



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ**  
**ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΖΙΖΑΝΙΟΛΟΓΙΑΣ**

**Θέμα Πτυχιακής Εργασίας:**

**«Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και συνδυαστικότητας ζιζανιοκτόνων και  
μυκητοκτόνων σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού (*Triticum durum* L.)»**

**Γρηγορίου Φίλιππος**



**Επιβλέπων καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης (Επίκουρος Καθηγητής)**

**Βόλος, Ιούλιος 2017**

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ**  
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΖΙΖΑΝΙΟΛΟΓΙΑΣ**

**Θέμα Πτυχιακής Εργασίας:**

**«Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και συνδυαστικότητας ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού (*Triticum durum* L.)»**

**Γρηγορίου Φίλιππος**

**Επιβλέπων καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης**

**Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:**

- 1. Καρκάνης Ανέστης, Επίκουρος Καθηγητής, Επιβλέπων**
- 2. Δαναλάτος Νικόλαος, Καθηγητής, Μέλος.**
- 3. Βέλλιος Ευάγγελος, Επίκουρος Καθηγητής, Μέλος**

**Βόλος, Ιούλιος 2017**

## Πρόλογος

Σε αυτή την πτυχιακή εργασία αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού. Επίσης, ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην μελέτη της συνδυαστικότητας των ζιζανιοκτόνων με διάφορα μυκητοκτόνα.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κ. Ανέστη Καρκάνη τόσο για την ανάθεση του θέματος όσο και για τη συνεχή καθοδήγηση κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής των πειραμάτων αλλά και της συγγραφής της πτυχιακής εργασίας μου.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Νικόλαο Δαναλάτο και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Ευάγγελο Βέλλιο για τις πολύτιμες συμβουλές τους και για το χρόνο που διέθεσαν για τη διόρθωση της πτυχιακής εργασίας μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Σπυρίδωνα Σουίπα για την σπορά του πειραματικού αγρού καθώς και τον κ. Χρήστο Καραμούτη για τον αλωνισμό της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη .....	6
<b>Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή-Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας .....</b>	<b>7</b>
1.1 Σιτάρι-Γενικά .....	7
1.2 Σιτάρι-Καλλιεργητική τεχνική .....	8
1.3 Σιτάρι-Ζιζάνια .....	9
1.3.1 Είδη Ζιζανίων .....	9
1.3.2 Μέθοδοι Καταπολέμησης .....	12
1.3.3 Χημική Καταπολέμηση .....	14
1.4 Ζιζανιοκτόνα Πειράματος .....	16
1.4.1 Florasulam .....	16
1.4.2 2,4-D .....	18
1.4.3 Bromoxynil .....	19
1.5 Μυκητοκτόνα Πειράματος .....	20
1.5.1 azoxystrobin .....	20
1.5.2 trifloxystrobin .....	20
1.5.3 prothioconazole .....	21
1.6 Σκοπός της Εργασίας.....	21
<b>Κεφάλαιο 2ο: Υλικά και Μέθοδοι .....</b>	<b>22</b>
2.1 Πειραματικός αγρός .....	22
2.2 Πειραματικό σχέδιο .....	23
2.3 Καλλιεργητικά στοιχεία .....	25
2.4 Μετρήσεις .....	26
2.4.1 Σιτάρι .....	26
2.4.2 Ζιζάνια .....	28
2.5 Μετεωρολογικά Δεδομένα .....	29
2.6 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων .....	30
<b>Κεφάλαιο 3ο: Αποτελέσματα .....</b>	<b>31</b>
3.1 Συνδυαστικότητα ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων .....	31

3.2 Ζιζάνια .....	32
3.2.1 Είδη ζιζανίων .....	32
3.2.2 Συνολικός αριθμός, νωπό και ξηρό βάρος των ζιζανίων.....	33
3.2.3 Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων έναντι των κυρίων ζιζανίων .....	36
3.3 Ανάπτυξη καλλιέργειας, απόδοση σε σπόρο και συστατικά της απόδοσης ...	37
3.3.1 Συγκέντρωση χλωροφύλλης – Τιμές SPAD .....	37
3.3.2 Ύψος, αριθμός αδελφιών και ξηρό βάρος της καλλιέργειας .....	39
3.3.3 Απόδοση και συστατικά της απόδοσης της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού .....	40
<b>Κεφάλαιο 4ο: Συζήτηση</b> .....	44
4.1 Συνδυαστικότητα ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων .....	44
4.2 Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων .....	45
4.3 Ανάπτυξη καλλιέργειας και απόδοση σε σπόρο .....	46
4.4 Συμπεράσματα .....	48
Βιβλιογραφία .....	49
Παράρτημα Α .....	55
Παράρτημα Β .....	59

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συνδυαστικότητα των γεωργικών φαρμάκων είναι ένας από τους παράγοντες που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την επιλογή τους. Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής μελέτης ήταν η αξιολόγηση της συνδυαστικότητας δύο ζιζανιοκτόνων με διάφορα μυκητοκτόνα σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού (*Triticum durum* cv. Quadrato). Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο κατά την καλλιεργητική περίοδο 2014-2015. Η σπορά του σιταριού πραγματοποιήθηκε στις 16 Νοεμβρίου 2014, ενώ εφαρμόστηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 7 επεμβάσεις και 4 επαναλήψεις.

Οι επεμβάσεις ήταν οι εξής: απέκαστος μάρτυρας, bromoxynil+2,4-D, florasulam+2,4-D, bromoxynil+2,4-D/azoxystrobin, florasulam+2,4-D/azoxystrobin, bromoxynil+2,4-D/trifloxystrobin+prothioconazole και florasulam+2,4-D/trifloxystrobin+prothioconazole. Η αξιολόγηση της συνδυαστικότητας έγινε με τα κριτήρια α) της εμφάνισης συμπτωμάτων φυτοτοξικότητας και β) της ανάπτυξης των φυτών όπου καταγράφηκε ο αριθμός των αδελφιών, το ξηρό βάρος και η απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο συνδυασμός του ζιζανιοκτόνου bromoxynil+2,4-D με τα μυκητοκτόνα azoxystrobin και trifloxystrobin+prothioconazole είχε ως αποτέλεσμα την πρόκληση νεκρωτικών κηλίδων στο φύλλωμα της καλλιέργειας, εντούτοις τα συμπτώματα ήταν παροδικά και δεν επηρέασαν την ανάπτυξη της καλλιέργειας. Η πρόκληση φυτοτοξικότητας του συγκεκριμένου μείγματος ίσως οφείλεται στις χαμηλές θερμοκρασίες που επικράτησαν στο διάστημα 2-5 ημέρες μετά την εφαρμογή. Δεν καταγράφηκαν συμπτώματα φυτοτοξικότητας στις άλλες επεμβάσεις. Όσον αφορά την ανάπτυξη της καλλιέργειας ο μικρότερος αριθμός αδελφιών, το ξηρό βάρος και η απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας καταγράφηκε στην επέμβαση του μάρτυρα. Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι ο συνδυασμός των συγκεκριμένων ζιζανιοκτόνων με τα δύο μυκητοκτόνα δεν επηρέασαν την ανάπτυξη και την απόδοση της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού, παρόλο αυτά συστήνεται να λαμβάνεται υπόψη η πρόγνωση των καιρικών συνθηκών για το χρονικό διάστημα που είναι προγραμματισμένη η εφαρμογή.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>: Εισαγωγή-Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

### 1.1 Σιτάρι-Γενικά

Το σιτάρι ανήκει στο γένος *Triticum* και ανήκει στην οικογένεια Gramineae ή Poaceae. Στην οικογένεια Poaceae συναντάμε κυρίως ποώδη φυτά, ετήσια ή πολυετή, σπανίως ξυλώδη (Σάρλης 1999). Τα σημαντικότερα καλλιεργούμενα φθινοπωρινά σιτηρά είναι τα εξής: *Triticum aestivum* L. (κν. μαλακό σιτάρι), *Triticum durum* Desf. (κν. σκληρό σιτάρι), *Triticum monococcum* L. (μονόκοκκο σιτάρι), *Hordeum vulgare* L. (κν. κριθάρι) και *Secale cereale* L. (κν. σίκαλη ή βρίζα) (Σάρλης 1999).

Το μαλακό σιτάρι *Triticum aestivum* L. είναι εξαπλοειδές είδος, ενώ το σκληρό σιτάρι *Triticum durum* L. είναι τετραπλοειδές είδος (Stoskopf 1985). Ο βλαστός είναι κυλινδρικός, κοίλος εσωτερικά (κάλαμος), συμπαγής στους κόμβους (Σάρλης 1999). Τα φύλλα είναι γραμμοειδή, με κολεό, γλωσσίδα και ωτία. Τα άνθη είναι 2-9 ανά σταχύδιο, τα οποία φέρονται εναλλάξ σε ένα αρθρωτό άξονα τη ράχη (Παπακώστα-Γασοπούλου 2012). Κάθε σταχύδιο περιβάλλεται από τα εσωτερικά λέπυρα. Η ταξιανθία είναι στάχυς και ο καρπός καρύωση (Stoskopf 1985).

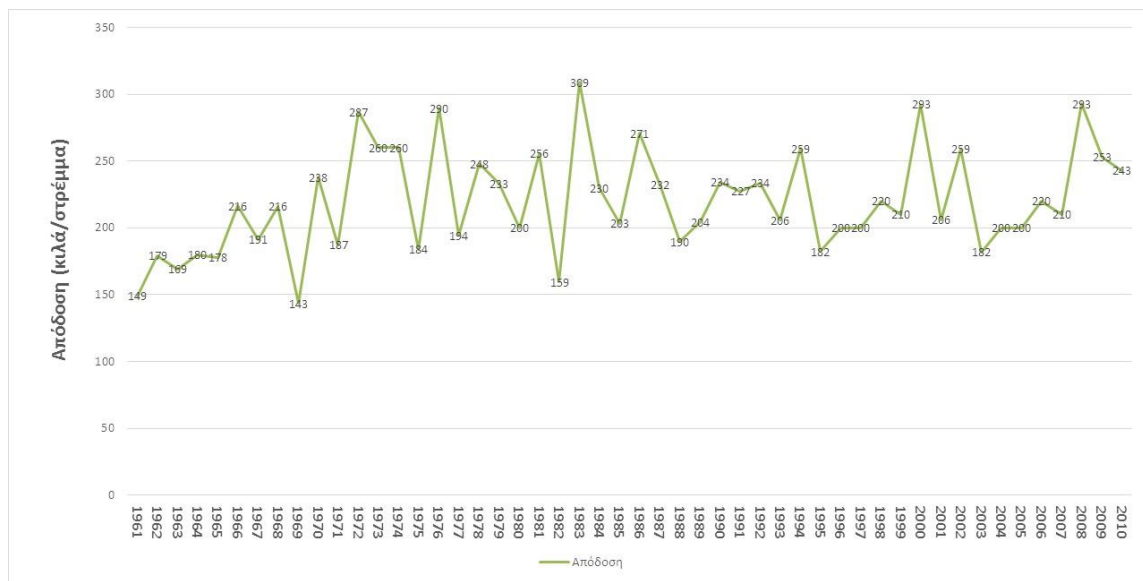
Η γεωργική παραγωγή του σιταριού κατέχει ένα σπουδαίο ρόλο στην παγκόσμια αγορά (Stoskopf 1985). Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του FAO (Διεθνής Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας) η παγκόσμια παραγωγή σίτου (729.012.175 τόνοι) στο έτος 2014 ήταν τρίτη μετά τον αραβόσιτο (1.037.791.518 τόνοι) και το ρύζι (741.477.711 τόνοι). Το 2014 σε όλο τον κόσμο συνολικά καλλιεργήθηκε έκταση 220 εκατομμυρίων εκταρίων. Στην Ελλάδα το ίδιο έτος η καλλιεργούμενη έκταση σιταριού ήταν 5.443.370 στρέμματα και η συνολική παραγωγή 1.645.590 τόνοι (FAO, 2014).

Όσον αφορά τις χρήσεις του σκληρού και του μαλακού σιταριού, το αλεύρι του μαλακού σιταριού χρησιμοποιείται για την παρασκευή ψωμιού, ενώ ο καρπός του σκληρού σιταριού κυρίως χρησιμοποιείται για την παραγωγή σιμιγδαλιού, το οποίο είναι κύριο συστατικό των ζυμαρικών (Stoskopf 1985). Επίσης το αλεύρι και το σιμιγδάλι χρησιμοποιούνται για διάφορα προϊόντα ζαχαροπλαστικής. Ο σανός και ο καρπός χρησιμοποιούνται για την διατροφή των ζώων, ενώ από το σανό μπορεί να γίνει παραγωγή στρωμνής (Παπακώστα-Γασοπούλου 2012).

## 1.2 Σιτάρι-Καλλιεργητική τεχνική

Η σπορά του σιταριού πραγματοποιείται το φθινόπωρο κατά το χρονικό διάστημα των μηνών Νοεμβρίου-Δεκεμβρίου. Για την καλλιέργεια του σκληρού σιταριού χρησιμοποιείται ποσότητα σπόρου 22-30 Kg/στρέμμα. Πριν την σπορά της καλλιέργειας πραγματοποιείται άροση, ενώ στην συνέχεια ακολουθεί δευτερεύουσα κατεργασία με την χρήση συνήθως καλλιεργητή. Η σπορά πραγματοποιείται με σπартικές μηχανές.

Κατά την σπορά πραγματοποιείται βασική λίπανση. Συνήθως εφαρμόζονται τα λιπάσματα 16-20-0 ή 20-10-0 στην ποσότητα των 30 kg/στρέμμα. Η βασική λίπανση συμπληρώνεται με επιφανειακή λίπανση η οποία πραγματοποιείται την περίοδο του αδελφώματος. Συνήθως εφαρμόζονται 30 κιλά του λιπάσματος ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012).



**Διάγραμμα 1.** Μέση στρεμματική απόδοση του σκληρού σιταριού στη χώρα μας (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2017).

Βασική καλλιεργητική φροντίδα στην καλλιέργεια του σιταριού είναι η καταπολέμηση των ζιζανίων η οποία πραγματοποιείται με εφαρμογή ζιζανιοκτόνων κατά την περίοδο του αδελφώματος-έναρξη καλαμώματος. Τα ζιζάνια είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που μειώνουν την τελική απόδοση της καλλιέργειας



(Baghestani et al. 2007). Στο ίδιο χρονικό διάστημα και εφόσον υπάρχει προσβολή από ασθένειες φυλλώματος πραγματοποιείται και εφαρμογή μυκητοκτόνου. Σε κάποιες περιοχές και ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες πραγματοποιείται άρδευση της καλλιέργειας, ιδιαίτερα όταν υπάρχει παρατεταμένη ανομβρία κατά την περίοδο από αρχές Απριλίου έως Μέσα Μαΐου. Η συγκομιδή του σιταριού πραγματοποιείται την περίοδο του Ιουνίου με θεριζοαλωνιστικές μηχανές (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής ανάπτυξης και Τροφίμων η μέση στρεμματική απόδοση του σκληρού σιταριού το διάστημα 2000-2010 κυμαίνεται από 182 έως 293 Kg/στρέμμα (Διάγραμμα 1).

