

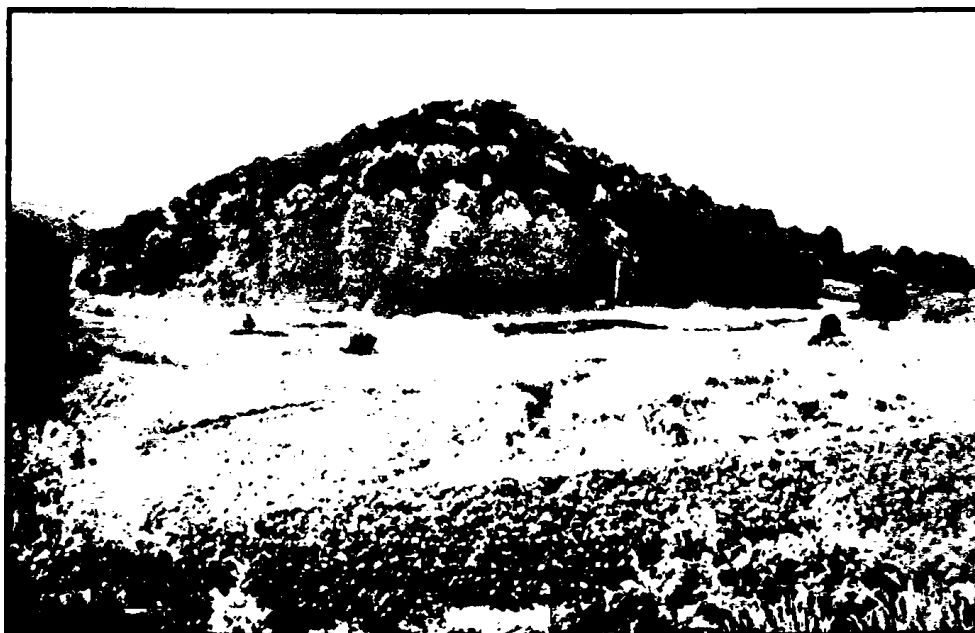
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ
ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

*Αξιολόγηση Χημικών Επεμβάσεων ως προς την Αποτελεσματικότητα
Ελέγχου των ζιζανίων Αγριοτοματιά (*Solanum nigrum* L.), Λουβο
(*Chenopodium album* L.) και ως προς την Εκλεκτικότητα και
Υπολειμματικότητα σε καλλιέργεια Πατάτας (*Solanum tuberosum*
στο Οροπέδιο Πολιτσές Χρυσοβίτσας*

ΕΙΡΗΝΗ ΤΑΤΣΗ ΓΕΩΠΟΝΟΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΠΑΤΑΚΙΟΥΤΑΣ



ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2013



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κύριο Γεώργιο Πατακιούτα Επίκουρο Καθηγητή του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου για την εποπτεία στην εκτέλεση των πειραμάτων, την βοήθεια του στην ερμηνεία και τεκμηρίωση των αποτελεσμάτων, τις υποδείξεις και την γενική συμβολή του στην ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Γεώργιο Παπάζη Γεωπόνο, για τον σχεδιασμό και την εκτέλεση του πειράματος, την βοήθεια και τον χρόνο που έχει αφιερώσει για να πραγματοποιηθεί το πειραματικό μέρος της εργασίας αυτής καθώς και για την παρουσίαση της εργασίας στο 16^ο Συνέδριο της Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας.

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στον κύριο Καριπίδη Χαράλαμπο Καθηγητή του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου για την βοήθεια του στην στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων και στον κύριο Αλμπάνη Τριαντάφυλλο Πρύτανη του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής, για την κριτική ανάγνωση της παρούσας εργασίας και τις χρήσιμες υποδείξεις τους.

Επίσης ευχαριστώ θερμά την κυρία Τσούτση Χαρούλα Διδάκτορα του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων για την βοήθεια της όσον αφορά το αναλυτικό κομμάτι της μελέτης υπολειμματικότητας των ζιζανιοκτόνων του πειράματος.

Ευχαριστώ επίσης τον κύριο Ήλη Βασίλη για την διάθεση μέρους του χωραφιού του στο Οροπέδιο Πολιτσές Χρυσοβίτσας για την εκτέλεση του πειράματος, τον κύριο Τζαρούχη Γιάννη για την βοήθεια του κατά τον ψεκασμό και τον κύριο Τζουμερκιώτη Γιώργο για την συμβολή του στην εκτέλεση του πειράματος.

Οφείλω επίσης να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους, φίλους και την οικογένεια μου που με βοήθησαν με οποιονδήποτε τρόπο να πραγματοποιηθεί η εργασία αυτή.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το Πείραμα έγινε σε καλλιέργεια πατάτας στο Οροπέδιο Πολιτσές Χρυσοβίτσας το 2009. Σκοπός του πειράματος ήταν η αξιολόγηση 15 χημικών επεμβάσεων ζιζανιοκτόνων ως προς την αποτελεσματικότητα ελέγχου των ζιζανίων Αγριοτοματιά (*Solanum nigrum* L.) και Λουβουδιά (*Chenopodium album* L.) και ως προς την εκλεκτικότητα τους στην καλλιέργεια της πατάτας. Μελετήθηκε επίσης η υπολειμματικότητα των 15 χημικών επεμβάσεων χρονικά στο έδαφος και στην τελική παραγωγή του προϊόντος.

Οι χημικές επεμβάσεις που αξιολογήθηκαν αφορούσαν τα σκευάσματα **Stomp 330 EC**, **Arist WG**, **Sencor 70 WG** και **Dual Gold 96 EC** στις εγκεκριμένες δόσεις εφαρμογής τους και συνδυασμούς των παραπάνω σκευασμάτων σε διάφορες δόσεις.

Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα ελέγχου των ζιζανίων άριστο έλεγχο παρείχαν η επέμβαση της εγκεκριμένης δόσης του **Artist WG (250 g σκ./στρ.)**, η επέμβαση του συνδυασμού του **Artist WG** στην εγκεκριμένη δόση με **Stomp 36 EC (400 ml σκ./στρ.)** και ο συνδυασμός της ίδιας δόσης του **Artist WG** με **Sencor 70 WG** στην χαμηλότερη συνιστώμενη δόση του.

Φυτοτοξικότητα προκάλεσαν όλες οι επεμβάσεις του **Stomp 330 EC** και επηρεάστηκε σημαντικά η τελική παραγωγή πατάτας στα πειραματικά τεμάχια που έγινε εφαρμογή του σκευάσματος.

Όσον αφορά την υπολειμματικότητα των επεμβάσεων στο έδαφος η σειρά η σειρά αποδόμησης ήταν η εξής: **metribuzin** > **s-metolachlor** > **flufenacet** > **pendimethalin** με το **metribuzin** να αποικοδομείται ταχύτερα από τα υπόλοιπα και στις 20 ημέρες από την εφαρμογή του η αποδόμηση του έφτασε στα 86% της αρχικής εφαρμοζόμενης συγκέντρωσης. Ταχύτατα αποδομήθηκε και το **flufenacet** με αντίστοιχο ποσοστό μείωσης 74%. Το **s-metolachlor** έφτασε τα αντίστοιχα ποσοστά μείωσης μετά τις 50 ημέρες από τον ψεκασμό. Το πιο έμμοιο ήταν το **pendimethalin** το οποίο έφτασε στο 50 % της αρχικής του συγκέντρωσης 50 ημέρες από την εφαρμογή και τα επίπεδα των υπολειμμάτων του δεν μεταβλήθηκαν μέχρι τις 80 ημέρες από την εφαρμογή.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ - ΧΗΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ	3
3. ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ	7
4. ΖΙΖΑΝΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ	11
5. Η ΠΑΤΑΤΑ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ, ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	14
5.1 ΓΕΝΙΚΑ	14
5.2 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΠΑΤΑΤΑΣ.....	16
5.3 Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΑΤΑΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	16
Ανοιξιάτικη Πατάτα	16
Καλοκαιρινή Πατάτα.....	17
Φθινοπωρινή Πατάτα	17
6. ΤΑ ΖΙΖΑΝΙΑ ΣΤΗΝ ΠΑΤΑΤΑ.....	18
7. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΤΑΤΑ ΟΠΩΣ ΡΥΘΜΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΣΦΑΤΗ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ	21
8. ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΑ	25
9. ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ ΣΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ	29
9.1 ΑΜΙΔΙΑ	29
9.1.1 ΧΛΩΡΟΑΚΕΤΑΜΙΔΙΑ	29
9.1.2 ΟΞΥΚΕΤΑΜΙΔΙΑ	29
9.2 ΔΙΝΙΤΡΟΑΝΙΛΙΝΕΣ	30
9.3 ΤΡΙΑΖΙΝΕΣ	31
9.3.1 ΤΡΙΑΖΙΝΟΝΕΣ - ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΕΣ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗΣ	32
10. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	33
10.1 METRIBUZIN ΚΑΙ FLUFENACET	33
10.2 S-METOLACHLOR	45
10.3 PENDIMETHALIN	49
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	51
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	51
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	55
2.1. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ -ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ	55
2.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	60



2.3 ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ	61
2.3.1 ΓΕΝΙΚΑ	61
2.3.2 ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΟΥΣΙΩΝ	63
2.3.3 ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ.....	63
2.3.4 ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΠΑΤΑΤΑΣ	63
2.3.5 ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ	64
2.3.6 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ.....	65
2.3.7 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΠΑΤΑΤΑΣ ΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ.....	65
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ	66
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	87
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	89



1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο παγκόσμιος πληθυσμός έχει διπλασιαστεί από το 1950 και ήδη προκαλείται μείωση στην κατά κεφαλή καταναλισκόμενη τροφή. Οι προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπίσει η παγκόσμια παραγωγή τροφίμων είναι πολλές και κυριότερα τίθεται το ερώτημα εάν θα μπορέσει να καλύψει τις ανάγκες ενός πληθυσμού που αυξάνεται κατά 97 εκατ. ανθρώπους ετησίως και αναμένεται να φτάσει περί τα 10 δισεκατομμύρια το 2050. Σύμφωνα με στοιχεία το 1900 ο παγκόσμιος πληθυσμός ήταν μόλις 1,6 δις ενώ το 1992 έφτασε τα 5,25 δισεκατομμύρια ανθρώπους. Κατά συνέπεια η ανθρωπότητα μέσα στα επόμενα χρόνια οδηγείται σε σοβαρή διατάραξη της σχέσης προσφοράς και ζήτησης τροφής.

Αυτή η ραγδαία πληθυσμιακή έκρηξη προέρχεται κυρίως από τις αναπτυσσόμενες χώρες όπου και η έλλειψη τροφής είναι σαφώς πιο αισθητή σε σχέση με τις ανεπτυγμένες χώρες και ο κίνδυνος για λιμοκτονία μεγαλύτερος. Σύμφωνα με πρόσφατες εκτιμήσεις του FAO στην σημερινή εποχή 500 εκατομμύρια άνθρωποι υποσιτίζονται (1).

Για να αντιμετωπιστεί η επισιτιστική ανεπάρκεια ποσοτική και ποιοτική που πλήττει εκατομμύρια ανθρώπων πρέπει να δοθεί λύση μέσω της αύξησης της παραγωγικότητας του γεωργοκτηνοτροφικού συστήματος παραγωγής δεδομένου ότι τα γεωργικά εδάφη από τα οποία εξαρτάται η φυτική και ζωϊκή παραγωγή, έχουν πολύ μικρά περιθώρια παραπέρα αύξησης.

Τα φυτά η πηγή της ζωής για τους ζωικούς οργανισμούς προσβάλλονται από μεγάλο αριθμό φυτοπαράσιτων, με ορισμένα από αυτά να αποκτούν δυναμική εκμηδένισης της παραγωγής. Χαρακτηριστικά παραδείγματα προσβολών με μεγάλο αντίκτυπο στην σύγχρονη ιστορία υπάρχουν αρκετά όπως ο περονόσπορος της πατάτας (*Phytophthora infestans*) τον 19^ο αιώνα που προκάλεσε δύο λοιμούς στην Ιρλανδία οδηγώντας στον θάνατο ένα εκατομμύριο ανθρώπους, η ελμινθοσπορίωση (*Cochliobolus miyabeanus*) του ρυζιού το 1942 στην Ινδία εκμηδένισε την παραγωγή με αποτέλεσμα δύο εκατομμύρια άνθρωποι να χάσουν την ζωή τους ενώ σχετικά πρόσφατα το 1958 στην Αιθιοπία και το 1990 στην Β. Αφρική σημειώθηκαν



τεράστιες καταστροφές από μεγάλους πληθυσμούς ακρίδας που οδήγησαν πολλούς ανθρώπους σε λιμοκτονία.

Περίπου 100.000 ασθένειες προκαλούνται από παθογόνους μικροοργανισμούς και άλλα παθογόνα αίτια όπως οι μύκητες, τα βακτήρια, οι ιοί, τα ιοειδή και τα φυτοπλάσματα. Οι μύκητες και τα βακτήρια προκαλούν ζημιές τόσο στον αγρό όσο και κατά την αποθήκευση των γεωργικών προϊόντων. Αξίζει να σημειωθεί επίσης ότι ορισμένοι μύκητες έχουν τη δυνατότητα ολοκληρωτικής καταστροφής της παραγωγής αν δεν ελεγχθούν αποτελεσματικά και αν οι περιβαλλοντικές συνθήκες είναι κατάλληλες (π.χ. περονόσπορος σε διάφορες καλλιέργειες). Σοβαρές ζημιές στην φυτική παραγωγή προκαλούν περίπου 1500 είδη νηματωδών ενώ από τα 1.000.000 περίπου είδη εντόμων σοβαρά φυτοπαράσιτα είναι τα 10.000. Περίπου 1800 από τα 30.000 είδη ζιζανίων ανταγωνίζονται τα φυτά για φως, νερό και θρεπτικά στοιχεία και προκαλούν ποσοτική και ποιοτική υποβάθμιση της παραγωγής.

Δεδομένου ότι η παγκόσμια καλλιεργούμενη γη έχει μικρά περιθώρια αύξησης η αναμενόμενη αύξηση στην γεωργική παραγωγικότητα πρέπει να προέλθει από την προστασία της από φυτοπαράσιτα. Με την σειρά της η φυτοπροστασία αντιμετωπίζει πληθώρα προκλήσεων όχι μόνο ως προς την βελτίωση της αποτελεσματικότητας της αλλά και ως προς την αλλαγή στην φιλοσοφία σχεδιασμού της τα τελευταία χρόνια.

2. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ - ΧΗΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

Χωρίς εφαρμογή μέτρων φυτοπροστασίας οι απώλειες στην παραγωγή σε παγκόσμιο επίπεδο θα ήταν πολύ σοβαρές και η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων πολύ χαμηλή. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι εκτιμώμενες ετήσιες απώλειες σε παγκόσμιο επίπεδο σε οκτώ βασικές καλλιέργειες που οφείλονται σε φυτοπαράσιτα για την περίοδο 1988-90 (2). Παρατηρούμε ότι οι απώλειες στην παραγωγή χωρίς την λήψη μέτρων αντιμετώπισης των φυτοπαρασίτων είναι ιδιαίτερα υψηλές και για ορισμένες καλλιέργειες π.χ. κριθάρι αυτές ξεπερνούν το 50% .

Οι επιπτώσεις από τις προσβολές των φυτοπαράσιτων εκτός από την παραγωγή τροφής επηρεάζουν την διαθεσιμότητα σε ξυλεία, φάρμακα, χημικές ενώσεις, φυτικές ίνες, ενέργεια αλλά και την ποιότητα του φυσικού περιβάλλοντος.

Για την προστασία της φυτικής παραγωγής μπορούμε να πάρουμε μέτρα που αφορούν στο φυτό, ή στο φυτοπαράσιτο ή στο χρόνο αλληλεπίδρασης ξενιστή – παθογόνου. Τα μέτρα καταπολέμησης των εχθρών και ασθενειών των φυτών διακρίνονται σε:

- **Διοικητικά** που αφορούν στην εφαρμογή νομοθετικών μέτρων σε διεθνές επίπεδο ή σε επίπεδο κρατών όπως πχ. οι φυτουγειονομικοί έλεγχοι για αποφυγή εισόδου και εξάπλωσης στην χώρα φυτοπαράσιτων από άλλες χώρες. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται επίσης μέτρα εξάλειψης και περιορισμού της εξάπλωσης εφόσον εισέλθει ένα φυτοπαράσιτο σε μια χώρα και περιλαμβάνει μέτρα ενημέρωσης των παραγωγών και σε ορισμένες περιπτώσεις καταστροφή των καλλιεργειών ή των προϊόντων εφόσον υπάρχει υποψία προσβολής.
- **Χρήση ανθεκτικών ποικιλιών** το μέτρο αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει την ιδανικότερη λύση σε θέματα προσβολών από φυτοπαράσιτα αλλά χρειάζεται μεγάλη προσπάθεια και μεγάλο χρονικό διάστημα για την δημιουργία ανθεκτικών ποικιλιών μέσω της βελτίωσης φυτών ενώ πολλές φορές τα αποτελέσματα είναι πρόσκαιρα.

- **Καλλιεργητικά** μέτρα όπως η εφαρμογή αμειψισποράς, η αγρανάπαυση, ή αλλαγή του χρόνου σποράς και γενικά οποιαδήποτε καλλιεργητική πρακτική μπορεί να δημιουργήσει δυσμενείς συνθήκες για την ανάπτυξη του φυτοπαράσιτου.
- **Βιολογικά** με χρήση άλλων οργανισμών εχθρών των φυτοπαράσιτων. Ιδιαίτερα στην καταπολέμηση εχθρών των καλλιεργειών η χρήση εντομοπαθογόνων, παρασιτοειδών και ωφέλιμων αρπακτικών έχει αποβεί ιδιαίτερα αποτελεσματική. Για τα ζιζάνια και τα παθογόνα τα μέτρα αυτά δεν είναι τόσο επιτυχή.

Πίνακας 1. Εκτιμώμενες ετήσιες απώλειες παγκοσμίως σε οκτώ βασικές καλλιέργειες οφειλόμενες σε φυτοπαράσιτα για την περίοδο 1988-90 (2)

Απώλειες οφειλόμενες σε:								
Καλλιέργεια	Εφικτή Παραγωγή Εκατ. τόνοι	Ασθένειες		Ζωικοί εχθροί		Ζιζάνια		Παραγωγή χωρίς Φυτοπροστασία
		Εκατ. Τόνοι %	Εκατ. Τόνοι %	Εκατ. Τόνοι %	Εκατ. Τόνοι %	Εκατ. Τόνοι %	Εκατ. Τόνοι %	Εκατ. Τόνοι %
Ρόζι	1.047,1	157,7 15	217,1 21,0	163,3 16,0	508,9 49,0	184,0 18,0		
Σιτάρι	830,7	103,1 12,4	77,2 9,3	102,5 12,3	547,9 66,0	399,6 48,1		
Κριθάρι	243,5	24,5 10,1	21,3 8,8	25,8 10,6	171,9 70,6	128,8 52,9		
Αραβόσιτος	728,6	79,1 10,9	105,6 14,5	95,1 13,1	448,8 61,6	294,6 40,4		
Πατάτα	464,4	75,9 16,3	74,7 16,1	41,2 8,9	272,6 58,7	122,6 24,4		
Σόγια	152,0	13,7 9,0	15,9 10,4	19,7 13,0	102,7 62,9	41,4 10,5		
Βαμβάκι	84.095,0	8.789,0 10,5	12.944 15,4	9.957 11,8	52.405 62,3	13.877 16,5		
Καφές	9.841,0	1461,0 14,8	1.467 14,9	1.011 10,3	5.902 60,0	3004,0 30,5		

- **Χημικά** χρήση χημικών ενώσεων για έλεγχο των φυτοπαράσιτων. Αποτελεί τον συνηθέστερο τρόπο καταπολέμησης στις περιοχές με ανεπτυγμένη γεωργία και σε περιπτώσεις όπου χωρίς την χρήση τους η παραγωγή θα ήταν αδύνατη ή ασύμφορη.

Τα τελευταία χρόνια οι παραπάνω κατηγορίες μέτρων εφαρμόζονται συνδυασμένα στα πλαίσια της ολοκληρωμένης καταπολέμησης. Αυτή η συνδυασμένη εφαρμογή όλων των διαθέσιμων μέσων είχε ως αποτέλεσμα να εξαρτόμαστε λιγότερο από την χρήση χημικών για τον έλεγχο εχθρών και ασθενειών των φυτών με πιο ευεργετικά αποτελέσματα για το περιβάλλον τον καταναλωτή και τον χρήστη.

Παρόλη βέβαια την μικρότερη εξάρτηση μας από την χημική μέθοδο καταπολέμησης σε σχέση με το παρελθόν, κανείς δεν μπορεί να αμφισβητήσει ότι η σημερινή αύξηση της γεωργικής παραγωγικότητας οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στη χρήση χημικών ενώσεων. Σημαντική είναι και η συμβολή της ανάπτυξης διαφόρων τομέων στην γεωργία όπως η γενετική βελτίωση των καλλιεργούμενων φυτών, η εκμηχάνιση της γεωργίας και η αποτελεσματικότερη διαχείριση εδαφικών και υδάτινων πόρων. Όμως οι κύριες συνιστώσες στις οποίες οφείλεται η αυξημένη απόδοση των καλλιεργειών και η βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων είναι η βελτίωση των φυτών και η χρήση χημικών ενώσεων. Αναμφίβολα η χημική καταπολέμηση των φυτοπαράσιτων θα εξακολουθήσει να είναι άκρως σημαντική για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών του συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού της γης αλλά ο ρόλος της θα πρέπει να είναι διαφορετικός σε σχέση με αυτόν του παρελθόντος.

Πολλά είναι τα παραδείγματα που δείχνουν ότι η καλύτερη εφαρμογή της χημικής καταπολέμησης και η βελτίωση της αποτελεσματικότητας της είναι άμεσης προτεραιότητας και κυρίως αυτά προέρχονται από τις αναπτυσσόμενες χώρες. Η Γκάνα που είναι η πρώτη χώρα στον κόσμο στην παραγωγή και εξαγωγή κακάο τριπλασίασε την παραγωγή με την χρήση εντομοκτόνων. Ο FAO έχει υπολογίσει ότι χωρίς την χρήση φυτοφαρμάκων η παραγωγή του βαμβακιού στις αναπτυσσόμενες χώρες θα μειώνονταν στο 50% .

Η βελτίωση όμως στην χρήση χημικών δεν αφορά μόνο στην αύξηση της αποτελεσματικότητας τους αλλά και στην μεγαλύτερη έμφαση που πρέπει να δοθεί στην ασφάλεια που θα παρέχει στον άνθρωπο και στο περιβάλλον και στην ικανοποίηση της απαίτησης για βιώσιμη ανάπτυξη. Ανάπτυξη δηλαδή χωρίς



δυσμενείς επιδράσεις στους φυσικούς πόρους του πλανήτη μας. Κατά συνέπεια απαιτείται ανάπτυξη όχι μόνο αποτελεσματικότερης αλλά και ασφαλέστερης για τον άνθρωπο και το περιβάλλον φυτοπροστασίας και συνεπώς βελτίωση της χρήσης των χημικών ενώσεων.

Προς την κατεύθυνση αυτή θα βοηθήσει η εύρεση χημικών ενώσεων που θα στοχεύουν σε εξειδικευμένες χημικές αντιδράσεις και που το αποτέλεσμα της χημικής επέμβασης θα μας είναι γνωστό εκ των προτέρων. Το θέμα βέβαια της εκλεκτικής τοξικότητας με το οποίο αποφεύγονται οι δυσμενείς επιδράσεις της εφαρμογής του φαρμάκου σε άλλες μορφές ζωής και η διατάραξη της βιολογικής ισορροπίας είναι ένα πολύπλοκο ζήτημα που οφείλεται στο γεγονός ότι οι δυνατότητες να εμποδίσουμε με χημικά μέσα μια σημαντική βιοσυνθετική ή καταβολική λειτουργία σε έναν οργανισμό χωρίς να επηρεαστούν άλλοι οργανισμοί που θα εκτεθούν στον παρεμποδιστή είναι περιορισμένες.

Η καλύτερη κατανόηση και γνώση των μεταβολικών διεργασιών των οργανισμών - στόχων που επηρεάζονται από τις χημικές ενώσεις θα βοηθήσει προς αυτή την κατεύθυνση.

Εκλεκτικότητα δράσης των χημικών ενώσεων μπορεί να επιτευχθεί, αν λάβουμε υπόψη την συμπεριφορά και τις ιδιαιτερότητες του βιολογικού κύκλου των οργανισμών στόχων. Συνεπώς ο σχεδιασμός της καταπολέμησης και ελέγχου των φυτοπαράσιτων πρέπει να βασίζεται στην σαφή γνώση του βιολογικού κύκλου και της συμπεριφοράς τόσο των ίδιων όσο και των ωφέλιμων οργανισμών που μπορούν να τα περιορίσουν.

Συμπερασματικά η άσκηση της Φυτοπροστασίας στα πλαίσια μιας βιώσιμης ανάπτυξης προϋποθέτει ότι η χημική καταπολέμηση δεν θα πρέπει να είναι μόνο αποτελεσματική ως προς τον έλεγχο των φυτοπαράσιτων αλλά θα πρέπει να καλύπτει παραμέτρους όπως η ασφάλεια του χρήστη, του καταναλωτή, η προστασία του περιβάλλοντος και η μη πρόκληση δυσμενών επιδράσεων σε οργανισμούς μη στόχους.

3. ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ

Τα προϊόντα που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των φυτοπαράσιτων και την προστασία των φυτών ονομάζονται Φυτοπροστατευτικά Προϊόντα (Φ.Π.). Φυτοπροστατευτικό Προϊόν είναι κάθε ουσία ή μίγμα ουσιών που παρεμποδίζει, καταστρέφει, ή απωθεί ένα φυτοπάρσιτο ή ρυθμίζει την ανάπτυξη και αύξηση των φυτών. Διακρίνονται ανάλογα με την δράση τους σε μυκητοκτόνα, βακτηριοκτόνα, ακαρεοκτόνα, τρωκτικοκτόνα, ζιζανιοκτόνα, κοχλιολειμακοκτόνα, απολυμαντικά, υποκαπνιστικά, απωθητικά. Οι φυτορρυθμιστικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στη ρύθμιση φυσιολογικών λειτουργιών των φυτών ελέγχοντας την αύξηση και ανάπτυξη τους υπάγονται και αυτές στα Φ.Π. καθώς και τα βιοφυτοφάρμακα τα οποία το δραστικό συστατικό τους είναι κάποιος μικροοργανισμός (βακτήρια, μύκητες ή ιοί) καθώς και παρασιτοειδή και αρπακτικά ζωικών εχθρών των φυτών.

Οι επιθυμητές ιδιότητες που θα πρέπει να έχει ένα Φ.Π. είναι η αποτελεσματικότητα του όσον αφορά στην καταπολέμηση των φυτοπαθογόνων, η μη φυτοτοξικότητα, η μη πρόκληση δυσμενών επιδράσεων σε άλλους οργανισμούς του οικοσυστήματος, να μην ρυπαίνει το περιβάλλον και να μην θέτει η εφαρμογή του σε κίνδυνο την υγεία του ανθρώπου.

Μια ιδιαίτερα σημαντική επιθυμητή ιδιότητα που θα πρέπει να έχει ένα Φ.Π. είναι η εκλεκτική τοξικότητα για τον λόγο ότι επιθυμούμε να επιτύχουμε παρεμπόδιση ή θανάτωση του φυτοπαράσιτου σε συγκέντρωση που δεν θα έχει δυσμενείς επιδράσεις στο καλλιεργούμενο φυτό ή σε άλλον οργανισμό που θα εκτεθεί στην επίδρασή του. Ιδεατά λοιπόν το Φ.Π. θα πρέπει να έχει μικρό φάσμα δράσης, να καλύπτει δηλαδή ένα μικρό αριθμό ειδών μιας κατηγορίας οργανισμών.

Εδώ βρίσκεται και η μεγάλη δυσκολία στην αναγνώριση εκλεκτικά τοξικών ουσιών και αυτό γιατί οι ομοιότητες μεταξύ των οργανισμών διαφόρων κατηγοριών είναι πολλές. Οι δυνατότητες να παρεμποδίσουμε μια βιοσυνθετική ή μεταβολική λειτουργία σε έναν οργανισμό χωρίς να επηρεάσουμε κάποιον άλλον είναι λιγοστές.

Σε κυτταρικό επίπεδο, τα φυτοπαθογόνα σε πολύ λίγες λειτουργίες διαφέρουν από τα φυτά που θέλουμε να προστατέψουμε ή από αυτά των ανθρώπων ή ζώων ή οποιουδήποτε οργανισμού στον οποίο δεν πρέπει να προξενήσουμε βλάβη. Οι κύριες λειτουργίες στις οποίες έχουμε διαφορές μεταξύ των οργανισμών είναι στα βακτήρια



η σύνθεση μουρείνης (μακρομόριο του κυτταρικού τοιχώματος των βακτηρίων), στους μύκητες η βιοσύνθεση της χιτίνης (μακρομόριο του κυτταρικού τοιχώματος των μυκήτων) και η λειτουργία των ορμονών νεότητας που δεν υπάρχουν στα κύτταρα των ανώτερων φυτών και των ζώων. Σε όλες τις υπόλοιπες κυτταρικές λειτουργίες οι ομοιότητες μεταξύ των οργανισμών είναι μεγάλες με συνέπεια η δράση μιας χημικής ουσίας που επιδρά σε μια από αυτές να έχει αποτελέσματα και σε οργανισμούς διαφορετικών κατηγοριών. Ακόμη και αν πρόκειται για ένωση που δρα ως παρεμποδιστής μιας μόνο λειτουργίας, ειδικής για μια κατηγορία οργανισμών είναι δύσκολο να αποκλείσουμε ότι η δράση της ένωσης αυτής δεν θα επηρεάσει άλλες λειτουργίες αν εφαρμοστεί σε μεγαλύτερη συγκέντρωση ή κάτω από διαφορετικές συνθήκες.

Στις περισσότερες των περιπτώσεων οι χημικές ενώσεις που χρησιμοποιούμε παρεμποδίζουν συστήματα που υπάρχουν τόσο στα φυτοπαράσιτα όσο και στον ξενιστή και σε άλλους οργανισμούς διαφόρων κατηγοριών αλλά με τρόπο τέτοιο ώστε το Φ.Π. να έχει πολύ μεγαλύτερη συγγένεια για το σύστημα του φυτοπαράσιτου. Ένα παράδειγμα όπου το Φ.Π. παρουσιάζει μεγαλύτερη συγγένεια με το σύστημα του φυτοπαράσιτου σε σχέση με εκείνο του φυτού είναι τα Φ.Π. της ομάδας των φαινυλαμιδίων, τα οποία δρουν κατά των Ωομύκητων, το μόριο των οποίων παρουσιάζει μεγαλύτερη συγγένεια για την RNA-πολυμεράση I των Ωομυκήτων σε σχέση με αυτή των φυτών (2)

Στην καταπολέμηση των ζιζανίων είναι δύσκολο να έχουμε εκλεκτική δράση σε μόρια στόχους που υπάρχουν στο ζιζάνιο και δεν υπάρχουν στο καλλιεργούμενο φυτό αφού είναι φυτικοί οργανισμοί και συνεπώς παρουσιάζουν μεγάλες ομοιότητες σε ένζυμα στόχους που υπάρχουν στο ζιζάνιο και δεν υπάρχουν στο καλλιεργούμενο φυτό.

Στην περίπτωση των ζιζανίων η εκλεκτική δράση επιτυγχάνεται με τρόπους όπως π.χ. με κατάλληλο βάθος εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου, διαφορετικό χρόνο φυτρώματος φυτού και ζιζανίου, διαφορετικό χρόνο εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου σε σχέση με το φύτευμα της καλλιέργειας, προστασία της καλλιέργειας με αντιφυτοτοξικούς παράγοντες αλλά και με διαφορές που υπάρχουν μεταξύ του ζιζανίου και του φυτού σε βιοχημικές και φυσιολογικές λειτουργίες.

Εκλεκτική τοξικότητα, λόγω μειωμένης συγγένειας για την θέση στόχο στα καλλιεργούμενα φυτά έχουμε στις κυκλοεξανδιόνες (dims) που επηρεάζουν την καρβοξυλάση του ακέτυλο-συνένζυμου αγρωστωδών ζιζανίων όχι όμως και των πλατύφυλλων καλλιεργειών.

Εκλεκτική τοξικότητα έχουμε και στην περίπτωση διαφορετικού βαθμού μεταβολισμού και μετατροπής του ζιζανιοκτόνου σε λιγότερο τοξικά μόρια στο φυτό μέσω διαφόρων μηχανισμών που δεν υπάρχουν στα ζιζάνια, όπως υδρόλυση, απαμίνωση, οξείδωση ή κυρίως με την δράση τρανσφερασών της γλουταθειόνης ή μη ενεργοποίησης του ζιζανιοκτόνου. Οι σουλφονυλουρίες για παράδειγμα παρουσιάζουν εκλεκτική τοξικότητα και τα σιτηρά είναι 4.000 φορές λιγότερο ευαίσθητα στην δράση τους από τα ζιζάνια στόχους λόγω της ικανότητας τους να αποδομούν μέσω οξείδωσης τα ζιζανιοκτόνα αυτά (2). Η ανθεκτικότητα του ρυζιού στο propanil οφείλεται στην μετατροπή του ζιζανιοκτόνου μέσω υδρόλυσης σε λιγότερο φυτοτοξικά μόρια (2).

Οι ιδιότητες των Φ.Π. που καθορίζουν την τύχη και συμπεριφορά τους στο περιβάλλον είναι επίσης μεγάλης σημασίας γιατί καθορίζουν ανάλογα με τον τρόπο εφαρμογής των Φ.Π. και τις περιβαλλοντικές και εδαφικές συνθήκες την μεταφορά τους μέσω διαφόρων οδών και διεργασιών σε αυτό.

Οι φυσικοχημικές ιδιότητες των Φ.Π. όπως η υδατοδιαλυτότητα, η λιποδιαλυτότητα, ο συντελεστής κατανομής στο σύστημα οκτανόλης – νερού (K_{ow}), η πτητικότητα, ο βαθμός ιοντισμού, τα προσροφητικά και υδρολυτικά χαρακτηριστικά, η δυναμική βιοσυσσώρευσης καθορίζουν την συμπεριφορά των Φ.Π. την κατάληξη τους στο περιβάλλον και την τοξικότητα τους σε οργανισμούς μη στόχους.

Για παράδειγμα η υδατοδιαλυτότητα ενός Φ.Π. και η μικρή ικανότητα του προσρόφησης του στα ανόργανα και οργανικά κolloειδή του εδάφους σε συνδυασμό με χαμηλό ποσοστό αποδόμησης καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τον βαθμό έκπλυσης μιας χημικής ουσίας ή των μεταβολιτών της και επομένως την δυνατότητα ρύπανσης των υπόγειων υδάτων και της παρουσίας φυτοφαρμάκων στο πόσιμο νερό.

Σημαντική ιδιότητα των Φ.Π. είναι επίσης η ικανότητα βιοτικής ή αβιοτικής αποδόμησης τους στο έδαφος, στα ύδατα ή στην ατμόσφαιρα καθώς και η μετατροπή τους σε τοξικότερους μεταβολίτες από το αρχικό μόριο.



Οι χημικές ενώσεις που χαρακτηρίζονται από υψηλό συντελεστή βιοσυσσώρευσης (BCF) και συντελεστή K_{ow} έχουν την τάση να βιοσυσσωρεύονται να αυξάνεται δηλαδή η συγκέντρωσή τους στα ανώτερα επίπεδα της τροφικής αλυσίδας και για τον λόγο αυτό θα πρέπει να απαγορεύεται η χρήση τους.

Πτητικά Φ.Π. απομακρύνονται με εξάτμιση προς την ατμόσφαιρα και υπάρχει πιθανότητα μεταφοράς τους σε άλλες περιοχές με την βοήθεια του αέρα και της βροχής. Μπορεί επίσης μέσω επιφανειακής απορροής να καταλήξουν σε υδάτινους ταμιευτήρες και να επηρεάσουν υδρόβιους οργανισμούς.

Για τους παραπάνω λόγους η γνώση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των Φ.Π. που επηρεάζουν την τύχη και συμπεριφορά τους στο περιβάλλον καθώς και των ιδιαίτερων εδαφοκλιματικών χαρακτηριστικών και συνθηκών μιας περιοχής είναι απαραίτητες για την πρόβλεψη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός Φ.Π. και των κινδύνων για την ανθρώπινη υγεία.

4. ΖΙΖΑΝΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ

Τα ζιζάνια είναι ίσως το μεγαλύτερο πρόβλημα στην γεωργία σήμερα. Σε αντίθεση με τα έντομα και τις ασθένειες τα ζιζάνια εμφανίζονται στα αγροοικοσυστήματα κάθε χρόνο και αν δεν ελεγχθούν προκαλούν μεγάλες οικονομικές ζημιές, αφού ανταγωνίζονται τα καλλιεργούμενα φυτά για χώρο, φως, υγρασία, διοξειδίο του άνθρακα και οξυγόνο. Ακόμη συχνά παράγουν ουσίες οι οποίες εμποδίζουν την ανάπτυξη άλλων φυτών. Αν στις ζημιές αυτές προστεθούν και οι έμμεσες που προκαλούν ως ξενιστές εντόμων και παθογόνων γίνεται αντιληπτή η ανάγκη ελέγχου των ζιζανίων για την επίτευξη επιθυμητών αποδόσεων.

