

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

**Διερεύνηση αλληλοπαθητικής ικανότητας ένδεκα  
χειμερινών σιτηρών εναντίον του σακχαρότευτλου (*Beta vulgaris*)  
και του αιματόχορτου (*Digitaria sanguinalis*)**

Πτυχιακή διατριβή  
Ζυγούκη Μυρσίνη  
Τζίφου Άννα

Επιβλέπων καθηγητής  
Ιωάννης Βασιλάκογλου  
Επίκουρος Καθηγητής

**Λάρισα 2007**

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

|                                      | <i>Σελίδα</i> |
|--------------------------------------|---------------|
| <b>1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>                    | <b>2</b>      |
| 1.1 Αλληλοπάθεια                     | 2             |
| 1.2 Χειμερινά σιτηρά                 | 7             |
| 1.3 Ζαχαρότευτλα                     | 8             |
| 1.4 Αιματόχορτο                      | 9             |
| 1.5 Σκοπός της πειραματικής εργασίας | 10            |
| <b>2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>           | <b>11</b>     |
| 2.1 Υλικά και Μέθοδοι                | 11            |
| 2.1.1 Διαδικασία Εκχύλισης           | 13            |
| 2.1.2 Διαδικασία Βιοδοκιμής          | 13            |
| 2.2 Αποτελέσματα και Συζήτηση        | 15            |
| 2.3 Συμπεράσματα                     | 24            |
| <b>3 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>                | <b>25</b>     |
| <b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>                     | <b>29</b>     |

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Αλληλοπάθεια

Τα ζιζάνια, εκτός από το γεγονός ότι ανταγωνίζονται τα καλλιεργούμενα φυτά για τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους, το νερό, το φως και το χώρο, εκκρίνουν (ορισμένα από αυτά) ουσίες που αναστέλλουν το φύτρωμα 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 ανάπτυξης 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). Ο όρος αλληλοπάθεια δόθηκε από τον γερμανό επιστήμονα Hans Molisch το 1937. Ο Rice (1984) περιέγραψε τον όρο αλληλοπάθεια ως το αποτέλεσμα της επίδρασης ενός φυτού (και άλλων μικροοργανισμών) σε άλλα φυτά με την απελευθέρωση χημικών ουσιών στο περιβάλλον. Τα αποτελέσματα της αλληλοπάθειας μπορεί να είναι ανασταλτικά ή διεγερτικά, ανάλογα με τη συγκέντρωση των ουσιών αυτών. Οι ουσίες που εκδηλώνουν αλληλοπαθητική δραστηριότητα συχνά αναφέρονται ως αλληλοπαθητικές ουσίες, αλληλοχημικά ή φυτοτοξίνες.

Ζιζάνια όπως η αγριοβρώμη, η αγριάδα, ο βέλιουρας, η κύπερη, το κίρσιο και η περικοκλάδα έχει βρεθεί ότι παράγουν τοξικές ουσίες και εκδηλώνουν αλληλοπάθεια. Από τα καλλιεργούμενα φυτά, τα σιτηρά (σίκαλη, σιταρόβριζα, κριθάρι, βρώμη, ρύζι, αραβόσιτος], τα ψυχανθή (βίκος, μηδική, τριφύλλι), το ζαχαρότευτλο, η σόγια και ο ηλίανθος

παράγουν τέτοιες ουσίες και ασκούν αλληλοπαθητική επίδραση στα ζιζάνια (Πίνακας 1).

**Πίνακας 1:** Ζιζάνια και καλλιεργούμενα φυτά που έχει βρεθεί ότι εκδηλώνουν αλληλοπάθεια (Corcuera κ.ά., 1992; Putman και DeFrank, 1983).

| <b>α/α</b> | <b>Κοινό όνομα</b> | <b>Επιστημονικό όνομα</b>   |
|------------|--------------------|-----------------------------|
| 1          | Αγριόβρωμη         | <i>Avena sterilis</i>       |
| 2          | Αγριάδα            | <i>Cynodon dactylon</i>     |
| 3          | Βέλιουρας          | <i>Sorghum halepense</i>    |
| 4          | Κύπερη             | <i>Cyperus spp.</i>         |
| 5          | Κίρσιο             | <i>Cirsium arvense</i>      |
| 6          | Περιπλοκάδα        | <i>Convolvulus arvensis</i> |
| 7          | Σίκαλη             | <i>Secale cereale</i>       |
| 8          | Σιταρόβριζα        | <i>Triticale</i>            |
| 9          | Κριθάρι            | <i>Hordeum vulgare</i>      |
| 10         | Βρώμη              | <i>Avena sativa</i>         |
| 11         | Ρύζι               | <i>Oryza sativa</i>         |
| 12         | Αραβόσιτος         | <i>Zea mays</i>             |
| 13         | Βίκος              | <i>Vicia sativa</i>         |
| 14         | Μηδική             | <i>Medicago sativa</i>      |
| 15         | Τριφύλλι           | <i>Trifolium spp.</i>       |
| 16         | Ζαχαρότευτλο       | <i>Beta vulgaris</i>        |

|    |              |                         |
|----|--------------|-------------------------|
| 17 | Άγριο σινάπι | <i>Sinapis arvensis</i> |
| 18 | Βρωμολάχανο  | <i>Cardaria draba</i>   |

---

Η παραγωγή αυτών των ουσιών γίνεται σε όλα τα μέρη του φυτού (ρίζες, βλαστό, φύλλα, άνθη) και η απελευθέρωση τους στο περιβάλλον γίνεται κυρίως με τέσσερις τρόπους (Βασιλάκογλου, 2005): 1. εξάτμιση, 2. έκπλυση από τα φύλλα και το βλαστό, 3. έκκριση από τις ρίζες και 4. αποσύνθεση των φυτών στο έδαφος.

Γενικά, η αλληλοπάθεια των καλλιεργούμενων φυτών μπορεί να αξιοποιηθεί με τρεις τρόπους στην αντιμετώπιση των ζιζανίων (Βασιλάκογλου, 2005): 1. με καλλιέργεια ποικιλιών που είναι αλληλοπαθητικές και περιορίζουν το φύτευμα ή και την ανάπτυξη των ζιζανιωνφυτών, 2. με ενσωμάτωση αλληλοπαθητικών φυτών πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας και 3. με χρησιμοποίηση των αλληλοπαθητικών ουσιών ως φυσικά ζιζανιοκτόνα.

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

Ορισμένες από τις αλληλοπαθητικές ουσίες που παράγονται από τα φυτά βρέθηκε ότι είναι το *p*-κουμαρικό οξύ, το υδροξυβενζοϊκό, το

νανιλλικό οξύ και το κουμαρικό 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.

Οι αλληλοπαθητικές ουσίες επιδρούν σε ορισμένες λειτουργίες και φυσιολογικές διεργασίες των φυτών όπως 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).