### **1.3 Σιτάρι-Ζιζάνια**

#### **1.3.1 Είδη Ζιζανίων**

Τα ζιζάνια που παρατηρήθηκαν στον πειραματικό αγρό ήταν τα εξής:

#### **Στελλάρια (*Stellaria media* (L.) Vill., Caryophyllaceae)**

Η στελλάρια είναι ετήσιο χειμερινό ζιζάνιο των χειμερινών σιτηρών, λαχανοκομικών, δενδρωδών καλλιιεργειών, αμπελιών και κήπων (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009, Pilipavicius et al. 2011). Προτιμά γονιμά και υγρά εδάφη, με αντίδραση ελαφρώς όξινη μέχρι αλκαλική. Φυτρώνει κυρίως το φθινόπωρο και ολοκληρώνει συνήθως το βιολογικό του κύκλο κατά το τέλος της άνοιξης. Οι κοτυληδόνες είναι λεπτές, ωοειδείς. Ο βλαστός είναι έρπουσας έκφυσης, κυλινδρικός και έχει χρώμα ανοιχτό πράσινο. Τα άνθη είναι μικρά, λευκά, μασχαλιαία ή φέρονται στο άκρο του βλαστού. Ακόμη κάθε φυτό στελλάριας παράγει 15.000-25.000 σπόρους, οι οποίοι είναι σφαιροειδείς ή νεφροειδείς με χρώμα σταχτί έως ανοιχτό καστανό. Οι σπόροι διατηρούν τη φυτρωτική τους ικανότητα για πάνω από 10 έτη (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).

#### **Ανθεμίδα (*Anthemis arvensis* L., Asteraceae)**

Η ανθεμίδα είναι ετήσιο χειμερινό είδος που απαντάται σε ακαλλιέργητες και σε καλλιεργούμενες εκτάσεις, είναι κοινό ζιζάνιο στα χειμερινά σιτηρά (Ελευθεροχωρινός

και Γιαννοπολίτης 2009, Τόθ, 1999). Προτιμά εδάφη όξινα και πλούσια σε θρεπτικά συστατικά. Ο βλαστός έχει ύψος 20-50 cm, Τα άνθη σχηματίζουν κεφάλια με κίτρινα, σωληνοειδή ανθίδια και λευκά γλωσσοειδή ανθίδια, ενώ κάθε φυτό παράγει κατά μέσο όρο 4.000-5.000 σπόρους (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).

#### **Γαλαζάκι** (*Veronica persica* Poir., Scrophulariaceae)

Το γαλαζάκι ή βερόνικα είναι ετήσιο χειμερινό είδος που δημιουργεί προβλήματα στα χειμερινά σιτηρά, στη μηδική (περίοδος λήθαργου) και σε φθινοπωρινά ψυχανθή. Προτιμά εδάφη γόνιμα, υγρά και συνήθως πηλώδη. Φυτρώνει το φθινόπωρο και αργότερα από το είδος *V.hederifolia* L.. Οι κοτυληδόνες είναι ωοειδείς, έμμισχες με ευδιάκριτο το κεντρικό νεύρο. Τα φύλλα είναι έμμισχα με οδόντωση στην περιφέρεια και καλυμμένα από τρίχες. Ο βλαστός έχει όρθια ή έρπουσα έκφυση, είναι κυλινδρικός, διακλαδισμένος και καλυμμένος από τρίχες. Η βερόνικα ανθίζει από Μάρτιο μέχρι Μάιο και τα άνθη έχουν γαλάζιο χρώμα, έχουν (με) μεγάλους ποδίσκους οι οποίοι είναι καλυμμένοι με τρίχες. Τέλος κάθε φυτό παράγει κατά μέσο όρο 50-100 σπόρους, οι οποίοι είναι ωοειδείς (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Έρευνες σε καλλιέργεια σιταριού έδειξαν ότι η λίπανση με φωσφόρο (P) και κάλιο (K) ευνοεί την ανάπτυξη της βερόνικας (Tang et al. 2014).

#### **Σινάπι άγριο** (*Sinapis arvensis* L., Cruciferae)

Το άγριο σινάπι ή λαψάνα είναι ετήσιο χειμερινό ζιζάνιο που απαντάται συχνά σε χειμερινά σιτηρά, χειμερινά ψυχανθή, πρώιμες ανοιξιάτικες καλλιέργειες, λαχανοκομικά φυτά και ακαλλιέργητες εκτάσεις. Προτιμά καλώς αεριζόμενα εδάφη, τα οποία είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά, ασβέστιο και οργανική ουσία. Ο βλαστός έχει ύψος 30-100 cm, είναι όρθιας έκφυσης και διακλαδίζεται. Τα άνθη είναι κίτρινα και φέρονται σε βοτρυοειδείς ταξιανθίες. Κάθε φυτό παράγει κατά μέσο όρο 1.200-4.000 σπόρους, που διατηρούν τη φυτρωτική τους ικανότητα για πάνω από 10 έτη (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Το ζιζάνιο ανταγωνίζεται τα φυτά της καλλιέργειας για τα θρεπτικά στοιχεία, το νερό και το φως, με αποτέλεσμα χωρίς τον έλεγχο του, το

παραγόμενό προϊόν να διατρέχει κίνδυνο υποβάθμισης (Shahbazi 2013). Επίσης οι Dhima and Eleftherohorinos (2005) αναφέρουν ότι το ζιζάνιο μπορεί προκαλέσει μείωση της απόδοσης κατά 26% σε καλλιέργεια σιταριού.

### **Παπαρούνα κοινή (*Papaver rhoeas* L., Papaveraceae)**

Η παπαρούνα είναι ετήσιο χειμερινό είδος που απαντάται με μεγάλη συχνότητα σε ακαλλιέργητες εκτάσεις, σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009) και σε καλλιέργειες ελαιοκράμβης (Adamczewski et al. 2014). Προτιμά πηλώδη και αργιλώδη εδάφη, πλούσια σε υγρασία και θρεπτικά συστατικά. Φυτρώνει το φθινόπωρο και ανθίζει την άνοιξη. Είναι ένα είδος που παρουσιάζει μεγάλη μορφολογική παραλλακτικότητα. Χαρακτηριστικό του είδους τα άνθη, που φέρουν μεγάλα πέταλα, βαθυκόκκινα με μια μαύρη κηλίδα στη βάση τους. Κάθε φυτό παράγει περίπου 10000-20000 σπόρους, οι οποίοι διατηρούν τη φυτρωτική τους ικανότητα για αρκετά έτη, κάτι που καθιστά δύσκολη την αντιμετώπιση του (Torra et al. 2010). Τα φυτά παπαρούνας όταν θερίζονται με καλλιέργειες που προορίζονται για κτηνοτροφία, ως χλωρή ή ξηραμένη τροφή, προκαλούν διαταραχές, εξαιτίας του αλκαλοειδούς 'ροιαδίνη' που περιέχουν (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).

Ερευνητές αναφέρουν ότι πληθυσμοί παπαρούνας σε οκτώ Ευρωπαϊκές χώρες (Δανία, Γαλλία, Ελλάδα, Ισπανία, Γερμανία, Ιταλία, Μεγάλη Βρετανία, Πολωνία) έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα αναστολείς του ενζύμου οξικογαλακτική συνθάση (ALS) (Kaloumenos et al. 2011, Adamczewski et al. 2014, Karkanis et al. 2016).

### **Μυρώνι (*Scandix pecten-veneris* L., Apiaceae)**

Το μυρώνι είναι ετήσιο χειμερινό ζιζάνιο το οποίο απαντάται σε δενδρώδεις καλλιέργειες, σε αμπελώνες, σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών και ακαλλιέργητες εκτάσεις. Σε πρόσφατη έρευνα οι Peters και Gerowitt (2014) αναφέρουν ότι η ανάπτυξη του αυτού του ζιζανίου δεν ευνοείται σε θερμές συνθήκες. Θεωρείται εξαιρετικό λαχανευόμενο είδος (λεπτό άρωμα) και τα τρυφερά φυτά του χρησιμοποιούνται σε

χορτόπιτες και σαλάτες. Οι κοτυληδόνες είναι στενές και έχουν μεγάλο μήκος. Τα φύλλα είναι πτεροσχιδή (σχισμένα δυο-τέσσερις φορές) με στενά γραμμοειδή τμήματα. Ο βλαστός έχει όρθια έκφυση, διακλαδίζεται και είναι καλυμμένος από τρίχες. Το μυρώνι ανθίζει από Μάρτιο μέχρι Ιούνιο. Τα άνθη έχουν λευκό χρώμα και σχηματίζονται στην κορυφή των βλαστών και των διακλαδώσεων. Ο καρπός αποτελείται από ένα κοντό κυλινδρικό τμήμα (στη βάση) που περιέχει τους σπόρους και από ένα ακραίο τμήμα, πολύ μακρύτερο και λίγο συμπιεσμένο στις πλευρές του το οποίο λέγεται 'ράμφος' και δε περιέχει σπόρους (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).

### **1.3.2 Μέθοδοι Καταπολέμησης**

Ο έλεγχος των ζιζανίων στις συμβατικές καλλιέργειες σιτηρών, κυρίως στηρίζεται στη χρήση ζιζανιοκτόνων. Αρκετά ζιζανιοκτόνα είναι εγκεκριμένα για χρήση στα χειμερινά σιτηρά. Επιπροσθέτως, άλλες εναλλακτικές μέθοδοι για τον έλεγχο των ζιζανίων είναι η αμειψισπορά, η επιλογή ανταγωνιστικών ποικιλιών, η επιλογή του κατάλληλου χρόνου και της πυκνότητας σποράς, η μέθοδος της ψευδοσποράς, η χρήση πιστοποιημένου καθαρού σπόρου και η συγκαλλιέργεια. Στην βιολογική καλλιέργεια, η αντιμετώπιση των ζιζανίων βασίζεται μόνο σε καλλιεργητικά μέτρα (Karkanis et al. 2016).

Η αμειψισπορά είναι ένα σημαντικό καλλιεργητικό μέτρο ελέγχου των ζιζανίων στα σιτηρά. Οι Woźniak και Soroka (2015) αναφέρουν ότι η υψηλότερη πυκνότητα ζιζανίων παρατηρήθηκε σε σιτηρά μονοκαλλιέργειας. Επιπλέον, η αμειψισπορά επιτρέπει στους καλλιεργητές την εναλλαγή ζιζανιοκτόνων. Στα προγράμματα αμειψισποράς σε χωράφια σιτηρών που περιλαμβάνουν εαρινές καλλιέργειες (π.χ. αραβόσιτο, βαμβάκι) η πυκνότητα των πλατύφυλλων ζιζανίων, αλλά ειδικότερα των αγρωστωδών ζιζανίων μειώνεται σημαντικά. Ο κυριότερος λόγος μείωσης του πληθυσμού των ζιζανίων ίσως οφείλεται στην υπολειμματικότητα των ζιζανιοκτόνων που χρησιμοποιήθηκαν στις εαρινές καλλιέργειες (Karkanis et al. 2016).

Η πυκνότητα και η ημερομηνία σποράς επηρεάζουν επίσης την ανταγωνιστική ικανότητα της καλλιέργειας. Αυξημένη πυκνότητα των φυτών της καλλιέργειας μπορεί

να συμβάλλει σημαντικά στον έλεγχο των ζιζανίων (Olsen et al. 2012, Weiner et al. 2001). Αρκετές έρευνες έδειξαν ότι υψηλή πυκνότητα καλλιέργειας μπορεί να βελτιώσει την ανταγωνιστικότητα έναντι των ζιζανίων (Blackshaw et al. 2000, O'Donovan et al. 2000). Επίσης, ο χρόνος σποράς (πρώιμη ή όψιμη) έχει επιρροή στην πυκνότητα των ζιζανίων (Farooq and Cheema 2014, Rasmussen 2004). Κάτω από τις Μεσογειακές συνθήκες, πρώιμη σπορά στα τέλη Οκτωβρίου οδηγεί σε αύξηση της ανταγωνιστικότητας των ζιζανίων. Επιπλέον, οψίμιση της σποράς από το Νοέμβριο στο Δεκέμβριο, μπορεί να μειώσει τον ανταγωνισμό των χειμερινών σιτηρών έναντι των ζιζανίων.

Οι ποικιλίες του σιταριού διαφέρουν όσον αφορά την ανταγωνιστική ικανότητα τους (Lemerle et al. 2001, Travlos 2012). Η ποικιλία Quadrato θεωρείται πιο ανταγωνιστική έναντι αρκετών ζιζανίων σε σχέση με τις ποικιλίες Meridiano, Cosmodur και Simeto (Travlos 2012). Οι ποικιλίες με αυξημένη ανταγωνιστική ικανότητα έναντι των ζιζανίων συνεισφέρουν σημαντικά στον έλεγχο των ζιζανίων και στην βιολογική καλλιέργεια (Mason and Spaner 2006). Ένας μεγάλος αριθμός νέων ποικιλιών έχει κυκλοφορήσει τα τελευταία χρόνια που διαφέρουν σε μεγάλο εύρος όσον αφορά τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης. Κατά την επιλογή της ποικιλίας, διάφοροι παράμετροι πρέπει ληφθούν υπόψη όπως η χρήση της καλλιέργειας (καρπός ή σανό), η περιοχή, η ημερομηνία σποράς, η αντοχή και ανοχή στις ασθένειες και η ανταγωνιστική ικανότητα. Επίσης, σημαντικά είναι χαρακτηριστικά όπως η ικανότητα αδελφώματος, το ύψος του φυτού και η αλληλοπάθεια τα οποία επηρεάζουν την αλληλεπίδραση των ζιζανίων με τις καλλιέργειες των χειμερινών σιτηρών (Efthimiadou et al. 2009, Lemerle et al. 2001, Travlos 2012).