Είναι γνωστό ότι καμιά καλλιέργεια δεν μπορεί να αναπτυχθεί κανονικά και να αποδώσει ικανοποιητικά εκεί που υπάρχουν και μεγαλώνουν πολλά ζιζάνια. Στις Η.Π.Α. υπολογίζουν ότι η ζημιά κάθε χρόνο από τα ζιζάνια είναι μεγαλύτερη από αυτή που προκαλούν τα έντομα και οι ασθένειες μαζί. Υπολογίζεται επίσης ότι οι ετήσιες απώλειες στην παραγωγή που προέρχονται από τα ζιζάνια σε 64 καλλιέργειες ανέρχονται σε 7 δισεκατομμύρια δολάρια. Από αυτές το 85% αφορά τα φυτά μεγάλης καλλιέργειας (3).

Τα ζιζάνια είναι από την φύση τους ισχυροί ανταγωνιστές, αφού διαθέτουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που τα κάνουν να πλεονεκτούν και να κυριαρχούν στα αγροοικοσυστήματα σε βάρος των καλλιεργούμενων φυτών. Μερικά από τα χαρακτηριστικά που ενισχύουν τον ισχυρά ανταγωνιστικό χαρακτήρα των ζιζανίων είναι η μεγάλη ικανότητα σποροποίησης, το πλούσιο και δυνατό ριζικό τους σύστημα, η ικανότητα που διαθέτουν οι σπόροι τους σε διάφορα περιβάλλοντα ακόμη και σε αντίξοες συνθήκες, η ικανότητα αγενοús πολλαπλασιασμού και διασποράς, η μεγάλη προσαρμοστικότητα και ανταγωνιστική ικανότητα. Σαν αποτέλεσμα όλων των παραπάνω τα ζιζάνια ικανοποιούν πρώτα τις ανάγκες τους σε θρεπτικά στοιχεία, υγρασία και φως.

Καπνοχώραφα σποροπαραγωγής στο Καπνολογικό Ινστιτούτο Δράμας με μεγάλη προσβολή βέλιουρα (*Sorghum halepense*) έδωσαν 6-8 φορές λιγότερο σπόρο σε σύγκριση με χωράφια που δεν ήταν προσβεβλημένα (4). Πειράματα ανταγωνισμού που αφορούν την περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis* L.) που έγιναν στις ΗΠΑ δείχνουν ότι όταν το ζιζάνιο αυτό βρεθεί σε κατάλληλες εδαφοκλιματικές συνθήκες μειώνει την απόδοση φυτών μεγάλης καλλιέργειας από 30-100%. (5).



Η μελέτη της επίδρασης του ανταγωνισμού των ζιζανίων στην παραγωγή όλων γενικά των καλλιεργειών, δείχνει ότι υπάρχει μια κρίσιμη χρονική περίοδος μετά το φύτευμα της καλλιέργειας πριν από την οποία πρέπει να ελεγχθούν αποτελεσματικά τα ζιζάνια. Η παραπέρα παραμονή τους μειώνει σημαντικά τις αποδόσεις.

Τα διάφορα είδη ζιζανίων διαφέρουν ως προς την ανταγωνιστικότητα τους στην ίδια αλλά και σε διαφορετικές καλλιέργειες. Για παράδειγμα το τραχύ βλήτο (*Amaranthus retroflexus* L.) είναι πιο ανταγωνιστικό από ότι άλλα ζιζάνια του γένους *Amaranthus*. Ιδιαίτερη επίσης σημασία για την επίδραση στις αποδόσεις των καλλιεργειών έχει και η πυκνότητα των ζιζανίων. Συγκεκριμένα στις περισσότερες περιπτώσεις παρατηρήθηκε ότι η αύξηση της πυκνότητας μέχρι ενός σημείου είχε ως συνέπεια την γραμμική μείωση της απόδοσης. Για παράδειγμα η ελάττωση στην απόδοση του βαμβακιού στο Τέξας ήταν μειωμένη κατά 1, 4, 14, 40 και 65% για 1,2,4,8, και 16 φυτά του βέλιουρα (*Sorghum halepense* L.) ανά 10 m γραμμής βαμβακιού αντίστοιχα (5).

Επίσης για την ίδια πυκνότητα ενός ζιζανίου η επίδραση στην μείωση των αποδόσεων εξαρτάται και επηρεάζεται από την ομοιογένεια κατανομής του ζιζανιοπληθυσμού. Ομοιόμορφη κατανομή του ζιζανιοπληθυσμού σε όλη την έκταση μειώνει περισσότερο την απόδοση από ότι ο περιορισμός του ζιζανιοπληθυσμού σε μικρή έκταση και μεγάλη επιφάνεια. (4)

Πολλά ζιζάνια μειώνουν τις αποδόσεις με αλληλοπάθεια που παρουσιάζουν για μια ή περισσότερες καλλιέργειες. Η αλληλοπάθεια αναφέρεται στην από μέρους του φυτού προσθήκη στο περιβάλλον του μιας ή περισσότερων χημικών ουσιών που παρεμποδίζουν ή θα παρεμποδίσουν την κανονική αύξηση – ανάπτυξη ενός άλλου φυτού στο ίδιο περιβάλλον. Οι χημικές αυτές ουσίες μπορεί να προέρχονται από άμεση απελευθέρωση από φυτικό ιστό του ζώντος φυτού, από αποσυντεθημένα τμήματά του, ή από έκκριση των υπόγειων οργάνων του φυτού (ρίζες). Μερικά από τα ζιζάνια που παρουσιάζουν αλληλοπάθεια είναι τα: *Amaranthus spp.*, η περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis* L), *Cyperus spp.* κλπ. Συγκεκριμένα τόσο η πορφυρή κύπερη (*Cyperus rotundus* L.) όσο και η κίτρινη κύπερη *Cyperus esculentus* L. βρέθηκε ότι παράγουν αλληλοπαθητικές ουσίες που εκκρίνονται από τα υπόγεια μέρη τους παράγονται στα υπολείμματα τους με αποσύνθεση εξατμίζονται από τα φύλλα ή ελευθερώνονται με εκχύλιση (4)

Ο βέλιουρας (*Sorghum halepense* L.) επίσης προκαλεί ζημιές με αλληλοπάθεια σε όλες σχεδόν τις καλλιέργειες με ουσίες που παράγει στα φύλλα του και στα ριζώματα.



Σημαντική επίσης είναι και η επίδραση των ζιζανίων στην ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος.

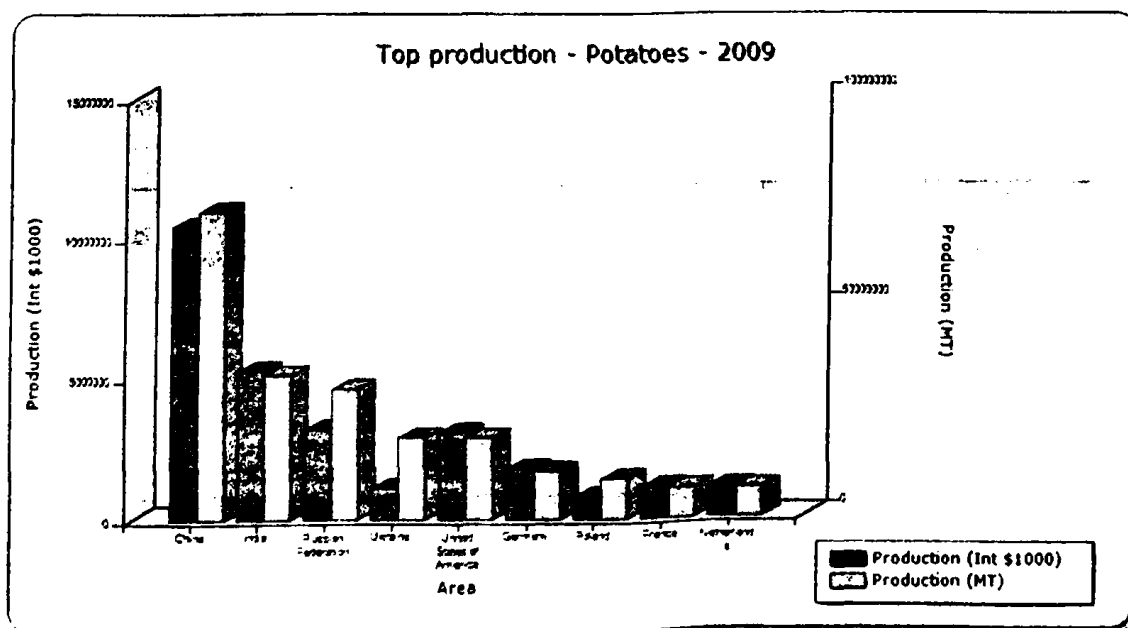
Πολλά ζιζάνια επίσης είναι ξενιστές εντόμων και παθογόνων. Για παράδειγμα, ο θρίπας του καπνού (*Thrips tabaci*) παρουσιάζεται νωρίς την άνοιξη στα ζιζάνια γύρω από τα καπνοσπορεία και μετά προσβάλλει τα καπνοσπορεία. Άλλα γνωστά παραδείγματα είναι η *Avena sp.* που ενισχύει την εξάπλωση προσβολής του σιταριού από ωίδιο, τα ζιζάνια *Cyperus spp.* Αποτελούν ξενιστές μυκήτων ασκοχύτωσης, σκωριάσεων και νηματωδών.

5. Η ΠΑΤΑΤΑ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ, ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Σύμφωνα με στοιχεία του FAO για την περίοδο 2005-2009 καλλιεργήθηκαν ετησίως κατά μέσο όρο 185.536.492 στρ. πατάτας παγκόσμια και παράχθηκαν γύρω στα 322 εκατ. τόνοι κονδύλων. (6). Σύμφωνα με την ίδια πηγή το 2009 καλλιεργήθηκαν παγκόσμια 186.518.380 στρ. πατάτας και η παραγωγή έφτασε τους 329.581.301 τόνους πατάτας με την συνολική παγκόσμια παραγωγή πατάτας από το 1980 μέχρι το 2009 να παρουσιάζει σταθερή αυξητική τάση. (6)

Σε αυτή την αυξητική τάση σημαντικό ρόλο διαδραμάτισε η αύξηση της παραγωγής πατάτας των αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς σε Βόρεια Αμερική και Ευρώπη η ετήσια παραγωγή πατάτας παρουσιάζει σταθερή μείωση από το 1989 έως το 2009 (6). Συγκεκριμένα από το 1990 και μετά είχαμε μεγάλη αύξηση της παραγωγής και ζήτησης πατάτας σε Ασία, Αφρική και Λατινική Αμερική με την παραγωγή να φτάνει από τα 30 εκατομμύρια τόνους στις αρχές της δεκαετίας των 60 σε πάνω από 165 εκατομμύρια τόνους το 2007.



Γράφημα 1. Οι χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή πατάτας για το 2009 Πηγή: <http://faostat.fao.org>

Έως τότε η μεγαλύτερη παραγωγή πατάτας προερχόταν και καταναλώνονταν στην Ευρώπη, Βόρεια Αμερική και στις χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης.

Στο **Γράφημα 1** παρουσιάζονται οι χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή για το 2009. Η χώρα με την μεγαλύτερη παραγωγή πατάτας παγκόσμια είναι η Κίνα με 65.527.798 τόνους πατάτας κατά μέσο όρο για την περίοδο 2005-2009, ενώ κατέχει περίπου το 20% της παγκόσμιας παραγωγής. Ακολουθούν η Ρωσία και η Ινδία οι οποίες παράγουν το 11 και 10% αντίστοιχα ενώ οι ΗΠΑ και η Ουκρανία κατέχουν το 6% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής. Ένα 3% κατέχουν η Γερμανία και η Πολωνία. Συγκεκριμένα το 2009 η προερχόμενη παραγωγή από την Ινδία ήταν 34 εκατ. Ακολούθησε η Ρωσία με 31 εκατ., οι ΗΠΑ και η Ουκρανία έφτασαν τα 20 εκατ. τόνους κονδύλων ενώ η Γερμανία είχε παραγωγή 12 εκατ. τόνους.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση παράγεται το 19% της παγκόσμιας παραγωγής περίπου 61.000.000 τόνοι. Εντός Ευρωπαϊκής Ένωσης, τις πρώτες θέσεις κατέχουν η Γερμανία με την Πολωνία με 11 και 10 εκατομμύρια τόνους αντίστοιχα για το 2009. Η παραγόμενη ποσότητα πατάτας εντός Ελλάδας αντιπροσωπεύει μόνο το 1% του συνόλου της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Όσον αφορά τον όγκο παραγωγής που καταναλώνουν οι διάφορες χώρες για το σύνολο των κατοίκων τους η Κίνα έχει τα πρωτεία με 43 εκατ. τόνους ετησίως ενώ ακολουθεί η Ινδία και η Ρωσία με 20 και 19 τόνους αντίστοιχα. Στην τέταρτη θέση βρίσκονται οι ΗΠΑ με ετήσια συνολική κατανάλωση 17 εκατ. τόνων.

Οι Ευρωπαίοι είναι οι μεγαλύτεροι καταναλωτές πατάτας με μέση ετήσια κατά κεφαλή κατανάλωση 92,8 kg. Την δεύτερη θέση κατέχει η Βόρεια Αμερική με περίπου 61 kg/έτος και τρίτη είναι η Ωκεανία με 53 kg/έτος.

Τα δεδομένα αλλάζουν αν κριτήριο αποτελέσει η ετήσια κατά κεφαλή κατανάλωση πατάτας. Στην περίπτωση αυτή την πρώτη θέση κατέχει η Λευκορωσία με κατά κεφαλή κατανάλωση για το έτος 2009 στα 188,87 kg. Έπεται το Μαυροβούνιο και η Ρωσία με 188,85 και 133,49 kg αντίστοιχα. Εντός Ευρωπαϊκής Ένωσης οι Πολωνοί είναι οι μεγαλύτεροι καταναλωτές πατάτας με κατά κεφαλήν ετήσια κατανάλωση που φτάνει τα 127 kg. Στην Ελλάδα η αντίστοιχη ποσότητα είναι στα 77 kg.

5.2 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΠΑΤΑΤΑΣ

Η διακινούμενη ποσότητα πατάτας ετησίως ανέρχεται σε 9,6 εκατ. τόνους (περίοδος 2004-2008) η οποία αντιστοιχεί σε μικρό ποσοστό της ετήσιας παραγόμενης (περίπου 322 εκατ. τόνους.). Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι το μεγαλύτερο ποσοστό παγκόσμιας παραγωγής καταναλώνεται στις χώρες όπου παράγεται. Την μεγαλύτερη διακίνηση πατάτας παγκοσμίως πραγματοποιεί η Γαλλία η οποία κάθε χρόνο εξάγει περίπου 1,7 εκατ. τόνους και το οποίο αντιστοιχεί στο 17% των συνολικών παγκόσμιων εξαγωγών πατάτας. Ακολουθεί η Ολλανδία με μικρή διαφορά, η Γερμανία και το Βέλγιο. Όσον αφορά τις εισαγωγές πατάτας την πρώτη θέση κατέχει η Ολλανδία με 1,4 εκ. τόνους ετήσια και έπονται το Βέλγιο και η Ισπανία με 1,2 και 0,7 εκ. τόνους αντίστοιχα.

5.3 Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΑΤΑΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠΑΑΤ. στην Ελλάδα καλλιεργούνται ετησίως 300 χιλιάδες στρέμματα πατάτας και η παραγωγή ανέρχεται περίπου σε 842 χιλιάδες τόνους κονδύλων (2002-2009). Κατά μέσο όρο η Ελλάδα εξάγει περίπου 19 χιλιάδες τόνους πατάτας ενώ εισάγει δεκαπλάσια περίπου ποσότητα γύρω στους 133 χιλ. τόνους. Οι χώρες εισαγωγής είναι η Αίγυπτος, η Κύπρος και έπονται η Τουρκία και η Γαλλία. Περίπου 62 χιλιάδες τόνοι πατάτας ετησίως προέρχονται από την Αίγυπτο όπως προκύπτει από στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας. Η παραγωγή γίνεται σε τρεις χρονικές περιόδους εντός του έτους και για τον λόγο αυτό γίνεται η εξής κατηγοριοποίηση:

➤ *Ανοιξιιάτικη Πατάτα*

Η φύτευση ξεκινά από τον Δεκέμβριο για τις πιο νότιες περιοχές της Ελλάδας (Εύβοια ή Ηλεία) και φτάνει μέχρι τον Μάρτιο για την Βόρεια Ελλάδα (Σέρρες, Αιτωλοακαρνανία). Περίπου η μισή συνολική έκταση πατάτας πανελλαδικά γύρω στα 140 χιλιάδες στρέμματα καλλιεργείται την περίοδο αυτή. Η παραγωγή φτάνει τα 324 χιλιάδες τόνους (περίοδος 2002-2009). Οι νομοί με την μεγαλύτερη συμμετοχή πανελλαδικά είναι οι νομοί Αχαΐας, Ηλείας, Μεσσηνίας και η Νάξος. Ποικιλίες που καλλιεργούνται είναι κυρίως η Spunta, Fabula, Liseta, Arnova, Valor, Mondial, Everest κτλ.

➤ **Καλοκαιρινή Πατάτα**

Εδώ η φύτευση αρχίζει από τον Μάρτιο (Ορεστιάδα, Καβάλα, Κοζάνη, Νευροκόπι) και μπορεί να φτάσει μέχρι τον Μάιο σε περιοχές όπως Φλώρινα ή Σέρρες. Καταλαμβάνει περίπου 144 χιλιάδες στρέμματα και παράγονται περίπου 360 χιλιάδες τόνοι πατάτας ετησίως (περίοδος 2002-2009). Οι νομοί με την μεγαλύτερη παραγωγή καλοκαιρινής πατάτας είναι οι νομοί Δράμας, Αρκαδίας, Φλώρινας, Κοζάνης, Πέλλας και Ξάνθης. Γενικότερα η παραγωγή ανοιξιιάτικης πατάτας εντοπίζεται στην Νότια Ελλάδα ενώ αυτή της καλοκαιρινής στην Βόρεια. Οι ποικιλίες που καλλιεργούνται κατά κόρο είναι Spunta, Agria, Lisseta, Ultra, Arnova, Jaerla κλπ.

➤ **Φθινοπωρινή Πατάτα**

Καταλαμβάνει το μικρότερο ποσοστό σε σχέση με τις δυο προηγούμενες. Καλλιεργείται σε περίπου 74 χιλιάδες στρέμματα και η παραγωγή της είναι περίπου 167 χιλιάδες τόνοι (περίοδος 2002-2009). Η φύτευση αρχίζει τον Μάιο (π.χ Λασιθί) και φτάνει μέχρι τον Σεπτέμβριο (Νάξος). Η καλλιέργεια γίνεται σε διάφορους νομούς όπως οι νομοί Βοιωτίας, Λασιθίου, Ευβοίας, και Ηλείας. Διαδεδομένες ποικιλίες που καλλιεργούνται στους παραπάνω νομούς είναι Ultra, Spunta, Kennebec, Agria, Fabula, Vivaldi κ.α.

6. ΤΑ ΖΙΖΑΝΙΑ ΣΤΗΝ ΠΑΤΑΤΑ

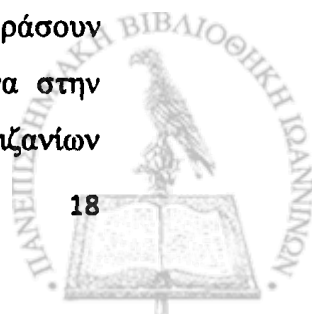
Τα ζιζάνια ανταγωνίζονται απευθείας την καλλιέργεια της πατάτας αφαιρώντας από το έδαφος θρεπτικά στοιχεία και νερό. Επηρεάζουν έτσι το μέγεθος και τον αριθμό των κονδύλων επιφέροντας μείωση της παραγωγής. Η μείωση της απόδοσης εξαρτάται από την ανταγωνιστικότητα των υπαρχόντων ζιζανίων την πυκνότητα του πληθυσμού τους και τον χρόνο και την διάρκεια παρουσίας τους. Η κρίσιμη περίοδος που θα πρέπει η καλλιέργεια να είναι απαλλαγμένη από ζιζάνια είναι από την 3^η μέχρι την 6^η εβδομάδα από το φύτευμα των φυτών της καλλιέργειας. Πιο επιζήμια θεωρούνται λοιπόν τα φυτά που φυτρώνουν μαζί με τα φυτά πατάτας που αν παραμείνουν το κρίσιμο αυτό διάστημα μπορούν να ζημιώσουν την καλλιέργεια.

Τα ζιζάνια που φυτρώνουν αργότερα μπορούν να προκαλέσουν ζημιές στην καλλιέργεια εάν η πυκνότητα τους είναι μεγάλη. Μπορούν επίσης να ενισχύσουν τις προσβολές της καλλιέργειας ως ξενιστές παθογόνων, να δυσκολέψουν την συγκομιδή των κονδύλων και γενικότερα τις καλλιεργητικές εργασίες.

Πριν την φύτευση της πατάτας θα πρέπει να παίρνονται μέτρα μείωσης της πυκνότητας των ζιζανίων και κυριότερα των δυσκολοεξόντων πολυετών (περικοκλάδα, κύπερη κλπ). Για να γίνει αυτό χρειάζονται οργώματα ή εφαρμογή καθολικού ζιζανιοκτόνου.

Πριν το φύτευμα της πατάτας και σε μεθόδους όπου επιτρέπεται η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων χρησιμοποιείται σαν βασικό μέτρο ελέγχου των ζιζανίων η εφαρμογή ενός ή συνδυασμού δύο ή περισσότερων ζιζανιοκτόνων και συμπληρωματικά γίνεται σκάλισμα εάν χρειαστεί. Πριν το φύτευμα της πατάτας χρησιμοποιούνται προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα ανάλογα με την ταυτότητα των ζιζανίων και το εύρος φάσματος δράσης του κάθε ζιζανιοκτόνου. Η αποτελεσματικότητα των προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων επηρεάζεται από τον τύπο του εδάφους και την σύσταση του (βαριά ή αμμώδη εδάφη).

Μετά το φύτευμα των φυτών της πατάτας χρησιμοποιούνται μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα. Μπορούν να αποτελέσουν την βασική επέμβαση σε περίπτωση που δεν προηγήθηκε εφαρμογή προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου ή να δράσουν συμπληρωματικά όταν επόνται προφυτρωτικής εφαρμογής. Τα εγκεκριμένα στην Ελλάδα ζιζανιοκτόνα και η αποτελεσματικότητά τους ως προς τον έλεγχο των ζιζανίων



Λουβουδιά (*Chenopodium album* L.) και Αγριοτοματιά (*Solanum nigrum* L.) για τα οποία μελετήθηκε η επίδραση των χημικών επεμβάσεων στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Ζιζανιοκτόνα εγκεκριμένα για την καλλιέργεια της Πατάτας (Πηγή: 7)

ΔΡΑΣΤΙΚΗ ΟΥΣΙΑ	ΣΚΕΥΑΣΜΑ	Δόση (g ή ml/στρ)	Αποτελεσματικότητα σύμφωνα με την εταιρεία	
Α. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΦΥΤΕΥΣΗ ΤΗΣ ΠΑΤΑΤΑΣ Η ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ			Αγριοτοματιά <i>Solanum nigrum</i>	Λουβουδιά <i>Chenopodium album</i>
glyphosate	Roundup 36 SL κ.α.	150-1000		
glufosinate	Basta 20 SL	400-1500		
Β. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΦΥΤΕΥΣΗ ΤΗΣ ΠΑΤΑΤΑΣ ΠΡΙΝ ΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑ ΤΗΣ				
aclonifen	Challenge 60 SC	400-450	A	E
flufenacet/ metribuzin	Artist WG	200-250	ME	E
linuron	Linagan 50 SC	150-190	E(ME)	E
metribuzin	Sencor 70 WG κ.α.	50-100	A (ME)	E
pendimethalin	Stomp 33 EC, Pendigan 33 EC	400-600	E(A)	E
prosulfocarb	Boxer 80 EC	400-500	;	E
s-metolachlor	Dual Gold 96 EC	100-130	ME	ME
Γ. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΤΑ ΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑ ΠΑΤΑΤΑΣ ΚΑΙ ΖΙΖΑΝΙΩΝ				
clethodim	Select 24 EC, Arrow 24 EC κ.α.	75-150	A	A
cycloxydim	Focus 10 EC	200-400	A	A
diclofop-methyl	Illoxan 36 EC	250-300	A	A
fluazifop-p-butyl	Fusilade EC	100-250	A	A
propaquizafop	Agil 10 EC	75-200	A	A
fluazifop-p-ethyl	Targa 5 EC	100-300	A	A
rimsulfuron	Rush 25 WG	5-6	ME	A
Δ. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ				
diquat	Reglone 20 SL	400	E	E
A= Ανθεκτικό ME= μέτρια ευαίσθητο E= έλεγχος ζιζανίου >90%				

Στην συνέχεια παρατίθενται τα χαρακτηριστικά των ζιζανίων Λουβουδια (*Chenopodium album* L.) και Αγριοτοματιά (*Solanum nigrum* L.)

Λουβουδιά *Chenopodium album* L. Οικογένεια Chenopodiaceae

Θεωρείται απο τα χειρότερα ζιζάνια στον κόσμο και στην Ελλάδα. Πολλαπλασιάζεται με σπόρο (3000-20.000/φυτό) που φυτρώνει νωρίς την άνοιξη σε χαμηλές σχετικά θερμοκρασίες. Παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία στο σχήμα των φύλλων και κυρίως στον χρωματισμό φύλλων και βλαστών. Πρόκειται για πολύ διαδεδομένα ζιζάνιο σε όλον τον κόσμο.

Αγροτοματιά *Solanum nigrum* L. Οικογένεια Solanaceae

Είναι ένα από τα δέκα πιο δυσκολοεξόντωτα ζιζάνια στη χώρα μας. Πολλαπλασιάζεται με σπόρο (έως 500/φυτό έχουν αναφερθεί μέχρι 170 χιλ.σπόρου/φυτό). Φυτρώνει αργά την άνοιξη – νωρίς το καλοκαίρι και το φυτόωμα συνεχίζεται μέχρι το φθινόπωρο.

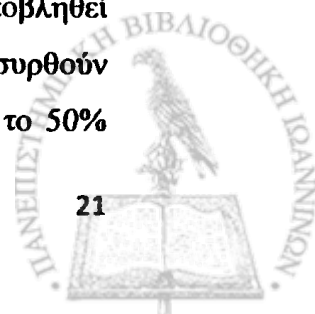
7. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΤΑΤΑ ΟΠΩΣ ΡΥΘΜΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΣΦΑΤΗ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την διαθεσιμότητα των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων (Φ.Π.) στην παραγωγή πατάτας είναι:

- Η αναθεώρηση της οδηγίας 91/414/EEC και οι αλλαγές στην ευρωπαϊκή νομοθεσία
- Η ευρωπαϊκή οδηγία πρότυπο για την προστασία των υδάτων
- Απαιτήσεις των αγορών όσον αφορά τα επίπεδα υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων στα τρόφιμα
- Η ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε διάφορες δ.ο.
- Το κόστος

Η Ευρωπαϊκή οδηγία 91/414/EEC τέθηκε σε ισχύ τον Ιούνιο του 1993 με σκοπό να επανεξετάσει περίπου 1000 δ.ο. που είχαν εγκριθεί να χρησιμοποιηθούν σε Φ.Π. πριν το 1993. Πρόκειται για το 1^ο Πρόγραμμα αναθεώρησης και αξιολόγησης δ.ο. που κύριος σκοπός του ήταν η διευκόλυνση του εμπορίου μεταξύ των κρατών μελών μέσω μιας εναρμονισμένης νομοθεσίας και η βελτίωση των προτύπων υγείας για χρήστες Φ.Π. και καταναλωτές αγροτικών προϊόντων. Το πρώτο στάδιο της διαδικασίας επαναξιολόγησης ξεκίνησε το 1995 εξετάζοντας 90 δ.ο και τελείωσε το 2006. Από το 2006 μέχρι το 2009 επανεξετάστηκαν 500 δ.ο σε άλλα τρία στάδια αξιολόγησης.

Οι δ.ο. που πληρούν τις προϋποθέσεις καταχωρούνται στο παράρτημα Ι της συγκεκριμένης οδηγίας και τα Φ.Π. που περιέχουν τις δραστικές αυτές παίρνουν έγκριση κυκλοφορίας. Πριν την καταχώρηση τους στο Παράρτημα Ι της οδηγίας οι εταιρίες που παράγουν τα συγκεκριμένα φυτοφάρμακα πρέπει να υποβάλλουν έκθεση με τα αποτελέσματα διαφόρων μελετών ώστε να κριθεί εάν καλύπτει τα κριτήρια αποδοχής. Οι δ.ο. που δεν πληρούν τα κριτήρια ή για τις οποίες δεν έχουν υποβληθεί εκθέσεις δεν συμπεριλαμβάνονται στο Παράρτημα Ι και θα πρέπει να αποσυρθούν μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Από το 1993 περισσότερες από το 50%



του συνόλου των δραστικών έχει αποσυρθεί. Για κάποιες δ.ο. που πρόκειται να αποσυρθούν αλλά δεν υπάρχει προς το παρόν εναλλακτική λύση δημιουργήθηκε μια ειδική κατηγορία. Στις δ.ο. που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία δόθηκε διάστημα χρήσης μεγαλύτερο από τα προβλεπόμενα έως ότου βρεθεί εναλλακτικός τρόπος καταπολέμησης.

Το 2^ο Πρόγραμμα αναθεώρησης και αξιολόγησης δ.ο. έχει ως σκοπό την επικαιροποίηση των αναλύσεων επικινδυνότητας (risk assessments) των ήδη αξιολογηθέντων δ.ο. υπό την οδηγία 91/414/EEC και την διασφάλιση ότι η χρήση τους δεν θέτει σε κίνδυνο τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Σύμφωνα λοιπόν με την οδηγία 91/414/EEC η έγκριση των δ.ο. που συμπεριλήφθηκαν και άρα εγκρίθηκαν στο Παράρτημα I της εν λόγω οδηγίας είναι δεκαετής με μια δεύτερη αξιολόγηση να λαμβάνει χώρα πριν το τέλος της δεκαετούς περιόδου. Το 1^ο στάδιο του 2^{ου} Προγράμματος ξεκίνησε με τις πρώτες 7 δ.ο. του Παραρτήματος I της οδηγίας 91/414/EEC με διαδικασία αξιολόγησης που παρατίθεται στον Κανονισμός 737/2007. Στο 2^ο στάδιο αξιολόγησης συμπεριλήφθηκαν 31 δ.ο. των οποίων η πρώτη περίοδος έγκρισης έληγε τα έτη 2011 και 2012 υπό του Κανονισμού 1141/2010 με παράταση μέχρι 31 Δεκεμβρίου 2015.

Στο 3^ο Στάδιο πρόκειται να αξιολογηθούν 110 δ.ο. μεταξύ αυτών και τα ζιζανιοκτόνα pendimethalin, linuron και flufenacet.

Οι κύριες αλλαγές στην ευρωπαϊκή νομοθεσία όσον αφορά τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα αφορούν την διαδικασία έγκρισης τους που βασίζεται πλέον στην πραγματική εκτίμηση του κινδύνου που συνεπάγεται η χρήση τους στην ανθρώπινη υγεία και όχι στην εκτίμηση της πιθανότητας να προκαλέσουν βλάβη όπως γινότανε μέχρι τώρα. Η αναθεώρηση της διαδικασίας έγκρισης δ.ο. γίνεται με σκοπό να προστατευτεί η ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον και οι οργανισμοί – μη στόχοι. Αν και δεν υπάρχει ακόμη σαφής ορισμός των κριτηρίων βάσει των οποίων θα καθοριστεί αν μια δ.ο. ουσία είναι επικίνδυνη δ.ο. που χαρακτηρίζονται ως καρκινογόνες, γονιδιοτοξικές, τοξικές για το αναπαραγωγικό σύστημα και νευροτοξικές θα αποσυρθούν. Επίσης θα αποσυρθούν δ.ο. που χαρακτηρίζονται ως παρεμποδιστές του ενδοκρινικού ορμονικού συστήματος αν και σε αυτή την περίπτωση δεν υπάρχει ακόμη σαφής επιστημονικός ορισμός.

Οι κατηγορίες φυτοφαρμάκων που αναμένεται να αποσυρθούν και να αντικατασταθούν είναι:

- Έμμονοι οργανικοί ρυπαντές (POPs)
- Έμμονες τοξικές ουσίες που βιοσυσσωρεύονται (PBTs)
- Πολύ έμμονες, με μεγάλη τάση για βιοσυσσώρευση ουσίες (vPvBs)
- Καρκινογόνες- μεταλλαξιγόνες –βλαβερές στο αναπαραγωγικό σύστημα ουσίες κατηγορίας I και II.
- Παρεμποδιστές του ενδοκρινικού συστήματος (ED)

Επειδή ο χαρακτηρισμός μιας δ.ο. ως παρεμποδιστή του ενδοκρινικού συστήματος δεν μπορεί να γίνει με σαφήνεια υπάρχουν τέσσερα διαφορετικά σενάρια που αφορούν τα κριτήρια βάσει των οποίων θα γίνει η αξιολόγηση των δ.ο. τα οποία διαφοροποιούνται κυρίως ως προς τον ορισμό αυτό. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται οι δ.ο. που επηρεάζονται από την αναθεώρηση της οδηγίας 91/414/EEC

Πίνακας 3. Δραστικές ουσίες που επηρεάζονται από την αναθεώρηση της οδηγίας 94/414/EEC Πηγή: (8)

<i>Σενάρια</i>	<i>2a</i>	<i>2b</i>	<i>2c</i>	<i>ENVI</i>
<i>Ζιζανιοκτόνα</i>	glufosinate ammonium linuron metribuzin pendimethalin	glufosinate ammonium linuron metribuzin pendimethalin	glufosinate ammonium linuron pendimethalin	glufosinate ammonium linuron metribuzin pendimethalin
<i>Μυκητοκτόνα</i>	iprodione mancozeb maneb	mancozeb maneb	mancozeb maneb	iprodione mancozeb maneb
<i>Εντομοκτόνα</i>	None	None	None	Όλα εκτός pymetrozine thiachloprid thiamethoxam

Το πιθανότερο είναι ότι το σενάριο 2c θα εφαρμοστεί. Εάν τελικά γίνει αυτό 5 δ.ο. που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή πατάτας θα αποσυρθούν. Πρόκειται για 2 μυκητοκτόνα (maneb, mancozeb) και 3 ζιζανιοκτόνα (linuron pendimethalin και glufosinate ammonium). Η απώλεια των pendimethalin και linuron δεν θα προκαλέσει απαραίτητα μεγάλη πτώση των αποδόσεων αλλά το κόστος από την



χρήση άλλων ζιζανιοκτόνων θα αυξηθεί. Επίσης έμφαση θα δοθεί στην χρήση σε ένα ή δυο μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα και θα υπάρξει σίγουρα αύξηση της συμμετοχής στον έλεγχο των ζιζανίων μηχανικών μέσων.

Η εφαρμογή της οδηγίας για την προστασία των υδάτων και η οδηγία που αφορά το πόσιμο νερό είναι πιθανό να επηρεάσει την διαθεσιμότητα σημαντικών δ.ο. Αυτές οι δ.ο. που είναι πιο πιθανό να αποσυρθούν λόγω των παραπάνω οδηγιών είναι όσες χρησιμοποιούνται σε μεγάλες εκτάσεις ή σε μεγάλες δόσεις. Η απώλεια του bentazone θα περιορίσει τις επιλογές των δ.ο. που μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεταφυτρωτικά σε δύο δραστικές (metribuzin ή rimsulfuron) και σε μια για τον πατατόσπορο (metribuzin) ή σε καμιά σε ποικιλίες που δεν είναι ανθεκτικές στο metribuzin.

Αυτό σε συνδυασμό με τις αλλαγές που θα επιφέρουν οι αλλαγές στην ευρωπαϊκή νομοθεσία όσον αφορά την διαθεσιμότητα των δ.ο. και αφήνοντας λιγότερες επιλογές δ.ο. για προφυτρωτική εφαρμογή θα οδηγήσει σε πιθανές απώλειες στην παραγωγή.

8. ZIZANIOKTONA

Οι ζημιές που προκαλούν τα ζιζάνια στα καλλιεργούμενα φυτά μπορούν να μειωθούν αν αντιμετωπιστούν έγκαιρα και αποτελεσματικά. Μια από τις αρχές της Ζιζανιολογίας για τον περιορισμό των απωλειών και της εξάπλωσης – διάδοσης των ζιζανίων είναι ο έλεγχος τους. Ο όρος αυτός περιλαμβάνει όλες τις πρακτικές και τα μέτρα για τον περιορισμό όχι την πλήρη εξάλειψη των ζιζανιοπληθυσμών και έτσι την αποφυγή του ανταγωνισμού στα καλλιεργούμενα φυτά. Τα μέτρα που μπορούν να ληφθούν και οι μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο των ζιζανίων αποτελούν τις λεγόμενες μεθόδους αντιμετώπισης και χωρίζονται ανάλογα με την φύση τους σε φυσικές – μηχανικές, βιολογικές, βιοτεχνολογικές και σε χημικές.

Η χημική μέθοδος αφορά τον έλεγχο – περιορισμό των ζιζανίων με την χρησιμοποίηση συνθετικών ουσιών των ζιζανιοκτόνων. Τα ζιζανιοκτόνα είναι όλες εκείνες οι χημικές ουσίες οι οποίες είτε ψεκάζονται είτε άμεσα στα φυτά (ζιζανιοκτόνα φυλλώματος) είτε έμμεσα (ζιζανιοκτόνα εδάφους) και σε σχετικά μικρές ποσότητες εμποδίζουν ή μεταβάλλουν την κανονική αύξηση ή και ανάπτυξη των φυτών, νεκρώνουν ή ζημιώνουν τα ανεπιθύμητα φυτά σε ένα αγροοικοσύστημα.

