

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. 28
Ημερομηνία 4-10-2003

**Αποτελεσματικότητα οxyfluorfen και σκευασμάτων glyphosate
ανάλογα με την ώρα εφαρμογής της ημέρας στον αγρό**

Μαρίτσα Αικατερίνη



Πτυχιακή διατριβή που υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας ως μερική υποχρέωση για την λήψη του πτυχίου του γεωπόνου

Βόλος 2003



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 2599/1

Ημερ. Εισ.: 04-10-2003

Δωρεά: _____

Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ

2003

ΜΑΡ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



**Αποτελεσματικότητα oxyfluorfen και σκευασμάτων glyphosate
ανάλογα με την ώρα εφαρμογής της ημέρας στον αγρό.**

Μαρίτσα Αικατερίνη

Εξεταστική Επιτροπή

Λόλας, Π.Χ.
Επιβλέπων
Καθ. Ζιζανιολογίας

Τσιρόπουλος Ν.
Μέλος
Επ. Καθ. Χημείας

Σφουγγάρης Αθ.
Μέλος
Λεκτ. Διαχ. Οικοσυστημάτων

ΒΟΛΟΣ 2003

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000070474

Η παρούσα Πτυχιακή εργασία, αφιερώνεται στους γονείς μου...

Ευχαριστίες

Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται στον επιβλέποντα καθηγητή κύριο Λόλα Π. Χ. καθηγητή Ζιζανιολογίας του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την ανάθεση της παρούσας πτυχιακής διατριβής, την βοήθεια και την πολύτιμη καθοδήγησή του στην εκτέλεση του πειράματος και στην συγγραφή της πτυχιακής.

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, κ. Τσιρόπουλο Ν. Επίκουρο Καθηγητή Χημείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και κ. Σφουγγάρη Αθ. Λέκτορα Διαχείρισης Οικοσυστημάτων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τις χρήσιμες υποδείξεις και διορθώσεις τους στην πτυχιακή εργασία.

Επίσης πολλές ευχαριστίες εκφράζονται στο προσωπικό του εργαστηρίου Ζιζανιολογίας και ιδιαίτερα στον κ. Σουίπα Σ. (ΕΤΕΠ), για την πολύτιμη βοήθεια του στην εγκατάσταση του πειράματος και στη λήψη και επεξεργασία των παρατηρήσεων.

Ολόψυχα ευχαριστώ την οικογένεια μου και ιδιαίτερα τους γονείς μου για την ηθική και οικονομική υποστήριξη, σε όλη τη διάρκεια της φοιτητικής μου διαδρομής και την συμβολή τους στην επιτυχία των στόχων μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου για τη συμπαράσταση και τη βοήθειά τους στη διεκπεραίωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Μαρίτσα Αικατερίνη

Περίληψη

Σε πείραμα αγρού που έγινε στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο, κατά τους μήνες Μάιο – Ιούνιο το 2002 αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα του oxyfluorfen και σκευασμάτων glyphosate, σε φυτά καλαμποκιού και φασολιού σε σχέση με την ώρα εφαρμογής στη διάρκεια της ημέρας.

Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα σκευάσματα glyphosate (Roundup) και ένα σκεύασμα oxyfluorfen (Goal). Συγκεκριμένα:

- ➔ MON 78294 (45%, άλας ισοπροπυλαμίνης (IPA))
- ➔ MON78273 (54%, άλας καλίου)
- ➔ MON 52276 (36%, άλας IPA, νέο σκεύασμα)
- ➔ MON 2139 (36% AS, άλας IPA, το κλασικό σκεύασμα Roundup)
- ➔ oxyfluorfen (24% EC)

Η δόση για όλα τα σκευάσματα ήταν 0.72 kg δ.ο./ha. Τα σκευάσματα ψεκάστηκαν σε φυτά καλαμποκιού και φασολιού σε τρεις διαφορετικές ώρες της ημέρας : πρωί (10:00 π.μ), μεσημέρι (14:00), βράδυ (20:00) για το glyphosate και σε δύο : μεσημέρι (14:00) και βράδυ (20:00) για το oxyfluorfen.

Χρησιμοποιήθηκε το πειραματικό σχέδιο πλήρεις τυχαιοποιημένες ομάδες (RCB), με 3 επαναλήψεις για κάθε επέμβαση. Η αποτελεσματικότητα των σκευασμάτων εκτιμήθηκε από το ξηρό βάρος των φυτών που ψεκάστηκαν, εκφρασμένο σε % ποσοστό των φυτών που χρησιμοποιήθηκαν σαν μάρτυρες, στις 2, 4, 8, 15 και 20 ημέρες μετά την εφαρμογή τους (MAE).

Τα αποτελέσματα (στις δειγματοληψίες 15 ημέρες από την εφαρμογή) στο καλαμπόκι έδειξαν ότι το σκεύασμα MON 78294 ήταν πιο αποτελεσματικό όταν ψεκάστηκε το πρωί, το MON 78273 είχε μεγαλύτερη δράση όταν εφαρμόστηκε βράδυ ή μεσημέρι, το MON 52276 ήταν πιο αποτελεσματικό όταν εφαρμόστηκε το μεσημέρι και το MON 2139 είχε μεγαλύτερη δράση όταν ψεκάστηκε το βράδυ ή το πρωί. Το oxyfluorfen έδωσε καλύτερα αποτελέσματα όταν εφαρμόστηκε μεσημέρι.

Στο φασόλι τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα σκευάσματα MON 78273 και MON 2139 ήταν αποτελεσματικότερα όπως και στο καλαμπόκι, κατά την εφαρμογή τους το βράδυ ή το μεσημέρι και το μεσημέρι ή το πρωί, αντίστοιχα. Το MON 78294 έδρασε καλύτερα κατά την πρωινή ή τη βραδινή του εφαρμογή, το MON 52276 ήταν πιο αποτελεσματικό όταν εφαρμόστηκε το μεσημέρι ή το πρωί. Το

oxyfluorfen στο φασόλι , αντίθετα απ' ότι στο καλαμπόκι, ήταν πιο αποτελεσματικό κατά την βραδινή εφαρμογή.

Παρόμοια ήταν η δράση των σκευασμάτων και στις άλλες δειγματοληψίες (2, 4, 8 και 20 MAE). Το σκεύασμα που έδειξε πρώτο συμπτώματα δράσης και στα δύο φυτά, ήταν το oxyfluorfen (1 MAE), ακολούθησε το glyphosate 54% (1 MAE), το νέο σκεύασμα glyphosate 36% (2 MAE), το κλασικό σκεύασμα glyphosate 36% AS (4 MAE) και τέλος το glyphosate 45% (6 MAE).

Συμπεραίνεται ότι η αποτελεσματικότητα των δοκιμασθέντων σκευασμάτων glyphosate διαφοροποιείται ανάλογα με την ώρα εφαρμογής στη διάρκεια της ημέρας και ανάλογα με το είδος του φυτού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2. ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ.....	5
2.1 Γενικά.....	5
2.2 Κατάταξη των ζιζανιοκτόνων.....	7
2.3 Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων και παράγοντες.....	9
2.4 Ζιζανιοκτόνα μελέτης.....	12
2.4.1 glyphosate.....	12
2.4.2 oxyfluorfen.....	18
3. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	21
3.1 glyphosate.....	21
3.2 oxyfluorfen.....	27
4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	31
4.1 Εγκατάσταση πειράματος.....	31
4.2 Έδαφος.....	32
4.3 Παρατηρήσεις.....	32
4.3.1 Εμφάνιση φυτοτοξικότητας.....	32
4.3.2 Αποτελεσματικότητα του oxyfluorfen και των σκευασμάτων glyphosate.....	33
4.3.3 Στατιστική ανάλυση δεδομένων.....	33
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	34
5.1 Χρόνος εμφάνισης φυτοτοξικότητας (μακροσκοπικά).....	34
5.2 Αύξηση καλαμποκιού (Ξηρό βάρος).....	34
5.3 Αύξηση φασολιού (Ξηρό βάρος).....	37
5.4 Σύγκριση αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων σε καλαμπόκι και φασόλι.....	40
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	44
6.1 Καλαμπόκι.....	44
6.2 Φασόλι.....	44
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	46

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που αντιμετωπίζει σήμερα η γεωργία είναι τα ζιζάνια. Σε αντίθεση με τα έντομα και τις ασθένειες, τα ζιζάνια εμφανίζονται στα αγροοικοσυστήματα κάθε χρόνο και εάν δεν ελεγχθούν τότε όχι μόνο μειώνουν τις αποδόσεις αλλά επηρεάζουν και την ποιότητα των γεωργικών προϊόντων (28).

Καμία καλλιέργεια δεν μπορεί να αναπτυχθεί κανονικά και να αποδώσει ικανοποιητικά εκεί όπου υπάρχουν και μεγαλώνουν πολλά ζιζάνια. Στις ΗΠΑ υπολογίζουν ότι η ζημιά που προκαλείται κάθε χρόνο από τα ζιζάνια είναι μεγαλύτερη από τη ζημιά που κάνουν στις καλλιέργειες τα έντομα και οι ασθένειες μαζί (28). Έτσι, οι επιθυμητές μεγάλες αποδόσεις σε όλες τις καλλιέργειες σήμερα επιτυγχάνονται μόνο ύστερα από έναν αποτελεσματικό και έγκαιρο έλεγχο των ζιζανίων.

Ζιζάνια είναι όλα τα φυτά, αυτοφυή ή καλλιεργούμενα, που μεγαλώνουν εκεί όπου δεν χρειάζεται ή μεγαλώνουν σε βάρος κάποιων άλλων φυτών. Τα ζιζάνια έχουν πολύ μεγάλη σημασία για την γεωργία, γιατί μειώνουν την απόδοση των καλλιεργειών με τρεις τρόπους:

- Ανταγωνίζονται τα φυτά σε νερό, φως και θρεπτικά στοιχεία
- Εμποδίζουν την συγκομιδή
- Υποβαθμίζουν την ποιότητα των προϊόντων κατά τη συγκομιδή

Τα ζιζάνια μπορούν να μειώσουν την απόδοση μιας καλλιέργειας μέχρι και 50% και είναι υπεύθυνα για μεγάλες χρηματικές απώλειες κάθε χρόνο. Γενικά, τα ζιζάνια είναι αυτοφυή φυτά που κρύβουν πολλές δυσμενείς συνέπειες για την γεωργία μιας χώρας (6).

Οι αρχές στις οποίες στηρίζεται η ζιζανιολογία για τον περιορισμό των ζημιών, της εξάπλωσης-διάδοσης και σποροποίησης των ζιζανίων είναι οι εξής: η πρόληψη, η εξάλειψη, ο έλεγχος και η αντιμετώπιση των ζιζανίων.

Ο έλεγχος των ζιζανίων αποτελεί μια από τις βασικότερες αρχές στις οποίες στηρίζεται η Ζιζανιολογία για τον περιορισμό των ζημιών αλλά κυρίως την εξάπλωση και διάδοση των ζιζανίων. Η αρχή του ελέγχου, περιλαμβάνει όλες τις πρακτικές εφαρμογές και τα μέτρα που λαμβάνονται για τον περιορισμό και όχι την πλήρη εξάλειψη των ζιζανιοπληθυσμών, ώστε να αποφεύγεται ο ανταγωνισμός τους με τα καλλιεργούμενα φυτά. Οι διάφορες πρακτικές και τα μέτρα που μπορούν να

χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο των ζιζανίων αποτελούν τις μεθόδους αντιμετώπισης και χωρίζονται ανάλογα με τη φύση τους σε έξι ομάδες, τις καλλιεργητικές, τις φυσικές-μηχανικές, τις βιολογικές, τις βιοτεχνολογικές, τις χημικές και τέλος την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση (12, 28).

Στη σημερινή συμβατική γεωργία, η χημική μέθοδος αποτελεί τη βάση των προγραμμάτων ελέγχου των ζιζανίων και συμπληρώνεται κατά περίπτωση από τις άλλες μεθόδους. Η χημική μέθοδος είναι ο έλεγχος-περιορισμός των ζιζανίων και των ζημιών τους στις καλλιέργειες με τη χρησιμοποίηση συνθετικών ουσιών, των ζιζανιοκτόνων. Τα ζιζανιοκτόνα είναι χημικές ουσίες που όταν ψεκάζονται στα φυτά άμεσα (ζιζανιοκτόνα φυλλώματος) ή έμμεσα (ζιζανιοκτόνα εδάφους) ακόμα και σε μικρές σχετικά ποσότητες τροποποιούν ή εμποδίζουν την κανονική αύξηση ανάπτυξη των φυτών, νεκρώνουν ή ζημιώνουν τα ανεπιθύμητα φυτά σε μια καλλιέργεια. Ο χημικός έλεγχος των ζιζανίων στις καλλιέργειες στηρίζεται στην ιδιότητα της εκλεκτικότητας που έχουν πολλά ζιζανιοκτόνα, δηλαδή είναι φυτοτοξικά σε ορισμένα είδη φυτών (ζιζάνια) και όχι σε κάποια άλλα (καλλιέργειες). Σήμερα για κάθε καλλιέργεια και γενικά για κάθε αγροοικοσύστημα υπάρχει συγκεκριμένο πρόγραμμα ελέγχου των ζιζανίων με ζιζανιοκτόνα (8, 28).

Η σπουδαιότητα των ζιζανιοκτόνων φαίνεται από το ποσοστό που κατέχουν στο σύνολο των γεωργικών φαρμάκων που χρησιμοποιούνται στη σύγχρονη γεωργία και που αγγίζει το 60-70%. Αν και σήμερα δίνεται μεγάλη έμφαση στις οικολογικές, περιβαλλοντικές και τοξικολογικές συνέπειες από την χρήση ζιζανιοκτόνων, συνεχίζει να υπάρχει η ανάγκη της χρησιμοποίησης τους διότι αποτελούν βασικό παράγοντα στα περισσότερα προγράμματα Ολοκληρωμένης Αντιμετώπισης Ζιζανίων (OAZ).

Η Ολοκληρωμένη Αντιμετώπιση Ζιζανίων, που αποτελεί ένα βασικό μέτρο στην Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παραγωγής (Ο.Δ.Π), δεν είναι απλά μια άλλη μέθοδος ελέγχου των ζιζανίων αλλά μια διαφορετική αντίληψη και προσέγγιση στην αντιμετώπιση των ζιζανίων. Σε κάθε σύστημα OAZ οι μέθοδοι και οι πρακτικές που χρησιμοποιούνται επιλέγονται με κριτήρια οικονομικά, οικολογικά και κοινωνικά. Επίσης χρησιμοποιείται συνδυασμός μεθόδων που αλληλοσυμπληρώνονται και στοχεύουν στη συγκράτηση των ζιζανιοπληθυσμών κάτω από το κρίσιμο (κριτικό) επίπεδο και όχι τον πλήρη έλεγχο των ζιζανίων. Πρέπει να διευκρινισθεί ότι σε κάθε σύστημα OAZ τα ζιζανιοκτόνα δεν καταργούνται αλλά αποτελούν απαραίτητο και

βασικό μέτρο του συστήματος που τα χρησιμοποιεί στον κατάλληλο χρόνο, στη θέση και στη δοσολογία (12).

Ένα από τα ελάχιστα ζιζανιοκτόνα που έχει χρησιμοποιηθεί για αποκατάσταση οικοσυστημάτων και είναι φιλικό προς το περιβάλλον, είναι το ευρέως διαδεδομένο glyphosate και γνωστό για πολλά χρόνια με το εμπορικό όνομα Roundup. Είναι γενικής χρήσεως ζιζανιοκτόνο και είναι αποτελεσματικό σε ετήσια, πολυετή, πλατύφυλλα και αγρωστώδη ζιζάνια, ακόμη και όταν εφαρμόζεται στη μικρότερη δυνατή δόση. Ακόμη λόγω του ότι προσροφάται ισχυρά από το έδαφος δεν εκπλύνεται στα βαθύτερα στρώματα και έτσι δεν αποτελεί αιτία ρύπανσης για το περιβάλλον και ιδιαίτερα για λίμνες, ποτάμια και θάλασσες όπου καταλήγουν τα υπόγεια νερά (6).

Ένα άλλο ζιζανιοκτόνο που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία είναι το oxyfluorfen που είναι πιο γνωστό με τις εμπορικές ονομασίες Goal και Galigan. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα και των δύο παραπάνω ζιζανιοκτόνων, είναι ότι αφήνουν ελάχιστα υπολείμματα στο έδαφος και έτσι αποφεύγονται τυχόν φυτοτοξικότητες σε καλλιέργειες που ακολουθούν, στα εδάφη όπου εφαρμόστηκαν. Συμπερασματικά λοιπόν και τα δύο παραπάνω ζιζανιοκτόνα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα πρόγραμμα OAZ ακολουθώντας πάντα τις ενδείξεις που αναγράφονται στις ετικέτες.

Αυτό που απαιτείται σήμερα λοιπόν είναι η ορθολογική χρήση των ζιζανιοκτόνων και ο περιορισμός τους μόνο στις περιπτώσεις όπου είναι εντελώς απαραίτητα γιατί οι άλλες μέθοδοι δεν είναι αποτελεσματικές. Διάφορα μέτρα μπορούν να ληφθούν ώστε να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων και ταυτόχρονα να μειώσουν τη συνολική ποσότητα χρήσης τους. Τέτοια μέτρα είναι ο χρόνος εφαρμογής των ζιζανιοκτόνων, η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων επί της γραμμής, η εφαρμογή κατά κηλίδες, η ζιζανιοκτονία ακριβείας, δόση ανάλογα με τον τύπο του εδάφους, η ακαλλιεργησία, ο συνδυασμός ζιζανιοκτόνων και το είδος του ζιζανίου (28).

Όσον αφορά τον χρόνο εφαρμογής, που είναι και το αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας, πειράματα για τη σημασία του χρόνου κατεργασίας του εδάφους στην εμφάνιση ζιζανίων έδειξαν ότι και ο χρόνος εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου επηρέασε την αποτελεσματικότητά του. Αυτό παρατηρήθηκε τόσο με προσπαρτικά (π.χ trifluralin) ή προφυτρωτικά (π.χ alachlor) ζιζανιοκτόνα όσο και με μεταφυτρωτικά (π.χ glyphosate, oxyfluorfen) (44).

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα τεσσάρων σκευασμάτων του glyphosate και ενός του oxyfluorfen, ανάλογα με την ώρα εφαρμογής της ημέρας στον αγρό, σε φυτά καλαμποκιού και φασολιού.

2. ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

2.1 Γενικά

Η εισαγωγή και χρήση των ζιζανιοκτόνων στη γεωργία επέφερε επανάσταση στην αντιμετώπιση των ζιζανίων, κυρίως λόγω της γρήγορης αποτελεσματικότητάς τους καθώς και της οικονομικής και εύκολης εφαρμογής τους. Αποτέλεσε ένα από τα μεγαλύτερα επιτεύγματα στη βελτίωση των καλλιεργητικών φροντίδων και στη μείωση του κόστους παραγωγής των γεωργικών προϊόντων (12).

Η προσπάθεια του ανθρώπου να χρησιμοποιήσει χημικές ουσίες για την καταπολέμηση των ζιζανίων, δηλαδή για τη χρησιμοποίηση των ζιζανιοκτόνων, άρχισε πολύ νωρίς. Από εκατονταετίες είναι γνωστή η χρήση του αλατιού για να εξαφανισθεί κάθε βλάστηση από ένα μέρος που δεν είναι επιθυμητή η ύπαρξη φυτών (45).

Η συστηματική χρήση των ζιζανιοκτόνων ξεκίνησε το 1932 με την Δινιτρο-ορθο-κρεζόλη (DNOC). Το 1941 ανακαλύφθηκε το πρώτο πραγματικά εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο, το 2,4-διχλωρο-φαινοξυ-οξεικο-οξύ, γνωστό σε όλους ως 2,4-D (12,45). Από τότε έχει σημειωθεί αλματώδης αύξηση στη χρήση των ζιζανιοκτόνων και σήμερα είναι αποδεκτό ότι η ζιζανιοκτονία στηρίζεται στα ζιζανιοκτόνα. Αξίζει να αναφερθεί ότι η ποσότητα των γεωργικών φαρμάκων που χρησιμοποιείται κάθε χρόνο στις ΗΠΑ ξεπερνάει το 1.100.000 kg. Εκτιμάται ότι τα ζιζανιοκτόνα, καταλαμβάνουν το 64% της συνολικής χρήσης και ακολουθούν τα εντομοκτόνα με 18% και τα μυκητοκτόνα με 8%. Τα ποσοστά αυτά παραμένουν σταθερά τα τελευταία 10 χρόνια (42). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το 1974 χρησιμοποιήθηκαν στην Ελλάδα περίπου 2.500 τόνοι σκευασμάτων ζιζανιοκτόνων συνολικής αξίας 1.1 εκ. ευρώ.

Σήμερα υπάρχουν στο παγκόσμιο εμπόριο περισσότερες από 200 δραστικές ουσίες οι οποίες χρησιμοποιούνται σαν ζιζανιοκτόνα και κυκλοφορούν στο εμπόριο με διάφορα εμπορικά ονόματα, πολλές φορές με πολλά ονόματα για την ίδια δραστική ουσία (28, 45). Παράλληλα πολλές ζιζανιοκτόνες χημικές ουσίες, βρίσκονται σε διάφορα στάδια μελέτης πριν την έγκριση της κυκλοφορίας τους στο εμπόριο.

Η ανακάλυψη των ζιζανιοκτόνων έδωσε και διάφορες νέες ιδέες και μεθόδους για την αντιμετώπιση του προβλήματος των ζιζανίων. Συγκεκριμένα αναπτύχθηκαν συστήματα ακαλλιεργησίας του εδάφους και επεκτάθηκε η ζιζανιοκτονία σε εκτάσεις όπου δεν γινόταν πριν, όπως βοσκές, ποτάμια, λίμνες, δάση, γήπεδα, κλπ.

Η χημική μέθοδος πλεονεκτεί έναντι των περισσότερων μεθόδων καταπολέμησης των ζιζανίων στο ότι: (α) μπορεί να εφαρμοστεί για την καταπολέμηση ζιζανίων σε μη γραμμικές καλλιέργειες (χειμερινά σιτηρά), (β) εξασφαλίζει πρόωμη καταπολέμηση των ζιζανίων (προφυτρωτική εφαρμογή), με αποτέλεσμα την εξάλειψη του ανταγωνισμού με τα καλλιεργούμενα φυτά στα πρώτα στάδια ανάπτυξης τους, που είναι και τα πιο καθοριστικά για την απόδοση, (γ) είναι περισσότερο αποτελεσματική για ορισμένα πολυετή ζιζάνια και δ) δεν καταστρέφει τη δομή του εδάφους (12).

