

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΛΑΡΙΣΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΗΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ
ΕΙΚΟΣΙ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΔΙΣΤΙΧΟΥ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ
(*Hordeum vurgare var distichon*)**

Πτυχιακή διατριβή
Μανίκα Γεωργία
Νάκου Αθηνά

Επιβλέπων καθηγητής
Ιωάννης Βασιλάκογλου
Επίκουρος Καθηγητής Ζιζανιολογίας

Λάρισα 2005

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

			Σελίδα
1		Εισαγωγή	1
	1.1	Γενικά	1
	1.2	Αλληλοπάθεια	1
	1.3	Σκοπός πειραματικής εργασίας	3
2		Πειραματικό μέρος	5
	2.1	Υλικά και Μέθοδοι	5
	2.1.1	Διαδικασία εκχύλισης	7
	2.1.2	Διαδικασία βιοδοκιμής	7
	2.2	Αποτελέσματα	10
	2.3	Συζήτηση	14
	2.4	Συμπεράσματα	16
3		Βιβλιογραφία	17
		Παράρτημα	19

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΓΕΝΙΚΑ

Το κριθάρι ανήκει στο γένος *Hordeum vulgare* L. και είναι διπλοειδές με $2n=14$ χρωμοσώματα. Το είδος αυτό περιλαμβάνει τύπους με δύο (δίστιχο) και έξι (εξάστιχο) σειρές κόκκων. Σε παγκόσμια κλίμακα το κριθάρι είναι το τέταρτο σε σπουδαιότητα και οικονομική σημασία σιτηρό μετά το σιτάρι, το ρύζι και τον αραβόσιτο. Επιπλέον, ανήκει στα πρώτα φυτικά είδη που καλλιεργήθηκαν στην Ελλάδα, αλλά η καλλιεργούμενη με κριθάρι έκταση στη χώρα μας μειώνεται συνεχώς με τη πάροδο των ετών (Ποδηματάς, 2000).

Η μεγαλύτερη ποσότητα της παραγωγής κριθαριού απορροφάται από τη κτηνοτροφία και μόνο το 15% περίπου αυτής από τη ζυθοποιεία. Στη ζυθοποιεία χρησιμοποιούνται οι καρποί δίστιχων και σπανίως εξάστιχων κριθαριών. Οι καρποί των κριθαριών που προορίζονται για τη ζυθοποιεία πρέπει να έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες (άμυλο και σάκχαρα) και μικρότερη σε πρωτεΐνες. Τα περισσότερα από τα ανωτέρω ποιοτικά γνωρίσματα είναι κατά βάση κληρονομικά και εξασφαλίζονται με τη χρησιμοποίηση βελτιωμένων ποικιλιών (Ποδηματάς, 2000).

1.2. ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑ

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 φύτερωμα 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, η αγριάδα, ο βέλιουρας, η κύπερη, το κίρσιο και η περιπλοκάδα έχει βρεθεί ότι παράγουν τοξικές ουσίες και εκδηλώνουν αλληλοπάθεια. Από τα καλλιεργούμενα φυτά, τα σιτηρά (σίκαλη, σιταρόβριζα (*tritico-secale*), 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; Putnam & 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 με 1. εξάτμιση ή 2. έκπλυση από τα φύλλα και το βλαστό, 3. έκκριση από τις ρίζες και 4. 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 την βιοσύνθεση τους σε πέντε μεγάλες ομάδες: στα αλκαλοειδή, τα φαινυλοπροπάνια, τα στεροειδή, τα τερπενοειδή και της ακετογενίνες (Βασιλάκογλου, 2005). 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).

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. 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 (Liberl & Worsham, 1983· Purvis, κ.α, 1985· Putnam & DeFrank, 1979, 1983· Rosenthal κ.α, 1985· Steinsiek κ.α, 1982· Shilling, κ.α, 1985). Από τον προσδιορισμό των συστατικών των εκχυλισμάτων των φυτών αυτών βρέθηκε ότι η ανασταλτική τους ιδιότητα οφειλόταν στο αλκαλοειδές gramine (Ahmad, κ.α., 1985). Επιπλέον, βρέθηκε ότι η καλλιέργεια του κριθαριού αναστέλλει το φύτεμα 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 Δήμας κ.ά. (2002) σε πειράματα διερεύνησης της δυνατότητας αντιμετώπισης των ετήσιων 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 αραβόσιτου, βαμβακιού και ζαχαρότευτλου μπορεί να επιτευχθεί χωρίς την χρήση ζιζανιοκτόνων, αλλά με φθινοπωρινή σπορά του κριθαριού Αθηναϊδα. 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 την χρήση των ζιζανιοκτόνων για την αντιμετώπιση των χειμερινών ζιζανίων.