Η μέθοδος αυτή αποτελεί αναπόσπαστο μέρος των περισσότερων προγραμμάτων ολοκληρωμένης καταπολέμησης ζιζανίων και συμπληρώνεται κατά περίπτωση από τις άλλες μεθόδους. Αναμφίβολα αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα επιτεύγματα στην βελτίωση των καλλιεργητικών φροντίδων και στην μείωση του κόστους παραγωγής των γεωργικών προϊόντων.

Όσον αφορά την σπουδαιότητα των ζιζανιοκτόνων το ποσοστό που κατέχουν στο σύνολο των γεωργικών φαρμάκων που χρησιμοποιούνται στην σύγχρονη γεωργία είναι 60-70% (9). Παρόλο που σήμερα δίνεται έμφαση στις πιθανές περιβαλλοντικές και τοξικολογικές συνέπειες από την χρήση ζιζανιοκτόνων και άλλων Φ.Π. είναι καλά γνωστό ότι υπάρχει και θα συνεχίσει να υπάρχει η ανάγκη χρήσης ζιζανιοκτόνων γιατί αποτελούν βασικό παράγοντα στα περισσότερα προγράμματα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης ζιζανίων.

Η κατάργηση της χημικής μεθόδου από τα προγράμματα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης είναι αδύνατη στην σύγχρονη γεωργία των υψηλών αποδόσεων. Αξιοσημείωτο είναι ότι χωρίς την χρήση αγροχημικών και γενικότερα εάν η επιστήμη και η τεχνολογία αδυνατούσαν να τριπλασιάσουν τις αποδόσεις από το 1960-1992



τότε 10-12 εκατομμύρια φυσικών δασών και λιβαδιών θα είχαν χαθεί (9). Εκείνο που πρέπει να εφαρμοστεί είναι η ορθολογική χρήση των ζιζανιοκτόνων και εισαγωγή νέων σκευασμάτων φιλικότερων προς το περιβάλλον, τον χρήστη και τον καταναλωτή.

Η εκτεταμένη χρήση των ζιζανιοκτόνων στις καλλιέργειες βασίζεται στην εκλεκτικότητα ιδιότητα που διαθέτουν πολλά από αυτά να είναι φυτοτοξικά σε ορισμένα είδη φυτών (ζιζάνια) χωρίς να προκαλούν ζημιά στα καλλιεργούμενα φυτά. Η εκλεκτικότητα δεν είναι απόλυτη αλλά σχετική αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι κανένα ζιζανιοκτόνο δεν είναι εκλεκτικό παντού και πάντοτε. Η ιδιότητα αυτή αποκτάται όταν εφαρμόζεται το ζιζανιοκτόνο στην συνιστώμενη δόση, με τον κατάλληλο τρόπο, στον κατάλληλο χρόνο και κάτω από ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες.

Τα εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα προέκυψαν από την ανακάλυψη κατά την διάρκεια του δεύτερου παγκοσμίου πολέμου των ζιζανιοκτόνων ιδιοτήτων των συνθετικών ρυθμιστών αύξησης των φυτών. Γύρω στις 250 χημικές ουσίες καταγράφηκαν για ζιζανιοκτόνο δράση το 1985. Τα χημικά αυτά κυκλοφορούν διεθνώς σε χιλιάδες σκευάσματα (3).

Τα ζιζανιοκτόνα μπορούν να διαχωριστούν κατά διάφορους τρόπους και με διάφορα κριτήρια.

Ανάλογα με την θέση εφαρμογής μπορούν να διακριθούν σε ζιζανιοκτόνα φυλλώματος ή εδάφους. Με βάση τον τρόπο μετακίνησης τους μπορούν να καταταγούν σε επαφής ή διασυστηματικά. Παραπλήσια είναι και η διάκριση τους σε μετακινούμενα, όσα μετακινούνται μέσα στο φυτό από το σημείο εισόδου σε άλλα μέρη του φυτού και σε μη μετακινούμενα όσα παραμένουν κοντά στα σημεία και στους ιστούς εισόδου τους. Με κριτήριο το εύρος φάσματος δράσης τους κατατάσσονται σε εκλεκτικά και μη εκλεκτικά ενώ με βάση την ικανότητα ιονισμού τους σε ιονιζόμενα και μη ιονιζόμενα. Στην πράξη πιο συνηθισμένη και χρήσιμη είναι η κατάταξη τους με βάση τον χρόνο εφαρμογής τους. Σύμφωνα με το κριτήριο αυτό κατηγοριοποιούνται σε α) προφυτευτικά ή προσπαρτικά, β) προφυτρωτικά και γ) μεταφυτρωτικά.

Ειδικότερα στα προφυτευτικά ή προσπαρτικά κατατάσσονται όλα εκείνα τα ζιζανιοκτόνα που εφαρμόζονται πριν την σπορά ή την μεταφύτευση των φυτών της καλλιέργειας.

Επιστημονικά όμως καμία από τις παραπάνω κατατάξεις δεν είναι ικανοποιητική γιατί δεν υπάρχει ζιζανιοκτόνο που να ανήκει απόλυτα σε μια κατηγορία. Σήμερα έχει επικρατήσει ως πιο χρήσιμη η ταξινόμηση ζιζανιοκτόνων σε οικογένειες με βάση την χημική σύσταση και δομή τους και η κατάταξη με βάση τον τρόπο δράσης τους.

Συγκεκριμένα όσα ζιζανιοκτόνα έχουν κοινό το βασικό μέρος του μορίου τους και διαφέρουν μόνο στις πλευρικές χημικά ενεργές ομάδες αποτελούν μια χημική οικογένεια. Όλα τα μέλη της χημικής οικογένειας έχουν αρκετά παρόμοια συμπεριφορά και χρήση. Εύκολη είναι επίσης η ενσωμάτωση σε αυτή κάθε νέου ζιζανιοκτόνου ή οικογένειας. Για την κατάταξη με βάση τον τρόπο δράσης λαμβάνεται υπόψη η πρωταρχική φυσιολογική βιοχημική, ή μοριακή επίδραση του ζιζανιοκτόνου στο φυτό. Όλες οι αλληλεπιδράσεις με το φυτό (ζιζάνιο) του ζιζανιοκτόνου από την εφαρμογή μέχρι το τελικό αποτέλεσμα δράσης νοούνται ως τρόπος δράσης του ζιζανιοκτόνου.

Στο παρακάτω κεφάλαιο παρουσιάζεται ο τρόπος δράσεων των φυτοπροστατευτικών ουσιών που μελετήθηκαν στην συγκεκριμένη εργασία.

Ορισμένα από τα πλεονεκτήματα των ζιζανιοκτόνων που επέφεραν επανάσταση στον έλεγχο τους είναι η γρήγορη και μεγάλη αποτελεσματικότητά τους, η δυνατότητα εφαρμογής τους σε μη γραμμικές καλλιέργειες, ο πρώιμος έλεγχος των ζιζανίων με προφυτρωτική εφαρμογή με αποτέλεσμα την μείωση του ανταγωνισμού των ζιζανίων με τα καλλιεργούμενα φυτά στα πρώτα στάδια ανάπτυξης τους, η μεγάλη αποτελεσματικότητα στον έλεγχο πολυετών ζιζανίων, η εύκολη και οικονομική εφαρμογή τους, η μείωση του κόστους παραγωγής και των απαιτούμενων εργατικών χεριών. Τέλος τα ζιζανιοκτόνα έδωσαν ελευθερία κινήσεων και επιλόγων στον γεωργό αφού η επιλογή της καλλιέργειας έπαψε να εξαρτάται από τον υπάρχοντα στο χωράφι ζιζανιοπληθυσμό.

Παρόλα αυτά η χρήση των ζιζανιοκτόνων δεν είναι απαλλαγμένη από προβλήματα. Η πιθανότητα πρόκλησης ζημιάς στην καλλιέργεια κάτω από αντίξοες συνθήκες λόγω απώλειας της εκλεκτικότητας του ζιζανιοκτόνου είναι μεγάλη. Το ίδιο σοβαρή είναι και η αναποτελεσματικότητα στο έλεγχο των ζιζανίων κάτω από τις ίδιες περιβαλλοντικές συνθήκες. Υπαρκτός είναι και ο κίνδυνος πρόκλησης ζημιών σε γειτονικές καλλιέργειες ή σε περιοχές απομακρυσμένες από το σημείο εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου αφού ορισμένα πολύ πτητικά ζιζανιοκτόνα έχουν την δυνατότητα να μετακινούνται υπό την μορφή αερίων.

Η παραμονή τους στο περιβάλλον, η τυχόν υποβάθμιση του και η τοξικότητα σε οργανισμούς μη στόχους όπως ψάρια, πουλιά, είναι μερικά από τα σοβαρότερα προβλήματα που μπορούν να προκαλέσουν τα ζιζανιοκτόνα. Επιπρόσθετα υπολείμματα ορισμένων ζιζανιοκτόνων στο έδαφος απαγορεύουν στην καλλιέργεια να ενταχθεί σε συστήματα αμειψισποράς αφού η υπολειμματική δράση τους ενδέχεται να ζημιώνει άλλες καλλιέργειες που θα ακολουθήσουν.

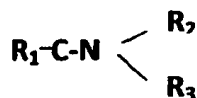
Τέλος επειδή τα ζιζανιοκτόνα δεν ελέγχουν όλα τα ζιζάνια το ίδιο αποτελεσματικά επιτρέπουν την εμφάνιση – επικράτηση ειδών που πριν δεν είχαν ζιζανιολογικό ενδιαφέρον.

Παρόλα αυτά μερικά από τα χειρότερα προβλήματα που προκλήθηκαν από τα ζιζανιοκτόνα μπορούσαν να αποφευχθούν εάν είχε γίνει ορθολογική χρήση τους. Η επιλογή του κατάλληλου ζιζανιοκτόνου με βάση τα ζιζάνια που υπάρχουν στο χωράφι, τον τύπο του εδάφους, την καλλιέργεια και τις ιδιότητες του ζιζανιοκτόνου και η εφαρμογή τους στην συνιστώμενη δόση και με τον συνιστώμενο τρόπο εφαρμογής θα περιοριζε ίσως και να εκμηδένιζε τις αρνητικές συνέπειες από την χρήση των ζιζανιοκτόνων.

9. ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ ΣΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

9.1 ΑΜΙΔΙΑ

Τα ζιζανιοκτόνα που ανήκουν στην ομάδα αυτή έχουν τον παραπάνω βασικό χημικό τύπο:



Το είδος των ριζών R_1 , R_2 , R_3 καθορίζει το φάσμα δράσης και την εκλεκτικότητα κάθε μέλους της ομάδας αυτής.

9.1.1 ΧΛΩΡΟΑΚΕΤΑΜΙΔΙΑ

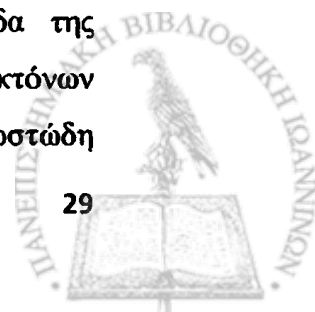
Το *s-metolachlor* ανήκει στα χλωροακεταμίδια. Τα ζιζανιοκτόνα της κατηγορίας αυτής έχουν χλωρομεθυλομάδα ($\text{CH}_2\text{-Cl}$) στην R_1 θέση. Εφαρμόζονται κυρίως προφυτρωτικά ή προσπαρτικά με ενσωμάτωση. Είναι πιο αποτελεσματικά εναντίον αγρωστωδών ζιζανίων καλύπτει όμως το φάσμα δράσης τους και μερικά πλατύφυλλα ζιζάνια.

Απορροφούνται κυρίως από τις ρίζες των νεαρών φυτών. Όλα τα ζιζανιοκτόνα της κατηγορίας αυτής όταν απορροφούνται από τις ρίζες μετακινούνται εύκολα στα ανώτερα τμήματα των νεαρών φυτών δια μέσου του αποπλάστη. Αντίθετα όταν εφαρμόζονται στο φύλλωμα δεν μετακινούνται με την ίδια ευκολία μέσα σε αυτά.

Τα ζιζανιοκτόνα αυτά δεν αναστέλλουν το φύτρωμα των σπόρων των ζιζανίων αλλά παρεμποδίζουν την διαίρεση και επιμήκυνση των κυττάρων τους με αποτέλεσμα την αναστολή της αύξησης των φυτών και ειδικότερα της επιμήκυνσης της ρίζας τους στο έδαφος. Η υπολειμματική διάρκεια τους στο έδαφος κυμαίνεται από 4-14 εβδομάδες, ενώ ο βαθμός έκλυσης τους στο έδαφος είναι 3 (10).

9.1.2 ΟΞΥΚΕΤΑΜΙΔΙΑ

Το *flufenacet* ανήκει στην ομάδα των οξυακεταμιδίων υποομάδα της κατηγορίας των ακεταμιδίων. Τα οξυακεταμίδια είναι μια κατηγορία ζιζανιοκτόνων που χαρακτηρίζεται από άριστη αποτελεσματικότητα ελέγχου ενάντια σε αγρωστώδη



ζιζάνια χωρίς όμως να αποκλείονται από το φάσμα δράσης τους και ορισμένα πλατύφυλλα κυρίως μικρόσπερμα. Δρουν προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά και χαρακτηρίζονται από ικανοποιητική υπολειμματική διάρκεια.

Η είσοδος τους στο φυτό γίνεται κυρίως στα πλατύφυλλα ζιζάνια από τις ρίζες, ενώ στα αγροστώδη το σημείο εισόδου είναι οι νεαροί βλαστοί. Καταλήγουν στα μεριστώματα όπου παρεμβαίνουν στην διαίρεση των κυττάρων με αποτέλεσμα την αναστολή της αύξησης των νεαρών φυτών. Τα συμπτώματα που προκαλούν είναι αδυναμία εμφάνισης του βλαστού από τις κολεοπτύλες, νανισμό των φυτών στα δικοτυλήδονα, και παραμόρφωση του νεαρού βλαστού στα αγροστώδη. Οι επιφερόμενες μορφολογικές και φυσιολογικές αλλαγές είναι παρόμοιες με αυτές των ζιζανιοκτόνων της κατηγορίας των χλωροακεταμιδίων.

Με βάση την ομοιότητα των συμπτωμάτων η Επιτροπή διαχείρισης ανθεκτικότητας σε ζιζανιοκτόνα (The Herbicide Resistance Action Committee) κατατάσσει τα ζιζανιοκτόνα της κατηγορίας των ακεταμιδίων σε μια ομάδα δράσης K3. Τα ζιζανιοκτόνα αυτά χαρακτηρίζονται από την ικανότητα τους να παρεμβαίνουν στις κυτταροδιαιρέσεις μέσω παρεμπόδισης βιοσύνθεσης λιπαρών οξέων μεγάλου μοριακού βάρους. Ο τρόπος δράσης τους προκύπτει από βιοχημικές και φυσιολογικές μελέτες σε ζιζανιοκτόνα της τάξης των χλωροακεταμιδίων. Τα ευρήματα των μελετών δείχνουν ότι η εν λόγω παρεμπόδιση γίνεται μέσω μιας αντίδρασης που αφορά δημιουργία ομοιοπολικού δεσμού μεταξύ του ζιζανιοκτόνου και του ενζύμου στόχου. Παρόλαυτα η θέση στόχος των ζιζανιοκτόνων που ανήκουν στην κατηγορία K3 δεν είναι ακόμη πλήρως τεκμηριωμένη.

9.2 ΔΙΝΙΤΡΟΑΝΙΛΙΝΕΣ

Τα ζιζανιοκτόνα που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία εφαρμόζονται προφυτρωτικά για τον έλεγχο πολλών πλατύφυλλων και αγροστωδών ζιζανίων σε πολλές καλλιέργειες κατά κανόνα στο έδαφος. Εδώ ανήκουν τα ζιζανιοκτόνα pendimethalin, ethalfluralin, trifluralin κ.α. Τα ethalfluralin και trifluralin χρειάζονται ενσωμάτωση στο έδαφος ώστε να αποφευχθεί πιθανή φωτοδιασπαση και εξάτμιση τους. Το **pendimethalin** είναι λιγότερο πτητικό σε σχέση με τα υπόλοιπα της κατηγορίας αυτής αλλά ο έλεγχος που παρέχει είναι πιο αποτελεσματικός όταν ενσωματώνεται. Τα ζιζανιοκτόνα της ομάδας αυτή απορροφούνται τόσο από τις ρίζες όσο και από τους βλαστούς των πρωτοεμφανιζόμενων ζιζανίων και δεν μετακινούνται εύκολα



μέσα στους ιστούς του φυτού. Το αρχικό σημείο εισόδου είναι οι νεαροί βλαστοί στα αγρωστώδη ζιζάνια. Όσον αφορά τον τρόπο δράσης τους αναστέλλουν την κυτταρική διαίρεση των μεριστωμάτων για αυτό είναι γνωστές ως δηλητήρια της μίτωσης.

Αποτέλεσμα αυτού του τρόπου δράσης είναι η σοβαρή αναστολή της αύξησης του ριζικού συστήματος και των βλαστών των νεαρών φυτών. Το πιο χαρακτηριστικό σύμπτωμα που προκαλούν είναι η διόγκωση των ριζών στην μεριστωματική περιοχή και ο μη σχηματισμός πλαγίων ή δευτερογενών ριζών. Το pendimethalin μερικές φορές προκαλεί και αδύνατους βλαστούς. Τόσο τα πλατύφυλλα όσο και τα αγρωστώδη παρουσιάζουν καχεξία και δεν αυξάνονται ενώ παρουσιάζουν συμπτώματα μαρασμού και έλλειψης θρεπτικών στοιχείων που προέρχονται από την ζημιά στο ριζικό τους σύστημα.

Η απομάκρυνση τους από το έδαφος επηρεάζεται από την εξάτμιση, την χημική διάσπαση και την μικροβιακή αποσύνθεση. Οι παράγοντες που ευνοούν τις παραπάνω διεργασίες επιταχύνουν και το ρυθμό απομάκρυνσης τους από το έδαφος. Η παραμονή τους στο έδαφος ανάλογα και με την δόση εφαρμογής τους και τις περιβαλλοντικές συνθήκες κυμαίνεται από 3 έως 12 μήνες.

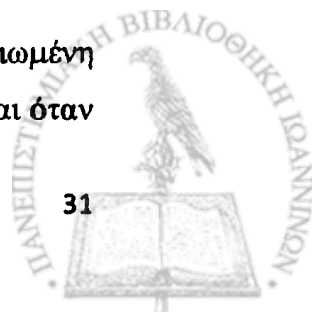
Οι δινιτροανιλίνες δεν εκπλύνονται εύκολα (βαθμός έκπλυσης 1) λόγω της ισχυρής προσρόφησης τους στο έδαφος για αυτό η ενσωμάτωσή τους στο έδαφος όπου φυτρώνουν τα περισσότερα ζιζάνια κρίνεται απαραίτητη για καλύτερο έλεγχο. Για το λόγο αυτό δεν υπάρχει κίνδυνος να βρεθούν στα υπόγεια ύδατα. Τα ακεταμίδια είναι περισσότερα υδατοδιαλυτά και συγκρατούνται λιγότερο στο έδαφος και για αυτό είναι και λιγότερο έμμονα από τα ζιζανιοκτόνα των δινιτροανιλινών.

9.3 ΤΡΙΑΖΙΝΕΣ

Όλα σχεδόν τα ζιζανιοκτόνα της κατηγορίας αυτής αναστέλλουν την αντίδραση του Hill στην φωτοσύνθεση. Αποτέλεσμα αυτού του τρόπου δράσης είναι η εμφάνιση χλωρωτικών συμπτωμάτων στα φύλλα, που ακολουθείται από γενική αναστολή της αύξησης των φυτών και σε επακόλουθη νέκρωση τους.

Όλες σχεδόν οι τριαζίνες όταν χρησιμοποιούνται στις συνιστώμενες δόσεις καταπολεμούν κυρίως ετήσια ζιζάνια.

Η αποτελεσματικότητα των τριαζινών που εφαρμόζονται στο έδαφος είναι μειωμένη όταν αυτά έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε άργιλο και οργανική ουσία αλλά και όταν



έχουν χαμηλό pH. Αντίθετα η αύξηση της υγρασίας του εδάφους ενισχύει την αποτελεσματικότητά τους. Είναι γενικά παραδεκτό ότι ρυθμός διάσπασης των ζιζανιοκτόνων της κατηγορίας αυτής αυξάνεται με την αύξηση της οξύτητας των εδαφών για αυτό και ο χρόνος παραμονής τους σε εδάφη όξινα είναι μικρότερος.

9.3.1 ΤΡΙΑΖΙΝΟΝΕΣ - ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΕΣ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗΣ

Σε αυτή την υποκατηγορία των τριαζινών ανήκει το **metribuzin**. Πρόκειται για ασύμμετρη τριαζίνη ο χημικός τύπος της οποίας φαίνεται στην **Εικόνα 1**.

Τα ζιζανιοκτόνα της υποκατηγορίας αυτής δρουν ως παρεμποδιστές της φωτοσύνθεσης. Ελέγχουν πολλά πλατύφυλλα και μερικά αγρωστώδη ζιζάνια.

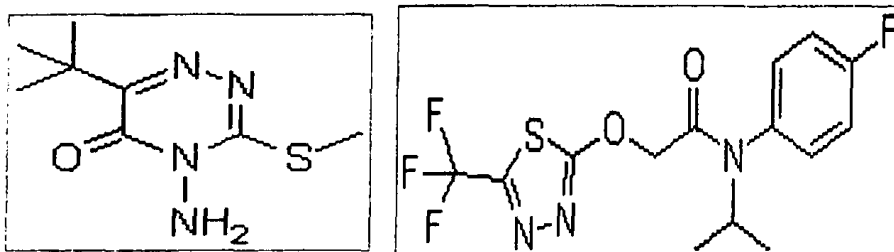
Το **metribuzin** καθώς και όλες οι τριαζίνες και τριαζινόνες απορροφούνται στα ζιζάνια τόσο από τις ρίζες όσο και από τους βλαστούς αλλά μετακινούνται μόνο στο ξύλωμα του φυτού. Εφαρμόζονται προφυτρωτικά ή νωρίς μετά το φύτευμα της καλλιέργειας. Τα ζιζανιοκτόνα αυτά παρεμποδίζουν την φωτοσύνθεση τα φυτά επηρεάζονται αφού φυτρώσουν και αρχίζουν να φωτοσυνθέτουν. Εάν και η φωτοσύνθεση παρεμποδίζεται τα ευαίσθητα φυτά δεν παρουσιάζουν συμπτώματα ατροφίας. Αντίθετα καταστρέφονται από την συσσώρευση μορίων στα κύτταρα τους τα οποία καταστρέφουν τις κυτταρικές μεμβράνες. Η εκλεκτικότητα των ζιζανιοκτόνων αυτών στηρίζεται στην ικανότητα μεταβολισμού που έχουν τα ανθεκτικά φυτά. Το καλαμπόκι και το σόργο διαθέτουν το ένζυμο γλουταθειόνη s-transferase και μπορούν και αποικοδομούν τα μόρια της ατραζίνης σε μη τοξικά παράγωγα.

Τα συμπτώματα που προκαλούν στα πλατύφυλλα ζιζάνια όταν εφαρμόζονται στο έδαφος είναι μεσονεύρια χλώρωση και επακόλουθη νέκρωση που αρχίζει από την άκρη του φύλλου και προχωρά προς το κέντρο. Σε εφαρμογές στο φύλλωμα τα ευαίσθητα ζιζάνια εμφανίζουν κάψιμο στα φύλλα τους ως αποτέλεσμα της καταστροφής των κυτταρικών μεμβρανών. Τα ζιζανιοκτόνα της κατηγορίας των τριαζινονών και τριαζινών εφαρμόζονται κυρίως στο χώμα και παρουσιάζουν ικανοποιητική υπολειμματικότητα. Υπάρχει κίνδυνος ρύπανσης των υπόγειων υδάτων σε περιοχές με αμμώδη εδάφη.

10. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

10.1 METRIBUZIN ΚΑΙ FLUFENACET

Το **metribuzin** είναι το κοινό όνομα για το 4-amino-6-(1,1-dimethylethyl)-3-(methylthio)-1,2,4-triazin-5(4H)-one. Είναι εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο εδάφους και φυλλώματος. Ανήκει στις τριαζινόνες υποκατηγορία των τριαζινών.



Εικόνα 1. Χημική δομή του **metribuzin** και **flufenacet**

Δρα ως παρεμποδιστής της φωτοσύνθεσης και χρησιμοποιείται για τον έλεγχο ετήσιων αγροστωδών και διαφόρων πλατύφυλλων ζιζανίων σε καλλιέργειες καρότου, τομάτας, πατάτας μηδικής σόγιας, σπαραγγιού. Στην καλλιέργεια της πατάτας χρησιμοποιείται προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά. Τα ζιζάνια που ελέγχει το ζιζανιοκτόνο, όπως αναφέρεται στην απόφαση έγκρισης της ουσίας είναι τα Βλήτα (*Amaranthus spp.*), Λουβουδιά (*Chenopodium album*), Λαψάνα (*Lapsana communis*), Ζωχός (*Sonchus spp.*), Αντράκλα (*Portulaca oleracea*), Περδικούλι (*Parietaria sp.*), Άνθεμις (*Anthemis arvensis*), Τάτουλας (*Datura stramonium*), Λάμιο (*Lamium sp.*) Καπνόχορτο (*Fumaria officinalis*), Αιματόχορτο (*Digitaria sanguinalis*), Μουχρίτσα (*Echinochloa crus-gallis*), Αγριοσινάπι (*Sinapis arvensis*), Ήρα (*Lolium spp.*), Σετάρια (*Setaria sp.*), ενώ ανθεκτικά είναι τα Αγριοβρώμη (*Avena sp.*), Κίρσιο (*Cirsium arvense*), Μεγάλη κολλητσίδα (*Gallium aparine*), Στύφνος ή αγριοντοματιά (*Solanum nigrum*), Μολόχα (*Malva spp.*).

Μερικά από τα εμπορικά ονόματα των σκευασμάτων του **metribuzin** είναι Sencor, Lexone, Sencorex κ.α. Ως **Sencor 70 WG (metribuzin 70% β/ο)** Bayer Crop Science AG, Γερμανία έχει αριθμό και ημερομηνία έγκρισης κυκλοφορίας 7068/26-2-1980. Στην πατάτα μπορεί να εφαρμοστεί προφυτρωτικά σε δόση 50-100 g/στρ., μεταφυτρωτικά σε δόση 50 g/στρ. ή προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά σε δυο ίσες δόσεις (50+50 g/στρ) με ομοιόμορφη κάλυψη του εδάφους ή του φυλλώματος. Όσον

αφορά την υπολειμματική διάρκεια σύμφωνα με τον Ελευθεροχωρινό (κυμαίνεται από 3-12 μήνες ενώ ο βαθμός έκπλυσης του είναι 3.

Το **flufenacet** είναι το κοινό όνομα για το 4-fluoro-N-isopropyl-2-(5-trifluoromethyl-1,3,4-thiadiazol-2-yloxy)acetanilide. Είναι διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο που μετακινείται κυρίως αποπλαστικά με δράση κυρίως στους μεριστωματικούς ιστούς. Ο μηχανισμός δράσης του δεν έχει πλήρως διευκρινιστεί. Εντούτοις αναφέρεται ότι παρεμποδίζει την κυτταρική διαίρεση και την αύξηση των κυττάρων. Πιθανόν η πρωταρχική του δράση να αφορά στον μεταβολισμό των λιπαρών οξέων.

Εφαρμόζεται προσπαρτικά ή προφυτευτικά και προφυτρωτικά ή νωρίς μεταφυτρωτικά στο καλαμπόκι, την σόγια, την τομάτα, την πατάτα, τον ηλιάνθο το σιτάρι και το ρύζι.

Ανήκει στα οξυακεταμίδια και ελέγχει αποτελεσματικά κυρίως ετήσια αγρωστώδη ζιζάνια όπως *Alopecurus myosuroides*, *Digitaria spp.*, *Echinochloa crus-galli*, *Poa annua*, *Setaria spp.* και μερικά δικοτυλήδονα μικρόσπερμα ζιζάνια (Deege et al., 1995; Förster et al., 1997) (11 & 12)

Είναι εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο και γενικά οι δόσεις που απαιτούνται για έλεγχο των ζιζανίων είναι χαμηλές σε σχέση με άλλα ζιζανιοκτόνα.

Συνήθως συνδυάζεται με ζιζανιοκτόνο που ελέγχει πλατύφυλλα ζιζάνια π.χ. όπως τα **diflufenican**, **metosulam**, **metribuzin** κ.α. Στην Ελλάδα έχει πάρει έγκριση μίγμα του με το **metribuzin** (flufenacet 24% β/β metribuzin 17,5 β/β) με το εμπορικό όνομα **Artist WG** (Bayer Crop Science AG, Γερμανία) και με αριθμό και ημερομηνία έγκρισης κυκλοφορίας 7691/7-12-1997. Είναι εγκεκριμένο για χρήση στην πατάτα για προφυτρωτική εφαρμογή μετά την σπορά μέχρι και λίγο πριν το φύτευμα των πατατόφυτων όταν τα ζιζάνια είναι σε ευαίσθητο στάδιο σε δοσολογία **200 και 250 g σκ./στρ.** για ελαφρά και βαριά εδάφη αντίστοιχα. Εφαρμόζεται με ψεκασμό εδάφους μετά την σπορά μέχρι και λίγο πριν το φύτευμα των πατατόφυτων και όταν τα ζιζάνια είναι στο ευαίσθητο στάδιο ανάπτυξης τους. Συνίσταται μια εφαρμογή ανά καλλιεργητική περίοδο.

Η αποτελεσματικότητα του **metribuzin** μόνο του και σε συνδυασμό με το **flufenacet** έχει μελετηθεί σε διάφορες εργασίες.

Σχετικά με το φάσμα δράσης τους έχει αναφερθεί ότι το μίγμα των δύο δραστικών είναι αποτελεσματικό σε ευρύ φάσμα αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων. Είναι



αποτελεσματικό κατά των ζιζανίων *Echinochloa crus-galli*, *Setaria faberii*, *Setaria viridis*, και *Amaranthus retroflexus*. Επιπλέον καταστέλλει τους πληθυσμούς των ζιζανίων *Chenopodium album* και *Ambrosia artemisiifolia*, *Sinapis arvensis* και *Polygonum persicaria*.

Σύμφωνα με τους *Nader Soltani et al 2005 (13)* σε πειράματα αγρού κατά το 1998-1999 με εφαρμογή του μίγματος των δυο δραστικών προφυτρωτικά (Axion 54,4% **flufenacet** και 13,6% **metribuzin**) σε δόσεις 0,67 έως 1,68 kg σκευάσματος ανά ha το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο στην μικρότερη εφαρμοζόμενη δόση των 0,67 kg/ha σκευάσματος ανά εκτάριο έλεγξε αποτελεσματικά την λουβουδιά (*Chenopodium album*) σε ποσοστό 93-97% 28 ημέρες μετά την εφαρμογή.

Επιπλέον ο έλεγχος του συγκεκριμένου ζιζανίου ήταν πλήρης (94-98%), για όλη την καλλιεργητική περίοδο (56 ημέρες από την εφαρμογή). Ανάλογα ήταν τα αποτελέσματα και για τα ζιζάνια τραχύ βλήτο (*Amaranthus retroflexus* L.) και *Ambrosia artemisiifolia* L. Ενώ για τον έλεγχο των ζιζανίων άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis*) και πράσινη σετάρια (*Setaria viridis*) καθόλη την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου απαιτήθηκε μεγαλύτερη δόση (>1 kg d.o./ha). Για τον έλεγχο του ζιζανίου αγριοβαμβακιά (*Abutilon theophrasti* L.) αποτελεσματική βρέθηκε να είναι η υψηλότερη δόση (1,68 kg/ha). Η εφαρμογή του μίγματος των δυο δ.ο. προκάλεσε ορατή βλάβη στην σόγια 7, 14 και 28 ημέρες μετά την εφαρμογή αλλά δεν συνοδεύτηκε με μείωση στην παραγωγή.

Στις 28 ημέρες μετά την εφαρμογή οι βιολογικά αποτελεσματικές δόσεις για έλεγχο 50, 80 και 90% για την λουβουδιά ήταν 0.2, 0.6 και 0.7 Kg ha⁻¹ ενώ οι αντίστοιχα για το ζιζάνιο *Setaria viridis* L. 0.7, 0.9 και 1.1 Kg ha⁻¹. Πιο δύσκολα ελέγχθηκε το ζιζάνιο *Sinapis arvensis* L. όπως φαίνεται από τις μεγαλύτερες δόσεις που απαιτήθηκαν (1.0, 1.1 και 1.3 Kg ha⁻¹).

Σε πειράματα αγρού που έγιναν κατά τα έτη 1998-2000 σε καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας σε δύο τοποθεσίες στο Οντάριο του Καναδά (*Sikemma et al 2004, 14*) εφαρμόστηκε το μίγμα **metribuzin** και **flufenacet** με σκοπό τον προσδιορισμό της βιολογικά αποτελεσματικής (**Biological effective dose I₉₀**) δόσης για αποτελεσματικό έλεγχο των ζιζανίων.

Στην συνιστώμενη δόση το μίγμα των δυο δραστικών παρείχε άριστο έλεγχο ($\geq 90\%$) 22-29 ημέρες μετά την φύτευση της τομάτας των ζιζανίων αγριοβαμβακιά (*Abutilon theophrasti* L.), ενώ έλεγε σε ποσοστό (80 το 89%) τα ζιζάνια τραχύ βλήτο (*Amaranthus retroflexus* L.) και μουχρίτσα (*Echinochloa-crus galli* L.). Όσον αφορά το ζιζάνιο λουβουδιά (*Chenopodium album* L.) ο έλεγχος που παρείχε το μίγμα δ.ο. ήταν 60 - 79%

Οι τιμές I_{90} για τις δυο τοποθεσίες ήταν για την πρώτη 0,07 - 1,300 kg δ.ο./ha (Harrow) και 0, 05 - 1,900 kg δ.ο./ha για την δεύτερη (Ridgetown). Το μίγμα παρείχε καλό έλεγχο καθόλη την καλλιεργητική περίοδο (59-97 ημέρες μετά την φύτευση) απαιτήθηκαν όμως δόσεις εφαρμογής μεγαλύτερες της συνιστώμενης. Εκτιμήθηκε ότι τα ζιζάνια αγριοβαμβακιά (*Abutilon theophrasti* L.) και τραχύ βλήτο (*Amaranthus retroflexus* L.) απαιτούσαν 3.200 και 7.100 g/ha αντίστοιχα ενώ για έλεγχο των ζιζανίων μουχρίτσα (*Echinochloa-crus galli* L.) και λουβουδιά (*Chenopodium album* L.) για όλη την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου η αποτελεσματική δόση ήταν 1900 g/ha. Για το ζιζάνιο πράσινη σετάρια (*Setaria viridis* L.) δόση 1400 g/ha ήταν αρκετή.

Παρατηρήθηκε επίσης χλώρωση των φυτών της τομάτας κατά την αρχή της καλλιεργητικής περιόδου που όμως δεν επηρέασε αρνητικά την παραγωγή.

Σε πείραμα (Kahramanoglu et al 2010, 15) που ως σκοπό του είχε να εκτιμήσει εάν εφαρμογή του metribuzin σε μικρότερες δόσεις από την συνιστώμενη (525 g δ.ο./ha) ήταν αποτελεσματικές στον έλεγχο των ζιζανίων τραχύ βλήτο (*Amaranthus retroflexus* L.) και άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis* L.) σε καλλιέργεια πατάτας βρέθηκαν τα εξής: όταν αυτό εφαρμόστηκε σε ποσότητα 240,8 και 293,2 g δ.ο./ha, το ξηρό βάρος του *Amaranthus retroflexus* L. μειώθηκε κατά 90% Για αντίστοιχη μείωση του *Sinapis arvensis* L. απαιτήθηκαν δόσεις 183.7 και 256.2 g δ.ο./ha .

Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα του flufenacet ο Vasilakoglou et al 2003 (16) αναφέρουν τα αποτελέσματα ελέγχου ζιζανίων από προφυτρωτική εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων alachlor και acetolachlor, τυποποιημένα σε EC και ME μορφή και των ζιζανιοκτόνων metolachlor, s-metolachlor, dimethenamid, and flufenacet ως EC.

Όλα τα εφαρμοζόμενα ζιζανιοκτόνα **προφυτρωτικά** παρείχαν πολύ καλό-άριστο του τραχύ βλήτου *Amaranthus retroflexus* L., της αγριοντοματιάς (*Solanum nigrum* L.), της μουχρίτσας (*Echinochloa-crus-galli* L.) και της πράσινης σετάριας (*Setaria viridis* L.) Αντίθετα ο τάτουλας (*Datura stramonium* L.) δεν ελέγχθηκε πλήρως. Οι ερευνητές συμπεραίνουν ότι τα ζιζανιοκτόνα **Flufenacet**, **s-metolachlor**, και **dimethenamid** αποτελούν αποτελεσματικές εναλλακτικές λύσεις των **acetolachlor**, **alachlor**, και **metolachlor**.