Η αντιμετώπιση ζιζανίων με ζιζανιοκτόνα, εκτός από πλεονεκτήματα έχει και κάποια μειονεκτήματα. Για παράδειγμα, πολλά ζιζανιοκτόνα συχνά εμφανίζουν προβλήματα μειωμένης αποτελεσματικότητας (εξαιτίας του τύπου του εδάφους, των συνθηκών του περιβάλλοντος, του είδους και του σταδίου ανάπτυξης των ζιζανίων). Επίσης, η συνεχής και μη ορθολογική χρήση τους αυξάνει τη πιθανότητα ανάπτυξης ανθεκτικών στη καταπολέμηση βιοτύπων ζιζανίων και ρύπανσης των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων (12).

Στη σύγχρονη γεωργία, οι καλλιεργητικές τεχνικές απλοποιήθηκαν και κυριάρχησε η χρησιμοποίηση της χημικής μεθόδου για την καταπολέμηση των ζιζανίων. Η χρήση του ίδιου ζιζανιοκτόνου ή άλλων που ανήκουν στην ίδια χημική οικογένεια, για μεγάλο χρονικό διάστημα, δημιούργησε το πρόβλημα της ανθεκτικότητας, που όπως αναφέρθηκε είναι ένα πολύ σοβαρό μειονέκτημα των ζιζανιοκτόνων. Δηλαδή σε κάποια ζιζάνια δεν σταματούσε η ανάπτυξή τους μετά την εφαρμογή ορισμένων ζιζανιοκτόνων και ο έλεγχός τους έγινε πάρα πολύ δύσκολος. Ένα τέτοιο ζιζάνιο είναι η αλεπονουρά (*Alopecurus myosuroides*) που έχει εξαπλωθεί επικίνδυνα στη Γαλλία και ο μόνος τρόπος αντιμετώπισης του πλέον είναι η εφαρμογή σωστών καλλιεργητικών τεχνικών, όπως π.χ αλλαγές στην ημερομηνία σποράς των καλλιεργειών ώστε να μην συμπέσουν με το ζιζάνιο (18).

Η χρησιμοποίηση των ζιζανιοκτόνων πρέπει να γίνεται προσεκτικά και μόνο σε περιπτώσεις που είναι εντελώς απαραίτητα. Η λανθασμένη χρήση των ζιζανιοκτόνων μπορεί να προκαλέσει πολλά προβλήματα στον άνθρωπο, σε οργανισμούς μη στόχους και στο περιβάλλον. Η παραμικρή αμέλεια μπορεί να αποβεί μοιραία για τον

καλλιεργητή και η αλόγιστη χρήση μπορεί να καταστρέψει τις ωφέλιμες καλλιέργειες. Είναι απαραίτητο λοιπόν, να λαμβάνονται όλα τα μέτρα προστασίας που συνιστώνται από τον κατασκευαστή και αναγράφονται στις ετικέτες των συσκευασιών (12, 28, 43, 45).

2.2 Κατάταξη των ζιζανιοκτόνων

Η σωστή και αποτελεσματική χρησιμοποίηση των ζιζανιοκτόνων διευκολύνεται με την ταξινόμησή τους. Η ομαδοποίηση τους μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους ανάλογα με το κριτήριο που χρησιμοποιείται, όπως:

- ☉ Το μηχανισμό και τη θέση δράσης (ζιζανιοκτόνα εδάφους και φυλλώματος).
- ☉ Τη χημική δομή
- ☉ Το φάσμα δράσης (εκλεκτικά και μη εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα)
- ☉ Τη θέση δράσης (ζιζανιοκτόνα επαφής και διασυστηματικά)
- ☉ Τη μορφή του σκευάσματος (υγρά και στερεά ζιζανιοκτόνα)
- ☉ Τη μέθοδο και το χρόνο εφαρμογής (προσπαρτικά, προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα) (35).

Ο ακριβέστερος τρόπος κατάταξης, είναι εκείνος που χρησιμοποιεί τη χημική δομή των ζιζανιοκτόνων και τα κατατάσσει σε χημικές οικογένειες. Ο τρόπος όμως που χρησιμοποιείται περισσότερο διεθνώς είναι η ομαδοποίηση των ζιζανιοκτόνων ανάλογα με τον τρόπο ή μηχανισμό δράσης τους, σύμφωνα με τις χημικές τους οικογένειες. Ορισμένα ζιζανιοκτόνα όμως έχουν περισσότερους από έναν τρόπο δράσης και αυτό αποτελεί κριτήριο για κάθε νέο ζιζανιοκτόνο ή οικογένεια ζιζανιοκτόνου ώστε να ενσωματωθούν εύκολα στην κατάταξη. Η κατάταξη των ζιζανιοκτόνων σε ομάδες με κριτήριο τον τρόπο-μηχανισμό δράσης τους αναπτύχθηκε και καθιερώθηκε από την HRAC (Herbicide Resistance Action Committee) και την Ζιζανιολογική εταιρεία των ΗΠΑ. Οι περισσότεροι γνωστοί σήμερα τρόποι δράσης χωρίζονται σε 7 ομάδες με βάση την ειδική λειτουργία που επηρεάζουν στα φυτά (28). Οι ομάδες αυτές είναι:

- ☐ Εμποδιστές της φωτοσύνθεσης
- ☐ Εμποδιστές βιοσύνθεσης αμινοξέων
- ☐ Εμποδιστές βιοσύνθεσης λιπιδίων
- ☐ Εμποδιστές βιοσύνθεσης χρωστικών

- ▣ Εμποδιστές της αύξησης φυταρίων
- ▣ Καταστροφείς κυτ/κών μεμβρανών
- ▣ Ρυθμιστές αύξησης

Η HRAC αναφέρει και μια γενικότερη κατάταξη των ζιζανιοκτόνων σε τρεις μεγάλες κατηγορίες με βάση τη γενική λειτουργία του φυτού που επηρεάζεται από αυτά:

- Εμποδιστές φωτοχημικών λειτουργιών
- Εμποδιστές μεταβολισμού κυττάρου
- Εμποδιστές αύξησης κυττάρου

Η γνώση του τρόπου δράσης των ζιζανιοκτόνων, είναι πολύ σημαντική γιατί βοηθάει, την ομαδοποίηση των ζιζανιοκτόνων σύμφωνα με τα ζιζάνια που ελέγχουν, την διάγνωση φυτοτοξικότητας και την μείωση της ανθεκτικότητας που αναπτύσσουν τα φυτά στα ζιζανιοκτόνα (35).

Εκτός όμως από τον τρόπο δράσης, μεγάλη σημασία για την χρησιμοποίηση των ζιζανιοκτόνων έχει και το φάσμα δράσης τους. Δηλαδή αν ένα ζιζανιοκτόνο είναι εκλεκτικό ή όχι. Με τον όρο εκλεκτικό, εννοούμε την ιδιότητα που έχουν πολλά ζιζανιοκτόνα, εφαρμοζόμενα σε μια φυτοκοινωνία να καταστρέφουν ένα ή περισσότερα είδη (ζιζάνια), χωρίς όμως συγχρόνως να βλάπτουν ή να κάνουν υπολογίσιμη ζημιά σε άλλα επιθυμητά είδη (καλλιέργειες). Έτσι, η εκλεκτικότητα των ζιζανιοκτόνων είναι η ιδιότητα που καθιστά δυνατή την χρησιμοποίηση τους στις καλλιέργειες (9).

Κάθε ζιζανιοκτόνο είναι εκλεκτικό σε συγκεκριμένες καλλιέργειες και η εκλεκτικότητα επηρεάζεται από το είδος του ζιζανιοκτόνου, το είδος του φυτού, τη δόση εφαρμογής, τη μέθοδο και το τρόπο εφαρμογής και από παράγοντες του περιβάλλοντος (9). Γιαυτό η χρήση των ζιζανιοκτόνων πρέπει να γίνεται προσεκτικά και αφού έχουν εξεταστεί όλοι οι παραπάνω παράγοντες, ώστε να αποφευχθούν ζημιές στη καλλιέργεια.

Μια άλλη διαφοροποίηση των ζιζανιοκτόνων, που βοηθάει στην κατανόηση της δράσης τους, είναι ανάλογα με την θέση δράσης. Μετά την απορρόφηση της δραστικής ουσίας είτε από τα φύλλα είτε από το ριζικό σύστημα είτε από άλλο σημείο της επιφάνειας του φυτού, ορισμένα ζιζανιοκτόνα δρουν στην περιοχή όπου διείσδυσαν και λέγονται ζιζανιοκτόνα επαφής. Κάποια άλλα ζιζανιοκτόνα μετακινούνται μέσα στο φυτό, στα σημεία όπου βρίσκονται οι μηχανισμοί φυσιολογικών ή βιοχημικών διεργασιών στα οποία εκδηλώνεται η δράση. Τα

ζιζανιοκτόνα αυτά είναι γνωστά σαν διασυστηματικά ή μετακινούμενα (12, 28, 45). Δύο ζιζανιοκτόνα που ανήκουν στις παραπάνω κατηγορίες και αξιολογήθηκαν στην παρούσα εργασία είναι το Goal (επαφής) και το Roundup (διασυστηματικό).

Η κατάταξη των ζιζανιοκτόνων σε ομάδες, μπορεί να βοηθήσει και τους γεωργούς να κατανοήσουν την λειτουργία των ζιζανιοκτόνων μέσα στα φυτά, την τύχη και συμπεριφορά τους στο περιβάλλον, την κύρια χρήση τους και κυρίως τους κινδύνους που επιφυλάσσουν. Δεν μπορεί κανείς να θυμάται τις επιπτώσεις όλων των ζιζανιοκτόνων αλλά μπορεί να θυμάται την επίδραση που έχει στα φυτά η κάθε ομάδα, ζιζανιοκτόνων (43).

2.3 Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων και παράγοντες

Στη σημερινή γεωργία δεν υπάρχει καλλιέργεια στην οποία να μην εφαρμόζονται ζιζανιοκτόνα. Αν και δίνεται μεγάλη έμφαση στις οικολογικές-περιβαλλοντικές και τοξικολογικές συνέπειες από τη χρήση τους παρόλα αυτά η ανάγκη της χρήσης τους θα συνεχίσει να υπάρχει διότι αποτελούν κύριο παράγοντα στα περισσότερα προγράμματα Ολοκληρωμένης Αντιμετώπισης των Ζιζανίων (OAZ). Η μεγάλη τους ανάπτυξη οφείλεται κυρίως στην έλλειψη και το υψηλό κόστος των εργατικών χεριών καθώς και στις μεγάλες καλλιεργητικές εκτάσεις με τις υψηλές απαιτήσεις σε καλλιεργητικές φροντίδες (8).

Βασική επιδίωξη όμως είναι η ορθολογική χρήση και ο περιορισμός τους μόνο στις περιπτώσεις που είναι εντελώς απαραίτητα γιατί οι άλλες μέθοδοι δεν είναι αποτελεσματικές. Γιαντό στις μέρες μας επιδιώκεται η μείωση της χρήσης των ζιζανιοκτόνων με τη ταυτόχρονη λήψη μέτρων που συντελούν στην αύξηση της αποτελεσματικότητά τους. Οι παράγοντες αυτοί μπορεί να συμβάλουν σε μια αυξημένη δράση των ζιζανιοκτόνων, χωρίς τη συνεχόμενη και υπερβολική χρήση και εφαρμογή τους στις όποιες καλλιέργειες (28).

Ο **χρόνος εφαρμογής** των ζιζανιοκτόνων αποτελεί έναν από τους παραπάνω παράγοντες. Σε πολλά πειράματα που έγιναν για την εμφάνιση των ζιζανίων δίνοντας μεγάλη σημασία στο χρόνο κατεργασίας του εδάφους, βρέθηκε ότι ο χρόνος εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου επηρέασε την αποτελεσματικότητά του. Αυτό παρατηρήθηκε και με προσπαρτικά (trifluralin) ή προφυτρωτικά (alachlor) και με μεταφυτρωτικά (glyphosate, oxyfluorfen) ζιζανιοκτόνα. Συμπεραίνεται λοιπόν ότι ο συνδυασμός κατεργασίας του εδάφους με εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου τη νύχτα είναι

αποτελεσματικότερος και ίσως μπορεί να μειωθεί δραστικά η δόση του ζιζανιοκτόνου (44).

Η **εφαρμογή επί της γραμμής** των ζιζανιοκτόνων αποτελεί έναν ακόμη βασικό παράγοντα αποτελεσματικότητας. Σε πειράματα που έγινα με το clomazone με την εφαρμογή του επί της γραμμής, στο 1/3 της δόσης από εκείνης που εφαρμόστηκε σε όλη την επιφάνεια έλεγξε πολύ καλά τα ζιζάνια επί της γραμμής ενώ τα ζιζάνια μεταξύ των γραμμών ελέγχθηκαν με φρεζάρισμα. (24, 46)

Επειδή σχεδόν πάντα τα πολυετή ζιζάνια όπως η αγριάδα, ο βέλιουρας και η κύπερη εμφανίζονται κατά κηλίδες και επειδή τα δύο πρώτα ελέγχονται αποτελεσματικά μόνο με ορισμένα μεταφυτρωτικά διασυστηματικά ζιζανιοκτόνα μπορούμε να κάνουμε της εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων μόνο στις θέσεις (κηλίδες) παρουσίας αυτών των ζιζανίων περιορίζοντας έτσι σημαντικά τη συνολική ποσότητα του ζιζανιοκτόνου που θα εφαρμοστεί. Φαίνεται λοιπόν ότι η **εφαρμογή κατά κηλίδες** (σε πολυετή αγρωστώδη) αποτελεί σπουδαίο παράγοντα σωστής χρήσης και αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων (28)

Τα παραπάνω μέτρα-παράγοντες, δηλαδή η εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου κατά γραμμές ή κατά κηλίδες αποτελούν μια περίπτωση ζιζανιοκτονίας ακριβείας. Η **ζιζανιοκτονία ακριβείας** είναι η εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου μόνο όπου υπάρχουν ζιζάνια και ειδικότερα μάλιστα η εφαρμογή εκείνου του ζιζανιοκτόνου, το οποίο ελέγχει το ή τα συγκεκριμένα ζιζάνια και αποτελεί και αυτή σπουδαίο παράγοντα αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων (28)

Αυξημένη αποτελεσματικότητα με ταυτόχρονη μείωση της δόσης ενός ζιζανιοκτόνου μπορεί να επιτευχθεί όταν τηρείται η αρχή της ζιζανιολογίας, ότι δηλαδή για τα περισσότερα ζιζανιοκτόνα η δοσολογία εξαρτάται και επηρεάζεται από το **τύπο του εδάφους** (5, 27). Έτσι όσο ελαφρύτερο είναι ένα έδαφος τόσο χαμηλότερη θα είναι η αποτελεσματική δοσολογία του ζιζανιοκτόνου. Έτσι λοιπόν ο τύπος του εδάφους συντελεί και αυτός στην ορθολογική και αποτελεσματική χρήση των ζιζανιοκτόνων.

Ένας ακόμη παράγοντας που συμβάλει στην αύξηση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων είναι και η **ακαλλιεργησία**. Σε πειράματα του Καπνικού Ινστιτούτου Ελλάδος (ΚΙΕ) ο καπνός μεγάλωσε και απέδωσε ικανοποιητικά σε θερισμένη καλαμιά όπου επί της γραμμής εφαρμόστηκε ένα προφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο και σε όλη την επιφάνεια για τα φυτρωμένα ζιζάνια το θεωρούμενο φιλικό προς το περιβάλλον ζιζανιοκτόνο Roundup (27).

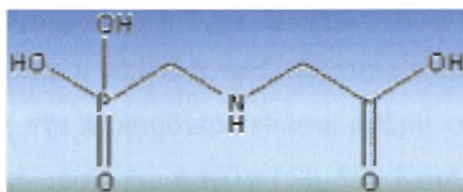
Στη σύγχρονη γεωργία δεν υπάρχει εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο το οποίο ελέγχει όλα τα ζιζάνια. Αυτό σε συνδυασμό με το είδος του χωραφιού και την διαφορά των κυρίαρχων ζιζανίων (με βάση το φάσμα δράσης και τις φυσικοχημικές ιδιότητες των ζιζανιοκτόνων) δίνει τη δυνατότητα της χρήσης εκείνου του ζιζανιοκτόνου που είναι λιγότερο ανεπιθύμητο για το περιβάλλον και σε χαμηλότερη δόση εάν το ζιζάνιο είναι συνηθισμένο, αντιμετωπίζεται δηλαδή εύκολα. Συμπερασματικά λοιπόν η γνώση του είδους του ζιζανίου-ζιζανίων στην καλλιέργεια αποτελεί έναν ακόμη παράγοντα σωστής χρήσης και αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων (28).

Η εκλεκτικότητα των ζιζανιοκτόνων, κυρίως όμως η αποτελεσματικότητα επηρεάζεται και όταν συνδυάζουμε δύο ή περισσότερα ζιζανιοκτόνα ή ζιζανιοκτόνα με εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα, λιπάσματα ή άλλες ουσίες. Όταν λοιπόν τα ζιζανιοκτόνα δεν χρησιμοποιούνται μόνα τους, ειδικότερα εκείνα που έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον μπορεί να εφαρμοστεί μειωμένη δόση. Σήμερα η ταυτόχρονη αλλά και διαδοχική εφαρμογή δύο ή περισσότερων ζιζανιοκτόνων στο ίδιο χωράφι είναι μια συνηθισμένη καλλιεργητική πρακτική στις περισσότερες καλλιέργειες (28, 37).

2.4 Ζιζανιοκτόνα μελέτης

2.4.1 glyphosate

Το glyphosate πρωτοπαρουσιάστηκε ως ζιζανιοκτόνο το 1971. Ανήκει στην χημική οικογένεια των αμινοξέων, η οποία αναφέρεται και ως Γλυκίνες και το χημικό του όνομα είναι N- (φωσφονομεθυλ) γλυκίνη. Παρασκευάζεται από την εταιρεία Monsanto και κυκλοφορεί στο εμπόριο με πολλά διαφορετικά ονόματα όπως: Gallup, Landmaster, Pondmaster, Ranger, Roundup, Rodeo και Touchdown, με πιο διαδεδομένο στην Ελλάδα το εμπορικό όνομα Roundup (32). Η βασική μονάδα δομής του glyphosate είναι το αμινοξύ Γλυκίνη και οι πλευρικές χημικά ενεργές ομάδες $-CH_2$ και H_2PO_3 . Ο χημικός του τύπος στο επίπεδο και στο χώρο φαίνεται στο Σχήμα 1 και Σχήμα 2 αντίστοιχα, ενώ η σύνθεση του παρουσιάζεται στο Σχήμα.1 του Παραρτήματος II.



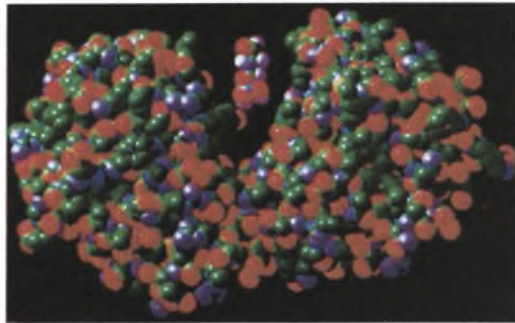
Σχήμα 1. Χημική δομή του glyphosate στο επίπεδο



Σχήμα 2. Χημική δομή του glyphosate στο χώρο

Ο τρόπος με τον οποίο δρα στα φυτά είναι η παρεμπόδιση της βιοσύνθεσης αμινοξέων. Ειδικότερα αναστέλλει τη δράση του ενζύμου EPSPS (Σχήμα 3) που καταλύει ένα κρίσιμο σημείο στη διεργασία σύνθεσης αρωματικών αμινοξέων. Είναι ένα γενικής χρήσεως, μεταφωτρωτικό, διασυστηματικό, ζιζανιοκτόνο φυλλώματος που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο πολυετών δυσκολοεξόντωτων ή μονοετών ζιζανίων (6). Μετά από την εφαρμογή του τα φυτά μαραίνονται, γίνονται κίτρινα, στη συνέχεια καστανά και τέλος νεκρώνονται. Εφαρμόζεται σε μεγάλο εύρος καλλιεργειών όπως : λάχανα, σόγια, ελιές, σιτηρά, βαμβάκι κ.α. Όταν συνδυάζεται με άλλα ζιζανιοκτόνα (atrazine, propachlor, terbacil, κ.α) αυξάνεται το φάσμα δράσης του και επομένως έχει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Το ίδιο είναι οξύ, αλλά

χρησιμοποιείται συνήθως σε μορφή άλατος και κυρίως σαν άλας ισοπροπυλαμίνης. Μπορεί επίσης να διατίθεται στο εμπόριο σε μορφή οξέος ή σαν άλας τριμεθυλσουλφονίου. Η μορφή που έχουν τα εμπορικά σκευάσματα του glyphosate είναι κυρίως υδατικά διαλύματα (SL) και διαλυτοί κόκκοι (SG), όπως είναι το νέο σκεύασμα Roundup max που έχει και ταχύτερη δράση. Η σύσταση των σκευασμάτων που κυκλοφορούν στο εμπόριο φαίνεται στο Σχήμα 2 του Παραρτήματος II.



Σχήμα 3. Δομή του ενζύμου EPSPS στο χώρο

Όσον αφορά την συγκράτησή του στο έδαφος, είναι πολύ ισχυρή και η συνηθισμένη περίοδος ημιζωής του είναι 47 ημέρες (53, 55). Ανάλογα όμως με το σκεύασμα που χρησιμοποιείται η περίοδος ημιζωής κυμαίνεται από 1 έως 174 ημέρες (53). Προσροφάται έντονα στα περισσότερα εδάφη, ακόμη και σε εκείνα με χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και άργιλο (53, 55). Κατά συνέπεια, ακόμα κι αν είναι ιδιαίτερα υδατοδιαλυτό έχει πολύ μικρή πιθανότητα έκπλυσης, εκτός και αν έχει απορροφηθεί από τα εδαφικά κolloειδή (41, 53). Σε ένα πείραμα αποδείχθηκε ότι λιγότερο από 2% της εφαρμοσμένης δραστικής ουσίας χάνεται λόγω έκπλυσης (30). Οι μικροοργανισμοί του εδάφους είναι οι κύριοι υπεύθυνοι για την διάσπαση του προϊόντος, ενώ οι αναερόβιες συνθήκες και η έλλειψη φωτός είναι δυο δευτερεύοντες παράγοντες (55).