1.3. ΣΚΟΠΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η εφαρμογή της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης της Γεωργικής Παραγωγής, καθώς και η Βιολογική Γεωργία προϋποθέτει 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 & Radeuiacher, 1960· Overland, 1966· Putnam & DeFrank, 1979, 1983· Steinsiek, 1982· Liberl & Worsham, 1983· Shilling, 1985). Επιπλέον, ορισμένες αλληλοπαθητικές ποικιλίες κριθαριού θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην αντιμετώπιση των ζιζανίων ως χειμερινές καλλιέργειες που δεν θα απαιτούν τη χρήση ζιζανιοκτόνων ή ως ενσωματωμένη φυτική μάζα για την αντιμετώπιση ανοιζιάτικων ζιζανίων.

Ο σκοπός της παρούσης εργασίας ήταν να διερευνηθεί η αλληλοπαθητική ικανότητα 20 ποικιλιών δίστιχου κριθαριού. Για το σκοπό αυτό αξιολογήθηκε η επίδραση των εκχυλισμάτων αυτών των ποικιλιών στη φυτρωτική ικανότητα και ανάπτυξη της μουχρίτσας. Το φυτό αυτό (μουχρίτσα) χρησιμοποιήθηκε ως φυτό δείκτης, διότι προηγούμενα πειράματα έδειξαν ότι είναι φυτό πολύ ευαίσθητο στις αλληλοπαθητικές ουσίες του κριθαριού (Ζαρχανή, 2004).

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η πειραματική εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στα Εργαστήρια Ζιζανιολογίας και Γεωργικής Χημείας του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής του Τεχνολογικού και Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Λάρισας κατά την χρονική περίοδο Οκτώβριος 2004 – Μάρτιος 2005. Για την διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν αποξηραμένα δείγματα υπέργειων τμημάτων 20 ποικιλιών δίστιχου κριθαριού, οι οποίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Το φυτικό υλικό αυτών των ποικιλιών κριθαριού πάρθηκε από το Αγρόκτημα του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης όπου καλλιεργήθηκαν κατά την καλλιεργητική περίοδο 2003 – 2004 στα πλαίσια ενός 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 °C, αφού κόπηκαν προηγουμένως σε τμήματα των 20 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 ικανότητάς τους.

Η αξιολόγηση της αλληλοπαθητικής ικανότητας των δίστιχων κριθαριών έγινε με τη βοήθεια βιοδοκιμών στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν εκχυλίσματα των ποικιλιών κριθαριού και αξιολογήθηκε η φυτοτοξική δράση τους εναντίον του ζιζανίου μουχρίτσα (*Echinochloa crus-galli*). Οι σπόροι του ζιζανίου συλλέχθηκαν από αγρούς του Νομού 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)

- Περλίτης (αδρανές υλικό που συγκρατεί την υγρασία)
- Διηθητικό χαρτί
- Πλαστικοί δίσκοι
- Αδιαφανείς πλαστικές σακούλες

Πίνακας 1. Ποικιλίες κριθαριών που αξιολογήθηκαν κατά την διάρκεια του πειράματος.

α/α	Ποικιλίες δίστοιχου κριθαριού	Συντομογραφία
1	ND. 4994.16	ND
2	Antartica 04	Ant
3	Cerise	Cer
4	Mata	Mat
5	Manapou	Man
6	Ideal	Ide
7	Bowman	Bow
8	Cunhild	Cun
9	Patty	Pat
10	Stirling	Sti
11	Guanajuato	Gua
12	Koral	Kor
13	Shannon	Sha
14	Helena	Hel
15	Lignee 640/Koder/Teran 78	Lig/K/T
16	Teran 78	Ter
17	Roland	Rol
18	Legia	Leg
19	Goldmarker	Gol
20	Goldmarker/Ark Royal/G. Promise	Gol/A/P

2.1.1. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΚΧΥΛΙΣΗΣ

Για κάθε ποικιλία δίστιχου κριθαριού 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 / λεπτό (Εικόνα 1). Κατόπιν, το περιεχόμενο κάθε βάζου περάστηκε από τετραπλό στρώμα από τουρλοπάνι προκειμένου να απομακρυνθεί το φυτικό υλικό (Εικόνα 2).