Μεταφυτρωτική εφαρμογή των παραπάνω ζιζανιοκτόνων σε μίγμα με **atrazine** έδωσε άριστο έλεγχο της αγριοντοματιάς, της λουβουδιάς, του ζιζανίου άντρακλα (*Portulaca oleracea* L.) και του τραχύ βλήτου αλλά για τα ζιζάνια σπονδυλωτή σετάρια (*Setaria verticillata* L.) και *Setaria viridis* L. κυμάνθηκε καλός έως άριστος. Η αποτελεσματικότητα τους μεταφυτρωτικά εναντίον των ζιζανίων αιματόχορτου (*Digitaria sanguinalis* L.) και (*Setaria glauca* L.) ήταν μέτρια έως καλή.

Όσον αφορά την υπολειμματικότητα των ζιζανιοκτόνων αυτών βρέθηκε ότι το **flufenacet** ήταν το πιο έμμοно από όλα τα εφαρμοζόμενα ζιζανιοκτόνα παρόλα αυτά σε δείγματα χώματος βάθους 0-10 cm που συλλέχτηκαν από τις μεταχειρίσεις 50 ημέρες μετά την εφαρμογή δεν ανιχνεύθηκαν υπολείμματα του φυτοφαρμάκου.

Ο έλεγχος των ζιζανίων *Solanum nigrum*, *Chenopodium album* και *Amaranthus retroflexus* από τα ζιζανιοκτόνα **flufenacet**, **s-metolachlor** και **pendimethalin** μελετήθηκε και από τους **Pannacci et al 2007 (17)**.

Τα ζιζανιοκτόνα **flufenacet** και **s-metolachlor** όταν εφαρμόστηκαν σε μίγματα προφυτρωτικά σε καλλιέργεια ηλίανθου παρείχαν άριστο έλεγχο των ζιζανίων και θεωρήθηκαν ως οι καλύτερες επιλογές για προφυτρωτική εφαρμογή. Συγκεκριμένα τα πειράματα έγιναν τα έτη 2002-2004 στην Κεντρική Ιταλία και δοκιμάστηκαν για την αποτελεσματικότητα ελέγχου των ζιζανίων, ζιζανιοκτόνα σε μίγματα σε προφυτρωτικές και μεταφυτρωτικές εφαρμογές. Το **flufenacet** συνδυάστηκε με τα ζιζανιοκτόνα **linuron** και **oxyfluorfen** σε δόση 360 g ai.ha^{-1} ενώ το **s-metolachlor** και με το **aclonifen**. Ο έλεγχος που παρείχαν τα μίγματα του **flufenacet** ήταν πάνω από 90% τόσο για τα προαναφερθέντα ζιζάνια όσο και για τα πολυανθή Ήρα (*Lolium multiflorum*), αγριοσινάπι (*Sinapis arvensis*), κοινό ηλιοτρόπιο *Heliotropium europaeum*, αγριομελιτζάνα (*Xanthium strumarium*), *Polygonum* sp. αγριοβαμβάκιά *Abutilon theophrasti*.



Το **pendimethalin** έλεγξε σε μικρότερο βαθμό μόνο του ή σε συνδυασμό με άλλα ζιζανιοκτόνα το ζιζάνιο. *Lolium multiflorum* L.

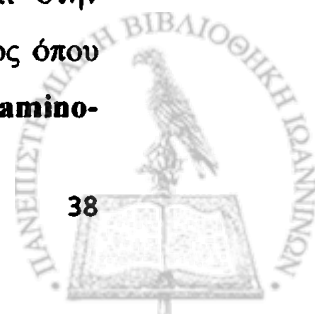
Μια άλλη ιδιότητα των ζιζανιοκτόνων που έχει μεγάλη σημασία είναι η ικανότητα τους να μετακινούνται είτε ως μητρικό μόριο είτε με την μορφή μεταβολιτών του αρχικού μορίου σε περιοχές που δεν έχει γίνει εφαρμογή τους προκαλώντας ρύπανση των σημείων μη-στόχων όπως για παράδειγμα στον υδροφόρο ορίζοντα. Γενικά η αποδόμηση όλων των φυτοφαρμάκων οδηγεί στον σχηματισμό μικρότερων, πιο πολικών και έτσι πιο υδατοδιαλυτών μεταβολιτών με μεγαλύτερη δυναμική από εκείνη του μητρικού μορίου να καταλήξουν στα υπόγεια ύδατα.

Στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες μπορεί να καταλήξουν μεγάλες ποσότητες φυτοφαρμάκων. Η δυνατότητα ενός φυτοφαρμάκου να καταλήξει μέσω έκπλυσης στα υπόγεια ύδατα εξαρτάται από τις ιδιότητες του. Σύμφωνα με τους **Cohen et al (18)** η δυναμική ενός φυτοφαρμάκου για πρόκληση ρύπανσης μέσω έκπλυσης είναι υψηλότερη όταν η υδατοδιαλυτότητα του είναι μεγαλύτερη από **30 ppm** ο συντελεστής προσρόφησης του στο έδαφος **K_{oc}** είναι **< 300-500** και ο χρόνος ημίσειας ζωής του στο έδαφος **DT₅₀** μεγαλύτερος από 2-3 εβδομάδες.

Η κίνηση ενός ζιζανιοκτόνου κατά μήκους του εδαφικού ορίζοντα εξαρτάται τόσο από την κίνηση του νερού όσο και από τις αλλαγές στη ικανότητα προσρόφησης συγκράτησης που παρουσιάζουν τα διαφορετικά στρώματα εδάφους που συνθέτουν τον εδαφικό ορίζοντα.

Αυτοί οι παράγοντες επηρεάζονται από τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους. Οι φυσικές ιδιότητες του όπως δομή και σύσταση καθορίζουν την κίνηση του νερού και των ζιζανιοκτόνων που βρίσκεται διαλελυμένα σε αυτό. Παράγοντες όπως το pH του εδάφους και η περιεκτικότητα του σε άργιλο και οργανική ουσία καθορίζουν την προσροφητική ικανότητα του εδάφους και άρα την συγκράτηση ή όχι του ζιζανιοκτόνου. Η αποδόμηση του επίσης χημική ή μικροβιακή καθορίζει επίσης την συγκέντρωση του ζιζανιοκτόνου που παραμένει στο έδαφος.

Οι **Henriksen et al 2004 (19)** μελέτησαν την ικανότητα έκπλυσης στο χωράφι του **metribuzin** και των μεταβολιτών του όταν το ζιζανιοκτόνο εφαρμόζεται στην συνιστώμενη δόση (245 g a.i./ha). Το πείραμα έγινε σε αμμοπηλώδες έδαφος όπου μελετήθηκε η αποδόμηση του ζιζανιοκτόνου και των μεταβολιτών (**desamino-**



metribuzin (DA-M), diketo –metribuzin (DK-M) και disaminodiketo-metribuzin (DADK-M) του και την προσρόφηση τους σε αμμοπηλώδες έδαφος σε απόσταση 5-20 cm από την επιφάνεια του εδάφους και πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (3-4 m από την επιφάνεια).

Το **metribuzin** διασπάστηκε στο επιφανειακό στρώμα εδάφους και στους τρεις μεταβολίτες του. Στο επιφανειακό στρώμα εδάφους παρατηρήθηκε αρχικά ταχύτατη μείωση του ζιζανιοκτόνου με μεγαλύτερη από 50% της αρχικής ποσότητας εφαρμογής μετά από **30 ημέρες**. Από εκεί και μετά ο ρυθμός αποδόμησής του μειώθηκε δίνοντας τιμή μείωσης στο 90% της αρχικής δόσης **DT₉₀=149 ημέρες**. Προηγούμενες μελέτες έχουν αναφέρει χρόνους ημίσειας ζωής για το ζιζανιοκτόνο 11-46 ημέρες **Hyzak and Zimdahl 1974 (20); Bowman, 1991 (21); Gallaher and Mueller, 1996(22) ; Lechon et al., 1997 (23); Di et al.,1998(24) .**

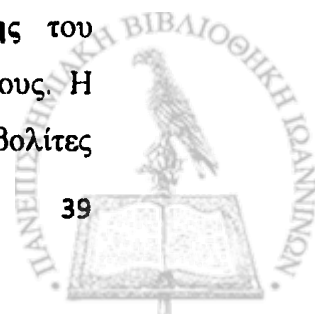
Κατά την περίοδο της γρήγορης αποδόμησης του ζιζανιοκτόνου (**16-33 ημέρες**) ο σχηματισμός των μεταβολιτών αντιστοιχούσε στο **12%** της αρχικής εφαρμοζόμενης ποσότητας αποδεικνύοντας ότι η απομάκρυνση του ζιζανιοκτόνου γίνεται κυρίως μέσω **προσρόφησής** του στο έδαφος.

Μετά τις 33 ημέρες και μέχρι τις 137 (περίοδος αργής αποδόμησης) η διάσπαση του ζιζανιοκτόνου στους μεταβολίτες του ήταν ο κύριος μηχανισμός απομάκρυνσής του από το έδαφος. Οι ποσότητες αυτές του **metribuzin** που διασπώνται προέρχονται πιθανότατα από **εκρόφηση** του από τα εδαφικά κολλοειδή και την οργανική ουσία του εδάφους η οποία είναι μια αναστρέψιμη διαδικασία όπως συμπεραίνουν οι ερευνητές.

Στο υπέδαφος η αποδόμηση του ζιζανιοκτόνου έγινε με πολύ αργό ρυθμό. Το **80%** της αρχικής δόσης βρέθηκε στο υπέδαφος ένα χρόνο μετά την εφαρμογή. Παρόμοιες μελέτες αναφέρουν DT₅₀ για το υπέδαφος **50-222** ημέρες (Moorman and Harper, 1989; Di et al., 1998; Webb and Aylmore, 2002).

Όσον αφορά συγκριτικά την προσρόφηση στο επιφανειακό στρώμα εδάφους του ζιζανιοκτόνου και των μεταβολιτών πιο ισχυρά δεσμεύτηκε ο μεταβολίτης DA ενώ παρατηρήθηκε η εξής κατάταξη **DA>metribuzin>DK>DADK**.

Οι ερευνητές συμπεραίνουν ότι η μεγαλύτερη ποσότητα του ζιζανιοκτόνου που εφαρμόζεται στο χωράφι χάνεται σχετικά γρήγορα μέσω **προσρόφησης** του ζιζανιοκτόνου στα εδαφικά κολλοειδή και στην οργανική ουσία του εδάφους. Η αργού ρυθμού περίοδος αποδόμησης γίνεται μέσω **διάσπασης** του στους μεταβολίτες



του και ελέγχεται από τον μηχανισμό εκρόφησής του. Λόγω διαφορών στην ισχύ με την οποία προσροφώνται στο έδαφος το **metribuzin** και το **DA-M** σε σχέση με τους άλλους δύο μεταβολίτες συγκρατούνται στο επιφανειακό στρώμα εδάφους ενώ το **DK-M** και **DADK-M** βρίσκονται σε μεγαλύτερες ποσότητες στο εδαφικό διάλυμα και είναι έτσι πιο εκτεθειμένες στο να εκπλυθούν και να καταλήξουν στον υδροφόρο ορίζοντα.

Όσο οι δυο τελευταίοι μεταβολίτες μετακινούνται περαιτέρω κατά μήκους του υπεδάφους το **DADK-M** λόγω ισχυρότερης προσρόφησής του σε σχέση με το **DK-M**, συγκρατείται σε μεγαλύτερο ποσοστό ενώ ο μεταβολίτης **DK** μπορεί να καταλήξει στον υδροφόρο ορίζοντα σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις από το ζιζανιοκτόνο και τους άλλους 3 μεταβολίτες του.

Το **metribuzin** χαρακτηρίζεται από σχετικά υψηλή υδατοδιαλυτότητα (1050 mg L^{-1}) στους 20°C . Η δυνατότητα να εκπλυθεί εξαρτάται από τις ιδιότητες του εδάφους που εφαρμόζεται και από τις επικρατούσες συνθήκες.

Ο **Harper 1988 (25)** μελέτησε την διακύμανση στην προσρόφηση του **metribuzin** κατά μήκος του εδαφικού ορίζοντα ιλυοαργιλοπηλώδους εδάφους συναρτήσει των διαφορετικών ιδιοτήτων των εδαφικών στρωμάτων. Έμφαση δόθηκε στο **pH**, και την περιεκτικότητα των εδαφικών στρωμάτων σε άργιλο και οργανική ουσία. Γενικά το **metribuzin** φάνηκε να προσροφάται σε μικρό βαθμό με συντελεστές προσρόφησης **Freundlich Constants** μεταξύ $0,78-1,34 \mu\text{mole/Kg}$.

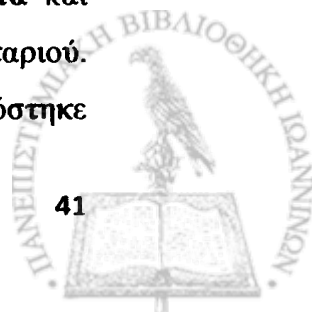
Από το πείραμα αυτό φάνηκε ότι τα χαμηλότερα εδαφικά στρώματα με **pH >7** και περιεκτικότητα σε άργιλο **> 35%** προσρόφησαν περισσότερο ζιζανιοκτόνο από ότι τα επιφανειακά στρώματα που χαρακτηρίζονταν με μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε οργανική ουσία. Γενικά η προσρόφηση συσχετίστηκε σε μεγαλύτερο βαθμό με το **pH** του εδάφους και την περιεκτικότητά του σε άργιλο ($r^2=0,86$). Η οργανική ουσία ήταν από τις εδαφικές ιδιότητες που δεν καθόριζαν σε μεγάλο βαθμό την προσρόφηση του ζιζανιοκτόνου. Επίσης παρατηρήθηκε ότι το ζιζανιοκτόνο αποδεσμεύονταν εύκολα γεγονός που αποδεικνύει ότι δεν γίνεται μη διαθέσιμο όταν προσροφάται. Το πείραμα αυτό έδειξε ότι οι ιδιότητες των εδαφικών στρωμάτων κατά μήκος του εδαφικού ορίζοντα καθορίζουν την δέσμευση του **metribuzin** και συνεπώς την ικανότητα έκπλυσης του στα υπόγεια ύδατα.

Σε πειράματα αγρού που έγιναν στην Λουιζιάνα των ΗΠΑ (Kim and Feagleg 2002, 26) προσδιορίστηκαν ο χρόνος ημίσειας ζωής, η προσρόφηση στο έδαφος και η δυνατότητα ρύπανσης υπόγειων υδάτων των ζιζανιοκτόνων **metolachlor**, **metribuzin** και **trifluralin**. Ο χρόνος ημίσειας ζωής του **metribuzin** στο επιφανειακό στρώμα εδάφους (0-15 cm) βρέθηκε να είναι 29,8 ημέρες. Βρέθηκε επίσης ότι το 75,4% της συνολικής ποσότητας του **metribuzin** σε βάθος 0-60 cm εντοπίστηκε στο επιφανειακό στρώμα 0-15 cm 30 ημέρες μετά την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου. Οι ίδιοι ερευνητές αναφέρουν ότι η συγκέντρωση του **metribuzin** σε υδροφόρους ορίζοντες κοντά στην επιφάνεια του εδάφους όπως αυτοί του πειράματος ήταν 0,70-27,75 ppm και 1,91-3,83 ppm για απόσταση από την επιφάνεια 1 και 2 m αντίστοιχα 62 ημέρες μετά την εφαρμογή. Οι ερευνητές συμπεραίνουν ότι το **metribuzin** αν και προσροφάται εύκολα στο έδαφος και παραμένει επιφανειακά έχει μεγάλη ικανότητα να εκπλύνεται και να καταλήγει σε υδροφόρους ορίζοντες που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους.

Παρόμοια αποτελέσματα όσον αφορά τον χρόνο που απαιτήθηκε για την αποδόμηση του **metribuzin** στο έδαφος αναφέρουν και οι ερευνητές Bouchard et al 1982 (27). Ο χρόνος που απαιτήθηκε να μειωθεί στο μισό η εφαρμοζόμενη συγκέντρωση ήταν 2,6 εβδομάδες σε ύλοπηλώδες έδαφος και σε βάθος 10-20 cm από την επιφάνεια του εδάφους. Προσδιορίστηκε επίσης η προσρόφηση του ζιζανιοκτόνου σε σχέση με τα ζιζανιοκτόνα **fluometuron** και **metolachlor** σε βάθος 10-20 και 40-50 cm από την επιφάνεια του εδάφους. Σύμφωνα με τους ερευνητές η προσρόφηση ήταν μεγαλύτερη στο κοντινότερο στην επιφάνεια του εδάφους στρώμα ενώ η κατάταξη των τριών ζιζανιοκτόνων όσον αφορά την προσρόφηση ήταν **fluometuron=metolachlor>metribuzin**. Το λιγότερο έμμοно από τα τρία ζιζανιοκτόνα ήταν το **metribuzin**.

Όσον αφορά το **flufenacet** έχει αναφερθεί ότι ο χρόνος ημίσειας ζωής του σε σχέση με άλλα αμίδια είναι μεγαλύτερος λόγω του ότι η υδρόλυση του αμιδικού δεσμού του γίνεται πιο δύσκολα από ότι σε ζιζανιοκτόνα όπως το **propachlor**, **alachlor** και **metolachlor**.

Οι ερευνητές Rouchard et al 1999 (28) μελέτησαν την υπολειμματικότητα και κινητικότητα του **flufenacet** στο έδαφος σε καλλιέργειες καλαμποκιού και σιταριού. Το πείραμα έγινε σε αμμοπηλώδες έδαφος και το **flufenacet** εφαρμόστηκε

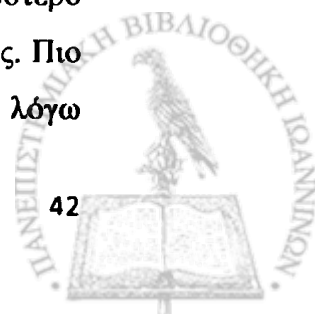


προσπαρτικά σε καλλιέργειες **καλαμποκιού** που σπάρθηκαν τον Μάιο και Ιούνιο σε δόση 600 g ha^{-1} και σε δόση 240 g ha^{-1} στο χειμερινό σιτάρι. Εδαφικά δείγματα πάρθηκαν από βάθος 0-10, 10-15 και 15-20 cm και στις τρεις καλλιέργειες. Στο χειμερινό σιτηρό πάρθηκαν δείγματα κατά τους πρώτους πέντε μήνες της καλλιέργειας από βάθη 0-2, 2-4, 4-6 και 6-8 cm. Ο χρόνος ημίσειας ζωής ήταν 98, 74 και 56 ημέρες για το καλαμπόκι που σπάρθηκε τον Μάιο, Ιούνιο και σιτηρό αντίστοιχα. Κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου των καλλιεργειών καλαμποκιού το **flufenacet** παρέμεινε στο εδαφικό στρώμα 0-10 cm παρόλη την μεγάλη βροχόπτωση τις περιόδους αυτές. Απειροελάχιστες ποσότητες του ζιζανιοκτόνου ανιχνεύτηκαν στα 10-15 cm 2-3 μήνες από την εφαρμογή ενώ ποτέ δεν ανιχνεύτηκε σε βάθος 15-20 cm.

Όσον αφορά το σιτάρι το ζιζανιοκτόνο παρέμεινε μετά την εφαρμογή στα 0-2 cm. Ένα μήνα μετά την εφαρμογή η μεγαλύτερη συγκέντρωση του **flufenacet** βρέθηκε σε βάθος 2-4 cm ενώ μόνο μικρές ποσότητες του σταδιακά μετακινήθηκαν σε μεγαλύτερα βάθη. Στο βάθος 2-4 cm παρέμεινε για αρκετό χρονικό διάστημα περίπου μέχρι ένα μήνα πριν την συγκομιδή παρέχοντας έτσι προστασία από τα ζιζάνια. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν την μικρή ικανότητα του ζιζανιοκτόνου να εκπλύνεται και να μετακινείται κατά μήκος του εδαφικού ορίζοντα γεγονός που δικαιολογείται από την μικρή υδατοδιαλυτότητα του (56 mg L^{-1}) και συντελεστή προσρόφησης $K_a = 354$ για αμμοπηλώδη εδάφη. Ενδιαφέρον επίσης είναι ότι κατά την συγκομιδή και των τριών καλλιεργειών δεν ανιχνεύτηκε σε κανένα εδαφικό στρώμα πράγμα το οποίο σημαίνει ότι δεν δημιουργεί προβλήματα φυτοτοξικότητας σε επόμενη καλλιέργεια.

Οι **Vasilakoglou et al 2001 (29)** μελέτησαν την επίδραση στην αύξηση των ριζών βρώμης σε βιοδοκιμές διαφόρων ζιζανιοκτόνων μεταξύ αυτών και του **flufenacet s-metolachlor**, **dimethenamid** και **metolachlor** και διαφορετικών σκευασμάτων του **alachlor** και **acetolachlor** (EC, ME) καθώς και η προσρόφηση και η έκπλυση των ζιζανιοκτόνων αυτών. Η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων έγινε σε ιλοπηλώδες και αμμώδες έδαφος.

Το **flufenacet** σε σχέση με τα άλλα εφαρμοζόμενα ζιζανιοκτόνα μείωσε περισσότερο την αύξηση της ρίζας της βρώμης και στο ιλοπηλώδες και στο αμμώδες έδαφος. Πιο έντονη ήταν η μείωση όπως ήταν αναμενόμενο στο αμμώδες έδαφος λόγω



μικρότερης συγκέντρωσης σε οργανική ουσία και άργιλο. Όσον αφορά την προσρόφηση η σειρά κατάταξης των ζιζανιοκτόνων ήταν η εξής: **alachlor ME> acetolachlor ME> acetolachlor EC> flufenacet> alachlor EC> metolachlor>s-metolachlor>dimethenamid**. Λόγω μειωμένης προσρόφησης τα ζιζανιοκτόνα **s-metolachlor** και **dimethenamid** παρουσίασαν τον μεγαλύτερο βαθμό έκπλυσης.

Αξίζει τέλος να σημειωθεί η αναφορά στην διεθνή βιβλιογραφία ανθεκτικών βιότυπων ζιζανίων σε ζιζανιοκτόνα της ομάδας των τριαζινών έχουν απομονωθεί εδώ και δεκαετίες. Σύμφωνα με (30) μέχρι το 2006 βρέθηκαν ανθεκτικοί βιότυποι 78 διαφορετικών ειδών ζιζανίων. Σε αυτά περιλαμβάνονται τα ζιζάνια: *Amaranthus retroflexus* L, *Chenopodium album* L., *Solanum nigrum* L., *Senecio vulgaris* L., *Datura stramonium* L. κ.α.

Η εφαρμογή των τριαζινών (ομάδα C₁) ασκεί υψηλή πίεση επιλογής και ο κίνδυνος εμφάνισης ανθεκτικών βιοτύπων σε ένα πληθυσμό ζιζανίων είναι μεγάλος (Beckie et al 2006, 31) όπως αυτό αποδεικνύεται από την αναφορά μεγάλου αριθμού ανθεκτικών ειδών σε αυτές (Heap 2011, 32). Άλλα ζιζανιοκτόνα παρεμποδιστές του φωτοσυστήματος II επιδεικνύουν χαμηλή με μέτρια πίεση επιλογής (ομάδα C₂) ή χαμηλή (ομάδα C₃). Το metribuzin και γενικά οι τριαζινόνες ανήκουν στην ομάδα C₃ αλλά για κάποια ζιζάνια (*Chenopodium album*) όπως φαίνεται και στον Πίνακα 4 (Herbicide cross resistance in weeds 5) ο κίνδυνος εμφάνισης ανθεκτικότητας μετά από παρατεταμένη χρήση είναι μεγάλος.

Πίνακας 4. Δείκτης ανθεκτικότητας σε τριαζίνες και τριαζινόνες για διάφορα είδη ζιζανίων Πηγή(32)

Είδη ζιζανίων	Τριαζίνες	Τριαζινόνες	Σημείο μετάλλαξης
	Δείκτης Ανθεκτικότητας		
<i>Amaranthus powellii</i>	L*	L-M	Val219
Numerous species	H-VH	M	Ser264
<i>Portulaca oleracea</i> L.	VH	S	
<i>Senecio vulgaris</i> L.	S	L	Asn266
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.)	S	L-H	Phe 255
<i>Chenopodium album</i> L.	S	H	Ala 251

*susceptible biotype: S, herbicide susceptible, <2; L (low), 2-5; M (moderate), 6-10; H (high), 10-100; VH (very high), >100.

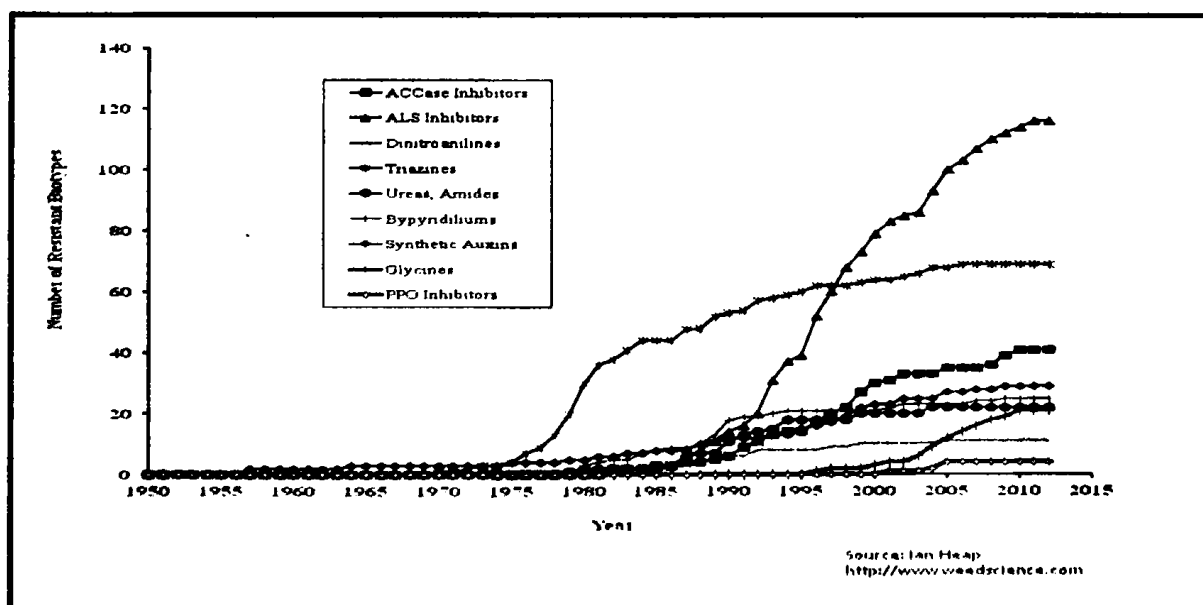
Η μετάλλαξη που παρουσιάζουν οι ανθεκτικοί βιότυποι ζιζανίων αφορούν το γονίδιο *psbA* που ελέγχει τον σχηματισμό πολυπεπτιδίου στις μεμβράνες των χλωροπλαστών



και περιέχει το σημείο προσκόλλησης των ζιζανιοκτόνων που δρουν στο Φωτοσύστημα II. Αλλαγές στα αμινοξέα που συνθέτουν το πολυπεπτίδιο αυτό π.χ. από serine σε glycine οδηγεί στην εμφάνιση ανθεκτικότητας.

Σύμφωνα με International Survey of Herbicide Resistant Weeds (30) για την αγριοτοματιά ανθεκτικότητα σε διάφορες χώρες παγκοσμίως έχουν αναφερθεί μόνο για τις τριαζίνες atrazine, cymazine και terbutylazine. Καμιά αναφορά δεν έχει γίνει για το metribuzin. Στο Γράφημα 2 παρουσιάζονται ο αριθμός ανθεκτικών ζιζανίων που έχουν αναφερθεί ανά κατηγορία ζιζανιοκτόνων με την πάροδο του χρόνου.

Αντίθετα σύμφωνα με την παραπάνω πηγή αναφορές για ανθεκτικότητα του ζιζανιού λουβουδιά στο metribuzin έχουν γίνει σε περιοχές των ΗΠΑ και στην Ελλάδα. Στην Ελλάδα φαίνεται ότι οι ανθεκτικοί βιότυποι βρίσκονται εντοπισμένα σε 2-5 περιοχές που όμως αυξάνονται και η εκτιμώμενη έκταση που καταλαμβάνουν είναι 11-50 acres (30 & 33).



Γράφημα 2. Αριθμός ανθεκτικών ζιζανίων που έχουν αναφερθεί ανά οικογένεια ζιζανιοκτόνων και η μεταβολή του χρονικά

Οι Eleutheroxinos et al 2000 (33) αναφέρουν ότι σε πειράματα θερμοκηπίου κατά τα έτη 1996-1998 το metribuzin δεν έλεγξε τους ανθεκτικούς βιότυπους R τόσο του *Amaranthus retroflexus* όσο και του *Chenopodium album* ακόμη και σε δόση 8 φορές μεγαλύτερη από την συνιστώμενη στην πατάτα ($1960 \text{ g δ.ο. ha}^{-1}$). Σε πειράματα αγρού το metribuzin παρείχε μερικό έλεγχο των ανθεκτικών βιοτύπων και των δύο ειδών.

10.2 S-METOLACHLOR

Το *metolachlor* χρησιμοποιείται κυρίως για τον έλεγχο αγρωστωδών ζιζανίων αν και είναι αποτελεσματικό και στον έλεγχο ορισμένων πλατύφυλλων ζιζανίων όπως *Cyperus esculentus*. Πρόκειται για ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο ζιζανιοκτόνο που μόνο το 1996 εφαρμόστηκε στο 30% της καλυπτόμενης έκτασης από καλαμπόκι στις ΗΠΑ και στο 3% της καλλιεργούμενης σόγιας σύμφωνα με στοιχεία της USDA. Αποτελείται από δύο R και δύο S-ισομερή σε ίσες αναλογίες. Τα s-ισομερή του *metolachlor* παρέχουν μεγαλύτερη ζιζανιοκτόνο δράση από ότι τα R. Το s-*metolachlor* περιέχει τα s-ισομερή σε ποσότητα > 80% και λόγω αυτού του εμπλουτισμού του η βιολογική του δράση είναι μεγαλύτερη από του *metolachlor* για την ίδια δόση. Η ανάπτυξη του s-*metolachlor* επέτρεψε την μείωση της εφαρμοζόμενης δόσης διατηρώντας την βιολογική του απόδοση.

Στην Ελλάδα έχει αριθμό και ημερομηνία έγκρισης κυκλοφορίας ως **Dual Gold 96 EC** (Syngenta Crop Protection Ελβετία 7708/15-7-08. Η περιεκτικότητα του στην δ.ο. είναι 96% β/ο. Είναι εγκεκριμένο για χρήση σε καλλιέργειες καλαμποκιού, ζαχαρότευτλου, βαμβακιού, τομάτας, καπνού και πατάτας.

Στην πατάτα συνίσταται από την εταιρεία να γίνεται εφαρμογή του σκευάσματος προφυτρωτικά ως προς τα ζιζάνια και την καλλιέργεια με καθολικό και ομοιόμορφο ψεκασμό της επιφάνειας του εδάφους σε δόση εφαρμογής 100-130 ml/στρ.

Το ζιζάνιο αγριοτοματιά (*Solanum nigrum* L.) αναφέρεται στην απόφαση έγκρισης του σκευάσματος ως ευαίσθητο ζιζάνιο ενώ η λουβουδιά (*Chenopodium album* L.) ως μέτρια ευαίσθητο ζιζάνιο. Στην πατάτα αναφέρεται επίσης ότι μπορεί να συνδυαστεί με Sencor 70 WG στις χαμηλότερες εγκεκριμένες δόσεις.

Πειράματα αγρού έγιναν κατά τα έτη 1995 και 1996 (O Conell et al 1998, 34) στην Ευρώπη για εκτίμηση της αποτελεσματικότητας του s-*metolachlor* σε σχέση με το *metolachlor*. Η δόση εφαρμογής του s-*metolachlor* ήταν ίση με το 63-67% της δόσης που εφαρμοζόταν μέχρι τότε το *metolachlor* (1500-3000 g/ha). Το ζιζανιοκτόνο παρείχε πλήρη έλεγχο των ζιζανίων μουχρίτσα (*Echinochloa crus-galli* L.), *Setaria* spp., αιματόχορτο (*Digitaria sanguinalis* L.) και βέλιουρα (*Sorghum halepense* L.) σε δόσεις μικρότερες από τις αντίστοιχες εφαρμογής του *metolachlor*.

Όσον αφορά την υπολειμματική διάρκεια του **s-metolachlor** και γενικά των ζιζανιοκτόνων που δρουν στο έδαφος πρέπει να είναι τόση ώστε να αποτρέπει τον ανταγωνισμό από τα ζιζάνια κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας αλλά και να μην διαρκεί τόσο ώστε να επηρεάζεται η επόμενη καλλιέργεια που θα ακολουθήσει στον αγρό.

Ένα από τα πλεονεκτήματα του s-metolachlor είναι η ότι η υπολειμματική του δράση είναι επαρκής σε ζιζάνια που φυτρώνουν προς το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου σε σχέση με άλλα ζιζανιοκτόνα με παραπλήσιο τρόπο δράσης (Hugo et al 1990 35, Rahman and James 1994, 36).

Η αποδόμηση του s-metolachlor και metolachlor στο έδαφος μελετήθηκε σε εργαστηριακές δοκιμές. Ο χρόνος ημίσειας ζωής και των δυο ζιζανιοκτόνων ήταν παρόμοιος σε εδάφη από διάφορες περιοχές των ΗΠΑ και της Ελβετίας με μέσο όρο **43 και 48 ημέρες** για το s-metolachlor και το metolachlor αντίστοιχα (s-metolachlor paper).

Οι παραπλήσιοι χρόνοι ημίσειας ζωής για τα δύο ζιζανιοκτόνα επιβεβαιώθηκαν με βιοδοκιμές σε πειράματα στο θερμοκήπιο και στον αγρό. Σε αυτά χρησιμοποιήθηκαν τα ζιζάνια *Echinochloa crus-galli*, και *Setaria viridis* και συγκομίστηκαν σε τακτά χρονικά διαστήματα από εδάφη που ίσες ποσότητες από τα δύο ζιζανιοκτόνα είχαν εφαρμοστεί.

Επίσης σε μελέτες που αφορούσαν την τύχη και συμπεριφορά του s-metolachlor κάτω από συνθήκες αγρού βρέθηκε ότι ο χρόνος ημίσειας ζωής του ήταν **23 ημέρες (Πίνακας 5)** μικρότερος από τον αντίστοιχο που βρέθηκε σε πειράματα σε εργαστηριακές δοκιμές. Γεγονός που αντισταθμίζει διαφορές στις συνθήκες που επικρατούν στον αγρό κυρίως όσον αφορά την μικροβιακή δραστηριότητα, την θερμοκρασία, την εδαφική υγρασία και τον τύπο του εδάφους.

Πίνακας 5. Χρόνος ημίσειας ζωής DT_{50} για το s-metolachlor σε συνθήκες αγρού σε διάφορες περιοχές Πηγή O Connel et al 1998 (34)

<i>Τοποθεσία</i>	<i>Τύπος εδάφους</i>	<i>DT_{50} Ημέρες</i>
<i>Ελβετία</i>	<i>Αμμοπηλώδες</i>	<i>24</i>
<i>Ελβετία</i>	<i>Αμμοπηλώδες</i>	<i>25</i>
<i>Ελβετία</i>	<i>Αμμοπηλώδες</i>	<i>11</i>
<i>Ελβετία</i>	<i>Ιλσοπηλώδες</i>	<i>18</i>
<i>Γαλλία</i>	<i>Ιλυαργιλοπηλώδες</i>	<i>30</i>
<i>Γαλλία</i>	<i>Πηλώδες</i>	<i>30</i>

Από όσα προκύπτουν από τα παραπάνω πειράματα η αποδόμηση του s-metolachlor είναι γρήγορη και συνεπώς δεν υπάρχουν περιορισμοί για την καλλιέργεια που θα ακολουθήσει στο χωράφι μετά την εφαρμογή του.

Όσον αφορά την δυνατότητα του να καταλήξει σε υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες αυτή εξαρτάται από την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία και άργιλο και την μικροβιακή δραστηριότητα του εδάφους (Peter and Weber 1985 37). Η γρήγορη αποδόμηση του σε συνδυασμό με την μειωμένη κατά 35% δόση εφαρμογής σε σχέση με το metolachlor φαίνεται να μειώνουν τον κίνδυνο ρύπανσης των υπόγειων υδάτων.

Σύμφωνα με τους Patakious et al, 2002 (38) η προσρόφηση του metolachlor περιγράφεται από το μοντέλο Freundlich. Αυτό αποδεικνύεται από πείραμα μελέτης της προσρόφησης και εκρόφησης του metolachlor και άλλων φυτοφαρμάκων σε εδάφη με διαφορετική περιεκτικότητα σε οργανική ουσία (0,48-10,4%). Η προσρόφηση του ζιζανιοκτόνου ήταν ανάλογη της αύξησης της περιεκτικότητας του εδάφους σε οργανική ουσία η οποία αποτελεί και την καθοριστική ρυθμιστική παράμετρο προσρόφησης του metolachlor στο έδαφος. Η προσροφούμενη ποσότητα του ήταν 69,2% για εύρος συγκεντρώσεως 1-20 ppm. Συγκριτικά με τα alachlor, EPTC, chlorothalonil, και pirimiphos-methyl, το metolachlor παρουσίασε την μικρότερη τάση προσρόφησης στο έδαφος. Σύμφωνα με τους ερευνητές σε εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία το metolachlor προσροφάται στο έδαφος και έτσι αποφεύγεται η ρύπανση των υπόγειων υδάτων ενώ για εδάφη φτωχά σε οργανική ουσία το ζιζανιοκτόνο μπορεί να μετακινηθεί κατά μήκος του εδαφικού ορίζοντα.