Η αλληλοπαθητική δράση μεταξύ των ζιζανίων και των καλλιεργούμενων φυτών είναι καθοριστικής σημασίας για την απόδοση, την ανάπτυξη των ζιζανίων και συχνά στην σύνθεση των φυσικών οικοσυστημάτων (Dema κ.ά., 2000). Πρώτοι Putman και Duke (1978) ανέφεραν την δυνατότητα δημιουργίας αλληλοπαθητικών ουσιών για την υπερίσχυση η καταπολέμηση ζιζανίων σε καλλιέργειες, επίσης ανέφεραν για ενσωμάτωση αλληλοπαθητικών χαρακτηριστικών στα σπόρια και για την δημιουργία ασθενειών στα ζιζάνια διαφόρων ποικιλιών. Στην συνέχεια άλλες εργασίες μελετήθηκαν αναφερόμενες στην χρήση αλληλοπαθητικών εναλλασσόμενων φυτών και φυτών κάλυψης για την καταπολέμηση ζιζανίων. Το κλίμα και οι γεωργικές τεχνικές επηρεάζουν κατά πολύ την αλληλοπάθεια.

Πειστικά αποτελέσματα έχουν παρατηρηθεί για της δυνατότητες της αλληλοπάθειας για την καλύτερευση των φυτών και την δημιουργία μιας πιο συγκεκριμένης γεωπονικής αφορώντας την καταπολέμηση των ζιζανίων, κάλυψη των καλλιεργειών, την καταπολέμηση εχθρών με

αμειψισπορά και τον εμπλουτισμό θρεπτικών στοιχείων με την κλίση των γνώσεων για την αλληλοπάθεια. Είναι προφανές ότι θα βοηθήσουν στην πρόοδο μιας πιο συγκεκριμένης γεωπονίας παγκοσμίως.

Έρευνες που έγιναν διεθνώς σχετικά με την αλληλοπαθητική δράση σε διάφορα είδη ζιζανίων (Purvis, κ.ά., 1985; Putman και DeFrank, 1983; Rosenthal κ.ά., 1985; Shilling, κ.ά., 1985). Από τον προσδιορισμό των συστατικών των εκχυλισμάτων των φυτών αυτών βρέθηκε ότι η ανασταλτική τους ιδιότητα οφειλόταν στο αλκαλοειδές gramine (Ahmad, κ.ά., 1985). Επιπλέον, βρέθηκε ότι η καλλιέργεια του κριθαριού αναστέλλει το φύτευμα των σπόρων διαφόρων ζιζανίων, 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 Dhima et al. (2006a, 2006b) σε πειράματα διερεύνησης της δυνατότητας αντιμετώπισης των ετησίων αγρωστωδών ζιζανίων μουχρίτσα, σπονδυλωτή σετάρια και αιματόχορτο με ενσωμάτωση στο έδαφος φυτικής μάζας χειμερινών σιτηρών, βρήκαν ότι ικανοποιητική αντιμετώπιση των τριών προαναφερθέντων ζιζανίων στις καλλιέργειες αραβοσίτου, βαμβακιού και ζαχαρότευτλου 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 εναντίον 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.

Οι Perez και Ormero-Nunez (1993) βρήκαν ότι τα φυτά της σίκαλης μείωσαν κατά 84% τη βιομάζα της αγριοβρώμης σε σχέση με τα φυτά του σιταριού. Σύμφωνα με τους ερευνητές, η διαφορά αυτή οφειλόταν στην τοξική δράση των αλληλοπαθητικών ουσιών (μπεζοξαζιόνες) που εκκρίνονταν από τις ρίζες των φυτών της σίκαλης. Ειδικότερα, οι ερευνητές υποστήριξαν ότι με τη χρήση αυτών των φυτών μπορούσε να επιτευχθεί η αντιμετώπιση των ζιζανίων, χωρίς τη χρήση ζιζανιοκτόνων. Απαραίτητη όμως προϋπόθεση είναι ο προσδιορισμός των ποικιλιών χειμερινών σιτηρών που να παράγουν αλληλοπαθητικές ουσίες και προκαλούν καθυστέρηση ή αναστολή του φυτρώματος και της ανάπτυξης των ζιζανίων.

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). Επομένως, η αλληλοπάθεια παίζει σπουδαίο ρόλο σε ένα αγροσύστημα και είναι προφανές ότι η καλύτερη κατανόηση της αλληλοπάθειας θα βοηθήσει τη φυτική ανάπτυξη και την ανάπτυξη περισσότερο αποτελεσματικών αγροσυστημάτων.

## 1.2. Χειμερινά σιτηρά

Το **κριθάρι** (*Hordeum vulgare*) ανήκει στο γένος *Hordeum* το οποίο περιλαμβάνει πολλά είδη, αυτοφυή και καλλιεργούμενα με σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Διακρίνεται σε εξάστοιχο και δίστοιχο. Υπάρχουν φθινοπωρινές, ανοιξιάτικες και ενδιάμεσες ποικιλίες. Είναι ξηρική



καλλιέργεια και είναι το πιο ανθεκτικό από τα καλλιεργούμενα φυτά στην αλατότητα και στην αλκαλικότητα του εδάφους. Η σπορά γίνεται το Νοέμβριο με Δεκέμβριο. Η ελάχιστη θερμοκρασία φυτρώματος είναι 3 - 4 °C και η άριστη γύρω στους 20 °C. Καλλιεργείται σε στραγγιστικά και ημιγόνιμα εδάφη. Είναι φυτό ευαίσθητο στις χαμηλές θερμοκρασίες. Χρησιμοποιείται στην κτηνοτροφία και ζυθοποιία, ενώ μικρές ποσότητες χρησιμοποιούνται στη διατροφή του ανθρώπου. Η καλλιέργειά του αποσκοπεί κυρίως στην παραγωγή σανού ή ενσιρώματος για διατροφή των ζώων. Ο καρπός περιέχει άμυλο, σάκχαρα, πρωτεΐνες, λίπη, καθώς και βιταμίνη E και B (Τσινίδης και Ραμνιώτης, 1996).

Το **Triticale** (Triticale) είναι ένα νέο σιτηρό που προήλθε από τεχνητή διασταύρωση μεταξύ του σιταριού (*Triticum*) και της σίκαλης (*Secale*). Σκοπός της διασταύρωσης ήταν ο συνδυασμός της υψηλής παραγωγικότητας και της καλής ποιότητας καρπών του σιταριού με την ανθεκτικότητα σε αντίξοες συνθήκες περιβάλλοντος (φτωχά, όξινα εδάφη, ψύχος) της σίκαλης. Χρησιμοποιείται για την παρασκευή ψωμιού καλής ποιότητας, ως ζωοτροφή χοίρων και πουλερικών και για παραγωγή βιομάζας. Καλλιεργείται σε όλους τους τύπους των εδαφών (Τσινίδης και Ραμνιώτης, 1996).