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



Εικόνα 1. Ανακίνηση βάζων κατά τη διαδικασία εκχύλισης των ποικιλιών κριθαριού.

2.1.2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΒΙΟΔΟΚΙΜΗΣ

Κατά τη διεξαγωγή των βιοδοκιμών με φυτό δείκτη τη μουχρίσας, 50 σπόροι του ζιζανίου τοποθετήθηκαν σε πλαστικά τριβλία διαμέτρου 8,5 cm. Κατόπιν οι σπόροι καλύφθηκαν με 5 g περλίτη και στη συνέχεια έγινε προσθήκη 15 ml εκχυλίσματος ή απιονισμένου νερού (μάρτυρας) σε κάθε τριβλίο (Εικόνα 3). Στη συνέχεια, τα τριβλία καλύφθηκαν με τα πλαστικά

καπάκια, τυχαιοποιήθηκαν σε πλαστικούς δίσκους, καλύφθηκαν με πλαστικές σακκούλες και οι δίσκοι τοποθετήθηκαν σε θάλαμο αναπτύξεως φυτών (συνθήκες σκότους και θερμοκρασίας 27 ± 2 °C) στον οποίο παρέμειναν για επτά ημέρες. Μετά από την πάροδο του χρόνου αυτού, απομακρύνθηκε ο περλίτης από τα φυτά της μουχρίτσας και μετρήθηκε ο αριθμός των σπόρων που βλάστησε, το μήκος των ριζών και το συνολικό βάρος των φυτών που βλάστησαν. Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών κάθε τριβλίου και οι τιμές αυτές εκφράστηκαν ως % αναστολή του χαρακτηριστικού (φύτρωμα, νωπό βάρος, μήκος ρίζας) που αξιολογήθηκε. Το ποσοστό αυτό υπολογίστηκε με βάση την εξίσωση 1 (Chung κ.ά, 2001).



Εικόνα 2. Απομάκρυνση φυτικού υλικού με τουρλοπάνι.

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

Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκε το παραγοντικό σχέδιο που περιελάμβανε τα εκχυλίσματα των 20 ποικιλιών κριθαριού (Πίνακας 1) σε 2 διαφορετικές συγκεντρώσεις (2 και 4 g αλεσμένου ξηρού φυτικού υλικού / 100 ml απιονισμένο νερό). Το πειραματικό σχέδιο ήταν το

πλήρες τυχαίοποιημένο με 3 επαναλήψεις για κάθε συνδυασμένο παράγοντα (ποικιλία κριθαριού x συγκέντρωση). Το πείραμα διεξήχθη 2 φορές.



Εικόνα 3. Εφαρμογή εκχυλισμάτων σε τριβλία με περλίτη.

