

**ΤΕΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ**  
**ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

***“ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ  
ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΑΓΡΙΟΒΡΩΜΗΣ (*Avena sterilis*) ΣΕ  
ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΑ ΤΩΝ ΧΕΙΜΕΡΙΝΩΝ ΣΙΤΗΡΩΝ”***

***ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ ΚΑΨΑΛΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΥ***

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	1
1.1.Γενικά.....	2
1.2. Τα σημαντικότερα ζιζάνια.....	4
1.3. Μέθοδοι αντιμετώπισης ζιζανίων.....	9
1.4. Κατάταξη ζιζανιοκτόνων .....	11
1.4.2.Μηχανισμος-τροπος δράσης των φαινοξυπροπιονικών οξέων.....	17
1.5. Ανθεκτικότητα των ζιζανίων στα ζιζανιοκτόνα.....	19
1.5.1. Γενικά.....	19
1.5.2. Ανθεκτικότητα της <i>Avena sterilis</i> σε παγκόσμιο επίπεδο.....	25
2.ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	27
2.1. Υλικά και μέθοδος.....	28
2.1.1. Εγκατάσταση πειράματος.....	31
2.2 Αποτελέσματα.....	35
2.3 Συμπεράσματα – Συζήτηση.....	44
3.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	47

## **1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## 1.1. Γενικά

Από την αρχαιότητα όταν ο άνθρωπος άρχισε την καλλιέργεια των φυτών για να καλύψει τις ανάγκες του ήταν γνωστή η δράση των ζιζανίων. Ζιζάνια είναι τα φυτά τα οποία αναπτύσσονται για κάποια συγκεκριμένη χρονική στιγμή κατά την οποία δεν είναι επιθυμητά, με αποτέλεσμα να μην μας είναι χρήσιμα αλλά αντίθετα να αποτελούν σημαντικό πρόβλημα για τις καλλιέργειες μας. Τέτοια φυτά μπορεί να είναι “άγρια” όπως η αγριοβρώμη (*Avena spp*) ή και καλλιεργούμενα (π.χ. βρώμη, *Avena sativa* που φυτρώνει μέσα σε καλλιέργεια καλαμποκιού). Παρ όλα αυτά λίγα φυτά έχουν τις ιδιαίτερες ικανότητες των ζιζανίων δηλαδή μεγάλη προσαρμοστική ικανότητα και επιβίωση σε αντίξοες συνθήκες, μεγάλη ανταγωνιστική ικανότητα, παραγωγή και χρήση αλληλοπαθητικών ουσιών, αποτελεσματικό πολλαπλασιασμό και διασπορά.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των ζιζανίων που τα καθιστά ιδιαίτερα επιβλαβή για τα καλλιεργούμενα φυτά είναι η έκκριση αλληλοπαθητικών ουσιών, αυτό που ονομάζουμε αλληλοπάθεια η οποία είναι γνωστή εδώ και πολλά χρόνια αν και συχνά συγχέεται με τον ανταγωνισμό. Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί μια νέα επιστήμη, η επιστήμη της χημικής οικολογίας η οποία περιλαμβάνει τον τομέα της αλληλοπάθειας. Η αλληλοπάθεια περιλαμβάνει τις χημικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των φυτών και προϋποθέτει την έκκριση από το φυτό τοξικών χημικών ουσιών που παρεμποδίζουν την αύξηση και ανάπτυξη των γειτονικών φυτών. Οι χημικές ουσίες που εκκρίνουν τα φυτά και προκαλούν την αλληλοπάθεια ονομάζονται αλληλοχημικά. Τα αλληλοχημικά υπάρχουν σε πολλούς φυτικούς ιστούς όπως στις ρίζες, τα φύλλα και τους σπόρους και είναι προϊόντα του δευτερογενούς μεταβολισμού αλλά δεν είναι βέβαιο ότι με την παρουσία τους και μόνο θα εκδηλωθεί το φαινόμενο της αλληλοπάθειας.

Αυτές οι ιδιαίτερες ικανότητες καθιστούν τα ζιζάνια ικανά να προκαλέσουν προβλήματα στις καλλιέργειες μας και την αντιμετώπιση τους απαραίτητη. Τα προβλήματα που προκαλούν τα ζιζάνια είναι η ποσοτική και ποιοτική υποβάθμιση της παραγωγής μας, αύξηση κόστους παραγωγής και συντήρησης αρδευτικού δικτύου και διάδοση ασθενειών και εντόμων. Η ποσοτική και ποιοτική υποβάθμιση γίνεται εξαιτίας του ανταγωνισμού των καλλιεργούμενων φυτών με τα ζιζάνια για φως, νερό, χώρο και θρεπτικά στοιχεία με αποτέλεσμα τα καλλιεργούμενα φυτά να μην

αναπτύσσονται κανονικά. Τα ζιζάνια αποτελούν φορείς διαφόρων ιώσεων, ασθενειών και εντόμων με αποτέλεσμα να τα μεταφέρουν στα καλλιεργούμενα φυτά. Η ανάπτυξη τους στα αρδευτικά δίκτυα έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της ροής του νερού. Έτσι η αντιμετώπιση τους είναι απαραίτητη και οι διάφορες εργασίες και τα μέσα που απαιτούνται μεγαλώνουν το κόστος παραγωγής.

Εκτός όμως από τα προβλήματα που προκαλούν τα ζιζάνια έχουν και ορισμένες θετικές επιδράσεις που καθιστούν την παρουσία τους απαραίτητη στα διάφορα οικοσυστήματα όπως η αύξηση της γονιμότητας του εδάφους εξαιτίας της υπολειματικότητας σε φυτικά μέρη (ρίζες, φύλλα, βλαστούς), εμποδίζουν την διάβρωση του εδάφους εξαιτίας του νερού σε περιοχές που το έδαφος έχει κάποια κλίση, σε ορισμένες περιπτώσεις έχουν φαρμακευτική δράση και χρησιμοποιούνται και σαν τροφή για τα ζώα και τέλος βοηθάνε στην ισορροπία του οικοσυστήματος.

Η διασπορά των ζιζανίων δηλαδή η μεταφορά και η εξάπλωση τους από ένα χωράφι σε άλλο, από μια χώρα σε άλλη, ακόμα και από ήπειρο σε ήπειρο γίνεται με τους εξής τρόπους:

- **Με την βοήθεια του ανθρώπου:** Ο άνθρωπος συμβάλει με την μεταφορά εδάφους, κοπριάς και σπόρου μολυσμένου με σπόρους ζιζανίων.
- **Με την βοήθεια των ζώων:** Τα ζώα μεταφέρουν σπόρους ζιζανίων με το τρίχωμα τους ή τους αποβάλουν μαζί με την τροφή τους.
- **Με την βοήθεια του ανέμου:** Οι σπόροι που μεταφέρονται με αυτόν τον τρόπο έχουν ειδική κατασκευή και μπορούν να διανύσουν πολύ μεγάλες αποστάσεις
- **Με την βοήθεια του νερού:** Ορισμένα ζιζάνια έχουν σπόρους και όργανα αγενούς αναπαραγωγής που επιπλέουν στο νερό και μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις..

## 1.2. Τα σημαντικότερα ζιζάνια

Παρακάτω αναφέρονται τα 10 σημαντικότερα ζιζάνια σε παγκόσμιο επίπεδο (πίνακας 1) αλλά και τα 10 σημαντικότερα ζιζάνια που συναντάμε στην χώρα μας (πίνακας 2) και θα γίνει ιδιαίτερη αναφορά στην αγριοβρώμη (*Avena* spp) που αποτελεί το θέμα της παρούσας μελέτης.

**Πίνακας 1:** Τα σημαντικότερα ζιζάνια σε παγκόσμιο επίπεδο (Λόλας, 2003)

<b>Επιστημονικό Όνομα</b>	<b>Κοινό Όνομα</b>	<b>Βοτανική Οικογένεια</b>
<i>Cyperus</i> spp	Κύπερη	Cyperaceae
<i>Cynodon dactylon</i>	Αγριάδα	Poaceae
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Μουχρίτσα	Poaceae
<i>Echinochloa colonum</i>	Μικρή μουχρίτσα	Poaceae
<i>Eleusine indica</i>	Ελευσίνη	Poaceae
<i>Sorghum halepense</i>	Βέλιουρας	Poaceae
<i>Portulaca oleracea</i>	Γλιστρίδα	Portularaceae
<i>Chenopodium album</i>	Λουβουδιά	Poaceae
<i>Digitaria sanguinalis</i>		
<i>Convolvulus arvensis</i>	Περικοκλάδα	Convolvulaceae

**Πίνακας 2:** Τα σημαντικότερα ζιζάνια της Ελλάδας(Λόλας, 2003)

<b>Επιστημονικό Όνομα</b>	<b>Κοινό Όνομα</b>	<b>Βοτανική Οικογένεια</b>
<b>Cynodon dactylon</b>	Αγριάδα	<b>Poaceae</b>
<b>Amaranthus spp</b>	Λεπτό Βλήτο	<b>Amaranthaceae</b>
<b>Echinochloa crus-galli</b>	Μουχρίτσα	<b>Poaceae</b>
<b>Avena spp</b>	Αγριοβρώμη	<b>Poaceae</b>
<b>Chenopodium album</b>	Λουβουδιά	<b>Chenopodiaceae</b>
<b>Cyperus spp</b>	Πορφυρή Κύπερη	<b>Cyperaceae</b>
<b>Sorghum halepense</b>	Βέλιουρας	<b>Poaceae</b>
<b>Sinapis spp</b>	Σινάπι	<b>Brassicaceae</b>
<b>Solanum nigrum</b>	Αγριοντοματία	<b>Solanaceae</b>
<b>Convolvulus arvensis</b>	Περικοκλάδα	<b>Convolvulaceae</b>

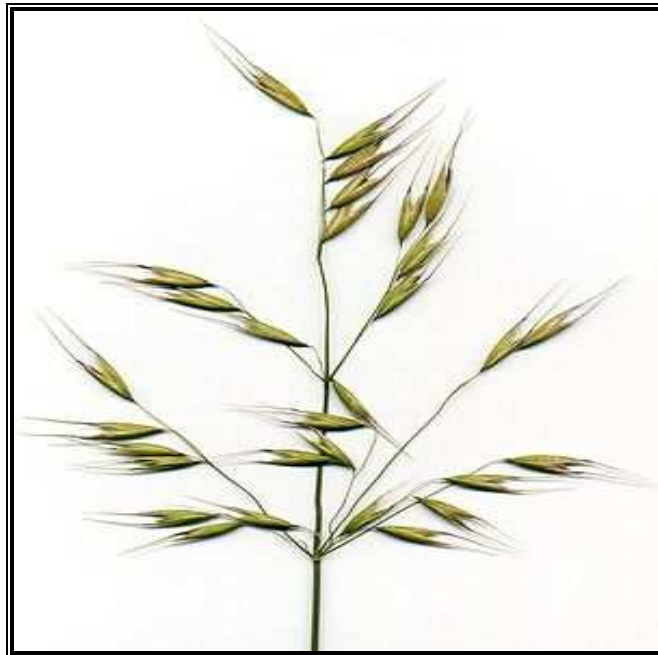
### **Αγριοβρώμη (*Avena spp.*)**

Η αγριοβρώμη (*Avena spp.*) είναι ετήσιο χειμερινό ζιζάνιο με πάρα πολλά είδη. Τα δυο κυριότερα είδη της αγριοβρώμης είναι η *Avena sterilis* και η *Avena fatua*. Η *Avena sterilis* (εικόνα 1) είναι το πιο διαδεδομένο ετήσιο ζιζάνιο των χειμερινών σιτηρών στην χώρα μας (Δαμανάκης 1979, 1983).



**Εικόνα 1:** Ταξιανθία *Avena sterilis*

Η *Avena fatua* L. (εικόνα 2) αν και στα ελληνικά συγγράμματα βοτανικής αναφέρεται ως πολύ κοινό είδος σε όλη την Ελλάδα, εντούτοις απαντάται σπανιότατα, όπως έδειξαν οι επισκοπήσεις του Δαμανάκη.