Στο νερό το glyphosate προσροφάται έντονα στην οργανική ουσία και στα μεταλλικά στοιχεία, ενώ διασπάται κυρίως από τους μικροοργανισμούς. Η περίοδος ημιζωής του στα νερά των λιμνών είναι από 12 ημέρες μέχρι 10 εβδομάδες. Μέσα στο φυτό μπορεί να μετακινείται σε όλα τα σημεία ακόμη και στις ρίζες και σε μερικά είδη φυτών μεταβολίζεται έντονα ενώ σε κάποια άλλα παραμένει άθικτο (21, 47, 49). Μια σημαντική φυσική ιδιότητα του glyphosate είναι η βιοσυσσώρευση. Η ιδιότητα αυτή περιγράφεται από το συντελεστή βιοσυσσωρευσιμότητας, Kow, που περιγράφει τις υδρόφοβες ή λιπόφιλες ιδιότητες μιας χημικής ουσίας. Το Kow είναι ο λόγος της συγκέντρωσης μιας χημικής ουσίας στη φάση οκτανόλης προς την συγκέντρωσή της

ουσίας αυτής στην υδατινή φάση, όταν οι δύο φάσεις βρίσκονται σε ισοροπία. Με τον συντελεστή αυτό, εκτιμάται η συσσώρευση μιας χημικής ουσίας σε ζωντανό ιστό. Η σχέση που συνδέει τον συντελεστή βιοσυσσωρευσιμότητας (K_{ow}), με τον παράγοντα βιοσυσσωρευσης (BF), για υδρόβιους οργανισμούς και οργανικές χημικές ουσίες είναι ο παρακάτω:

$$\log BF = \log K_{ow} - 1.32$$

Για το glyphosate η τιμή του συντελεστή βιοσυσσωρευσιμότητας είναι πάρα πολύ μικρή, κάτι που δείχνει ότι το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο είναι χαμηλής τοξικότητας (1, 2).

$$\text{Συγκεκριμένα: } K_{ow} = 0,00033$$

Στις ΗΠΑ πριν εγκριθεί οποιοδήποτε ζιζανιοκτόνο για διάθεση στο εμπόριο, πρέπει να γίνονται κάποιες δοκιμές στην δραστική ουσία ώστε να αποδειχθεί ότι το ζιζανιοκτόνο δεν παρουσιάζει δυσμενείς επιπτώσεις και κυρίως τοξικότητες, σε οργανισμούς μη στόχους. Οι δοκιμές αυτές γίνονται σε αντιπροσωπευτικά είδη θηλαστικών όπως, πουλιά, ψάρια, υδρόβια ασπόνδυλα και μέλισσες. Τα αποτελέσματα των δοκιμών που έγιναν στο glyphosate, έδειξαν ότι δεν παρουσιάζει δυσμενείς επιπτώσεις σε ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς μη στόχους, όταν βέβαια χρησιμοποιείται σύμφωνα με τις αναγραφόμενες οδηγίες της ετικέτας (Ένα μέρος των αναγραφόμενων οδηγιών της ετικέτας παρουσιάζονται στη Σελίδα 1, του Παραρτήματος II). Συγκεκριμένα, το 1993 ο Οργανισμός Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (EPA) ανακοίνωσε ότι: « Βασιζόμενοι στα αποτελέσματα των πειραμάτων που έχουν γίνει, το glyphosate παρουσιάζει ελάχιστες δυσμενείς επιπτώσεις στα πουλιά, τα θηλαστικά, τα ψάρια και τα ασπόνδυλα ».

Όσον αφορά την τοξικότητα του ζιζανιοκτόνου, σε πειράματα που έγιναν σε αρουραίους μέσω κατάποσης, βρέθηκε ότι είναι σχεδόν μη τοξικό με μέση θανατηφόρο δόση $LD_{50}=5600$ mg/kg. Οι τοξικότητες της δραστικής ουσίας (glyphosate) και του εμπορικού προϊόντος (Roundup) είναι σχεδόν οι ίδιες (32, 55). Η μέση θανατηφόρος δόση μέσω κατάποσης στους αρουραίους, για το άλας τριμεθυλοσουλφονίου είναι περίπου $LD_{50}=750$ mg/kg, τιμή που δείχνει μέτρια τοξικότητα. Τα διάφορα σκευάσματα glyphosate μπορούν επίσης να παρουσιάσουν μέτρια τοξικότητα (LD_{50} μεταξύ 1000 mg/kg και 5000 mg/kg) (55). Στα ποντίκια, τα

κουνέλια και τις κασίκες οι τιμές της μέσης θανατηφόρου δόσης είναι μεγαλύτερες από 10.000 mg/kg (32, 52).

Μέσω της επαφής με το δέρμα οι τιμές του LD₅₀, για το άλας οξέος και ισοπροπυλαμίνης, είναι μεγαλύτερες από 5000 mg/kg ενώ για το άλας τριμεθυλσουλφονίου είναι μεγαλύτερες από 2000 mg/kg, κάτι που δείχνει ότι έχουν σχεδόν μη τοξική δράση. Σύμφωνα με τις υπάρχουσες πληροφορίες το glyphosate δεν προκαλεί ερεθισμούς στο δέρμα των κουνελιών και των ινδικών χοιριδίων, προκαλεί όμως ερεθισμό στα μάτια των κουνελιών. Παρόλα αυτά κάποια σκευάσματα μπορούν να προκαλέσουν πολύ μεγάλο ερεθισμό του δέρματος ή των ματιών (55). Τέλος η επαφή του ζιζανιοκτόνου με το ανθρώπινο δέρμα δεν παρουσίασε καμία παραμόρφωση του δέρματος και κανέναν ερεθισμό, σε εθελοντές που εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο.

Σε πειράματα εισπνοής του glyphosate, που έγιναν σε αρουραίους, οι τιμές της θανατηφόρας συγκέντρωσης, LC₅₀, για το οξύ και τα άλατα ήταν από 5 έως 12 mg/L, δείχνοντας τη μέτρια τοξικότητα μέσω αυτής της διαδρομής. Μερικά σκευάσματα βέβαια μπορούν να παρουσιάσουν οξεία τοξικότητα μέσω εισπνοής (55). Το glyphosate ενώ περιέχει μια λειτουργική φωσφορώδη ομάδα, δεν μοιάζει δομικά με τα οργανοφωσφορικά ζιζανιοκτόνα που περιέχουν οργανοφωσφορικούς εστέρες και έτσι δεν εμποδίζει σημαντικά τη δραστηριότητα της χολινεστεράσης (21, 55).

Σε μελέτες, που έγιναν με σκοπό να ελεγχθεί η χρόνια τοξικότητα, η δημιουργία καρκίνου, μεταλλαγμένων οργανισμών και τερατογένεσης με εφαρμογή του glyphosate, τα αποτελέσματα ήταν αρνητικά παρά το γεγονός ότι εφαρμόστηκαν οι μεγαλύτερες δυνατές δόσεις. Έτσι, αποδείχθηκε ότι το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο είναι φιλικό σε όλους σχεδόν τους ζωικούς οργανισμούς (32, 49, 55). Το glyphosate είναι από τα λίγα φυτοφάρμακα που έχουν χρησιμοποιηθεί για την αποκατάσταση και την προστασία ορισμένων βιοτόπων όπως π.χ των νησιών Γκαλαμπάγκος και των Everglades στη Φλόριδα των ΗΠΑ (49).

Με την αλόγιστη χρήση του ζιζανιοκτόνου μπορεί να προκληθούν ζημιές σε αυτοφυή ή καλλιεργούμενα φυτά που είναι γνωστές ως φυτοτοξικότητα. Τα συμπτώματα που παρουσιάζονται στα φυτά λόγω της φυτοτοξικότητας από το glyphosate, είναι κιτρίνισμα των φύλλων (Εικ.1), παραμόρφωση των φύλλων σε σχήμα παλάμης, μικρότερο μέγεθος στα φύλλα και στα συνέχεια τα επηρεασμένα μέρη καφετιάζουν και μέσα σε 10 έως 14 ημέρες νεκρώνονται. Ενδεικτικές

φωτογραφίες φυτοτοξικότητας από το glyphosate παρουσιάζονται, στο Παράρτημα II.



Εικ.1. Κιτρίνισμα και παραμόρφωση φύλλου καλαμποκιού από την επίδραση του glyphosate.

Από τα αποτελέσματα των πειραμάτων που αναφέρθηκαν παραπάνω συμπεραίνεται ότι το glyphosate είναι φιλικό προς το περιβάλλον και επομένως θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε ένα σύστημα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης ζιζανίων (OAZ). Δηλαδή εφαρμοζόμενο όταν χρειάζεται και στη σωστή δόση, θα αντιμετώπιζε αποτελεσματικά τα ζιζάνια χωρίς όμως να προκαλεί δυσμενείς συνέπειες για το περιβάλλον και τους ζωικούς οργανισμούς μη στόχους.

Μια άλλη μέθοδος αντιμετώπισης των ζιζανίων που έχει ασχοληθεί με το glyphosate είναι και η γεωργική βιοτεχνολογία. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιώντας επαναστατικές εφαρμογές όπως η γενετική μηχανική και ο ανασυνδιασμός DNA, η δράση-τροποποίηση ενζύμων κ.α, κατάφερε να δημιουργήσει είδη και ποικιλίες φυτών ανθεκτικές στο συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο.

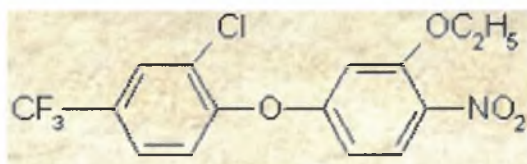
Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκαν ποικιλίες καλαμποκιού, σόγιας και πολλών άλλων καλλιεργειών ανθεκτικές στο glyphosate. Και στις δύο περιπτώσεις η βιοτεχνολογία προσπάθησε να βρει έναν τρόπο για να σταματήσει την δράση του glyphosate στα φυτά. Το glyphosate σταματάει την αύξηση-ανάπτυξη των φυτών αναστέλλοντας την δράση του ενζύμου EPSPS, που καταλύει ένα κρίσιμο σημείο στην βιοσύνθεση αρωματικών αμινοξέων. Η πρωτεΐνη CP4 EPSPS, που υπάρχει στο βακτήριο *Agrobacterium sp*, δεν έχει σχέση με το glyphosate όπως το ένζυμο EPSPS, αλλά αν εισαχθεί σε φυτά και στη συνέχεια σε αυτά εφαρμοστεί το glyphosate εκείνα, συνεχίζουν την ανάπτυξή τους. Έτσι λοιπόν με την εισαγωγή δύο αντιγράφων του

γονιδίου της πρωτεΐνης CP4 EPSPS, στο γένωμα του καλαμποκιού και της σόγιας δημιουργήθηκαν ανθεκτικές ποικιλίες στο glyphosate. Στις ΗΠΑ το 70% της σόγιας και το 50% του καλαμποκιού που καλλιεργείται, είναι ποικιλίες ανθεκτικές στο Roundup (32, 33).

Αυτές οι γενετικά τροποποιημένες ποικιλίες μελετώνται από το 1991 και δεν παρουσίασαν προβλήματα στην διατροφή του ανθρώπου. Αντίθετα βοήθησαν στην καταπολέμηση των ζιζανίων και στην μείωση των ζημιών στις καλλιέργειες, από λάθη κατά την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου.

2.4.2 oxyfluorfen

Το ζιζανιοκτόνο oxyfluorfen παρουσιάστηκε αρχικά στις ΗΠΑ το 1979. Ανήκει στην χημική οικογένεια των διφαινυλαιθέρων και η χημική του ονομασία είναι 2-χλωρο-τριφθορο-p-τολύλ-3-αιθοξυ-4-νιτροφαινυλαιθέρας. Παρασκευάζεται από τους Dow AgroSciences και Makhteshim-Agan και κυκλοφορεί στο εμπόριο με τα ονόματα Goal, Koltar, Galigan και RH-2915 (51). Ο τρόπος δράσης του στα φυτά είναι η καταστροφή των κυτταρικών τους μεμβρανών και εμποδίζει την δράση του ενζύμου Οξειδάση του προτοπορφυρινογόνου (PPO). Ο χημικός του τύπος φαίνεται στο Σχήμα 4.

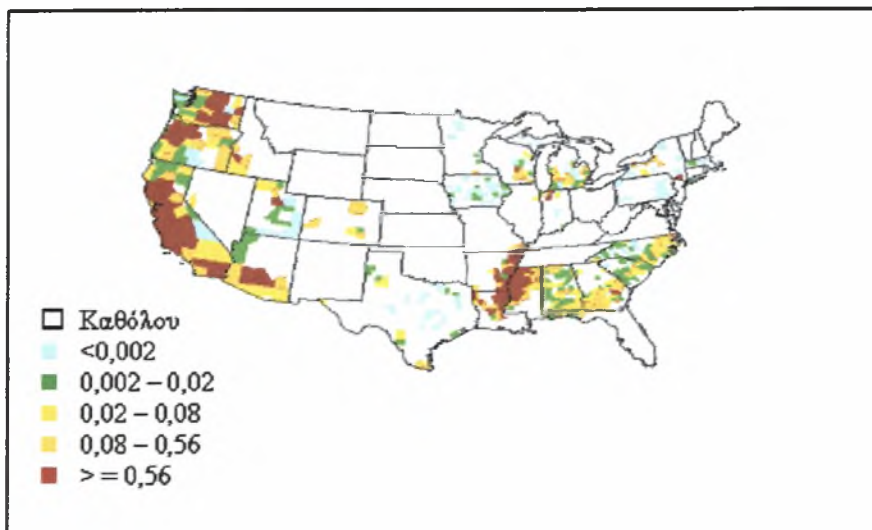


Σχήμα 4. Χημική δομή του oxyfluorfen στο επίπεδο

Είναι εκλεκτικό, προφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο στο βαμβάκι, τον ηλίανθο, τα λαχανοκομικά, τις δενδρώδεις καλλιέργειες και το αμπέλι. Συνδυάζεται με πολλά ζιζανιοκτόνα, όπως π.χ glyphosate, trifluralin κ.α, και αυξάνεται το φάσμα δράσης του. Σαν μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο χρησιμοποιείται στο κρεμμύδι, τις δενδρώδεις καλλιέργειες και το αμπέλι μόνο όμως όταν τα ζιζάνια έχουν ύψος το πολύ 6-10cm. Οι μεγαλύτερες ποσότητες αυτού του ζιζανιοκτόνου, χρησιμοποιούνται σε καλλιέργειες σταφυλιών (για κρασί) και αμυγδάλων. Χρησιμοποιείται κυρίως για τον έλεγχο ετήσιων πλατύφυλλων και αγρωστωδών ζιζανίων. Ακόμη εφαρμόζεται και σε μη καλλιεργήσιμες εκτάσεις όπως π.χ εθνικοί δρόμοι και κέντρα αναψυχής, για καταστροφή των ζιζανίων. Είναι ζιζανιοκτόνο επαφής και η ύπαρξη φωτός είναι απαραίτητη για να εκδηλώσει την δράση του. Οι μορφές με τις οποίες κυκλοφορούν τα σκευάσματα oxyfluorfen στο εμπόριο είναι Γαλακτώματα (E,EC,EW) και Κοκκώδη (G). Η χρήση αυτού του ζιζανιοκτόνου, στις ΗΠΑ, μέσα σε πέντε χρόνια (1992-1997) αυξήθηκε κατά 54%. Η εξάπλωσή του φαίνεται στην Εικ.2.

Το oxyfluorfen συγκρατείται έντονα στους περισσότερους τύπους εδαφών, αλλά περισσότερο στα εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο και οργανική ουσία. Η περίοδος ημιζωής του είναι συνήθως 30 έως 40 ημέρες, σε συνθήκες αγρού (53, 55). Εργαστηριακές μελέτες έδειξαν ότι η περίοδος ημιζωής του μπορεί να φτάσει μέχρι και 6 μήνες. Δεν υφίσταται μικροβιακή αποσύνθεση στο έδαφος και δεν

διαλύεται στο νερό εφόσον πρόκειται για υδρόφοβη ένωση. Λόγω αυτής της ιδιότητας είναι σχεδόν αμετακίνητο στα εδάφη και δεν εκπλύνεται, ώστε να δημιουργεί δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι κύριοι μηχανισμοί αποσύνθεσης και διάσπασής του στο έδαφος, είναι η επίδραση του φωτός και η εξάτμισή του (κυρίως σε υγρά εδάφη), αντίστοιχα (53, 55). Ο συντελεστής βιοσυσσωρευσιμότητας για το oxyfluorfen, είναι : $K_{ow} = 4.47 (1, 2)$.



Εικ.2. Ετήσια εξάπλωση του oxyfluorfen (kg/km^2)

Όταν το oxyfluorfen εφαρμόζεται στα φυτά, δεν μετακινείται στο εσωτερικό τους και δεν μεταβολίζεται από αυτά. Δεν προσλαμβάνεται από τις ρίζες και έτσι τα υπολείμματα του ζιζανιοκτόνου μέσα στο φυτό είναι μηδαμινά (55). Αυτό βέβαια είναι σχετικό και εξαρτάται από το είδος της καλλιέργειας. Για παράδειγμα, σε ένα πείραμα εφαρμόστηκε το oxyfluorfen σε τεμάχια που είχαν φυτευτεί με καρότα, βρώμη, βαμβάκι και μαρούλι. Ένα χρόνο αργότερα στα καρότα και τη βρώμη δεν βρέθηκαν υπολείμματα του ζιζανιοκτόνου, ενώ στο βαμβάκι και το μαρούλι τα υπολείμματα κυμάνθηκαν σε πολύ υψηλά επίπεδα (48).

Το oxyfluorfen είναι ένα ζιζανιοκτόνο χαμηλής τοξικότητας μέσω κατάποσης, δερματικής επαφής και εισπνοής. Τα συμπτώματα της τοξικότητας στους ζωικούς οργανισμούς είναι αλλαγές στην δομή του αίματος (αναιμία) και το συκώτι. Έχει χαρακτηριστεί ως πιθανή καρκινογόνος ουσία για των άνθρωπο, ύστερα από πειράματα που έγιναν σε ποντικούς. Σε πειράματα που έγιναν για τον έλεγχο υπολειμματικότητας του oxyfluorfen σε γεωργικά προϊόντα, δεν βρέθηκαν υπολείμματα και επομένως δεν υπάρχει κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία (USDA).

Σε πειράματα που έγιναν σε κουνέλια ώστε να ελεγχθεί αν το oxyfluorfen προκαλεί τερατογένεση, εφαρμοζόμενο σε υψηλές δόσεις, τα αποτελέσματα ήταν

θετικά εφόσον οι μητέρες που χρησιμοποιήθηκαν σαν πειραματόζωα, παρουσίασαν τοξικότητα και τα έμβρυά τους είχαν σε μεγάλο βαθμό παραμόρφωση στα οστά. Σε κάποια άλλα πειράματα που έγιναν για τον έλεγχο μεταλλαγμένων οργανισμών, από την χρήση του oxyfluorfen, τα αποτελέσματα ήταν αρνητικά.

Γενικά, το oxyfluorfen είναι ένα ζιζανιοκτόνο που δεν προκαλεί άμεσες δυσμενείς επιπτώσεις στα θηλαστικά και τα πουλιά. Οι επιπτώσεις είναι έμμεσες και παρουσιάζονται κυρίως στους απογόνους αυτών των οργανισμών, ύστερα από χρόνια και αλόγιστη χρήση του ζιζανιοκτόνου. Σε μια άλλη κατηγορία οργανισμών, τα υδρόβια ασπόνδυλα και τα ψάρια, το oxyfluorfen είναι τοξικό. Γενικά προκαλεί υποβάθμιση των υδάτινων οικοσυστημάτων.

Με αλόγιστη χρήση του ζιζανιοκτόνου, μπορεί να προκληθούν φυτοτοξικότητες όπως αναφέρθηκε και στην περίπτωση του glyphosate. Τα συμπτώματα που παρουσιάζουν τα φυτά που έχουν δεχτεί την επίδραση του oxyfluorfen, είναι κιτρίνισμα των φύλλων και κοκκινοκαφετί στίγματα (Εικ.3). Μετά από λίγο χρονικό διάστημα τα φύλλα καφετιάζουν και τέλος νεκρώνονται. Χαρακτηριστικές φωτογραφίες φυτοτοξικότητας, απεικονίζονται στο Παράρτημα II.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε, ότι όλοι οι παραπάνω κίνδυνοι μπορούν να αποφευχθούν, αν τηρούνται πιστά οι οδηγίες χρήσης που αναγράφονται στην ετικέτα των διάφορων σκευασμάτων oxyfluorfen.



Εικ.3.Κοκκινοκαφετί στίγματα σε φύλλα από την επίδραση oxyfluorfen

3. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

3.1 glyphosate

Το glyphosate είναι ένα ζιζανιοκτόνο που μελετάται και χρησιμοποιείται εδώ και 30 χρόνια. Έτσι η διεθνής βιβλιογραφία περιέχει μεγάλο αριθμό ερευνών και δημοσιεύσεων. Τα πειράματα που παρουσιάζονται παρακάτω ασχολήθηκαν με την αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων ανάλογα με την ώρα εφαρμογής, κάτι που απασχόλησε και την παρούσα πτυχιακή εργασία, καθώς και με την επίδραση του glyphosate σε φυσιολογικές ιδιότητες των φυτών, τον τρόπο δράσης του ζιζανιοκτόνου κ.α.

3.1.1 Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων σε σχέση με την ώρα εφαρμογής

Σε πείραμα αγρού και εργαστηρίου που έγινε από τον Σουίπα, ελέγχθηκε η αποτελεσματικότητα του glyphosate ανάλογα με τη ώρα εφαρμογής της ημέρας, σε φυτά βρώμης. Οι παρατηρήσεις που πάρθηκαν στον αγρό αλλά και στα φυτοδοχεία με τη βρώμη έδειξαν ότι η φυτοτοξική του δράση ήταν καλύτερη όταν εφαρμόστηκε στη διάρκεια της ημέρας. Συγκεκριμένα, η φυτοτοξικότητα την ημέρα σε σχέση με τη νύχτα ήταν μεγαλύτερη κατά 21% σχετικά τόσο με το χλωρό όσο και με το ξηρό βάρος στο πείραμα αγρού. Όταν οι επεμβάσεις του πειράματος επαναλήφθηκαν σε φυτά βρώμης ανεπτυγμένα στα φυτοδοχεία παρατηρήθηκε παρόμοια συμπεριφορά της δράσης του glyphosate στις ημερήσιες εφαρμογές. Όμως, στη περίπτωση αυτή το ποσοστό της αυξημένης δράσης του ήταν χαμηλότερο του προηγούμενου (11.5 % για το χλωρό και 8% για το ξηρό βάρος) (44).