Η **σίκαλη ή βρίζα** (*Secale cereale*) είναι ανθεκτική στο ψύχος και η σπορά της γίνεται από τις αρχές ως το τέλος του φθινοπώρου. Καλλιεργείται για την παραγωγή καρπού και βιομάζας (για ζωοτροφή και ανθρώπινη κατανάλωση). Ο καρπός περιέχει υδατάνθρακες, λίπη και βιταμίνες (Τσινίδης και Ραμνιώτης, 1996).

### 1.3. Ζαχαρότευτλα

Τα **ζαχαρότευτλα** (*Beta vulgaris*) καλλιεργούνται για την παραγωγή κρυσταλλικής ζάχαρης και οινοπνεύματος. Τα υποπροϊόντα των ζαχαρότευτλων είναι η πούλπα και η μελάσα. Ανήκει στο γένος *Beta* της οικογένειας Chenopodiaceae. Είναι φυτά ποώδη και διετή. Κατάλληλα εδάφη για την καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων είναι τα βαθιά με καλή στράγγιση και ενδιάμεση υφή. Είναι φυτά απαιτητικά σε νερό. Η βλάστηση του σπόρου αρχίζει στους 3 - 4 °C. Με θερμοκρασία 15 - 25 °C, το φύτευμα γίνεται σε 3 έως 4 ημέρες. Υπάρχουν μονόσπερμες και πολύσπερμες ποικιλίες που ανάλογα με την πρωιμότητα χαρακτηρίζονται με τα γράμματα E, Z και N. Τα ζαχαρότευτλα σπέρνονται συνήθως την άνοιξη. Στην Ελλάδα η σπορά γίνεται από τον Φεβρουάριο έως τον Απρίλιο. Τα ζαχαρότευτλα συγκομίζονται όταν φτάσουν στο στάδιο της ωρίμανσης, προκειμένου να αποκτήσουν τη μέγιστη περιεκτικότητα σε σακχαρόζη (Τσινίδης και Ραμνιώτης, 1996).

#### 1.4. Αιματόχορτο

Το **αιματόχορτο** (*Digitaria sanguinalis*) είναι ετήσιο, εαρινό, μονοκοτυλήδονο φυτό με όρθια ή έρπουσα έκφυση. Αναπαράγεται με σπόρους και φυτρώνει την άνοιξη και το καλοκαίρι. Ανθοφορεί από τον Ιούλιο μέχρι το Σεπτέμβριο. Η ρίζα είναι θυσανωτή. Προτιμά κυρίως τα αμμοαργιλώδη εδάφη και απαντάται σε θερμά και υγρά κλίματα. Είναι κοσμοπολίτικο φυτό και από τα σπουδαιότερα ζιζάνια τόσο στις εύκρατες όσο και στις τροπικές χώρες. Στην Ελλάδα είναι ευρύτατα διαδεδομένο σε αρδευόμενα ή υγρά αμμώδη και αμμοπηλώδη εδάφη και σε ζεστές τοποθεσίες. Δημιουργεί προβλήματα σε όλες σχεδόν τις ανοιξιάτικες καλλιέργειες, στους χλοοτάπητες, στα πάρκα και σε αρδευόμενους οπωρώνες ή αμπελώνες. Λόγω της μεγάλης ικανότητας

του να καταλαμβάνει γρήγορα, με την παραγωγή μεγάλου αριθμού αδελφιών, τον ελεύθερο χώρο όπου βρίσκεται είναι ισχυρός ανταγωνιστής όλων των ετήσιων καλλιεργειών. Αφαιρεί από το έδαφος μεγάλες ποσότητες αζώτου και υγρασίας και προκαλεί σημαντική μείωση των αποδόσεων (Βασιλάκογλου, 2005)

#### 1.5. Σκοπός της πειραματική εργασίας

Η εφαρμογή της ολοκληρωμένης διαχείρισης γεωργικών προϊόντων και της βιολογικής γεωργίας προϋποθέτει την χρήση φυσικών ουσιών για την αντιμετώπιση των ζιζανίων. Εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στο παρελθόν σχετικά με την αλληλοπαθητική δράση των χειμερινών σιτηρών έδειξαν ότι το κριθάρι και η σίκαλη, παράλληλα με την ανταγωνιστική τους ικανότητα, έχουν και αλληλοπαθητική δράση σε διάφορα είδη ζιζανίων (Martin & Rademacher, 1960· Overland, 1966· Putnan και Defrank, 1979, 1983· Steinsien, 1982· Liebl και Worsham, 1983· Shilling, 1985).

Ο σκοπός της παρούσης εργασίας ήταν να διερευνηθεί η φυτοτοξικότητα ένδεκα χειμερινών σιτηρών (2 ποικιλιών κριθαριού, 3 πληθυσμών σίκαλης, και 6 ποικιλιών triticale) στην φυτρωτική ικανότητα και ανάπτυξη του ζιζανίου αιματόχορτου (*Digitaria sanguinalis*), καθώς και του καλλιεργούμενου φυτού ζαχαρότευτλου (*Beta vulgaris*).

## 2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 2.1. Υλικά και Μέθοδοι

Η πειραματική εργασία πραγματοποιήθηκε στα Εργαστήρια Ζιζανιολογίας και Γεωργικής Χημείας του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Λάρισας κατά την χρονική περίοδο Απρίλιος 2005 με Ιούλιο 2005. Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν αποξηραμένα δείγματα υπέργειων τμημάτων 11 χειμερινών σιτηρών τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Τα χειμερινά σιτηρά πάρθηκαν από το Αγρόκτημα του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, όπου και καλλιεργήθηκαν κατά την καλλιεργητική περίοδο 2004-2005 στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος. Η δειγματοληψία έγινε στο στάδιο του φουσκώματος έως την έναρξη εμφάνισης της ταξιανθίας και τα δείγματα αποξηράνθηκαν για 24 ώρες σε θερμοκρασία 60 βαθμούς Κελσίου, αφού κόπηκαν προηγουμένως σε τμήματα των 10 cm. Στην συνέχεια αλέστηκαν σε άμυλο (40 mesh) και τοποθετήθηκαν σε πλαστικά βάζα και θερμοκρασία -15 °C, έως ότου χρησιμοποιηθούν για το πείραμα διερεύνησης της αλληλοπαθητικής ικανότητάς τους.

Η αξιολόγηση της αλληλοπαθητικής ικανότητας των χειμερινών σιτηρών έγινε με την βοήθεια βιοδοκιμών στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν εκχυλίσματα των φυτών και αξιολογήθηκε η φυτοτοξική δράση τους εναντίον ενός ζιζανίου (αιματόχορτου) και ενός καλλιεργούμενου φυτού (ζαχαρότευτλα). Οι σπόροι του ζιζανίου συλλέχθηκαν από αγρό της περιοχής Θεσσαλονίκης τον Αύγουστο του 2004 και διατηρήθηκαν σε θερμοκρασία 4 °C μέχρι να χρησιμοποιηθούν για τις βιοδοκιμές.

