

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

Γκιτσάκης Δημήτριος

**Έλεγχος παρουσίας ανθεκτικών βιοτύπων
αγριοβρώμης σε διάφορα ζιζανιοκτόνα**

Μεταπτυχιακή διατριβή που υποβλήθηκε στο Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας ως μερική υποχρέωση για την λήψη του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Σπουδών Ειδίκευσης στην Κατεύθυνση "Σύγχρονη Φυτοπροστασία"

ΒΟΛΟΣ 2010

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

Γκιτσάκης Δημήτριος

**Έλεγχος παρουσίας ανθεκτικών βιοτύπων
αγριοβρώμης σε διάφορα ζιζανιοκτόνα**

Εξεταστική επιτροπή:

Επιβλέπων : Καθηγητής κ. Λόλας Πέτρος

Μέλη : Καθηγητής κ. Γούναρης Ιωάννης

Επικ. Καθηγητής κ. Βαρδαβάκης Εμμανουήλ

ΒΟΛΟΣ 2010

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αγριοβρώμη (*Avena sterilis L.*) είναι ένα από τα σοβαρότερα ζιζάνια των χειμερινών σιτηρών στην Ελλάδα αλλά και παγκόσμια. Μετά από την πολύχρονη εκτεταμένη χημική αντιμετώπιση της με διάφορα σκευάσματα τις τελευταίες δεκαετίες υπάρχουν έντονες υπόνοιες σχετικά με την εμφάνιση ανθεκτικών βιοτύπων του ζιζανίου.

Η παρούσα εργασία αφορά πειράματα που έγιναν τόσο στον αγρό όσο και σε φυτοδοχεία στο θερμοκήπιο για την διερεύνηση της ύπαρξης ανθεκτικών βιοτύπων αγριοβρώμης. Σε δύο αγρούς, στην περιοχή της Λάρισας, εφαρμόστηκαν τρία ζιζανιοκτόνα, αναστολείς της δράσης του ενζύμου ACCase, σε διάφορες δόσεις. Χρησιμοποιήθηκε το tralkoxydim στην συνιστώμενη δόση, 40 g δ.ο./στρ., το fenoxarpro-P-ethyl στην συνιστώμενη και στην διπλάσια δόση, 8.25 και 16.5 g δ.ο./στρ, στην συνιστώμενη δόση με την προσθήκη συνεργού ζιζανιοκτόνων Sunoil 11E και το clodinafor proparhyl στην συνιστώμενη, στην διπλάσια και στην τετραπλάσια δόση, 4.8, 9.6 και 19.2 g δ.ο./στρ., αντίστοιχα. Η εφαρμογή των σκευασμάτων έγινε όταν τα φυτά του ζιζανίου βρίσκονταν στο στάδιο των 2-4 φύλλων.

Τα αποτελέσματα της μακροσκοπικής αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας (έλεγχος επί τοις %) και της μέτρησης των φυτών της καλλιέργειας του σταριού (νωπού, ξηρό βάρος) στις 20, 60 και 85 ημέρες μετά την εφαρμογή, έδειξαν ότι οι βιότυποι που υπήρχαν στους δύο αγρούς παρουσίασαν ανθεκτικότητα σε όλες τις εφαρμογές του fenoxarpro-p-ethyl, όπου ο αριθμός των ατόμων που επιβίωσαν ήταν παρόμοιος με αυτόν του αψέκαστου μάρτυρα (>20 άτομα/ m^2). Εμφανίστηκε αναπτυσσόμενη σταυρωτή ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα tralkoxydim και clodinafor proparhyl. Στις επεμβάσεις του tralkoxydim ο αριθμός των ατόμων που επιβίωσαν ήταν 0-5 άτομα/ m^2 . Ενώ ήταν 5-10, 0-5 και 0 άτομα/ m^2 αντίστοιχα για την συνιστώμενη, την διπλάσια και την τετραπλάσια δόση του

clodinafor propargyl. Παρόμοια αποτελέσματα έδειξε και ο προσδιορισμός του νωπού και ξηρού βάρους ανά φυτό σταριού της καλλιέργειας που έγινε. Στα παραπάνω συμπεράσματα συνηγορούν και οι μετρήσεις των αποδόσεων σιταριού κατά τη συγκομιδή.

Στα πειράματα φυτοδοχείων εφαρμόστηκαν τα ζιζανιοκτόνα tralkoxydim, fenoxarrop-P-ethyl, clodinafor propargyl και τα μη εκλεκτικά αγρωστωδοκτόνα fluazifor-p-butyl και quizalofor-p-ethyl, στις συνιστώμενες (40, 8.25, 4.8, 19 και 7.5 g δ.ο./στρ) και στις τετραπλάσιες (160, 33, 19.2, 76 και 30 g δ.ο./στρ) δόσεις, αντίστοιχα . Οι εφαρμογές πραγματοποιήθηκαν σε βιότυπους που προέρχονταν από πέντε διαφορετικές περιοχές της χώρας. Στα αποτελέσματα δεν εμφανίστηκε κανένας βιότυπος να παρουσιάζει ανθεκτικότητα στο tralkoxydim. Στη συνιστώμενη δόση του fenoxarrop-p-ethyl εμφανίστηκαν δύο ανθεκτικοί βιότυποι (Λάρισα, Βοιωτία). Στο clodinafor propargyl, στη συνιστώμενη δόση ένας βιότυπος (Βοιωτία) παρουσίασε ανθεκτικότητα, αλλά κανένας στην τετραπλάσια. Δεν εμφανίστηκε βιότυπος ανθεκτικός στο fluazifor-p-butyl, ενώ παρουσίασε ανθεκτικότητα ένας βιότυπος (Χαλκιδική) στη συνιστώμενη δόση του quizalofor-p-ethyl. Στην γεωγραφική κατανομή, περιοχές που δέχονται μεγαλύτερη πίεση επιλογής (Λάρισα, Βοιωτία) παρουσίασαν εντονότερη ανάπτυξη ανθεκτικότητας, από ότι περιοχές με μικρότερη πίεση επιλογής (Φθιώτιδα, Κιλκίς, Χαλκιδική).

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Ο Γκισάκης Δημήτριος γεννήθηκε στη Λάρισα τον Απρίλιο του 1969. Μεγάλωσε και τελείωσε το Δημοτικό Σχολείο στο Δίλοφο Λάρισας. Ολοκλήρωσε τις σπουδές του στο 4^ο Λύκειο Λάρισας το 1987.

Στις Γενικές Εισαγωγικές Εξετάσεις του 1988 πέτυχε την εισαγωγή του στη Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης στο τμήμα Γεωπονίας. Ακολούθησε την κατεύθυνση της Φυτικής παραγωγής. Αποφοίτησε το Νοέμβριο του 1993 με βαθμό 6,55. Το θέμα της πτυχιακής του διατριβής ήταν «Διερεύνηση παραγόντων που επηρεάζουν την παρενδιαυτοφορία της φιστικιάς (*Pistacia vera* L.)», με υπεύθυνο καθηγητή τον κ. Ι. Θεριό.

Από το 1995 συνεργάζεται με επιχειρήσεις πώλησης γεωργικών εφοδίων. Διατηρεί κατάστημα πώλησης γεωργικών εφοδίων στο Ζάππειο Λάρισας από το 1999.

Το Σεπτέμβριο του 2007 εισήχθη μετά από εξετάσεις στο Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, με κατεύθυνση "Σύγχρονη Φυτοπροστασία". Η μεταπτυχιακή του διατριβή με τίτλο «Έλεγχος παρουσίας ανθεκτικών βιοτύπων αγριοβρώμης σε διάφορα ζιζανιοκτόνα» εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Ζιζανιολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, με υπεύθυνο καθηγητή τον κ. Πέτρο Λόλα. Τμήμα της παραπάνω διατριβής παρουσιάστηκε στο 16^ο Πανελλήνιο Ζιζανιολογικό Συνέδριο στην Καρδίτσα.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της Μεταπτυχιακής μου Διατριβής.

Καταρχήν αισθάνομαι την υποχρέωση να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Πέτρο Λόλα, για την καθοδήγηση, τις συμβουλές και τις εποικοδομητικές του παρατηρήσεις. Επίσης για τις πολύτιμες διορθώσεις του, που συνέβαλαν καθοριστικά στην αρτιότερη παρουσίαση της εργασίας.

Όπως ευχαριστίες εκφράζω στα μέλη της εξεταστικής επιτροπής Καθηγητή κ Ι. Γούναρη και Επίκ. Καθηγητή κ. Εμ. Βαρδαβάκη για τον χρόνο που αφιέρωσαν για την αξιολόγηση και εξέταση της παρούσας μελέτης.

Επίσης ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στους συναδέλφους του εργαστηρίου που βοήθησαν στις εργασίες του πειραματικού τμήματος της εργασίας.

Ιδιαιτέρως θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την υπομονή και την ηθική συμπαράσταση που υπέδειξε κατά διάρκεια αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας. Ένα μεγάλο συγγνώμη στα παιδιά μου που οι υποχρεώσεις της παρούσας διατριβής, στερήσαν την παρουσία μου από οικογενειακές στιγμές.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1.
2.ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	3.
3.ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	7.
3.1. Γενικά	7.
3.2. Ανθεκτικότητα της αγριόβρωμης	8.
4.ΥΛΙΚΑ – ΜΕΘΟΔΟΙ	11.
4.1. Πειράματα αγρού	11.
4.2. Πειράματα θερμοκηπίου	13.
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	16.
5.1. Πειράματα αγρού	16.
5.1.1 Μακροσκοπική εκτίμηση της αποτελεσματικότητας	16.
5.1.2. Μετρήσεις του νωπού και ξηρού βάρους της καλλιέργειας	19.
5.1.3 Απόδοση της καλλιέργειας	25.
5.2. Πειράματα θερμοκηπίου	27.
6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	31.
6.1. Πειράματα αγρού	31.
6.2. Πειράματα θερμοκηπίου	36.
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	39.
7.1. Πειράματα αγρού	39.
7.2. Πειράματα θερμοκηπίου	39.
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	41.
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	45.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μετά την εισαγωγή και ευρεία εφαρμογή γεωργικών φαρμάκων στη γεωργική πρακτική, αρκετές ήταν οι εκπλήξεις που περίμεναν τους αγρότες-χρήστες, αλλά και τους επιστήμονες-παρατηρητές.

Έτσι, ενώ αντιμετωπίστηκαν χρόνια προβλήματα της γεωργικής πράξης, παράλληλα νέες προκλήσεις εμφανίστηκαν στις οποίες κλήθηκε να δώσει απαντήσεις η επιστημονική κοινότητα. Για παράδειγμα, ενώ ελέγχθηκαν οι εχθροί που προκαλούν ποιοτικές αλλά και ποσοτικές ζημιές στις καλλιέργειες, για ορισμένα γεωργικά φάρμακα παρουσιάστηκε το φαινόμενο της βιοσυσσώρευσης και μικρή διάσπαση, ιδιαίτερα των πρώιμων οργανοχλωριωμένων εντομοκτόνων. Συγχρόνως αυξήθηκαν οι απαιτήσεις του κοινού για γεωργικά προϊόντα λιγότερο επιβαρημένα με χημικά, αλλά και για "καθαρότερο" περιβάλλον.

Παράλληλα, αν και αντιμετωπίστηκαν τα παθογόνα που προκαλούν μείωση της παραγωγής ή ποιοτική υποβάθμιση αλλά και μείωση του χρόνου διατήρησης των παραγόμενων γεωργικών προϊόντων, εντούτοις νέα παθογόνα εμφανίστηκαν. Έτσι, νέες στρατηγικές αντιμετώπισης προτάθηκαν, ή βελτιώθηκαν παλαιότερες, αλλά και νέες ομάδες γεωργικών φαρμάκων αναπτύχθηκαν με νέους τρόπους δράσης.

Τέλος, ενώ η ζιζανιοκτονία κατάφερε να ελέγξει τα ανεπιθύμητα ζιζάνια στην πλειονότητα των καλλιεργειών, απρόσμενες επιπτώσεις εμφανίστηκαν από τη χρήση των ζιζανιοκτόνων. Έτσι παρουσιάστηκε η εμφάνιση ζιζανιοκτόνων, κυρίως εδάφους, σε διάφορες θέσεις των οικοσυστημάτων και κυρίως στο εδαφικό νερό, δημιουργώντας προβλήματα με τη συσσώρευσή τους. Ακόμη, παρουσιάστηκε το φαινόμενο της επιταχυνόμενης αποδόμησης, προκαλώντας σύγχυση στα αποτελέσματα των ερευνητικών προσπαθειών των ζιζανιολόγων. Συγκεκριμένα, μετά την επαναλαμβανόμενη εφαρμογή ορισμένων ζιζανιοκτόνων στο ίδιο έδαφος, ορισμένοι μικροοργανισμοί προσαρμόστηκαν στο να αποδομούν ταχύτερα τα

συγκεκριμένα ζιζανιοκτόνα, χωρίς να τα “επιτρέπουν” να δράσουν. Παρατηρήθηκε, συνεπώς μειωμένη αποτελεσματικότητα αυτών των ζιζανιοκτόνων.

Μειωμένη ωστόσο, αποτελεσματικότητα μετά από την επαναλαμβανόμενη εφαρμογή ζιζανιοκτόνων παρατηρείται και στην περίπτωση εμφάνισης ανθεκτικότητας ζιζανίων σε ορισμένα ζιζανιοκτόνα. Η εμφάνιση της ανθεκτικότητας συνεχώς αυξάνει τόσο σε αριθμό ανθεκτικών ειδών ζιζανίων όσο και στον αριθμό ζιζανιοκτόνων στα οποία τα ζιζάνια είναι ανθεκτικά παντού στον κόσμο, ακόμη και σε μη εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα, καθιστώντας το φαινόμενο αυτό πολύ σοβαρό και επικίνδυνο για το μέλλον της γεωργικής πρακτικής.

Παγκόσμια σήμερα αναφέρονται πάνω από 340 ανθεκτικοί βιότυποι ζιζανίων για περισσότερα από 190 είδη σε ζιζανιοκτόνα. Στην Ελλάδα, έως το 2008, εξακριβώθηκε η παρουσία ανθεκτικών βιοτύπων για έξι ζιζάνια, όχι όμως για την αγριόβρωμη (*Avena sterilis L.*).

Στην παρούσα μελέτη έγινε μια προσπάθεια διερεύνησης της ανθεκτικότητας διαφόρων βιοτύπων αγριόβρωμης σε δύο αγρούς στην αγροτική περιοχή της Λάρισας και σε πέντε βιοτύπους από διάφορες περιοχές της χώρας, σε ορισμένα ζιζανιοκτόνα. Χρησιμοποιήθηκαν ζιζανιοκτόνα που εφαρμόζονται εκλεκτικά σε καλλιέργειες σκληρού σιταριού αλλά και γενικά αγρωστωδοκτόνα που εφαρμόζονται σε πλατύφυλλες καλλιέργειες. Τα πειράματα έγιναν στον αγρό αλλά και μέσα στο θερμοκήπιο.

2. ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Σύμφωνα με τη Ζιζανιολογική Εταιρία των ΗΠΑ **ανθεκτικότητα ζιζανίων (Herbicide resistance)** σε ζιζανιοκτόνα καλείται η κληρονομούμενη δυνατότητα ενός είδους φυτού να επιβιώνει και να αναπαράγεται μετά την έκθεσή του σε μία δόση ζιζανιοκτόνου που κανονικά είναι θανατηφόρα για το φυσικό πληθυσμό του φυτού. Η ανθεκτικότητα αυτή μπορεί να είναι φυσική ή να προκλήθηκε από κάποια μεθοδολογία όπως γενετική μηχανική ή επιλογή βιοτύπων παραγόμενων από ιστοκαλλιέργεια ή μεταλλάξεις (48).

Σωστό θα ήταν εδώ να αναφερθεί και ο ορισμός της **ανοχής ζιζανίων** σε ζιζανιοκτόνα (**Herbicide tolerance**) που συνίσταται στην έμφυτη δυνατότητα ενός φυτού να επιβιώνει και να αναπαράγεται μετά την εφαρμογή ενός ζιζανιοκτόνου. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπήρχε τεχνητή ή γενετική επιλογή, απλώς το φυτό είναι ανεκτικό από φυσικού του (6).

Με άλλα λόγια, αυτό σημαίνει ότι η ανθεκτικότητα καταδεικνύει την εξελιγμένη ικανότητα ενός προηγούμενως ευαίσθητου πληθυσμού κάποιου ζιζανίου να αντισταθεί και να συμπληρώσει τον κύκλο της ζωής του, όταν εφαρμόζεται πάνω του μια κανονική ή και μεγαλύτερη δόση ενός ζιζανιοκτόνου σε συνθήκες αγρού (35).

Η εμφάνιση του ανθεκτικού πληθυσμού προκαλείται όταν ένας μικρός αριθμός φυτών (ένας βιότυπος) μέσα στον πληθυσμό του ζιζανίου έχει έναν γενότυπο που του επιτρέπει να επιβιώνει σε μια συνηθισμένη εφαρμογή ζιζανιοκτόνου. Έτσι μετά την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου αυτός ο μικρός πληθυσμός επιβιώνει μεταξύ των ευαίσθητων ατόμων του είδους του, ωριμάζει και παράγει σπόρους που μένουν σε μεγαλύτερο ποσοστό στο έδαφος. Αν το ίδιο ζιζανιοκτόνο συνεχίσει να χρησιμοποιείται αλλά και τα ανθεκτικά άτομα αναπαραχθούν, τότε το ποσοστό του ανθεκτικού πληθυσμού στο ζιζανιοκτόνο αυτό θα αυξηθεί (21).

Η ανάπτυξη ανθεκτικότητας ζιζανίων σε ζιζανιοκτόνα οφείλεται σε **φυσιολογικούς μηχανισμούς** όπως μείωση του ρυθμού απορρόφησης και μετακίνησης του ζιζανιοκτόνου, αδρανοποίηση-ακινητοποίηση με τον σχηματισμό π.χ. συμπλόκου, κ.ά. αλλά και σε **βιοχημικούς μηχανισμούς** όπως για παράδειγμα παρουσία ενζύμων που μεταβολίζουν τα ζιζανιοκτόνα, υπερπαραγωγή ενζύμων που αποτελούν θέσεις δράσης των ζιζανιοκτόνων, τροποποίηση της θέσης δράσης (2,6).

Η ανθεκτικότητα που οφείλεται στην **τροποποίηση της θέσης δράσης** των ζιζανιοκτόνων (**Target-site resistance**) εμφανίζεται, όταν συμβαίνει αντικατάσταση των αμινοξέων στην πρωτεΐνη ή στο ένζυμο που αποτελεί θέση δράσης του ζιζανιοκτόνου με αποτέλεσμα την αδυναμία σύνδεσης του με αυτό και άμεσο επακόλουθο τη μη αποτελεσματική αναστολή δράσης του "στόχου", ενζύμου ή πρωτεΐνης (34). Το μεγαλύτερο ποσοστό ανθεκτικών ζιζανίων σε ζιζανιοκτόνα οφείλεται σε αυτόν το μηχανισμό και δευτερευόντως σε άλλους (19).