Το έτος 2003, ο Λεονιδάκης, εφάρμοσε σκευάσματα glyphosate σε φυτά καλαμποκιού και φασολιού και μελέτησαν την επίδραση που είχε η ώρα εφαρμογής στη δραστηριότητα των ζιζανιοκτόνων. Φαίνεται ότι η ώρα εφαρμογής κατά την διάρκεια της ημέρας επηρεάζεται από το είδος του σκευάσματος και διαφοροποιείται για τις πρωινές, τις μεσημεριανές και τις βραδινές επεμβάσεις. Η ταχύτητα δράσης των φαρμάκων έδειξε να επηρεάζεται λίγο από το διαφορετικό είδος φυτού, αφού τα αποτελέσματα ήταν παρόμοια τόσο για τα φυτά καλαμποκιού όσο και για τα φυτά φασολιού (25).

Το 1998 έγινε ένα πείραμα με σκοπό τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας τριών ζιζανιοκτόνων ανάλογα με την ώρα εφαρμογής. Τα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα *ioxynil*, *dichlorprop* και *MCPA* σε μικρή δόση, ενώ σαν φυτό μάρτυρας χρησιμοποιήθηκε η ελαιοκράμβη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο ψεκασμός των ζιζανιοκτόνων το πρωί και το μεσημέρι, προκάλεσε μεγαλύτερη μείωση στη βιομάζα της ελαιοκράμβης από ότι ο ψεκασμός το βράδυ. Παρόμοια ήταν τα αποτελέσματα και για τα ζιζάνια κολητσίδα (*Galium aparine*), στελάρια (*Stellaria media*), βιόλα (*Viola arvensis*), λουβουδιά (*Chenorodium album*), *Marticaria matricarioides* και *Lapsana communis*. Η ξηρασία του εδάφους, που επικράτησε κατά τη διάρκεια του πειράματος δεν επηρέασε την αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων ανάλογα με την ώρα εφαρμογής. Παρόλα αυτά υπήρξε μια αρνητική συσχέτιση μεταξύ της βιομάζας και της σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας που επικράτησαν 8 ώρες πριν και μετά τον ψεκασμό, αντίστοιχα. Στην ελαιοκράμβη παρουσιάστηκε μείωση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων όταν αυξήθηκε η υγρασία του αέρα 8 ώρες μετά από τον ψεκασμό (42).

Ερευνητές στο Arkansas, αξιολόγησαν την επίδραση της ώρας εφαρμογής του glyphosate σε διάφορα είδη ζιζανίων. Τα αποτελέσματα των πειραμάτων που έγιναν, έδειξαν ότι κατά την βραδινή εφαρμογή του glyphosate, ο έλεγχος των ζιζανίων ήταν περιορισμένος. Σε ανάλογα πειράματα που ακολούθησαν, αποδείχθηκε ότι η δραστηριότητα του glyphosate μειώνεται όταν η εφαρμογή του γίνεται νωρίς το πρωί ή το βράδυ. Σε συγκεκριμένα είδη ζιζανίων αυτό οφείλεται εν μέρει, στην ημερήσια κίνηση των φύλλων τους. Για παράδειγμα, τα φύλλα της αγριοβαμβακιάς και πολλών άλλων φυτών κρεμάνε μετά τη δύση του ηλίου, ενώ κατά τη διάρκεια της ημέρας η θέση των φύλλων τους είναι παράλληλη προς την επιφάνεια του εδάφους ώστε να απορροφήσουν ηλιακή ακτινοβολία. Λόγω του διαφορετικού προσανατολισμού των φύλλων, κατά τον ψεκασμό του glyphosate σε ζιζάνια στη διάρκεια της νύχτας (21:00) παρατηρήθηκε ότι τα φυτά απορρόφησαν 70% λιγότερο ζιζανιοκτόνο από ότι όταν το glyphosate ψεκάστηκε την ημέρα (11:00) (34).

Στο Πανεπιστήμιο της Μινεσότα, τα έτη 1998-1999, διεξήχθη ένα πείραμα όπου αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα δύο ζιζανιοκτόνων ανάλογα με την ώρα εφαρμογής τους κατά τη διάρκεια της ημέρας. Τα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το glufosinate (Liberty) (0.29 kg δ.ο./ha και 0.15 kg δ.ο./ha) και το glyphosate (Roundup) (0.42 kg δ.ο./ha και 0.1 kg δ.ο./ha) και εφαρμόστηκαν σε ετήσια ζιζάνια, με ή χωρίς βοηθητική ουσία. Οι εφαρμογές των ζιζανιοκτόνων

έγιναν σε επτά χρόνους (06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00 και 24:00 μ.μ και έγινε μακροσκοπικός έλεγχος των ζιζανίων. Αποδείχθηκε ότι η ώρα εφαρμογής επηρέασε την δραστηκότητα και των δύο ζιζανιοκτόνων και συγκεκριμένα ο καλύτερος έλεγχος των ζιζανίων παρατηρήθηκε στις 15:00 μ.μ και στις 18:00 μ.μ, ενώ ελάχιστα ελέγχθηκαν τα ζιζάνια όταν η εφαρμογή έγινε στις 21:00 και 24:00 μ.μ. Η χρήση της βοηθητικής ουσίας γενικά αύξησε την αποτελεσματικότητα και των δύο ζιζανιοκτόνων αλλά δεν μπόρεσε να αυξήσει τον έλεγχο των ζιζανίων τις ώρες που ήταν ελάχιστος, δηλαδή στις 21:00 μ.μ και τα μεσάνυχτα. Ακόμη αποδείχθηκε ότι το είδος των ζιζανίων και ο τρόπος δράσης των ζιζανιοκτόνων μπορούν να επηρεάσουν την ώρα εφαρμογής των σκευασμάτων (4).

Η αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων ανάλογα με την ώρα εφαρμογής, συνέχισε να αποτελεί ένα ενδιαφέρον θέμα για μελέτη και υπήρξε το αντικείμενο έρευνας σε πειράματα αγρού στο Ohio, τις χρονιές 2001-2002. Εφαρμόστηκαν τα ζιζανιοκτόνα glyphosate (Roundup), cloransulam- methyl (FirstRate) και fomesafen (Flexstar), από τις 06:00 π.μ μέχρι τις 24:00 μ.μ ανά τρεις ώρες, με σκοπό τον έλεγχο πλατύφυλλων ζιζανίων. Η δράση των ζιζανιοκτόνων παρουσίασε μείωση όταν εφαρμόστηκαν στα φυτά στις 06:00, 21:00, και 24:00 μ.μ ενώ ο καλύτερος έλεγχος των ζιζανίων επιτεύχθηκε με τις εφαρμογές μεταξύ 09:00 και 18:00. Γενικά το συμπέρασμα αυτών των πειραμάτων ήταν, ότι οι ώρες που τα ζιζανιοκτόνα, διατηρούν την αποτελεσματικότητά τους κυμαίνονται μεταξύ 08:00 και 20:00 (7).

3.1.2 Επίδραση στις φυσιολογικές λειτουργίες του φυτού

Σε πείραμα που έγινε για την μελέτη της επίδρασης του glyphosate στην διαπνοή των φυτών, τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση της διαπνοής και στα τρία είδη που χρησιμοποιήθηκαν [ηλίανθος (*Helianthus annuus*), μπιζέλι (*Pisum sativum*) και φασόλι (*Phaseolus vulgaris*)] αλλά παρουσιάστηκε διαφορά ανάλογα με το είδος του φυτού και ανάλογα με την δόση εφαρμογής. Συγκεκριμένα, στα φύλλα ηλικίας 8 ημερών του φασολιού, η διαπνοή μειώθηκε νωρίτερα από ότι στα μεγαλύτερα σε ηλικία φύλλα. Παρόλαυτα μετά από 29 ώρες δεν υπήρχε καμία διαφορά στο ποσοστό διαπνοής, εφόσον ανεξάρτητα από την ηλικία τα ψεκασμένα φυτά διέπνεαν το μισό από ότι οι μάρτυρες. Η επίδραση του glyphosate στην διαπνοή δεν οφείλονταν στις αλλαγές της διαθεσιμότητας του νερού ούτε στην επιφάνεια των φύλλων που ψεκάστηκαν (39).

Σε πείραμα που έγινε, στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια, για τον έλεγχο της διεισδυτικότητας, της μετακίνησης και της τοξικότητας του glyphosate, στην αγριάδα (*Cynodon dactylon*), παρατηρήθηκε ότι η εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου σε επιλεγμένα μέρη του ζιζανίου στη δόση των 3.6g /L δ/τος δεν νέκρωσε ολόκληρο το φυτό. Παρόλα αυτά αυξήθηκε η φυτοτοξικότητα, όταν περισσότερα μέρη του φυτού ψεκάστηκαν με το glyphosate. Δεν παρατηρήθηκαν διαφορές όταν διαλύματα των 3.6 και 5.4 g /L glyphosate εφαρμόστηκαν σε 94 και 373 L / ha. Καλύτερη δραστηριότητα του φαρμάκου παρατηρήθηκε όταν το διάλυμα 1.8 g /L εφαρμόστηκε στην υψηλότερη δόση (13).

3.1.3 Επιπτώσεις του glyphosate στους οργανισμούς του εδάφους

Το έτος 2000 , έγινε μια μελέτη με σκοπό να προσδιορίσει την επίδραση της υψηλής δόσης glyphosate στον μικροβιακό πληθυσμό του εδάφους και την δραστηριότητά του. Το πείραμα διεξήχθη στο Weswood όπου το έδαφος είναι ιλυοπηλώδες. Χρησιμοποιήθηκε το άλας ισοπροπυλαμίνης σε 4 δόσεις (47, 94, 140, 234 mg/g εδάφους) και μελετήθηκε η επίδραση του glyphosate με το έδαφος σε υποθετικό βάθος 2mm. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το glyphosate επηρέασε σημαντικά την δραστηριότητα των μικροβίων ενώ δεν προκάλεσε καμία αλλαγή στον πληθυσμό τους. Επίσης αποδείχτηκε ότι έχει την ικανότητα να αποσυντίθεται γρήγορα και άμεσα από τα μικρόβια ακόμα και σε πολύ υψηλές δόσεις, χωρίς να επηρεάζει αρνητικά την μικροβιακή δραστηριότητα. (16).



3.1.4 Έλεγχος ζιζανίων

Στην Ινδία σε πείραμα αγρού, όπου το έδαφος ήταν αμμοπηλώδες, εκτιμήθηκε η αποτελεσματικότητα του glyphosate (3.6 kg/ha) και του σκευάσματος του MON 77569 (1.8 kg/ha) στον έλεγχο των ζιζανίων στο βαμβάκι (*Gossypium hirsutum*). Τα ζιζανιοκτόνα εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά και έλεγξαν εξίσου αποτελεσματικά τα ζιζάνια. Ακόμη η απόδοση του βαμβακιού αυξήθηκε με την εφαρμογή αυτών των ζιζανιοκτόνων, ενώ στα πειραματικά τεμάχια που είχαν χρησιμοποιηθεί σαν μάρτυρες και είχαν αφεθεί τα ζιζάνια η απόδοση της καλλιέργειας μειώθηκε κατά 79.1 % (36).

Στην Νότια Συρία έγιναν πειράματα αγρού και αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα του imazaquin σε συνδυασμό με το glyphosate στον έλεγχο της

οροβάγχης (*Orobanche crenata -aegyptiacum*), σε καλλιέργεια κουκιών. Όταν τα ζιζανιοκτόνα εφαρμόστηκαν στις δόσεις των 80 g. δ.ο /ha για το glyphosate και 10 g. δ.ο /ha για το imazaquin, επιτεύχθηκε πλήρης έλεγχος της οροβάγχης. Παρόλα αυτά δεν αυξήθηκε η απόδοση της καλλιέργειας γιατί οι συγκεκριμένες δόσεις των ζιζανιοκτόνων αποδείχθηκαν τοξικές για τα κουκιά (38).

Σε πείραμα αγρού που έγινε για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του glyphosate στην βλάστηση κονδύλων της κύπερης (*Cyperus rotundus* L.) αποδείχτηκε ότι οι μεταφυτρωτικές εφαρμογές του ζιζανιοκτόνου δεν εξάλειψαν το ζιζάνιο. Δεν ήταν γνωστό αν αυτό οφείλονταν στο μη ικανοποιητικό έλεγχο των φυτών ή στην αναβλάστηση των κονδύλων μετά την εφαρμογή. Γι' αυτό τον λόγο εξετάστηκε η δράση του glyphosate (1 kg/ha & 2kg/ha) σε φυτά κύπερης, σε ελεγχόμενες συνθήκες. Τα πειράματα έδειξαν ότι το glyphosate νεκρώνει το φύλλωμα της κύπερης και τους κονδύλους που βρίσκονται σε φυτά που έχει εφαρμοστεί το ζιζανιοκτόνο. Τέλος η αναβλάστηση του ζιζανίου σε συνθήκες αγρού οφείλονταν στη βλάστηση κονδύλων που βρίσκονταν σε λήθαργο μετά την επέμβαση (10).

Με σκοπό το καθορισμό της επίδρασης της εδαφικής υγρασίας στην αποτελεσματικότητα του glyphosate διεξήχθησαν πειράματα αγρού σε 3 ετήσια ζιζάνια (*Avena fatua*, *Urochloa panicoides*, *Echinoghloa colona*). Οι συνθήκες εδαφικής υγρασίας που χρησιμοποιήθηκαν ήταν αντιπροσωπευτικές του κλίματος της Αυστραλίας και είχε αποδειχτεί σε προηγούμενα πειράματα ότι επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα του glyphosate (απουσία βροχής, συνθήκες κανονικής βροχόπτωσης και βροχόπτωση μαζί με άρδευση). Ο καλύτερος έλεγχος και των τριών ζιζανίων παρατηρήθηκε στις συνθήκες κανονικής βροχόπτωσης με άρδευση ενώ ήταν πολύ περιορισμένος όταν η εδαφική υγρασία ήταν μηδαμινή (3).

3.1.5. Μηχανισμός δράσης

Σε πείραμα που έγινε από τον Foley και τους συνεργάτες του, κατά το έτος 1983, μελετήθηκε ο μηχανισμός δράσης του glyphosate, χρησιμοποιώντας ιστούς από τη ρίζα του *Xanthium pensylvanicum*. Παρατηρήθηκε ότι όταν το glyphosate έφτασε στην άκρη της ρίζας του φυτού, σημειώθηκε μια αύξηση του ATP της τάξεως του 136%. Το ποσοστό ενσωμάτωσης της πρωτεΐνης, λευκίνης μειώθηκε σημαντικά δύο ώρες μετά την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου. Τα ποσοστά απορρόφησης φωσφόρου από τις ρίζες ενεργοποιήθηκαν προσωρινά από το glyphosate και παρουσιάστηκε

μείωση του ποσοστού ενσωμάτωσης του φωσφόρου στο DNA και το RNA, μετά από οχτώ ώρες. Το συμπέρασμα αυτής της έρευνας ήταν, ότι το glyphosate μπορεί να προκαλέσει ραγδαία αύξηση του ATP, αναστέλλοντας την βιοσύνθεση των πρωτεϊνών (14).

3.2 oxyfluorfen

Το oxyfluorfen (Goal), είναι ένα ζιζανιοκτόνο που η χρήση του έχει αυξηθεί πάρα πολύ τα τελευταία χρόνια, ιδιαίτερα στις Η.Π.Α. Πολλά πειράματα έχουν γίνει για την αξιολόγησή της αποτελεσματικότητάς του και την δράση του σε συνδυασμό με άλλα ζιζανιοκτόνα. Κάποιες ενδιαφέρουσες μελέτες παρουσιάζονται παρακάτω.

3.2.1 Αποτελεσματικότητα ανάλογα με το χρόνο εφαρμογής

Σε πείραμα που διεξάχθηκε στον αγρό αλλά και στο εργαστήριο, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα του oxyfluorfen, ανάλογα με την ώρα εφαρμογής, σε φυτά βρώμης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το oxyfluorfen έδρασε καλύτερα όταν ψεκάστηκε στα φυτά το βράδυ, εφόσον μείωσε το χλωρό και το ξηρό βάρος τους κατά 3.3% και 6.8% περισσότερο από την ημερήσια εφαρμογή. Παρόμοια ήταν τα αποτελέσματα και στην επανάληψη του πειράματος στα φυτοδοχεία. Σε αυτή τη περίπτωση, η αύξηση της φυτοτοξικότητας όταν το oxyfluorfen ψεκάστηκε στη διάρκεια της νύχτας ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή που παρατηρήθηκε στο πείραμα του αγρού. Ειδικότερα η δράση του ζιζανιοκτόνου βελτιώθηκε κατά 13.4 % αναφορικά με το χλωρό βάρος της βρώμης και κατά 12.8 % σε σχέση με το ξηρό βάρος (44).

3.2.2 Έλεγχος ζιζανίων

Σε πείραμα αγρού που διεξήχθη στην Ινδία κατά τα έτη 1997-1998, ελέγχθηκε η αποτελεσματικότητα τριών ζιζανιοκτόνων στον έλεγχο ζιζανίων του χαμομηλιού (*Chamomilla recutita*), χωρίς ταυτόχρονα να μειώνουν την απόδοση του. Χρησιμοποιήθηκαν τα ζιζανιοκτόνα linuron (0.5, 1, 1.5 kg/ha), oxyfluorfen (0.2, 0.4, 0.6 kg/ha) και pendimethalin (1, 1.5, 2 kg/ha). Ο καλύτερος έλεγχος των ζιζανίων και τα δύο χρόνια, παρατηρήθηκε με τη χρήση του oxyfluorfen στις δόσεις 0.4 και 0.6 kg/ha. Η απόδοση του χαμομηλιού και η περιεκτικότητά του σε αιθέρια έλαια, αυξήθηκε με την εφαρμογή του oxyfluorfen και του pendimethalin ενώ μειώθηκε με το linuron (20).

Η αποτελεσματικότητα του oxyfluorfen και άλλων ζιζανιοκτόνων, μελετήθηκε για έλεγχο ζιζανίων, εκτός από αγροοικοσυστήματα και σε αυτοκινητόδρομους. Έτσι,

το 1996 εφαρμόστηκαν σε συνδυασμούς τα ζιζανιοκτόνα, thiazopyr (0.57, 2.26 kg/ha) + oxyfluorfen (1.8 kg/ha) PRE, oryzalin + oxyfluorfen (4.5 +1.8 kg/ha) POST, το glyphosate(2.3 kg/ha) προστέθηκε στις προφυτρωτικές (PRE) εφαρμογές και το glyphosate με το glufosinate (2.3 kg/ha + 12.4 kg/ha) εφαρμόστηκαν πριν τις μεταφυτρωτικές (POST) εφαρμογές, που αναφέρθηκαν παραπάνω. Όλοι οι συνδυασμοί που περιείχαν το glyphosate έλεγξαν πλήρως τα ζιζάνια, αλλά αργότερα αποδείχθηκε ότι η εφαρμογή του glyphosate πριν από το oxyfluorfen είχε καλύτερα αποτελέσματα από ότι όταν εφαρμόστηκαν μαζί. Τέλος ο συνδυασμός του thiazopyr με το oxyfluorfen δεν έλεγξε ικανοποιητικά τα ζιζάνια. (22).

Το 1997, έγινε εφαρμογή του oxyfluorfen (0.5-1 kg/ha) και του thiazopyr (0.2-0.5 kg/ha) σε καλλωπιστικά δένδρα, με σκοπό να μελετηθεί η εκλεκτικότητά τους και ο έλεγχος των ζιζανίων. Δεν καταγράφηκε καμία ζημιά στα δένδρα από τις επεμβάσεις, εκτός από κάποια εγκαύματα που παρατηρήθηκαν κατά την εφαρμογή υψηλών δόσεων του oxyfluorfen. Όσον αφορά τον έλεγχο των ζιζανίων, το oxyfluorfen έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα και μείωσε τον πληθυσμό τους 7 και 9 εβδομάδες μετά την εφαρμογή του (23).

Σε πείραμα αγρού κατά τα έτη 1984-1985, εφαρμόστηκε το oxyfluorfen σε δύο δόσεις (0.45, 0.90 kg/ha) και αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητά του στον έλεγχο των ζιζανίων, σε λαχανικά. Το ζιζανιοκτόνο εφαρμόστηκε σε επιφάνεια εδάφους που στη συνέχεια καλύφτηκε με πλαστικό. Τα λαχανικά (πεπόνια και τομάτες) που μεταφυτεύτηκαν σε αυτές τις συνθήκες την ίδια ημέρα, δεν παρουσίασαν καμία φυτοτοξικότητα. Ακόμη το oxyfluorfen στη χαμηλότερη δόση, έλεγξε τα ζιζάνια κάτω από το πλαστικό μέχρι την περίοδο της συγκομιδής και για τα δύο χρόνια. (29).

Στην Ινδία κατά τους μήνες Ιανουάριο- Απρίλιο του έτους 1994, μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα τριών δόσεων του oxyfluorfen (0.12, 0.24, 0.36 kg/ha) και του pendimethalin (0.5, 1.0, 1.5 kg/ha), στο ζιζάνιο *Artemisia annua* και τα συγγενή του είδη :*Anagalis arvensis*, *Melilotus alba*, *Cyperus rotundus*, *Gnaphalium indicum* και *Sorghum halepense*. Τα ζιζανιοκτόνα εφαρμόστηκαν πριν την μεταφύτευση και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο καλύτερος έλεγχος όλων των ζιζανίων, εκτός της κύπερης, επιτεύχθηκε με τη χρήση του oxyfluorfen στη δόση 0.36 kg/ha. Το pendimethalin δεν ήταν τοξικό στο ζιζάνιο *A.annua* ενώ το oxyfluorfen προκάλεσε μεγάλη φυτοτοξικότητα στο *A.annua* και μείωσε πολύ την ανάπτυξη των σποροφύτων του (41).

Στην Karnataka της Ινδίας για τρία συνεχόμενα χρόνια (1996-97, 1997-98, 1998-99), έγινε ένα πείραμα σε μέσης σύστασης έδαφος με σκοπό να αξιολογηθεί ο έλεγχος των ζιζανίων σε μεταφυτευμένα φυτά κρεμμυδιού (ελεγχόμενη άρδευση). Τα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα ακόλουθα: pendimethalin (1 kg/ha), fluchoralin (1 kg/ha), oxyfluorfen (0.12 kg/ha) και metolachlor (1 kg/ha). Ο καλύτερος έλεγχος των ζιζανίων επιτεύχθηκε με την εφαρμογή του oxyfluorfen (0.12 kg/ha) καθώς και με το συνδυασμό oxyfluorfen (0.06 kg/ha) και metolachlor (1 kg/ha), με δύο ενδιάμεσα ξεβοτανίσματα (40).

