
Ασβέστιο	0, 20	0, 22	0, 21	0,18	1, 28
Φώσφορος	0,36	0,30	0,61	0,88	0, 25

1.11 Η Γενετική Βελτίωση του λούπινου

Η βελτίωση φυτών αποτελεί την τέχνη και επιστήμη της αλλαγής γνωρισμάτων των φυτών για την παραγωγή επιθυμητών χαρακτηριστικών. Η βελτίωση των φυτών μπορεί να επιτευχθεί μέσω διάφορων τεχνικών που ποικίλουν από την απλή επιλογή φυτών με επιθυμητά χαρακτηριστικά για αναπαραγωγή αυτών, μέχρι πιο περίπλοκες μοριακές τεχνικές. Η βελτίωση των φυτών εξασκείται εδώ και χιλιάδες χρόνια, από την αρχή του ανθρώπινου πολιτισμού. Η μοντέρνα βελτίωση φυτών είναι εφαρμοσμένη γενετική, η επιστημονική όμως βάση της είναι πιο ευρεία, καλύπτοντας τομείς όπως η μοριακή βιολογία, η κυτταρογενετική, η φυσιολογία, η παθολογία, η εντομολογία, η χημεία και η στατιστική ή βιομετρία.

1.11.1 Βελτίωση λούπινου

Οι πρώτες βελτιωτικές προσπάθειες ξεκίνησαν στη Γερμανία κατά τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο, λόγω της ανάγκης για μια υψηλή σε πρωτεΐνη καλλιέργεια προσαρμοσμένης σε εύκρατες συνθήκες. Η ακόλουθη βελτίωση έχει συγκεντρωθεί στην αναγνώριση χαρακτηριστικών όπως η πρόιμη βλάστηση, η μειωμένη διάρρηξη λοβών, ο μαλακός σπόρος και η ανθεκτικότητα στην ανθράκωση (Phanetal, 2007).

Σήμερα, Οι χώρες που έχουν σημαντικά προγράμματα βελτίωσης είναι η Αυστραλία, η Πολωνία, η Ρωσία, η Γερμανία, η Λευκορωσία και η Χιλή. Άλλες χώρες όπως οι ΗΠΑ, η Δανία, η Ισπανία, η Πορτογαλία και η Ισλανδία έχουν μικρότερα προγράμματα (AustralianGovernment, DepartmentofHealthandAgeingOfficeoftheGeneTechnologyRegulator, 2013) .

1.11.2 Τεχνικές βελτίωσης

1.11.2.1 Ενδοειδικός και Διειδικός υβριδισμός

Τα λούπινα μπορούν να βελτιωθούν μέσω συμβατικής βελτίωσης που βασίζεται σε αποθέματα φυσικού γενετικού υλικού και τη γενετική μηχανική, η οποία μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στη βελτίωση των καλλιεργειών λούπινου στο μέλλον (AustralianGovernment,

DepartmentofHealthandAgeingOfficeoftheGeneTechnologyRegulator, 2013). Οι

συλλογές γενετικού υλικού είναι σημαντικές πηγές γονιδίων για βελτιωτικά προγράμματα που έχουν ως στόχο την βελτίωση της ανθεκτικότητας των φυτών ενάντια σε ασθένειες και εχθρούς, καθώς και αντοχής έναντι αβιοτικών καταπονήσεων.

Η μοντέρνα βελτίωση λούπινου βασίζεται στο γενετικό υλικό των άγριων λούπινων, καθώς και στη χρήση φυσικών και επαγόμενων μεταλλάξεων. Η βασική μέθοδος βελτίωσης λούπινου βασίζεται στον τυπικό ενδοειδικό υβριδισμό. Οι πολλαπλές, αμοιβαίες, με 2 και πολλαπλά αλληλόμορφα διασταυρώσεις και οι αναδιασταυρώσεις αποτελούν επαναλαμβανόμενα συστήματα του υβριδισμού. Εξαιτίας αναπαραγωγικών φραγμών, η διεδική διασταύρωση μεταξύ ειδών του «Νέου» και του «Παλαιού Κόσμου» δεν μπορεί να παράξει γόνιμα υβρίδια κάτω από φυσιολογικές συνθήκες. Βιώσιμοι σπόροι ή φυτά F1 και F2 γενιάς έχουν παραχθεί από διασταυρώσεις ανάμεσα σε είδη του «Νέου» του «Παλαιού Κόσμου», κανένα όμως από αυτά τα υλικά δεν έχει χρησιμοποιηθεί σε κάποιο εμπορικό βελτιωτικό πρόγραμμα.

Ετήσια λούπινα, τα οποία περιλαμβάνουν όλα τα καλλιεργούμενα είδη λούπινου, είναι γενικά αυτογονιμοποιούμενα, ωστόσο ετεροδιασταύρωση μπορεί να συμβεί σε μικρό ποσοστό που μεταβάλλεται μεταξύ και μέσα σε διαφορετικά είδη. Το ποσοστό ενδοειδικών διασταυρώσεων λούπινων καθορίζεται από διάφορους παράγοντες περιλαμβανομένων της ετερογαμικής συμπεριφοράς των ποικιλιών, την χωρική κατανομή, τις σχετικές περιόδους άνθησης και την παρουσία ή απουσία παραγόντων επικονίασης (π.χ μέλισσες) (Hamblin et al. 2005). Η ετερογαμική συμπεριφορά μιας συγκεκριμένης ποικιλίας λούπινου συνδέεται με την ανάπτυξη και το άνοιγμα των ανθών σε σχέση με το άνοιγμα του άνθους.

Κάτω από συνθήκες αγρού, καλλιέργειες διαφορετικών ειδών λούπινου παρουσιάζουν διαφορετική ικανότητα ετερογαμίας. Το *L. albus* έχει ετερογαμία σε ποσοστό 5-10%.

Αρκετά είδη μέσα στο γένος *Lupinus* έχουν αναπτύξει κυττογενετικούς φραγμούς, οι οποίοι προλαμβάνουν τον ενδοεικό υβριδισμό και ο σχηματισμός βιώσιμων υβριδίων είναι εξαιρετικά δύσκολος. Τέτοιοι φραγμοί είναι πιο επικρατεί στα λούπινα «Παλαιού Κόσμου» απ' ό τι στα λούπινα «Νέου Κόσμου» λόγω της μεγαλύτερης

διαφοράς μεταξύ των αριθμών χρωμοσωμάτων και τη μεγαλύτερη φυλογενετική απόσταση μεταξύ των ειδών λούπινου Παλαιού Κόσμου.

Υπάρχουν 730 γένη (περίπου 180 στην Αυστραλία) στην οικογένεια Fabaceae. Υβριδισμός μεταξύ ειδών του γένους *Lupinus* και ειδών άλλων γενών είτε κάτω από φυσικές ή πειραματικές συνθήκες δεν έχουν αναφερθεί (Australian Government, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2013).

1.11.2.2 Γενετική μηχανική

Προς το παρόν, δεν υπάρχει αναφορά εμπορικής παραγωγής γενετικά τροποποιημένων ειδών λούπινου. Ωστόσο, έρευνες όσον αφορά τη γενετική μηχανική έχουν γίνει στα λούπινα σε χώρες όπως η Αυστραλία, η Πολωνία και οι ΗΠΑ.

Οι λόγοι για την παραγωγή γενετικά τροποποιημένων λούπινων ποικίλουν και περιλαμβάνουν την επιστημονική έρευνα, την βελτίωση καλλιεργειών και τη χρήση λούπινων ως βιοαντιδραστήρων για την παραγωγή πρωτεϊνών ιατρικής σημασίας. Στην Αυστραλία, η γενετική τροποποίηση των λούπινων συγκεντρώνεται κυρίως στην παραγωγή σειρών με ενισχυμένα πρωτεϊνικά προφίλ, ανθεκτικών σε ζιζανιοκτόνα και ασθένειες άμεσα συνδεδεμένα με την ποιότητα των σπόρων και της παραγωγής.

Μέχρι στιγμής, η μεταφορά γονιδίων στο λούπινο έχει γίνει με μετασχηματισμό μέσω του *Agrobacterium tumefaciens*. Στάθερη τροποποίηση λούπινου έχει επιτευχθεί με τη χρήση στελεχών είτε από το *A. tumefaciens* ή το *A. rhizogenes*. Είδη λούπινου που έχουν χρησιμοποιηθεί για γενετική τροποποίηση περιλαμβάνουν το *L. angustifolius*, *L. albus*, *L. luteus* και *L. mutabilis* (Australian Government, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2013).

1.11.3 Χαρακτηριστικά για βελτίωση

Τα επιθυμητά χαρακτηριστικά των πιο πρόσφατων προγραμμάτων βελτίωσης λούπινου περιλαμβάνουν την απόδοση, την ανθεκτικότητα σε ασθένειες και σε αβιοτικές καταπονήσεις, την βιοχημική δομή που σχετίζεται με την ποιότητα των σπόρων, την δυνατότητα αζωτοδέσμευσης, την διάρκεια της βλάστησης, την δομή των φυτών και την μη διάρρηξη των λοβών.

Οι ευρωπαϊκοί βελτιωτές έχουν διευρύνει την ποικιλία τύπων λευκού λούπινου διαθέσιμων προς καλλιέργεια (Adhikari et al, 2013).

Συγκεκριμένα, οι κύριοι στόχοι της βελτίωσης του λευκού λούπινου είναι η παραγωγή γρήγορα αναπτυσσόμενων φυτών, χωρίς αλκαλοειδή, ανθεκτικά σε ασθένειες- κυρίως στην ανθράκωση που προκαλείται από τον μύκητα *Colletotrichum lupine*, με υψηλή παραγωγή και ανοχή σε υψηλά pH, καθώς και ανθεκτικές στο ψύχος νέες ποικιλίες, καλά προσαρμοσμένες σε τοπικές οικολογικές συνθήκες.

1.11.4 ΣΤΟΧΟΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ

Οι κύριοι στόχοι της βελτίωσης του λευκού λούπινου είναι η παραγωγή γρήγορα αναπτυσσόμενων φυτών, χωρίς αλκαλοειδή, ανθεκτικά σε ασθένειες- κυρίως στην ανθράκωση που προκαλείται από τον μύκητα *Colletotrichum lupine*, με υψηλή παραγωγή και ανοχή σε υψηλά pH, καθώς και ανθεκτικές στο ψύχος νέες ποικιλίες, καλά προσαρμοσμένες σε τοπικές οικολογικές συνθήκες.

1.11.4.1 Βελτίωση για πρώιμη άνθιση

Η πρώιμη άνθιση αποτελεί σημαντικό γνώρισμα κυρίως για περιοχές που πλήττονται από ξηρασία. Η μικρή περίοδος ανάπτυξης και η ταχεία ανάπτυξη λοβών είναι απαραίτητα για την παραγωγή σπόρων πριν την εποχή ξηρασίας.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το λούπινο είναι φυτό μακράς ημέρας και η άνθιση επιταχύνεται από μακρές ημέρες και υψηλές θερμοκρασίες. Η εαρινοποίηση είναι ακόμα ένας μηχανισμός που προάγει την άνθιση.

Στο στενόφυλλο λούπινο οι περισσότερες νέες ποικιλίες φέρουν το γονίδιο *Ku*, κυρίαρχο γονίδιο που προάγει την πρώιμη άνθιση, και έχουν μικρή έως καθόλου αντίδραση στην εαρινοποίηση.

Στο *L. albus* το γονίδιο *brevis* που φέρουν ποικιλίες όπως η *Kiev Mutant* και *Ultra* για πρώιμη άνθιση, φαίνεται πως επηρεάζεται από την εαρινοποίηση, καθώς φυτά που το φέρουν αποτυγχάνουν να ανθίσουν τους καλοκαιρινούς μήνες κάτω από συνθήκες θερμοκηπίου (Adhikari et al., 2011). O Swiecicki περιέγραψε άλλα 3 υπολειπόμενα γονίδια, *floridus*, *festinus* και *contractus*, που προάγουν την άνθιση (Adhikari et al., 2011).

Σύμφωνα με τον Adhikari (2013), η άνθιση στο *L. albus* ελέγχεται από 2 συγγυρίαρχα γονίδια, έτσι η συχνότητα της πρόωρης άνθισης μπορεί να αυξηθεί σημαντικά με την απομάκρυνση όσιμων φυτών στις αρχικές γενεές. Για παράδειγμα,

από τα φυτά της F2 γενεάς 9 από τα 16 κατά μέσο όρο θα δείξουν πρωιμότητα. Τα υπόλοιπα φυτά που δεν παρουσιάζουν πρωιμότητα μπορούν να απομακρυνθούν.

1.11.4.2 Βελτίωση για ανθεκτικότητα σε ασθένειες

Όπως προαναφέρθηκε η ανθράκωση αποτελεί ίσως την σοβαρότερη παγκοσμίως ασθένεια των λούπινων. Η εμφάνιση της ασθένειας αυτής εξάλειψε σχεδόν ολοκληρωτικά την καλλιέργεια του λευκού λούπινου στην Αυστραλία, καθώς η μόνη τότε εμπορικά διαθέσιμη ποικιλία KienMutant αποδείχθηκε πως ήταν εξαιρετικά ευαίσθητη στην ανθράκωση.

Μέχρι το 2013, η Andromeda αποτελούσε την μόνη εμπορική ποικιλία λευκού λούπινου με ουσιαστική ανθεκτικότητα στην ανθράκωση. Η Andromeda αποτέλεσε ένα σημαντικό βήμα στην παραγωγή αγρονομικά κατάλληλων ποικιλιών, ανθεκτικών στην ανθράκωση. Ωστόσο, ποικιλίες με σημαντικά μεγαλύτερη ανθεκτικότητα, καταλληλότερη φαινολογία και μεγαλύτερη απόδοση είναι απαραίτητες (Adhikarietal, 2013). Επιπλέον, η πρωιμότητα αποτελεί επιθυμητό χαρακτηριστικό στην Αυστραλία, καθώς είναι αναγκαία για τις συνθήκες ξηρασίας που επικρατούν.

Ενώ σημαντικές βελτιωτικές προσπάθειες είχαν επιτευχθεί τόσο στην ανθεκτικότητα, όσο και στην πρωιμότητα των φυτών, ο συνδυασμός των δύο αυτών χαρακτηριστικών δεν ήταν στα επιθυμητά επίπεδα. Ο συνδυασμός αυτός ήταν δύσκολο να επιτευχθεί λόγω την μικρής συχνότητας πρώιμων απογόνων. Επιπλέον, η ανθεκτικότητα στην ανθράκωση είναι ποσοτικό γνώρισμα και η πιθανότητα συνδυασμού πολλών γονιδίων σε έναν απόγονο είναι μικρή. Οι 2 αυτοί περιορισμοί έκαναν δύσκολο τον συνδυασμό των επιθυμητών γνωρισμάτων. Η πολυπλοκότητα στην κληρονομηση οδήγησε μόνο σε σταδιακή βελτίωση των 2 γνωρισμάτων (Adhikarietal, 2013).

Το 2013 παρουσιάστηκε η ποικιλία Amira (Adhikarietal, 2013). Η Amira παρουσιάζει βελτιωμένα αγρονομικά χαρακτηριστικά σε σχέση με την Andromeda και συνδυάζει τόσο την ανθεκτικότητα στην ανθράκωση, όσο και την πρόωρη άνθηση.

Η ανθεκτικότητα στην καφέ κηλίδωση, μια από τις σημαντικότερες ασθένειες του λούπινου επιτεύχθηκε με την παραγωγή δύο νέων εμπορικών ποικιλιών, της Luxor που παρουσιάζει αυξημένη ανθεκτικότητα και της Rosetta, η οποία παρουσιάζει μέτρια ανθεκτικότητα.

Η ανθεκτικότητα στην καφέ κηλίδωση είναι συχνή σε τοπικές ποικιλίες μεσογειακής προέλευσης, αποτελώντας τους ανθεκτικότερους τύπους και τους καταλληλότερους για βελτίωση προς παραγωγή νέων ποικιλιών.

1.11.5 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ

Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την βελτίωση των λούπινων είναι οι εξής:

1. Υβριδισμός
2. Μεταλλαξογένεση
3. Επιλογή υποβοηθούμενη από μοριακούς δείκτες (MAS)
4. Γενετική μηχανική

1.12 ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Στη χώρα μας θα μπορούσε να επεκταθεί η καλλιέργεια βελτιωμένων γλυκών ποικιλιών ή ακόμα και πικρών, εφόσον βρεθούν απλοί, εύκολοι και ολιγοδάπανοι τρόποι αποπίκρασής τους, για παραγωγή του πλούσιου καρπού τους, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί επωφελώς στη σύγχρονη διατροφή των αγροτικών ζώων.