Επιπρόσθετα, η λίπανση αζώτου επηρεάζει την αλληλεπίδραση καλλιέργειας-ζιζανίων (Gonzales and Santin 2001). Η ισορροπημένη λίπανση μπορεί να αυξήσει την ανταγωνιστικότητα της καλλιέργειας, ενώ μειωμένη αζωτούχος (N) λίπανση έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της ανταγωνιστικότητας της καλλιέργειας έναντι των ζιζανίων. Αντίθετα, η υπερβολική λίπανση αζώτου (N), ενισχύει την ανάπτυξη των ζιζανίων κάνοντας τα πιο ανταγωνιστικά έναντι του σιταριού. Σε πολλές περιπτώσεις, τα ζιζάνια

αντιδρούν στην προσθήκη του αζώτου περισσότερο σε σχέση με το σιτάρι (Blackshaw et al. 2003). Οι Dhima και Eleftherohorinos (2005) επίσης αναφέρουν ότι η εφαρμογή αζώτου (N) ( $150 \text{ kg ha}^{-1}$ ) αύξησε την βιομάζα του άγριου σιναπιού (*Sinapis arvensis* L.) σε καλλιέργειες σιταριού και τριτικάλε κατά 10 και 16% αντίστοιχα. Ακόμα, η συγκαλλιέργεια σιτηρών με ψυχανθή είναι ένα συνηθισμένο καλλιεργητικό μέτρο, ειδικότερα στη βιολογική καλλιέργεια, ώστε να μειωθούν η πυκνότητα και η βιομάζα των ζιζανίων. Στην νότια Ευρώπη τα κουκιά, το μπιζέλι και ο βίκος χρησιμοποιούνται σε συγκαλλιέργεια με τα χειμερινά σιτηρά (Lithourgidis et al. 2007, Corre-Hellou et al. 2011, Pristeri et al. 2012).

### 1.3.3 Χημική Καταπολέμηση

Η χημική μέθοδος είναι η μέθοδος καταπολέμησης των ζιζανίων που προτιμάται από τους καλλιεργητές χειμερινών σιτηρών. Τα διαθέσιμα ζιζανιοκτόνα είναι αποτελεσματικά για μεγάλο εύρος πλατύφυλλων αλλά και αγρωστωδών ζιζανίων. Η επιλογή του ζιζανιοκτόνου βασίζεται κυρίως στο είδος των ζιζανίων που συναντάμε σε ένα συγκεκριμένο αγρό (Karkanis et al. 2016). Μερικά ζιζανιοκτόνα τα οποία χρησιμοποιούνται στα χειμερινά σιτηρά είναι τα εξής: amidosulfuron, chlorsulfuron, iodosulfuron-methyl, mesosulfuron-methyl, thifensulfuron-methyl, tribenuron-methyl, tritosulfuron, pinoxaden, florasulam, pyrosxulam, clodinafop-propagyl, fenoxaprop-p-ethyl, 2,4-D, MCPA και mecoprop-p (Πίνακας 1).

**Πίνακας 1.** Εγκεκριμένα ζιζανιοκτόνα σε καλλιέργειες σιτηρών στη χώρα μας και ο μηχανισμός δράση τους (Karkanis et al. 2016).

Μηχανισμός δράσης	Χημική Ομάδα	Ζιζανιοκτόνο
Αναστολείς του ενζύμου	Αρυλοφαινοξυαλκανοϊκά οξέα (FOPs)	clodinafop-propagyl
καρβοξυκλάση του		diclofop-methyl

ακετυλο-συνενζύμου- A (ACCase)		fenoxaprop-p-ethyl
	Κυκλοεξανδιανόνες (DIMs)	tralkoxydim
	Φαινυλοπυραζολίνες	pinoxaden
		chlorsulfuron
		amidosulfuron sodium
		iodosulfuron-methyl
		mesosulfuron-methyl
Αναστολείς του ενζύμου οξικογαλακτική συνθάση (ALS)	Σουλφονουρίες	metsulfuron-methyl
		thifensulfuron-methyl
		tribenuron-methyl
		triasulfuron
		tritosulfuron
	Τριαζολοπυριμιδίνες	pyroxsulam
Αναστολείς του ενζύμου οξειδάση του πρωτοπορφυρινογόνου (PPG oxidase)	Τριαζολινόνες	carfentrazone-ethyl
Αναστολείς της	Θειοκαρβαμικά	prosulfocarb

βιοσύνθεσης των λιπών		
Αναστολείς του φωτοσυστήματος II	Νιτρίλια	bromoxynil ioxynil
		2,4 D
	Φαινοκυαλκανοϊκά	MCPA mecoprop-p
Δράση αυξίνης	Βενζοϊκά παράγωγα	dicamba
		clopyralid
	Πυριδινοκαρβοξυλικά οξέα	aminopyralid

Τα ζιζανιοκτόνα εφαρμόζονται κυρίως στην περίοδο του αδελφώματος. Εφαρμόζονται με όγκο ψεκασμού 25-30 L στρέμμα και πίεση ψεκασμού 2.5-3 atm. Η αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων αυξάνει με την προσθήκη επιφανειοδραστικών ουσιών (Yadav et al. 2009; Javaid and Tanveer 2013). Ορισμένα ζιζανιοκτόνα (πχ. ripoxaden) μπορεί να προκαλέσουν φυτοτοξικότητα, σε καλλιέργειες στρεσοραρισμένες εξαιτίας παγετού ή αυξημένης υγρασίας του εδάφους. Για αυτό το λόγο η κατάσταση της καλλιέργειας αλλά και οι περιβαλλοντικές συνθήκες θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν κατά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων (Karkanis et al. 2016).

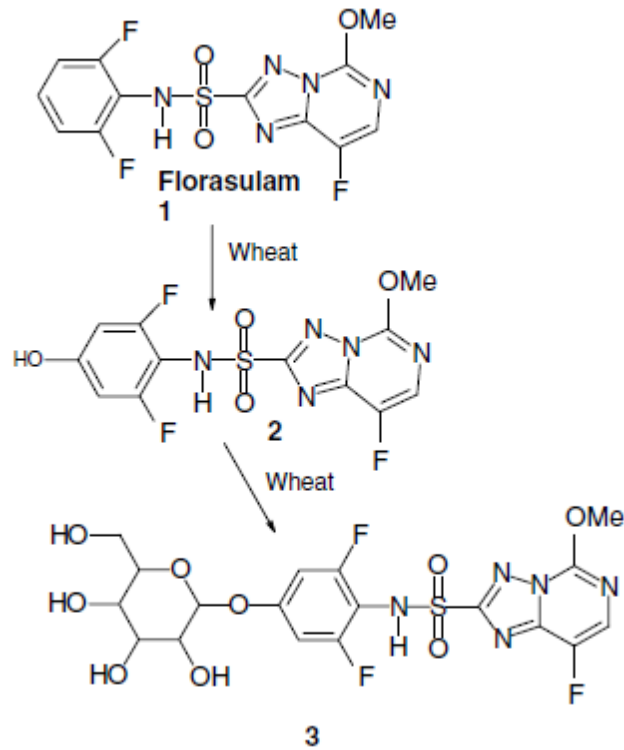
## 1.4 Ζιζανιοκτόνα Πειράματος

### 1.4.1 Florasulam

Το florasulam είναι ζιζανιοκτόνο της ομάδας των τριαζολοπυριμιδίνων-σουλφονιδίων. Ο μηχανισμός δράσης του είναι ανήκει στους παρεμποδιστές της βιοσύνθεσης αμινοξέων της ομάδας του πυροσταφυλικού, αναστέλλει τη δράση του ενζύμου οξεικογαλακτική συνθετάση (acetolactate synthase-ALS). Αποτέλεσμα αυτού



του μηχανισμού δράσης είναι η παρεμπόδιση της βιοσύνθεσης αμινοξέων και των νουκλεϊνικών οξέων, που ακολουθείται από αναστολή της κυτταροδιαίρεσης και ανάσχεση της αύξησης, χλώρωση, νέκρωση των μεριστωματικών ιστών και τελικά νέκρωση των φυτών μετά από μερικές εβδομάδες. Απορροφάται από τις ρίζες και τους βλαστούς και μετακινείται μέσω των αγγείων του ξύλου και ηθμού. Χρησιμοποιείται μεταφυτρωτικά για τον έλεγχο πλατύφυλλων ζιζανίων σε χειμερινών σιτηρών, και αραβοσίτου. Η εκλεκτική του δράση οφείλεται στο διαφορετικό βαθμό μεταβολισμού στα ανθεκτικά και ευαίσθητα είδη (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2010).



**Διάγραμμα 2.** Μεταβολισμός του ζιζανιοκτόνου florasulam στο σιτάρι (DeBoer et al. 2006).

Το ζιζανιοκτόνο είναι εκλεκτικό για τις καλλιέργειες του σιταριού (σκληρό και μαλακό) και του κριθαριού και είναι αποτελεσματικό έναντι πολλών πλατύφυλλων ζιζανίων. Οι deBoer et. al. (2006) αναφέρουν ότι η εκλεκτικότητα του ζιζανιοκτόνου στο

σιτάρι και η υψηλή δραστηκότητα του στα ζιζάνια (*Galeopsis* spp., *Polygonum convolvulus* L. και *Galium aparine* L.) οφείλεται στο γρήγορο μεταβολισμό του ζιζανιοκτόνου (Διάγραμμα 2) στα φυτά του σιταριού και στην μικρή ταχύτητα μεταβολισμού στα ζιζάνια. Ο χρόνος ημιζωής του florasulam είναι 2.4 ώρες στο σιτάρι, και 19.8, 43.6, και >48 ώρες στα *Galeopsis* spp., *Polygonum convolvulus* L. και *Galium aparine* L., αντίστοιχα (deBoer et al. 2006).

Το ζιζανιοκτόνο florasulam χρησιμοποιείται μόνο του ή σε συνδυασμό με άλλα ζιζανιοκτόνα. Οι Baghestani et. al. (2007) αναφέρουν ότι ο συνδυασμός florasulam και flumetsulam σε καλλιέργεια μαλακού σιταριού αντιμετώπισε αποτελεσματικά τα είδη *Goldbachia laevigata* (M. Bieb.) DC. και *Sinapis arvensis*, ενώ δεν προκλήθηκε φυτοτοξικότητα στα φυτά του μαλακού σιταριού (Baghestani et al. 2007).

#### **1.4.2 2,4-D**

Το ζιζανιοκτόνο 2,4-D εστέρας(2,4-dichlorophenoxy acetic acid) είναι διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο, που χρησιμοποιείται μεταφυτρωτικά (στο στάδιο των 5-6 φύλλων) για τον έλεγχο ετήσιων και πολυετών πλατύφυλλων ζιζάνιων στα χειμερινά σιτηρά. Ανήκει στην ομάδα των φαινοξυαλκανοϊκών οξέων. Συσσωρεύεται κυρίως στους μεριστωματικούς ιστούς των βλαστών και ριζών στους οποίους και δρα. Οι ενώσεις της ομάδας των φαινοξυαλκανοϊκών οξέων χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση ετήσιων και πολυετών πλατύφυλλων ζιζάνιων. Απορροφούνται από τα φύλλα και μετακινούνται τόσο συμπλαστικά όσο και αποπλαστικά προς τους νεαρούς μεριστωματικούς ιστούς, όπου και συγκεντρώνονται. Ο μηχανισμός δράσης των φαινοξυαλκανοϊκών ζιζανιοκτόνων μοιάζει με εκείνον των αυξινών. Επηρεάζουν την κυτταρική διαίρεση και το μεταβολισμό των νουκλεϊνικών οξέων και των πρωτεϊνών. Τα συμπτώματα της δράσης είναι η πρόκληση επιναστίας, η κύρτωση και η συστροφή του ελάσματος των φύλλων, η έντονη παραμόρφωση της νέας βλάστησης, που χαρακτηρίζεται από φύλλα στενά καθώς και η αναστολή της επιμήκυνσης των ριζών. (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2010).

Το ζιζανιοκτόνο αυτό χρησιμοποιείται μόνο του ή σε συνδυασμό με άλλα ζιζανιοκτόνα. Οι Baghestani et al. (2007) αναφέρουν ότι το ζιζανιοκτόνο 2,4-D σε συνδυασμό με το ζιζανιοκτόνο carfentrazone-ethyl καταπολέμησε αποτελεσματικά τα ζιζάνια *Erysimum repandum* L., *Goldbachia laevigata* και *Sinapis arvensis* σε καλλιέργεια μαλακού σιταριού. Επίσης, το μείγμα 2,4-D και MCPA καταπολέμησε αποτελεσματικά τα είδη *Goldbachia laevigata* και *Sinapis arvensis*.

### 1.4.3 Bromoxynil

Το ζιζανιοκτόνο bromoxynil ανήκει στην ομάδα των νιτριλίων που έχουν μηχανισμό δράσης τη παρεμπόδιση της μεταφοράς ηλεκτρονίων από το φωτοσύστημα II (PS II) στο φωτοσύστημα I (PS I). Υποστηρίζεται ότι η ένωση προσκολλάται στη θέση σύνδεσης της πλαστοκινόνης (PQ) με την πρωτεΐνη D<sub>1</sub>, παρεμποδίζοντας έτσι τη ροή των ηλεκτρονίων από την ανηγμένη φαιοφυτίνη προς τη πλαστοκινόνη. Αποτέλεσμα αυτού του τρόπου δράσης των ζιζανιοκτόνων της κατηγορίας αυτής είναι η γρήγορη εμφάνιση χλωρωτικών συμπτωμάτων στα φύλλα, που αποτελεί σαφή ένδειξη δυσλειτουργιών στο φωτοσυνθετικό σύστημα και ακολουθείται από γενική αναστολή της αύξησης των φυτών, με τελικό αποτέλεσμα τη νέκρωση τους. Η εκδήλωση των χλωρωτικών συμπτωμάτων εμφανίζεται σε συνθήκες έντονης ηλιακής ακτινοβολίας.

Το bromoxynil (πχ. εμπορικά ονόματα Brominal Nuevo και Buctril) είναι αποτελεσματικό μόνο σε πλατύφυλλα ζιζάνια. Απορροφάται από τα φύλλα αλλά χαρακτηρίζεται από διελασματική κίνηση. Εφαρμόζεται μεταφυτρωτικά για των έλεγχου ετήσιων πλατύφυλλων ζιζάνιων των οικογενειών Polygonaceae, Compositae και Boraginaceae στα σιτηρά, τον αραβόσιτο, το σόργο, το λινάρι, βολβώδη λαχανικά, σε χλοοτάπητες και σε ακαλλιέργητες εκτάσεις. Η εφαρμογή του συνίσταται να γίνεται μέχρι το τέλος του αδελφώματος των σιτηρών και πριν τα ζιζάνια ξεπεράσουν τα 4 φύλλα. Η εκλεκτική τοξικότητα οφείλεται στο διαφορετικό βαθμό μεταβολισμού στα ευαίσθητα και ανθεκτικά φυτά (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2010). Το bromoxynil συνήθως εφαρμόζεται σε συνδυασμό με άλλα ζιζανιοκτόνα. Οι Baghestani et al. (2007) παρατήρησαν ότι ο συνδυασμός του bromoxynil και MCPA καταπολέμησαν

αποτελεσματικά τα είδη *Goldbachia laevigata* και *Sinapis arvensis* σε καλλιέργεια μαλακού σιταριού.

