



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΛΑΡΙΣΣΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ**  
**ΧΕΙΜΕΡΙΝΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΤΙΣ ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΗΤΙΚΕΣ**  
**ΟΥΣΙΕΣ ΤΟΥ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ**

Πτυχιακή διατριβή  
Βούλγαρη Αφροδίτη  
Ζήσογλου Μαρία

Επιβλέπων καθηγητής  
Ιωάννης Βασιλάκογλου  
Επίκουρος Καθηγητής Ζιζανολογίας

**Λάρισα 2007**

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

|       |                                  | Σελίδα |
|-------|----------------------------------|--------|
| 1     | Εισαγωγή                         | 3      |
| 1.1   | Γενικά                           | 3      |
| 1.1.1 | Χρήσεις του κριθαριού            | 3      |
| 1.1.2 | Βοτανική περιγραφή κριθαριού     | 4      |
| 1.1.3 | Οικολογικές απαιτήσεις κριθαριού | 5      |
| 1.1.4 | Βελτίωση κριθαριού               | 6      |
| 1.2   | Αλληλοπάθεια                     | 6      |
| 1.3   | Σκοπός πειραματικής εργασίας     | 9      |
| 2     | Πειραματικό μέρος                | 10     |
| 2.1   | Υλικά και Μέθοδοι                | 10     |
| 2.1.1 | Διαδικασία εκχύλισης             | 11     |
| 2.1.2 | Διαδικασία βιοδοκιμής            | 11     |
| 2.2   | Αποτελέσματα                     | 14     |
| 2.3   | Συζήτηση                         | 21     |
| 2.4   | Συμπεράσματα                     | 23     |
| 3     | Βιβλιογραφία                     | 24     |
|       | Παράρτημα                        | 27     |

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Γενικά

Το κριθάρι θεωρείται ως το πρώτο φυτό που καλλιέργησε ο άνθρωπος. Υπάρχουν αρχαιολογικά ευρήματα από τα οποία συμπεραίνεται ότι το κριθάρι ήταν γνωστό κατά τη νεολιθική περίοδο, δηλαδή πριν 10.000 χρόνια (Harlan και Zohary, 1966; Harlan, 1968; Zohary και Hopf, 1988). Το κριθάρι αναφέρεται πολλές φορές στην Παλαιά Διαθήκη και στα ομηρικά έπη ως καλλιέργεια εκτεταμένη που αποτελούσε κύρια τροφή για τους ανθρώπους και τα ζώα. Στην Ελλάδα το κριθάρι καλλιεργούνταν πριν το 4.000 π.Χ. Ο Ηρόδοτος αναφέρει ότι η χρήση του κριθαριού για την παραγωγή ενός είδους μύρας ήταν γνωστή στην Ελλάδα και στην Αίγυπτο. Μερικοί συγγραφείς αναφέρουν ως τόπο καταγωγής του κριθαριού τη Μεσοποταμία. Ο Ρώσος γενετιστής Nicolai Vavilon θεωρεί τόπο καταγωγής τη ΝΑ Ασία (Κίνα, Θιβέτ, Νεπάλ). Ακόμη, ο Harlan (1976) αναγνωρίζει το κριθάρι ως το πιο άφθονο και φθινό δημητριακό στην αρχαία Μέση Ανατολή.

Μία επιπλέον πληροφορία ως απόδειξη για την αρχαιότητα του κριθαριού βρίσκεται στη γενετική του ποικιλομορφία. Η ποικιλομορφία του κριθαριού έχει διατηρηθεί σε ολόκληρη την παρατεταμένη ιστορία του. Παρά το γεγονός ότι η περιπλοκή γονιδιακή κατασκευή του υπολογίζεται ως μειονέκτημα, το κριθάρι είναι ένα εξαιρετικό εργαλείο πειραμάτων για τους βιοχημικούς, φυσιολόγους, γενετιστές και μοριακούς βιολόγους. Στα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του ανήκουν η ευκολία ανάπτυξης κάτω από εργαστηριακές συνθήκες και η έμφυτη διπλοειδής φύση του, η οποία διευκολύνει την κατασκευή γενετικών χαρτών (Shewry, 1992).

#### 1.1.1 Χρήσεις του κριθαριού

Σε παγκόσμια κλίμακα, το κριθάρι θεωρείται το τέταρτο σε σπουδαιότητα και οικονομική σημασία σιτηρό, μετά το σιτάρι, το ρύζι και τον αραβόσιτο. Ο

καρπός του κριθαριού χρησιμοποιείται κυρίως στην κτηνοτροφία και στη βυνοζυθοποιία, ενώ μικρές μόνο ποσότητες χρησιμοποιούνται στη διατροφή του ανθρώπου (Ποδηματάς, 2000). Οι αποφλοιωμένοι κόκκοι του κριθαριού είναι αποδεκτοί για τροφή του ανθρώπου και η χρησιμοποίησή του στις μέρες μας περιορίζεται σε ορισμένες υπανάπτυκτες περιοχές ή σε περιοχές που δεν ευνοείται η καλλιέργεια άλλων σιτηρών. Επιπλέον, το αλεύρι του κριθαριού χρησιμοποιείται, ύστερα από αποπιτύρωση, για παρασκευή παιδικών τροφών και παξιμαδιών.

Εκτός από τη χρήση του ως τροφή του ανθρώπου, η καλλιέργεια του κριθαριού χρησιμοποιείται και στην παραγωγή σανού ή ενσιρώματος για τροφή των ζώων (Ποδηματάς, 2000). Επιπλέον, μεγάλες εκτάσεις καλλιεργούνται με κριθάρι για βοσκή ή για την παραγωγή σανού (Rasmusson, 1985). Στην κτηνοτροφία χρησιμοποιούνται κυρίως οι καρποί των εξάστιχων κριθαριών. Ο καρπός του κριθαριού αποτελεί πηγή πρωτεΐνης και υδατανθράκων για τα ζώα. Γι' αυτό επιθυμητή είναι η υψηλή περιεκτικότητα κυρίως σε πρωτεΐνη, η οποία κυμαίνεται από 10-15% και εξαρτάται βασικά από τη χρησιμοποιούμενη ποικιλία και δευτερευόντως από τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής που αυτή καλλιεργήθηκε (Ποδηματάς, 2000). Ακόμη, το κριθάρι συχνά καλλιεργείται ως το κύριο σιτηρό για ζωοτροφή σε περιοχές όπου το καλαμπόκι δε μπορεί να ευδοκιμήσει, εξαιτίας των σύντομων καλλιεργητικών περιόδων, των χαμηλών θερμοκρασιών ή της έλλειψης βροχοπτώσεων (Rasmusson, 1985).

### 1.1.2 Βοτανική περιγραφή κριθαριού

Το καλλιεργούμενο κριθάρι ανήκει στην οικογένεια *Poaceae*, στο γένος *Hordeum*, το οποίο περιλαμβάνει πολλά είδη, άγρια και καλλιεργούμενα, με σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Είναι μονοετές, πώδες φυτό, ύψους έως 1 m. Η ταξιανθία του κριθαριού είναι στάχυς. Αποτελείται από πολλά σταχύδια τοποθετημένα στους κόμβους της ράχης. Από κάθε κόμβο φύονται τρία μονανθή σταχύδια. Κάθε σταχύδιο αποτελείται από ένα άνθος με δύο λέπυρα

που καταλήγουν σε λεπτή επιμήκη προεξοχή, το άγανο. Το καλλιεργούμενο κριθάρι ανήκει στο είδος *Hordeum vulgare* και είναι διπλοειδές με  $2n=14$  χρωμοσώματα. Το είδος αυτό περιλαμβάνει τύπους με δύο(δίστιχο) και έξι σειρές σειρές (εξάστιχο) κόκκων (Ποδηματάς, 2000). Οι δίστιχες ποικιλίες φέρουν δύο σειρές ή στοίχους γόνιμων σταχυδίων κατά μήκος της ράχης του στάχου, ενώ στις εξάστιχες τα σταχύδια και οι κόκκοι είναι διατεταγμένοι σε έξι σειρές.