**Εικόνα 2:** Φυτό αγριοβρώμης (*Avena fatua*)

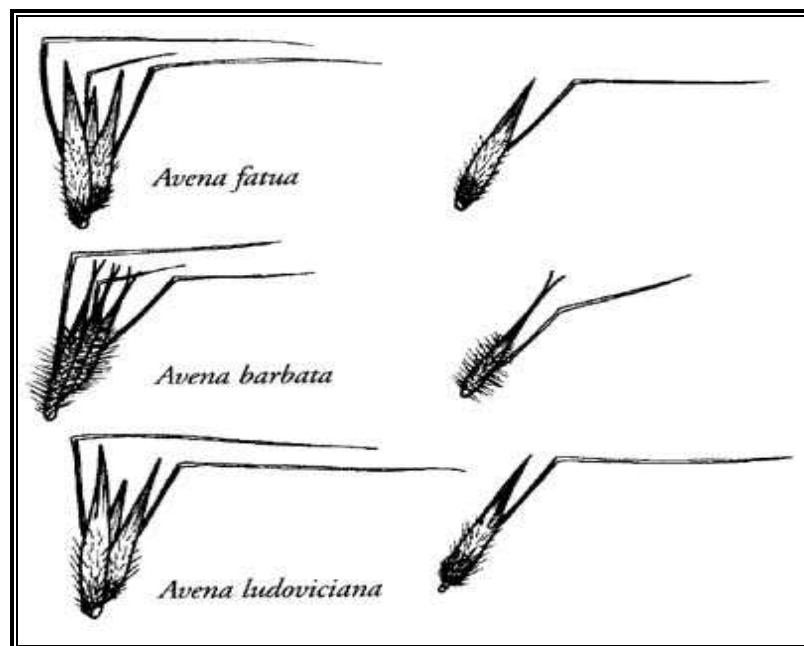


Η αναγνώριση των δύο παραπάνω ειδών αγριοβρώμης στα πρώτα στάδια ανάπτυξης μέσα σε καλλιέργεια βρώμης είναι αν όχι αδύνατη τουλάχιστον εξαιρετικά δύσκολη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των ειδών αυτών στα πρώτα στάδια ανάπτυξης δε διαφέρουν μεταξύ τους. Η αναγνώριση όμως των ειδών της αγριοβρώμης μέσα σε καλλιέργειες σιταριού, κριθαριού και σίκαλης είναι ευκολότερη από ότι μέσα σε καλλιέργεια βρώμης. Η εμφάνιση σπορόφυτων αγρωστωδών μεταξύ των γραμμών σποράς των χειμερινών σιτηρών μπορεί να σημαίνει παρουσία νεαρών φυτών προηγούμενης καλλιέργειας χειμερινών σιτηρών (φυτά εθελοντές), αγριοβρώμης ή κάποιου άλλου αγρωστώδους ζιζανίου. Η προσεκτική εκρίζωση των νεαρών φυτών μαζί με τους σπόρους και η αναγνώριση τους από τους σπόρους αποτελούν την καλύτερη προσέγγιση στην λύση του προβλήματος. Όταν η αναγνώριση των νεαρών φυτών από τους σπόρους είναι δύσκολη (σπόροι αλλοιωμένοι) τότε τα μορφολογικά γνωρίσματα που βοηθούν στην αναγνώριση της αγριοβρώμης μέσα στα χειμερινά σιτηρά (εκτός βρώμης) είναι τα εξής:

- Η απουσία ωτιδίων
- Η παρουσία ευδιάκριτου λευκοκίτρινου και σχισμένου κατά θέσεις γλωσσιδίου
- Η αντίθετη προς την φορά των δεικτών του ρολογιού στροφή των ελασμάτων των φύλλων.
- Τα φύλλα των χειμερινών σιτηρών (εκτός βρώμης) είναι δεξιόστροφα, φέρουν ωτίδια και γλωσσίδιο.

Η αγριοβρώμη σε μεγαλύτερο στάδιο ανάπτυξης έχει καλάμι όρθιο, ισχυρό και ύψος 50-150 cm. Το έλασμα των φύλλων της είναι τραχύ και από της δύο πλευρές και με εμφανή ράβδωση στη μέση. Η ταξιανθία είναι φόβη, χαλαρή, ανοικτή, με λεπτές διακλαδώσεις. Τα σταχύδια είναι μεγάλα (3,5-4,5 cm μήκος με τα άγανα) και έχουν 2-3 ανθίδια. Ο χιτώνας στα δυο κατώτερα ανθίδια και των δύο ειδών καλύπτεται από τρίχες στο κάτω μισό του και καταλήγει σε άγανο μακρύ, στριφτό, το οποίο κάμπτεται στη μέση. Το τρίτο ανθίδιο, όταν υπάρχει είναι μικρότερο από τα άλλα δύο και φέρει άγανο μόνο στην *A. Fatua*. Τα τρία ανθίδια της *A. fatua* όταν αποχωριστούν από το σταχίδιο (εικόνα 3) φέρουν ουλή αποκοπής. Αντίθετα στην *A. sterilis* μόνο το κατώτερο ανθίδιο του σταχυδίου φέρει ουλή αποκοπής, ενώ τα άλλα δυο ανθίδια φέρουν κοντό και άκαμπτο μίσχο. Οι σπόροι της αγριοβρώμης ωριμάζουν και πέφτουν στο έδαφος πριν από την συγκομιδή των σιτηρών. Αυτό έχει

σαν αποτέλεσμα η απομάκρυνση των σπόρων της να είναι αδύνατη κατά την επέμβαση αυτή και η διασπορά της σε μεγαλύτερη έκταση αναπόφευκτη.



Εικόνα 3: Σταχίδια διαφόρων ειδών αγριοβρώμης

Ένα φυτό αγριοβρώμης παράγει κατά μέσο όρο 400-600 σπόρους που δεν ωριμάζουν ταυτόχρονα αλλά πάντοτε νωρίτερα από τα χειμερινά σιτηρά. Οι σπόροι που εκτινάσσονται εύκολα στο έδαφος φυτρώνουν ακανόνιστα και διατηρούν την φυτρωτική τους ικανότητα μέχρι και 7 έτη. Τα περισσότερα φυτά της αγριοβρώμης προέρχονται από σπόρους στο έδαφος που βρίσκονται σε βάθος 0-10 cm. Οι σπόροι της *A. sterilis* φυτρώνουν σε χαμηλότερες θερμοκρασίες από ότι της *A. fatua*. Αυτός είναι και ο λόγος που η *A. fatua* θεωρείται ζιζάνιο των ανοιξιότικων ή όψιμων χειμερινών σιτηρών ενώ η *A. sterilis* ζιζάνιο κυρίως των χειμερινών σιτηρών.

### 1.3. Μέθοδοι αντιμετώπισης των ζιζανίων

Η αντιμετώπιση των ζιζανίων ξεκίνησε να γίνεται από την αρχαιότητα με τον πιο απλό τρόπο το βοτάνισμα. Με την πάροδο των χρόνων και την πρόοδο της τεχνολογίας έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι αντιμετώπισης ζιζανίων όπως:

- **Βοτάνισμα:** Είναι η παλιότερη τεχνική που χρησιμοποιείται και τα ζιζάνια αφαιρούνται με το χέρι στην αρχή και αργότερα με την πρόοδο της τεχνολογίας με τσάπες, σκαλιστήρια και τσουγκράνες. Ο τρόπος αυτός παρ όλο που δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα για την αντιμετώπιση των ετήσιων ζιζανίων έχει εγκαταλειφθεί στις ανεπτυγμένες χώρες εξαιτίας της έλλειψης εργατικών χεριών και του υψηλού κόστους.
- **Μηχανική καταπολέμηση:** Με αυτήν την μέθοδο χρησιμοποιούνται σύγχρονα μηχανήματα όπως τα άροτρα, καλλιεργητές και φρέζες. Η μέθοδος είναι αποτελεσματική για ετήσια ζιζάνια όμως προϋποθέτει η καλλιέργεια μας να είναι γραμμική. Μειονεκτήματα της μεθόδου είναι η μείωση της οργανικής ουσίας του εδάφους, η καταστροφή του ριζικού συστήματος των καλλιεργούμενων φυτών και η απώλεια υγρασίας με αποτέλεσμα την ξήρανση του εδάφους.
- **Εναλλαγή καλλιεργειών:** Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην εναλλαγή φυτών με διαφορετικά χαρακτηριστικά στον ίδιο αγρό. Αυτό γίνεται γιατί τα ζιζάνια δεν είναι το ίδιο επιβλαβή σε όλες τις καλλιέργειες και αν στο σύστημα αμειψισποράς ενσωματώσουμε καλλιέργειες που εκκρίνουν αλληλοχημικά τότε η μέθοδος αυτή γίνεται πιο αποτελεσματική στην μείωση των ζιζανίων.
- **Καύση ζιζανίων:** Αποτελεί παλιά μέθοδο που σε άλλες χώρες γίνεται με ειδικούς καυστήρες και χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση ετήσιων ζιζανίων σε γραμμικές καλλιέργειες. Στην χώρα μας εφαρμόζεται κυρίως στο κάψιμο ξυλωδών ζιζανίων σε χέρσους αγρούς.
- **Βιολογική καταπολέμηση:** Για την καταπολέμηση των ζιζανίων με αυτή την μέθοδο χρησιμοποιούμε φυσικούς εχθρούς τους που μπορεί να είναι έντομα, μύκητες και διάφορα ζώα όπως πάπιες, πρόβατα, κατσίκια, βοοειδή ακόμα και ψάρια σε κανάλια και λίμνες και αποτελεί την πιο φιλική μέθοδος προς το περιβάλλον. Οι εχθροί αυτοί των ζιζανίων πριν από την χρήση τους πρέπει να εξετάζονται διεξοδικά έτσι ώστε να εξασφαλίσουμε ότι οι δράσεις τους

περιορίζονται μόνο στα ζιζάνια και δεν προκαλούν προβλήματα στην καλλιέργεια μας.

- **Χημική καταπολέμηση:** Η ανακάλυψη της μεθόδου αυτής έγινε περίπου το 1896 όταν κάποιος αμπελοκαλλιεργητής χρησιμοποίησε βορδιγάλιο πολτό για την προστασία από περονόσπορο στον αμπελώνα του και διαπίστωσε ότι η χρήση του βορδιγάλιου πολτού δημιουργούσε πρόβλημα στην βρούβα (*Sinapis arvensis*). Έτσι άρχισαν να εφαρμόζονται επεμβάσεις εναντίων των ζιζανίων που στηρίζονται στην χρήση διάφορων χημικών ουσιών που ονομάζονται ζιζανιοκτόνα. Τα ζιζανιοκτόνα έχουν είτε καθολική δράση, δηλαδή καταπολεμούν όλα τα ζιζάνια και εφαρμόζονται όταν δεν υπάρχουν καλλιέργειες στο χωράφι είτε καταπολεμούν αποκλειστικά και μόνο τα ζιζάνια που βρίσκονται ανάμεσα στις καλλιέργειες χωρίς να προκαλούν προβλήματα στην καλλιέργεια και τότε λέμε ότι έχουν εκλεκτική δράση. Διάφορα προβλήματα που αντιμετώπιζαν οι καλλιεργητές όπως το μεγάλο κόστος, η έλλειψη εργατικών χεριών, η δυσκολία εφαρμογής άλλων μεθόδων και το ότι ορισμένα ζιζάνια δεν μπορούσαν να αντιμετωπιστούν με κάποια άλλη μέθοδο οδήγησε στην ευρεία χρήση αυτής της μεθόδου με αποτέλεσμα να αυξηθεί η παραγωγή και να δημιουργηθούν νέα προβλήματα όπως η μόλυνση του περιβάλλοντος, ζημιές στις καλλιέργειες και ανάπτυξη ανθεκτικότητας των ζιζανίων σε ζιζανιοκτόνα.
- **Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση:** Βασίζετε στο συνδυασμό όλων των παραπάνω τρόπων καταπολέμησης με σκοπό την καλύτερη αντιμετώπιση των ζιζανίων και την προστασία του περιβάλλοντος. Τα τελευταία χρόνια εξαιτίας της αποτελεσματικότητας της, αφού συνδυάζει διαφορετικές μεθόδους αντιμετώπισης (ακόμη και όλες τις μεθόδους που αναφέρονται παραπάνω) και επειδή η μέθοδος αυτή είναι φιλική προς το περιβάλλον τείνει να γίνει η επικρατέστερη για την αντιμετώπιση των ζιζανίων (Ελευθεροχωρινός, 1996)

## 1.4. Κατάταξη ζιζανιοκτόνων

Τα ζιζανιοκτόνα όπως αναφέρθηκε και παραπάνω είναι χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση των ζιζανίων και η κατάταξη τους μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους.

### A. Ανάλογα με την προέλευση ή τον τρόπο σύνθεσης τους:

1. **Χημικώς συντιθέμενα ζιζανιοκτόνα:** Είναι τα ζιζανιοκτόνα που περιέχουν ανόργανες ή οργανικές ενώσεις των οποίων η ανακάλυψη και η σύνθεση έγινε στο εργαστήριο.
2. **Φυσικώς συντιθέμενα ζιζανιοκτόνα:** Είναι φυσικές τοξίνες με ζιζανιοκτόνο δράση που προέρχονται από ανώτερα φυτά ή μικροοργανισμούς.
3. **Ζιζανιοκτόνα παράγωγα φυσικών τοξίνων:** Είναι ζιζανιοκτόνα που συντέθηκαν στο εργαστήριο και βασίζονται στη χημεία των φυσικών τοξίνων.

Εμείς στην παρούσα μελέτη θα κατατάξουμε τα ζιζανιοκτόνα με βάση τον μηχανισμό-τρόπο δράσης. Ο μηχανισμός δράσης αναφέρεται στην αρχική εξειδικευμένη επίδραση των ζιζανιοκτόνων σε βιοχημικές ή φυσιολογικές διεργασίες του φυτού που οδηγούν στην νέκρωση του (Ashton and Crafts, 1981). Αντίθετα ο τρόπος δράσης έχει ευρύτερη έννοια και περιλαμβάνει την αλληλουχία όλων των γεγονότων που λαμβάνουν χώρα από την απορρόφηση ενός ζιζανιοκτόνου μέχρι την νέκρωση του φυτού. Έτσι έχουμε τις παρακάτω κατηγορίες ζιζανιοκτόνων όπου στην παρένθεση αναφέρονται τα εμπορικά ονόματα με τα όποια κάποιος μπορεί να τα προμηθευτεί.

