

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής

Εργαστήριο Γεωργίας

Π.Μ.Σ. « Επιστήμες και Συστήματα Φυτικής Παραγωγής»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

“ Αλληλεπίδραση του *Lolium rigidum* L. στην καλλιέργεια βυνοποιήσιμου κριθαριού σε συνθήκες χαμηλής και υψηλής πυκνότητας σποράς.”

ΔΗΜΗΤΡΑ Ν. ΔΟΥΛΦΗ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Γαρυφαλλιά Οικονόμου

ΑΘΗΝΑ 2019

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, ΥΠΟΔΟΜΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ 2017-2018
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΓΕΩΡΓΙΑ, ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΦΥΤΩΝ & ΓΕΩΡΓΙΚΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Μεταπτυχιακή Διατριβή:

“ Αλληλεπίδραση του *Lolium rigidum* L. με στην καλλιέργεια βυνοποιήσιμου κριθαριού σε συνθήκες χαμηλής και υψηλής πυκνότητας σποράς.”

ΔΗΜΗΤΡΑ Ν. ΔΟΥΛΦΗ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Γαρυφαλλιά Οικονόμου

ΑΘΗΝΑ 2019

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

“ Αλληλεπίδραση του *Lolium rigidum* L. στην καλλιέργεια βυνοποιήσιμου κριθαριού σε συνθήκες χαμηλής και υψηλής πυκνότητας σποράς.”

Δήμητρα Ν. Δουλφή

Εξεταστική Επιτροπή

Γ. Οικονόμου- Καθηγήτρια

Π. Παπαστυλιανού- Καθηγήτρια

Η. Τραυλός- Ε. Καθηγητής

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το κριθάρι είναι μια παραδοσιακή καλλιέργεια για τον ελλαδικό χώρο. Τα τελευταία χρόνια ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της καλλιέργειας είναι η ολοένα αυξανόμενη εξάπλωση της λεπτής ήρας. Η λεπτή ήρα (*Lolium rigidum* L.) είναι ένα ετήσιο χειμερινό ζιζάνιο, η αλληλεπίδραση του οποίου με την καλλιέργεια οδηγεί σε μείωση των αποδόσεων και ως εκ τούτου σε υποβάθμιση του παραγόμενου προϊόντος. Ωστόσο, το σημαντικότερο πρόβλημα για τους καλλιεργητές είναι η δυσκολία αποτελεσματικής αντιμετώπισής της λόγω της εμφάνισης ανθεκτικότητας του ζιζανίου στα ευρέως χρησιμοποιούμενα ζιζανιοκτόνα. Ως εκ τούτου, και στα πλαίσια της « αειφορικής» γεωργίας κρίνεται απαραίτητη η εύρεση νέων εναλλακτικών τρόπων αντιμετώπισης του εν λόγω ζιζανίου.

Σκοπός της παρούσας ερευνητικής μελέτης, ήτανε η αξιολόγηση της αλληλεπίδρασης του *Lolium rigidum* (L) με την καλλιέργεια βυνοποιήσιμου κριθαριού σε συνθήκες χαμηλής και υψηλής πυκνότητας της καλλιέργειας. Για καλύτερη διερεύνηση του εν λόγω θέματος το πείραμα αποτελούνταν από δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος, κατά την καλλιεργητική περίοδο 2017-2018 μελετήθηκε στον πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στα Σπάτα, η ανταγωνιστική ικανότητα της λεπτής ήρας σε δύο πυκνότητες σποράς (χαμηλή: 14 kg/ στρ. και υψηλή : 20 kg/ στρ.) της καλλιέργειας βυνοποιήσιμου κριθαριού. Αξιολογήθηκε η επίδραση της πυκνότητας σποράς στα συστατικά της απόδοσης του κριθαριού δηλαδή στη βιομάζα, στον αριθμό των καρπών ανά στάχυ, στον αριθμό των στάχων ανά τετραγωνικό μέτρο ,στο βάρος των χλίων κόκκων και στο δείκτη συγκομιδής. Μελετήθηκε επίσης η επίδραση της πυκνότητας σποράς στην πυκνότητα του πληθυσμού της λεπτής ήρας κατά την πρώτη ανάπτυξη και το καλάμωμα της καλλιέργειας, στη δυναμική του πληθυσμού και στο ξηρό βάρος Παράλληλα, μελετήθηκε η ανάπτυξη τόσο του κριθαριού όσο και της λεπτής ήρας, δηλαδή η πορεία του βιολογικού κύκλου αλλά και ο ρυθμός ανάπτυξης των φυτών, η πορεία και ο ρυθμός αύξησης του ύψους, των φύλλων καθώς και των δευτερευόντων στελεχών. Μελετήθηκαν επίσης τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κριθαριού, δηλαδή η πρωτεΐνη και το μέγεθος των καρπών του κριθαριού.

Στο δεύτερο μέρος, μελετήθηκε η αλληλοπαθητική δράση των ποικιλιών , βυνοποιήσιμου κριθαριού “ Planet”, “ Crescendo”και “ Zhana” στο ζιζάνιο *Lolium rigidum* (κν. Λεπτή ήρα). Για το σκοπό αυτό, πραγματοποιήθηκαν in vitro βιοδοκιμές .Σε δοχεία με διαφορετικό αριθμό προβλαστημένων σπόρων κριθαριού ανά δοχείο(1, 4, 8, 12, 15 σπόροι ανά δοχείο) τοποθετήθηκαν 12 προβλαστημένοι σπόροι λεπτής ήρας στην επιφάνεια υδατικής γέλης (water agar). Ύστερα από μια εβδομάδα, αξιολογήθηκε ,στα αρτίβλαστα της λεπτής ήρας η ποσοστιαία παρεμπόδιση του μέσου ολικού μήκους, της μέσης ολική διαμέτρου καθώς και της μέσης ολικής επιφάνειας του ριζιδίου της λεπτής ήρας και το μέσο ολικό μήκος, η μέση ολική διάμετρος καθώς και η μέση ολική επιφάνεια του ριζιδίου του κριθαριού.

Τα αποτελέσματα για την επίδραση της πυκνότητας σποράς στον ανταγωνισμό των δύο ειδών έδειξαν, ότι η πυκνότητα σποράς δεν επηρέασε τα συστατικά της απόδοσης και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κριθαριού. Όσον αφορά τη λεπτή ήρα παρατηρήθηκε επίδραση μόνο στο ξηρό βάρος αυτής. Καμία επίδραση της πυκνότητας δεν παρατηρήθηκε επίσης και στη φαινολογία των δύο ειδών. Διαφορές εντοπίστηκαν ως προς το φυτικό είδος με το κριθάρι να παρουσιάζει

μεγαλύτερο ρυθμό ανάπτυξης, μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης του ύψους και φύλλων καθώς και μεγαλύτερο τελικό ύψος, αριθμό φύλλων και δευτερευόντων στελεχών.

Στο δεύτερο μέρος, παρατηρήσαμε ότι η ποσοστιαία παρεμπόδιση του μέγιστου μήκους του βλαστιδίου και του μέσου ολικού μήκους του ριζιδίου της λεπτής διαφοροποιήθηκε ανάλογα με τον αριθμό των σπόρων ανά δοχείο και την ποικιλία, με τις ποικιλίες Planet και Crescendo να παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη παρεμπόδιση για τον μεγαλύτερο αριθμό σπόρων ανά δοχείο (15). Η ποσοστιαία παρεμπόδιση της μέσης ολικής διαμέτρου και της μέσης ολικής επιφάνειας του ριζιδίου της λεπτής ήρας διαφοροποιήθηκε μόνο ως προς τον αριθμό των σπόρων ανά δοχείο με τους 15 σπόρους να παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη παρεμπόδιση. Αντίθετα, καμία επίδραση δεν παρατηρήθηκε στα αρτίβλαστα του κριθαριού από την παρουσία της λεπτής ήρας.

Σύμφωνα λοιπόν με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, η πυκνότητα σποράς και η αλληλοπαθητική ικανότητα υψηλά ανταγωνιστικών και αποδοτικών ποικιλιών, θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για την αποτελεσματική διαχείριση της λεπτής ήρας στους αγρούς με έντονη προσβολή από το εν λόγω ζιζάνιο.

Λέξεις κλειδιά: κριθάρι, λεπτή ήρα, ανταγωνισμός, αλληλοπάθεια, πυκνότητα σποράς, ποικιλίες

ABSTRACT

“Interference of *Lolium rigidum* L. with malt barley in high and low crop density”

Barley has been traditionally cultivated in Greece. The distribution of rigid ryegrass in new field areas is considered to be one of the most important problems of the crop. Rigid ryegrass (*Lolium rigidum* L) is an annual winter weed, responsible for yield loss and, therefore, product degradation when found in barley fields. However, it is extremely difficult for farmers to effectively control it, due to the resistance of rigid ryegrass to the herbicides found in the market, as reported. As a result, under the frame of ‘sustainable’ agriculture, it is important to find new, alternative ways to control the aforementioned weed.

The aim of this study was to evaluate the interference of *Lolium rigidum* L. with malt barley in high and low crop density. For a better approach, the experiment was divided in two parts. In the first part, during the 2017- 2018 growing season, the competition between malt barley and rigid ryegrass in two seed densities was studied in the experimental field of the Agricultural University of Athens in Spata. We evaluated the effect of seed density on barley yield components (weight of dry substance, grains per spike, spikes per square meter, yield and harvest index). We also studied the effect of seed density on rigid’s ryegrass population during barley’s seeding growth and booting, on its population dynamic and dry substance . Additionally, we studied the phenology of barley and rigid ryegrass. We studied the biological cycle of plants, the growth rate, the height, the number of leaves and tillers as well as the rate of increase in height, leaves and tillers. Finally, the research studied the characteristics which make the produced grains suitable for malting, the percentage of protein in the grains and their size.

In the second part, we studied the allelopathy effect of three barley cultivars; “Planet”, “Crescendo” and “ Zhana” on *Lolium rigidum* L. For this cause, in vitro bioassays, were carried out. In beakers with different number of pre-germinated barley seeds (1, 4, 8, 12 and 15 seeds per beaker) 12 pre-germinated seeds of ryegrass were sown on the water agar surface. After a week, we evaluated the shoot elongation, root elongation, diameter and area of barley and ryegrass seedlings as well as the inhibited shoot elongation, root elongation, root diameter and root area of barley and ryegrass.

Results indicated no effect of seed density on barley yield components and malting characteristics. Concerning rigid ryegrass, an effect on the dry substance was only observed. Seed density had no effect on phenology, as well. Differences were only found when it comes to plant species, with barley at the highest growth rate, rate of increase in height, leaves and the highest height , number of leaves and tillers.

In the second part, we noticed that the inhibited shoot and root elongation of rigid ryegrass varied, depending on the number of seeds per beaker and on barley cultivar, with the highest inhibition found on Planet and Crescendo for the maximum amount of seeds (15). The inhibited root diameter and area varied only between the different number of seeds per beaker. However, no effect of the presence of ryegrass was found on barley seedlings.

According with the findings of this research, seed density and allelopathy of high competitive barley cultivars, could be used in order to effectively control rigid ryegrass in fields with high infestation.

Key words: barley, rigid ryegrass, competition, allelopathy, seed density, cultivars

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πριν ξεκινήσω την παρουσίαση αυτής της μελέτης, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στην καθηγήτρια του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γ.Π.Α κ. Οικονόμου Γαρυφαλλιά, για την ανάθεση της παρούσας μελέτης, αλλά και για τις πολύτιμες υποδείξεις τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος όσο και κατά τη συγγραφή της εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Η. Τραυλό και Π. Παπαστυλιανού ως μέλη της εξεταστικής επιτροπής.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Βαχαμίδα Πέτρο καθώς και τους συμφοιτητές μου Αραμπατζή Δημήτρη, Ασσανιωτάκη Αλέξανδρο και την προπτυχιακή φοιτήτρια Θεοδωρή Μυρσίνη για την πολύτιμη βοήθεια τους κατά την εκπόνηση του πειραματικού μέρους της εργασίας.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήθω θερμά τους φίλους μου για την υποστήριξή τους καθώς και την οικογένειά μου και ιδιαίτερα τη μητέρα μου και την αδελφή μου Μαριάννα, χωρίς την ηθική αλλά και οικονομική υποστήριξη των οποίων δεν θα είχα καταφέρει να πραγματοποιήσω τη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή ειδίκευση.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT.....	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
1.1 Το κριθάρι	12
1.1.1 Γενικά	12
1.1.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	13
1.1.3 Προσαρμοστικότητα	13
1.1.4 Ανταγωνιστική ικανότητα	14
1.1.5 Αλληλοπαθητική ικανότητα	16
1.1.6 Αυτοτοξικότητα.....	19
1.1.7 Χρήσεις	19
1.2 Το ζιζάνιο <i>Lolium rigidum</i> L.....	20
1.2.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά	20
1.2.2 Εξάπλωση του <i>Lolium rigidum</i> L	21
1.2.3 Χημική καταπολέμηση του <i>Lolium rigidum</i> L.....	22
1.3 Νέες τάσεις στη διαχείριση ζιζανίων	22
1.3.1 Ολοκληρωμένη Διαχείριση Ζιζανίων	22
1.3.2 Καλλιεργητικά μέτρα διαχείρισης του <i>Lolium rigidum</i> L.....	23
1.3.3 Ποικιλίες με ανταγωνιστικό πλεονέκτημα	23
1.3.4 Πυκνότητα σποράς	25
1.3.5 Αποστάσεις γραμμών φύτευσης	26
1.3.6 Προσανατολισμός των γραμμών	27
1.3.7 Αξιοποίηση του αλληλοπαθητικού δυναμικού των καλλιεργειών.....	28
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	31
Α. ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ	31
Α.2.1 Γενικά	31
Α.2.1.1 Επιλογή γενετικού υλικού.....	32
Α.2.1.2 Πειραματικό σχέδιο.....	32
Α.2.2 Καλλιεργητικά στοιχεία	32
Α.2.2.1 Εδαφοκατεργασία	32
Α.2.2.2 Σπορά	32
Α.2.2.3 Καταπολέμηση ζιζανίων.....	32

A.2.3 Παρατηρήσεις- Προσδιορισμοί	32
A.2.3.1 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στα συστατικά της απόδοσης του κριθαριού	32
A.2.3.2 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στη λεπτή ήρα	33
A.2.3.3 Φαινολογία	33
A.2.3.4 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κριθαριού.....	35
A.2.4 Στατιστική ανάλυση.....	35
B. ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΗΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ	35
B.2.1 Γενικά	35
B.2.1.1 Επιλογή γενετικού υλικού.....	35
B.2.1.2 Αριθμός σπόρων ανά δοχείο	35
B.2.1.3 Πειραματικό σχέδιο	35
B.2.2 Μέθοδος Αξιολόγησης	36
B.2.2.1 Αποστείρωση σπόρων	36
B.2.2.2 Προβλάστηση σπόρων	36
B.2.2.3 Τοποθέτηση σπόρων στα δοχεία	36
B.2.3 Προσδιορισμοί- Παρατηρήσεις	36
B.2.4 Στατιστική ανάλυση.....	38
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	39
A. ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	39
A.3.1 Μετεωρολογικά δεδομένα	39
A.3.2 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στα συστατικά της απόδοσης του κριθαριού.....	40
A.3.2.1. Βιομάζα.....	40
A.3.2.2 Αριθμός καρπών ανά στάχυ.....	40
A.3.2.3 Αριθμός στάχων ανά τετραγωνικό μέτρο	41
A.3.2.4 Βάρος χιλίων κόκκων	42
A.3.2.5 Απόδοση σε καρπό	42
A.3.2.6 Δείκτης Συγκομιδής (Harvest Index)	43
A.3.3 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στη λεπτή ήρα.	44
A.3.3.1 Η πληθυσμιακή πυκνότητα της λεπτής ήρας κατά την πρώτη ανάπτυξη της καλλιέργειας. 44	
A.3.3.2 Η πληθυσμιακή πυκνότητα κατά το καλάμωμα της καλλιέργειας	44
A.3.3.3 Στη δυναμική του πληθυσμού.....	45
A.3.3.4 Η Βιομάζα	46
A.3.4 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στη φαινολογία του κριθαριού και της λεπτής ήρας....	47

A.3.4.1 Πορείες βιολογικού κύκλου του κριθαριού και της λεπτής ήρας για τις δύο πυκνότητες σποράς.....	47
A.3.4.2 Ρυθμός βιολογικού κύκλου του κριθαριού και της λεπτής ήρας για τις δύο πυκνότητες σποράς.....	48
A.3.4.3 Πορεία αύξησης του ύψους του κριθαριού και της λεπτής ήρας για τις δύο πυκνότητες σποράς.....	48
A.3.4.4. Ρυθμός αύξησης του ύψους του κριθαριού και της λεπτής ήρας για τις δύο πυκνότητες σποράς.....	50
A.3.4.5 Αύξηση του αριθμού των φύλλων του κριθαριού και της λεπτής ήρας για τις δύο πυκνότητες σποράς.....	50
A.3.4.6 Ρυθμός αύξησης του αριθμού των φύλλων του κριθαριού και της λεπτής ήρας για τις δύο πυκνότητες σποράς.....	51
A.3.4.7 Πορεία εμφάνισης των δευτερευόντων στελεχών του κριθαριού και της λεπτής ήρας για τις δύο πυκνότητες σποράς.....	52
A.3.4.8 Ρυθμός αύξησης του αριθμού των δευτερευόντων στελεχών του κριθαριού και της λεπτής ήρας για τις δύο πυκνότητες σποράς.....	54
A.3.4.9 Διαφοροποίηση χαρακτηριστικών ανάπτυξης κριθαριού και λεπτής ήρας για τις δύο πυκνότητες σποράς ανάλογα με τα στάδια ανάπτυξης.....	54
A.3.5. Επίδραση της πυκνότητας σποράς στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών του κριθαριού.	56
A.3.5.1 Περιεκτικότητα των καρπών σε πρωτεΐνη.....	56
A.3.5.2 Μέγεθος καρπών.....	56
B. ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΗΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ.....	60
B.3.1 Επίδραση της αλληλοπαθητικής ικανότητας του κριθαριού στα αρτίβλαστα της λεπτής ήρας..	60
B.3.1.1. Στο μέσο ολικό μήκος ριζιδίου.....	60
B.3.1.2 Στη μέση ολική διάμετρος ριζιδίου.....	61
B.3.1.3. Στη μέση ολική επιφάνεια του ριζιδίου.....	62
B.3.2 Επίδραση της αλληλοπαθητικής ικανότητας της λεπτής ήρας στα αρτίβλαστα του κριθαριού..	64
B.3.2.1 Στο μέσο ολικό μήκος ριζιδίου.....	64
B.3.2.2 Στη μέση ολική διάμετρο ριζιδίου.....	66
B.3.2.4 Στη μέση ολική επιφάνεια του ριζιδίου.....	69
4.ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	74
4.1 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στα χαρακτηριστικά της απόδοσης του κριθαριού.....	74
4.2 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στη λεπτή ήρα.....	75
4.3 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στη φαινολογία του κριθαριού και της λεπτής ήρας.....	75
4.4 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών του κριθαριού ...	76

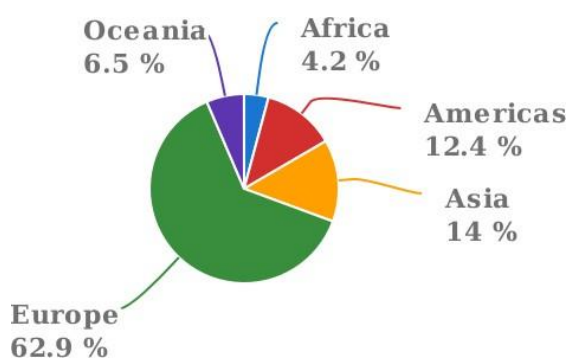
4.5 Επίδραση της αλληλοπαθητικής ικανότητας του κριθαριού στα αρτίβλαστα της λεπτής ήρας. ..	76
4.6 Επίδραση της αλληλοπαθητικής ικανότητας της λεπτής ήρας στα αρτίβλαστα του κριθαριού. ..	76
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	78
Ελληνική	78
Ξένα	78
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	87

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

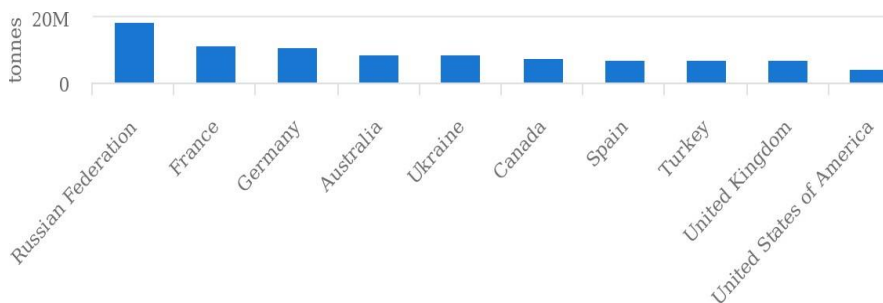
1.1 Το κριθάρι

1.1.1 Γενικά

Σε παγκόσμια κλίμακα, σύμφωνα με στοιχεία του FAO, το κριθάρι (*Hordeum vulgare* L.) είναι η τέταρτη σημαντικότερη καλλιέργεια μετά το σιτάρι, τον αραβόσιτο και το ρύζι. Σήμερα, το κριθάρι καλλιεργείται σε έκταση 50 εκατομμύρια εκταρίων με παγκόσμια παραγωγή η οποία αγγίζει τους 144 εκατομμύρια τόνους (FAO, 2014). Όπως φαίνεται και από το παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 1), πάνω από το 60% την εν λόγω παραγωγής προέρχεται από την Ευρώπη, ενώ μόλις το 30% από την Ασία συνδυαστικά με την Αμερική. Οι πιο παραγωγικές χώρες είναι η Ρωσία, η Γαλλία και η Γερμανία (Διάγραμμα 2) (FAO, 2014-2016)



Διάγραμμα 1. Παγκόσμια παραγωγή κριθαριού(FAO, 2014-2016)



Διάγραμμα 2. Οι δέκα πιο παραγωγικές χώρες κριθαριού (FAO, 2014-2016)

Για την Ελλάδα, αποτελεί μια παραδοσιακή καλλιέργεια και το έτος 2016 καταλάμβανε 1.325,4 χιλιάδες στρέμματα ενώ η ετήσια παραγωγή για το ίδιο έτος έφτασε τους 381.650 τόνους, με βάση στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ τα οποία δημοσιεύτηκαν τον Σεπτέμβριο του 2018. Οι περισσότερες καλλιεργούμενες εκτάσεις βρίσκονται στις περιφέρειες Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας καθώς και στη Θεσσαλία.

1.1.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Το κριθάρι ανήκει στο γένος *Hordeum* στην οικογένεια των αγραστωδών (*Poaceae*) και είναι ένα ετήσιο μονοκοτυλήδονο φυτό. Το φύτρωμα πραγματοποιείται με έκπτυξη του κολεόπτιλου από την εδαφική επιφάνεια. Το ριζικό σύστημα είναι ινώδες, διακλαδισμένο αποτελείται από τις εμβρυακές και τις δευτερογενείς ρίζες. Παράλληλα, τα στελέχη, τόσο το βασικό όσο και τα δευτερεύοντα, είναι κυλινδρικά, κοίλα και αποτελούνται από κενά μεσογονάτια διαστήματα και 5-7 συμπαγή γόνατα. Ο αριθμός των δευτερευόντων στελεχών ανά φυτό εξαρτάται από την πυκνότητα σποράς και τον γονότυπο. Σε κανονικές πυκνότητες όμως φτάνει μέχρι και τα έξι στελέχη. Όσον αφορά τα φύλλα, χαρακτηρίζονται από μεγάλα ωτία τα οποία αγκαλιάζουν τον βλαστό. Τέλος, η ταξιανθία είναι στάχης και απαρτίζεται από σταχύδια ομαδοποιημένα σε ομάδες των τριών τα οποία εναλλάσσονται σε κάθε γόνατο της ράχης. Όταν και τα τρία σταχύδια είναι γόνιμα, τότε δημιουργούνται τρεις στήλες σπόρων σε κάθε πλευρά της ράχης και το κριθάρι λέγεται εξάστιχο. Όταν μόνο το κεντρικό σταχύδιο είναι γόνιμο, το κριθάρι ονομάζεται δίστιχο (*Kremer et al.*, 2009)



Εικόνα 1. Καλλιέργεια κριθαριού στο στάδιο του καλαμώματος



Εικόνα 2. Ωτίδια κριθαριού

1.1.3 Προσαρμοστικότητα

Όπως αναφέρει η Παπακώστα- Τασοπούλου (2008), η καλλιέργεια του κριθαριού έχει μεγάλη διάδοση λόγω της ευρείας προσαρμοστικότητάς του. Καλλιεργείται στο μεγαλύτερο εύρος γεωγραφικού πλάτους και υψομέτρου από κάθε άλλη καλλιέργεια. Συγκριτικά με την καλλιέργεια του σιταριού είναι πιο ευαίσθητο στις χαμηλές θερμοκρασίες ενώ αντέχει μέχρι και τους -30°C κάτω από το χιόνι. Οι φθινοπωρινοί τύποι είναι πιο ανθεκτικοί στις χαμηλές θερμοκρασίες από τους ανοιξιάτικους. Παράλληλα, το κριθάρι παρουσιάζει μεγαλύτερη αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες, σε σχέση με το σιτάρι, σε τέτοιο βαθμό που ποικιλίες θερμών κλιμάτων, όταν πλησιάζουν στην ωρίμανση αντέχουν χωρίς σημαντική επίπτωση στην απόδοση σε θερμοκρασίες έως και 45°C .

Οι πρώιμοι βιότυποι του κριθαριού σπέρνονται σε μεγαλύτερα υψόμετρα. Σε γενικές γραμμές, το κριθάρι δεν αναπτύσσεται ικανοποιητικά σε συνθήκες ξηρασίας και προτιμά τις μέτριες βροχοπτώσεις. Ωστόσο, ορισμένες ποικιλίες μπορούν να αξιοποιούν το πρόσθετο νερό

προς βελτίωση των αποδόσεών τους, καταφέρνοντας να τις τριπλασιάσουν ή ακόμα και να τις τετραπλασιάσουν. Υπάρχουν ποικιλίες που ωριμάζουν σε 60- 70 ημέρες και με ανοιξιάτικη σπορά μπορούν να αξιοποιηθούν σε περιοχές με μικρή βλαστική περίοδο και ξηροθερμικές συνθήκες. Χάρης σε αυτήν την ιδιότητά του, το κριθάρι καταφέρνει να ωριμάσει νωρίς αποφεύγοντας την καλοκαιρινή ξηρασία. Ως εκ τούτου, η καλλιέργεια του κριθαριού μπορεί να υποκαταστήσει την καλλιέργεια του σιταριού σε εδάφη πτωχά και μέσης γονιμότητας (Σφήκας, 1995).

Όσον αφορά τις εδαφολογικές του απαιτήσεις, το κριθάρι προσαρμόζεται καλύτερα σε βαθιά πηλώδη, γόνιμα, με καλή αποστράγγιση εδάφη και pH 6-8. Ιδανικά, προτιμά μέτριας γονιμότητας εδάφη ενώ σε πολύ πλούσια εδάφη παρατηρείται έντονα το πρόβλημα του πλαγιάσματος των φυτών. Είναι το πιο ανθεκτικό από τα χειμερινά σιτηρά στα άλατα και στα αλκαλικά εδάφη, είναι όμως πολύ ευαίσθητο στα όξινα εδάφη και στην υψηλή εδαφική υγρασία (Παπακώστα- Τασοπούλου, 2008).

1.1.4 Ανταγωνιστική ικανότητα

Το κριθάρι είναι η πιο ανταγωνιστική χειμερινή ετήσια καλλιέργεια σε παγκόσμιο επίπεδο. Η ανταγωνιστική αυτή ικανότητα διαφοροποιείται ανάμεσα στις ποικιλίες. Σε έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, παρατηρήθηκε ότι ημινάνες ποικιλίες, χωρίς περιβλήματα, ήταν σε γενικές γραμμές λιγότερο ανταγωνιστικές από εκείνες με πλήρες ύψος και περιβλήματα (O'Donovan *et al.*, 2000). Το γεγονός αυτό οφείλεται στη χαμηλή βλαστικότητα των σπόρων, αποτέλεσμα της μεγαλύτερης ευαισθησίας των σπόρων σε μηχανικές καταστροφές και μυκητολογικές προσβολές που οδηγούν σε μείωση της ζωτικότητας των σπόρων (O'Donovan *et al.*, 2000; White *et al.*, 1999). Οι Watson *et al.* (2006), υποστηρίζουν, ότι οι προαναφερθείσες διαφορές οφείλονται κατά κύριο λόγο σε πλειοτροπικά αποτελέσματα της παρουσίας ή απουσίας των γονιδίων *sdw* (ημινάνες) και *n* (γυμνή καρύωση) αντίστοιχα.

Ένας παράγοντας ο οποίος επηρεάζει σημαντικά το ανταγωνιστικό δυναμικό της καλλιέργειας έναντι των ζιζανίων είναι η πυκνότητα σποράς. Στα πρώτα βλαστικά στάδια, ο ρυθμός ανάπτυξης εξαρτάται αποκλειστικά και με ανάλογο τρόπο από την πυκνότητα σποράς και κατ' επέκταση από το ρυθμό φυτρώματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα σποράς, τόσο πιο γρήγορα θα ξεκινήσει και ο ανταγωνισμός της καλλιέργειας με τα ζιζάνια, αλλά και ο ανταγωνισμός των φυτών της ίδιας της καλλιέργειας μεταξύ τους. Στη συνέχεια όμως ο ρυθμός ανάπτυξης επηρεάζεται μόνο από τη διαθεσιμότητα των φυσικών πόρων. Σε γενικές γραμμές, η αύξηση της πυκνότητας σποράς, φαίνεται ότι έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ευρωστίας της καλλιέργειας (φυλλική επιφάνεια και βιομάζα) και κατ' επέκταση την καταστολή των ζιζανίων σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης, δίνοντας στην καλλιέργεια τη δυνατότητα να κυριαρχήσει έναντι των ζιζανίων αργότερα κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου (Sloane *et al.*, 2004). Παράλληλα, γρήγορο φύτρωμα της καλλιέργειας του κριθαριού έναντι των ζιζανίων έχει παρατηρηθεί ότι μπορεί να αυξήσει την υπέργεια βιομάζα της καλλιέργειας έως και 90%. Στην αντίθετη περίπτωση, όταν δηλαδή, το φύτρωμα των ζιζανίων προηγήθηκε κατά 8 με 26 ημέρες, η υπέργεια βιομάζα του κριθαριού, μειώθηκε 50 και 10% αντίστοιχα

Για τον προσδιορισμό της ανταγωνιστικής ικανότητας μιας ποικιλίας, χρησιμοποιούνται συνήθως οι όροι “ *tolerance ability*” και “ *suppressive ability*”. Ως ικανότητα ανοχής (*tolerance ability*), αναφέρεται η ικανότητα της καλλιέργειας να φτάνει στις μέγιστες αποδόσεις, παρουσία των ζιζανίων, ενώ ως ικανότητα καταστολής (*suppressive ability*) η ικανότητα της καλλιέργειας να μειώνει την ευρωστία των ζιζανίων μέσω της μειωμένης σποροπαραγωγής αυτών (Andrew *et al.*, 2015). Έχει παρατηρηθεί μεγάλη παραλλακτικότητα μεταξύ των διαφορετικών ποικιλιών του κριθαριού ως προς την ικανότητα καταστολής πολλών ζιζανίων, μεταξύ αυτών και της λεπτής ήρας (Lemerle *et al.*, 1996) καθώς και της ικανότητας ανοχής (O'Donovan *et al.*, 2000). Ωστόσο, η συσχέτιση μεταξύ της ανοχής και της καταστολής δεν είναι σαφής. Υπάρχουν χαρακτηριστικά το οποία έχουν προσδιοριστεί ότι έχουν σαφώς κατασταλτικό ή ανεκτικό χαρακτήρα (Huel & Hucl, 1996; Coleman *et al.*, 2001). Υπάρχουν όμως και χαρακτηριστικά που θεωρούνται ότι έχουν διττό χαρακτήρα, χωρίς όμως να είναι σαφές στη βιβλιογραφία ο τρόπος σύνδεσής τους

Έχουν πραγματοποιηθεί πολλές ερευνητικές προσπάθειες, για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών εκείνων τα οποία προσδίδουν στην καλλιέργεια του κριθαριού ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι των ζιζανίων (Cristensen, 1995). Τα χαρακτηριστικά αυτά φαίνεται ότι διαφοροποιούνται μεταξύ των ποικιλιών αλλά και του σταδίου ανάπτυξης της καλλιέργειας.. Κατά τη βλαστική ανάπτυξη, η γρήγορη επιμήκυνση του βλαστού, ως αποτέλεσμα του ανταγωνισμού με τα ζιζάνια, καθώς και η ικανότητά του να αποκτά γρήγορα μεγαλύτερο ύψος κυρίου βλαστού για διεκδίκηση φωτός, είναι σημαντικά χαρακτηριστικά που προσδίδουν στις διαφορετικές ποικιλίες κριθαριού υψηλό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι των ζιζανίων. Στη συνέχεια, χαμηλός ρυθμός ανάπτυξης της καλλιέργειας από τη σπορά μέχρι το στάδιο της άνθισης οδηγεί σε αύξηση του ξηρού βάρους των ζιζανίων ενώ χαμηλός ρυθμός ανάπτυξης μέχρι τη συγκομιδή φαίνεται να οδηγεί σε μείωση του ξηρού βάρους αυτών (Didon, 2002).

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας και ιδιαίτερα η διάταξη της φυλλικής επιφάνειας του κριθαριού προσδίδουν επίσης ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στην εκάστοτε ποικιλία. Η φυλλική επιφάνεια φαίνεται να συσχετίζεται θετικά με την υψηλή ανταγωνιστική ικανότητα της καλλιέργειας έναντι των ζιζανίων, σε συνθήκες πίεσης λόγω υψηλής εμφάνισης αυτών (Lemerle *et al.* 1996a, Karim *et al.* 1997, Seavers and Wright 1999). Ωστόσο, ποικιλίες οι οποίες δίνουν προτεραιότητα στην αύξηση του ύψους έχουν υψηλότερο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι εκείνων που κατανέμουν το μεγαλύτερο μέρος της βιομάζας τους στα φύλλα. Επίσης, σημαντικό ρόλο παίζει και η γωνία του δεύτερου και τρίτου φύλλου. Ποικιλίες κριθαριού με μικρότερη γωνία, φαίνεται να έχουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα μειώνοντας ταυτόχρονα το ξηρό βάρος του συνολικού πληθυσμού των ζιζανίων (Didon, 2002)

Το τελευταίο βήμα για τον αποτελεσματικό προσδιορισμό του ανταγωνισμού της καλλιέργειας του κριθαριού με τα ζιζάνια είναι η αξιοποίηση του κατάλληλου μαθηματικού δείκτη. Μέσω της συγκέντρωσης πολλών διαφορετικών μετρήσεων, οι δείκτες μπορούν να εκφράσουν και να ποσοτικοποιήσουν μια σύνθεση δεδομένων και ως εκ τούτου να περιγράψουν καλύτερα τον ανταγωνισμό από ότι μια απλή πρωταρχική μέτρηση, ενώ η χρήση του ίδιου δείκτη από διαφορετικούς ερευνητές μπορεί να βοηθήσει στη σύγκριση δεδομένων

από διαφορετικές ερευνητικές εργασίες. Η επιλογή του κατάλληλου δείκτη είναι πολύ σημαντική καθώς λάθος επιλογή μπορεί να δημιουργήσει σύγχυση και διεξαγωγή λάθος συμπερασμάτων. Υπάρχει μια πληθώρα δεικτών προς χρήση στη βιβλιογραφία και είναι κατάλληλοι για διαφορετική περίπτωση. (Weigelt et al., 2003) Ένας απλός και εύχρηστος δείκτης είναι ο δείκτης ανταγωνιστικής ισορροπίας (*competitive balance index, Cb*) (Wilson, 1988). Υπολογίζεται ως ο λογάριθμος της σχετικής βιομάζας της καλλιέργειας (RCB) και της σχετικής βιομάζας των ζιζανίων (RWB).

$$Cb = \ln \frac{RCB}{RWB} = \ln \left(\frac{BCW \cdot BC}{BWC \cdot BW} \right), \text{ όπου}$$

RCB: η σχετική βιομάζα της καλλιέργειας και υπολογίζεται ως το πηλικό την βιομάζας ανά τετραγωνική επιφάνεια της καλλιέργειας μαζί με τα ζιζάνια (BCW) προς τη βιομάζα της καλλιέργειας χωρίς τα ζιζάνια (BC)

RWB: η σχετική βιομάζα των ζιζανίων και υπολογίζεται ως το πηλικό την βιομάζας ανά τετραγωνική επιφάνεια των ζιζανίων μαζί με την καλλιέργεια (BWC) προς τη βιομάζα της ζιζανίων (BW).