### 1.1.3 Οικολογικές απαιτήσεις κριθαριού

Το κριθάρι είναι φυτό ευρείας προσαρμοστικότητας και καλλιεργείται σε όλα σχεδόν τα κλίματα από τις τροπικές χώρες ως τον αρκτικό κύκλο. Στην Ελλάδα και σε περιοχές με ήπιους χειμώνες σπέρνεται το φθινόπωρο ενώ σε άλλες (Ρουμανία, Γερμανία, Πολωνία) σπέρνεται κυρίως την άνοιξη. Σε περιοχές όπως η Βόρεια Αφρική, η Μέση Ανατολή, η Ινδία, η Κίνα, η Κορέα, η Ιαπωνία και η Καλιφόρνια ευδοκimei ως μία χειμερινή καλλιέργεια κατά τη διάρκεια των εποχών του χρόνου, όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες και η απώλεια νερού μέσω εφίδρωσης είναι χαμηλότερη. Είναι ανθεκτικό στη ξηρασία και τις ασθένειες, στα άλατα και στην αλκαλικότητα του εδάφους, ενώ παρουσιάζει ευαισθησία στην εδαφική οξύτητα (Harlan, 1976). Επιπλέον, αναπτύσσεται καλύτερα σε καλά στραγγιζόμενα γόνιμα εδάφη ή σε ελαφρά αργιλώδη εδάφη (Derr, 1911; Carleton, 1916; Harlan, 1925; Morgan et al., 1938). Ο Beaven (1947) παρατήρησε ότι υψηλότερες αποδόσεις αποκομίζονταν στις ξηρότερες και ψυχρότερες περιοχές της Αγγλίας απ' ότι στις πιο θερμές και με υγρασία περιοχές. Το κριθάρι καλλιεργείται στις τροπικές χώρες, αλλά εκεί είτε αναπτύσσεται στις δροσερές θερμοκρασίες των ψηλών υψόμετρων ή σπέρνεται και αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια της χειμερινής εποχής (Rasmusson, 1985). Το κριθάρι αναπτύσσεται σε μεγάλο εύρος φωτοπεριόδου (Guitard, 1960).

Το κριθάρι, εκτός από τον μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης έχει και μεγαλύτερη παραγωγή από τα άλλα σιτηρά, στην ίδια έκταση και κάτω από

δυσμενέστερες συνθήκες. Οι περιοχές με τη μεγαλύτερη παραγωγή είναι η Ευρώπη, η Αιθιοπία, η Μέση Ανατολή, η Ρωσία, η Κίνα, η Ινδία, ο Καναδάς, οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και η Αυστραλία (Rasmusson, 1985).

#### 1.1.4 Βελτίωση του κριθαριού

Στην παγκόσμια αγορά κυκλοφορούν πολλές αξιόλογες σύγχρονες ποικιλίες κριθαριού, τόσο για κτηνοτροφικούς σκοπούς όσο και για βυνοποίηση. Στην Ελλάδα, οι προσπάθειες των βελτιωτικών προγραμμάτων στρέφονται κυρίως στην ενίσχυση της αντοχής στο πλάγιασμα, την ξηρασία, το ψύχος και τις ασθένειες. Παράλληλα επιδιώκεται η ποιοτική και ποσοτική βελτίωση της απόδοσης. Για την ενίσχυση της αντοχής στην ξηρασία έγιναν διασταυρώσεις μεταξύ *Hordeum vulgare* και *Hordeum spontaneum* και από τους απογόνους των διασπόμενων γενεών καταβάλλεται προσπάθεια να επιλέγονται τύποι που να ολοκληρώνουν την ωρίμανσή τους ή κυρίως να βρίσκονται σε λιγότερο ευαίσθητο στάδιο ανάπτυξης, κατά την περίοδο που συχνά σημειώνεται απότομη άνοδος θερμοκρασίας και ξηρασίας (Ποδηματάς, 2000).

#### 1.2. Αλληλοπάθεια

Τα ζιζάνια δεν ανταγωνίζονται τα καλλιεργούμενα φυτά μόνο για τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους, το νερό, το φως και το χώρο, αλλά μερικά από αυτά εκκρίνουν ουσίες που αναστέλλουν το φυτόμα ή την αύξηση των καλλιεργούμενων φυτών. Είναι πλέον γνωστό ότι μερικά ζιζάνια ζημιώνουν άλλα καλλιεργούμενα ή αυτοφυή φυτά με τις χημικές ουσίες που εκκρίνουν στο χώρο ανάπτυξής τους. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται αλληλοπάθεια (Ελευθεροχωρινός, 2002). Η αλληλοπάθεια, η οποία εκδηλώνεται μετά από προσθήκη στο περιβάλλον κάποιας τοξικής χημικής ουσίας, διαφέρει από τον ανταγωνισμό, ο οποίος είναι αποτέλεσμα της περιορισμένης διαθεσιμότητας ενός παράγοντα απαραίτητου για την αύξηση των φυτών (Καλμπουρτζή,

1992). Γενικά, η αλληλοπαθητική δράση μεταξύ των ζιζανίων και των καλλιεργούμενων φυτών είναι καθοριστικής σημασίας για την απόδοση, την ανάπτυξη των ζιζανίων και συχνά τη σύνθεση των φυσικών οικοσυστημάτων (Βασιλάκογλου, 2005).

Ζιζάνια όπως η αγριοβρώμη (*Avena* spp.), η αγριάδα (*Cynodon dactylon*), ο βέλιουρας (*Sorghum halepense*), η κύπερη (*Cyperus* spp.), το κίρσιο (*Cirsium arvense*) και η περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*) έχει βρεθεί ότι παράγουν τοξικές ουσίες και εκδηλώνουν αλληλοπάθεια. Από τα καλλιεργούμενα φυτά, τα σιτηρά (σίκαλη, σιταρόβριζα, κριθάρι, βρώμη, ρύζι, καλαμπόκι), τα ψυχανθή (βίκος, μηδική, τριφύλλι), το ζαχαρότευτλο, η σόγια και ο ηλίανθος παράγουν τέτοιες ουσίες και ασκούν αλληλοπαθητική επίδραση στα ζιζάνια (Corcuera κ.ά., 1992; Putman και DeFrank, 1983). Η παραγωγή αυτών των ουσιών γίνεται σε όλα τα μέρη του φυτού (ρίζες, βλαστό, φύλλα, άνθη) και η απελευθέρωσή τους στο περιβάλλον γίνεται 1. με εξάτμιση (αφορά τις πτητικές αλληλοπαθητικές ουσίες), 2. με έκπλυση από τα φύλλα και το βλαστό, 3. με έκκριση από τις ρίζες και 4. με την αποσύνθεση των φυτών στο έδαφος (Βασιλάκογλου, 2005).

Οι χημικές ουσίες στις οποίες αποδίδεται η αλληλοπάθεια είναι προϊόντα δευτερογενούς μεταβολισμού και εκτός από λίγες εξαιρέσεις, όλες αυτές (χημικές ουσίες) μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τη βιοσύνθεση τους σε πέντε μεγάλες ομάδες: στα αλκαλοειδή, τα φαινυλοπροπάνια, τα στεροειδή, τα τερπενοειδή και τις ακετογενίνες (Βασιλάκογλου, 2005). Ορισμένες από τις αλληλοπαθητικές ουσίες που παράγονται από τα φυτά βρέθηκε ότι είναι το κουμαρικό οξύ, το υδροξυβενζοϊκό και το νανιλικό οξύ (Bertholdsson, 2003). Ειδικότερα, οι ουσίες αυτές απομονώθηκαν στο μεσόφυλλο και την επιδερμίδα, αλλά δε βρέθηκαν στο αγωγό σύστημα των φυτών (Corcuera κ.ά., 1992). Για το λόγο αυτό οι παραπάνω ερευνητές συμπέραναν ότι οι προαναφερθείσες ουσίες παράγονται στα φύλλα, αλλά δεν μετακινούνται στα υπόλοιπα τμήματα του φυτού.

Η παραγωγή των ουσιών αυτών επηρεάζεται από αρκετούς παράγοντες. Μερικοί από τους παράγοντες αυτούς είναι τα θρεπτικά στοιχεία, η θερμοκρασία, το φως, η υγρασία και η ηλικία του φυτού (Καλμπουρτζή, 1992).

Οι αλληλοπαθητικές ουσίες επιδρούν σε ορισμένες λειτουργίες και φυσιολογικές διεργασίες των φυτών. Αυτές είναι 1. η επιμήκυνση των κυττάρων και η ανάπτυξη ριζικών τριχιδίων, 2. η πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων, 3. η φωτοσύνθεση, 4. η αναπνοή, 5. το άνοιγμα των στοματίων, 6. η σύνθεση των πρωτεϊνών και 7. η αύξηση που οφείλεται σε ορμονική δράση (Καλμπουρτζή, 1992).