Επιπλέον, κατά τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν και τα κάτωθι 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)
- Περγλίτης (αδρανές υλικό που συγκρατεί την υγρασία)
- Διηθητικό χαρτί
- Πλαστικοί δίσκοι
- Αδιαφανείς πλαστικές σακούλες

**Πίνακας 2.** Ποικιλίες χειμερινών σιτηρών που αξιολογήθηκαν κατά την διάρκεια του πειράματος.

| <b>α/α</b> | <b>Είδος</b>           | <b>Ποικιλία</b>      |
|------------|------------------------|----------------------|
| 1          | <i>Hordeum vulgare</i> | Αθηναΐδα             |
| 2          | <i>Hordeum vulgare</i> | Θεσσαλονίκη          |
| 3          | <i>Secale cereale</i>  | Πληθυσμός Κορυτσάς   |
| 4          | <i>Secale cereale</i>  | Πληθυσμός Γερμανικός |
| 5          | <i>Secale cereale</i>  | Πληθυσμός Φλώρινας   |
| 6          | Triticale              | Θίσβη                |
| 7          | Triticale              | Νιόβη                |
| 8          | Triticale              | Βροντή               |
| 9          | Triticale              | Catria               |
| 10         | Triticale              | Βρυτώ                |
| 11         | Triticale              | Άρτεμις              |

### 2.1.1. Διαδικασία εκχύλισης

Για κάθε ένα χειμερινό σιτηρό, τοποθετήθηκαν 4 ή 8 g ξηρού και αλεσμένου φυτικού υλικού 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 ανά λεπτό. Κατόπιν, το περιεχόμενο κάθε βάζου περάστηκε από τετραπλό στρώμα από τουρλοπάνι προκειμένου να απομακρυνθεί το φυτικό υλικό. Το εκχύλισμα φυγοκεντρήθηκε για μία ώρα στις 3200 στροφές ανά λεπτό και στη συνέχεια το υπερκείμενο περάστηκε από διηθητικό χαρτί N<sup>ο</sup> 4. Τέλος, τα εκχυλίσματα τοποθετήθηκαν σε πλαστικά μπουκαλάκια των 200 ml και διατηρήθηκαν στο ψυγείο (4 °C) μέχρι να χρησιμοποιηθούν για την διεξαγωγή των βιοδοκιμών.

### 2.1.2. Διαδικασία βιοδοκιμής

Κατά την διεξαγωγή των βιοδοκιμών με ζιζάνιο, 100 σπόροι αιματόχορτου τοποθετήθηκαν περιμετρικά σε πλαστικά τριβλία διαμέτρου 8,5 cm. Κατόπιν, οι σπόροι καλύφθηκαν με 5 g περλίτη και στην συνέχεια έγινε προσθήκη 10 ml εκχυλίσματος ή απιονισμένου νερού (μάρτυρας) σε κάθε τριβλίο.

Στις βιοδοκιμές με το καλλιεργούμενο φυτό, 35 σπόροι ζαχαρότευτλου τοποθετήθηκαν περιμετρικά σε πλαστικά τριβλία διαμέτρου 8,5 cm. Κατόπιν, οι σπόροι καλύφθηκαν με 5 g περλίτη και στην συνέχεια έγινε προσθήκη 10 ml εκχυλίσματος ή απιονισμένου νερού (μάρτυρας) σε κάθε τριβλίο.

Τα τριβλία καλύφθηκαν με τα πλαστικά καπάκια και τοποθετήθηκαν τυχαία σε πλαστικούς δίσκους. Κατόπιν, οι δίσκοι καλύφθηκαν με

μαύρες πλαστικές σακούλες και τοποθετήθηκαν σε θάλαμο αναπτύξεως φυτών (συνθήκες σκότους και θερμοκρασίας  $27\pm 3$  °C), όπου παρέμειναν για 7 ημέρες. Μετά την πάροδο του χρόνου αυτού, απομακρύνθηκε ο περλίτης από τα φυτά του αιματόχορτου και του ζαχαρότευτλου και μετρήθηκε ο αριθμός των σπόρων που βλάστησαν και το μήκος των ριζών αυτών. Στην συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών κάθε τριβλίου και οι τιμές αυτές εκφράστηκαν ως επί τοις εκατό αναστολή του χαρακτηριστικού (φύτρωμα ή μήκος ρίζας) που αξιολογήθηκε. Το ποσοστό αυτό υπολογίστηκε με βάση την εξίσωση 1 (Chung κ.ά., 2001).

$$\text{Αναστολή \%} = \frac{\text{Μέσος όρος μάρτυρα} - \text{Μέσος όρος εκχυλίσματος}}{\text{Μέσος όρος μάρτυρα}} \times 100 \quad [1]$$

Χρησιμοποιήθηκε το παραγοντικό σχέδιο (11 x 2) που περιελάμβανε τα εκχυλίσματα των 11 χειμερινών σιτηρών (Πίνακας 1) σε δύο διαφορετικές συγκεντρώσεις (2 και 4 g αλεσμένου ξηρού φυτικού υλικού ανά 100 ml απιονισμένο νερό). Το πειραματικό σχέδιο ήταν το πλήρες τυχαιοποιημένο με 3 επαναλήψεις για κάθε συνδυασμένο παράγοντα (χειμερινό σιτηρό x συγκέντρωση). Το πείραμα διεξήχθη 2 φορές. Η ανάλυση παραλλακτικότητας έγινε για κάθε φυτό χωριστά.

## 2.2. Αποτελέσματα και συζήτηση

Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι το φύτρωμα και το μήκος ρίζας του ζαχαρότευτλου επηρεάστηκαν σημαντικά από τα εκχυλίσματα των 11 χειμερινών σιτηρών ( $P < 0,001$ ) και από τη συγκέντρωση ( $P < 0,001$ ). Εφόσον το μήκος ρίζας του ζαχαρότευτλου δεν επηρεάστηκε από την αλληλεπίδραση χρόνου διεξαγωγής των βιοδοκιμών και επεμβάσεων, παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των δύο πειραμάτων (Πίνακας 3). Γενικά, η αύξηση της συγκέντρωσης από 2 σε 4 g αλεσμένου ξηρού δείγματος σε 100 ml απιονισμένο νερό προκάλεσε επιπλέον μεγαλύτερη μείωση στο φύτρωμα και το μήκος ρίζας του ζαχαρότευτλου (Πίνακας 3). Ειδικότερα, η μικρή συγκέντρωση προκάλεσε μείωση από 32 έως 74%, ενώ η μεγάλη συγκέντρωση προκάλεσε μείωση από 45 έως 100% στα χαρακτηριστικά αυτά.