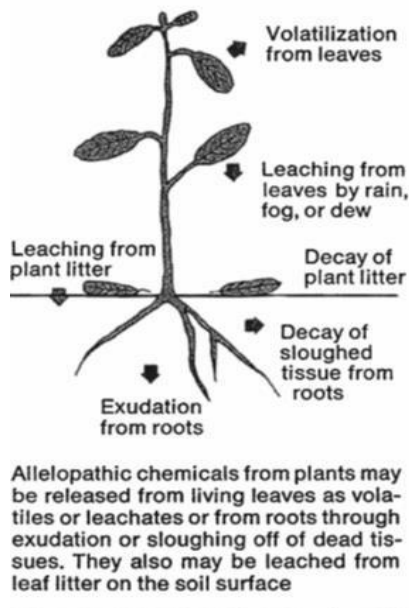
Όσο υψηλότερες είναι οι τιμές του Cb τόσο πιο υψηλή είναι η ανταγωνιστική ικανότητα της καλλιέργειας (Cavaliere et al., 2017)

1.1.5 Αλληλοπαθητική ικανότητα

Η αλληλεπίδραση μεταξύ της καλλιέργειας και των ζιζανίων περιγράφει την επίδραση του ενός είδους στην ανάπτυξη του άλλου. Ο ανταγωνισμός είναι μέρος αυτής της αλληλεπίδρασης και είναι το αποτέλεσμα της εξάντλησης ή της μη διαθεσιμότητας ενός ή περισσοτέρων φυσικών πόρων. Η αλληλοπάθεια από την άλλη μεριά, παρατηρείται όταν ένα φυτό παρεμβαίνει στην ανάπτυξη ενός άλλου φυτού, μέσω της παραγωγής χημικών ουσιών με παρεμποδιστική δράση από τους ιστούς του, οι οποίες διαχέονται στο εδαφικό περιβάλλον (Zimdahl, 2018).

Τα φυτά παράγουν μια πληθώρα μεταβολιτών, χωρίς εμφανή χρησιμότητα στην ανάπτυξή τους. Αναφέρονται ως δευτογενείς μεταβολίτες και προσδιορίζονται ως ενώσεις οι οποίες δεν παρουσιάζουν κάποια απαραίτητη φυσιολογική λειτουργία. Παρ'όλο που υπάρχουν ενδείξεις ότι οι ουσίες αυτές επηρεάζουν αρνητικά την ανάπτυξη άλλων οργανισμών, είναι δύσκολη η απομόνωση και ταυτοποίησή τους (Travlos et al., 2008) Η παραγωγή των εν λόγω ουσιών, διαφοροποιείται ανάλογα με το περιβάλλον και τις περιβαλλοντικές καταπονήσεις. Φαίνεται ότι επηρεάζεται από την ένταση, την ποιότητα και την διάρκεια του φωτός με μεγαλύτερη ποσότητα αλληλοχημικών να παράγεται στο υπεριώδες φως και σε συνθήκες μεγάλης φωτοπεριόδου (Aldrich, 1984). Οι εν λόγω ουσίες παράγονται σε διάφορα μέρη του φυτού, κυρίως όμως στο ριζικό σύστημα, στους σπόρους και στα φύλλα. (Putman, 1985).

Leaves, roots, and litter are allelochemical sources



Εικόνα 3. Πηγές παραγωγής αλληλοπαθητικών ουσιών(Πηγή: Putman et al., 1985)

Το αλληλοπαθητικό δυναμικό του κριθαριού είναι γνωστό εδώ και πολύ καιρό(Bertholdsson, 2005). Υπάρχουν πάρα πολλές ελληνικές ποικιλίες με αλληλοπαθητική ικανότητα. Ανάμεσά τους, από τις πιο αποτελεσματικές είναι η ποικιλία Αθηναίδα και αναστέλλει την ανάπτυξη πολλών ζιζανίων όπως των *E. crus-galli*, *Phalaris paradoxa* L και *Alopecurus myosuroides* Huds.(Vasilakoglou et al., 2009). Μέχρι σήμερα,έχουν ταυτοποιηθεί 44 μόλις χημικές ουσίες με πιθανή αλληλοχημική δραστηριότητα. Οι ενώσεις αυτές είναι αλκαλοειδή, φαινολικές ενώσεις, φλαβονοϊδή, κυανογενικοί γλυκοσιδίτες, πολυαμίνες καθώς και άλλες ενώσεις σε μικρότερες συγκεντρώσεις.

A. Αλκαλοειδή

Τα αλκαλοειδή hordenine και gramine έχουν ταυτοποιηθεί εδώ και πάρα πολλά χρόνια και αποτελούν τα κυριότερα αλληλοχημικά που εξηγούν την αλληλοπαθητική δράση του κριθαριού (Belz, 2007). Συντίθενται στα φύλλα καθώς και στο ριζικό σύστημα Προκαλούν φυσιολογικές μεταβολές στα κύτταρα των ευαίσθητων φυτών, όπως καταστροφή των κυτταρικών τοιχωμάτων, αυξάνει τη δημιουργία κενών ενδοκυτταρικών χώρων, καταστροφή στη δομή των μιτοχονδρίων και διαταράσσει το μεταβολισμό του κυττάρου (Liu et al., 1995). Οι συγκεντρώσεις των εν λόγω ουσιών διαφοροποιούνται μεταξύ των ποικιλιών και επηρεάζονται από περιβαλλοντικούς παράγοντες (υγρασία, θερμοκρασία, φως) (Hanson et al., 1981; Hanson et al., 1983; Hoult et al., 1993).

B. Φαινολικές ενώσεις

Οι φαινολικές ενώσεις αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό των αλληλοχημικών ενώσεων του κριθαριού, περίπου το 43%, εκ των οποίων όλες εκτός από μία είναι φαινολικά οξέα. Τα φαινολικά οξέα παράγονται σε μεγάλες ποσότητες στα φυτά και επηρεάζουν σημαντικές ενζυμικές

διεργασίες (Yu *et al.*, 2001). Έχει παρατηρηθεί, ότι τρεις φαινολικές ενώσεις (o-coumaric acid, vanillic acid και scopoletin) παράγονται από το ριζικό σύστημα σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στις « υψηλά ανταγωνιστικές» ποικιλίες και θεωρούνται δείκτες τόσο του αλληλοπαθητικού δυναμικού της ποικιλίας όσο και της γενικής ανταγωνιστικής ικανότητας. Βιοδοκιμές των φαινολικών ενώσεων του φυλλώματος έδειξαν ότι οι ενώσεις salicylic acid, vanillic acid, p-coumaric acid, ferulic acid και chlorogenic acids επέφεραν μέτρια έως υψηλή παρεμπόδιση της ανάπτυξης της μουχρίτσας (*Echinochloa crus-galli* L.). Ως εκ τούτου, οι ενώσεις αυτές θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη σύνθεση ζιζανιοκτόνων (Hura *et al.*, 2006). Πέντε οξέα (p-coumaric acid, ferulic acid, p-hydroxybenzoic acid, syringic acid, vanillic acid) έχουν ανιχνευθεί σε διάφορα συστατικά του κριθαριού που συμβάλλουν στην αυτοτοξικότητα (Oueslat *et al.*, 2009). Η ποικιλία και οι καιρικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου επηρεάζουν τη συγκέντρωση των φαινολικών οξέων στα διάφορα μέρη του φυτού(Oueslati *et al.*, 2005 ; Oueslat *et al.*, 2009). Σε βιοδοκιμές που έχουν πραγματοποιηθεί, ο συνδιασμός διαφορετικών φαινολικών οξέων έδειξε σε πολλές περιπτώσεις συνεργατική δράση (Ben-Hammouda *et al.*, 1995 ; Einhellig, 1996), παρουσιάζοντας υψηλή ολική αλληλοπαθητική ή αυτοτοξική δραστηριότητα στις ποικιλίες του κριθαριού στις οποίες συντίθονταν μεγάλος αριθμός φαινολικών οξέων(Baghestani *et al.*, 1999; Oueslat *et al.*, 2009). Τέλος, οι ενώσεις αυτές επηρεάζουν τα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των ευαίσθητων φυτών με τον εξής τρόπο: μειώνουν την επέκταση και την παραγωγή των φύλλων, το ποσοστό αφομοίωσης του άνθρακα αλλά και την αγωγιμότητα των στομάτων (Patterson, 1989), μειώνουν το υδατικό δυναμικό του φύλλου μέσω της μείωσης του οσμωτικού δυναμικού και θρεπτικό περιεχόμενο στις ρίζες και στους βλαστούς (Einhellig *et al.*, 1985).

Γ. Φλαβονοειδή

Από βιοχημικές αναλύσεις που έχουν πραγματοποιηθεί στο κριθάρι, έχει παρατηρηθεί μια πληθώρα φλαβονοειδών με βιολογική δραστηριότητα, ωστόσο, ελάχιστα είναι γνωστά για τη λειτουργία και κυρίως για την αλληλοπαθητική δραστηριότητα αυτών των ενώσεων. Καθώς μικρός αριθμός φλαβονοειδών που σχετίζονται με άλλα φυτά εμπλέκονται άμεσα σε αλληλοπαθητικές αλληλεπιδράσεις (Berhow *et al.*, 1999; Macías, 2007; Rice,1984). Τα φλαβονοειδή τα οποία ανιχνεύονται στο κριθάρι παρουσιάζονται για να υποδείξουν την πιθανή συνεισφορά τους στη γενική αλληλοπαθητική δράση του κριθαριού. Στο κριθάρι, οι ενώσεις lutoarin, saponarin και isonitexin συντίθενται στους ιστούς της επιδερμίδας και του μεσοφύλλου και συσσωρεύονται σε περιπτώσεις έκθεσης του φυτού σε συνθήκες έκθεσης σε υψηλά επίπεδα υπεριώδους ακτινοβολίας, προστατεύοντας κατά αυτό τον τρόπο το φυτό από βλάβες υπεροξειδωσής (Liu *et al.*, 1996; Osawa *et al.*, 1992). Οι μηχανισμοί του αλληλοπαθητικού δυναμικού μέσω των φλαβονοειδών περιλαμβάνουν αναστολή του φυτρώματος και της κυτταρική ανάπτυξης, διάσπαση του σχηματισμού της τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP) και τέλος αλληλεπιδρούν με τους ρυθμιστές ανάπτυξης του φυτού (πχ. αυξίνη) (Berhow *et al.* 1999).

Δ. Κυανογενικοί γλυκοσιδίτες

Η κύρια μορφή κυανογενικών γλυκοσιδίων που απαντώνται στο κριθάρι είναι η κυανογλυκόζη η οποία προέρχεται από τα αμινοξέα λευκίνη και γλυκόζη (Oweis *et al.*, 2008). Το υδροκυάνιο (HCN), απελευθερώνεται από τις κυανογλυκόζες και έχουν τοξική δράση έναντι άλλων φυτών και παθογόνων. Ως εκ τούτου, η παρουσία αυτών των ενώσεων στο κριθάρι

υποδεικνύει ένα πιθανό αλληλοπαθητικό και φυτοπαθολογικό αμυντικό σύστημα. Το υδροκυάνιο είναι ένας πιθανός αναστολέας της φωτοσυνθετικής αλυσίδας μεταφοράς ηλεκτρονίων και των μονοπατιών της αναπνοής και συντίθενται στα φύλλα σε πολύ μικρές ποσότητες (Weston, 2003).

E. Πολυαμίνες

Η συγκέντρωση των πολυαμινών στα φυτά αυξάνεται ως απόκριση σε ποικίλους στρεσογόνους παράγοντες, όπως είναι η ξηρασία, η αλατότητα και παθογόνων προσβολές. Η συγκέντρωση τους τείνει να αυξάνεται στους ιστούς του φύλλου γύρω από τη μυκοτολική προσβολή προκειμένου να απομονώσουν το παθογόνο και να αναστείλουν την εξάπλωση της αρρώστιας. Η επίδραση των πολυαμινών στα ζιζάνια και στα έντομα δεν έχει μελετηθεί ακόμα (Walters, 2003).

ΣΤ. Άλλες ενώσεις

Ο μεγάλος αριθμός και η ποικιλομορφία των χημικών ενώσεων που παράγονται από τα φυτά στη φύση, φανερώνει ότι υπάρχουν ακόμα πολλά καινούργια αλληλοχημικά του κριθαριού να ανακαλυφθούν (Weston, 2005). Πολλοί μεταβολίτες του κριθαριού έχουν περιγραφεί από αναλύσεις για χαρακτηριστικά που δεν σχετίζονται με την αλληλοπάθεια (πχ. βύνη) ωστόσο, θα μπορούσαν να έχουν αλληλοχημική δράση. Για παράδειγμα, πολυφαινόλες οι οποίες έχουν ανιχνευθεί στους σπόρους του κριθαριού μέσω συνηθισμένων αναλύσεων, θα μπορούσαν να συνεισφέρουν στο αλληλοπαθητικό τους δυναμικό (Bendelow, 1978).

1.1.6 Αυτοτοξικότητα

Η αυτοτοξικότητα προσδιορίζεται ως η περιορισμένη ανάπτυξη μιας καλλιέργειας η οποία καλλιεργείται σε έδαφος στο οποίο καλλιεργείται συνεχώς η ίδια καλλιέργεια (Read, 1989). Αυτό μπορεί να παρατηρηθεί μέσω της μείωσης της βλαστικότητας των σπόρων ή της ανάπτυξης των φυταρίων μέσω των υδατικών εκχυλισμάτων των υπολειμμάτων της ίδιας της καλλιέργειας, υποδηλώνοντας μια εξειδικευμένη μορφή αλληλοπάθειας (Read *et al.*, 1989). Ορισμένες χειμερινές ποικιλίες κριθαριού φαίνεται να παρουσίασαν μια αυτοτοξικότητα, αναστέλλοντας την ανάπτυξη του κολεόπτυλου και του ριζικού συστήματος (Ben-Hammouda *et al.*, 2002). Τα συστατικά των φυτών τα οποία αναπτύσσονται σε αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες, ειδικότερα σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης, αυξάνουν την επίδραση των αλληλοπαθητικών ουσιών τους εντείνοντας την αυτοτοξικότητα. Οι ενώσεις οι οποίες είναι κατά κύριο λόγο φαινολικά οξέα, η συγκέντρωση των οποίων ποικίλει χρονικά και εξαρτάται από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Το κριθάρι επομένως εγκυμονεί υψηλό κίνδυνο σε συνθήκες επαναλαμβανόμενης καλλιέργειας αυτού (Oueslati, 2009)

1.1.7 Χρήσεις

Το μεγαλύτερο μέρος της παγκόσμιας παραγωγής κριθαριού, ποσοστό που ανέρχεται περίπου στο 85%, χρησιμοποιείται κυρίως στην κτηνοτροφία καθώς έχει υψηλό ποσοστό σε πρωτεΐνη, τέφρα και ινώδεις ουσίες. Για το σκοπό αυτό, στην Ελλάδα και στην Ευρώπη χρησιμοποιούνται οι εξάστιχες ποικιλίες. Οι δίστιχες ποικιλίες χρησιμοποιούνται κυρίως στη ζυθοποιία, μπορούν ωστόσο να χρησιμοποιηθούν για ζωοτροφή (Παπακάωστα-Τασοπούλου, 2008). Χρησιμοποιείται όμως και ως τροφή σε περιοχές όπου άλλα δημητριακά, και κυρίως το σιτάρι, δεν ευδοκιμούν. Χρησιμοποιείται επίσης ως αλεύρι, εφόσον προηγηθεί αποπιτύρωση (Kremer *et al.*, 2009).

1.2 Το ζιζάνιο *Lolium rigidum* L.

1.2.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Το *Lolium rigidum* (κν. Λεπτή ήρα) είναι ετήσιο χειμερινό ζιζάνιο της οικογένειας Poaceae και απαντάται με μεγάλη συχνότητα στις καλλιέργειες σιτηρών και με μικρότερη συχνότητα στις λοιπές χειμερινές, πρώιμες ανοιξιζιάτικες και πολυετείς καλλιέργειες. Φυτρώνει το φθινόπωρο και νωρίς την άνοιξη (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης, 2009).

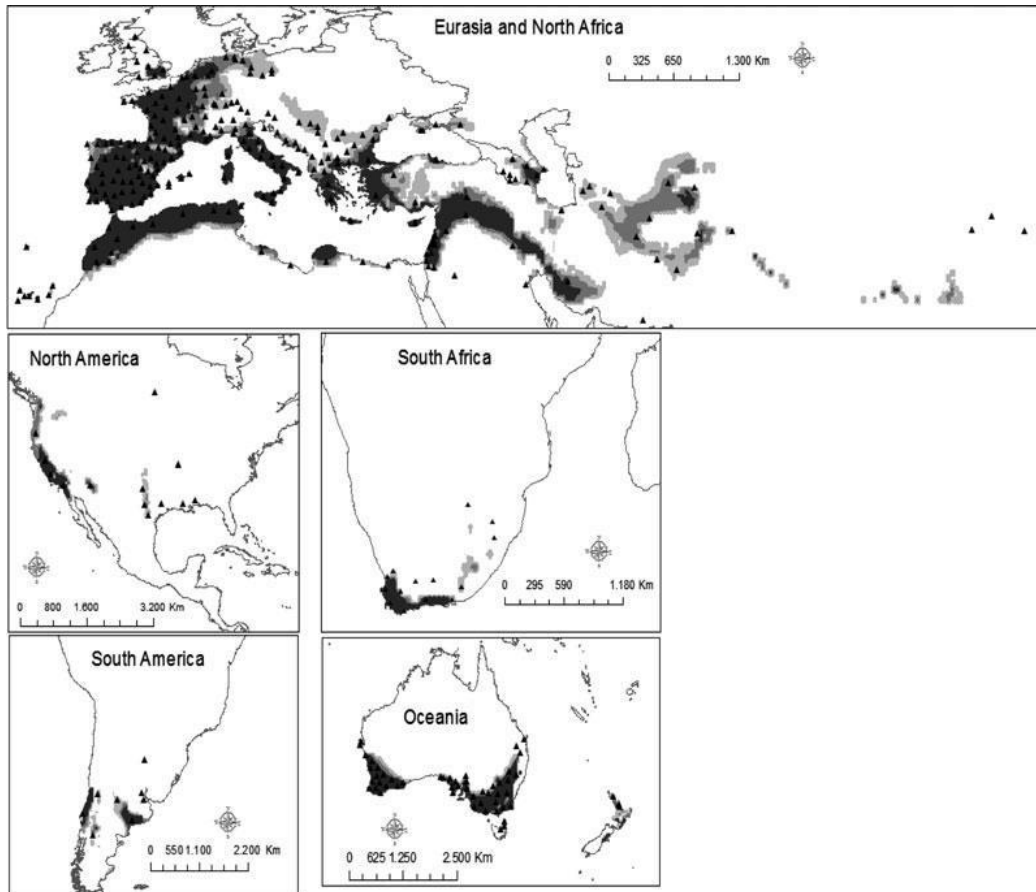
Το φυτό είναι συνήθως όρθιας ανάπτυξης, αλλά συναντώνται και έρποντες βιότυποι. Το έλασμα των φύλλων στην κάτω επιφάνεια είναι τραχύ, αυλακωτό και γυαλιστερό, ενώ στην άνω επιφάνειά του είναι γυαλιστερό, επίπεδο και λείο. Το φυτό οπτικά δίνει την αίσθηση ότι γυαλίζει. Τα ωτίδια είναι μεγάλα, στενά και περιβάλλουν τον κολεό. Το κεντρικό στέλεχος είναι κυλινδρικό, τραχύ, με πολλά δευτερεύοντα στελέχη ενώ εμφανίζει πορφυρό χρωματισμό στη βάση του. Η ταξιανθία είναι στάχυς, με πολυανθή, επιμήκη σταχύδια τοποθετημένα αραιά στη ράχη του στάχewος (Ελευθεροχωρινός, 2008).



Εικόνα 4 Φύλλα και βλαστοί του *Lolium rigidum*
(Πηγή://keyserver.lucidcentral.org/weeds/data/media/Html/lolium_rigidum.htm)
:

Εικόνα 5. Ταξιανθία *Lolium rigidum*
(Πηγή://keyserver.lucidcentral.org/weeds/data/media/Html/lolium_rigidum.htm)

1.2.2 Εξάπλωση του *Lolium rigidum* L.



Εικόνα 6. Γεωγραφική εξάπλωση του *L. rigidum* σύμφωνα με το μοντέλο EI using CLIMEX. (Πηγή Castellanos-frías *et al.*, 2015)

Το *Lolium rigidum* L., είναι ένα από τα πιο εξαπλωμένα και επιβλαβή αγροστώδη ζιζάνια στις χειμερινές καλλιέργειες σιτηρών στα Μεσογειακά περιβάλλοντα (Morghan, 1980; Recasens *et al.*, 1997; Steadman *et al.*, 2004). Η προέλευσή του τοποθετείται στη Μέση Ανατολή (Recasens *et al.*, 1997) και από εκεί έχει εξαπλωθεί σε όλη τη Μεσόγειο. Αργότερα εισήχθη ή εξαπλώθηκε στη Βόρεια και Νότια Αμερική, στη Νότια Αφρική και στην Αυστραλία. Η βιολογία του *L. rigidum* σε αυτά τα συστήματα καλλιέργειας χαρακτηρίζεται από υψηλούς ρυθμούς φυτρώματος από την τράπεζα σπόρων του εδάφους και υψηλή γονιμότητα των ενήλικων φυτών, με χαμηλή θνησιμότητα των νεαρών φυταρίων και των ενήλικων φυτών (Recasens *et al.*, 1997; Taberner, 2001), γεγονός το οποίο ευνοεί υψηλές πληθυσμιακές πυκνότητες κυρίως εν απουσία μέτρων ελέγχου. Οι συνέπειες της έντονης προσβολής της λεπτής ήρας στις καλλιέργειες των χειμερινών σιτηρών μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την οικονομικότητα της καλλιέργειας. Συγκεκριμένα έχει παρατηρηθεί μέχρι και 83% απώλεια της απόδοσης σε καλλιέργεια κριθαριού όταν η πυκνότητα της λεπτής ήρας έφτανε τα 1240 φυτά/ m² στην κεντρική Ισπανία (Izquierdo *et al.*, 2003). Στην Αυστραλία, πυκνότητα 300 φυτά/ m² είχε ως αποτέλεσμα μείωση των αποδόσεων κατά 42 και 55% σε καλλιέργεια σιταριού και κριθαριού αντίστοιχα (Lemerle *et al.*, 1995).

Η φυτρωτική ικανότητα του *L.rigidum* εξαρτάται σημαντικά από τη θερμοκρασία και τις βροχοπτώσεις (Izquierdo *et al.* 2013). Ως εκ τούτου, είναι πολύ πιθανό, η γεωγραφική εξάπλωση του *L. rigidum* να αλλάξει σημαντικά στο μέλλον λόγω της κλιματικής αλλαγής. Οι Castellanos-frías *et al* (2015) προβλέπουν ότι η εξάπλωση του *L. rigidum* θα ενταθεί στην Ευρώπη και στη Βόρεια Αμερική. Παρόμοια αύξηση αναμένεται να παρατηρηθεί και στη Νότια Αμερική και στην Ασία, ενώ αντίθετα στην Κίνα και στην Ινδία αναμένεται να μειωθούν οι περιοχές εξάπλωσης της λεπτής ήρας. Μείωση της τάξης του 66-68% αναμένεται και στην Αφρική και στην Ωκεανία.

1.2.3 Χημική καταπολέμηση του *Lolium rigidum* L.

Η λεπτή ήρα είναι ένα από τα σημαντικότερα ζιζάνια στην Ελλάδα. Συναντάται σε καλλιέργειες σιτηρών, τριφυλλιού, σε αμπελώνες, αλλά και σε μη καλλιεργήσιμες εκτάσεις (Tranel and Trucco, 2009). Στη γεωργική πράξη, τα προηγούμενα χρόνια, χρησιμοποιούνταν κυρίως ζιζανιοκτόνα αναστολείς βιοσύνθεσης αμινοξέων (ALS ή AHAS), αναστολείς βιοσύνθεσης λιπαρών οξέων (ACCase) και ενώσεις του glyphosate με τη μορφή αλάτων. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, σε όλες τις Μεσογειακές χώρες παρατηρείται ολοένα και χαμηλότερη αποτελεσματικότητα των προαναφερθέντων ζιζανιοκτόνων (Wash *et al.*, 2011; Gonzáles-Torralva *et al.*, 2012), γεγονός το οποίο οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το *Lolium rigidum* έχει αρχίσει να εμφανίζει ανθεκτικότητα σε αυτά. Το κυριότερο πρόβλημα ωστόσο, αποτελεί η εμφάνιση ανθεκτικότητας στο glyphosate το οποίο επιλέγονταν σε μεγαλύτερο ποσοστό στη γεωργική πρακτική (Travlos *et al.*, 2016). Η ικανότητα του *Lolium rigidum* να εμφανίζει ανθεκτικότητα σε τόσα ζιζανιοκτόνα με διαφορετικό τρόπο δράσης οφείλεται: στη διάδοσή του σε μεγάλο εύρος καλλιεργειών, στην παραγωγή μεγάλου αριθμού γόνιμων σπόρων, στον σταυρογονιμοποιούμενο τρόπο αναπαραγωγής του και τέλος στη γενετυπική και φαινοτυπική παραλλακτικότητά του (Nandula *et al.*, 2005). Ως εκ τούτου, κρίνεται απαραίτητο, η εύρεση εναλλακτικών, μη χημικών τρόπων διαχείρισης του εν λόγω ζιζανίου.

1.3 Νέες τάσεις στη διαχείριση ζιζανίων

1.3.1 Ολοκληρωμένη Διαχείριση Ζιζανίων

Η Ολοκληρωμένη Διαχείριση των ζιζανίων (Integrated Weed Management) είναι μια τεχνική η οποία περιλαμβάνει πολλαπλές, διαφορετικές προσεγγίσεις διαχείρισης ζιζανίων, οι οποίες όμως συνδυάζονται με τέτοιο τρόπο προκειμένου να αποφευχθούν οι απώλειες στην απόδοση και οι αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η χρήση αποκλειστικά και μόνο ενός από τους παραδοσιακούς τρόπους διαχείρισης των ζιζανίων εντείνει τις αρνητικές επιπτώσεις στην καλλιέργεια και στο ίδιο το περιβάλλον. Ως εκ τούτου, η καλύτερη προσέγγιση στη διαχείριση των ζιζανίων είναι η Ολοκληρωμένη Διαχείριση, με έμφαση στον περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων στους οργανισμούς μη στόχους και στη διατήρηση των αποδόσεων. Επομένως, κρίνεται απαραίτητος ο συνδυασμός των ήδη χρησιμοποιούμενων παραδοσιακών μεθόδων με καλλιεργητικές και βιολογικές μεθόδους (Culliney, 2005)

Η επιτυχία όμως της επίτευξης των παραπάνω στόχων δεν είναι εύκολη καθώς απαιτούνται εξειδικευμένες γνώσεις αλλά κυρίως λόγω του γεγονότος ότι εξαρτάται από πολλές και διαφορετικές αλληλεπιδράσεις παραγόντων, οι σημαντικότεροι εκ των οποίων είναι: το ιστορικό του αγρού, τα ζιζάνια που παρατηρούνται, η ίδια η καλλιέργεια, το

χρησιμοποιούμενο ζιζανιοκτόνο καθώς και ο τρόπος εφαρμογής αυτού, οι καλλιεργητικές φροντίδες καθώς οι εδαφικές και κλιματολογικές συνθήκες. Η πιθανότητα αποτελεσματικής αντιμετώπισης των ζιζανίων μέσω της εφαρμογής του εν λόγω συστήματος είναι μεγάλη καθώς η εφαρμογή αυτού του συστήματος προϋποθέτει καθοδήγηση από ειδικούς με εξειδικευμένες γνώσεις, αλλά και διότι η επιλογή των μεθόδων διαχείρισης των ζιζανίων γίνεται βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων. Πιο συγκεκριμένα, η επιλογή του κατάλληλου ζιζανιοκτόνου γίνεται με βάση: 1) την αποτελεσματικότητά του, 2) την ανθεκτικότητα των ζιζανίων σε αυτό, 3) την εκλεκτικότητά του, 4) την υπολειμματικότητά του στο φυτό, 5) το συντελεστή προσρόφησης στο έδαφος, 6) το βαθμό έκπλυσης, 7) την υπολειμματικότητά του στο έδαφος, και 8) την τοξικότητά του στους άλλους οργανισμούς (Ελευθεροχωρινός, 2008).

1.3.2 Καλλιεργητικά μέτρα διαχείρισης του *Lolium rigidum* L.

Υπάρχει πληθώρα καλλιεργητικών μέτρων τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην καλλιεργητική πρακτική για τη μείωση του ζιζανιοπληθυσμού μιας περιοχής. Στις μεθόδους αυτές περιλαμβάνονται η όσιμη σπορά καθώς και η αύξηση της πυκνότητας σποράς (Lutman *et al.*, 2013). Μια πολύ δελεαστική και οικονομικά βιώσιμη λύση είναι η αξιοποίηση της ανταγωνιστικής ικανότητας των καλλιεργούμενων φυτών. Ο ανταγωνισμός εντοπίζεται ως προς την αξιοποίηση του νερού, των θρεπτικών στοιχείων (Bertholdsson, 2011), της ηλιακής ακτινοβολίας (Wortthington *et al.*, 2015) καθώς και μέσω της παραγωγής χημικών ουσιών με παρεμποδιστική δράση από το ριζικό τους σύστημα (Vandeleur *et al.*, 2004).

Η ανταγωνιστική ικανότητα μπορεί να επιτευχθεί μέσω της αξιοποίησης ποικιλιών με ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, υψηλότερες πυκνότητες και μικρότερες αποστάσεις σποράς καθώς και διαφορετικός προσανατολισμός των γραμμών (Walker *et al.*, 2002; Pathan *et al.*, 2006; Hashem *et al.*, 2010; Borger *et al.*, 2015). Τα χαρακτηριστικά τα οποία προσδίδουν το ανταγωνιστικό αυτό πλεονέκτημα στα καλλιεργούμενα φυτά είναι το ύψος του φυτού, η υψηλή βιομάζα, η αυξημένη φυλλική επιφάνεια η οποία οδηγεί στο κλείσιμο της φυτείας και στη δημιουργία συνθηκών σκίασης, η υψηλή απορρόφηση θρεπτικών συστατικών, η ταχεία αύξηση του ριζικού συστήματος καθώς και η παραγωγή και απελευθέρωση αλληλοπαθητικών ουσιών (Cudney *et al.*, 1991). Το κριθάρι (*Hordeum vulgare* L.) είναι μια ισχυρά ανταγωνιστική καλλιέργεια και υπάρχουν ποικιλίες που χρησιμοποιούνται αποτελεσματικά για τον έλεγχο του *Lolium rigidum* και παρουσιάζουν υψηλότερη απόδοση συγκριτικά με τις μη ανταγωνιστικές ποικιλίες (Felton *et al.*, 2004).

1.3.3 Ποικιλίες με ανταγωνιστικό πλεονέκτημα

Οι ανταγωνιστικές ποικιλίες έχουν υψηλότερες δυνατότητες πρόσληψης θρεπτικών συστατικών, νερού, φωτός και χώρου. Υπάρχουν ωστόσο ισχυρές ενδείξεις ότι η ανταγωνιστική ικανότητα εξαρτάται από την εποχή ανάπτυξης της καλλιέργειας και επηρεάζεται σημαντικά από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Σε ίδιες περιβαλλοντικές συνθήκες η απόδοση ευαίσθητων και ανθεκτικών ποικιλιών μπορεί να μην διαφέρει σημαντικά (Lemerie *et al.*, 1995). Ιδιαίτερα, στις περισσότερες περιπτώσεις το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα αποδίδεται στην αλληλεπίδραση γενοτύπου και περιβάλλοντος, παρά στην υπεροχή του ίδιου του γενοτύπου. Παρ' όλο που γενοτύποι με τελειώς διαφορετική ανάπτυξη,

διαφοροποιούνται σημαντικά μεταξύ τους εν τούτοις οι περιβαλλοντικοί παράγοντες διαμορφώνουν την ανταγωνιστική τους συμπεριφορά (Lemerle *et al.*, 2001a).

Ως εκ τούτου, προκειμένου να μπορούν να εξαχθούν σαφή συμπεράσματα για την ανταγωνιστική συμπεριφορά των διαφορετικών ποικιλιών κρίνεται απαραίτητο η αξιολόγηση διαφορετικών γονοτυπικών και φαινοτυπικών συνδυασμών. Ωστόσο, η ολοένα αυξανόμενη μείωση των διαθέσιμων ποικιλιών μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα, χαρακτηριστικά τα οποία θεωρείται ότι συμβάλλουν στην ανταγωνιστική ικανότητα να οφείλεται στην πραγματικότητα σε τυχαία γεγονότα (Watson *et al.*, 2006). Ορισμένες έρευνες υποδεικνύουν ότι ημινάνες ποικιλίες με λεπτά περιβλήματα ήταν σε γενικότερα πλαίσια, όχι όμως σε όλες τις περιπτώσεις, λιγότερο ανταγωνιστικές σε σχέση με εκείνες που είχαν πλήρες ύψος και κανονικά περιβλήματα (O'Donovan *et al.*, 2000). Ωστόσο, τέτοια συμπεράσματα δεν είναι αντιπροσωπευτικά και είναι απαραίτητη η αξιολόγηση μεγαλύτερου εύρους χαρακτηριστικών που προσδίδουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα τόσο μέσα στον ίδιο γενότυπο αλλά και μεταξύ διαφορετικών γενοτύπων- φαινοτύπων (Watson *et al.*, 2006).