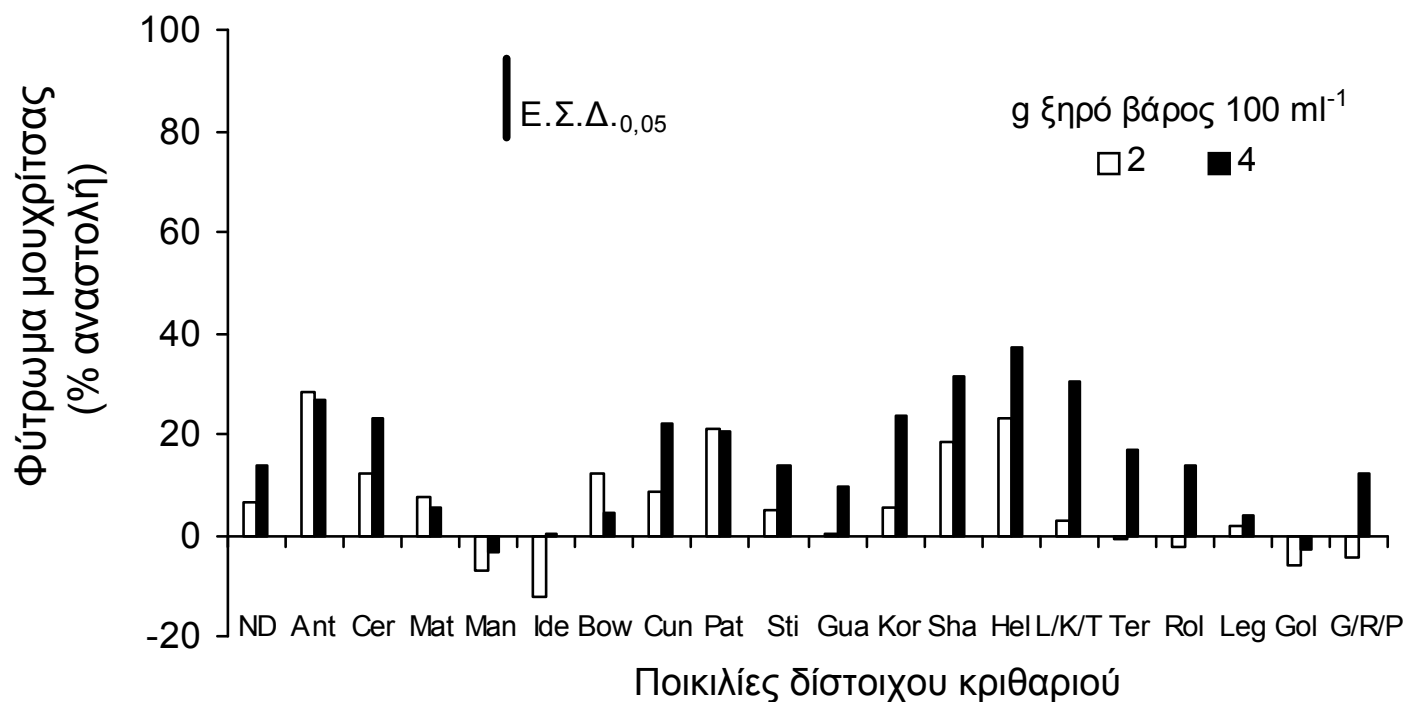
2.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι τα εκχυλίσματα των 20 ποικιλιών κριθαριού επηρέασαν σημαντικά το φύτρωμα και την ανάπτυξη της μουχρίτσας. Επιπλέον, η αύξηση της συγκέντρωσης από 2 σε 4 g αλεσμένου ξηρού δείγματος σε 100 ml απιονισμένου νερού προκάλεσε επιπλέον μεγαλύτερη μείωση στο φύτρωμα και την ανάπτυξη του φυτού δείκτη (Σχήματα 1, 2 και 3).

Ειδικότερα, τη μεγαλύτερη μείωση στο φύτρωμα της μουχρίτσας προκάλεσε η συγκέντρωση του 4% των κριθαριών Helena, Shannon και Lignee/Koder/Teran 78 (37, 31 και 30%, αντίστοιχα) (Σχήμα 1). Αντίθετα, τα εκχυλίσματα των κριθαριών Mata, Manarou, Ideal, Bowman, Guanhjuato, Legia, Goldmarker και Goldmarker/Ark Royal/G. Promise δεν επηρέασαν σημαντικά το φύτρωμα του ζιζανίου στις συγκεντρώσεις στις οποίες εφαρμόστηκαν (Σχήμα 1). Τα εκχυλίσματα των υπόλοιπων ποικιλιών προκάλεσαν ενδιάμεση μείωση στο φύτρωμα της μουχρίτσας.