Η ανθεκτικότητα των ζιζανίων σε ζιζανιοκτόνα μπορεί να διακριθεί σε διάφορα είδη. Όταν υπάρχει εμφάνιση ανθεκτικότητας σε κάποιο βιότυπο ενός ζιζανίου σε περισσότερα από ένα ζιζανιοκτόνα, που η δράση τους οφείλεται στον ίδιο μηχανισμό τότε γίνεται λόγος για **σταυρωτή ανθεκτικότητα** (Cross resistance). Αυτή εμφανίζεται ως **σταυρωτή ανθεκτικότητα θέσης δράσης (Target-side cross-resistance)** που απαντάται σε ζιζανιοκτόνα που προσκολλούνται στην ίδια θέση δράσης. Καλό παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση των **Αρυλοξυφαινοξυπροπιονικών(fops)** και των **Κυκλοεξανδίων (dims)** που, ενώ είναι χημικά ανόμοια ωστόσο και τα δύο αναστέλλουν την δράση του ενζύμου **καρβοξυλάση του ακετυλο-συνένζυμου-A (ACCase)**. Επίσης διακρίνεται σε **ανθεκτικότητα που δεν συνδέεται με τη θέση δράσης (Nontarget-side cross-resistance)**, όταν ο ίδιος μηχανισμός παρέχει ανθεκτικότητα έναντι διαφόρων ζιζανιοκτόνων με διαφορετικό τρόπο δράσης (35). Τέτοιοι μηχανισμοί δεν έχουν σχέση με τη

θέση δράσης των ζιζανιοκτόνων. Για παράδειγμα η σταυρωτή ανθεκτικότητα που βασίζεται στη δράση του κυτοχρώματος P-450, όπου η ενισχυμένη μεταβολική διεργασία προδίδει ανθεκτικότητα σε κάποιο ανθεκτικό βιότυπο ζιζανίου, έναντι των χημικά ανόμοιων ομάδων των Αρυλοξυφαινοξυπροπιονικών και μιας φαινυλουρίας του chlorotoluron (22). Ακόμη, η περίπτωση της ανθεκτικότητας που σχετίζεται με το μηχανισμό δράσης των τρανσφερασών της γλουταθειόνης (GSTs) για το σχηματισμό συμπλόκων με ζιζανιοκτόνα που έχουν διαφορετική θέση δράσης (12,37).

Ένα άλλο είδος ανθεκτικότητας είναι η **πολλαπλή ανθεκτικότητα (Multiple-resistance)** που συμβαίνει, όταν δύο ή περισσότεροι μηχανισμοί ανθεκτικότητας παρουσιάζονται σε κάποιο φυτό ή σε κάποιον πληθυσμό. Εξαρτάται από τον αριθμό ή τους τύπους των μηχανισμών, όπου ένας πληθυσμός ή και άτομα μέσα σε κάποιον πληθυσμό μπορούν ταυτόχρονα να εμφανίσουν πολλαπλή ανθεκτικότητα σε αρκετά ζιζανιοκτόνα. Τα παραδείγματα στη βιβλιογραφία είναι πολλά. Δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι ενός βιοτύπου Βρόμου (*Bromus tectorum*) στον οποίο παρατηρήθηκαν δύο μηχανισμοί (έντονος μεταβολισμός ζιζανιοκτόνων, τροποποίηση της θέσης δράσης) που επιφέρουν ανθεκτικότητα σε αρκετά ζιζανιοκτόνα (31) και ενός βιοτύπου Ήρας (*Lolium rigidum*) που εμφάνισε πολλαπλή ανθεκτικότητα σε τουλάχιστον εννέα διαφορετικά ζιζανιοκτόνα, γεγονός που δείχνει ότι εμπλέκονται αρκετοί μηχανισμοί που προσδίδουν ανθεκτικότητα στο βιότυπο αυτό (36).

Οι παράγοντες που οδηγούν σε ανάπτυξη ανθεκτικότητας είναι αυτοί που έχουν σχέση με τα **χαρακτηριστικά του ζιζανίου** όπως ο αριθμός, η συχνότητα εμφάνισης στο φυσικό πληθυσμό των αλληλόμορφων γονιδίων που την ελέγχουν και ο τρόπος κληρονομησης τους. Επίσης ο τρόπος επικονίασης και η ικανότητα των ζιζανίων στη δημιουργία αναπαραγωγικών οργάνων. Τέλος, η προσαρμοστικότητα που παρουσιάζουν στο περιβάλλον οι ανθεκτικοί έναντι των ευαίσθητων βιοτύπων (19). Ακόμη υπάρχουν και

παράγοντες που σχετίζονται με τα **χαρακτηριστικά του ζιζανιοκτόνου**, όπως η ένταση της πίεσης επιλογής μέσω της δόσης εφαρμογής, η διάρκεια της πίεσης επιλογής μέσω της συχνότητας εφαρμογής και της υπολειμματικής διάρκειας ενός ζιζανιοκτόνου και ,τέλος, ο μηχανισμός δράσης του (47).

Για πρώτη φορά αναφορά εμφάνισης ανθεκτικού βιοτύπου ενός ζιζανίου σε κάποιο ζιζανιοκτόνο γίνεται σχετικά αργά, το 1968 στις ΗΠΑ. Τότε, εμφανίζεται ένας βιότυπος του μαρτιάκου (*Senecio vulgaris*) που παρουσίασε ανθεκτικότητα στις μέχρι τότε αποτελεσματικές τριαζίνες (40). Έκτοτε ένας μεγάλος αριθμός ανθεκτικών βιοτύπων αρκετών ζιζανίων έχει αναφερθεί. Μέχρι σήμερα (2010) έχει διαπιστωθεί ανθεκτικότητα σε 347 βιοτύπους 195 ειδών σε διάφορα μέρη του κόσμου. Από αυτά, τα μονοκοτυλήδονα είναι τα 80 είδη (15,46).

Στην Ελλάδα έχει διαπιστωθεί ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε 6 είδη ζιζανίων. Αναλυτικά, στο *Echinochloa crus-galli* εμφανίστηκαν δύο βιότυποι που ήταν ανθεκτικοί στα αμίδια (20,44). Τα ζιζάνια *Amaranthus retroflexus* και *Chenopodium album* ανέπτυξαν βιοτύπους ανθεκτικούς στους αναστολείς του φωτοσυστήματος II (18). Δυο βιότυποι της παπαρούνας (*Papaver rhoeas*) ανέπτυξαν αντοχή στους αναστολείς του ενζύμου της οξικογαλακτικής συνθετάση (ALS) (3,5). Επίσης το είδος *Lolium rigidum* ανέπτυξε βιότυπο ανθεκτικό σε ζιζανιοκτόνο αναστολέα του ενζύμου της καρβοξυλάσης του ακέτυλο-συνένζυμου A-ACCase (26), που αποτελεί και την πρώτη διαπιστωμένη αναφορά για τέτοιου είδους ανθεκτικότητα στη χώρα. Τέλος το *Sorghum halepense* εμφάνισε και αυτό έναν βιότυπο ανθεκτικό στους αναστολείς της ACCase (4).

3. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

3.1. Γενικά

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970 και 1980 εμφανίστηκαν οι δύο ομάδες των αγρωστωδοκτόνων, τα **Αρυλοξυφαινοξυπροπιοικά (APP, fops)** και οι **Κυκλοεξανδιόνες (CHD, dims)** για την αντιμετώπιση των αγρωστωδών ζιζανίων. Αυτές, αν και χημικά ανόμοιες, έχουν ως κοινό στόχο την αναστολή της δράσης του ενζύμου της καρβοξυλάσης του ακέτυλο-συνένζυμου A-ACCCase.

Η ACCCase καταλύει το πρώτο βήμα της βιοσύνθεσης των λιπαρών οξέων στα ευκαρυωτικά και στα προκαρυωτικά κύτταρα (23). Έχουν εξακριβωθεί δύο μορφές της ACCCase, που βρίσκονται η μία στο χλωροπλάστη και η άλλη στο κυτόπλασμα (25,39). Η κυτοπλασματική μορφή είναι ευκαρυωτικού τύπου σε όλα τα φυτά και κωδικοποιείται στο γονίδιο του πυρήνα. Στα πλατύφυλλα η ACCCase του χλωροπλάστη αποτελείται από διαφορετικές χωριστές πολλαπλές υποομάδες (προκαρυωτική μορφή) που κωδικοποιούνται στον πυρήνα εκτός από την β-υποομάδα της καρβοξυλικής τρανσφεράσης (CT) που κωδικοποιείται στο γονιδίωμα του χλωροπλάστη και είναι ανθεκτική στη δράση των APP και CHD. Στα αγρωστώδη ωστόσο, η ACCCase του χλωροπλάστη αποτελείται από μια μονή πρωτεΐνη με τρία λειτουργικά μέρη με μέγεθος περίπου 250 kDa (ευκαρυωτική μορφή) (25). Αυτή είναι και η ευαίσθητη μορφή στα παραπάνω ζιζανιοκτόνα. Αυτά αναστέλλουν τη δράση της, προκαλώντας αναστολή αύξησης, χλώρωση και τελικά, θάνατο του φυτού (9). Ο προκαρυωτικός και ο κυτοπλασματικός, ευκαρυωτικός τύπος της ACCCase δεν παρουσιάζουν ή έχουν μικρή ευαισθησία στα ζιζανιοκτόνα αναστολείς της ACCCase (17). Έτσι φυτά διαφορετικά από τα αγρωστώδη δεν είναι ευαίσθητα στα APP και CHD. Μελέτες έδειξαν ότι μια περιοχή που αποτελείται από 411 αμινοξέα και περιλαμβάνει την περιοχή της καρβοξυλικής τρανσφεράσης (CT) της

χλωροπλαστικής ACCase, εμπλέκεται στην απουσία ευαισθησίας του σταριού στα APP και CHD (29).

Η ανθεκτικότητα που αναπτύσσεται από διάφορους βιοτύπους ζιζανίων οφείλεται κυρίως στην τροποποίηση της θέσης δράσης των ζιζανιοκτόνων στην ACCase και δευτερευόντως σε μηχανισμούς μεταβολισμού των ζιζανιοκτόνων (16). Για παράδειγμα, στην περίπτωση της *Setaria viridis*, όπου η αντικατάσταση λευκίνης με ισολευκίνη στη θέση 1780 στο μόριο της χλωροπλαστικής ACCase πρόσφερε ανθεκτικότητα έναντι στο CHD ζιζανιοκτόνο sethoxydim (14).

Ακόμη, στην περίπτωση ενός βιοτύπου της *Phalaris minor* που εμφάνισε ανθεκτικότητα στο APP fenoxarprop-P ζιζανιοκτόνο αλλά και σταυρωτή ανθεκτικότητα θέσης δράσης στα APP diclofop και clodinafop και στα CHD sethoxydim και tralkoxydim. Ενώ με την βοήθεια μορίων [¹⁴C]fenoxarprop-P δεν διαπιστώθηκε διαφορετική προσρόφηση, μετακίνηση ή μεταβολισμός του ζιζανιοκτόνου, μεταξύ ενός ευαίσθητου και του ανθεκτικού βιοτύπου. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει ότι ο μηχανισμός ανθεκτικότητας σχετίζεται με μια τροποποιημένη ACCase (41).

Αλλά εκτός από την τροποποίηση της θέσης δράσης σε πολλές περιπτώσεις βιοτύπων, η ανθεκτικότητα παρουσιάζεται λόγω ενισχυμένου ρυθμού μεταβολισμού του ζιζανιοκτόνου (15). Ακόμη, έχουν αναφερθεί περιπτώσεις όπου βιότυποι *Alopecurus myosuroides* παρουσίασαν και τους δύο μηχανισμούς ανθεκτικότητας στο ζιζανιοκτόνο fenoxarprop-P-ethyl (10).

3.2. Ανθεκτικότητα της αγριόβρωμης

Η αγριόβρωμη (*Avena spp.*) είναι ένα από τα δυσκολότερα αντιμετωπίσιμα ζιζάνια παγκοσμίως (24). Στην Ελλάδα, επίσης, είναι από τα σοβαρότερα ζιζάνια των χειμερινών σιτηρών. Πρόσφατα, αναφέρθηκε ότι παρόλη την χημική αντιμετώπιση που ακολουθείται, το ζιζάνιο βρέθηκε να υπάρχει στους περισσότερους αγρούς (83-91%), κατά τον χρόνο ωρίμανσης

(8). Η χημική αντιμετώπισή της με ζιζανιοκτόνα άρχισε τα τέλη της δεκαετίας του 1960 και αρχές του 1970 στη χώρα μας. Αρχικά, με τα flomprop-M-isopropyl και difenzoquat που αντικαταστάθηκαν αργότερα με το Αρυλοξυφαινοξυπροπιονικό ζιζανιοκτόνο diclofor-methyl στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Αργότερα ακολούθησαν τα imazamethabenz-methyl και το fenoxarprop-P-ethyl. Τη δεκαετία του 1990 εμφανίστηκαν το clodinafor-propargyl και το tralkoxydim.

Παρόμοια πορεία αντιμετώπισης της αγριόβρωμης ακολουθήθηκε και στην Τουρκία (42). Εκεί κατά τη δεκαετία του 1990 εμφανίστηκαν ανθεκτικοί βιότυποι αγριόβρωμης μετά τη συνεχή εφαρμογή ζιζανιοκτόνων αναστολέων δράσης της ACCase. Έτσι παρουσιάστηκαν πληθυσμοί ανθεκτικοί στο fenoxarprop-P-ethyl που εμφάνισαν όλοι σταυρωτή ανθεκτικότητα στο clodinafor-propargyl. Μάλιστα ένας βιότυπος εμφάνισε σταυρωτή ανθεκτικότητα σε όλους τους αναστολείς της ACCase. Επίσης κάποιος βιότυπος, ενώ ήταν ανθεκτικός στα APP δεν ήταν στα CHD, εκτός από το tralkoxydim. Τέλος, κάποιος άλλος αποδείχθηκε ότι ήταν μόνο ανθεκτικός στο fenoxarprop-P-ethyl (42).

Σε μια έρευνα στο Queensland της Αυστραλίας, διαπιστώθηκε ότι η ανθεκτικότητα πέντε πληθυσμών αγριόβρωμης, από τους εννέα που εξετάστηκαν, οφείλονταν σε αντικαταστάσεις-μεταλλάξεις αμινοξέων στο μόριο της πλαστιδικής ACCase. Μάλιστα στις περισσότερες, αλλά όχι σε όλες τις περιπτώσεις, η ανθεκτικότητα είχε σχέση με μία (και μόνο μία) από τις πέντε μεταλλάξεις (27).

Μια άλλη προσπάθεια ανίχνευσης ανάπτυξης ανθεκτικότητας της αγριόβρωμης στην ζώνη καλλιέργειας σιτηρών της Δυτικής Αυστραλίας είχε ανάλογα αποτελέσματα (30). Στους περισσότερους από τους υπό εξέταση πληθυσμούς (71%) εμφανίστηκαν άτομα ανθεκτικά στο diclofor-methyl, κάτι που καθιστά το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο πρακτικά ανενεργό. Εντούτοις, η ανθεκτικότητα στα υπόλοιπα ζιζανιοκτόνα υπήρξε χαμηλότερη. Για

παράδειγμα, για το fenoxarpro-P-ethyl ήταν 22% και στο clodinafor-propargyl μόνο το 3%, ενώ για το tralkoxydim έφτασε στο 5%. Επίσης, για το sethoxydim ήταν 24% αφού δοκιμάστηκε μόνο στους ανθεκτικούς, στο diclofor-methyl, βιοτύπους. Αυτό που προκαλεί εντύπωση είναι η εμφάνιση ανθεκτικότητας στο πρωτοεμφανιζόμενο εκλεκτικό αγρωστωδοκτόνο ripoxaden της ομάδας των φαινυλπυραζολών, που ήταν στο 3%. Και τέλος, δεν παρατηρήθηκαν ανθεκτικοί βιότυποι σε ζιζανιοκτόνα με διαφορετικό τρόπο δράσης, όπως της σουλφονουλουρίας mesosulfuron.

Όμως, σε μια αξιολόγηση 114 βιοτύπων αγριόβρωμης που έγινε πρόσφατα στη χώρα μας, το μίγμα mesosulfuron+iodosulfuron προκάλεσε μείωση του χλωρού βάρους σε 36 βιοτύπους από 33 μέχρι 65%, γεγονός που φανερώνει πιθανή ανάπτυξη ανθεκτικότητας του πρόσφατα, σχετικά, εμφανιζόμενου ζιζανιοκτόνου. Επίσης, τα αποτελέσματα της ίδιας προσπάθειας δείχνουν ότι δώδεκα βιότυποι ανέπτυξαν ανθεκτικότητα στο clodinafor-propargyl και πέντε στο fenoxarpro-P-ethyl. Τέλος, δεκαοχτώ βιότυποι παρουσίασαν σταυρωτή ανθεκτικότητα και στα δύο αρυλοξυφαινοξυπροπιορικά ζιζανιοκτόνα (7).

4. ΥΛΙΚΑ- ΜΕΘΟΔΟΙ

Ο έλεγχος για την παρουσία ανθεκτικών βιοτύπων αγριόβρωμης σε διάφορα ζιζανιοκτόνα έγινε σε πειράματα που στήθηκαν στον αγρό ενώ η κατανομή των ανθεκτικών βιοτύπων διερευνήθηκε σε πειράματα που διενεργήθηκαν στο θερμοκήπιο.

4.1. Πειράματα αγρού

Τα πειράματα στον αγρό πραγματοποιήθηκαν σε δύο αγροτεμάχια, το Α και το Β. Το αγροτεμάχιο Α βρίσκονταν στην αγροτική περιοχή του Διλόφου Λάρισας σε υψόμετρο περίπου 280 m, ενώ το Β στην αγροτική περιοχή των Μύρων Λάρισας σε υψόμετρο περίπου 320 m. Και τα δύο ήταν αρκετά επιβαρυσμένα με αγριόβρωμη σε μεγάλο βαθμό, κάτι που μαρτυρείται από πολλούς παραγωγούς αλλά και από ίδια αντίληψη από την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο. Η ποικιλία του σκληρού σταριού (*Triticum durum*) ήταν και στις δυο περιπτώσεις η Simeto. Τα είδη της αγριοβρώμης δεν εξακριβώθηκαν, αλλά από πρόσφατες εργασίες (8) στη χώρα μας, φαίνεται ότι κυριαρχεί το *Avena sterilis* και συνυπάρχει το *Avena fatua* με ένα ποσοστό που ποικίλλει από 11 έως 15 %.

Χρησιμοποιήθηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων (RCB). Στο σχεδιασμό αποφασίστηκε να γίνουν τρεις επαναλήψεις σε κάθε αγροτεμάχιο με οχτώ επεμβάσεις στην καθεμία. Τα πειραματικά τεμάχια ήταν ορθογώνια παραλληλόγραμμα με πλευρές 1 και 2 μέτρα. Διαχωρίστηκαν με πλαστικό νήμα και υπήρχε μεταξύ τους διάδρομος μισού μέτρου. Οι θέσεις των επεμβάσεων καθορίστηκαν με τη μέθοδο των τυχαίων αριθμών μέσω της βοήθειας ενός πίνακα. Οι επεμβάσεις ήταν τρία μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα σε διάφορες δόσεις, συνιστώμενη και διπλάσια ή τετραπλάσια κατά περίπτωση όπως φαίνεται στον Πιν.1.

Αρχικά, στην πρώτη επέμβαση εφαρμόστηκε tralkoxydim (2-[1-(ethoxyimino) προπυλο]-3-υδροξυ-5-(2,4,6-trimethylphenyl) κυκλοεξ-2-ενονη)

στην ανώτερη δόση (40 g δ.ο/Στρ.) με την προσθήκη του συνεργού ζιζανιοκτόνων (Atplus) στη δόση (100 g δ.ο/Στρ.) που συνιστάται από την εταιρία προώθησης του προϊόντος.

Τρεις επεμβάσεις αφορούσαν εφαρμογή fenoxarprop-p-ethyl ((R) -2 - [4 - (6-χλωρο-1 ,3-benzoxazol-2-yloxy) φαινοξυ] προπιονικό οξύ). Η πρώτη με την απλή δόση (8.25 g δ.ο/Στρ.) που συνιστάται, η δεύτερη με τη διπλάσια δόση (16.5 g δ.ο/Στρ.) και η τρίτη επίσης με την απλή δόση (8.25 g δ.ο/Στρ.) αλλά με την προσθήκη συνεργού ζιζανιοκτόνων (Sunoil 11E, παραφινικό λάδι 99.1 % EC) στη δόση των 150 mL/Στρ, για να διερευνηθεί πιθανή διαφορά στην αποτελεσματικότητα (Πιν.1).

Πιν.1. Τα ζιζανιοκτόνα, οι δόσεις εφαρμογής και τα πρόσθετα που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα αγρού.

Ζιζανιοκτόνο	Δόση εφαρμογής σε g δ.ο/Στρ.			Συνεργά πρόσθετα
	x1	x2	x4	
tralkoxydim	40			Atplus 100
fenoxarprop-p-ethyl	8.25			κανένα
fenoxarprop-p-ethyl		16.5		κανένα
fenoxarprop-p-ethyl	8.25			Sunoil 11E 150
clodinafor propargyl	4.8			Atplus 100
clodinafor propargyl		9.6		Atplus 100
clodinafor propargyl			19.2	Atplus 100

Αλλές, τρεις επεμβάσεις πραγματοποιήθηκαν και με το clodinafor propargyl (prop-2-γνγyl (R) -2 - [4 - [(5-χλωρο-3-φθορο-2-πυριδινyl) οξύ] φαινοξυ]προπιονικό). Στην πρώτη εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε η συνιστώμενη δόση (4.8 g δ.ο/Στρ.), στη δεύτερη η διπλάσια (9.6 g δ.ο/Στρ.), ενώ στην τρίτη η τετραπλάσια (19.2 g δ.ο/Στρ.). Ακόμη, έγινε προσθήκη συνεργού ζιζανιοκτόνων (Atplus) στη δόση των 100 mL/στρ, όπως συνιστάται

από την εταιρία σε κάθε επέμβαση. Τέλος, σε κάθε ομάδα επεμβάσεων υπήρχε αψέκαστος μάρτυρας.

Οι ψεκασμοί-επεμβάσεις πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια ενός φορητού επινώτιου ψεκαστήρα MATABI με ακροφύσιο τύπου σκούπας. Ο όγκος του ψεκαστικού υγρού ήταν 30 L/Στρ. Οι ψεκασμοί έγιναν το απόγευμα 15 και 16/3/2008 σε συνθήκες άπνοιας και θερμοκρασία 12-13°C . Η καλλιέργεια βρισκόταν στο τέλος του αδερφώματος ενώ η αγριοβρώμη στο μέσο του αδερφώματος.

Για την μέτρηση της αποτελεσματικότητας των επεμβάσεων λήφθηκαν οι παρακάτω μετρήσεις. Στις 45 ημέρες (29/4/08) μετά την εφαρμογή έγινε μακροσκοπική εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των επεμβάσεων σε σχέση με τον αψέκαστο μάρτυρα.

Στις 20 (4/4/08) και 60 (14/5/08) ημέρες μετά την εφαρμογή αλλά και κατά τη συγκομιδή στις 85 ημέρες (8/6/08), έγινε προσδιορισμός του ξηρού και νωπού βάρους από φυτά της καλλιέργειας. Σε κάθε χρονική στιγμή συλλέγονταν δύο τυχαία δείγματα από κάθε πειραματικό τεμάχιο. Το κάθε δείγμα αποτελούνταν από φυτά της καλλιέργειας που αντιστοιχούσαν σε μήκος 30cm μιας από τις γραμμές σποράς της καλλιέργειας. Αφού ζυγίζονταν για το νωπό τους βάρος, ακολουθούσε ξήρανση σε κλίβανο θερμού αέρα και προσδιορισμός του ξηρού βάρους με ζυγό ακριβείας.

Τέλος, έγινε προσδιορισμός της απόδοσης της καλλιέργειας σε κάθε πειραματικό τεμάχιο. Έτσι συγκομίστηκαν χωριστά τα πειραματικά τεμάχια. Αποσπάστηκε ο καρπός από τα στάχια και καθαρίστηκε από τα λέπυρα με παραδοσιακούς τρόπους. Ακολούθως, ζυγίστηκε το βάρος του καρπού από κάθε τεμάχιο, με ζυγό ακριβείας και υπολογίστηκε η απόδοσή του σε κιλά ανά στρέμμα.

4.2. Πειράματα θερμοκηπίου

Τα πειράματα διενεργήθηκαν σε κλειστό χώρο, που προσομοιάζει τις συνθήκες θερμοκηπίου με ρυθμιζόμενη θερμοκρασία. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν το χειμώνα του 2008 προς 2009. Σκοπός τους δεν ήταν μόνο να διερευνηθεί η παρουσία ανθεκτικότητας της αγριόβρωμης σε διάφορα ζιζανιοκτόνα αλλά και η παρουσία και γεωγραφική κατανομή ανθεκτικών βιοτύπων σε διάφορες περιοχές της χώρας.

Κατά το χρονικό διάστημα που προηγήθηκε (θέρος 2008) συλλέχθηκαν σπόροι αγριόβρωμης από σιταγρούς διαφόρων περιοχών της χώρας και συγκεκριμένα από την περιοχή του Ορχομενού Βοιωτίας, τη Γουμένισσα του Κιλκίς, το Αχλάδι Φθιώτιδας, τον Άγιο Παύλο Χαλκιδικής και από το Δίλοφο Λάρισας (Αγροτεμάχιο Α). Οι σπόροι κατά τη θερμή περίοδο 2008 φυλάχθηκαν σε συνθήκες δωματίου, για να διακοπεί ο λήθαργός τους (32).

Κατόπιν κατά την ψυχρή περίοδο (19/11/08) έγινε η σπορά των σπόρων σε φυτοδοχεία με διάμετρο 10 cm και ύψος 7 cm, τα οποία ήταν γεμάτα με κοσκινισμένο έδαφος μέσης σύστασης από ένα γειτονικό αγρό. Έτσι, αφού σημάνθηκαν τα φυτοδοχεία, σπάρθηκαν στο καθένα δέκα σπόροι αγριόβρωμης από την αντίστοιχη περιοχή. Ακολούθως, τοποθετήθηκαν σε δίσκους για την καλύτερη, πιο ομοιόμορφη και ευκολότερη άρδευσή τους. Μετά το φύτευμά τους, στο στάδιο περίπου των 4-6 φύλλων (3/1/09) έγιναν οι εφαρμογές των ζιζανιοκτόνων.

Όμως, στα πειράματα θερμοκηπίου διευρύνθηκε ο αριθμός των ζιζανιοκτόνων που εφαρμόστηκαν. Έτσι, εκτός από εκείνα που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα αγρού, tralkoxydim, fenoxarprop-p-ethyl και clodinafor propargyl, εφαρμόστηκαν και τα εκλεκτικά σε πλατύφυλλες καλλιέργειες fluazifor-p-butyl (προπανοϊκού οξέος, 2-(4-((5-(τριφθορομεθυλιωδίδιο)-2-pyridinyl) οξυ) φαινοξυ)-,βουτυλεστέρας) και quizalofor-p-ethyl ((R)-2-[4-(6-chloroquinoxalin-2-yloxy) φαινοξυ] προπιονικό

οξύ). Για κάθε ζιζανιοκτόνο έγιναν δύο επεμβάσεις, μία στη συνιστώμενη δόση και μια στην τετραπλάσια. Έτσι, εφαρμόστηκαν 40, 8.25, 4.8, 19 και 7.5 g δ.ο/Στρ. αντίστοιχα στην απλή δόση και 160, 33, 19.2, 76 και 30 g δ.ο/Στρ. στην τετραπλάσια (Πιν.2). Τέλος, υπήρχε αψέκαστος μάρτυρας από κάθε περιοχή. Ο σχεδιασμός προέβλεπε τρεις επαναλήψεις και ακολουθήθηκε το τελείως τυχαίοποιημένο σχέδιο.

Πιν.2. Τα ζιζανιοκτόνα, οι δόσεις και τα πρόσθετα που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα θερμοκηπίου.

Ζιζανιοκτόνα	Δόση εφαρμογής σε g δ.ο/Στρ.		Συνεργά πρόσθετα
	x1	x4	
tralkoxydim	40	160	Atplus 100
fenoxarprop-p-ethyl	8.25	33	κανένα
clodinafop propargyl	4.8	19.2	Atplus 100
fluazifop-p-butyl	19	76	κανένα
quizalofop-p-ethyl	7.5	30	κανένα

Για τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας των επεμβάσεων έγινε μακροσκοπική εκτίμηση της ανάπτυξης των φυτών 3 εβδομάδες (26/1/09) μετά τον ψεκασμό, σε σχέση με τον αψέκαστο μάρτυρα. Έτσι συγκρίθηκαν τα φυτά των φυτοδοχείων που δέχθηκαν τους ψεκασμούς με τον αψέκαστο μάρτυρα. Τα πειράματα στο θερμοκήπιο έγιναν δύο φορές.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1. Πειράματα αγρού

5.1.1 Μακροσκοπική εκτίμηση της αποτελεσματικότητας

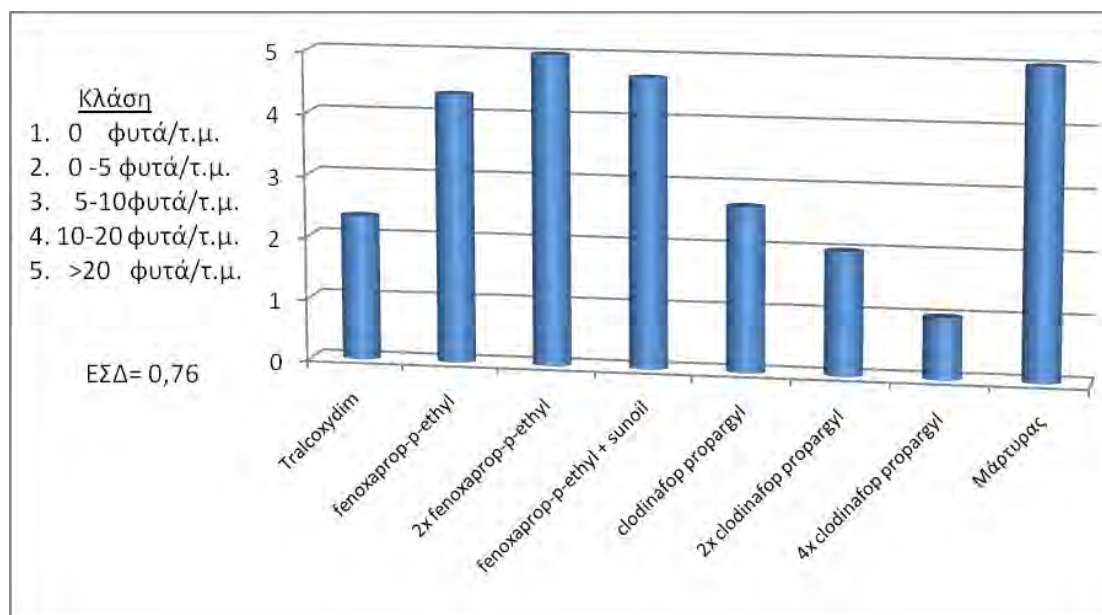
Για τη μακροσκοπική εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των επεμβάσεων έγινε ο διαχωρισμός τους σε 5 κλάσεις ανάλογα με τα άτομα αγριόβρωμης που επιβίωσαν μετά τις εφαρμογές. Έτσι, οι επεμβάσεις όπου στην καταμέτρηση δεν υπήρχε κανένα άτομο αγριόβρωμης αποτελούσαν την πρώτη κλάση. Όπου επιβίωσαν έως 5 άτομα ανά m^2 , τη δεύτερη. Όπου υπήρχαν 5 με 10 άτομα ανά m^2 , την τρίτη. Με 10 έως 20 φυτά ανά m^2 την τέταρτη και την τελευταία την πέμπτη, οι επεμβάσεις με περισσότερα από 20 επιβιώσαντα άτομα (Σχ. 1).

Βρέθηκαν συνεπώς διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων (Σχ.1). Συγκεκριμένα, στο αγροτεμάχιο Α παρατηρήθηκε ότι δεν επέζησε κανένα άτομο αγριόβρωμης μετά την εφαρμογή τετραπλάσιας δόσης (19.2 g δ.ο/Στρ.) του clodinafor propargyl. Στις επεμβάσεις, ωστόσο με τη διπλάσια (9.6 g δ.ο/Στρ.) και την απλή (4.8 g δ.ο/Στρ.) δόση του παραπάνω ζιζανιοκτόνου και στην συνιστώμενη επέμβαση με tralkoxydim (40 g δ.ο/Στρ.) επέζησαν μέχρι και 5 άτομα ζιζανίου ανά m^2 . Αυτές οι τρεις επεμβάσεις αποτελούν μια ενότητα χωρίς να υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των αποτελεσμάτων (Σχ.1).

Στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσίασαν οι εφαρμογές του tralkoxydim και του clodinafor propargyl συγκριτικά με τις εφαρμογές του fenoxarpro-P-ethyl και του αφέκαστου μάρτυρα, όχι όμως και μεταξύ τους. Στατιστική διαφορά δεν παρουσίασαν, επίσης, οι επεμβάσεις του fenoxarpro-P-ethyl με τον αφέκαστο μάρτυρα. Αναλυτικότερα, στην απλή εφαρμογή του fenoxarpro-P-ethyl (8.25 g δ.ο/Στρ.) με την προσθήκη ή όχι συνεργού ζιζανιοκτόνων (Sunoil 11E, παραφινικό λάδι 99.1 % EC) τα επιζήσαντα άτομα ήταν 10-20 ανά m^2 (κλάση 4), ενώ στη διπλάσια δόση (16.5

g δ.ο/Στρ.) και στο μάρτυρα ξεπέρασαν τα 20 ανά m² (κλάση 5) σε όλα τα πειραματικά τεμάχια (Σχ.1).

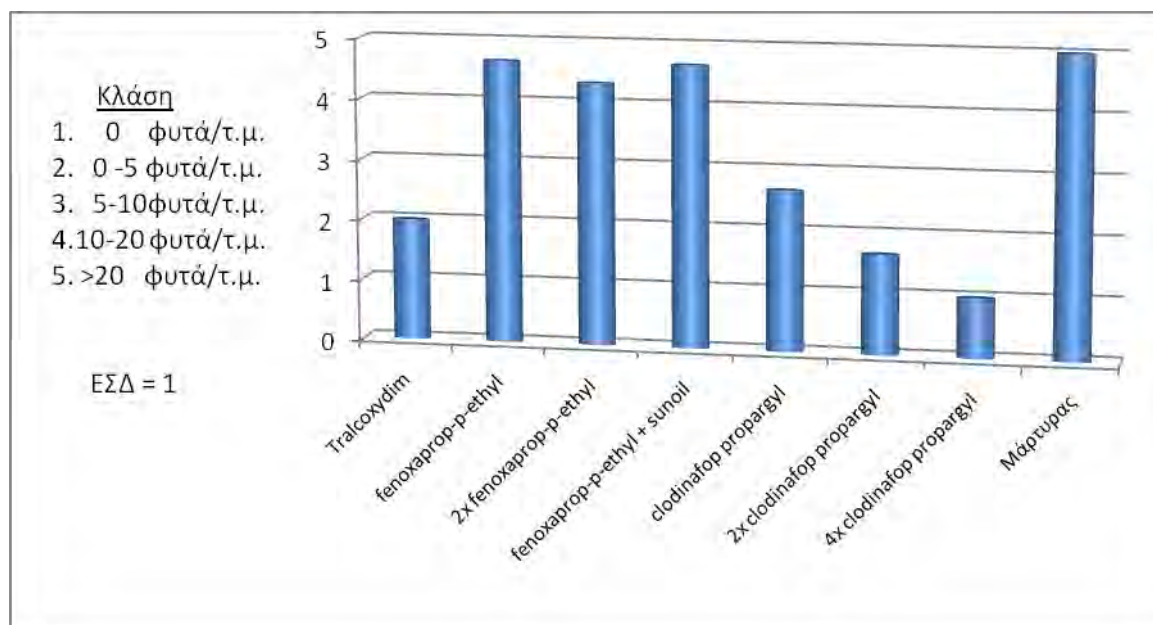
Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι εμφανίστηκε ανθεκτικότητα στα φυτά της αγριόβρωμης που ψεκάστηκαν με fenoxarop-P-ethyl. Η ανθεκτικότητα αυτή ήταν εντονότερη από εκείνη που παρουσιάστηκε στα φυτά που ψεκάστηκαν με clodinafor propargyl ή με tralkoxydim σε όλες τις δόσεις. Ήταν τόσο έντονη που ο αριθμός των ατόμων του ζιζανίου που επέζησαν(κλάση 5), ήταν παρόμοιος με τον αψέκαστο μάρτυρα (κλάση 5) (σαν να μην ψεκάστηκαν). Κάποια ανθεκτικότητα εμφανίστηκε και στις επεμβάσεις με clodinafor propargyl (κλάση 2) και tralkoxydim (κλάση 2) αλλά σε μικρότερη ένταση. Σημειώνεται ότι στην τετραπλή δόση του clodinafor propargyl δεν επέζησε κανένα άτομο του ζιζανίου (κλάση1) όπως φαίνεται στο Σχ.1.



