

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ



Βλάχου Γ. Ειρήνη  
Αθήνα 2018



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας διάφορων ζιζανιοκτόνων σε βιότυπους κόνυζας [*Conyza bonariensis* (L.) Cronquist] και ήρας (*Lolium rigidum* Gaud.)»

Επιβλέπων καθηγητής

Τραυλός Ηλίας

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**«Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας διάφορων ζιζανιοκτόνων σε βιότυπους κόνουζας [*Conyza bonariensis* (L.) Cronquist] και ήρας (*Lolium rigidum* Gaud.)»**

**Βλάχου Γ. Ειρήνη**

**Επιβλέπων καθηγητής**

**Τραυλός Ηλίας**

**Αθήνα 2018**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**«Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας διάφορων ζιζανιοκτόνων σε βιότυπους κόνουζας [*Conyza bonariensis* (L.) Cronquist] και ήρας (*Lolium rigidum* Gaud.)»**

**Βλάχου Γ. Ειρήνη**

**Τριμελής εξεταστική επιτροπή:**

**Επιβλέπων:** Τραυλός Ηλίας, Επίκουρος Καθηγητής

**Μέλη:** Οικονόμου Γαρυφαλλιά, Καθηγήτρια

**Μπιλάλης Δημήτριος, Καθηγητής**

## Ευχαριστίες

Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται στον επιβλέποντα καθηγητή κ. Τραυλό Επίκουρο καθηγητή του Εργαστηρίου Γεωργίας, για την ανάθεση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, τη βοήθειά του και την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου.

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, κ. Οικονόμου Αναπληρώτρια καθηγήτρια και κ. Μπιλάλη Αναπληρωτή καθηγητή του Εργαστηρίου Γεωργίας, για τις γνώσεις που μου μετέδωσαν όλα αυτά τα χρόνια.

Επίσης πολλές ευχαριστίες εκφράζονται στην κ. Τάνη Λέκτορα του Εργαστηρίου Βελτίωσης Φυτών και Γεωργικού Πειραματισμού και στους κ. Χάχαλη Ερευνητή, κ. Τριβέλλα και κ. Λυμπεροπούλου τεχνικούς βοηθούς από το Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο για την αρμονική συνεργασία που είχαμε. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Τσιώρο και το κ. Μαργαρίτη για την άμεση βοήθεια τους σε οποιοδήποτε πρόβλημα προέκυψε.

Ολόψυχα ευχαριστώ την οικογένεια μου και ιδιαίτερα τους γονείς μου για την υποστήριξη τους, σε όλη τη διάρκεια της φοιτητικής μου διαδρομής και την συμβολή τους στην επιτυχία των στόχων μου. Ένα μεγάλο ευχαριστώ στους φίλους μου για την υπομονή τους, τη συμπαράστασή τους και την ψυχολογική τους στήριξη.

Οφείλω, έπειτα, να ευχαριστήσω τους συνάδελφους Χρήστο για τη βοήθειά του τόσο στο πρακτικό μέρος τους πειράματος όσο και στη διεκπεραίωση της παρούσας εργασίας και Ανδρέα για τις παρατηρήσεις του επί του κειμένου. Τέλος, να ευχαριστήσω τους συνάδελφους Λίνα, Αγγελική, Λυδία, Νικολίνα, Κωνσταντίνο, Αντιγολένα, Ιωάννα και Γιάννη για τη βοήθειά τους και τη δημιουργία ευχάριστου κλίματος.

## Περιεχόμενα

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ.....	ii
Τριμελής εξεταστική επιτροπή .....	iii
Ευχαριστίες .....	iv
Περιεχόμενα .....	v
Περίληψη .....	viii
Abstract.....	ix
Συνομογραφίες .....	x
Κατάλογος εικόνων .....	xi
Κατάλογος πινάκων .....	xii
Κατάλογος διαγραμμάτων.....	xiii
Κεφάλαιο 1 .....	1
Εισαγωγή.....	1
1.1 Τα ζιζάνια στην Ελλάδα και διεθνώς .....	1
1.2 Ανθεκτικότητα .....	3
1.2.1 Μηχανισμοί ανθεκτικότητας (Herbicide resistance mechanisms) ....	4
1.2.2 Τύποι ανθεκτικότητας (Herbicide Resistance Type) .....	5
1.2.3 Τρόπος δράσης (Herbicide Mode of Action).....	7
1.2.4 Παρεμπόδιση της Βιοσύνθεσης αμινοξέων .....	8
1.2.5 Παρεμπόδιση της Βιοσύνθεσης Λιπαρών Οξέων .....	14
1.2.6 Ανάπτυξη ανθεκτικότητας παγκοσμίως .....	16
1.3 Ήρα .....	19
1.4 Κόνυζα.....	20
1.5 Σκοπός της εργασίας .....	22
Κεφάλαιο 2.....	23
Υλικά και Μέθοδοι .....	23
2.1 Γενικά.....	23