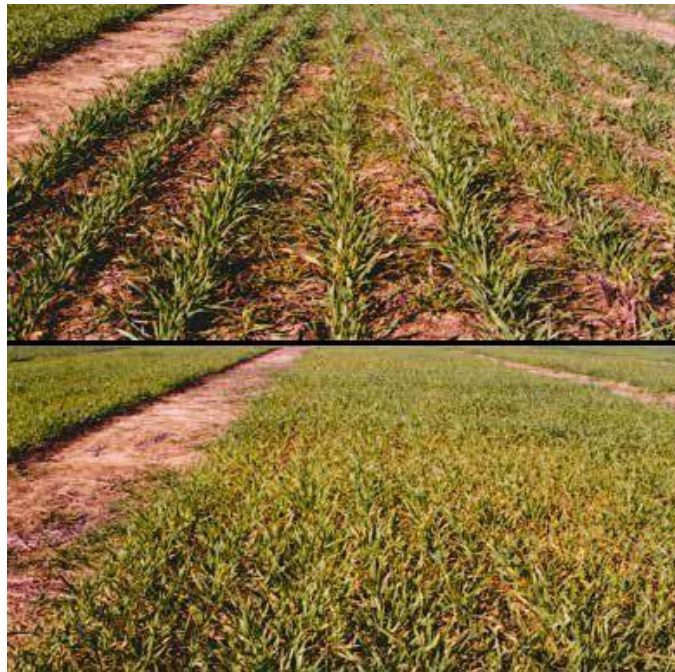
Έχουν γίνει πολλές προσπάθειες ώστε να διερευνηθούν τα χαρακτηριστικά εκείνα τα οποία προσδίδουν στην εκάστοτε ποικιλία ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Αρχικά, οι έρευνες εστίαζαν κυρίως στο ύψος του φυτού όπου πράγματι είχαν παρατηρηθεί σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ημινάνες και τις παραδοσιακές υψηλές ποικιλίες με τις τελευταίες να έχουν σημαντικό πλεονέκτημα (Vandeleur *et al.*, 2004). Ωστόσο, παρ' όλο που το πλεονέκτημα των υψηλών ποικιλιών όσον αφορά τη σκίαση των εμφανιζόμενων ζιζανίων είναι κοινώς αποδεκτό, οι Wicks *et al.*, (2004) διαπίστωσαν ότι ποικιλίες με χαμηλότερο ύψος παρουσίασαν υψηλότερη ανταγωνιστική ικανότητα από εκείνες με μεγαλύτερο ύψος. Ως εκ τούτου, το ύψος από μόνο του δεν μπορεί να αποτελέσει το μοναδικό χαρακτηριστικό το οποίο προσδίδει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στην εκάστοτε ποικιλία. Η πρωιμότητα, αποτελεί επίσης ένα σημαντικό χαρακτηριστικό το οποίο προσδίδει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στις καλλιεργούμενες ποικιλίες έναντι των ζιζανίων. Ποικιλίες οι οποίες ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο και αποκτούν το τελικό τους ύψος ταχύτερα από τα ζιζάνια κατορθώνουν να παράγουν προϊόν υψηλής ποιότητας χωρίς να μειωθεί σημαντικά η απόδοση. Παράλληλα, ο ανταγωνισμός των φυτών τόσο μέσα στην καλλιέργεια όσο και μεταξύ της καλλιέργειας και του ζιζανίου επηρεάζεται σημαντικά από το βαθμό του αδελφώματος. Ποικιλίες με υψηλό βαθμό αδελφώματος είναι περισσότερο ανταγωνιστικές έναντι εκείνων με χαμηλότερο (Andrew *et al.*, 2015).

Οι περισσότεροι ερευνητές τείνουν να μελετούν κυρίως τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά προκειμένου να αξιολογούν την ανταγωνιστική ικανότητα της εκάστοτε ποικιλίας. Η αρχιτεκτονική όμως της ίδιας της φυτείας θα μπορούσε εξίσου να περιγράψει τη παραλλακτικότητα των ποικιλιών ως προς την ανταγωνιστικότητά τους (Davies *et al.*, 2004; Hoad *et al.*, 2006). Οι Coleman *et al.* (2001), προσπάθησαν να ποσοτικοποιήσουν διαφορετικά χαρακτηριστικά της αρχιτεκτονικής της φυτείας και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το ύψος της φυτείας, το πλάτος και το μήκος του δεύτερου φύλλου, ο αριθμός των δευτερευόντων στελεχών δρουν ανασταλτικά στην ανάπτυξη των ζιζανίων. Η σημαντικότητα όμως του κάθε παράγοντα δεν έχει αποσαφηνιστεί πλήρως καθώς τα αποτελέσματα των ερευνών

διαφοροποιούνται από χρονιά σε χρονιά. Οι Seavers *et al.*(1997) προσπάθησαν να αξιολογήσουν την επίδραση του μέγεθος του φύλλου, σε συνδυασμό με το ύψος της φυτείας διαφορετικών ποικιλιών κριθαριού με το *G. aparine*. Παρατήρησαν ότι οι ποικιλίες με πιο όρθια ανάπτυξη και πιο ανορθωμένη διάταξη παρουσίασαν χαμηλότερη ανταγωνιστική ικανότητα σε σχέση με τις ποικιλίες με πιο μεγάλα και λιγότερο τραχιά φύλλα.

1.3.4 Πυκνότητα σποράς

Η αύξηση του σπόρου σποράς καθώς και της πυκνότητας της φυτείας είναι ένα αποδεδειγμένο καλλιεργητικό μέτρο διαχείρισης των ζιζανίων (Lemerle *et al.*, 2001b). Στις περισσότερες περιπτώσεις απώτερος σκοπός μέσω της αύξησης της πυκνότητας σποράς, είναι η αύξηση του τελικού πληθυσμού του καλλιεργούμενου φυτού ώστε να περιορίσει τον διαθέσιμο ελεύθερο χώρο και τους φυσικούς πόρους. Καλλιεργητικές πρακτικές όπως η συγκεκριμένη είναι αποτελεσματικές με είδη ζιζανίων τα οποία παρουσιάζουν φαινοτυπικές ομοιότητες με τα καλλιεργούμενα είδη (Lemerle *et al.*, 2001b). Για παράδειγμα, το *Lolium rigidum* ομοιάζει τόσο μορφολογικά όσο και αναπτυξιακά με το σιτάρι και το κριθάρι. Ειδικότερα στην καλλιέργεια του κριθαριού, η αύξηση της πυκνότητας φαίνεται να οδηγεί σε μείωση της βιομάζας και του αριθμού των δευτερευόντων στελεχών της λεπτής ήρας (Bajwa *et al.*, 2016)



Εικόνα 7. Ανταγωνισμός της καλλιέργειας σε συνθήκες χαμηλής (επάνω) και υψηλής (κάτω) πυκνότητας σποράς (Πηγή: D. Minkey)

Η εν λόγω πρακτική, είναι πιο αποτελεσματική σε συστήματα χαμηλών εισροών ή ακόμα και σε συστήματα βιολογικής γεωργίας (Lemerle *et al.*, 2004). Οι καλλιεργητές φαίνεται ότι μειώνουν την ευρωστία των ζιζανίων αυξάνοντας την πυκνότητα σποράς μέχρι και τρεις φορές πάνω από την κανονική (Blackshaw *et al.*, 2008). Παράλληλα, η αξιοποίηση της αύξησης της πυκνότητας σποράς μπορεί να εφαρμοστεί αποτελεσματικά στη μείωση της δόσης των ζιζανιοκτόνων. Σύμφωνα με κάποιες μελέτες, αυξάνεται η απόδοση της καλλιέργειας σε καρπό, μειώνεται η παραγωγή σπόρων των ζιζανίων ενώ η δόση του χρησιμοποιούμενου ζιζανιοκτόνου μπορεί να μειωθεί έως και 50% της συνιστάμενης δόσης (Walker *et al.*, 2002).

Πολλά υποσχόμενη είναι η μέθοδος αυτή και για τους σποροπαραγωγούς, ιδιαίτερα στις περιοχές όπου κυριαρχούν ζιζάνια με ανθεκτικότητα στα χρησιμοποιούμενα ζιζανιοκτόνα. Έχει χρησιμοποιηθεί ιδιαίτερα για τη διαχείριση της λεπτής ήρας σε καλλιέργεια σιταριού σε διάφορες καλλιεργούμενες περιοχές της Αυστραλίας. Το 2004, 61% των καλλιεργητών χρησιμοποιούσαν την πυκνότητα σποράς σε σύγκριση με το 1996 όπου μόλις το 24% χρησιμοποιούσαν την εν λόγω τεχνική για τη διαχείριση των ζιζανίων (Llewellyn *et al.*, 2004).

Η αύξηση ωστόσο της πυκνότητας σποράς φαίνεται να μην έχει και τόσες θετικές επιδράσεις στη μορφολογία και στην ανάπτυξη της καλλιέργειας. Στην καλλιέργεια του κριθαριού, αύξηση της πυκνότητας σποράς οδηγεί σε μείωση αλλά και σε πλήρη εκμηδενισμό της ανάπτυξης των δευτερευόντων στελεχών (Munir, 2002; Turk *et al.*, 2003; Soleymani *et al.*, 2011). Σε πολύ υψηλές πυκνότητες, παρατηρείται ο μικρότερος αριθμός δευτερευόντων στελεχών και σε κάποιες περιπτώσεις τα φυτά δεν καταφέρνουν να επιβιώσουν. Προκειμένου τα φυτά να μπορέσουν να ανταποκριθούν στις υψηλές πυκνότητες διαφοροποιούν ορισμένα χαρακτηριστικά τους όπως είναι η βιομάζα και η μορφολογία. Παρατηρείται αύξηση του ύψους των φυτών προκειμένου να μπορέσουν να διαχειριστούν την επικάλυψη και τις συνθήκες σκίασης που δημιουργούνται (Soleymani *et al.*, 2011). Ωστόσο, παρόλο που η βιομάζα των ατομικών φυτών μπορεί να μειώνεται, η συνολική βιομάζα της καλλιέργειας και η απόδοση σε καρπό αυξάνονται (Munir, 2002; Turk *et al.*, 2003; Farnia *et al.*, 2014), ενώ λόγω διαφορετική κατανομή της βιομάζας στα διάφορα μέρη του φυτού, σε πολύ υψηλές πυκνότητες, ο δείκτης συγκομιδής φαίνεται να μειώνεται (Weiner and Freckleton, 2010).

1.3.5 Αποστάσεις γραμμών φύτευσης

Η διαφοροποίηση των αποστάσεων των γραμμών σποράς φαίνεται ότι είναι ιδιαίτερα ωφέλιμη τη βελτίωση της απόδοσης της καλλιέργειας και της διαχείρισης των ζιζανίων (Lemerle *et al.*, 2001b). Κατά κύριο λόγο, έχει εφαρμοστεί στην καλλιέργεια σιταριού και έχει παρουσιάσει αξιοθαύμαστα αποτελέσματα, ωστόσο η αύξηση των αποστάσεων των γραμμών φαίνεται να μειώνει την ανταγωνιστική ικανότητα της καλλιέργειας. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι η αύξηση των αποστάσεων εντός των γραμμών δίνει τη δυνατότητα στα ζιζάνια να ολοκληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο με χαμηλότερες συνθήκες σκίασης και ανταγωνισμό από την καλλιέργεια. Για παράδειγμα, διαφοροποίηση των αποστάσεων των γραμμών σποράς στην καλλιέργεια σιταριού, από 18 μέχρι 36 cm χωρίς όμως να διαφοροποιείται η ποσότητα του σπόρου σποράς (50 kg/ha) μείωσε την ανταγωνιστική ικανότητα της καλλιέργειας έναντι του *Lolium rigidum* (Peltzer *et al.*, 2009). Ωστόσο, αύξηση των αποστάσεων σποράς σε συνδυασμό με αύξηση της ποσότητας σποράς ενδεχομένως

μπορεί να συμβάλλει στη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων των μεγάλων αποστάσεων σποράς (Lemerle *et al.*, 2001b).

Αποτελεσματική έχει αποδειχθεί η ελάττωση των αποστάσεων σποράς στη διαχείριση των ζιζανίων σε πολλές καλλιέργειες. Σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σε διάφορες καλλιέργειες παρατηρήθηκε ότι μείωση των αποστάσεων δεν μείωσε τις αποδόσεις της καλλιέργειας. Παράλληλα, σε μεγάλες αποστάσεις αυξήθηκε η σποροπαραγωγή τόσο της καλλιέργειας όσο και των ζιζανίων, ωστόσο η απόδοση μειώθηκε λόγω του άμεσου ανταγωνισμού με τα ζιζάνια. Επίσης, μείωση των αποστάσεων μείωσε σημαντικά τη βιομάζα και την σποροπαραγωγή των ζιζανίων (Osten *et al.*, 2006).

1.3.6 Προσανατολισμός των γραμμών



Εικόνα 8. Προσανατολισμός των γραμμών σποράς σε καλλιέργεια κριθαριού. Από ανατολικά προς δυτικά (αριστερά) και βόρεια προς νότια (δεξιά). (Πηγή: <https://weedsmart.org.au/sow-east-west/>)

Ο προσανατολισμός των γραμμών της καλλιέργειας είναι ένας σημαντικός παράγοντας ο οποίος επηρεάζει την ανάπτυξη της καλλιέργειας και την ανταγωνιστικότητά της με τα ζιζάνια. Η απόκριση τόσο της καλλιέργειας όσο και των ζιζανίων στον προσανατολισμό αλλά και στη διείσδυση του φωτός είναι σημαντικές παράμετροι στη διαχείριση των ζιζανίων μέσω της διαφοροποίησης του προσανατολισμού των γραμμών (Holt, 1991, 1995). Ένας ανατολικός-δυτικός προσανατολισμός δημιουργεί συνθήκες σκίασης στα ζιζάνια τα οποία αναπτύσσονται μέσα και μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας, καταστέλλοντας την ανάπτυξη και την εξέλιξη των ζιζανίων (Holt, 1995). Πειράματα που έχουν πραγματοποιηθεί σε καλλιέργειες κριθαριού έδειξαν ότι αλλαγή του προσανατολισμού των γραμμών σε ανατολικά-δυτικά οδήγησε σε αύξηση της απόδοσης σε καρπό έως και 43% αλλά και σε μείωση της βιομάζας των ζιζανίων έως και 87% (Pathan *et al.*, 2006).

Αλλαγή του προσανατολισμού των γραμμών από βόρεια-νότια σε ανατολικά-δυτικά σε καλλιέργεια σιταριού και κριθαριού οδήγησαν σε μείωση της ανάπτυξης και του αναπαραγωγικού δυναμικού της λεπτής ήρας (Borger *et al.*, 2014, 2015). Περίπου 47%

λιγότερο φως ήτανε διαθέσιμο στα φυτά της λεπτής ήρας που αναπτύσσονταν μεταξύ γραμμών με προσανατολισμό ανατολικά προς δυτικά σε σύγκριση με εκείνα στις γραμμές με βόρειο-νότιο προσανατολισμό. Η μείωση του διαθέσιμου φωτός είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της σποροπαραγωγής της λεπτής ήρας κατά 48% (Borger *et al.*, 2015). Ταυτόχρονη αύξηση της ποσότητας του σπόρου σποράς και αλλαγή του προσανατολισμού με προσανατολισμό ανατολικά προς δυτικά μείωσαν ακόμη περισσότερο την ανάπτυξη και το αναπαραγωγικό δυναμικό της λεπτής ήρας. Ως εκ τούτου, η διαφοροποίηση του προσανατολισμού των γραμμών σε ανατολικά- δυτικά μπορεί πράγματι να συμβάλλει στη διαχείριση των ζιζανίων στις γραμμικές καλλιέργειες παρόλο που ακόμα δεν χρησιμοποιείται ευρέως (Bajwa *et al.*, 2016).

1.3.7 Αξιοποίηση του αλληλοπαθητικού δυναμικού των καλλιεργειών

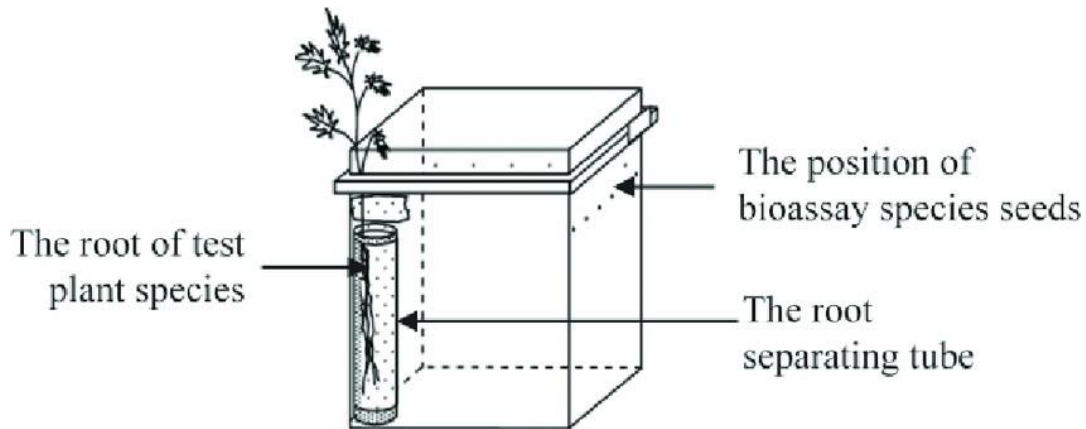
Η αναστολή των ζιζανίων πραγματοποιείται μέσω της χρήσης ποικιλιών με υψηλό αλληλοπαθητικό δυναμικό (Jabran *et al.*, 2015). Οι κυριότερες ουσίες που συντίθενται είναι φαινολικές και οι διαφορετικές γενότυποι διαφέρουν ως προς τη συγκέντρωση και το είδος των φαινολικών ενώσεων (Oueslati *et al.* 2009). Σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, παρατηρήθηκε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ενώσεων αυτών , εκφράζεται κυρίως στα φύλλα. Ακολουθούν η ταξιανθία, ο βλαστός και τελευταίες οι ρίζες (Ashrafi *et al.* 2009). Τα τελευταία χρόνια, ωστόσο έχει παρατηρηθεί μια μείωση ή οποία μπορεί να οφείλεται στα βελτιωτικά προγράμματα, σκοπός των οποίων είναι η βελτίωση της απόδοσης (Bertholdsson, 2004; Oveisi *et al.*, 2008).

Οι αλληλοπαθητικές ιδιότητες του κριθαριού θα μπορούσαν κυρίως να χρησιμοποιηθούν στον έλεγχο των ζιζανίων μέσω της ενσωμάτωσης των υπολειμμάτων της καλλιέργειας (mulch) ή της χρήσης αυτών ως φυτά κάλυψης (cover crop) (Jabran *et al.*, 2015). Η ιδιότητά του αυτή, οφείλεται στην ικανότητα του να αναπτύσσεται σε μεγάλο εύρος εδαφικών και κλιματικών συνθηκών (Bowman *et al.*, 1998). Η ελληνική ποικιλία Αθηναίδα, σε μείγματα όχι μόνο κατάφερε να αναστείλει την ανάπτυξη ζιζανίων σε καλλιέργεια αραβοσίτου, ταυτόχρονα όμως κατάφερε να αυξήσει την απόδοση σε καρπό κατά 46% (Dhima *et al.* 2006). Παρόλα τα θετικά αποτελέσματα, περαιτέρω έρευνα κρίνεται απαραίτητη προκειμένου η μέθοδος αυτή να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί σε ευρεία κλίμακα στη γεωργική πρακτική.

Η αξιολόγηση του αλληλοπαθητικού δυναμικού είναι δύσκολο να πραγματοποιηθεί καθώς δεν υπάρχουν συγκεκριμένες και καθορισμένες μέθοδοι. Οι ερευνητές έχουν χρησιμοποιήσει κατά καιρούς πολλές και διαφορετικές βιοδοκιμές για να αξιολογήσουν τις διαφορές του αλληλοπαθητικού δυναμικού των καλλιεργούμενων φυτών έναντι των ζιζανίων. Οι μέθοδοι αξιολόγησης που χρησιμοποιούνται βασίζονται στη χρήση των υδατικών εκχυλισμάτων (*aqueous extract screening method*) (Guenzi *et al.*, 1967; Kimber, 1967; Wu *et al.*, 1998) , σε πειράματα που πραγματοποιούνται σε φυτοδοχεία με ταυτόχρονη ανάπτυξη φυτών που χαρακτηρίζονται ως δότες και ως αποδέκτες σε ελεγχόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες (Putman and Duke, 1974; Spruell, 1984), επισκοπήσεις της φυσικής ζιζανιοχλωρίδας στον αγρό (Dilday *et al.*, 1994) ενώ υπάρχουν και οι άμεσες χημικές (Fay and Duke, 1977). Τα τελευταία χρόνια, έχουν γίνει ελάχιστες προσπάθειες για την διαμόρφωση νέων μεθόδων. Η μέθοδος “ plant box” (Fujii, 1992) καθώς και η “ relay seeding” (Navarez and Olofsdotter,

1996) έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς σε πειράματα αξιολόγησης του αλληλοπαθητικού δυναμικού σε ποικιλίες ρυζιού (*Oryza sativa*).

Ωστόσο, η μέθοδος “plant box” είναι αρκετά χρονοβόρα. Απαιτείται περιποίηση των σποροφύτων για 1-3 μήνες σε άμμο με θρεπτικό διάλυμα και στη συνέχεια, μεταφύτεψη αυτών στο plant box σε υπόστρωμα υδατικής γέλης (water agar) ενώ το plant box σε μεγάλα ερευνητικά προγράμματα είναι αρκετά μεγάλων διαστάσεων, το οποίο δημιουργεί προβλήματα. Αντίθετα η μέθοδος “relay seeding” είναι πιο απλή και πιο γρήγορη. Παρουσιάζει όμως και αυτή κάποια μειονεκτήματα. Οι ρίζες του φυτού δέκτη, συχνά κολλάνε στο διηθητικό χαρτί και ως εκ τούτου υπάρχει κίνδυνος να σπάσουν όταν αποσπώνται από αυτό, οδηγώντας έτσι σε λανθασμένες μετρήσεις στο μήκος του ριζικού συστήματος. Επίσης, υπάρχει ο κίνδυνος μικροβιακής μόλυνσης ενώ παρ’ όλο που δεν υπάρχει ανταγωνισμός για νερό και θρεπτικά συστατικά, ο ανταγωνισμός για το φως συνεχίζει να υφίσταται (Wu et al., 2000).



Εικόνα 9. Διαγραμματική απεικόνιση της μεθόδου "plant box"(Πηγή: Fujii, 1992)

Κατά το σχεδιασμό μιας μεθόδου αξιολόγησης, πολλές παράμετροι πρέπει να ληφθούν υπόψιν. Κατ’ αρχάς, ο αλληλοπαθητικός παράγοντας πρέπει να διαχωριστεί από οποιονδήποτε ενδοφυτικό ανταγωνιστικό παράγοντα. Στις αλληλοπαθητικές αλληλεπιδράσεις, κάποιες φυτοτοξικές ουσίες από το ένα φυτό προστίθενται στο περιβάλλον προκειμένου να επηρεάσουν την ανάπτυξη των άλλων φυτών, ενώ στις ανταγωνιστικές αλληλεπιδράσεις, μια πηγή ανάπτυξης ενός φυτού αφαιρείται από το περιβάλλον προκειμένου οι πηγές ανάπτυξης για τα άλλα φυτά να μειωθούν. Η αλληλοπάθεια και ο ανταγωνισμός συμβαίνουν ταυτόχρονα στο χωράφι όπου η καλλιέργεια αναπτύσσεται ταυτόχρονα με τα ζιζάνια. Συνεπώς είναι δύσκολη η εξάλειψη του ανταγωνισμού και η αξιολόγηση του αλληλοπαθητικού δυναμικού απευθείας στον αγρό (Wu et al., 2000). Δεύτερον, κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη μιας μεθόδου η οποία να προσομοιάζει τη φυσική απελευθέρωση των αλληλοχημικών από τα φυτά δότες στο μέσο ανάπτυξης. Τρίτον, πρέπει να αποφευχθεί η επίδραση μικροοργανισμών. Στον αγρό, οι μικροοργανισμοί του εδάφους μπορούν να μετατρέψουν μη- τοξικά αλληλοχημικά σε τοξικά και το ανάποδο (Rice, 1984; Nair et al., 1990). Τέταρτον, πρέπει να δοθεί έμφαση στην αλληλοπαθητική δραστηριότητα κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυταρίων, καθώς το στάδιο αυτό είναι το πιο ευαίσθητο. Αναστολή της ανάπτυξης των ζιζανίων στο στάδιο αυτό μπορεί να οδηγήσει σε πλήρη παρεμπόδισή τους.

Πέμπτον, το ζιζάνιο που παρουσιάζει ενδιαφέρον στην κάθε περίπτωση πρέπει να εξετάζεται ξεχωριστά σε βιοδοκιμές ως φυτό δέκτης. (Olofsdotter, 1996)

2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Α. ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ

Α.2.1 Γενικά

Την καλλιεργητική περίοδο 2017-2018 μελετήθηκε σε εγκατεστημένο πείραμα στον πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στα Σπάτα στην περιοχή Γυαλού και σε έκταση 448 m² (28 x 16 m), η ανταγωνιστική ικανότητα του *Lolium rigidum* L με την καλλιέργεια βυνοποιήσιμου κριθαριού σε δύο πυκνότητας σποράς της καλλιέργειας (χαμηλή και υψηλή). Αρχικά, αξιολογήθηκε η επίδραση της πυκνότητας σποράς στα συστατικά της απόδοσης του κριθαριού. Πιο συγκεκριμένα, αξιολογήθηκε η επίδραση της πυκνότητας σποράς στη βιομάζα, στον αριθμό καρπών ανά στάχυ, στον αριθμό των στάχων ανά τετραγωνικό μέτρο, στο βάρος χλίων κόκκων, στην απόδοση σε καρπό και στο δείκτη συγκομιδής. Επίσης, αξιολογήθηκε η επίδραση της πυκνότητας σποράς της καλλιέργειας στη πληθυσμιακή πυκνότητα της λεπτής ήρας κατά την πρώτη ανάπτυξη της καλλιέργειας και κατά το καλάμωμα καθώς και στη δυναμική του πληθυσμού της λεπτής ήρας αλλά και στη βιομάζα της λεπτής ήρας. Παράλληλα, αξιολογήθηκε η επίδραση της πυκνότητας σποράς στη φαινολογία του κριθαριού και της λεπτής ήρας. Συγκεκριμένα, αξιολογήθηκε η πορεία ανάπτυξης, η πορεία αύξησης του ύψους, ο αριθμός των φύλλων και των δευτερευόντων στελεχών αλλά και ο ρυθμός ανάπτυξης, ο ρυθμός αύξησης του ύψους, ο ρυθμός αύξησης του αριθμού των φύλλων και ο ρυθμός αύξησης του αριθμού των δευτερευόντων στελεχών τόσο της καλλιέργειας του κριθαριού όσο και της λεπτής ήρας. Τέλος, αξιολογήθηκε η επίδραση της πυκνότητας σποράς στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κριθαριού, δηλαδή στο ποσοστό της πρωτεΐνης του σπόρου και στο μέγεθος των σπόρων.

Πίνακας Α.2.1. Ανάλυση του εδάφους στο οποίο πραγματοποιήθηκε το πείραμα

pH	8,08 %
CaCO₃(%)	39%
Άμμος	50,6%
Άργιλος	26%
Ίλος	23,4%
Χαρακτηρισμός του εδάφους	Αμμοπηλώδες
Οργανική Ουσία	2,3%
N(%)	0,11
P(Olsen) μg/g	258,62
K⁺(ppm)	432
Na⁺(ppm)	34
Ca⁺(meq/100 gr)	21,61
I.A.K. (meq/ 100 gr)	22,7

A.2.1.1 Επιλογή γενετικού υλικού

Αξιολογήθηκε η αναταγωνιστική ικανότητα της δίστοιχης βυνοποιήσιμης ποικιλίας κριθαριού “Planet”. Η εν λόγω ποικιλία είναι εγγεγραμμένη στον κοινοτικό κατάλογο ποικιλιών, είναι χαμηλόσωμη, μικρού βιολογικού και ιδιαίτερα παραγωγική όταν καλλιεργείται σε γόνιμα εδάφη και έχει δημιουργηθεί με παραδοσιακές μεθόδους βελτίωσης. Χαρακτηρίζεται από σταθερές και υψηλές αποδόσεις με άριστη ποιότητα καρπού και άριστα βυνοποιήσιμα χαρακτηριστικά (πηγή: Αθηναϊκή Ζυθοποιία).

A.2.1.2 Πειραματικό σχέδιο

Το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε ήταν των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων (Randomized Complete Block Design). Πραγματοποιήθηκαν τέσσερις επαναλήψεις με μία επέμβαση, την πυκνότητα σποράς. Κάθε πειραματικό τεμάχιο καταλάμβανε έκταση 9m²(3 x 3m) και περιλάμβανε 15 γραμμές σποράς με απόσταση 20 cm μεταξύ των γραμμών.

A.2.2 Καλλιεργητικά στοιχεία

A.2.2.1 Εδαφοκατεργασία

Για την κατεργασία του εδάφους πραγματοποιήθηκε πρώτα καθαρισμός από τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας και έπειτα άροση η οποία πραγματοποιήθηκε το Νοέμβριο του 2017.

Στις 6 Δεκεμβρίου η προετοιμασία της σποροκλίνης ολοκληρώθηκε σπάζοντας τα επιφανειακά συσσωματώματα με τη χρήση φρέζας, με στόχο την επίτευξη μεγαλύτερου ποσοστού φυτρώματος των σπόρων.

A.2.2.2 Σπορά

Η σπορά πραγματοποιήθηκε χειρωνακτικά και εντοπισμένα, με στόχο την εξασφάλιση ομοιομορφία στην πυκνότητα της φυτείας. Οι γραμμές φύτευσης ήταν 15 ανά πειραματικό τεμάχιο με αποστάσεις 20 cm μεταξύ των γραμμών και 2-3 cm επί των γραμμών. Η σπορά του κριθαριού πραγματοποιήθηκε στις 13 Δεκεμβρίου 2017. Οι πυκνότητες σποράς που εφαρμόστηκαν ήταν 14 kg/στρ. για την χαμηλή πυκνότητα και 20 kg/ στρ. για την υψηλή πυκνότητα. Στις 14 Δεκεμβρίου 2017 πραγματοποιήθηκε επίσης σπορά με 0,1 kg/ στρ. σπόρους *Lolium rigidum* L προκειμένου να αυξηθεί η πίεση από το εν λόγω ζιζάνιο.

A.2.2.3 Καταπολέμηση ζιζανίων

Πριν τη σπορά πραγματοποιήθηκε χειρωνακτική καταπολέμηση ζιζανίων σε όλη την έκταση που θα πραγματοποιούταν το πείραμα, ακόμα και σε σημεία που δε θα γίνονταν σπορά φυτών.

A.2.3 Παρατηρήσεις- Προσδιορισμοί

A.2.3.1 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στα συστατικά της απόδοσης του κριθαριού

Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στο στάδιο της οικονομικής ωρίμανσης της καλλιέργειας του κριθαριού.

A.2.3.1.1 Βιομάζα

Κατά τη συγκομιδή μετρήθηκε το ξηρό βάρος για τα φυτά κριθαριού

A.2.3.1.2 Καρποί ανά στάχυ

Υπολογίστηκε από 10 τυχαίους στάχεις κριθαριού για κάθε επανάληψη ανά πυκνότητα σποράς.

A.2.3.1.3 Αριθμός στάξεων ανά τετραγωνικό μέτρο

Η μέτρηση της πυκνότητας ανά τετραγωνικό μέτρο για τα φυτά του κριθαριού έγινε στο στάδιο της συγκομιδής. Η δειγματοληψία έγινε με τη χρήση πλαισίου 1 x 1m.

A.2.3.1.4 Προσδιορισμός του βάρους χίλιων κόκκων

Η μέτρηση του βάρους των σπόρων για τα φυτά κριθαριού, που είχαν συλλεχθεί έγινε με ζυγό ακριβείας. Μετρήθηκε το βάρος 100 σπόρων και από αυτό υπολογίστηκε το βάρος 1000 σπόρων.

A.2.3.1.5 Δείκτης Συγκομιδής (Harvest Index)

Ο δείκτης συγκομιδής υπολογίστηκε ως ο λόγος της απόδοσης σε καρπό προς τη συνολική υπέργεια βιομάζα (βάρος καρπών/ βάρος υπέργειας βιομάζας+ βάρος καρπών).

A.2.3.2 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στη λεπτή ήρα

A.2.3.2.1 Στην πληθυσμιακή πυκνότητα κατά την πρώτη ανάπτυξη της καλλιέργειας

Κατά την πρώτη ανάπτυξη της καλλιέργειας του κριθαριού μετρήθηκε η πυκνότητα του πληθυσμού της λεπτής ήρας και για τις δύο πυκνότητες σποράς.

A.2.3.2.2 Στην πληθυσμιακή πυκνότητα κατά το στάδιο του καλαμώματος της καλλιέργειας

Κατά το στάδιο του καλαμώματος της καλλιέργειας του κριθαριού μετρήθηκε η πυκνότητα του πληθυσμού της λεπτής ήρας και για τις δύο πυκνότητες σποράς.

A.2.3.2.3 Στη δυναμική του πληθυσμού

Κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκε καταγραφή της πυκνότητας του πληθυσμού της λεπτής ήρας σε τρία στάδια της καλλιέργειας και παρουσιάζεται η πορεία αύξησης του πληθυσμού.

A.2.3.2.4 Στη βιομάζα

Στη συγκομιδή της καλλιέργειας, μετρήθηκε το ξηρό βάρος των φυτών της λεπτής ήρας.

A.2.3.3 Φαινολογία

Στο παρόν πείραμα η ανάπτυξη των φυτών κριθαριού και λεπτής ήρας υπολογίστηκε με βάση τη κλίμακα Zadoks. Πραγματοποιήθηκαν 8 μετρήσεις από την 20η ημέρα από τη σπορά, μέχρι και την 132η ημέρα από τη σπορά.

Η κλίμακα Zadoks περιγράφει τα στάδια ανάπτυξης των αγρωστωδών φυτών. Εφαρμόζεται σε όλους τους σπόρους και τα στάδιά της μπορούν εύκολα να αναγνωριστούν στο χωράφι. Το σύστημα Zadoks είναι ένας διψήφιος κώδικας όπου το πρώτο ψηφίο αναφέρεται στα βασικά στάδια της ανάπτυξης από το φύτευμα μέχρι την ωρίμανση. Το δεύτερο ψηφίο (με τιμές από 0 έως 9) είναι μια υποδιαίρεση των βασικών σταδίων.

Πίνακας Α.2.3.3α. Χρονοδιάγραμμα δειγματοληψιών και στάδια ανάπτυξης των φυτών.

Αριθμός δείγματος	Ημερομηνία παρατήρησης	Μέρες από τη σπορά	Στάδια ανάπτυξης των φυτών κριθαριού κατά Zadoks	Στάδια ανάπτυξης των φυτών λεπτής ήρας κατά Zadoks
1	2/1/2018	20	0-10	0
2	8/1/2018	26	10-12	0-10
3	17/1/2018	35	10-20	10-12
4	26/1/2018	44	13-22	12-13
5	3/2/2018	58	15-23	13-20
6	9/3/2018	86	24-32	21-24
7	23/3/2018	100	32-45	22-32
8	24/4/2018	132	54-69	22-69

Α.2.3.3.1 Μορφολογικές και φυσιολογικές παράμετροι

Κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος ελήφθησαν οι εξής παρατηρήσεις ως προς τα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά τεσσάρων φυτών κριθαριού και λεπτής ήρας από κάθε πειραματικό τεμάχιο και υπολοίστηκε ο μέσος όρος τους και για τις δύο πυκνότητες σποράς:

- Πορεία βιολογικού κύκλου των φυτών
- Ρυθμός ανάπτυξης των φυτών
- Πορεία αύξησης του ύψους
- Ρυθμός αύξησης του ύψους
- Αριθμός των φύλλων
- Ρυθμός αύξησης του αριθμού των φύλλων
- Έκπτυξη του αριθμού των δευτερευόντων στελεχών
- Ρυθμός έκπτυξης των δευτερευόντων στελεχών

Ο ρυθμός μεταβολής υπολογίστηκε από τη γραμμική παλινδρόμηση $Y = aX + b$ δύο παραμέτρων, του χρόνου (Ημέρες από σπορά- Η.Α.Σ) και των σταδίων του βιολογικού κύκλου. Το μοντέλο αυτό επιλέχθηκε γιατί παρουσιάζει καλό συντελεστή συσχέτισης τόσο για τα φυτά του κριθαριού όσο και για τα φυτά της λεπτής ήρας που μελετήθηκαν. Η κλίση της ευθείας αυτής αποτελεί τον ρυθμό ανάπτυξης

A.2.3.4 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κριθαριού

A.2.3.4.1 Προσδιορισμός της πρωτεΐνης των καρπών

Ο προσδιορισμός του ποσοστού της πρωτεΐνης που περιέχεται στους σπόρους κριθαριού έγινε μέσω του ποσοστού του N που βρέθηκε σε αυτούς με τη μέθοδο Kjeldahl. Το πρωτεϊνικό περιεχόμενο των σπόρων δίνεται ως ακατέργαστη πρωτεΐνη που προκύπτει ως:

$$\% \text{ πρωτεΐνη} = N * 6,25$$

A.2.3.4.2 Μέγεθος καρπών

Η κατάταξη του μεγέθους των καρπών του κριθαριού σε κλάσεις πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη μέθοδο EBC 3.11.1 “ Sievining Test for Barley”.