Με την καλλιέργειά τους σε αμειψισπορά με χειμωνιάτικα σιτηρά, εμπλουτίζεται και το έδαφος σε άζωτο. Επίσης, μπορούν να καλλιεργηθούν και για χλωρή λίπανση και ακόμη και ως καλλωπιστικά (για τα ωραία άνθη τους).

Οι εκτάσεις όμως που μπορούν να αξιοποιηθούν στη χώρα μας είναι συνήθως ημιορεινές και ορεινές που τα εδάφη τους είναι κυρίως όξινα και μικρής γονιμότητας.

Δυστυχώς, μέχρι τώρα, η γεωργική έρευνα στην Ελλάδα για το λούπινο, υπήρξε ανεπαρκής. Δοκιμές ορισμένων ποικιλιών έγιναν από το ΙΚΦ&Β στη Λάρισα και στη Μεσσηνία. Δοκιμάστηκαν ορισμένοι πικροί πληθυσμοί του *L. albus* και μερικές γλυκές ποικιλίες του *L. luteus*, προέλευσης εξωτερικού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι αποδόσεις και των δύο ειδών ήταν ικανοποιητικές για την περιοχή της Μεσσηνίας και κυμάνθηκαν από 283-348 kg/στρ. για το *L. albus* και 233-302 kg/στρ για το *L. luteus*. Στην περιοχή της Λάρισας οι αποδόσεις ήταν μικρότερες για το *L. albus* και μηδαμινές για το *L. luteus*, προφανώς λόγω διαφορετικής εδαφικής σύστασης, αφού τα εδάφη όπου έγιναν οι δοκιμές περιέχουν Ca σε υψηλότερο ποσοστό από εκείνο που ανέχονται τα λούπινα.

Οι ποικιλίες του *L. luteus* που δοκιμάστηκαν ήταν οι Weiko, Palvo, Neven, Reform, (όλες γλυκές) και του *L. albus* ήταν η Vilmorin (πικρή), οι δε ντόπιοι πληθυσμοί

ήταν: διαλογή ΙΚΦΒ, Μεδούσης Μεσσηνίας και Μεσσηνίας, όλοι πικροί (Πάνος, Ε.Ν., 1986).

Κατά τα τελευταία χρόνια, εκτός από κάποιες μεμονωμένες προσπάθειες, δεν έχουν γίνει αξιόλογες ερευνητικές εργασίες για τα λούπινα στην Ελλάδα.

1.13 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Το λευκό λούπινο πωλείται ως ζωοτροφή κυρίως σε μηρυκαστικά ζώα, καθώς έχει υψηλή περιεκτικότητα σε έλαια και πρωτεΐνες. Λόγω της απουσίας αντιθρεπτικών παραγόντων (αλκαλοειδές ή αναστολείς τρυψίνης), οι σπόροι του μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα για ζώα γαλακτοπαραγωγής, βοοειδή ή πρόβατα καθιστώντας τα συστήματα καλλιέργειας πιο βιώσιμα. Ωστόσο, η καλλιέργεια θα απογειωθεί μόνο αν μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκτενώς σε βιομηχανικές ζωοτροφές. Αυτό μπορεί να είναι δυνατό στη Δυτική Ευρώπη λόγω του υψηλού και σταθερού επιπέδου των εισαγωγών σε πρωτεϊνούχα προϊόντα. Η αγορά για ανθρώπινη κατανάλωση πρέπει επίσης να θεωρηθεί σημαντική. Η παραδοσιακή αγορά γύρω από τη Μεσόγειο, χρησιμοποιώντας το δημητριακά δεν είναι πιθανό να επεκταθεί. Αλλά, το λουπινάλευρο λόγω του χρώματος, τις φυτικές ίνες και τις πρωτεΐνες που περιέχει, προσφέρει πολύ καλές προοπτικές στην αρτοποιία και ζαχαροπλαστική. Η πιθανή έκταση του λούπινου θα εξαρτηθεί άμεσα από το επίπεδο απόδοσης και την ανταγωνιστικότητά της με σιτάρι και άλλα όσπρια.

Στο μέλλον οι κτηνοτρόφοι θα πρέπει να εξετάσουν νέα χαρακτηριστικά. Εκτός από την επιλογή για την απόδοση των σπόρων και τον ασβέστη ανοχής, μεγάλη προσπάθεια πρέπει να αφιερωθεί στην ανθεκτικότητα σε ασθένειες, σε συνεργασία με τους παθολόγους. Ένας άλλος τομέας της έρευνας που πρέπει να διερευνηθεί τόσο από φυσιολόγους του λούπινου και γενετιστές, είναι το πάχος και κατά συνέπεια ο ρόλος του περιβλήματος του λοβού. Στα *L. albus* L. και *angustifolius*, τα περιβλήματα του λοβού

Υπολογίζονται στο 35-40% του συνολικού βάρους κατά την ωριμότητα. Το ποσοστό αυτό είναι παρόμοιο με τα αποτελέσματα της Dracup (1994) του *N. angustifolius* αλλά πολύ υψηλότερο από εκείνα που παρατηρήθηκαν σε άλλα όσπρια: 20-27% σε *Phaseolus vulgaris* (Wallace και Munger, 1966) και 25,8% στην σόγιας (Gent, 1983). Αυτό σημαίνει ότι μια φτωχή συγκομιδή του λευκού λούπινου αναπαράγει το ίδιο συστατικό. Οι Pateetal. (1977) ανέδειξαν το ρόλο του περιβλήματος του λοβού τόσο

για προσωρινή αποθήκευση για το άζωτο όσο και για την ανακύκλωση του CO₂ στους λοβούς. Η αναπαραγωγή του λούπινου θα επωφεληθεί από την ανάπτυξη των νέων τεχνολογιών. Μεταμορφώσεις του λούπινου με εξωγενή γονίδια έχουν έχουν αναφερθεί σε *L. angustifolius* με δύο τεχνικές: σε αυτές που βασίζονται στο *Agrobacterium* σύστημα (Molvi et al., 1994) και η άμεση γενετική χειραγώγηση της κορυφής (Atkin et al., 1994). Οι τεχνικές αυτές επέτρεψαν την επιτυχημένες μεταμορφώσεις για πλούσιους σε θείο αλβουμίνης σπόρους από ηλίανθο και για την ανοχή στα ζιζανιοκτόνα, αντίστοιχα. Η τελευταία τεχνική χρησιμοποιείται επίσης στην *L. albus* και *L. luteus* (Hamblin J., personal communication). Με την κλωνοποίηση ενός αυξανόμενου αριθμού σε γονίδια με αγρονομικές επιπτώσεις, οι τεχνικές αυτές θα γίνουν ολο και πιο σημαντικές στην αναπαραγωγή νέων ποικιλιών και την προσαρμογή των υφιστάμενων ποικιλιών στις νέες απαιτήσεις.

Σημείωση: Στην ίδια κατηγορία, των μονοετών φθινοπωρινών ψυχανθών, ανήκουν και το ρόβι, η κτηνοτροφική φακή και το κτηνοτροφικό ρεβίθι. Όμως, δε θα γίνει ανάπτυξη για τα κτηνοτροφικά αυτά είδη, όχι γιατί στερούνται σημασίας, αλλά γιατί πιστεύουμε ότι τα είδη που ήδη αναπτύχθηκαν, είναι ίσως προτιμότερα για τα περισσότερα περιβάλλοντα της Ελλάδας και καλύπτουν ικανοποιητικά τις ανάγκες της κτηνοτροφίας μας.

ΚΥΨΕΛΩΤΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ

Η μέθοδος προτάθηκε από τον Fasoulas (1973) και βασίζεται στην αξιολόγηση και επιλογή των φυτών σε συνθήκες απουσίας ανταγωνισμού που επιτυγχάνεται με την πολύ χαμηλή πυκνότητα σποράς. Τα φυτά σπέρνονται σε εξαγωνική διάταξη και έτσι κάθε φυτό βρίσκεται στο κέντρο ενός εξαγώνου. Η απόδοση του κεντρικού φυτού συγκρίνεται με τις αποδόσεις των γειτονικών φυτών σε διάφορες εντάσεις επιλογής. Το φυτό επιλέγεται όταν έχει μεγαλύτερη απόδοση από τα φυτά του ομόκεντρου κύκλου με τα οποία συγκρίνεται. Η μέθοδος έχει εφαρμογή στην αξιολόγηση και επιλογή ατομικών φυτών από την F₁ γενεά. Είναι γενική αρχή της βελτίωσης ότι η αξιολόγηση και επιλογή ατομικών φυτών θεωρείται επιτυχημένη όταν εκτιμά αξιόπιστα το γενότυπο μέσα από το φαινότυπο. Σύμφωνα με τον Fasoulas (1981; 1988; 1993), η κυψελωτή μέθοδος βελτίωσης των φυτών αυξάνει την αντικειμενικότητα αξιολόγησης και επιλογής με βάση το φαινότυπο και έχει σαν αποτέλεσμα τη μεγιστοποίηση της γενετικής προόδου. Αυτό επιτυγχάνεται, όταν τα φυτά αναπτύσσονται σε μεγάλες αποστάσεις, ώστε να ελαχιστοποιείται ο

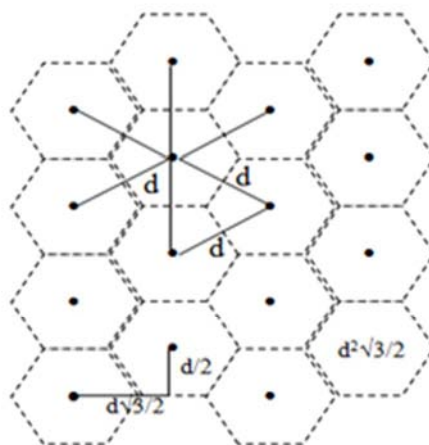
συντελεστής παραλλακτικότητας (CV) της απόδοσης των ατομικών φυτών, και η συνθήκη ονομάζεται "**απουσία ανταγωνισμού**". Στις αποστάσεις αυτές δεν υπάρχει ανταγωνισμός που να οφείλεται σε γενετικές ή επίκτητες διαφορές μεταξύ των φυτών, ενώ επιτυγχάνεται και μέγιστη φαινοτυπική διαφοροποίηση που διευκολύνει την αναγνώριση των υπέρτερων γονοτύπων και αυξάνει την αποτελεσματικότητα της φαινοτυπικής επιλογής. Αναλύοντας περαιτέρω την έννοια του ανταγωνισμού οι Fasoulas και Tsaftaris (1975) και αργότερα οι Fasoula και Fasoula (1997) κατέληξαν ότι υπάρχουν τέσσερις μορφές ανταγωνισμού: (α) Αυτο-ανταγωνισμός (συνθήκη γεωργού) όπου ο ανταγωνισμός λαμβάνει χώρα μεταξύ γενετικά όμοιων φυτών, (β) Έλλειψη ανταγωνισμού, όπου κάθε γενότυπος εκμεταλλεύεται τους πόρους του περιβάλλοντος σύμφωνα με το γενετικό του δυναμικό, χωρίς την παρέμβαση άλλων γενοτύπων, (γ) Αλλο-ανταγωνισμός όπου ο ανταγωνισμός λαμβάνει χώρα μεταξύ ανόμοιων γενετικά φυτών, (δ) Μέτριος ανταγωνισμός όπου στην αρχή της ανάπτυξης των φυτών στον αγρό οι γενότυποι αναπτύσσονται χωρίς ανταγωνισμό και κατόπιν αναπτύσσονται υπό συνθήκες μέτριου ανταγωνισμού. Έτσι, η Fasoula (1990) μελετώντας τη συσχέτιση μεταξύ των παραπάνω μορφών ανταγωνισμού ανέφερε ότι υπάρχει αρνητική συσχέτιση μεταξύ αλλοανταγωνισμού και αυτοανταγωνισμού και θετική συσχέτιση μεταξύ απουσίας ανταγωνισμού και αυτοανταγωνισμού. Ορμώμενοι λοιπόν από αυτή την παρατήρηση οι υποστηρικτές της επιλογής σε απουσία ανταγωνισμού θεωρούν ότι επιλέγοντας απουσία ανταγωνισμού και καλλιεργώντας τις επιλεγμένες καθαρές σειρές σε συνθήκες γεωργού (αυτοανταγωνισμός) επιτυγχάνεται το μέγιστο της απόδοσης.

Η επιλογή τόσο των καλύτερων απογονικών σειρών όσο και των καλύτερων ατομικών φυτών εντός της επιλεγμένης σειράς πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας ως μονάδα αξιολόγησης και επιλογής το ατομικό φυτό, αναπτυσσόμενο απουσίας ανταγωνισμού. Επειδή ο ανταγωνισμός είναι επιζήμιος όχι μόνο κατά την επιλογή σε ένα βελτιωτικό πρόγραμμα, αλλά και στη γεωργική πράξη, η κυψελωτή μεθοδολογία συνιστά την δημιουργία και καλλιέργεια μονογενοτυπικών και όχι πολυγενοτυπικών ποικιλιών (Fasoulas, 1981; 1988; 1993; Fasoula and Tokatlidis, 2012).

Συχνά, οι μεγάλες αποστάσεις των φυτών εξαλείφουν τον ανταγωνισμό, αυξάνουν όμως τον συντελεστή παραλλακτικότητας εξαιτίας της ετερογένειας του εδάφους, καθώς για τον ίδιο αριθμό φυτών απαιτείται μεγαλύτερη επιφάνεια. Η αρνητική αυτή συσχέτιση εξαλείφεται με τη χρήση των κυψελωτών σχεδίων επιλογής, που

αντιμετωπίζουν την επίδραση της εδαφικής ετερογένειας, εξασφαλίζοντας ισόποσο καταμερισμό πόρων μεταξύ των φυτών και επιτυγχάνουν μέγιστη φαινοτυπική έκφραση και μέγιστη φαινοτυπική διαφοροποίηση (FasoulasandFasoula, 1995).

Η διάταξη των φυτών σε ένα τέτοιο σχέδιο επιλογής είναι συστηματική και όχι τυχαία. Το βασικό χαρακτηριστικό ενός κυψελωτού σχήματος είναι οι ίσες αποστάσεις μεταξύ των φυτών, οι οποίες είναι τέτοιες ώστε να αποκλείουν το μεταξύ των φυτών ανταγωνισμό. Με αποστάσεις μεταξύ των φυτών (d), κάθε φυτό απέχει d από όλα τα γειτονικά του, σχηματίζοντας ισόπλευρα τρίγωνα. (Εικόνα 9). Με τον τρόπο αυτό, η ετερογένεια του εδάφους δειγματίζεται καλύτερα σε σχέση με την τυχαία τοποθέτηση, επιτρέποντας την αντικειμενικότερη σύγκριση μεταξύ μεγάλου αριθμού απογονικών σειρών (οικογενειών) και την αξιόπιστη επιλογή ατομικών φυτών από τις καλύτερες οικογένειες (Εικόνα 10). Κάθε φυτό οποιασδήποτε απογονικής σειράς περιβάλλεται από συγκεκριμένους δακτυλίους που περικλείουν πάντα τα φυτά που προέρχονται από τις ίδιες οικογένειες, συνιστώντας έτσι κάθε δακτύλιος μια σταθερή επανάληψη. Η διάταξη αυτή δίνει τη δυνατότητα η απόδοση κάθε φυτού να εκφραστεί ως ποσοστό της μέσης απόδοσης της επανάληψης, εξαλείφοντας τελικά τις εσφαλμένες εκτιμήσεις που προκαλεί η ετερογένεια του εδάφους. Τα πειράματα αξιολόγησης πραγματοποιούνται διατοπικά και διαχρονικά έτσι ώστε αφενός μεν να ελαχιστοποιούνται οι περιβαλλοντικές επιδράσεις και αφετέρου να επιτυγχάνεται η μέγιστη αξιοποίηση των αλληλεπιδράσεων γονοτύπου-περιβάλλοντος για τη δημιουργία νέων ποικιλιών.

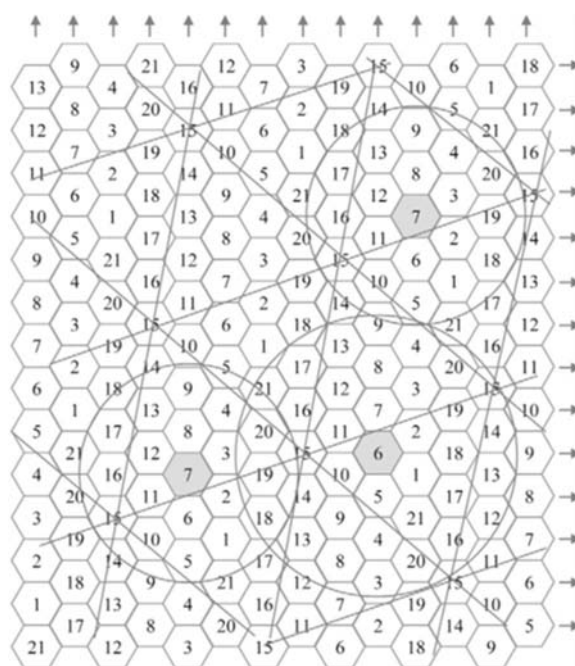


Αποστάσεις μεταξύ των φυτών: d

Αποστάσεις μεταξύ γραμμών σποράς: $d\sqrt{3}/2$

Επιφάνεια που αντιστοιχεί σε κάθε φυτό: $d^2\sqrt{3}/2$

Εικόνα 9. Συστηματική διάταξη των ατομικών φυτών.