Οι πληθυσμοί σίκαλης από την Αλβανία και την Ελλάδα, στη μεγάλη συγκέντρωση, προκάλεσαν τη μεγαλύτερη μείωση (100%) στο φύτρωμα και το μήκος ρίζας του ζαχαρότευτλου (Πίνακας 3). Αντίθετα, τα εκχυλίσματα των ποικιλιών Catria, Βροντή και Αθηναΐδα προκάλεσαν τη μικρότερη μείωση μείωση (45-78%) στο φύτρωμα και το μήκος ρίζας του ζαχαρότευτλου. Η μικρή συγκέντρωση των πληθυσμών σίκαλης από την Αλβανία και την Ελλάδα προκάλεσε μείωση του φυτρώματος από 64 έως 73%, ενώ η μείωση στο μήκος ρίζας κυμάνθηκε από 49 έως 59%. Η μικρή συγκέντρωση των εκχυλισμάτων της ποικιλίας Catria προκάλεσε μείωση από 38 έως 43% στο φύτρωμα και το μήκος ρίζας του αιματόχορτου.

Οι συγκρίσεις ενός βαθμού ελευθερίας έδειξαν ότι τα εκχυλίσματα των πληθυσμών σίκαλης μείωσαν το φύτρωμα και το μήκος ρίζας του ζαχαρότευτλου περισσότερο από ό,τι τα εκχυλίσματα των κριθαριών ή



των ποικιλιών σιταρόβριζας (Σχήμα 1). Επιπλέον, ενώ τα εκχυλίσματα της σιταρόβριζας μείωσαν περισσότερο το μήκος ρίζας του ζαχαρότευτλου, σε σύγκριση με τα εκχυλίσματα του κριθαριού.

Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι το φύτρωμα και το μήκος ρίζας του αιματόχορτου επηρεάστηκαν σημαντικά από τα εκχυλίσματα των 11 χειμερινών σιτηρών ( $P < 0,05$ ) και από τη συγκέντρωση ( $P < 0,001$ ). Εφόσον το μήκος ρίζας του αιματόχορτου δεν επηρεάστηκε από την αλληλεπίδραση χρόνου διεξαγωγής των βιοδοκιμών και επεμβάσεων, παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των δύο πειραμάτων (Πίνακας 4). Γενικά, η αύξηση της συγκέντρωσης από 2 σε 4 g αλεσμένου ξηρού δείγματος σε 100 ml απιονισμένο νερό προκάλεσε επιπλέον μεγαλύτερη μείωση στο φύτρωμα και το μήκος ρίζας του αιματόχορτου (Πίνακας 4). Ειδικότερα, η μικρή συγκέντρωση προκάλεσε μείωση από 55 έως 100%, ενώ η μεγάλη συγκέντρωση προκάλεσε μείωση από 82 έως 100% στα χαρακτηριστικά αυτά.

Οι σιταρόβριζες Άρτεμις και Βρυτώ, στις δύο συγκεντρώσεις, προκάλεσαν 100% μείωση του φυτρώματος του αιματόχορτου, ενώ η αντίστοιχη μείωση που προκλήθηκε από τις δύο συγκεντρώσεις της σιταρόβριζας Βροντή ήταν 71 και 82%, αντίστοιχα. Οι πληθυσμοί της σίκαλης από την Αλβανία, την Ελλάδα και τη Γερμανία, στις δύο συγκεντρώσεις, προκάλεσαν μείωση του φυτρώματος του αιματόχορτου από 96 έως 100%. Αντίθετα, οι ποικιλίες κριθαριού Αθηναΐδα και Θεσσαλονίκη προκάλεσαν μικρότερη μείωση στο φύτρωμα του ζιζανίου (85 – 86%). Τα υπόλοιπα σιτηρά προκάλεσαν μείωση του φυτρώματος από 98 έως 100% στη μεγάλη συγκέντρωση και από 55 έως 62% στη μικρή συγκέντρωση.

Η αναστολή του μήκους ρίζας του αιματόχορτου κυμάνθηκε από 81 έως 100% στη μεγάλη συγκέντρωση των σιτηρών και από 57 έως 100%

στη μικρή συγκέντρωση (Πίνακας 4). Η αναστολή του μήκους ρίζας του αιματόχορτου που προκλήθηκε από τις δύο συγκεντρώσεις της σιταρόβριζας Άρτεμις και Βρυτώ ήταν 100%. Αντίθετα, οι ποικιλίες Θίσβη και Βροντή προκάλεσαν 74 – 88% και 81-84% αναστολή του μήκους ρίζας στη μικρή και μεγάλη συγκέντρωση, αντίστοιχα. Οι τρεις πληθυσμοί της σίκαλης προκάλεσαν αναστολή στο μήκος ρίζας από 69 έως 92%, όταν τα εκχυλίσματά τους εφαρμόστηκαν στη μικρή συγκέντρωση, ενώ η μεγάλη συγκέντρωση αυτών προκάλεσε μείωση από 81 έως 100%. Επιπλέον, η μεγάλη συγκέντρωση των δύο κριθαριών (Αθηναΐδα και Θεσσαλονίκη) προκάλεσε μείωση από 94 έως 96%.

Οι συγκρίσεις ενός βαθμού ελευθερίας έδειξαν ότι τα εκχυλίσματα των πληθυσμών σίκαλης μείωσαν το φύτρωμα του αιματόχορτου περισσότερο από ό,τι τα εκχυλίσματα των κριθαριών ή των ποικιλιών σιταρόβριζας, ενώ τα εκχυλίσματα της σίκαλης και της σιταρόβριζας μείωσαν περισσότερο το μήκος ρίζας του αιματόχορτου, σε σύγκριση με τα εκχυλίσματα του κριθαριού (Σχήμα 1).

Το φύτρωμα και η ανάπτυξη του αιματόχορτου επηρεάστηκαν περισσότερο από ό,τι το σακχαρότευτλο. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στη μικρότερη ενδογενή ευαισθησία του αιματόχορτου, καθώς και στα σκληρότερα και αδιαπέραστα τοιχώματα και το μεγαλύτερο μέγεθος των σπόρων του ζαχαρότευτλου, γεγονός που οδήγησε σε αδυναμία των αλληλοπαθητικών ουσιών να εισέλθουν σε αυτούς τους σπόρους. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται από τους Chung κ.ά. (2001) και Dhima κ.ά. (2006b) οι οποίοι μελέτησαν την επίδραση εκχυλισμάτων ρυζιού και χειμερινών σιτηρών, αντίστοιχα. Επίσης, οι Burgos και Talbert (2000) αναφέρουν ότι οι μικροί σε μέγεθος σπόροι όπως αυτοί της τομάτας επηρεάστηκαν περισσότερο από τα εκχυλίσματα φυτών, σε σύγκριση με τους μεγαλύτερους σπόρους άλλων ειδών.