A.2.4 Στατιστική ανάλυση

Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα στατιστικά προγράμματα Microsoft Excel και StatGraphics Centurion ver. XVI (Statpoint Technologies Inc.) Οι δοκιμασίες σημαντικότητας έγιναν σύμφωνα με το κριτήριο του F, ενώ οι περαιτέρω συγκρίσεις των μέσων πραγματοποιήθηκαν με τη μέθοδο ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

B. ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΗΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ

B.2.1 Γενικά

Την περίοδο 2017-2018 αξιολογήθηκε με βιοδοκιμές in vitro η αλληλοπαθητική δράση τριών διαφορετικών ποικιλιών βυνοποιήσιμου κριθαριού, σε διαφορετικές πυκνότητες, στο ζιζάνιο *Lolium rigidum* L καθώς και η αλληλοπαθητική ικανότητα του *Lolium rigidum* L. στα αρτίβλαστα κριθαριού. Αξιολογήθηκε το μέσο ολικό μήκος, η μέση ολική διάμετρος και η μέση ολική επιφάνεια των αρτίβλαστων *Lolium rigidum* και κριθαριού.

B.2.1.1 Επιλογή γενετικού υλικού

Αξιολογήθηκε η αλληλοπαθητική δράση των ποικιλιών βυνοποιήσιμου κριθαριού Planet, Crescendo και Zhana. Και οι τρεις είναι νέες ποικιλίες που έχουν παραχθεί με παραδοσιακές μεθόδους βελτίωσης. Χαρακτηρίζονται από υψηλές και σταθερές αποδόσεις με άριστη ποιότητα καρπού και άριστα βυνοποιήσιμα χαρακτηριστικά (πηγή: Αθηναϊκή ζυθοποιία). Οι σπόροι *Lolium rigidum* L. που χρησιμοποιήθηκαν είχαν προμηθευτεί από την εταιρία BASF και προέρχονταν από φυτά τα οποία παρουσίασαν ανθεκτικότητα στα χρησιμοποιούμενα στη γεωργική πράξη ζιζανιοκτόνα.

B.2.1.2 Αριθμός σπόρων ανά δοχείο

Υπήρχε διαφοροποίηση των σπόρων κριθαριού από δοχείο σε δοχείο. Συγκεκριμένα, εξετάστηκε η αλληλοπαθητική δράση για 1, 4, 8, 12 και 15 σπόρων κριθαριού ανά δοχείο ενώ ο αριθμός των σπόρων της λεπτής ήρας παρέμενε σταθερός στους 12 για κάθε δοχείο.

B.2.1.3 Πειραματικό σχέδιο

Το πειραματικό σχέδιο το οποίο ακολουθήθηκε ήταν το Εντελώς Τυχαιοποιημένο (Complete Randomized) με 2 επεμβάσεις, τις διαφορετικές ποικιλίες και τον διαφορετικό αριθμό σπόρων κριθαριού ανά δοχείο κατά την αξιολόγηση της επίδρασης της αλληλοπαθητικής ικανότητας του κριθαριού στη λεπτή, και 4 επαναλήψεις. Κατά την αξιολόγηση της

αλληλοπαθητικής ικανότητας της λεπτής ήρας στα αρτίβλαστα του κριθαριού το πειραματικό σχέδιο το οποίο ακολουθήθηκε ήταν το Εντελώς Τυχαιοποιημένο (Complete Randomized) με 3 επεμβάσεις, τις διαφορετικές ποικιλίες και τον διαφορετικό αριθμό σπόρων κριθαριού ανά δοχείο και την παρουσία ή μη σπόρων λεπτής ήρας ,και 4 επαναλήψεις.

B.2.2 Μέθοδος Αξιολόγησης

Πραγματοποιήθηκαν βιοδοκιμές *in vitro* ενώ ως μέθοδος αξιολόγησης της αλληλοπαθητικής δράσης, χρησιμοποιήθηκε η Equal- Compartment- Agar- Method (Wu *et al.*, 2000). Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια.

B.2.2.1 Αποστείρωση σπόρων

Αρχικά πραγματοποιήθηκε βύθιση των σπόρων, τόσο του βυνοποιήσιμου κριθαριού όσο και της λεπτής ήρας σε διάλυμα 70% αιθανόλης για 2,5 min και 4 εκπλύσεις αυτών με αποστειρωμένο απεσταγμένο νερό. Ακολούθησε βύθιση αυτών σε διάλυμα 2,5% υποχλωριώδες νατρίου για 15 min και στη συνέχεια 10 εκπλύσεις αυτών με αποστειρωμένο απεσταγμένο νερό.

B. 2.2.2 Προβλάστηση σπόρων

Οι σπόροι και των δύο ειδών βυθίστηκαν σε αποστειρωμένο απεσταγμένο νερό για 3h. Στη συνέχεια οι σπόροι τοποθετήθηκαν για προβλάστηση, του κριθαριού για 48h ενώ της λεπτής ήρας για 72h, σε τριβλία με διηθητικό χαρτί σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών στους 25°C.

B.2.2.3 Τοποθέτηση σπόρων στα δοχεία

Αρχικά πραγματοποιήθηκε αποστείρωση του υποστρώματος 0,3% υδατικής γέλης (30ml water agar). Στη συνέχεια, τοποθετήσαμε τους προβλαστημένους σπόρους βυνοποιήσιμου



Εικόνα 10. Σπόροι κριθαριού σε διαφανές δοχείο

κριθαριού στη μία άκρη των δοχείων (διαφανή, πλαστικά δοχεία μιας χρήσης) σε τρεις σειρές με το έμβρυο προς τα πάνω. Τα δοχεία σφραγίστηκαν και τοποθετήθηκαν σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών στους 25°C για επτά ημέρες.

Ύστερα από επτά ημέρες από την ανάπτυξη των σπόρων του κριθαριού, 12 προβλαστημένοι σπόροι λεπτής ήρας τοποθετήθηκαν σε τρεις σειρές στο άλλο μισό του δοχείου. Τα δοχεία σφραγίστηκαν και τοποθετήθηκαν στο θάλαμο ανάπτυξης για άλλες επτά ημέρες ταυτόχρονης ανάπτυξης.

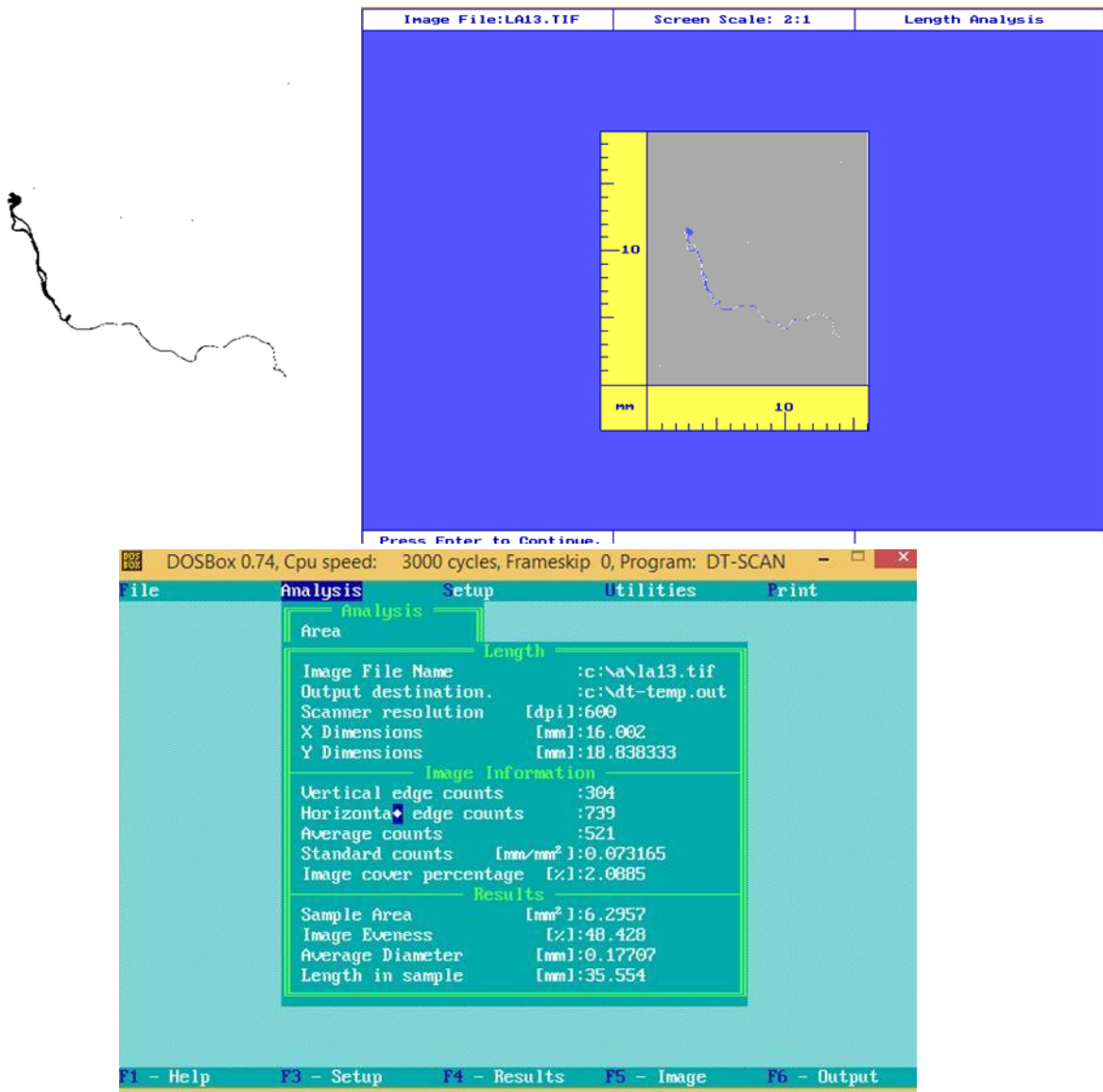
B.2.3 Προσδιορισμοί- Παρατηρήσεις

Για την καταγραφή της αλληλοπαθητικής δράσης των ποικιλιών βυνοποιήσιμου κριθαριού στη λεπτή ήρα πραγματοποιήθηκαν οι εξής μετρήσεις στα αρτίβλαστα της λεπτής ήρας και του κριθαριού.

- Μέσο ολικό μήκος του ριζιδίου σε cm

- Μέση ολική διάμετρος του ριζιδίου σε mm
- Μέση ολική επιφάνεια του ριζιδίου σε mm²

Οι μετρήσεις του μέγιστου μήκους βλαστιδίου πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του υποδεκάμετρου. Οι μετρήσεις του μέσου ολικού μήκους, της μέσης ολικής διαμέτρου και της μέσης ολικής επιφάνειας των ριζιδίων γίνανε με τη βοήθεια του προγράμματος Delta- T SCAN Image Analysis (Delta-t devices Ltd.). Τα ριζίδια των φυταρίων μετά το διαχωρισμό τους από τα βλαστίδια τοποθετήθηκαν σε διηθητικό χαρτί ανά επέμβαση και στη συνέχεια εφαρμόστηκε χρώση με απλή σινική μελάνι. Μετά τη χρώση τους τα δείγματα παρέμειναν για απορρόφηση και ξήρανση της χρωστικής σε συνθήκες δωματίου για 24 h. Η σάρωση των ριζιδίων έγινε σε σαρωτή εικόνας σε ασπρόμαυρη απεικόνιση σε ανάλυση 600 dpi και αποθηκεύτηκε σε αρχείο TIF.



Εικόνα 11. Ανάλυση ριζιδίου λεπτής ήρας με χρήση προγράμματος Delta T-SCAN Image analysis

Στη συνέχεια υπολογίστηκε η ποσοστιαία παρεμπόδιση τόσο για τα ατρίβλαστα της λεπτής ήρας όσο και του κριθαριού για τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Μέσο ολικό μήκος του ριζιδίου σε cm
- Μέση ολική διάμετρος του ριζιδίου σε mm
- Μέση ολική επιφάνεια του ριζιδίου σε mm²

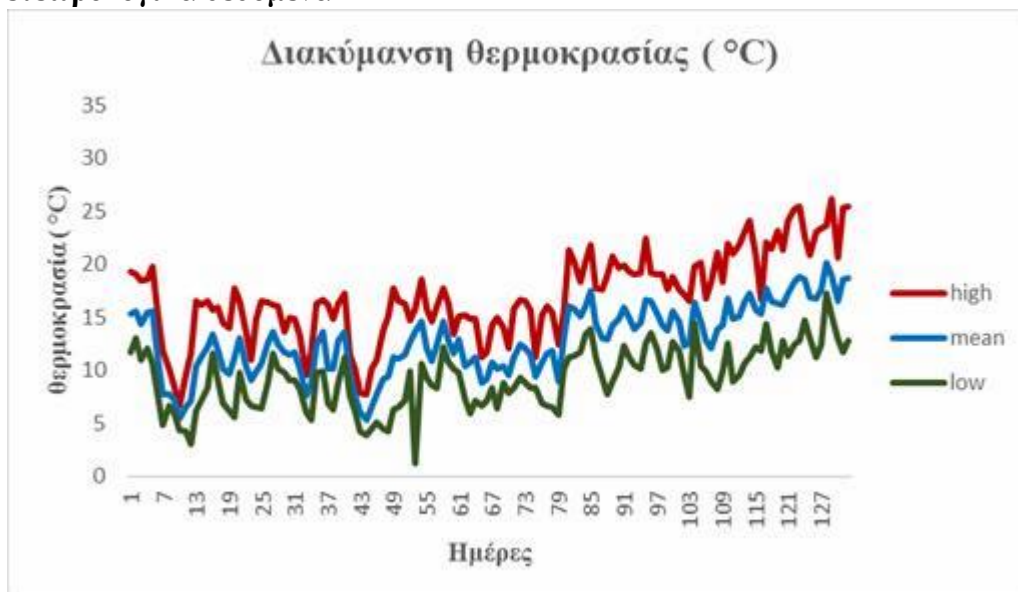
B.2.4 Στατιστική ανάλυση

Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα στατιστικά προγράμματα Microsoft Excel και StatGraphics Centurion ver. XVI (Statpoint Technologies Inc.) Οι δοκιμασίες σημαντικότητας έγιναν σύμφωνα με το κριτήριο του F, ενώ οι περαιτέρω συγκρίσεις των μέσων πραγματοποιήθηκαν με τη μέθοδο Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

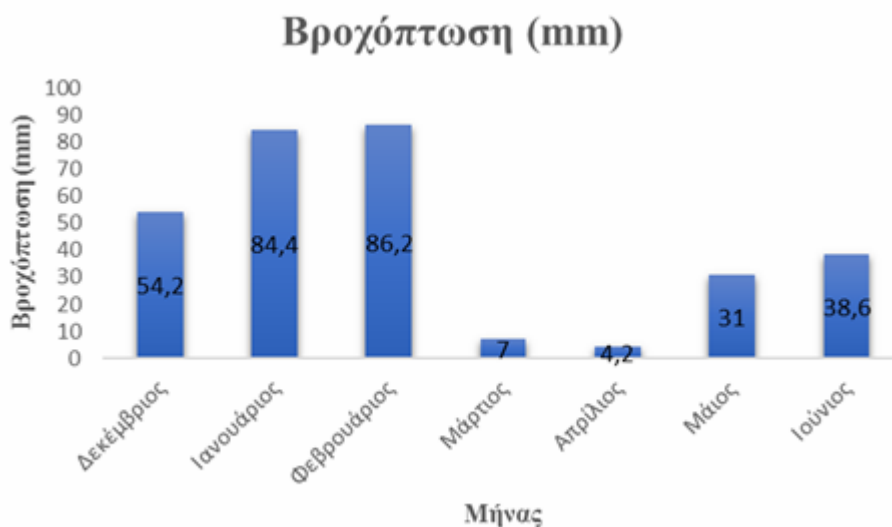
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Α. ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

Α.3.1 Μετεωρολογικά δεδομένα



Διάγραμμα Α.3.1.α Η διακύμανση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια εξέλιξης του βιολογικού κύκλου των φυτών. Με κόκκινο χρώμα είναι η υψηλότερη ημερήσια θερμοκρασία, με πράσινο η χαμηλότερη ενώ με μπλε είναι η μέση (ΕΘΝΙΚΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ- ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΡΕΥΝΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, meteo.gr.)



Διάγραμμα Α.3.1. b Η μηνιαία βροχόπτωση (mm) κατά τη διάρκεια εξέλιξης του βιολογικού κύκλου των φυτών (ΕΘΝΙΚΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ- ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΡΕΥΝΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, meteo.gr).

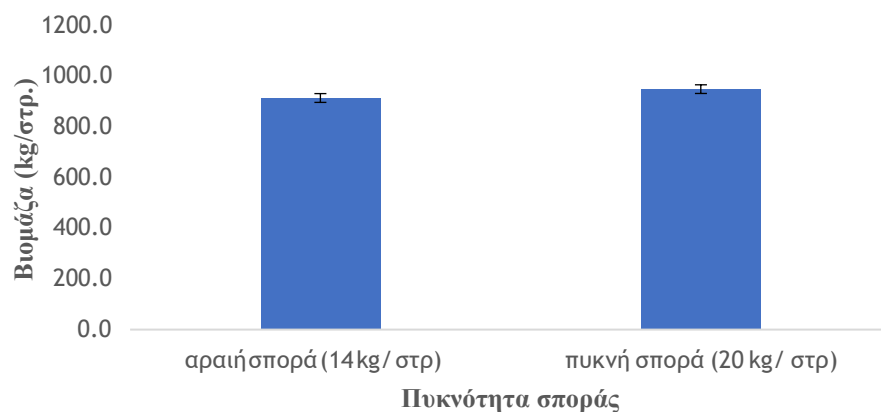
Όπως φαίνεται στο διάγραμμα A.3.1a η υψηλότερη θερμοκρασία καταγράφηκε την 129^η (26,9 ° C) ημέρα του βιολογικού κύκλων των φυτών στο στάδιο της διόγκωσης του κολεού για τα φυτά κριθαριού και στο στάδιο του καλαμώματος για τα φυτά της λεπτής ήρας κατά την κλίμακα Zadoks. Η χαμηλότερη θερμοκρασία μετρήθηκε την 53^η (1,2°C) ημέρα του βιολογικού κύκλου των φυτών στο στάδιο του αδελφώματος για τα φυτά κριθαριού και στο στάδιο ανάπτυξης των φυταρίων για τα φυτά της λεπτής ήρας, κατά την κλίμακα Zadoks.

Από το διάγραμμα A. 3.1b παρατηρήθηκε ότι οι μήνες με την υψηλότερη βροχόπτωση ήταν ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος, δηλαδή κατά την ανάπτυξη των φυταρίων μέχρι και την έναρξη του καλαμώματος για τα φυτά του κριθαριού και κατά την ανάπτυξη των φυταρίων για τα φυτά της λεπτής ήρας. Επίσης, οι μήνες με τη χαμηλότερη βροχόπτωση ήταν ο Μάρτιος και ο Απρίλιος, δηλαδή μέχρι την άνθιση και για τα δύο είδη.

A.3.2 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στα συστατικά της απόδοσης του κριθαριού

A.3.2.1. Βιομάζα

Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 1, παράρτημα), παρατηρήθηκε πως η πυκνότητα σποράς δεν επηρέασε στατιστικώς σημαντικά τη βιομάζα των φυτών κριθαριού σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

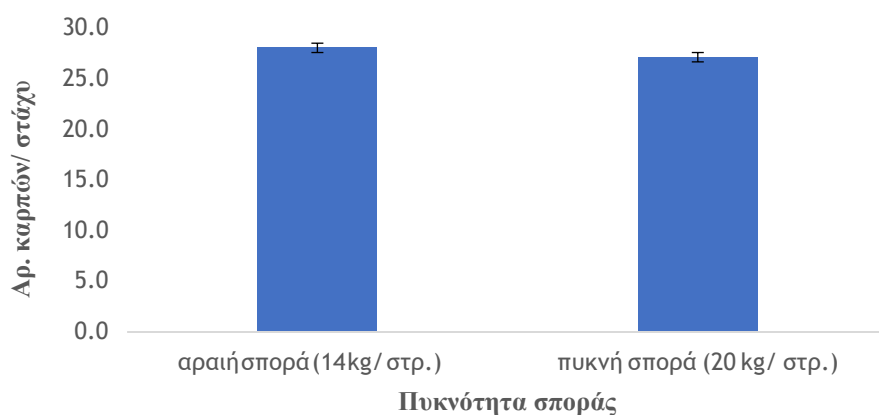


Διάγραμμα A.3.2.1. Επίδραση της πυκνότητας σποράς στη βιομάζα των φυτών. Οι γραμμές πάνω και κάτω από τις μετρήσεις συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα

Στο διάγραμμα A.3.2.1 απεικονίζεται η διαφοροποίηση του μέσου όρου της βιομάζας των φυτών κριθαριού στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν. Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάλογα με την πυκνότητα σποράς σε επίπεδο σημαντικότητας 5 %.

A.3.2.2 Αριθμός καρπών ανά στάχυ

Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 2, παράρτημα), παρατηρήθηκε πως η πυκνότητα σποράς δεν επηρέασε στατιστικώς σημαντικά τον αριθμό των καρπών ανά στάχυ σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

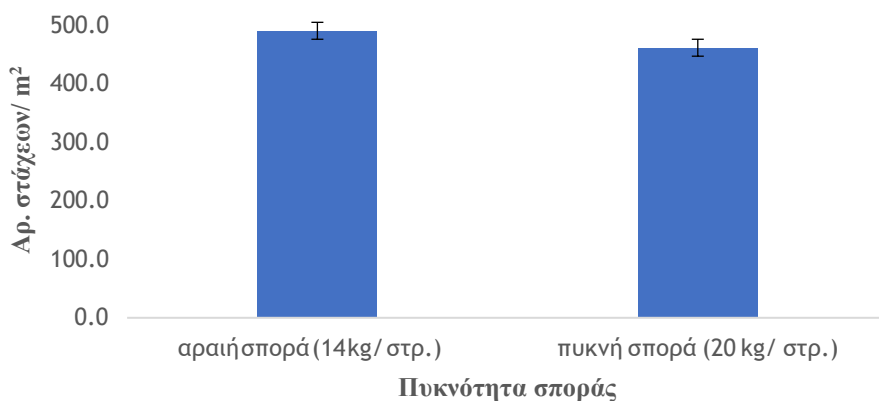


Διάγραμμα Α.3.2.2 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στον αριθμό των καρπών ανά στάχυ. Οι γραμμές πάνω και κάτω από τις μετρήσεις συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα.

Στο διάγραμμα Α.3.2.2 απεικονίζεται η διαφοροποίηση του μέσου όρου του αριθμού των καρπών ανά στάχυ στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν. Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάλογα με την πυκνότητα σποράς σε επίπεδο σημαντικότητας 5 %.

Α.3.2.3 Αριθμός στάξεων ανά τετραγωνικό μέτρο

Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 3, παράρτημα), παρατηρήθηκε πως η πυκνότητα σποράς δεν επηρέασε στατιστικώς σημαντικά τον αριθμό των στάξεων ανά τετραγωνικό μέτρο σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

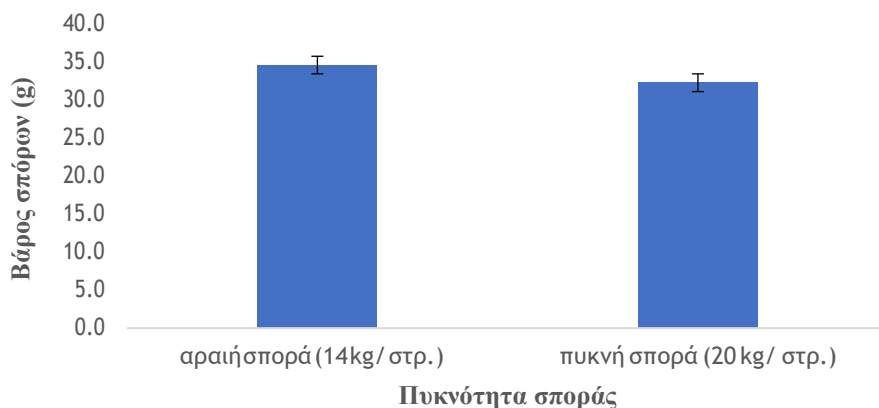


Διάγραμμα Α.3.2.3 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στον αριθμό των στάξεων ανά τετραγωνικό μέτρο. Οι γραμμές πάνω και κάτω από τις μετρήσεις συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα.

Στο διάγραμμα Α.3.2.3 απεικονίζεται η διαφοροποίηση του μέσου όρου του αριθμού των στάξεων ανά τετραγωνικό μέτρο στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν. Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάλογα με την πυκνότητα σποράς σε επίπεδο σημαντικότητας 5 %.

A.3.2.4 Βάρος χιλίων κόκκων

Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 4, παράρτημα), παρατηρήθηκε πως η πυκνότητα σποράς δεν επηρέασε στατιστικώς σημαντικά το βάρος των χιλίων κόκκων σε επίπεδο σημαντικότητας 5 %.

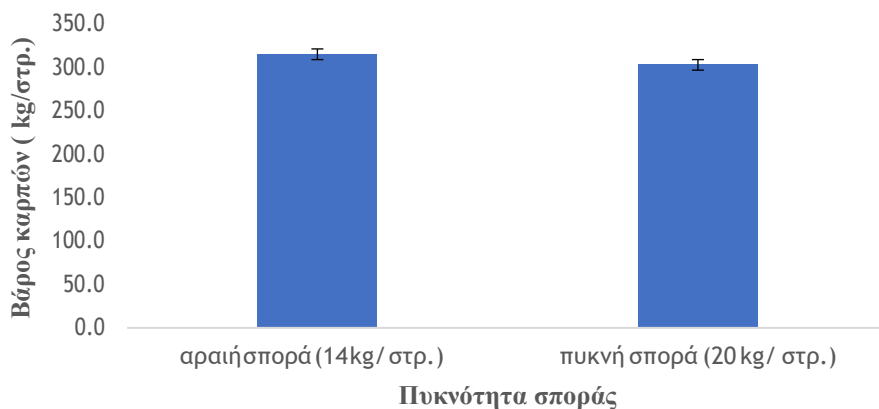


Διάγραμμα A.3.2.4 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στο βάρος των χιλίων κόκκων. Οι γραμμές πάνω και κάτω από τις μετρήσεις συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα.

Στο Διάγραμμα A.3.2.4 απεικονίζεται η διαφοροποίηση του μέσου όρου του βάρους των χιλίων κόκκων στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν. Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάλογα με την πυκνότητα σποράς σε επίπεδο σημαντικότητας 5 %.

A.3.2.5 Απόδοση σε καρπό

Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 5, παράρτημα), παρατηρήθηκε πως η πυκνότητα σποράς δεν επηρέασε στατιστικώς σημαντικά την απόδοση σε καρπό σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

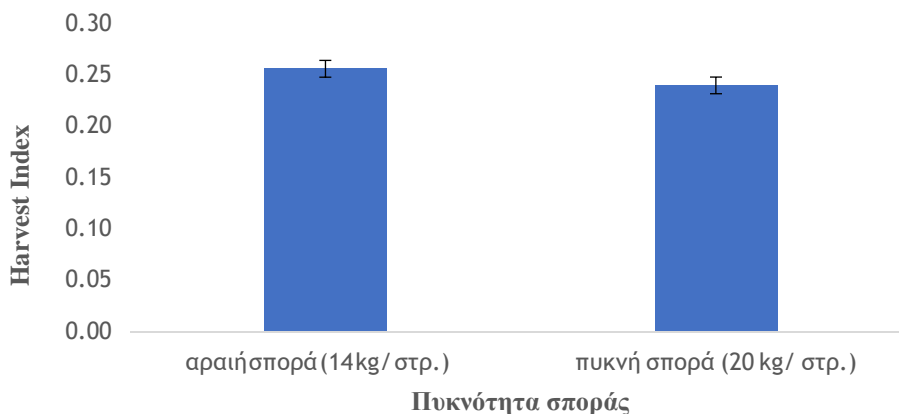


Διάγραμμα A.3.2.5 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στην απόδοση σε καρπό. Οι γραμμές πάνω και κάτω από τις μετρήσεις συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα

Στο Διάγραμμα A.3.2.5 απεικονίζεται η διαφοροποίηση του μέσου όρου της απόδοσης σε καρπό στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν. Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάλογα με την πυκνότητα σποράς σε επίπεδο σημαντικότητας 5 %.

A.3.2.6 Δείκτης Συγκομιδής (Harvest Index)

Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 6, παράρτημα), παρατηρήθηκε πως η πυκνότητα σποράς δεν επηρέασε στατιστικώς σημαντικά το δείκτη συγκομιδής σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.



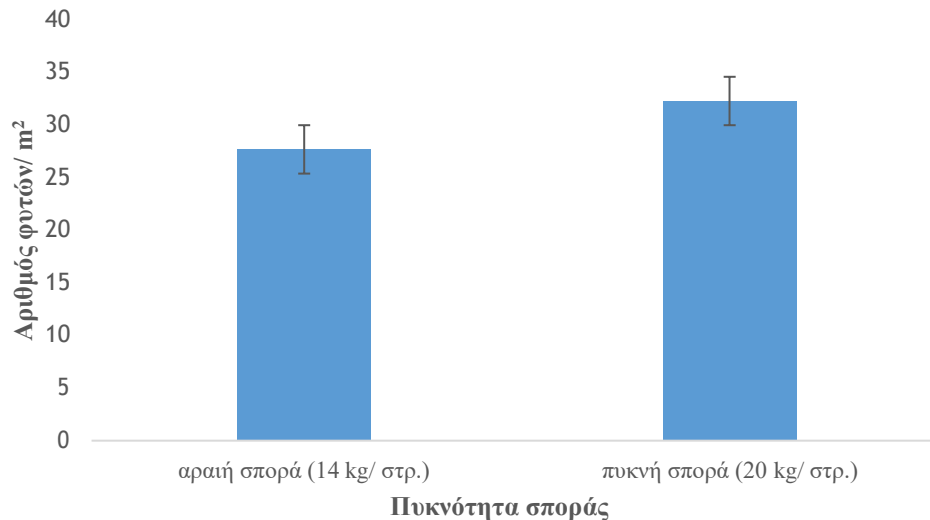
Διάγραμμα A.3.2..6. Επίδραση της πυκνότητας σποράς στο δείκτη συγκομιδής. Οι γραμμές πάνω και κάτω από τις μετρήσεις συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα

Στο Διάγραμμα A.3.2.6 απεικονίζεται η διαφοροποίηση του μέσου ορου του δείκτη συγκομιδής στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν. Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάλογα με την πυκνότητα σποράς σε επίπεδο σημαντικότητας 5 %.

A.3.3 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στη λεπτή ήρα.

A.3.3.1 Η πληθυσμιακή πυκνότητα της λεπτής ήρας κατά την πρώτη ανάπτυξη της καλλιέργειας

Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 7, παράρτημα), παρατηρήθηκε πως η πυκνότητα σποράς δεν επηρέασε στατιστικώς σημαντικά την πληθυσμιακή πυκνότητα της λεπτής ήρας κατά την πρώτη ανάπτυξη της καλλιέργειας, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

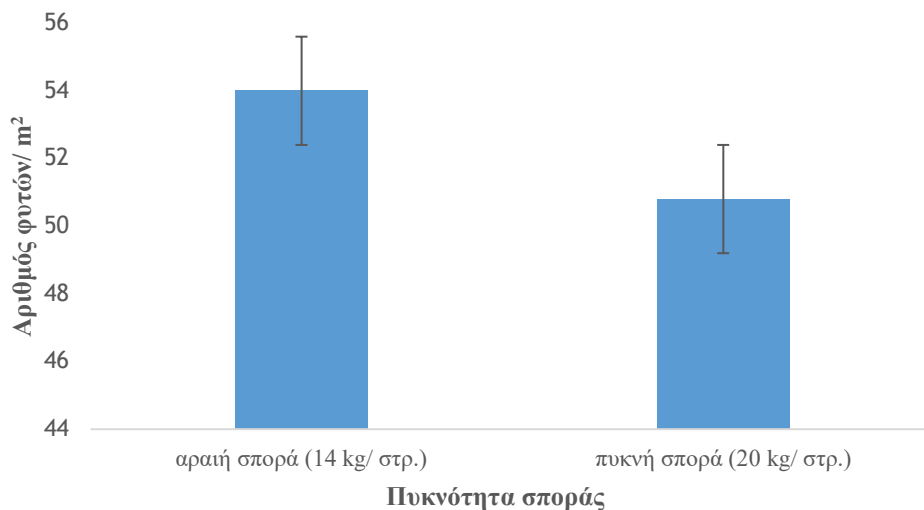


Διάγραμμα A.3.3.1. Επίδραση της πυκνότητας σποράς στην πληθυσμιακή πυκνότητα της λεπτής ήρας κατά την πρώτη ανάπτυξη της καλλιέργειας. Οι γραμμές πάνω και κάτω από τις μετρήσεις συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα.

Στο Διάγραμμα A.3.3.1 απεικονίζεται η διαφοροποίηση της πληθυσμιακής πυκνότητας της λεπτής ήρας, την 60^η ημέρα από την σπορά, όταν η καλλιέργεια του κριθαριού βρίσκονταν στη βλαστητική ανάπτυξη(στάδια 13 -23 της κλίμακας Zadoks), στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν. Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάλογα με την πυκνότητα σποράς σε επίπεδο σημαντικότητας 5 %.

A.3.3.2 Η πληθυσμιακή πυκνότητα κατά το καλάμωμα της καλλιέργειας

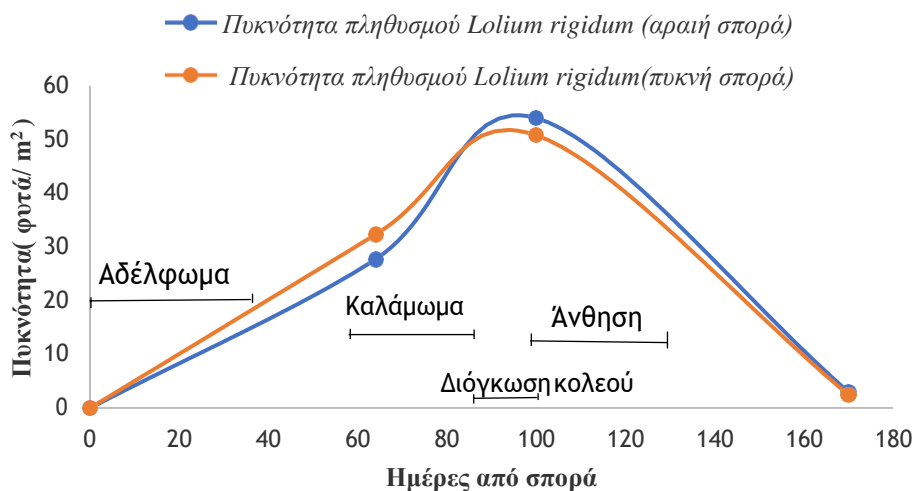
Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 8, παράρτημα), παρατηρήθηκε πως η πυκνότητα σποράς δεν επηρέασε στατιστικώς σημαντικά την πληθυσμιακή πυκνότητα της λεπτής ήρας κατά το στάδιο του καλαμώματος του κριθαριού, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα Α.3.3.2. Επίδραση της πυκνότητας σποράς στην πληθυσμιακή πυκνότητα της λεπτής ήρας κατά το στάδιο του καλαμώματος. Οι γραμμές πάνω και κάτω από τις μετρήσεις συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα.