Εικόνα 10. Διάταξη κυψελωτού σχεδίου επιλογής R-12.

Η κυψελωτή μεθοδολογία αποδείχθηκε αποτελεσματική σε διάφορες συγκριτικές εργασίες (Batziosetal., 2001; NtanosandRoupakias, 2001; KotzamanidisandRoupakias, 2004; Kotzamanidisetal., 2008) ή σε πειράματα σύγκρισης του επιλεγέντος γενετικού υλικού με τον αρχικό πληθυσμό (Micheletal.,

1982; KyriakouandFasoulas, 1985; RobertsonandFrey, 1987; Traka-Mavronaetal., 2000). Έτσι, διάφορες ποικιλίες έχουν πλέον γραφεί στους καταλόγους ποικιλιών στην Ελλάδα και το εξωτερικό (Fasoulaetal., 2007, Βλαχοστέργιος 2016).Ακόμη, η κυψελωτή μεθοδολογία αποδείχθηκε αποτελεσματική και για τη δημιουργία ποικιλιών κατάλληλων για την οργανική γεωργία (Vlachostergiosetal., 2011).

Τέλος, η κυψελωτή μεθοδολογία αποδείχθηκε ικανή να αναδειξεί την υπάρχουσα γενετική παραλλακτικότητα εντός καθαρών σειρών (elitelines) που θεωρούνται γενετικά ομοιογενείς. Την εφαρμογή της συγκεκριμένης προσέγγισης αναφέρουν σε έρευνά τους οι Tokatlidisetal. (2000, 2008) ως προς την απόδοση σε σπόρο και άλλα αγρονομικά χαρακτηριστικά σε καθарές σειρές καλαμποκιού και αντίστοιχα σε ποικιλίες βαμβακιού ως προς την απόδοση σε σπόρο, την ποιότητα της ίνας και άλλα αγρονομικά γνωρίσματα.Η κυψελωτή μεθοδολογία επιτρέπει την αναγνώριση της γενετικής αλλά και επίκτητης παραλλακτικότητας εντός των ποικιλιών, που προκύπτει από τις μεταβολές του περιβάλλοντος (FasoulaandFasoula, 2000).Πρόσφατα, οTokatlidis (2015) έχοντας υπόψη όλα τα παραπάνω πρότεινε ότι δεν πρέπει να αναφερόμαστε σε διατήρηση ποικιλίας αλλά σε διαχείριση,καθώςείναι πλέον γνωστό ότι το γένωμα διαθέτει μεγάλη πλαστικότητα και απαιτείται η συνεχής διαδικασία διαχείρισης της ποικιλίας που ονομάζεται «conservationbreeding» για να διατηρηθούν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά της ποικιλίας.

Σ' αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθούν ότι υπάρχουν δημοσιεύσεις που αμφισβητούν την αποτελεσματικότητα της κυψελωτής μεθοδολογίας. Έτσι, οι LulsdorfandMcVetty (1986) εφαρμόζοντας την κυψελωτή μεθοδολογία στα κουκιά κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η μέθοδος δεν ήταν αποτελεσματική, οιPasiniandBos (1990a, 1990b) αναφέρουν μη σημαντική συσχέτιση μεταξύ των επιλεγμένων ατομικών φυτών και των απογονικών σειρών, ενώ οι BussemakersandBos (1999) αξιολόγησαν τα αποτελέσματα πενταετούς κυψελωτής επιλογής σε δύο πυκνότητες σποράς και διαπίστωσαν ότι οι γενότυποι που επιλέχθηκαν σε συνθήκες απουσίας ανταγωνισμού δεν διατήρησαν την υπεροχή τους σε πυκνή σπορά. Οι υποστηρικτές της κυψελωτής μεθοδολογίας θεώρησαν ότιστα συμπεράσματα των παραπάνω εργασιών οφείλονται στη χρήση αναποτελεσματικών κριτηρίων αξιολόγησης (Fasoula and Fasoula (2000))

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Οι Fasoula και Fasoula (2000, 2002) απέδωσαν την αδυναμία επίτευξης προόδου στην έλλειψη κριτηρίου για την αξιολόγηση και επιλογή ατομικών φυτών και προσπάθησαν να διατυπώσουν έναν αντικειμενικό τρόπο επιλογής ατομικών φυτών σε χαμηλή πυκνότητα με την κυψελωτή μέθοδο. Έτσι, πρότειναν ότι η επιλογή πρέπει να βασίζεται στην ανάλυση του παραγωγικού δυναμικού κάθε φυτού σε τρία γενετικά συστατικά που εκτιμώνται με απλές παραμέτρους και αφορούν: (α) τα γονίδια που ελέγχουν το παραγωγικό δυναμικό του γενοτύπου και μετριοούνται με το μέσο όρο της απόδοσης των απογόνων του (\bar{x}), (β) τα γονίδια που ελέγχουν τη σταθερότητα συμπεριφοράς και μετριοούνται με τον τυποποιημένο μέσο όρο των απογόνων του (\bar{x}/s) και (γ) τα γονίδια που ελέγχουν την ικανότητα του γενοτύπου να ανταποκρίνεται στο επίπεδο προστιθέμενων εισροών και μετριοούνται με το τυποποιημένο διαφορικό επιλογής των απογόνων ($\bar{X}_{sel} - \bar{X}$)/s που αντιστοιχεί σε προκαθορισμένη πίεση επιλογής. Η Fasoula (2006) παρουσίασε μια νέα εξίσωση εκτίμησης του παραγωγικού δυναμικού [CYP=CR · CH=(x/\bar{x}_r)² · (\bar{x}/s)²] που σύμφωνα πάντα με την παραπάνω ερευνητήρια εκτιμά το παραγωγικό δυναμικό (CYP: CropYieldPotential) κάθε φυτού στο χωράφι μετατρέποντας την απόδοση του φυτού σε παραγωγικό δυναμικό κάτω από πυκνή σπορά. Η εξίσωση συνίστανται σε δύο παραμέτρους. Την απόδοση του φυτού ή της σειράς στο δακτύλιο (CRήCLR) που εκτιμά το δυναμικό απόδοσης σε επίπεδο ατομικού φυτού και διαλογής, και τον συντελεστή ομοιόστασης (CH: Coefficient of Homeostasis) που εκτιμά τη σταθερότητα συμπεριφοράς της διαλογής από την οποία προέρχεται το αξιολογούμενο φυτό ή η αξιολογούμενη διαλογή. Για την αριστοποίηση και την καλύτερη ανάλυση της κυψελωτής μεθόδου, προτάθηκε από τους Fasoula and Tokatlidis (2012) η ανάλυση της ανωτέρω εξίσωσης σε δύο νέες εξισώσεις: την εξίσωση $A = (x/\bar{x}_r)^2 \cdot (\bar{x}/s)^2$ που αξιολογεί τα ατομικά φυτά συγκριτικά μεταξύ τους και την εξίσωση $B = (\bar{x}/\bar{x}_r)^2 \cdot (\bar{x}/s)^2$ που αξιολογεί τις διαλογές συγκριτικά μεταξύ τους. Στις ανωτέρω εξισώσεις x είναι η απόδοση του αξιολογούμενου ατομικού φυτού, \bar{x}_r είναι η μέση απόδοση των φυτών του δακτυλίου, το μέγεθος του οποίου ποικίλει ορίζεται από τον βελτιωτή, \bar{x} είναι η μέση απόδοση του συνόλου του πειράματος, ενώ \bar{x} και s είναι η μέση απόδοση και η αντίστοιχη τυπική απόκλιση της αξιολογούμενης διαλογής.

Σκοπός της πτυχιακής διατριβής

Ο στόχος της μεταπτυχιακής εργασίας είναι η αξιολόγηση πληθυσμών λευκού λούπινου και η ταυτόχρονη επιλογή γενοτύπων με υψηλή απόδοση και αντοχή σε υψηλές τιμές εδαφικού ΡΗ.

2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Ως υλικό εκκίνησης χρησιμοποιήθηκε το επιλεγμένο υλικό το οποίο υπήρχει διαθέσιμο στο Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών Λάρισας και περιλάμβανε τοπικούς πληθυσμούς από διάφορες περιοχές της χώρας και πληθυσμούς που προήλθαν από επιλογές σε υλικό που προέρχονταν από χώρες του εξωτερικού. Αναλυτικά οι πληθυσμοί παρουσιάζονται στον πίνακα 4.

Πίνακας 4. Ποικιλίες λούπινου που χρησιμοποιήθηκαν κατά την σπορά

Κωδικός R-13	Όνομασία	Προέλευση
1	ΡΟΔΟΣ	Ελλάδα (Ρόδος)
2	Φ6	Ιταλία
3	Φ14	Ιταλία
4	ΚΡΗΤΗ	Ελλάδα (Κρήτη)
5	Φ16	Ιταλία
6	Φ17	Ιταλία
7	Φ23	Ιταλία
8	Φ27	Ιταλία
9	Φ29	Ιταλία
10	Φ36	Πολωνία
11	Φ43	Πολωνία
12	Φ46	Πολωνία
13	ΝΙΣΥΡΟΣ	Ελλάδα (Νίσυρος)

Χρησιμοποιήθηκε η κυψελωτή μέθοδος αξιολόγησης και επιλογής. Συγκεκριμένα οι 13 πληθυσμοί αξιολογήθηκαν σε R-13 επαναλαμβανόμενο κυψελωτό σχέδιο με 50 επαναλήψεις.

Το πείραμα εγκαταστάθηκε σε δύο περιοχές οι οποίες είχαν μεταξύ τους διαφορετικά χαρακτηριστικά ως προς το κλίμα και το έδαφος. Η πρώτη περιοχή, στο Αδάμ Ζαγκλιβερίου (γεωγραφικό πλάτος ...N, γεωγραφικό μήκος ...E), χαρακτηρίστηκε από ευνοϊκές εδαφικές συνθήκες ανάπτυξης και η δεύτερη στο Ινστιτούτο

Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών (γεωγραφικό πλάτος 39°36'N, γεωγραφικό μήκος 22°25'E) χαρακτηρίστηκε από συνθήκες καταπόνησης. Τα χαρακτηριστικά του εδάφους παρουσιάζονται αναλυτικά για κάθε περιοχή στον πίνακα 5.

Πίνακας 5. Σύσταση εδάφους

	IB&ΚΦ	ΑΔΑΜ
Άμμος (%)	32	52
Αργίλος (%)	45	22
Ιλύς (%)	23	26
Χαρακτηρισμός Εδάφους	C	SCL
pH (H ₂ O 1:1) (25°C)	8,1	6,7
Ηλ. αγωγιμότητα στους 25°C (μS/cm)	753	471
Ισοδύναμο CaCO ₃ (%)	2,6	2,2
Οργανική ουσία (%)	0,8	1,3
Φώσφορος (P _{Olsen}) (mg/kg)	8,9	15
Ολικό Άζωτο (Kjeldahl) (N _{Kjeldahl}) (g/100g)	0,084	0,11
Ανταλλάξιμο κάλιο (cmol ⁺ /kg εδ.)	1,3	0,3

Οι πληθυσμοί αξιολογήθηκαν ως προς την απόδοση σε σπόρο και ως προς τα ακόλουθα αγροκομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά:

- Πρωιμότητα άνθισης
- Εξέλιξη τιμών χλωροφύλλης
- Αριθμός λοβών/φυτό
- Αριθμός σπόρων/φυτό

Προετοιμασία του πειράματος

Έγινε όργωμα του πειραματικού τεμαχίου με βαρύ και ελαφρύ καλλιεργητή. Ακολούθησε λίπανση με 7-8 μονάδες φωσφόρου και ψιλοχωματισμός του εδάφους με φρέζα.

Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 20/11/2014 στο Αδάμ Ζαγκλιβερίου και στις 15/11/2014 στο IB&ΚΦ. Η σπορά έγινε με το χέρι χρησιμοποιώντας τις ταινίες με την ειδική αρίθμηση για την εγκατάσταση του R-13 κυψελωτού πειράματος. Η πυκνότητα σποράς ήταν 1,2 φυτά/ τετραγωνικό μέτρο που αντιστοιχεί σε απόσταση

μεταξύ των φυτών 1μ. και το βάθος σποράς ήταν 3 με 4 εκατοστά. Κάθε σειρά επαναλήφθηκε 50 φορές και συνολικά σπάρθηκαν 650 φυτά σε κάθε πείραμα.

Από κάθε φυτό συγκομίστηκαν οι λοβοί και τοποθετήθηκαν μέσα σε χάρτινες σακούλες στις οποίες αναγραφόταν ο κωδικός του φυτού. Ακολούθησε, η καταμέτρηση του αριθμού λοβών/φυτό, αριθμού σπόρων/φυτό και τέλος το ζύγισμα του βάρους των σπόρων σε γραμμάρια για κάθε φυτό χωριστά.

Στατιστική Επεξεργασία

Για όλα τα χαρακτηριστικά (απόδοση, αριθμός λοβών/φυτό, αριθμός σπόρων/λοβό, βάρος 1000 σπόρων, τιμές SPAD) των ατομικών φυτών που μετρήθηκαν στο R-13 έγινε η αξιολόγηση και κατάταξη των ποικιλιών. Τα δεδομένα αναλύθηκαν με το ειδικό στατιστικό πρόγραμμα για τα κυψελωτά σχέδια (Mauromoustakos, 2006) και βασίστηκαν στις εξισώσεις $A = (x/\bar{x}_r)^2 \cdot (\bar{x}/s)^2$ και $B = (\bar{x}/\bar{x}_i)^2 \cdot (\bar{x}/s)^2$, όπου:

x είναι η απόδοση του αξιολογούμενου ατομικού φυτού,

\bar{x}_r είναι η μέση απόδοση των φυτών του δακτυλίου,

\bar{x}_i είναι η μέση απόδοση του συνόλου του πειράματος,

\bar{x} η μέση απόδοση της αξιολογούμενης σειράς

s είναι η τυπική απόκλιση της αξιολογούμενης σειράς. Για την εκτίμηση της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας μεταξύ των ατομικών φυτών του πειράματος χρησιμοποιήθηκε η τιμή του Συντελεστή Παραλλακτικότητας, $CV = s/\bar{x}$.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Εξέλιξη του πειράματος

Λόγου του κρύου χειμώνα με έντονες βροχοπτώσεις και ισχυρούς παγετούς υπήρξαν μεγάλα προβλήματα στην φυτρωτικότητα και στην παρουσία των ζιζανίων. Ήταν δύσκολο να πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε μεταχείριση στο χωράφι μέχρι τέλη Φεβρουαρίου.



Στις 05/03/2015 δόθηκε η δυνατότητα να εισέλθουμε στον αγρό και να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες μετρήσεις και καλλιεργητικές φροντίδες. Πρώτο μέλημα ήταν να διαπιστωθεί το ποσοστό φυτρώματος το οποίο ήταν. Στη συνέχεια έπρεπε να γίνει ο έλεγχος των ζιζανίων έτσι ώστε να φανεί ξεκάθαρα η υγεία και η κατάσταση του χωραφιού – φυτών (εικόνα 11).

Η απομάκρυνση των ζιζανίων από το χωράφι έγινε με χειρωνακτικό τρόπο για το λόγο ότι τα φυτά ήταν ανάμεσα στα ζιζάνια. Επομένως οποιοσδήποτε μηχανικός – χημικός τρόπος ήταν αδύνατος. Κατά την διάρκεια της απομάκρυνσης των ζιζανίων διαπιστώθηκε ότι τα ζιζάνια προστάτευσαν όσα φυτά είχαν βγει, από τις χαμηλές θερμοκρασίες και τους παγετούς. Είναι μια διαπίστωση χωρίς μελέτη αλλά θα είναι ενδιαφέρον να μελετηθεί.

Εικόνα 11:



Αφού έγινε η απομάκρυνση των ζιζανίων από το πειραματικό κομμάτι μπορέσαμε να εκτιμήσουμε την κατάσταση των φυτών μας. Τα φυτά που είχαν επιβιώσει από τις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα παρουσίασαν αρκετά προβλήματα όπως φαίνεται στην Εικόνα 12.