Σχ.1. Παρουσίαση των μέσων τιμών των ατόμων της αγριόβρωμης που επιβίωσαν μετά την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων στο αγροτεμάχιο Α.

Στο αγροτεμάχιο Β παρατηρήθηκαν παρόμοια αποτελέσματα. Έτσι, δεν επέζησε κανένα άτομο αγριόβρωμης μετά την εφαρμογή τετραπλάσιας

δόσης clodinafor propargyl (κλάση 1). Στη διπλάσια δόση του παραπάνω ζιζανιοκτόνου και στην εφαρμογή με tralkoxydim υπήρχαν ως και 5 επιζήσαντα άτομα ανά m^2 (κλάση 2), ενώ στην απλή δόση του clodinafor propargyl επιβίωσαν (κλάση 3) από 5 ως και 10 άτομα ανά m^2 (Σχ.2).



Σχ.2. Παρουσίαση των μέσων τιμών των ατόμων της αγριόβρωμης που επιβίωσαν μετά την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων στο αγροτεμάχιο Β.

Επίσης, στατιστική διαφοροποίηση μετρήθηκε και στα αποτελέσματα των παραπάνω επεμβάσεων και των εφαρμογών με fenoxaprop-P-ethyl σε όλες τις δόσεις του, όπου επιβίωσαν 10 με 20 φυτά ανά m^2 (κλάση 4). Τέλος, στον αψέκαστο μάρτυρα υπήρχαν περισσότερα από 20 άτομα ανά m^2 . Οι δυο τελευταίες κλάσεις (κλάσεις 4 και 5) δεν παρουσιάζουν στατιστική διαφορά.

Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι όπως στο αγροτεμάχιο Α, έτσι και στο αγροτεμάχιο Β η αγριόβρωμη εμφάνισε παρόμοια ανθεκτικότητα. Η ανθεκτικότητα ήταν εντονότερη στις επεμβάσεις με fenoxaprop-P-ethyl (κλάση 4) και στον αψέκαστο μάρτυρα (κλάση 5). Πιο ήπια ήταν η ανθεκτικότητα στις επεμβάσεις του tralkoxydim, στην συνιστώμενη και στην διπλάσια δόση της συνιστώμενης του clodinafor propargyl. Τέλος δεν εμφανίστηκε ανθεκτικότητα στην τετραπλή δόση του clodinafor propargyl.

5.1.2. Μετρήσεις του νωπού και ξηρού βάρους της καλλιέργειας

Στο Σχ.3 παρουσιάζονται συνολικά οι μέσες τιμές του νωπού βάρους φυτών σταριού στο **αγροτεμάχιο Α**, σε σχέση με τις επεμβάσεις που δέχθηκαν στις 20, 60 και 85 ημέρες από την εφαρμογή των επεμβάσεων.

Η ανάλυση των δεδομένων για το νωπό και ξηρό βάρος έδειξε ότι υπάρχουν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε όλες τις μετρήσεις του νωπού και του ξηρού βάρους στο αγροτεμαχίου Α (Σχ.3 και Σχ.4).

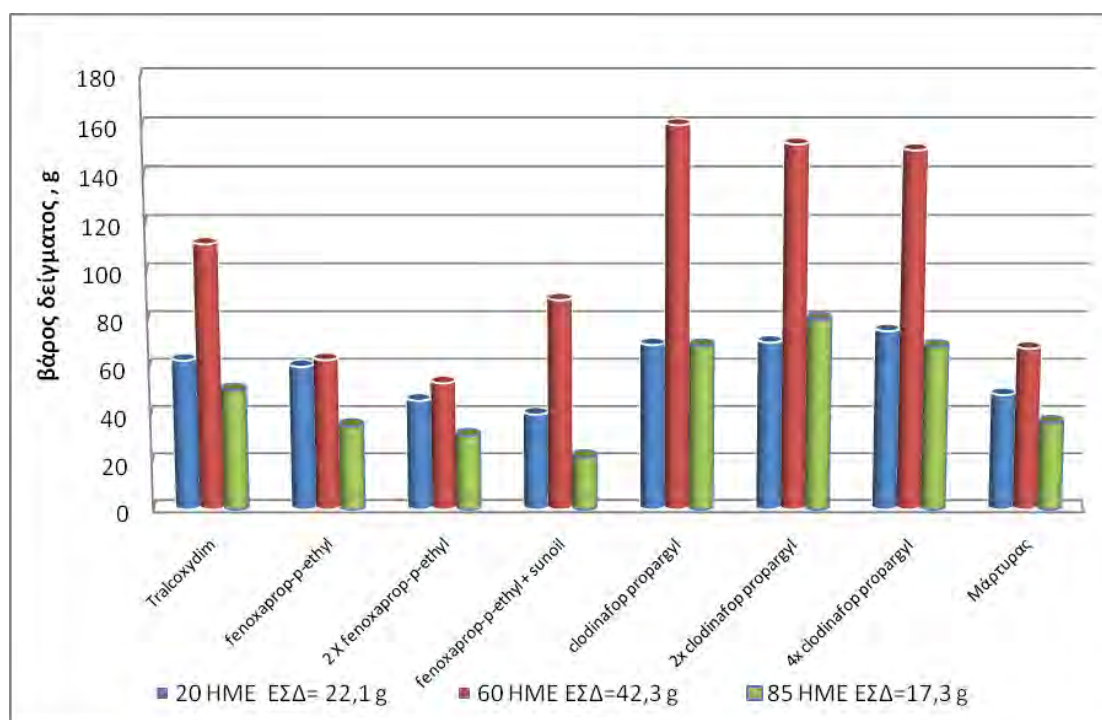
Πιο συγκεκριμένα, στις 20 ημέρες μετά την επέμβαση μετρήθηκε παρόμοιο νωπό βάρος στα πειραματικά τεμάχια που χρησιμοποιήθηκε fenoxarpro-P-ethyl στην απλή, στη διπλή, στην απλή δόση με συνεργό ζιζανιοκτόνου και στον αψέκαστο μάρτυρα με τιμές 60.4, 46.2, 40.3, και 48.6g, αντίστοιχα. Επίσης, παρόμοιο βάρος παρατηρηθηκε και στα τεμάχια που εφαρμόστηκε tralkoxydim στην απλή δόση και clodinafor propargyl στην απλή, διπλή και τετραπλή δόση με τιμές 63, 69.6, 70.6 και 75.4 g, αντίστοιχα. Γενικά, σε αυτή την φάση δεν υπάρχουν έντονα σαφείς διαφορές στα βάρη (Σχ.3).

Στις 60 ημέρες παρατηρήθηκε καλύτερος διαχωρισμός των αποτελεσμάτων, με σαφή ομαδοποίηση των καταμετρημένων βαρών. Έτσι, μία ομάδα αποτελούν τα αποτελέσματα των τριών επεμβάσεων του fenoxarpro-P-ethyl και του αψέκαστου μάρτυρα με τιμές 63.3, 53.5, 88.3 και 68 g, αντίστοιχα. Ομάδα δημιουργούν και τα βάρη φυτών σταριού στα τεμάχια που ψεκάστηκαν με tralkoxydim και clodinafor propargyl με μέσα βάρη 111.4, 160.2, 152.4 και 150 g, αντίστοιχα (Σχ.3).

Παρόμοια ομαδοποίηση αποτελεσμάτων καταγράφηκε και στις 85 μέρες μετά την επέμβαση. Πάλι, τα τεμάχια που δέχθηκαν μεταχειρίσεις του fenoxarpro-P-ethyl και ο αψέκαστος μάρτυρας έχουν σαφώς μικρότερο βάρος (35.4, 31.3, 22.3, 36.8 g) σε αντίθεση με αυτά που δέχθηκαν μεταχειρίσεις με clodinafor propargyl (69, 68.8, 80.2 g). Μεταξύ τους

παρεμβάλλεται το μέσο βάρος των τεμαχίων που δέχθηκαν επέμβαση με tralkoxydim με 50.5 γραμμάρια (Σχ.3).

Σημειώνεται ότι το βάρος των φυτών της καλλιέργειας σχετίζεται με τον έλεγχο της αγριόβρωμης. Έτσι, όπου ελέγχθηκε η αγριόβρωμη (ζιζάνιο) και το βάρος των φυτών της καλλιέργειας ήταν μεγαλύτερο σε σύγκριση με τις περιπτώσεις όπου δεν ελέγχθηκε ικανοποιητικά.



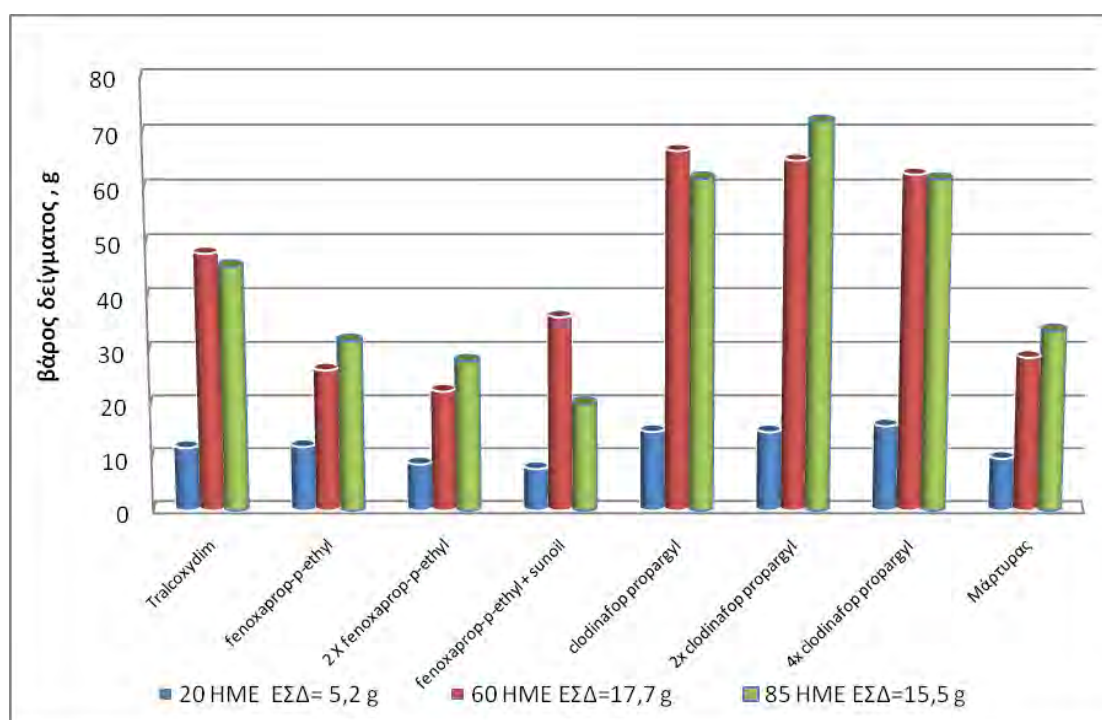
Σχ.3. Οι μέσες τιμές του νωπού βάρους των φυτών σιταριού και ανά επέμβαση στο αγροτεμάχιο Α.

Στο Σχ. 4 εμφανίζονται συνολικά οι μέσες τιμές του ξηρού βάρους των φυτών σιταριού στο αγροτεμάχιο Α σε σχέση με τις μεταχειρίσεις που δέχθηκαν για τις 20, τις 60 και τις 85 ημέρες μετά την επέμβαση. Οι ακριβείς τιμές των μέσων όρων παρατίθενται στο παράρτημα, στην σελίδα 47.

Στις μετρήσεις του ξηρού βάρους παρατηρήθηκε η ίδια εξέλιξη στις μεταβολές των αποτελεσμάτων, όπως και στο νωπό βάρος. Στις 20 ημέρες, υπήρχε μια συγκεχυμένη εικόνα για τις ομαδοποιήσεις του ξηρού βάρους,

αλλά τελικά, μετά τις 60 ημέρες εμφανίστηκε σαφής διαφοροποίηση: Οι τιμές των μέσων ξηρών βαρών των φυτών στα τεμάχια που δέχθηκαν μεταχείριση με fenoxaπρορ-P-ethyl και του μάρτυρα, να είναι σαφώς μικρότερες από αυτές του clodinafor propargyl και ανάμεσά τους αυτές του tralkoxydim. Αυτό φάνηκε σαφώς καλύτερα στις 85 ημέρες μετά τις επεμβάσεις, στη συγκομιδή.

Ομαδοποίηση αποτελεσμάτων παρουσιάζεται όσο αφορά την ανθεκτικότητα. Η αγριόβρωμη φαίνεται ότι ήταν πιο ανθεκτική στο fenoxaπρορ-P-ethyl. Έτσι επέζησαν περισσότερα άτομα του ζιζανίου που ανταγωνίστηκαν αποτελεσματικότερα την καλλιέργεια, μειώνοντας την ανάπτυξή της και συνεπώς το βάρος της. Το βάρος της καλλιέργειας στις επεμβάσεις με fenoxaπρορ-P-ethyl ήταν παρόμοιο με αυτό του αψέκαστου μάρτυρα(Σχ. 3 και Σχ. 4).



Σχ 4. Οι μέσες τιμές του ξηρού βάρους των φυτών σιταριού ανά επέμβαση στο αγροτεμάχιο Α.

Δεν εμφανίστηκε τόσο έντονη ανθεκτικότητα στις μεταχειρίσεις με tralkoxydim και clodinafor propargyl. Λίγα ήταν τα άτομα της αγριόβρωμης

που επέζησαν των ψεκασμών (Κλάση 1 και 2), με αποτέλεσμα να μην υπάρχει έντονος ανταγωνισμός και γι' αυτό να μην παρατηρηθεί μείωση του βάρους της καλλιέργειας. Αυτή η κατάσταση έγινε εντονότερη και πιο εμφανής με το πέρασμα του χρόνου από τις 20 στις 85 ημέρες, κατά την διάρκεια του πειράματος.

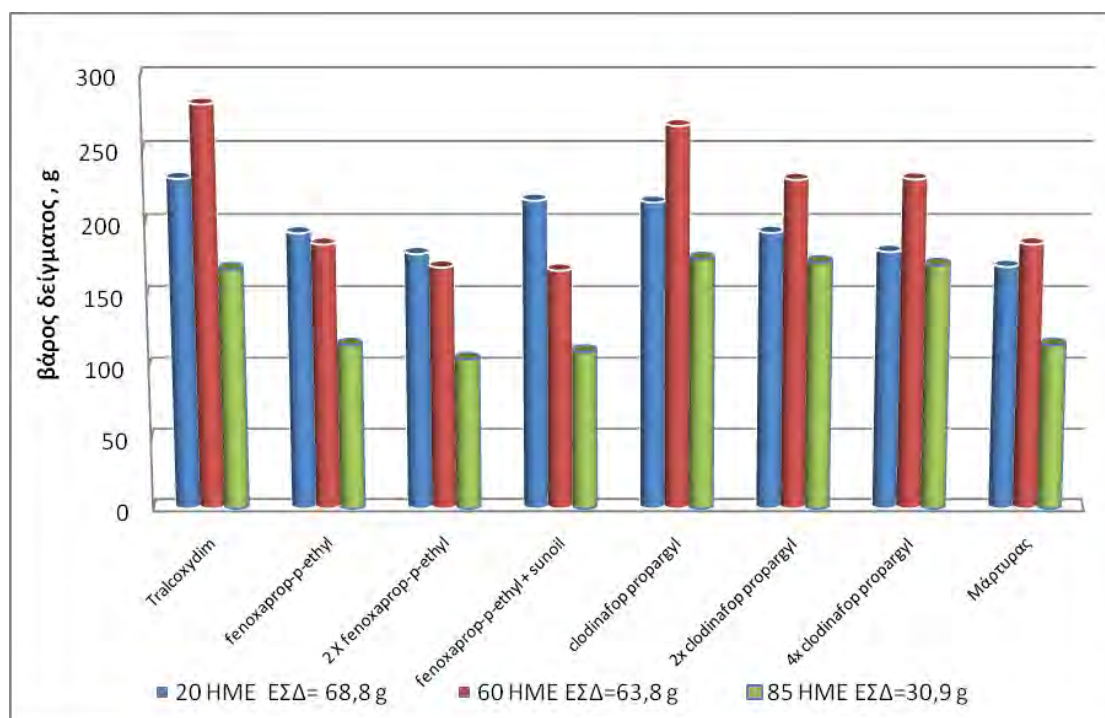
Στο **αγροτεμάχιο Β** τα αποτελέσματα ήταν αρχικά διαφορετικά σε σύγκριση με εκείνα στο αγρόκτημα Α. Στις 20 ημέρες μετά τις επεμβάσεις δεν υπήρχαν στατιστικές διαφορές μεταξύ των νωπών βαρών των φυτών του σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις (Σχ. 5). Το ίδιο παρατηρήθηκε και στα αντίστοιχα ξηρά βάρη(Σχ. 6).

Η μέση τιμή για το νωπό βάρος των φυτών στα πειραματικά τεμάχια που ψεκάστηκαν με tralkoxydim ήταν 229.8 g. Οι τιμές για τις μεταχειρίσεις στην απλή, τη διπλή και την απλή δόση με τη συνδρομή συνεργού ζιζανιοκτόνου, του fenoxarprop-P-ethyl ήταν 192.5, 178.3 και 215 g αντίστοιχα. Οι τιμές για την απλή, την διπλή και την τετραπλή δόση του clodinafor propargyl ήταν 213.7, 192.9 και 179.8 g αντίστοιχα, ενώ ο αψέκαστος μάρτυρας παρουσίασε μέσο νωπό βάρος 169.4 g.

Αργότερα, στις 60 ημέρες μετά την εφαρμογή παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και εμφανίστηκαν ομαδοποιήσεις. Μια πρώτη ομάδα αποτελούν τα νωπά βάρη των τεμαχίων που δέχθηκαν τις επεμβάσεις του fenoxarprop-P-ethyl και του αψέκαστου μάρτυρα με τιμές 184.8, 169, 166.8 και 184.9 g, αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές δεν διαφέρουν στατιστικά με τη διπλή και τετραπλή του clodinafor propargyl, 229.1 και 229.5 g αντίστοιχα, διαφέρουν όμως με την απλή του clodinafor propargyl και του tralkoxydim, 265.8 και 280.3 g, αντίστοιχα.