3.2.3 Επίδραση του ψεκαστικού όγκου

Σε οπωρώνες κατά τα έτη 1984-1985, δοκιμάστηκε η επίδραση του ψεκαστικού όγκου στην αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων oxyfluorfen (0.56kg/ha) και glyphosate (1.12kg/ha) που εφαρμόστηκαν χωριστά η σε συνδυασμό. Ο ψεκασμός έγινε μεταφυτρωτικά και χρησιμοποιήθηκαν 23-935 L ψεκαστικού υγρού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο έλεγχος των ζιζανίων με το oxyfluorfen, αυξήθηκε όταν ο όγκος του ψεκαστικού υγρού ήταν μεγάλος αντίθετα η αποτελεσματικότητα του glyphosate δεν επηρεάστηκε από τον όγκο του ψεκαστικού (56).

3.2.4 Επίδραση περιβαλλοντικών παραγόντων

Το oxyfluorfen είναι ένα ζιζανιοκτόνο που χρησιμοποιείται κυρίως σε λαχανοκομικές καλλιέργειες. Ο Harrison και οι συνεργάτες του, το έτος 2002, εξέτασαν σε συνθήκες εργαστηρίου την επίδραση της θερμοκρασίας και της ύπαρξης κηρώδους υποστρώματος στα φύλλα των λαχανικών, στην δραστηριότητα του oxyfluorfen. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, τα λαχανικά παρουσίασαν τοξικότητες από το ζιζανιοκτόνο όταν οι θερμοκρασίες ήταν χαμηλές ενώ το κηρώδες επίστρωμα δεν αποτέλεσε παράγοντα ανθεκτικότητας των φυτών στο ζιζανιοκτόνο. Το συμπέρασμα αυτής της έρευνας ήταν ότι το oxyfluorfen όταν εφαρμόζεται σε λαχανικά που αναπτύσσονται σε χαμηλές θερμοκρασίες, πρέπει να χρησιμοποιείται σε μικρές δόσεις. Με τον τρόπο αυτό θα μειωθούν οι απώλειες στις αποδόσεις των καλλιεργειών που λαμβάνουν χώρα κάθε χρόνο και οφείλονται σε τοξικότητες του ζιζανιοκτόνου. Όσον αφορά την επίδραση του κηρώδους υποστρώματος, εξακολουθεί να αποτελεί θέμα για μελέτη (17).

3.2.5 Μηχανισμός δράσης

Ο μηχανισμός δράσης και η εκλεκτικότητα του oxyfluorfen μελετήθηκαν σε καλλιέργεια ρυζιού (*Oryza sativa*) και στη μουχρίτσα (*Echinochloa crus-galli*). Η δράση του ζιζανιοκτόνου όταν η εφαρμογή του έγινε στα φύλλα και των δύο ειδών εξαρτήθηκε από την ηλιακή ακτινοβολία ενώ όταν η εφαρμογή έγινε στις ρίζες, παρά την ύπαρξη φωτός, η δράση του oxyfluorfen ήταν μειωμένη. Από τη δόση που εφαρμόστηκε, το μεγαλύτερο μέρος βρέθηκε στους μεσοκυττάριους χώρους, ενώ το υπόλοιπο στους χλωροπλάστες. Η μετακίνησή του και στα δύο είδη ήταν μειωμένη, τόσο όταν εφαρμόστηκε στα φύλλα όσο και όταν εφαρμόστηκε στη ρίζα των φυτών. Η μετακίνηση του ζιζανιοκτόνου από τη ρίζα επιταχύνθηκε με την επίδραση του φωτός ενώ στα φύλλα αναστάλθηκε. Η ανάλυση TLC έδειξε ότι 24 ώρες μετά την εφαρμογή, σχεδόν όλη η ποσότητα του oxyfluorfen παρέμεινε αμετακίνητη και στα δύο είδη (15).

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ



4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1 Εγκατάσταση πειράματος

Το πείραμα έγινε στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, κατά τους μήνες Μάιο και Ιούνιο το 2002. Αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα του oxyfluorfen και τεσσάρων σκευασμάτων glyphosate σε σχέση με την ώρα εφαρμογής στη διάρκεια της ημέρας. Τα φυτά που χρησιμοποιήθηκαν, ήταν το φασόλι (*Phaseolus vulgaris*) ποικιλία Μαύρο Βουλγάρικο και το καλαμπόκι (*Zea mays*) ποικιλία Pregia.

Χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω σκευάσματα glyphosate και το oxyfluorfen, στη δόση 0,72 kg δ.ο/ha.

- ▶ MON 78294 (45%, άλας ισοπροπυλαμίνης (IPA))
- ▶ MON 78273 (54%, άλας καλίου)
- ▶ MON 52276 (36%, άλας IPA, νέο σκεύασμα)
- ▶ MON 2139 (36% AS, άλας IPA, το κλασικό σκεύασμα Roundup)
- ▶ oxyfluorfen (24% EC)

Η σπορά έγινε στις 26 Απριλίου 2002. Τα σκευάσματα ψεκάστηκαν στα φυτά καλαμποκιού και φασολιού σε τρεις διαφορετικές ώρες της ημέρας: πρωί (10:00), μεσημέρι (14:00) και βράδυ (20:00) για το glyphosate και σε δύο: μεσημέρι (14:00) και βράδυ (20:00) για το oxyfluorfen. Ο βραδινός ψεκασμός έγινε στις 16 Μαΐου 2002 ενώ οι ψεκασμοί το πρωί και το μεσημέρι έγιναν στις 17 Μαΐου. Κατά την εφαρμογή των σκευασμάτων τα φυτά βρίσκονταν στο στάδιο των 5 φύλλων.

Χρησιμοποιήθηκε το πειραματικό σχέδιο πλήρεις τυχαιοποιημένες ομάδες (RCB) με τρεις επαναλήψεις για κάθε επέμβαση. Τα πειραματικά τεμάχια είχαν εμβαδόν 2 m², με πλάτος 2 m και μήκος 1 m. Κάθε τεμάχιο ήταν χωρισμένο στη μέση και στο ένα μέρος έγινε σπορά καλαμποκιού ενώ στο άλλο φασολιού. Οι αποστάσεις σποράς μεταξύ των γραμμών και επί της γραμμής αντίστοιχα, ήταν για το καλαμπόκι 10 X 20 cm, ενώ για το φασόλι 10 X 15 cm. Κάθε πειραματικό τεμάχιο περιείχε πέντε γραμμές καλαμποκιού και πέντε γραμμές φασολιού, δηλαδή η σπορά ήταν πυκνή.

Οι αποστάσεις μεταξύ δύο διαδοχικών πειραματικών τεμαχίων της ίδιας επανάληψης και μεταξύ πειραματικών τεμαχίων δύο επαναλήψεων ήταν 1 m. Οι

καλλιεργητικές φροντίδες (λίπανση, άρδευση κ.τ.λ) που έγιναν στο πειραματικό αγρό ήταν οι απαραίτητες και συνιστώμενες για την ανάπτυξη αυτών των καλλιεργειών.

4.2 Έδαφος

Σύμφωνα με την εδαφολογική μελέτη και τον εδαφολογικό χάρτη του Αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, η περιοχή στην οποία έγινε το πείραμα περιλαμβάνει εδάφη γόνιμα και κατάλληλα για όλες τις καλλιέργειες. Ειδικότερα, τα εδάφη αυτά κατατάσσονται στα Xerochrepts των Inceptisols και πιο συγκεκριμένα στην υποομάδα Calcic (Soil Taxonomy, 1992).

Τα εδάφη αυτά είναι μέσης έως λεπτόκοκκης μηχανικής σύστασης και εμφανίζονται με υφή που είναι : πηλώδης, αμμοαργιλοπηλώδης, αργιλοπηλώδης έως αργιλώδης στα διάφορα βάθη της εδαφοτομής. Η περιεκτικότητα των ανθρακικών αλάτων μειώνεται με το βάθος και στα επιφανειακά τμήματα, όπου και το ριζόστρωμα των φυτών, βρίσκεται σε ποσοστά που δεν προκαλούν προβλήματα στις καλλιέργειες. Η κατάσταση υδρομορφίας είναι άριστη και είναι εδάφη χωρίς προβλήματα διάβρωσης (31).

4.3 Παρατηρήσεις

Οι παρατηρήσεις που πάρθηκαν ήταν δύο: (α) Μακροσκοπικός έλεγχος για εμφάνιση φυτοτοξικότητας, 24 ώρες μετά από την εφαρμογή και (β) Μέτρηση ξηρού βάρους/ φυτό φασολιού και καλαμποκιού στις 2, 4, 8, 15 και 20 ημέρες μετά από την εφαρμογή.

4.3.1 Εμφάνιση φυτοτοξικότητας

Μια ημέρα μετά την εφαρμογή των τεσσάρων σκευασμάτων glyphosate και του oxyfluorfen, έγινε έλεγχος στον πειραματικό αγρό για εμφάνιση φυτοτοξικότητας. Γνωρίζοντας τον τρόπο με τον οποίο δρουν στη φυσιολογία και μορφολογία των φυτών τα δύο ζιζανιοκτόνα, έγινε καταγραφή των συμπτωμάτων που εμφανίστηκαν στα φυτά καλαμποκιού και φασολιού. Ακόμη, εκτιμήθηκε ο χρόνος που απαιτείται, για να δράσει το κάθε σκεύασμα του glyphosate καθώς και το oxyfluorfen.

4.3.2 Αποτελεσματικότητα του oxyfluorfen και των σκευασμάτων glyphosate

Η αποτελεσματικότητα των πέντε ζιζανιοκτόνων εκτιμήθηκε από το ξηρό βάρος των φυτών που ψεκάστηκαν, εκφρασμένο σε ποσοστό επί τις % των φυτών που χρησιμοποιήθηκαν σαν μάρτυρες. Μετά από 2, 4, 8, 15 και 20 ημέρες από την εφαρμογή των σκευασμάτων, έγινε συλλογή 5 φυτών καλαμποκιού και 5 φυτών φασολιού με τυχαία δειγματοληψία από κάθε πειραματικό τεμάχιο. Τα φυτά τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες και κατόπιν ξηράθηκαν σε κλίβανο για 48 ώρες, στους 80 °C. Στη συνέχεια μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο όπου μετρήθηκε το ξηρό τους βάρος. Τέλος οι τιμές αυτές ανάχθηκαν σε ποσοστό επί τις % των φυτών που χρησιμοποιήθηκαν σαν μάρτυρες, δηλαδή δεν είχαν δεχτεί την επίδραση των ζιζανιοκτόνων.

4.3.3 Στατιστική ανάλυση δεδομένων

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με την Ανάλυση Παραλλακτικότητας (ANOVA) του στατιστικού πακέτου MSTAT. Για την εξακρίβωση της ύπαρξης στατιστικών σημαντικών διαφορών μεταξύ των μέσων όρων (ΜΟ), υπολογίστηκε η Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά για πιθανότητα σφάλματος 0,05 ($LSD_{0,05}$). Ακόμη, υπολογίστηκε ο Συντελεστής Παραλλακτικότητας (CV), ώστε να προσδιοριστεί το ποσοστό της παραλλακτικότητας των Μ.Ο που οφείλεται σε πειραματικό σφάλμα. Τέλος, χρησιμοποιήθηκε το Ελάχιστο Σημαντικό Εύρος κατά Duncan, σαν ακριβέστερο κριτήριο και υπολογίστηκε το ελάχιστο σημαντικό εύρος για κάθε περίπτωση και για το σύνολο των Μ.Ο που συγκρίθηκαν.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Χρόνος εμφάνισης φυτοτοξικότητας (μακροσκοπικά)

Ο νυχτερινός ψεκασμός των ζιζανιοκτόνων έγινε, όπως ήδη αναφέρθηκε, το βράδυ στις 16 Μαΐου. Στις 17 Μαΐου έγιναν οι ημερήσιοι ψεκασμοί, το πρωί και το μεσημέρι. Οι παρατηρήσεις, για την εμφάνιση φυτοτοξικότητας πάρθηκαν 24 ώρες μετά από το πρώτο ψεκασμό. Ο έλεγχος έγινε μακροσκοπικά σε φυτά καλαμποκιού και φασολιού σε όλα τα πειραματικά τεμάχια, για την αξιολόγηση των σκευασμάτων του glyphosate και του oxyfluorfen.

Συγκεκριμένα, στα πειραματικά τεμάχια όπου τα φυτά είχαν ψεκαστεί με τα σκευάσματα του glyphosate, δεν εκδηλώθηκε φυτοτοξικότητα. Αντίθετα στα πειραματικά τεμάχια που ψεκάστηκαν με το oxyfluorfen, εμφανίστηκαν συμπτώματα και στις δύο καλλιέργειες. Στο καλαμπόκι υπήρξε ένας μικρός αποχρωματισμός των φύλλων (λεύκανση) και ταυτόχρονη παραμόρφωση και συστροφή τους. Στο φασόλι, η επίδραση του ζιζανιοκτόνου ήταν πιο έντονη και τα φύλλα του παρουσίασαν αναδίπλωση και κρέμασμα, ειδικότερα τα φύλλα της κορυφής. Τέλος παρουσιάστηκαν κόκκινο-καφετί κηλίδες στα φύλλα του φασολιού και ορισμένα φυτά νεκρώθηκαν (Εικ.3, Παράρτημα II).

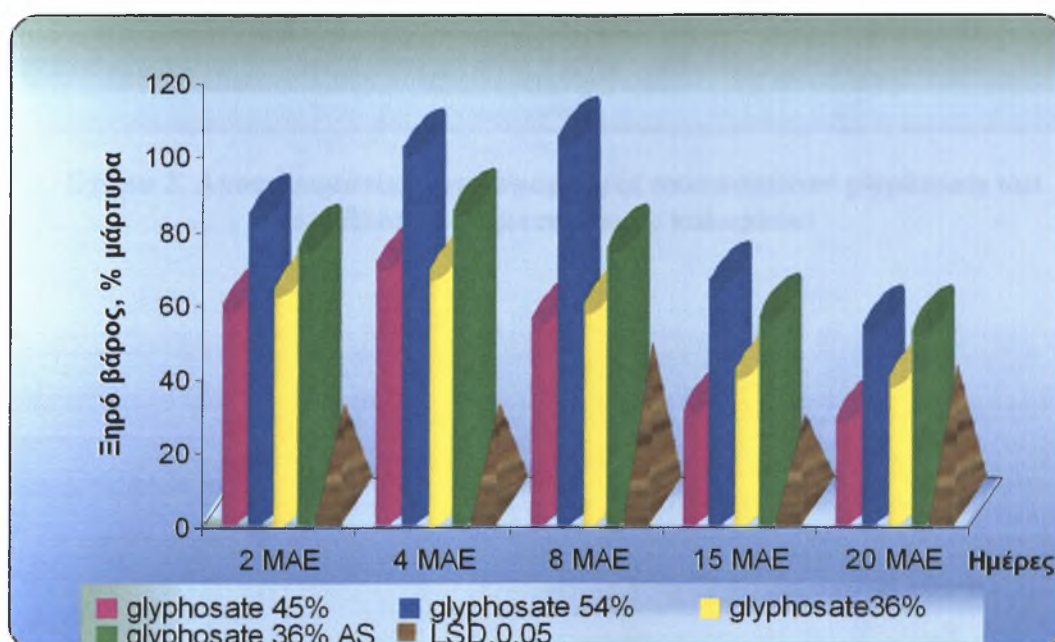
Συγκρίνοντας την αποτελεσματικότητα των σκευασμάτων glyphosate στις δύο καλλιέργειες, φαίνεται ότι η καλλιέργεια του καλαμποκιού δεν επηρεάστηκε γρήγορα και στον ίδιο βαθμό με το φασόλι, εφόσον τα φυτά ήταν πιο ζωνρά και πιο ανεπτυγμένα. Όσον αφορά το oxyfluorfen, η εφαρμογή του ήταν καταλυτική και για τις δύο καλλιέργειες αλλά εκδήλωσε περισσότερο την φυτοτοξική του δράση στην καλλιέργεια του φασολιού.(Εικ.2, Παράρτημα II)

5.2 Αύξηση καλαμποκιού (Ξηρό βάρος)

Η αποτελεσματικότητα του oxyfluorfen και των τεσσάρων σκευασμάτων glyphosate, που χρησιμοποιήθηκαν στη παρούσα πτυχιακή εργασία, αξιολογήθηκε με τη μέτρηση του ξηρού βάρους των φυτών καλαμποκιού στις 2, 4, 8, 15 και 20 ημέρες μετά από την εφαρμογή. Η δραστηριότητά των σκευασμάτων glyphosate, φάνηκε

περισσότερο στις 8, 15 και 20 ημέρες μετά την εφαρμογή. Το oxyfluorfen έδρασε από τις πρώτες ημέρες της εφαρμογής του.

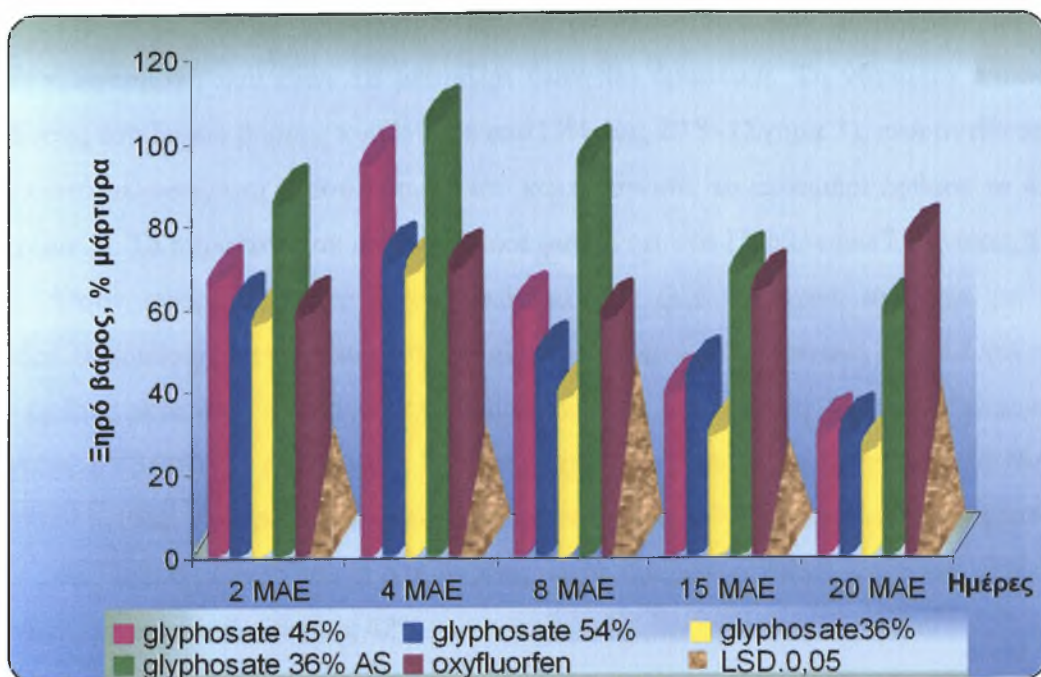
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων για τα σκευάσματα του glyphosate, όταν αυτά εφαρμόστηκαν το πρωί έδειξαν ότι το ξηρό βάρος των φυτών, ήταν πολύ μειωμένο, συγκρινόμενο με αυτό του μάρτυρα. Το ποσοστό τους κυμάνθηκε από 16% έως 72 % Ειδικότερα, από τα σκευάσματα πιο αποτελεσματικό ήταν το glyphosate 45% (άλας IPA) με ποσοστό διακύμανσης ξηρού βάρους % του μάρτυρα, 58% στις 2 MAE έως 28% στις 20 MAE. Το νέο σκεύασμα Roundup (36%), έδειξε και αυτό μεγάλη δραστηκότητα με ποσοστό διακύμανσης ξηρού βάρους % του μάρτυρα, 62% στις 2 MAE έως 38% στις 20 MAE (Σχήμα 1).



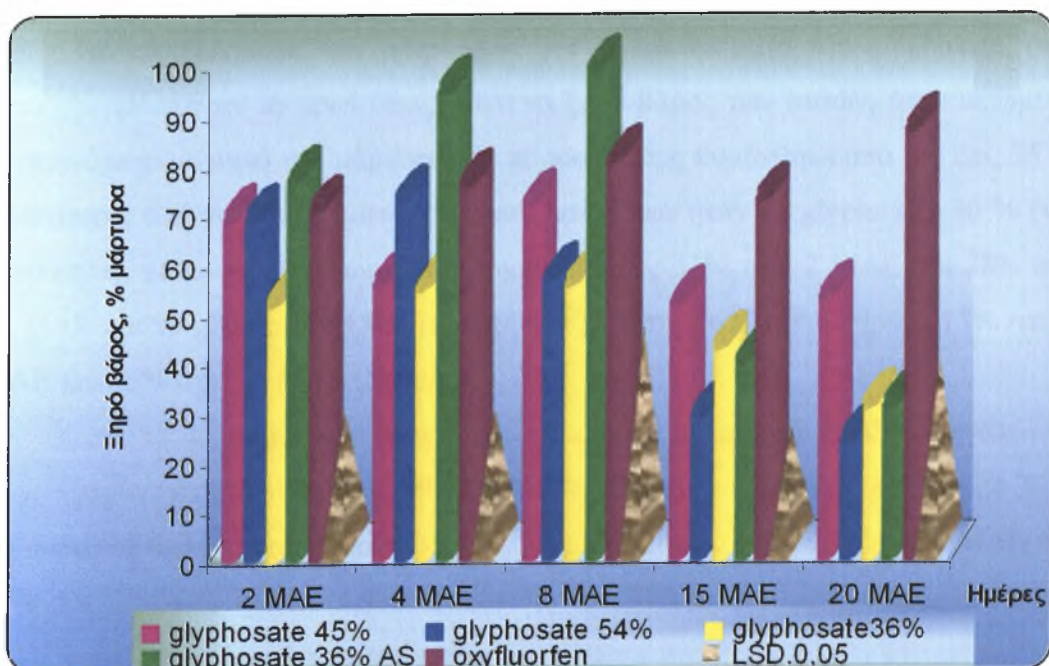
Σχήμα 1. Αποτελεσματικότητα εφαρμογής σκευασμάτων glyphosate το πρωί σε καλαμπόκι

Η επίδραση των σκευασμάτων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών καλαμποκιού, κατά την εφαρμογή τους το μεσημέρι ήταν αρκετά μεγάλη κυρίως για το glyphosate 54%, με ποσοστό μείωσης του ξηρού βάρους 41% στις 2 MAE και 71% στις 20 MAE. Ανάλογη επίδραση έδειξε και το glyphosate 36% με ποσοστό μείωσης του ξηρού βάρους 44% στις 2 MAE και 75% στις 20 MAE (Σχήμα 2).