Έρευνες που έγιναν διεθνώς σχετικά με την αλληλοπαθητική δράση των χειμερινών σιτηρών έδειξαν ότι το κριθάρι παράλληλα με την ανταγωνιστική του ικανότητα έχει και αλληλοπαθητική δράση σε διάφορα είδη ζιζανίων (Libert και Worsham, 1983; Purvis κ.ά., 1985; Putnam και DeFrank, 1979, 1983; Rosenthal κ.ά., 1985). Επιπλέον, βρέθηκε ότι η καλλιέργεια του κριθαριού αναστέλλει το φύτρωμα των σπόρων διάφορων ζιζανίων, καθώς και την αύξηση και την παραγωγή τους σε σπόρο, όχι μόνο επειδή αυξάνεται με ταχύτερο ρυθμό από το σιτάρι, αλλά και εξαιτίας του ότι εκκρίνει στο έδαφος διάφορες ουσίες, προϊόντα δευτερογενούς μεταβολισμού (αλληλοπαθητικές ουσίες) (Ben-Hammouda κ.ά., 2001). Ακόμη, οι Δήμας κ.ά. (2000) σε πειράματα διερεύνησης της δυνατότητας αντιμετώπισης των ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων μουχρίτσα (*Echinochloa crus-galli*), σπονδυλωτή σετάρια (*Setaria verticillata*) και αιματόχορτο (*Digitaria sanguinalis*) με ενσωμάτωση στο έδαφος φυτικής μάζας χειμερινών σιτηρών, βρήκαν ότι ικανοποιητική αντιμετώπιση των τριών προαναφερθέντων ζιζανίων στις καλλιέργειες αραβόσιτου, βαμβακιού και ζαχαρότευτλων μπορεί να επιτευχθεί χωρίς τη χρήση ζιζανιοκτόνων, αλλά με φθινοπωρινή σπορά του κριθαριού Αθηναΐδα. Οι ίδιοι ερευνητές (Δήμας κ.ά., 2004) σε πειράματα που έγιναν για να διερευνηθεί η ανταγωνιστική-αλληλοπαθητική ικανότητα δέκα ποικιλιών κριθαριού εναντίων των χειμερινών ζιζανίων, βρήκαν ότι η ανταγωνιστική-αλληλοπαθητική ικανότητα του κριθαριού διαφέρει μεταξύ των ποικιλιών και ότι η επιλογή ποικιλίας με μεγάλη ανταγωνιστική-αλληλοπαθητική ικανότητα



μπορεί να περιορίσει σημαντικά τη χρήση των ζιζανιοκτόνων για την αντιμετώπιση των χειμερινών ζιζανίων.

### 1.3 Σκοπός πειραματικής εργασίας

Η εφαρμογή της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης της Γεωργικής Παραγωγής, καθώς και η Βιολογική Γεωργία προϋποθέτουν την εύρεση νέων μεθόδων αντιμετώπισης των ζιζανίων και ελαχιστοποίηση της χρήσης ή τη μη χρήση των χημικώς συντιθέμενων ζιζανιοκτόνων. Εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στο παρελθόν σχετικά με την αλληλοπαθητική δράση των χειμερινών σιτηρών, έδειξαν ότι το κριθάρι, παράλληλα με την ανταγωνιστική του ικανότητα, έχει και αλληλοπαθητική δράση σε διάφορα είδη ζιζανίων (Martin και Radeuicher, 1960; Overland, 1966; Putnam και DeFrank, 1979, 1983; Steinsiek, 1982; Liberi και Worsham, 1983; Shilling, 1985). Επιπλέον, ορισμένες αλληλοπαθητικές ποικιλίες του κριθαριού θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην αντιμετώπιση ζιζανίων ως χειμερινές καλλιέργειες που δεν θα απαιτούν τη χρήση των ζιζανιοκτόνων ή ως ενσωματωμένη φυτική μάζα για την αντιμετώπιση ανοιξιότιμων ζιζανίων.

Ο σκοπός της παρούσης εργασίας ήταν να διερευνηθεί η αλληλοπαθητική δράση της ποικιλίας Αθηναΐδα (ποικιλία με τη μεγαλύτερη αλληλοπαθητική ικανότητα σύμφωνα με προηγούμενα πειράματα) εναντίον των σπουδαιότερων ζιζανίων του κριθαριού και γενικότερα των χειμερινών σιτηρών όπως η αγριοβρώμη (*Avena sterilis*), η αλεπονουρά (*Alopecurus myosuroides*), η παράδοξη φάλαρη (*Phalaris paradoxa*) και το άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis*).

## 2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 2.1. Υλικά και Μέθοδοι

Η πειραματική εργασία πραγματοποιήθηκε στα Εργαστήρια Γεωργίας και Γεωργικής Χημείας του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής του Τεχνολογικού και Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Λάρισας κατά τη χρονική περίοδο Μάρτιος 2006 – Οκτώβριο 2006. Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν αποξηραμένα δείγματα υπέργειων τμημάτων της ποικιλίας εξάστιχου κριθαριού ‘Αθηναΐδα’. Το φυτικό υλικό της συγκεκριμένης ποικιλίας κριθαριού πάρθηκε από το αγρόκτημα του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης όπου καλλιεργήθηκε κατά την καλλιεργητική περίοδο 2004 – 2005 στα πλαίσια ενός ερευνητικού προγράμματος. Η δειγματοληψία έγινε στο στάδιο του φουσκώματος έως την έναρξη εμφάνισης της ταξιανθίας. Τα δείγματα αποξηράνθηκαν για 24 ώρες σε θερμοκρασία 60 °C, αφού κόπηκαν προηγουμένως σε τμήματα των 10 cm. Στη συνέχεια αλέστηκαν σε μύλο (40 mesh) και τοποθετήθηκαν σε πλαστικά βάζα και θερμοκρασία -15 °C έως ότου χρησιμοποιηθούν για το πείραμα διερεύνησης της αλληλοπαθητικής ικανότητας.

Η αξιολόγηση της αλληλοπαθητικής ικανότητας και της επίδρασης της δόσης των εκχυλισμάτων του εξάστιχου κριθαριού Αθηναΐδα έγινε με τη βοήθεια βιοδοκιμών. Ειδικότερα, αξιολογήθηκε η φυτοτοξική δράση των εκχυλισμάτων αυτών εναντίον 3 χειμερινών αγρωστωδών ζιζανίων (αγριοβρώμη, αλεπονουρά, παράδοξη φάλαρη) και 1 πλατύφυλλου χειμερινού ζιζανίου (άγριο σινάπι). Οι σπόροι των ζιζανίων συλλέχθηκαν από αγρούς της περιοχής της Θεσσαλονίκης τον Αύγουστο του 2005 και διατηρήθηκαν σε θερμοκρασία 4 °C μέχρι να χρησιμοποιηθούν για τις βιοδοκιμές. Επιπλέον, κατά τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν τα εξής υλικά:

- ◆ γυάλινα βάζα των 400 ml
- ◆ κωνικές φιάλες των 500 ml

- ◆ γυάλινα σιφώνια των 10 και 20 ml
- ◆ γυάλινα χωνιά
- ◆ πλαστικά μπουκάλια των 200 ml
- ◆ τουρλοπάνι
- ◆ πλαστικά τριβλία διαμέτρου 8,5 cm
- ◆ περιλίτης (αδρανές υλικό που συγκρατεί την υγρασία)
- ◆ διηθητικό χαρτί
- ◆ πλαστικοί δίσκοι
- ◆ πλαστικές σακούλες

### 2.1.1 Διαδικασία εκχύλισης

Τοποθετήθηκαν 4 ή 8 g ξηρού και αλεσμένου φυτικού υλικού της ποικιλίας Αθηναΐδα σε γυάλινα βάζα των 400 ml. Στη συνέχεια, σε κάθε βάζο προστέθηκαν 200 ml απιονισμένο νερό. Τα βάζα ανακινήθηκαν σε οριζόντια μηχανή ανακίνησης για 4 ώρες, στις 200 στροφές/λεπτό. Κατόπιν, το περιεχόμενο κάθε βάζου περάστηκε από τετραπλό στρώμα τουρλοπάνι προκειμένου να απομακρυνθεί το φυτικό υλικό.