### B. Ανάλογα με τον τρόπο που επηρεάζουν τις βιολογικές λειτουργίες των φυτών:

1. **Αναστολείς του φωτοσυστήματος II της φωτοσύνθεσης:** Περιλαμβάνουν τις ακόλουθες ομάδες
  - **Τριαζίνες:** Χλωροτριαζίνες (Atropine, Cyanazine, Cyprazine, Propazine, Imagine, Terbutylazine, Trietazine), Μεθυλοτριαζίνες (Ametryn, Aziprotryne, Desmetryn, Dipropetryn, Methopetryn, Prometryn, Terbutryn), Μεθοξυτριαζίνες, Prometon, Sebumeton, Terbumeton)

- **Τριαζινονες:** Hexazinone (Velpar), Metribuzin (Sencor), Metamitron (Goltix)
  - **Παράγωγα της ουρίας:** Benzthiazuron (Gatnon), Chlorbromuron (Moloran), Chloroxuron (Tenoran), Chiortoiuron (Dicuran, Τολουράν), Difenoxuron (Lironion), Diuron (Karmex, Diuron-Pov κ.α.), Ethidimuron (Ustinal), Fluometuron (Cotoran, Cottonex), Isoproturon (Hortaxon), Karbutilate (Tandex), Linuron (Afalon κ.α), Methabenzthiazuron (Tribulin), Metobromuron (Patoran), Metoxuron (Dosaflo), Monolinuron (Aresin), Monuron (Monurex), Neburon (Kloben, Neburex), Siduron (Tupersan), Tebuthiuron (Spike), Thiazafluron (Erbotan).
  - **Νιτρίλια:** Bromoxylin (Buctril), Loxynil (Totril)
  - **Ουρακίλες:** Bromacil (Hyvar), Lenacil (Venzar), Terbacil (Sinbar),
  - **Αμίδια φυλλώματος:** Propanil (Stam κ.α)
  - **Φαινυλοκαρβαμιδικα:** Desmedipham (Betanex), Phenmedipham (Betanal)
  - **Πυριδαζιόνες:** Cloridazon (Pyramin),
  - **Βενζοθειαδιαζιόνες:** Bentazon (Basagran)
  - **Φαινολοπυριδαζίνες:** Pyridate (Lentagran)
2. **Αναστολείς του φωτοσυστήματος I της φωτοσύνθεσης:**
- **Διπυριδύλια:** Diquat (Reglone), Paraquat (Gramoxone κ.α)
3. **Αναστολείς του εζύμου PPG-O**
- **Διφαινυλικοί αιθέρες:** Acifluorfen (Blazer), Bifenox (Modown), Fluorodifen (Peforan), Fomesafen (Reflex, Tornado), Lactofen (Cobra), Nitrofen (Tok), Oxyfluorfen (Goal).
  - **Οξαδιαζολες:** Oxadiazon (Ronstar)

- **Τριαζολινόνες:** Azafenidin, Carfentrazone-ethyl και Sulfentrazone
4. **Αναστολείς του ενζύμου PDS** : Norflurazon (Zorial), Flurochloridone (Racer).
5. **Αναστολείς του ενζύμου 4-HPPD και της βιοσύνθεσης καροτινοειδών**
- **Ισοξαζόλες:** Isoxaflutol (Merlin)
  - **Τρικετόνες:** Sulcotrione (Micado)
  - **Τριαζόλες:** Aminotriazone (Vegazole, Weedazole)
  - **Ισοξαζολιδινόνες:** Clomazone (Command)
6. **Αναστολείς της μίτωσης:**
- **Δινιτροανιλίνες:** Benfluralin (Bonalan κ.α.), Butralin (Amex, Ramex), Dinitramine (Cobex), Ethalflyranil (Sonalan), Fluchioralin (Basalin), Isopropalin (Paarlan), Nitralin (Planavin), Oryzalin (Surflan), Pendimethalin (Stomp), Profuralin (Tolban), Prosulfalin (Sward), Triflularin (Treflan κ.α.)
  - **Καρβαμιδικά:** Carpetamide (Legurame), Chlorpropham (CIPC, Chlorpropham-Schering, Prevenol), Prophan (LPC)
  - **Βενζαμίδια:** Propyzamide (Kerb), Tebutam (Comodor)
  - **Πυριδίνες:** dithiopyr, thiazopyr (στην χώρα μας δεν έχουν έγκριση)
  - **Διάφορα:** Chlorthal dimehyl (Dacthal)
7. **Αναστολείς κυτταροδιαίρεσης:**
- **Αμίδια:** χλωροακεταμίδια [ Acetochlor (Suprass, Trophy), Alachlor (Lasso κ.α.), Butachlor (Machete), Diethatyl ethyl (Antor), Dimethachlor (Teridox), Dimethenamid (Frontier), Metazachlor (Butisan S), Metolachlor (ντούαλ), S-metolachlor (Dual Gold), Pretilachlor (Σοφίτ), Propachlor (Ramrod) ] Ακεταμίδια [ Diphenamid (Enide), Napropamide (Devrinol) ] οξυακεταμίδια [ flufenacet (εγκεκριμένο), Mefenacet (Μη εγκεκριμένο στην χώρα μας)]

#### 8. Αναστολείς σύνθεσης της κυτταρίνης:

- **Νιτρίλια:** Chlorthiamid (Prefix), Dichlobenil (Casoron)
- **Βενζαμίδια:** Isoxaben (Gallery, Snapshot)

#### 9. Ζιζανιοκτόνα με δράση αυξίνης:

- **Φαινοξυαλκανοίκα:** 2,4-D (Emulsamine, Dikonirt, Desteral), 2,4-DB (Embutone, Μηντέξ), 2,4-T (Esteron, Triozone, Needone), Dichlorprop (Propinex, Hedonal DP), Fenoprop (Silvex, Kuron, Phenopal), MCPA(MCPA κ.α), MCPB (Trifolin, Legumex, Tropotox), Mecoprop (MCPB, Duplosan, compitox)
- **Βενζοϊκά παράγωγα:** 2,3,6-TBA (Benzac, Trysben), Chloramben (Amiben)
- **Πθρινοκαρβοξυλικά οξέα:** Clopyralid (Iontrel), Fluroxypyr (Starane), Picloram (Tordon), Triclopyr (Garlon).
- **Διάφορα ζιζανιοκτόνα με δράση αυξίνης:** Quinclorac (Facet), Benazolin (Gresosopur, Benazalox)
- **Ανατολείς μεταφοράς αυξίνης:** Naptalam (Alanap)

#### 10. Αναστολείς του ενζύμου ALS ή AHAS:

- **Ιμιδαζολινόνες:** Imazamethabenz (Asert), Imazapic (Oraban), Imazapyr (Arsena), Imazaquin (Scepter), Imazethapyr (Overtop)
- **Σουλφονουλορίες:** Azimsulfuron (Gulliver), Bensulfuron (Sectar), Chlorsulfuron (Glean), Cinosulfuron (Setoff), Nicosulfuron (Milagro), Primisulfuron (Τέλ), Pyrazosulfuron (Sirius), Rimsulfuron (Rush, Titus), Sulfometuron (Oust), Thifensulfuron (Harmony, Concert), Triasulfuron (Λογκράν), Tribenuron (Granstar), Triflusulfuron (Safari)
- **Πυριμιδιθυλοβενζοϊκά:** Bispyribac, Pyribenzoxim, Pyriftalid, Pyriithiobac, Pyriminobac-methyl



- **Τριαζολοπθριμιδίνες:** Cloransulam-methyl, Diclosulam, Florasulam, Flumetsulam, Metosulam, Penoxsulam

#### 11. Αναστολείς της βιοσύνθεσης των λιπών:

- **Θειοκαρβαμιδικά:** Butylate (Sutan), Cycloate (Ro-Neet), EPTC (Eptam, Capsolane, Eradicane), Molinate (Ordram κ.α.), Pebulate (Tillam), Thiobencarb (Saturn), Triallate (Avadex), Vernolate (Verman)
- **Βενζοφουράνες:** Ethofumesate (Norton κ.α)
- **Χλωροκαρβοξυλικά οξέα ή χλωριωμένα αλειφατικά:** TCA (NaTA), Dalapon (Dawron S)

12. Αναστολείς του ενζύμου EPSPS: Glyphosate (Roundup κ.α.), Sulfosate (Maestro)

13. Αναστολείς του ενζύμου GS: Glufosinate ammonium (Basta), Bialaphos (Herbiaceae)

14. Αναστολείς του ενζύμου acetyl-CoA carboxylase (ACCase): Τα ζιζανιοκτόνα που αναστέλλουν το ένζυμο αυτό ανήκουν στις κυκλοεξανδινόλες (-dims) και στα αρυλοξυφαινοξυαλκανοικά οξέα (-fops).

- **Κυκλοεξανδινόνες:** Alloxymidim (Zizalon), Clethodim (Select), Cycloxydim (Focus), Sethoxydim (Nabu), Tralkoxydim (Grasp)
- **Αρυλοφαινοξυαλκανοικά οξέα:** Τα ζιζανιοκτόνα αυτά είναι γνωστά και ως αρυλοξυφαινοξυπροπιονικά οξέα, πολυκυκλικά αλκανοικά οξέα, φαινοξυπροπιονικά οξέα και φαινοξυφαινοξυπροπιονικά οξέα (Παπαδοπούλου-Μουρκίδου, 1991) και είναι τα εξής: Clodinafop-propargyl (τοπίκ), Cyhalofop-butyl (Clincher), Dichlofop methyl (Illoxan), Fenoxaprop ethyl (Puma), Fenoxaprop ethyl (Furoore), Fluazifop-p-butyl (Fusilade), Haloxyfop (Gallant), Propaquizafop (Agil), Quizalofop ethyl (Targa).

#### 15. Ζιζανιοκτόνα με άγνωστο μηχανισμό-τρόπο δράσης

- **Διθειοκαρβαμιδικά:** CDEC (Vegatex), Metham sodium (Vapan κ.α)

- **Οργανικές ενώσεις του αρσενικού:** Cacodylic acid (Phytar 560), Methanearsonic acid (Ansar 520 κ.α)
- **Διάφορα οργανικά ζιζανιοκτόνα:** Asulam (Asulox), Dazomet (Bezamid), Difenzoquat (Avenge), Dinoseb (Dynamyte, Aretit), Flamprop-m-isopropyl (Suffix), Fosamine-ammonium (Krenite)

1. **Clodinafop-propargyl (Τοπίκ):** Χρησιμοποιείται μεταφυτρωτικά για την καταπολέμηση ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων στην καλλιέργεια του σιταριού. Η εφαρμογή του συνιστάται να γίνεται όταν η καλλιέργεια βρίσκεται στο στάδιο των 2 φύλλων και μέχρι το καλάμωμα και όταν οι συνθήκες ανάπτυξης των ζιζανίων είναι ευνοϊκές. Το ζιζανιοκτόνο αυτό συνδυάζεται άριστα με τα ζιζανιοκτόνα chlorsulfuron, triasulfuron, tribenuron, bromoxynil + mecroprop που χρησιμοποιούνται για καταπολέμηση πλατύφυλλων ζιζανίων στην καλλιέργεια του σιταριού. Αξίζει να αναφερθεί ότι η εκλεκτικότητα του ζιζανιοκτόνου αυτού στο σιτάρι οφείλεται στην παρουσία της προστατευτικής ουσίας clonquintocet η οποία αυξάνει την ικανότητα των φυτών του σιταριού για μεταβολισμό του ζιζανιοκτόνου.

2. **Dichlofop methyl (Illoxan):** Χρησιμοποιείται μεταφυτρωτικά για καταπολέμηση ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων στις καλλιέργειες σιταριού, κριθαριού, ζαχαρότευτλων, ψυχανθών, λαχανικών, πατάτας και καπνού. Η εφαρμογή του συνιστάται να γίνεται όταν τα αγρωστώδη ζιζάνια είναι μικρά ( 1-4 φύλλα ) και οι συνθήκες ανάπτυξης τους είναι ευνοϊκές. Μπορεί να εφαρμοστεί ταυτόχρονα με τα ζιζανιοκτόνα chlorsulfuron, triasulfuron, tribenuron που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση πλατύφυλλων ζιζανίων στις καλλιέργειες των ετήσιων σιτηρών. Η ταυτόχρονη εφαρμογή του με τα φαινοξυαλκανοικά ζιζανιοκτόνα δεν ενδείκνυται επειδή μειώνει την αποτελεσματικότητα του εναντίον των αγρωστωδών ζιζανίων. Η απορρόφηση του από τα φύλλα των φυτών είναι ταχύτατη ενώ η μετακίνηση του είναι περιορισμένη και δρα κυρίως από το φύλλωμα αλλά μπορεί να δράσει και από το έδαφος εναντίον ορισμένων ζιζανίων ( Golby et. al. 1989 ).

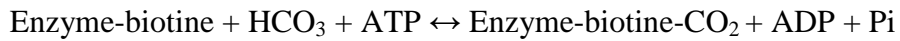
3. **Fenoxaprop ethyl (Puma)**: Χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων στις καλλιέργειες σιταριού. Η εφαρμογή του συνιστάται να γίνεται όταν η καλλιέργεια του σιταριού βρίσκεται στο στάδιο των δύο φύλλων και μέχρι και την εμφάνιση του δεύτερου κόμβου (γόνατο) και όταν οι συνθήκες ανάπτυξης των ζιζανίων είναι ευνοϊκές. Μπορεί να εφαρμοστεί ταυτόχρονα με το ζιζανιοκτόνο diclofop για καταπολέμηση και του ζιζανίου ήρα ή chlorsulfuron, triasulfuron, tribenuron, bromoxynil + mecroprop για καταπολέμηση πλατύφυλλων ζιζανίων. Η εκλεκτικότητα του ζιζανιοκτόνου στο σιτάρι οφείλεται στην παρουσία της προστατευτικής ουσίας methempyr diethyl η οποία αυξάνει την ικανότητα των φυτών του σιταριού για μεταβολισμό του ζιζανιοκτόνου. Μέχρι και το 1999 αντί για το methempyr diethyl σαν προστατευτική ουσία εφαρμόζονταν το fenchloraz

#### 1.4.1. Μηχανισμός-τρόπος δράσης των φαινοξυπροπιονικών οξέων

Τα ζιζανιοκτόνα της ομάδας αυτής είναι γνωστά και ως πολυκυκλικά αλκανοϊκά οξέα (Παπαδοπούλου-Μουρκίδου, 1991) και χρησιμοποιούνται μεταφυτρωτικά για καταπολέμηση ετήσιων και πολυετών αγρωστωδών ζιζανίων. Μερικά από αυτά χρησιμοποιούνται σε πλατύφυλλες καλλιέργειες ενώ άλλα σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών. Απορροφούνται κυρίως από τα φύλλα και μετακινούνται ταχύτατα διά μέσου του συμπλάστη και του αποπλάστη στους υπέργειους και υπόγειους μεριστωματικούς ιστούς των φυτών. Η δράση τους εκδηλώνεται λίγες ημέρες μετά την εφαρμογή τους με αναστολή της αύξησης των φυτών, ενώ ο θάνατος τους επέρχεται μετά από δύο ή τρεις εβδομάδες (Ελευθεροχωρινός, 1996).