2.2 Φυτικό υλικό .....	23
2.3 Πειράματα φυτοδοχείων .....	25
2.4 Ζιζανιοκτόνα .....	27
2.4.1 Glyphosate .....	27
2.4.2 Clodinafor-propargyl .....	27
2.4.3 Mesosulfuron-methyl + iodosulfuron-methyl-sodium .....	28
2.4.4 Glufosinate-ammonium .....	28
2.5 Πειραματικό σχέδιο / Στατιστική ανάλυση .....	29
2.6 Παρατηρήσεις / μετρήσεις.....	29
Κεφάλαιο 3.....	31
Αποτελέσματα.....	31
3.1 Εύρος δόσεων glyphosate ( <i>Lolium rigidum</i> ) .....	31
3.1.1 Γενικά .....	31
3.1.2 Ύψος φυτών.....	31
3.1.3 Αριθμός φύλλων .....	34
3.1.4 Νωπό βάρος.....	40
3.1.5 Ξηρό βάρος .....	46
3.2 Εύρος ζιζανιοκτόνων ( <i>Lolium rigidum</i> ).....	52
3.2.1 Γενικά .....	52
3.2.2 Ύψος φυτών.....	52
3.2.3 Αριθμός φύλλων .....	54
3.2.4 Νωπό βάρος.....	62
3.2.5 Ξηρό βάρος .....	68
3.3 Εύρος δόσεων glyphosate ( <i>Conyza bonariensis</i> ) .....	72
3.3.1 Νωπό βάρος.....	72
Κεφάλαιο 4.....	76
Συζήτηση – Συμπεράσματα .....	76

4.1 Γενικά.....	76
4.2 Εύρος δόσεων glyphosate ( <i>Lolium rigidum</i> ) .....	77
4.3 Εύρος ζιζανιοκτόνων ( <i>Lolium rigidum</i> ).....	81
4.4 Εύρος δόσεων glyphosate ( <i>Conyza bonariensis</i> ) .....	85
4.5 Δεδομένα στην Ελλάδα και διεθνώς .....	85
Βιβλιογραφία .....	88
Παράρτημα πινάκων .....	a
Παράρτημα εικόνων .....	e

## Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας μελέτης είναι η αξιολόγηση διάφορων ζιζανιοκτόνων σε βιότυπους κόνουζας [*Conyza bonariensis* (L.) Cronquist] και ήρας (*Lolium rigidum* Gaud.). Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών όπου γλαστράκια με σπόρους τοποθετήθηκαν σε θάλαμο ανάπτυξης ελεγχόμενων συνθηκών. Η συλλογή του φυτικού υλικού έγινε από περιοχές της Στερεάς Ελλάδας και της Πελοποννήσου, από ετήσιες και δενδρώδεις καλλιέργειες. Τα φυτά της ήρας ψεκάσθηκαν με τέσσερα ζιζανιοκτόνα διαφορετικού μηχανισμού δράσης στη συνιστώμενη δόση τους (glyphosate, clodinafop-propargyl, mesosulfuron-methyl + iodosulfuron-methyl-sodium και glufosinate-ammonium), όπως επίσης με έξι δόσεις glyphosate (180, 360, 720, 1440, 2880 και 5760 g a.e./ha). Ακόμα, τα φυτά της κόνουζας ψεκάσθηκαν με έξι δόσεις glyphosate (90, 180, 360, 720, 1440 και 2880 g a.e./ha). Ο ψεκασμός πραγματοποιήθηκε όταν τα φυτά είχαν φθάσει στο κατάλληλο στάδιο. Οι μετρήσεις των χαρακτηριστικών της ήρας πραγματοποιήθηκαν 21 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων και αφορούσαν το ύψος, τον αριθμό φύλλων, το νωπό και το ξηρό βάρος των φυτών ενώ, οι μετρήσεις της κόνουζας πραγματοποιήθηκαν 28 ημέρες τον ψεκασμό και αφορούσαν το νωπό βάρος των φυτών. Ενδεικτική μέτρηση για την εξαγωγή συμπερασμάτων αποτέλεσε το ξηρό βάρος των φυτών για την ήρα και το νωπό βάρος για την κόνουζα. Έπειτα από στατιστική ανάλυση προέκυψε, πως με την αύξηση της δόσης του glyphosate μειώθηκε το βάρος των φυτών. Τέλος, καλύτερα αποτελέσματα από τα ζιζανιοκτόνα παρουσίασε το glyphosate.



## Abstract

The objective of this study, is the evaluation of several herbicides in hairy fleabane [*Conyza bonariensis* (L.) Cronquist] and rigid ryegrass (*Lolium rigidum* Gaud.) biotypes. The experiments were carried out at the agricultural laboratory of the Agricultural University of Athens, where seed pots were placed in a growth chamber. Plants were collected from annual crops and orchards of Central Greece and Peloponnese. Rigid ryegrass was sprayed with four herbicides, with different modes of action, at the recommended doses (glyphosate, clodinafop-propargyl, mesosulfuron-methyl + iodosulfuron-methyl-sodium and glufosinate-ammonium) as well as six doses of glyphosate (180, 360, 720, 1440, 2880 and 5760 g a.e./ ha). Moreover, hairy fleabane was sprayed with six doses of glyphosate (90, 180, 360, 720, 1440 και 2880 g a.e./ha). When plants reached the appropriate stage were sprayed with the above-mentioned herbicides. Plant height, number of leaves, fresh and dry weight of rigid ryegrass were measured 21 days after application, while fresh weight of hairy fleabane was measured 28 days after application. Indicative measurement to draw conclusions was the dry weight of plants for rigid ryegrass and fresh weight for hairy fleabane. Statistical analysis showed that the increase in the dose of glyphosate reduced the weight of plants. Finally, glyphosate was the most effective herbicide between clodinafop-propargyl, mesosulfuron-methyl + iodosulfuron-methyl-sodium and glufosinate-ammonium.