Κάθε εκχύλισμα φυγοκεντρήθηκε για μία ώρα στις 3200 στροφές/λεπτό και στη συνέχεια το υπερκείμενο περάστηκε από διηθητικό χαρτί Νο 4. Τέλος, τα διαυγή εκχυλίσματα τοποθετήθηκαν σε πλαστικά μπουκάλια των 200 ml και αυτά (πλαστικά μπουκάλια) τοποθετήθηκαν σε ψυγείο (θερμοκρασία 4 °C) μέχρι να χρησιμοποιηθούν για τη διεξαγωγή βιοδοκιμών.

### 2.1.2 Διαδικασία βιοδοκιμής

Κατά τη διεξαγωγή των βιοδοκιμών με φυτά δείκτες τα 4 χειμερινά ζιζάνια που προαναφέρθηκαν, 20 σπόροι αγριοβρώμης ή 50 σπόροι παράδοξης φάλαρης ή 50 σπόροι αλεπονουράς ή 50 σπόροι άγριο σιναπιού τοποθετήθηκαν σε κάθε τριβλίο διαμέτρου 8,5 cm. Κατόπιν οι σπόροι

καλύφθηκαν με 6 g περλίτη και στη συνέχεια έγινε προσθήκη 10 ml εκχυλίσματος ή απιονισμένου νερού (μάρτυρας) σε κάθε τριβλίο. Στη συνέχεια, τα τριβλία καλύφθηκαν με τα πλαστικά καπάκια, τυχαιοποιήθηκαν σε πλαστικούς δίσκους, καλύφθηκαν με πλαστικές σακούλες και οι δίσκοι τοποθετήθηκαν σε θάλαμο αναπτύξεως φυτών (συνθήκες σκότους και θερμοκρασίας  $23 \pm 1$  °C). Οι δίσκοι παρέμειναν στο θάλαμο αναπτύξεως για 15 ημέρες. Μετά την πάροδο του χρόνου αυτού, απομακρύνθηκε ο περλίτης από τα φυτά της αγριοβρώμης, της φάλαρης, της αλεπουράς και του άγριου σιναπιού και μετρήθηκε ο αριθμός των σπόρων που βλάστησε, το μήκος των ριζών και το συνολικό νωπό βάρος των φυτών που βλάστησαν. Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών κάθε τριβλίου και οι τιμές αυτές εκφράστηκαν ως % του μάρτυρα (τριβλία με απιονισμένο νερό). Πριν από την ανάλυση της παραλλακτικότητας τα δεδομένα των τεσσάρων ζιζανίων μετατράπηκαν σε  $\log(x+1)$  προκειμένου να βελτιωθεί η ομοιογένειά τους, αλλά οι τιμές που παρουσιάζονται προήλθαν από απολογαρίθμιση.

Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν εκχυλίσματα του κριθαριού Αθηναΐδα σε 5 διαφορετικές συγκεντρώσεις (0, 0,63, 1,25, 2,5 και 5 g αλεσμένου ξηρού φυτικού υλικού/100 ml απιονισμένο νερό). Το πειραματικό σχέδιο ήταν το πλήρες τυχαιοποιημένο με 3 επαναλήψεις για κάθε συγκέντρωση. Το πείραμα διεξήχθη 2 φορές.

Οι μέσοι όροι του μήκους ρίζας, του νωπού βάρους ή του φυτρώματος των τεσσάρων ζιζανίων (τιμές από απολογαρίθμιση) χρησιμοποιήθηκαν για την εξεύρεση της γραμμής συμμεταβολής που περιγράφει καλύτερα τη σχέση μεταξύ αύξησης της συγκέντρωσης του εκχυλίσματος του κριθαριού και μείωσης των παραπάνω χαρακτηριστικών των ζιζανίων. Αξιολογήθηκαν η ευθύγραμμη, η πολυωνμική, η λογαριθμική και η εκθετική εξίσωση, ενώ η καταλληλότερη από αυτές (υψηλότερος συντελεστής προσδιορισμού) χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της τιμής  $GR_{50}$  (συγκέντρωση που απαιτείται για να μειώσει κατά 50% το μήκος ρίζας, το νωπό βάρος ή το φυτόωμα) για κάθε ζιζάνιο.

Η ανάλυση της παραλλακτικότητας των δεδομένων (ANOVA) έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα MSTAT, ενώ η εξεύρεση των γραμμών συμμεταβολής με το πρόγραμμα DATAFIT.

## 2.2 Αποτελέσματα

Η ανάλυση των δεδομένων (ANOVA) έδειξε ότι τα εκχυλίσματα της ποικιλίας Αθηναΐδα επηρέασαν σημαντικά το φύτερωμα και την ανάπτυξη των ζιζανίων αγριοβρώμη, αλεπονουρά, παράδοξη φάλαρη και άγριο σινάπι. Επιπλέον, η αύξηση της συγκέντρωσης από 0,63 σε 5 g αλεσμένου ξηρού δείγματος σε 100 ml απιονισμένο νερό προκάλεσε ακόμη μεγαλύτερη μείωση στο φύτερωμα και στην ανάπτυξη των ζιζανίων αυτών (Σχήματα 1, 2, 3 και 4).

Ειδικότερα, στο ζιζάνιο αγριοβρώμη η μείωση στο φύτερωμα που προκλήθηκε από τα εκχυλίσματα του κριθαριού κυμάνθηκε από 13 έως 100% (Σχήμα 1). Η αντίστοιχη μείωση στο μήκος ρίζας ήταν 26 έως 100%, ενώ στο νωπό βάρος του ζιζανίου ήταν 19 έως 100%. Εντούτοις, η συγκέντρωση των 0,63 g ξηρού φυτικού υλικού στα 100 ml απιονισμένο νερό προκάλεσε μικρή αύξηση στο φύτερωμα και στο συνολικό νωπό βάρος του ζιζανίου (Σχήμα 1).

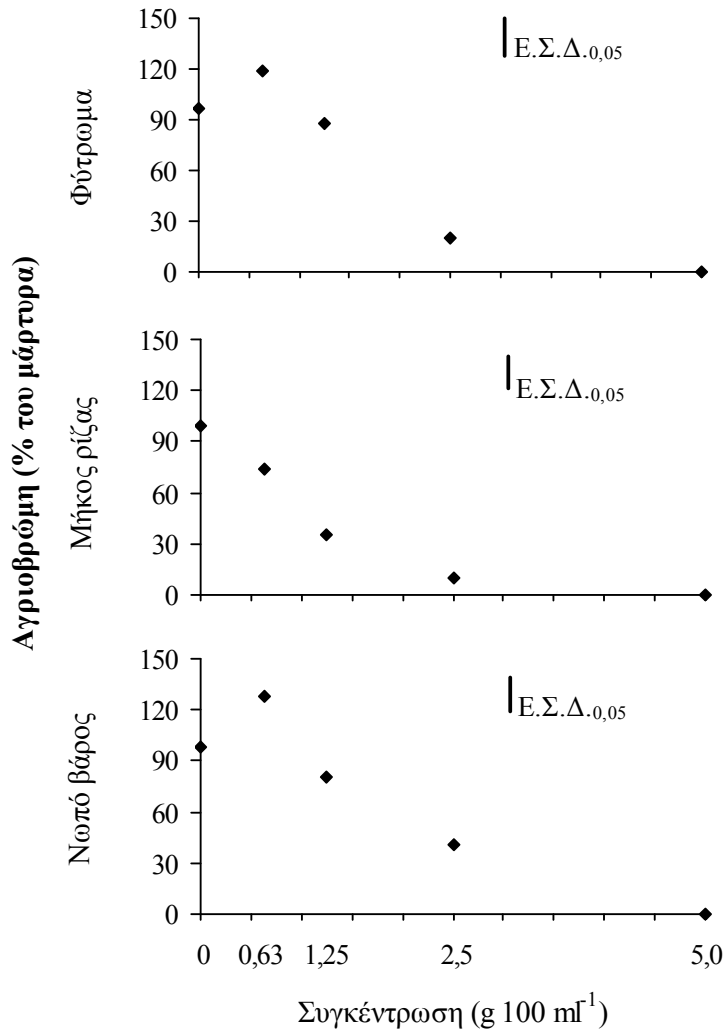
Η παρουσία των εκχυλισμάτων κριθαριού προκάλεσε μείωση από 84 έως 100% στο φύτερωμα της αλεπονουράς (Σχήμα 2). Η αντίστοιχη μείωση στο μήκος ρίζας του ζιζανίου κυμάνθηκε από 93 έως 100%, ενώ για το νωπό βάρος η μείωση αυτή κυμάνθηκε μεταξύ 60 και 100%, σε σύγκριση με το μάρτυρα (φυτά με απιονισμένο νερό).