Για να κατανοήσουμε την δράση των ζιζανιοκτόνων αυτών θα πρέπει να αναφερθούμε στο ακετυλοσυνένζυμο Α της καρβοξυλάσης (ACCCase). Η ACCCase είναι ένα ένζυμο που βρίσκεται στο στρώμα των πλαστιδίων και καταλύει την εξαρτώμενη από το ATP καρβοξυλίωση για να σχηματίσει malonylcoa που είναι ένας πρόδρομος των λιπαρών οξέων. Η ACCCase καταλύει αντιδράσεις που συμβαίνουν σε 2 διαφορετικές θέσεις (Gronwald 1991) :

1. Αντίδραση στο σημείο καρβοξυλίωσης:



2. Αντίδραση στο σημείο καρβοξυτρανσφεράσης



Η δράση των ζιζανιοκτόνων της ομάδας αυτής οφείλεται στην ιδιότητα τους να αναστέλλουν την βιοσύνθεση των λιπών. Αυτό το πετυχαίνουν με την αναστολή της δράσης της καρβοξυλάσης του ακετυλο-συνένζυμου Α που είναι το ένζυμο κλειδί στη διαδικασία βιοσύνθεσης ανώτερων λιπαρών οξέων (Secor and Cseke, 1988 και Colby et al., 1991).

Τα ζιζανιοκτόνα αυτά προσροφούνται σε ικανοποιητικό βαθμό από τα κολλοειδή των περισσότερων καλλιεργούμενων εδαφών και η έκπλυση τους είναι περιορισμένη και η πιθανότητα ρύπανσης των υπόγειων νερών μικρή. Ο χρόνος παραμονής τους στο έδαφος είναι σχετικά μικρός (1-2 μήνες), ενώ η απομάκρυνση τους από αυτό γίνεται κυρίως με μικροβιακή αποσύνθεση.

## 1.5. Ανθεκτικότητα των ζιζανίων στα ζιζανιοκτόνα

### 1.5.1. Γενικά

Η βιολογική ελαστικότητα και οικολογική προσαρμοστικότητα αποτελούν αναγνωρισμένους κανόνες της φύσης. Η ικανότητα των ζωντανών οργανισμών να προσαρμόζονται σε αντίξοες ή μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντος είναι εκπληκτική. Ανεξαρτήτως του πώς και πότε πρωτοεμφανίστηκαν τα διάφορα είδη, η επιβίωση του ισχυρότερου ήταν και είναι ο κανόνας.

Οι ανάγκες σίτισης του συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού του πλανήτη, έχουν στρέψει την έρευνα προς νέες τεχνολογίες, οι οποίες θα βελτιώσουν τις τεχνικές παραγωγής τροφής και ταυτόχρονα θα είναι οικονομικά βιώσιμες. Η εισαγωγή των χημικών σκευασμάτων στη γεωργία βοήθησε τους αγρότες να περιορίσουν κάποιους βλαβερούς οργανισμούς και έτσι να μειώσουν τη ζημιά στην παραγωγή, με ένα λογικό κόστος. Όμως πέρα από τα πλεονεκτήματα της χρήσης των χημικών υπήρξαν και κάποια αναπόφευκτα μειονεκτήματα με σημαντικότερο τη δημιουργία ανθεκτικότητας στα διάφορα φυτοπροστατευτικά προϊόντα (φυτοφάρμακα).

Τα έντομα ήταν οι πρώτοι οργανισμοί που ανέπτυξαν ανθεκτικότητα. Το 1908, παρατηρήθηκε ότι η ψώρα του Σαν Χοσέ ήταν ανθεκτική σε θειικό ασβέστιο. Το 1940 αναφέρθηκαν παθογόνοι οργανισμοί ανθεκτικοί σε ανόργανα μυκητοκτόνα. Λόγω της καθυστερημένης εισαγωγής ζιζανιοκτόνων στη γεωργία, η ανθεκτικότητα στη συγκεκριμένη κατηγορία φυτοφαρμάκων εμφανίστηκε τελευταία. Παρόλο που η ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα αναφέρθηκε για το 2,4-D το 1957 στη Χαβάη (Hilton, 1957), η πρώτη επίσημη αναφορά έγινε το 1968 στις ΗΠΑ και αφορούσε την ανθεκτικότητα του κοινού μαρτιάκου (*Senecio vulgaris*) στην τριαζίνη (Ryan, 1970). Από τότε, ο αριθμός των ανθεκτικών ζιζανίων αυξάνεται με πολύ γρήγορους ρυθμούς. Μέχρι πρόσφατα 332 βιότυποι που ανήκουν σε 189 (76 μονοκοτυλήδονα και 113 δικοτυλήδονα) είδη έχουν εμφανίσει ανθεκτικότητα σε διάφορα ζιζανιοκτόνα (Heap, 2009).

Ως ανθεκτικότητα ζιζανίων σε ζιζανιοκτόνα ορίζεται, η ικανότητα ενός ή περισσότερων βιότυπων ενός ζιζανίου να επιβιώνουν και να αναπαράγονται ενώ

έχουν εκτεθεί σε κάποιες δόσεις ζιζανιοκτόνου, που υπό κανονικές συνθήκες οι δόσεις αυτές θα έπρεπε να είναι θανατηφόρες.

Η βαρύτητα του προβλήματος έγινε προφανής με την αναφορά ότι κάποια ζιζάνια όπως το *Phalaris minor* και η *Echinochloa colona* ανέπτυξαν ανθεκτικότητα σε εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα όπως το isoproturon και το propanil αντίστοιχα. Λόγω της ανάπτυξης ανθεκτικότητας του *Phalaris minor* η καταπολέμηση του έπεσε από το 78% στο 27% μέσα σε διάστημα 3 ετών (1990-1993) (Malik and Singh, 1995), προκαλώντας σε ορισμένες περιοχές ζημιά στην παραγωγή της τάξης του 40-60%. Η ανάπτυξη ανθεκτικότητας στο diclofor-methyl μέσα σε 2 χρόνια, από το ήδη ανθεκτικό στο isoproturon *Phalaris minor*, και μερικές αναφορές ότι το *P. minor* αναπτύσσει αργά αλλά σταθερά ανθεκτικότητα σε κάποια ζιζανιοκτόνα, όπως το clodinofor και το sulfosulfuron (Mahajan and Brar, 2001) είναι μια προειδοποίηση του κινδύνου που υπάρχει. Ενισχύεται επίσης το δεδομένο ότι η χρήση μη εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων δεν αντιμετωπίζει το πρόβλημα των ανθεκτικών ζιζανίων αλλά απλά το καθυστερεί. Έτσι γίνεται ακόμα πιο επιτακτική η ανάγκη κατανόησης του μηχανισμού ανάπτυξης ανθεκτικότητας στα ζιζανιοκτόνα, ώστε να μπορέσουμε να αντιμετωπίσουμε αυτό το πρόβλημα αποτελεσματικά. Η καλή γνώση του μηχανισμού ανθεκτικότητας είναι σημαντική για διάφορους λόγους:

- i) Το χαρακτηριστικό που προσδίδει ανθεκτικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για την κατανόηση βασικών βιοχημικών και δομικών μηχανισμών με τους οποίους τα φυτά αμύνονται απέναντι σε χημικά.
- ii) Μπορούν να αναπτυχθούν νέες μέθοδοι για την αντιμετώπιση ανθεκτικών ζιζανίων.
- iii) Τα γονίδια ανθεκτικότητας που θα εντοπιστούν μπορούν να μεταφερθούν σε καλλιεργούμενα φυτά και να επιτρέψουν τη χρήση εναλλακτικών ζιζανιοκτόνων σε αυτά τα καλλιεργούμενα φυτά.

Η ανθεκτικότητα δεν οφείλεται σε μετάλλαξη που προκαλείται από το ζιζανιοκτόνο. Προκύπτει από τη φυσική επιλογή ενός προϋπάρχοντος, γενετικά διαφορετικού, μικρού πληθυσμού ανθεκτικών φυτών (επιλογή που ασκείται από τα ζιζανιοκτόνα) (Duke et al 1991). Οι βιολόγοι επιβεβαιώνουν ότι τα ζιζάνια δεν αλλάζουν για να γίνουν ανθεκτικά. Ο πληθυσμός τους αλλάζει. Παρόλο που τα ζιζάνια ενός είδους μοιάζουν στην εμφάνιση (στο φαινότυπο), έχουν κάποιες μικρές διαφορές σε γενετικό επίπεδο (στο γονότυπο). Μερικές φορές αυτές οι μικρές γενετικές διαφορές οδηγούν στην ανθεκτικότητα. Η συχνότητα των «διαφορετικών»

ζιζανίων μέσα στο σύνολο του πληθυσμού του ζιζανίου είναι πολύ μικρή: της τάξης του ενός στο εκατομμύριο ή στο δισεκατομμύριο. Με την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου αλλάζει η σύνθεση του πληθυσμού των ζιζανίων. Τα μη ανθεκτικά φυτά καταστρέφονται και αυτό δίνει την ευκαιρία στα ανθεκτικά φυτά, που ήταν λιγότερο ανταγωνιστικά, να αναπτυχθούν σε αριθμό. Έτσι με τη συνεχή χρήση ενός ζιζανιοκτόνου για πολλά χρόνια, στον πληθυσμό των ζιζανίων ελαττώνεται ο αριθμός των μη ανθεκτικών βιότυπων και αυξάνεται αυτός των ανθεκτικών βιότυπων. Καθώς είναι δύσκολο να διακρίνουμε μορφολογικά τους ανθεκτικούς βιότυπους από τους μη ανθεκτικούς, δεν θα παρατηρήσουμε αλλαγές στη σύνθεση του πληθυσμού. Θα δούμε όμως ότι ένα αποτελεσματικό ζιζανιοκτόνο μετατρέπεται με τον καιρό σε μη αποτελεσματικό, για τον περιορισμό ενός συγκεκριμένου ζιζανίου, και έτσι συμπεραίνουμε ότι το ζιζάνιο ανέπτυξε ανθεκτικότητα.

Η ανθεκτικότητα εξαρτάται από χαρακτηριστικά του ζιζανίου αλλά και του ζιζανιοκτόνου:

#### **A. Όσον αφορά τα ζιζάνια:**

**1. Αρχική συχνότητα ανθεκτικών ατόμων:** Αν η αρχική συχνότητα ανθεκτικών ατόμων είναι υψηλή μέσα στον πληθυσμό, τότε η ανθεκτικότητα θα γίνει εμφανής πιο σύντομα σε σχέση με έναν πληθυσμό όπου η συχνότητα των ανθεκτικών ατόμων είναι χαμηλή. Λαμβάνουμε ως δεδομένο τη συνεχή εφαρμογή ζιζανιοκτόνου στο οποίο οι βιότυποι εμφανίζουν ανθεκτικότητα.

**2. Σπόροι ζιζανίου στο απόθεμα σπόρων του εδάφους:** Αν υπάρχουν πολλοί σπόροι ζιζανίου στο απόθεμα σπόρων του εδάφους, η ανθεκτικότητα θα καθυστερήσει να εμφανιστεί λόγω της επιλεκτικής ανάπτυξης των σπόρων μη ανθεκτικών ζιζανίων. Δηλαδή, η Φύση θα επιτρέψει την ανάπτυξη ανθεκτικών σπόρων μόνο όταν ένα μεγάλο μέρος των μη ανθεκτικών σπόρων έχει εκπτύξει. Για αυτό το λόγο τα είδη των οποίων οι σπόροι παρουσιάζουν γρήγορη έκπτυξη θα αναπτύξουν ανθεκτικότητα πιο σύντομα από τα είδη των οποίων οι σπόροι παραμένουν «ανενεργοί» στο έδαφος.

**3. Υπερευαισθησία του ζιζανίου σε συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο:** Λόγω υπερευαισθησίας, μπορεί με μία μόνο χρήση ζιζανιοκτόνου να σκοτώνεται το 90-95% των μη ανθεκτικών ζιζανίων. Η δύναμη της επιλογής που ασκείται από το ζιζανιοκτόνο προς όφελος των ανθεκτικών ατόμων θα είναι ισχυρή, με αποτέλεσμα τα ανθεκτικά ζιζάνια να αυξάνουν πιο γρήγορα μέσα στον πληθυσμό.