Τελικά, στις 85 ημέρες μετά τις επεμβάσεις η εικόνα ήταν ακόμη πιο ξεκάθαρη. Οι μέσοι όροι του βάρους των φυτών σιταριού στα τεμάχια που ψεκάστηκαν με fenoxarprop-P-ethyl και ο μάρτυρας παρουσιάζονται με σαφώς μικρότερες τιμές (114.9, 105.1, 110.4 και 115.1 g) από αυτές του

tralkoxydim (167.7 g) και του clodinafor propargyl (174.7, 172.4 και 170.5 g), όπως φαίνεται στο Σχ. 5.



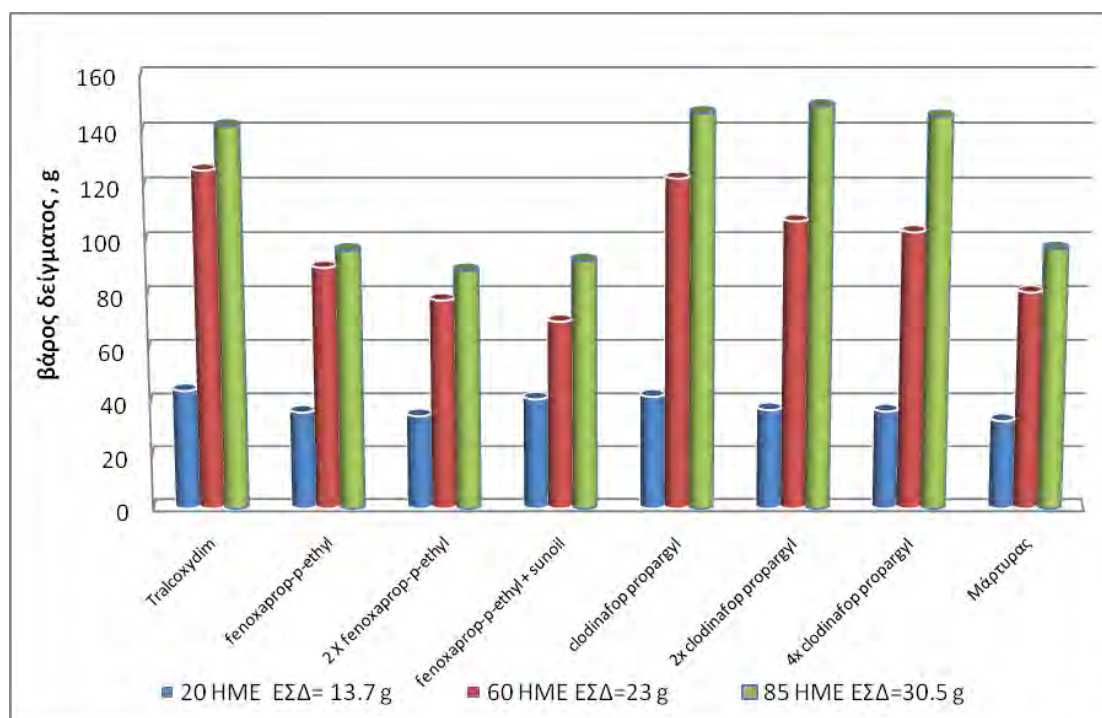
Σχ. 5. Οι μέσες τιμές του νωπού βάρους των φυτών σιταριού και ανά επέμβαση στο αγροτεμάχιο Β.

Όπως προαναφέρθηκε, δεν επισημάνθηκαν στατιστικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων στις 20 ημέρες μετά τον ψεκασμό ούτε στο ξηρό βάρος στο αγροτεμάχιο Β. Έτσι, γενικά τα αποτελέσματα ήταν για τις επεμβάσεις με fenoxarrop-P-ethyl 36.2, 34.9 και 41.2 g, αυτές για το tralkoxydim 44.3 g και για τον αψέκαστο μάρτυρα 33 g. Τέλος, οι τιμές για τις εφαρμογές του clodinafor propargyl ήταν 42.2, 37 και 36.7 g (Σχ. 6).

Στις 60 ημέρες μετά τον ψεκασμό άρχισαν να “εμφανίζονται” ομαδοποιήσεις. Η πρώτη ομάδα του fenoxarrop-P-ethyl με τον αψέκαστο μάρτυρα (90, 78, 70.1 και 80.9 g) και η δεύτερη του clodinafor propargyl (122.7, 107.1, 103.1 g) με το tralkoxydim (125.6 g), χωρίς όμως, να υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ της απλής δόσης του fenoxarrop-P-ethyl και της διπλής με την τετραπλή δόση του clodinafor propargyl (Σχ. 6).

Τα αποτελέσματα ήταν πιο σαφή στις 85 ημέρες μετά τον ψεκασμό (Σχ.6). Τα ξηρά βάρη των τεμαχίων που δέχθηκαν μεταχειρίσεις του fenoxarrop-P-ethyl και του μάρτυρα ήταν σαφώς μικρότερα, από αυτά που εφαρμόστηκε clodinafor propargyl και tralkoxydim (Σχ. 6).

Η ανθεκτικότητα της αγριόβρωμης στις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων παρουσίασε την ίδια εικόνα με το αγρόκτημα Α. Η μόνη διαφορά ήταν ότι άργησε να γίνει εμφανή η έντονη ανθεκτικότητα της αγριόβρωμης στο fenoxarrop-P-ethyl (εμφανίστηκε μετά τις 20 ημέρες μετά τον ψεκασμό). Η ανθεκτικότητα αυτή ήταν υπεύθυνη για το μειωμένο βάρος που παρουσίασε η καλλιέργεια στα τεμάχια που έγιναν επεμβάσεις με fenoxarrop-P-ethyl. Επειδή επέζησαν περισσότερα άτομα της αγριόβρωμης που ανταγωνίστηκαν αποτελεσματικότερα την καλλιέργεια.



Σχ 6. Οι μέσες τιμές του ξηρού βάρους των φυτών σιταριού και ανά επέμβαση στο αγροτεμάχιο Β.

Η αγριόβρωμη δεν εμφάνισε τόσο έντονη ανθεκτικότητα στα clodinafor propargyl και tralkoxydim και συνεπώς τα βάρη των τεμαχίων που δέχθηκαν μεταχειρίσεις με τα ζιζανιοκτόνα αυτά παρουσιάστηκαν μεγαλύτερα από τον

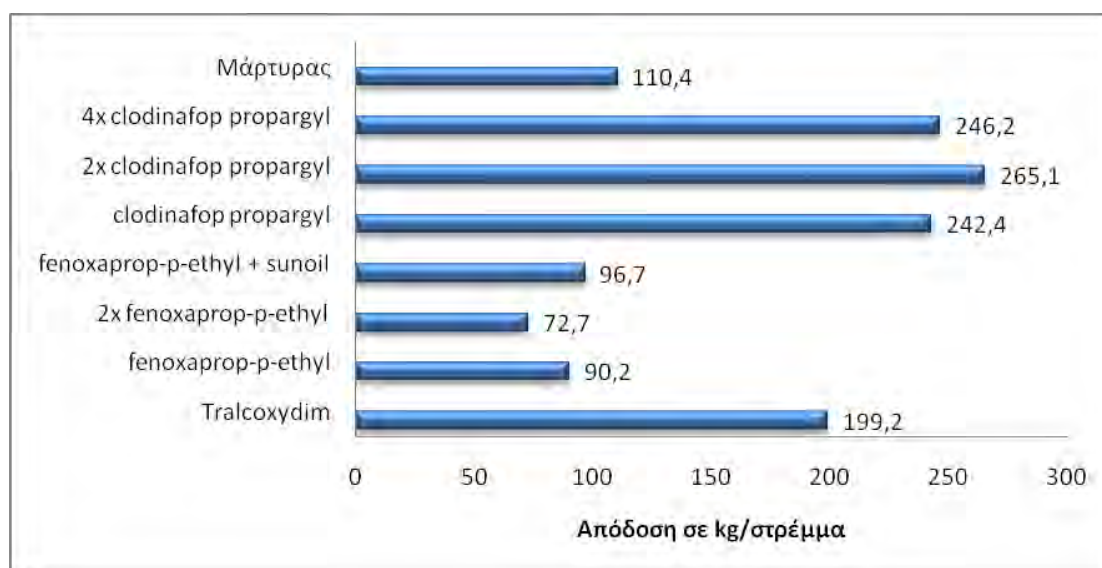
αψέκαστο μάρτυρα και τα τεμάχια του δέχθηκαν μεταχειρίσεις του fenoxarprop-P-ethyl (Σχ. 6).

5.1.3 Απόδοση της καλλιέργειας

Τα αποτελέσματα ως προς την απόδοση της καλλιέργειας είναι παρόμοια με εκείνα του ελέγχου της αγριόβρωμης και του βαρούς ανά φυτό του σιταριού. Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων και διάκριση τριών ομάδων αποδόσεων στο αγροτεμάχιο Α (Δίλοφος).

Στην πρώτη ομάδα βρίσκονται οι αποδόσεις των τριών επεμβάσεων του fenoxarprop-P-ethyl και ο αψέκαστος μάρτυρας, με μέσες αποδόσεις 96.7, 72.7, 90.2 και 110.4 kg/στρ. αντίστοιχα. Χαρακτηρίζονται χαμηλές και διαφέρουν στατιστικά από τις υψηλότερες αποδόσεις των τεμαχίων που ψεκάστηκαν με clodinafor propargyl, οι οποίες ήταν 246.2, 265.1, και 242.4 kg/στρ. αντίστοιχα (Σχ. 7).

Μεταξύ των δύο ήταν η μέση απόδοση 199.2 kg/στρ. στα τεμάχια που ψεκάστηκαν με tralcoxydim, με περισσότερη «συγγένεια» με τις αποδόσεις στα τεμάχια του clodinafor propargyl.

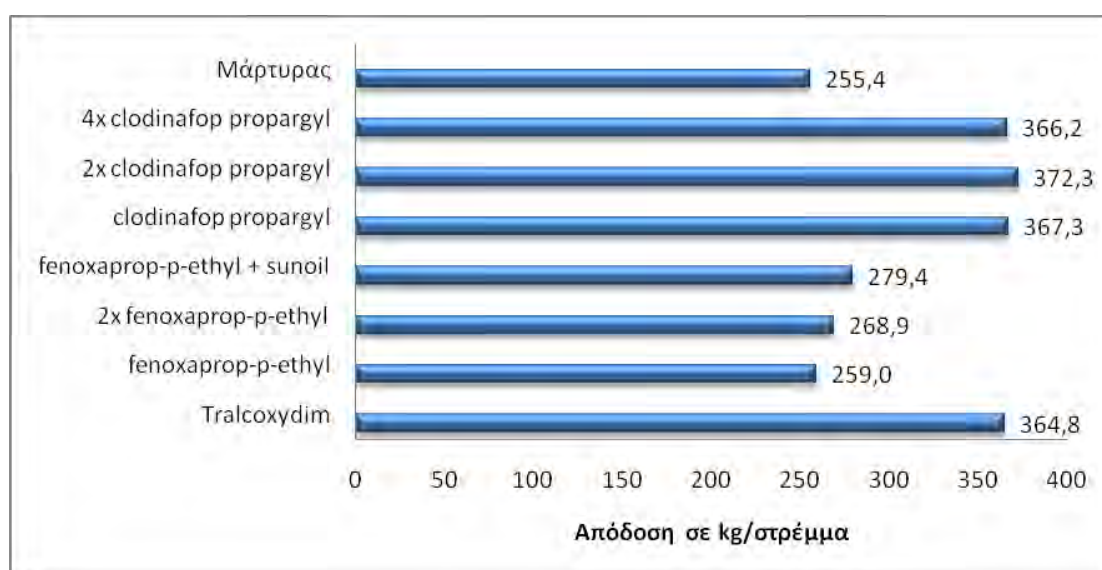


Σχ 7. Απόδοσεις σε κιλά ανά στρέμμα στα πειραματικά τεμάχια του αγροκτήματος Α σε σχέση με την επέμβαση.

Στο αγροτεμάχιο Β, των Μύρων, με στατιστική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων στην αγριόβρωμη τα αποτελέσματα ήταν λίγο διαφορετικά. Εδώ οι τιμές των αποδόσεων διακρίθηκαν σε δυο ομάδες.

Στην πρώτη ομάδα ανήκουν ο αψέκαστος μάρτυρας και οι τρεις επεμβάσεις του fenoxaprop-P-ethyl με μέσους όρους 255.4, 279.4, 268.9 και 259 kg/στρ. αντίστοιχα (Σχ. 8).

Στη δεύτερη ομάδα ανήκουν οι υπόλοιπες επεμβάσεις, δηλαδή αυτή του tralkoxydim με τιμή 364.8 kg/στρ., ακολουθεί η τετραπλή δόση του clodinafor propargyl με απόδοση 366.2 kg/στρ., επίσης η απλή δόση του ίδιου ζιζανιοκτόνου με 367.3 kg/στρ. και η διπλή δόση του με απόδοση που έφτασε τα 372.3 kg/στρ. (Σχ. 8).



Σχ 8. Αποδόσεις σε κιλά ανά στρέμμα στα πειραματικά τεμάχια του αγροκτήματος Β σε σχέση με την επέμβαση.

Από τις μετρήσεις των αποδόσεων γίνεται φανερό ότι η ανθεκτικότητα της αγριόβρωμης στο fenoxaprop-P-ethyl ήταν εντονότερη, μειώνοντας την απόδοση της καλλιέργειας στο αντίστοιχα πειραματικά τεμάχια. Αντίθετα στις μεταχειρίσεις με tralkoxydim και clodinafor propargyl παρατηρούνται μεγαλύτερες αποδόσεις λόγω μικρότερου ανταγωνισμού από την απουσία ή

την μικρότερη παρουσία της αγριόβρωμης. Αυτό έγινε διότι το ζιζάνιο δεν παρουσίασε έντονη ανθεκτικότητα σε αυτά τα ζιζανιοκτόνα και ελέγχθηκε.

5.2. Πειράματα θερμοκηπίου

Εκτιμήθηκε η τυχόν εμφάνιση ανθεκτικότητας 5 πληθυσμών αγριόβρωμης (Ορχομενού Βοιωτίας, Γουμένισσας Κιλκίς, Αχλαδιού Φθιώτιδας, Άγιου Παύλου Χαλκιδικής και Δίλοφου Λάρισας (Αγροτεμάχιο Α)) σε 5 μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα. Για την εκτίμηση των αποτελεσμάτων των εφαρμογών που έγιναν στο θερμοκήπιο, έγιναν ορισμένες παραδοχές. Θεωρήθηκε ένας πληθυσμός **ευαίσθητος** σε κάποιο ζιζανιοκτόνο, **όταν από τα άτομα του πληθυσμού δεν επέζησε κανένα μετά την εφαρμογή**. Θεωρήθηκε ότι ένας πληθυσμός **αναπτύσσει ανθεκτικότητα** (εξελισσόμενη ανθεκτικότητα), όταν επιβίωσαν φυτά αγριόβρωμης **τουλάχιστον στο ένα** από τα τρία πειραματικά τεμάχια (φυτοδοχεία). Τέλος, θεωρήθηκε ένας βιότυπος ως **ανθεκτικός**, **όταν επέζησαν άτομα στα δύο από τα τρία πειραματικά τεμάχια** τόσο στην επέμβαση με την απλή όσο και στην εφαρμογή με την τετραπλή δόση.

Πιν.3. Αποτύπωση της ανθεκτικότητας της αγριόβρωμης σε διάφορα ζιζανιοκτόνα, από 5 διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας (απλή δόση ζιζανιοκτόνου).

Ζιζανιοκτόνο	Αριθμός βιοτύπων		
	Ευαίσθητοι	Ανάπτυξη Ανθ	Ανθεκτικοί
tralkoxydim	5	0	0
fenoxarprop-p-ethyl	3	0	2
clodinafor propargyl	3	1	1
fluazifop-p-butyl	2	3	0
quizalofop-p-ethyl	2	2	1

Στον Πιν.3 παρουσιάζεται μια εικόνα για το βαθμό ανθεκτικότητας που παρατηρήθηκε στην **απλή δόση** εφαρμογής των ζιζανιοκτόνων, των πέντε πληθυσμών που εξετάστηκαν (Ορχομενού Βοιωτίας, Γουμένισσας Κιλκίς, Αχλαδιού Φθιώτιδας, Άγιου Παύλου Χαλκιδικής και Δίλοφου Λάρισας). Έτσι, φαίνεται ότι δεν παρουσιάστηκε ανθεκτικός βióτυπος στο tralkoxydim. Στο fenoxarprop-P-ethyl παρουσιάστηκαν δύο ανθεκτικοί βióτυποι (Δίλοφου Λάρισας, Ορχομενού Βοιωτίας) και από ένας τόσο στο clodinafor propargyl (Ορχομενού Βοιωτίας) όσο και στο quizalofop-p-ethyl (Άγιου Παύλου Χαλκιδικής).

Εξελισσόμενη ανθεκτικότητα εμφανίστηκε σε ένα πληθυσμό στο clodinafor propargyl (Δίλοφου Λάρισας), σε δύο στο quizalofop-p-ethyl (Ορχομενού Βοιωτίας, Αχλαδιού Φθιώτιδας) και σε τρεις στο fluazifop-p-butyl (Αχλαδιού Φθιώτιδας, Ορχομενού Βοιωτίας και Γουμένισσας Κιλκίς).

Πιν.4. Αποτύπωση της ανθεκτικότητας της αγριόβρωμης σε διάφορα ζιζανιοκτόνα, από 5 διαφορετικές περιοχές της Ελλάδα (τετραπλή δόση).

Ζιζανιοκτόνο	Αριθμός βιοτύπων		
	Ευαίσθητοι	Εξελισσόμενη ανθεκτικότητα	Ανθεκτικοί
tralkoxydim	5	0	0
fenoxarprop-p-ethyl	3	1	1
clodinafor propargyl	4	1	0
fluazifop-p-butyl	4	1	0
quizalofop-p-ethyl	4	1	0

Τα αποτελέσματα είναι διαφορετικά μετά την εφαρμογή της τετραπλάσιας δόσης των ζιζανιοκτόνων (Πιν.4). Εδώ πάλι όλοι οι βióτυποι είναι ευαίσθητοι στο tralkoxydim, ενώ παρατηρείται μόνο ένας ανθεκτικός βióτυπος (Δίλοφου Λάρισας) στο fenoxarprop-p-ethyl. Μοναδικές είναι, ωστόσο και οι περιπτώσεις εξελισσόμενης ανθεκτικότητας σε αυτό και στα

υπόλοιπα ζιζανιοκτόνα. Οι υπόλοιποι βιότυποι (Ορχομενού Βοιωτίας, Γουμένισσας Κιλκίς, Αχλαδιού Φθιώτιδας, Άγιου Παύλου Χαλκιδικής) κρίθηκαν ευαίσθητοι στα λοιπά ζιζανιοκτόνα.