## Συντομογραφίες

g: grams

a.e.: acid equivalent

ha: hectare

ΕΣΔ: Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά

ANOVA: Ανάλυση Παραλλακτικότητας

DAT: Days After Treatment

## Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1.1: Αριθμός φυτών που παρουσιάζουν ανθεκτικότητα σε ένα ζιζανιοκτόνο έπειτα από συνεχή εφαρμογή (WSSA).....	4
Εικόνα 1.2: Αριθμός φυτών που παρουσιάζουν ανοχή σε ένα συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο, στην πορεία του χρόνου (WSSA). ....	4
Εικόνα 1.3: Αριθμός ειδών ζιζανίων που παρουσιάζουν ανθεκτικότητα σε περισσότερους από έναν μηχανισμούς δράσης.....	6
Εικόνα 1.4: Είδη ζιζανίων με πολλαπλή ανθεκτικότητα.....	6
Εικόνα 1.5: Κατάταξη ζιζανιοκτόνων με βάση τον τρόπο δράσης (Με κόκκινο χρώμα παρουσιάζονται οι ομάδες στις οποίες ανήκουν τα ζιζανιοκτόνα που εφαρμόστηκαν στην παρούσα εργασία) (Ελευθεροχωρινός, 2002). ....	8
Εικόνα 1.6: Αύξηση ανθεκτικών στο glyphosate ζιζανίων σε παγκόσμιο επίπεδο.....	12
Εικόνα 1.7: Αύξηση ανθεκτικών ζιζανίων στο ακέτυλο-CoA σε παγκόσμιο επίπεδο.....	16
Εικόνα 1.8: Αριθμός ανθεκτικών ειδών ζιζανίων σε ζιζανιοκτόνα με διαφορετικό μηχανισμό δράσης. ....	18
Εικόνα 1.9: Αριθμός ανθεκτικών ζιζανίων ανά οικογένεια. ....	18
Εικόνα 1.10: Παγκόσμια εξάπλωση του <i>Lolium rigidum</i> .....	20
Εικόνα 1.11: Παγκόσμια εξάπλωση της <i>Conyza bonariensis</i> .....	22
Εικόνα 2.12: Ετικέτα Dominator 360 SL.....	27
Εικόνα 2.13: Ετικέτα Torik 240 EC.....	28
Εικόνα 2.14: Ετικέτα Hussar Maxx WG.....	28
Εικόνα 2.15: Ετικέτα Basta 15 SL.....	29
Εικόνα 16: Αριστερά απέκαστος μάρτυρας, δεξιά δόση 360 g a.e./ha βιότυποι Θ1, Θ2, Θ3, Θ4.....	e
Εικόνα 17: Δόση 720 g a.e./ha βιότυποι Θ5, Θ6, Θ7.....	e
Εικόνα 18: Αριστερά απέκαστος μάρτυρας, δεξιά μίγμα iodosulfuron + mesosulfuron βιότυποι Θ1, Θ2, Θ3, Θ4, Θ5, Θ6, Θ7.....	e
Εικόνα 19: Αριστερά απέκαστος μάρτυρας, δεξιά clodinafor βιότυπος Θ1. ....	f
Εικόνα 20: Αριστερά απέκαστος μάρτυρας, δεξιά clodinafor βιότυπος Θ5. ....	f
Εικόνα 21: Αριστερά απέκαστος μάρτυρας, δεξιά clodinafor βιότυπος Θ7. ....	f

## Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1.1: Τα δέκα σπουδαιότερα ζιζάνια της χώρας μας (Ελευθεροχωρινός, 2002). .....	1
Πίνακας 1.2: Τα σπουδαιότερα ζιζάνια σε καλλιέργειες σιτηρών (Γιαννοπολίτης και Ελευθεροχωρινός, 1991). .....	2
Πίνακας 1.3: Τα δέκα σπουδαιότερα ζιζάνια παγκοσμίως (Ελευθεροχωρινός, 2002).....	3
Πίνακας 1.4: Ομάδες τρόπου δράσης ζιζανιοκτόνων στην Αυστραλία. ....	7
Πίνακας 2.5: Περιοχές και συντεταγμένες βιοτύπων της ήρας ( <i>Lolium rigidum</i> ) που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη.....	24
Πίνακας 2.6: Περιοχές και συντεταγμένες βιοτύπων της κόνουζας ( <i>Conyza bonariensis</i> ) που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη. ....	25
Πίνακας 2.7: Ανάλυση εδάφους από τον αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας που χρησιμοποιήθηκε στην μελέτη. ....	27