## **B. Όσον αφορά τα Ζιζανιοκτόνα:**

**1. Έλλειψη εναλλαγής των ζιζανιοκτόνων:** Η συνεχής χρήση του ίδιου ζιζανιοκτόνου ή ζιζανιοκτόνων με παρόμοιο μηχανισμό δράσης θα δημιουργήσει μια τάση επιλογής που θα επιτρέψει στα ανθεκτικά άτομα να αναπτυχθούν.

**2. Ζιζανιοκτόνα που αφήνουν υπολείμματα στο έδαφος :** Η μεγάλη διάρκεια των υπολειμμάτων αυτών έχει σαν αποτέλεσμα την συνεχιζόμενη εξόντωση των μη ανθεκτικών βιότυπων, με αποτέλεσμα να ωφελούνται τα ανθεκτικά άτομα.

**3. Ζιζανιοκτόνα με πολύ εξειδικευμένο μηχανισμό δράσης:** Αν ένα ζιζανιοκτόνο στοχεύει σε ένα μόνο σημείο του ζιζανίου, τότε ο βιότυπος του ζιζανίου χρειάζεται να είναι διαφορετικός μόνο σε αυτό το σημείο για να είναι ανθεκτικός. Έτσι η ανάπτυξη ανθεκτικότητας απέναντι σε τέτοια ζιζανιοκτόνα θα είναι ταχύτερη σε σχέση με ζιζανιοκτόνα που στοχεύουν σε πολλαπλά σημεία του ζιζανίου.

Οι μηχανισμοί ανθεκτικότητας στα ζιζανιοκτόνα μπορούν να διαχωριστούν σε δύο κατηγορίες (Dekker and Duke, 1995).

**A. Οι μηχανισμοί που αποκλείουν το μόριο του ζιζανιοκτόνου από το σημείο του φυτού όπου ασκείται η τοξική δράση. Ο αποκλεισμός του μορίου του ζιζανιοκτόνου γίνεται με τους εξής τρόπους:**

- 1. Διαφορά στην πρόσληψη του ζιζανιοκτόνου:** Στους ανθεκτικούς βιότυπους τα ζιζανιοκτόνα δεν προσλαμβάνονται άμεσα λόγω μορφολογικών ιδιοτεροτήτων όπως υπερπαραγωγή κεριού, μειωμένη επιφάνεια φύλλων κτλ.
- 2. Διαφορά στην μεταφορά:** Στους ανθεκτικούς βιότυπους η αποπ्लाστική και συμπλαστική μεταφορά του ζιζανιοκτόνου είναι μειωμένη λόγω διάφορων μετατροπών στα παραπάνω συστήματα.
- 3. Περιορισμός:** Τα ζιζανιοκτόνα περιορίζονται σε διάφορα σημεία πριν φτάσουν στο σημείο δράσης τους π.χ. μερικά λιπόφιλα ζιζανιοκτόνα μπορούν να ακινητοποιηθούν σε αδένες πλούσιους σε λιπίδια (Stegink and Vaughn, 1988).
- 4. Μετατροπή του ζιζανιοκτόνου:** Το ζιζανιοκτόνο μεταβολίζεται πριν δράσει, με ρυθμό τέτοιο ώστε το φυτό να επιζεί. Οι βιοχημικές αντιδράσεις που



μεταβολίζουν τα ζιζανιοκτόνα ανήκουν σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες: οξειδωση, αναγωγή, υδρόλυση, και σύζευξη.

Τρία ενζυμικά συστήματα συμβάλλουν σε ανθεκτικότητα λόγω αυξημένου μεταβολισμού του ζιζανιοκτόνου:

- Η ανθεκτικότητα στην ατραζίνη (atrazine) σε πληθυσμούς του *Abutilion theophrasti* οφείλεται σε αυξημένη δράση της γλουταθιόνης-S-τρανσφεράσης που απενεργοποιεί την ατραζίνη.
- Η ανθεκτικότητα της *Echinochloa colona* στο propanil οφείλεται στην αυξημένη ενζυμική δράση της αρυλ-ακυλαμιδάσης που απενεργοποιεί το propanil.
- Ο αυξημένος μεταβολισμός του ζιζανιοκτόνου από την μονοξυγενάση του κυτοχρώματος P450 είναι υπεύθυνος για ανθεκτικότητα που παρουσιάζεται απέναντι σε ζιζανιοκτόνα που στοχεύουν στα συστήματα καρβοξυλάσης του ακετυλοσυνένζυμου A (ACCase), συνθετάσης του ακετολακτικού (ALS) και του Φωτοσυστήματος II, διαφόρων ζιζανίων.

B. Οι μηχανισμοί που μεταβάλλουν το σημείο όπου δρα το ζιζανιοκτόνο και είναι οι εξής:

1. **Αλλαγή στο σημείο δράσης:** Το σημείο δράσης μεταβάλλεται με τέτοιο τρόπο ώστε το ζιζανιοκτόνο να μη μπορεί να δράσει π.χ. στους βιότυπους της *Lactuna sativa* που είναι ανθεκτικοί σε ζιζανιοκτόνα σουλφονουλουρίας, το σημείο δράσης του ζιζανιοκτόνου, (το ένζυμο ALS), μεταβάλλεται έτσι ώστε το μόριο του ζιζανιοκτόνου να μη μπορεί πια να ενωθεί με το ένζυμο και έτσι να μη μπορεί να το απενεργοποιήσει (Eberlein et al, 1999).

Η παραπάνω μορφή ανθεκτικότητας συνδέεται με αλλαγές στο δεσμό του ζιζανιοκτόνου με το στόχο του, που είναι το αντίστοιχο ένζυμο του ζιζανίου. Ένας σημειακός πολυμορφισμός νουκλεοτιδίου στο γονίδιο που κωδικοποιεί το ένζυμο έχει ως αποτέλεσμα μια αλλαγή στην αλληλουχία των αμινοξέων του ενζύμου, το οποίο διατηρεί μεν τη δράση του αλλά έχει αλλάξει δομικά ώστε να μη μπορεί να απενεργοποιηθεί από το μόριο του ζιζανιοκτόνου. Όμως αυτές οι μεταλλάξεις που προσδίδουν ανθεκτικότητα μπορεί να προκαλέσουν αλλαγές και σε άλλες μη σχετιζόμενες φυσιολογικές διαδικασίες. Συνήθως αυτές οι αλλαγές επηρεάζουν δραστικά τη βιολογική υγεία του ανθεκτικού βιότυπου. Για παράδειγμα σε βιότυπους ανθεκτικούς στην τριαζίνη, η μετάλλαξη της D1 πρωτεΐνης που δεσμεύει την

πλαστοκινόνη στο Φωτοσύστημα II, έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας (Radosevich and Holt, 1982). Επίσης, οι σπόροι των παραπάνω ανθεκτικών βιότυπων έχουν φτωχότερη έκπτυξη σε σύγκριση με τους μη ανθεκτικούς βιότυπους. Σε άλλους ανθεκτικούς βιότυπους όπως στο *Kochia scoparia*, η μετάλλαξη που προσδίδει ανθεκτικότητα στη σουλφονουλουρία, θα μειώσει ή θα ακυρώσει την ευαισθησία της συνθετάσης του ακετολακτικού στην αναδραστική αναστολή με αποτέλεσμα να προκύπτουν αυξημένα επίπεδα αμινοξέων διακλαδισμένης αλυσίδας, τα οποία ευνοούν τη γρήγορη έκπτυξη. Έτσι οι παραπάνω ανθεκτικοί βιότυποι θα εμφανίσουν πιο γρήγορη έκπτυξη σε σχέση με τους μη ανθεκτικούς βιότυπους, ακόμα και σε χαμηλές θερμοκρασίες.

2. **Υπερπαραγωγή του σημείου δράσης:** Σε αυτή την περίπτωση η ισχύς του ζιζανιοκτόνου μειώνεται. Το σημείο δράσης-στόχος υπερπαραγάγεται από το ζιζάνιο έτσι ώστε η δόση του ζιζανιοκτόνου να μην επαρκεί για να απενεργοποιήσει στο σύνολο του το ένζυμο-στόχο. Έτσι το ένζυμο που παραμένει ενεργό συνεχίζει τις μεταβολικές του δραστηριότητες και το ζιζάνιο επιβιώνει.

### 1.5.2. Ανθεκτικότητα της *Avena sterilis* σε παγκόσμιο επίπεδο

Στον πίνακα που ακολουθεί (πίνακας 3) παρουσιάζονται περιπτώσεις ανθεκτικότητας της *Avena sterilis* σε παγκόσμιο επίπεδο (Hear, 2009). Από τον πίνακα 3 μπορούμε να δούμε ότι σε ολόκληρο τον κόσμο υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις όπου η *Avena sterilis* έχει εμφανίσει ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα που η δράση τους στηρίζεται στην αναστολή του ενζύμου acetyl-CoA carboxylase (ACCase) και αυτό συμβαίνει κυρίως εξαιτίας της ευρείας χρήσης των ζιζανιοκτόνων της ομάδας αυτής.

**Πίνακας 3:** Ανθεκτικότητας της *Avena sterillis* σε παγκόσμιο επίπεδο ( Hear, 2009 )

Χώρα	Έτος	Τοποθεσίες	Έκταση (ha*10)	Τρόπος δράσης	Ζιζανιοκτόνα
Αυστραλία (South Australia)	1989	101-500	1001-10000	ACCase inhibitors (A/1)	diclofop-methyl, fluazifop-P-butyl, and sethoxydim
Αυστραλία(New South Wales )	1989	11-50	1001-10000	ACCase inhibitors (A/1)	diclofop-methyl, fluazifop-P-butyl, and sethoxydim
Ισραήλ	2006	6-10	1001-10000	ACCase inhibitors (A/1)	clodinafop-propargyl, cycloxydim, and fenoxaprop-P-ethyl
Τουρκία	1997	6-10	1001-10000	ACCase inhibitors (A/1)	clodinafop-propargyl, and fenoxaprop-P-ethyl
Τουρκία	1998	51-100	10001-100000	ACCase inhibitors (A/1)	clodinafop-propargyl, and fenoxaprop-P-ethyl
Μεγάλη Βρετανία	1993	2-5	51-100	ACCase inhibitors (A/1)	fenoxaprop-P-ethyl

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί και στην Ελλάδα ανάπτυξη ανθεκτικότητας της *Avena sterilis*. Σε πειράματα που έγιναν από το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης και διήρκησαν 2 έτη (2007-2008) έγινε αξιολόγηση (μακροσκοπική εκτίμηση και προσδιορισμός χλωρού βάρους) 114 βιότυπων του ζιζανίου της αγριοβρώμης για την πιθανότητα ανάπτυξης ανθεκτικότητας στα ζιζανιοκτόνα clodinafor propargyl, fenoxarprop-p-ethyl και mesosulfuron +iodosulfuron. Οι βιότυποι που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση του πειράματος προέρχονταν από καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών της Κ. Μακεδονίας και της Θεσσαλίας και ειδικότερα από σιταγρούς όπου οι εφαρμογές διαφόρων ζιζανιοκτόνων απέτυχαν να αντιμετωπίσουν το ζιζάνιο αυτό.

Η αξιολόγηση έγινε με πειράματα φυτοδοχείων όπου η εφαρμογή των επεμβάσεων πραγματοποιήθηκε όταν τα φυτά του ζιζανίου βρίσκονταν στο στάδιο των 2-4 αδελφιών και οι επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν οι εξής: Το clodinafor propargyl εφαρμόστηκε στην συνιστώμενη (4,1 g δ.ο./στρέμμα) και τετραπλάσια δόση (16,4 g δ.ο./στρέμμα) με προσθήκη 3% (v/v) παραφινικού οξέως, το fenoxarprop-p-ethyl εφαρμόστηκε στην συνιστώμενη (8,26 g δ.ο./στρέμμα) και τετραπλάσια δόση (33 g δ.ο./στρέμμα) ενώ το μίγμα mesosulfuron +iodosulfuron εφαρμόστηκε μόνο στην συνιστώμενη δόση (0,75+0,75 g δ.ο./στρέμμα) και με προσθήκη 3% (v/v) της βοηθητικής ουσίας alkylethesulfate sodium salt.

Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι 12 βιότυποι αγριοβρώμης ανέπτυξαν ανθεκτικότητα στο clodinafor propargyl και 5 στο fenoxarprop-p-ethyl ενώ 18 βιότυποι ανέπτυξαν σταυρανθεκτικότητα (διασταυρωτή ανθεκτικότητα) και στα 2 ζιζανιοκτόνα. (Παπαπαναγιώτου κ.α. 2009).

## **2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## 2.1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πειραματικό μέρος της εργασίας εντάχθηκε και εκτελέστηκε στα πλαίσια σχετικού ερευνητικού προγράμματος διερεύνησης ανάπτυξης ανθεκτικότητας ζιζανίων σε ζιζανιοκτόνα που βρίσκεται σε εξέλιξη στο τμήμα Ζιζανιολογίας στο Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο.