Στο Διάγραμμα Α.3.3.2 απεικονίζεται η διαφοροποίηση του μέσου όρου της πληθυσμιακής πυκνότητας της λεπτής, την 100^η ημέρα από την σπορά, όταν η καλλιέργεια του κριθαριού βρίσκονταν στο στάδιο του καλαμώματος (στάδια 32-45 της κλίμακας Zadoks), στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν. Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάλογα με την πυκνότητα σποράς σε επίπεδο σημαντικότητας 5 %.

Α.3.3.3 Στη δυναμική του πληθυσμού



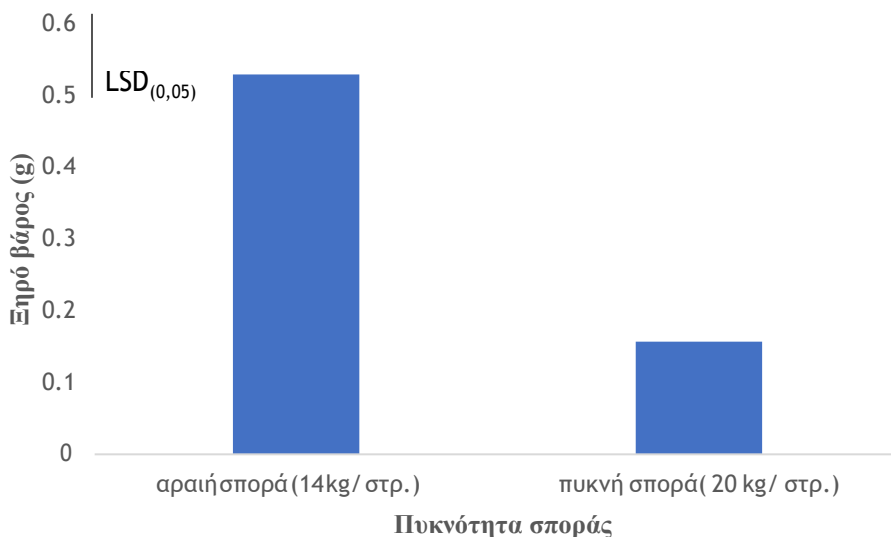
Διάγραμμα Α.3.3.3 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στη δυναμική του πληθυσμού της λεπτής ήρας.

Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα Α.3.3.3, η μέγιστη πυκνότητα του πληθυσμού της λεπτής ήρας και για τις δύο πυκνότητες σποράς της καλλιέργειας παρατηρείται την 100^η ημέρα από τη σπορά. Την ημέρα εκείνη η καλλιέργεια βρίσκονταν στο στάδιο του καλαμώματος-διόγκωση κολεού ενώ η λεπτή ήρα στο στάδιο του αδελφώματος, με 54 φυτά/ m² στην αραιή

σπορά και 51 φυτά/ m² στην πυκνή σπορά. Από εκεί και ύστερα, η πυκνότητα του πληθυσμού της λεπτής ήρας μειώνεται ολοένα και περισσότερο μέχρι που φτάνει τα 3 φυτά/ m² και για τις δύο πυκνότητες την 170^η ημέρα από την σπορά, όταν δηλαδή πραγματοποιήθηκε και η συγκομιδή.

A.3.3.4 Η βιομάζα

Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 9, παράρτημα), παρατηρήθηκε πως η πυκνότητα σποράς επηρέασε στατιστικώς σημαντικά το ξηρό βάρος της λεπτής ήρας, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Παρατηρούμε ότι στην αραιή σπορά (14 kg/ στρ.) το ξηρό βάρος είναι υψηλότερο από ότι στην πυκνή σπορά.



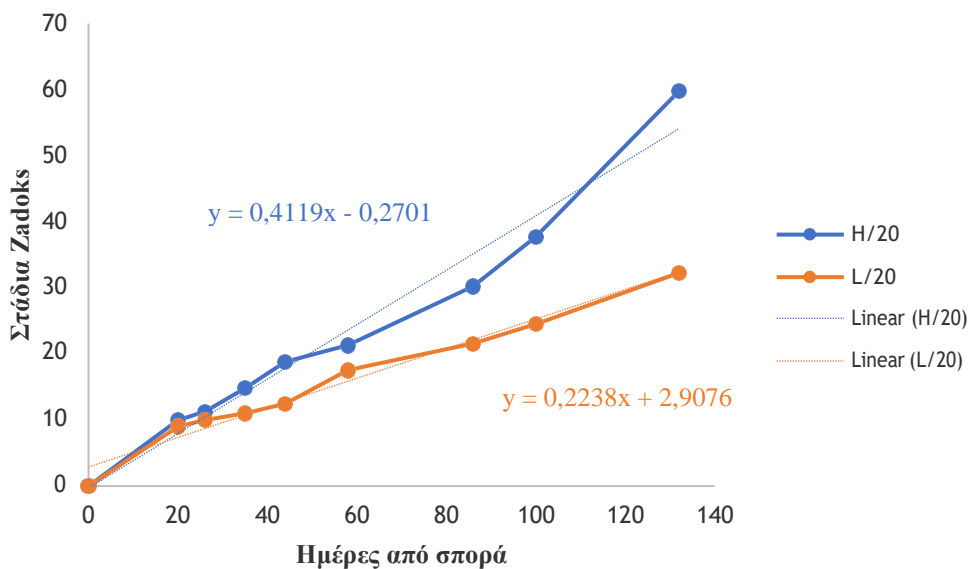
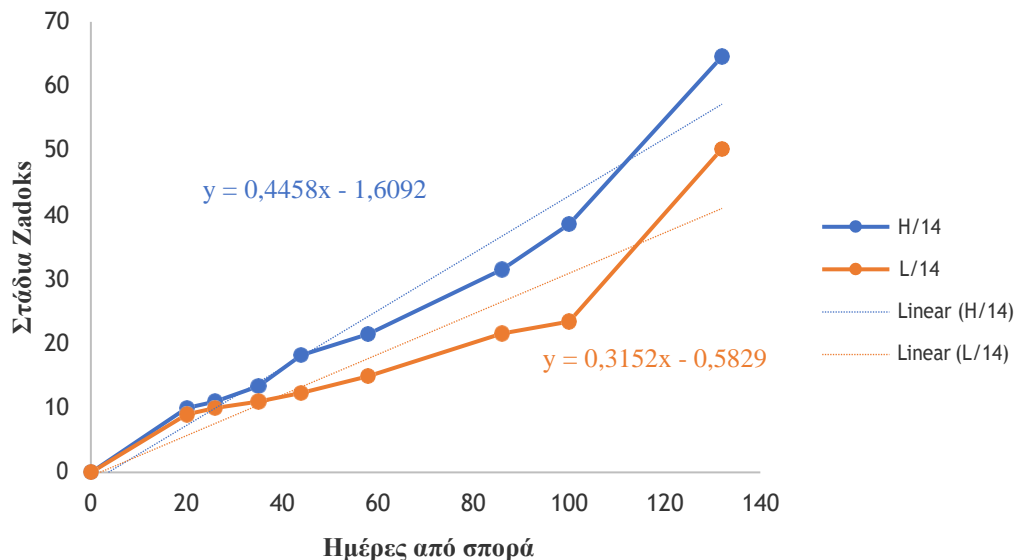
Διάγραμμα A.3.3.4 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στο ξηρό βάρος των φυτών της λεπτής ήρας.

Στο Διάγραμμα A.3.3.4 απεικονίζεται η διαφοροποίηση του μέσου όρου του ξηρού βάρους των φυτών λεπτής ήρας στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν. Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάλογα με την πυκνότητα σποράς σε επίπεδο σημαντικότητας 5 %.

Α.3.4 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στη φαινολογία του κριθαριού και της λεπτής ήρας

Α.3.4.1 Πορείες βιολογικού κύκλου του κριθαριού και της λεπτής ήρας για τις δύο πυκνότητες σποράς.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων σε σχέση με την πάροδο του χρόνου είναι τα εξής, όπως παρουσιάζονται στα Διαγράμματα Α.3.5.1 α,β.



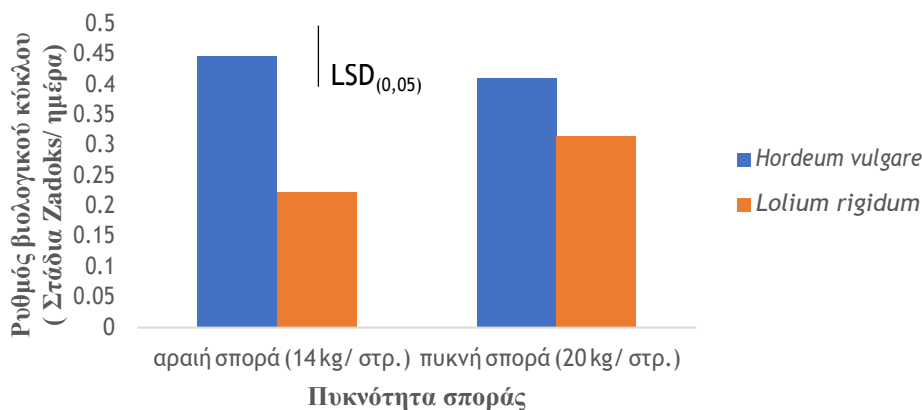
Διάγραμμα Α.3.4.1α,β. Η ανάπτυξη των φυτών κριθαριού και λεπτής ήρας για πυκνότητα σποράς 14 kg/ στρ. (πάνω) και 20 kg/ στρ. (κάτω) με βάση τη κλίμακα Zadoks, σε σχέση με τις ημέρες από τη σπορά. H: *Hordeum vulgare*, L: *Lolium rigidum*

Παρατηρούμε ότι και για τις δύο πυκνότητες σποράς, η πορεία του βιολογικού κύκλου των δύο ειδών ξεκινά να διαφοροποιείται από την 35^η ημέρα από τη σπορά. Την ημέρα αυτή για το

κριθάρι ξεκινάει το στάδιο του αδελφώματος ενώ η λεπτή ήρα βρίσκεται ακόμα στο στάδιο ανάπτυξης των φυταρίων και ειδικότερα στο στάδιο παραγωγής φύλλων. Από εκεί και ύστερα, η λεπτή ήρα αναπτύσσεται με χαμηλότερο ρυθμό από ότι το κριθάρι. Την 132^η ημέρα από τη σπορά, παρατηρούμε ότι για την αραιή σπορά η λεπτή ήρα βρίσκεται στο στάδιο του ξεσταχυάσματος ενώ στην πυκνή σπορά στο στάδιο του καλαμώματος.

A.3.4.2 Ρυθμός βιολογικού κύκλου του κριθαριού και της λεπτής ήρας για τις δύο πυκνότητες σποράς.

Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 10, παράρτημα) παρατηρήθηκε πως ο ρυθμός ανάπτυξης και για τα δύο είδη, διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά ως προς το φυτικό είδος ενώ στατιστικώς σημαντική είναι και η αλληλεπίδραση της πυκνότητας σποράς και του φυτικού είδους σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Αντίθετα, η πυκνότητα σποράς δεν επηρέασε στατιστικώς σημαντικά τον ρυθμό ανάπτυξης των φυτών σε επίπεδο σημαντικότητας 5 %.

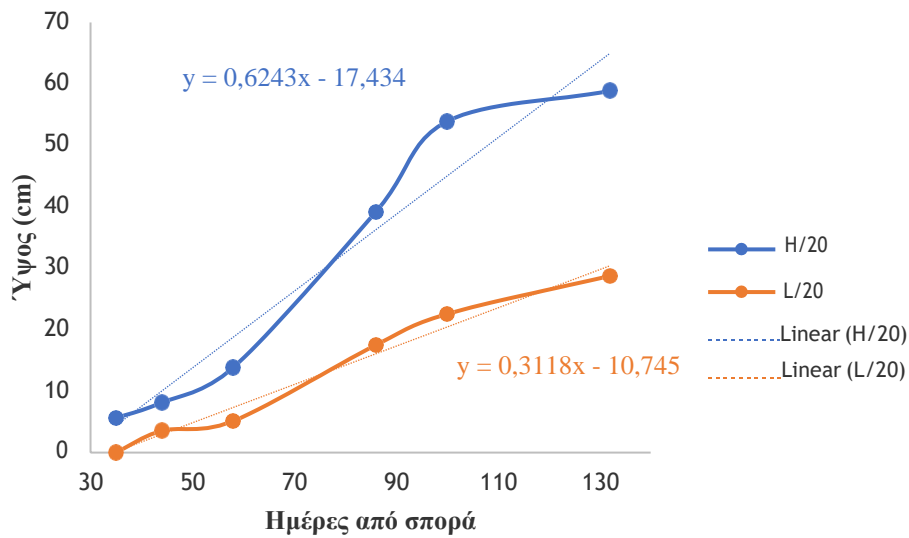
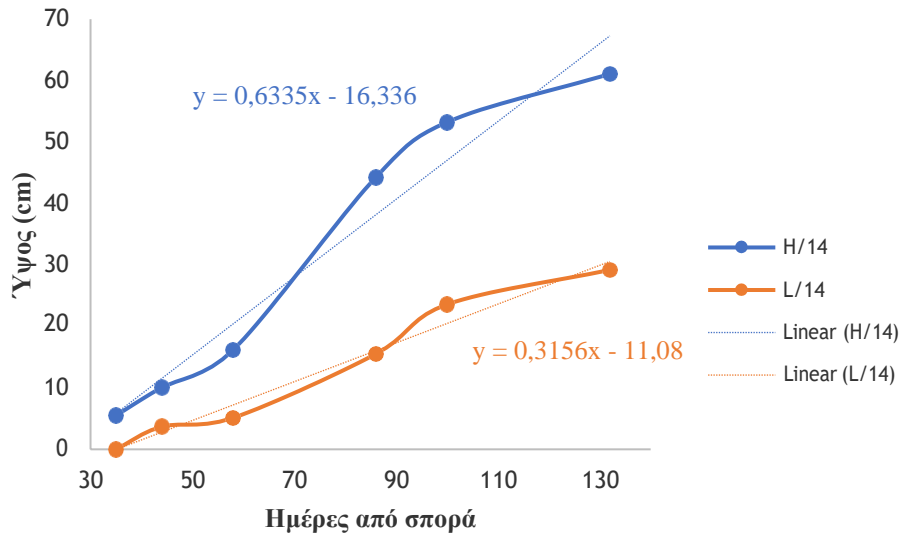


Διάγραμμα A.3.4.2 Ρυθμός ανάπτυξης του κριθαριού και της λεπτής ήρας σε συνθήκες αραιής (14 kg/ στρ.) και πυκνής (20 kg/ στρ.) σποράς της καλλιέργειας.

Στο Διάγραμμα A.3.4.2 απεικονίζεται η διαφοροποίηση του μέσου όρου του ρυθμού του βιολογικού κύκλου του κριθαριού και της λεπτής ήρας στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν. Παρατηρούμε ότι και για τις δύο πυκνότητες η λεπτή ήρα παρουσιάζει χαμηλότερο ρυθμό βιολογικού κύκλου. Ειδικότερα, στην αραιή σπορά, τα φυτά της λεπτής ήρας παρουσιάζουν μια τάση για χαμηλότερο ρυθμό ανάπτυξης από ότι στην πυκνή σπορά, αν και δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5 %.

A.3.4.3 Πορεία αύξησης του ύψους του κριθαριού και της λεπτής ήρας για τις δύο πυκνότητες σποράς.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων σε σχέση με την πάροδο του χρόνου είναι τα εξής, όπως παρουσιάζονται στα Διαγράμματα A.3.4.3 a,b.

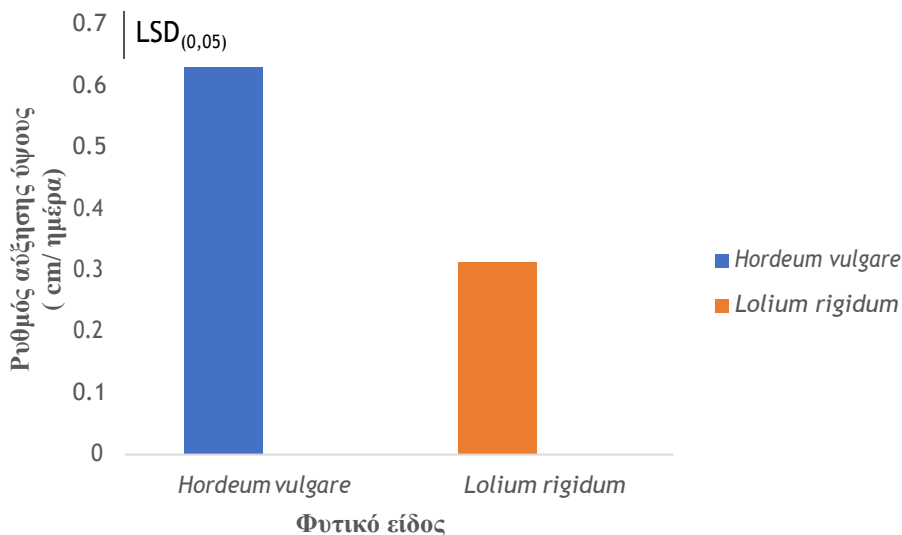


Διάγραμμα Α.3.4.3 a,b. Πορεία αύξησης του ύψους του κριθαριού και της λεπτής ήρας για πυκνότητα σποράς 14 kg/ στρ. (πάνω) και 20 kg/ στρ. (κάτω) σε σχέση με τις ημέρες από σπορά. Η: *Hordeum vulgare*, L: *Lolium rigidum*

Παρατηρούμε ότι και για τις δύο πυκνότητες σποράς, το ύψος του κριθαριού αυξάνεται με ταχύ ρυθμό από την 58^η μέχρι την 100^η ημέρα από τη σπορά, δηλαδή από το στάδιο του αδερφώματος μέχρι το στάδιο διόγκωσης του κολεού, και αποκτά μεγαλύτερο τελικό ύψος σε σχέση με τη λεπτή ήρα (132^η ημέρα από τη σπορά, στο στάδιο της ωρίμανσης). Σε αντίθεση, το ύψος της λεπτής ήρας αυξάνεται βραδύτερα και για τις δύο πυκνότητες από την 58^η μέχρι την 132^η ημέρα από τη σπορά, δηλαδή από το στάδιο της βλαστικής ανάπτυξης μέχρι στάδιο του ξεσταχιάσματος για την αραιή σπορά και το στάδιο του καλαμώματος για την πυκνή σπορά. Στην αραιή σπορά η λεπτή ήρα αποκτά μικρότερο τελικό ύψος σε σχέση με την πυκνή σπορά (29,21 και 28,73 αντίστοιχα), χωρίς ωστόσο να είναι στατιστικώς σημαντικό .

A.3.4.4. Ρυθμός αύξησης του ύψους του κριθαριού και της λεπτής ήρας για τις δύο πυκνότητες σποράς.

Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 11, παράρτημα) παρατηρήθηκε πως ο ρυθμός αύξησης ύψους και για τα δύο είδη, διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά ως προς το φυτικό είδος σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Αντίθετα, η πυκνότητα σποράς και η αλληλεπίδραση της πυκνότητας σποράς και του φυτικού είδους δεν επηρέασε στατιστικώς σημαντικά τον ρυθμό αύξησης του ύψους των φυτών σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

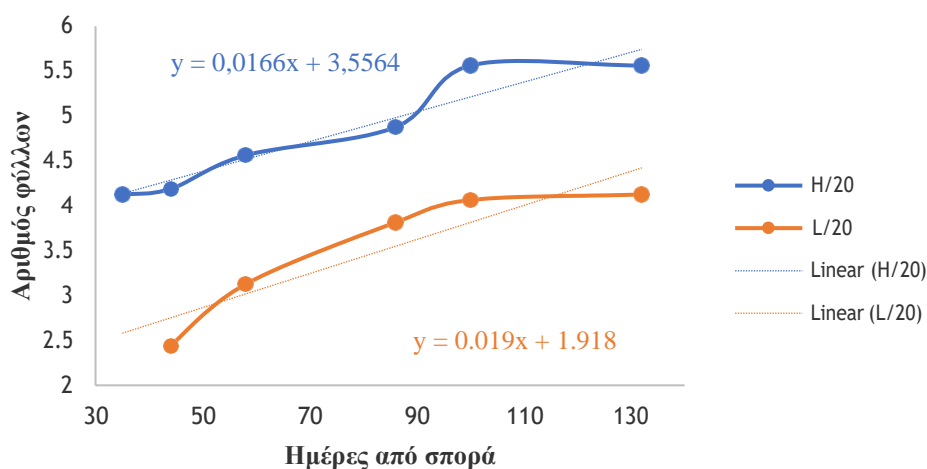
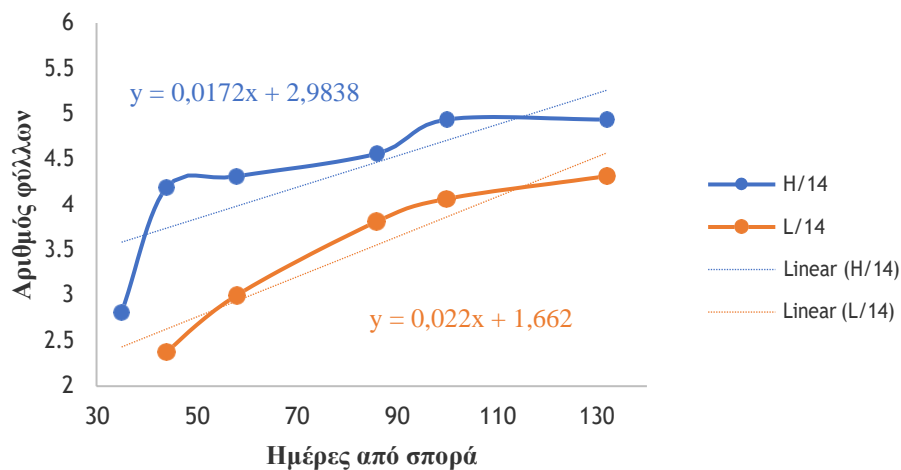


Διάγραμμα A.3.4.4. Ρυθμός αύξησης του ύψους του κριθαριού και της λεπτής ήρας .

Στο Διάγραμμα A.3.4.4 απεικονίζεται η διαφοροποίηση του μέσου όρου του ρυθμού αύξησης του ύψους του κριθαριού και της λεπτής ήρας. Παρατηρούμε ότι η λεπτή ήρα παρουσιάζει στατιστικώς σημαντικά χαμηλότερο ρυθμό αύξησης ύψους σε σχέση με την καλλιέργεια κριθαριού σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

A.3.4.5 Αύξηση του αριθμού των φύλλων του κριθαριού και της λεπτής ήρας για τις δύο πυκνότητες σποράς.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων σε σχέση με την πάροδο του χρόνου είναι τα εξής, όπως παρουσιάζονται στα Διαγράμματα A.3.4.5 a,b.



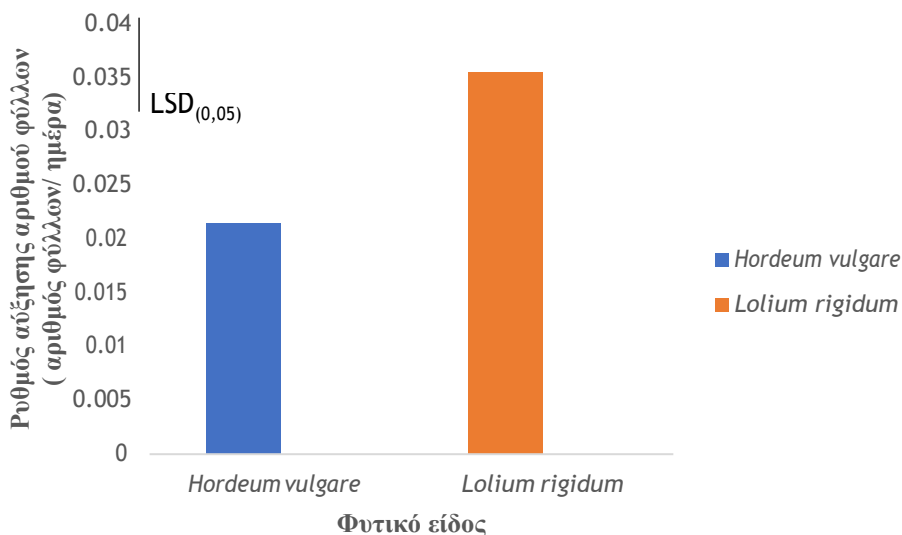
Διάγραμμα Α.3.4.5 a,b. Αύξηση του αριθμού των φύλλων του κριθαριού και της λεπτής ήρας για πυκνότητα σποράς 14 kg/ στρ. (πάνω) και 20 kg/ στρ. (κάτω) σε σχέση με τις ημέρες από σπορά. H: *Hordeum vulgare*, L: *Lolium rigidum*

Παρατηρούμε ότι και για τις δύο πυκνότητες σποράς η αύξηση του αριθμού των φύλλων και για τα δύο είδη ακολουθεί την ίδια πορεία.

Α.3.4.6 Ρυθμός αύξησης του αριθμού των φύλλων του κριθαριού και της λεπτής ήρας για τις δύο πυκνότητες σποράς.

Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 12, παράρτημα) παρατηρήθηκε πως ο ρυθμός αύξησης του αριθμού των φύλλων και για τα δύο είδη, διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά ως προς το φυτικό είδος σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Αντίθετα, η πυκνότητα σποράς και η αλληλεπίδραση της πυκνότητας σποράς και του φυτικού είδους δεν επηρέασε στατιστικώς

σημαντικά ,σε επίπεδο σημαντικότητας 5 %, το ρυθμό αύξησης του αριθμού των φύλλων των φυτών.

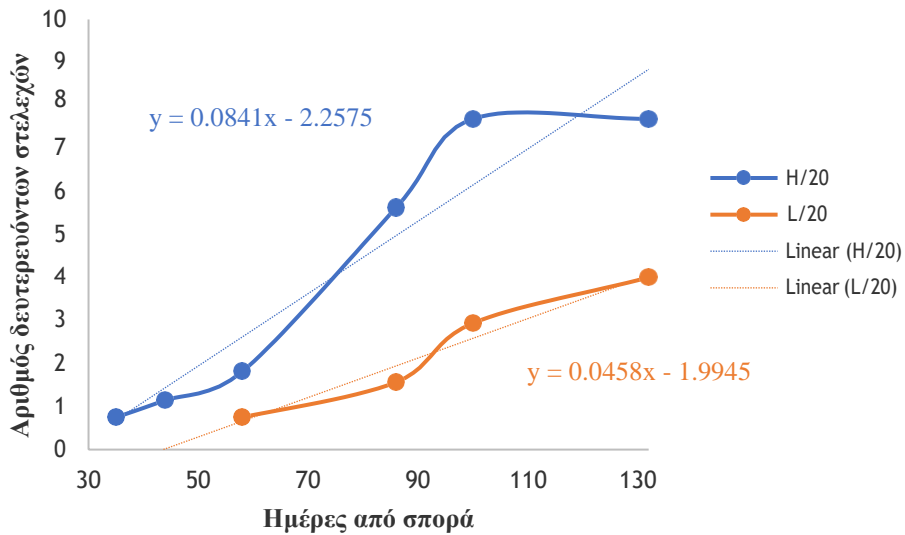
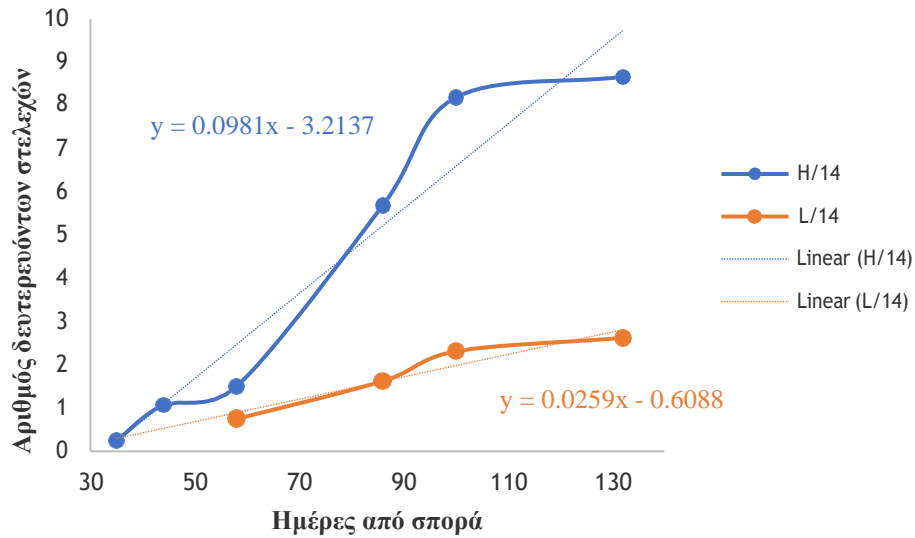


Διάγραμμα A.3.4.6 Ρυθμός αύξησης του αριθμού των φύλλων του κριθαριού και της λεπτής ήρας σε συνθήκες αραιής (14 kg/ στρ.) και πυκνής (20 kg/ στρ.) σποράς της καλλιέργειας.

Στο Διάγραμμα A.3.4.6 απεικονίζεται ο μέσος όρος της διαφοροποίησης του ρυθμού αύξησης των φύλλων του κριθαριού και της λεπτής ήρας. Παρατηρούμε ότι η λεπτή ήρα παρουσιάζει στατιστικώς σημαντικά υψηλότερο ρυθμό αύξησης του αριθμού των φύλλων σε σχέση με την καλλιέργεια κριθαριού σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

A.3.4.7 Πορεία εμφάνισης των δευτερευόντων στελεχών του κριθαριού και της λεπτής ήρας για τις δύο πυκνότητες σποράς.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων σε σχέση με την πάροδο του χρόνου είναι τα εξής, όπως παρουσιάζονται στο Διάγραμμα A.3.4.7 a,b.

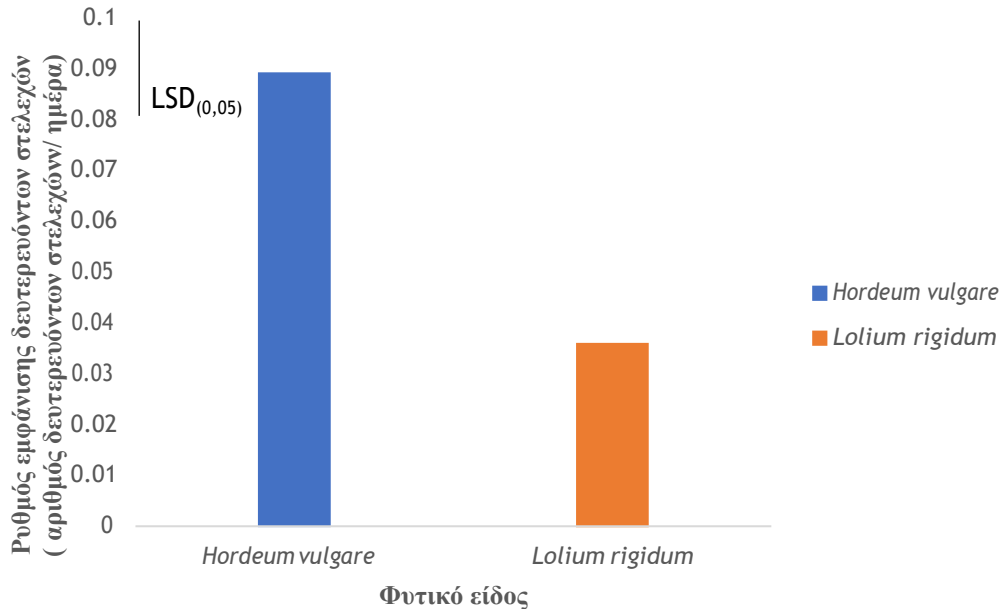


Διάγραμμα Α.3.4.7 a,b. Πορεία εμφάνισης των δευτερευόντων στελεχών του κριθαριού και της λεπτής ήρας για πυκνότητα σποράς 14 kg/ στρ.(πάνω) και 20 kg/ στρ. (κάτω) σε σχέση με τις ημέρες από σπορά. H: *Hordeum vulgare*, L: *Lolium rigidum*

Παρατηρούμε ότι και για τις δύο πυκνότητες σποράς ο αριθμός των δευτερευόντων στελεχών για την καλλιέργεια του κριθαριού αυξάνεται σημαντικά από την 44^η (έναρξη αδελφώματος) μέχρι την 100^η (καλάμωμα) ημέρα από τη σπορά ενώ στη συνέχεια σταθεροποιείται. Αντίθετα, η πορεία αύξησης του αριθμού των δευτερευόντων στελεχών είναι πιο ομαλή για τη λεπτή ήρα και παρατηρείται μια αύξηση από την 86^η (έναρξη αδελφώματος) μέχρι την 100^η (έναρξη καλαμώματος) ημέρα από τη σπορά. Τελικά, και για τις δύο πυκνότητες σποράς στο κριθάρι παρατηρείται μεγαλύτερος αριθμός δευτερευόντων στελεχών από ότι στην λεπτή ήρα.

A.3.4.8 Ρυθμός εμφάνισης των δευτερευόντων στελεχών του κριθαριού και της λεπτής ήρας για τις δύο πυκνότητες σποράς.

Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 13, παράρτημα) παρατηρήθηκε πως ο ρυθμός αύξησης του αριθμού των δευτερευόντων στελεχών και για τα δύο είδη, διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά ως προς το φυτικό είδος σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Αντίθετα, η πυκνότητα σποράς και η αλληλεπίδραση της πυκνότητας σποράς και του φυτικού είδους δεν επηρέασε στατιστικώς σημαντικά τον ρυθμό αύξησης του αριθμού των δευτερευόντων στελεχών σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα A.3.4.8 Ρυθμός εμφάνισης δευτερευόντων στελεχών του κριθαριού και της λεπτής ήρας σε συνθήκες αραιής (14 kg/ στρ.) και πυκνής (20 kg/ στρ.) σποράς της καλλιέργειας.

Στο Διάγραμμα A.3.4.8 απεικονίζεται η διαφοροποίηση του μέσου όρου του ρυθμού εμφάνισης των δευτερευόντων στελεχών του κριθαριού και της λεπτής ήρας. Παρατηρούμε ότι η καλλιέργεια του κριθαριού παρουσιάζει στατιστικώς σημαντικά υψηλότερο ρυθμό εμφάνισης δευτερευόντων στελεχών σε σχέση με τη λεπτή ήρα σε επίπεδο σημαντικότητας 5 %.

A.3.4.9 Διαφοροποίηση χαρακτηριστικών ανάπτυξης κριθαριού και λεπτής ήρας για τις δύο πυκνότητες σποράς ανάλογα με τα στάδια ανάπτυξης

Όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν παραπάνω με τις τιμές τους στα διάφορα στάδια ανάπτυξης (ύψος, αριθμός φύλλων, αριθμός δευτερευόντων στελεχών) παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα A.3.4.9 a για το κριθάρι και στον Πίνακα A.3.4.9 b για την λεπτή ήρα.

Πίνακας Α.3.4.9 α. Χαρακτηριστικά ανάπτυξης του κριθαριού για τις δύο πυκνότητες σποράς ανάλογα με τα στάδια ανάπτυξης.