## Κατάλογος διαγραμμάτων

Διάγραμμα 3.1: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ύψος των φυτών του Θ1 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ . .....	31
Διάγραμμα 3.2: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ύψος των φυτών του Θ2 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ . .....	32
Διάγραμμα 3.3: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ύψος των φυτών του Θ4 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ . .....	32
Διάγραμμα 3.4: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ύψος των φυτών του Θ8 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ . .....	33
Διάγραμμα 3.5: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ1 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	34
Διάγραμμα 3.6: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ2 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	34
Διάγραμμα 3.7: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ3 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	35
Διάγραμμα 3.8: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ4 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	36
Διάγραμμα 3.9: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ5 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	36

Διάγραμμα 3.10: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ6 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	37
Διάγραμμα 3.11: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ7 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	38
Διάγραμμα 3.12: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ8 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	38
Διάγραμμα 3.13: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ9 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	39
Διάγραμμα 3.14: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο νωπό βάρος των φυτών του Θ1 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	40
Διάγραμμα 3.15: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο νωπό βάρος των φυτών του Θ2 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	40
Διάγραμμα 3.16: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο νωπό βάρος των φυτών του Θ3 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	41
Διάγραμμα 3.17: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο νωπό βάρος των φυτών του Θ4 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	42
Διάγραμμα 3.18: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο νωπό βάρος των φυτών του Θ5 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα	

υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	42
Διάγραμμα 3.19: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο νωπό βάρος των φυτών του Θ6 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	43
Διάγραμμα 3.20: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο νωπό βάρος των φυτών του Θ7 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	44
Διάγραμμα 3.21: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο νωπό βάρος των φυτών του Θ8 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	44
Διάγραμμα 3.22: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο νωπό βάρος των φυτών του Θ9 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	45
Διάγραμμα 3.23: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ1 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	46
Διάγραμμα 3.24: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ2 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	46
Διάγραμμα 3.25: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ3 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	47
Διάγραμμα 3.26: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ4 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	48

Διάγραμμα 3.27: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ5 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	48
Διάγραμμα 3.28: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ6 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	49
Διάγραμμα 3.29: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ7 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	50
Διάγραμμα 3.30: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ8 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	51
Διάγραμμα 3.31: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ9 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	51
Διάγραμμα 3.32: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο ύψος των φυτών του Θ1 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	52
Διάγραμμα 3.33: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο ύψος των φυτών του Θ8 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	53
Διάγραμμα 3.34: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ1 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	54
Διάγραμμα 3.35: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ2 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	55



Διάγραμμα 3.36: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ3 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	56
Διάγραμμα 3.37: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ4 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	57
Διάγραμμα 3.38: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ5 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	58
Διάγραμμα 3.39: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ6 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	58
Διάγραμμα 3.40: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ7 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	59
Διάγραμμα 3.41: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ8 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	60
Διάγραμμα 3.42: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ9 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	61
Διάγραμμα 3.43: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του Θ1 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ . ....	62
Διάγραμμα 3.44: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του Θ2 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ . ....	62

Διάγραμμα 3.45: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του Θ3 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ . .....	63
Διάγραμμα 3.46: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του Θ4 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ . .....	64
Διάγραμμα 3.47: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του Θ5 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ . .....	64
Διάγραμμα 3.48: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του Θ6 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ . .....	65
Διάγραμμα 3.49: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του Θ7 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ . .....	66
Διάγραμμα 3.50: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του Θ8 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ . .....	66
Διάγραμμα 3.51: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του Θ9 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ . .....	67
Διάγραμμα 3.52: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ1 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	68
Διάγραμμα 3.53: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ2 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	68
Διάγραμμα 3.54: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ3 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	69
Διάγραμμα 3.55: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ4 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	69

Διάγραμμα 3.56: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ7 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	70
Διάγραμμα 3.57: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ8 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ .....	71
Διάγραμμα 3.58: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του ΛΑ2 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ . ....	72
Διάγραμμα 3.59: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του ΑΡ6 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ . ....	72
Διάγραμμα 3.60: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του ΦΘ4 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ . ....	73
Διάγραμμα 3.61: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του ΑΙ5 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ . ....	73
Διάγραμμα 3.62: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του ΑΡ3 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ . ....	74
Διάγραμμα 3.63: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του ΑΤ2 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ . ....	75
Διάγραμμα 4.64: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ύψος των φυτών στο σύνολο των βιότυπων (όπου 1: Μάρτυρας, 2: 180, 3: 360, 4: 720, 5: 1440, 6: 2880, 7: 5760 g a.e./ha). ....	77
Διάγραμμα 4.65: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στον αριθμό φύλλων των φυτών στο σύνολο των βιότυπων (όπου 1: Μάρτυρας, 2: 180, 3: 360, 4: 720, 5: 1440, 6: 2880, 7: 5760 g a.e./ha). ....	78
Διάγραμμα 4.66: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο νωπό βάρος των φυτών στο σύνολο των φυτών (όπου 1: Μάρτυρας, 2: 180, 3: 360, 4: 720, 5: 1440, 6: 2880, 7: 5760 g a.e./ha). ....	79