## **1.5 Μυκητοκτόνα Πειράματα**

### **1.5.1 azoxystrobin**

Το μυκητοκτόνο azoxystrobin ανήκει στους παρεμποδιστές του συμπλόκου III της αναπνευστικής αλυσίδας. Η ουσία azoxystrobin είναι Q<sub>o</sub> (Quinone “outside”) παρεμποδιστής και δρα στο κέντρο οξείδωσης ουμπικινόλης. Ειδικότερα η ουσία ανήκει στην ομάδα στρομπιλουρίνες (strobilurins) ή β-μεθοξυακρυλικά (β-methoxyacrylates). Τα μυκητοκτόνα αυτής της ομάδας έχουν ευρύ φάσμα δράσης, σε μικρές συγκεντρώσεις μπορούν να καταπολεμήσουν σημαντικά φυτοπαθογόνα από τις τέσσερις κλάσεις των μυκήτων (περονόσπορους, ωΐδια, φουζικλάδια, σκωριάσεις). Η ουσία χαρακτηρίζεται από διασυστηματική κίνηση και χρησιμοποιείται προληπτικά και θεραπευτικά για την καταπολέμηση σημαντικών φυτοπαθογόνων μυκήτων (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2010). Το μυκητοκτόνο αυτό παρουσιάζει υψηλή αποτελεσματικότητα έναντι ασθενειών των χειμερινών σιτηρών όπως η σεπτορίωση (*Mycosphaerella graminicola*, McCartney et al. 2007). Μερικά σκευάσματα στα οποία περιέχεται το azoxystrobin είναι το Quadris, Ortiva και το Amistar.

### **1.5.2 trifloxystrobin**

Το trifloxystrobin ανήκει στους παρεμποδιστές του συμπλόκου III της αναπνευστικής αλυσίδας. Τα μυκητοκτόνα αυτής της ομάδας έχουν ευρύ φάσμα δράσης, σε μικρές συγκεντρώσεις μπορούν να καταπολεμήσουν σημαντικά φυτοπαθογόνα. Ειδικότερα, η ουσία ανήκει στην ομάδα των μεθοξυιμινοοξικών (methoxyiminoacetates ή oximinoacetates). Το μυκητοκτόνο είναι διελασματικό, ευρέως φάσματος με προληπτική και θεραπευτική δράση, είναι αποτελεσματικό σε ευρύ φάσμα μυκήτων (Ασκομύκητες, Αδηλομύκητες και Βασιδιομύκητες) και Ωομυκήτων σε πολλές

καλλιέργειες (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2010). Σε καλλιέργειες των χειμερινών σιτηρών χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση διάφορων ασθενειών όπως οι σκωριάσεις και η σεπτορίωση. Σε πρόσφατη έρευνα στην Βόρεια Ευρώπη αναφέρεται ανάπτυξη ανθεκτικότητας του μυκητοκτόνου trifloxystrobin έναντι του μήκητα *Septoria tritici* (Beyer et al. 2011).

### **1.5.3 prothioconazole**

Το prothioconazole ανήκει στους παρεμποδιστές βιοσύνθεσης εργοστερόλης (Ergosterol Biosynthesis Inhibitors, EBIs) ή παρεμποδιστές βιοσύνθεσης στερολών (Sterol Biosynthesis Inhibitors, SBIs). Ειδικότερα, η ουσία ανήκει στην ομάδα των τριοζολικών. Είναι αποτελεσματικό σε μύκητες, όπως *Thanatephorus cucumeris* στο ρύζι, *Venturia inaequalis*, *Monilinia fructicola*, *Gymnosporangium* spp. *Podosphaera leucotricha* στα μηλοειδή, *Ustilago nuda*, *Rhizoctonia solani* και *Sclerotinia homoeocarpa* σε χλοοτάπητες (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2010). Επίσης, το prothioconazole είναι αποτελεσματικό για την καταπολέμηση της σεπτορίωσης και των σκωριάσεων στα χειμερινά σιτηρά (Heick et al. 2017, Reiss and Jørgensen 2017).

## **1.6. Σκοπός της εργασίας**

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της αποτελεσματικότητας ζιζανιοκτόνων σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού. Επίσης, δόθηκε έμφαση στην αξιολόγηση της συνδυαστικότητας των ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων, τα οποία εφαρμόστηκαν στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού το ίδιο χρονικό διάστημα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: Υλικά και Μέθοδοι

### 2.1 Πειραματικός αγρός

Πραγματοποιήθηκε σπορά σκληρού σίτου (*Triticum durum* cv. Quadrato) στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο (Εικόνα 1). Το έδαφος ήταν αμμοαργιλοπηλώδες. Οι ιδιότητες και το pH παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 2.** Ιδιότητες εδάφους πειραματικού αγρού.

Τύπος Εδάφους	
Άμμος	38%
Ιλύς	36%
Άργιλος	26%
pH	7,4 (1:1 έδαφος/ H <sub>2</sub> O)



**Εικόνα 1.** Σπορά πειραματικού αγρού.

## 2.2 Πειραματικό σχέδιο

Εφαρμόστηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με τέσσερις επαναλήψεις και 7 επεμβάσεις (Διάγραμμα 3). Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν σε έκταση 630 m<sup>2</sup> και οι διαστάσεις των τεμαχίων ήταν 2,25 x 6,5 m. Χρησιμοποιήθηκε ποσότητα σπόρου 25 kg/στρέμμα.

<b>Brominal+ Ortiva</b>	<b>Brominal+ Madison</b>	<b>Μάρτυρας</b>	<b>Brominal</b>
<b>Mustang+ Madison</b>	<b>Brominal+ Ortiva</b>	<b>Brominal+ Madison</b>	<b>Μάρτυρας</b>
<b>Mustang+ Ortiva</b>	<b>Mustang+ Madison</b>	<b>Brominal+ Ortiva</b>	<b>Brominal+ Madison</b>
<b>Mustang</b>	<b>Mustang+ Ortiva</b>	<b>Mustang+ Madison</b>	<b>Brominal+ Ortiva</b>
<b>Brominal</b>	<b>Mustang</b>	<b>Mustang+ Ortiva</b>	<b>Mustang+ Madison</b>
<b>Μάρτυρας</b>	<b>Brominal</b>	<b>Mustang</b>	<b>Mustang+ Ortiva</b>
<b>Brominal+Madison</b>	<b>Μάρτυρας</b>	<b>Brominal</b>	<b>Mustang</b>

**Διάγραμμα 3.** Πειραματικό σχέδιο τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 4 επαναλήψεις και 7 επεμβάσεις.

Οι επεμβάσεις ήταν οι ακόλουθες: μάρτυρας, bromoxynil/2,4-D, bromoxynil/2,4-D+azoxystrobin, bromoxynil/2,4-D+trifloxystrobin/prothioconazole, florasulam/2,4-D, florasulam/2,4-D+azoxystrobin, florasulam/2,4-D+ trifloxystrobin/prothioconazole). Οι δόσεις εφαρμογής των bromoxynil/2,4-D (εμπορικό όνομα: Brominal Nuevo, Bayer CropScience, Ελλάδα), florasulam/2,4-D (Mustang 306 SE, Elanco Hellas, Ελλάδα), azoxystrobin (Ortiva 25 SC, Syngenta, Ελλάδα) και trifloxystrobin/prothioconazole (Madison 263 SC, Bayer CropScience, Ελλάδα) ήταν 150 ml/στρέμμα, 80 ml/στρέμμα, 100 ml/στρέμμα και 114 ml/στρέμμα (Πίνακας 3). Τα φυτοφάρμακα εφαρμόστηκαν με ψεκαστήρα ακριβείας, με ακροφύσια σκούπας και πίεση ψεκασμού 2,5 atm, ενώ ο όγκος ψεκασμού ήταν 30 L/στρέμμα. Τα ζιζανιοκτόνα εφαρμόστηκαν στις 17 Μαρτίου του 2015 (στάδιο ανάπτυξης 31-32 (Zadoks et al. 1974)) στις μέγιστες συνιστώμενες δόσεις

**Πίνακας 3.** Δόσεις εφαρμογής των ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων του πειράματος.

<b>Δραστική Ουσία</b>	<b>Εμπορικό όνομα</b>	<b>Δόση (ml/στρέμμα)</b>
<b>Ζιζανιοκτόνα</b>		
<b>bromoxynil+2.4 D</b>	<b>Brominal Nuevo (Bayer CropScience, Greece)</b>	<b>150</b>
<b>florasulam+2.4 D</b>	<b>Mustang 306 SE (Elanco Hellas, Greece)</b>	<b>80</b>
<b>Μυκητοκτόνα</b>		
<b>azoxystrobin</b>	<b>Ortiva 25 SC (Syngenta, Greece)</b>	<b>100</b>
<b>trifloxystrobin+prothioconazole</b>	<b>Madison 263 SC (Bayer CropScience, Greece)</b>	<b>114</b>



### **2.3. Καλλιεργητικά στοιχεία**

#### ***Προετοιμασία εδάφους***

Για την κατεργασία του εδάφους χρησιμοποιήθηκε άροτρο, με βάθος κατεργασίας 20 cm και στην συνέχεια έγινε ένα πέρασμα με καλλιεργητή.

#### ***Σπορά***

Η σπορά του σίτου πραγματοποιήθηκε στις 17 Νοεμβρίου 2014. Το σιτάρι σπάρθηκε σε σειρές που απείχαν μεταξύ τους 18 cm, ενώ το βάθος σποράς ήταν 3-5 cm.



**Εικόνα 2.** Πειραματικός αγρός 14 ημέρες μετά την εφαρμογή των φυτοφαρμάκων.

## Λίπανση

Πραγματοποιήθηκε βασική λίπανση με το σύνθετο λίπασμα 16-20-0 (30 kg/στρέμμα) κατά την σπορά, ενώ η επιφανειακή λίπανση πραγματοποιήθηκε στην περίοδο του αδελφώματος. Εφαρμόστηκαν 30 κιλά/στρέμμα του λιπάσματος ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (26-0-0).

## 2.4. Μετρήσεις

### 2.4.1 Σιτάρι

Τα φυτικά χαρακτηριστικά τα οποία μελετήθηκαν ήταν τα εξής:

- **Ποσοστό φυτοτοξικότητας:** για τον προσδιορισμό του ποσοστού αυτού μετρήθηκε ο αριθμός φύλλων με σύμπτωμα φυτοτοξικότητας/100 φύλλα σιταριού στις 14 ημέρες μετά την εφαρμογή των φυτοφαρμάκων.
- **Ύψος:** Οι μετρήσεις του ύψους πραγματοποιήθηκαν σε 10 φυτά ανά τεμάχιο. Το τελικό ύψος μετρήθηκε στις 11/05/2015 στις 55 ημέρες μετά την εφαρμογή των φυτοφαρμάκων.
- **Αριθμός αδελφών:** Ο αριθμός των αδελφιών μετρήθηκε σε 10 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο, στις 11/05/2015, 55 ημέρες μετά την εφαρμογή των φυτοφαρμάκων.
- **Συγκέντρωση χλωροφύλλης:** Η μέτρηση της χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκε με το όργανο SPAD-502 chlorophyll meter (Konica Minolta Optics Inc.) (Εικόνα 3) στις 11/05/2015, με 10 μετρήσεις ανά πειραματικό τεμάχιο στο φύλλο σημαία. Το SPAD-502 chlorophyll meter χρησιμοποιεί την απορρόφηση για να υπολογίσει την συγκέντρωση της χλωροφύλλης στους ιστούς των φύλλων.

- **Ξηρό βάρος:** Για τη μέτρηση του βάρους γίνονταν δειγματοληψία φυτών πάνω στη γραμμή σε μήκος 1 m. Το ξηρό βάρος υπολογίστηκε μετά από ξήρανση για 96 ώρες σε 60°C. Το ξηρό βάρος της καλλιέργειας μετρήθηκε στις 11/05/2015 στις 55 ημέρες μετά την εφαρμογή των φυτοφαρμάκων.
- **Απόδοση σε σπόρο:** πραγματοποιήθηκε αλωνισμός με θεριζοαλωνιστική με πλάτος κοπής 1,4m, στις 22 Ιουνίου 2015. Μετά τον θερισμό, το βάρος 1000 σπόρων υπολογίστηκε από τυχαία επιλογή 4 x 100 σπόρων ανά δείγμα. Επίσης μετρήθηκε το μήκος του στάχυ σε 10 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο. Η συγκεκριμένη μέτρηση πραγματοποιήθηκε πριν την συγκομιδή.



**Εικόνα 3.** Φορητό όργανο μέτρησης της χλωροφύλλης (SPAD-502 chlorophyll meter, Konica Minolta Optics Inc.).



**Εικόνα 4.** Αλωνισμός της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού.

#### **2.4.2 Ζιζάνια**

Οι μετρήσεις των ζιζανίων πραγματοποιήθηκαν σε κάθε πειραματικό τεμάχιο σε επιφάνεια 40 x 40 cm. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 28 Απριλίου 2015 που αντιστοιχεί σε 42 ημέρες μετά την εφαρμογή των φυτοφάρμακων.

#### **Αξιολογήθηκαν:**

- **είδη ζιζανίων:** Καταγράφηκαν τα είδη των ζιζανίων που παρουσιάστηκαν.
- **αριθμός ζιζανίων:** Η μέτρηση του αριθμού των ζιζανίων πραγματοποιήθηκε σε μόνιμες θέσεις που είχαν επισημανθεί με πλαίσια σε κάθε πειραματικό τεμάχιο.

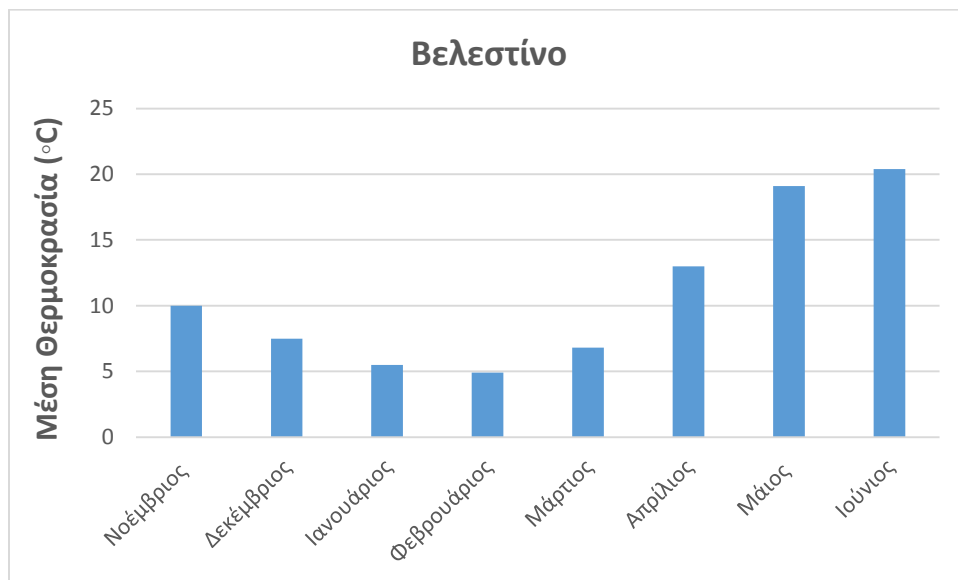
Καταγράφηκαν:

- ο συνολικός αριθμός ζιζανίων.
- η αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων έναντι των κύριων ζιζανίων.
- **συνολικό νωπό βάρος ζιζανίων:** Η μέτρηση του νωπού βάρους γίνονταν σε ζυγαριά ακριβείας.