Οι σπόροι που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα διερεύνησης της ανθεκτικότητας της αγριοβρώμης συλλέχθηκαν από περιοχές της Θεσσαλίας (Νομός Λαρίσης) και της Στερεάς Ελλάδας (Νομοί Βοιωτίας και Αττικής), ως εξής:

Κατά το έτος 2007 (Ιούνιος) συλλέχθηκαν σπόροι αγριοβρώμης από σιταγρούς στις ακόλουθες περιοχές του Νομού Βοιωτίας: Α) Θήβα προς Χαλκίδα, Β) Θήβα προς Μουρίκι, Γ) Σχηματάρι, Δ) Θήβα, Ε) Άγιος Θωμάς, ΣΤ) Ασωπία, Ζ) Θεσπιές-Ελοπία και Η) Ορχομενός. Σε 2-5 τυχαία αγροτεμάχια κάθε μιας από τις παραπάνω περιοχές (εικόνα 4) έγινε συλλογή σπόρων αγριοβρώμης που ανήκαν στα εξής είδη: *Avena sterilis* και *Avena fatua*. Η συλλογή από κάθε αγροτεμάχιο έγινε εντελώς τυχαιοποιημένα, ώστε να μπορεί να θεωρηθεί ως αντιπροσωπευτική του εν λόγω πληθυσμού. Στον πίνακα που ακολουθεί (πίνακας 4) φαίνεται ο αριθμός των αγρών ανά περιοχή στους οποίους έγινε η επισκόπηση.



**Εικ.4:** Περιοχές του από τους οποίους συλλέχθηκαν σπόροι αγριοβρώμης για τα πειράματα μας: Α) Θήβα προς Χαλκίδα, Β) Θήβα προς Μουρίκι, Γ) Σχηματάρι, Δ) Θήβα, Ε) Άγιος Θωμάς, ΣΤ) Ασωπία, Ζ) Θεσπιές-Ελοπία και Η) Ορχομενός

**Πίνακας 4:** Αγροί σιτηρών στους οποίους έγινε η επισκόπηση τα έτη 2007-08

Έτος	Είδη	Αριθμός αγρών ανά περιοχή στους οποίους έγινε η επισκόπηση									Συχνότητα (%)
		A	B	Γ	Δ	E	Z	H	Θ	Σύνολο	
2007	Αγροί που έγινε επισκόπηση	8	6	5	3	6	6	4	7	45	
	Αγροί χωρίς <i>Avena spp.</i>	1	1	0	0	0	1	0	1	4	8,9
	<i>Avena sterilis</i>	7	5	5	3	6	5	4	6	41	91,1
2008	Αγροί που έγινε επισκόπηση	5	8	7	5	5	6	4	8	48	
	Αγροί χωρίς <i>Avena spp.</i>	1	0	1	1	1	2	0	2	8	16,7
	<i>Avena sterilis</i>	4	8	6	4	4	4	4	6	40	83,3

Οι σπόροι ανάλογα με την διαδρομή από την οποία συλλέχτηκαν χωρίστηκαν σε 3 ομάδες:

- **ΥΠΑΤΟ – ΜΟΥΡΙΚΙ - ΘΗΒΑ:** Οι σπόροι της ομάδας αυτής συμβολίζονται στο πείραμα μας με το γράμμα Υ και ανάλογα με το χωράφι από το οποίο συλλέχτηκαν συμβολίζονται ως εξής:

**Υ4:** Συλλέχτηκε από χωράφι με καλλιέργεια σιταριού σε πυκνότητα 7, B 38.38925<sup>0</sup> A 23.46586<sup>0</sup>

**Υ6:** Συλλέχτηκε από χωράφι με καλλιέργεια σιταριού πυκνότητα 4, B 38.38440<sup>0</sup> A 23.410010<sup>0</sup>

**Υ7:** Συλλέχτηκε από χωράφι με καλλιέργεια κριθαριού πυκνότητα 8, B 38.38530<sup>0</sup> A 23.39741<sup>0</sup>

**Υ8:** Συλλέχτηκε από χωράφι με καλλιέργεια βιολογικού σιταριού σε πυκνότητα 9, B 38.38594<sup>0</sup> A 23.38923<sup>0</sup>

- **ΟΡΧΟΜΕΝΟΣ – ΑΛΙΑΡΤΟΣ – ΘΗΒΑ – ΧΑΛΚΙΔΑ:** Οι σπόροι της ομάδας αυτής συμβολίζονται στο πείραμα μας με το γράμμα Ο και ανάλογα με το χωράφι από το οποίο συλλέχτηκαν συμβολίζονται ως εξής:

**Ο5:** Συλλέχτηκε από χωράφι με καλλιέργεια κριθαριού προς τον Διόνυσο B 38.51489<sup>0</sup> και A 22.94500<sup>0</sup>

**Ο8:** Συλλέχτηκε από χωράφι με καλλιέργεια σιταριού B 38.43132<sup>0</sup> και A 23.02829<sup>0</sup>

**Ο12:** Συλλέχτηκε από χωράφι με καλλιέργεια σιταριού ψεκασμένου από Θήβα προς Χαλκίδα B 38.33010<sup>0</sup> και A 23.22712<sup>0</sup>

**Ο13:** Συλλέχτηκε από χωράφι με καλλιέργεια σιταριού ψεκασμένου από Θήβα προς Χαλκίδα B 38.36891<sup>0</sup> και A 23.41661<sup>0</sup>

- **ΣΧΗΜΑΤΑΡΙ – ΤΑΝΑΓΡΑ – ΑΣΩΠΙΑ – ΚΛΕΙΔΙ – ΑΓ. ΘΩΜΑΣ – ΟΙΝΟΦΥΤΑ:** Οι σπόροι της ομάδας αυτής συμβολίζονται στο πείραμα μας με το γράμμα Π και ανάλογα με το χωράφι από το οποίο συλλέχτηκαν συμβολίζονται ως εξής:

**Π1:** Συλλέχτηκε από χωράφι με καλλιέργεια βρώμης ( μάλλον απέκαστη ) με B 38.36081<sup>0</sup> και A 23.55386<sup>0</sup>

**Π5:** Συλλέχτηκε από χωράφι με καλλιέργεια σιταριού με B 38.36079<sup>0</sup> και A 23.54484<sup>0</sup>

**Π6:** Συλλέχτηκε από χωράφι με καλλιέργεια σιταριού με B 38.34729<sup>0</sup> και A 23.54141<sup>0</sup>

Στα εργαστήρια του Τμήματος Ζιζανιολογίας του Μ.Φ.Ι. ακολούθησε διαλογή και βοτανικός προσδιορισμός των σπόρων που είχαν συλλεχτεί , οι οποίοι και αποθηκεύθηκαν σε χάρτινες σακούλες και στο σκοτάδι, σε συνθήκες δωματίου



### 2.1.1 Εγκατάσταση πειραμάτων

Οι σπόροι της *Avena sterilis* χαρακτηρίζονται από αργή βλάστηση και μικρή βλαστικότητα με αποτέλεσμα να είναι αναγκαία μια προμεταχείριση πριν την φύτευση τους. Έτσι εφαρμόστηκε μια τεχνική προκειμένου να σπάσουμε τον λήθαργο των σπόρων. Αφού επιλέχθηκαν οι σπόροι που θα χρησιμοποιούσαμε για το πείραμα μας (200 σπόροι από κάθε βιότυπο, οι πιο ώριμοι) από κάθε σπόρο αφαιρέσαμε τα άκρα του με προσοχή έτσι ώστε να μην τραυματίσουμε το έμβρυο. Οι πληθυσμοί από τους οποίους πήραμε τους σπόρους για την πραγματοποίηση του πειράματός μας σε προκαταρκτικά πειράματα βρέθηκαν να δείχνουν αντοχή σε ένα τουλάχιστον ζιζανιοκτόνο.

Στην συνέχεια οι σπόροι κάθε βιότυπου τοποθετήθηκαν σε πλαστικά τριβλία Petri διαμέτρου 9 cm στα οποία είχαν τοποθετηθεί δύο φύλλα αποστειρωμένων διηθητικών χαρτιών (Whatman). Τα τριβλία που χρησιμοποιήσαμε για κάθε βιότυπο ήταν 5 με 40 σπόρους το καθένα και αφού τοποθετήθηκαν οι σπόροι προσθέσαμε 3 ml αποστειρωμένου νερού σε κάθε τριβλίο, ακολούθησε σφράγισμα με parafilm, τύλιγμα με αλουμινόχαρτο και τοποθέτηση σε ψυγείο ( 5-11-2008 ) με θερμοκρασία 4 °C όπου και παρέμειναν για 7 ημέρες.

Οι σπόροι βγήκαν από το ψυγείο στις 12-11-2008 και ακολούθησε η φύτευση τους σε γλάστρες σε θερμοκήπιο του Μπενάκειου φυτοπαθολογικού ινστιτούτου. Κάθε γλάστρα περιείχε χώμα και τύρφη σε αναλογία 1:1 και για κάθε πληθυσμό χρησιμοποιήθηκαν γλάστρες διαμέτρου 15 cm, σε καθεμία από τις οποίες σπάρθηκαν 50 σπόροι.

Στην συνέχεια οι γλάστρες με τους σπόρους παρέμειναν στο θερμοκήπιο όπου και ποτίζονταν συχνά. Ακολούθησε η βλάστηση τους και όταν τα φυτά έφτασαν στο στάδιο των 2-3 φύλλων έγινε ο ψεκασμός τους με την χρήση 3 ζιζανιοκτόνων της ομάδας των FOPs. Τα ζιζανιοκτόνα τα οποία χρησιμοποιήσαμε είναι τα εξής:

1. ΤΟΠΙΚ 240 EC ( Clodinafop-Propargyl )
2. ILLOXAN 36 EC ( Dichlofop methyl )
3. PUMA S. 6,9 EW ( Fenoxaprop ethyl )

Ο ψεκασμός πραγματοποιήθηκε σε ειδικό ψεκαστικό μηχάνημα γλαστρών που βρίσκετε στο ΜΦΙ και χρησιμοποιήθηκε για κάθε ζιζανιοκτόνο η συνιστώμενη δόση που είναι: Για το ΤΟΠΙΚ 240 EC 17 κ. εκ. σκευάσματος/στρέμμα, για το PUMA S 6,9 EW 120 κ. εκ. σκευάσματος/στρέμμα και για το ILLOXAN 36 EC 250 κ. εκ. σκευάσματος/στρέμμα. Κάθε επέμβαση (συνδυασμός πληθυσμού αγριοβρώμης και ζιζανιοκτόνου) περιελάμβανε 4 επαναλήψεις (γλάστρες) και η διάταξη του πειράματος ακολούθησε το Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο. Οι δόσεις από κάθε ζιζανιοκτόνο που χρησιμοποιήσαμε ήταν οι συνιστώμενες (πίνακα 5). Ο υπολογισμός τους έγινε ως εξής:

Επειδή το ψεκαστικό μηχάνημα ψεκάζει μια επιφάνεια  $1,40 \text{ m}^2$  με όγκο ψεκαστικού διαλύματος 60 ml, κάναμε τους ακόλουθους υπολογισμούς :

- Για το ΤΟΠΙΚ 240 EC

Στα  $1000 \text{ m}^2$  συνιστώνται 17 ml σκευάσματος

Στα  $1,40 \text{ m}^2$                       ? = 0,024 ml

Επομένως για να ετοιμάσουμε το ψεκαστικό διάλυμα έχουμε:

Στα 60 ml νερό βάζουμε 0,024 ml σκευάσματος

Στα 1000 ml                      ? = 0,4 ml σκευάσματος

Άρα η δόση από το ΤΟΠΙΚ 240 EC είναι 0,4 ml σκευάσματος ανά λίτρο νερού

- Για το ILLOXAN 36 EC

Στα  $1000 \text{ m}^2$  συνιστώνται 250 ml σκευάσματος

Στα  $1,40 \text{ m}^2$                       ? = 0,35 ml

Επομένως για να ετοιμάσουμε το ψεκαστικό διάλυμα έχουμε:

Στα 60 ml νερό βάζουμε 0,35ml σκευάσματος

Στα 1000 ml                      ? = 5,83 ml σκευάσματος

Άρα η δόση από το ILLOXAN 36 EC είναι 5,83 ml σκευάσματος ανά λίτρο νερού

- Για το PUMA S. 6,9 EW

Στα 1000 m<sup>2</sup> συνιστώνται 120 ml σκευάσματος

Στα 1,40 m<sup>2</sup> ? = 0,17ml

Επομένως για να ετοιμάσουμε το ψεκαστικό διάλυμα έχουμε:

Στα 60 ml νερό βάζουμε 0,17 ml σκευάσματος

Στα 1000 ml ? = 2,83 ml σκευάσματος

Άρα η δόση από το PUMA S. 6,9 EW είναι 2,83 ml σκευάσματος ανά λίτρο νερού

**Πίνακας 5:** Σκευάσματα και δόσεις εφαρμογής που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα.

ΣΚΕΥΑΣΜΑ	ΔΡΑΣΤΙΚΗ ΟΥΣΙΑ	ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΕΣ ΔΟΣΕΙΣ	ΔΟΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ
Τοπίκ	Clodinafor-propargyl	17 κ. εκ./στρέμμα	0,4 ml / l
Puma	Fenoxarprop ethyl	120 κ. εκ./στρέμμα	2,83 ml / l
Πloxan	Dichlofor ethyl	250 κ. εκ./στρέμμα	5,83 ml / l

Εξαιτίας της χαμηλής προσκόλλησης του ψεκαστικού υγρού στα φύλλα της αγριοβρώμης (στενά φύλλα, μικρή σταγόνα), προσθέσαμε και υπερδιαβρέχτη Silica Wet 80 (adjuvant) σε δόση 0,2 ml/ lt ψεκαστικού υγρού (αφού πρώτα είχε προστεθεί το ζιζανιοκτόνο). Στο τέλος και πριν τον ψεκασμό έγινε καλή ανακίνηση.