Διάγραμμα 4.67: Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών στο σύνολο των βιοτύπων (όπου 1: Μάρτυρας, 2: 180, 3: 360, 4: 720, 5: 1440, 6: 2880, 7: 5760 g a.e./ha). .....	80
Διάγραμμα 4.68: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο ύψος των φυτών στο σύνολο των βιοτύπων (όπου 1: Control, 2: Glyphosate, 3: Clodinafop, 4: Iodosulfuron methyl, 5: Glufosinate). .....	81
Διάγραμμα 4.69: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στον αριθμό φύλλων των φυτών στο σύνολο των βιοτύπων (όπου 1: Control, 2: Glyphosate, 3: Clodinafop, 4: Iodosulfuron methyl, 5: Glufosinate). .....	82
Διάγραμμα 4.70: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών στο σύνολο των βιοτύπων (όπου 1: Control, 2: Glyphosate, 3: Clodinafop, 4: Iodosulfuron methyl, 5: Glufosinate). .....	83
Διάγραμμα 4.71: Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο ξηρό βάρος των φυτών στο σύνολο των βιοτύπων (όπου 1: Control, 2: Glyphosate, 3: Clodinafop, 4: Iodosulfuron methyl, 5: Glufosinate). .....	84

## Κεφάλαιο 1

### Εισαγωγή

#### 1.1 Τα ζιζάνια στην Ελλάδα και διεθνώς

Τα ζιζάνια αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα ανά τον κόσμο καθώς προκαλούν σημαντική απώλεια παραγωγής στις καλλιέργειες, υποβάθμιση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων και δυσκολεύουν τις καλλιεργητικές εργασίες. Οι ζημιές που προκαλούν τα ζιζάνια στα καλλιεργούμενα φυτά μπορούν να μειωθούν στο ελάχιστο όταν τα ζιζάνια αντιμετωπιστούν έγκαιρα και αποτελεσματικά. Από τα παραπάνω προκύπτει η ανάγκη αντιμετώπισης τους.

Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει τα δέκα κυριότερα ζιζάνια της χώρας μας που απαντώνται στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας και στις δενδρώδεις καλλιέργειες (Πίνακας 1.1) (Ελευθεροχωρινός, 2002).

Κοινή ονομασία	Είδος	Οικογένεια
Αγριάδα	<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae
Βλήτο	<i>Amaranthus spp.</i>	Amaranthaceae
Μουχρίτσα	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Poaceae
Αγριοβρώμη	<i>Avena spp.</i>	Poaceae
Λουβουδιά	<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceae
Πορφυρή κύπερη	<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperaceae
Βέλιουρας	<i>Sorghum halepense</i>	Poaceae
Αγριοσινάπτι	<i>Sinapis spp.</i>	Brassicaceae
Αγριοτοματιά	<i>Solanum nigrum</i>	Solanaceae
Περιπλοκάδα	<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae

**Πίνακας 1.1:** Τα δέκα σπουδαιότερα ζιζάνια της χώρας μας (Ελευθεροχωρινός, 2002).

Στις καλλιέργειες των σιτηρών παρουσιάζονται ζιζάνια πλατύφυλλα και αγρωστώδη (Πίνακας 1.2). Τα κυριότερα από αυτά παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

<b>Κοινή ονομασία</b>	<b>Είδος</b>	<b>Οικογένεια</b>
Αγριοβρώμη	<i>Avena sterilis</i>	Poaceae
Ήρα	<i>Lolium rigidum</i>	Poaceae
Φάλαρη	<i>Phalaris spp.</i>	Poaceae
Αλεπονουρά	<i>Alopecurus myosuroides</i>	Poaceae
Μίλιο	<i>Milium vernal</i>	Poaceae
Κολλητσίδα	<i>Gallium spp.</i>	Rubiaceae
Παπαρούνα	<i>Papaver rhoeas</i>	Papaveraceae
Αγριοσινάπι	<i>Sinapis spp.</i>	Brassicaceae
Βερόνικα	<i>Veronica spp.</i>	Scrophulariaceae

**Πίνακας 1.2:** Τα σπουδαιότερα ζιζάνια σε καλλιέργειες σιτηρών (Γιαννοπολίτης και Ελευθεροχωρινός, 1991).

Τα είδη φυτών που απαντώνται παγκοσμίως ως ζιζάνια είναι 300 ενώ ως σημαντικά ζιζάνια, βάσει της συχνότητας και της έκτασης εμφάνισής τους, την δυσκολία της αντιμετώπισης καθώς και το μέγεθος της προκαλούμενης ζημιάς είναι περίπου 200 (Holm et al., 1977). Ο πίνακας που ακολουθεί περιλαμβάνει τα δέκα κυριότερα ζιζάνια του κόσμου με σειρά σπουδαιότητας (Πίνακας 1.3).

Κοινή ονομασία	Είδος	Οικογένεια
Πορφυρή κύπερη	<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperaceae
Αγριάδα	<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae
Μουχρίτσα	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Poaceae
Μικρή μουχρίτσα	<i>Echinochloa colonum</i>	Poaceae
Ελευσίνη	<i>Eleusine indica</i>	Poaceae
Βέλιουρας	<i>Sorghum halepense</i>	Poaceae
Πάνικο	<i>Panicum maximum</i>	Poaceae
Εϊχόρνια	<i>Eichornia crassipes</i>	Pontederiaceae
Δεματόχορτο	<i>Imperata cylindrica</i>	Poaceae
Λαντάνα	<i>Lantana camara</i>	Verbenaceae

**Πίνακας 1.3:** Τα δέκα σπουδαιότερα ζιζάνια παγκοσμίως (Ελευθεροχωρινός, 2002).

## 1.2 Ανθεκτικότητα

Η υπερβολική χρήση ζιζανιοκτόνων έχει οδηγήσει σε ταχεία ανάπτυξη ανθεκτικών ζιζανίων (Beckie 2006, Powles και Yu 2010).