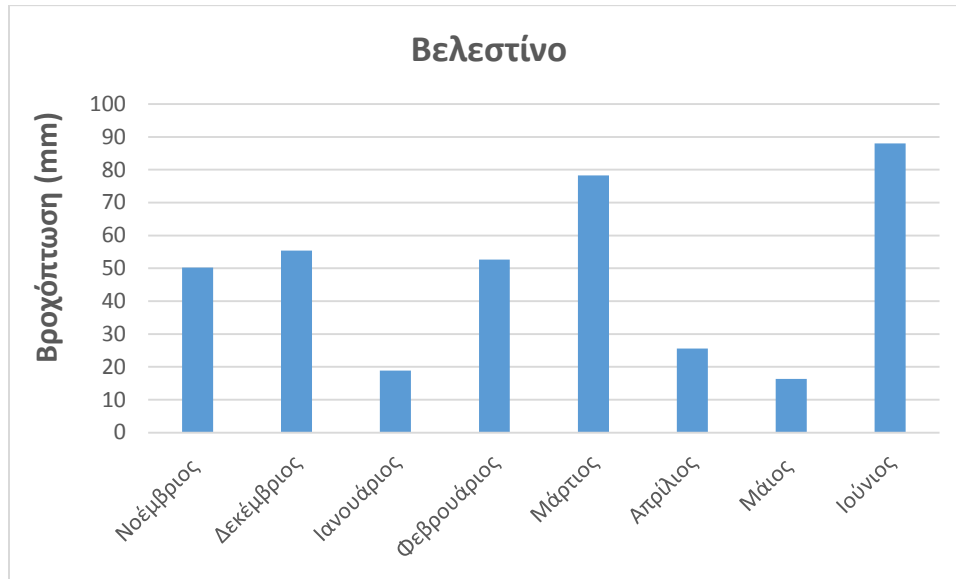
- **συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων:** Η μέτρηση του ξηρού βάρους των ζιζανίων, τα οποία μεταφέρονταν σε κλίβανο όπου και παρέμειναν για 96 ώρες (θερμοκρασία κλιβάνου 60 °C) γινόταν σε ζυγαριά ακριβείας.

## 2.5 Μετεωρολογικά Δεδομένα

Στα διαγράμματα 4 και 5 παρουσιάζονται το ύψος της βροχόπτωσης και η μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Το μεγαλύτερο ύψος βροχόπτωσης (88 mm) καταγράφηκε τον Ιούνιο, ενώ η μικρότερη μέση μηνιαία θερμοκρασία (4,9°C) κατά το μήνα Φεβρουάριο.



**Διάγραμμα 4.** Μέση μηνιαία τιμή της θερμοκρασίας στην περιοχή του Βελεστίνο κατά το διάστημα Νοέμβριος 2014-Ιούνιος 2015.



**Διάγραμμα 5.** Μηνιαία βροχόπτωση στην περιοχή του Βελεστίνο κατά το διάστημα Νοέμβριος 2014-Ιούνιος 2015.

## 2.6 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό SigmaPlot 12 (Systat Software Inc., San Jose, CA). Οι συγκρίσεις των μέσων πραγματοποιήθηκαν με την δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD), σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Επίσης, έγινε συσχέτιση μεταξύ των κύριων παραμέτρων της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού.

### Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>: Αποτελέσματα

#### 3.1 Συνδυαστικότητα ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων

Σε ορισμένες επεμβάσεις του πειράματος παρατηρήθηκαν νεκρωτικές κηλίδες στα φύλλα του σκληρού σιταριού (Εικόνα 7). Το μεγαλύτερο ποσοστό φυτοτοξικότητας (5,18 %) καταγράφηκε στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκαν συνδυαστικά το ζιζανιοκτόνο bromoxynil+2.4-D με το μυκητοκτόνο trifloxystrobin+prothioconazole (Πίνακας 4). Δεν καταγράφηκαν συμπτώματα φυτοτοξικότητας στην επέμβαση του bromoxynil+2.4-D.

**Πίνακας 4.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων στο ποσοστό φυτοτοξικότητας στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού.

Επεμβάσεις	Ποσοστό Φυτοτοξικότητας (%)
Μάρτυρας	0c
bromoxynil+2.4-D	0c
bromoxynil+2.4-D/ azoxystrobin	1.98b
bromoxynil+2.4-D/ trifloxystrobin+prothioconazole	5.18a
florasulam+2.4-D	0c
florasulam+2.4-D/ azoxystrobin	0c
florasulam+2.4-D/ trifloxystrobin+prothioconazole	0c
LSD <sub>5%</sub>	0.874
Τιμές F	45.025***

Επίσης, δεν παρατηρήθηκαν συμπτώματα φυτοτοξικότητας στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο florasulam+2.4-D μόνο του ή σε συνδυασμό με τα δύο μυκητοκτόνα. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι τα συμπτώματα φυτοτοξικότητας όπου εμφανίστηκαν ήταν παροδικά και δεν επηρέασαν την ανάπτυξη της καλλιέργειας.



**Εικόνα 7.** Νεκρωτικές κηλίδες στα φύλλα του σκληρού σιταριού στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο bromoxynil+2.4-D με το μυκητοκτόνο trifloxystrobin+prothioconazole (14 ημέρες μετά την εφαρμογή).

## **3.2 Ζιζάνια**

### **3.2.1 Είδη ζιζανίων**

Τα είδη των ζιζανίων που καταγράφηκαν στον πειραματικό αγρό είναι τα εξής: στελλάρια (*Stellaria media* L.), ανθεμίδα (*Anthemis arvensis* L.), γαλαζάκι (*Veronica*



*persica* Poir.), άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis* L.), παπαρούνα κοινή (*Papaver rhoeas* L.) και μυρώνι (*Scandix pectin-veneris* L.).

### **3.2.2 Συνολικός αριθμός, νωπό και ξηρό βάρος των ζιζανίων.**

#### **Συνολικός αριθμός ζιζανίων**

Ο μεγαλύτερος συνολικός αριθμός ζιζανίων (46,75/ m<sup>2</sup>) παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα. Παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα και των άλλων επεμβάσεων. Δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των άλλων επεμβάσεων. Μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων ο μικρότερος αριθμός των ζιζανίων (3,75/ m<sup>2</sup>) καταγράφηκε στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο florasulam+2.4-D, και ο μεγαλύτερος αριθμός (6,50/ m<sup>2</sup>) στα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε συνδυαστικά το ζιζανιοκτόνο florasulam+2.4-D και το μυκητοκτόνο azoxystrobin (Πίνακας 5).

#### **Συνολικό νωπό βάρος ζιζανίων**

Όσον αφορά το συνολικό νωπό βάρος των ζιζανίων (Kg/στρέμμα), το μεγαλύτερο βάρος (285,93 Kg/στρέμμα) παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα. Στις υπόλοιπες επεμβάσεις το μεγαλύτερο νωπό βάρος (7,75 Kg/στρέμμα) παρατηρήθηκε στο τεμάχιο που εφαρμόστηκε συνδυαστικά το ζιζανιοκτόνο bromoxynil+2.4-D με το μυκητοκτόνο azoxystrobin και το μικρότερο (2,94 Kg/στρέμμα) στο τεμάχιο που εφαρμόστηκε ο συνδυασμός του ζιζανιοκτόνου florasulam+2.4-D και του μυκητοκτόνου azoxystrobin (Πίνακας 5).

#### **Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων.**

Το μεγαλύτερο συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων (65,11 Kg/στρέμμα) παρουσιάστηκε στο μάρτυρα, ενώ καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των άλλων επεμβάσεων. Στις επεμβάσεις που εφαρμοστήκαν

φυτοφάρμακα, στα τεμάχια του συνδυασμού του ζιζανιοκτόνου florasulam+2.4-D με το μυκητοκτόνο trifloxystrobin+prothioconazole το συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων ήταν το μεγαλύτερο (1,33 Kg/στρέμμα), ενώ το μικρότερο ξηρό βάρος (0,25 Kg/στρέμμα) καταγράφηκε στα τεμάχια που εφαρμόστηκε συνδυαστικά το ζιζανιοκτόνο florasulam+2.4-D και το μυκητοκτόνο azoxystrobin (Πίνακας 5), όμως δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των αυτών των επεμβάσεων.

**Πίνακας 5.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων στο συνολικό αριθμό (no/m<sup>2</sup>), νωπό και ξηρό βάρος (Kg/στρέμμα) των ζιζανίων.

<b>Επεμβάσεις</b>	<b>Συνολικός αριθμός Ζιζανίων (no/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Συνολικό νωπό βάρος ζιζανίων (Kg/στρέμμα)</b>	<b>Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων (Kg/στρέμμα)</b>
Μάρτυρας	46,75a	285,93a	65,11a
bromoxynil+2.4-D	4,25b	4,98b	0,68b
bromoxynil+2.4-D/ azoxystrobin	5,50b	7,75b	1,01b
bromoxynil+2.4-D/ trifloxystrobin+prothioconazole	5,00b	3,71b	0,41b
florasulam+2.4-D	3,75b	3,99b	0,70b
florasulam+2.4-D/ azoxystrobin	6,50b	2,94b	0,25b
florasulam+2.4-D/ trifloxystrobin/prothioconazole	4,50b	5,36b	1,33b
LSD <sub>5%</sub>	3,79	57,96	12,695
Τιμές F	154,156***	29,678***	32,444***



**Εικόνα 8.** Πυκνότητα ζιζανίων στα τεμάχια του μάρτυρα.



**Εικόνα 9.** Πυκνότητα ζιζανίων στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο florasulam+ 2.4-D.

### 3.2.3 Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων έναντι των κύριων ζιζανίων.

Όσον αφορά το ποσοστό αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων έναντι των κύριων ζιζανίων, ανθεμίδα (*Anthemis arvensis*) και άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis*) δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Το μέγιστο ποσοστό αποτελεσματικότητας (100%) στην καταπολέμηση του άγριου σιναπιού καταγράφηκε στα τεμάχια όπου εφαρμοστήκαν το ζιζανιοκτόνο bromoxynil+2.4-D και οι συνδυαστικές επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων bromoxynil+2.4-D και florasulam+2.4-D με το μυκητοκτόνο azoxystrobin. Δεν παρατηρήθηκαν όμως στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων.

**Πίνακας 6.** Ποσοστό αποτελεσματικότητας (%) των διάφορων ζιζανιοκτόνων έναντι των ζιζανίων ανθεμίδα (*Anthemis arvensis*) και άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis*).

Επεμβάσεις	<i>Sinapis arvensis</i>	<i>Anthemis arvensis</i>
bromoxynil+2.4-D	100a	93,3a
bromoxynil+2.4-D/ azoxystrobin	100a	95,2a
bromoxynil+2.4-D/ trifloxystrobin+prothioconazole	98a	93,9a
florasulam+2.4-D	99a	91,8a
florasulam+2.4-D/ azoxystrobin	100a	95,1a
florasulam+2.4-D/ trifloxystrobin+prothioconazole	98.8a	94,8a
Τιμές F	0,648 <sup>ns</sup>	0,184 <sup>ns</sup>

Το μικρότερο ποσοστό αποτελεσματικότητας (98%) στην καταπολέμηση του άγριου σιναπιού παρατηρήθηκε στα τεμάχια που εφαρμόστηκε συνδυαστικά το ζιζανιοκτόνο bromoxynil+2.4-D και το μυκητοκτόνο trifloxystrobin+prothioconazole. Στον έλεγχο της ανθεμίδας την υψηλότερη αποτελεσματικότητα (95,2%) έδειξαν να έχουν οι επεμβάσεις bromoxynil+2.4-D/ azoxystrobin, ενώ το μικρότερο ποσοστό αποτελεσματικότητας (91,8%) καταγράφηκε στα τεμάχια που εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο florasulam+2.4-D.



**Εικόνα 10.** Πειραματικός αγρός της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού στις 28 Απριλίου του 2015.

### **3.3 Ανάπτυξη καλλιέργειας, απόδοση σε σπόρο και συστατικά της απόδοσης.**

#### **3.3.1. Συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD**

Στην μέτρηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης στο φύλλο σημαίας παρουσιάστηκαν στατιστικές διαφορές αναμεσα στις επεμβάσεις. Την υψηλότερη τιμή SPAD (42,85)

παρουσίασαν οι επεμβάσεις όπου εφαρμόστηκαν συνδυαστικά το ζιζανιοκτόνο bromoxynil+2.4-D και το μυκητοκτόνο trifloxystrobin+prothioconazole, ενώ τη χαμηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης (31,83) εμφάνισαν τα τεμάχια του μάρτυρα. Επίσης στις επεμβάσεις με τα ζιζανιοκτόνα bromoxynil+2.4-D και florasulam+2.4-D καταγράφηκαν τιμές SPAD 36,78 και 38,30 αντίστοιχα που διαφέρουν στατιστικά από την μεγαλύτερη τιμή που παρατηρήθηκε στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε συνδυαστικά το ζιζανιοκτόνο bromoxynil+2.4-D και το μυκητοκτόνο trifloxystrobin+prothioconazole (Πίνακας 7).

**Πίνακας 7.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στο φύλλο σημαίας στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού κατά την περίοδο της άνθησης.

<b>Επεμβάσεις</b>	<b>Τιμές SPAD</b>
Μάρτυρας	31,83c
bromoxynil+2.4-D	36,78b
bromoxynil+2.4-D/azoxystrobin	41,81a
bromoxynil+2.4-D/trifloxystrobin+prothioconazole	42,85a
florasulam+2.4-D	38,30b
florasulam+2.4-D/azoxystrobin	41,60a
florasulam+2.4-D/trifloxystrobin+prothioconazole	42,25a
LSD <sub>5%</sub>	2,21
Τιμές F	34,639***

### 3.3.2 Ύψος, αριθμός αδελφιών και ξηρό βάρος της καλλιέργειας

#### Ύψος φυτών καλλιέργειας

Σε όλες τις επεμβάσεις εκτός του μάρτυρα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για το ύψος της καλλιέργειας. Το μεγαλύτερο ύψος (108,2 cm) παρατηρήθηκε στα τεμάχια που εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο bromoxynil+2.4-D, ενώ το μικρότερο ύψος (94,10 cm) καταγράφηκε στα τεμάχια του μάρτυρα.