Στάδια κλίμακα Zadoks	Χαρακτηριστικά					
	ΥΨΟΣ (cm)		ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ		ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΩΝ ΣΤΕΛΕΧΩΝ	
	Αραιή σπορά(126)	Πυκνή σπορά(180)	Αραιή σπορά(126)	Πυκνή σπορά(180)	Αραιή σπορά(126)	Πυκνή σπορά(180)
Αύξηση φυταρίων- Έναρξη αδελφώματος (1.0-2.0)	5.49375	5.6125	2.8125	4.1875	0.25	0.75
Αύξηση φυταρίων- Αδέλφωμα (1.3-2.2)	10.0625	8.14375	4.1875	4.125	1.075	1.15
Αύξηση φυταρίων- Αδέλφωμα (1.5-2.3)	16.14375	13.81875	4.3125	4.5625	1.5	1.8125
Αδέλφωμα- Καλάμωμα (2.4-3.2)	44.23125	39.15	4.5625	4.875	5.6875	5.625
Καλάμωμα- Διόγκωση κολεού (3.2-4.5)	53.21875	53.89166667	4.9375	5.5625	8.1875	7.6875
Ξεστάχασμα- Άνθηση (5.4-6.9)	61.075	58.85	4.9375	5.5625	8.666666667	7.6875

Πίνακας Α.3.4.9 β. Χαρακτηριστικά ανάπτυξης της λεπτής ήρας για τις δύο πυκνότητες σποράς ανάλογα με τα στάδια ανάπτυξης.

Στάδια κλίμακα Zadoks	Χαρακτηριστικά					
	ΥΨΟΣ (cm)		ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ		ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΩΝ ΣΤΕΛΕΧΩΝ	
	Αραιή σπορά(126)	Πυκνή σπορά(180)	Αραιή σπορά(126)	Πυκνή σπορά(180)	Αραιή σπορά(126)	Πυκνή σπορά(180)
Αύξηση φυταρίων (1.0-1.2)	0	0				
Αύξηση φυταρίων (1.2-1.3)	3.7	3.5375	2.375	2.4375		
Αύξηση φυταρίων- Έναρξη αδελφώματος (1.3-2.0)	5.125	5.1	3	3.125	0.75	0.75
Αδέλφωμα (2.1-2.4)	15.51875	17.475	3.8125	3.8125	1.625	1.5625
Αδέλφωμα- Καλάμωμα (2.2-3.2)	23.58125	22.53125	4.0625	4.0625	2.3125	2.9375
Αδέλφωμα- Άνθηση (2.2-6.9)	29.2125	28.7375	4.3125	4.125	2.625	4

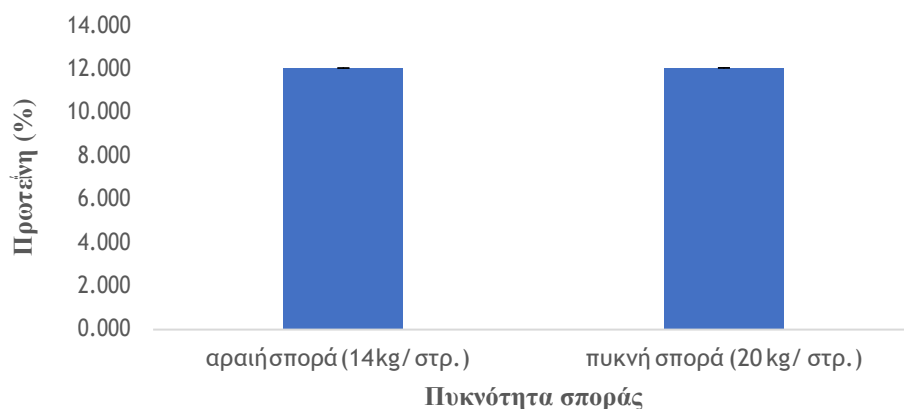
Από τον Πίνακα Α.3.4.9α, παρατηρούμε ότι οι διαφορές στο ύψος του κριθαριού εμφανίζονται μεγαλύτερες κατά το στάδιο του καλαμώματος. Για τον αριθμό των φύλλων και των δευτερευόντων στελεχών δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές σε κανένα στάδιο.

Από τον Πίνακα Α.3.4.9β, παρατηρούμε ότι οι διαφορές στον αριθμό των φύλλων της λεπτής ήρας εμφανίζονται κατά το στάδιο της άνθησης. Για το ύψος και τον αριθμό των δευτερόντων στελεχών, δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές σε κανένα στάδιο ανάπτυξης..

Α.3.5. Επίδραση της πυκνότητας σποράς στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών του κριθαριού.

Α.3.5.1 Περιεκτικότητα των καρπών σε πρωτεΐνη

Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 14, παράρτημα) παρατηρήθηκε ότι η πυκνότητα σποράς δεν επηρέασε με στατιστικώς σημαντικό τρόπο την περιεκτικότητα των σπόρων σε πρωτεΐνη σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα Α.3.5.1. Το ποσοστό πρωτεΐνης των σπόρων για τα δύο επίπεδα πυκνότητας σποράς. Οι γραμμές πάνω και κάτω από τις μετρήσεις συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα

Στο Διάγραμμα Α.3.5.1 απεικονίζεται η διαφοροποίηση του μέσου όρου της περιεκτικότητας των σπόρων της καλλιέργειας του κριθαριού σε πρωτεΐνη για τις δύο πυκνότητες σποράς που μελετήθηκαν. Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάλογα με την πυκνότητα σποράς σε επίπεδο σημαντικότητας 5 %.

Η σημασία της περιεκτικότητας των σπόρων σε πρωτεΐνη στο κριθάρι είναι πολύ μεγάλη, δεδομένου ότι οι σπόροι που προορίζονται για βυνοποίηση θα πρέπει να βρίσκονται μεταξύ 9-12%. Και για τις δύο πυκνότητες, το ποσοστό της πρωτεΐνης βρίσκεται οριακά εντός ορίων (12,06% για την αραιή σπορά και 12,07% για την πυκνή).

Α.3.5.2 Μέγεθος καρπών

Στο πίνακα 3.5.2, παρουσιάζεται το μέγεθος των σπόρων και για τις δύο πυκνότητες σποράς που μελετήθηκαν. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται τρεις κλάσεις διαμέτρων (> 2,8 mm,

2,5-2,8 mm, 2,2-2,5 mm) σπόρων, καθώς και το σύνολο των σπόρων που βάση μεγέθους είναι κατάλληλο για βυνοποίηση (> 2,2 mm)

Από την ανάλυση διασποράς(Πίνακες 15 έως 17, παράρτημα), η πυκνότητα σποράς δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά το μέγεθος των σπόρων για καμία από τις τρεις κλάσεις

Πίνακας 3.5.2 Η κατάταξη των καρπών σε κλάσεις ανάλογα με το μέγεθός τους

Πυκνότητα σποράς	>2,8mm	2,5-2,8 mm	2,2- 2,5 mm	Βυνοποιήσιμο κλάσμα (> 2,2 mm)
Αραιή σπορά (126)	7,1	29,9	38,9	75,8
Πυκνή σπορά (180)	6,1	19,1	36,5	61,7



Εικόνα 12. 26/1/2018 Στάδιο του αδελφώματος στην αραιή (επάνω) και πυκνή σπορά (κάτω)



Εικόνα13. 16/3/2018 Στάδιο του καλαμώματος στην αραιή (επάνω) και πυκνή σπορά(κάτω)



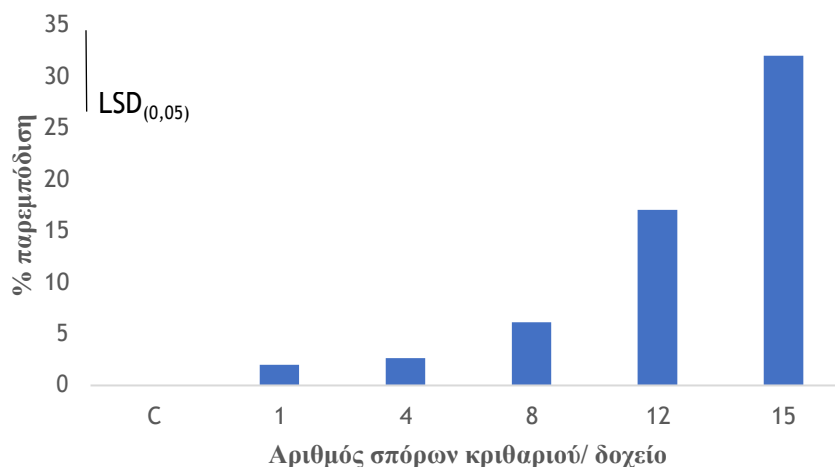
Εικόνα 14. 16/2/2018 Στάδιο του αδελφώματος της λεπτής ήρας στην αραιή (επάνω) και την πυκνή σπορά(κάτω)

Β. ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΗΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

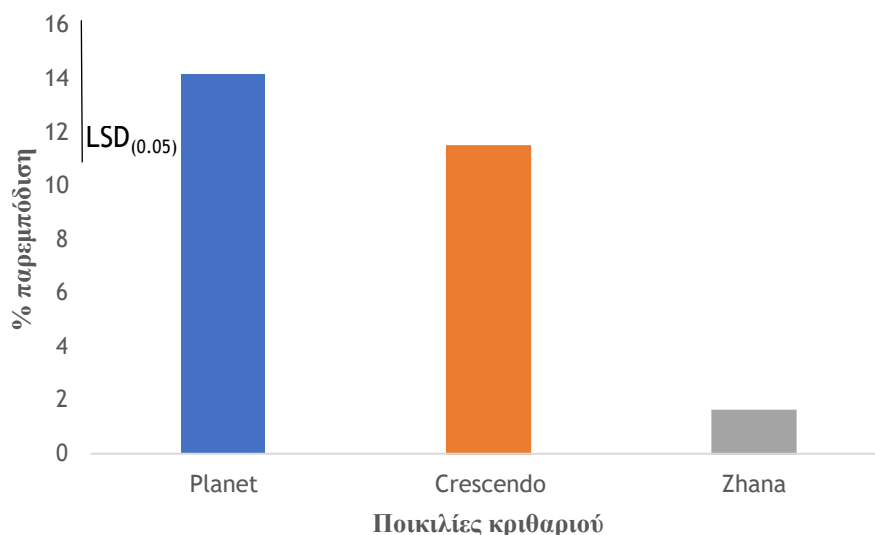
Β.3.1 Επίδραση της αλληλοπαθητικής ικανότητας του κριθαριού στα αρτίβλαστα της λεπτής ήρας.

Β.3.1.1. Στο μέσο ολικό μήκος ριζιδίου

Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 15, παράρτημα), παρατηρήθηκε ότι η ποσοστιαία παρεμπόδιση του μέσου ολικού μήκους του ριζιδίου της λεπτής ήρας διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, ως προς τον αριθμό των σπόρων του κριθαριού ανά δοχείο και την ποικιλία του κριθαριού. Η αλληλεπίδραση του αριθμού των σπόρων ανά δοχείο με την ποικιλία δεν είναι στατιστικώς σημαντική ,σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα Β.3.1.1a Ποσοστιαία παρεμπόδιση του μέσου ολικού μήκους του ριζιδίου της λεπτής ήρας ανάλογα με τον αριθμό σπόρων κριθαριού ανά δοχείο.



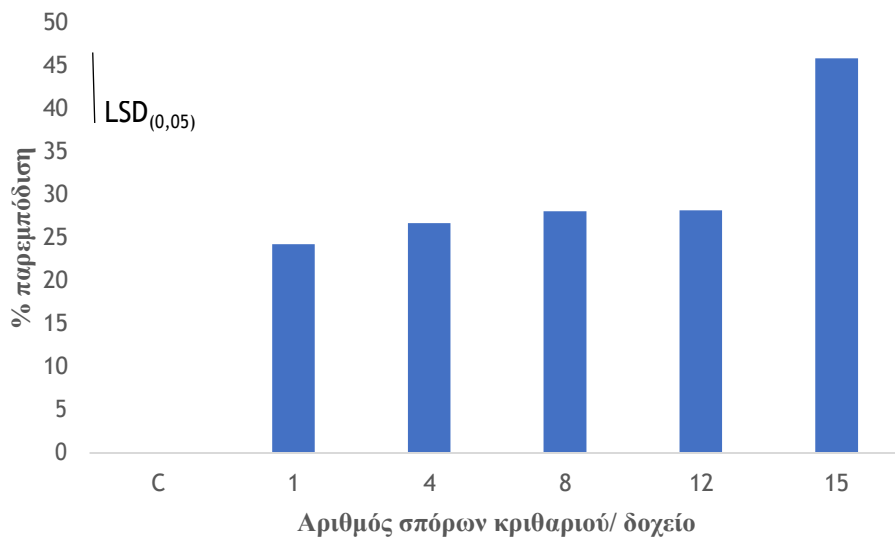
Διάγραμμα Β.3.1.1b. Ποσοστιαία παρεμπόδιση του μέσου ολικού μήκους του ριζιδίου του κριθαριού της λεπτής ήρας ανάλογα με την ποικιλία κριθαριού

Στο Διάγραμμα Β.3.1.1a απεικονίζεται ο μέσος όρος της ποσοστιαίας παρεμπόδισης του μέσου ολικού μήκους του ριζιδίου του *Lolium rigidum* L, για τις πέντε διαφορετικές πυκνότητες σπόρων κριθαριού που μελετήθηκαν. Στο Διάγραμμα Β.3.1.1b απεικονίζεται ο μέσος όρος της ποσοστιαίας παρεμπόδισης του μέσου ολικού μήκους του ριζιδίου του *Lolium rigidum* L για τις τρεις ποικιλίες κριθαριού που μελετήθηκαν.

Η μεγαλύτερη παρεμπόδιση παρατηρήθηκε για 15 και 12 σπόρους κριθαριού ανά δοχείο και για τις τρεις ποικιλίες, με τις υπόλοιπες πυκνότητες να μην διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Οι ποικιλίες Planet και Crescendo οδήγησαν στη μεγαλύτερη παρεμπόδιση, χωρίς να διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους, ενώ η ποικιλία Zhana παρουσίασε τη χαμηλότερη παρεμπόδιση.

Β.3.1.2 Στη μέση ολική διάμετρος ριζιδίου

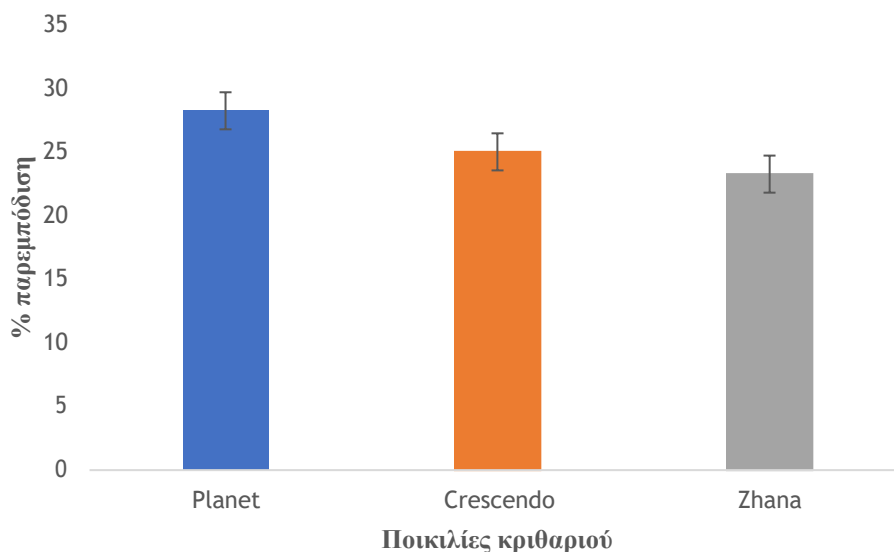
Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 16, παράρτημα), παρατηρήθηκε ότι η ποσοστιαία παρεμπόδιση της μέσης ολικής διαμέτρου του ριζιδίου της λεπτής ήρας διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, ως προς τον αριθμό των σπόρων του κριθαριού ανά δοχείο, ενώ στατιστικώς σημαντική είναι και η αλληλεπίδραση του αριθμού των σπόρων ανά δοχείο με την ποικιλία. Αντίθετα, η ποικιλία του κριθαριού δεν είναι στατιστικώς σημαντική, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα Β.3.1.2a Ποσοστιαία παρεμπόδιση της μέσης ολικής διαμέτρου του ριζιδίου της λεπτής ήρας ανάλογα με τον αριθμό σπόρων κριθαριού ανά δοχείο .

Στο Διάγραμμα Β.3.1.2a απεικονίζεται ο μέσος όρος της ποσοστιαίας παρεμπόδισης της μέσης ολικής διαμέτρου του ριζιδίου του *Lolium rigidum* L, για τις πέντε διαφορετικές πυκνότητες σπόρων κριθαριού που μελετήθηκαν.

Η μεγαλύτερη παρεμπόδιση παρατηρήθηκε για 15 σπόρους κριθαριού ανά δοχείο και για τις τρεις ποικιλίες με τις υπόλοιπες πυκνότητες να μην διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους.

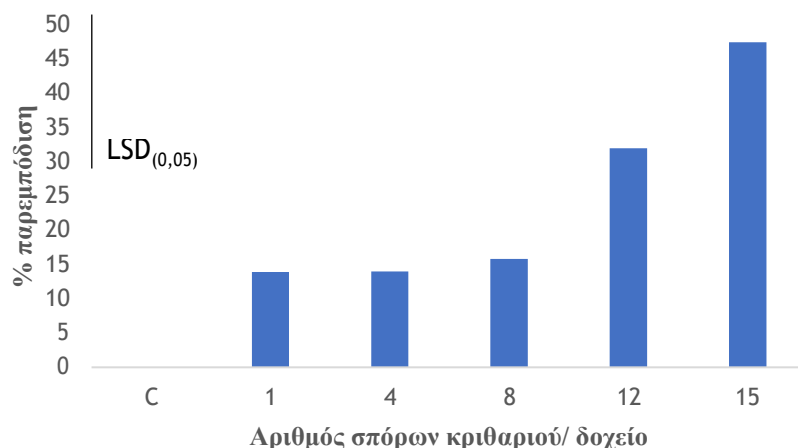


Διάγραμμα Β.3.1.2b Ποσοστιαία παρεμπόδιση της μέσης ολικής διαμέτρου του ριζιδίου της λεπτής ήρας ανάλογα με την ποικιλία κριθαριού . Οι γραμμές πάνω και κάτω από τις μετρήσεις συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα.

Στο Διάγραμμα Α.3.1.2b απεικονίζεται ο μέσος όρος της ποσοστιαίας παρεμπόδισης της μέσης ολικής διαμέτρου του ριζιδίου της λεπτής ήρας ανάλογα με την ποικιλία κριθαριού. Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Β.3.1.3. Στη μέση ολική επιφάνεια του ριζιδίου.

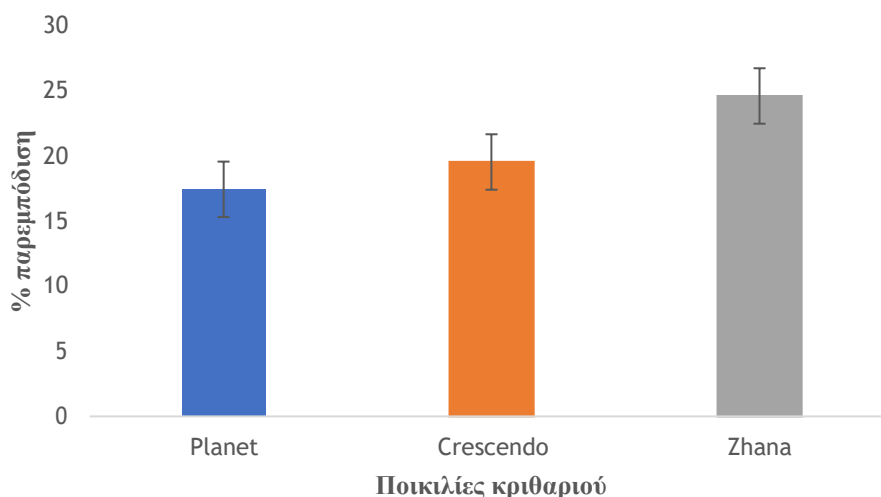
Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 17, παράρτημα), παρατηρήθηκε ότι η ποσοστιαία παρεμπόδιση της μέσης ολικής επιφάνειας του ριζιδίου της λεπτής ήρας διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, ως προς τον αριθμό των σπόρων του κριθαριού ανά δοχείο ,ενώ στατιστικώς σημαντική είναι και η αλληλεπίδραση του αριθμού των σπόρων ανά δοχείο με την ποικιλία. Αντίθετα, η ποικιλία του κριθαριού δεν είναι στατιστικώς σημαντική ,σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα Β.3.1.3.α Ποσοστιαία παρεμπόδιση της μέσης ολικής επιφάνειας του ριζιδίου της λεπτής ήρας ανάλογα με τον αριθμό σπόρων κριθαριού ανά δοχείο και την ποικιλία

Στο Διάγραμμα Β.3.1.3α απεικονίζεται ο μέσος όρος της ποσοστιαίας παρεμπόδισης της μέσης ολικής επιφάνειας του ριζιδίου του *Lolium rigidum* L, για τις τρεις ποικιλίες και τις πέντε διαφορετικές πυκνότητες σπόρων κριθαριού που μελετήθηκαν

Η μεγαλύτερη παρεμπόδιση παρατηρήθηκε για 15 και 12 σπόρους κριθαριού ανά δοχείο, με υπόλοιπες πυκνότητες να μην διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους.



Διάγραμμα Α.3.1.3 β. Ποσοστιαία παρεμπόδιση της μέσης ολικής επιφάνειας του ριζιδίου της λεπτής ήρας ανάλογα με την ποικιλία κριθαριού. Οι γραμμές πάνω και κάτω από τις μετρήσεις συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα.

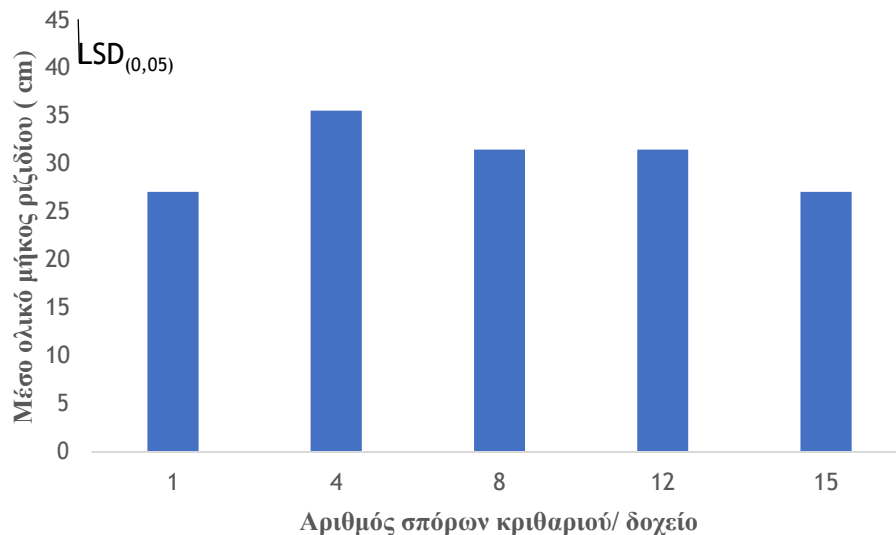
Στο Διάγραμμα Α.3.1.2β απεικονίζεται ο μέσος όρος της ποσοστιαίας παρεμπόδισης της μέσης ολικής διαμέτρου του ριζιδίου της λεπτής ήρας ανάλογα με την ποικιλία κριθαριού. Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

B.3.2 Επίδραση της αλληλοπαθητικής ικανότητας της λεπτής ήρας στα αρτίβλαστα του κριθαριού.

B.3.2.1 Στο μέσο ολικό μήκος ριζιδίου

Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 18, παράρτημα) παρατηρήθηκε ότι το μέσο ολικό μήκος του ριζιδίου του κριθαριού, παρουσία 12 σπόρων λεπτής ήρας, διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τον αριθμό των σπόρων κριθαριού ανά δοχείο , την ποικιλία κριθαριού ενώ στατιστικώς σημαντική είναι και η αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τον αριθμό των σπόρων ανά δοχείο .

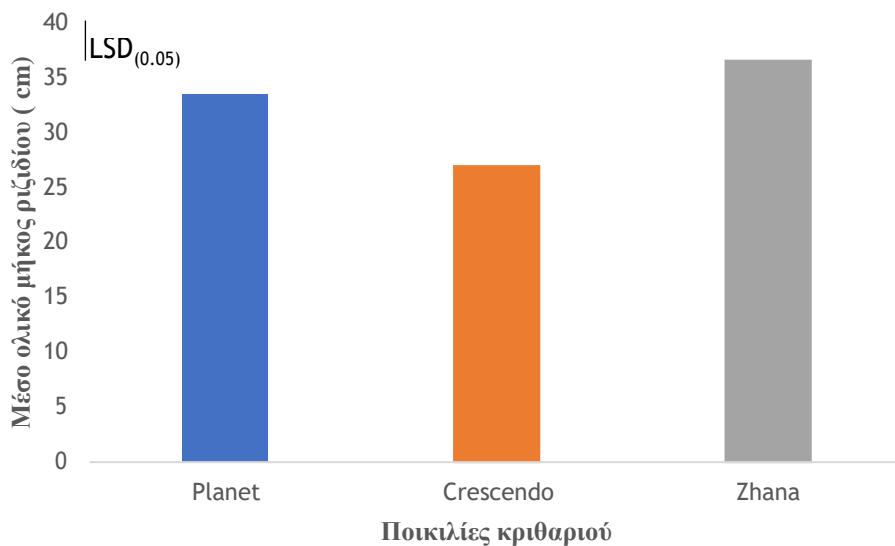
Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 19, παράρτημα) παρατηρήθηκε ότι το μέσο ολικό μήκος του ριζιδίου του κριθαριού, απουσία λεπτής ήρας, διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τον αριθμό των σπόρων κριθαριού ανά δοχείο , την ποικιλία κριθαριού ενώ στατιστικώς σημαντική είναι και η αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τον αριθμό των σπόρων ανά δοχείο. Δεν παρατηρείται επίσης στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάλογα με την παρουσία ή την απουσία της λεπτής ήρας από τα δοχεία.



Διάγραμμα B.3.2.1a Επίδραση του αριθμού των σπόρων ανά δοχείο και της ποικιλίας στο μέσο ολικό μήκος του ριζιδίου του κριθαριού παρουσία 12 σπόρων λεπτής ήρας.

Στο Διάγραμμα B.3.2.1.a απεικονίζεται ο μέσος όρος του μέσου ολικού μήκους του ριζιδίου του *Hordeum vulgare* , για τις πέντε διαφορετικές πυκνότητες σπόρων κριθαριού που μελετήθηκαν κατά την παρουσία 12 σπορών *Lolium rigidum* L.

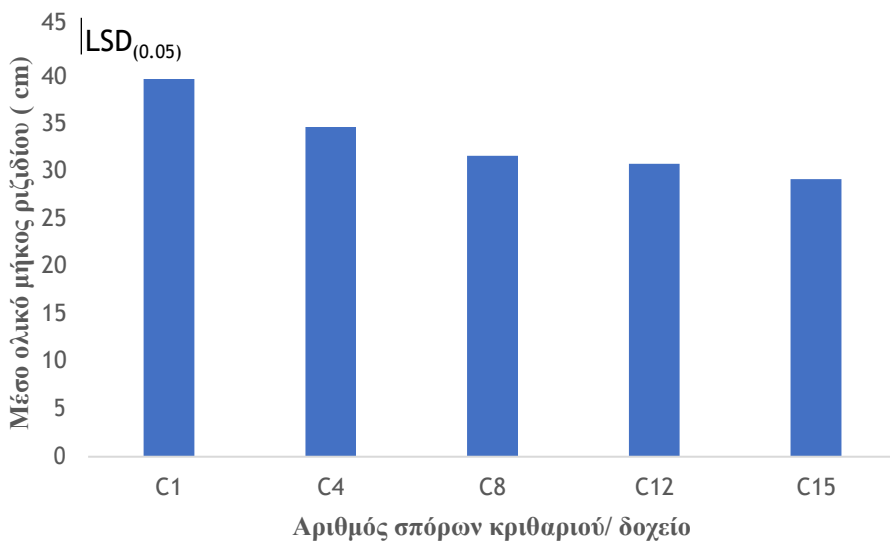
Το μικρότερο μέσο ολικό μήκος του ριζιδίου του κριθαριού παρατηρήθηκε για 15 σπόρους ανά δοχείο. Οι υπόλοιπες πυκνότητες δε διαφοροποιούνται στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα Β.3.2.1b Επίδραση της ποικιλίας κριθαριού στο μέσο ολικό μήκος του ριζιδίου του κριθαριού παρουσία 12 σπόρων λεπτής ήρας.

Στο Διάγραμμα Β.3.2.1.b απεικονίζεται ο μέσος όρος του μέσου ολικού μήκους του ριζιδίου του *Hordeum vulgare* , για τις τρεις διαφορετικές ποικιλίες κριθαριού που μελετήθηκαν κατά την παρουσία 12 σπορών *Lolium rigidum* L.

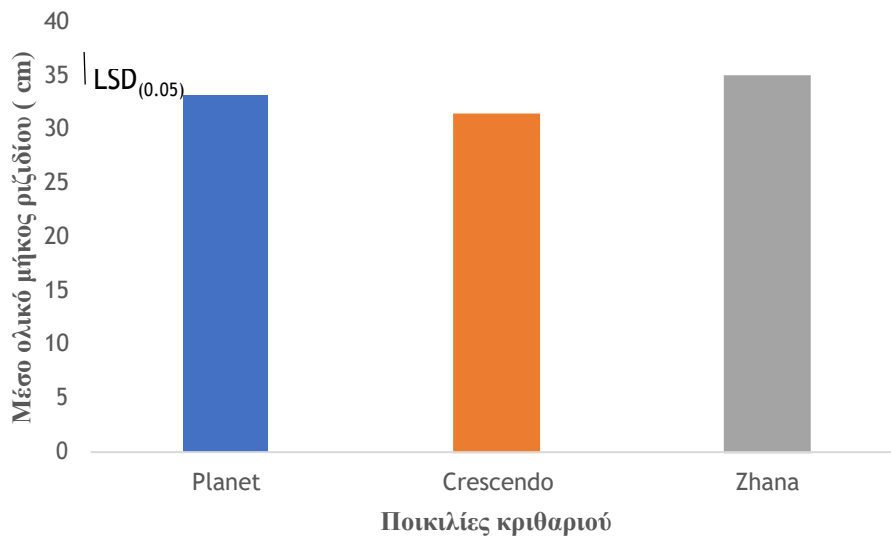
Και οι 3 ποικιλίες διαφοροποιούνται στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους με την ποικιλία Crescendo να παρουσιάζει το μικρότερο μέσο ολικό μήκος του ριζιδίου.



Διάγραμμα Β.3.2.1c Επίδραση του αριθμού των σπόρων κριθαριού ανά δοχείο στο μέσο ολικό μήκος του ριζιδίου του κριθαριού απουσία σπόρων λεπτής ήρας.

Στο Διάγραμμα B.3.2.1.c απεικονίζεται ο μέσος όρος του μέσου ολικού μήκους του ριζιδίου του *Hordeum vulgare*, για τις πέντε διαφορετικές πυκνότητες σπόρων κριθαριού που μελετήθηκαν κατά την απουσία σπορών *Lolium rigidum* L.

Το μικρότερο μέσο ολικό μήκος του ριζιδίου του κριθαριού παρατηρήθηκε για 15,12 και 8 σπόρους ανά δοχείο με τις υπόλοιπες πυκνότητες να μην παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα B.3.2.1d Επίδραση της ποικιλίας κριθαριού στο μέσο ολικό μήκος του ριζιδίου του κριθαριού παρουσία 12 σπόρων λεπτής ήρας.

Στο Διάγραμμα B.3.2.1.d απεικονίζεται ο μέσος όρος του μέσου ολικού μήκους του ριζιδίου του *Hordeum vulgare*, για τις τρεις διαφορετικές ποικιλίες κριθαριού που μελετήθηκαν κατά την απουσία σπορών *Lolium rigidum* L.

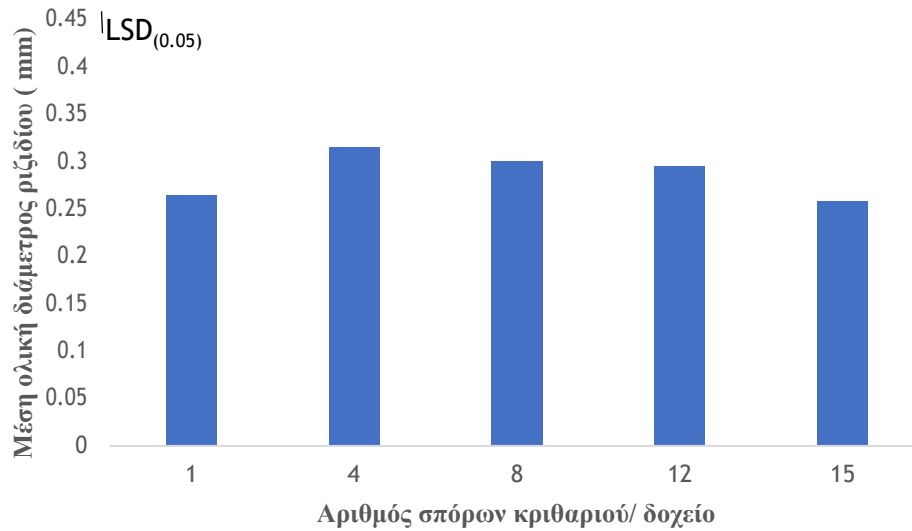
Παρατηρούμε ότι το μικρότερο μέσο ολικό μήκος ριζιδίου παρατηρήθηκε για την ποικιλία Crescendo, η οποία δεν διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά από την ποικιλία Planet, διαφοροποιείται ωστόσο από την Zhana, η οποία παρουσίασε το μεγαλύτερο μέσο ολικό μήκος ριζιδίου σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

B.3.2.2 Στη μέση ολική διάμετρο ριζιδίου

Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 20, παράρτημα) παρατηρήθηκε ότι η μέση ολική διάμετρος του ριζιδίου του κριθαριού, παρουσία 12 σπόρων λεπτής ήρας, διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς τον αριθμό των σπόρων του κριθαριού ανά δοχείο, ως προς την ποικιλία κριθαριού ενώ στατιστικώς σημαντική είναι και η αλληλεπίδραση του αριθμού των σπόρων ανά δοχείο με την ποικιλία.

Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 21, παράρτημα) παρατηρήθηκε ότι η μέση ολική διάμετρος του ριζιδίου του κριθαριού, απουσία λεπτής ήρας, δε διαφοροποιείται στατιστικώς, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, ως προς τον αριθμό των σπόρων του κριθαριού ανά δοχείο ενώ στατιστικώς σημαντική δεν είναι ούτε η αλληλεπίδραση της ποικιλίας τον αριθμό των σπόρων

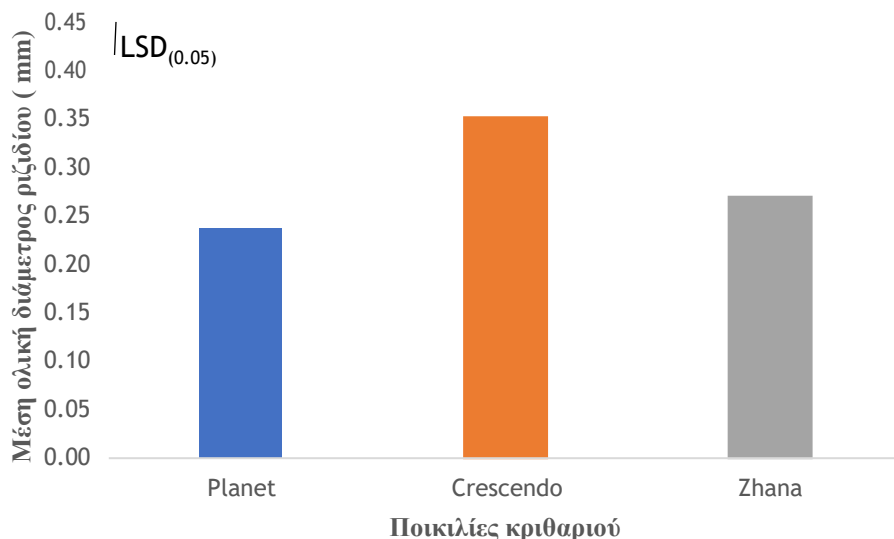
των σπόρων ανά δοχείο. Αντιθέτως, η επίδραση της ποικιλίας φαίνεται ότι είναι στατιστικώς σημαντική. Δεν παρατηρείται επίσης στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάλογα με την παρουσία ή την απουσία της λεπτής ήρας από τα δοχεία.