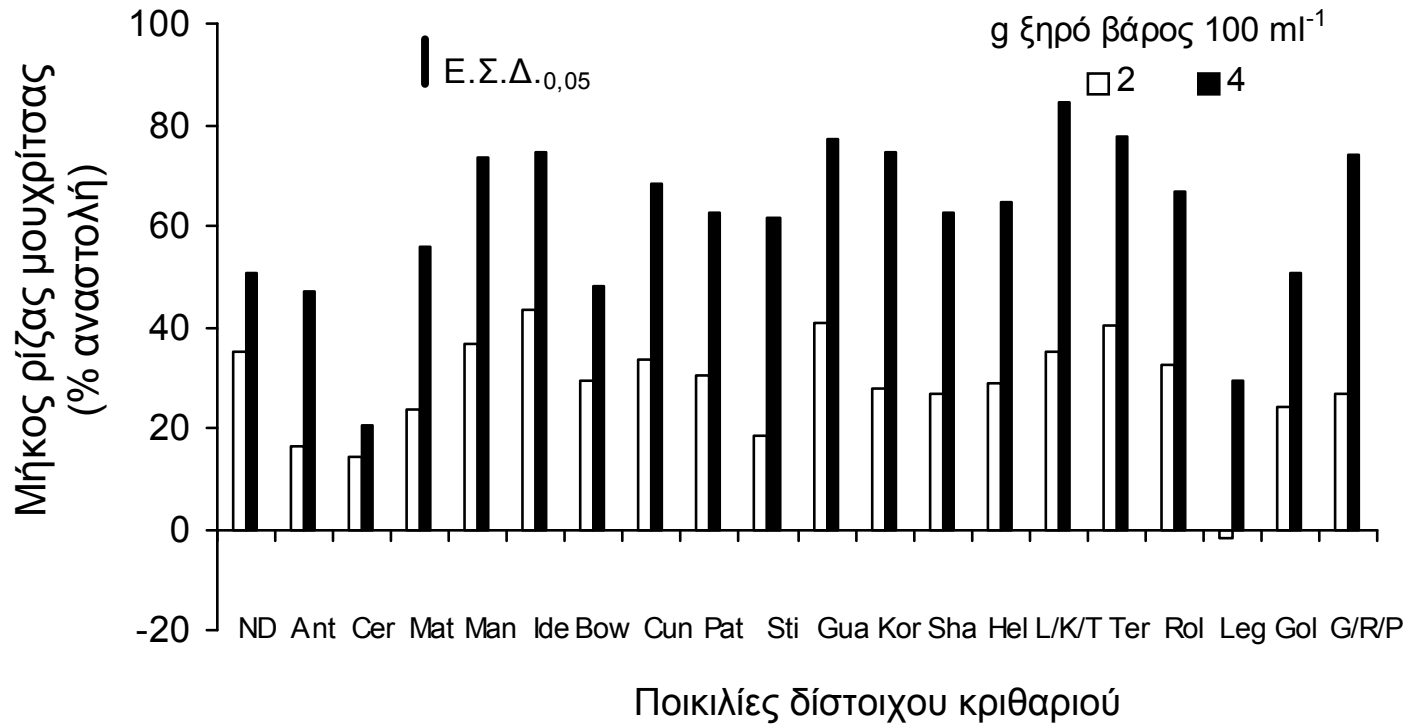
Τα δεδομένα του μήκους ρίζας της μουχρίτσας έδειξαν ότι η μεγάλη συγκέντρωση των εκχυλισμάτων των ποικιλιών Lignee 640/Koder/Teran 78, Teran 78, Guanhjuato, Koral, Ideal, Manarou και Goldmarker/Ark Royal/G. Promise προκάλεσε τη μεγαλύτερη μείωση στο μήκος ρίζας της μουχρίτσας (85, 78, 77, 75, 74, 74 και 74%, αντίστοιχα) (Σχήμα 2). Αντίθετα τη μικρότερη μείωση προκάλεσε η μικρή συγκέντρωση των κριθαριών Cerise και Legia (14 και 0%, αντίστοιχα). Τα εκχυλίσματα των υπόλοιπων ποικιλιών προκάλεσαν ενδιάμεση μείωση στο μήκος ρίζας της μουχρίτσας (Σχήμα 2).

Η μεγάλη συγκέντρωση των εκχυλισμάτων των ποικιλιών Lignee 640/Koder/Teran 78, Koral, Helena και Antartica 04 προκάλεσε τη μεγαλύτερη μείωση στο νωπό βάρος της μουχρίτσας (59, 50, 49 και 45%, αντίστοιχα) (Σχήμα 3). Αντίθετα, οι ποικιλίες Legia και Goldmarker δεν επηρέασαν σημαντικά το χαρακτηριστικό αυτό. Τα εκχυλίσματα των υπόλοιπων ποικιλιών προκάλεσαν ενδιάμεση μείωση στο νωπό βάρος της μουχρίτσας (Σχήμα 3).