Εικόνα 12.



Η έναρξη της ανθοφορίας και η δημιουργία των λοβών εντοπίστηκε στο πρώτο 10ήμερο του Απριλίου (Εικόνα 13)

Εικόνα 13.



Στις 17 Απριλίου είχαν δημιουργηθεί οι ανθοταξίες στα περισσότερα φυτά στα κατώτερα τμήματα του φυτού (Εικόνα 14).

Εικόνα 14.



Απόδοση σε σπόρο

Στο Αδάμ Ζαγκλιβερίου οι πληθυσμοί που έδειξαν το καλύτερο παραγωγικό δυναμικό (CYP) για απόδοση σε σπόρο ήταν οι 5,11,6 και 8 (Πίνακας 6). Οι τιμές του παραγωγικού δυναμικού (CYP) κυμάνθηκαν από 2,5 έως 9,1. Στην περιοχή του Αδάμ Ζαγκλιβερίου η μέση απόδοση του πειράματος σε σπόρο ανά ατομικό φυτό ήταν 51,5γρ, ενώ η διακύμανση μεταξύ των πληθυσμών κυμάνθηκε από 36,4 έως 68γρ. Από τον πληθυσμό με κωδικό 1 διασώθηκε μόνο 1 ατομικό φυτό το οποίο ωστόσο έδωσε και την πιο υψηλή απόδοση του πειράματος (68 γρ.). Η τιμή του CV του πειράματος ήταν 89%.

Πίνακας 6. Ανάλυση του παραγωγικού δυναμικού απόδοσης σε σπόρο των πληθυσμών λευκού λούπινου του R-13 που εγκαταστάθηκε στο ΑΔΑΜ Ζαγκλιβερίου για πίεση επιλογής 1,82% (δακτύλιος 54 φυτών).

Κατάταξη	Πληθ	ΜΟ	ΜΟ%	CLR	CLR%	CH	CH%	CYP	CYP%
1	1	68,0	100,0	1,9	100,0	.	.	.	.
2	5	59,0	86,8	1,4	75,3	6,4	97,8	9,1	100,0
3	11	54,1	79,5	1,2	63,2	6,6	100,0	7,8	85,9
4	8	57,9	85,2	1,4	72,6	5,2	78,7	7,0	77,7
5	6	59,6	87,7	1,4	76,8	4,8	73,5	7,0	76,7
6	7	51,1	75,2	1,1	56,5	5,3	81,1	5,7	62,3
7	3	53,1	78,1	1,1	60,9	4,4	67,1	5,0	55,5
8	10	51,6	75,9	1,1	57,6	3,7	56,3	4,0	44,0
9	2	45,1	66,3	0,8	44,0	4,8	72,5	3,9	43,3
10	13	40,1	59,0	0,7	34,8	4,7	71,4	3,1	33,8
11	12	45,7	67,2	0,8	45,1	3,6	54,5	3,0	33,4
12	4	36,4	53,6	0,5	28,7	4,6	70,6	2,5	27,5
13	9	48,2	70,8	0,9	50,2	2,6	39,7	2,5	27,0
	ΜΟ	51,5							
	CV	89%							

ΜΟ: μέσος όρος, CR: μέση επίδοση πληθυσμού στο δακτύλιο, CH: συντελεστής ομοιόστασης, CYP: παραγωγικό δυναμικό πληθυσμού.

Στο IB&ΚΦ, υψηλό ποσοστό ατομικών φυτών (43%) δεν έφθασε καν στην ωρίμανση είτε λόγω της επίδρασης των χαμηλών θερμοκρασιών (25%) είτε λόγω της επίδρασης της εδαφικής καταπόνησης. Συνολικά επέζησαν και έφθασαν μέχρι την ωρίμανση 370 φυτά. Συγκεκριμένα, οι πληθυσμοί που έδειξαν το καλύτερο παραγωγικό δυναμικό (CYP) για απόδοση σε σπόρο ήταν οι πληθυσμοί 6,8,5 και 7 (Πίνακας 7). Οι τιμές του παραγωγικού δυναμικού κυμάνθηκαν από 0,1 έως 1,2. Η μέση απόδοση του πειράματος σε σπόρο ανά ατομικό φυτό ήταν 3,32 γρ, ενώ η διακύμανση μεταξύ των πληθυσμών ήταν από 1,8 έως 4,6 γρ. Αναγνωρίστηκαν 32 ατομικά φυτά με σχετικά υψηλή απόδοση (15-45γρ.) και μεταξύ αυτών επιλέχθηκαν τα πιο αποδοτικά. Η τιμή του CV του πειράματος ήταν 144%.

Πίνακας 7. Ανάλυση του παραγωγικού δυναμικού απόδοσης σε σπόρο των πληθυσμών λευκού λούπινου του R-13 που εγκαταστάθηκε στο IB&ΚΦ για ένταση επιλογής 1,82% (δακτύλιος 54 φυτών).

Κατάταξη	Πληθ	ΜΟ	ΜΟ%	CR	CR%	CH	CH%	CYP	CYP%
1	6	4,6	100,0	1,7	100,0	0,7	38,9	1,2	100,0
2	8	3,9	85,6	1,2	73,3	0,8	43,9	1,0	82,8
3	5	3,5	77,3	1,0	59,7	0,9	51,9	0,9	79,7
4	7	4,2	91,5	1,4	83,7	0,6	33,2	0,8	71,5
5	13	2,5	55,0	0,5	30,3	1,2	68,4	0,6	53,2
6	3	3,8	83,1	1,2	69,1	0,5	29,9	0,6	53,1
7	4	3,2	70,9	0,9	50,3	0,6	35,7	0,5	46,2
8	10	4,1	89,6	1,4	80,3	0,4	22,1	0,5	45,6
9	12	2,6	56,2	0,5	31,6	0,9	50,8	0,5	41,2
10	11	2,8	61,1	0,6	37,3	0,7	42,0	0,5	40,3
11	1	1,8	39,3	0,3	15,5	1,8	100,0	0,5	39,7
12	9	4,2	92,7	1,5	86,0	0,3	17,5	0,5	38,8
13	2	2,1	45,7	0,4	20,9	0,3	17,4	0,1	9,3
	ΜΟ	3,32							
	CV	144%							

ΜΟ: μέσος όρος, CR: μέση επίδοση πληθυσμού στο δακτύλιο, CH: συντελεστής ομοιότητας, CYP: παραγωγικό δυναμικό πληθυσμού.



Εικόνα 15. Το πείραμα στο Αδάμ. Διακρίνεται η καλή ανάπτυξη των ατομικών φυτών των πληθυσμών του λούπινου.



Εικόνα 16. Το πείραμα στο IB&ΚΦ. Διακρίνεται η μειωμένη ανάπτυξη και η ύπαρξη μεγάλης παραλλακτικότητας μεταξύ των ατομικών φυτών.

Αριθμός λοβών/φυτό

Στο Αδάμ Ζαγκλιβερίου οι πληθυσμοί που έδειξαν το μεγαλύτερο παραγωγικό δυναμικό ως προς τον αριθμό λοβών/φυτό ήταν οι πληθυσμοί 5, 8, 7 και 10 (Πίνακας 8). Οι τιμές του παραγωγικού δυναμικού (CYP) κυμάνθηκαν από 3,84 έως 7,87. Στην περιοχή του Αδάμ Ζαγκλιβερίου η μέση απόδοση του πειράματος ήταν 27,04 λοβοί/φυτό, ενώ η διακύμανση μεταξύ των πληθυσμών κυμάνθηκε από 23 έως 30,87λοβούς/φυτό.

Πίνακας 8. Ανάλυση του παραγωγικού δυναμικού σε αριθμό λοβών/φυτό των πληθυσμών λευκού λούπινου του R-13 που εγκαταστάθηκε στο Αδάμ Ζαγκλιβερίου για ένταση επιλογής 1,82% (δακτύλιος 54 φυτών).

Κατάταξη	Πληθ	ΜΟ	ΜΟ%	CR	CR%	CH	CH%	CYP	CYP%
1	5	30,87	100,00	1,33	100,00	5,90	84,25	7,87	100,00
2	1	30,00	97,18	1,26	94,45	.	.	.	.
3	10	29,20	94,59	1,19	89,48	5,28	75,37	6,30	80,04
4	12	28,48	92,26	1,13	85,12	3,89	55,55	4,42	56,12
5	6	28,48	92,25	1,13	85,11	4,62	65,86	5,24	66,53
6	8	28,47	92,23	1,13	85,06	6,16	87,86	6,98	88,71
7	9	26,96	87,33	1,02	76,26	4,02	57,32	4,08	51,89
8	7	26,58	86,12	0,99	74,16	6,55	93,52	6,48	82,32
9	11	26,21	84,92	0,96	72,11	5,65	80,56	5,43	68,95
10	3	25,70	83,27	0,92	69,33	5,21	74,37	4,82	61,20
11	13	24,72	80,08	0,85	64,13	4,49	64,13	3,84	48,81
12	2	23,30	75,49	0,76	56,99	7,01	100,00	5,32	67,65
13	4	23,00	74,51	0,74	55,51	6,22	88,76	4,60	58,49
ΜΟ		27,04							

ΜΟ: μέσος όρος, CR: μέση επίδοση πληθυσμού στο δακτύλιο, CH: συντελεστής ομοιόστασης, CYP: παραγωγικό δυναμικό πληθυσμού.

Στο IB&ΚΦ οι πληθυσμοί που έδειξαν το μεγαλύτερο παραγωγικό δυναμικό ως προς τον αριθμό λοβών/φυτό ήταν οι πληθυσμοί 8, 5, 6 και 3 (Πίνακας 9). Οι τιμές του παραγωγικού δυναμικού (CYP) κυμάνθηκαν από 0,51 έως 2,26. Στην περιοχή του IB&ΚΦ η μέση απόδοση του πειράματος ήταν 4,35 λοβοί/φυτό, ενώ η διακύμανση μεταξύ των πληθυσμών κυμάνθηκε από 23 έως 30,87λοβοί/φυτό.

Πίνακας 9. Ανάλυση του παραγωγικού δυναμικού σε αριθμό λοβών/φυτό των πληθυσμών λευκού λούπινου του R-13 που εγκαταστάθηκε στο IB&ΚΦ για ένταση επιλογής 1,82% (δακτύλιος 54 φυτών).

Κατάταξη	Πληθ	ΜΟ	ΜΟ%	CR	CR%	CH	CH%	CYP	CYP%
1	10	5,79	100,00	1,63	100,00	0,66	19,45	1,07	47,47
2	3	5,29	91,36	1,36	83,46	1,25	36,98	1,70	75,32
3	5	5,26	90,88	1,35	82,59	1,62	48,00	2,19	96,76
4	6	4,97	85,86	1,20	73,72	1,60	47,38	1,93	85,25
5	7	4,83	83,46	1,14	69,65	1,24	36,76	1,41	62,48
6	8	4,78	82,58	1,11	68,19	2,03	60,09	2,26	100,00
7	9	4,76	82,23	1,10	67,62	0,80	23,74	0,88	39,17
8	4	4,55	78,61	1,01	61,80	1,60	47,43	1,62	71,54
9	12	3,96	68,50	0,77	46,92	2,01	59,61	1,54	68,25
10	11	3,67	63,37	0,66	40,16	1,84	54,63	1,21	53,55
11	2	3,00	51,85	0,44	26,89	1,16	34,29	0,51	22,50
12	13	3,00	51,85	0,44	26,89	3,38	100,00	1,48	65,62
13	1	2,71	46,91	0,36	22,01	3,29	97,53	1,18	52,39
ΜΟ		4,35							

ΜΟ: μέσος όρος, CR: μέση επίδοση πληθυσμού στο δακτύλιο, CH: συντελεστής ομοιόστασης, CYP: παραγωγικό δυναμικό πληθυσμού.

Αριθμός σπόρων/φυτό

Στο Αδάμ Ζαγκλιβερίου οι πληθυσμοί που έδειξαν το μεγαλύτερο παραγωγικό δυναμικό ως προς τον αριθμό σπόρων/φυτό ήταν οι πληθυσμοί 11, 2, 5 και 6 (Πίνακας 10). Οι τιμές του παραγωγικού δυναμικού (CYP) κυμάνθηκαν από 3,33 έως 8,08. Στην περιοχή του Αδάμ Ζαγκλιβερίου η μέση απόδοση του πειράματος ήταν 114,43 σπόρους/φυτό, ενώ η διακύμανση μεταξύ των πληθυσμών κυμάνθηκε από 98,5 έως 133,7 σπόρων/φυτό.

Πίνακας 10. Ανάλυση του παραγωγικού δυναμικού σε αριθμό σπόρων/λοβό των πληθυσμών λευκού λούπινου του R-13 που εγκαταστάθηκε στο Αδάμ Ζαγκλιβερίου για ένταση επιλογής 1,82% (δακτύλιος 54 φυτών).

Κατάταξη	Πληθ	ΜΟ	ΜΟ%	CR	CR%	CH	CH%	CYP	CYP%
1	6	133,70	100,00	1,38	100,00	4,32	49,53	5,95	73,65
2	5	125,96	94,21	1,22	88,76	5,35	61,34	6,54	80,94
3	8	123,65	92,48	1,18	85,53	5,03	57,70	5,93	73,38
4	10	120,20	89,91	1,11	80,83	3,90	44,68	4,34	53,70
5	1	116,00	86,76	1,04	75,28	.	.	.	.
6	7	114,54	85,67	1,01	73,40	5,09	58,39	5,15	63,73
7	3	113,52	84,91	0,99	72,09	5,08	58,24	5,05	62,43
8	11	109,64	82,01	0,93	67,26	8,72	100,00	8,08	100,00
9	2	109,04	81,56	0,92	66,52	7,83	89,84	7,18	88,86
10	9	108,50	81,15	0,91	65,86	3,67	42,05	3,33	41,18
11	12	107,48	80,39	0,89	64,63	3,83	43,96	3,41	42,24
12	13	106,84	79,91	0,88	63,86	4,28	49,13	3,77	46,65
13	4	98,58	73,73	0,75	54,36	6,73	77,22	5,04	62,42
		114,43							

ΜΟ: μέσος όρος, CR: μέση επίδοση πληθυσμού στο δακτύλιο, CH: συντελεστής ομοιόστασης, CYP: παραγωγικό δυναμικό πληθυσμού.

Στο IB&ΚΦ οι πληθυσμοί που έδειξαν το μεγαλύτερο παραγωγικό δυναμικό ως προς τον αριθμό σπόρων/φυτό ήταν οι πληθυσμοί 6, 5, 7 και 3 (Πίνακας 11). Οι τιμές του παραγωγικού δυναμικού (CYP) κυμάνθηκαν από 0,31 έως 1,87. Στην περιοχή του IB&ΚΦ η μέση απόδοση του πειράματος ήταν 12,16 σπόροι/φυτό, ενώ η διακύμανση μεταξύ των πληθυσμών κυμάνθηκε από 7,72 έως 16,92σπόρους/φυτό.

Πίνακας 11. Ανάλυση του παραγωγικού δυναμικού σε αριθμό σπόρων/λοβό των πληθυσμών λευκού λούπινου του R-13 που εγκαταστάθηκε στο IB&ΚΦ για ένταση επιλογής 1,82% (δακτύλιος 54 φυτών).

Κατάταξη	Πληθ	ΜΟ	ΜΟ%	CR	CR%	CH	CH%	CYP	CYP%
1	6	16,92	100,00	1,89	100,00	0,99	49,29	1,87	100,00
2	8	14,18	83,79	1,33	70,20	0,53	26,23	0,70	37,36
3	5	14,10	83,29	1,31	69,37	0,73	36,45	0,96	51,30
4	10	13,95	82,42	1,28	67,92	0,45	22,25	0,57	30,66
5	3	13,47	79,57	1,20	63,31	0,69	34,41	0,83	44,19
6	4	13,36	78,94	1,18	62,31	0,61	30,46	0,72	38,51
7	7	12,66	74,80	1,06	55,96	0,81	40,27	0,85	45,71
8	9	12,56	74,19	1,04	55,04	0,30	14,96	0,31	16,70
9	2	10,03	59,26	0,66	35,11	0,69	34,45	0,46	24,54
10	12	9,79	57,87	0,63	33,49	1,10	55,05	0,70	37,41
11	11	9,77	57,73	0,63	33,32	1,01	50,45	0,64	34,10
12	1	9,69	57,29	0,62	32,82	0,77	38,52	0,48	25,64
13	13	7,72	45,61	0,39	20,80	2,01	100,00	0,79	42,20
ΜΟ		12.16							

ΜΟ: μέσος όρος, CR: μέση επίδοση πληθυσμού στο δακτύλιο, CH: συντελεστής ομοιόστασης, CYP: παραγωγικό δυναμικό πληθυσμού.