Στον Πιν.5 παρουσιάζεται αναλυτικά η διαβάθμιση της ανθεκτικότητας των πέντε πληθυσμών σε εφαρμογή της συνιστώμενης δόσης των πέντε ζιζανιοκτόνων. Έτσι σύμφωνα με τον Πίνακα 5, εμφανίζονται ανθεκτικοί βιότυποι στο fenoxaprop-p-ethyl στις περιοχές Διλόφου Λάρισας και Ορχομενού Βοιωτίας.

Στον Ορχομενό παρουσιάζεται, ανθεκτικότητα και στο clodinafor propargyl και εξελισσόμενη ανθεκτικότητα στα fluazifop-p-butyl και quizalofop-p-ethyl, ενώ στο Δίλοφο εμφανίζεται εξελισσόμενη ανθεκτικότητα στο clodinafor propargyl. Επίσης, εξελισσόμενη ανθεκτικότητα εμφανίζουν ο βιότυπος από το Αχλάδι στα fluazifop-p-butyl και quizalofop-p-ethyl ενώ ο βιότυπος από την Γουμένισσα μόνο στο fluazifop-p-butyl.

Πιν.5. Βαθμός ανθεκτικότητας βιοτύπων αγριόβρωμης από διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας, σε διάφορα ζιζανιοκτόνα, στην απλή δόση τους.

Περιοχή	Ζιζανιοκτόνο				
	tralkoxydim	fenoxaprop-p-ethyl	clodinafor propargyl	fluazifop-p-butyl	quizalofop-p-ethyl
Δίλοφος Λάρισας	E*	A	εA	E	E
Ορχομενός Βοιωτίας	E	A	A	εA	εA
Αχλάδι Φθιώτιδας	E	E	E	εA	εA
Γουμένισσα Κιλκίς	E	E	E	εA	E
Άγιο Παύλο Χαλκιδικής	E	E	E	E	A

***E: Ευαίσθητοι, εA: με εξελισσόμενη Ανθεκτικότητα, A: Ανθεκτικοί**

Τέλος, ανθεκτικότητα παρουσιάστηκε στο βιότυπο από τον Άγιο Παύλο στο quizalofop-p-ethyl. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις εκδηλώθηκε ευαισθησία στην **απλή δόση** των ζιζανιοκτόνων (Πιν. 5).

Στην **τετραπλή δόση** παρατηρήθηκε μια διαφορετική εικόνα (Πιν. 6). Εδώ δεν παρουσιάστηκε κανένας ανθεκτικός βιότυπος στο tralkoxydim, όπως και στη συνιστώμενη δόση. Εμφανίζεται ωστόσο ανθεκτικότητα στο fenoxaprop-p-ethyl από το βιότυπο του Διλόφου και εξελισσόμενη ανθεκτικότητα στο ίδιο ζιζανιοκτόνο από το βιότυπο του Ορχομενού (Πιν. 6).

Επίσης στην τετραπλή δόση εμφανίζεται εξελισσόμενη ανθεκτικότητα από το βιότυπο του Διλόφου, στο clodinafop propargyl. Την ίδια στο fluazifop-p-butyl εμφανίζουν τα ευρήματα για το βιότυπο του Ορχομενού. Τέλος, εξελισσόμενη ανθεκτικότητα παρουσίασε και ο γενότυπος του Αχλαδιού στο quizalofop-p-ethyl. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις εμφανίστηκε ευαισθησία στα αντίστοιχα ζιζανιοκτόνα.

Πιν.6. Βαθμός ανθεκτικότητας βιοτύπων αγριόβρωμης από διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας, σε διάφορα ζιζανιοκτόνα, στην τετραπλή δόση.

Περιοχή	Ζιζανιοκτόνο				
	tralkoxydim	fenoxaprop-p-ethyl	clodinafop propargyl	fluazifop-p-butyl	quizalofop-p-ethyl
Δίλοφος Λάρισας	E*	A	εA	E	E
Ορχομενός Βοιωτίας	E	εA	E	εA	E
Αχλάδι Φθιώτιδας	E	E	E	E	E
Γουμένισσα Κιλκίς	E	E	E	E	E
Άγιο Παύλο Χαλκιδικής	E	E	E	E	εA

*E: Ευαίσθητοι, εA: με εξελισσόμενη Ανθεκτικότητα, A: Ανθεκτικοί

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

6.1. Πειράματα αγρού

Από τα αποτελέσματα της μακροσκοπικής εκτίμησης της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων φαίνεται ότι υπήρξε διαφορετική αντίδραση της αγριόβρωμης στις εφαρμογές των ζιζανιοκτόνων.

Στα πειραματικά τεμάχια που ψεκάστηκαν με clodinafor propargyl και tralkoxydim εμφανίστηκαν, γενικά, σημαντικά λιγότερα επιβιώσαντα άτομα αγριόβρωμης σε σύγκριση με τον αψέκαστο μάρτυρα. Στα τεμάχια, όμως, που ψεκάστηκαν με fenoxarop-p-ethyl επιβίωσε αριθμός ατόμων του ζιζανίου που δεν διαφέρει στατιστικά από αυτόν του μάρτυρα.

Αυτό δείχνει ότι και οι δύο πληθυσμοί (Διλόφου, Αγρόκτημα Α και Μύρων, Αγρόκτημα Β, Λάρισας) της αγριόβρωμης **παρουσιάζουν πιθανή ανάπτυξη ανθεκτικότητας στο fenoxarop-p-ethyl**. Ανθεκτικότητα της αγριόβρωμης σε ζιζανιοκτόνα που έχουν ως στόχο την αναστολή της δράσης της ACCase εξακριβώθηκε αρχικά στην Αυστραλία για το *Avena fatua* το 1985 και για το *Avena sterilis* το 1989 (46).

Βέβαια, παρατηρείται ότι σε κάποιο ποσοστό υπάρχει ανθεκτικότητα στη συνιστώμενη αλλά και στη διπλάσια δόση του clodinafor propargyl. Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί, **σε κάποιο ποσοστό**, ως ανάπτυξη **ανθεκτικότητας τροποποίησης της θέσης δράσης (Target-site resistance)** των δύο ζιζανιοκτόνων. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται και από τους Παπαπαναγιώτου κ.ά. σε πρόσφατη μελέτη (39) για βιότυπους αγριόβρωμης στη χώρα μας, όπου και εκεί παρατηρήθηκε ανάπτυξη σταυρωτής ανθεκτικότητας της αγριόβρωμης στο fenoxarop-p-ethyl και στο clodinafor propargyl, σε αρκετούς από τους βιότυπους που εξετάστηκαν. Οι Owen και Powles (30) αναφέρουν ότι και στην Αυστραλία παρατηρήθηκε- αρκετοί αλλά

όχι όλοι- οι ανθεκτικοί βιότυποι της αγριόβρωμης στο fenoxarprop-p-ethyl να παρουσιάζουν σταυρωτή ανθεκτικότητα στο clodinafor propargyl.

Επισημαίνεται ότι τα αποτελέσματα του fenoxarprop-p-ethyl είναι παρόμοια στην απλή αλλά και στη διπλάσια δόση, κάτι που ενισχύει την άποψη ότι **υπάρχει ανάπτυξη ανθεκτικότητας της αγριόβρωμης** στο συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο. Σύμφωνα με διεθνή κριτήρια, για να χαρακτηριστεί κάποιο ζιζάνιο ως ανθεκτικό σε κάποιο ζιζανιοκτόνο, πρέπει να εμφανίζει ανθεκτικότητα και σε μεγαλύτερες από τις συνιστώμενες δόσεις σε αυτό το ζιζανιοκτόνο, όταν μάλιστα αυτή εκδηλώνεται στον αγρό (45).

Παράλληλα, σημειώνεται ότι **η προσθήκη συνεργού ζιζανιοκτόνου, δεν μετέβαλε τα αποτελέσματα στις εφαρμογές του fenoxarprop-p-ethyl**. Ο αριθμός των ατόμων αγριόβρωμης που επέζησαν ήταν παρόμοιος, είτε χρησιμοποιήθηκε συνεργό ζιζανιοκτόνο είτε όχι.

Κάποιο ποσοστό ανθεκτικότητας εκδηλώνεται και στα πειραματικά τεμάχια με το ζιζανιοκτόνο tralkoxydim. Το μέγεθος της ανθεκτικότητας αυτής φαίνεται ότι βρίσκεται πιο κοντά στα μεγέθη του clodinafor propargyl, ιδίως αυτό που εμφανίζεται στο αγροτεμάχιο Β. Αυτού του είδους η **σταυρωτή ανθεκτικότητα** αναφέρεται και στα αποτελέσματα των Owen και Powles (30), σε πολύ μικρότερο, ωστόσο, μέγεθος.

Επίσης, στη γειτονική Τουρκία ένας από του ανθεκτικούς βιότυπους σε αρυλοξυφαινοξυπροπιονικά ζιζανιοκτόνα εμφάνισε ανθεκτικότητα και στο tralkoxydim. Ήταν, όμως, ευαίσθητος σε άλλα κυκλοεξανδινικά ζιζανιοκτόνα (42).

Οι μεταβολές του νωπό βάρους και στα δύο πειράματα δείχνουν να ακολούθησαν παρόμοια πορεία. Από κάποια αρχική τιμή στις 20 ΗΜΕ το νωπό βάρος αυξήθηκε 60 ΗΜΕ και μειώθηκε προχωρώντας προς τη συγκομιδή, στις 85 ΗΜΕ, αφού τα φυτά φυσιολογικά χάνουν νερό, ξηραίνονται.

Οι μεταβολές των τιμών του ξηρού βάρους είχαν διαφορετική πορεία. Στο αγροτεμάχιο Α από την αρχική τιμή στις 20 ΗΜΕ παρατηρήθηκε μια αύξηση στις 60ΗΜΕ. Το ξηρό βάρος, ωστόσο, παρέμεινε περίπου το ίδιο μέχρι τη συγκομιδή. Στο αγροτεμάχιο Β, όμως, υπήρχε μια συνεχή συσσώρευση ξηρού βάρους σε όλη την περίοδο του πειράματος.

Επίσης, παρατηρείται ότι γενικά οι μέσοι όροι είχαν υψηλότερες τιμές στο αγροτεμάχιο Β από ότι το αγροτεμάχιο Α, τόσο στο νωπό όσο και στα ξηρό βάρος. Αυτή η επισήμανση όσο και η προηγούμενη διαφοροποίηση στις μεταβολές του ξηρού βάρους, μεταξύ των αγροτεμαχίων Α και Β θα ερμηνευτούν παρακάτω.

Όσον αφορά στις μεταβολές των βαρών σε σχέση με τις εφαρμογές των ζιζανιοκτόνων διαγράφεται η ίδια περίπου πορεία και στα δύο αγροτεμάχια. Αρχικά, στις 20 ΗΜΕ παρατηρήθηκαν παρόμοια βάρη μεταξύ των φυτών στα πειραματικά τεμαχιά στο αγροτεμάχιο Β στο νωπό και στο ξηρό βάρος. Δεν είχε διαμορφωθεί ακόμη η ομαδοποίηση των τιμών. Στο αγροτεμάχιο Α, όμως, παρατηρήθηκε μια μικρή διαφοροποίηση στις τιμές των βαρών και διαφαίνονταν η ομαδοποίηση που ακολούθησε. Οι κλάσεις διαχωρίστηκαν στις 60 ΗΜΕ, αλλά πήραν την τελική μορφή στις 85 ΗΜΕ. Η πρώτη κλάση των χαμηλότερων τιμών αποτελείται από τις επεμβάσεις του fenoxarprop-p-ethyl και του αφέκαστου μάρτυρα. Ακολουθούν οι εφαρμογές του tralkoxydim με υψηλότερες τιμές. Τέλος, η κλάση των επεμβάσεων του clodinafor propargyl έδωσε τα μεγαλύτερα νωπά και ξηρά βάρη.

Εμφανίζεται, λοιπόν, και εδώ μια εικόνα που ενισχύει την άποψη για την εμφάνιση **ανθεκτικών πληθυσμών αγριόβρωμης στο fenoxarprop-p-ethyl**. Παράλληλα, παρατηρείται μια "**εξελισσόμενη ανθεκτικότητα**" στο tralkoxydim και στο clodinafor propargyl.

Παρόμοια ομαδοποίηση εμφανίζεται και στους μέσους όρους των αποδόσεων των πειραματικών τεμαχίων. Πιο έντονη διαφοροποίηση εμφανίστηκε στο αγροτεμάχιο Α αλλά με μικρότερες απόλυτες τιμές, ενώ στο

αγρόκτημα Β παρουσιάστηκαν μεγαλύτερες αποδόσεις και με πιο ήπια διαφοροποίηση.

Εδώ μπορεί να αναφερθούν οι αιτίες για τις διαφορές που παρουσιάστηκαν μεταξύ των δύο αγροτεμαχίων στις τιμές συσσώρευσης νωπού και ξηρού βάρους, στις απόλυτες τιμές των βαρών και στις τιμές απόδοσης των πειραματικών τεμαχίων. Καταρχάς, το αγρόκτημα Α προέρχονταν από μια εξαετή μονοκαλλιέργεια σκληρού σταριού και είχε υψηλό πληθυσμό ζιζανίων, ενώ το αγρόκτημα Β προέρχονταν από διετή αμειψισπορά και είχε μικρότερο ζιζανιοπληθυσμό. Επιπρόσθετα, παράγοντες που σχετίζονται με την ποιότητα του εδάφους, τη διαφορετική τοποθεσία αλλά και τη διαφοροποίηση στην πρακτική του κάθε καλλιεργητή-παραγωγού διαμόρφωσαν την ποιότητα και ποσότητα της καλλιέργειας. Γενικά, **η καλλιέργεια στο αγρόκτημα Β ήταν πιο εύρωστη και πιο ανεπτυγμένη** από την αρχή, σε σχέση με την καλλιέργεια στο αγρόκτημα Α. Έτσι, στο αγρόκτημα Β, "άργησαν" να διαμορφωθούν οι κλάσεις μεταξύ των μεταχειρίσεων, παρατηρήθηκαν υψηλότερες τιμές στα βάρη των τεμαχίων και στις τελικές αποδόσεις και συσσωρεύτηκε βάρος ακόμη και μετά τις 60 ΗΜΕ.

Τα αποτελέσματα των μεταβολών στα βάρη συνηγορούν στην εμφάνιση ενός ανθεκτικού τύπου αγριόβρωμης στο fenoxarprop-p-ethyl και μια "εξελισσόμενη ανθεκτικότητα" στα tralkoxydim και clodinafor propargyl.

Το ερώτημα που δημιουργείται είναι: γιατί δεν παρουσιάζει ο βιότυπος τα ίδια αποτελέσματα σε όλα τα ζιζανιοκτόνα που έχουν ως στόχο την καρβοξυλάση του ακέτυλο-συνένζυμου-Α;

Σε αρκετά μέρη του κόσμου έχουν παρουσιαστεί τα ίδια με τα παραπάνω αποτελέσματα. Δηλαδή υπάρχουν αναφορές για διαφορετικά επίπεδα ανθεκτικότητας του ζιζανίου στους αναστολείς της ACCase (42,30). Λόγω της διαφοράς των επιπέδων ανθεκτικότητας και η σταυρωτή ανθεκτικότητα ποικίλλει. Τελευταίες εργασίες καταδεικνύουν περισσότερους

από έναν μηχανισμό ανθεκτικότητας ή διαφορετικές μεταλλάξεις που παρέχουν ανθεκτικότητα σε τέτοιους βιότυπους αγριόβρωμης (43). Ο Devine (15) αναφέρει από παλιά ότι η ανάλυση της ACCase αρκετών ανθεκτικών βιοτύπων ζιζανίων υποδεικνύει την παρουσία διαφορετικών μεταλλάξεων στο μόριό της. Η καθεμιά από αυτές επιφέρει μια διαφορετική μορφή (ποιότητα) και επίπεδο (ποσότητα) ανθεκτικότητας σε διάφορα APP και CHD ζιζανιοκτόνα. Αυτό το φαινόμενο εμφανίζεται και σε άλλα αγρωστώδη, όπως το *Lolium spp*, και το *Phalaris paradoxa* στη γειτονική Ιταλία και μάλιστα σε πρωτοεμφανιζόμενα ζιζανιοκτόνα (11). Παρομοίως, οι Petit κ.ά.(2009) αναφέρουν ότι στη Γαλλία για το *Alopecurus myosuroides* δεν διαπιστώθηκε “συναρτώμενη” σταυρωτή ή πολλαπλή ανθεκτικότητα του fenoxa-prop-p-ethyl ή του clodinafor propargyl με το pinoxaden (νέο φαινυλπυραζολινικό ζιζανιοκτόνο, αναστολέας ACCase). Έτσι, προτάθηκε ότι εμπλέκονται ποικίλοι μηχανισμοί ανθεκτικότητας (33).

Όπως αναφέρθηκε πρόσφατα σε ένα συνέδριο, «αυτά τα ανθεκτικά ζιζάνια “υφίστανται” ποικίλες αλλαγές του ενζύμου στόχου, παρέχοντας διαφορετική αντίδραση ανθεκτικότητας στα ζιζανιοκτόνα» (38).

Ίσως μπορεί να γίνει αποδεκτή η άποψη ότι: «Η ανθεκτικότητα που βασίζεται στον μεταβολισμό των ζιζανιοκτόνων, που αναστέλλουν τη δράση της ACCase, δεν είναι αρκετά γνωστή, παρόλο που φαίνεται αρκετά διαδεδομένη. Ένας αριθμός γονιδίων παρέχει ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα, αναστολείς της ACCase, με την πιθανότητα, ποικίλα γονίδια ανθεκτικότητας που προσφέρουν κυρίαρχη ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα, να συσσωρεύονται σε ένα πληθυσμό ζιζανίων ή σε ένα φυτό, σε συνδυασμό με την περιορισμένη γνώση των γενετικών παραμέτρων που οδηγούν στην ανθεκτικότητα, καθιστά την εξέλιξη της ανθεκτικότητας, στους αναστολείς της ACCase, απρόβλεπτη» (13).

Σύμφωνα με τα προαναφερόμενα μπορούμε να υποθέσουμε ότι και στην δική μας περίπτωση συμβαίνει κάτι παρόμοιο. Έως κάποιο ποσοστό

υφίσταται ένας μηχανισμός ανθεκτικότητας (είτε αναστολής της δράσης της ACCase, είτε βασισμένος στο μεταβολισμό) που **επηρεάζει και την ανθεκτικότητα στα υπόλοιπα ζιζανιοκτόνα**. Στο υπόλοιπο ποσοστό, ο άλλος μηχανισμός (ή οι άλλοι μηχανισμοί) ανθεκτικότητας, **δεν επηρεάζει** την ανθεκτικότητα σε άλλα ζιζανιοκτόνα. Έτσι μπορούν να δικαιολογηθούν οι διαφορές στην εμφάνιση της ανθεκτικότητας.