Η αύξηση της αναστολής του φυτρώματος και του μήκους ρίζας που παρατηρήθηκε με την αύξηση της συγκέντρωσης των εκχυλισμάτων είναι σε συμφωνία με τα αποτελέσματα των Burgos και Talbert (2000) και Dhima κ.ά. (2006a).

**Πίνακας 3.** Επίδραση της συγκέντρωσης των εκχυλισμάτων 11 χειμερινών σιτηρών στο φύτρωμα και το μήκος ρίζας του ζαχαρότευτλου. Οι τιμές είναι μέσοι όροι δύο πειραμάτων (βιοδοκιμών).

| Ποικιλία /<br>Πληθυσμός                     | Είδος       | Ζαχαρότευτλο        |             |
|---|-------------|---------------------|-------------|
|   |             | Φύτρωμα             | Μήκος ρίζας |
| Αναστολή (%) <sup>1</sup>                   |             |                     |             |
| <b>2 g ξηρό βάρος (100 mL)<sup>-1</sup></b> |             |                     |             |
| Αθηναΐδα                                    | Κριθάρι     | 58 efg <sup>2</sup> | 36 ij       |
| Θεσσαλονίκη                                 | Κριθάρι     | 41 g                | 48 fghi     |
| Αλβανία                                     | Σίκαλη      | 73 abcde            | 49 efghi    |
| Ελλάδα                                      | Σίκαλη      | 64 cde              | 59 defg     |
| Γερμανία                                    | Σίκαλη      | 65 cde              | 52 efgh     |
| Νιόβη                                       | Σιταρόβριζα | 69 bcde             | 60 def      |
| Θίσβη                                       | Σιταρόβριζα | 40 g                | 32 j        |
| Βροντή                                      | Σιταρόβριζα | 42 g                | 41 hi       |
| Βρυτώ                                       | Σιταρόβριζα | 74 abcde            | 65 cde      |
| Άρτεμις                                     | Σιταρόβριζα | 62 def              | 38 hij      |
| Catria                                      | Σιταρόβριζα | 43 fg               | 38 hij      |
| <b>4 g ξηρό βάρος (100 mL)<sup>-1</sup></b> |             |                     |             |
| Αθηναΐδα                                    | Κριθάρι     | 78 abcde            | 45 fghi     |
| Θεσσαλονίκη                                 | Κριθάρι     | 96 ab               | 97 ab       |
| Αλβανία                                     | Σίκαλη      | 100 a               | 100 a       |
| Ελλάδα                                      | Σίκαλη      | 100 a               | 100 a       |
| Γερμανία                                    | Σίκαλη      | 96 ab               | 87 abc      |
| Νιόβη                                       | Σιταρόβριζα | 98 ab               | 96 ab       |
| Θίσβη                                       | Σιταρόβριζα | 90 abcd             | 68 cde      |
| Βροντή                                      | Σιταρόβριζα | 74 abcde            | 50 efghi    |
| Βρυτώ                                       | Σιταρόβριζα | 92 abc              | 81 abcd     |

|         |             |    |      |    |      |
|---------|-------------|----|------|----|------|
| Άρτεμις | Σιταρόβριζα | 87 | abcd | 69 | bcde |
| Catria  | Σιταρόβριζα | 59 | efg  | 51 | efgh |

---

<sup>1</sup>Οι τιμές πριν την ανάλυση της παραλλακτικότητας μετατράπηκαν σε  $\log(x)$ , αλλά οι μέσοι όροι που παρουσιάζονται έχουν μετατραπεί ξανά σε ποσοστά % του μάρτυρα (απιονισμένο νερό).

<sup>2</sup>Μέσοι όροι κάθε στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά για  $P = 0,05$ .

**Πίνακας 4.** Επίδραση της συγκέντρωσης των εκχυλισμάτων 11 χειμερινών σιτηρών στο φύτρωμα και το μήκος ρίζας του αιματόχορτου. Οι τιμές είναι μέσοι όροι δύο πειραμάτων (βιοδοκιμών).

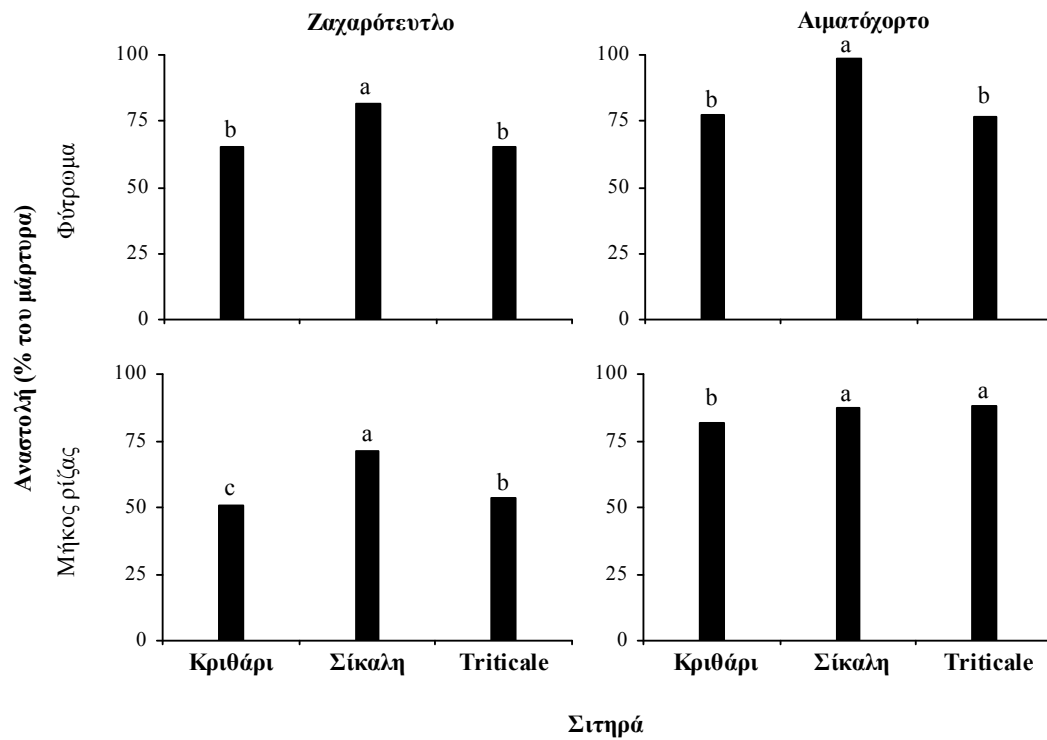
| Ποικιλία /<br>Πληθυσμός                     | Είδος       | Αιματόχορτο        |             |
|---|-------------|--------------------|-------------|
|   |             | Φύτρωμα            | Μήκος ρίζας |
| Αναστολή (%) <sup>1</sup>                   |             |                    |             |
| <b>2 g ξηρό βάρος (100 mL)<sup>-1</sup></b> |             |                    |             |
| Αθηναΐδα                                    | Κριθάρι     | 86 ab <sup>2</sup> | 72 bcd      |
| Θεσσαλονίκη                                 | Κριθάρι     | 85 ab              | 70 bcd      |
| Αλβανία                                     | Σίκαλη      | 96 a               | 69 cd       |
| Ελλάδα                                      | Σίκαλη      | 99 a               | 92 abc      |
| Γερμανία                                    | Σίκαλη      | 99 a               | 88 abc      |
| Νιόβη                                       | Σιταρόβριζα | 62 bc              | 83 abc      |
| Θίσβη                                       | Σιταρόβριζα | 58 c               | 74 abcd     |
| Βροντή                                      | Σιταρόβριζα | 71 bc              | 81 abc      |
| Βρυτώ                                       | Σιταρόβριζα | 100 a              | 100 a       |
| Άρτεμις                                     | Σιταρόβριζα | 100 a              | 100 a       |
| Catria                                      | Σιταρόβριζα | 55 c               | 57 d        |
| <b>4 g ξηρό βάρος (100 mL)<sup>-1</sup></b> |             |                    |             |
| Αθηναΐδα                                    | Κριθάρι     | 86 ab              | 96 ab       |
| Θεσσαλονίκη                                 | Κριθάρι     | 87 ab              | 94 abc      |
| Αλβανία                                     | Σίκαλη      | 99 a               | 81 abc      |
| Ελλάδα                                      | Σίκαλη      | 100 a              | 100 a       |
| Γερμανία                                    | Σίκαλη      | 100 a              | 100 a       |
| Νιόβη                                       | Σιταρόβριζα | 100 a              | 100 a       |
| Θίσβη                                       | Σιταρόβριζα | 98 a               | 88 abc      |
| Βροντή                                      | Σιταρόβριζα | 82 ab              | 84 abc      |
| Βρυτώ                                       | Σιταρόβριζα | 100 a              | 100 a       |