Αναφέρεται επίσης για το **metolachlor** ότι μετά από χρήση δεκαετιών οι περιπτώσεις ανθεκτικών ζιζανίων που έχουν αναφερθεί είναι ελάχιστες. (30).

Σύμφωνα με τους **O'Connell et al, 1998** το **s-metolachlor** μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο σε προγράμματα και στρατηγικές ολοκληρωμένης διαχείρισης ζιζανίων λόγω των βιολογικών ιδιοτήτων του (άριστος έλεγχος αγροστωδών ζιζανίων, εκλεκτικότητα), του χαμηλού κινδύνου ανάπτυξης ανθεκτικών ζιζανίων που μπορεί να προκαλέσει η χρήση του, της μικρής υπολειμματικής διάρκειας που δεν θέτει περιορισμούς σε καλλιέργειες που θα ακολουθήσουν στον αγρό μετά την εφαρμογή του, του μικρού κινδύνου έκπλυσης που παρουσιάζει και της ικανότητας του να μπορεί να εφαρμοστεί σε συστήματα μειωμένης κατεργασίας του εδάφους. Επιπρόσθετα είναι ένα από εγκεκριμένα ζιζανιοκτόνα με την μικρότερη συνιστώμενη δόση εφαρμογής και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συστήματα διαχείρισης ζιζανίων μειωμένων εισροών, χαμηλού κινδύνου και περιβαλλοντικά συμβατών.

10.3 PENDIMETHALIN

Το **pendimethalin** είναι το κοινό όνομα του N-(1-ethylpropyl)-2,6-dinitro-3,4-xylidine. Ανήκει στις δινιτροανιλίνες και δρα εκλεκτικά κατά ετήσιων αγροστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων σε διάφορες καλλιέργειες. Απορροφάται από τις ρίζες και παρεμποδίζει την κυτταρική διαίρεση και επιμήκυνση.

Στην Ελλάδα έχει αριθμό και ημερομηνία έγκρισης χρήσης ως **Stomp 330 EC 33% β/ο (BASF SE Γερμανία)** 7070/16-3-2009 σε διάφορες κηπευτικές καλλιέργειες στον καπνό, στο σιτάρι στο βαμβάκι, στην πατάτα, σε δενδρώδεις καλλιέργειες, στο αμπέλι κ.α. κατά διαφόρων ετήσιων αγροστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων. Στη χώρα μας χρησιμοποιείται κυρίως προσπαρτικά με ενσωμάτωση στις καλλιέργειες αρακά, αραχίδας, καρότου, ηλιάνθου, σόγιας, ρεβιθιού, βαμβακιού και φασολιών (39). Επίσης συνίσταται η εφαρμογή του πριν την μεταφύτευση καπνού, κουνουπιδιού, λάχανου, μαρουλιού, μελιτζάνας, τομάτας και πιπεριάς (39). Η εφαρμογή του συνίσταται να γίνεται αμέσως μετά τη σπορά χειμερινών σιτηρών, πατάτας, κουκιών, πράσου, κρεμμυδιού και σκόρδου.

Στην πατάτα η συνιστώμενη δόση εφαρμογής του είναι **400-600 ml/στρ.** και η εφαρμογή του συνίσταται να γίνεται προφυτρωτικά της καλλιέργειας επιφανειακά. Από την εταιρεία παραγωγής του αναφέρεται η λουβουδιά (*Chenopodium album* L.) είναι ευαίσθητη στο ζιζανιοκτόνο.

Μελέτες στο εργαστήριο και στον αγρό έχουν δείξει ότι το ζιζανιοκτόνο προσροφάται ισχυρά στα εδαφικά κολλοειδή και μόνο ελάχιστες ποσότητές του μεταφέρονται κατά μήκος του εδαφικού οριζοντα (40). Σύμφωνα με τους ερευνητές **Zheng et al 1993 (40)** η μετακίνηση του έφτασε μέχρι τα 15 cm από την επιφάνεια του εδάφους (40) ενώ το μεγαλύτερο % της αρχικής του συγκέντρωσης εντοπίστηκε στο επιφανειακό στρώμα εδάφους (0-3 cm). Οι ίδιοι ερευνητές υπολόγισαν τον χρόνο ημίσειας ζωής του ζιζανιοκτόνου στις 35 ημέρες κάτω από τις συνθήκες του πειράματος. Το ίδιο συμπεραίνουν και οι ερευνητές **Smith et al 1995 (41)** και αναφέρουν ότι σε μια περίοδο 350 ημερών από την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου αυτό δεν μετακινήθηκε κάτω από τα 10 cm από την επιφάνεια του εδάφους. Είναι αρκετά έμμοιο με μεγάλη υπολειμματική διάρκεια που επηρεάζει και τις επόμενες καλλιέργειες που ακολουθούν στο χωράφι.

Πολλές ερευνητικές εργασίες αναφέρουν την αποδόμηση του pendimethalin κάτω από ποικίλες εδαφοκλιματικές και περιβαλλοντικές συνθήκες. Είναι γενικά παραδεκτό ότι όπως και άλλα ζιζανιοκτόνα που ανήκουν στις δινιτροανιλίνες αποδομείται με πιο γρήγορο ρυθμό κάτω από αναερόβιες παρά κάτω από αερόβιες συνθήκες (42).

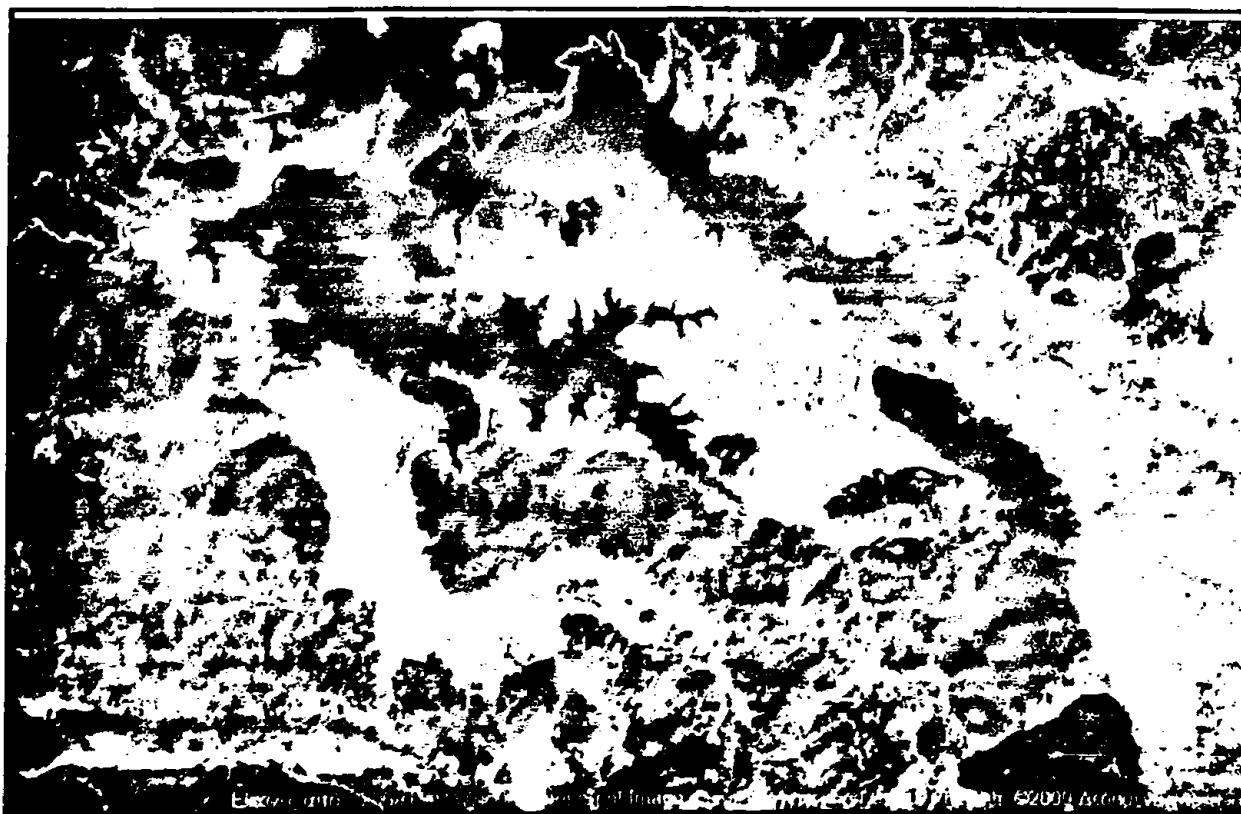
Οι ερευνητές **Tsiropoulos and Lolas 2003 (43)** σε ερευνητική εργασία σε περιοχές της Θεσσαλίας μελέτησαν την αποδόμηση του ζιζανιοκτόνου για δυο έτη σε διάφορα αγροτεμάχια με βαμβάκι και κάτω από διαφορετικές συνθήκες ποτίσματος.

Το **pendimethalin** εφαρμόστηκε σε δόσεις 1,1 1,32 και 0,96 kg δ.ο. ha⁻¹ σε τρία διαφορετικά εδάφη (αργιλοπηλώδες, αργιλώδες και αμμοαργιλοπηλώδες) και στις δυο περιοχές τον πρώτο χρόνο τα αγροτεμάχια ποτιστήκαν με τεχνητή βροχή τις δυο πρώτες φορές και την τρίτη φορά με σύστημα σταγόνας ενώ στην τρίτη περιοχή με τεχνητή βροχή εξολοκλήρου. Μετά από **150 ημέρες** από την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου τα υπολείμματα του φυτοφαρμάκου που βρέθηκαν αντιστοιχούσαν στο **10-18%** της αρχικά μετρούμενης ποσότητας. Διαφορές υπήρχαν στις ανιχνεύσιμες ποσότητες στα χωράφια που ποτίστηκαν με τις δυο μεθόδους μεταξύ της περιοχής πάνω στην γραμμή ποτίσματος με σταγόνα και στον χώρο εκτός από αυτή. Συγκεκριμένα η αποδόμηση πάνω στην γραμμή ποτίσματος ήταν πιο γρήγορη και στις 150 ημέρες από την εφαρμογή οι ποσότητες που ανιχνεύτηκαν αντιστοιχούσαν στο 60 και 75 % της συγκέντρωσης εκτός γραμμής (ξηρή περιοχή) για τα δυο έτη που έγιναν τα πειράματα αντίστοιχα.

Επιπλέον ο χρόνος ημίσειας ζωής του **pendimethalin** εκτιμήθηκε μεταξύ **43-62** ημέρες. Επίσης σε 230 ημέρες από την εφαρμογή το ζιζανιοκτόνο δεν εκπλύθηκε και δεν βρέθηκε κάτω από τα 10 cm από την επιφάνεια του εδάφους

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Οροπέδιο *Πολιτσές* Χρυσοβίτσας βρίσκεται 15 km βορειοδυτικά του Μετσόβου σε υψόμετρο 1340 m. και είναι μέρος της ευρύτερης περιοχής της λίμνης των πηγών Αώου (Εικόνα 2). Εκεί βρίσκεται ο ταμιευτήρας του υδροηλεκτρικού σταθμού γνωστός ως «*Λίμνη πηγών Αώου*». Η περιοχή της λίμνης πηγών Αώου βρίσκεται εντός της λεκάνης απορροής Αώου – Σαραντάπορου και ανήκει στο Υδατικό Διαμέρισμα της Ηπείρου το οποίο καλύπτει το βορειοδυτικό τμήμα της Χώρας. Κύριο χαρακτηριστικό αυτού του υδατικού διαμερίσματος είναι το μεγάλο ύψος βροχοπτώσεων με μέσο ετήσιο ύψος βροχής στα 1500 mm ετησίως.

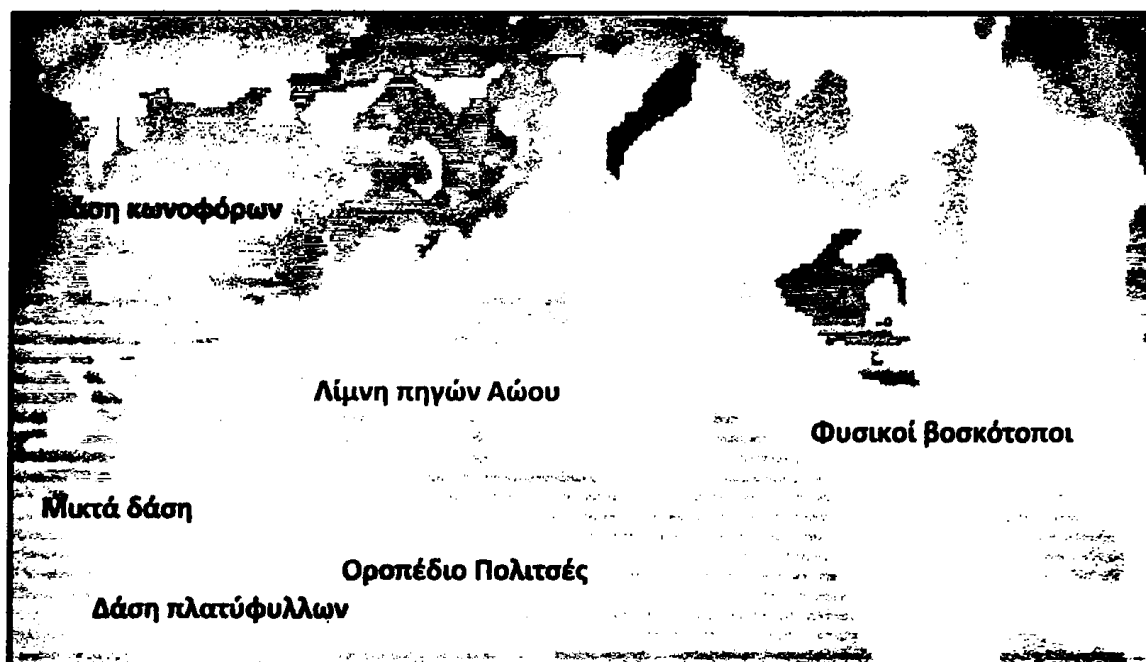


Εικόνα 2. Δορυφορική φωτογραφία περιοχής Λίμνης Πηγών Αώου.

Οι χρήσεις γης στην περιοχή γύρω από την λίμνη είναι κύρια η κτηνοτροφία, η γεωργία και η δασοπονία. Όπως φαίνεται και στον χάρτη που ακολουθεί (Εικόνα 3) ανατολικά και βορειοανατολικά του τεχνητού ταμιευτήρα νερού υπάρχουν φυσικοί βοσκότοποι και χορτολιβαδικές εκτάσεις που καταλήγουν στις δυο κολπικές απολήξεις της λίμνης.

Στα νότια της λίμνης κάτω από τα τρία αυχενικά φράγματα και το βοηθητικό φράγμα του Υδροηλεκτρικού Σταθμού, εκτείνεται το οροπέδιο Πολιτσές όπου γίνεται η καλλιέργεια της πατάτας. εδώ και περίπου 40 χρόνια.

Οι υπόλοιπες εκτάσεις είναι δασικές ή δασώδεις. Βόρεια και βορειοδυτικά υπάρχουν δάση κωνοφόρων, ενώ νότια και εκατέρωθεν του οροπεδίου Πολιτσές απλώνονται δάση πλατύφυλλων .

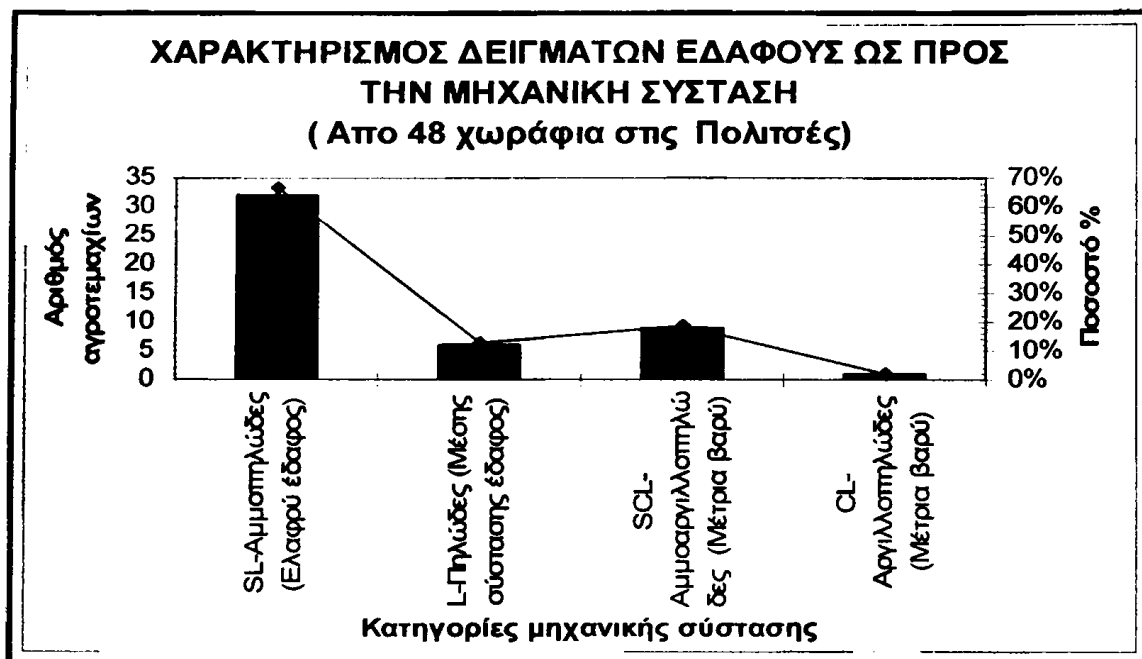


Εικόνα3. Χάρτης χρήσεων γης βάση Corine 2000 στην περιοχή της λίμνης

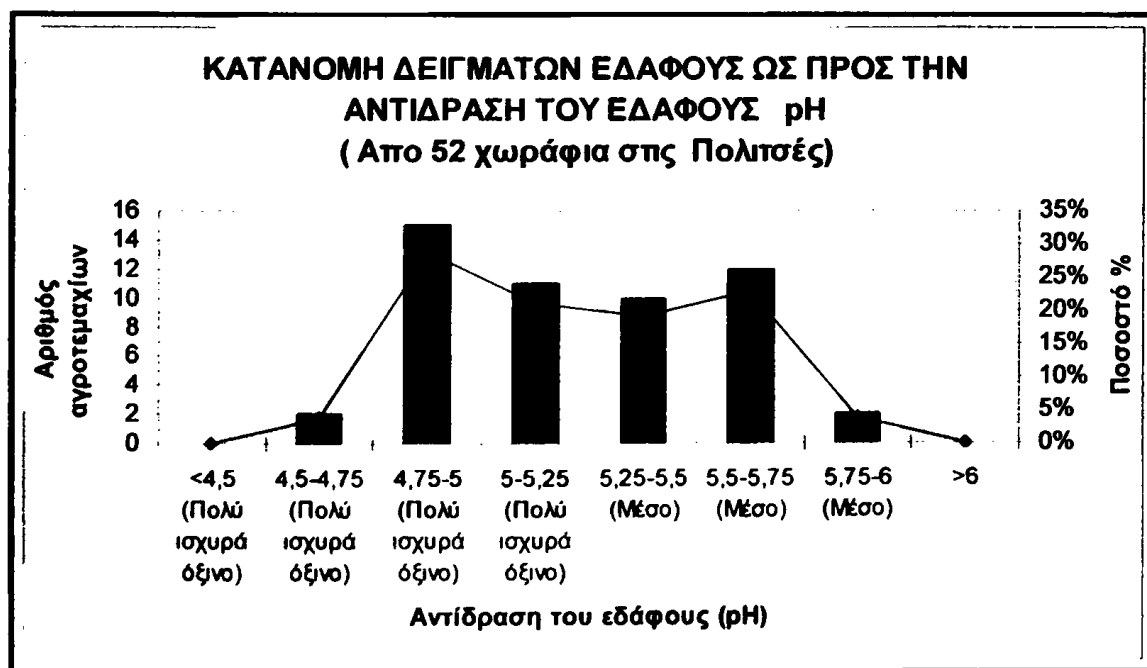
Στο οροπέδιο Πολιτσές καλλιεργούνται σήμερα περίπου 1.200 στρέμματα και παράγονται ετησίως 6.000 τόνοι πατάτας εξαιρετικής ποιότητας. Τα εδαφοκλιματικά χαρακτηριστικά του οροπεδίου σε συνδυασμό με την αφθονία νερού της περιοχής συντελούν στην παραγωγή πατάτας ιδιαίτερης ποιότητας.

Τα εδάφη της περιοχής είναι ελαφριά έως μέσης σύστασης (Γράφημα 3) ενώ το pH κυμαίνεται από 4-6 (Γράφημα 4) (44). Τα κλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής επιτρέπουν οριακά μια περίοδο καλλιέργειας περίπου 90-125 ημερών (Φύτευση 10 Μαΐου – 10 Ιουνίου μέχρι την πτώση της πρώτης πάχνη 5-15 Σεπτεμβρίου). Η περιοχή δέχεται μεγάλο ύψος βροχής κατά τους θερινούς μήνες με μέσο μηνιαίο ύψος βροχής για τον Ιούλιο και Αύγουστο περί τα 50 mm για την περίοδο 1951-1990 (Παπάξης). Ενώ τα τελευταία χρόνια από στοιχεία του 2009 και 2010 (44) φαίνεται

ότι το μηνιαίο ύψος βροχής καθώς και ο αριθμός ημερών που σημειώνονται βροχοπτώσεις έχουν αυξηθεί.



Γράφημα 3. Δεδομένα από αναλύσεις εδάφους παραγωγών από 2000 – 2010.
Προσωπικό αρχείο κου Γ. Παπάζη (44).



Γράφημα 4. Δεδομένα από αναλύσεις εδάφους παραγωγών από 2000 – 2010.
Προσωπικό αρχείο Κου Γ. Παπάζη (44).

Στην καλλιέργεια της πατάτας στην περιοχή αυτή μερικά ζιζάνια θεωρούνται ιδιαίτερα επιζήμια και η διαχείρισή τους είναι δύσκολη. Η λουβουδιά (*Chenopodium*

album L.)θεωρείται το πλέον επιζήμιο ζιζάνιο από την έναρξη της καλλιέργειας στην περιοχή. Με προφυτρωτική εφαρμογή σκευασμάτων της δ.ο. *metribuzin* τα αποτελέσματα ελέγχου του ζιζανίου ήταν καλά για αρκετά χρόνια.

Την τελευταία δεκαετία με την εμφάνιση ενός εξίσου επιζήμιου ζιζανίου της αγριοτοματιάς (*Solanum nigrum* L.), η αποτελεσματική αντιμετώπιση των δύο ζιζανίων στην καλλιέργεια της πατάτας βασίστηκε στη συνδυασμένη προφυτρωτική εφαρμογή των δ.ο. *metribuzin* και *prometryn*.

Μετά την απαγόρευση όμως της χρήσης της δραστικής ουσίας *prometryn* δεν έχει βρεθεί αποτελεσματικός τρόπος αντιμετώπισης των δύο αυτών ζιζανίων.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι:

- Η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας εφαρμογής εναλλακτικών ζιζανιοκτόνων εναντίον των προαναφερθέντων ζιζανίων.
- Εξέταση της πιθανής αρνητικής επίδρασης (φυτοτοξικότητα) των ζιζανιοκτόνων στην παραγωγή πατάτας.
- Έλεγχος της υπολειμματικότητας των εφαρμοζόμενων δραστικών ουσιών στο έδαφος και στους κονδύλους της πατάτας.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ -ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Το πείραμα έγινε σε αγροτεμάχιο στο **Οροπέδιο Πολιτσές** Χρυσοβίτσας στην τοποθεσία Γωνιά σε συνολική πειραματική έκταση **403,8 m²** αργιλοπηλώδους εδάφους (42% άμμος, 32% άργιλος και 26,8 % Ιλυσ) με περιεκτικότητα σε οργανική ουσία 6,3%. Η φύτευση της ποικιλίας Florida έγινε στις 10 Μαΐου 2009 (καλοκαιρινή καλλιέργεια πατάτας) με αποστάσεις φύτευσης 0,23x0,75 m. επί της γραμμής και μεταξύ των γραμμών αντίστοιχα. Οι επεμβάσεις που δέχτηκε η καλλιέργεια και οι αντίστοιχες ημερομηνίες εφαρμογής παρουσιάζονται στον **Πίνακα 6**.



Εικόνα 4. Πειραματική έκταση μέρος αγροτεμαχίου στην τοποθεσία Γωνιά

Πίνακας 6. Καλλιεργητικές επεμβάσεις στην καλλιέργεια του πειραματικού το 2009
(Αρχ. Γ. Παπάζη)

Επέμβαση	Δόση g ή ml/στρ.	Ημερομηνία εφαρμογής	Επέμβαση	Δόση g ή ml/στρ.	Ημερομηνία εφαρμογής
Wiphos	300	11/7/2009	Heliocuire	136	12/8/2009
Wisan	300	11/7/2009	Cupertin	290	28/8/2009
Wifruit	100	11/7/2009	Viver Fyt	145	28/8/2009
Ridomil MZ	182	1/8/2009	Heliocuire	91	3/9/2009
Heliocuire 40	91	1/8/2009	Copper 5	85,91	3/9/2009
Copper 5	85,91	1/8/2009	Dispers	27,27	5/9/2009
Decis 2,5 EC	51	1/8/2009	12-4-6	181,8	5/9/2009
Seamac PCT	313	9/8/2009	20-20-20	181,8	12/9/2009
Acrobat 7,5	200	12/8/2009	Chayo 50 SC	40	16/9/2009
Heliocuire 40	136	12/8/2009			
Cupertin super	290	28/8/2009			
Viver Fyt	145	28/8/2009			

Η καλλιέργεια αρορευτήκε με σταγόνα με συχνότητα αρορευσης κάθε 10 ημέρες (8 ποτίσματα σε 80 ημέρες). Η καλλιέργεια δέχτηκε 2 υδρολιπάνσεις (N 0.28 M, P₂O₅ 0.14 M, K₂O 0.56 M, MgO 0.06 M, Fe 0.001 M και Mn 0.001 M).

Το πειραματικό σχέδιο ήταν πλήρως τυχαιοποιημένες ομάδες (RCB) 16 μεταχειρίσεων με 4 επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση και εμβαδό πειραματικού τεμαχίου 6,3 m² (2,8x2,25m) (Εικόνα 5) και Η διάταξη των πειραματικών τεμαχίων απεικονίζεται στο Εικόνα 6.



Εικόνα 5. Διαστάσεις πειραματικού τεμαχίου

	Ε	Ζ	Η	Θ	
1					Α
2					
3		6	14	1	
4		13	9		
5	9	10	12	14	Β
6	4	3	16	1	
7	6	8	2	13	
8	15	5	11	7	
9	6	4	16	5	Γ
10	12	1	10	8	
11	11	14	9	7	
12	2	13	15	3	
13	13	15	7	2	Δ
14	10	8	9	12	
15	3	13	11	1	
16	4	5	14	6	

Εικόνα 6. Διάταξη πειραματικών τεμαχίων σε πειραματικό σχέδιο πλήρων τυχαιοποιημένων ομάδων με τις αντίστοιχες μεταχειρίσεις

Τα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν για τους ψεкасμούς ήταν: **s-metolachlor** (Dual Gold 960 g δ.ο. L⁻¹ 96 % β/ο Syngenta Crop Protection), **flufenacet** και **metribuzin** (Artist WG 24% β/β flufenacet & 17,5% β/β metribuzin Bayer Cropscience), **metribuzin** (Sencor 70 WG 70% β/β Bayer Cropscience) και **pendimethalin** (Stomp 330 EC, 33% β/ο Basf Ελλάς). Η επιλογή των επεμβάσεων έγινε με το σκεπτικό να εφαρμοστούν τα σκευάσματα στην συνιστώμενη δόση και σε κάποιες περιπτώσεις σε μικρότερη ή και μεγαλύτερη δόση (Artist και Sencor) και επιπλέον να διαπιστωθεί η δράση τους όταν αυτά συνδυάζονται.

Οι επεμβάσεις του πειράματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.

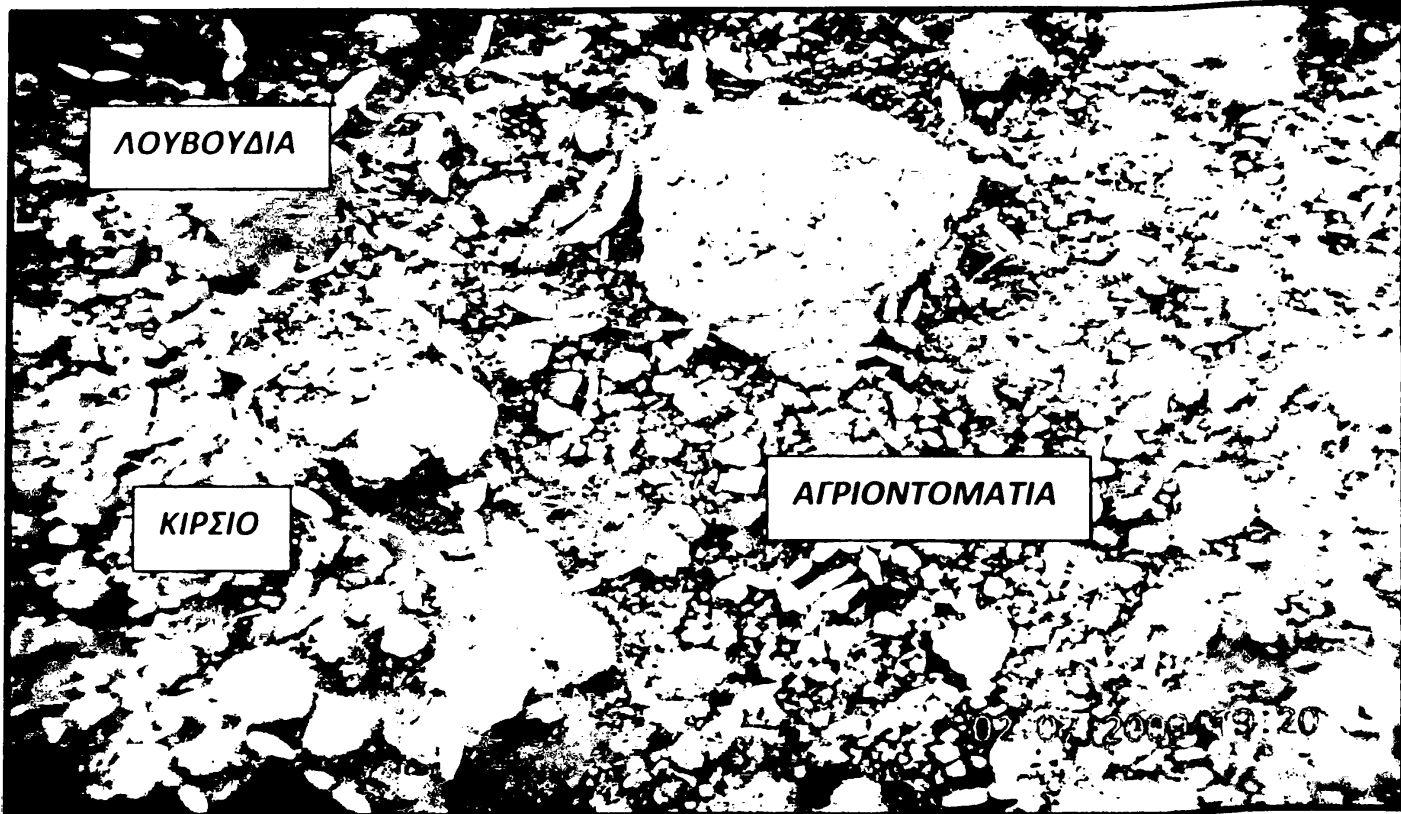
Πίνακας 7. Οι επεμβάσεις του πειράματος με τις αντίστοιχες δόσεις και συνδυασμούς του πειράματος

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	Δ.Ο (g στρ ⁻¹)	Δόση σκ. (g ή ml ¹ στρ ⁻¹)
1 flufenacet + metribuzin	48 +35	200 g (Artist 24/17,5 WG)
2 flufenacet + metribuzin	60 +44	250 g (Artist 24/17,5 WG)
3 flufenacet + metribuzin	89 +65	370 g (Artist 24/17,5 WG)
4 pendimethalin	66	200 ml (Stomp 330 EC)
5 pendimethalin	198	600 ml (Stomp 330 EC)
6 metribuzin	21	30 g (Sencor 70 WG)
7 metribuzin	35	50 g (Sencor 70 WG)
8 metribuzin	70	100 g (Sencor 70 WG)
9 S-metolachlor	96	100 ml (Dual gold 96 EC)
1 S-metolachlor	125	130 ml (Dual gold 96 EC)
1 flufenacet + metribuzin + pendimethalin	60+44+46	250g + 200ml (Artist + Stomp)
1 flufenacet + metribuzin + pendimethalin	60+44+132	250g + 400ml (Artist + Stomp)
1 flufenacet + metribuzin	60 +65	250g +30g (Artist + Sencor)
1 flufenacet + metribuzin + S-metolachlor	48+35+96	200g + 100ml (Artist + Dual Gold)
1 metribuzin + S-metolachlor	35+96	50g + 100ml (Sencor + Dual Gold)
1 Μάρτυρες	-	-

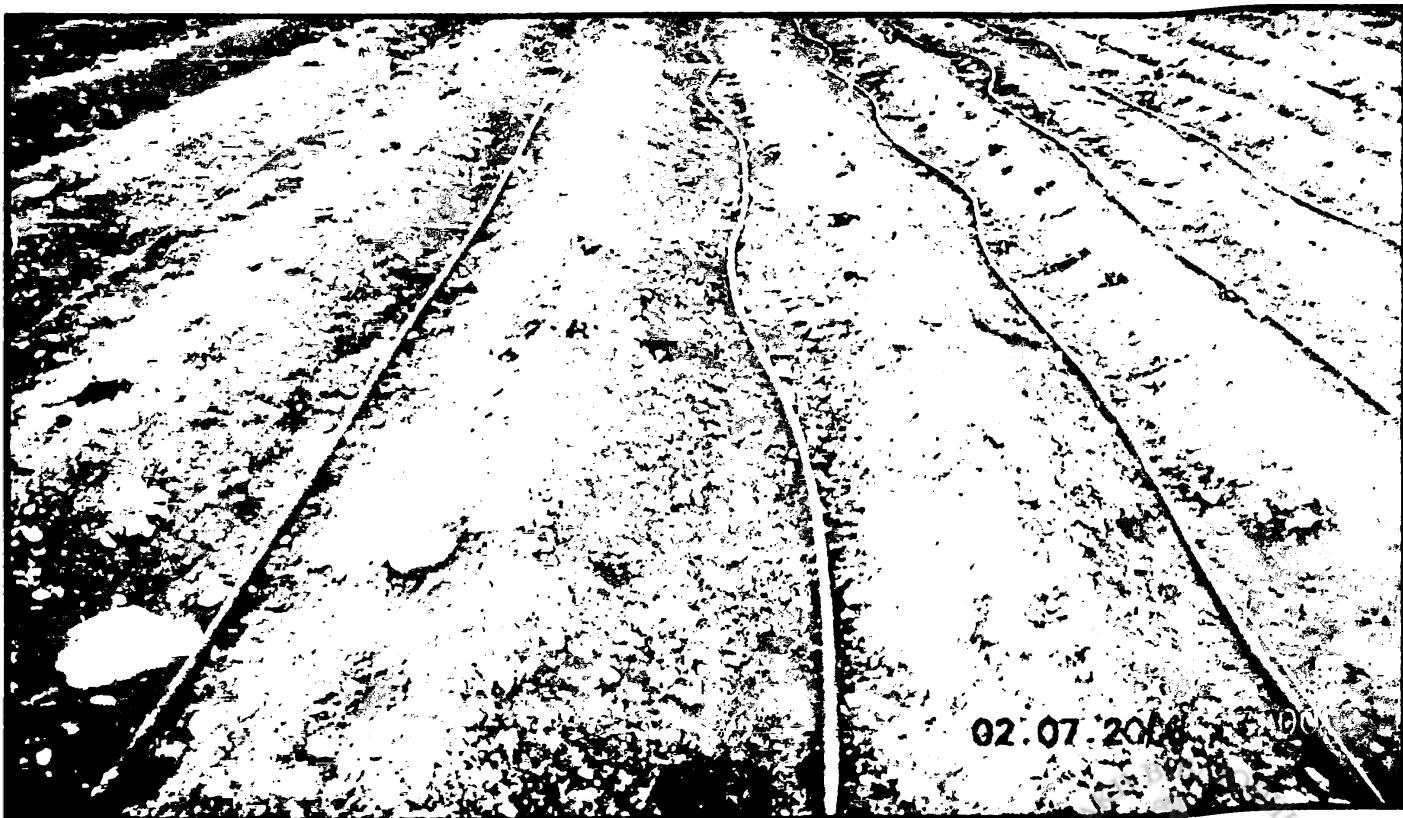
Τα πειραματικά τεμάχια των μαρτύρων δεν έγινε καμία επέμβαση και απομάκρυνση των ζιζανίων.

Ο ψεкасμός έγινε στις 4 Ιουλίου 2009 με βενζινοκίνητο ψεкаστήρα πλάτης 25 λίτρων ρυθμισμένος να ψεкаζει 125 l/στρ.

Κατά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων τα μεγαλύτερα ζιζανία ήταν στο στάδιο των κοτυληδόνων ενώ μόλις το 10% των φυτών πατάτας είχε αρχίσει να εμφανίζεται όπως φαίνεται στις εικόνες που ακολουθούν (Εικόνα 7 & 8).