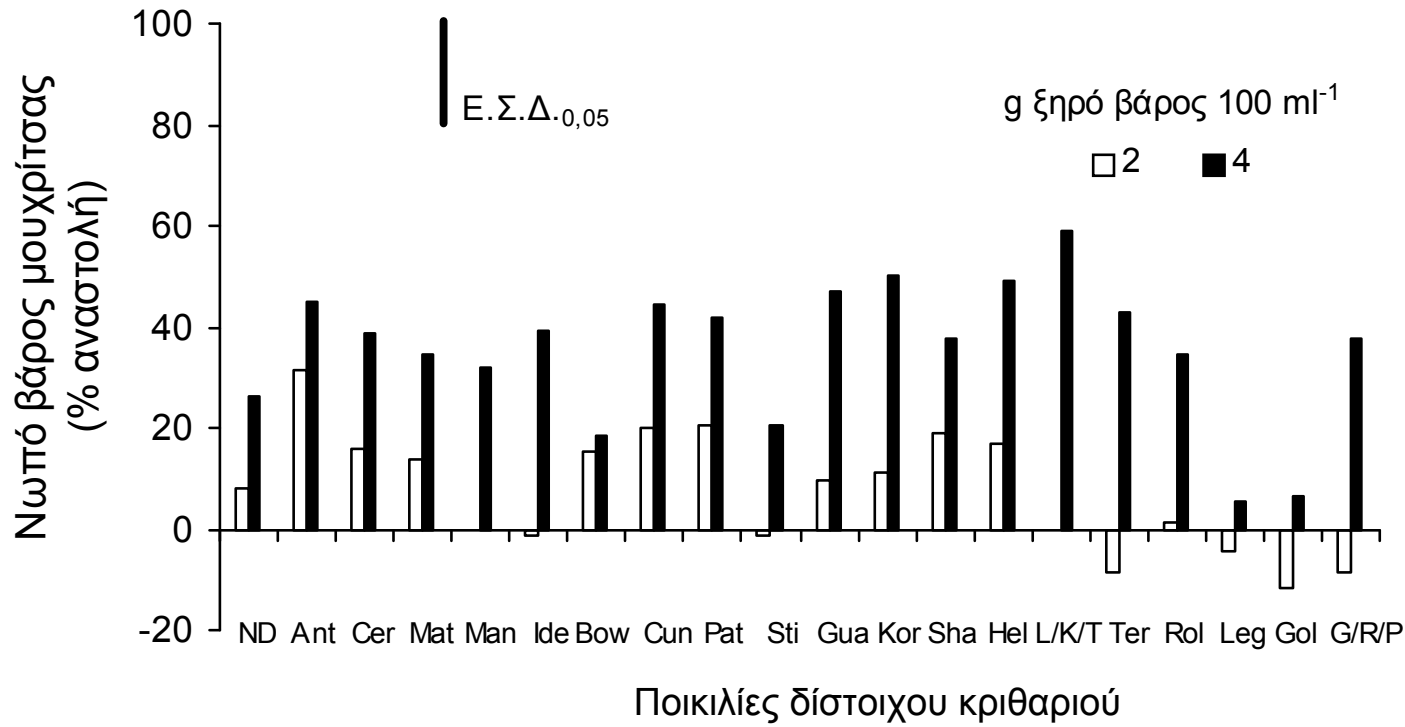
Σχήμα 1. Επίδραση εκχυλισμάτων 20 ποικιλιών κριθαριού στο φύτρωμα της μουχρίτσας. Οι τιμές είναι μέσοι όροι δύο πειραμάτων.

ND: ND 4994.16, **Ant:** Antartica 04, **Cer:** Cerise, **Mat:** Mata, **Man:** Manapou, **Ide:** Ideal, **Bow:** Bowman, **Cun:** Cunhild, **Pat:** Patty, **Sti:** Stirling, **Gua:** Guanhjuato, **Kor:** Koral, **Sha:** Shannon, **Hel:** Helena, **L/K/T:** Lignee 640/ Kober/ Teran 78, **Ter:** Teran 78, **Rol:** Roland, **Leg:** Legia, **Gol:** Goldmarker, **G/R/P:** Goldmarker/ Ark Royal/ G. Promise.



Σχήμα 2. Επίδραση εκχυλισμάτων 20 ποικιλιών κριθαριού στο μήκος ρίζας της μουχρίτσας. Οι τιμές είναι μέσοι όροι δύο πειραμάτων.

ND: ND 4994.16, **Ant:** Antartica 04, **Cer:** Cerise, **Mat:** Mata, **Man:** Manapou, **Ide:** Ideal, **Bow:** Bowman, **Cun:** Cunhild, **Pat:** Patty, **Sti:** Stirling, **Gua:** Guanhjuato, **Kor:** Koral, **Sha:**Shannon, **Hel:** Helena, **L/K/T:** Lignee 640/ Kober/ Teran 78, **Ter:** Teran 78, **Rol:** Roland, **Leg:** Legia, **Gol:** Goldmarker, **G/R/P:** Goldmarker/ Ark Royal/ G. Promise.