Βάρος 1000 σπόρων/φυτό

Στο Αδάμ οι πληθυσμοί που έδειξαν το μεγαλύτερο παραγωγικό δυναμικό ως προς βάρος 1000 σπόρων ήταν οι πληθυσμοί 11, 6, 10 και 3 (Πίνακας 12). Ο πληθυσμός 1 δεν υπολογίζεται γιατί έδωσε ένα μόνο φυτό. Οι τιμές του παραγωγικού δυναμικού (CYP) κυμάνθηκαν από 8,01 έως 159,37. Στην περιοχή του IB&ΚΦ η μέση απόδοση του πειράματος ήταν 12,16 σπόροι/φυτό, ενώ η διακύμανση μεταξύ των πληθυσμών κυμάνθηκε από 367,49 έως 367,49γρ.

Πίνακας 12. Ανάλυση του παραγωγικού δυναμικού σε βάρος 1000 σπόρων των πληθυσμών λευκού λούπινου του R-13 που εγκαταστάθηκε στο Αδάμ Ζαγκλιβερίου για ένταση επιλογής 1,82% (δακτύλιος 54 φυτών).

Κατάταξη	Πληθ	ΜΟ	ΜΟ%	CR	CR%	CH	CH%	CYP	CYP%
1	1	586,20	100,00	1,81	100,00	.	.	.	.
2	11	487,71	83,20	1,25	69,22	127,16	100,00	159,37	100,00
3	5	479,95	81,87	1,21	67,03	20,93	16,46	25,41	15,94
4	8	474,44	80,94	1,19	65,50	28,26	22,23	33,52	21,03
5	3	464,56	79,25	1,14	62,81	30,35	23,87	34,51	21,66
6	6	453,58	77,38	1,08	59,87	39,68	31,20	43,01	26,99
7	7	452,08	77,12	1,08	59,47	30,74	24,17	33,10	20,77
8	9	430,49	73,44	0,98	53,93	8,20	6,45	8,01	5,02
9	12	426,03	72,68	0,96	52,82	21,23	16,70	20,30	12,74

10	10	421,01	71,82	0,93	51,58	44,53	35,02	41,59	26,10	
11	2	407,90	69,58	0,88	48,42	13,71	10,78	12,02	7,54	
12	13	392,64	66,98	0,81	44,86	29,88	23,50	24,27	15,23	
13	4	367,49	62,69	0,71	39,30	37,00	29,10	26,33	16,52	
ΜΟ		449,54								

ΜΟ: μέσος όρος, CR: μέση επίδοση πληθυσμού στο δακτύλιο, CH: συντελεστής ομοιόστασης, CYP: παραγωγικό δυναμικό πληθυσμού.

Στο IB&ΚΦ οι πληθυσμοί που έδειξαν το μεγαλύτερο παραγωγικό δυναμικό ως προς βάρος 1000 σπόρων ήταν οι πληθυσμοί 11, 4, 3 και 6 (Πίνακας 13). Οι τιμές του παραγωγικού δυναμικού (CYP) κυμάνθηκαν από 0,65 έως 4,76. Στην περιοχή του IB&ΚΦ η μέση απόδοση του πειράματος ήταν 195,31 γρ., ενώ η διακύμανση μεταξύ των πληθυσμών κυμάνθηκε από 144,23 έως 214,76 γρ.

Πίνακας 13. Ανάλυση του παραγωγικού δυναμικού σε βάρος 1000 σπόρων των πληθυσμών λευκού λούπινου του R-13 που εγκαταστάθηκε στο IB&ΚΦ για ένταση επιλογής 1,82% (δακτύλιος 54 φυτών).

Κατάταξη	Πληθ	ΜΟ	ΜΟ%	CR	CR%	CH	CH%	CYP	CYP%	
1	6	215,38	100,00	1,21	100,00	3,01	75,24	3,63	76,38	
2	13	214,76	99,71	1,20	99,42	2,48	62,03	2,98	62,60	
3	7	214,15	99,43	1,19	98,86	2,99	74,84	3,57	75,10	
4	11	213,77	99,25	1,19	98,51	4,00	100,00	4,76	100,00	
5	4	213,42	99,09	1,19	98,19	3,70	92,43	4,38	92,13	
6	5	211,58	98,24	1,16	96,51	2,73	68,25	3,18	66,86	
7	3	204,81	95,09	1,09	90,43	3,98	99,49	4,34	91,32	
8	8	196,60	91,28	1,01	83,32	2,06	51,60	2,08	43,65	
9	9	193,04	89,63	0,97	80,33	2,51	62,76	2,43	51,18	
10	12	187,16	86,90	0,91	75,52	3,08	76,88	2,80	58,93	
11	10	177,33	82,34	0,82	67,79	2,69	67,35	2,20	46,35	
12	1	152,84	70,97	0,61	50,36	0,08	1,89	0,05	0,97	
13	2	144,23	66,96	0,54	44,84	1,21	30,16	0,65	13,73	
ΜΟ		195,31								

ΜΟ: μέσος όρος, CR: μέση επίδοση πληθυσμού στο δακτύλιο, CH: συντελεστής ομοιόστασης, CYP: παραγωγικό δυναμικό πληθυσμού.

Δείκτης SPAD/φυτό

Οι τιμές της χλωροφύλλης μετρήθηκαν μόνο στην περιοχή του ΙΚΦ&Β. Παρατηρήθηκε ότι οι πληθυσμοί που έδειξαν τις μεγαλύτερες τιμές παραγωγικού δυναμικού ως προς το SPAD ήταν οι πληθυσμοί 6, 8, 12 και 11 (Πίνακας 14). Οι τιμές του παραγωγικού δυναμικού (CYP) κυμάνθηκαν από 0,18 έως 1,40. Η μέση τιμή του πειράματος ήταν 48,85, ενώ η διακύμανση μεταξύ των πληθυσμών κυμάνθηκε από 30,64 έως 63,45.

Πίνακας 14. Ανάλυση του παραγωγικού δυναμικού τιμών SPAD των πληθυσμών λευκού λούπινου του R-13 που εγκαταστάθηκε στο IB&ΚΦ για ένταση επιλογής 1,82% (δακτύλιος 54 φυτών).

Κατάταξη	Πληθ	ΜΟ	ΜΟ%	CR	CR%	CH	CH%	CYP	CYP%
1	8	63,45	100,00	1,71	100,00	0,55	16,51	0,94	66,69
2	11	60,81	95,84	1,57	91,86	0,45	13,42	0,70	49,79
3	12	59,92	94,44	1,52	89,19	0,52	15,75	0,80	56,73
4	13	56,57	89,15	1,36	79,48	0,44	13,34	0,60	42,83
5	7	56,27	88,69	1,34	78,66	0,50	15,13	0,67	48,08
6	3	54,43	85,79	1,26	73,59	0,51	15,50	0,65	46,07
7	10	49,87	78,59	1,05	61,77	0,54	16,37	0,57	40,84
8	4	48,82	76,95	1,01	59,21	0,55	16,65	0,56	39,82
9	1	45,57	71,83	0,88	51,59	0,20	6,09	0,18	12,69
10	5	40,61	64,01	0,70	40,97	0,65	19,43	0,45	32,16
11	9	36,58	57,65	0,57	33,24	0,68	20,49	0,39	27,51
12	6	31,57	49,75	0,42	24,75	3,32	100,00	1,40	100,00
13	2	30,64	48,30	0,40	23,32	0,95	28,64	0,38	26,98
ΜΟ		48,85							

ΜΟ: μέσος όρος, CR: μέση επίδοση πληθυσμού στο δακτύλιο, CH: συντελεστής ομοιότητας, CYP: παραγωγικό δυναμικό πληθυσμού.

Συσχέτιση απόδοσης και άλλων αγροκομικών χαρακτηριστικών

Παρατηρήθηκε ότι υπήρξε υψηλή τιμή συσχέτισης της απόδοσης του ατομικού φυτού με τον αριθμό λοβών/φυτό και τον αριθμό σπόρων/φυτό και στα 2 περιβάλλοντα αξιολόγησης. Αντίθετα το βάρος 1000 σπόρων έδειξε μέτρια προς μικρή θετική συσχέτιση με την απόδοση, ενώ ο δείκτης SPAD στο περιβάλλον που μετρήθηκε είχε μέση θετική τιμή συσχέτισης ($r=0,47$). Όλες οι τιμές ήταν σημαντικές σε επίπεδο $P>0,01$ (πίνακας 15).

Πίνακας 15. Συντελεστής συσχέτισης της απόδοσης των ατομικών φυτών με άλλα αγροκομικά χαρακτηριστικά στα 2 περιβάλλοντα αξιολόγησης

	ΑΔΑΜ ΖΑΓΚΛΙΒΕΡΙΟΥ	IB&ΚΦ
Απόδοση ατομικού φυτού		
Αριθμός λοβών/φυτό	0,859**	0,932**
Αριθμός σπόρων/φυτό	0,909**	0,970**
Βάρος 1000 σπόρων	0,387**	0,140**
Δείκτης SPAD	-	0,470**

** $P<0,01$

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η προσαρμοστικότητα των ποικιλιών του λευκού λούπινου σε ασβεστούχα εδάφη με υψηλό PH μπορεί να επιτευχθεί με την αξιοποίηση κατάλληλης γενετικής παραλλακτικότητας και την επιλογή γενοτύπων οι οποίοι είναι ανθεκτικοί σε τέτοιες συνθήκες εδάφους. Διάφορες μελέτες (Christiansen et al. 2000; Raza et al. 2000; Kerley et al. 2002) υπογράμμισαν την ύπαρξη τέτοιας γενετικής παραλλακτικότητας σε μέτρια αλκαλικά εδάφη σε υλικό που προέρχονταν από διάφορες περιοχές. Τέτοια παραλλακτικότητα έχει αναφερθεί επίσης από τους Liu and Tang (1999) για κάποιες εμπορικές ποικιλίες και κάποιες καταχωρήσεις σε τράπεζες γενετικού υλικού για τις οποίες δεν είναι γνωστή η καταγωγή. Οι ποικιλίες που προέρχονται από την περιοχή της Αιγύπτου είναι οι πιο γνωστές για την προσαρμοστικότητα τους σε τέτοια εδάφη (Annicchiarrico & Thami Alami, 2012). Ωστόσο, η μεγάλη ευαισθησία τους στις χαμηλές θερμοκρασίες, όπως εμφανίζονται στην περιοχή της Λάρισας και Αδάμ – Ζαγλιβέρι, σύμφωνα με τον μετεωρολογικό χάρτη, δεν επιτρέπει τη αξιοποίησή τους σε περιοχές που η σπορά τους γίνεται το φθινόπωρο (Παράρτημα) (Annicchiarrico et al. 2010, 2011). Οι Annicchiarrico & Thami Alami (2012) αναγνώρισαν μια Ιταλική τοπική ποικιλία-πληθυσμό η οποία έδειξε αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες και προσαρμοστικότητα στο αλκαλικό έδαφος. Στην παρούσα πτυχιακή διατριβή η σπορά των ατομικών φυτών έγινε πριν την περίοδο των χαμηλών θερμοκρασιών του χειμώνα και έτσι η επιλογή έγινε στους γενοτύπους που επιβίωσαν από τις χαμηλές θερμοκρασίες της χειμερινής περιόδου και είχαν τη δυνατότητα να αναπτυχθούν κατά την περίοδο της άνοιξης. Έτσι λοιπόν μεταφέροντας την εποχή σποράς από την άνοιξη στο φθινόπωρο επετεύχθη η επιβίωση μόνο εκείνων των φυτών που έχουν τη δυνατότητα προσαρμογής στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα που καταγράφηκαν στις περιοχές του Αδάμ (έως -7°C) και της Λάρισας (έως -10°C). Ακολουθώντας αυτή την τακτική η επιλογή έγινε τελικά στο υλικό που έδειξε αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες. Οι πληθυσμοί που διακρίθηκαν στην περιοχή του Αδάμ προέρχονταν όλοι από επιλογές που έγιναν σε πληθυσμό που κατάγονταν από την Ιταλία εκτός από τον πληθυσμό No 11 που προέρχεται από διαλογές που έγιναν μέσα από πληθυσμό που εισήχθη από την Πολωνία. Αξιοσημείωτη είναι και η παρατήρηση ότι το ατομικό φυτό που έδωσε την μεγαλύτερη απόδοση σε όλο το πείραμα προέρχονταν από τον τοπικό πληθυσμό της Ρόδου, ο οποίος ωστόσο δεν είχε καλή φυτρωτική ικανότητα και δεν επέτρεψε να αξιολογηθούν αρκετά ατομικά φυτά (1 στην περιοχή του Αδάμ, 7 στην περιοχή του IB&ΚΦ). Ωστόσο, προτείνεται το

ατομικό φυτό να επιλεγεί και να γίνει απογονικός έλεγχος σε επίπεδο οικογένειας για να διερευνηθεί το παραγωγικό του δυναμικό.

Οι διαφορές που παρουσιάστηκαν στη μέση απόδοση του πειράματος και στις τιμές του CYP μεταξύ των δυο περιοχών μπορούν να αποδοθούν με ασφάλεια στο διαφορετικό έδαφος στο οποίο αναπτύχθηκαν οι ίδιοι γενότυποι, εφόσον οι δυο περιοχές διέφεραν όχι μόνο ως προς την τιμή του PH και του CaCO₃, αλλά και ως προς την περιεκτικότητα σε φώσφορο. Η περιεκτικότητα σε φώσφορο και η ικανότητα απορρόφησής του αποτελούν σημαντικό παράγοντα για την ανάπτυξη των λούπινων και η απορρόφησή τους δυσχεραίνεται σε αλκαλικά εδάφη (Dinkelaker et al. 1989). Και άλλοι ερευνητές που έχουν μελετήσει την προσαρμοστικότητα του λούπινου σε αλκαλικά εδάφη, διαπίστωσαν σημαντικές διαφορές στην απόδοση μεταξύ επιπέδων καταπόνησης. Συγκεκριμένα οι Annicchiarico & Thami Alami (2012) ανέφεραν μείωση στην απόδοση σε σπόρο της τάξης του 32% στους ίδιους πληθυσμούς λούπινου ανάμεσα σε μέτρια αλκαλικά και ελαφρά αλκαλικά εδάφη. Στην παρούσα διατριβή οι διαφορές στις μέσες τιμές ήταν πολύ μεγάλες (51,5γρ στο άριστο περιβάλλον του Αδάμ Ζαγκλιβερίου έναντι 3,32γρ στο περιβάλλον καταπόνησης της Λάρισας) βάση των οποίων θα μπορούσε να ισχυριστεί κανείς ότι δεν έχει νόημα η παράταση του πειραματισμού. Ωστόσο, παρατηρήθηκε η ύπαρξη 32 ατομικών φυτών στο περιβάλλον καταπόνησης με αποδόσεις 15 έως και 42γρ. Οι αποδόσεις αυτές κρίνονται ικανοποιητικές για το περιβάλλον καταπόνησης και δείχνουν την πιθανή ύπαρξη γονιδίων που επιτρέπουν την προσαρμογή τους σε εδαφικό περιβάλλον με PH>7. Αναλυτικότερα, στο Αδάμ Ζαγκλιβερίου οι πληθυσμοί που έδωσαν την υψηλότερη τιμή CYP για απόδοση σε σπόρο ήταν οι 5, 11,6 και 8. Από αυτούς τους πληθυσμούς ο Νο 5 έδειξε την μεγαλύτερη απόδοση με βάση τον κινητό δακτύλιο των 54 φυτών και τη δεύτερη καλύτερη τιμή ως προς τη σταθερότητα της απόδοσης των αξιολογηθέντων φυτών της ομάδας με βάση τον δείκτη CH. Ο πληθυσμός Νο5 είχε την υψηλότερη τιμή ως προς το δείκτη CH και τη δεύτερη καλύτερη τιμή στον κινητό δακτύλιο. Οι τοπικοί πληθυσμοί από την ΚΡΗΤΗ και τη ΝΙΣΣΥΡΟ δεν κατατάχθηκαν ανάμεσα στις ποικιλίες με υψηλό παραγωγικό δυναμικό και δεν προτείνονται για επιλογή. Για τη συνέχιση του πειραματισμού προτείνεται η επιλογή του υψηλό αποδοτικότερου ή των δύο υψηλό αποδοτικότερων φυτών μέσα από κάθε πληθυσμό. Από την άλλη μεριά στο ΙΒ&ΚΦ οι πληθυσμοί που ξεχώρισαν ήταν οι 6, 8, 5 και 7, οι οποίοι όμως είχαν πολύ χαμηλή μέση απόδοση

(3,5- 4,6γρ). Παρατηρήθηκε ότι μέσα στο πειραματικό τεμάχιο υπήρχαν φυτά τα οποία είχαν αποδόσεις πολύ μεγαλύτερες από τους μο των ανωτέρω πληθυσμών. Στην περίπτωση αυτή κρίνεται πιο σωστό να γίνει η επιλογή των υπέρτερων ατομικών φυτών ανεξάρτητα από τον πληθυσμό από τον οποίο προέρχονται και να ακολουθήσει απογονικός έλεγχος την επόμενη χρονιά. Έτσι, επιλέχθηκαν τα φυτά με κωδικούς: 6,1 (πληθ. Νο 9, βάρος: 42 γρ), 22,6 (πληθ. Νο 10, βάρος: 28γρ), 4,1 (πληθ. Νο 3, βάρος: 27γρ), 8,5 (πληθ. Νο 6, βάρος: 25 γρ), +7,2 (πληθ. Νο 6, βάρος: 16 γρ), 18,2 (πληθ. Νο 7, βάρος: 23 γρ), 3,2 (πληθ. Νο 7, βάρος: 20 γρ), 19,3 (πληθ. Νο 4, βάρος: 16 γρ) και 4,2 (πληθ. Νο 4, βάρος: 15,5 γρ).