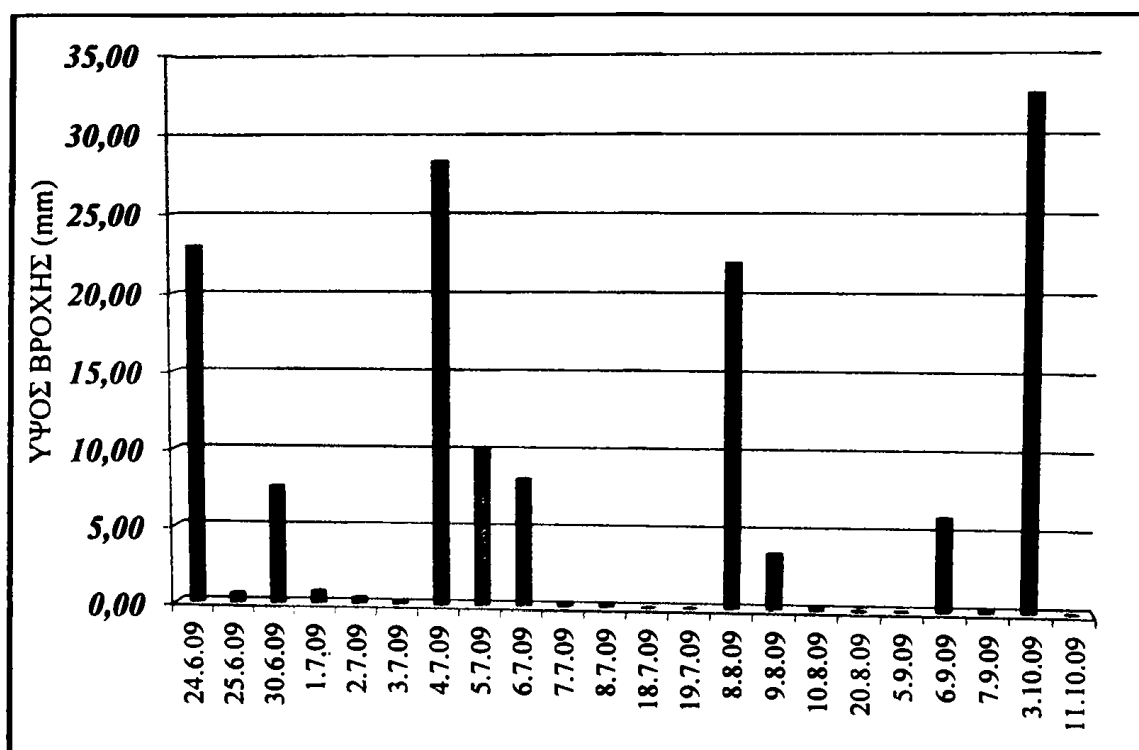
Εικόνα 7. Βλαστικό στάδιο ζιζανίων κατά τον ψεκασμό



Εικόνα 8. Φυτά πατάτας κατά τον ψεκασμό

Κατά το ψεκασμό η θερμοκρασία ήταν 17,1 °C (μέγιστη ημερήσια 25,1 °C και ελάχιστη νυκτερήσια 13,9 °C) σύμφωνα με τα μετεωρολογικά δεδομένα του

μετεωρολογικού σταθμού στο Τρίστενο Ζαγορίου. Όπως φαίνεται και από το **Γράφημα 3** στην περιοχή, και πριν γίνει ο ψεκασμός στις 4 Ιουλίου 2009 και λίγες ημέρες πριν (30.06.09) είχαμε βροχοπτώσεις (**Γράφημα 5**). Στις 4 Ιουλίου είχαμε ισχυρή βροχόπτωση στην περιοχή πριν όμως γίνει ο ψεκασμός. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων έγινε με καθυστέρηση και υπήρχαν ήδη φυτά πατάτας στον πειραματικό αγρό.



Γράφημα 5. Ύψος βροχής ανά ημερομηνία για το 2009 που καταγράφηκε στον Μετεωρολογικό Σταθμό Τρίστενου Ζαγορίου (45)

Η αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων αξιολογήθηκε στις 15 (19 Ιουλίου 2009) και 47 ημέρες (20 Αυγούστου 2009) από τον ψεκασμό. Η αξιολόγηση έγινε με μέτρηση των ζιζανίων που είχαν παραμείνει μετά τον ψεκασμό σε επιφάνεια 1 m² στο κέντρο κάθε πειραματικού τεμαχίου και με το ξηρό βάρος του συνόλου των ζιζανίων κάθε πειραματικού τεμαχίου. Από τις παραπάνω μετρήσεις υπολογίστηκαν ο μέσος αριθμός ζιζανίων και το μέσο ξηρό βάρος ανά επέμβαση. Έγινε επίσης υπολογισμός της αποτελεσματικότητας ως ποσοστό % επιβίωσης ζιζανίων σε σχέση με τον μάρτυρα (100%).

Η φυτοτοξικότητα των μεταχειρίσεων στην καλλιέργεια αξιολογήθηκε:

- Οπτικά, με κριτήριο την εμφάνιση ορατών συμπτωμάτων π.χ. εγκαυμάτων στα φυτά της πατάτας
- Με την μέτρηση του ύψους των φυτών της πατάτας στις 15 και 47 ημέρες από τον ψεκασμό.
- Κατά την συγκομιδή (11 Οκτωβρίου 2009) με μέτρηση του αριθμού των κονδύλων και της συνολικής παραγωγής κάθε πειραματικού τεμαχίου.

2.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με ανάλυση παραλλακτικότητας (one way ANOVA) του στατιστικού πακέτου SPSS. Οι μέσοι όροι διαχωρίστηκαν με το ελάχιστο σημαντικό εύρος κατά (LSD) για πιθανότητα σφάλματος $p=5\%$

2.3 ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ

2.3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Για την παρακολούθηση των επιπέδων των υπολειμμάτων των δραστικών ουσιών που εφαρμόστηκαν στον αγρό και την μείωση τους με την πάροδο του χρόνου συλλέχθηκαν δείγματα χώματος από τα πειραματικά τεμάχια όπου έγινε εφαρμογή της μεγαλύτερης δόσης κάθε σκευάσματος και από τα πειραματικά τεμάχια όπου εφαρμόστηκαν δυο από τους συνδυασμούς σκευασμάτων. Αναλυτικά οι μεταχειρίσεις για τις οποίες συλλέχθηκαν δείγματα χώματος για προσδιορισμό της υπολειμματικότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.

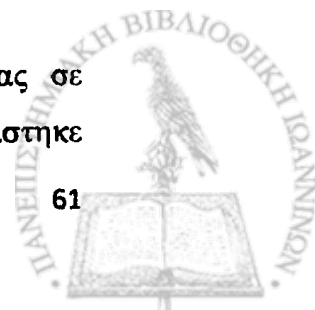
Πίνακας 8. Οι επεμβάσεις για τις οποίες πάρθηκαν δείγματα χώματος και πατάτας για προσδιορισμό των υπολειμμάτων των δραστικών ουσιών.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ		Δ.Ο (g στρ ⁻¹)	Δόση σκ. (g ή ml ¹ σκευασμ. στρ ⁻¹)
1	Flufenacet + metribuzin	89 +65	370 g (Artist 24/17,5 WG)
5	pendimethalin	198	600 ml (Stomp 330 EC)
8	metribuzin	70	100 g (Sencor 70 WG)
10	S-metolachlor	125	130 ml (Dual gold 96 EC)
12	Flufenacet + metribuzin + pendimethalin	60+44+132	250g + 400ml (Artist + Stomp)
13	Flufenacet + metribuzin	60 +65	250g +30g (Artist + Sencor)
16	Μάρτυρες	-	-

Η δειγματοληψία εδάφους έγινε 20, 50 και 80 ημέρες μετά τον ψεκασμό. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο συλλέχθηκαν δείγματα από 5 σημεία του τεμαχίου και από βάθος 0-20 cm από την επιφάνεια του εδάφους και στην συνέχεια αναμίχθηκαν δίνοντας το τελικό δείγμα. Τα δείγματα παρέμειναν για 3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου για απομάκρυνση της εδαφικής υγρασίας. Στην συνέχεια περάστηκαν από κόσκινο διαμέτρου 20 mm και αποθηκεύτηκαν σε πλαστικές σακούλες στην κατάψυξη μέχρι την ανάλυσή τους.

Για τον προσδιορισμό των επιπέδων των υπολειμμάτων των δραστικών ουσιών σε κόνδυλους πατάτας πάρθηκαν δείγματα κατά την συγκομιδή, τρεις μήνες περίπου από την εφαρμογή τους. Επιλέχτηκαν οι ίδιες επεμβάσεις όπως και στην περίπτωση των εδαφικών δειγμάτων.

Από κάθε πειραματικό τεμάχιο συλλέχτηκαν τυχαία 10 κόνδυλοι πατάτας σε πλαστικές σακούλες και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο. Κάθε κόνδυλος τεμαχίστηκε



σε 4 τεταρτημόρια. Από κάθε ένα επιλέχτηκαν 2 αντιδιαμετρικά τεταρτημόρια και ομογενοποιήθηκαν σε bladder. Εργαστηριακά δείγματα 50 g περίπου τοποθετήθηκαν σε λυοφιλωτή για ξήρανση τους και αποθηκεύτηκαν σε καταψύκτη μέχρι τη ανάλυση τους

2.3.2 ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

Οι πρότυπες ουσίες προμηθεύτηκαν από την εταιρεία **Dr. Ehrenstorfer** (Augsburg, Germany). Όλοι οι διαλύτες που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή των προτύπων των δ.ο. και την εκχύλιση και τελική διάλυση των δειγμάτων ήταν υψηλής καθαρότητας. (HPLC grade).

Προετοιμάστηκαν πρότυπα διαλύματα συγκέντρωσης **1000 ppm** του **metribuzin**, **flufenacet**, **pendimethalin** και **s-metolachlor** σε εξάνιο με μεταφορά 12.2, 11.7, 10.9 και 11.1 mg δ.ο. σε ογκομετρική φιάλη 10 ml.

Δημιουργήθηκε μίγμα των τεσσάρων δ.ο. συγκέντρωσης **200 ppm** και με διαδοχικές διαλύσεις προετοιμάστηκαν πρότυπα διαλυμάτων των τεσσάρων δ.ο. συγκέντρωσης **5, 2 και 1, ppm**.

Ως εσωτερικό πρότυπο χρησιμοποιήθηκε το **ethion** και προστέθηκε σε όλα τα τελικά διαλύματα των δειγμάτων και προτύπων σε συγκέντρωση **0,2 ppm**. Δημιουργήθηκε πρότυπο διάλυμα του **ethion** σε εξάνιο συγκέντρωσης **1000 ppm** και με διαδοχικές αραιώσεις προετοιμάστηκαν πρότυπα συγκέντρωσης **500, 20, 5, και 1 ppm**.

2.3.3 ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ

Πραγματοποιήθηκαν δοκιμές ανάκτησης για τις τέσσερις δ.ο. και στα δυο υποστρώματα (χώμα & πατάτα) σε συγκεντρώσεις 0.01, 0.25, 0.5 και 1 ppm (mg/kg).

Σε 7,5 g υποστρώματος (χώμα ή φυτικός ιστός) προστέθηκαν 0.014, 0.375, 0,75 και 1.5 ml διαλύματος του μίγματος των τεσσάρων δ.ο. συγκέντρωσης 5 ppm. Τα δείγματα προετοιμάστηκαν με τις διαδικασίες που αναφέρονται στην συνέχεια και προσδιορίστηκε το ποσοστό % ανάκτησης

2.3.4 ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΕΛΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΠΑΤΑΤΑΣ

Η χρωματογραφική ανάλυση έγινε σε αέριο χρωματογράφο Shimadzu 14A με ανιχνευτή ηλεκτρονίων (GC-ECD). Η στήλη του αέριου χρωματογράφου ήταν 30 m × 0.32 mm i.d., κατασκευασμένη από dimethylpolysiloxane (J & W Scientific, Folsom. Το θερμοκρασιακό πρόγραμμα με το οποίο αναλύθηκαν τα δείγματα ήταν ως εξής:

Η αρχική θερμοκρασία ήταν 150 °C για 2 min και στην συνέχεια αυξήθηκε στους 200 °C, με ρυθμό 5 °C min⁻¹, και παρέμεινε για 8 min, μετά στους 210 °C με 1 °C min⁻¹ για 2 min. Τέλος η θερμοκρασία αυξήθηκε στους 270 °C με ρυθμό 20 °C min⁻¹ και παρέμεινε για 4 min.

2.3.5 ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των ενώσεων πραγματοποιήθηκε με χρήση εσωτερικού προτύπου. Ο υπολογισμός της άγνωστης συγκέντρωσης C των φυτοφαρμάκων στα δείγματα έγινε βάσει της εξίσωσης:

$$C = \frac{RRF (\text{Εμβαδόν κορυφής φυτοφαρμάκου}) \cdot C_{\text{εσωτ.προτύπου}}}{\text{Εμβαδόν κορυφής Εσωτ.Προτύπου}}$$

Όπου RRF ο σχετικός συντελεστής απόκρισης (Relative response factor). Ο συντελεστής αυτός προκύπτει από πρότυπο διάλυμα συγκέντρωσης 1 ppm μίγματος των 4 δ.ο συγκέντρωσης 0,2 ppm του εσωτερικού προτύπου στο πείραμα και δίνεται από τον τύπο:

$$RRF = \frac{(\text{Εμβαδόν κορυφής εσωτ.προτύπου}) \cdot C_{\text{φυτοφαρμάκου}}}{(\text{Εμβαδόν κορυφής Φυτοφαρμάκου}) \cdot C_{\text{εσωτ.προτύπου}}}$$

Σε κάθε batch ανάλυσης υπήρχε πρότυπο διάλυμα συγκέντρωσης 1 ppm για τις 4 δ.ο. και συγκέντρωσης 0,2 ppm για το ethion για τον υπολογισμό του σχετικού συντελεστή απόκρισης (RRF).

Επιλέχτηκε η ποσοτικοποίηση των δ.ο. να γίνει με την μέθοδο του εσωτερικού προτύπου διότι υπερτερεί έναντι της πρότυπης καμπύλης αναφοράς, καθώς η χρήση του αναιρεί σφάλματα που προκύπτουν από τυχόν διαφοροποιήσεις στην ευαισθησία του ανιχνευτή ή στον όγκο του δείγματος που εισάγεται για ανάλυση.

2.3.6 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

- 5 g χώματος μεταφέρθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα των 50 ml
- Προστέθηκαν 20 ml διαλύματος Ακετόνης – Διχλωρομεθανίου 1:1
- Εκχύλιση σε μηχανικό αναδευτήρα (Vortex) για 1 λεπτό
- Ανάδευση σε λουτρό υπέρηχων (ultrasonic bath) για 10 λεπτά
- Ανάδευση σε μηχανικό αναδευτήρα (Vortex) για 1 λεπτό
- Το διάλυμα παρέμεινε 10 λεπτά σε ηρεμία για την πλήρη καθίζηση των εδαφικών σωματιδίων στο αιώρημα και μετά ελήφθη με προσοχή για αποφυγή διατάραξης του αιωρήματος η υπερκείμενη φάση του οργανικού διαλύτη
- Διήθηση με άνυδρο θειικό νάτριο και συλλογή σε σφαιρική φιάλη των 250 ml
- Το στερεό υπόλειμμα εκχυλίστηκε 2 φορές με 15 ml δ/τος Ακετόνης – Διχλωρομεθανίου 1:1 με την προαναφερθείσα σειρά εκχύλισης
- Το συνολικό εκχύλισμα εξατμίστηκε μέχρι ξηρού σε περιστροφικό εξατμιστήρα
- Διάλυση με 2,5 ml εξανίου
- Μεταφορά για χρωματογραφική ανάλυση

2.3.7 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΠΑΤΑΤΑΣ ΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

Η προετοιμασία των δειγμάτων έγινε με βάση την μέθοδο Analytical methods for residues of pesticides in foodstuffs. (46).

- 7,5 g δείγματος πατάτας μεταφέρθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα των 50 ml
- Προστέθηκαν 15 ml Ακετόνης και αναδεύτηκαν σε μηχανικό αναδευτήρα (Vortex) για 30 sec
- Προστέθηκαν 15 ml Διχλωρομεθανίου και ανάδευση σε μηχανικό αναδευτήρα (Vortex) για 30 sec
- Φυγοκέντρηση για 2 min στις 4000 rpm
- Συλλογή του υπερκείμενου του οργανικού διαλύτη σε σφαιρική φιάλη των 250 ml
- Εξάτμιση μέχρι ξηρού σε περιστροφικό εξατμιστήρα
- Διάλυση του ξηρού υπολείμματος σε 2,5 ml εξάνιο
- Μεταφορά για χρωματογραφική ανάλυση

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η γενική εικόνα των 16 επεμβάσεων στις 19 Ιουλίου 2009 (15 ημέρες μετά τον ψεκασμό) παρουσιάζεται στις φωτογραφίες που ακολουθούν όπου απεικονίζεται μια από τις επαναλήψεις της κάθε επέμβασης.



Εικόνα 9.

1^η Επέμβαση

Artist 200 ml/στρ.



Εικόνα 10

2^η Επέμβαση

Artist 250 ml/στρ



Εικόνα 11

3^η Επέμβαση

Artist 370 ml/στρ



Εικόνα 12

4^η Επέμβαση

Stomp 200 ml/στρ



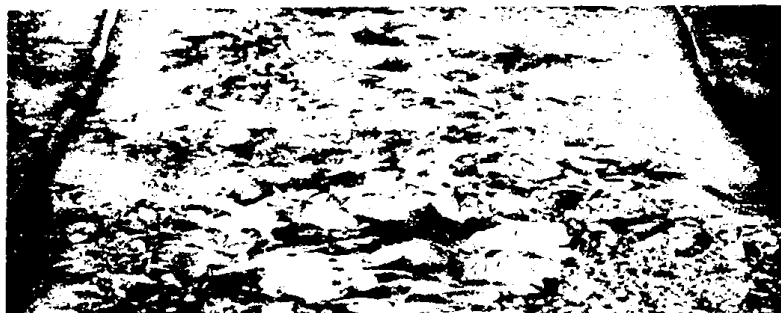
Εικόνα 13

5^η Επέμβαση

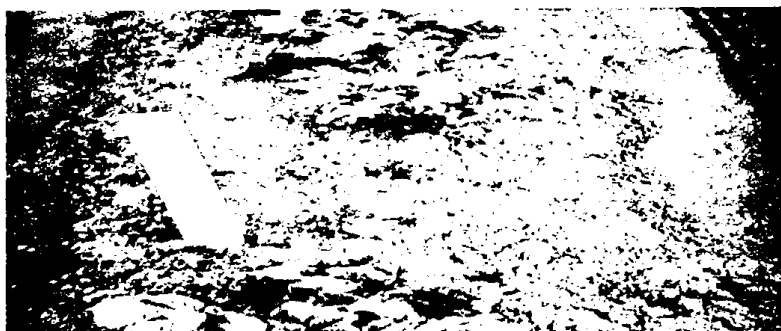
Stomp 600 ml/στρ



Εικόνα 14
6^η Επέμβαση
Sencor 30 g/στρ



Εικόνα 15
7^η Επέμβαση
Sencor 50 g/στρ



Εικόνα 16
8^η Επέμβαση
Sencor 70 g/στρ



Εικόνα 17
9^η Επέμβαση
Dual Gold 100 ml/στρ



Εικόνα 18
10^η Επέμβαση
Dual Gold 130 ml/στρ



Εικόνα 19
11^η Επέμβαση
Artist 250 ml/στρ. +
Stomp 200 ml/στρ



Εικόνα 20

12^η Επέμβαση

Artist 250 ml/στρ. +

Stomp 400 ml/στρ



Εικόνα 21

13^η Επέμβαση

Artist 250 ml/στρ. +

Sencor 30 g/στρ



Εικόνα 22

14^η Επέμβαση

Artist 200 ml/στρ. +

Dual Gold 100 ml/στρ



Εικόνα 23

15^η Επέμβαση

Sencor 50 g/στρ. +

Dual Gold 100 ml/στρ

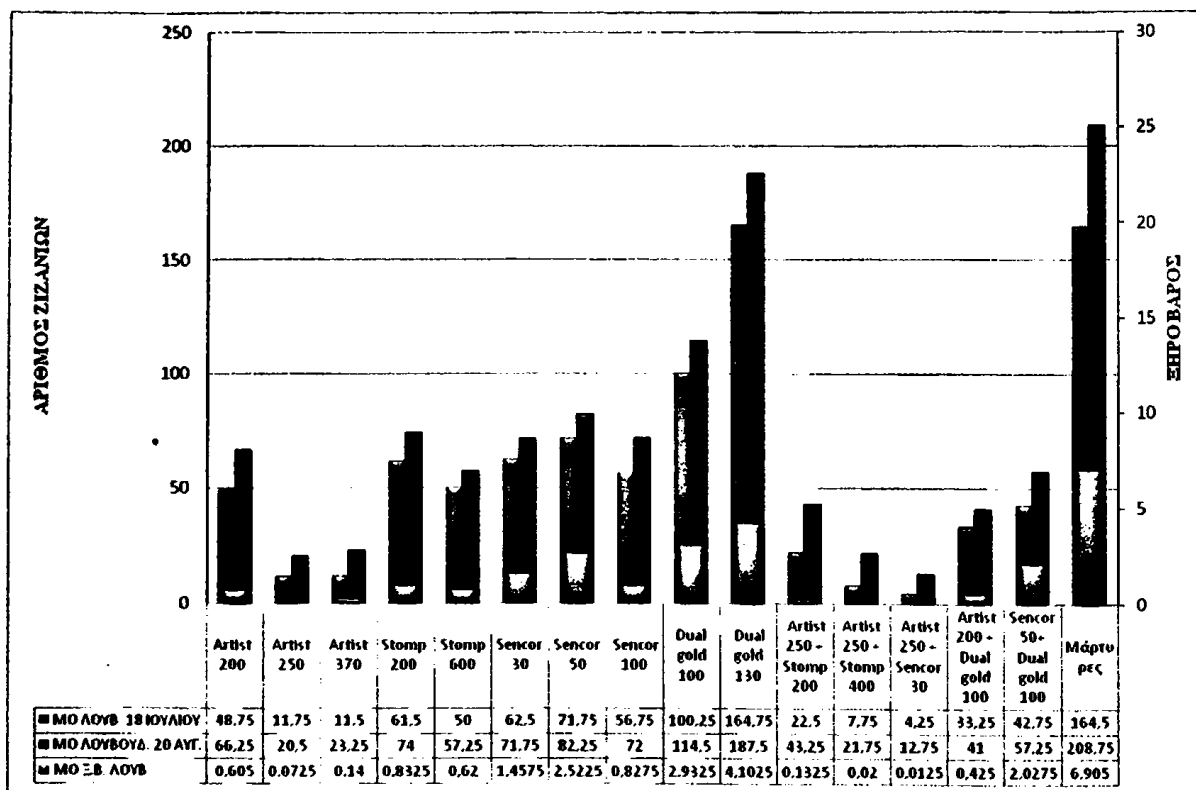


Εικόνα 24

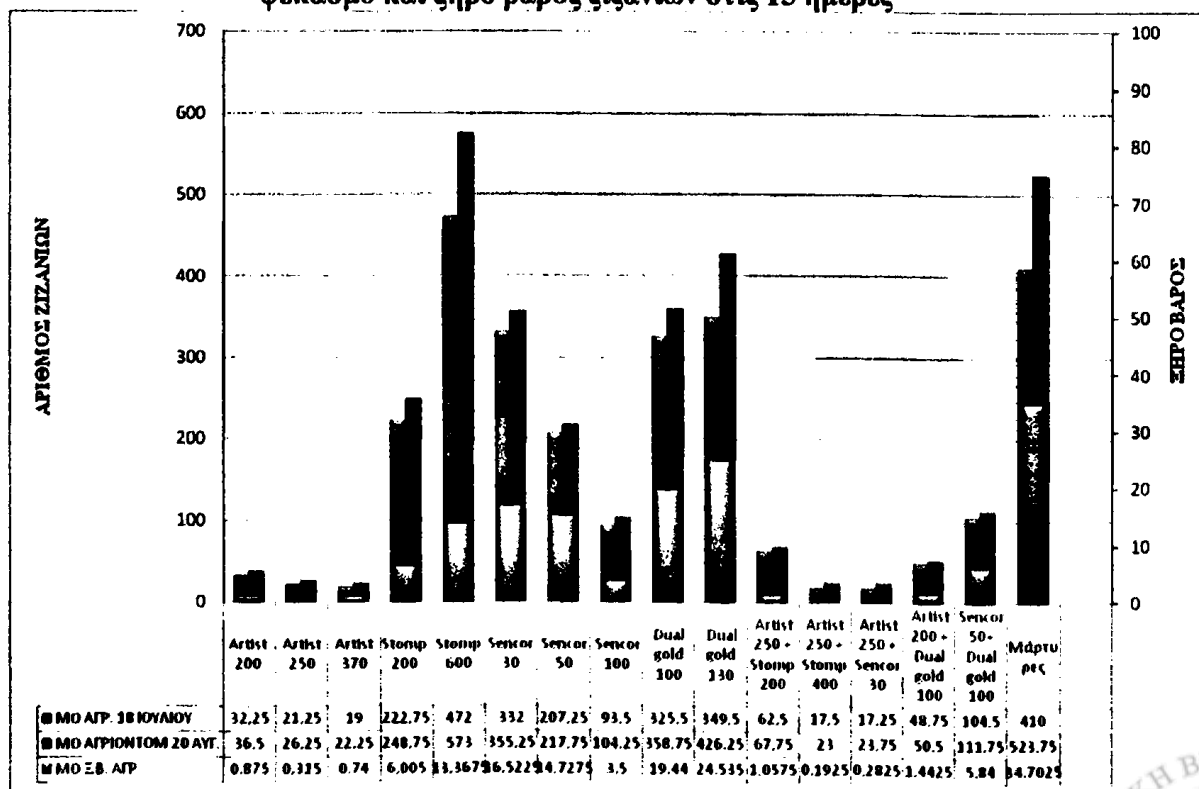
Μάρτυρας

Η αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων όσον αφορά τον έλεγχο της λουβουδιάς (*Chenopodium album*) και αγριοτοματιάς (*Solanum nigrum*) απεικονίζονται στα Γραφήματα 6 & 7 που ακολουθούν. Για καλύτερη σύγκριση των αποτελεσμάτων παρουσιάζονται στο ίδιο γράφημα ο μέσος αριθμός ζιζανίων που υπήρχαν σε

επιφάνεια 1 m² κάθε επέμβασης στις 15 και 47 ημέρες από τον ψεκασμό και το μέσο ξηρό βάρος κάθε επέμβασης.

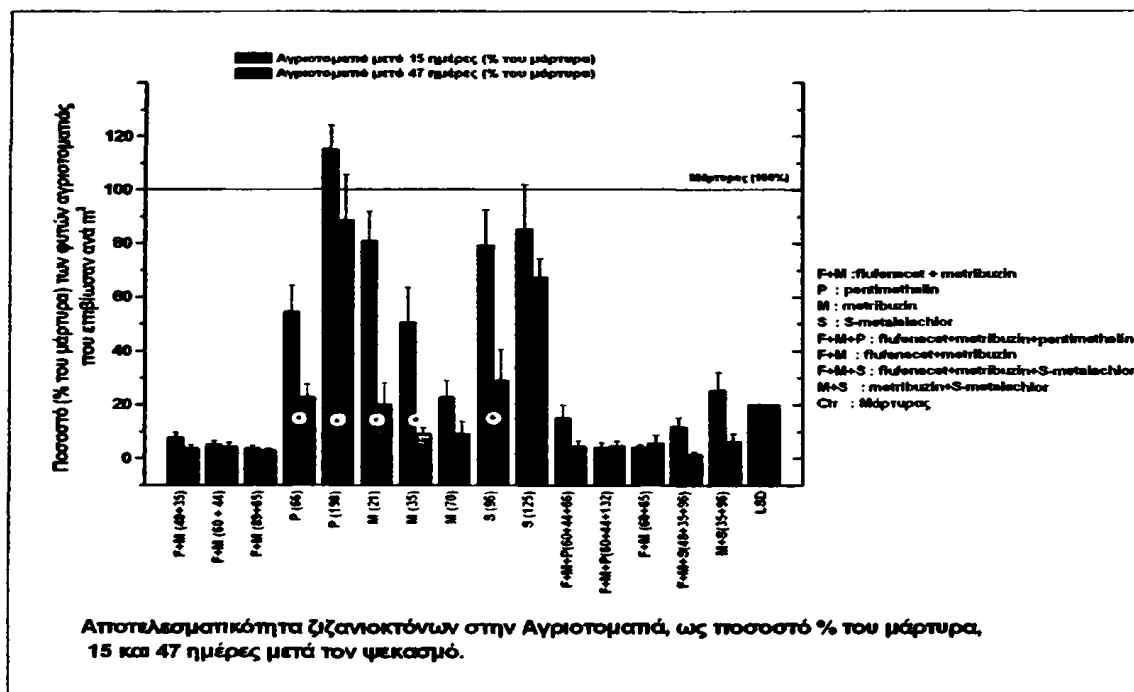


Γράφημα 6. Αριθμός φυτών λουβουδιάς κάθε επέμβασης στις 15 & 47 ημέρες από τον ψεκασμό και ξηρό βάρος ζιζανίων στις 15 ημέρες

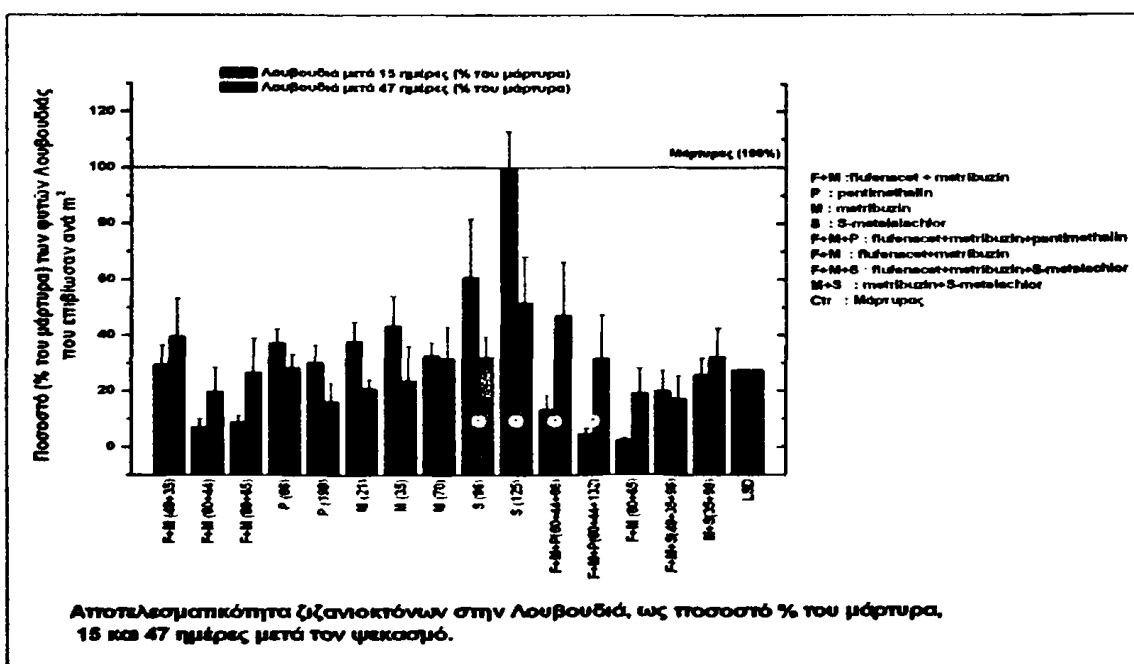


Γράφημα 7. Αριθμός φυτών αγριονοματίας κάθε επέμβασης στις 15 & 47 ημέρες από τον ψεκασμό και ξηρό βάρος ζιζανίων στις 15 ημέρες

Στα Γραφήματα 8 & 9 η αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων είναι εκφρασμένη ως ποσοστό % επιβίωσης ζιζανίων σε σχέση με τον μάρτυρα (100%) για τις 15 και 47 ημέρες από την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων ενώ φαίνεται και η κατάταξη των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά σε ομάδες ανάλογα με την αποτελεσματικότητας ελέγχου τους.



Γράφημα 8. Ποσοστό % φυτών αγριονοματιάς σε σχέση με τον μάρτυρα που δεν ελέγχθηκαν 15 και 47 ημέρες μετά τον ψεκασμό



Γράφημα 9. . Ποσοστό % φυτών λουβουδιάς σε σχέση με τον μάρτυρα που δεν ελέγχθηκαν 15 και 47 ημέρες μετά τον ψεκασμό

Όπως προκύπτει από το Γράφημα 8 οι επεμβάσεις που έδωσαν άριστο έλεγχο (>90%) της Αγριοτοματιάς (Κατηγορία ε) στις 15 ημέρες μετά την εφαρμογή είναι οι:

- 2^η Επέμβαση Artist 250 ml/στρ. (F + M -60+44 δ.ο. g στρ.-1)
- 3^η Επέμβαση Artist 370 ml/στρ. (F + M -89+65 δ.ο. g στρ.-1)
- 12^η Επέμβαση Artist 250 ml/στρ + Stomp 400 ml/στρ (F + M + P 60+44+132 δ.ο. g στρ.-1)
- 13^η Επέμβαση Artist 250 ml/στρ + Sencor 30 g/στρ (F + M 60+65 δ.ο. g στρ.-1)

Ο έλεγχος των παραπάνω Επεμβάσεων ήταν άριστος (>90%) και στις 47 ημέρες από τον ψεκασμό.

Όταν το **metribuzin** εφαρμόστηκε ως **Sencor 70 WG** είχαμε δραστική αύξηση στο % ελέγχου από 19% για την μικρή δόση (30 g σκευάσματος/στρ.) σε 50% και 77% για την μεσαία και υψηλή δόση εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου. Παρόλα αυτά το **metribuzin** δεν κατάφερε να είναι τόσο αποτελεσματικό όσο οι επεμβάσεις που συμμετείχε και το **flufenacet** (Επεμβάσεις του Artist).

Η αποτελεσματικότητα ελέγχου της αγριοτοματιάς δεν μεταβλήθηκε με την αύξηση της δόσης του Artist WG από την μεσαία δόση (250 g σκευάσμ./στρ.) στην μεγαλύτερη εφαρμογής του στο πείραμα (370 g σκευάσμ./στρ.). Άριστος έλεγχος του ζιζανίου (>90%) παρείχαν και οι δυο επεμβάσεις. Φαίνεται επίσης ότι το **flufenacet** ενισχύει τον έλεγχο της αγριοτοματιάς και αυτό προκύπτει από την σύγκριση των % ελέγχου των επεμβάσεων 1^{ης} (F+M 48+35 g.δ.ο./στρ.) (92%) και 7^{ης} (Metribuzin 35 g.δ.ο./στρ.) (56%) όπου στις δυο επεμβάσεις έχουμε την ίδια ποσότητα metribuzin αλλά διαφοροποιούνται ως προς την ύπαρξη ή όχι του **flufenacet**.

Ανεπαρκής ήταν η αποτελεσματικότητα (<50%) ελέγχου της αγριοτοματιάς των επεμβάσεων που εφαρμόστηκε το **pendimethalin** ως Stomp 330 EC και το **s-metolachlor** ως Dual Gold 96 EC και στις δύο δόσεις εφαρμογής τους στις 15 ημέρες από τον ψεκασμό. Και στις 47 ημέρες από την εφαρμογή τα ποσοστά ελέγχου ήταν χαμηλά (<50%) εκτός από την μικρή δόση εφαρμογής του Stomp 330 EC (200 ml σκευασμ./στρ.) που έδωσε 80% έλεγχο του ζιζανίου.



Οι υπόλοιπες επεμβάσεις έδωσαν ενδιάμεσα αποτελέσματα (κατηγορία β και γ). Όσον αφορά τον συνδυασμό του **Artist** με το **pendimethalin** (σύγκριση 11^{ης} και 12^{ης} Επέμβασης) φαίνεται ότι ή αύξηση στην ποσότητα του **pendimethalin** βελτίωσε την αποτελεσματικότητα ελέγχου της αγριοτοματιάς (σύγκριση 11^{ης} & 12^{ης} Επέμβασης). Η προσθήκη του **Dual Gold** στην μικρή δόση του **Artist** (200 ml/στρ) (14^η Επέμβαση) δεν αύξησε τον έλεγχο που έδωσε το **Artist** όταν εφαρμόστηκε μόνο του. Τα αποτελέσματα του μέσου ξηρού βάρους κάθε επέμβασης δίνουν την ίδια εικόνα.