**Πίνακας 8.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων στο ύψος των φυτών, στον αριθμό των αδελφιών και στο ξηρό βάρος της καλλιέργειας κατά την περίοδο της άνθησης.

Επεμβάσεις	Ύψος (cm)	Αριθμός αδελφιών/φυτό	Ξηρό βάρος (kg/στρέμμα)
Μάρτυρας	94,10b	2,50a	762,5c
bromoxynil+2.4-D	108,2a	2,67a	848,7b
bromoxynil+2.4-D/ azoxystrobin	106,3a	2,42a	923,2a
bromoxynil+2.4-D/ trifloxystrobin+prothioconazole	101,8a	2,50a	937,2a
florasulam+2.4-D	106,8a	2,58a	856,0b
florasulam+2.4-D/ azoxystrobin	104a	2,33a	914,7a
florasulam+2.4-D/ trifloxystrobin/prothioconazole	105,1a	2,42a	929,5a
LSD <sub>5%</sub>	7,42	-	25,298
Τιμές F	3,583*	0,896 <sup>ns</sup>	55,508***

### **Αριθμός αδελφιών ανά φυτό**

Όσον αφορά τον αριθμό των αδελφιών ανά φυτό σκληρού σιταριού δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των επεμβάσεων. Ο μεγαλύτερος αριθμός αδελφιών (2,67/φυτό) καταγράφηκε στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο bromoxynil+2.4-D, ενώ η μικρότερη τιμή (2,33 /φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση florasulam+2.4-D/azoxystrobin.

### **Ξηρό βάρος**

Οι μετρήσεις του ξηρού βάρους της καλλιέργειας εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Πίνακας 8). Η μεγαλύτερη τιμή του ξηρού βάρους (929,5 Kg/στρέμμα) καταγράφηκε για τα τεμάχια που εφαρμόστηκαν συνδυαστικά το ζιζανιοκτόνο florasulam+2.4-D και το μυκητοκτόνο trifloxystrobin+prothioconazole, όμως δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ αυτής της επέμβασης και των επεμβάσεων florasulam+2.4-D/azoxystrobin, bromoxynil+2.4-D/azoxystrobin, bromoxynil+2.4D/trifloxystrobin+prothioconazole. Η μικρότερη τιμή του ξηρού βάρους της καλλιέργειας (762,5 Kg/στρέμμα) παρουσιάστηκε στα τεμάχια του μάρτυρα. Επίσης παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων και των επεμβάσεων των μειγμάτων των ζιζανιοκτόνων με τα 2 μυκητοκτόνα.

### **3.3.3 Απόδοση και συστατικά της απόδοσης της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού.**

#### **Βάρος 1000 σπόρων**

Όσον αφορά το βάρος των 1000 σπόρων καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Το μεγαλύτερο βάρος 1000 σπόρων (48,08g) ήταν



εκείνο των τεμαχίων στα οποία εφαρμόστηκε συνδυαστικά το ζιζανιοκτόνο florasulam+2.4-D και το μυκητοκτόνο azoxystrobin, όμως δεν διέφερε στατιστικά με τις επεμβάσεις florasulam+2.4-D/azoxystrobin, bromoxynil + 2.4-D/azoxystrobin, bromoxynil + 2.4-D/trifloxystrobin + prothioconazole. Το μικρότερο βάρος 1000 σπόρων (43,38g) παρουσιάστηκε στα τεμάχια του μάρτυρα. Τέλος, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων bromoxynil+2.4-D και florasulam+2.4-D και των υπόλοιπων επεμβάσεων (Πίνακας 9).



**Εικόνα 11.** Πειραματικός αγρός της καλλιέργειας πριν την συγκομιδή (Ιούνιος 2015).

### **Μήκος στάχυ**

Στη μέτρηση του μήκους του στάχυ παρουσιάζεται σημαντική στατιστική διαφορά ανάμεσα στον μάρτυρα και τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Το μεγαλύτερο μήκος (6,45 cm)

έδειξαν τα τεμάχια του ζιζανιοκτόνου bromoxynil+2.4-D και του συνδυασμού ζιζανιοκτόνου και μυκητοκτόνου florasulam+2.4-D/azoxystrobin, ενώ το μικρότερο μήκος (5,80 cm) καταγράφηκε στα τεμάχια του μάρτυρα.

**Πίνακας 9.** Επίδραση των διαφόρων επεμβάσεων στο μήκος του στάχυ, το βάρος των 1000 σπόρων και στην απόδοση σε σπόρο του σκληρού σιταριού.

Επεμβάσεις	Βάρος 1000 σπόρων (g)	Μήκος στάχυ (cm)	Απόδοση σε σπόρο (Kg/στρέμμα)
Μάρτυρας	43,38c	5,80b	270,3c
bromoxynil+2.4-D	45,78b	6,45a	359,8b
bromoxynil+2.4-D/ azoxystrobin	47,13a	6,33a	422,5a
bromoxynil+2.4-D/ trifloxystrobin+prothioconazole	47,50a	6,40a	434,8a
florasulam+2.4-D	45,38b	6,28a	346,8b
florasulam+2.4-D/ azoxystrobin	48,08a	6,45a	426,5a
florasulam+2.4-D/ trifloxystrobin+prothioconazole	47,30a	6,38a	449,3a
LSD <sub>5%</sub>	1,29	0,310	35,50
Τιμές F	14,091***	4,77**	28,742***

#### Απόδοση σε σπόρο

Στην απόδοση σε σπόρο των επεμβάσεων καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα, των ζιζανιοκτόνων bromoxynil+2.4-D και

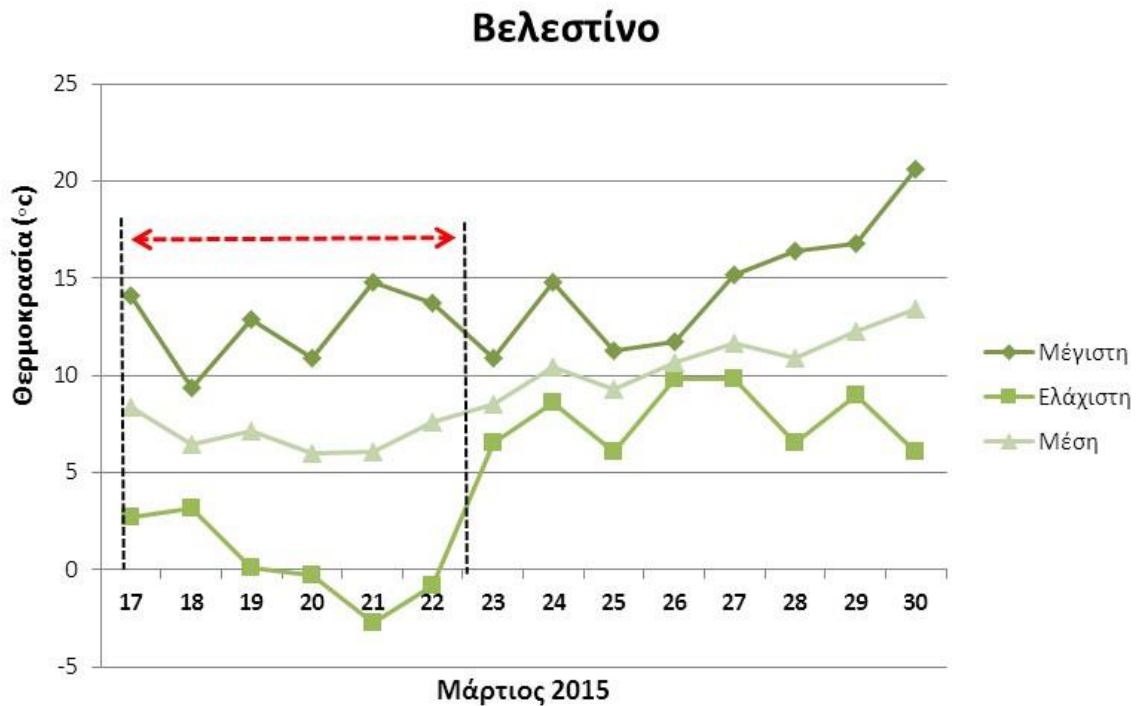
florasulam+2.4-D και των επεμβάσεων των μειγμάτων ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων. Την μεγαλύτερη απόδοση (449,3 Kg/στρέμμα) παρουσίασαν τα τεμάχια που εφαρμόστηκε συνδυαστικά το ζιζανιοκτόνο florasulam+2.4-D και το μυκητοκτόνο trifloxystrobin+prothioconazole, ενώ η μικρότερη (270,3Kg/στρέμμα) απόδοση καταγράφηκε στα τεμάχια του μάρτυρα. Τέλος, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μειγμάτων των δύο ζιζανιοκτόνων με τα δύο μυκητοκτόνα.

## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>: Συζήτηση

### 4.1. Συνδυαστικότητα ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων

Η συνδυασμένη εφαρμογή των γεωργικών φαρμάκων είναι μια κοινή γεωργική πρακτική. Όμως πολύ λίγες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με την συνδυαστικότητα μυκητοκτόνων και ζιζανιοκτόνων σε καλλιέργειες σιτηρών. Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι ο συνδυασμός του μυκητοκτόνου florasulam+2.4-D με τα δύο μυκητοκτόνα δεν προκάλεσε φυτοτοξικότητα στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού. Αυτό ίσως οφείλεται στην ικανότητα του σιταριού να μεταβολίζει γρήγορα το ζιζανιοκτόνο florasulam (χρόνος ημιζωής=2,4 ώρες, deBoer et al. (2006)). Αντίθετα η συνδυασμένη εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου bromoxynil+2.4-D με τα μυκητοκτόνα azoxystrobin και trifloxystrobin+prothioconazole προκάλεσε νεκρωτικές κηλίδες στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού. Το μεγαλύτερο ποσοστό φυτοτοξικότητας (5.18%) παρατηρήθηκε στην επέμβαση bromoxynil/2.4-D+trifloxystrobin+prothioconazole. Όμως τα συμπτώματα ήταν παροδικά και δεν επηρεάστηκε η ανάπτυξη της καλλιέργειας. Η πρόκληση φυτοτοξικότητας ίσως οφείλεται στις κλιματολογικές συνθήκες που καταγράφηκαν κατά την περίοδο της εφαρμογής. Στο διάστημα 2-5 ημέρες μετά την εφαρμογή καταγράφηκαν χαμηλές θερμοκρασίες καθώς και μεγάλη ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας.

Σε πρόσφατες μελέτες, οι Robinson et al. (2013) αναφέρουν ότι ο συνδυασμός του ζιζανιοκτόνου bromoxynil+MCPA με τα μυκητοκτόνα tebuconazole και azoxystrobin+propiconazole προκάλεσε φυτοτοξικότητα σε καλλιέργεια σιταριού, ενώ οι Chahal and Johnson (2012) παρατήρησαν ότι το ζιζανιοκτόνο glufosinate προκάλεσε φυτοτοξικότητα σε καλλιέργεια σόγιας όταν συνδυάστηκε με το μυκητοκτόνο pyraclostrobin. Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι γνωστό ότι μεταβολισμός των ζιζανιοκτόνων επηρεάζεται από τις χαμηλές θερμοκρασίες (Martini et al. 2015), ενώ ίσως τα μυκητοκτόνα επηρέασαν την απορρόφηση των ζιζανιοκτόνων. Επομένως, η πρόκληση φυτοτοξικότητας πιθανώς να είναι αποτέλεσμα της επίδρασης των παραπάνω παραγόντων (χαμηλές θερμοκρασίες, μεγάλη ημερήσια διακύμανση θερμοκρασίας και μεγαλύτερη απορρόφηση των ζιζανιοκτόνων).



**Διάγραμμα 4.** Μέση, ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία στην περιοχή του Βελεστίνου κατά την περίοδο εφαρμογής των φυτοφαρμάκων.

#### 4.2. Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων

Τα κύρια ζιζάνια που καταγράφηκαν είναι η ανθεμίδα (*Anthemis arvensis*) και το άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis*). Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την καταπολέμηση της ανθεμίδας και της παπαρούνας μεταξύ των δύο ζιζανιοκτόνων. Επίσης, η αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων bromoxynil+2.4-D και florasulam+2.4-D δεν επηρεάστηκε όταν εφαρμόστηκε σε συνδυασμό με τα μυκητοκτόνα azoxystrobin και trifloxystrobin+prothioconazole. Οι Jordan et al. (2009) αναφέρουν ότι η συνδυασμένη εφαρμογή των μυκητοκτόνων azoxystrobin, pyraclostrobin και tebuconazole με το ζιζανιοκτόνο imazapic δεν επηρέασε το ποσοστό καταπολέμησης της κίτρινης κύπερης (*Cyperus esculentus* L.). Αντίθετα οι Lancaster et al. (2008) παρατήρησαν ότι τα μυκητοκτόνα chlorothalonil και pyraclostrobin μείωσαν την αποτελεσματικότητα του

ζιζανιοκτόνου quizalofop-p-ethyl έναντι του ζιζανίου *Urochloa platyphylla* (Munro ex C. Wright) R.D. Webster. Τέλος, σε μια άλλη μελέτη οι Lancaster et al. (2007) παρατήρησαν ότι τα μυκητοκτόνα chlorothalonil and pyraclostrobin μείωσαν την αποτελεσματικότητα του ζιζανιοκτόνου diclosulam έναντι του ζιζανίου *Ambrosia artemisiifolia* L. σε καλλιέργειας αραχίδας.