Σχήμα 3. Επίδραση εκχυλισμάτων 20 ποικιλιών κριθαριού στο νωπό βάρος της μουχρίτσας. Οι τιμές είναι μέσοι όροι δύο πειραμάτων.

ND: ND 4994.16, **Ant:** Antartica 04, **Cer:** Cerise, **Mat:** Mata, **Man:** Manapou, **Ide:** Ideal, **Bow:** Bowman, **Cun:** Cunhild, **Pat:** Patty, **Sti:** Stirling, **Gua:** Guanhjuato, **Kor:** Koral, **Sha:**Shannon, **Hel:** Helena, **L/K/T:** Lignee 640/ Kober/ Teran 78, **Ter:** Teran 78, **Rol:** Roland, **Leg:** Legia, **Gol:** Goldmarker, **G/R/P:** Goldmarker/ Ark Royal/ G. Promise.

2.3. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η μείωση που παρατηρήθηκε στο φύτρωμα, στο συνολικό νωπό βάρος και στο μήκος ρίζας της μουχρίτσας, πιθανώς να οφείλεται στην ύπαρξη τοξικών ουσιών στα εκχυλίσματα των 20 ποικιλιών δίστοιχου κριθαριού. Η δράση των ουσιών αυτών που ελευθερώνονται στο περιβάλλον είναι υπεύθυνη για το φαινόμενο της αλληλοπάθειας (Καλμπουρτζή 1992). Παρόμοιες ουσίες που κατατάσσονται στην ομάδα των αλκαλοειδών και των μπεζοξαζινονών και έχουν προσδιοριστεί σε διάφορες ποικιλίες κριθαριού και πληθυσμούς σίκαλης, αντίστοιχα (Ahmad κ.ά., 1985· Ben-Hammouda κ.ά., 2001· Burgos κ.ά., 1999).

Η αύξηση της συγκέντρωσης από 2 σε 4 g αλεσμένου ξηρού φυτικού υλικού ανά 100 ml απιονισμένου νερού προκάλεσε την αύξηση της φυτοτοξικότητας σχεδόν όλων των εκχυλισμάτων των ποικιλιών δίστοιχου κριθαριού. Αυτό πιθανώς συνέβη διότι στα 4 g αλεσμένου ξηρού φυτικού υλικού υπήρχε μεγαλύτερη συγκέντρωση των αλληλοπαθητικών ουσιών από ό,τι στα 2 g. Τα αποτελέσματα αυτά βρίσκονται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα των Einhellng και Souza (1992) και Nimbai 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 παρατήρησαν καθυστέρηση στο φύτρωμα των σπόρων και στην αύξηση νεαρών φυτών σιταριού που σπάρθηκε σε χωράφι στο οποίο υπήρχαν υπολείμματα σόγιας. Η επίδραση ήταν πιο έντονη καθώς πρόσθεταν μεγαλύτερη ποσότητα υπολειμμάτων (Huber και Abney, 1986). Ακόμη, οι Gressel και Holm (1964) ερεύνησαν την αναστολή του φυτρώματος των σπόρων οκτώ 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 αυτά (εκχυλίσματα) παρεμπόδισαν το φύτρωμα και την

ανάπτυξη των ζιζανίων μουχρίτσα και σπονδυλωτή σετάρια, καθώς και του βαμβακιού. Ειδικότερα, το φύτευμα 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.

Τα εκχυλίσματα των ποικιλιών Lignee 640/Kober/Teran 78 και Helena ήταν εκείνα που προκάλεσαν τη μεγαλύτερη μείωση στο φύτευμα και την ανάπτυξη του φυτού δείκτη, ενώ εκείνα των ποικιλιών Legia, Goldmarker και Cerise επηρέασαν ελάχιστα τα χαρακτηριστικά της μουχρίτσας. Το γεγονός αυτό πιθανώς να οφείλεται στη διαφορετική συγκέντρωση των αλληλοπαθητικών ουσιών στα εκχυλίσματα των παραπάνω κριθαριών.

2.4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ουσίες δευτερογενούς μεταβολισμού που πιθανώς ανήκουν στα αλκαλοειδή βρίσκονται στους ιστούς των δίστιχων κριθαριών και ειδικότερα στις ποικιλίες Lignee 640/Kober/Teran 78 και Helena. Οι ουσίες αυτές εκδηλώνουν φυτοτοξική δράση εναντίον των ζιζανίων όπως η μουχρίτσα.