Διάγραμμα Β.3.2.2 α Επίδραση του αριθμού των σπόρων κριθαριού ανά δοχείο στη μέση ολική διάμετρο του ριζιδίου του κριθαριού παρουσία 12 σπόρων λεπτής ήρας.

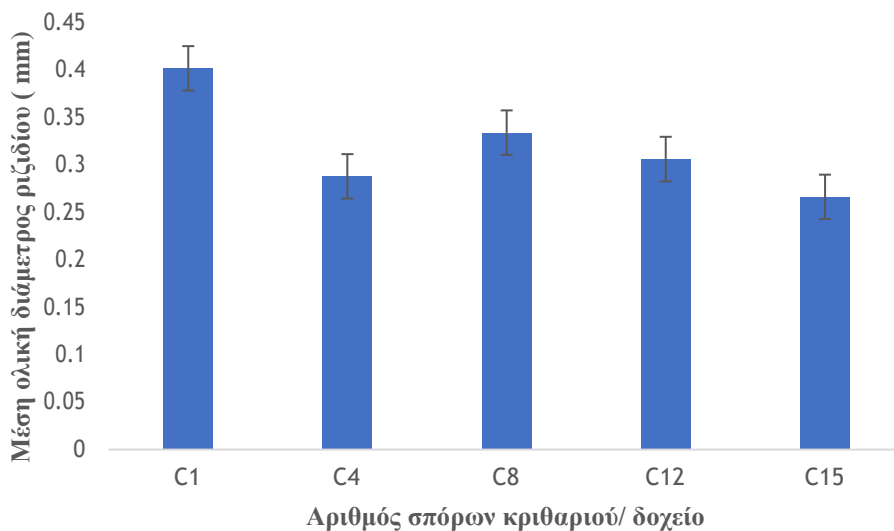
Στο Διάγραμμα Β.3.2.2α απεικονίζεται η διαφοροποίηση του μέσου όρου της μέσης ολικής διαμέτρου του ριζιδίου του *Hordeum vulgare* , τις πέντε διαφορετικές πυκνότητες σπόρων

κριθαριού που μελετήθηκαν κατά την παρουσία 12 σπόρων *Lolium rigidum* L. Η μικρότερη μέση ολική διάμετρος παρατηρήθηκε για 15 σπόρους κριθαριού ανά δοχείο.



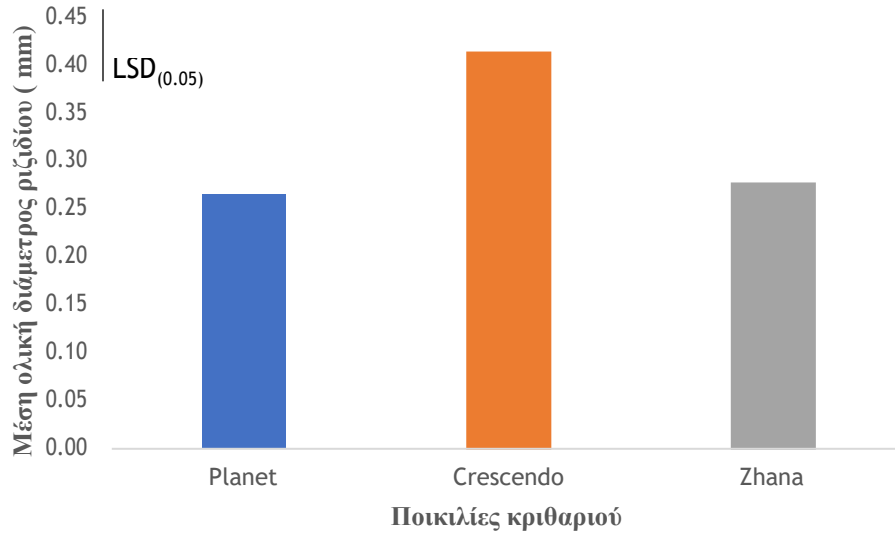
Διάγραμμα Β.3.2.2 b Επίδραση της ποικιλίας του κριθαριού στη μέση ολική διάμετρο του ριζιδίου του κριθαριού παρουσία 12 σπόρων λεπτής ήρας

Στο Διάγραμμα Β.3.2.2b απεικονίζεται η διαφοροποίηση του μέσου όρου της μέσης ολικής διαμέτρου του ριζιδίου του *Hordeum vulgare* , για τις τρεις ποικιλίες κριθαριού που μελετήθηκαν, παρουσία 12 σπορών λεπτής ήρας. Η μικρότερη μέση ολική διάμετρος του ριζιδίου του κριθαριού παρατηρήθηκε για την ποικιλία Planet ενώ η υψηλότερη για την ποικιλία Crescendo.



Διάγραμμα Β.3.2.2c Επίδραση του αριθμού των σπόρων κριθαριού ανά δοχείο μέση ολική διάμετρο του ριζιδίου του κριθαριού απουσία 12 σπόρων λεπτής ήρας. Οι γραμμές πάνω και κάτω από τις μετρήσεις συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα.

Στο Διάγραμμα Β.3.2.2.ε απεικονίζεται η διαφοροποίηση του μέσου όρου της μέσης ολικής διάμετρος του ριζιδίου του *Hordeum vulgare* , για τις πέντε διαφορετικές πυκνότητες σπόρων κριθαριού που μελετήθηκαν κατά την απουσία σπορών *Lolium rigidum* L. Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, σε επίπεδο σημαντικότητας 5 %.



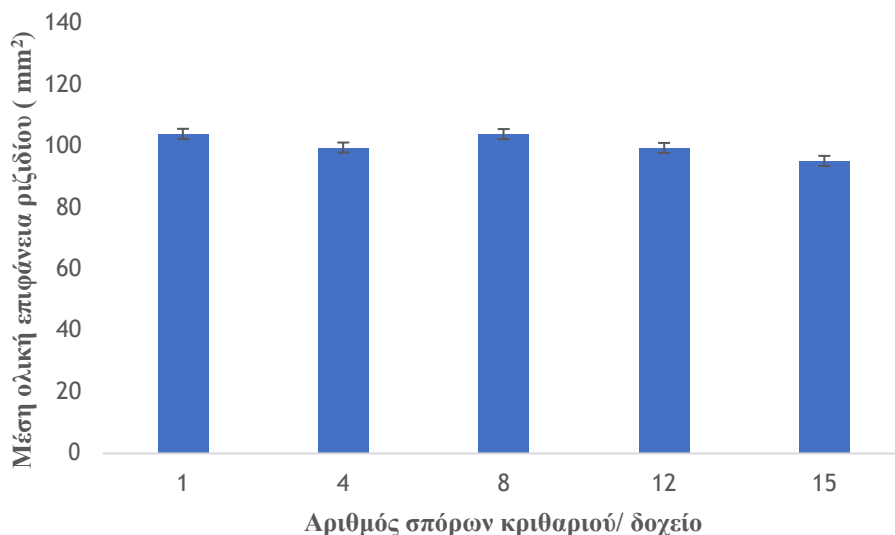
Διάγραμμα Β.3.2.2d Επίδραση της ποικιλίας στη μέση ολική διάμετρο του ριζιδίου του κριθαριού απουσία 12 σπόρων λεπτής ήρας.

Στο Διάγραμμα Β.3.2.2.d απεικονίζεται η διαφοροποίηση του μέσου όρου της μέσης ολικής διάμετρος του ριζιδίου του *Hordeum vulgare* , για τις τρεις διαφορετικές ποικιλίες κριθαριού που μελετήθηκαν κατά την απουσία σπορών *Lolium rigidum* L. Η μικρότερη μέση ολική διάμετρος του ριζιδίου του κριθαριού παρατηρήθηκε για τις ποικιλίες Planet και Zhana ενώ η υψηλότερη για την ποικιλία Crescendo.

Β.3.2.3 Στη μέση ολική επιφάνεια του ριζιδίου

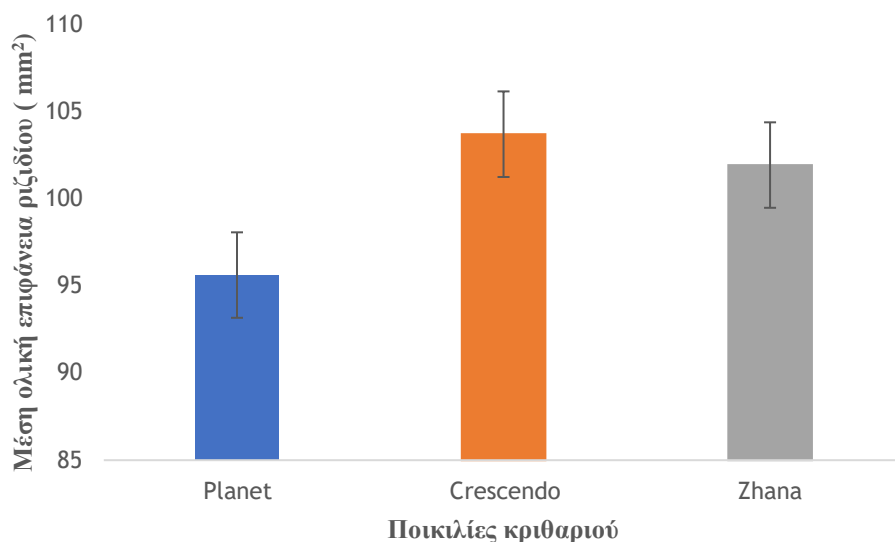
Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 22, παράρτημα) παρατηρήθηκε ότι η μέση ολική επιφάνεια του ριζιδίου του κριθαριού, παρουσία 12 σπόρων λεπτής ήρας, δε διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς την ποικιλία κριθαριού ,τον αριθμό των σπόρων κριθαριού ανά δοχείο ενώ η αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τον αριθμό των σπόρων ανά δοχείο είναι στατιστικώς σημαντική. Η παρουσία της λεπτής ήρας φαίνεται να μην επηρεάζει την μέση ολική επιφάνεια του ριζιδίου στατιστικώς σημαντικά, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Από την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 23, παράρτημα) παρατηρήθηκε ότι η μέση ολική επιφάνεια του ριζιδίου του κριθαριού, απουσία σπόρων λεπτής ήρας, διαφοροποιείται στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ως προς την ποικιλία κριθαριού ,τον αριθμό των σπόρων κριθαριού ανά δοχείο ενώ η αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τον αριθμό των σπόρων ανά δοχείο είναι επίσης στατιστικώς σημαντική.



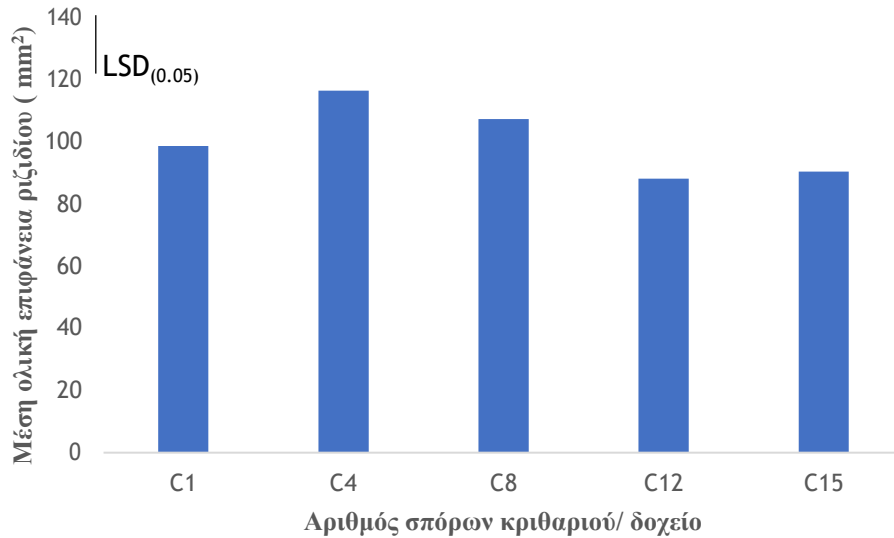
Διάγραμμα Β.3.2.3 α Επίδραση του αριθμού των σπόρων κριθαριού ανά δοχείο στη μέση ολική επιφάνεια του ριζιδίου του κριθαριού παρουσία 12 σπόρων λεπτής ήρας. Οι γραμμές πάνω και κάτω από τις μετρήσεις συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα.

Στο Διάγραμμα Β.3.2.3 α απεικονίζεται η διαφοροποίηση του μέσου όρου της μέσης ολικής επιφάνεια του ριζιδίου του *Hordeum vulgare*, για τις πέντε διαφορετικές πυκνότητες σπόρων κριθαριού που μελετήθηκαν κατά την παρουσία 12 σπόρων *Lolium rigidum* L. Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5 %.



Διάγραμμα Β.3.2.3 β Επίδραση της ποικιλίας του κριθαριού στη μέση ολική επιφάνεια του ριζιδίου του κριθαριού παρουσία 12 σπόρων λεπτής ήρας. Οι γραμμές πάνω και κάτω από τις μετρήσεις συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα.

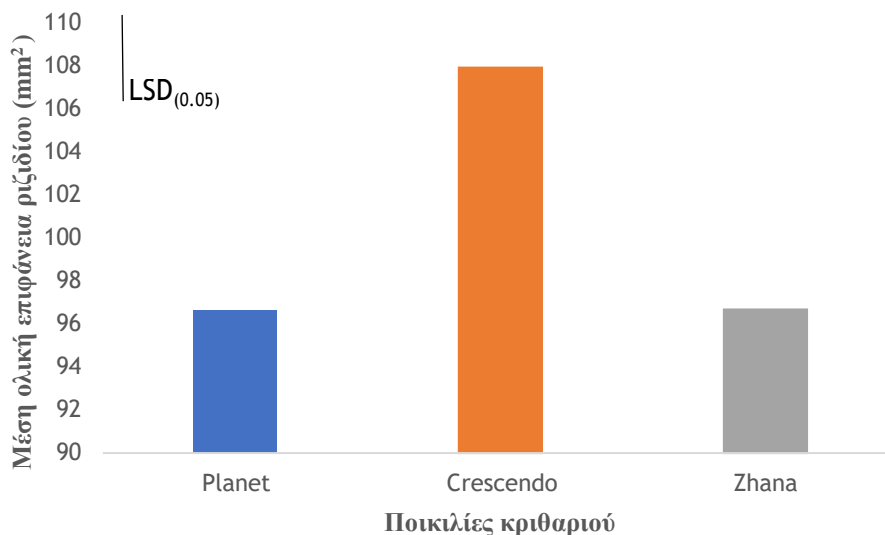
Στο Διάγραμμα Β.3.2.3 β απεικονίζεται η διαφοροποίηση του μέσου όρου της μέσης ολικής επιφάνειας του ριζιδίου του *Hordeum vulgare*, για τις τρεις ποικιλίες κριθαριού που μελετήθηκαν κατά την παρουσία 12 σπόρων *Lolium rigidum* L. Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5 %.



Διάγραμμα Β.3.2.3c Επίδραση του αριθμού των σπόρων κριθαριού ανά δοχείο και της ποικιλίας στη μέση ολική επιφάνεια του ριζιδίου του κριθαριού απουσία σπόρων λεπτής ήρας.

Στο Διάγραμμα Β.3.2.3c απεικονίζεται η διαφοροποίηση του μέσου όρου της μέσης ολικής επιφάνειας του ριζιδίου του *Hordeum vulgare*, για τις πέντε διαφορετικές πυκνότητες σπόρων κριθαριού που μελετήθηκαν ,απουσία σπόρων *Lolium rigidum* L.

Η μικρότερη μέση ολική επιφάνεια παρατηρήθηκε για 15 και 12 σπόρους κριθαριού χωρίς να διαφοροποιούνται στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα Β.3.2.3 b Επίδραση της ποικιλίας του κριθαριού στη μέση ολική επιφάνεια του ριζιδίου του κριθαριού απουσία σπόρων λεπτής ήρας.

Στο Διάγραμμα Β.3.2.3d απεικονίζεται η διαφοροποίηση του μέσου όρου της μέσης ολικής επιφάνειας του ριζιδίου του *Hordeum vulgare*, για τις τρεις ποικιλίες κριθαριού που μελετήθηκαν, απουσία σπόρων *Lolium rigidum* L.

Η μικρότερη μέση ολική επιφάνεια παρατηρήθηκε για τις ποικιλίες Planet και Zhana, οι οποίες δε διαφοροποιούνται στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, διαφοροποιούνται όμως από την ποικιλία Crescendo η οποία παρουσίασε τη μεγαλύτερη μέση ολική επιφάνεια.



Εικόνα 15. 12 σπόροι κριθαριού ποικιλίας Planet



Εικόνα 16. 15 σπόροι κριθαριού ποικιλίας Planet



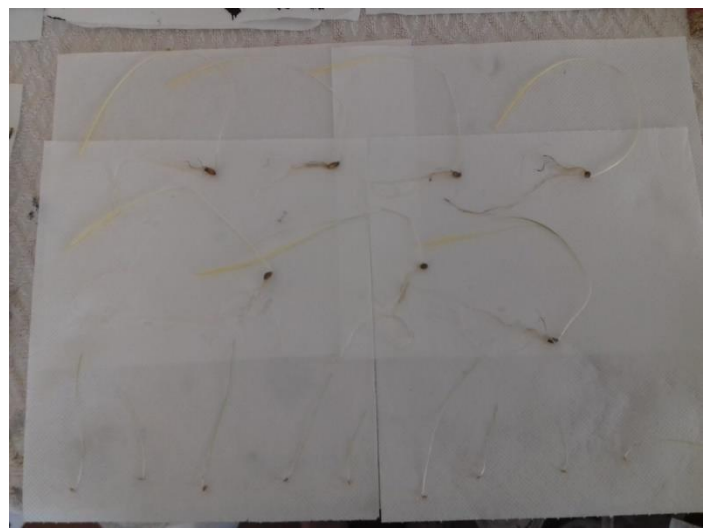
Εικόνα 17. 12 σπόροι κριθαριού ποικιλίας Crescendo



Εικόνα 18. 15 σπόροι κριθαριού ποικιλίας Crescendo



Εικόνα 19. 12 σπόροι κριθαριού ποικιλίας Zhana



Εικόνα 20. 15 σπόροι κριθαριού ποικιλίας Zhana

4.ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στη γεωργική πρακτική, η αντιμετώπιση του *Lolium rigidum* L., κν. λεπτή ήρα, στις καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών και κυρίως του κριθαριού, βασίζεται στη χρήση ζιζανιοκτόνων με τον ίδιο τρόπο δράσης. (Wash *et al.*, 2011; Gonzáles- Torralva *et al.*, 2012) Το γεγονός αυτό, έχει οδηγήσει στην εμφάνιση ανθεκτικότητας της λεπτής ήρας στα χρησιμοποιούμενα ζιζανιοκτόνα.(Travlos *et al.*,2018) Ως εκ τούτου, στο πλαίσιο της Ολοκλοκληρωμένης Διαχείρισης των Ζιζανίων, γίνονται προσπάθειες για την εύρεση νέων μεθόδων διαχείρισης, πιο φιλικές προς στο περιβάλλον και οικονομικά βιώσιμες για τους παραγωγούς. Για το σκοπό αυτό, γίνεται προσπάθεια αξιοποίησης της υψηλά ανταγωνιστικής ικανότητας του κριθαριού μέσω της χρήσης ποικιλιών με υψηλό ανταγωνιστικό δυναμικό και την αύξηση της πυκνότητας σποράς,. Το κριθάρι όμως παρουσιάζει και υψηλό αλληλοπαθητικό δυναμικό (Bajwa *et al.*, 2016). Οι αλληλοπαθητικές ιδιότητες επομένως του κριθαριού θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν εξίσου για την παρεμπόδιση της ανάπτυξης της λεπτής ήρας (Zimdahl, 2018).

Στην παρούσα εργασία έγινε μια προσπάθεια αξιολόγησης της επίδρασης της πυκνότητας σποράς στην αλληλεπίδραση της καλλιέργειας βυνοποιήσιμου κριθαριού με τη λεπτή ήρα. Δεδομένου ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ δύο ειδών περιλαμβάνει τόσο τον ανταγωνισμό όσο και την αναστολή της ανάπτυξης τους μέσω παρεμποδιστικών ουσιών που εκκρίνονται από το ριζικό σύστημα (αλληλοπάθεια), πραγματοποιήθηκαν δύο πειράματα. Το πρώτο πείραμα πραγματοποιήθηκε στον πειραματικό αγρό του ΓΠΑ στα Σπάτα και διερευνήθηκε η επίδραση της πυκνότητας σποράς στα χαρακτηριστικά της απόδοσης της καλλιέργειας, στην πληθυσμιακή ανάπτυξη και το ξηρό βάρος της λεπτής ήρας, στη φαινολογία και των δύο ειδών καθώς και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας. Στο δεύτερο πείραμα αξιολογήθηκε με βιοδοκιμές, η παρεμποδιστική δράση τριών διαφορετικών ποικιλιών βυνοποιήσιμου κριθαριού (Planet, Crescendo, Zhana) υψηλού δυναμικού, στην ανάπτυξη του βλαστιδίου και του ριζικού συστήματος της λεπτής ήρας, ενώ αξιολογήθηκε επίσης η παρεμποδιστική δράση της λεπτής ήρας στην ανάπτυξη του κριθαριού.

4.1 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στα χαρακτηριστικά της απόδοσης του κριθαριού.

Στην παρούσα εργασία, παρατηρήθηκε ότι αύξηση της πυκνότητας σποράς κατά 43% δεν επέφερε σημαντική μείωση στα χαρακτηριστικά της απόδοσης του κριθαριού. Συγκεκριμένα, η βιομάζα, ο αριθμός των καρπών ανά στάχυ, ο αριθμός των στάχων ανά τετραγωνικό μέτρο, το βάρος των χιλίων κόκκων, η απόδοση σε καρπό και ο δείκτης συγκομιδής δεν επηρεάστηκαν από την πυκνότητα σποράς της καλλιέργειας ($P=0,05$). Σύμφωνα με τους Farnia *et.al.* (2014) αύξηση της πυκνότητας σποράς κατά 50%, είχε ως αποτέλεσμα αύξηση της βιομάζας αλλά και της απόδοσης σε καρπό της καλλιέργειας του κριθαριού. Μάλιστα, με βάση τους Weiner και Freckleton (2010), σε αυξημένες πυκνότητες παρατηρήθηκε γραμμική αύξηση της βιομάζας και χαμηλός δείκτης συγκομιδής.

Τα αποτελέσματά μας διαφοροποιούνται από την υπάρχουσα βιβλιογραφία. Όπως φάνηκε, δεν υπήρχε διαφοροποίηση στον αριθμό των δευτερευόντων στελεχών μεταξύ των δύο πυκνοτήτων (Πίνακας Α.3.4.9.α) και ως εκ τούτου, η εν λόγω ποικιλία είναι εξίσου αποδοτική σε υψηλή αλλά και σε χαμηλή πυκνότητα σποράς Παράλληλα, σύμφωνα με στοιχεία της Αθηναϊκής

Ζυθοποιίας, η Planet είναι μια ποικιλία με υψηλές και σταθερές αποδόσεις οι οποίες όπως φαίνεται δεν επηρεάζονται από την πυκνότητα σποράς.

4.2 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στη λεπτή ήρα

Στην παρούσα εργασία, παρατηρήσαμε ότι η πυκνότητα του πληθυσμού της λεπτής ήρας τόσο κατά το στάδιο της πρώτης ανάπτυξης της καλλιέργειας. Η παρατήρηση αυτή είναι λογική, δεδομένου ότι κατά την πρώτη ανάπτυξη της καλλιέργειας τα φυτά βρίσκονται σε πολύ πρώιμο στάδιο και ο ανταγωνισμός δεν έχει ξεκινήσει. Παράλληλα, η πυκνότητα του πληθυσμού της λεπτής ήρας, κατά το στάδιο του καλαμώματος της καλλιέργειας δεν επηρεάστηκε εξίσου από την πυκνότητα σποράς του κριθαριού. Υπήρχε ωστόσο η τάση για περισσότερα φυτά στην αραιή σπορά. Στο στάδιο αυτό, έχει αρχίσει ο ανταγωνισμός της λεπτής ήρας με την καλλιέργεια και ως εκ τούτου ο πληθυσμός της αρχίζει να μειώνεται. Παρ' όλα αυτά, παρατηρήθηκε διαφοροποίηση στο ξηρό βάρος της λεπτής ήρας με την πυκνή σπορά να παρουσιάζει χαμηλότερο ξηρό βάρος από την αραιή ($P=0,05$).

Οι Izquierdo *et al.*, (2003) μελέτησαν την επίδραση της πυκνότητας σποράς της καλλιέργειας κριθαριού, στη λεπτή ήρα. Παρατήρησαν ότι η βιομάζα της λεπτής ήρας εξαρτάται σημαντικά από την πυκνότητα σποράς της καλλιέργειας και ότι αύξηση της πυκνότητας σποράς επιφέρει μείωση της βιομάζας της λεπτής ήρας. Συγκεκριμένα, παρατήρησαν ότι αύξηση της πυκνότητας κατά 50% μειώνει τη βιομάζα κατά 15%, ενώ διπλασιασμός της πυκνότητας μείωσε τη βιομάζα κατά 29%.

4.3 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στη φαινολογία του κριθαριού και της λεπτής ήρας

Στη παρούσα εργασία, παρατηρήσαμε ότι η πυκνότητα σποράς δεν επηρέασε την πορεία του βιολογικού κύκλου, την πορεία αύξησης του ύψους, του αριθμού των φύλλων και της εμφάνισης των δευτερευόντων στελεχών, τόσο για το κριθάρι όσο και για τη λεπτή ήρα. Παράλληλα δεν παρατηρήθηκε διαφοροποίηση ανάλογα με την πυκνότητα σποράς ως προς τους ρυθμούς του βιολογικού κύκλου, αύξησης του ύψους, αύξησης του αριθμού των φύλλων και των δευτερευόντων στελεχών για κανένα από τα δύο είδη. Η διαφοροποίηση στη φαινολογία ανάμεσα στα δύο είδη ξεκίνησε στο στάδιο του αδελφώματος της καλλιέργειας. Τελικά, κατά την οικονομική ωρίμανση της καλλιέργειας, στην αραιή σπορά η λεπτή ήρα βρίσκεται στο στάδιο του ξεσταχυάσματος ενώ στην πυκνή σπορά στο στάδιο του καλαμώματος. Ο ρυθμός αύξησης του ύψους διαφοροποιείται εξίσου ανάμεσα στα δύο είδη και για τις δύο πυκνότητες με το κριθάρι να αποκτά μεγαλύτερο τελικό υψος και να παρουσιάζει υψηλότερο ρυθμό αύξησης του ύψους από τη λεπτή ήρα και για τις δύο πυκνότητες σποράς. Παρόμοια πορεία ακολουθούν και η αύξηση των φύλλων και του αριθμού των δευτερευόντων στελεχών, με το κριθάρι να αποκτά μεγαλύτερο αριθμό και για τις δύο πυκνότητες. Τέλος, ο ρυθμός αύξησης του αριθμού των φύλλων ήταν υψηλότερος για την λεπτή ήρα, ενώ ο ρυθμός αύξησης του αριθμού των δευτερευόντων στελεχών ήταν υψηλότερος για την καλλιέργεια του κριθαριού ($P=0,05$). Παρατηρήθηκε επίσης μια τάση μείωσης του ρυθμού αύξησης του ύψους και των δευτερευόντων στελεχών και για τα δύο είδη στην υψηλότερη πυκνότητα. Σύμφωνα με τους Soleymani *et al.*, (2011), αύξηση της πυκνότητας σποράς σε μεγάλο βαθμό, επιφέρει μείωση του αριθμού των δευτερευόντων στελεχών, ενώ το ύψος των φυτών έχει την τάση να αυξάνεται. Μάλιστα οι Vera *et al.* (2016), παρατήρησαν τον υψηλότερο αριθμό δευτερευόντων στελεχών στην υψηλότερη πυκνότητα.

Το γεγονός ότι η πυκνότητα σποράς δεν επηρέασε τα χαρακτηριστικά της ανάπτυξης του κριθαριού ενώ παράλληλα το κριθαρί έδειξε ανταγωνιστικό πλεονέκτημα σε σχέση με τη λεπτή ήρα σε όλα τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης που μελετήθηκαν, φανερώνει ότι η υψηλότερη πυκνότητα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί προς όφελος της ανταγωνιστικής ικανότητας του κριθαριού έναντι της λεπτής ήρας. Επίσης, δεδομένου ότι η διαφοροποίηση στην ανάπτυξη των δύο ειδών ξεκινά στο στάδιο του αδελφώματος (Διάγραμμα Α.3.4.1.a,b), η επιλογή της πρώιμης σποράς της καλλιέργειας θα μπορούσε να αξιοποιηθεί ως μέτρο για την αντιμετώπιση του ζιζανίου. Με αυτόν τον τρόπο η καλλιέργεια μπορεί να φτάσει στο στάδιο του αδελφώματος νωρίτερα και να παρεμποδίσει σημαντικά το φύτρωμα της λεπτής ήρας.

4.4 Επίδραση της πυκνότητας σποράς στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών του κριθαριού

Η πυκνότητα σποράς, δεν επέφερε καμία διαφοροποίηση στην περιεκτικότητα των καρπών του κριθαριού σε πρωτεΐνη ενώ ταυτόχρονα δεν επηρεάστηκε και το μέγεθος των καρπών ($P=0,05$).

Η παραπάνω παρατήρηση, θα μπορούσε να αποδοθεί στη χρησιμοποιούμενη ποικιλία. Η Planet παρουσιάζει άριστα βυνοποιήσιμα χαρακτηριστικά, τα οποία όπως φαίνεται δεν διαφοροποιούνται ανάλογα με την πυκνότητα σποράς. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τις υψηλές αποδόσεις, ενισχύουν την επιλογή της εν λόγω ποικιλίας για καλλιέργεια σε περιοχές με έντονη προσβολή από λεπτή ήρα.

4.5 Επίδραση της αλληλοπαθητικής ικανότητας του κριθαριού στα αρτίβλαστα της λεπτής ήρας.

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας έδειξαν ότι η παρεμπόδιση του ολικού μήκους του ριζιδίου της λεπτής ήρας, αυξήθηκε με αύξηση του αριθμού των σπόρων ανά δοχείο, με τη μεγαλύτερο αριθμό σπόρων (15 σπόροι ανά δοχείο) να παρουσιάζει τη μεγαλύτερη παρεμποδιστική δράση. Επίσης, παρατηρήθηκε διαφοροποίηση μεταξύ των ποικιλιών του κριθαριού με τις ποικιλίες Planet και Crescendo να έχουν τη μεγαλύτερη παρεμποδιστική δράση ($P=0,05$). Αντίθετα, η μέση ολική διάμετρος και η μέση ολική επιφάνεια του ριζιδίου της λεπτής ήρας φαίνεται πως ενώ μειώνεται με αύξηση του αριθμού των σπόρων ανά δοχείο δεν επηρεάζεται από τη χρησιμοποιούμενη ποικιλία. Σύμφωνα με τους Bouhaouel *et al.*(2015) η παρεμποδιστική δράση του κριθαριού έναντι της λεπτής ήρας αυξάνεται με αύξηση του αριθμού των σπόρων ανά δοχείο οδηγώντας σε μείωση του μήκους του βλαστιδίου και του ριζιδίου ενώ παράλληλα οι διαφορετικές ποικιλίες παρουσιάζουν διαφορετικό αλληλοπαθητικό δυναμικό. Ως εκ τούτου, είναι φανερό πως η πυκνότητα σποράς του κριθαριού έχει ανταγωνιστική αλλά και αλληλοπαθητική δράση.

4.6 Επίδραση της αλληλοπαθητικής ικανότητας της λεπτής ήρας στα αρτίβλαστα του κριθαριού.

Στην παρούσα εργασία δεν παρατηρήθηκε καμία επίδραση της παρουσίας της λεπτής ήρας στο μέσο ολικό μήκος του ριζιδίου, στη μέση ολική διάμετρος καθώς και στη μέση ολική επιφάνεια($P=0,05$) στα αρτίβλαστα του κριθαριού. Παρατηρήσαμε ακόμα, ότι το μήκος και η επιφάνεια του ριζιδίου των ποικιλιών Planet και Zhana απουσία από τα δοχεία σπόρων λεπτής ήρας μειώνεται με αύξηση του αριθμού των σπόρων ανά δοχείο . Ως εκ τούτου, οι εν λόγω

ποικιλίες ποικιλίες παρουσιάζουν έντονο ενδογενή ανταγωνισμό, σε αντίθεση με την ποικιλία Crescendo. Συμπεραίνουμε επομένως ότι οι πολύ παραγωγικές ποικιλίες (προσωπική επικοινωνία Βαχαμίδης, Οικονόμου) έχουν υψηλό ενδογενή ανταγωνισμό.⁷

Έχουν πραγματοποιηθεί παρόμοιες μελέτες, στις οποίες ωστόσο αξιολογήθηκε η παρεμποδιστική δράση της λεπτής ήρας στα φυτά σιταριού. Οι Amin *et al.*, (2009) και οι Wu *et al.*, (2000) παρατήρησαν ότι η παρουσία λεπτής ήρας, είχε παρεμποδιστική δράση τόσο στην ανάπτυξη του βλαστιδίου όσο και του ριζιδίου του σιταριού. Το γεγονός ότι δεν επηρεάστηκε η ανάπτυξη του κριθαριού, ενισχύει τον υψηλά αλληλοαπθνητικό χαρακτήρα του κριθαριού και φανερώνει παράλληλα ότι περαιτέρω έρευνα ως προς την αξιοποίηση του αλληλοαπθνητικού δυναμικού ως μέτρο διαχείρισης των ζιζανίων, θα μπορούσε να οδηγήσει σε αποτελεσματική διαχείριση του εν λόγω ζιζανίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Ελευθεροχωρινός Η. (2008). Ζιζανιολογία: Ζιζάνια, Ζιζανιοκτόνα, Περιβάλλον, Αρχές και Μέθοδοι Διαχείρισης. Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα, σελ. 333-359

Ελευθεροχωρινός Η., & Γιαννοπολίτης Κ. (2009). Ζιζάνια: Οδηγός Αναγνώρισης, Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα, σελ. 144- 145

Παπακώστα- Τασοπούλου Δ, (2008), Ειδική Γεωργία Ι τεύχος Α Σιτηρά (χειμερινά εαρινά), Σύγχρονη παιδεία Θεσσαλονίκη

Σφήκας Α.Γ., (1995), Ειδική Γεωργία. Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά Φυτά., Θεσσαλονίκη

Ξένη

Aldrich, R.J. and Kremer, R.J. (1997). *Principles in Weed Management*, 2nd Ed. Iowa State University Press, Ames, IA. 455 pp.

Andrew I. K. S, Storkey J. & Sparkes D. L. (2015). A review of the potential for competitive cereal cultivars as a tool in integrated weed management. *Weed Research* 55, 239–248.

Andrew IKS, Storkey J & Sparkes DL (2015). A review of the potential for competitive cereal cultivars as a tool in integrated weed management. *Weed Research* 55, 239–248.