|         |             |       |       |
|---------|-------------|-------|-------|
| Άρτεμις | Σιταρόβριζα | 100 a | 100 a |
| Catria  | Σιταρόβριζα | 100 a | 100 a |

---

<sup>1</sup>Οι τιμές πριν την ανάλυση της παραλλακτικότητας μετατράπηκαν σε  $\log(x)$ , αλλά οι μέσοι όροι που παρουσιάζονται έχουν μετατραπεί ξανά σε ποσοστά % του μάρτυρα (απιονισμένο νερό).

<sup>2</sup>Μέσοι όροι κάθε στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά για  $P = 0,05$ .



**Σχήμα 1.** Επίδραση τριών ειδών χειμερινών σιτηρών στο φύτρωμα και το μήκος ρίζας του ζαχαρότευτλου και του αιματόχορτου. Στήλες σε κάθε σχήμα που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά για  $P = 0,05$ .



### 2.3. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής έδειξαν ότι ουσίες δευτερογενούς μεταβολισμού, πιθανώς βενζοξαζινόνες ή αλκαλοειδή, βρίσκονται στους ιστούς των χειμερινών σιτηρών όπως το κριθάρι, η σίκαλη και η σιταρόβριζα. Οι ουσίες αυτές εκδηλώνουν φυτοτοξική δράση εναντίον ζιζανίων όπως το αιματόχορτο, ενώ επηρεάζουν πολύ λιγότερο τα καλλιεργούμενα φυτά όπως το σακχαρότευτλο. Το γεγονός αυτό μπορεί να οδηγήσει μελλοντικά σε χρησιμοποίηση των ουσιών αυτών ως φυσικά ζιζανιοκτόνα στα πλαίσια εφαρμογής προγραμμάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης της γεωργικής παραγωγής ή της βιολογικής γεωργίας.

### 3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ahmad, M .U. L. M. Libbey, J. F. Barbour, and R. A. Scanlan. 1985. Isolation and characterization of products from the nitrosation of the alkaloid gamines. *Food and Chemical Toxicology* 23:841-847
- Βασιλάκογλου 2004. Ζιζάνια - Αναγνώριση και αντιμετώπιση. Εκδόσεις Αθανάσιος Σταμούλης, Αθήνα. Σελ. 303.
- Βασιλάκογλου, Ι .2005. Ζιζανιολογία. Διδακτικές σημειώσεις. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας . Σελ .320.
- 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 wheats. *Agronomie* 21:65-71.
- Burgos, N.R. and R.E. Talbert. 2000. Differential activity of allelochemicals from *Secale cereale* in seeding bioassays. *Weed Science* 48:302-310.
- Burgos, N.R., R.E. Talbert and J.D. Mattice. 1999. Cultivar and age differences in the production of allelochemicals by *Secale cereale*. *Weed Science* 47:481-485.
- Chung, I.M., J.K. Ahn, and S.J. Yun. 2001. Assessment of allelopathic potential of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) on rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Crop Protection* 20:921-928.
- Corcuera, L.J., V.H. Argandoua and G.E.Zuniga. 1992. Allelochemicals in wheat and barley: role in plant-insect interactions. 9: 119-127.
- Δήμας Κ., Ι. Βασιλάκογλου, Α. Λιθουργίδης και Η. Ελευθεροχωρινός. 2004. Διερεύνηση ανταγωνιστικής-αλληλοπαθητικής ικανότητας δέκα ποικιλιών κριθαριού. 13<sup>ο</sup> Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής

- Ζιζανιολογικής Εταιρίας. Ορεστιάδα 10-12 Νοεμβρίου 2004. Περιλήψεις Ανακοινώσεων σελ. 31.
- Dhima, K.V., I.G. Eleftherohorinos and I.B. Vasilakoglou. 2000. Interference between *Avena sterilis*, *Phalaris minor* and five barley cultivars. *Weed Research* 40:549-599.
- Dhima, K.V., I.B. Vasilakoglou, I.G. Eleftherohorinos, and A.S. Lithourgidis. 2006a. Allelopathic potential of winter cereals and their cover crop mulch effect on grass weed suppression and corn development. *Crop Science* 46:345-352.
- Dhima, K.V., I.B. Vasilakoglou, I.G. Eleftherohorinos, and A.S. Lithourgidis. 2006b. Allelopathic potential of winter cereal cover crop mulches on grass weed suppression and sugarbeet development. *Crop Science* 46:1682-1691.
- Einhellig, F.A. and I.F. Souza. 1992. Phytotoxicity of sorgoleone found in grain sorghum root exudates. *Journal of Chemical Ecology* 18:1-11.
- Ελευθεροχωρινός, Η. 2002. Ζιζανιολογία. Εκδόσεις Αγρότυπος. Αθήνα. Σελ.420.
- Καλμπουρτζή, Κ.Α. 1992. Αλληλοπάθεια σε αγροοικοσυστήματα. *Ζιζανιολογία* 2:223-231.
- Lopez-Castaneda, C., R.A. Richards and G.D. Farquhar. 1995. Variation in early vigor between wheat and barley. *Crop Science* 35:472-479.
- 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.
- Perez, P.J. and J. Ormeno-Nunez. 1993. Weed growth interference from temperate cereals: the effect of a hydroxamic-acid exuding rye (*Secale cereale* L.) cultivar. *Weed Research* 33:115-119.
- 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.
- Putman, A.R. and J. Defrank. 1983. Use of phytotoxic plant residues for selective weed control. *Crop Protection* 2:173-181.
- Putman, A. R. and W. B. Duke. 1978. Allelopathy in agroecosystems. *Annual Review of Phytopathology* 16: 431-451.
- Rice, E.L. 1984. *Allelopathy*. Academic Press, Orlando, Florida.
- Rosenthal, S.S., D.M. Maddox and J. Brenetti. 1985. Biological control methods. Pp. 65-94. In *Principals of weed control in California* Thomson Publications, Fresno.
- Shilling, D.G., R.A. Liberl and A.D. Worsham. 1985. Rye (*Secale cereale* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) mulch: The suppression of certain broadleaf weeds and the isolation and identification of phytotoxins. Pp. 243-271. In A.C. Thompson (ed). *The Chemistry of Allelopathy*. ACS Symposium Series 268, American Chemical Society, Washington D.C.
- Steinsiek, J.W., L.R. Oliver and F.C. Collins. 1982. Allelopathic potential of wheat (*Triticum aestivum*) straw on selected species. *Weed Science* 30:495-497.

Τσινίδης, Κ και Γ. Ραμνιώτης. 1996. Ειδική γεωργία ΙΙΙ. Εργαστηριακές σημειώσεις. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας. Σελ. 174.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

**Πίνακας 4.** Ανάλυση παραλλακτικότητας των δεδομένων φυτρώματος του ζαχαρότευτλου εκφρασμένων ως % αναστολή (με βάση το μάρτυρα).

| Πηγή Παραλλακτικότητας | B.E. | Μέσο Τετράγωνο | F-τιμή | Πιθανότητα (P) |
|------------------------|------|----------------|--------|----------------|
| Χρόνος (T)             | 1    | 1953,5         | 8,9    | 0,0037         |
| Επαναλήψεις (T)        | 4    | 551,4          | 2,5    | 0,0473         |
| Σιτηρό (Σ)             | 10   | 1587,8         | 7,2    | 0,0000         |
| T x Σ                  | 10   | 251,5          | 1,1    | 0,3373         |
| Συγκέντρωση (ΣΥ)       | 1    | 26565,4        | 121,3  | 0,0000         |
| T x ΣΥ                 | 1    | 130,0          | 0,6    |                |
| Σ x ΣΥ                 | 10   | 429,3          | 2,0    | 0,0481         |
| T x Σ x ΣΥ             | 10   | 143,0          | 0,7    |                |
| Σφάλμα                 | 84   | 219,0          |        |                |

**Πίνακας 5.** Ανάλυση παραλλακτικότητας των δεδομένων μήκους ρίζας του ζαχαρότευτλου εκφρασμένων ως % αναστολή (με βάση το μάρτυρα).

| Πηγή Παραλλακτικότητας | B.E. | Μέσο Τετράγωνο | F-τιμή | Πιθανότητα (P) |
|------------------------|------|----------------|--------|----------------|
| Χρόνος (T)             | 1    | 65,2           | 0,3    |                |
| Επαναλήψεις (T)        | 4    | 623,6          | 2,9    | 0,0282         |
| Σιτηρό (Σ)             | 10   | 2553,2         | 11,7   | 0,0000         |
| T x Σ                  | 10   | 574,2          | 2,6    | 0,0077         |
| Συγκέντρωση (ΣΥ)       | 1    | 29592,1        | 135,8  | 0,0000         |
| T x ΣΥ                 | 1    | 60,5           | 0,3    |                |
| Σ x ΣΥ                 | 10   | 704,1          | 3,2    | 0,0015         |
| T x Σ x ΣΥ             | 10   | 232,9          | 1,1    | 0,3956         |
| Σφάλμα                 | 84   | 217,9          |        |                |



**Πίνακας 6.** Ανάλυση παραλλακτικότητας των δεδομένων φυτρώματος του αιματόχορτου εκφρασμένων ως % αναστολή (με βάση το μάρτυρα).

| Πηγή Παραλλακτικότητας | B.E. | Μέσο Τετράγωνο | F-τιμή | Πιθανότητα (P) |
|------------------------|------|----------------|--------|----------------|
| Χρόνος (T)             | 1    | 7636,5         | 28,6   | 0,0000         |
| Επαναλήψεις (T)        | 4    | 987,1          | 3,7    | 0,0080         |
| Σιτηρό (Σ)             | 10   | 1163,6         | 4,4    | 0,0001         |
| T x Σ                  | 10   | 930,6          | 3,5    | 0,0007         |
| Συγκέντρωση (ΣΥ)       | 1    | 5024,6         | 18,8   | 0,0000         |
| T x ΣΥ                 | 1    | 3966,6         | 14,9   | 0,0002         |
| Σ x ΣΥ                 | 10   | 1063,2         | 4,0    | 0,0002         |
| T x Σ x ΣΥ             | 10   | 853,7          | 3,2    | 0,0016         |
| Σφάλμα                 | 84   | 266,8          |        |                |

**Πίνακας 7.** Ανάλυση παραλλακτικότητας των δεδομένων μήκους ρίζας του αιματόχορτου εκφρασμένων ως % αναστολή (με βάση το μάρτυρα).

| Πηγή<br>Παραλλακτικότητας | B.E. | Μέσο<br>Τετράγωνο | F-τιμή | Πιθανότητα<br>(P) |
|---------------------------|------|-------------------|--------|-------------------|
| Χρόνος (T)                | 1    | 40,9              | 0,1    |                   |
| Επαναλήψεις (T)           | 4    | 2127,0            | 7,6    | 0,0000            |
| Σιτηρό (Σ)                | 10   | 590,8             | 2,1    | 0,0324            |
| T x Σ                     | 10   | 508,4             | 1,8    | 0,0703            |
| Συγκέντρωση (ΣΥ)          | 1    | 4546,7            | 16,2   | 0,0001            |
| T x ΣΥ                    | 1    | 140,7             | 0,5    |                   |
| Σ x ΣΥ                    | 10   | 322,0             | 1,1    | 0,3369            |
| T x Σ x ΣΥ                | 10   | 332,3             | 1,2    | 0,3121            |
| Σφάλμα                    | 84   | 280,2             |        |                   |