Σύμφωνα με τα στοιχεία από το International Survey of Herbicide Resistant Weeds υπάρχουν 494 μοναδικές περιπτώσεις (είδος \* θέση δράσης) ανθεκτικών ζιζανίων παγκοσμίως, με 254 είδη (148 δικοτυλήδονα και 106 μονοκοτυλήδονα). Τα ζιζάνια έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα σε 23 από τις 26 γνωστές θέσεις δράσης των ζιζανιοκτόνων και σε 163 διαφορετικά ζιζανιοκτόνα. Ανθεκτικά ζιζάνια έχουν αναφερθεί σε 92 καλλιέργειες σε 70 χώρες.

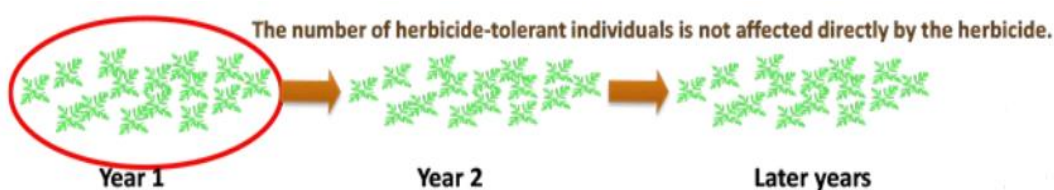
Ο εφησυχασμός των περισσότερων παραγωγών εξαιτίας της αποτελεσματικότερης αντιμετώπισης των ζιζανίων με τη χρήση ζιζανιοκτόνων και κυρίως, η εμμονή τους για συνεχή και μη εναλλασσόμενη (με ζιζανιοκτόνα διαφορετικού μηχανισμού δράσης) χρήση των αποτελεσματικών ζιζανιοκτόνων αύξησε την πιθανότητα ανάπτυξης βιοτύπων-πληθυσμών ζιζανίων με ανθεκτικότητα σε αυτά τα ζιζανιοκτόνα (Tranel και Wright, 2002).

Ο αποτυχημένος έλεγχος των ζιζανίων έπειτα από την εφαρμογή ενός ζιζανιοκτόνου δεν σημαίνει αυτομάτως και ανάπτυξη ανθεκτικότητας. Οι πιθανοί λόγοι για τη μη αποτελεσματικότητα ορισμένων ζιζανιοκτόνων είναι η εσφαλμένη επιλογή του ζιζανιοκτόνου ή των βοηθητικών ουσιών, η δόση και ο χρόνος εφαρμογής, οι αντίξοες καιρικές συνθήκες καθώς επίσης και η παρουσία ανθεκτικών βιότυπων-πληθυσμών.

Ανθεκτικότητα σε κάποιο ζιζανιοκτόνο είναι η ικανότητα ενός βιοτύπου ζιζανίων να επιβιώσει μετά την εφαρμογή, όπου υπό κανονικές συνθήκες, εφαρμογή της συνιστώμενης δόσης θα σκότωνε το ζιζάνιο (Εικόνα 1.1). Αντιθέτως, η ανοχή φυτών σε ένα συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο είναι η εγγενής ικανότητα αυτού του φυτικού είδους να επιβιώνει και να αναπαράγεται μετά την εφαρμογή με αυτό το ζιζανιοκτόνο (Εικόνα 1.2) (HRAC). Η ανθεκτικότητα είναι κληρονομική ιδιότητα και μεταφέρεται από τη μια γενιά στην άλλη.



**Εικόνα 1.1:** Αριθμός φυτών που παρουσιάζουν ανθεκτικότητα σε ένα ζιζανιοκτόνο έπειτα από συνεχή εφαρμογή (WSSA).



**Εικόνα 1.2:** Αριθμός φυτών που παρουσιάζουν ανοχή σε ένα συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο, στην πορεία του χρόνου (WSSA).

### 1.2.1 Μηχανισμοί ανθεκτικότητας (Herbicide resistance mechanisms)

Η ανθεκτικότητα των βιοτύπων ζιζανίων στα ζιζανιοκτόνα είναι συνέπεια φυσικών μεταλλαγών που πραγματοποιούνται καθώς και εξελικτικών διεργασιών. Η άμβλυση ή η επιβράδυνση της εξέλιξης της ανάπτυξης