Όσον αφορά τον έλεγχο της Λουβουδιάς οι επεμβάσεις που έδωσαν άριστο έλεγχο ($\geq 90\%$) στις 15 ημέρες Μ.Ε. (Κατηγορία ε) είναι οι:

- 12^η Επέμβαση **Artist** 250 ml/στρ + **Stomp** 400 ml/στρ (F + M + P 60+44+132 δ.ο. g στρ.-1)
- 13^η Επέμβαση **Artist** 250 ml/στρ + **Sencor** 30 g/στρ (F + M 60+65 δ.ο. g στρ.-1)
- 2^η Επέμβαση **Artist** 250 ml/στρ. (F + M -60+44 δ.ο. g στρ.-1)
- 3^η Επέμβαση **Artist** 370 ml/στρ. (F + M -89+65 δ.ο. g στρ.-1)

Ενώ διακρίνουμε για την 2^η και 3^η Επέμβαση μικρή μείωση στο % ελέγχου στις 47 ημέρες Μ.Ε. και μείωση ελέγχου σε σχέση με τις 15 Ημέρες Μ.Ε. για τις:

- 1^η Επέμβαση **Artist** 200 ml/στρ.
- 2^η Επέμβαση **Artist** 250 ml/στρ
- 3^η Επέμβαση **Artist** 370 ml/στρ
- 11^η Επέμβαση **Artist** 250 ml/στρ + **Stomp** 200 ml/στρ
- 12^η Επέμβαση **Artist** 250 ml/στρ + **Stomp** 400 ml/στρ
- 13^η Επέμβαση **Artist** 250 ml/στρ + **Sencor** 30 g/στρ

Το **metribuzin** όταν εφαρμόστηκε μόνο του ως **Sencor 70 WG** ο έλεγχος που παρείχε ήταν $<70\%$ και για τις τρεις δόσεις εφαρμογής του σκευάσματος, γεγονός που υπονοεί πιθανή ανάπτυξη ανθεκτικότητας. Όπως αναφέρθηκε και στην ανασκόπηση βιβλιογραφίας ανθεκτικοί πληθυσμοί του ζιζανίου στο **metribuzin** έχουν ήδη αναφερθεί στην Ελλάδα (30 & 33).

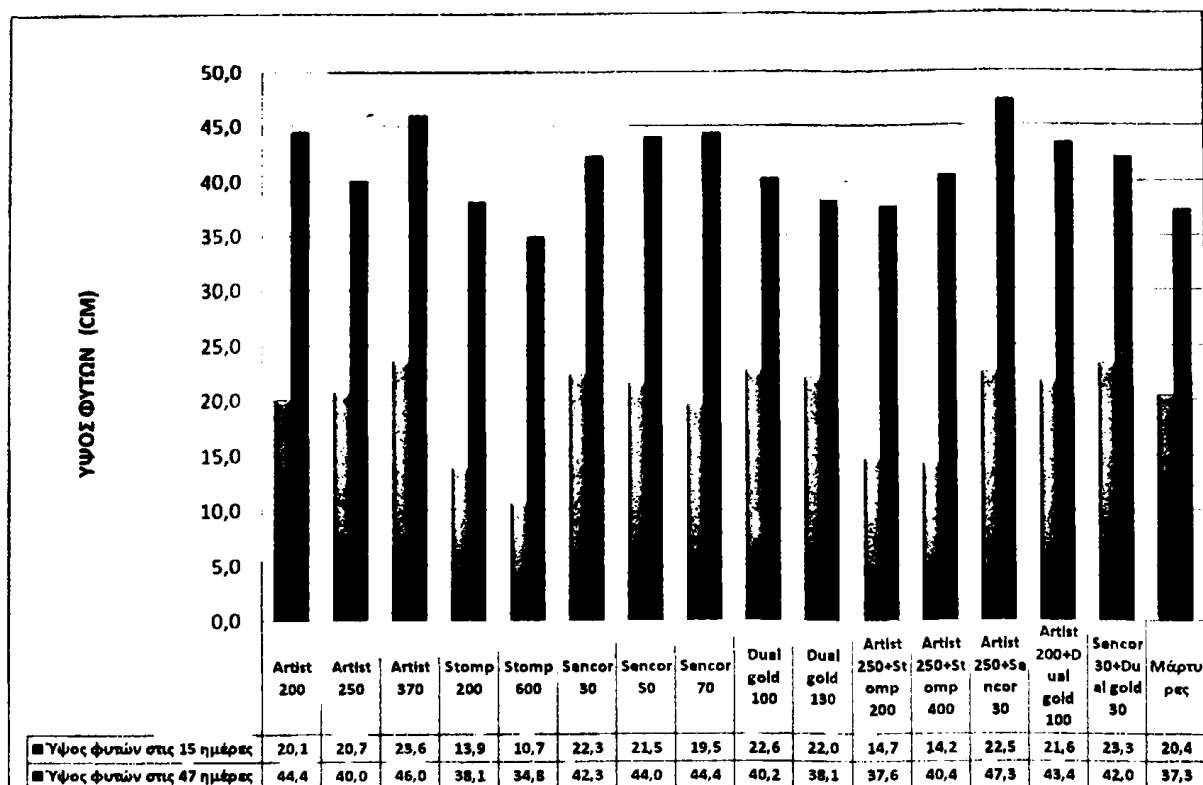
Αύξηση της δόσης του **Artist WG** από την δόση των 200 g. σκευασμ./στρ. σε 250 g./στρ. βελτίωσε κατά 15% τον έλεγχο του ζιζανίου. Η επίδραση της παρουσίας του **flufenacet** στον έλεγχο της λουβουδιάς γίνεται εύκολα αντιληπτή με σύγκριση των επεμβάσεων του **Artist WG** και του **Sencor 70 WG**. Η 3^η Επέμβαση του **Artist** (metribuzin 65 g δ.ο./στρ.) με την 7^η Επέμβαση του **Sencor 70 WG** (metribuzin 70 g δ.ο./στρ.) διαφέρουν κατά 37% στον έλεγχο της λουβουδιάς.

Το **pendimethalin** σε απλή εφαρμογή ως **Stomp 330 EC** έδωσε 63 και 70% έλεγχο για την χαμηλή (200 ml/στρ.) και υψηλή δόση εφαρμογής (600 ml/στρ.) και στις 47 ημέρες από την εφαρμογή αύξησε τα αντίστοιχα ποσοστά ελέγχου.

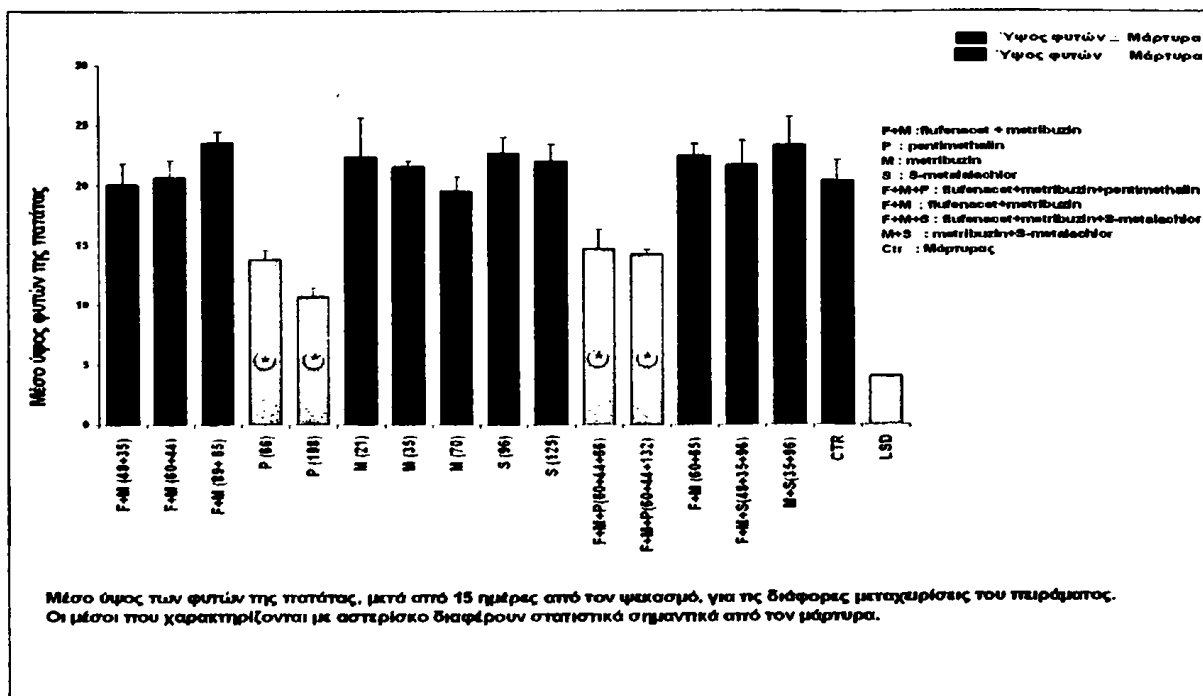
Το **Dual Gold** (s-metolachlor) δεν κατάφερε να ελέγξει αποτελεσματικά την λουβουδιά ούτε στην μεγαλύτερη δόση εφαρμογής του (130 ml/στρ.) στις 15 ημέρες από τον ψεκασμό. Στις 47 ημέρες το ποσοστό % ελέγχου αυξήθηκε λόγω πιθανώς της υπολειμματικότητας του.

Η πιθανή φυτοτοξικότητα των επεμβάσεων αξιολογήθηκε αρχικά με βάση το μέσο ύψος των φυτών πατάτας κάθε επέμβασης στις 15 και 47 ημέρες από την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται στο **Γράφημα 10** όπου απεικονίζεται το μέσο ύψος των φυτών κάθε επέμβασης.

Στα **Γραφήματα 10 & 11** δίνεται η ελάχιστη στατιστικά σημαντική διαφορά και η κατάταξη των επεμβάσεων σε κατηγορίες ανάλογα με το μέσο ύψος φυτών στις 15 και 47 ημέρες από την εφαρμογή αντίστοιχα.



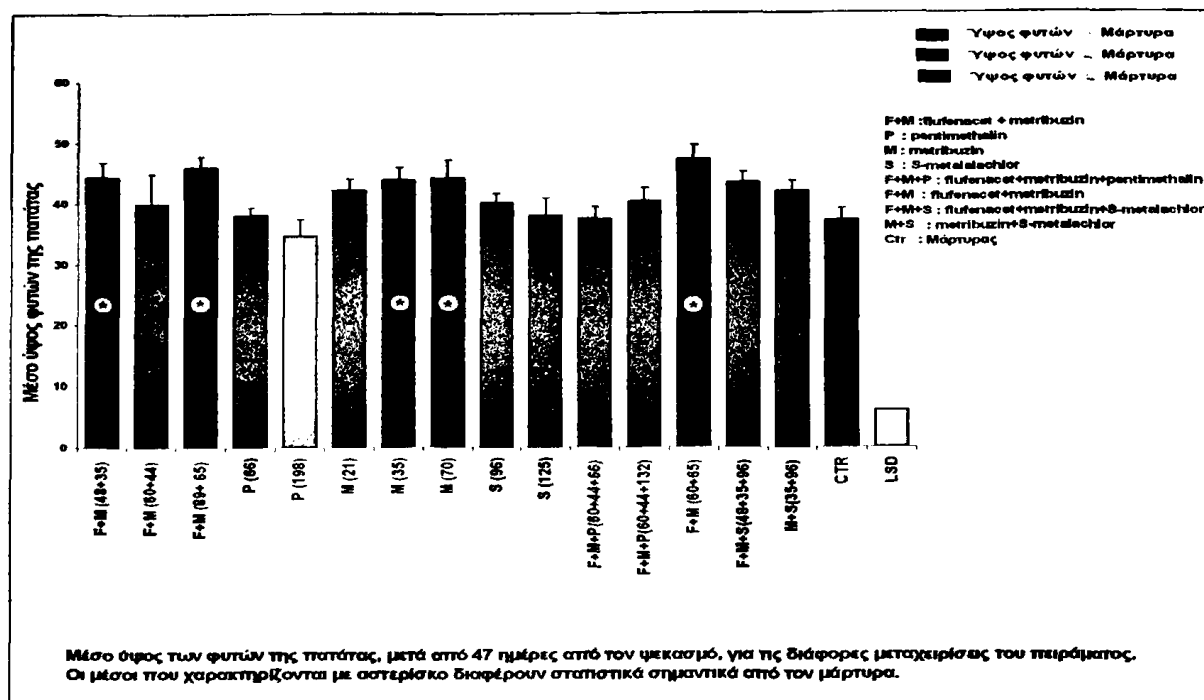
Γράφημα 10. Μέσο ύψος φυτών πατάτας στις 15 και 47 ημέρες από τον ψεκασμό για τις αντίστοιχες επεμβάσεις



Γράφημα 11. Κατάταξη των επεμβάσεων σε ομάδες ως προς το μέσο ύψος φυτών πατάτας στις 15 ημέρες από την εφαρμογή

Συνδυάζοντας τα Γραφήματα 10 & 11 συμπεραίνουμε ότι σε γενικές γραμμές οι διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων όσον αφορά το μέσο ύψος φυτών πατάτας στις 15 ημέρες από τον ψεκασμό δεν είναι στατιστικά σημαντικές εκτός από τις Επεμβάσεις

που εφαρμόστηκε το **pendimethalin** σε απλή ή συνδυασμένη εφαρμογή με το **Artist WG** (4^η, 5^η, 11^η και 12^η Επέμβαση) το μέσο ύψος των φυτών των επεμβάσεων αυτών διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες επεμβάσεις και τον Μάρτυρα.



Γράφημα 12. Κατάταξη των επεμβάσεων σε ομάδες ως προς το μέσο ύψος φυτών πατάτας στις 47 ημέρες από την εφαρμογή

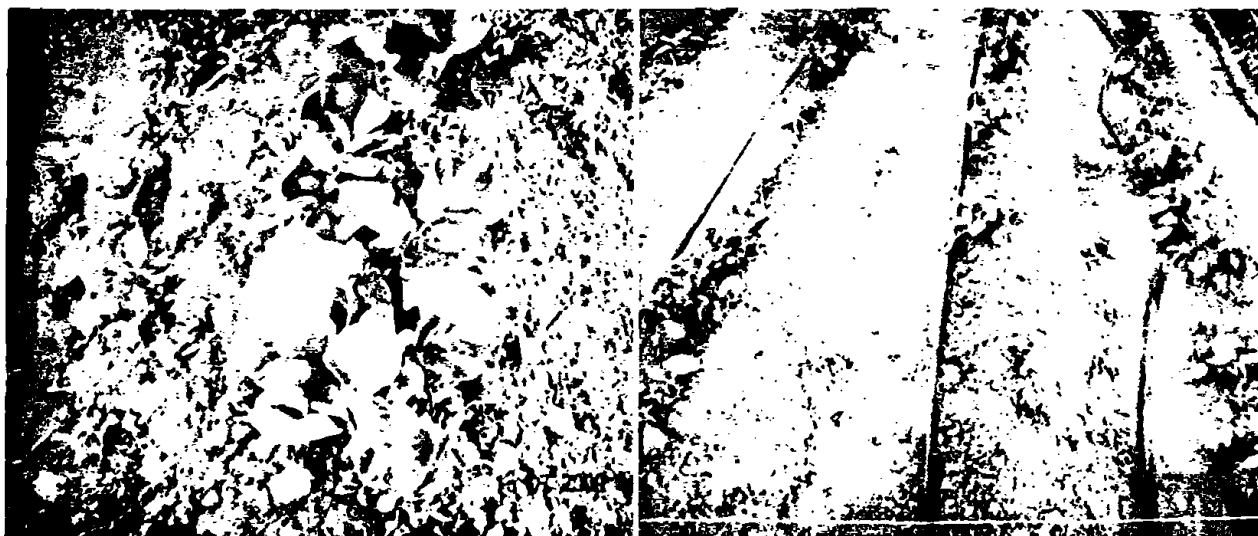
Με την πάροδο του χρόνου στις 47 ημέρες από την εφαρμογή οι διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων γίνονται πιο εμφανείς. Με βάση το **Γράφημα 12** οι ομάδες που διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους είναι τρεις. Στην ομάδα με το υψηλότερο μέσο ύψος φυτών ανήκουν οι :

- 1^η Επέμβαση Artist 200 ml/στρ.
- 3^η Επέμβαση Artist 370 ml/στρ
- 7^η Επέμβαση Sencor 50 g/στρ.
- 8^η Επέμβαση Sencor 100 g/στρ.
- 13^η Επέμβαση Artist 250 ml/στρ + Sencor 30 g/στρ

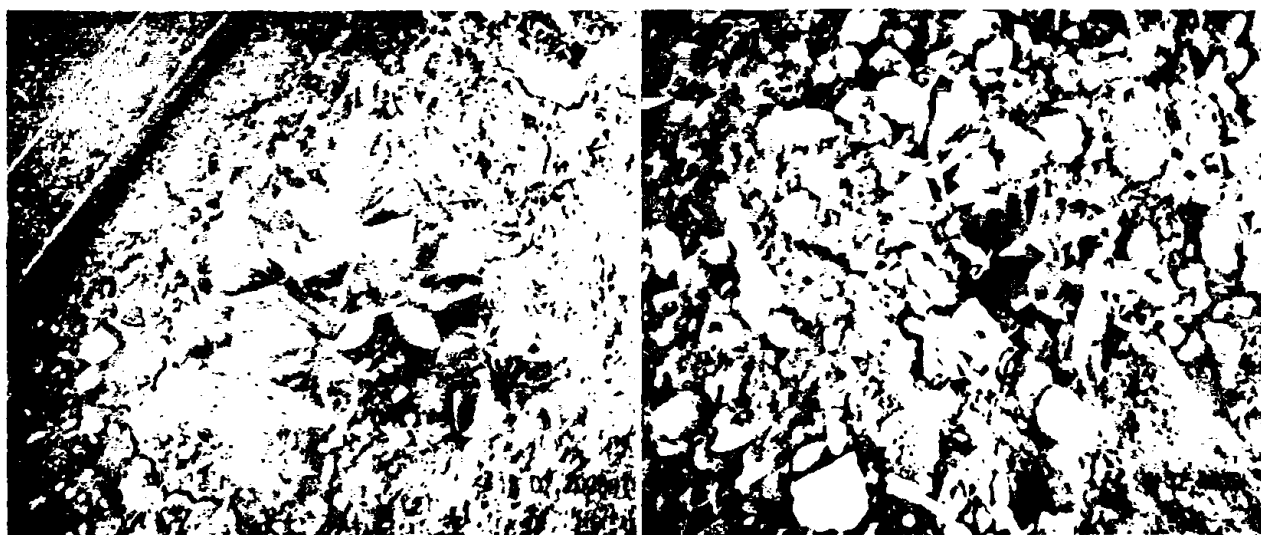
Στην ομάδα με το χαμηλότερο μέσο ύψος βρίσκεται η επέμβαση εφαρμογής της μεγαλύτερης δόσης εφαρμογής του **Stomp**. Φαίνεται επίσης ότι τα φυτά στα πειραματικά τεμάχια όπου εφαρμόστηκε η μικρότερη δόση του **pendimethalin** στις 47 ημέρες από τον ψεκασμό ανέκαμψαν και η διαφορά ύψους τους με φυτά άλλων

πειραματικών τεμαχίων δεν είναι μεγάλη πράγμα που δεν ισχύει για τα φυτά πειραματικών τεμαχίων όπου έγινε εφαρμογή της μεγαλύτερης δόσης του ζιζανιοκτόνου.

Η φυτοτοξικότητα των επεμβάσεων του Stomp ήταν ορατή σε όλα τα πειραματικά τεμάχια που έγινε εφαρμογή του όπως φαίνεται και στις εικόνες που ακολουθούν.



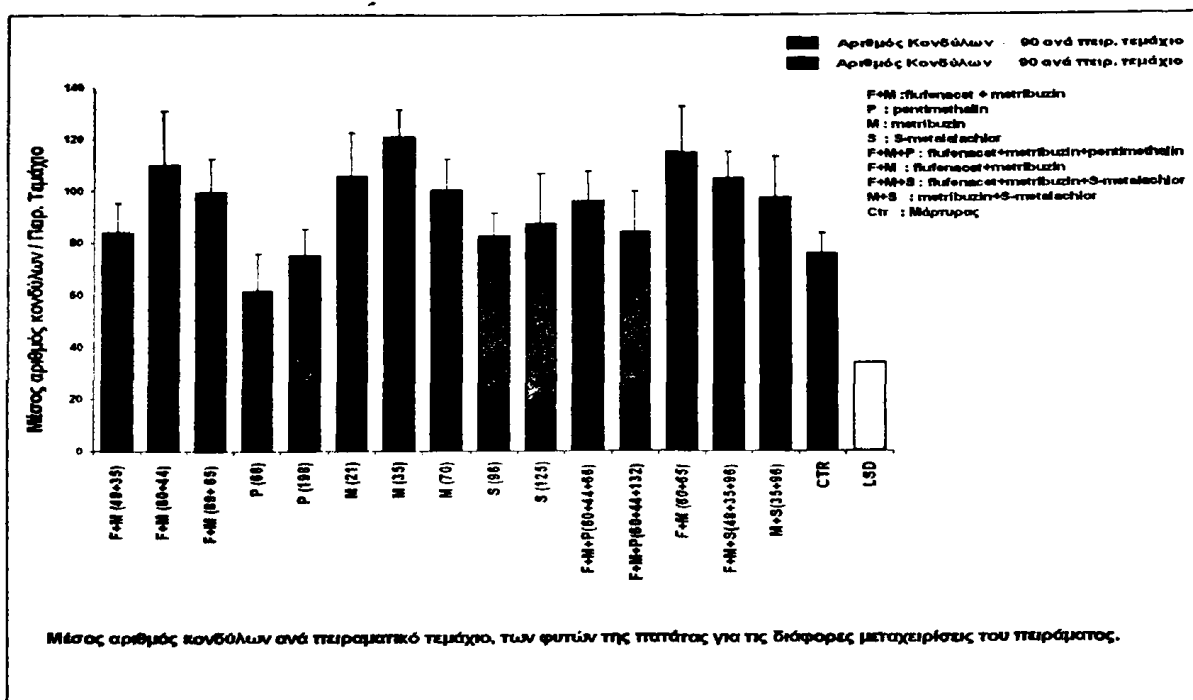
Εικόνα 25 & 26. Αριστερά σύμπτωμα φυτοτοξικότητας σε φυτό πατάτας της 4^{ης} Επέμβασης Stomp (200 ml/στρ.) και δεξιά, κενά στην μεσαία γραμμή 15 ημέρες από την εφαρμογή



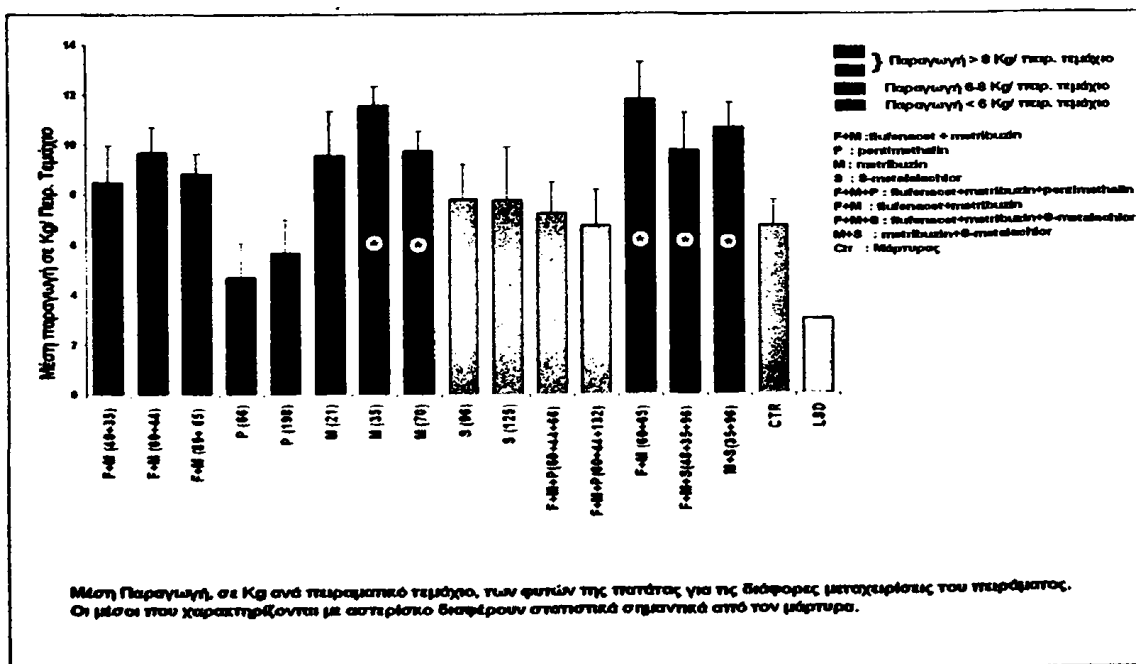
Εικόνα 27 & 28. Συμπτώματα φυτοτοξικότητας σε φυτά πατάτας της 5^{ης} Επέμβασης Stomp (600 ml/στρ.) 15 ημέρες από την εφαρμογή

Φυτοτοξικότητα προκλήθηκε και σε μια από τις επαναλήψεις της 2^{ης} δόσης του Artist (250 ml/στρ.) χωρίς όμως να παρατηρηθεί κάτι ανάλογο και για την μεγαλύτερη δόση εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου.

Στα Γραφήματα 13 και 14 παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός κονδύλων πατάτας και η μέση παραγωγή σε Kg πατάτας ανά επέμβαση αντίστοιχα.



Γράφημα 13. Κατάταξη των επεμβάσεων σε ομάδες ως προς το μέσο αριθμό κονδύλων πατάτας κατά την συγκομιδή



Γράφημα 14. Κατάταξη των επεμβάσεων σε ομάδες ως προς τη μέση παραγωγή (kg) πατάτας κατά την συγκομιδή

Στο **Γράφημα 13** φαίνεται η επίδραση του **Stomp (pendimethalin)** στον μέσο αριθμό κονδύλων στις επεμβάσεις όπου εφαρμόστηκε εκτός από την **12^η Επέμβαση** (**Artist 250 ml/στρ.+Stomp 200 ml/στρ.**) που έδωσε υψηλό μέσο αριθμό κονδύλων .

Υψηλό μέσο αριθμό κονδύλων έδωσαν και η μεσαία και υψηλότερη δόση του **Artist** όλες οι επεμβάσεις του **Sencor** και η **13^η, 14^η, και 15^η Επέμβαση**. Παρόλα αυτά στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων δεν υπάρχουν για τον μέσο αριθμό κονδύλων.

Όσον αφορά στην μέση παραγωγή πατάτας (**Γράφημα 14**) φαίνεται πλέον ότι και εδώ η φυτοτοξικότητα που προκάλεσε το **pendimethalin** είχε επίδραση στην μέση παραγωγή όλων των επεμβάσεων που εφαρμόστηκε. Αξιοσημείωτο είναι ότι στην περίπτωση που εφαρμόστηκε μόνο **Stomp (4^η Επέμβαση 200 ml/στρ.)** η μείωση στην μέση παραγωγή ήταν μεγαλύτερη από ότι όταν η ίδια δόση του **Stomp** συνδυάστηκε με **Artist (12^η Επέμβαση - Stomp 200 ml/στρ.+Artist 250 ml/στρ.)**. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στον μεγαλύτερο έλεγχο των ζιζανίων από το **Artist**.

Την μεγαλύτερη παραγωγή έδωσε η **13^η Επέμβαση** ακολουθούμενη από την **7^η**, ενώ έπονται η **15^η, η 8^η και 14^η** . Η παραγωγή των επεμβάσεων αυτών διαφέρει στατιστικά σημαντικά από την παραγωγή του μάρτυρα. Τα πειραματικά τεμάχια όπου έγινε εφαρμογή μόνο του **pendimethalin** έδωσαν την μικρότερη μέση παραγωγή και πιθανόν αυτό να μην οφείλεται μόνο στην φυτοτοξικότητα αλλά και στην αδυναμία ελέγχου των ζιζανίων. Χαμηλή παραγωγή έδωσαν και τα πειραματικά τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το **s-metolachlor (9^η & 10^η Επέμβαση)** ως αποτέλεσμα μη ικανοποιητικού ελέγχου της λουβουδιάς και αγριοτοματιάς.

Εάν θελήσουμε με βάση τα δεδομένα του πειράματος να συγκρίνουμε τις διάφορες μεταχειρίσεις ως προς την αποτελεσματικότητα ελέγχου των ζιζανίων λουβουδιά και αγριοντοματιά καθώς και την επίδραση τους στα φυτά της πατάτας και την τυχόν φυτοτοξικότητα που εμφάνισαν, τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον **Πίνακα 9**

Πίνακας 9. Σύγκριση των επεμβάσεων που έδωσαν τα καλύτερα αποτελέσματα κάτω από τις συνθήκες του πειράματος ως προς την αποτελεσματικότητα ελέγχου της αγριοτοματιάς και λουβουδιάς και ως προς την φυτοτοξικότητα και την επίδραση τους στην απόδοση των φυτών πατάτας (Παπάζης παρουσίαση 16^ο Ζιζανιολογικό συνέδριο)

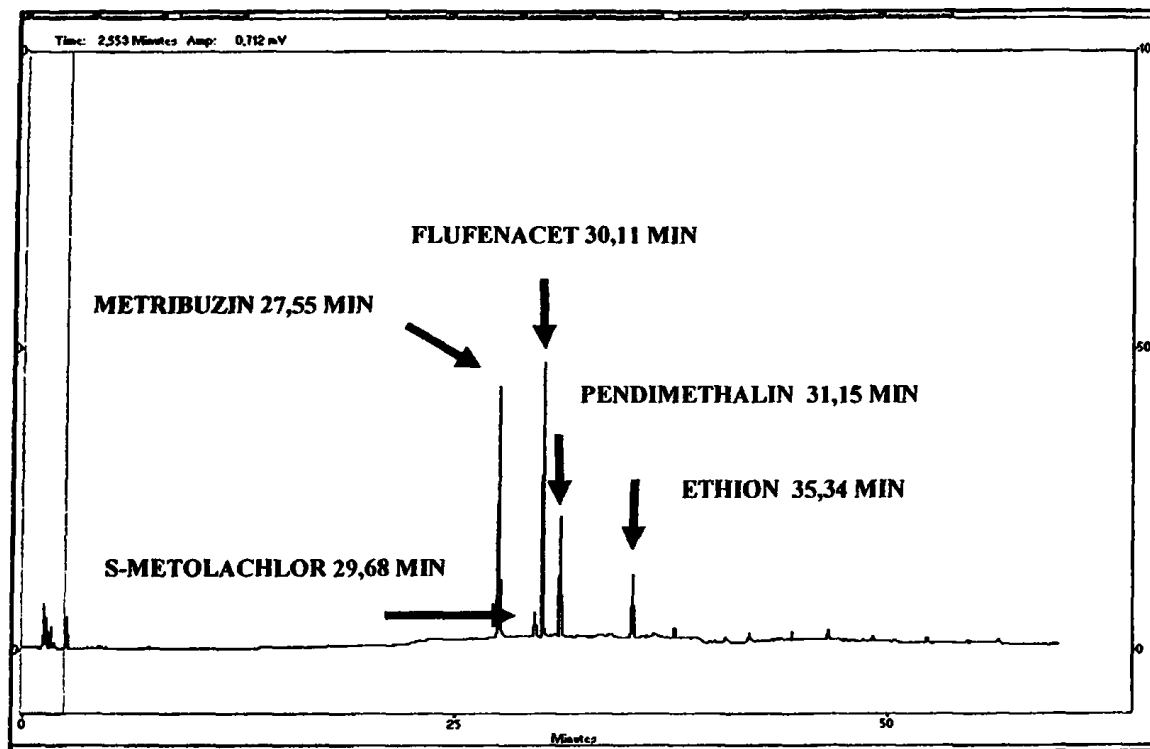
Επέμβαση	Αγριοτοματιά	Λουβουδιά	Φυτοτ/τητα	Απόδοση
13 ^η F+M (60+65) Artist	++*	++*	<i>Μικρή</i>	+++
2 ^η F+M (60 + 44) Artist	++*	++*	<i>Μικρή</i>	++
3 ^η F+M (89+65) Artist	++*	++*	<i>Μικρή</i>	++
11 ^η F+M+P(60+44+66)	++	++	<i>Μεγάλη</i>	++
12 ^η F+M+P(60+44+132)	++*	++*	<i>Μεγάλη</i>	++

Τα αποτελέσματα της μεταβολής της συγκέντρωσης των ζιζανιοκτόνων στο χώμα από τον ψεκασμό μέχρι και 80 ημέρες μετά παρουσιάζονται στον Πίνακα 10.

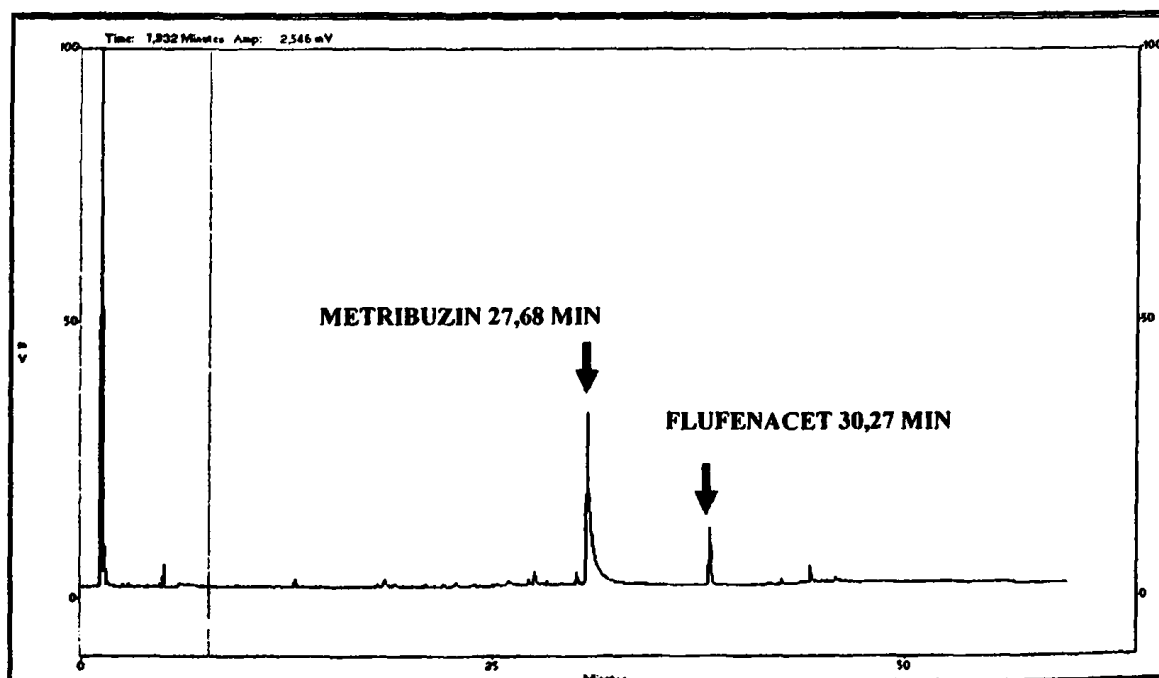
Πίνακας 10. Μέσος όρος συγκεντρώσεων (ppm) υπολειμμάτων των ζιζανιοκτόνων κατά επέμβαση στον ψεκασμό, 20, 50 και 80 ημέρες μετά.

ZIZANIOKTONA	Ψεκασμός	20 DAT	50 DAT	80 DAT
Επέμβαση 3^η Artist (flufenacet + metribuzin 89+65 g. δ.ο./στρ.)				
<i>metribuzin</i>	0,249	0,045	0,0000	0,0026
<i>flufenacet</i>	0,342	0,088	0,035	0,039
Επέμβαση 5^η Stomp 330 EC (pendimethalin 198 g. δ.ο./στρ.)				
<i>pendimethalin</i>	0,762	0,429	0,365	0,580
Επέμβαση 8^η Sencor 70 WG (metribuzin 70 g. δ.ο./στρ.)				
<i>metribuzin</i>	0,269	0,048	0,030	0,017
Επέμβαση 10^η Dual Gold 96 EC (s-metolachlor 128 g. δ.ο./στρ.)				
<i>s-metolachlor</i>	0,480	0,203	0,088	0,062
Επέμβαση 12^η Artist WG+Stomp 330 EC (flufenacet + metribuzin + pendimethalin 60+44+132 g. δ.ο./στρ.)				
<i>metribuzin</i>	0,168	0,024	0,013	0,011
<i>flufenacet</i>	0,231	0,062	0,058	0,069
<i>pendimethalin</i>	0,508	0,291	0,216	0,22
Επέμβαση 13^η Artist WG + Sencor 70 WG (flufenacet + metribuzin 60+65 g. δ.ο./στρ.)				
<i>metribuzin</i>	0,249	0,020	0,014	0,0081
<i>flufenacet</i>	0,231	0,058	0,052	0,037

Στις Εικόνες 29, 30 και 31 παρουσιάζονται χρωματογράφημα προτύπου των δ.ο., μιας από τις επαναλήψεις της 13^{ης} Επέμβασης (F+M 60+65 g δ.ο./στρ.) στις 20 ημέρες από τον ψεκασμό



Εικόνα 29. Χρωματογράφημα σε Αέριο χρωματογράφο (GC-ECD) προτύπου ποσοτικοποίησης των δ.ο συγκέντρωσης 1 ppm



Εικόνα 30. Χρωματογράφημα σε Αέριο χρωματογράφο (GC-ECD) επανάληψης της 13^{ης} Επέμβασης Metribuzin+Flufenacet (60+65 g. δ.ο./στρ.)

Στον Πίνακα 11 και 12 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των δοκιμών ανάκτησης για τις τέσσερις δ.ο.