Και στις δυο περιοχές παρατηρήθηκε σημαντική φαινοτυπική παραλλακτικότητα, όπως φαίνεται και από τις τιμές του CV για κάθε περιοχή. Ωστόσο, στην περιοχή της εδαφικής καταπόνησης η φαινοτυπική παραλλακτικότητα ήταν μεγαλύτερη (89% στο Αδάμ, 144% στο IB&ΚΦ). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στην περίπτωση που η βελτίωση γίνεται για ανθεκτικότητα σε αβιοτικούς παράγοντες, όπως στην περίπτωση της παρούσας διατριβής, η παραλλακτικότητα που δημιουργείται από την εδαφική καταπόνηση φαίνεται να είναι επιθυμητή. Αυτού του είδους η παραλλακτικότητα ενισχύει την διαφοροποίηση των γενοτύπων και την επιλογή των πιθανά ανθεκτικών γενοτύπων (Kotzamanidis et al., 2009, Kargiotidou κα 2014; Kargiotidou κα 2015). Βέβαια αυτό προϋποθέτει την ανάπτυξη των φυτών σε μεγάλες αποστάσεις που αποκλείουν την ύπαρξη ανταγωνισμού και βοηθούν στην αναγνώριση των κατάλληλων γενοτύπων (Fasoulas 1983, Fasoulas 1987, Fasoula & Fasoula 2000, Fasoulas, Fasoula 1995).

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της βελτίωσης για αντοχή σε παράγοντες που σχετίζονται με το έδαφος είναι η αδυναμία να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά η μεγάλη ετερογένεια που εμφανίζεται στο έδαφος (Ball κα 1993, Brownie κα 1993; Stroup κα 2000, Fasoula & Tokatlidis, 2012). Η χρήση των κυψελωτών σχεδίων βελτίωσης η οποία ακολουθεί την επαναλαμβανόμενη συστηματική διάταξη των ατομικών φυτών έχει αποδειχθεί ότι αποτελεί μια αποτελεσματική πρόταση (Kargiotidou et al., 2016). Η κυψελωτή διάταξη εξασφαλίζει τη σύγκριση κάθε ατομικού φυτού με τα γειτονικά του σε όλη την έκταση του πειραματικού αγρού. Έτσι, αν μια εδαφική κηλίδα χαρακτηρίζεται από ευνοϊκές ή δυσμενείς συνθήκες, κάθε ατομικό φυτό συγκρίνεται με όλα τα γειτονικά του που βρίσκονται και έχουν αναπτυχθεί στην ίδια εδαφική κηλίδα και επιλέγεται εκείνο που υπερτερεί από τα

υπόλοιπα χωρίς να ευνοείται ή να υποβαθμίζεται λόγω της ετερογένειας του εδάφους. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι διάφορες προσεγγίσεις έμμεσης επιλογής για ανθεκτικότητα σε υψηλές τιμές Ca και PH έχουν προταθεί γενικότερα για το λούπινο ώστε να ξεπεραστούν οι δυσκολίες της άμεσης επιλογής που προκύπτουν λόγω της μεγάλης ετερογένειας του εδάφους (Kerley et al. 2001; Brand et al.2002). Πάραυτα η εφαρμογή τους δεν προχώρησε λόγω της πολυπλοκότητας της ανθεκτικότητας των γενοτύπων (Kerley et al. 2002). Πρόσφατα οι Annicchiarico & Thami Alami (2012) αναγνωρίζοντας τη δυσκολία της άμεσης επιλογής και αξιολόγησης δημιούργησαν κατασκευές που μιμούνται το περιβάλλον του αγρού για να αξιολογήσουν 14 πληθυσμούς λευκού λούπινου για την παραγωγικότητα τους και την προσαρμοστικότητα σε αλκαλικά εδάφη.

Οι συσχετίσεις του αριθμού λοβών/φυτό και αριθμού σπόρων/φυτό ήταν πολύ ισχυρές και σημαντικές με την απόδοση σε σπόρο/ατομικό φυτό. Από τα δυο αυτά χαρακτηριστικά ο αριθμός λοβών/φυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο επιλογής ώστε να διευκολύνει τον βελτιωτή για να εντοπίσει έγκαιρα τα πιο παραγωγικά φυτά μέσα στο πειραματικό τεμάχιο και να επικεντρώσει τις προσοχή του εκεί για επιπλέον παρατηρήσεις. Αυτό είναι πολύ χρήσιμο ιδιαίτερα όταν υπάρχει μεγάλος αριθμός φυτών και η επιλογή γίνεται πιο δύσκολη. Οι μετρήσεις των τιμών του δείκτη SPAD είχαν ως σκοπό να διερευνηθεί η συσχέτιση τους με την απόδοση, ώστε να εξεταστεί το ενδεχόμενο της αξιοποίησης του δείκτη SPAD ως κριτήριο έμμεσης επιλογής στον αγρό των φυτών που έχουν δυναμικό προσαρμοστικότητας στα αλκαλικά εδάφη. Είναι γνωστό ότι παρότι το κατιόν ασβεστίου (Ca^{2+}) μπορεί να επηρεάζει άμεσα τα φυτά του λούπινου (Jayasundara et al. 1998), οι κύριες επιδράσεις του ασβεστίου είναι έμμεσες και επηρεάζουν την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, τον σχηματισμό φυματίων (Tang et al. 2006) και την απορρόφηση φωσφόρου και σιδήρου (Dinkelaker et al. 1989, Tang and Thomson 1996). Η έλλειψη σιδήρου στη συνέχεια μειώνει την περιεκτικότητα της χλωροφύλλης στα φύλλα (Tang et al. 2006) και της φωτοσύνθεσης (Kerley et al. 2002). Η τιμή του δείκτη συσχέτισης r ήταν μεν θετική (0,47) αλλά δεν φαίνεται ότι μπορεί να εξασφαλίσει την απαιτούμενη αξιοπιστία για να γίνει κριτήριο έμμεσης επιλογής σε πιο πρώιμο στάδιο.

Πρόταση για τη συνέχιση του πειραματισμού

Προτείνεται η συνέχιση του πειραματισμού με το κυψελωτό σχέδιο R-13 στα 2 αντίθετα εδαφοκλιματικά περιβάλλοντα. Οι 13 σειρές που θα αξιολογηθούν θα προκύψουν από τις 6 πρώτες σειρές με βάση την τιμή του παραγωγικού δυναμικού στην περιοχή του Αδάμ Ζαγκλιβερίου και τους απογόνους του φυτού της σειράς Νο 1 (ΡΟΔΟΣ) το οποίο έδωσε την υψηλότερη τιμή του πειράματος. Από κάθε σειρά θα επιλεγεί το υψηλοαποδοτικότερο φυτό για να σχηματίσει τη νέα οικογένεια. Οι υπόλοιπες 6 σειρές θα προκύψουν από τους απογόνους των 6 υπέρτερων φυτών στο περιβάλλον καταπόνηση του IB&ΚΦ. Έτσι, τα αποδοτικότερα φυτά κάθε οικογένειας στο άριστο περιβάλλον θα εγκατασταθούν και στο περιβάλλον καταπόνησης το 2016 και το αντίστροφο.

Στο ΙΚΦ παρατηρήθηκε μεγάλη παραλλακτικότητα τόσο μεταξύ των οικογενειών όσο και μεταξύ των φυτών. Επιλέχθηκαν τα φυτά που έδωσαν τις υψηλότερες αποδόσεις σε όλο το πείραμα -άσχετα από την κατάταξη των οικογενειών- για να αξιολογηθεί την επόμενη χρονιά η ανεκτικότητα τους σε υψηλό Ph. Έτσι, επιλέχθηκαν τα φυτά με κωδικούς 6,1 - 22,6 - 4,1 - (8,5+7,2 από την οικογ. 6) - (18,2+3,2 από την οικογ. 7) - (19,3+4,2 από την οικ. 4). Σε όσες οικογένειες ο αριθμός σπόρων δεν έφθανε τους 80 (40 Αδάμ & 40 ΙΚΦ) προτείνεται να συμπληρωθεί από το αμέσως πιο αποδοτικό φυτό της οικογένειας. Τα επιλεγέντα φυτά από το IB&ΚΦ μαζί με τα επιλεγέντα φυτά από το Αδάμ προτείνεται να αποτελέσουν τις οικογένειες που θα αξιολογηθούν σε R-13 τόσο στο άριστο περιβάλλον όσο και στο περιβάλλον καταπόνησης.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι υπάρχει αξιολογη γενετική παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών του λευκού λούπινου η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί για τη δημιουργία ποικιλιών με υψηλή απόδοση και ανοχή σε υψηλές τιμές εδαφικού Ph.
2. Η ταυτόχρονη αξιολόγηση των πληθυσμών του λούπινου σε άριστο περιβάλλον ανάπτυξης και περιβάλλον καταπόνησης επέτρεψε την ανάδειξη των πληθυσμών με υψηλό παραγωγικό δυναμικό και την επιλογή των υπέρτερων ατομικών φυτών μέσα σ' αυτές και ταυτόχρονα την αναγνώριση των γενοτύπων με ικανότητα προσαρμογής σε εδαφικό περιβάλλον με υψηλές τιμή PH και CaCO₃.
3. Η αξιολόγηση των γενοτύπων σε χαμηλή πυκνότητα σποράς (1,2 φυτά/τ.μ.) που εξασφαλίζει την ανάπτυξή τους απουσία ανταγωνισμού ενισχύει την έκφραση των φαινοτυπικών διαφορών μεταξύ των γενοτύπων και διευκολύνει την επιλογή των υπέρτερων ατομικών φυτών.
4. Η χρήση των κυψελωτών σχημάτων αξιολόγησης και επιλογής φαίνεται ότι μπορεί να ελέγξει αποτελεσματικά την ετερογένεια του εδάφους και διευκολύνει την αξιόπιστη σύγκριση των ατομικών φυτών κάτω από συνθήκες καταπόνησης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Μετεωρολογικός χάρτης

Περιοχή Λάρισας

Ημερομηνία	Ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία	Ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία	Μέγιστος σταθερός άνεμος	Μέγιστη ριπή ανέμου	Συνολικός ημερήσιος υετός	Ύψος χιονιού	Πίεση	Εικονίδιο	Περιγραφή
1/12/2014	10°C	14°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
2/12/2014	12°C	17°C	5 Bf	N/A	0,2mm	N/A	N/A		Βροχή
3/12/2014	11°C	14°C	2 Bf	N/A	7,3mm	N/A	N/A		Βροχή
4/12/2014	11°C	17°C	2 Bf	N/A	0,2mm	N/A	N/A		Βροχή
5/12/2014	13°C	16°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
6/12/2014	11°C	19°C	2 Bf	N/A	6,6mm	N/A	N/A		Βροχή
7/12/2014	8°C	16°C	2 Bf	N/A	0,5mm	N/A	N/A		Ομίχλη Βροχή
8/12/2014	9°C	12°C	3 Bf	N/A	8,3mm	N/A	N/A		Βροχή
9/12/2014	8°C	11°C	3 Bf	N/A	3,8mm	N/A	N/A		Βροχή
10/12/2014	7°C	13°C	2 Bf	N/A	0,5mm	N/A	N/A		Βροχή
11/12/2014	8°C	9°C	2 Bf	N/A	0,5mm	N/A	N/A		Βροχή
12/12/2014	7°C	13°C	N/A	N/A	1,5mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
13/12/2014	2°C	14°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
14/12/2014	1°C	13°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
15/12/2014	1°C	8°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
16/12/2014	7°C	8°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	1022,3mb		Βροχή
17/12/2014	7°C	10°C	2 Bf	N/A	14,9mm	1m	1016,9mb		Βροχή
18/12/2014	6°C	8°C	2 Bf	N/A	7,8mm	N/A	1017,9mb		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
19/12/2014	5°C	6°C	N/A	N/A	0mm	N/A	1023,9mb		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
20/12/2014	3°C	5°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
21/12/2014	3°C	13°C	5 Bf	6 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
22/12/2014	-1°C	11°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
23/12/2014	-3°C	12°C	N/A	N/A	0mm	N/A	1025,4mb		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα

Ημερομηνία	Ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία	Ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία	Μέγιστος σταθερός άνεμος	Μέγιστη ριπή ανέμου	Συνολικός ημερήσιος υετός	Ύψος χιονιού	Πίεση	Εικονίδιο	Περιγραφή
24/12/2014	-2°C	15°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
25/12/2014	-1°C	14°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
26/12/2014	1°C	11°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Ομίχλη Βροχή
27/12/2014	0°C	9°C	5 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
28/12/2014	-4°C	6°C	N/A	N/A	0mm	N/A	1009,2mb		Βροχή
29/12/2014	3°C	10°C	4 Bf	N/A	7,8mm	N/A	1003,2mb		Βροχή
1/1/2015	-1°C	3°C	5 Bf	N/A	0mm	N/A	1026,9mb		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
2/1/2015	-7°C	4°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	1030,5mb		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
3/1/2015	-6°C	7°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
4/1/2015	-3°C	15°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
5/1/2015	-2°C	7°C	6 Bf	8 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
6/1/2015	-7°C	7°C	4 Bf	6 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
7/1/2015	-8°C	5°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
8/1/2015	-10°C	6°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
9/1/2015	-8°C	7°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
10/1/2015	-4°C	18°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
11/1/2015	-1°C	19°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
12/1/2015	2°C	10°C	5 Bf	6 Bf	0,7mm	N/A	N/A		Βροχή
13/1/2015	-3°C	12°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
14/1/2015	-6°C	11°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν
15/1/2015	-7°C	14°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν

Ημερομηνία	Ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία	Ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία	Μέγιστος σταθερός άνεμος	Μέγιστη ριπή ανέμου	Συνολικός ημερήσιος υετός	Ύψος χιονιού	Πίεση	Εικονίδιο	Περιγραφή
16/1/2015	-4°C	14°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
17/1/2015	-4°C	13°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
18/1/2015	-1°C	9°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
19/1/2015	3°C	14°C	2 Bf	N/A	0,2mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
20/1/2015	4°C	16°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
21/1/2015	4°C	17°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
22/1/2015	2°C	16°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
23/1/2015	6°C	17°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
24/1/2015	3°C	14°C	N/A	N/A	0,5mm	N/A	N/A		Βροχή
25/1/2015	3°C	16°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
26/1/2015	4°C	10°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
27/1/2015	5°C	11°C	2 Bf	N/A	0,2mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
28/1/2015	1°C	11°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
29/1/2015	2°C	11°C	2 Bf	N/A	1,2mm	N/A	N/A		Βροχή
30/1/2015	1°C	12°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Ομίχλη Βροχή
31/1/2015	8°C	13°C	2 Bf	N/A	5mm	1m	N/A		Καταιγίδα Βροχή
1/2/2015	8°C	18°C	7 Bf	8 Bf	7,1mm	N/A	N/A		Βροχή
2/2/2015	5°C	14°C	6 Bf	8 Bf	0mm	N/A	N/A		Βροχή
3/2/2015	1°C	13°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
4/2/2015	1°C	16°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
5/2/2015	1°C	17°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
6/2/2015	4°C	15°C	5 Bf	6 Bf	0mm	1m	N/A		Καταιγίδα Βροχή
7/2/2015	0°C	16°C	N/A	N/A	8,8mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα

Ημερομηνία	Ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία	Ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία	Μέγιστος σταθερός άνεμος	Μέγιστη ριπή ανέμου	Συνολικός ημερήσιος υετός	Ύψος χιονιού	Πίεση	Εικονίδιο	Περιγραφή
8/2/2015	5°C	14°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		ν φαινόμενα Βροχή
9/2/2015	2°C	6°C	6 Bf	8 Bf	2,7mm	N/A	N/A		Χιονόπτωση
10/2/2015	0°C	5°C	6 Bf	7 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
11/2/2015	-1°C	8°C	5 Bf	6 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
12/2/2015	-2°C	8°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
13/2/2015	-6°C	11°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
14/2/2015	-5°C	13°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
15/2/2015	-5°C	13°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
16/2/2015	-4°C	12°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
17/2/2015	1°C	6°C	5 Bf	6 Bf	3,8mm	N/A	N/A		Βροχή
18/2/2015	-3°C	6°C	5 Bf	6 Bf	0,2mm	N/A	N/A		Χιονόπτωση
19/2/2015	-4°C	10°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
20/2/2015	-5°C	14°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
21/2/2015	-3°C	15°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
22/2/2015	2°C	10°C	2 Bf	N/A	0mm	1m	N/A		Βροχή
23/2/2015	6°C	13°C	3 Bf	N/A	8,6mm	N/A	N/A		Ομίχλη Βροχή
24/2/2015	7°C	15°C	3 Bf	N/A	1,5mm	N/A	N/A		Βροχή
25/2/2015	3°C	16°C	N/A	N/A	0,5mm	N/A	N/A		Ομίχλη Βροχή
26/2/2015	0°C	13°C	2 Bf	N/A	1,2mm	N/A	N/A		Βροχή
27/2/2015	7°C	11°C	3 Bf	N/A	2,5mm	1m	N/A		Βροχή
28/2/2015	8°C	15°C	3 Bf	N/A	7,1mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα

Ημερομηνία	Ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία	Ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία	Μέγιστος σταθερός άνεμος	Μέγιστη ριπή ανέμου	Συνολικός ημερήσιος υετός	Ύψος χιονιού	Πίεση	Εικονίδιο	Περιγραφή
1/3/2015	5°C	13°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
2/3/2015	1°C	18°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
3/3/2015	4°C	21°C	5 Bf	5 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
4/3/2015	4°C	15°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
5/3/2015	6°C	14°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
6/3/2015	5°C	14°C	4 Bf	N/A	2,7mm	2m	N/A		Βροχή
7/3/2015	5°C	9°C	5 Bf	7 Bf	21,5mm	N/A	N/A		Βροχή
8/3/2015	6°C	9°C	5 Bf	7 Bf	0mm	N/A	N/A		Βροχή
9/3/2015	5°C	9°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
10/3/2015	4°C	11°C	3 Bf	N/A	N/A	N/A	N/A		Βροχή
11/3/2015	6°C	14°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
12/3/2015	4°C	14°C	4 Bf	N/A	4,8mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
13/3/2015	3°C	10°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
14/3/2015	4°C	14°C	3 Bf	N/A	0,5mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
15/3/2015	1°C	17°C	4 Bf	N/A	0,2mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
16/3/2015	4°C	12°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
17/3/2015	3°C	14°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
18/3/2015	2°C	9°C	3 Bf	N/A	0,5mm	N/A	N/A		Βροχή
19/3/2015	-2°C	6°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
20/3/2015	0°C	10°C	4 Bf	N/A	1,5mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
21/3/2015	-4°C	15°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
22/3/2015	-2°C	13°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
23/3/2015	7°C	11°C	2 Bf	N/A	10,1mm	N/A	N/A		Βροχή
24/3/2015	8°C	12°C	4 Bf	N/A	3,8mm	N/A	N/A		Βροχή
25/3/2015	7°C	10°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
26/3/2015	10°C	12°C	3 Bf	N/A	7,3mm	N/A	N/A		Βροχή
27/3/2015	10°C	14°C	2 Bf	N/A	10,9mm	N/A	N/A		Ομίχλη Βροχή
28/3/2015	8°C	16°C	4 Bf	N/A	1,7mm	N/A	N/A		Ομίχλη Βροχή
29/3/2015	7°C	17°C	N/A	N/A	0,2mm	N/A	N/A		Βροχή
30/3/2015	6°C	19°C	5 Bf	N/A	0,2mm	N/A	N/A		Βροχή

Ημερομηνία	Ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία	Ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία	Μέγιστος σταθερός άνεμος	Μέγιστη ριπή ανέμου	Συνολικός ημερήσιος υετός	Ύψος χιονιού	Πίεση	Εικονίδιο	Περιγραφή
1/4/2015	5°C	23°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
2/4/2015	5°C	17°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
3/4/2015	1°C	17°C	5 Bf	6 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
4/4/2015	3°C	14°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
5/4/2015	5°C	14°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
6/4/2015	8°C	14°C	2 Bf	N/A	10,1mm	N/A	N/A		Βροχή
7/4/2015	6°C	14°C	4 Bf	N/A	1,7mm	N/A	N/A		Βροχή
8/4/2015	5°C	13°C	5 Bf	N/A	11,6mm	N/A	N/A		Καταιγίδα Βροχή
9/4/2015	4°C	16°C	5 Bf	N/A	0,7mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
10/4/2015	5°C	17°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
11/4/2015	1°C	20°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
12/4/2015	2°C	24°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
13/4/2015	5°C	24°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
14/4/2015	6°C	24°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
15/4/2015	6°C	20°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
16/4/2015	4°C	24°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
17/4/2015	6°C	26°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
18/4/2015	8°C	27°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
19/4/2015	8°C	20°C	5 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
20/4/2015	7°C	15°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
21/4/2015	4°C	20°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
22/4/2015	3°C	22°C	4 Bf	6 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα

Ημερομηνία	Ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία	Ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία	Μέγιστος σταθερός άνεμος	Μέγιστη ριπή ανέμου	Συνολικός ημερήσιος υετός	Ύψος χιονιού	Πίεση	Εικονίδιο	Περιγραφή
23/4/2015	7°C	20°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
24/4/2015	6°C	22°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
25/4/2015	9°C	22°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
26/4/2015	6°C	23°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
27/4/2015	8°C	25°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
28/4/2015	11°C	27°C	5 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
29/4/2015	10°C	25°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
30/4/2015	8°C	23°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Καταιγίδα Βροχή
1/5/2015	7°C	25°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
2/5/2015	8°C	25°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
3/5/2015	9°C	27°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
4/5/2015	11°C	29°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
5/5/2015	14°C	30°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
6/5/2015	12°C	33°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
7/5/2015	15°C	31°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
8/5/2015	18°C	28°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
9/5/2015	15°C	25°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
10/5/2015	14°C	25°C	3 Bf	N/A	2mm	N/A	N/A		Βροχή
11/5/2015	14°C	20°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
12/5/2015	13°C	24°C	4 Bf	N/A	3,5mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
13/5/2015	8°C	27°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή

Ημερομηνία	Ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία	Ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία	Μέγιστος σταθερός άνεμος	Μέγιστη ριπή ανέμου	Συνολικός ημερήσιος υετός	Ύψος χιονιού	Πίεση	Εικονίδιο	Περιγραφή
14/5/2015	10°C	31°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
15/5/2015	12°C	33°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
16/5/2015	15°C	30°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
17/5/2015	15°C	29°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
18/5/2015	13°C	30°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
19/5/2015	12°C	26°C	4 Bf	6 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
20/5/2015	12°C	30°C	3 Bf	5 Bf	1mm	N/A	N/A		Καταιγίδα
21/5/2015	13°C	31°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
22/5/2015	16°C	28°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
23/5/2015	13°C	32°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
24/5/2015	13°C	29°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
25/5/2015	13°C	29°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
26/5/2015	12°C	29°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
27/5/2015	16°C	25°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
28/5/2015	14°C	18°C	N/A	N/A	0,2mm	N/A	N/A		Βροχή
29/5/2015	13°C	23°C	N/A	N/A	4,3mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
30/5/2015	11°C	28°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
31/5/2015	11°C	29°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα

Ημερομηνία	Ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία	Ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία	Μέγιστος σταθερός άνεμος	Μέγιστη ριπή ανέμου	Συνολικός ημερήσιος υετός	Ύψος χιονιού	Πίεση	Εικονίδιο	Περιγραφή
1/6/2015	13°C	29°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
2/6/2015	13°C	29°C	4 Bf	4 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
3/6/2015	13°C	30°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
4/6/2015	14°C	32°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
5/6/2015	18°C	31°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
6/6/2015	17°C	31°C	4 Bf	5 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
7/6/2015	16°C	24°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
8/6/2015	16°C	24°C	3 Bf	N/A	6,3mm	N/A	N/A		Βροχή
9/6/2015	15°C	30°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Καταιγίδα
10/6/2015	15°C	31°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
11/6/2015	17°C	31°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
12/6/2015	18°C	32°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
13/6/2015	15°C	35°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
14/6/2015	17°C	37°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
15/6/2015	18°C	38°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
16/6/2015	18°C	38°C	4 Bf	6 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
17/6/2015	19°C	35°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Καταιγίδα Βροχή
18/6/2015	16°C	26°C	4 Bf	N/A	29,7mm	N/A	N/A		Καταιγίδα Βροχή
19/6/2015	17°C	28°C	3 Bf	N/A	3,3mm	N/A	N/A		Βροχή
20/6/2015	17°C	30°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
21/6/2015	17°C	28°C	4 Bf	N/A	0,2mm	N/A	N/A		Βροχή
22/6/2015	15°C	25°C	3 Bf	N/A	7,3mm	N/A	N/A		Βροχή
23/6/2015	13°C	30°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα

Ημερομηνία	Ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία	Ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία	Μέγιστος σταθερός άνεμος	Μέγιστη ριπή άνεμου	Συνολικός ημερήσιος υετός	Ύψος χιονιού	Πίεση	Εικονίδιο	Περιγραφή
24/6/2015	14°C	34°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
25/6/2015	19°C	31°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
26/6/2015	20°C	29°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
27/6/2015	18°C	27°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
28/6/2015	16°C	29°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Καταιγίδα Βροχή
29/6/2015	15°C	28°C	3 Bf	N/A	0,7mm	N/A	N/A		Καταιγίδα Βροχή
30/6/2015	17°C	26°C	4 Bf	N/A	12,7mm	N/A	N/A		Καταιγίδα Βροχή

Περιοχή Αδάμ – Ζαγκλιβέρι

Ημερομηνία	Ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία	Ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία	Μέγιστος σταθερός άνεμος	Μέγιστη ριπή ανέμου	Συνολικός ημερήσιος υετός	Ύψος χιονιού	Πίεση	Εικονίδιο	Περιγραφή
1/12/2014	11°C	14°C	3 Bf	N/A	1mm	N/A	N/A		Βροχή
2/12/2014	11°C	13°C	3 Bf	N/A	0,2mm	N/A	N/A		Καταιγίδα Βροχή
3/12/2014	12°C	15°C	3 Bf	N/A	11,6mm	N/A	N/A		Βροχή
4/12/2014	13°C	17°C	2 Bf	N/A	5mm	N/A	N/A		Βροχή
5/12/2014	12°C	16°C	3 Bf	N/A	0,2mm	N/A	N/A		Βροχή
6/12/2014	12°C	15°C	N/A	N/A	42,9mm	1m	N/A		Καταιγίδα Βροχή
7/12/2014	11°C	15°C	2 Bf	N/A	10,4mm	N/A	N/A		Βροχή
8/12/2014	9°C	12°C	6 Bf	7 Bf	3,3mm	2m	N/A		Βροχή
9/12/2014	7°C	10°C	5 Bf	6 Bf	26,9mm	2m	N/A		Βροχή
10/12/2014	7°C	10°C	5 Bf	6 Bf	35,8mm	N/A	N/A		Βροχή
11/12/2014	9°C	10°C	3 Bf	N/A	1mm	N/A	N/A		Βροχή
12/12/2014	5°C	14°C	5 Bf	6 Bf	0,2mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
13/12/2014	5°C	13°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
14/12/2014	3°C	13°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
15/12/2014	2°C	8°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
16/12/2014	4°C	9°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
17/12/2014	8°C	11°C	3 Bf	N/A	16,2mm	N/A	N/A		Ομίχλη Βροχή
18/12/2014	6°C	11°C	2 Bf	N/A	4,3mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
19/12/2014	3°C	14°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
20/12/2014	2°C	13°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
21/12/2014	3°C	12°C	7 Bf	9 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
22/12/2014	1°C	11°C	5 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
23/12/2014	0°C	15°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
24/12/2014	1°C	14°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
25/12/2014	1°C	11°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
26/12/2014	2°C	14°C	5 Bf	6 Bf	0mm	N/A	N/A		Βροχή
27/12/2014	-2°C	7°C	7 Bf	9 Bf	2,5mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
28/12/2014	-3°C	6°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή

Ημερομηνία	Ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία	Ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία	Μέγιστος σταθερός άνεμος	Μέγιστη ριπή ανέμου	Συνολικός ημερήσιος υετός	Ύψος χιονιού	Πίεση	Εικονίδιο	Περιγραφή
1/1/2015	-1°C	2°C	5 Bf	6 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
2/1/2015	-7°C	5°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
3/1/2015	1°C	12°C	5 Bf	7 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
4/1/2015	2°C	12°C	7 Bf	9 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
5/1/2015	3°C	8°C	6 Bf	8 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
6/1/2015	1°C	6°C	6 Bf	8 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
7/1/2015	-5°C	4°C	6 Bf	8 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
8/1/2015	-7°C	4°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
9/1/2015	-6°C	6°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
10/1/2015	-2°C	11°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
11/1/2015	1°C	14°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
12/1/2015	3°C	10°C	8 Bf	10 Bf	0mm	N/A	N/A		Βροχή
13/1/2015	-2°C	11°C	N/A	N/A	2,2mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
14/1/2015	-2°C	11°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
15/1/2015	-7°C	14°C	5 Bf	6 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
16/1/2015	0°C	12°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή αναφέρθηκαν φαινόμενα
17/1/2015	0°C	11°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
18/1/2015	4°C	9°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
19/1/2015	8°C	13°C	3 Bf	N/A	0,5mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
20/1/2015	8°C	12°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
21/1/2015	7°C	14°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
22/1/2015	6°C	15°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
23/1/2015	8°C	19°C	5 Bf	7 Bf	0mm	1m	N/A		Καταιγίδα Βροχή
24/1/2015	7°C	13°C	3 Bf	N/A	11,4mm	N/A	N/A		Βροχή
25/1/2015	8°C	14°C	4 Bf	6 Bf	2,7mm	N/A	N/A		Βροχή
26/1/2015	6°C	9°C	5 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
27/1/2015	6°C	9°C	N/A	N/A	4,3mm	N/A	N/A		Βροχή
28/1/2015	5°C	10°C	4 Bf	N/A	0,5mm	N/A	N/A		Ομίχλη Βροχή
29/1/2015	5°C	10°C	3 Bf	N/A	2mm	N/A	N/A		Βροχή
30/1/2015	5°C	15°C	6 Bf	7 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα

Ημερομηνία	Ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία	Ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία	Μέγιστος σταθερός άνεμος	Μέγιστη ριπή ανέμου	Συνολικός ημερήσιος υετός	Ύψος χιονιού	Πίεση	Εικονίδιο	Περιγραφή φαινόμενα
31/1/2015	8°C	15°C	6 Bf	6 Bf	2,7mm	1m	N/A		Βροχή

Ημερομηνία	Ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία	Ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία	Μέγιστος σταθερός άνεμος	Μέγιστη ριπή ανέμου	Συνολικός ημερήσιος υετός	Ύψος χιονιού	Πίεση	Εικονίδιο	Περιγραφή φαινόμενα
1/2/2015	6°C	17°C	4 Bf	N/A	6,3mm	N/A	N/A		Βροχή
2/2/2015	5°C	14°C	N/A	5 Bf	0mm	N/A	N/A		Βροχή
3/2/2015	2°C	12°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
4/2/2015	4°C	11°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
5/2/2015	2°C	14°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
6/2/2015	5°C	16°C	5 Bf	7 Bf	0mm	N/A	N/A		Καταιγίδα Βροχή
7/2/2015	2°C	13°C	4 Bf	N/A	2,7mm	N/A	N/A		Βροχή
8/2/2015	4°C	9°C	5 Bf	7 Bf	2,2mm	N/A	N/A		Βροχή
9/2/2015	1°C	4°C	5 Bf	7 Bf	1mm	N/A	N/A		Χιονόπτωση
10/2/2015	0°C	6°C	5 Bf	6 Bf	0,5mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
11/2/2015	-2°C	8°C	5 Bf	7 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
12/2/2015	-4°C	8°C	4 Bf	6 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
13/2/2015	-3°C	11°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
14/2/2015	-1°C	11°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
15/2/2015	-1°C	11°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
16/2/2015	-1°C	12°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
17/2/2015	1°C	7°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Χιονόπτωση Βροχή
18/2/2015	-3°C	7°C	4 Bf	6 Bf	3mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
19/2/2015	-4°C	10°C	4 Bf	6 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα