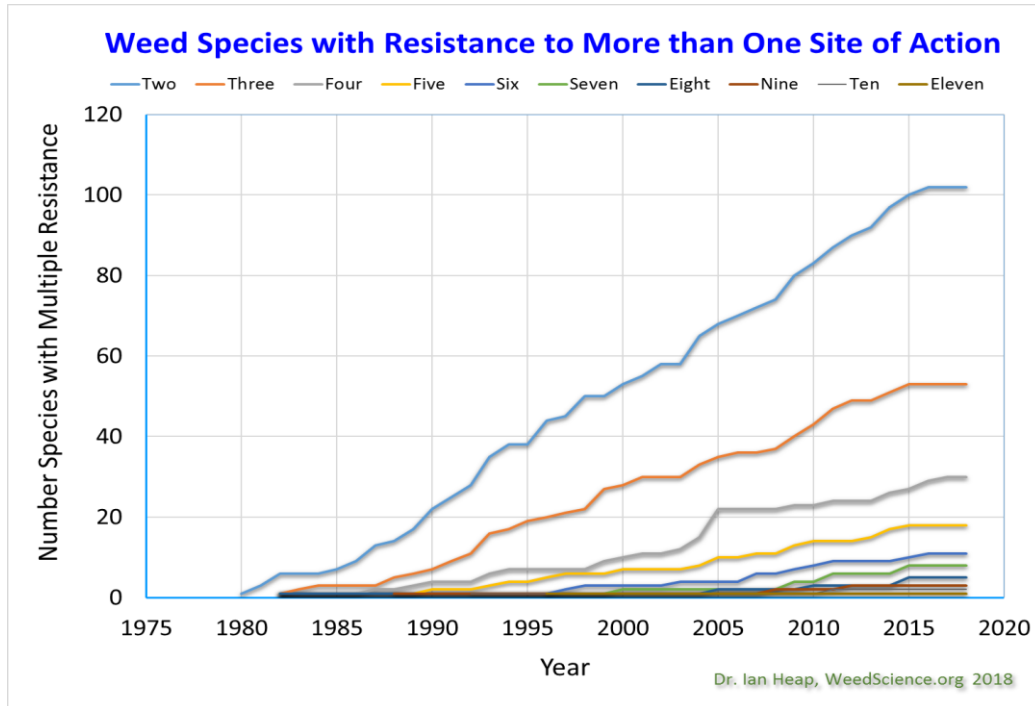


ανθεκτικότητας σε ζιζανιοκτόνα βασίζεται στη μείωση της πίεσης επιλογής μέσω της εφαρμογής ποικιλίας πρακτικών διαχείρισης ζιζανίων.

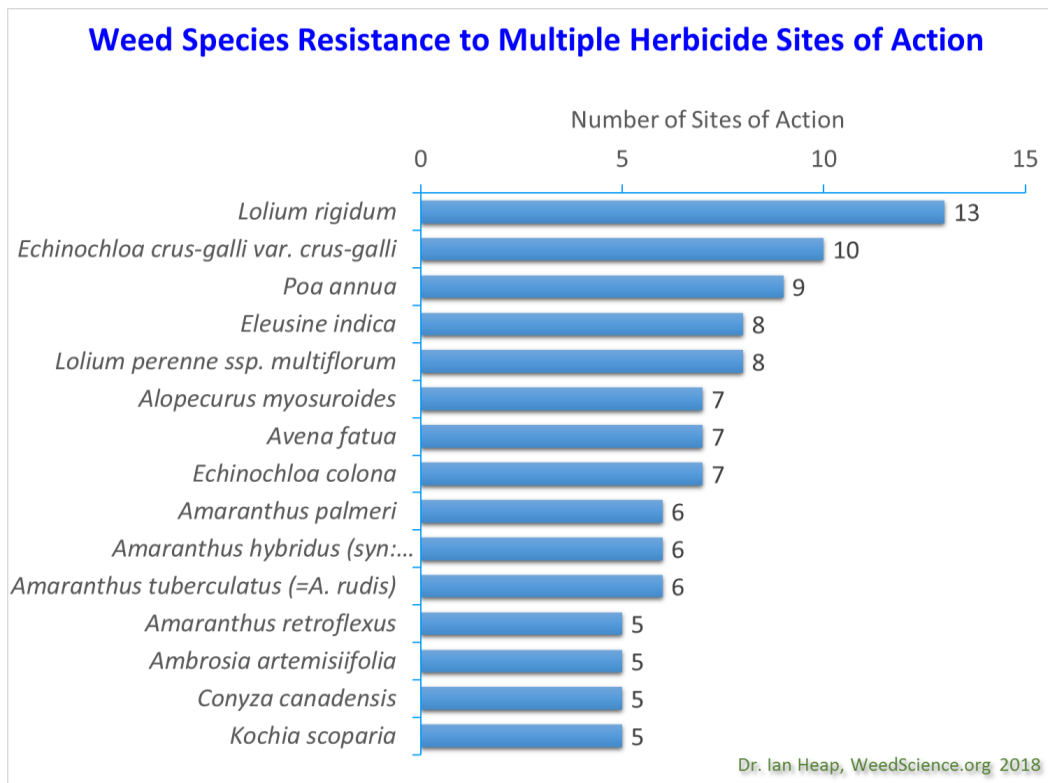
Υπάρχουν δύο γενικές κατηγορίες μηχανισμών ανθεκτικότητας, «target-site» και «non-target-site». Ο «target-site» μηχανισμός ανθεκτικότητας αναστέλλει τη δράση του ζιζανιοκτόνου, με μια αλλαγή στη δομή της πρωτεΐνης στόχου που μειώνει τη δέσμευση του ζιζανιοκτόνου στη συνήθη θέση δράσης του ή με μια αύξηση στην έκφραση της πρωτεΐνης στόχου ή αύξηση των αντιγράφων του γονιδίου που περιέχει τη θέση στόχο. Ο «non-target-site» μηχανισμός ανθεκτικότητας περιλαμβάνει μειωμένη μετατόπιση ενός ζιζανιοκτόνου στην θέση δράσης του, αυξημένη μεταβολική αποτοξίνωση ενός ζιζανιοκτόνου και απομόνωση ή ακινητοποίηση ενός ζιζανιοκτόνου σε ένα τμήμα του φυτού έτσι ώστε να μην μπορεί να φθάσει στη θέση δράσης του.