Κατά τη νυχτερινή εφαρμογή πιο αποτελεσματικά φάνηκαν τα σκευάσματα glyphosate 54%, με ποσοστό διακύμανσης ξηρού βάρους % του μάρτυρα, 69% στις 2 MAE έως 24% στις 20 MAE και glyphosate 36% (νέο σκεύασμα), με ποσοστό διακύμανσης ξηρού βάρους % του μάρτυρα, 52% στις 2 MAE έως 31% στις 20 MAE (Σχήμα 3).



Σχήμα 2. Αποτελεσματικότητα εφαρμογής σκευασμάτων glyphosate και oxyfluorfen το μεσημέρι σε καλαμπόκι



Σχήμα 3. Αποτελεσματικότητα εφαρμογής σκευασμάτων glyphosate και oxyfluorfen το βράδυ σε καλαμπόκι

Για το σκεύασμα του oxyfluorfen, τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν πως η εφαρμογή που έγινε το μεσημέρι ήταν πιο δραστική. Τη νύχτα το ποσοστό μείωσης του ξηρού βάρους κυμάνθηκε από 13% έως 29 % (Σχήμα 3), ενώ αντίθετα το ποσοστό μείωσης του ξηρού βάρους του καλαμποκιού, το μεσημέρι έφθασε το 42% (Σχήμα 2). Τα παραπάνω σε μορφή πίνακα φαίνονται στο Παράρτημα I, Πίνακας 1.

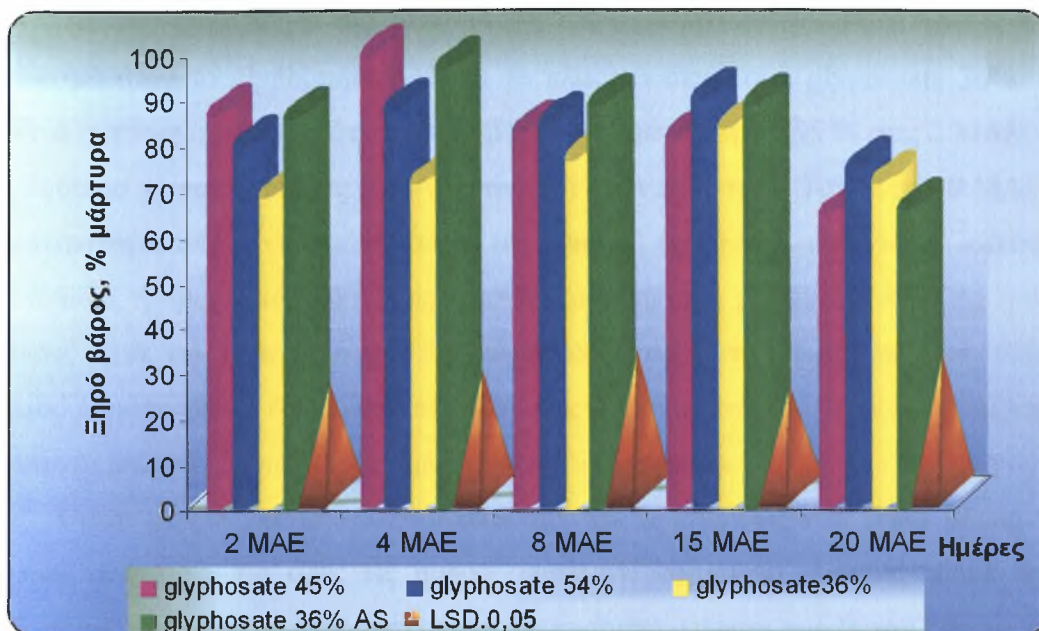
Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων ανάλογα με την ημέρα εφαρμογής, τα σκευάσματα του glyphosate ήταν πιο δραστικά στις 15 και στις 20 ημέρες μετά από την εφαρμογή. Ειδικότερα, τη μεγαλύτερη δράση εκδήλωσε το glyphosate 36% (νέο σκεύασμα), κατά την εφαρμογή του το μεσημέρι στις 20 ΜΑΕ, εφόσον μείωσε το ξηρό βάρος του καλαμποκιού κατά 75%. Το oxyfluorfen σημείωσε την μεγαλύτερη μείωση του ξηρού βάρους, κατά την μεσημεριανή του εφαρμογή στις 2 ΜΑΕ, με ποσοστό μείωσης 42%.

5.3 Αύξηση φασολιού (Ξηρό βάρος)

Η αποτελεσματικότητα του oxyfluorfen και των τεσσάρων σκευασμάτων glyphosate, αξιολογήθηκε και στη καλλιέργεια του φασολιού με τη μέτρηση του ξηρού βάρους στις 2, 4, 8, 15 και 20 ημέρες μετά από την εφαρμογή. Η δραστηριότητα των σκευασμάτων glyphosate, φάνηκε περισσότερο στις 8 και 15 ημέρες μετά την εφαρμογή ενώ το oxyfluorfen έδρασε από τις πρώτες ημέρες της εφαρμογής του.

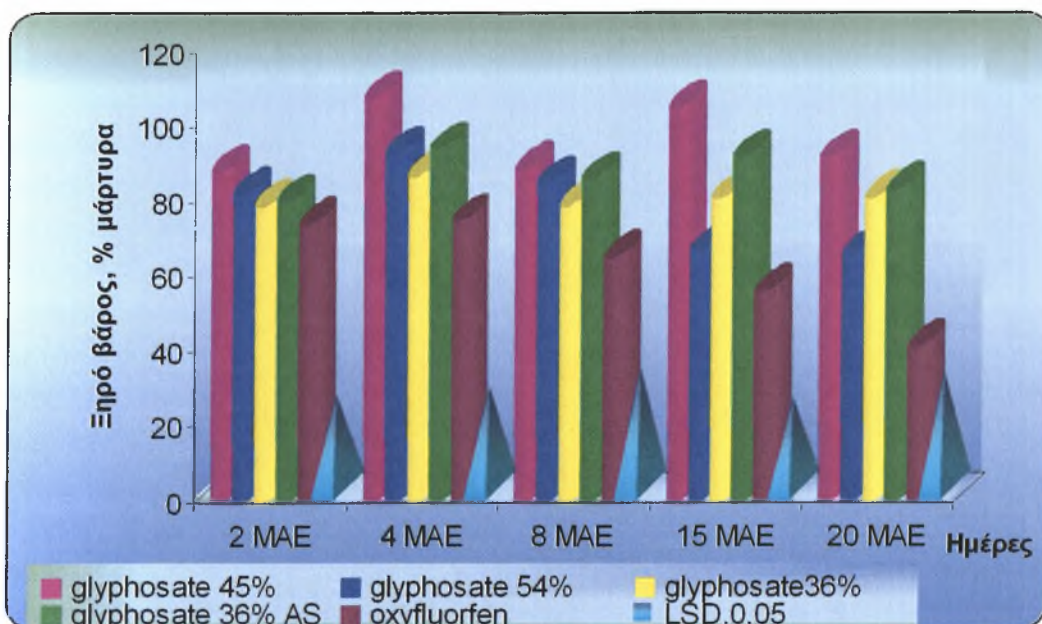
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων για τα σκευάσματα του glyphosate, όταν αυτά εφαρμόστηκαν το πρωί έδειξαν ότι το ξηρό βάρος των φυτών, ήταν μειωμένο, συγκρινόμενο με αυτό του μάρτυρα. Το ποσοστό τους κυμάνθηκε από 5% έως 35 %. Ειδικότερα, από τα σκευάσματα πιο αποτελεσματικό ήταν το glyphosate 36 % (νέο σκεύασμα), με ποσοστό μείωσης του ξηρού βάρους 31% στις 2 ΜΑΕ και 28% στις 20 ΜΑΕ και το glyphosate 45% με ποσοστό μείωσης του ξηρού βάρους 13% στις 2 ΜΑΕ και 35% στις 20 ΜΑΕ (Σχήμα 4).

Κατά τη μεσημεριανή εφαρμογή, τα σκευάσματα που έδειξαν μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα ήταν το glyphosate 54% και το νέο σκεύασμα glyphosate 36%. Τα ποσοστά διακύμανσης ξηρού βάρους % του μάρτυρα, ήταν 82% στις 2 ΜΑΕ έως 66% στις 20 ΜΑΕ, για το πρώτο σκεύασμα και 79% στις 2 ΜΑΕ έως 81% στις 20 ΜΑΕ για το δεύτερο. Φαίνεται λοιπόν μια μείωση στο ξηρό βάρος των φυτών από την δραστηριότητα των ζιζανιοκτόνων, σε ποσοστό 18-35% (Σχήμα 5).



Σχήμα 4. Αποτελεσματικότητα εφαρμογής σκευασμάτων glyphosate το πρωί σε φασόλι

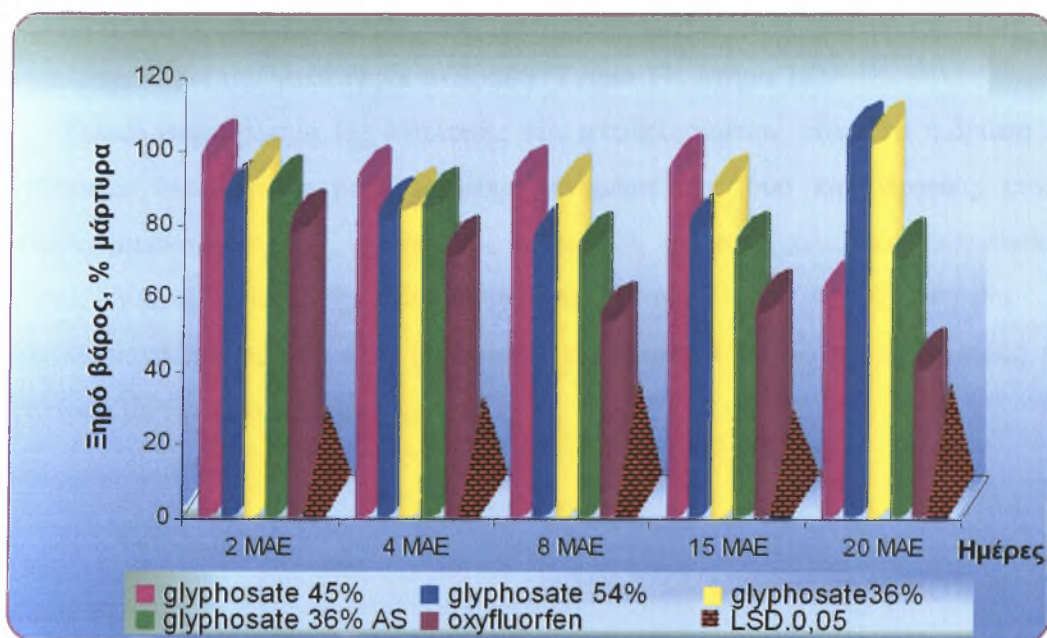
Κατά τη μεσημεριανή εφαρμογή, τα σκευάσματα που έδειξαν μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα ήταν το glyphosate 54% και το νέο σκεύασμα glyphosate 36%. Τα ποσοστά διακύμανσης ξηρού βάρους % του μάρτυρα, ήταν 82% στις 2 MAE έως 66% στις 20 MAE, για το πρώτο σκεύασμα και 79% στις 2 MAE έως 81% στις 20 MAE για το δεύτερο. Φαίνεται λοιπόν μια μείωση στο ξηρό βάρος των φυτών από την δραστικότητα των ζιζανιοκτόνων, σε ποσοστό 18-35% (Σχήμα 5).



Σχήμα 5. Αποτελεσματικότητα εφαρμογής σκευασμάτων glyphosate και oxyfluorfen το μεσημέρι σε φασόλι

Τα σκευάσματα με την μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα κατά τον βραδινό ψεκάσμο ήταν το glyphosate 54% και το κλασικό σκευάσμα glyphosate 36%. Στο πρώτο σκευάσμα βρέθηκε ότι το ξηρό βάρος των φυτών ήταν 86 % στις 2 MAE. Για το δεύτερο το ποσοστό στις 2 MAE ήταν 87% και έφτασε το 70% στις 20 MAE. Η δραστηκότητα των σκευασμάτων κατά την βραδινή εφαρμογή εκδηλώθηκε καλύτερα τις πρώτες ημέρες μετά από την εφαρμογή. Το σκευάσμα glyphosate 45% τις πρώτες ημέρες μετά την εφαρμογή του δεν παρουσίασε σημαντική δραστηκότητα. Θετικά αποτελέσματα για τη δράση του σκευάσματος παρουσιάστηκαν μετά τις 15 MAE με ποσοστό μείωσης ξηρού βάρους μέχρι και 40% (Σχήμα 6).

Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα του oxyfluorfen στο ξηρό βάρος των φυτών φασολιού, για όλες τις ημέρες μετά την εφαρμογή, παρατηρήθηκε ότι η καλύτερη ήταν αυτή που έγινε τη νύχτα. Το ποσοστό μείωσης του ξηρού βάρους ήταν 22% στις 2 MAE και 60% στις 20 MAE. Συγκριτικά με τη μεσημεριανή εφαρμογή υπάρχει ελάχιστη σημαντική διαφορά των ποσοστών μείωσης για όλες τις ημέρες μετά την εφαρμογή, Παρόλα αυτά ο νυχτερινός ψεκάσμος του oxyfluorfen είναι αποτελεσματικότερος στη καλλιέργεια του φασολιού (Σχήμα 5, Σχήμα 6). Τα αποτελέσματα σε μορφή πίνακα φαίνονται στο Παράρτημα Ι, Πίνακας 2.



Σχήμα 6. Αποτελεσματικότητα εφαρμογής σκευασμάτων glyphosate και oxyfluorfen το βράδυ σε φασόλι

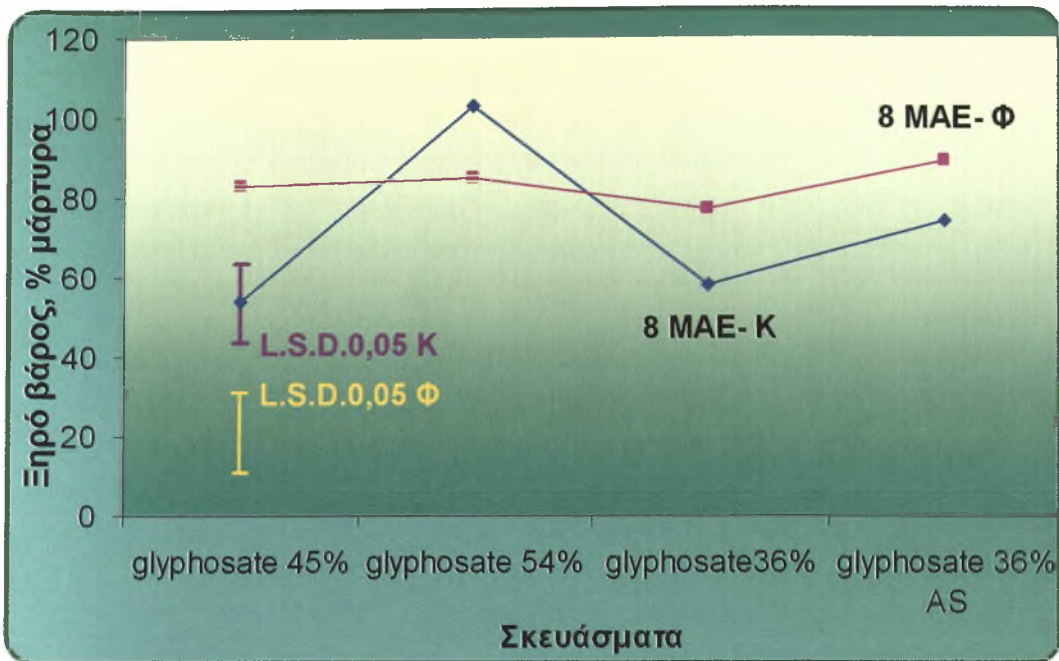
Ανεξάρτητα με την ώρα εφαρμογής, η καλύτερη δράση των σκευασμάτων glyphosate αλλά και του oxyfluorfen παρουσιάστηκε στις 8, 15 και 20 ημέρες μετά από την εφαρμογή. Το glyphosate 45 % και το oxyfluorfen, κατά την νυχτερινή τους εφαρμογή, στις 20 ΜΑΕ σημείωσαν την μεγαλύτερη μείωση του ξηρού βάρους των φυτών φασολιού, με ποσοστά 40% και 60% αντίστοιχα..

5.4 Σύγκριση αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων σε καλαμπόκι και φασόλι

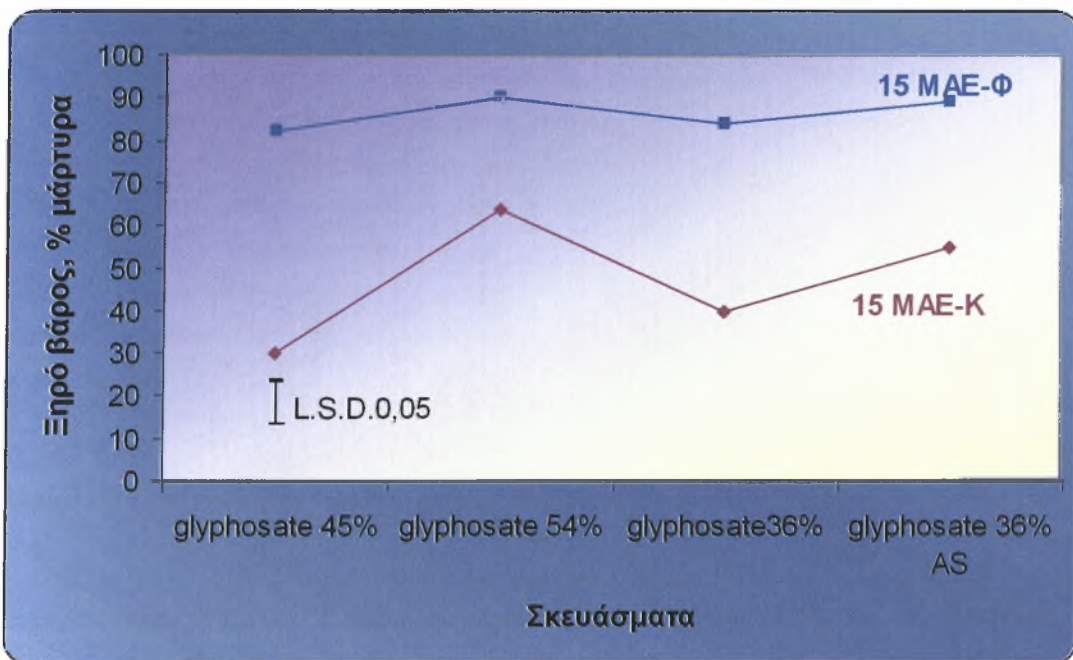
Η αποτελεσματικότητα των τεσσάρων σκευασμάτων glyphosate που εκτιμήθηκε και για τις δύο καλλιέργειες συγκριτικά, έδειξε ότι οι πιο αποτελεσματικές εφαρμογές στο καλαμπόκι αλλά και στο φασόλι, ήταν η πρωινή και η μεσημεριανή. Παρόλα αυτά η δράση των σκευασμάτων στη καλλιέργεια του φασολιού ήταν πολύ μικρότερη σε σχέση με τη καλλιέργεια του καλαμποκιού. Εξαίρεση αποτέλεσε το σκεύασμα glyphosate 54%, που έδειξε αυξημένη δράση και κατά τη νυχτερινή εφαρμογή, τόσο στο καλαμπόκι όσο και στο φασόλι. Παρόμοια συμπεριφορά είχε το σκεύασμα glyphosate 36% AS (κλασικό σκεύασμα), στο καλαμπόκι και το glyphosate 45% στο φασόλι (Σχήμα 7 – Σχήμα 10).

Όσον αφορά το oxyfluorfen παρουσίασε διαφορά στη δραστηριότητα ανάμεσα στις δύο καλλιέργειες. Ειδικότερα, στο καλαμπόκι ήταν πιο αποτελεσματικό όταν ο ψεκασμός έγινε το μεσημέρι, ενώ στη καλλιέργεια του φασολιού ήταν πιο αποτελεσματικό όταν ψεκάστηκε το βράδυ (Σχήμα 11, Σχήμα 12).

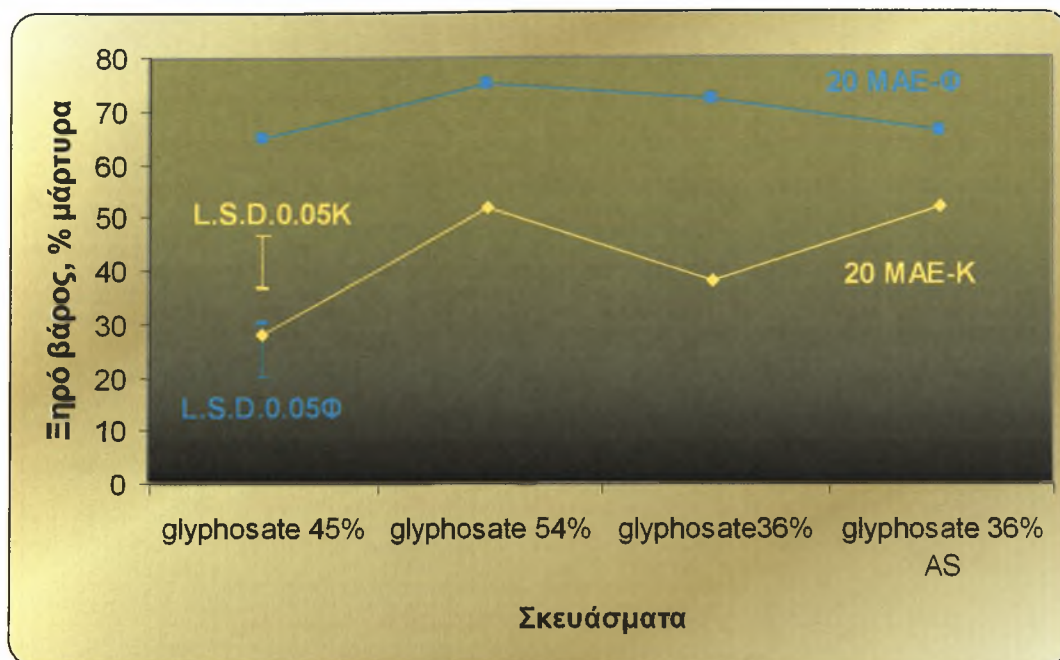
Τελικό συμπέρασμα της ανάλυσης των αποτελεσμάτων, είναι ότι η δράση του oxyfluorfen διαφέρει σε μεγάλο βαθμό ανάμεσα στις δύο καλλιέργειες, ενώ η αποτελεσματικότητα του glyphosate στο φασόλι και στο καλαμπόκι παρουσίασε κάποιες μικρές διαφορές. Συμπεραίνεται, λοιπόν ότι η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των δύο ζιζανιοκτόνων διαφέρει ανάλογα με το είδος του φυτού και με την ώρα εφαρμογής.