Ημερομηνία	Ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία	Ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία	Μέγιστος σταθερός άνεμος	Μέγιστη ριπή ανέμου	Συνολικός ημερήσιος υετός	Ύψος χιονιού	Πίεση	Εικονίδιο	Περιγραφή
									φαινόμενα
20/2/2015	-2°C	13°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
21/2/2015	0°C	13°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
22/2/2015	3°C	13°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
23/2/2015	8°C	13°C	2 Bf	N/A	9,9mm	N/A	N/A		Ομίχλη Βροχή
24/2/2015	10°C	14°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Ομίχλη Βροχή
25/2/2015	7°C	15°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
26/2/2015	4°C	13°C	3 Bf	N/A	0,5mm	N/A	N/A		Βροχή
27/2/2015	8°C	14°C	4 Bf	N/A	1,2mm	N/A	N/A		Βροχή
28/2/2015	8°C	15°C	2 Bf	N/A	1,5mm	N/A	N/A		Βροχή

1/3/2015	4°C	11°C	2 Bf	N/A	0mm	1m	N/A		Βροχή
2/3/2015	3°C	13°C	3 Bf	N/A	6mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
3/3/2015	6°C	16°C	6 Bf	8 Bf	0,2mm	N/A	N/A		Βροχή
4/3/2015	6°C	14°C	4 Bf	5 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
5/3/2015	6°C	11°C	3 Bf	N/A	1mm	N/A	N/A		Βροχή
6/3/2015	5°C	10°C	7 Bf	8 Bf	4,3mm	1m	N/A		Βροχή
7/3/2015	5°C	7°C	6 Bf	7 Bf	25,6mm	N/A	N/A		Βροχή
8/3/2015	4°C	7°C	4 Bf	5 Bf	5mm	N/A	N/A		Βροχή
9/3/2015	6°C	9°C	3 Bf	N/A	0,5mm	N/A	N/A		Βροχή
10/3/2015	3°C	10°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
11/3/2015	3°C	9°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
12/3/2015	4°C	13°C	4 Bf	N/A	3,5mm	N/A	N/A		Βροχή
13/3/2015	3°C	11°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
14/3/2015	4°C	15°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
15/3/2015	2°C	15°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
16/3/2015	7°C	13°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
17/3/2015	4°C	14°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
18/3/2015	1°C	8°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
19/3/2015	0°C	7°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
20/3/2015	0°C	11°C	5 Bf	7 Bf	2,2mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα

								φανόμενα
21/3/2015	-2°C	15°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
22/3/2015	1°C	15°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A	Βροχή
23/3/2015	7°C	12°C	4 Bf	N/A	4,8mm	N/A	N/A	Βροχή
24/3/2015	7°C	12°C	3 Bf	N/A	1mm	N/A	N/A	Βροχή
25/3/2015	6°C	11°C	2 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A	Βροχή
26/3/2015	9°C	11°C	2 Bf	N/A	4,8mm	N/A	N/A	Βροχή
27/3/2015	11°C	12°C	3 Bf	N/A	15,4mm	N/A	N/A	Βροχή
28/3/2015	10°C	15°C	4 Bf	5 Bf	10,9mm	N/A	N/A	Ομίχλη Βροχή
29/3/2015	8°C	16°C	5 Bf	6 Bf	0,5mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
30/3/2015	5°C	18°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A	Βροχή
31/3/2015	10°C	20°C	5 Bf	6 Bf	1,5mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
1/4/2015	7°C	22°C	6 Bf	8 Bf	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
2/4/2015	6°C	16°C	6 Bf	7 Bf	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
3/4/2015	3°C	13°C	6 Bf	7 Bf	0mm	N/A	N/A	Βροχή
4/4/2015	3°C	13°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
5/4/2015	7°C	14°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A	Βροχή
6/4/2015	9°C	11°C	4 Bf	N/A	1,7mm	N/A	N/A	Ομίχλη Βροχή
7/4/2015	8°C	12°C	5 Bf	6 Bf	5,5mm	N/A	N/A	Βροχή
8/4/2015	5°C	13°C	4 Bf	6 Bf	0,5mm	N/A	N/A	Βροχή
9/4/2015	5°C	17°C	5 Bf	7 Bf	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
10/4/2015	5°C	18°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
11/4/2015	3°C	19°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
12/4/2015	4°C	24°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
13/4/2015	10°C	24°C	4 Bf	5 Bf	0mm	N/A	N/A	Καταιγίδα Βροχή
14/4/2015	9°C	22°C	6 Bf	7 Bf	0mm	N/A	N/A	Βροχή
15/4/2015	8°C	20°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
16/4/2015	6°C	23°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
17/4/2015	7°C	25°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα

								φαινόμενα
18/4/2015	11°C	26°C	5 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
19/4/2015	10°C	18°C	6 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A	Βροχή
20/4/2015	6°C	17°C	3 Bf	N/A	5mm	N/A	N/A	Βροχή
21/4/2015	5°C	19°C	6 Bf	7 Bf	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
22/4/2015	6°C	21°C	4 Bf	6 Bf	0mm	N/A	N/A	Βροχή
23/4/2015	8°C	18°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
24/4/2015	7°C	19°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
25/4/2015	9°C	21°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A	Καταιγίδα Βροχή
26/4/2015	8°C	21°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
27/4/2015	8°C	22°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
28/4/2015	13°C	22°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
29/4/2015	12°C	24°C	5 Bf	6 Bf	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
30/4/2015	11°C	22°C	5 Bf	5 Bf	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
1/5/2015	10°C	24°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
2/5/2015	11°C	22°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A	Βροχή
3/5/2015	10°C	28°C	4 Bf	N/A	0,5mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
4/5/2015	13°C	26°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
5/5/2015	15°C	28°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A	
6/5/2015	14°C	30°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
7/5/2015	15°C	29°C	5 Bf	7 Bf	0mm	N/A	N/A	Καταιγίδα Βροχή
8/5/2015	17°C	29°C	5 Bf	N/A	2,2mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
9/5/2015	15°C	23°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A	Καταιγίδα Βροχή
10/5/2015	13°C	24°C	4 Bf	6 Bf	2,2mm	N/A	N/A	Καταιγίδα Βροχή
11/5/2015	14°C	20°C	5 Bf	7 Bf	0,2mm	N/A	N/A	Βροχή
12/5/2015	12°C	24°C	4 Bf	N/A	13,7mm	N/A	N/A	Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα

									φαινόμενα
13/5/2015	10°C	25°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
14/5/2015	12°C	27°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
15/5/2015	13°C	28°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
16/5/2015	16°C	26°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
17/5/2015	15°C	27°C	3 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
18/5/2015	13°C	28°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
19/5/2015	16°C	28°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
20/5/2015	16°C	29°C	6 Bf	8 Bf	0mm	N/A	N/A		Βροχή
21/5/2015	15°C	28°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
22/5/2015	18°C	26°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
23/5/2015	16°C	28°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
24/5/2015	15°C	28°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
25/5/2015	16°C	27°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
26/5/2015	13°C	27°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
27/5/2015	17°C	27°C	4 Bf	6 Bf	0mm	N/A	N/A		Βροχή
28/5/2015	15°C	19°C	5 Bf	6 Bf	0,5mm	N/A	N/A		Βροχή
29/5/2015	11°C	23°C	4 Bf	5 Bf	1,7mm	N/A	N/A		Βροχή
30/5/2015	10°C	26°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
31/5/2015	12°C	26°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
1/6/2015	14°C	28°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
2/6/2015	15°C	28°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
3/6/2015	14°C	29°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
4/6/2015	14°C	32°C	4 Bf	6 Bf	0mm	N/A	N/A		Καταιγίδα

									Βροχή
5/6/2015	17°C	29°C	N/A	6 Bf	2mm	N/A	N/A		Καταιγίδα Βροχή
6/6/2015	17°C	30°C	4 Bf	5 Bf	11,4mm	N/A	N/A		Βροχή
7/6/2015	19°C	25°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
8/6/2015	17°C	24°C	4 Bf	N/A	4mm	N/A	N/A		Βροχή
9/6/2015	15°C	27°C	4 Bf	N/A	0,2mm	N/A	N/A		Καταιγίδα Βροχή
10/6/2015	16°C	28°C	4 Bf	6 Bf	1,7mm	N/A	N/A		Βροχή
11/6/2015	19°C	30°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Καταιγίδα Βροχή
12/6/2015	17°C	32°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
13/6/2015	18°C	32°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
14/6/2015	18°C	33°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
15/6/2015	19°C	34°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
16/6/2015	19°C	34°C	5 Bf	6 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
17/6/2015	19°C	32°C	4 Bf	5 Bf	0mm	N/A	N/A		Καταιγίδα Βροχή
18/6/2015	18°C	24°C	4 Bf	5 Bf	5,8mm	N/A	N/A		Καταιγίδα Βροχή
19/6/2015	17°C	28°C	N/A	N/A	7,3mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
20/6/2015	16°C	29°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Βροχή
21/6/2015	17°C	25°C	5 Bf	8 Bf	2,2mm	N/A	N/A		Καταιγίδα Βροχή
22/6/2015	17°C	26°C	4 Bf	6 Bf	15,2mm	N/A	N/A		Βροχή
23/6/2015	16°C	28°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
24/6/2015	15°C	30°C	4 Bf	N/A	0mm	N/A	N/A		Καταιγίδα Βροχή
25/6/2015	20°C	28°C	6 Bf	8 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
26/6/2015	19°C	26°C	5 Bf	7 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
27/6/2015	18°C	28°C	4 Bf	5 Bf	0mm	N/A	N/A		Βροχή
28/6/2015	18°C	29°C	4 Bf	5 Bf	0mm	N/A	N/A		Δεν αναφέρθηκαν φαινόμενα
29/6/2015	19°C	29°C	N/A	N/A	0mm	N/A	N/A		Καταιγίδα Βροχή
30/6/2015	17°C	27°C	4 Bf	5 Bf	0mm	N/A	N/A		Καταιγίδα Βροχή

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Australian Government, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator (2013)

Annicchiarico P, Harzic N, Carroni AM (2010) Adaptation, diversity, and exploitation of global white lupin (*Lupinus albus* L.) landrace genetic resources. *Field Crops Res* 119:114–124

Annicchiarico P, Harzic N, Huyghe C, Carroni AM (2011) Ecological classification of white lupin landrace genetic resources. *Euphytica* 180:17–25

Annicchiarico P., I. Thami Alami. (2012) Enhancing white lupin (*Lupinus albus* L.) adaptation to calcareous soils through selection of lime-tolerant plant germplasm and Bradyrhizobium strains. *Plant Soil* (2012) 350:131–144

Ball ST, Mulla DJ, Konzak CF. Spatial heterogeneity affects variety trial interpretation. *Crop Sci.* 1993;33:931–5.

Brownie C, Bowman DT, Burton JW. Estimating spatial variation in analysis of data from yield trials: a comparison of methods. *Agron J.* 1993;85:1244–53.

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

Christiansen JL, Raza S, Jørnsgaard B, Mahmoud SA, Ortiz R (2000) Potential of landrace germplasm for genetic enhancement of white lupin in Egypt. *Genet Res Crop Evol* 47:425–430

Dinkelaker B, Römheld V, Marschner H (1989) Citric acid secretion and precipitation of calcium citrate in the rhizosphere of white lupin (*Lupinus albus* L.). *Plant Cell Env* 12:285–292

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

Fasoula, D.A. and V.A. Fasoula, 1997. Competitive ability and plant breeding. *Plant Breed Rev.* 14: 89–138.

Fasoula, V.A. and D.A. Fasoula, 2000. Honeycomb breeding: principles and applications. *Plant Breed. Rev.* 18: 177–250. Fasoula, V.A. and D.A.

Fasoula, 2002. Principles underlying genetic improvement for high and stable crop yield potential. *Field Cr. Res.* 75: 191–209

Fasoulas AC. Rating cultivars and trials in applied plant breeding. *Euphytica.* 1983;32:939–43.

Fasoulas AC. A moving block evaluation technique for improving the efficiency of pedigree selection. *Euphytica.* 1987;36:473–8.

Fasoula VA, Fasoula DA. Honeycomb breeding: principles and applications. In: Janick J, editor. *Plant Breeding Reviews*, vol. 18. New York: John Wiley and Sons Inc.; 2000. p. 177–250.

Fasoulas AC, Fasoula VA. Honeycomb selection designs. In: Janick J, editor. *Plant breeding reviews*, vol. 13. New York: John Wiley and Sons Inc.; 1995. p. 87–139.

Fasoula VA, Tokatlidis IS. Development of crop cultivars by honeycomb breeding. *Agronomy Sust Developm.* 2012;32:161–80

Jayasundara HPS, Thomson BD, Tang C (1998) Responses of cool season grain legumes to soil abiotic stresses. *Adv Agron* 63:77–151

Kargiotidou A, Chatzivassiliou E, Tzantarmas C, Sinapidou E, Papageorgiou A, Skaracis GN, et al. Selection at ultra-low density identifies plants escaping virus infection and leads towards high-performing lentil (*Lens culinaris* L.) varieties. *J Agr Sci.* 2014;152:749–58.

Kargiotidou A, Chatzivassiliou E, Tzantarmas C, Tokatlidis IS. Seed propagation at low density facilitates the selection of healthy plants to produce seeds with a reduced virus load in a lentil landrace. *Seed Sci Technol*. 2015;43:31–9.

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

Kerley SJ, Shield IF, Huyghe C (2001) Specific and genotypic variation in the nutrient content of lupin species in soils of neutral and alkaline pH. *Aust J Agric Res* 52:93–102 Liu A, Tang C (1999) Comparative performance of *Lupinus albus* genotypes in response to soil alkalinity. *Aust J Agric Res* 50:1435–1442

Kittelson&Marron 2000; Kurlovich 2002

Raza S, Abdel-Wahab A, Jørnsgaard B, Christiansen JL (2000) Calcium tolerance and ion uptake of Egyptian lupin landraces on calcareous soils. *Afr Crop Sci J* 9:393–400

Stroup WW, Baenziger PS, Muiltze DK. Removing spatial variation from wheat yield trials: a comparison of methods. *Crop Sci*. 1994;86:62–6. 5. Vollmann J, Winkler J, Fritz CN, Grausgruber H, Ruckenbauer P. Spatial field variations in soybean (*Glycine max* [L.] Merr.) performance trials affect agronomic characters and seed composition. *Eur J Agron*. 2000;12:13–22

Tang C, Thomson BD (1996) Effects of solution pH and bicarbonate on the growth and nodulation of a range of grain legume species. *Plant Soil* 186:321–330

Tang C, Zheng SJ, Qiao YF, Wang GH, Han XZ (2006) Interactions between high pH and iron supply on nodulation and iron nutrition of *Lupinus albus* L. genotypes differing in sensitivity to iron deficiency. *Plant Soil* 279:153–162
<http://www.itis.gov>

http://www.back-to-nature.gr/2013/01/blog-post_2935.html

ΕΣΥΕ Εθνική Στατιστική Υπηρεσία (2005) <http://www.statistics.gr>

Μιχαηλίδου Δ., Ν. Μπαρμπαγιάννης και Δ. Φασούλα. 2006. Η επίδραση του ανταγωνισμού και της λίπανσης στην επιλογή για υψηλό δυναμικό στο καλαμπόκι. Ελληνική Επιστημονική Εταιρία Γενετικής Βελτίωσης Φυτών. Πρακτικά 11ου Πανελληνίου Συνεδρίου. Ορεστιάδα 31/10-2/11/2006. σελ.51-59.

Μυλωνάς Ι., Μ. Κούτσικα-Σωτηρίου και Δ. Φασούλα. 2004. Αξιολόγηση υβριδίων γλυκού καλαμποκιού ως προς την ικανότητα αξιοποίησης των εισροών. Ελληνική Επιστημονική Εταιρία Γενετικής Βελτίωσης Φυτών. Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου. Αθήνα 24-26/11/2004. σελ. 49-54

Φασούλα Δ. 2000. Επιπτώσεις από τη γενετική ανάλυση του παραγωγικού δυναμικού των καλλιεργειών σε επί μέρους συστατικά. Ελληνική Επιστημονική Εταιρία Γενετικής Βελτίωσης Φυτών. Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου. Άρτα 23-25/10/2000. σελ. 73-77.

Φασούλα Δ. 2004. Σύγκριση ανάμεσα στη βελτίωση των φυτών με μοριακούς δείκτες και στην κυβελωτή βελτίωση. Ελληνική Επιστημονική Εταιρία Γενετικής Βελτίωσης Φυτών. Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου. Αθήνα 24-26/11/2004. σελ. 56-61.