### 4.3 Ανάπτυξη της καλλιέργειας και απόδοση σε σπόρο

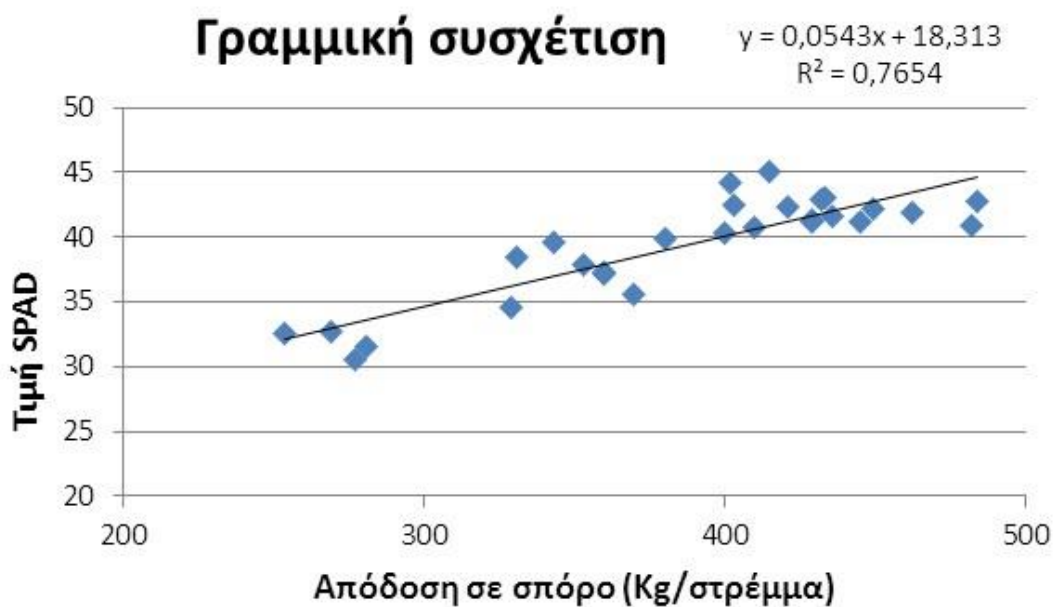
Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι η συνδυασμένη εφαρμογή μυκητοκτόνων και ζιζανιοκτόνων δεν επηρέασε το ύψος των φυτών του σκληρού σιταριού. Το μικρότερο ύψος καταγράφηκε στην επέμβαση του μάρτυρα. Επίσης, ο μικρότερος αριθμός των αδελφιών καταγράφηκε στην επέμβαση του μάρτυρα. Όσον αφορά το ξηρό βάρος της καλλιέργειας παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Το μικρότερο ξηρό βάρος καταγράφηκε στην επέμβαση του μάρτυρα, ενώ η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων προκάλεσε αύξηση του ξηρού βάρους της καλλιέργειας, όμως δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μειγμάτων των ζιζανιοκτόνων-μυκητοκτόνων.

**Πίνακας 10.** Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ διαφόρων παραμέτρων της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού.

	ΞΒ	ΒΣ	ΜΣ	ΑΣ	SPAD
Ξηρή Βιομάζα (ΞΒ)	-	0.868***	0.663***	0.937***	0.950***
Βάρος 1000 σπόρων (ΒΣ)		-	0.585**	0.827***	0.891***
Μήκος στάχυ (ΜΣ)			-	0.634***	0.586**
Απόδοση σε σπόρο (ΑΣ)				-	0.875***
Τιμές SPAD (SPAD)					-

\*, \*\*, \*\*\* στατιστικώς σημαντική συσχέτιση για επίπεδο σημαντικότητας 0,05, 0,01 και 0,001 αντίστοιχα.

Όσον αφορά τα συστατικά της απόδοσης, η συνδυασμένη εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων δεν επηρέασε το μήκος του στάχυ. Αντίθετα, η συνδυασμένη εφαρμογή ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων επηρέασε θετικά το βάρος των 1000 σπόρων. Παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ του βάρους των 1000 σπόρων και της τιμής SPAD στο φύλλο σημαίας (Πίνακας 10).



**Διάγραμμα 5.** Συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης σε σπόρο και της τιμής SPAD στο φύλλο σημαίας.

Η πρόκληση φυτοτοξικότητας που παρατηρήθηκε στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκαν τα μείγματα του ζιζανιοκτόνου bromoxynil+2.4-D με τα δύο μυκητοκτόνα δεν επηρέασε αρνητικά την απόδοση της καλλιέργειας. Ομοίως, οι Robinson et al. (2013) αναφέρουν ότι αρκετά μείγματα μυκητοκτόνων και ζιζανιοκτόνων προκάλεσαν φυτοτοξικότητα στην καλλιέργεια του σιταριού η οποία δεν επηρέασε την απόδοση της καλλιέργειας. Επίσης, τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι η μικρότερη απόδοση καταγράφηκε στην επέμβαση του μάρτυρα, ενώ στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκαν τα μείγματα

μυκητοκτόνων και ζιζανιοκτόνων καταγράφηκε μεγαλύτερη απόδοση σε σχέση με τα τεμάχια όπου εφαρμόστηκαν μόνο τα ζιζανιοκτόνα. Σε πρόσφατη μελέτη, οι Robinson et al. (2013) παρατήρησαν ότι η συνδυασμένη εφαρμογή μυκητοκτόνων και ζιζανιοκτόνων στο στάδιο 37-39 κατά Zadoks είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης. Τέλος, παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης σε σπόρο και την τιμή SPAD στο φύλλο σημαίας ( $r=0,875$ ,  $P<0.001$ , Διάγραμμα 5).

#### 4.4 Συμπεράσματα

Στο πείραμα αυτό καταγράφηκαν σημαντικά δεδομένα για την αποτελεσματικότητα αλλά και τη συνδυαστικότητα των ζιζανιοκτόνων και των μυκητοκτόνων στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού. Μετά την παρουσίαση των αποτελεσμάτων, όπως διαπιστώνεται από τις γραφικές παραστάσεις προέκυψαν τα εξής:

- ✓ **Ο συνδυασμός του ζιζανιοκτόνου bromoxynil+2,4-D με τα μυκητοκτόνα azoxystrobin και trifloxystrobin+prothioconazole είχε ως αποτέλεσμα την πρόκληση νεκρωτικών κηλίδων στο φύλλωμα της καλλιέργειας, εντούτοις τα συμπτώματα ήταν παροδικά και δεν επηρέασαν την ανάπτυξη της καλλιέργειας.**
- ✓ **Η μικρότερη απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας καταγράφηκε στην επέμβαση του μάρτυρα.**
- ✓ Η μεγαλύτερη απόδοση καταγράφηκε στις επεμβάσεις όπου έγινε συνδυασμένη εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων με μυκητοκτόνα.
- ✓ **Παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης χλωροφύλλης στο φύλλο σημαία και της απόδοσης σε σπόρο.**
- ✓ Η πρόγνωση των καιρικών συνθηκών για το χρονικό διάστημα που είναι προγραμματισμένη η εφαρμογή των μειγμάτων ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων πρέπει να λαμβάνεται υπόψη.



## **Βιβλιογραφία**

### **Ελληνική βιβλιογραφία**

- Ελευθεροχωρινός Η.Γ και Γιαννοπολίτης Κ.Ν., 2009. Ζιζάνια: Οδηγός Αναγνώρισης. Εκδόσεις Αργό-Τύπος, Αθήνα. σελ: 34-246.
- Ζιώγας Β. Ν. και Μαρκόγλου Α. Ν., 2010. Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσης και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων. Β. Ζιώγας, Α. Μαρκόγλου, Αθήνα. σελ: 109-277, 515-695.
- Παπακώστα-Τασοπούλου Δ., 2012. Σιτηρά και Ψυχανθή. Εκδόσεις: Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη. σελ: 31-146.
- Σαρλής Γ. Π., 1999. Συστηματική Βοτανική Εφαρμογές Κορμόφυτων. Εκδόσεις Αθαν. Σταμούλης, Αθήνα. σελ: 310-357.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2017. Στατιστικά δεδομένα-Χρονολογικές σειρές. Ανακτήθηκαν στις 30 Μαρτίου του 2017 από την ιστοσελίδα <http://www.minagric.gr/index.php/el/the-ministry-2/agricultural-policy/statistika>.

### **Ξένη βιβλιογραφία**

- Adamczewski K., Kierzek R. and Matysiak K. 2014. Biotypes of scentless chamomile *Matricaria maritima* (L.) ssp. *inodora* (L.) Dostal and common poppy *Papaver rhoeas* (L.) resistant to tribenuron methyl, in Poland. Journal of Plant Protection Research Journal of Plant Protection Research, 54(4): 401-406.
- Baghestani M.A. and Zand E. and Soufizadeh S. and Bagherani N. and Deihimfard R. 2007. Weed control and wheat (*Triticum aestivum* L.) yield under application of 2,4-D plus carfentrazone-ethyl and florasulam plus flumetsulam: evaluation of efficacy. Crop Protection, 26:1759-1764.

- Beyer M., Kiesner F., Verreet J.A. and Klink H. 2011. Fungicide sensitivity of *Septoria tritici* field isolates is affected by an interaction between fungicidal mode of action and time. *Journal of Plant Pathology*, 93(SUPPL. 1): S1.7-S1.13.
- Blackshaw R.E., Brandt R.N., Janzen H.H., Entz T.C., Grant C.A. and Derksen D.A. 2003. Differential response of weed species to added nitrogen. *Weed Science*, 51: 532-539.
- Blackshaw R.E., Semach G.P. and O'Donovan J.T. 2000. Utilization of wheat seed rate to manage red stem filaree (*Erodium cicutarium*) in a zero-till cropping system. *Weed Technology*, 14: 389-396.
- Chahal G.S. and Johnson W.G. 2012. Influence of glyphosate or glufosinate combinations with growth regulator herbicides and other agrochemicals in controlling glyphosate-resistant weeds. *Weed Technology*, 26: 638-643.
- Corre-Hellou G., Dibet A., Hauggaard-Nielsen H., Crozat Y., Gooding M., Ambus P., Dahlmann C., von Fragstein P., Pristeri A., Monti M. and Jensen E.S. 2011. The competitive ability of pea-barley intercrops against weeds and the interactions with crop productivity and soil N availability. *Field Crop Research*, 122: 264-272.
- deBoer G.J. and Thorburgh S. and Ehr R.J. 2006. Uptake, translocation and metabolism of the herbicide florasulam in wheat and broadleaf weeds. *Pest Management Science*, 62:316-324
- Dhima K. and Eleftherohorinos I. 2005. Wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) competition with three winter cereals as affected by nitrogen supply. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191 (4): 241-248.
- Efthimiadou A.P., Karkanis A.C., Bilalis D.J. and Efthimiadis P. 2009. Review: The phenomenon of crop-weed competition; a problem or a key for sustainable weed management. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 7: 861-868.
- FAO, 2014. FAOSTAT database. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved April 10, 2016 from [www.fao.org/faostat/](http://www.fao.org/faostat/).

- Farooq O. and Cheema Z.A. 2014. Influence of sowing dates and planting methods on weed dynamics in wheat crop. *Journal of Agricultural Sciences*, 51 (4): 817-825.
- Gonzales Ponce R. and Santin I. 2001. Competitive ability of wheat cultivars with wild oats depending on nitrogen fertilization. *Agronomie*, 21 (2): 119-125.
- Heick T.M., Justesen A.F. and Jørgensen L.N. 2017. Resistance of wheat pathogen *Zymoseptoria tritici* to DMI and QoI fungicides in the Nordic-Baltic region - a status *European Journal of Plant Pathology*. In press. pp. 1-14.
- Javaid M.M. and Tanveer A. 2013. Optimization of application efficacy for POST herbicides with adjuvants on three-cornered Jack (*Emex australis* Steinheil) in wheat. *Weed Technology*, 27 (3): 437-444.
- Jordan D.L., Lancaster S.H., Lanier J.E., Lassiter B.R. and Johnson P.D. 2009. Weed management in peanut with herbicide combinations containing imazapic and other pesticides. *Weed Technology*, 23 (1): 6-10.
- Kaloumenos N.S., Adamouli V.N., Dordas C.A. and Eleftherohorinos I.G. 2011. Corn poppy (*Papaver rhoeas*) cross-resistance to ALS-inhibiting herbicides. *Pest Management Science*, 67 (5): 574-585.
- Karkanis A., Travlos I.S., Bilalis D.J. and Tabaxi E.I. 2016. Integrated weed management in winter cereals in Southern Europe, in: Travlos, I.S., Bilalis, D.J., Chachalis, D., *Weed and pest control: Molecular biology, practices and environmental impact*. Nova Science Publishers, Inc. USA. pp. 1-15.
- Lancaster S.H., Beam J.B., Lanier J.E., Jordan D.L. and Johnson P.D. 2007. Compatibility of diclosulam with postemergence herbicides and fungicides. *Weed Technology*, 21(4): 869-872.
- Lancaster S.H., Jordan D.L. and Johnson P.W. 2008. Influence of graminicide formulation on compatibility with other pesticides. *Weed Technology*, 22(4): 580-583.

- Lemerle D., Verbeek B. and Orchard B. 2001. Ranking the ability of wheat varieties to compete with *Lolium rigidum*. *Weed Research*, 41:197-209.
- Lithourgidis A.S., Dhima K.V., Vasilakoglou I.B., Dordas C.A. and Yiakoulaki M.D. 2007. Sustainable production of barley and wheat by intercropping common vetch. *Agronomy for Sustainable Development*, 27: 95-99.
- Martini L.F.D., Burgos N.R., Noldin J.A., de Avila L.A. and Salas R.A. 2015. Absorption, translocation and metabolism of bispyribac-sodium on rice seedlings under cold stress. *Pest Management Science*, 71:1021-1029.
- Mason H.E. and Spaner D. 2006. Competitive ability of wheat in conventional and organic management systems: A review of the literature. *Canadian Journal of Plant Science*, 86: 333–343.
- McCartney C., Mercer P.C., Cooke, L.R. and Fraaije B.A. 2007. Effects of a strobilurin-based spray programme on disease control, green leaf area, yield and development of fungicide-resistance in *Mycosphaerella graminicola* in Northern Ireland. *Crop Protection*, 26(8): 1272-1280.
- O'Donovan J.T., Harker K.N., Clayton G.W. and Hall L.M. 2000. Wild oat (*Avena fatua*) interference in barley (*Hordeum vulgare*) is influenced by barley variety and seeding rate. *Weed Technology*, 14: 624–629.
- Olsen J.M., Griepentrog H.W., Nielsen J. and Weiner J. 2012. How important are crop spatial pattern and density for weed suppression by spring wheat? *Weed Science*, 60: 501-509.
- Peters K. and Gerowitt B. 2014. Response of the two rare arable weed species *Lithospermum arvense* and *Scandix pecten-veneris* to climate change conditions. *Plant Ecology*. 215: 1013-1023.
- Pilipavicius V., Romaneckiene R. and Romaneckas K. 2011. Crop stand density enhances competitive ability of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, 61(7): 648-660.

- Pristeri A., Preiti G., Gresta F., Gelsomino A. and Monti, M. 2012. Intercropping grain legume/cereal for ecologically intensifying the winter cereal cropping system. In Proceeding of XII European Society of Agronomy Congress 20-24 August 2012 Helsinki, Finland. pp. 504-505.
- Rasmussen I.A. 2004. The effect of sowing date, stale seedbed, row width and mechanical weed control on weeds and yields of organic winter wheat. *Weed Research*, 44 (1): 12-20.
- Reiss, A., Jørgensen, L.N. 2017. Biological control of yellow rust of wheat (*Puccinia striiformis*) with Serenade®ASO (*Bacillus subtilis* strain QST713). *Crop Protection*, 93: 1-8.
- Robinson M.A., Cowbrough M.J., Sikkema P.H. and Tardif F.J. 2013. Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) tolerance to mixtures of herbicides and fungicides applied at different timings. *Canadian Journal of Plant Science*, 93: 491-501.
- Shahbazi F. 2013. Aerodynamic properties of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) seed for separation from canola. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93: 1466–1470.
- Stoskopf N. C., 1985. *Cereal Grain Crops*. Reston Publishing Company, Reston, Virginia.
- Tang L., Wan K., Cheng C., Li R., Wang D., Pan J., Tao Y., Xie J. and Chen F. 2014. Effect of fertilization patterns on the assemblage of weed communities in an upland winter wheat field. *Journal of Plant Ecology* 7(1): 39-50.
- Torra J., Cirujeda A., Taberner A., Recasens J. 2010. Evaluation of herbicides to manage herbicide-resistant corn poppy (*Papaver rhoeas*) in winter cereals. *Crop Protection*, 29 (7): 731-736.
- Tóth, Š. 1999. The effect of differentiated fertilization on weed infestation of winter wheat and decrease of grain yield. *Rostlinna Vyroba*, 45(5): 213-217.