Το φύτερωμα της παράδοξης φάλαρης μειώθηκε από 92 έως 100% από την παρουσία των εκχυλισμάτων κριθαριού (Σχήμα 3). Το μήκος ρίζας του ζιζανίου μειώθηκε κατά 89 έως 100%, σε σύγκριση με το μάρτυρα, ενώ η αντίστοιχη μείωση στο συνολικό νωπό βάρος κυμάνθηκε από 83 έως 100%.

Τα αποτελέσματα σχετικά με το πλατύφυλλο ζιζάνιο έδειξαν ότι το φύτερωμά του μειώθηκε από 40 έως 100% από την επίδραση των εκχυλισμάτων του κριθαριού (Σχήμα 4). Η αντίστοιχη μείωση στο μήκος ρίζας του ζιζανίου κυμάνθηκε από 32 έως 100%, σε σύγκριση με το μάρτυρα.

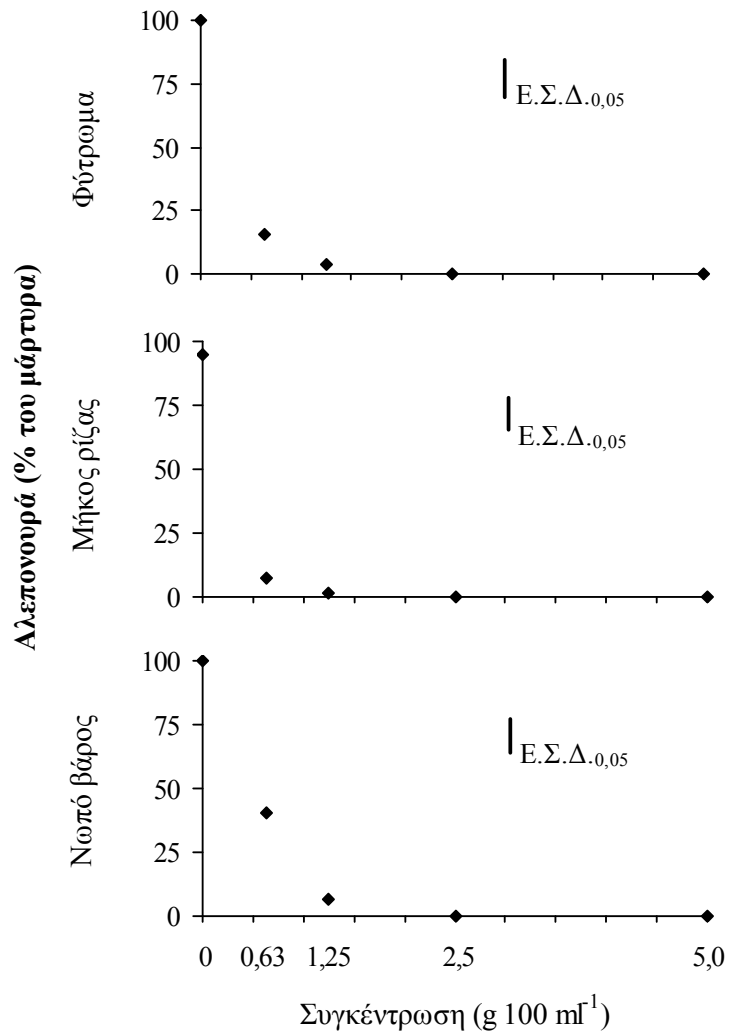
Η εξεύρεση της καλύτερης γραμμής συμμεταβολής έδειξε ότι η εκθετική εξίσωση ( $y = a * b^x$ ) περιέγραψε καλύτερα τη σχέση μεταξύ αύξησης του ποσοστού αλεσμένου ξηρού δείγματος (και κατά συνέπεια των αλληλοπαθητικών ουσιών) κριθαριού στο απιονισμένο νερό και μείωσης του

φυτρώματος, του μήκους ρίζας ή του νωπού βάρους των επιβιωσάντων φυτών των τεσσάρων χειμερινών ζιζανίων (Πίνακας 1). Η τιμή  $a$  είναι η σταθερά της εξίσωσης, ενώ το  $b$  δηλώνει την κλίση της γραμμής. Ειδικότερα, όσο μικρότερη είναι η αρνητική κλίση της εξίσωσης συμμεταβολής, τόσο μεγαλύτερη ποσότητα αλληλοπαθητικών ουσιών (ξηρής μάζας κριθαριού) απαιτούνται για να προκληθεί μείωση του φυτρώματος, του μήκους ρίζας ή του νωπού βάρους των ζιζανίων κατά 50%. Με βάση τις υπολογισθείσες  $GR_{50}$  τιμές η φθίνουσα σειρά της ευαισθησίας των τεσσάρων ζιζανίων ως προς το φύτρωμα ήταν αγριοβρώμη > άγριο σινάπι > αλεπονουρά > φάλαρη (Πίνακας 1). Η αντίστοιχη φθίνουσα σειρά ευαισθησίας ως προς το μήκος ρίζας ήταν αγριοβρώμη > άγριο σινάπι > φάλαρη  $\geq$  αλεπονουρά, ενώ ως προς το νωπό βάρος ήταν αγριοβρώμη > αλεπονουρά > φάλαρη.

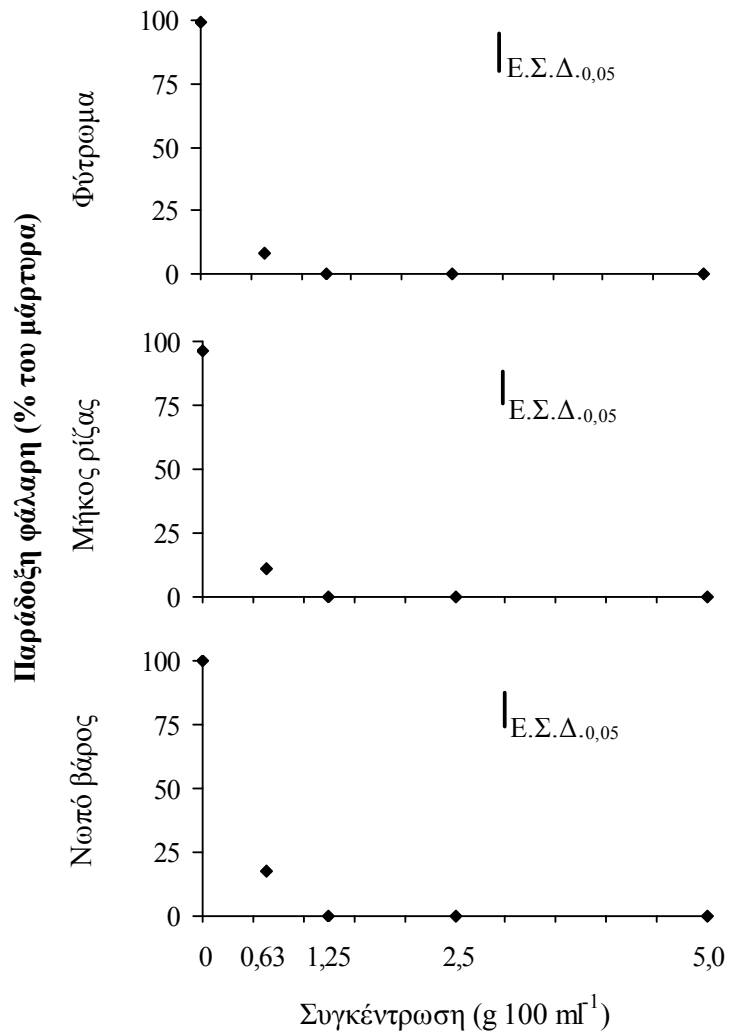


**Σχήμα 1.** Επίδραση της συγκέντρωσης του εκχυλίσματος κριθαριού στο φύτρωμα, το μήκος ρίζας και το συνολικό νωπό βάρος της αγριοβρώμης. Οι τιμές είναι μέσοι όροι δύο πειραμάτων.