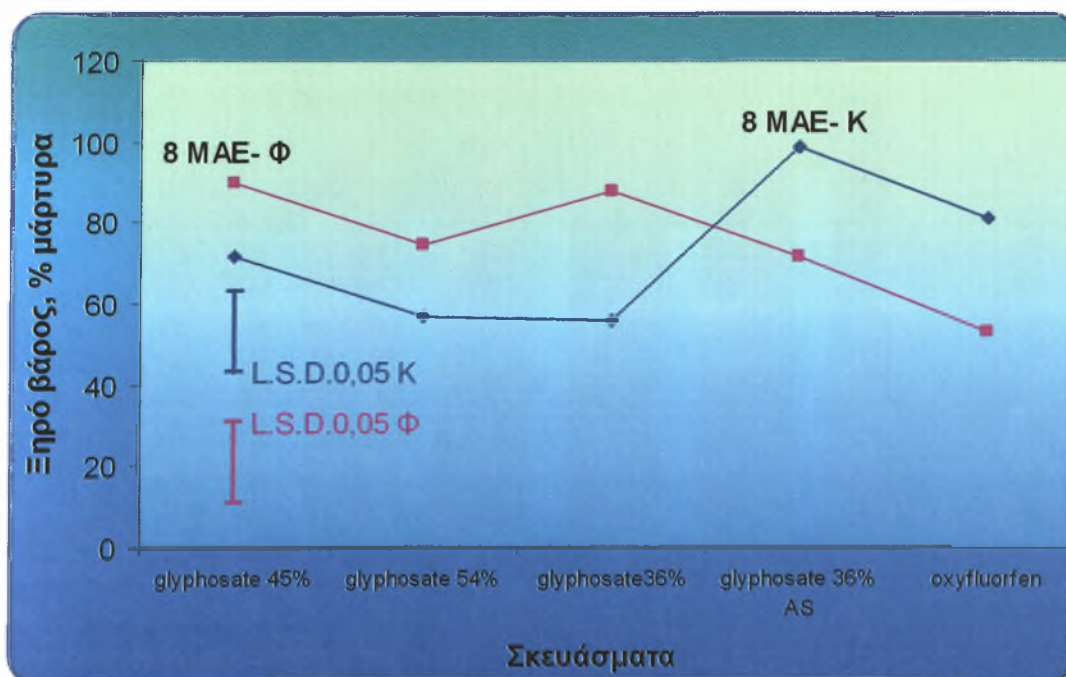
Σχήμα 7. Αποτελεσματικότητα εφαρμογής σκευασμάτων glyphosate το πρωί, 8 ημέρες μετά την εφαρμογή (MAE), σε καλαμπόκι και φασόλι



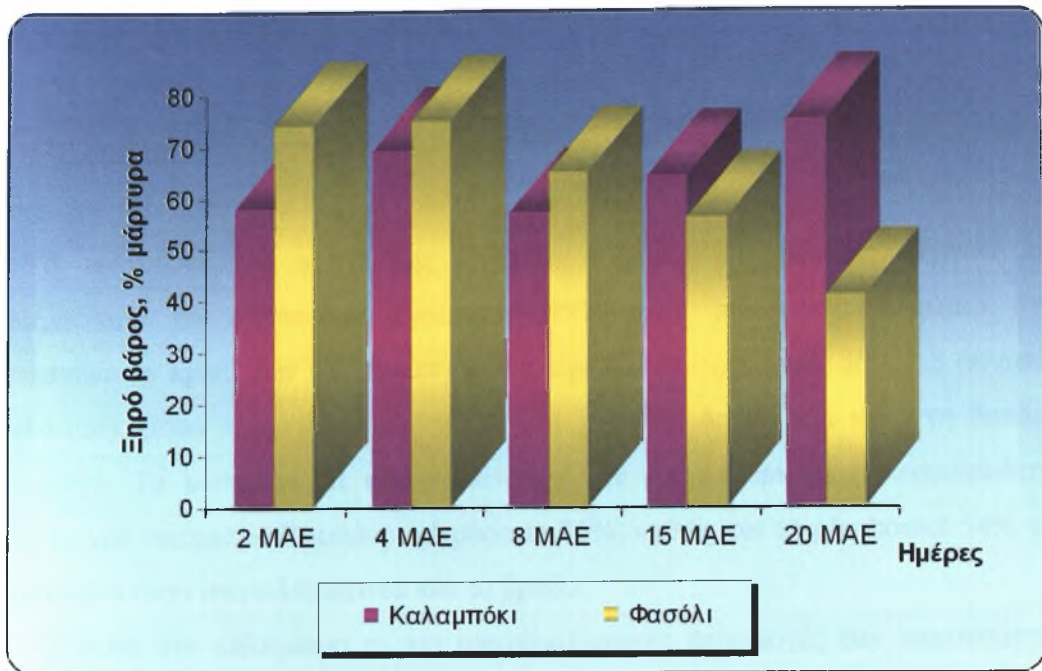
Σχήμα 8. Αποτελεσματικότητα εφαρμογής σκευασμάτων glyphosate το πρωί, 15 ημέρες μετά την εφαρμογή (MAE), σε καλαμπόκι και φασόλι



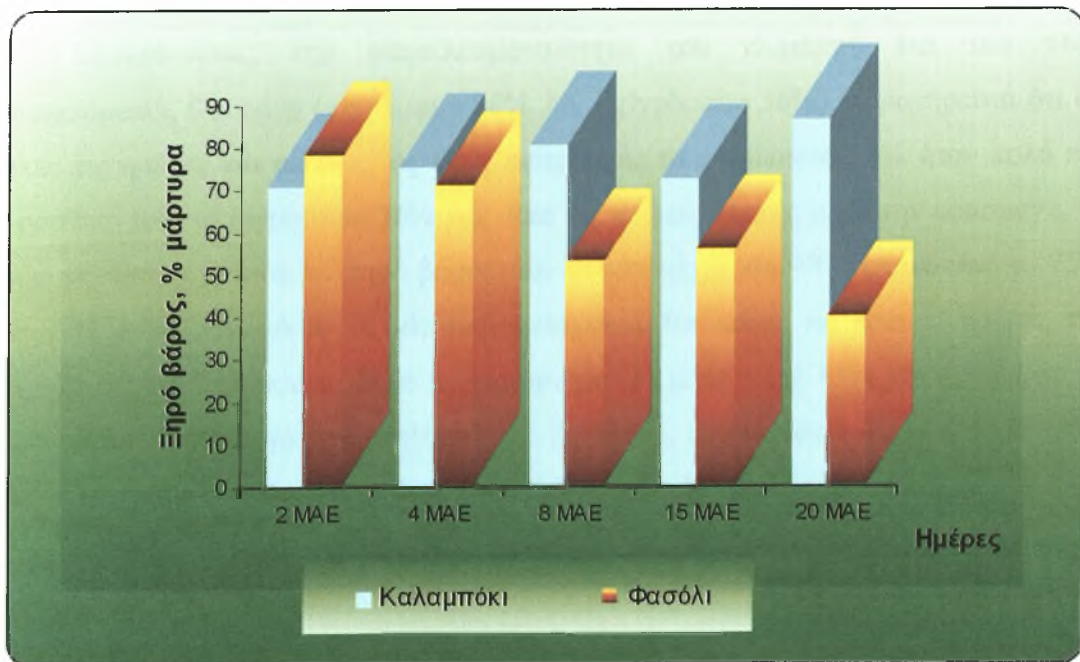
Σχήμα 9. Αποτελεσματικότητα εφαρμογής σκευασμάτων glyphosate το πρωί, 20 ημέρες μετά την εφαρμογή (MAE), σε καλαμπόκι και φασόλι



Σχήμα 10. Αποτελεσματικότητα εφαρμογής σκευασμάτων glyphosate και oxyfluorfen το βράδυ, 8 ημέρες μετά την εφαρμογή (MAE), σε καλαμπόκι και φασόλι



Σχήμα 11. Αποτελεσματικότητα εφαρμογής του oxyfluorfen το μεσημέρι σε καλαμπόκι και φασόλι



Σχήμα 12. Αποτελεσματικότητα εφαρμογής του oxyfluorfen το βράδυ σε καλαμπόκι και φασόλι

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Καλαμπόκι

Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας έδειξαν ότι στη καλλιέργεια του καλαμποκιού το σκεύασμα glyphosate 45% ήταν πιο αποτελεσματικό όταν ψεκάστηκε το πρωί. Την ίδια συμπεριφορά είχε και το glyphosate 36% AS (κλασικό σκεύασμα), μόνο που εκδήλωσε την φυτοτοξική του δράση και κατά τη βραδινή εφαρμογή. Το μεσημέρι τα σκευάσματα με την μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα ήταν το νέο σκεύασμα Roundup, glyphosate 36%, καθώς και το glyphosate 54% που παράλληλα ήταν αποτελεσματικό και το βράδυ.

Γενικά στο καλαμπόκι οι πιο αποτελεσματικές εφαρμογές των σκευασμάτων glyphosate ήταν η πρωινή και η μεσημεριανή. Ειδικότερα, το σκεύασμα που εκδήλωσε τη μεγαλύτερη δράση ήταν το glyphosate 36% (νέο σκεύασμα), κατά την εφαρμογή του το μεσημέρι στις 20 ΜΑΕ.

Το oxyfluorfen δεν ήταν αποτελεσματικό όταν ψεκάστηκε το βράδυ. Η δραστηριότητα του φάνηκε κατά την μεσημεριανή του εφαρμογή. Συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη μείωση του ξηρού βάρους, σημειώθηκε στις 2 ΜΑΕ, όταν ο ψεκασμός έγινε το μεσημέρι, με ποσοστό 42%.

Συγκρίνοντας, την αποτελεσματικότητα του κλασικού και του νέου σκευάσματος Roundup (glyphosate 36% AS - glyphosate 36%), παρατηρείται ότι σε όλες τις ημέρες και σε όλες τις ώρες εφαρμογής το glyphosate 36% ήταν πολύ πιο δραστικό από το glyphosate 36% AS. Από τις πρώτες ημέρες μετά την εφαρμογή, το νέο σκεύασμα μείωσε το ξηρό βάρος των φυτών μέχρι και 48% φτάνοντας το 75% στις 20 ΜΑΕ. Αντίθετα το κλασικό σκεύασμα Roundup, τις πρώτες ημέρες της εφαρμογής του μείωσε το ξηρό βάρος των φυτών μόνο κατά 15% και εκδήλωσε τη δράση του πολύ αργότερα, δηλαδή στις 20 ΜΑΕ, σημειώνοντας μείωση στο ξηρό βάρος των φυτών καλαμποκιού κατά 69% (Πίνακας 1, Παράρτημα Ι).

6.2 Φασόλι

Στο φασόλι τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα σκευάσματα εκείνα που είχαν τη μεγαλύτερη δράση όταν η εφαρμογή τους έγινε τις πρωινές ώρες, ήταν το glyphosate

45% και το κλασικό σκεύασμα Roundup (glyphosate 36%AS). Στον ψεκασμό που έγινε το μεσημέρι έδρασαν καλύτερα τα σκευάσματα glyphosate 54% (MON 78273) και το glyphosate 36 % (νέο σκεύασμα Roundup, MON 52276). Μεγάλη δραστηριότητα σε αυτή την εφαρμογή είχε και το κλασικό σκεύασμα. Στην βραδινή εφαρμογή μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα παρουσίασαν τα σκευάσματα glyphosate 45% και glyphosate 54 %. Το σκεύασμα που ήταν περισσότερο αποτελεσματικό ήταν το glyphosate 45 % κατά την βραδινή του εφαρμογή στις 20 ΜΑΕ, όπου μείωσε το ξηρό βάρος των φυτών κατά 40%.

Όσον αφορά το oxyfluorfen, αντίθετα με ότι συνέβη στο καλαμπόκι, η δραστηριότητά του σε όλες τις ημέρες μετά από την εφαρμογή του, εκδηλώθηκε κατά τον βραδινό ψεκασμό.

Στο φασόλι το νέο σκεύασμα, glyphosate 36%, ήταν πιο δραστικό από το κλασικό, glyphosate 36%AS τόσο στις πρωινές όσο και στις μεσημεριανές εφαρμογές. Στη βραδινή εφαρμογή όμως το κλασικό σκεύασμα ήταν περισσότερο αποτελεσματικό από το νέο. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι σε όλες τις εφαρμογές, η μείωση του ξηρού βάρους του φασολιού δεν ήταν τόσο μεγάλη όσο στο καλαμπόκι, κάτι που ισχύει και για τα υπόλοιπα σκευάσματα (Πίνακας 2, Παράρτημα Ι).

Γενικότερα, συμπεραίνεται ότι και στο καλαμπόκι και στο φασόλι ή πιο αποτελεσματικές εφαρμογές των σκευασμάτων glyphosate ήταν η πρωινές και η μεσημεριανές. Το oxyfluorfen έδρασε εντελώς διαφορετικά στα δύο είδη φυτών, εφόσον στο καλαμπόκι ήταν πιο αποτελεσματικό όταν ψεκάστηκε το μεσημέρι ενώ στο φασόλι όταν ψεκάστηκε το βράδυ. Παρόλα αυτά στο καλαμπόκι η δράση των σκευασμάτων ήταν μεγαλύτερη από ότι στο φασόλι. Τέλος, η αποτελεσματικότητα του oxyfluorfen και των σκευασμάτων glyphosate φαίνεται ότι διαφοροποιείται ανάλογα με την ώρα εφαρμογής στη διάρκεια της ημέρας και με το είδος του φυτού.

1. Βιβλιογραφία

1. academics.vmi.edu/enviro/CE412/day41.doc
2. accelrys.com/dstudio/ds_accord/syracuse.html - 25k - 21 Sep 2003
3. **Adkins, S.W., Tanpipat, S., Swarbrick, J.T., and Boersma, M., 1998.** The influence of soil moisture content on glyphosate efficacy for the control of annual grasses in fallow land, *Weed Research*, 38: 119-127
4. ag.ndsu.nodak.edu/aginfo/entomology/ndsucpr/Years/2000/May/4th/psci_4may00.htm
5. **Aston, F. M., and Th. J. Monaco., 1991.** Weed Science Principles and Practices. J. Willey-Sons pp.466
6. biology.iupui.edu/biocourses/N100/2k3goodfor11.html
7. bucks.extension.psu.edu/Agriculture/CropNews_7_03.html
8. croplifeamerica.org/public/pubs/benefits/HerbicideValueEstimated.pdf
9. **Department of Chemistry,** Agricultural, Environmental and Analytical Chemistry, University of Glasgow, Scotland, UK
10. **Doll, J. D. and Piedrahita, W., 1981.** Effect of glyphosate on the sprouting of *Cyperus rotundus* L. tubers, *Weed Research*, 22:123-128
11. **Edwards, I. R., Ferry, D. G. and Temple, W. A., 1991.** Fungicides & related compounds, In Handbook of Pesticide Toxicology. Hayes, W. J. and Laws, E. R., Eds. Academic Press, New York, NY, 10-4
12. **Ελευθεροχωρινός Η.Γ. 1996.** Ζιζανιολογία
13. **Fernandez C. H., and Bayer D.E. 1977.** Penetration, Translocation, and Toxicity of Glyphosate in Bermudagrass (*Cynodon dactylon*). *Weed Sci.*, 25: 396-399
14. **Foley, M. E., Emerson, D. N., Fred, W. S., and Loyd, M. W., 1983.** Effect of Glyphosate on Protein and Nucleic Acid Synthesis and ATP Levels in Common Cocklebur (*Xanthium pensylvanicum*) Root Tissue, *Weed Sci.*, 31:76-80
15. **Guh, J. O., Lee EunKyong, Kuk YongIn, Park RoDong, E. K. Lee, Y. I. Kuk, and R. D. Park., 1995.** Absorption, translocation, and metabolism of oxyfluorfen in rice (*Oryza sativa*) and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*), *Weed Research*, Tokyo, 40: 245-251
16. **Haney R.L., 2000.** Effect of glyphosate on soil microbial activity and biomass, *Weed Sci.*, 48:89-93

17. **Harrison, J. R., Howard, F., and Peterson J. K., 2002.** Effect of Temperature and Leaf Waxiness on Brassica oleracea Response to Oxyfluorfen, United States Department of Agriculture Agricultural Research Service
18. inra.fr/presse/nov01/gb/nb4.htm
19. ipcm.wisc.edu/uw_weeds/herbinjkey/PhotoPages/GlyphSoy2.htm
20. **Kewalanand, 2001.** Chemical weed control in chamomile, *Indian Journal of Weed Sci.*, 33:203-205
21. **Kidd, H. and James, D. R., (Eds.) 1991.** The Agrochemicals Handbook, Third Edition. Royal Society of Chemistry Information Services, Cambridge, UK, (As Updated)
22. **Kuhns, L. J., 1997.** Controlling roadside vegetation with thiazopyr, oxyfluorfen, glufosinate and glyphosate, Proceeding of the fifty-first annual meeting of the Northeastern Weed Science Society, Newport, RI, USA, 6-9 January 1997 Geneva: *Northeastern Weed Science Society*, p. 115-117
23. **Kuhns, L. J. 1998.** The efficacy of two formulations of oxyfluorfen and thiazopyr and the tolerance of ornamental trees to them, Proceeding of the fifty-first annual meeting of the Northeastern Weed Science Society, Capital Hilton, Washington, USA, 5-8 January 1998 Geneva: *Northeastern Weed Science Society*, p. 127-129
24. **Κυρμανίδου Φ. Ε., Λόλας Χ. Π., 2002.** Αξιολόγηση Αποτελεσματικότητας και Εκλεκτικότητας του Clomazone (centium 36CS) στον Καπνό. 12⁰ Παν. Συν. ΕΖΕ, Αθήνα
25. **Leonidakis, D., and Lolos P. C., 2003.** Efficacy of glyphosate formulations with varying time of day application and plant species, Weed Science Laboratory, Dep. of Crop Production and Rural Environment, Univ of Thessaly, 12⁰ EWRS
26. **Λόλας Π. Χ., 1984.** Εξαφάνιση ή έλεγχος των ζιζανίων στις καλλιέργειες. *Ζιζανιολογία* 1:169
27. **Λόλας Π. Χ., 1995.** Ορθολογική Αντιμετώπιση Ζιζανίων και Χρήση Ζιζανιοκτόνων στον καπνό, 1⁰ Επιστ. Συν. Καπνού 191-202, Αγρίνιο 1994
28. **Λόλας Π. Χ., 2003.** Ζιζανιολογία. Ζιζάνια – Ζιζανιοκτόνα, Τύχη και Συμπεριφορά στο Περιβάλλον
29. **Majek, B. A., 1986.** Proceedings, 40th annual meeting of the Northeastern *Weed Science Society*, p.159

30. Malik, J., Barry, G. and Kishore, G. Minireview., 1989. The herbicide glyphosate. *BioFactors*. 2(1): 17-25, 10-100
31. Μήτσιος Ι. Κ. και Μ. Γ. Τούλιος, Αθ. Χαρούλης, Στ. Φλωράς. 2000. Εδαφολογική Μελέτη και Εδαφολογικός Χάρτης του Αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίνου
32. Monsanto Company, 1985. Toxicology of Glyphosate and Roundup Herbicide, St. Louis, MO, 10-97
33. Monsanto Technology, 2002. Safety Assessment of Roundup Ready Soybean Event 40-3-2 and Corn Event NK 603
34. Norsworthy, J. K., Oliver L. R., and Purcell L. C., 1999. Diurnal Leaf Movement Effects on Spray Interception and Glyphosate Efficacy, *Weed Technology*, 13:466-470
35. pssc.ttu.edu/pss4421/Notes/Herbicides.htm
36. Raskar, B. S., 2002. Bio-efficacy of MON 77569 and glyphosate for control of weeds in cotton. *Indian Journal of Weed Sci.*, 34: 241-242
37. Ρουμελιώτης, 1984, Γεωτεχνικά
38. Sauerborn, J., Saxena, M. C., and Meyer, A., 1989. Broomrape control in faba bean (*Vicia faba*) with glyphosate and imazaquin, *Weed Research*, 29:97-102
39. Shaner D. L., 1978. Effects of Glyphosate on Transpiration, *Weed Sci.*, 26:513-515
40. Shekar, B. G., 2002. Weed management in transplanted onion under protective irrigated situation, *Indian Journal of Weed Sci.*, 34:327-328
41. Singh, A., 2001. Selectivity of pendimethalin and oxyfluorfen in *Artemisia annua*, *Indian Journal of Weed Sci.*, 33:215-216
42. Skuterud R., Bjugstad N., Tyldum A. and K. Semb Torresen., 1998. Effect of herbicides applied at different times of the day, *Crop Protection*, 17: 41-46
43. soils.usda.gov/sqi/files/05.pdf
44. Σουίπας, 2001. Σημασία του χρόνου κατεργασίας του εδάφους και εφαρμογής ζιζανιοκτόνων στην εμφάνιση ζιζανίων, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
45. Σωτηρόπουλος Π. Χ., 1980. Τα Ζιζανιοκτόνα και η χρήση τους

46. **Τάτση Ε., Π. Χ. Λόλας, 1999.** Αξιολόγηση Αποτελεσματικότητας και Εκλεκτικότητας του clomazone (Centium 36CS) στον Καπνό.11^ο Παν. Συν. ΕΖΕ, Βόλος
47. **U.S. Department of Agriculture, 1984.** Pesticide Background Statements. Vol. I: Herbicides. Washington, DC,10-7
48. **U.S. Environmental Protection Agency, 1984.** Environmental Effects Branch. Chemical Profile: Oxyfluorfen. Washington, DC, 10-110
49. **U.S. Environmental Protection Agency, 1992.** Pesticide tolerance for glyphosate. Fed. Regist. 57: 8739 40, 10-98
50. **US EPA. 2001.** Revised Environmental Fate and Effects Division Preliminary Risk, December 11
51. **US EPA. 2002.** EPA-738-F02-013
52. **U.S. National Library of Medicine. 1995.** Hazardous Substances Databank. Bethesda, MD, 10-9
53. **Wauchope, R. D., Buttler, T. M., Hornsby A. G., Augustijn Beckers, P. W. M. and Burt, J. P. 1992.** SCS/ARS/CES Pesticide properties database for environmental decisionmaking. Rev. Environ. Contam. Toxicology. 123: 1-157, 10-12
54. wcc.nrcs.usda.gov/water/quality/common/pestmgmt/ppd/ppd.htm [Accessed October 2001]
55. **Weed Science Society of America. 1994.** Herbicide Handbook, Seventh Edition. Champaign, IL,10-59
56. **West, L. D. 1986.** The effect of spray volume on the postemergence activity of oxyfluorfen and glyphosate combinations, Proceedings of the Western Society of *Weed Sci.*, 39:219

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Πίνακας 1. Επίδραση της ώρας εφαρμογής του οχυφιοργfen και σκευασμάτων glyphosate στο ξηρό βάρος φυτών καλαμποκιού στις 2, 4, 8, 15 και 20 (ΜΑΕ) (επί τις εκατό του μάρτυρα)

Επέμβαση	Ξηρό βάρος, % μάρτυρα				
	2 ΜΑΕ	4 ΜΑΕ	8 ΜΑΕ	15 ΜΑΕ	20 ΜΑΕ
1.R45% Π	58BC	69CDE	69CDE	30D	28B
2.R45% Μ	66ABC	94ABCD	94ABCD	39CD	29B
3.R45% Ν	69ABC	56E	56E	52ABCD	53AB
4.R54% Π	82AB	100AB	100AB	64ABC	52AB
5.R54% Μ	59BC	71CDE	71CDE	43BCD	29B
6.R54% Ν	69ABC	73BCDE	73BCDE	29D	24B
7.R36% Π	62ABC	67DE	67DE	40BCD	38B
8.R36% Μ	56C	68CDE	68CDE	29D	25B
9.R36% Ν	52C	55E	55E	43BCD	31B
10.R36%AS Π	74ABC	84ABCD	84ABCD	55ABCD	52AB
11.R36%AS Μ	85A	105A	105A	68AB	58AB
12.R36%AS Ν	77ABC	95ABC	95ABC	40BCD	31B
13.G24%EC Μ	58BC	69CDE	69CDE	64ABC	75A
14.G24%EC Ν	71ABC	76BCDE	76BCDE	73A	87A
L.SD _{0.05}	26	27	43	23	37
C.V.%	23	21	38	17	50

* Σε κάθε στήλη όσοι αριθμοί ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά, κατά Duncan.