Ashrafi, Z. Y., Sadeghi, S., & Mashhadi, H. R. (2009). Inhibitive effects of barley (*Hordeum vulgare*) on germination and growth of seedling quack grass (*Agropyrum repens*). *Icelandic Agricultural Sciences*, 22, 37–43.

Baghestani, A., Lemieux, C., Leroux, G.D., Baziramakenga, R. and Simard, R.R. (1999). Determination of allelochemicals in spring cereal cultivars of different competitiveness. *Weed Science* 47: 498-504.

Bajwa Ali Ahsan , Walsh Michael , Chauhan Bhagirath Singh. (2016). Weed management using crop competition in Australia. *Crop Protection* xxx (2016) 1-6

Belz, R.G. (2007). Allelopathy in crop/weed interactions – an update. *Pest Management Science* 63: 308-326.

Bendelow, V.M. (1978). Automated procedure for the estimation of total polyphenol content in beer, wort, malt and barley. *American Society of Brewing Chemists Journal* 35: 150-152.

Ben-Hammouda M, Ghorbal H, Kremer RJ, Oueslati O. (2002). Autotoxicity of barley. *J Plant Nutr* 25:1155–1161

Ben-Hammouda, M., Kremer, R.J., Minor, H.C. and Sarwar, M. (1995). A chemical basis for differential allelopathic potential of sorghum hybrids on wheat. *Journal of Chemical Ecology* 21: 775-786

- Berhow, M.A. and Vaughn, S.R. (1999). Higher plant flavonoids: biosynthesis and chemical ecology. In: *Principles and Practices in Plant Ecology – Allelochemical Interactions* (Eds., Inderjit, K.M.M. Dakshini, and C.L. Foy), pp. 423-438. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Berhow, M.A. and Vaughn, S.R. (1999). Higher plant flavonoids: biosynthesis and chemical ecology. In: *Principles and Practices in Plant Ecology – Allelochemical Interactions* (Eds., Inderjit, K.M.M. Dakshini, and C.L. Foy), pp. 423-438. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Bertholdsson, N. O. (2004). Variation in allelopathic activity over 100 years of barley selection and breeding. *Weed Research*, 44, 78–86.
- Bertholdsson, N.O. (2011). Use of multivariate statistics to separate allelopathic and competitive factors influencing weed suppression ability in winter wheat. *Weed Research* 51 (3), 273-83
- Bertholdsson, N-O. (2005). Early vigour and allelopathy – Two useful traits for enhanced barley and wheat competitiveness against weeds. *Weed Research* 45: 94-102.
- Blackshaw, R.E., Harker, K.N., O'donovan, J.T., Beckie, H.J. and Smith, E.G. (2008). Ongoing development of integrated weed management systems on the Canadian prairies. *Weed Science* 56:146–150.
- Borger, C.P., Hashem, A., Pathan, S., 2010. Manipulating crop row orientation to suppress weeds and increase crop yield. *Weed Sci.* 58, 174-178.
- Borger, C.P., Hashem, A., Powles, S.B., (2015). Manipulating crop row orientation and crop density to suppress *Lolium rigidum*. *Weed Res.* <http://dx.doi.org/10.1111/wre.12180>.
- Borger, C.P., Hashem, A., Powles, S.B., 2014. East-west crop row orientation reduces annual ryegrass fecundity. In: Baker, M. (Ed.), *Proceedings of the 19th Australasian Weeds Conference*, Hobart, Tasmania, 1-4 Sep 2014, pp. 278-281.
- Bowman, G., Shirley, C. and Cramer, C. (1998). *Managing Cover Crops Profitably*. 2nd Ed. Sustainable Agriculture Publications, Burlington, VT. 212 pp.
- Castellanos-Frías E., Garcia De León D., Bastida F. & Gonzalez-Andujar J. L.. (2015). Predicting global geographical distribution of *Lolium rigidum* (rigid ryegrass) under climate change. Climate change and agriculture research paper. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge University Press.
- Cavaleri, A., Paolini, R. & Mirabelli, C. (2018). Yield and competitive ability in potato cultivars characterized by different development timing. *Weed Research* 58, 121- 130
- Christensen, S. (1995). Weed suppression ability of spring barley varieties. *Weed Res.* 35:241–247.
- Coleman R.D, Gill G.S & Rebetzke G.J. (2001). Identification of quantitative trait loci for traits conferring weed competitiveness in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Australian Journal of Agricultural Research* 52, 1235–1246.

- Coleman RD, Gill GS & Rebetzke GJ. (2001). Identification of quantitative trait loci for traits conferring weed competitiveness in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Australian Journal of Agricultural Research* 52, 1235–1246.
- Cudney, D.W., Jordan, L.S., Hall, A.E., (1991). Effect of wild oat (*Avena fatua*) infestations on light interception and growth rate of wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Sci.* 39, 175-179.
- Culliney, T.W., (2005). Benefits of classical biological control for managing invasive plants. *Crit. Rev. Plant Sci.* 24 (2), 131–150.
- Davies DHK, Hoad S, Maskell PR & Topp K. (2004). Looking at cereal varieties to help reduce weed control inputs. *Crop Protection in Northern Britain*. Scottish Agricultural College, Bush Estate, Penicuik, Midlothian, UK.
- Dhima, K.V., Vasilakoglou, I.B., Eleftherohorinos, I.G. and Lithourgidis, A.S. (2006). Allelopathic potential of winter cereals and their cover crop mulch effect on grass weed suppression and corn development. *Crop Science* 46: 345-352.
- Didon, U.M.E. (2002). Variation between barley cultivars in early response to weed completion. *J. Agronomy & Crop Science* 188, 176—184
- Dilday R.H., Lin J., Wan W. (1994). Identification of allelopathy in the USDA- ARS rice germplasm collection. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 34, 907- 910
- Einhellig, F.A. (1996). Interactions involving allelopathy in cropping systems. *Agronomy Journal* 88: 886-893.
- Einhellig, F.A., Muth, M.S. and Schon, M.K. (1985). Effects of allelochemicals on plant-water relationships. In: *The Chemistry of Allelopathy* (Ed., A.C. Thompson), *ACS Symposium Series* 268: 179-195. American Chemical Society, Washington, DC.
- FAO. (2014). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Retrieved December 16, 2016, from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>
- Farnia, A., Aminbaygi, A., and Fard, A.N. (2014). The effect of plant density on comparison forage yield of spring barley cultivar. *Int. J. Farming Allied Sci.* 3, 244–250.
- Fay P.K., Duke W.B. (1977). An assessment of allelopathic potential in *Avena* germplasm. *Weed Science* 25, 224- 228
- Felton, W.L., Haigh, B.M., Harden, S., (2004). Comparing weed competition in chickpea, fababean, canola and wheat. In: Sindel, B.M., Johnson, S.B. (Eds.), *Proceedings of the 14th Australian Weeds Conference*. WaggaWagga, NSW, 6-9 Sep 2004, pp. 304-307.
- Fujii Y. (1992). The potential biological control of paddy weeds with allelopathy- allelopathic effect of some rice varieties. In “*Proceedings of the International Symposium on Biological Control and Integrated Management of Paddy and Aquatic Weeds in Asia*”. Pp. 305- 320 (National Agricultural Research Center of Japan: Tsukuba, Japan)

- González-Torralva F, Gil-Humanes J, Barro F, Brants I, De Prado R (2012). Target site mutation and reduced translocation are present in a glyphosate-resistant *Lolium multiflorum* Lam. biotype from Spain. *Plant Physiology and Biochemistry* 58:16-22.
- Guenzi, W.D., McCalla, T.M., Norstadt, F.A., (1967). Presence and persistence of phytotoxic substances in wheat, oat, corn and sorghum residues. *Agron. J.* 59, 163-165.
- Hanson, A.D., Ditz, K.M., Singletary, G.W. and Leland, T.J. (1983). Gramine accumulation in leaves of barley grown under high-temperature stress. *Plant Physiology* 71: 896-904.
- Hanson, A.D., Traynor, P.L., Ditz, K.M. and Reicosky, D.A. (1981). Gramine in barley forage – Effects of genotype and environment. *Crop Science* 21: 726-730.
- Hashem, A., Borger, C.P., Riethmuller, G., Zydenbos, S.M., (2010). Weed suppression by crop competition in three crop species in Western Australia. In: Zydenbos, S.M. (Ed.), *Proceedings of the 17th Australasian Weeds Conference*. Christchurch, New Zealand, 26-30 Sep 2010, pp. 63-66.
- Hoad SP, Davies DHK & Topp CFE. (2006). How to select varieties for organic farming: science and practice. In: *What Will Organic Farming Deliver? Aspects of Applied Biology*, Vol. 79 (eds C ATKINS, B BALL, DHK DAVIES, R REES, G RUSSELL, EA STOCKDALE, CA WATSON, R WALKER & D YOUNIE), 117–120. Association of Applied Biologists, Warwick, UK.
- Holt, J.S., 1991. Applications of physiological ecology to weed science. *Weed Sci.* 39, 521-528.
- Holt, J.S., 1995. Plant responses to light: a potential tool for weed management. *Weed Sci.* 43, 474-482.
- Hoult, A.H.C. and Lovett, J.V. (1993). Biologically active secondary metabolites of barley. III. A method for identification and quantification of hordenine and gramine in barley by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chemical Ecology* 19: 2245-2254.
- Huel, D. G., and P. Hucl. (1996). Genotypic variation for competitive ability in spring wheat. *Plant Breeding* 115, 325—329.
- Hura, T., Dubert, F., Dabkowska, T., Stupnicka-Rodzinkiewicz, E., Stoklosa, A. and Lepiarczyk, A. (2006). Quantitative analysis of phenolics in selected crop species and biological activity of these compounds evaluated by sensitivity of *Echinochloa crus-galli*. *Acta Physiologiae Plantarum* 28: 537-545
- Izquierdo, J., Recasens, J., Fernández-Quintanilla, C. & Gill, G. (2003). Effects of crop and weed densities on the interactions between barley and *Lolium rigidum* in several Mediterranean locations. *Agronomie* 23, 529–536.
- Jabran Khawar, Mahajan Gulshan, Sardana Virender, Chauhan Bhagirath S. (2015). Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection* 72 :57-65
- Karim, S. M. R., R. E. L. Naylor, and G. P. Whytock. (1997). Aggressivity of wheat cultivars. *Proceedings 1997 Brighton Crop Protection Conference – Weeds*, Brighton, 665—666.

- Kimber RWL. (1967). Phytotoxicity from plant residues. I. The influence of rotted wheat straw on seedling growth. *Australian Journal of Agriculture Research* 18, 361- 374
- Kremer Robert J. and Ben- Hammounda Moncef. (2009). Allelopathic Plants. 19. Barley (*Hordeum vulgare*). *Allelopathy Journal* 24 (2): 225-242
- Lemerle D, Gill GS, Murphy CE et al. (2001b). Genetic improvement and agronomy for enhanced wheat competitiveness with weeds. *Australian Journal of Agricultural Research* 52, 527–548.
- Lemerle, D., B. Verbeek, R. D. Cousens, and E. Coombes. (1996a). The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. *Weed Sci.* 36, 505—514.
- Lemerle, D., Cousens, R.D., Gill, G.S., Peltzer, S.J., Moerkerk, M., Murphy, C.E., Collins, D., Cullis, B.R., (2004). Reliability of higher seeding rates of wheat for increased competitiveness with weeds in low rainfall environments. *J. Agric.Sci.* 142, 395-409
- Lemerle, D., Verbeek, B. & Coombes, N. (1995). Losses in grain yield of winter crops from *Lolium rigidum* competition depend on crop species, cultivar and season. *Weed Research* 35, 503–509 .
- Lemerle, D., Verbeek, B., Coombes, N.,(1995). Losses in grain yield of winter crops from *Lolium rigidum* competition depend on crop species, cultivar and season. *Weed Res.* 35, 503-509.
- Lemerle, D., Verbeek, B., Orchard, B., (2001a). Ranking the ability of wheat varieties to compete with *Lolium rigidum*. *Weed Res.* 41, 197-209.
- Liu, L., Gitz, D.C. III and McClure, J.W. (1995). Effects of UV-B on flavonoids, ferulic acid, growth and photosynthesis in barley primary leaves. *Physiologia Plantarum* 93: 725-733.
- Liu, L., Gitz, D.C. III and McClure, J.W. (1996). Effects of UV-B on flavonoids, ferulic acid, growth and photosynthesis in barley primary leaves. *Physiologia Plantarum* 93: 725-733.
- Llewellyn, R.S., Lindner, R.K., Pannell, D.J., Powles, S.B., (2004). Grain grower perceptions and use of integrated weed management. *Anim. Prod. Sci.* 44, 993-1001.
- Lutman PJW, MOSS S, Cook SK & Welham SJ (2013) A review of the effects of crop agronomy on the management of *Alopecurus myosuroides*. *Weed Research* 53, 299–313.
- Macías, F.A., Molinillo, J.M.G., Varela, R.M. and Galindo, J.C.G. (2007). Allelopathy – a natural alternative for weed control. *Pest Management Science* 63: 327-348.
- Monaghan, N.M. (1980). The biology and control of *Lolium rigidum* as a weed of wheat. *Weed Research* 20, 117–121.
- Munir,A.T.(2002).Influence of varying seeding rates and nitrogen levels on yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.cv.Rum) in the semi-arid region of Jordan. *Bodenkultur* 53,13–18.
- Nair M.G., WhiteNack C.J. Putnam A.R. (1990). 2,2'- oxo-1,1' – azobenzene. A microbially transformed allelochemical from 2,3- benzoxazoline: I. *Journal of Chemical Ecology* 16, 353- 364

- Nandula, V. K., Reddy, K. N., Duke, S. O., & Poston, D. H. (2005). *Glyphosate-Resistant Weeds: Current Status and Future Outlook*. *Outlooks on Pest Management*, 16(4), 183–187.
- Naravez D.C. Olofsdotter M. (1996). Relay seeding technique for screening allelopathic rice (*Oryza sativa* L.). In “Proceedings of the Second International Weed Control Congress”. (Eds H. Brown *et al.*) pp. 1285- 1290. Copenhagen, Denmark.
- O’Donovan, J. T., K. N. Harker, G. W. Clayton, and L. M. Hall. (2000). Wild oat (*Avena fatua*) interference in barley (*Hordeum vulgare*) is influenced by barley variety and seeding rate. *Weed Technol.* 14:624– 629.
- Olofsotter M., Naravez D.C. (1996). Allelopathic rice for *Echinochloa crus-galli* control. In “Proceedings of the Second International Weed Control Congress”. (Eds H. Brown *et al.*) pp. 1175- 1181. Copenhagen, Denmark
- Osawa, T., Katsuzaki, H., Hagiwara, Y., Hagiwara, H. and Shibamoto, T. (1992). A novel antioxidant isolated from young green barley leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 40: 1135-1138.
- Osten, V., Wu, H., Walker, S., Wright, G., Shields, A., 2006. Weeds and summer crop row spacing studies in Queensland. In: Preston, C., Watts, J.H., Crossman, N.D. (Eds.), *Proceedings of the 15th Australian Weeds Conference*. 24-28 Sep 2006. Adelaide, South Australia, pp. 347-350.
- Oueslat, O., Ben-Hammouda, M., Ghorbal, M.H., El Gazzeh, M. and Kremer, R.J. (2009). Role of phenolic acids in expression of barley (*Hordeum vulgare*) autotoxicity. *Allelopathy Journal* 23: 157-166.
- Oueslati, O., Ben-Hammouda, M., Ghorbal, M.H., El Gazzeh, M. and Kremer, R.J. (2005). Barley autotoxicity as influenced by varietal and seasonal variation. *Journal of Agronomy and Crop Science* 191: 249- 254.
- Oveisi, M., H.R. Mashhadi, Baghestani, M.A., Alizadeh, H.M. and Badri, S. (2008). Assessment of the allelopathic potential of 17 Iranian barley cultivars in different development stages and their variations over 60 years of selection. *Weed Biology and Management* 8: 225-232.
- Pathan, S., Hashem, A., Borger, C., (2006). Crop row orientation induced photosensory effect on the competitive interactions of crops and weeds. In: Preston, C., Watts, J.H., Crossman, N.D. (Eds.), *Proceedings of the 15th Australian Weeds Conference*, Adelaide, South Australia. 24-28 Sep 2006, pp. 351-354.
- Pathan, S., Hashem, A., Borger, C., 2006. Crop row orientation induced photosensory effect on the competitive interactions of crops and weeds. In: Preston, C., Watts, J.H., Crossman, N.D. (Eds.), *Proceedings of the 15th Australian Weeds Conference*, Adelaide, South Australia. 24-28 Sep 2006, pp. 351-354.
- Patterson, D.T. (1989). Effects of allelopathic chemicals on growth and physiological responses of soybean (*Glycine max*). *Weed Science* 29: 53-59.

- Putman AR., Duke WB. (1974). Biological suppression of weeds: evidence for allelopathy in accessions of cucumber. *Science* 185, 370- 372
- Putnam, A.R., DeFrank, J. and Barnes, J.P. (1985). Exploitation of allelopathy for weed control in annual and perennial cropping systems. *Journal of Chemical Ecology* 9: 1001-1010.
- Read, J.J. and Jensen, E.H. (1989). Phytotoxicity of water-soluble substances from alfalfa and barley soil extracts on four crop species. *Journal of Chemical Ecology* 15: 619-628.
- Recances, J., Taberner, A. & Izquierdo, J. (1997). *Lolium rigidum* Gaud. en cultivos de cereales. In *Biología de las Malas Hierbas de España* (Eds F. X. Sans & C. Fernández-Quintanilla), pp. 49–64. Valencia, Spain: Phytoma-España.
- Rice, E.L. (1984). Allelopathy. 2nd Ed. Academic Press, Orlando, FL. 422 pp.
- Seavers GP & Wright KJ. (1997). Influence of crop growth habit and canopy development on weed suppression. In: *Optimising Cereal Inputs: Its Scientific Basis Aspects of Applied Biology*, Vol. 50 (eds MJ GOODING & PR SHEWRY), 361–366. Association of Applied Biologists, Warwick, UK.
- Seavers, G. P., and K. J. Wright. (1995). Potential for weed control by suppressive cereal cultivars. *Proceedings 1995 Brighton Crop Protection Conference –Weeds*, Brighton, pp. 737—742.
- Sloane, D.H.G., Gill, G.S., McDonald, G.K., 2004. The impact of agronomic manipulation of early vigour in wheat on growth and yield in South Australia. *Crop Past. Sci.* 55, 645-654.
- Soleymani, A., Shahrajabian, M.H., and Naranjani ,L. (2011). Determination of the suitable planting date and plant density for different cultivars of barley (*Hordeum vulgare* L.) in Fars. *Afr. J. PlantSci.* 5,284–286.
- Spruel J.A. (1984). Allelopathic potential of wheat accessions, *Dissertation Abstracts International*, B Science and Engineering 45, 1102B
- Steadman, K. J., Ellery, A. J., Chapman, R., Moore, A. & Turner, N. C. (2004). Maturation temperature and rainfall influence seed dormancy characteristics of annual Global distribution of rigid ryegrass 9 ryegrass (*Lolium rigidum*). *Australian Journal of Agricultural Research* 55, 1047–1057.
- Taberner, A. (2001). *Biología de Lolium rigidum* Gaud. Como Planta Infestante del Cultivo de Cebada. Aplicación al Establecimiento de Métodos de Control. Ph.D. Thesis, University of Lleida, Lleida, Spain.
- Tranel PJ, Trucco F (2009). 21st-century weed science: A call for *Amaranthus* genomics. Pages 53-81 In: CN Stewart, ed. *Weedy and invasive plant genomics*. Ames, Iowa: WileyBlackwell
- Travlos I., Tabaxi I., Papadimitriou D., Bilalis D., Chachalis D. (2016). *Lolium rigidum* Gaud. biotypes from Greece with Resistance to Glyphosate and other Herbicides. *Bulletin UASVM Horticulture* 73(1)

- Turk, M. A. , Tawaha , A. M., Taifour, H., Al-Ghzawi, A., Musallam, I. W., Maghaireh, G.A., et al. (2003). Two row barley response to plant density, date of seeding, rate and application of phosphorus in absence of moisture stress. *Asian J. PlantSci.* 2,180–183.doi:10.3923/ajps.2003.180.183
- Vandeleur R.K & Gill G.S. (2004). The impact of plant breeding on the grain yield and competitive ability of wheat in Australia. *Australian Journal of Agricultural Research* 55, 855- 861
- Vasilakoglou, I. and Dhima, K. (2009). Forage yield and competition indices of berseem clover intercropped with barley. *Agronomy Journal* 100: 1749-1756.
- Walker, S.R., Medd, R.W., Robinson, G.R., Cullis, B.R., (2002). Improved management of *Avena ludoviciana* and *Phalaris paradoxa* with more densely sown wheat and less herbicide. *Weed Res.* 42, 257-270.
- Walker, S.R., Medd, R.W., Robinson, G.R., Cullis, B.R., (2002). Improved management of *Avena ludoviciana* and *Phalaris paradoxa* with more densely sown wheat and less herbicide. *Weed Res.* 42, 257-270.
- Walsh MJ, Fowler TM, Crowe B, Ambe T, Powles SB (2011). The potential for pyroxasulfone to selectively control resistant and susceptible rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) biotypes in Australian grain crop production systems. *Weed Technology* 25: 30-37.
- Walters, D.R. (2003). Polyamines and plant disease. *Phytochemistry* 64: 97-107.
- Watson Paul R., Derkensen DouglasA., Van Acker Rene C. (2006). The ability of 29 barley cultivars to compete and withstand competition. *Weed Science.* 54(4): 783- 792
- Weigelt, A., Jolliffe, P. (2003). Essay review: Indices of plant competition, *Journal of Ecology* 91, 707-720
- Weiner,J., and Freckleton, R.P.(2010). Constant final yield. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 41,173–192.doi:10.1146/annurev-ecolsys-102209-144642
- Weston, L.A. (2005). History and current trends in the use of allelopathy for weed management. *HortTechnology* 15: 529-534.
- Weston, L.A. and Duke, S.O. (2003). Weed and crop allelopathy. *Critical Reviews in Plant Sciences* 22: 367-389.
- White, N.D.G., R. B. Hulasare, and D. S. Jayas. (1999). Effects of storage conditions on quality loss of hull-less and hulled oat and barley. *Can.J. Plant Sci.* 79:475–482.
- Wicks GA, Nordquist PT, Baenziger PS *et al.* (2004) Winter wheat cultivar characteristics affect annual weed suppression. *Weed Technology* 18, 988–998.
- Wilson, J.B. (1988). Shoot competition and root competiton. *Journal of Applied Ecology* 25, 279-296

Worthington, M., Reberg- Horton, S.C., BrownGuedira, G., Jordan, D., Weisz, R. & Murphy, J.P. (2015). Relative contributions of allelopathy and competitive traits to the weed suppressive ability of winter wheat lines against Italian ryegrass. *Crop Science* 55(1), 57-64

Wu H., Pratley J., Lemerle D. & Haig T. (2000). Laboratory screening for allelopathic potential of wheat (*Triticum aestivum*) accessions against annual ryegrass (*Lolium rigidum*), *Aust. J. Agric. Res.*, 51, 259- 66

Wu H., Pratley J., Lemerle D., Verbeek B. (1998). Differential allelopathic potential among wheat accessions to annual ryegrass. In “Proceedings of the 9th Australian agronomy conference”. (Eds DL Michalk, JE Pratley) pp 567- 571. Wagga Wagga, NSW

Yu, J., Vasanthan, T. and Temelli, F. (2001). Analysis of phenolic acids in barley by high-performance liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 4352-4358.

Zimdahl .(2018). Fundamentals of weed science. Chapter 10 : Methods of Weed Management. 271- 335. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811143-7.00010-X>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για τη βιομάζα των φυτών κριθαριού στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Επανάληψη	22575,0	3	7525,0	3,11	0,1884
Πυκνότητα	2380,5	1	2380,5	0,98	0,3946
Υπόλοιπο	7266,5	3	2422,17		
Σύνολο	32222,0	7			

Πίνακας 2. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για τον αριθμό των καρπών ανά στάχυ στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Επανάληψη	20,2837	3	6,76125	1,24	0,4322
Πυκνότητα	1,71125	1	1,71125	0,31	0,6146
Υπόλοιπο	16,3737	3	5,45792		
Σύνολο	38,3687	7			

Πίνακας 3. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για τον αριθμό των στάχων ανά τετραγωνικό μέτρο στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Επανάληψη	3479,0	3	1159,67	0,05	0,9805
Πυκνότητα	1682,0	1	1682,0	0,08	0,7973
Υπόλοιπο	64123,0	3	21374,3		
Σύνολο	69284,0	7			

Πίνακας 4. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το βάρος των χιλίων κόκκων στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Επανάληψη	52,7275	3	17,5758	2,46	0,2399
Πυκνότητα	10,8112	1	10,8112	1,51	0,3066
Υπόλοιπο	21,4613	3	7,15375		
Σύνολο	85,0	7			

Πίνακας 5. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για την απόδοση σε καρπό στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Επανάληψη	7039,38	3	2346,46	0,93	0,5223
Πυκνότητα	300,125	1	300,125	0,12	0,7526
Υπόλοιπο	7550,37	3	2516,79		
Σύνολο	14889,9	7			

Πίνακας 6. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για τον δείκτη συγκομιδής στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Επανάληψη	0,00146303	3	0,000487678	0,55	0,6843
Πυκνότητα	0,000530198	1	0,000530198	0,59	0,4972
Υπόλοιπο	0,00268028	3	0,000893426		
Σύνολο	0,00467351	7			

Πίνακας 7. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για την πληθυσμιακή πυκνότητα λεπτής ήρας κατά την πρώτη ανάπτυξη της καλλιέργειας του κριθαριού στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Επανάληψη	527,52	3	175,84	2,81	0,2092
Πυκνότητα	42,32	1	42,32	0,68	0,4710
Υπόλοιπο	187,6	3	62,5333		
Σύνολο	757,44	7			

Πίνακας 8. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για την πληθυσμιακή πυκνότητα λεπτής ήρας κατά το καλάμωμα του κριθαριού στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Επανάληψη	133,83	3	44,61	0,11	0,9473
Πυκνότητα	20,48	1	20,48	0,05	0,8350
Υπόλοιπο	1192,75	3	397,583		
Σύνολο	1347,06	7			

Πίνακας 9. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για τη βιομάζα της λεπτής ήρας στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Επανάληψη	0,0235375	3	0,00784583	1,91	0,3045
Πυκνότητα	0,277512	1	0,277512	67,48	0,0038
Υπόλοιπο	0,0123375	3	0,0041125		
Σύνολο	0,313388	7			

Πίνακας 10. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το ρυθμός ανάπτυξης των φυτών στις δύο πυκνότητες σποράς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Επανάληψη	0,00478529	3	0,0015951	0,82	0,5169
Είδος	0,101729	1	0,101729	52,03	0,0001
Πυκνότητα	0,00311922	1	0,00311922	1,6	0,2383
Είδος* Πυκνότητα	0,016129	1	0,016129	8,25	0,0184
Υπόλοιπο	0,0175978	9	0,00195531		
Σύνολο	0,14336	15			

Πίνακας 11. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το ρυθμό αύξηση του ύψους των φυτών στις δύο πυκνότητες σποράς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Επανάληψη	0,0176593	3	0,00588643	2,41	0,1343
Είδος	0,401829	1	0,401829	164,46	0,0000
Πυκνότητα	0,0000912025	1	0,0000912025	0,04	0,8511
Είδος* Πυκνότητα	0,00000324	1	0,00000324	0,00	0,9717
Υπόλοιπο	0,0219896	9	0,00244329		
Σύνολο	0,441573	15			

Πίνακας 12. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το ρυθμό αύξησης του αριθμού των φύλλων των φυτών στις δύο πυκνότητες σποράς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Επανάληψη	0,000146005	3	0,0000486683	0,51	0,6841
Είδος	0,000784	1	0,000784	8,24	0,0184
Πυκνότητα	0,00004356	1	0,00004356	0,46	0,5155
Είδος* Πυκνότητα	0,00011881	1	0,00011881	1,25	0,2926
Υπόλοιπο	0,000855865	9	0,0000950961		
Σύνολο	0,00194824	15			

Πίνακας 13. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το ρυθμό αύξησης του αριθμού των δευτερευόντων στελεχών των φυτών στις δύο πυκνότητες σποράς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Επανάληψη	0,00108496	3	0,000361655	0,50	0,6943
Είδος	0,0113316	1	0,0113316	15,53	0,0034
Πυκνότητα	0,00009801	1	0,00009801	0,13	0,7225
Είδος* Πυκνότητα	0,000891022	1	0,000891022	1,22	0,2978
Υπόλοιπο	0,00656804	9	0,000729782		
Σύνολο	0,0199736	15			

Πίνακας 14. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το ποσοστό πρωτεΐνης στους σπόρους

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Επανάληψη	0,1461	3	0,0487	0,42	0,7515
Πυκνότητα	0,0002	1	0,0002	0,00	0,9694
Υπόλοιπο	0,3463	3	0,115433		
Σύνολο	0,4926	7			

Πίνακας 15. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για την κλάση 2,8 mm στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Επανάληψη	33,8728	3	11,2909	0,37	0,7815
Πυκνότητα	2,0402	1	2,0402	0,07	0,8124
Υπόλοιπο	91,2966	3	30,4322		
Σύνολο	127,21	7			

Πίνακας 16. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για την κλάση 2,5 mm στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Επανάληψη	210,306	3	70,1021	1,67	0,3414
Πυκνότητα	229,408	1	229,408	5,48	0,1012
Υπόλοιπο	125,676	3	41,8919		
Σύνολο	565,39	7			

Πίνακας 17. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για την κλάση 2,2 mm στα δύο επίπεδα σποράς που μελετήθηκαν

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Επανάληψη	23,4198	3	7,8066	0,38	0,7733
Πυκνότητα	11,045	1	11,045	0,54	0,5141
Υπόλοιπο	60,871	3	20,2903		
Σύνολο	95,3358	7			

Πίνακας 18. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για την ποσοστιαία παρεμπόδιση του μέσου ολικού μήκους του ριζιδίου της λεπτής ήρας στους διαφορετικούς αριθμούς σπόρων κριθαριού ανά δοχείο στις τρεις ποικιλίες κριθαριού που μελετήθηκαν.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Πυκνότητα	10431,7	5	2086,34	12,63	0,0000
Ποικιλία	2107,44	2	1053,72	6,38	0,0033
Πυκνότητα*Ποικιλία	1458,67	10	145,867	0,88	0,5546
Υπόλοιπο	8922,08	54	165,224		
Σύνολο	101089,	71			

Πίνακας 19. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για την ποσοστιαία παρεμπόδιση της μέσης ολικής διαμέτρου του ριζιδίου της λεπτής ήρας στους διαφορετικούς αριθμούς σπόρων κριθαριού ανά δοχείο στις τρεις ποικιλίες κριθαριού που μελετήθηκαν.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Πυκνότητα	12985,4	5	2597,08	15,89	0,0000
Ποικιλία	306,6	2	153,3	0,94	0,3979
Πυκνότητα*Ποικιλία	6241,63	10	624,163	3,82	0,0006
Υπόλοιπο	8664,22	53	163,476		
Σύνολο	66606,4	70			

Πίνακας 20. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για την ποσοστιαία παρεμπόδιση της μέσης ολικής επιφάνειας του ριζιδίου της λεπτής ήρας στους διαφορετικούς αριθμούς σπόρων κριθαριού ανά δοχείο στις τρεις ποικιλίες κριθαριού που μελετήθηκαν.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Πυκνότητα	16178,2	5	3235,64	12,71	0,0000
Ποικιλία	581,304	2	290,652	1,14	0,3276
Πυκνότητα*Ποικιλία	5931,52	10	593,152	2,33	0,0243
Υπόλοιπο	12732,3	50	254,647		
Σύνολο	85567,7	67			

Πίνακας 21. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο ολικό μήκος του ριζιδίου του κριθαριού στους διαφορετικούς αριθμούς σπόρων κριθαριού ανά δοχείο για τις τρεις ποικιλίες κριθαριού που μελετήθηκαν παρουσία στα δοχεία σπόρων της λεπτής ήρας.

Πήγη Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Πυκνότητα κριθαριού	664,122	4	166,031	7,70	0,0001
Ποικιλία	964,779	2	482,39	22,37	0,0000
Πυκνότητα κριθαριού*Ποικιλία	1265,8	8	158,225	7,34	0,0000
Υπόλοιπο	970,308	45	21,5624		
Σύνολο	3865,01	59			

Πίνακας 22. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο ολικό μήκος του ριζιδίου του κριθαριού στους διαφορετικούς αριθμούς σπόρων κριθαριού ανά δοχείο για τις τρεις ποικιλίες κριθαριού που μελετήθηκαν απουσία στα δοχεία σπόρων της λεπτής ήρας.

Πήγη Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Πυκνότητα κριθαριού	826,345	4	206,586	10,57	0,0000
Ποικιλία	127,387	2	63,6937	3,26	0,0477
Πυκνότητα κριθαριού*Ποικιλία	2775,0	8	346,875	17,74	0,0000
Υπόλοιπο	879,804	45	19,5512		
Σύνολο	4608,54	59			

Πίνακας 23. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για τη μέση ολική διάμετρο του ριζιδίου του κριθαριού στους διαφορετικούς αριθμούς σπόρων κριθαριού ανά δοχείο για τις τρεις ποικιλίες κριθαριού που μελετήθηκαν παρουσία στα δοχεία σπόρων της λεπτής ήρας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Πυκνότητα κριθαριού	0.0215389	4	0.00538472	2.66	0.0457
Ποικιλία	0.138929	2	0.0694643	34.32	0
Πυκνότητα κριθαριού*Ποικιλία	0.0522278	8	0.00652848	3.23	0.006
Υπόλοιπο	0.0850139	42	0.00202414		
Σύνολο	0.307621	56			

Πίνακας 24. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για τη μέση ολική διάμετρο του ριζιδίου του κριθαριού στους διαφορετικούς αριθμούς σπόρων κριθαριού ανά δοχείο για τις τρεις ποικιλίες κριθαριού που μελετήθηκαν απουσία στα δοχεία σπόρων της λεπτής ήρας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Πυκνότητα κριθαριού	0.239518	4	0.0598794	1.53	0.2122
Ποικιλία	0.38038	2	0.19019	4.85	0.0128
Πυκνότητα κριθαριού*Ποικιλία	0.469698	8	0.0587123	1.5	0.1878
Υπόλοιπο	1.64848	42	0.0392496		
Σύνολο	2.65534	56			

Πίνακας 25. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για τη μέση ολική επιφάνεια του ριζιδίου του κριθαριού στους διαφορετικούς αριθμούς σπόρων κριθαριού ανά δοχείο για τις τρεις ποικιλίες κριθαριού που μελετήθηκαν παρουσία στα δοχεία σπόρων της λεπτής ήρας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Πυκνότητα κριθαριού	1063.06	4	265.765	1.98	0.1148
Ποικιλία	713.209	2	356.604	2.66	0.0818
Πυκνότητα κριθαριού*Ποικιλία	2690.96	8	336.369	2.51	0.0252
Υπόλοιπο	5632.08	42	134.097		
Σύνολο	10251.7	56			

Πίνακας 26. Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για τη μέση ολική επιφάνεια του ριζιδίου του κριθαριού στους διαφορετικούς αριθμούς σπόρων κριθαριού ανά δοχείο για τις τρεις ποικιλίες κριθαριού που μελετήθηκαν, απουσία στα δοχεία σπόρων της λεπτής ήρας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Πυκνότητα κριθαριού	6757.5	4	1689.38	17.34	0
Ποικιλία	1314.02	2	657.011	6.74	0.0029
Πυκνότητα κριθαριού*Ποικιλία	7363	8	920.374	9.45	0
Υπόλοιπο	4092.6	42	97.4428		
Σύνολο	20334.5	56			