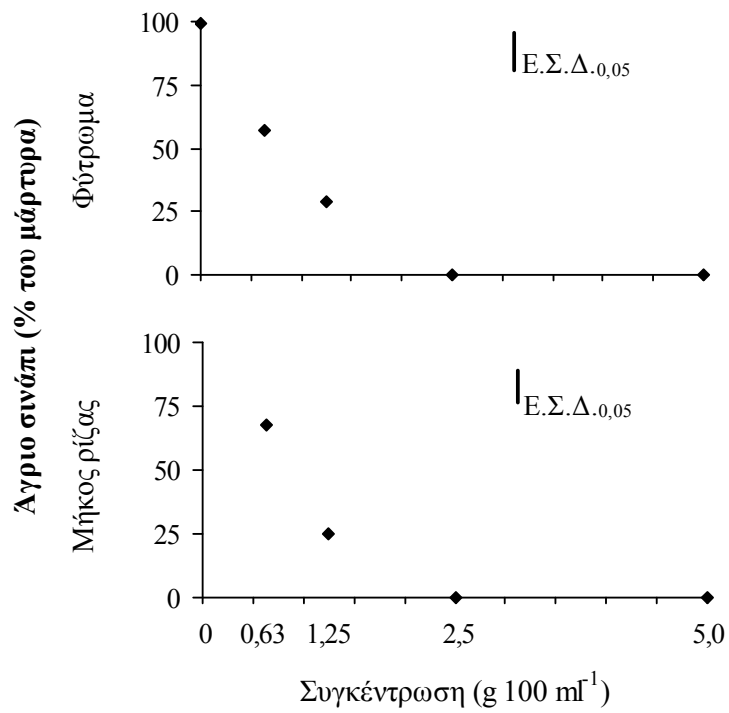




**Σχήμα 2.** Επίδραση της συγκέντρωσης του εκχυλίσματος κριθαριού στο φύτρωμα, το μήκος ρίζας και το συνολικό νωπό βάρος της αλεπονουράς. Οι τιμές είναι μέσοι όροι δύο πειραμάτων.



**Σχήμα 3.** Επίδραση της συγκέντρωσης του εκχυλίσματος κριθαριού στο φύτρωμα, το μήκος ρίζας και το συνολικό νωπό βάρος της παράδοξης φάλαρης. Οι τιμές είναι μέσοι όροι δύο πειραμάτων.



**Σχήμα 4.** Επίδραση της συγκέντρωσης του εκχυλίσματος κριθαριού στο φύτρωμα και το μήκος ρίζας του άγριου σιναπιού. Οι τιμές είναι μέσοι όροι δύο πειραμάτων.

**Πίνακας 1.** Εξισώσεις συμμεταβολής ( $y = a * b^x$ ) και συντελεστής προσδιορισμού ( $R^2$ ) της σχέσης μεταξύ φυτρώματος, μήκους ρίζας ή νωπού βάρους ( $y = \% \text{ του μάρτυρα}$ ) των τεσσάρων χειμερινών ζιζανίων και συγκέντρωσης ( $x = \%$ ) εκχυλίσματος κριθαριού, καθώς και οι υπολογισθείσες  $GR_{50}$  τιμές από τις αντίστοιχες εξισώσεις συμμεταβολής.

| <b>Χαρακτηριστικό</b>                | <b>Εξίσωση</b>              | <b><math>R^2</math></b> | <b><math>GR_{50}</math> (%)</b> |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| <b><i>Avena sterilis</i></b>         |                             |                         |                                 |
| Φύτρωμα                              | $y = 119,13 \times 0,652^x$ | 0,79                    | 2,03                            |
| Μήκος ρίζας                          | $y = 103,00 \times 0,463^x$ | 0,97                    | 0,94                            |
| Νωπό βάρος                           | $y = 121,69 \times 0,685^x$ | 0,80                    | 2,35                            |
| <b><i>Alopecurus myosuroides</i></b> |                             |                         |                                 |
| Φύτρωμα                              | $y = 99,87 \times 0,056^x$  | 0,99                    | 0,24                            |
| Μήκος ρίζας                          | $y = 94,89 \times 0,018^x$  | 0,99                    | 0,16                            |
| Νωπό βάρος                           | $y = 100,56 \times 0,191^x$ | 0,99                    | 0,42                            |
| <b><i>Phalaris paradoxa</i></b>      |                             |                         |                                 |
| Φύτρωμα                              | $y = 99,01 \times 0,019^x$  | 0,99                    | 0,17                            |
| Μήκος ρίζας                          | $y = 96,32 \times 0,032^x$  | 0,99                    | 0,19                            |
| Νωπό βάρος                           | $y = 99,98 \times 0,057^x$  | 0,99                    | 0,24                            |
| <b><i>Sinapis arvensis</i></b>       |                             |                         |                                 |
| Φύτρωμα                              | $y = 101,13 \times 0,358^x$ | 0,99                    | 0,69                            |
| Μήκος ρίζας                          | $y = 105,43 \times 0,370^x$ | 0,97                    | 0,75                            |

### 2.3 Συζήτηση

Η μείωση που παρατηρήθηκε στο φύτρωμα, στο συνολικό νωπό βάρος και στο μήκος ρίζας των φυτών που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα, πιθανώς να οφείλεται στην ύπαρξη τοξικών ουσιών στα εκχυλίσματα της ποικιλίας κριθαριού Αθηναΐδα. Η δράση των ουσιών αυτών, που παράγονται και απελευθερώνονται στο περιβάλλον, είναι υπεύθυνη για το φαινόμενο της αλληλοπάθειας (Καλμπουρτζή 1992). Παρόμοιες ουσίες, που κατατάσσονται στην ομάδα των αλκαλοειδών και των βενζοξαζινονών, έχουν προσδιοριστεί σε διάφορες ποικιλίες κριθαριού και πληθυσμούς σίκαλης, αντίστοιχα (Ahmad κ.ά., 1985; Ben-Hammouda κ.ά., 2001; Bourgos κ.ά., 1999).

Η αύξηση της συγκέντρωσης από 0,63 σε 5 g αλεσμένου ξηρού φυτικού υλικού ανά 100 ml απιονισμένου νερού προκάλεσε την αύξηση της φυτοτοξικότητας του εκχυλίσματος του κριθαριού. Αυτό πιθανώς οφείλεται στη μεγαλύτερη συγκέντρωση των αλληλοπαθητικών ουσιών, λόγω της μεγαλύτερης ποσότητας ξηρής φυτικής μάζας κριθαριού στα εκχυλίσματα. Τα αποτελέσματα αυτά βρίσκονται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα των Einhellng και Souza (1992) και Nimbale κ.ά. (1996).

Επιπλέον, πειράματα που έγιναν κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες έδειξαν ότι τόσο τα εκχυλίσματα από διαφορετικά τμήματα του φυτού όσο και τα εκκρίματα των ριζών τους, επηρέασαν το φύτρωμα και την αύξηση των νεαρών φυτών (Καλμπουρτζή 1992). Οι Huber και Abney (1986) παρατήρησαν καθυστέρηση στο φύτρωμα των σπόρων και στην αύξηση νεαρών φυτών σιταριού που σπάρθηκε σε χωράφι στο οποίο υπήρχαν υπολείμματα σόγιας. Επιπλέον, η αρνητική επίδραση ήταν εντονότερη με την αύξηση της ποσότητας των υπολειμμάτων. Ακόμη, οι Gressel και Holm (1964) ερεύνησαν την αναστολή του φυτρώματος των σπόρων οχτώ καλλιεργούμενων ειδών μετά από την εφαρμογή υδατικών εκχυλισμάτων από αλεσμένους σπόρους 13 ειδών ζιζανίων. Όλα τα εκχυλίσματα που δοκιμάστηκαν προκάλεσαν καθυστέρηση στο φύτρωμα των σπόρων. Οι ερευνητές απέδωσαν τα αποτελέσματα στην ύπαρξη αλληλοπαθητικών ουσιών.

Η Ζαρχανή (2004) σε πείραμα με εκχυλίσματα ένδεκα χειμερινών σιτηρών βρήκε ότι τα εκχυλίσματα παρεμπόδισαν το φύτερωμα και την ανάπτυξη των ζιζανίων μουχρίτσα και σπονδυλωτή σετάρια, καθώς και του βαμβακιού. Ειδικότερα, το φύτερωμα και η ανάπτυξη της μουχρίτσας επηρεάστηκαν λιγότερο από εκείνα της σπονδυλωτής σετάριας και το γεγονός αυτό αποδόθηκε στην πιθανή μικρότερη ενδογενή ευαισθησία της μουχρίτσας και στα σκληρότερα και αδιαπέραστα τοιχώματα των σπόρων της.