Πίνακας 2. Επίδραση της ώρας εφαρμογής του οξυφλουορίνης του οξυφλουορίνης και σκευασμάτων glyphosate στο ξηρό βάρος φυτών φασολιού στις 2, 4, 8, 15 και 20 (ΜΑΕ) (επί τις εκατό του μάρτυρα)

Επέμβαση	Ξηρό βάρος, % μάρτυρα				
	2 ΜΑΕ	4 ΜΑΕ	8 ΜΑΕ	15 ΜΑΕ	20 ΜΑΕ
1.R45% Π	87AB	100AB	83AB	82ABC	65BCD
2.R45% M	88AB	108A	89A	105A	92AB
3.R45% N	97A	90ABC	90A	93AB	60CD
4.R54% Π	80AB	80ABC	85A	90ABC	75ABC
5.R54% M	82AB	93ABC	85A	67CD	66BCD
6.R54% N	86AB	81BC	75AB	78BCD	102A
7.R36% Π	69B	72C	77AB	84ABC	72ABC
8.R36% M	79AB	87ABC	79AB	81BC	81ABC
9.R36% N	92AB	84ABC	88A	88ABC	102A
10.R36%AS Π	86AB	97ABC	89A	89ABC	66BCD
11.R36%AS M	80AB	94ABC	86A	92AB	83ABC
12.R36%AS N	87AB	84ABC	72AB	72BCD	70BCD
13.G24%EC M	74AB	75BC	65AB	56D	41D
14.G24%EC N	78AB	71C	53B	56D	40D
L.SD _{0,05}	24	27	31	23	30
C.V.%	17	18	23	17	25

* Σε κάθε στήλη όσοι αριθμοί ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά, κατά Duncan.

Πίνακας 3. Επίδραση της ώρας εφαρμογής του οξυφθοριφέν και σκευασμάτων glyphosate στο ξηρό βάρος φυτών καλαμποκιού στις 2, 4, 8, 15 και 20 (ΜΑΕ)

Επέμβαση	Ξηρό βάρος g/ 5 φυτά				
	2 ΜΑΕ	4 ΜΑΕ	8 ΜΑΕ	15 ΜΑΕ	20 ΜΑΕ
1.R45% Π	4BC	4CDEF	5DE	5D	6D
2.R45% M	4BC	6ABC	6ABCDE	7BCD	7D
3.R45% N	4BC	4EF	9ABCDE	10BCD	15BCD
4.R54% Π	5AB	7A	11A	11BC	14BCD
5.R54% M	3C	5BCDEF	5DE	8BCD	7CD
6.R54% N	4BC	4CDEF	5CDE	5D	5D
7.R36% Π	4BC	4CDEF	6BCDE	6CD	9CD
8.R36% M	3C	4DEF	4E	5D	6D
9.R36% N	3C	3F	6BCDE	7BCD	6D
10.R36%AS Π	5ABC	5ABCDE	9ABCDE	11BC	14BCD
11.R36%AS M	5AB	7A	10ABC	22BC	15BCD
12.R36%AS N	5ABC	6ABCD	9ABCD	7CD	7CD
13.G24%EC M	4BC	4CDEF	6BCDE	11BC	17ABC
14.G24%EC N	5BC	5ABCDEF	9ABCDE	13B	21AB
15. M	6A	6AB	11AB	18A	26A
L.SD _{0.05}	2	2	5	6	10
C.V.%	24%	22	39	37	52

* Σε κάθε στήλη όσοι αριθμοί ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά, κατά Duncan.

Πίνακας 4. Επίδραση της ώρας εφαρμογής του οξυφλουορfen και σκευασμάτων glyphosate στο ξηρό βάρος φυτών φασολιού στις 2, 4, 8, 15 και 20 (ΜΑΕ)

Επέμβαση	Ξηρό βάρος, % μάρτυρα				
	2 ΜΑΕ	4 ΜΑΕ	8 ΜΑΕ	15 ΜΑΕ	20 ΜΑΕ
1.R45% Π	6ABC	6AB	6ABCD	7BCD	8BCD
2.R45% Μ	5ABC	7A	7ABC	9A	11ABC
3.R45% Ν	6AB	6ABCD	7AB	8ABCD	7CD
4.R54% Π	5ABC	5ABCD	6ABCD	8ABCD	8BCD
5.R54% Μ	5ABC	6ABCD	6ABCD	6CE	8BCD
6.R54% Ν	5ABC	5BCD	6ABCD	7BCDE	11AB
7.R36% Π	4C	4CD	6ABCD	7ABCD	8BCD
8.R36% Μ	5ABC	5ABCD	6ABCD	7BCD	9ABC
9.R36% Ν	6ABC	5ABCD	7ABC	8ABCD	12AB
10.R36%AS Π	5ABC	6ABC	7ABC	8ABCD	8BCD
11.R36%AS Μ	5ABC	6ABCD	6ABCD	8ABC	10ABC
12.R36%AS Ν	5,33ABC	5ABCD	5BCD	6CDE	8BCD
13.G24%EC Μ	5BC	5BCD	5CD	5E	5D
14.G24%EC Ν	5ABC	4D	4D	5E	5D
15. Μ	6A	6AB	8A	9AB	13A
L.SD _{0,05}	2	2	2	2	4
C.V.%	17	18	22	17	28

* Σε κάθε στήλη όσοι αριθμοί ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά, κατά Duncan.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

This sample label is current as of November 15, 2001. The product descriptions and recommendations provided in this sample label are for background information only. Always refer to the label on the product before using Monsanto or any other agrichemical product.

21210A3-1/CG



Complete Directions for Use

EPA Reg. No. 524-454

AVOID CONTACT OF HERBICIDE WITH FOLIAGE, GREEN STEMS, EXPOSED NON-WOODY ROOTS OR FRUIT OF CROPS (EXCEPT AS SPECIFIED FOR INDIVIDUAL ROUNDUP READY® CROPS), DESIRABLE PLANTS AND TREES, BECAUSE SEVERE INJURY OR DESTRUCTION MAY RESULT.

Non-selective, broad-spectrum weed control for many cropping systems, farmsteads and Conservation Reserve Program acres.

Not all products recommended on this label are registered for use in California. Check the registration status of each product in California before using.

2002-2

Use only according to label instructions.

It is a violation of Federal law to use this product in any manner inconsistent with its labeling. This product can only be used in accordance with the Directions for Use on this label or in separately published Monsanto Supplemental Labeling.

Read the "LIMIT OF WARRANTY AND LIABILITY" statement at the end of the label before buying or using. If terms are not acceptable, return at once unopened.

THIS IS AN END-USE PRODUCT. MONSANTO DOES NOT INTEND AND HAS NOT REGISTERED IT FOR REFORMULATION. SEE INDIVIDUAL CONTAINER LABEL FOR REPACKAGING LIMITATIONS.

.0 INGREDIENTS

ACTIVE INGREDIENT:

*Glyphosate, N-(phosphonomethyl)glycine,
in the form of its isopropylamine salt 41.0%
OTHER INGREDIENTS: 59.0%
100.0%

*Contains 480 grams per litre or 4 pounds per U.S. gallon of the active ingredient glyphosate, in the form of its isopropylamine salt. Equivalent to 356 grams per litre or 3 pounds per U.S. gallon of the acid, glyphosate.

No license granted under any non-U.S. patent(s).

.0 IMPORTANT PHONE NUMBERS

1. FOR PRODUCT INFORMATION OR ASSISTANCE IN USING THIS PRODUCT, CALL TOLL-FREE,
1-800-332-3111
2. IN CASE OF AN EMERGENCY INVOLVING THIS HERBICIDE PRODUCT, OR FOR MEDICAL ASSISTANCE, CALL COLLECT, DAY OR NIGHT,
(314)-694-4000

.0 PRECAUTIONARY STATEMENTS

.1 Hazards to Humans and Domestic Animals

Keep out of reach of children.

WARNING! AVISO!

Si usted no entiende la etiqueta, busque a alguien para que se la explique a usted en detalle. (If you do not understand the label, find someone to explain it to you in detail.)

CAUSES SUBSTANTIAL BUT TEMPORARY EYE INJURY.

HARMFUL IF SWALLOWED OR INHALED.

Do not get in eyes or on clothing.

Avoid breathing vapor or spray mist.

FIRST AID:	Call a poison control center or doctor for treatment advice.
IF IN EYES	<ul style="list-style-type: none">• Hold eye open and rinse slowly and gently with water for 15-20 minutes.• Remove contact lenses if present after the first 5 minutes then continue rinsing eye.
IF INHALED	<ul style="list-style-type: none">• Remove individual to fresh air. If not breathing, give artificial respiration, preferably mouth-to-mouth. Get medical attention.
IF SWALLOWED	<ul style="list-style-type: none">• This product will cause gastrointestinal tract irritation. Immediately dilute by swallowing water or milk. Get medical attention. NEVER GIVE ANYTHING BY MOUTH TO AN UNCONSCIOUS PERSON.
HOT LINE NUMBER	
<ul style="list-style-type: none">• Have the product container or label with you when calling a poison control center or doctor, or going for treatment.• You may also contact (314) 694-4000, collect day or night, for emergency medical treatment information.• This product is identified as ROUNDUP ORIGINAL II herbicide, EPA Registration No. 524-454.	

DOMESTIC ANIMALS: This product is considered to be relatively nontoxic to dogs and other domestic animals; however, ingestion of this product or large amounts of freshly sprayed vegetation may result in temporary gastrointestinal irritation (vomiting, diarrhea, colic, etc.). If such symptoms are observed, provide the animal with plenty of fluids to prevent dehydration. Call a veterinarian if symptoms persist for more than 24 hours.

Personal Protective Equipment (PPE)

Applicators and other handlers must wear: long-sleeved shirt and long pants, shoes plus socks, and protective eyewear. Follow manufacturer's instructions for cleaning/maintaining PPE. If no such instructions for washables, use detergent and hot water. Keep and wash PPE separately from other laundry.

Discard clothing and other absorbent materials that have been drenched or heavily contaminated with this product's concentrate. Do not reuse them. Follow manufacturer's instructions for cleaning/maintaining PPE. If no such instructions for washables, use detergent and hot water. Keep and wash PPE separately from other laundry.

When handlers use closed systems, enclosed cabs, or aircraft in a manner that meets the requirements listed in Worker Protection Standard (WPS) for agricultural pesticides [40 CFR 170.240 (d) (4-6)], the handler PPE requirements may be reduced or modified as specified in the WPS.

User Safety Recommendations:

Users should:

- Wash hands before eating, drinking, chewing gum, using tobacco, or using the toilet.
- Remove clothing immediately if pesticide gets inside.
- Then wash thoroughly and put on clean clothing.

.2 Environmental Hazards

Do not apply directly to water, to areas where surface water is present or to intertidal areas below the mean high water mark. Do not contaminate water when disposing of equipment washwaters.

.3 Physical or Chemical Hazards

Spray solutions of this product should be mixed, stored and applied using only stainless steel, aluminum, fiberglass, plastic or plastic-lined steel containers.

DO NOT MIX, STORE OR APPLY THIS PRODUCT OR SPRAY SOLUTIONS OF THIS PRODUCT IN GALVANIZED STEEL OR UNLINED STEEL (EXCEPT STAINLESS STEEL) CONTAINERS OR SPRAY TANKS. This product or spray solutions of this product react with such containers and tanks to produce hydrogen gas which may form a highly combustible gas mixture. This gas mixture could flash or explode, causing serious personal injury, if ignited by open flame, spark, welder's torch, lighted cigarette or other ignition source.



Εικ.1. Χλόρωση φυτών φασολιού και καλαμποκιού από την επίδραση του oxyfluorfen και του glyphosate στο πειραματικό αγρό



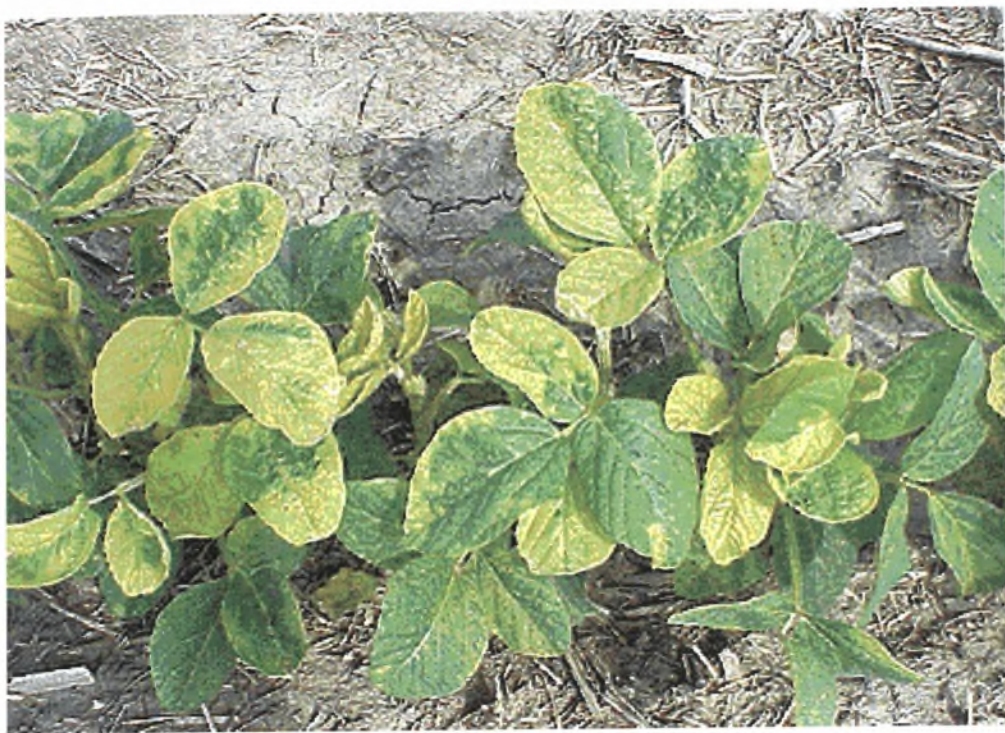
Εικ.2. Νέκρωση φυτών φασολιού και χλόρωση φυτών καλαμποκιού δύο ημέρες μετά από τη βραδινή εφαρμογή του oxyfluorfen



Εικ.3. Χλόρωση φυτών φασολιού επτά ημέρες μετά την βραδινή εφαρμογή του glyphosate 45%



Εικ. 4. Φυτοτοξικότητα σε αγρό μετά την εφαρμογή του glyphosate



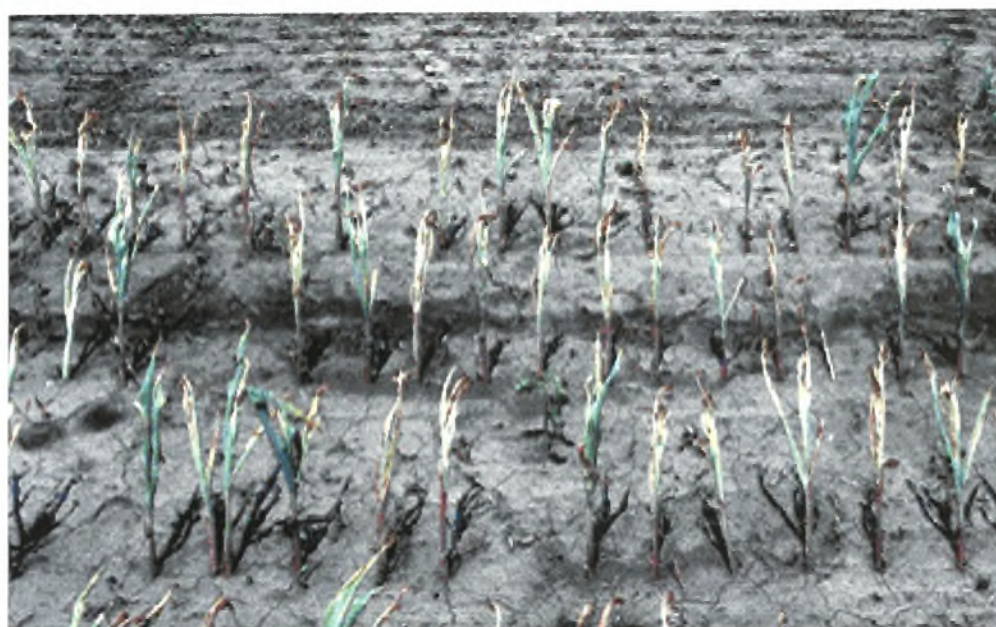
Εικ.5. Χλώρωση σε φυτά σόγιας από το ζιζανιοκτόνο glyphosate



Εικ.6. Κιτρίνισμα φύλλων ζαχαρότευτλου μετά από εφαρμογή του glyphosate



Εικ.7. Χαρακτηριστικό καφέτιασμα σε ρίζες ζαχαρότευτλου από το glyphosate



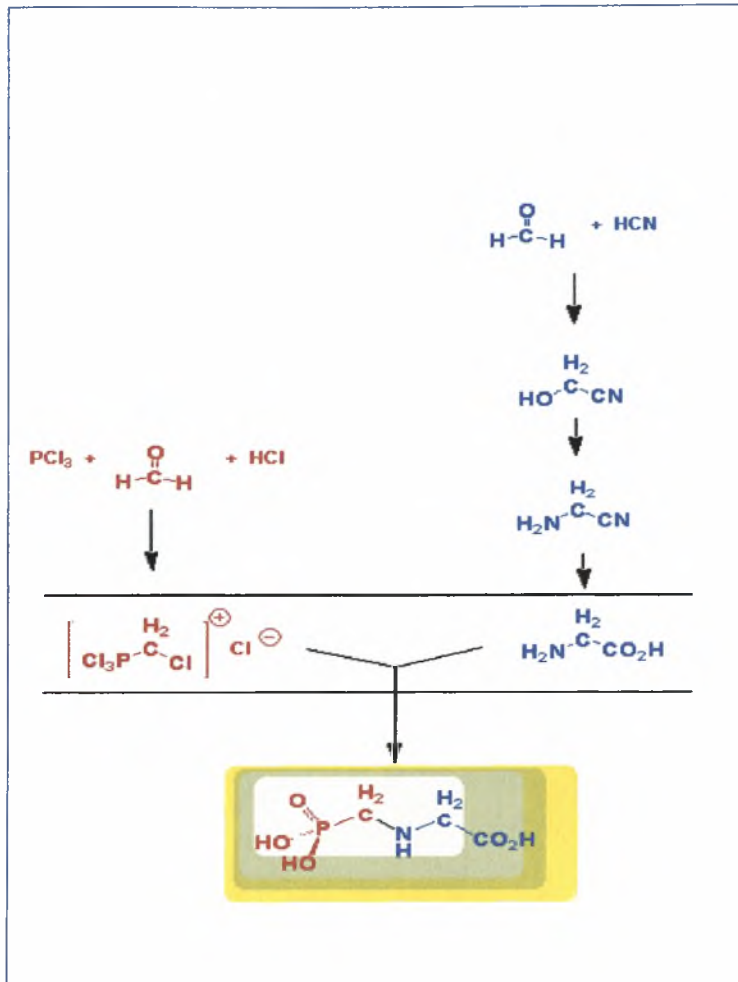
Εικ.8. Τοξικότητα σε καλαμπόκι από υψηλή δόση glyphosate



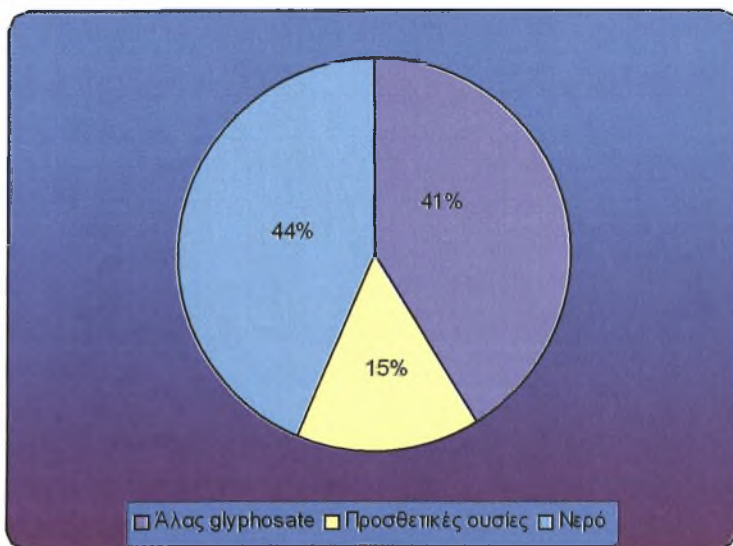
Εικ.9. Παραμόρφωση βολβού κρεμμυδιού από την επίδραση του oxyfluorfen



Εικ.10. Παραμόρφωση ανθοφόρων οφθαλμών από το glyphosate



Σχήμα.1. Διεργασία σύνθεσης του glyphosate



Σχήμα.2. Σύσταση εμπορικών σκευασμάτων glyphosate