Εν τέλει πρέπει επισημανθεί και ένα "παράπλευρο" εύρημα. **Δεν παρουσιάστηκαν φαινόμενα φυτοτοξικότητας** στα φυτά της καλλιέργειας, από τις υψηλές δόσεις των ζιζανιοκτόνων που εφαρμόστηκαν, ούτε στην περίπτωση του fenoxarrop-p-ethyl ούτε στο clodinafor propargyl. Απόδειξη αποτελούν οι αποδόσεις που σημειώθηκαν και δεν διαφέρουν από τις αντίστοιχες των συνιστώμενων δόσεων.

6.2. Πειράματα θερμοκηπίου

Καταρχήν πρέπει να τονιστεί ότι ο διαχωρισμός που έγινε σε ανθεκτικούς, εξελισσόμενης ανθεκτικότητας και ευαίσθητους πληθυσμούς δεν ήταν αυθαίρετος. Οι Owen και Powles (30) έκαναν παρόμοιο διαχωρισμό.

Γενικά, παρατηρήθηκε ότι στην συνιστώμενη δόση τα παραδείγματα ανθεκτικότητας ήταν λιγότερα από αυτά στην τετραπλάσια δόση. Τα ίδια αποτελέσματα παρουσιάστηκαν και σε πρόσφατη έρευνα για το fenoxarrop-p-ethyl και το clodinafor propargyl (39). Επίσης, σε μελέτη για την ανθεκτικότητα του *Lolium rigidum* στο tralkoxydim η τετραπλάσια δόση εμφάνισε ανθεκτικότητα σε μικρότερο αριθμό βιοτύπων (1). Γενικά, η συνιστώμενη δόση αποτελεί την πρώτη ένδειξη για την πιθανή ύπαρξη ανθεκτικότητας ή την παρουσία εξελισσόμενης ανθεκτικότητας. Με την εφαρμογή της τετραπλάσιας δόσης δίνεται μια καλύτερη εικόνα για το τι πραγματικά συμβαίνει.

Δεν παρατηρήθηκαν ανθεκτικοί βιότυποι για το tralkoxydim. Γενικά, δεν εμφανίζεται ανθεκτικότητα ή αν εμφανίζεται είναι σε χαμηλά ποσοστά, για τις κυκλοεξανδιόνες στην αγριόβρωμη (27,28). Ειδικά για το tralkoxydim, όπου εμφανίστηκε ανθεκτικότητα, ήταν σε χαμηλά επίπεδα. Οι Uludag κ.ά. (42) αναφέρουν ότι μόνο ένας βιότυπος από τους πέντε που εξέτασαν, εμφάνισε "μερική ανθεκτικότητα" στο tralkoxydim. Σε άλλη έρευνα διαπιστώθηκε ότι, ενώ ένας βιότυπος αγριόβρωμης ήταν 35 φορές πιο ανθεκτικός από τον ευαίσθητο βιότυπο στο tralkoxydim, εντούτοις δεν παρουσίαζε ανθεκτικότητα στα sethoxydim and clethodim (δύο άλλες κυκλοεξανδιόνες) (43).

Εμφανίστηκε ανθεκτικότητα στο fenoxaprop-p-ethyl ακόμη και στην τετραπλάσια δόση, κάτι που είναι αναμενόμενο, σύμφωνα με την προηγούμενη ενότητα, αλλά και με αυτά που θα αναφερθούν παρακάτω.

Έχει αναφερθεί ανάπτυξη ανθεκτικότητας της αγριόβρωμης στο quizalofop-p-ethyl (43). Όπως έχει εμφανιστεί και ανθεκτικότητα σε δύο βιοτύπους του ζιζανίου στο fluazifop-p-butyl (42). Όμως, είναι η πρώτη αναφορά για εξελισσόμενη ανθεκτικότητα της αγριόβρωμης στα δύο αυτά μη εκλεκτικά αγρωστωδοκτόνα στη χώρα μας. Από ίδια πείρα, είναι γνωστές περιπτώσεις όπου μετά από αποτυχία ελέγχου της αγριόβρωμης με fluazifop-p-butyl, το clethodim (κυκλοεξανδιόνη) έδωσε άριστα αποτελέσματα. Αυτό επιβεβαιώνεται και από άλλες μελέτες (11).

Στη κατανομή της ανθεκτικότητας στην επικράτεια, φαίνεται ότι στις δύο περιοχές που καλλιεργείται κυρίως σκληρό σιτάρι, στην Βοιωτία και στην περιοχή της Λάρισας εντοπίζονται οι περισσότερες περιπτώσεις ανθεκτικότητας. Αυτό θεωρείται λογικό λόγω της μικρότερης κλίμακας αμειψισποράς που παρατηρείται (3). Επίσης, λόγω της έντονης πίεσης επιλογής που από παλιά υπάρχει στις περιοχές αυτές (35).

Παράλληλα, τα αποτελέσματα μπορούν να θεωρηθούν φυσιολογικά για τις υπόλοιπες περιοχές, όπου εμφανίζονται μικρής κλίμακας εξελισσόμενη

ανθεκτικότητα. Αυτά όσον αφορά στις απλές δόσεις, που συμφωνούν με προηγούμενες μελέτες (30,42). Όπου και εκεί εκτός της αισθητής ανάπτυξης ανθεκτικότητας που παρουσιάστηκε στο fenoxarprop-p-ethyl, οι υπόλοιπες ήταν μικρότερης σημασίας.

Στις τετραπλάσιες δόσεις η κατάσταση αποτυπώνεται σαφέστερα. Στον Άγιο Παύλο Χαλκιδικής παρατηρήθηκε εξελισσόμενη ανθεκτικότητα, που προέρχονταν από μια ανθεκτικότητα στην απλή δόση στο quizalofop-p-ethyl. Ακόμη την εξελισσόμενη ανθεκτικότητα στο fenoxarprop-p-ethyl και στο fluazifop-p-butyl που προέρχονταν από μια ανθεκτικότητα και μια εξελισσόμενη ανθεκτικότητα, αντίστοιχα. Τα παραπάνω θεωρούνται λογικά, επειδή, όπως προαναφέρθηκε, η αύξηση των δόσεων μειώνει του ανθεκτικούς βιοτύπους (39).

Αυτό που διαπιστώνεται είναι ότι **ο βióτυπος του Διλόφου Λάρισας είναι ανθεκτικός στο fenoxarprop-p-ethyl και με αναπτυσσόμενη ανθεκτικότητα στο clodinafop propargyl**. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω ο πληθυσμός της αγριόβρωμης του πειράματος στο θερμοκήπιο, για τη Λάρισα, προέρχονταν από τα φυτά που επέζησαν στο πείραμα του αγρόκτηματος Α. Έτσι, υπάρχει η επιβεβαίωση ότι αυτός ο βióτυπος διατηρεί τα επίπεδα ανθεκτικότητάς του και στο θερμοκήπιο, **στην επόμενη γενεά**, για τα fenoxarprop-p-ethyl και clodinafop propargyl (45).

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1. Πειράματα αγρού

Οι βιότυποι αγριόβρωμης από το Δίλοφο Λάρισας (αγρόκτημα Α) και από τα Μύρα Λάρισας (αγρόκτημα Β) παρουσίασαν **ανθεκτικότητα στο fenoxarprop-p-ethyl**.

Επίσης, οι ίδιοι βιότυποι παρουσίασαν **αναπτυσσόμενη σταυρωτή ή/και πολλαπλή ανθεκτικότητα στα clodinafop propargyl και tralkoxydim**.

Επισημαίνεται ότι η προσθήκη συνεργού ζιζανιοκτόνου (Sunoil 11E), **δεν μετέβαλε** τα αποτελέσματα της δράσης του fenoxarprop-p-ethyl.

Οι διαφορές στο νωπό και ξηρό βάρος και οι τελικές αποδόσεις στα πειραματικά τεμάχια επιβεβαιώνουν τους παραπάνω ισχυρισμούς. Τα αποτελέσματα, όμως, αργούν να γίνουν ορατά στις πιο "εύρωστες" φυτείες.

Πιθανότατα στις παραπάνω εμφανίσεις ανθεκτικότητας, εμπλέκονται **περισσότεροι μηχανισμοί ανθεκτικότητας**, από τον απλό μηχανισμό της **θέσης δράσης** που αφορά μόνο τους αναστολείς της καρβοξυλάσης του Ακέτυλο-συνένζυμο-Α (ACCase).

Τέλος, είναι ενδιαφέρον να τονιστεί ότι η διπλάσια δόση εφαρμογής του **fenoxarprop-p-ethyl** και η διπλάσια και τετραπλάσια δόση του **clodinafop propargyl** δεν προκάλεσαν φυτοτοξικά φαινόμενα στην καλλιέργεια, στις συνθήκες αυτής της έρευνας.

7.2. Πειράματα θερμοκηπίου

Επιβεβαιώνεται ότι υπάρχει **ανθεκτικός βιότυπος** στις αγριόβρωμης στο **fenoxarprop-p-ethyl** στην περιοχή της Λάρισας και "εξελισσόμενη" **σταυρωτή ανθεκτικότητα στο clodinafop propargyl**. Οι δύο παραπάνω ιδιότητες μπορούν να κληρονομηθούν στην **επόμενη γενεά**.

Εμφανίζεται “εξελισσόμενη” ανθεκτικότητα της αγριόβρωμης στο **fenocharop-p-ethyl** και στο **fluazifop-p-butyl** (πρώτη αναφορά στη Ελλάδα) σε πληθυσμούς αγριόβρωμης στον Ορχομενό Βοιωτίας.

Επίσης, παρουσιάζεται ένας βióτυπος αγριόβρωμης με εξελισσόμενη ανθεκτικότητα στο **quizalofop-p-ethyl**, στην περιοχή της Χαλκιδικής.

Τέλος, στους πληθυσμούς αγριόβρωμης που εξετάστηκαν **δεν εμφανίζεται πουθενά ανθεκτικότητα στο tralkoxydim** στην Ελλάδα. Γενικά οι κυκλοεξανδιόνες φαίνεται να είναι τα ζιζανιοκτόνα που θα χρησιμοποιηθούν για να ελέγξουν την αγριόβρωμη, στο άμεσο μέλλον.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνικά

1. **Βασιλείου Α., Παπαβασιλείου Στ., Καλούμενος Ν., Ελευθεροχωρινός Η. 2006.** Διερεύνηση της ανθεκτικότητας 14 *Lolium rigidum* βιοτύπων στα ζιζανιοκτόνα Chlorsulfuron και tralkoxydim. 14^ο Επιστημονικό συνέδριο Βόλος 2006.
2. **Ελευθεροχωρινός, Η.Γ. 2002.** Ζιζανιολογία: Ζιζάνια, Ζιζανιοκτόνα, Περιβάλλον, Αρχές και μέθοδοι διαχείρισης (2η έκδοση). Εκδόσεις ΑγροΤύπος, Αθήνα.
3. **Καλούμενος Ν. και Ελευθεροχωρινός Η. 2003.** Αξιολόγηση 50 βιοτύπων του ζιζανίου *Paraver rhoeas* για ανάπτυξη ανθεκτικότητας στο ζιζανιοκτόνο tribenuron methyl. 14^ο Επιστημονικό συνέδριο Βόλος 2006.
4. **Καλούμενος Ν. και Ελευθεροχωρινός Η. 2005.** Αξιολόγηση βιοτύπου του ζιζανίου *Sorghum halepense* για ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε ζιζανιοκτόνα αναστολείς του ενζύμου ACCase. 14^ο Επιστημονικό συνέδριο Βόλος 2006.
5. **Κωτούλα-Σύκα Ε. κ.ά. 1998.** Ανθεκτικότητα του ζιζανίου *Paraver rhoeas* στα ζιζανιοκτόνα της ομάδας των σουλφονουριών. 11^ο Επιστημονικό συνέδριο Βόλος 1999.
6. **Λόλας Π. Χ. 2007.** Ζιζανιολογία, Ζιζάνια-Ζιζανιοκτόνα, Τύχη και συμπεριφορά στο Περιβάλλον (Β' ΕΚΔΟΣΗ). Σελ. 608. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
7. **Παπαπαναγιώτου Α., Καλούμενος Ν., Ελευθεροχωρινός Η. 2008.** Αξιολόγηση 114 βιοτύπων Αγριοβρώμης (*Avena sterilis* L.) για Πιθανή Ανάπτυξη Ανθεκτικότητας στα Ζιζανιοκτόνα Clodinafor propargyl, Fenoxarprop-P-Ethyl και Mesosulfuron+Iodosulfuron. 15^ο Πανελλήνιο Επιστημονικό συνέδριο Θεσσαλονίκη 2008.
8. **Τραυλός Η., Γιαννοπολίτης Κ., Πασπάτης Ε., 2008.** Παραλλακτικότητα Αγριοβρώμης (*Avena spp.*) σε σιταγρούς της Βοιωτίας στην Κεντρική Ελλάδα. 15^ο Πανελλήνιο Επιστημονικό συνέδριο. Θεσ/νίκη 2008.

Ξενόγλωσσα

9. **Burton .D., Gronwald, J.W., Somers, D.A., Connelly, J.A., Gengenbach, B.G. and Wyse, D.L., 1987.** Inhibition of plant acetyl-CoA carboxylase by the herbicides sethoxydim and haloxyfop. Biochem. Biophys. Res. Commun. 148: 1039–1044.
10. **Cocker K.M., Moss S.R., Coleman O.D., 1999.** Multiple Mechanisms of Resistance to Fenoxarprop-P-Ethyl in United Kingdom and Other European Populations of Herbicide-Resistant *Alopecurus myosuroides* (Black-Grass). Pastic. Biochem. Physiol., 65:169-180.
11. **Collavo A. ,2008.** Resistance to graminicides in monocotyledons weeds Case studies of *Lolium spp.* and *Phalaris paradoxa* in Italy. Διδακτορική διατριβή.

12. **Cummins, I., Moss S., Cole D. J., and Edwards R. 1997.** Glutathione transferases in herbicide-resistant and herbicide-susceptible black-grass (*Alopecurus myosuroides*). *Pestic. Sci* 51:244–250.
13. **Délye C. 2005.** Weed resistance to acetyl coenzyme A carboxylase inhibitors: an update. *Weed Science* 53:728-746.
14. **Delye C., Wang T., Darmency H., 2002.** An isoleucine-leucine substitution in chloroplastic acetyl-CoA carboxylase from green foxtail (*Setaria viridis* L. Beauv.) is responsible for resistance to the cyclohexanedione herbicide sethoxydim. *Planta* 214:421-427.
15. **Devine M.D., 1997.** Mechanisms of resistance to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors: a review. *Pest Management Sci* 51:259-264.
16. **Devine M.D., Shukla A. 2000.** Altered target sites as a mechanism of herbicide resistance. *Crop Prot* 19:881-889.
17. **Egli M.A., Lutz S.M., Somers D.A., Gengenbach B.G., 1995.** A Maize Acetyl-Coenzyme A Carboxylase cDNA Sequence. *Plant Physiol* 108: 1299-1300.
18. **Eleftherohorinos I.G., Vasilakoglou I.B., and Dhima K.V.. 2000.** Metribuzin resistance in *Amaranthus retroflexus* and *Chenopodium album* in Greece. *Weed Science* 48: 69-74.
19. **Gasquez, J. 1997.** Genetics of herbicide resistance within weeds. Factors of evolution, inheritance and fitness. pp. 181-189. In De Prado, J. Jorrin and L. Garcia-Torres (ed.). *Weed and Crop Resistance to Herbicides*. Kluwer Academic Publishers.
20. **Giannopolitis C.N. and Vassiliou G. 1989.** Propanil tolerance in *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. *Tropical Pest Management* 35: 6-7.
21. **Gunsolus J.L. 2002.** Herbicide resistance weeds. University of Minnesota.
22. **Hall L.M., Moss S.R., Powles S. B. 1997.** Mechanisms of resistance to aryloxyphenoxypropionate herbicides in two resistant biotypes of *Alopecurus myosuroides* (blackgrass): herbicide metabolism as a cross-resistance mechanism. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 57: 87-98.
23. **Harwood J.L. 1988.** Fatty acid metabolism. *Annu Rev Plant Physiol* 39:101–138.
24. **Holm, L.G., Plucknett, D.L., Pancho, J.V., Herberger, J.P., 1991.** *Avena fatua* L. and other members of the “wild oats” group. In: *The World’s Worst Weeds, Distribution and Biology*. The University Press of Hawaii, pp. 105–113.
25. **Konishi T., Shinohara K., Yamada K., Sasaki Y. 1996.** Acetyl-CoA carboxylase in higher plants: most plants other than gramineae have both the prokaryotic and the eukaryotic forms of this enzyme. *Plant Cell Physiol* 37:117–122.
26. **Kotoula- Syka E., Tal A. and Rubin B. 2000.** Diclofop- resistant *Lolium rigidum* from northern Greece with cross-resistance to ACCase

inhibitors and multiple resistance to chlorsulfuron. *Pest Management Science*: 56:1054-1058.

27. **Liu W., Harrison D.K., Chalupska D., Gornicki P., O'Donnell C.C, Adkins S.W., Haselkorn R., Williams R.R., 2007.** Single-site mutations in the carboxyltransferase domain of plastid acetyl-CoA carboxylase confer resistance to grass-specific herbicides. *PNAS* vol. 104 no.9 3627-3632.

28. **Mengistu LM, Messersmith CG, Christoffers MJ. 2003.** Diversity of herbicide resistance among wild oat sampled 36 yr apart. *Weed Science* 51: 764–773.

29. **Nikolskaya T, Zagnitko O, Tevzadze G, Haselkorn R, Gornicki P, 1999.** Herbicide sensitivity determinant of wheat plastid acetyl-CoA carboxylase is located in a 400-amino acid fragment of the carboxyltransferase domain. *Proc Natl Acad Sci USA* 96:14647-14651.

30. **Owen M.J., Powles S.B., 2008.** Distribution and frequency of herbicide-resistant wild oat (*Avena* spp.) across the Western Australian grain belt. *Crop & Pasture Science* 60, 25–31.

31. **Park K.W., Mallory-Smith C.A. 2005.** Multiple herbicide resistance in downy brome (*Bromus tectorum*) and its impact on fitness. *Weed Science* 53(6):780-786.

32. **Paterson J.G., Goodchild N.A., Boyd W.JR, 1976.** Effect of storage temperature, storage duration and germination temperature on the dormancy of seed of *Avena fatua* L. and *Avena barbata*. *Pott ex Link. Australian Journal of Agricultural Research* 27, 373–379.

33. **Petit C., Bay G., Pernin F., Délye C., 2009.** Prevalence of cross- or multiple resistance to the acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors fenoxaprop, clodinafop and pinoxaden in black-grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.) in France. *Pesticide Science* 66: 168 – 177.