Το γεγονός αυτό μπορεί να οδηγήσει μελλοντικά σε χρησιμοποίηση των φυτών αυτών για καλλιέργεια κριθαριού δίχως τη χρήση ζιζανιοκτόνων. Επιπλέον, οι ουσίες αυτές πιθανώς να χρησιμοποιηθούν ως φυσικά ζιζανιοκτόνα στα πλαίσια εφαρμογής προγραμμάτων ολοκληρωμένης παραγωγής γεωργικών προϊόντων και 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 alkaloid gramine. *Food and Chemical Toxicology* 23:841-847.
- Βασιλάκογλου, Ι. 2005. 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 wheats. *Agronomie* 21:65-71.
- Bertholdsson, N.O. 2003. Variation 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 Zuniga, 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^ο 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^ο Πανελλήνιο Ζιζανιολογικό Συνέδριο. Ορεστιάδα 10-12 Νοεμβρίου.
- Einhelling, 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.Γ. 2002. Ζιζανιολογία. Αγροτύπος. Αθήνα. Σελ. 420.

- Ζαρχανή, Β. 2004. Διερεύνηση αλληλοπαθητικής ικανότητας ένδεκα χειμερινών σιτηρών εναντίον ζιζανίων και καλλιεργούμενων φυτών. Πτυχιακή Διατριβή, Τ.Ε.Ι. Λάρισας. Σελ. 24
- 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.Λ. 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.
- Rosenthal, S.S., D.M. Maddox and J. Brenetti. 1985. Biological control methods. pp. 65-94.
- Shilling, D.G., R.A. Liberl 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 1. Ανάλυση παραλλακτικότητας των δεδομένων φυτρώματος της μουχρίτσας (*Echinochloa crus-galli*) εκφρασμένων ως % αναστολή (με βάση το μάρτυρα με απιονισμένο νερό).

Πηγή παραλλακτικότητας	Β. Ε.	Μέσο Τετράγωνο	F- τιμή	Πιθανότητα
Χρόνος (Τ)	1	1139.7	4.8	0.0287
Επαναλήψεις	4	176.0	0.7	
Ποικιλία κριθαριού	19	1295.2	5.5	0.0000
Τ x Κ	19	1225.6	5.2	0.0000
Συγκέντρωση (ΣΥ)	1	5032.5	21.5	0.0000
Τ x ΣΥ	1	875.5	3.7	0.0547
Κ x ΣΥ	19	221.6	0.9	
Τ x Κ x ΣΥ	19	231.6	0.9	
Σφάλμα	156	233.711		

Πίνακας 2. Ανάλυση παραλλακτικότητας των δεδομένων μήκους ρίζας της μουχρίτσας (*Echinochloa crus-galli*) εκφρασμένων ως % αναστολή (με βάση το μάρτυρα με απιονισμένο νερό)

Πηγή παραλλακτικότητας	Β. Ε.	Μέσο Τετράγωνο	F- τιμή	Πιθανότητα
Χρόνος (Τ)	1	1758.2	31.0	0.0000
Επαναλήψεις	4	14.7	0.2	
Ποικιλία κριθαριού	19	1968.8	34.7	0.0000
Τ x Κ	19	673.5	11.8	0.0000
Συγκέντρωση (ΣΥ)	1	65544.7	1157.8	0.0000
Τ x ΣΥ	1	439.5	7.7	0.0060
Κ x ΣΥ	19	333.9	5.8	0.0000
Τ x Κ x ΣΥ	19	134.5	2.3	0.0019
Σφάλμα	156	56.6		

Πίνακας 3. Ανάλυση παραλλακτικότητας των δεδομένων νωπού βάρους της μουχρίτσας (*Echinochloa crus-galli*) εκφρασμένων ως % αναστολή (με βάση το μάρτυρα με απιονισμένο νερό).

Πηγή παραλλακτικότητας	Β. Ε.	Μέσο Τετράγωνο	F- τιμή	Πιθανότητα
Χρόνος (Τ)	1	354.5	1.1	0.2869
Επαναλήψεις	4	199.5	0.6	
Ποικιλία κριθαριού	19	1403.6	4.5	0.0000
Τ x Κ	19	801.6	2.5	0.0007
Συγκέντρωση (ΣΥ)	1	48197.8	155.2	0.0000
Τ x ΣΥ	1	12.4	0.0	
Κ x ΣΥ	19	611.5	1.9	0.0128
Τ x Κ x ΣΥ	19	367.7	1.1	0.2771
Σφάλμα	156	310.4		