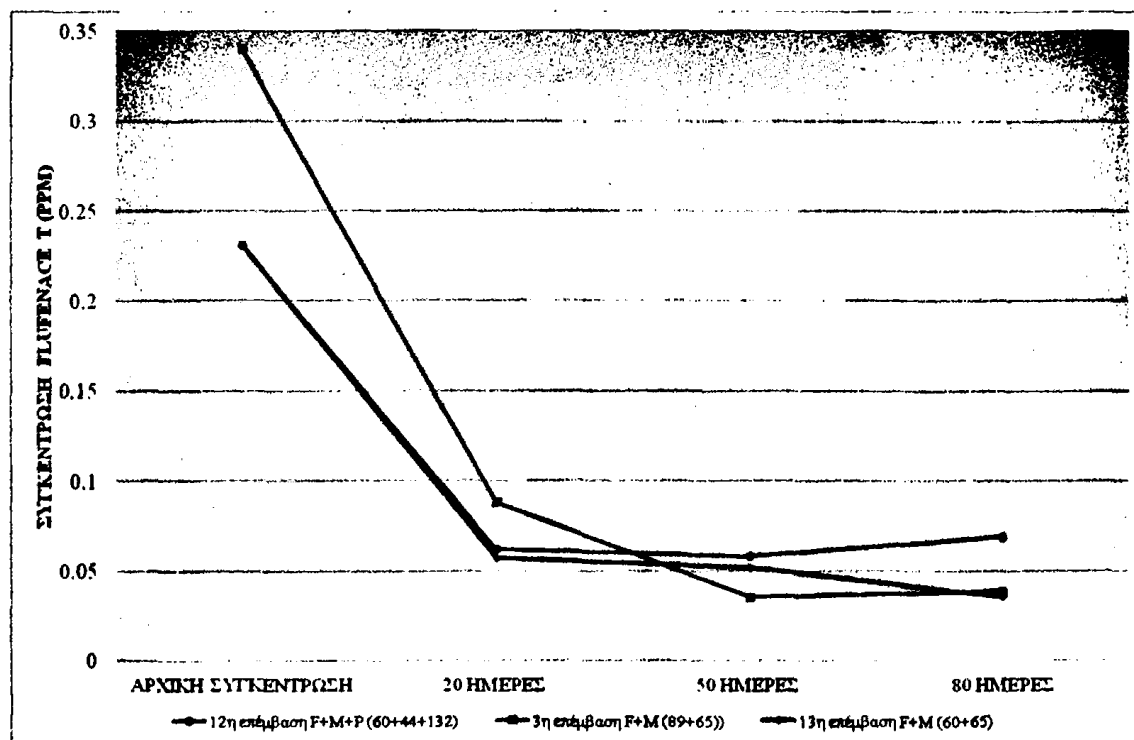
Πίνακας 11. Ποσοστά % δοκιμών ανάκτησης διαφόρων συγκεντρώσεων σε δείγματα πατάτας

% Recovery	0,01 ppm (mg/kg)	0,25 ppm (mg/kg)	0,5 ppm (mg/kg)
Metribuzin	129	79	98
s-metolachlor	60	90	108
Flufenacet	112	104	125
Pendimethalin	115	81	98

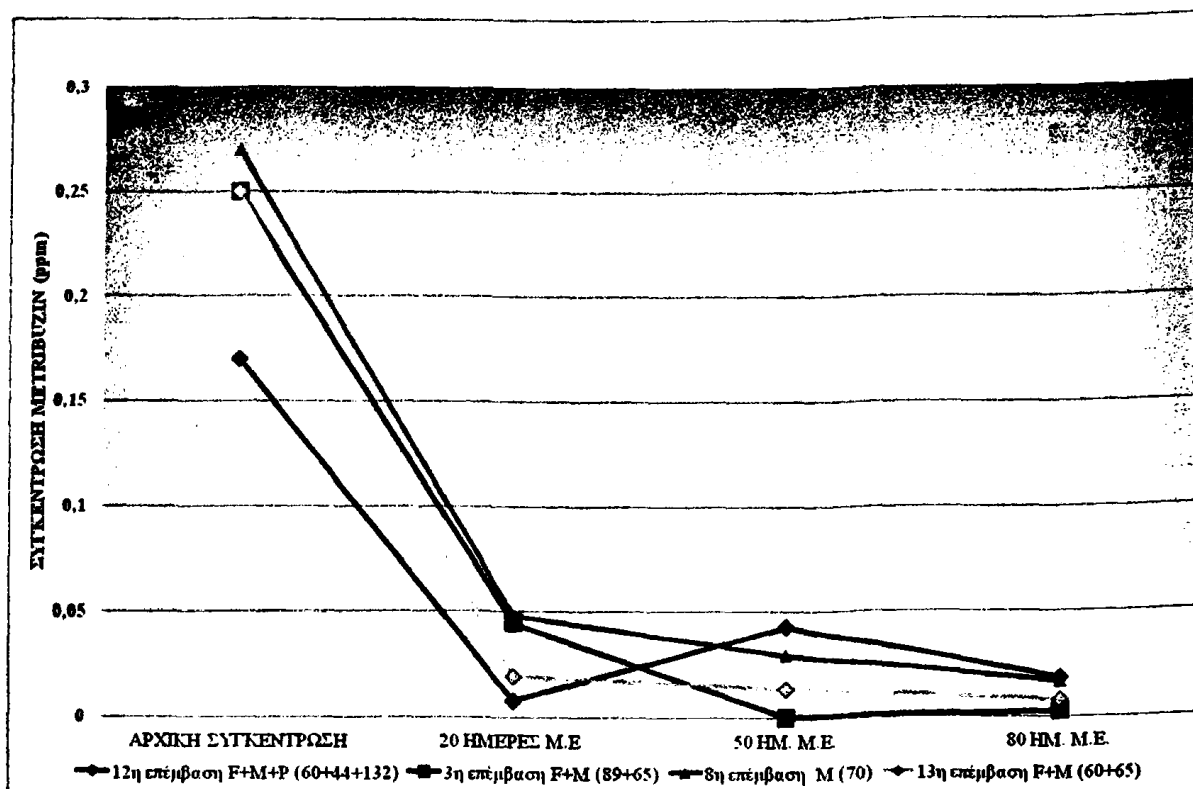
Πίνακας 12. Ποσοστά % δοκιμών ανάκτησης διαφόρων συγκεντρώσεων σε δείγματα εδάφους

% Recovery	0,25 ppm (mg/kg)	0,50 ppm (mg/kg)	1 ppm (mg/kg)
Metribuzin	123	113	117
s-metolachlor	161	138	101
Flufenacet	137	125	98
Pendimethalin	131	112	88

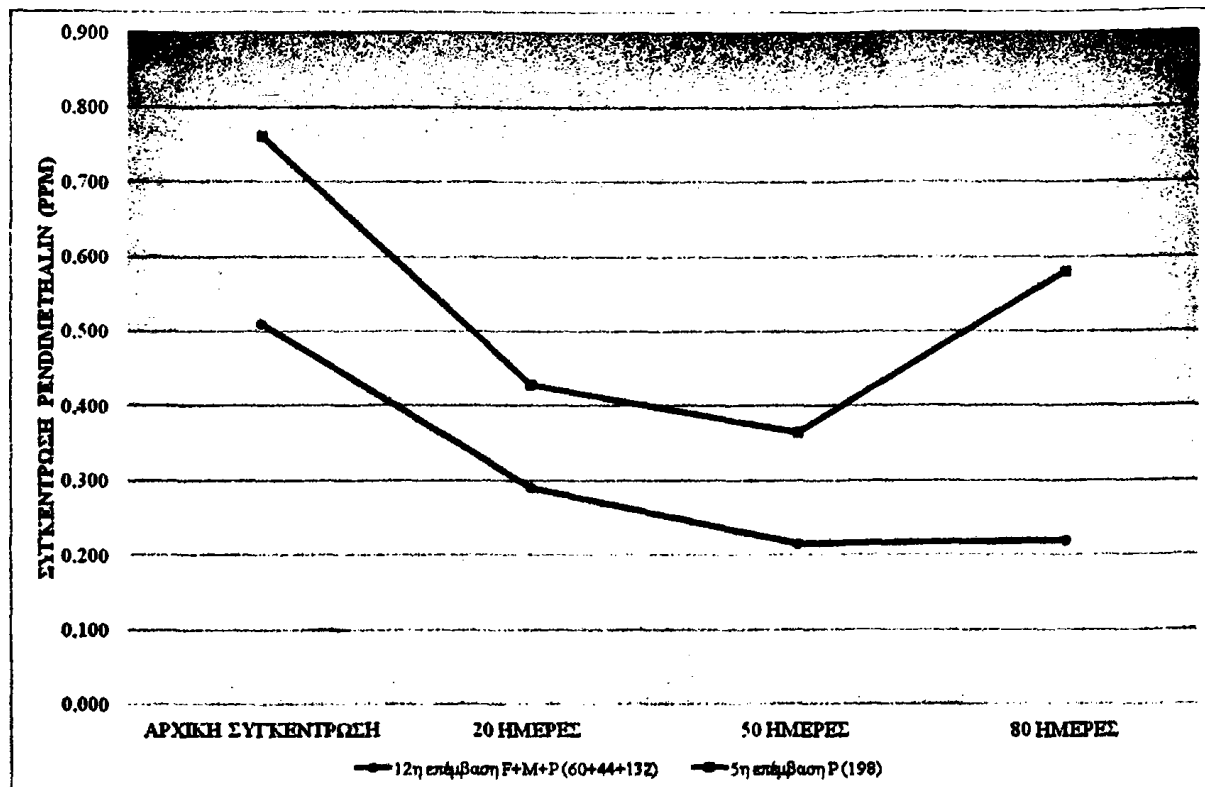
Αντίστοιχα οι μέσοι όροι για κάθε ζιζανιοκτόνο και η μεταβολή της συγκέντρωσης τους με τον χρόνο παρουσιάζονται στα Γραφήματα 15-18.



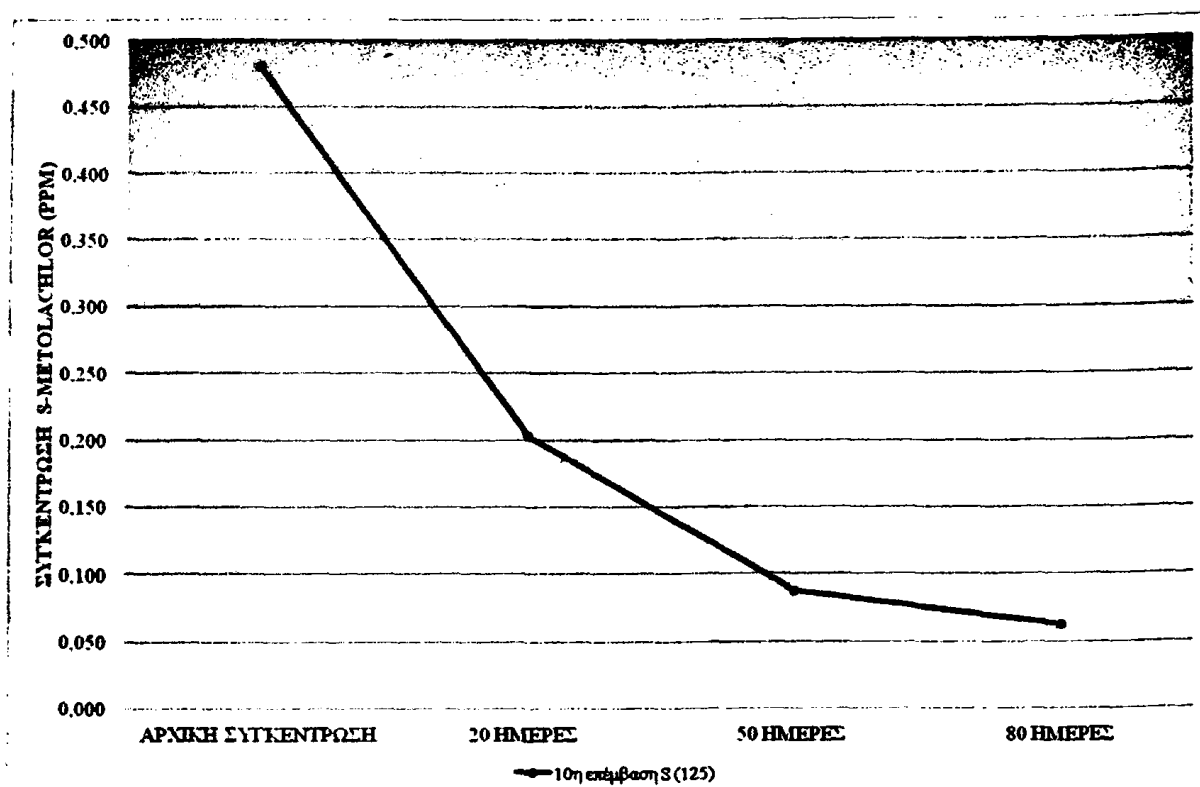
Γράφημα 15. Χρονική μεταβολή της συγκέντρωσης του flufenacet στο έδαφος για τις διάφορες επεμβάσεις



Γράφημα 16. Χρονική μεταβολή της συγκέντρωσης του metribuzin στο έδαφος για τις διάφορες επεμβάσεις



Γράφημα 17. Χρονική μεταβολή της συγκέντρωσης του pendimethalin στο έδαφος για τις διάφορες επεμβάσεις



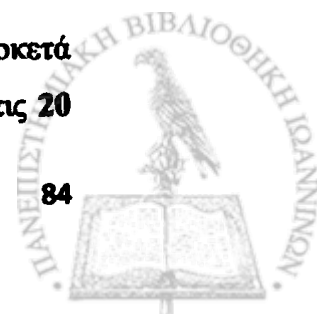
Γράφημα 18. Χρονική μεταβολή της συγκέντρωσης του s-metolachlor στο έδαφος για τις διάφορες επεμβάσεις

Στον Πίνακα 13 παρουσιάζεται η % μείωση της αρχικής τους συγκέντρωσης χρονικά.

Πίνακας 13. Μείωση % επί της αρχικής συγκέντρωσης για κάθε ζιζανιοκτόνο στις 20, 50 & 70 ημέρες από την εφαρμογή

ΠΟΣΟΣΤΟ % ΜΕΙΩΣΗΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΑΡΧΙΚΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ			
	20 DAT	50 DAT	80 DAT
<i>metribuzin</i>	86	94	95
<i>flufenacet</i>	74	81	81
<i>Pendimethalin</i>	43	55	40
<i>s-metolachlor</i>	58	82	87

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα και τα τέσσερα ζιζανιοκτόνα ήταν αρκετά έμμονα στο έδαφος. Η % μείωση επί της αρχικής συγκέντρωσης τους ήταν στις 20



ημέρες από την εφαρμογή 86, 74, 43 και 58% για το **metribuzin**, **flufenacet**, **pendimethalin** and **s-metolachlor**, αντίστοιχα. Μεγαλύτερη μείωση είχαμε στις 50 ημέρες από την εφαρμογή και τα αντίστοιχα ποσοστά % ήταν 94, 81, 55 and 82 αντίστοιχα ενώ στις 80 ημέρες κοντά στην συγκομιδή η μείωση έφτασε 95, 81, 40 και 87% επί της αρχικής συγκέντρωσης αντίστοιχα. Κάποιες ιδιότητες των ζιζανιοκτόνων παρουσιάζονται στον Πίνακα 14.

Πίνακας 14. Ιδιότητες των ζιζανιοκτόνων (Πηγή: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>)

	<i>Υδατοδιαλυτότητα ppm 20 °C)</i>	<i>Έκπλυση στο έδαφος (GUS value)</i>	<i>Προσρόφηση στο έδαφος K_d</i>	<i>DT₅₀ στο Έδαφος(Ημέρες)</i>
metribuzin	1200	2,57 (Μέτρια)	0,78-1,34 (Μικρή προσρόφηση)	11,5 (Μη έμμοно)
flufenacet	56	2,38 (Μέτρια)	3,2 (K _d) (Μέτρια προσρόφηση)	40 (Μέτρια έμμοно)
pendimethalin	0,33	0,39 (Πολύ Χαμηλή)	263(K _d) (Ισχυρή προσρόφηση)	90 (Μέτρια έμμοно)
s-metolachlor	480	1,94 (Χαμηλή)	1,88 ((K _d) (Μικρή προσρόφηση)	21 (Μη έμμοно)

Το **metribuzin** ήταν το λιγότερο έμμοно επιδεικνύοντας μεγάλη μείωση της συγκέντρωσης του (86%) μέσα στις 20 ημέρες από την εφαρμογή του. Όπως έχει αναφερθεί βιβλιογραφικά για το ζιζανιοκτόνο η διάρκεια ημίσειας ζωής του είναι μικρή DT₅₀= 30 ημέρες όπως αναφέρουν οι ερευνητές **Henriksen et al 2004 (19)** σύμφωνα με τους οποίους στο επιφανειακό στρώμα εδάφους παρατηρήθηκε ταχύτατη μείωση του ζιζανιοκτόνου με μεγαλύτερη από 50% της αρχικής ποσότητας εφαρμογής μετά από 30 ημέρες. Διάφορες άλλες μελέτες έχουν αναφέρει χρόνους ημίσειας ζωής για το ζιζανιοκτόνο που κυμαίνονται από 11 έως 46 ημέρες **Hyzak**

and Zimdahl 1974 (20); Bowman, 1991 (21); Gallaher and Mueller, 1996(22) ; Lechon et al., 1997 (23); Di et al.,1998(24) .

Η αποδόμησή του εξαρτάται από ιδιότητες του εδάφους όπως η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, η μικροβιακή δραστηριότητα το pH κ.α. Με κύριο παράγοντα ρύθμισης της προσρόφησής του στο έδαφος την % περιεκτικότητα σε άργιλο του εδάφους Harper 1988 (25).

Το πιο έμμοно στο έδαφος ήταν το **pendimethalin** καθώς και στις 80 ημέρες από τον ψεκασμό το 60% της αρχικής συγκέντρωσης βρισκόταν στο έδαφος γεγονός που αναφέρεται και βιβλιογραφικά (Πίνακας 14) . Τα αποτελέσματα του πειράματος συμφωνούν με τους Tsiropoulos and Lolas 2003 (43) που εκτίμησαν τον χρόνο ημίσειας ζωής του **pendimethalin** μεταξύ 43-62 ημέρες. Στην υπολειμματικότητα του πιθανόν να οφείλεται το γεγονός ότι κάποιες επεμβάσεις του **Stomp** βελτίωσαν την αποτελεσματικότητα ελέγχου της λουβουδιάς και αγριοτοματιάς στις 47 ημέρες από τον ψεκασμό. Το ζιζανιοκτόνο έχει μικρή υδατοδιαλυτότητα (0,3 ppm) και όπως φαίνεται στον Πίνακα 9 είναι αρκετά έμμοно.

Το **flufenacet** επίσης αποδομήθηκε ταχύτατα τις πρώτες 20 ημέρες (74% μείωση της αρχικής συγκέντρωσης) όπως και το **s-metolachlor** (60% μείωση της αρχικής συγκέντρωσης). Για το **flufenacet** αναφέρεται ότι ο χρόνος ημίσειας ζωής του DT₅₀ είναι 40 ημέρες (Πίνακας 14) αρκετά μεγαλύτερος από αυτόν που προκύπτει από τα αποτελέσματα του πειράματος

Όσον αφορά τα υπολείμματα των ζιζανιοκτόνων στα δείγματα πατάτας δεν ανιχνεύτηκαν σε κανένα δείγμα υπολείμματα των **metribuzin** και **s-metolachlor**. Σε δύο δείγματα πατάτας ανιχνεύτηκαν υπολείμματα του **flufenacet** και **pendimethalin**. Οι συγκεντρώσεις ήταν 0,016 ppm για το **flufenacet** και 0,046 ppm **pendimethalin** στο πρώτο δείγμα και 0,01 ppm για το **flufenacet** στο δεύτερο δείγμα οι οποίες είναι χαμηλότερες από τα αντίστοιχα MRLS.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την συγκεκριμένη εργασία είναι τα εξής:

- Γενικά όσον αφορά την **Αποτελεσματικότητα** των επεμβάσεων στον έλεγχο της Αγριοτοματιάς (*Solanum nigrum*) και Λουβουδιάς (*Chenopodium album*) τα μεγαλύτερα % ελέγχου έδωσε ο συνδυασμός **Artist WG**, είτε με το **Sencor 70 WG** είτε με το **Stomp 330 EC**, καθώς και η μεσαία και υψηλή δόση του **Artist WG**
- Όσον αφορά την Λουβουδιά το **Sencor 70 WG** σε απλή εφαρμογή του έδωσε ποσοστά ελέγχου μικρότερα από 70% για όλες τις δόσεις εφαρμογής του. Αντίθετα το **Artist WG** έδωσε ποσοστά ελέγχου ≥ 90 % γεγονός που οφείλεται στην παρουσία του **flufenacet**
- Αύξηση της δόσης του **Artist WG** από 250 σε 370 g. σκευασμ./στρ. δεν αύξησε σημαντικά τον έλεγχο των δυο ζιζανίων οπότε κρίνεται ότι αύξηση της δόσης πέρα της εγκεκριμένης (>250 g σκευασμ./στρ.) δεν είναι απαραίτητη
- Η αύξηση της δόσης του **Artist WG** από 200 σε 250 g. σκευασμ./στρ. βελτίωσε το % ελέγχου της λουβουδιάς
- Υπάρχουν σαφείς ενδείξεις ότι έχει αναπτυχθεί κάποια μορφή ανθεκτικότητας της λουβουδιάς στο **metribuzin** πιθανόν λόγω χρονικά παρατεταμένης χρήσης του σε μια περιοχή που κυριαρχεί η καλλιέργεια πατάτας και αυτό χρειάζεται να διερευνηθεί περαιτέρω με δειγματοληψίες ζιζανίων λουβουδιάς και εξακρίβωση εάν πρόκειται για ανθεκτικούς βιότυπους στο **metribuzin**
- Οι επεμβάσεις όπου συνδυάστηκε ή έγινε απλή εφαρμογή του **pendimethalin** προκάλεσαν φυτοτοξικότητα και επέδρασαν στην τελική παραγωγή πατάτας. Σε αυτό συνέβαλλε ότι ο ψεκασμός λόγω βροχοπτώσεων καθυστέρησε και έγινε όταν φυτά πατάτας είχαν ήδη φυτρώσει. Πιθανόν αυτός να είναι και ο λόγος της μειωμένης αποτελεσματικότητας του **Dual Gold 96 EC**.
- Όσον αφορά την υπολειμματικότητα των δραστικών ουσιών στο έδαφος η σειρά αποδόμησης ήταν η εξής: **metribuzin** > **s-metolachlor** > **flufenacet** > **pendimethalin** με το **metribuzin** να παρουσιάζει μείωση 86% στις 20 ημέρες



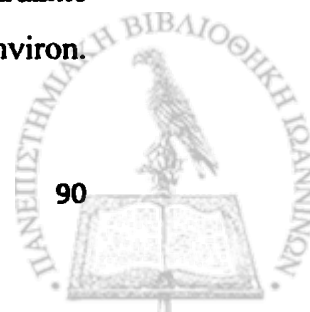
από την εφαρμογή και να αποικοδομείται ταχύτερα από τα υπόλοιπα. Το **pendimethalin** ήταν το πιο έμμοно από τα υπόλοιπα ζιζανιοκτόνα και στις 80 ημέρες είχε παραμείνει το 60% της αρχικής συγκέντρωσης εφαρμογής. Τα αντίστοιχα ποσοστά μείωσης του **flufenacet** και **s-metolachlor** στις 20 ημέρες από τον ψεκασμό ήταν 74 και 58% αντίστοιχα.

- Μεμονωμένα ήταν τα δείγματα πατάτας που ανιχνεύτηκαν υπολείμματα δύο δ.ο. (**flufenacet** και **pendimethalin**) και δεν φαίνεται να υπάρχει κίνδυνος συσσώρευσης υπολειμμάτων στην παραγωγή αν ακολουθηθούν οι οδηγίες χρήσεις των σκευασμάτων.
- Λαμβάνοντας υπόψη την ικανότητα έκπλυσης του **metribuzin** και του **s-metolachlor** και τις βιβλιογραφικές αναφορές για την δυναμική που έχουν να καταλήγουν σε υπόγεια ύδατα και δεδομένου της ιδιαιτερότητας της περιοχής θα ήταν ενδιαφέρον να μελετηθεί η ικανότητα που έχουν τα ζιζανιοκτόνα να εκπλύνονται κάτω από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Anon (1990a)**. Evidence of the Bureau of Rural Resources to the Senate Select Committee inquiry into the use of agricultural and veterinary chemicals in Australia.
2. **Β. Ζιώγας, Α. Μάρκογλου 2010**. Γεωργική Φαρμακολογία. Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσης και Χρήσεις Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων σελ. 3-8, 19, 45-52, 52,
3. **Ashton, F. M. and T. J. Monaco**. Weed Science Principles & Practices 3rd Edition Pages: 3-10, 13-17, 34-37, 56-66, 121-123, 309, 440-441
4. **Λόλας Πέτρος 1997**. Ζιζανιολογία, Ζιζάνια – Ζιζανιοκτόνα. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις Βόλος 1997
5. **Λόλας Π. Χ. και Η. Ελευθεροχωρινός**. Δέκα δυσκολοεξόντωτα ζιζάνια. Γεωργική Τεχνολογία σελ:71-86
6. **Π. Βαχαμίδης και Γ. Ν. Γιαννοπολίτης**. Η πατάτα στον κόσμο, στην Ευρώπη και στην Ελλάδα. Περιοδικό Γεωργία – Κτηνοτροφία 6/2011 Αφιέρωμα στην Καλλιέργεια της Πατάτας σελ: 8-11
7. **Γιαννοπολίτης Κ. Ν.** Τα ζιζάνια στην Πατάτα και η αντιμετώπιση τους. Περιοδικό Γεωργία – Κτηνοτροφία τεύχος 6/2011 Αφιέρωμα στην καλλιέργεια της Πατάτας σελ: 58-62
8. **Hillocks, R. J. 2012**. Farming with fewer pesticides EU pesticide review and resulting challenges for UK agriculture Crop Protection 31:85-93
9. **Avery, D. T. 1997**. Saving the planet with pesticides, biotechnology and European Farm Reform. The 1997 Brighton Crop Protection Conference Weeds 1:3-15
10. **Γιαννοπολίτης Κ. Ν., Ε. Α. Πασπάτης και Σ. Βυζαντινόπουλος 1985**. Οδηγός Αντιμετώπισης Ζιζανίων: Συστάσεις για την χρήση ζιζανιοκτόνων. Ελληνική Ζιζανιολογική Εταιρεία Αθήνα σελ 112

11. **Deege R, Förster H, Schmidt RR, Thielert W, Tice MA, Aagesen GJ, Bloomberg JR, Santel HJ (1995) BAY 5043: A new low rate herbicide for preemergence grass control**
12. **Förster H, Schmidt RR, Santel HJ, Andree R (1997) FOE 5043. A new selective herbicide from the oxyacetamide group. Pflanzenschutz-Nachr Bayer (Ger Edit) 50: 105-116**
13. **Soltani, Nader, Bill Deen Stephen Bowley Peter H. Sikkema 2005 Effects of pre-emergence applications of flufenacet plus metribuzin on weeds and soybean (*Glycine max*) Crop Protection 24 (6) pages 507-511**
14. **Sikemma P. H., A.S. Hamill, M. M. Quaderi and C. Doudet 2004 Processing tomato and weed response to flufenacet plus metribuzin Weed Technology 18 (3) pages 801-809**
15. **Kahramanoglu, I., F. N. Uygyr 2010. Effects of reduced doses and application timing of metribuzin on redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) Turk J Agric For 34 (2010): 467-474.**
16. **Vasilakoglou, I. B. and IL. G. Eleftherohorinos 2003. Persistence, efficacy and selectivity of amide herbicides in corn. Weed Technology 17(2):381-388**
17. **Pannacci E., F. Graziani and G. Covarelli 2007. Use of herbicide mixtures for pre and post-emergence weed control in sunflower (*Helianthus annuus*). Crop Protection 26: 1150-1157**
18. **Cohen, S. Z., S. M. Creeger, R. F. Cassel, C. G. Enfield 1984. Treatment and disposal of Pesticide Wasters R. F. Krueger, J. N. Seiber Eds. ACS Symposium Ser Am. Che. Washington D.C. 1984. Vol. 259: 294-322**
19. **Henriksen, T., B. Svensmark and R. K. Juhler 2004. Degradation and sorption of Metribuzin and Primary Metabolites in a Sandy Soil Journal of Environmental Quality 33:619-627**
20. **Hyzak D. L. and R. L. Zimdahl 1994. Rate of metribuzin degradation and two analogs in soil. Weed Science: 22:75-79**
21. **Bowman B. T. 1991. Mobility and dissipation studies of metribuzin, atrazine and two metabolites in Plainfield sand using field lysimeters. Environ. Toxicol. Chem. 10:573-579**



22. **Gallaher K. and T. C. Mueller 1996.** Effect of crop presence on persistence of atrazine, metribuzin and clomazone in surface soil. *Weed Science* 46:698-703
23. **Lechon, Y. A. I. Garcia-Valcarcel, T. Matienzo, C, Sanchez-Brunete and J. C. Tadeo 1997.** Laboratory and field studies on metribuzin persistence in soil and its prediction by simulation models. *Toxic. Environ. Chem.* 63:47-61
24. **Di H. J, L. A.G. Aylmore and R. S. Kookana 1998.** Degradation rates of eight pesticides in surface and subsurface soils under laboratory and field conditions. *Soil Science* 163:404-411
25. **Harper, S. S. 1988.** Sorption of metribuzin in Surface and Subsurface soils of the Mississippi Delta Region. *Weed Science* Vol 36 (1) 1988: 84-89
26. **Kim, Jung-Ho and S. E. Feagleg 2002.** Leaching of trifluralin, metolachlor and metribuzin in a clay loam soil of Louisiana. *Journal of Environmental Science and Health, Part B.* Vol. B37 No 5 pp 393-403.
27. **Bouchard, D. C., T. L. Lavy and D. B.Marx 1982.** Fate of metribuzin, metolachlor and fluometuron in soil. *Weed Science* 1982 Vol 30(6):629-632
28. **Rouchard J., O. Neus, K Cools and R. Bulcke 1999.** Flufenacet soil persistence and mobility in corn and wheat crops. *Bull. Environ. Contamination Toxicology*, 63: 460-466
29. **Vasilakoglou., I. B., IL. G. Eleftherohorinos and K. B. Dhima 2001.** Activity, adsorption and mobility of three acetanilide and two new amide herbicides. *Weed Research* 41: 536-546
30. <http://www.weedscience.org/In.asp> International Survey of herbicide resistant weeds.
31. **Beckie, H. J. and F. J. Tardif 2012.** Herbicide cross resistance in weeds *Crop Protection* 35: 15-28
32. **Heap I. M. 2011.** Internation Survey of herbicide resistant weeds. <http://www.weedscience.org>

33. Eleftherohorinos I. G., I. B. Vasilakoglou, and K. V. Dhima (2000) Metribuzin resistance in *Amaranthus retroflexus* and *Chenopodium album* in Greece. Weed Science: January 2000, Vol. 48, No. 1, pp. 69-74.
34. O connell P. J., C. T. Harms and J. R. F. Allen 1998. Metolachlor and S-Metolachlor and their role within sustainable weed management. Crop Protection, Vol 17 No 3 pp 207-212
35. Hugo K, J, J. J. Biljon and W. Jooste 1990. Residual effect of various herbicides on Japanese millet. Proc. South Afric. Sugar Tech. Assoc. pp 45-46
36. Rahman A., T. K. James 1994. Field persistence of some maize herbicides in two soils. Proc. 47th N. Z. Plant Prot. Conf. pp 6-10
37. Peter C. J., J. B. Weber 1985. Adsorption, mobility and efficacy of alachlor and metolachlor as influenced by soil properties. Weed Science 33, pp 874-881
38. Patakioutas, G. and T. Albanis 2002. Adsorption desorption studies of alachlor, metolachlor, EPTC, chlorothalonil and pirimiphos-methyl in contrasting soils. Pest Management Science 58: 352-362
39. Η. Γ. Ελευθεροχωρινός 1996. Ζιζανιολογία. Εκδόσεις Αγρότυπος σελ 225
40. Zheng, S. Q., J. F. Cooper and P. Fontanel 1993. Movement of pendimethalin in soil of the South France Bull. Environ. Contam. Toxicol. 50:492-498
41. Smith, A.E.; A.J. Aubin and T.C McIntosh 1995. Field persistence studies with emulsifiable concentrate and granular formulations of the herbicide pendimethalin in Saskatchewan Journal of Agricultural and Food Chemistry 43 (11): 2988-2991
42. Savage, K. E. and T. N. Jordan . 1980. Persistence of three dinitroaniline herbicides on the soil surface. Weed Sci 28:105-110.
43. Tsiropoulos N. and P. C. Lolas 2004. Persistence of pendimethalin in cotton fields under sprinkler or drip irrigation, in Central Greece. Intern. J. of Environm. Analytical Chemistry 84 No 1-3: 199-205
44. Παπάζης Γιώργος 2010. Η κλιματική αλλαγή θέτει πρόσθετες δυσκολίες στην καλλιέργεια της πατάτας στο οροπέδιο Πολιτσές Χρυσοβίτσας Μετσόβου <http://www.papazis.gr/khresima/georgia/nea-selida-4/>



45. <http://penteli.meteo.gr/stations/tristeno/> Μετεωρολογικός σταθμός Τρίστενου Ζαγορίου
46. **Ministry of Welfare Health and Cultural Affairs. (1996)** Analytical Methods for Pesticide Residues in Foodstuffs, Multiresidue Method 1. Pesticides amenable to gas chromatography. 6th Ed., The Netherlands pages: 4-19
47. **Avery, D. T. 1997.** Saving the planet with pesticides, biotechnology and European Farm Reform. The 1997 Brighton Crop Protection Conference Weeds 1:3-15
48. **Bazoobandi, M., N. T. Yaduraju and G. Kulshrestha 2000.** Analysis of flufenacet in soil, wheat grain and straw by gas chromatography. Journal of Chromatography A, 886: 319-322
49. **Callihan. R.H., G. F. Stallknecht, R. B. Dwell and M. Blicharczyk 1976.** Residues of metribuzin and its metabolites in potato tubers. American Potato Journal Vol. 53: 253-260
50. **Chopra, I., B. Kumari and S. K. Sharma 2010.** Evaluation of leaching behavior of pendimethalin in sandy loam soil. Environm. Monit. Assessment 160: 123-126
51. **Cohen, S. Z., S. M. Creeger, R. F. Cassel, C. G. Enfield 1984.** Treatment and disposal of Pesticide Wasters R. F. Krueger, J. N. Seiber Eds. ACS Symposium Ser Am. Che. Washington D.C. 1984. Vol. 259: 294-322
52. **Förster H, Schmidt RR, Santel HJ, Andree R (1997) FOE 5043.** A new selective herbicide from the oxyacetamide group. Pflanzenschutz-Nachr Bayer (Ger Edit) 50: 105-116
53. **Gupta, S and V. T. Gajbhiye 2002.** Effect of concentration, moisture and soil type on the dissipation of flufenacet from soil. Chemosphere 47: 901-906
54. **Farming with fewer pesticides EU pesticide review and resulting challenges for UK agriculture Crop Protection 31:85-93**

- 55. Hu J., Z. Deng, C. Lin and Z. Zheng 2010.** Simultaneous Analysis of Herbicide Metribuzin and Quizalofop-p-ethyl Residues in potato and Soil by GC-ECD. *Chromatographia* Vol. 72: 701-706
- 56. Pandley J., R. Sing and A. K. Verma 2001** Influence of herbicides on weed management in true potato. *Acta Agronomica Hungarica*. Volume 49, Issue 2, 2001, Pages 183-187
- 57. Peter C. J., J. B. Weber 1985.** Adsorption, mobility and efficacy of alachlor and metolachlor as influenced by soil properties. *Weed Science* 33, pp 874-881
- 58. Rahman A., T. K. James 1994.** Field persistence of some maize herbicides in two soils. *Proc. 47th N. Z. Plant Prot. Conf.* pp 6-10
- 59. Stall. M. W. and C. M. Hutchinson.** Weed control in Potato. University of Florida. IFAS Extension.
- 60. Thornton M., J. Miller, P. Hutchinson and J. Alvarez 2010.** Response of potatoes to soil-applied Insecticides, Fungicides and Herbicides. *Potato Research* 53:351-358
- 61. Twining, S., J. Clarke, S. Cook, S. Ellis, P. Gladders, F. Ritchie and S. Wynn 2009.** Pesticide availability for potatoes following revision of Directive 91/414/EEC. Impact assessment and identification of research priorities. Research Report Potato Council 2009/02 ADAS UK.
- 62.** <http://www.potato2008.org/en/world/index.html>
- 63.** <http://www.chemblink.com/products/21087-64-9.htm> metribuzin chem. structure
- 64.** <http://faostat.fao.org/>
- 65. The e-pesticide Manual.** A world compendium Tamlin C.D.S. Eds. The British Crop Production The Hampshire UK 2006
- 66. H. M. LeBaron, J. E. McFarland and O. C. Burnside 2008.** The Triazine Herbicides Elsevier

ΑΛΛΕΣ ΠΗΓΕΣ

- 67. Πατακιούτας Γιώργος 2000.** Διδακτορική Διατριβή Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
- 68. Seyed Soheil Saeedi Saravi and Mohammad Shokrzadeh (2011).** Role of Pesticides in Human Life in the Modern Age: A Review, Pesticides in the Modern World - Risks and Benefits, Dr. Margarita Stoytcheva (Ed.) ISBN: 978-953-307-458-0, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/pesticides-in-the-modern-world-risks-and-benefits/role-of-pesticides-in-human-life-in-the-modern-age-a-review>
- 69. Environmental Protection Agency US. Pesticide Fact Sheet, Flufenacet**
April 1998
- 70. Κατσούλης Αναστάσιος 2011.** Τουριστική Αξιοποίηση Τεχνητών Λιμνών: Το παράδειγμα της Λίμνης Πηγών Αώου. Διπλωματική Εργασία Δ.Μ.Π.Σ. Περιβάλλον και Ανάπτυξη 2^η Κατεύθυνση Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- 71. <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>**