Ο ψεκασμός πραγματοποιήθηκε και μετά τον ψεκασμό τα φυτά της αγριοβρώμης παρέμειναν έξω από το θερμοκήπιο για μία μέρα προκειμένου να στεγνώσει το ψεκαστικό υγρό και στην συνέχεια τοποθετήθηκαν ξανά στο θερμοκήπιο όπου και ποτίζονταν τακτικά. Οι οπτικές εκτιμήσεις γίνονταν σε εβδομαδιαία βάση και

αφορούσαν στην εκτίμηση του χρώματος και της γενικότερης ανάπτυξης των φυτών αλλά και της τελικής τους επιβίωσης (21 ημέρες μετά την εφαρμογή). Ανάλογα με το ποσοστό των φυτών που επιβίωσαν από κάποιων πληθυσμό γίνεται και ο χαρακτηρισμός του πληθυσμού ως ανθεκτικός, αναπτύσσοντας ανθεκτικότητα και ευαίσθητος (πίνακας 6).

**Πίνακας 6:** Χαρακτηρισμός πληθυσμού φυτών ανάλογα με τον αριθμό των φυτών που επιβίωσαν (%) μετά τον ψεκασμό

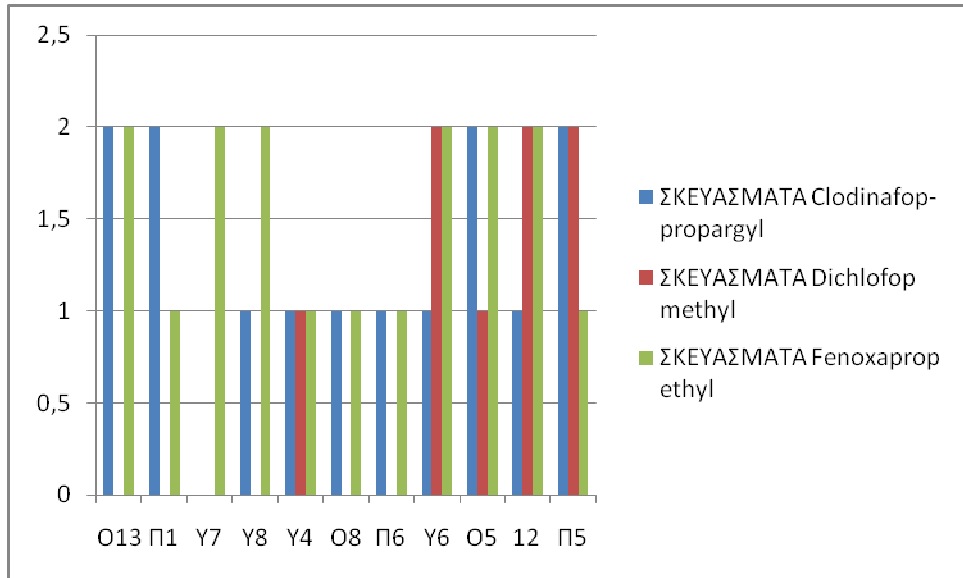
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ	ΦΥΤΑ ΠΟΥ ΕΠΙΒΙΩΣΑΝ ( % )
Ανθεκτικός	> 20 %
Αναπτυσσόμενης ανθεκτικότητας	2-19 %
Ευαίσθητος	< 2 %

## 2.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Δέκα μέρες μετά τον ψεκασμό μας πραγματοποιήσαμε οπτική εκτίμηση των φυτών της αγριοβρώμης και ανάλογα με την εικόνα που παρουσίαζαν τα κατατάξαμε σε 3 διαφορετικές κατηγορίες. Αυτά τα φυτά τα οποία είχαν κανονική εμφάνιση και συμβολίζονται με 0, εκείνα που παρουσίαζαν ελαφριά χλώρωση και συμβολίζονται με 1 και αυτά που ήταν χλωρωτικά και συμβολίζονται με 2. Τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω (Πίνακας 7 και Εικόνα 5).

**Πίνακας 7:** Οπτική εκτίμηση φυτών αγριοβρώμης 10 μέρες μετά τον ψεκασμό τους με τα ζιζανιοκτόνα Clodinafop-propargyl, Dichlofop methyl και Fenoxaprop-ethyl

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ		
	Clodinafop-propargyl	Dichlofop methyl	Fenoxaprop ethyl
<b>O13</b>	2	0	2
<b>Π1</b>	2	0	1
<b>Υ7</b>	0	0	2
<b>Υ8</b>	1	0	2
<b>Υ4</b>	1	1	1
<b>O8</b>	1	0	1
<b>Π6</b>	1	0	1
<b>Υ6</b>	1	2	2
<b>O5</b>	2	1	2
<b>O12</b>	1	2	2
<b>Π5</b>	2	2	1

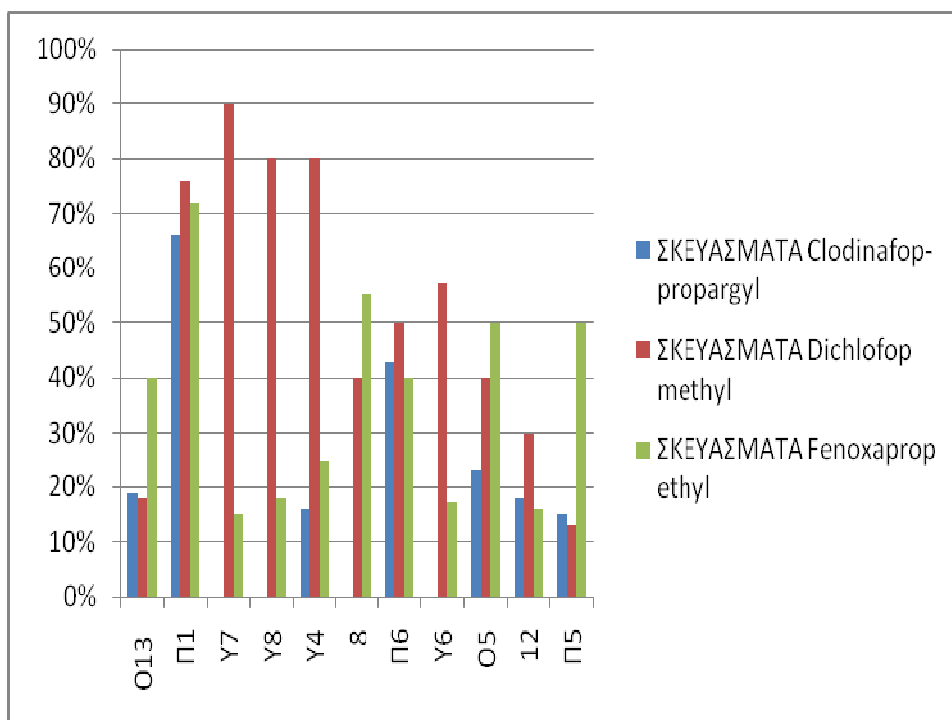


**Εικόνα 5 :**Οπτική εκτίμηση φυτών αγριοβρώμης 10 μέρες μετά τον ψεκασμό τους με τα ζιζανιοκτόνα Clodinafop-propargyl, Dichlofop methyl και Fenoxaprop-ethyl

Στην συνέχεια 20 μέρες μετά τον ψεκασμό και ενώ τα φυτά αναπτύσσονταν κανονικά και δέχονταν τις ίδιες περιποιήσεις πραγματοποιήσαμε καταμέτρηση των φυτών που επιβίωσαν και συνέχισαν να αναπτύσσονται κανονικά από κάθε πληθυσμό (Πίνακας 8 και Εικόνα 6).

**Πίνακας 8:** Ποσοστό φυτών που επιβίωσαν (%) από κάθε πληθυσμό και 20 μέρες μετά τον ψεκασμό τους με τα ζιζανιοκτόνα Clodinafop-propargyl, Dichlofop methyl και Fenoxaprop ethyl

<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ</b>	<b>ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ</b>		
	<b>Clodinafop-propargyl</b>	<b>Dichlofop methyl</b>	<b>Fenoxaprop ethyl</b>
<b>O13</b>	19%	18%	40%
<b>Π1</b>	66%	76%	72%
<b>Υ7</b>	0%	90%	15%
<b>Υ8</b>	0%	80%	18%
<b>Υ4</b>	16%	80%	25%
<b>08</b>	0%	40%	55%
<b>Π6</b>	43%	50%	40%
<b>Υ6</b>	0%	57%	17%
<b>O5</b>	23%	40%	50%
<b>012</b>	18%	30%	16%
<b>Π5</b>	15%	13%	50%



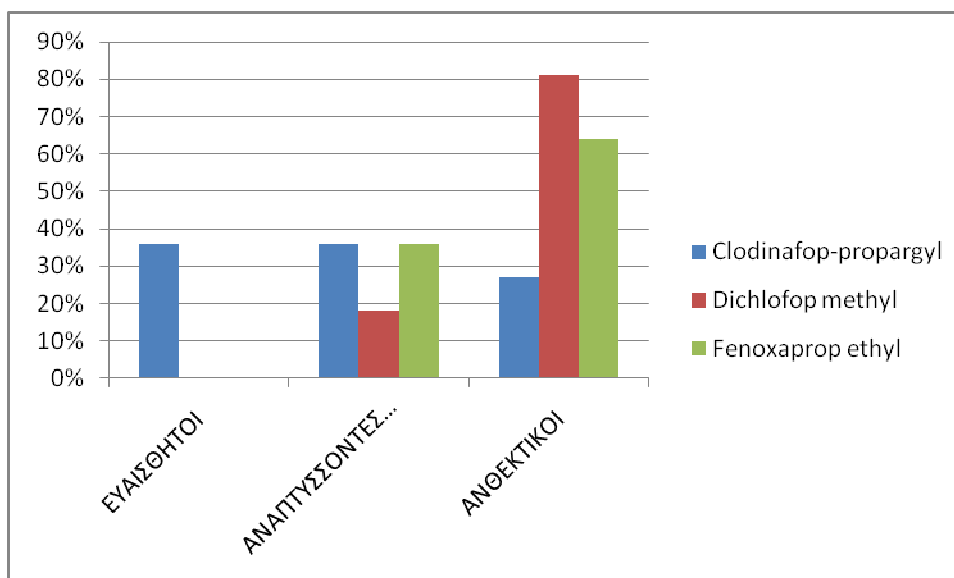
**Εικόνα 6:** Ποσοστό φυτών που επιβίωσαν (%) από κάθε πληθυσμό και 20 μέρες μετά τον ψεκασμό τους με τα ζιζανιοκτόνα Clodinafor-propargyl, Dichlofor methyl και Fenoxarprop ethyl

Με βάση τα αποτελέσματα αυτά δηλαδή ανάλογα των αριθμό των φυτών που επιβίωσαν προχωρήσαμε στον χαρακτηρισμό των ανθεκτικών πληθυσμών αγριοβρώμης (%) για το κάθε ζιζανιοκτόνο που χρησιμοποιήθηκε και τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω (Πίνακας 9 και Εικόνα 7).



**Πίνακας 9:** Ποσοστό των ανθεκτικών πληθυσμών αγριοβρώμης (%) για το κάθε ζιζανιοκτόνο που χρησιμοποιήθηκε.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΙ %	ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΝΤΕΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ %	ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΙ %
Clodinafop-propargyl	36%	36%	27%
Dichlofop methyl	0%	18%	81%
Fenoxaprop ethyl	0%	36%	64%



**Εικόνα 7:** Ποσοστό των ανθεκτικών πληθυσμών αγριοβρώμης (%) για το κάθε ζιζανιοκτόνο που χρησιμοποιήθηκε.

Φωτογραφίες από τα πειράματα που δείχνουν τις διαφορές που παρατηρούνται μεταξύ των διαφόρων πληθυσμών ως προς την ευαισθησία τους στα 3 ζιζανιοκτόνα που δοκιμάστηκαν φαίνονται στις εικόνες 8-13.



**Εικόνα 8:** Διαφορες μεταξύ πληθυσμών αγριοβρώμης ως προς την ευαισθησία τους στο diclofor: P15 – Ευαίσθητος (αριστερά), O13 – Μέτρια ανθεκτικός (κέντρο) και Y8 – Ανθεκτικός (δεξιά).



**Εικόνα 9:** Διαφορες μεταξύ πληθυσμών αγριοβρώμης ως προς την ευαισθησία τους στο clodinafop: O8 – Ευαίσθητος (αριστερά), Y4 – Μέτρια ευαίσθητος (κέντρο) και Π1 – Ανθεκτικός (δεξιά).



**Εικόνα 10:** Διαφορες μεταξύ πληθυσμών αγριοβρώμης ως προς την ευαισθησία τους στο clodinafop: O8 – Ευαίσθητος (αριστερά), Π5 – Μέτρια ευαίσθητος (κέντρο) και Π6 – Ανθεκτικός (δεξιά).



**Εικόνα 11:** Διαφορες μεταξύ της αποτελεσματικότητας των τριών ζιζανιοκτόνων σε ένα πληθυσμό αγριοβρώμης (Υ6): clodinafor (αριστερά), fenoxarpro (κέντρο) και dichlofor (δεξιά).



**Εικόνα 12:** Πολλαπλή ανθεκτικότητα του πληθυσμού Π1 σε Shoxan (αριστερά), Topik (μεσαία) και Puma (δεξιά)



**Εικόνα 13:** Πολλαπλή ανθεκτικότητα του πληθυσμού Π6 σε Iloxan (αριστερά), Τοπίκ (μεσαία) και Puma (δεξιά).

## 2.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τους πληθυσμούς της αγριοβρώμης που συλλέχθηκαν κατά τις επισκοπήσεις στους αγρούς των σιτηρών επιλέξαμε ορισμένους οι οποίοι παρουσίαζαν ένα ενδιαφέρον ως προς την ευαισθησία τους στις συνιστώμενες δόσεις των χρησιμοποιούμενων ζιζανιοκτόνων. Μετά την οπτική εκτίμηση που πραγματοποιήσαμε στα φυτά της αγριοβρώμης (10 μέρες μετά τον ψεκασμό με τα ζιζανιοκτόνα Clodinafor-propargyl, Dichlofor methyl και Fenoxarprop ethyl) πήραμε μια πρώτη ένδειξη της συμπεριφοράς των διαφόρων βιοτύπων απέναντι στα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιήσαμε (πίνακας 7 και εικόνα 5).