Οι Μανίκα και Νάκου (2005) σε πείραμα με εκχυλίσματα είκοσι ποικιλιών δίστιχου κριθαριού βρήκαν ότι τα εκχυλίσματα των ποικιλιών Lignee 640/Kober/Teran 78 και Helena ήταν εκείνα που προκάλεσαν τη μεγαλύτερη μείωση στο φύτερωμα και την ανάπτυξη του φυτού δείκτη (μουχρίτσα), ενώ εκείνα των ποικιλιών Legia, Goldmarker και Cerise επηρέασαν ελάχιστα τα χαρακτηριστικά αυτά της μουχρίτσας. Το γεγονός αυτό αποδόθηκε στη διαφορετική συγκέντρωση των αλληλοπαθητικών ουσιών στα εκχυλίσματα των παραπάνω κριθαριών.

## 2.4 Συμπεράσματα

Ουσίες δευτερογενούς μεταβολισμού που πιθανόν ανήκουν στα αλκαλοειδή βρίσκονται στους ιστούς του κριθαριού Αθηναΐδα. Οι ουσίες αυτές εκδηλώνουν φυτοτοξική δράση εναντίον των κυριότερων χειμερινών ζιζανίων όπως η αγριοβρώμη, η παράδοξη φάλαρη, η αλεπονουρά και το άγριο σινάπι.

Το γεγονός αυτό μπορεί να οδηγήσει μελλοντικά σε χρησιμοποίηση της ποικιλίας αυτής ως πηγή γονιδίων (υπεύθυνων για την παραγωγή των αλληλοπαθητικών ουσιών) για τη δημιουργία νέων αλληλοπαθητικών ποικιλιών κριθαριού ή άλλων σιτηρών. Η δημιουργία των ποικιλιών αυτών πιθανώς να επιτρέψει την καλλιέργεια σιτηρών δίχως τη χρήση ζιζανιοκτόνων. Επιπλέον, οι ουσίες αυτές, πιθανόν να χρησιμοποιηθούν ως φυσικά ζιζανιοκτόνα στα πλαίσια εφαρμογής προγραμμάτων ολοκληρωμένης παραγωγής γεωργικών προϊόντων ή προϊόντων βιολογικής γεωργίας.

### 3 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ahmad, M.U., Libbey, J.F. Barbour, and R.A. Scanian. 1985. Isolation and characterization of products from the nitrosation of the alkanoid gramine. *Food and Chemical Toxicology* 23:841- 847.
- Βασιλάκογλου, Ι. Ζιζανιολογία. Διδακτικές σημειώσεις. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας. Σελ. 358.
- Ben-Hammouda, M., H. Ghorbal, R.J Kremer, and O. Oueslati. 2001. Allelopathic effects of barley extracts on germination and seedlings growth of bread and durum wheat. *Agronomie* 21: 65-71.
- Bertholdsson, N.O. 2003. Varietion in allelopathic activity over 100 years of barley selection and breeding. *Weed Research* 44:78-86.
- Burgos, N.R., R.E Talbert, and J.D. Mattice. 1999. Cultivar and age differences in the production of allelochemicals by *Secale cereale*. *Weed Research* 40: 549-559.
- Chung, I.M., J.K. Ahn, and S.J. Yun. 2001. Assessment of allelopathic potential of barnyardgrass on rice cultivars. *Crop Protection* 20:921-928.
- Corcuera, L.J., Argandona, V.H., and Juniga, G.E. 1992. Allelochemicals in wheat and barley: role in plant- insect interactions. 9:119-126.
- Δήμας, Κ.Β., Ι.Β. Βασιλάκογλου και Η.Γ. Ελευθεροχωρινός. 2002. Αντιμετώπιση ζιζανίων σε ανοιξιάτικες καλλιέργειες με ενσωμάτωση φυτικής μάζας αλληλοπαθητικών ποικιλιών χειμερινών σιτηρών. Περιλήψεις ανακοινώσεων, σελ. 51. 12<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Ζιζανιολογικό Συνέδριο. Αθήνα 2-3 Δεκεμβρίου.
- Δήμας, Κ., Ι. Βασιλάκογλου, Α. Λιθουργίδης και Η. Ελευθεροχωρινός. 2004. Διερεύνηση ανταγωνιστικής – αλληλοπαθητικής ικανότητας δέκα ποικιλιών κριθαριού. Περιλήψεις ανακοινώσεων, σελ 31. 13<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Ζιζανιολογικό Συνέδριο. Ορεστιάδα 10-12 Νοεμβρίου.
- Einhelling, F.A. and I.F. Souza. 1992. Phytotoxicity of sorgoleone found in grain sorgum root exudates. *Journal of Chemical Ecology* 18:1-11.



- Ελευθεροχωρινός, Η. Γ. 2002. Ζιζανιολογία. Αγρότυπος, Αθήνα. Σελ. 420.
- Ζαρχανή, Β. 2004. Διερεύνηση αλληλοπαθητικής ικανότητας ένδεκα χειμερινών σιτηρών εναντίων ζιζανίων και καλλιεργούμενων φυτών. Πτυχιακή Διατριβή, Τ.Ε.Ι. Λάρισας. Σελ. 24.
- Μανίκα, Γ., Νάκου, Α. 2005. Διερεύνηση αλληλοπαθητικής ικανότητας είκοσι ποικιλιών δίστιχου κριθαριού (*Hordeum vurgare var distichon*). Πτυχιακή Διατριβή, Τ.Ε.Ι. Λάρισας. Σελ. 14-16
- Huber, D.M. and T.S. Abney, 1986. Soybean allelopathy and subsequent cropping. 157:73-78.
- Gressel, J.B. and Holm, L.G. 1964. Chemical inhibition of crop germination by weed seeds and the nature of inhibition by *Abutilon theophrasti*. 4: 44-53.
- Καλμπουρτζή, Κ.Α. 1992. Αλληλοπάθεια σε αγροοικοσυστήματα. Ζιζανιολογία 2:223-231.
- Nimbal, C.I., J.F. Pedersen, C.N. Yerkes, L.A. Weston, and S.C. Weller. 1996. Phytotoxicity and distribution of sorgoleone in grain sorghum germplasm. Journal of Agricultural and Food Chemistry 44:1343-1347.
- Ποδηματάς, Κ. 2000. Ειδική Γεωργία ι. Διδακτικές Σημειώσεις, Τ.Ε.Ι. Λάρισα. Σελ. 140.
- Purvis, C.E., R.S. Jessop and J.V. Lovett. 1985. Selective regulation of germination and growth of annual weeds by crop residues. Weed Research 25:415-421.
- Putnam, A.R. and J. DeFrank. 1979. Use of allelopathic cover crops to inhibit weeds. Science 36:580-582.
- Putnam, A.R. and J. DeFrank. 1983. Use of phytotoxic plant residues for selective weed control. Crop Protection 2:173-181.
- Rosential, S.S., D.M. Maddox and J. Brenetti. 1985. Biological control methods. pp. 65-94.
- Shilling, D.G., R.A. Liberi and A.D. Worsham. 1985. Rye and wheat mulch. The suppression of certain broadleaf weeds and the isolation and identification of phytotoxins. pp. 243-271.

Steinsiek, J.W., L.R. Oliver and F.C. Collins . 1982. Allelopathic potential of wheat straw on selected species. *Weed Science* 30:495-497.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

**Πίνακας 2.** Ανάλυση παραλλακτικότητας των δεδομένων φυτρώματος, μήκος ρίζας ή νωπού βάρους της αγριοβρώμης (*Avena sterilis*) εκφρασμένων ως % του μάρτυρα (απιονισμένο νερό).

| <b>Πηγή παραλλακτικότητας</b> | <b>Β.Ε.</b> | <b>Μέσο Τετράγωνο</b> | <b>F-τιμή</b> | <b>Πιθανότητα</b> |
|-------------------------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------------|
| <b>Φύτρωμα</b>                |             |                       |               |                   |
| Χρόνος (T)                    | 1           | 0,124                 | 0,8           |                   |
| Σφάλμα                        | 4           | 0,157                 |               |                   |
| Συγκέντρωση (ΣΥ)              | 4           | 4,569                 | 40,7          | 0.0000            |
| T x ΣΥ                        | 4           | 0,059                 | 0,5           |                   |
| Σφάλμα                        | 16          | 0,112                 |               |                   |
| <b>Μήκος ρίζας</b>            |             |                       |               |                   |
| Χρόνος (T)                    | 1           | 0,8                   | 26,5          | 0,0067            |
| Σφάλμα                        | 4           | 0,03                  |               |                   |
| Συγκέντρωση (ΣΥ)              | 4           | 4,0                   | 74,3          | 0,0000            |
| T x ΣΥ                        | 4           | 0,2                   | 3,4           | 0,0330            |
| Σφάλμα                        | 16          | 0,1                   |               |                   |
| <b>Νωπό βάρος</b>             |             |                       |               |                   |
| Χρόνος (T)                    | 1           | 1,2                   | 9,7           | 0,0356            |
| Σφάλμα                        | 4           | 0,1                   |               |                   |
| Συγκέντρωση (ΣΥ)              | 4           | 4,6                   | 40,7          | 0,0000            |
| T x ΣΥ                        | 4           | 0,3                   | 2,9           | 0,0532            |
| Σφάλμα                        | 16          | 0,1                   |               |                   |

**Πίνακας 3.** Ανάλυση παραλλακτικότητας των δεδομένων φυτρώματος, μήκος ρίζας ή νωπού βάρους της αλεπονουράς (*Alopecurus myosuroides*) εκφρασμένων ως % του μάρτυρα (απιονισμένο νερό).