34. **Powles S.B., Preston C., Bryan I.B. and Justum A.R.. 1997.** Herbicide resistance: Impact and management. pp. 57-94. In D.L. Sparks (ed.). *Advances in Agronomy*. Academic Press.

35. **Powles S.B., Shaner D.L. 2001.** Herbicide resistance and world grains. CRC Press 2001.

36. **Preston C., Tardif F.J., Christopher J. T., Powles S. B. 1996.** Multiple resistance to dissimilar herbicide chemistries in a biotype of *Lolium rigidum* due to enhanced activity of several herbicide degrading enzymes. *Pestic. Biochem. Physiol* 54:123–134.

37. **Reade J. P. H., Milner L. J., Cobb A. H. 2004.** A role for glutathione S-transferases in resistance to herbicides in grasses. *Weed Science* 52(3):468-474.

38. **Rubin B., 2009.** Herbicide resistant weeds in the Mediterranean dry land farming. 2009. 2nd International Conference on «Novel and sustainable weed management in arid and semi-arid agro-ecosystems». Santorini, Greece.

39. **Sasaki Y., Konishi T., Nagano Y. 1995.** The compartmentation of acetyl-coenzyme A carboxylase in plants. *Plant Physiol* 108:445–449.
40. **Shaner, D.L. 1997.** Herbicide resistance in North America: History, circumstances of development and current situation. pp. 29-36. In R. DePrado, J. Jorrin and L. Garcia-Torres. *Weed and Crop Resistance to Herbicides*. Kluwer Academic Publishers.
41. **Tal A., Zarka S., Rubin B., 1996.** Fenoxaprop-P Resistance in *Phalaris minor* Conferred by an Insensitive Acetyl-Coenzyme A Carboxylase. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 56:134-140.
42. **Uludag A, Nemli Y, Tal A, Rubin B. 2007.** Fenoxaprop resistance in sterile wild oat (*Avena sterilis*) in wheat fields in Turkey. *Crop Protection* 26, 930–935.
43. **Uludag A., Park K.W., Cannon J., Mallory-Smith C.A., 2008.** Cross Resistance of Acetyl-Coa Carboxylase (ACCase) Inhibitor–Resistant Wild Oat (*Avena fatua*) Biotypes in the Pacific Northwest. *Weed Technology* 22:142-145.
44. **Vasilakoglou et al. 2000.** Propanil-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) biotypes found in Greece. *Weed Technol.* 14:524-529.
- Διαδικτυακά**
45. **Heap I., 2005.** Criteria for Confirmation of Herbicide-Resistant Weeds. <http://www.weedscience.com>>www.weedscience.com
46. **Heap I., 2006.** International survey of herbicide resistance weeds. [/http://www.weedscience.com](http://www.weedscience.com)>www.weedscience.com
47. **Stoltenberg D.E. 2004.** Forces driving the development of herbicide-resistant weeds. www.soils.wisc.edu
48. **www.wssa.net/Weeds/Resistance/definitions.htm**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

I. ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

ΚΩΔΙΚΟΙ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΩΝ	
Κωδικός	Μεταχείριση
1	Tralcoxydim
2	fenoxarprop-p-ethyl
3	2x fenoxarprop-p-ethyl
4	fenoxarprop-p-ethyl + sunoil
5	clodinafor propargyl
6	2x clodinafor propargyl
7	4x clodinafor propargyl
8	Μάρτυρας

Οι παραπάνω κωδικοί ισχύουν για όλα τα πειράματα αγρού.

1. Μακροσκοπική εκτίμηση της αποτελεσματικότητας

Αγρόκτημα Α

Κωδικός μεταχείρισης	Κλάση		
1	2	3	2
2	4	4	5
3	5	5	5
4	5	5	4
5	3	2	3
6	2	2	2
7	1	1	1
8	5	5	5

Αγρόκτημα Β

Κωδικός μεταχείρισης	Κλάση		
1	1	2	3
2	5	5	4
3	4	4	5
4	5	4	5
5	2	3	3
6	2	1	2
7	1	1	1
8	5	5	5

2. Νωπό και ξηρό βάρος φυτών της καλλιέργειας

2.1. Νωπό και ξηρό βάρος αγροτεμαχίου Α. Οι τιμές σε g.

	Κωδικοί	νωπό			ξηρό		
20 HME	1	63,4	64,4	61,2	12,5	12,4	10,6
	2	71,7	73,3	36,3	16	13,2	6,9
	3	39,5	46,2	52,8	6,6	9	10,6
	4	40,5	35,8	44,7	7,2	7,2	9,2
	5	88,7	68,9	51,1	19,3	15,6	9,7
	6	65,7	63,7	82,4	13,5	13,5	17,4
	7	74,8	86,4	64,9	16,7	18	13,1
	8	56,3	35,6	53,8	11,9	7,1	10,4
60 HME	1	111,2	107,3	115,8	47,8	44,6	51,5
	2	60,6	94	35,2	27,1	38,7	13,4
	3	62,1	52,4	46,1	25,5	23,7	18,1
	4	99,1	49,9	115,9	40,5	21,6	46,7
	5	153,5	176,2	151	61,7	73,1	65,4
	6	173,7	138	145,5	73,5	58,2	63,2
	7	162,3	111,7	175,9	66,4	46,6	74,3
	8	99,2	62,4	42,5	40,9	27,4	17,9
85 HME	1	46,4	51,9	53,2	41,8	47	47,9
	2	37,3	41,3	27,6	33,3	37,4	24,7
	3	38,1	33,1	22,7	34,1	29,6	20,3
	4	18,3	9,9	38,6	16,3	8,9	34,9
	5	72,1	65,2	69,8	64,6	58,2	62,3
	6	96,4	64,3	79,8	86,4	57,9	71,8
	7	73,1	72,3	61,1	65,3	64,6	54,7
	8	52,2	25,8	32,5	46,8	23,3	31

2.2. Νωπό και ξηρό βάρος αγροτεμαχίου Β. Οι τιμές σε g.

Κωδικός	νωπό			ξηρό			
20 HME	1	227,9	226,3	235,1	44,9	42,6	45,5
	2	157,3	238,7	181,5	29,4	46,1	33,2
	3	109,8	165,5	259,5	22	31,7	50,9
	4	189,3	224,2	231,4	36	42,4	45,2
	5	165,7	209,1	266,3	33,3	41,6	51,6
	6	162	217,2	199,4	30	41,8	39,8
	7	125,1	232,4	181,8	25,7	46,5	37,8
	8	209,9	158,9	139,5	40,9	31,8	26,4
60 HME	1	292,2	283,4	265,3	133,5	122,6	120,8
	2	185,3	190	179,1	99	80,9	90,2
	3	178,5	169,3	159,2	79,9	75,7	78,4
	4	138,2	252	110,2	62,7	88,7	58,9
	5	291,8	266,9	238,6	131,1	123,6	113,4
	6	187,9	267,4	232,1	88,6	120,4	112,3
	7	264,9	237,1	186,5	118	103,6	87,7
	8	248,1	162	144,7	106,5	72,4	63,9
85 HME	1	176,5	168,2	158,3	149,2	141,3	134,2
	2	130,5	110,4	103,9	110,6	92,4	86,1
	3	124,4	98,5	92,5	107,9	82,3	76,2
	4	97,3	140,9	92,9	82,4	119,8	75,3
	5	173,6	187,4	163,2	144,6	161	133,5
	6	146,2	175,9	195,2	122	151,3	173,2
	7	156,1	182,9	172,5	132,6	154,7	148,1
	8	132,5	115,5	97,3	116,3	94,9	79,4

3. Υπολογισμός της απόδοσης της καλλιέργειας

Αγροτεμάχιο Α.

Κωδικός	Απόδοση σε g/2 m ²		
1	420,5	366,8	407,6
2	186,7	184,7	169,7
3	126,4	162,5	147,5
4	200,3	187,6	192,4
5	414,8	552,3	487,3
6	569	497,4	524,2
7	527,3	442,2	507,4
8	262,1	202,7	197,4

Αγροτεμάχιο Β.

Κωδικός	Απόδοση σε g/2 m ²		
1	758,2	753,9	676,8
2	542,9	512,6	498,2
3	572,3	493,5	547,8
4	565,9	625,3	485,2
5	695,3	752,1	756,2
6	686,9	752,6	794,2
7	744,1	696,6	756,3
8	554,3	505,6	472,2

II. ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

1. Μακροσκοπική εκτίμηση της αποτελεσματικότητας

Αγροτεμάχιο Α

Πηγή Παραλλακτικότητας	BE	AT	MT	F	Σημαντικότητα
ομάδες	2	0,00	0,00	0,000	NS
μεταχειρίσεις	7	50,96	7,28	38,219	***
Σφάλμα	14	2,67	0,19		
Σύνολο	23	53,63		CV = 1,62%	

Αγροτεμάχιο Β

Πηγή Παραλλακτικότητας	BE	AT	MT	F	Σημαντικότητα
ομάδες	2	0,75	0,38	1,145	NS
μεταχειρίσεις	7	53,17	7,60	23,200	***
Σφάλμα	14	4,58	0,33		
Σύνολο	23	58,50		CV= 17,61%	

2. Προσδιορισμός του νωπού και ξηρού βάρους της καλλιέργειας

Νωπό βάρος Α.

20 ΗΜΕ

Πηγή Παραλλακτικότητας	BE	AT	MT	F	Σημαντικότητα
ομάδες	2	178,24	89,12	0,558	NS
μεταχειρίσεις	7	3460,84	494,41	3,096	***
Σφάλμα	14	2235,46	159,68		
Σύνολο	23	5874,54		CV=	2,67%

60 ΗΜΕ

Πηγή Παραλλακτικότητας	BE	AT	MT	F	Σημαντικότητα
ομάδες	2	1122,60	561,30	0,961	NS
μεταχειρίσεις	7	40171,09	5738,73	9,829	***
Σφάλμα	14	8174,10	583,86		
Σύνολο	23	49467,79		CV=	2,85%

85 ΗΜΕ

Πηγή Παραλλακτικότητας	BE	AT	MT	F	Σημαντικότητα
ομάδες	2	322,43	161,21	1,649	NS
μεταχειρίσεις	7	9385,73	1340,82	13,716	***
Σφάλμα	14	1368,55	97,75		
Σύνολο	23	11076,70		CV=	2,51%

Ξηρό βάρος Α.

20 ΗΜΕ

Πηγή Παραλλακτικότητας	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F	Σημαντικότητα
ομάδες	2	15,61	7,80	0,889	NS
μεταχειρίσεις	7	192,45	27,49	3,133	***
Σφάλμα	14	122,87	8,78		
Σύνολο	23	330,93		CV=	3,09%

60 ΗΜΕ

Πηγή Παραλλακτικότητας	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F	Σημαντικότητα
ομάδες	2	158,68	79,34	0,781	NS
μεταχειρίσεις	7	7133,25	1019,04	10,037	***
Σφάλμα	14	1421,41	101,53		
Σύνολο	23	8713,34		CV=	2,83%

85 ΗΜΕ

Πηγή Παραλλακτικότητας	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F	Σημαντικότητα
ομάδες	2	246,52	123,26	1,566	NS
μεταχειρίσεις	7	7480,98	1068,71	13,580	***
Σφάλμα	14	1101,73	78,70		
Σύνολο	23	8829,23		CV=	2,50%

Νωπό βάρος Β .

20 ΗΜΕ

Πηγή Παραλλακτικότητας	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F	Σημαντικότητα
ομάδες	2	9461,22	4730,61	3,062	NS
μεταχειρίσεις	7	9353,18	1336,17	0,865	NS
Σφάλμα	14	21627,64	1544,83		
Σύνολο	23	40442,04		CV= 2,50%	

60 ΗΜΕ

Πηγή Παραλλακτικότητας	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F	Σημαντικότητα
ομάδες	2	7201,69	3600,85	2,712	NS
μεταχειρίσεις	7	40484,12	5783,45	4,356	***
Σφάλμα	14	18586,23	1327,59		
Σύνολο	23	66272,04		CV= 2,13%	

85 ΗΜΕ

Πηγή Παραλλακτικότητας	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F	Σημαντικότητα
ομάδες	2	681,99	340,99	1,098	NS
μεταχειρίσεις	7	21844,28	3120,61	10,044	***
Σφάλμα	14	4349,73	310,70		
Σύνολο	23	26876,00		CV= 1,56%	

Ξηρό βάρος Β.

20 ΗΜΕ

Πηγή Παραλλακτικότητας	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F	Σημαντικότητα
ομάδες	2	356,97	178,49	2,935	NS
μεταχειρίσεις	7	322,13	46,02	0,757	NS
Σφάλμα	14	851,43	60,82		
Σύνολο	23	1530,53		CV= 2,55%	

60 ΗΜΕ

Πηγή Παραλλακτικότητας	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F	Σημαντικότητα
ομάδες	2	568,62	284,31	1,655	NS
μεταχειρίσεις	7	9031,62	1290,23	7,511	***
Σφάλμα	14	2404,96	171,78		
Σύνολο	23	12005,20		CV= 1,69%	

85 ΗΜΕ

Πηγή Παραλλακτικότητας	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F	Σημαντικότητα
ομάδες	2	541,31	270,66	0,891	NS
μεταχειρίσεις	7	16335,46	2333,64	7,686	***
Σφάλμα	14	4250,65	303,62		
Σύνολο	23	21127,42		CV= 1,82%	

3. Υπολογισμός της απόδοσης της καλλιέργειας

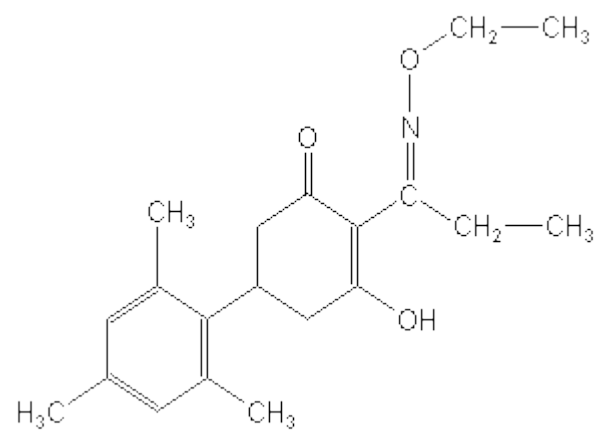
Αγροτεμάχιο Α.

Πηγή Παραλλακτικότητας	BE	AT	MT	F	Σημαντικότητα
ομάδες	2	796,13	398,06	0,274	NS
μεταχειρίσεις	7	546233,05	78033,29	53,785	***
Σφάλμα	14	20311,82	1450,84		
Σύνολο	23	567341,00		CV=	11,52%

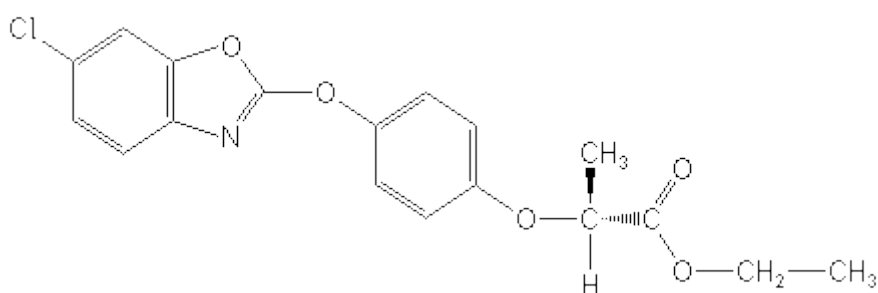
Αγροτεμάχιο Β.

Πηγή Παραλλακτικότητας	BE	AT	MT	F	Σημαντικότητα
ομάδες	2	1231,02	615,51	0,281	NS
μεταχειρίσεις	7	254165,59	36309,37	16,548	***
Σφάλμα	14	30718,48	2194,18		
Σύνολο	23	286115,08		CV=	7,40%

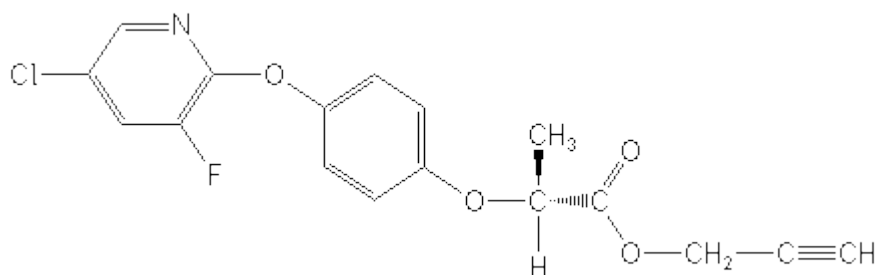
III. ΧΗΜΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΤΩΝ ΑΝΑΦΕΡΟΜΕΝΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ



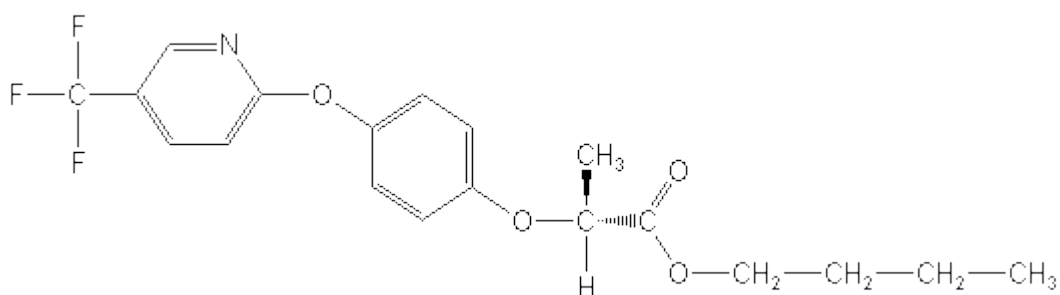
Tralkoxydim



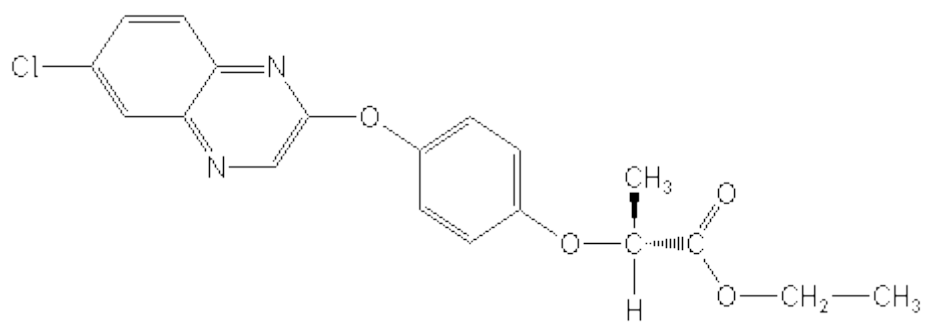
fenoxaprop-p-ethyl



clodinafop propargyl



fluazifop-p-butyl



quizalofop-p-ethyl