Για το ζιζανιοκτόνο Clodinafor-propargyl, από τους πληθυσμούς που μελετήθηκαν και μετά την προκαταρκτική τους αξιολόγηση, ένας πληθυσμός (Y7) είχε κανονική εμφάνιση, 6 πληθυσμοί (Y8, Y4, O8, Π6, Y6, O12) είχαν συμπτώματα ελαφριάς χλώρωσης και 4 πληθυσμοί (O13, Π1, O5, Π5) παρουσίαζαν αισθητά χλωρωτική εικόνα.

Η επέμβαση με το ζιζανιοκτόνο Dichlofor methyl μας έδωσε 6 πληθυσμούς (O13, Π1, Y7, Y8, O8, Π6) που τα φυτά τους παρουσίαζαν κανονική εμφάνιση, 2 πληθυσμούς (Y4, O5) με ελαφριά χλώρωση και 3 πληθυσμούς (Y6, O12, Π5) με έντονα χλωρωτικά φυτά.

Τέλος, το Fenoxarprop ethyl σε αντίθεση με τις δύο άλλες επεμβάσεις δεν μας έδωσε κανένα πληθυσμό με εντελώς ανεπηρέαστη-κανονική εμφάνιση αλλά 6 πληθυσμούς (O13, Y7, Y8, Y6, O5, O12) με χλωρωτικά φυτά και 5 πληθυσμούς (Π1, Y4, O8, Π6, Π5) με ελαφριά χλώρωση.

Εδώ θα πρέπει να αναφέρουμε ότι η οπτική εκτίμηση ενδεχομένως να μη μπορεί να μας δώσει ασφαλή συμπεράσματα για διάφορους λόγους μερικοί από τους οποίους είναι:

1. Κατά την χρονική περίοδο που πραγματοποιείται δεν έχει προλάβει να δράσει πλήρως το ζιζανιοκτόνο με αποτέλεσμα τα αρχικά συμπτώματα που εμφανίζουν τα φυτά να είναι ηπιότερα από τα τελικά.
2. Ο κάθε πληθυσμός αντιδρά διαφορετικά στα ζιζανιοκτόνα και έτσι μπορεί να έχουμε έναν πληθυσμό με έντονα συμπτώματα στην αρχή χωρίς όμως περαιτέρω

εξέλιξη τους και κάποιον άλλο με ήπια συμπτώματα στην αρχή που στην συνέχεια γίνονται έντονα.

Στην συνέχεια και ενώ είχαν περάσει 20 μέρες από τον ψεκασμό (με αποτέλεσμα να μπορούμε να βγάλουμε ασφαλή συμπεράσματα) προχωρήσαμε στην καταμέτρηση των φυτών που επιβίωσαν και συνέχισαν να αναπτύσσονται κανονικά από κάθε πληθυσμό (πινάκας 8 και εικόνα 6). Έτσι για τις τρεις περιοχές έχουμε τα εξής:

1. ΥΠΑΤΟ-ΜΟΥΡΙΚΙ-ΘΗΒΑ: Στην περιοχή αυτή και οι τέσσερις πληθυσμοί που επιλέξαμε (Y4, Y6, Y7, Y8) είχαν αναπτύξει έντονη ανθεκτικότητα στο ζιζανιοκτόνο Dichlofor methyl. Για το ζιζανιοκτόνο Clodinafor-propargyl βλέπουμε ότι τρεις πληθυσμοί (Y6, Y7, Y8) είναι ευαίσθητοι και ένας (Y4) παρουσιάζει αναπτυσσόμενη ανθεκτικότητα. Τέλος στο ζιζανιοκτόνο Fenoxarprop ethyl τρεις πληθυσμοί (Y6, Y7, Y8) παρουσιάζουν αναπτυσσόμενη ανθεκτικότητα και ένας πληθυσμός (Y4) δείχνει ανθεκτικός.

2. ΟΡΧΟΜΕΝΟΣ-ΑΛΙΑΡΤΟΣ-ΘΗΒΑ-ΧΑΛΚΙΔΑ: Στην περιοχή αυτή βρέθηκαν 3 πληθυσμοί (O5, O8, O12) ήδη ανθεκτικοί στο ζιζανιοκτόνο Dichlofor methyl και ένας πληθυσμός (O13) παρουσιάζει αναπτυσσόμενη ανθεκτικότητα. Η επέμβαση με το ζιζανιοκτόνο Fenoxarprop ethyl έδωσε τρεις πληθυσμούς (O5, O8, O13) ανθεκτικούς στο ζιζανιοκτόνο αυτό και έναν πληθυσμό (O12) που παρουσίαζε αναπτυσσόμενη ανθεκτικότητα. Τέλος στο Clodinafor-propargyl δύο πληθυσμοί (O12, O13) παρουσίασαν αναπτυσσόμενη ανθεκτικότητα, ένας πληθυσμός (O5) ήταν ανθεκτικός και ένας (O8) ευαίσθητος.

3. ΣΧΗΜΑΤΑΡΙ-ΤΑΝΑΓΡΑ-ΑΣΩΠΙΑ-ΚΛΕΙΔΙ-ΑΓ.ΘΩΜΑΣ: Στην περιοχή αυτή δύο πληθυσμοί Π1, Π6 παρουσιάζουν ανθεκτικότητα και στα τρία ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιήσαμε ενώ ένας πληθυσμός ο Π5 παρουσιάζει αναπτυσσόμενη ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα Clodinafor-propargyl και Dichlofor methyl, ενώ στο Fenoxarprop ethyl είναι ανθεκτικός.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η κάθε περιοχή παρουσιάζει μια σχετική ομοιομορφία σε ότι αφορά την αντίδραση των πληθυσμών της στα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιήσαμε. Αυτό είναι απόλυτα φυσιολογικό γιατί στην πράξη κάθε περιοχή στο εσωτερικό της εφαρμόζει περίπου τα ίδια ζιζανιοκτόνα για την καταπολέμηση των ζιζανίων. Επιπλέον γνωρίζουμε ότι τα ψεκαστικά μηχανήματα συνήθως δεν ψεκάζουν μόνο έναν αγρό αλλά πολύ περισσότερους.

Σε ότι αφορά τους πληθυσμούς που εξετάσαμε μετά την προκαταρκτική τους αξιολόγηση, παρατηρούμε ότι όλοι παρουσιάζουν ανθεκτικότητα σε τουλάχιστον ένα από τα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιήσαμε. Υπάρχουν όμως και ορισμένοι πληθυσμοί με πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα τους πληθυσμούς Π1, Π6 και Ο5 που παρουσιάζουν πολλαπλή ανθεκτικότητα δηλαδή είναι έντονα ανθεκτικοί και στα τρία ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιήσαμε.

Τέλος, το ποσοστό των ανθεκτικών πληθυσμών αγριοβρώμης (%) για το κάθε ζιζανιοκτόνο που χρησιμοποιήσαμε (πίνακας 9 και εικόνα 7) μας δείχνει πόσο έντονο είναι το πρόβλημα της ανθεκτικότητας. Οι επεμβάσεις με τα ζιζανιοκτόνα Dichlofor methyl και Fenoxarprop ethyl έδωσαν μεγάλο ποσοστό ήδη ανθεκτικών ατόμων στο σύνολο των πληθυσμών που μελετήσαμε (81% και 64% αντίστοιχα). Η αναπτυσσόμενη ανθεκτικότητα στις δύο αυτές επεμβάσεις είχε ποσοστά 18% και 36% αντίστοιχα, ενώ το ποσοστό των ευαίσθητων πληθυσμών ήταν 0%. Η επέμβαση με το ζιζανιοκτόνο Clodinafor-propargyl στο σύνολο των πληθυσμών που επιλέξαμε, έδειξε το 27% των πληθυσμών ανθεκτικούς, το 36% με αναπτυσσόμενη ανθεκτικότητα και το 36% ευαίσθητους.

Από όλα τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι το πρόβλημα της ανθεκτικότητας των ζιζανίων σε διάφορα ζιζανιοκτόνα είναι υπαρκτό και σε ορισμένες περιπτώσεις αρκετά έντονο. Για τον λόγο αυτό πρέπει να ληφθούν το συντομότερο δυνατό κάποια μέτρα για την παρεμπόδιση ανάπτυξης της ανθεκτικότητας στα ζιζανιοκτόνα, ορισμένα από τα οποία είναι τα εξής:

1. Χρήση μιγμάτων ζιζανιοκτόνων με διαφορετικούς τρόπους δράσης.
2. Εναλλαγή ζιζανιοκτόνων με διαφορετικούς τρόπους δράσης.
3. Εφαρμογή αμειψισποράς (αποφυγή μονοκαλλιέργειας).
4. Λήψη μέτρων αποφυγής διασποράς των ζιζανίων από χωράφι σε χωράφι και από περιοχή σε περιοχή.
5. Εκτέλεση επισκοπήσεων ζιζανίων σε αγρούς για την διαπίστωση περιπτώσεων έγκρισης αποτελεσματικότητας ζιζανιοκτόνων ως προς την αντιμετώπιση ορισμένων ζιζανίων και ελέγχου αυτό οφείλεται σε κακή εφαρμογή ή σε ανάπτυξη ανθεκτικότητας.
6. Ένταξη καλλιεργειών σε συστήματα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης των Ζιζανίων (IWM, Integrated Weed Management), ώστε να εφαρμόζονται και άλλες (μη χημικές) μέθοδοι αντιμετώπισης.



### 3.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Δαμανάκης Μ.Ε. (1976).** *Επισκόπηση των κυριότερων ζιζανίων των καλλιεργειών της Χώρας κατά το έτος 1976. Εκδόσεις Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο (Μ.Φ.Ι).*
- Dekker J. and Duke O.S. (1995).** *Herbicide resistant field crop Adv. Agron., 54:69-116*
- Duke S.O., Christy A.L., Hess F.D. and Hold Z.S. (1991).** *Herbicide-Resistant Crops. Comments from CAST 1991-1, Council of Agricultural Science and technology, Ames, I.a.*
- Eberlein C.V., Guttieri M.J., Berger P.H., Fellman J.K., Mallory-Smith C.A., Thill D.C., Baerg R.J. and Belkmap W.R. (1999).** *Physiological consequences of mutation for ALS-inhibitor resistance. Weed sci., 47: 383-392*
- Ελευθεροχωρινός Η.Γ.(1996).** *Ζιζανιολογία. Εκδόσεις αγροτόπος . Σελ. 16-24, 27-30, 73- 93.*
- Gronwald J.W. (1991).***Lipid biosynthesis inhibitors. Weed sci. 39:435-449*
- Heap I.M. (2009)** *International survey of herbicide resistant weeds.*  
[www.weedscience.com](http://www.weedscience.com)
- Hilton H.W. (1957).** *Herbicide tolerant strain of weeds. Hawaii Sugar Planters Association Annual Reports. Pp. 69*
- Mahajan G. and Brar L.S. (2001).** *Studies herbicide resistance in Phalaris minor under Punjab conditions. Indian j. weed sci. 33: 1-4*
- Malik R.K. and Singh S. (1995).** *Little seed canary grass (Phalaris minor ) resistance to isoproturon in India. Weed technology, 9: 419-425*
- Παπαδοπούλου-Μουρκίδου(1991).** *Ε. Γεωργικά φάρμακα η Α.Π.Θ. Υπηρεσία δημοσιευμάτων. Σελ. 121*
- Παπαπαναγιώτου Α., Καλούμενος Ν. και Ελευθεροχωρινός Η. (2008).** *Αξιολόγηση 114 Βιότυπων Αγριοβρώμης (Avena sterilis) για Πιθανή Ανάπτυξη Ανθεκτικότητας στα Ζιζανιοκτόνα Clodinafor-propargyl, Fenoxarprop-p- ethyl*

και mesosulfuron+ Iodosulfuron . Ελληνική Ζιζανιολογική Εταιρεία 15  
Επιστημονικό Συνέδριο.

**Ryan G.F. (1970).** *Resistance of common ground sel to simazine and atrazine. Weed sci.*18: 614-616

**Seacor and Cseke (1988).** *Inhibition of acetyl-CoA carboxylase activity by haloxy for and tralkoxydim plant physiology* 86: 10-12

**Steging S.J. and Vaughn K.C. (1988).** *Norflurazon (SAN-9789) reduced abscisic acid levels in cotton seedlings: A glandless isolate is more sensitive than its glanded counterpart. Pestic, Biochem. Physiol.,* 31: 269-275

**Travlos I.S., Gianopolitis C.N., Paspatis E.A. (2008)** *Wild oat variability in wheat fields of Viotia in central Greece. Hellenic Plant Protection Journal* 1: 107-112.

**Τραυλός Η., Γιαννοπολίτης Κ., Πασπάτης Ε., (2008)** *Παραλλακτικότητα αγριοβρώμης σε σιταγρούς της Βοιωτίας στην Κεντρική Ελλάδα. 15<sup>0</sup> Επιστημονικό Συνέδριο της Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας. Θεσσαλονίκη 11-12 Δεκεμβρίου 2008*