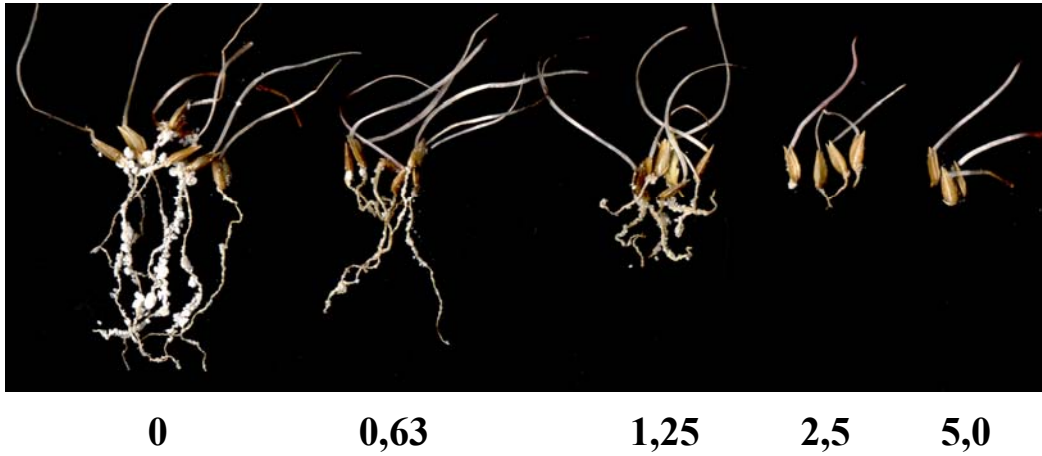
| <b>Πηγή παραλλακτικότητας</b> | <b>B.E.</b> | <b>Μέσο Τετράγωνο</b> | <b>F-τιμή</b> | <b>Πιθανότητα</b> |
|-------------------------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------------|
| <b>Φύτρωμα</b>                |             |                       |               |                   |
| Χρόνος (T)                    | 1           | 1,4                   | 9,7           | 0,0355            |
| Σφάλμα                        | 4           | 0,1                   |               |                   |
| Συγκέντρωση (ΣΥ)              | 4           | 4,4                   | 23,0          | 0,0000            |
| T x ΣΥ                        | 4           | 0,7                   | 3,4           | 0,341             |
| Σφάλμα                        | 16          | 0,2                   |               |                   |
| <b>Μήκος ρίζας</b>            |             |                       |               |                   |
| Χρόνος (T)                    | 1           | 1,4                   | 18,8          | 0,0123            |
| Σφάλμα                        | 4           | 0,1                   |               |                   |
| Συγκέντρωση (ΣΥ)              | 4           | 4,1                   | 66,4          | 0,0000            |
| T x ΣΥ                        | 4           | 0,6                   | 10,0          | 0,0003            |
| Σφάλμα                        | 16          | 0,1                   |               |                   |
| <b>Νωπό βάρους</b>            |             |                       |               |                   |
| Χρόνος (T)                    | 1           | 0,9                   | 3,1           | 0,1556            |
| Σφάλμα                        | 4           | 0,3                   |               |                   |
| Συγκέντρωση (ΣΥ)              | 4           | 5,0                   | 26,0          | 0,0000            |
| T x ΣΥ                        | 4           | 0,3                   | 1,7           | 0,2029            |
| Σφάλμα                        | 16          | 0,2                   |               |                   |

**Πίνακας 4.** Ανάλυση παραλλακτικότητας των δεδομένων φυτρώματος, μήκος ρίζας ή νωπού βάρους της παράδοξης φάλαρης (*Phalaris paradoxa*) εκφρασμένων ως % του μάρτυρα (απιονισμένο νερό).

| <b>Πηγή παραλλακτικότητας</b> | <b>Β.Ε.</b> | <b>Μέσο Τετράγωνο</b> | <b>F-τιμή</b> | <b>Πιθανότητα</b> |
|-------------------------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------------|
| <b>Φύτρωμα</b>                |             |                       |               |                   |
| Χρόνος (T)                    | 1           | 0,7                   | 81,5          | 0,0008            |
| Σφάλμα                        | 4           | 0,01                  |               |                   |
| Συγκέντρωση (ΣΥ)              | 4           | 4,8                   | 255,5         | 0,0000            |
| T x ΣΥ                        | 4           | 0,7                   | 37,6          | 0,0000            |
| Σφάλμα                        | 16          | 0,02                  |               |                   |
| <b>Μήκος ρίζας</b>            |             |                       |               |                   |
| Χρόνος (T)                    | 1           | 0,2                   | 1,9           | 0,2432            |
| Σφάλμα                        | 4           | 0,1                   |               |                   |
| Συγκέντρωση (ΣΥ)              | 4           | 4,9                   | 34,7          | 0,0000            |
| T x ΣΥ                        | 4           | 0,2                   | 1,5           | 0,2514            |
| Σφάλμα                        | 16          | 0,1                   |               |                   |
| <b>Νωπό βάρος</b>             |             |                       |               |                   |
| Χρόνος (T)                    | 1           | 0,5                   | 5,4           | 0,0806            |
| Σφάλμα                        | 4           | 0,1                   |               |                   |
| Συγκέντρωση (ΣΥ)              | 4           | 5,2                   | 48,5          | 0,0000            |
| T x ΣΥ                        | 4           | 0,5                   | 5,0           | 0,0080            |
| Σφάλμα                        | 16          | 0,1                   |               |                   |

**Πίνακας 4.** Ανάλυση παραλλακτικότητας των δεδομένων φυτρώματος ή μήκος ρίζας του άγριου σιναπιού (*Sinapis arvensis*) εκφρασμένων ως % του μάρτυρα (απιονισμένο νερό).

| <b>Πηγή<br/>παραλλακτικότητας</b> | <b>B.E.</b> | <b>Μέσο<br/>Τετράγωνο</b> | <b>F-τιμή</b> | <b>Πιθανότητα</b> |
|-----------------------------------|-------------|---------------------------|---------------|-------------------|
| <b>Φύτρωμα</b>                    |             |                           |               |                   |
| Χρόνος (T)                        | 1           | 0,1                       | 8,9           | 0,0408            |
| Σφάλμα                            | 4           | 0,01                      |               |                   |
| Συγκέντρωση (ΣΥ)                  | 4           | 5,7                       | 1091,2        | 0,0000            |
| T x ΣΥ                            | 4           | 0,03                      | 6,8           | 0,0021            |
| Σφάλμα                            | 16          | 0,01                      |               |                   |
| <b>Μήκος ρίζας</b>                |             |                           |               |                   |
| Χρόνος (T)                        | 1           | 0,1                       | 9,1           | 0,0394            |
| Σφάλμα                            | 4           | 0,01                      |               |                   |
| Συγκέντρωση (ΣΥ)                  | 4           | 5,8                       | 794,3         | 0,0000            |
| T x ΣΥ                            | 4           | 0,03                      | 4,0           | 0,0192            |
| Σφάλμα                            | 16          | 0,01                      |               |                   |



**Συγκέντρωση εκχυλίσματος κριθαριού (g 100 ml<sup>-1</sup>)**

**Εικόνα 1.** Επίδραση της συγκέντρωσης εκχυλίσματος κριθαριού στο μήκος ρίζας της αγριοβρώμης.