- Travlos I. 2012. Reduced herbicide rates for an effective weed control in competitive wheat cultivars. *International Journal of Plant Production*, 6: 1-14.
- Weiner J., Griepentrog H.-W. and Kristensen L. 2001. Suppression of weeds by spring wheat *Triticum aestivum* increases with crop density and spatial uniformity. *Journal of Applied Ecology*, 38 (4): 784-790
- Woźniak A. and Soroka M. 2015. Structure of weed communities occurring in crop rotation and monoculture of cereals. *International Journal of Plant Production*, 9 (3): 487-506.
- Yadav D.B., Punia S.S., Yadav A., Singh S. and Lal R. 2009. Pinoxaden: an alternate herbicide against littleseed canarygrass (*Phalaris minor*) in wheat (*Triticum aestivum*). *Indian Journal of Agronomy*, 54 (4): 433-437.
- Zadoks J.C., Chang T.T. and Konzak C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14: 415-421.

## Παράρτημα Α.

### Στατιστική ανάλυση

#### 1. Ανάλυση της διασποράς για το συνολικό αριθμό ζιζανίων

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	66019,429	1003,238	154,156	<0,001	
Replications	3	26,107	8,702	1,337	0,294
Residual	18117,143	6,508			
Total	276162,679	228,247			

#### 2. Ανάλυση της διασποράς για το συνολικό νωπό βάρος των ζιζανίων

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	6271057,139	45176,190	29,678	<0,001	
Replications	3	4220,515	1406,838	0,924	0,449
Residual	1827399,490	1522,194			
Total	27302677,144	11210,265			

#### 3. Ανάλυση της διασποράς για το συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	614216,080	2369,347	32,444	<0,001	
Replications	3	202,717	67,572	0,925	0,449
Residual	181314,509	73,028			
Total	2715733,305	582,715			

**4. Ανάλυση της διασποράς για το ποσοστό φυτοτοξικότητας στα φύλλα του σκληρού σιταριού.**

<b>Source of Variation</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Treatments	6	93,512	15,585	45,025	<0,001
Replications	3	1,044	0,348	1,006	0,413
Residual	18	6,231	0,346		
Total	27	100,787	3,733		

**5. Ανάλυση της διασποράς για την συγκέντρωση της χλωροφύλλης στο φύλλο σημαίας.**

<b>Source of Variation</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Treatments	6	384,580	64,097	34,639	<0,001
Replications	3	9,415	3,138	1,696	0,204
Residual	18	33,307	1,850		
Total	27	427,302	15,826		

**6. Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού.**

<b>Source of Variation</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Treatments	6	6577,097	16096,183	55,508	<0,001
Replications	3	61,416	20,472	0,0706	0,975
Residual	18	5219,620	289,979		
Total	27	101858,133	3772,523		



**7. Ανάλυση της διασποράς για τον αριθμό των αδελφιών του σιταριού**

<b>Source of Variation</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Treatments	6	1,049	0,175	0,358	0,896
Replications	3	0,650	0,217	0,443	0,725
Residual	18	8,794	0,489		
Total	27	10,493	0,389		

**8. Ανάλυση της διασποράς για το ύψος του σιταριού**

<b>Source of Variation</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Treatments	6	536,556	89,426	3,583	0,016
Replications	3	202,583	67,528	2,706	0,076
Residual	18	449,222	24,957		
Total	27	1188,361	44,013		

**9. Ανάλυση της διασποράς για το βάρος των χιλίων σπόρων.**

<b>Source of Variation</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Treatments	6	0,637	0,106	14,091	<0,001
Replications	3	0,02900	0,00965	0,128	0,942
Residual	18	0,136	0,00754		
Total	27	0,776	0,0287		

**10. Ανάλυση της διασποράς για το μήκος του στάχυ.**

<b>Source of Variation</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Treatments	6	0,247	0,208	4,770	0,004
Replications	3	0,0982	0,0327	0,751	0,536
Residual	18	0,784	0,0436		
Total	27	1,130	0,0789		

**11. Ανάλυση της διασποράς για την απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας.**

<b>Source of Variation</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Treatments		69987492,857	1664582,143	28,742	<0,001
Replications	3	49325,000	16441,667	0,284	0,836
Residual		181042450,000	57913,889		
Total	27	11079267,857	410343,254		

## Παράρτημα Β.

Η εργασία αυτή παρουσιάστηκε στο 19<sup>ο</sup> Επιστημονικό συνέδριο της Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας που πραγματοποιήθηκε στην Ορεστιάδα το Μάρτιο του 2015.

“Καρκάνης Α., Γρηγορίου, Φ., Βέλλιος, Ε., 2017. Αξιολόγηση της συνδυαστικότητας των ζιζανιοκτόνων florasulam+2,4-D και bromoxynil+2,4-D με διάφορα μυκητοκτόνα σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού. 19<sup>ο</sup> Επιστημονικό συνέδριο της Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας. Ορεστιάδα, 29-31 Μαρτίου. σελ: 61-63”

**Αξιολόγηση της συνδυαστικότητας των ζιζανιοκτόνων florasulam + 2,4-D και bromoxynil + 2,4-D με διάφορα μυκητοκτόνα σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού**

**Α. Καρκάνης, Φ. Γρηγορίου, Ε. Βέλλιος**

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, 38446 Βόλος

Email: [anekark80@yahoo.gr](mailto:anekark80@yahoo.gr)

Η συνδυαστικότητα των γεωργικών φαρμάκων είναι ένας από τους παράγοντες που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την επιλογή τους. Σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης ήταν η αξιολόγηση της συνδυαστικότητας των ζιζανιοκτόνων florasulam + 2,4-D και bromoxynil + 2,4-D με διάφορα μυκητοκτόνα σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού (*Triticum durum* cv. Quandrato). Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο κατά την καλλιεργητική περίοδο 2014-2015. Η σπορά του σιταριού πραγματοποιήθηκε στις 16 Νοεμβρίου 2014, ενώ εφαρμόστηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 7 επεμβάσεις και 4 επαναλήψεις. Οι επεμβάσεις ήταν οι εξής: αψέκαστος μάρτυρας, bromoxynil + 2,4-D, florasulam + 2,4-D, bromoxynil + 2,4-D/azoxystrobin, florasulam + 2,4-D/azoxystrobin, bromoxynil + 2,4-D/trifloxystrobin + prothioconazole και

florasulam + 2,4-D/trifloxystrobin + prothioconazole. Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε στις 17 Μαρτίου 2015. Όσον αφορά τις κλιματικές συνθήκες, στο διάστημα 2-5 ημέρες μετά την εφαρμογή καταγράφηκαν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Η αξιολόγηση της συνδυαστικότητας έγινε με τα κριτήρια α) της εμφάνισης συμπτωμάτων φυτοτοξικότητας και β) της ανάπτυξης των φυτών όπου καταγράφηκε ο αριθμός των αδελφιών, το ξηρό βάρος και η απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο συνδυασμός του ζιζανιοκτόνου bromoxynil + 2,4-D με τα μυκητοκτόνα azoxystrobin και trifloxystrobin + prothioconazole είχε ως αποτέλεσμα την πρόκληση νεκρωτικών κηλίδων στο φύλλωμα της καλλιέργειας, εντούτοις τα συμπτώματα ήταν παροδικά και δεν επηρέασαν την ανάπτυξη της καλλιέργειας. Δεν καταγράφηκαν συμπτώματα φυτοτοξικότητας στις άλλες επεμβάσεις. Όσον αφορά την ανάπτυξη της καλλιέργειας ο μικρότερος αριθμός αδελφιών, το ξηρό βάρος και η απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας καταγράφηκε στην επέμβαση του μάρτυρα. Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι ο συνδυασμός των συγκεκριμένων ζιζανιοκτόνων με τα δύο μυκητοκτόνα δεν επηρέασαν την ανάπτυξη και την απόδοση της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού, παρόλο αυτά συστήνεται να λαμβάνεται υπόψη η πρόγνωση των καιρικών συνθηκών για το χρονικό διάστημα που είναι προγραμματισμένη η εφαρμογή.

**Evaluation of compatibility of herbicides florasulam + 2,4-D and bromoxynil + 2,4-D with different fungicides in durum wheat**

**A. Karkanis, F. Grigoriou, E. Vellios**

University of Thessaly, Department of Agriculture Crop Production and Rural Environment, 38446 Volos  
Email: [anekark80@yahoo.gr](mailto:anekark80@yahoo.gr)

A field experiment was conducted through the growing period November 2014–June 2015 in order to evaluate the compatibility of herbicides florasulam + 2,4-D and bromoxynil + 2,4-D with different fungicides on durum wheat (*Triticum durum* cv. Quadrato). The experiment was conducted at the experimental field of the University of Thessaly in Velestino. Wheat was sown on 16 November 2014. A randomized complete block design was used with four replicates per treatment. The treatments were as follows: untreated control, bromoxynil + 2,4-D, bromoxynil + 2,4-D/azoxystrobin, bromoxynil + 2,4-D/trifloxystrobin + prothioconazole, florasulam + 2,4-D, florasulam + 2,4-D/azoxystrobin and florasulam + 2,4-D/trifloxystrobin + prothioconazole. The agrochemicals were applied on 17 March 2015. Compatibility of the above mentioned herbicides and fungicides were evaluated a) by the presence of injury symptoms and b) by the overall growth of plants. Number of tillers, dry weight and seed yield were recorded. Our results showed that injury symptoms on wheat plants were observed in plots treated with bromoxynil/2,4-D + azoxystrobin and bromoxynil + 2,4-D/trifloxystrobin + prothioconazole mixtures. No injury symptoms were observed in other treatments. However, it is important to note that the injury symptoms were transient and the application was made under cold conditions. Regarding the plant growth, the lowest number of tillers, dry weight and seed yield

were recorded in untreated control. In conclusion, the results of the present study show that climate conditions should be taken under consideration when the herbicide bromoxynil + 2.4-D is combined with the fungicides azoxystrobin and trifloxystrobin + prothioconazole.

---

**Εκλεκτικότητα προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων στην καλλιέργεια του ρεβιθιού**

**Χ. Δαμαλάς<sup>1</sup>, Θ. Γιτσόπουλος<sup>2</sup>, Σ. Φωτιάδης<sup>1</sup>, Σ. Κουτρούμπας<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης, Ορεσιτιάδα

<sup>2</sup> ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Γενετικής-Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων, Θέρμη, Θεσσαλονίκη

Email: [cdamalas@agro.duth.gr](mailto:cdamalas@agro.duth.gr)

Σε πείραμα αγρού μελετήθηκε η εκλεκτικότητα των ζιζανιοκτόνων benfluralin (117 και 135 g δ.ο./στρ.) σε προσπαρτική εφαρμογή και μηχανική ενσωμάτωση, του s-metolachlor (96 και 192 g δ.ο./στρ.) σε προφυτρωτική εφαρμογή και του μίγματος s-metolachlor + prosulfocarb (38,4 + 200 και 57,6 + 200 g δ.ο./στρ.) σε προφυτρωτική εφαρμογή, συγκριτικά με αψέκαστο (ασκάλιστο) μάρτυρα με ζιζάνια και αψέκαστο μάρτυρα χωρίς ζιζάνια (σκαλισμένος μάρτυρας) σε δυο ποικιλίες ρεβιθιού (Αμοργός και Άνδρος). Το πείραμα έγινε στο αγρόκτημα του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης στην Ορεσιτιάδα το 2016. Η εκλεκτικότητα των ζιζανιοκτόνων αξιολογήθηκε οπτικά με καταγραφή των συμπτωμάτων φυτοτοξικότητας σε όλη τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου των φυτών. Επίσης, ελήφθησαν δείγματα φυτών από κάθε πειραματικό τεμάχιο σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του φυτού και προσδιορίστηκαν το νωπό και το ξηρό βάρος των φυτών, το ύψος, ο αριθμός των φυματίων, ο αριθμός των λοβών και των σπόρων καθώς και η απόδοση σε σπόρο. Δεν παρατηρήθηκε κανένα σύμπτωμα φυτοτοξικότητας στα νεαρά σπορόφυτα των δύο ποικιλιών ρεβιθιού. Οι επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων έδωσαν νωπό βάρος φυτών στην άνθηση παρόμοιο με αυτό του αψέκαστου (σκαλισμένου μάρτυρα), ενώ το ξηρό βάρος των σπόρων στην ωρίμανση ήταν μικρότερο από αυτό του σκαλισμένου μάρτυρα, εκτός από την επέμβαση με benfluralin στη δόση των 135 g δ.ο./στρ. που ήταν παρόμοια σε ξηρά ουσία με εκείνη του σκαλισμένου μάρτυρα. Το ύψος των φυτών ήταν παρόμοιο με τον σκαλισμένο μάρτυρα σε όλα τα στάδια του πειράματος. Οι επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων έδωσαν αποδόσεις σε σπόρο μεγαλύτερες από τον αψέκαστο ασκάλιστο μάρτυρα και μικρότερες από εκείνες του σκαλισμένου μάρτυρα (χωρίς ζιζάνια), εκτός από την επέμβαση με benfluralin στη δόση των 135 g δ.ο./στρ. που ήταν παρόμοια σε απόδοση σε σπόρο με το σκαλισμένο μάρτυρα. Η μέση απόδοση σε σπόρο ήταν 95 kg/στρ. για την ποικιλία Αμοργό και 90 kg/στρ. για την ποικιλία Άνδρο. Από τα ζιζάνια που εμφανίστηκαν στον πειραματικό αγρό, κανένα ζιζανιοκτόνο δεν αντιμετώπισε την αγριομελιτζάνα (*Xanthium strumarium*), το κίρσιο (*Cirsium arvense*), τον βέλιουρα (*Sorghum halepense*) και την περιπλοκάδα (*Convolvulus arvensis*). Αντίθετα, όλα τα ζιζανιοκτόνα αντιμετώπισαν αποτελεσματικά τη μουχρίτσα (*Echinochloa crus-galli*) και την αντράκλα (*Portulaca oleracea*).