### **1.2.2 Τύποι ανθεκτικότητας (Herbicide Resistance Type)**

1. Απλή ανθεκτικότητα (Single resistance): είναι η ανθεκτικότητα σε ένα μόνο ζιζανιοκτόνο.
2. Σταυρανθεκτικότητα (Cross resistance): είναι η ανθεκτικότητα σε δύο ή περισσότερα ζιζανιοκτόνα με ίδιο μηχανισμό δράσης.
3. Πολλαπλή ανθεκτικότητα (Multiple resistance): είναι η ανθεκτικότητα σε δύο ή περισσότερα ζιζανιοκτόνα με διαφορετικούς μηχανισμούς δράσης (Εικόνα 1.3, Εικόνα 1.4).



**Εικόνα 1.3:** Αριθμός ειδών ζιζανίων που παρουσιάζουν ανθεκτικότητα σε περισσότερους από έναν μηχανισμούς δράσης.



**Εικόνα 1.4:** Είδη ζιζανίων με πολλαπλή ανθεκτικότητα.

**1.2.3 Τρόπος δράσης (Herbicide Mode of Action)**

<b>GROUP A</b>	Inhibitors of acetyl co-enzyme A carboxylase (Inhibitors of fat synthesis/ACC'ase inhibitors)
<b>GROUP B</b>	Inhibitors of acetolactate synthase (ALS inhibitors), acetohydroxyacid synthase (AHAS)
<b>GROUP C</b>	Inhibitors of photosynthesis at photosystem II (PS II inhibitors)
<b>GROUP D</b>	Inhibitors of microtubule assembly
<b>GROUP E</b>	Inhibitors of mitosis / microtubule polymerization
<b>GROUP F</b>	Bleachers: Inhibitors of carotenoid biosynthesis at the phytoene desaturase step (PDS inhibitors)
<b>GROUP G</b>	Inhibitors of protoporphyrinogen oxidase (PPOs)
<b>GROUP H</b>	Bleachers: Inhibitors of 4-hydroxyphenyl-pyruvate dioxygenase (HPPDs)
<b>GROUP I</b>	Disruptors of plant cell growth (Synthetic Auxins)
<b>GROUP J</b>	Inhibitors of lipid synthesis (Not ACCase inhibitors)
<b>GROUP K</b>	Inhibitors of cell division / Inhibitors of very long chain fatty acids (VLCFA inhibitors)
<b>GROUP L</b>	Inhibitors of photosynthesis at photosystem I via electron diversion (PSI inhibitors)
<b>GROUP M</b>	Inhibitors of 5-enolpyruvyl shikimate-3 phosphate (EPSP) synthase
<b>GROUP N</b>	Inhibitors of glutamine synthetase
<b>GROUP O</b>	Inhibitors of cell wall (cellulose) synthesis
<b>GROUP P</b>	Inhibitors of auxin transport
<b>GROUP Q</b>	Bleachers: Inhibitors of carotenoid biosynthesis unknown target
<b>GROUP R</b>	Inhibitors of dihydropteroate synthase (DHP inhibitors)
<b>GROUP Z</b>	Herbicides with unknown and probably diverse sites of action

**Πίνακας 1.4:** Ομάδες τρόπου δράσης ζιζανιοκτόνων στην Αυστραλία.

Ζιζανιοκτόνα που ανήκουν στα GROUPS A και B είναι εκείνα που ενέχουν μεγάλο κίνδυνο ανάπτυξης ανθεκτικότητας ενώ, ζιζανιοκτόνα των GROUPS C, D, F, G, I, J, K, L, M, N, Q και Z παρουσιάζουν μέτριο κίνδυνο ανάπτυξης ανθεκτικότητας. Τέλος, ως προς τα ζιζανιοκτόνα που συμπεριλαμβάνονται στα GROUPS E, H, O, P και R δεν υπάρχουν καταγεγραμμένα κρούσματα ανάπτυξης ανθεκτικότητας (Πίνακας 1.4) (Croplife Australia).



**Εικόνα 1.5:** Κατάταξη ζιζανιοκτόνων με βάση τον τρόπο δράσης (Με κόκκινο χρώμα παρουσιάζονται οι ομάδες στις οποίες ανήκουν τα ζιζανιοκτόνα που εφαρμόστηκαν στην παρούσα εργασία) (Ελευθεροχωρινός, 2002).

### 1.2.4 Παρεμπόδιση της Βιοσύνθεσης αμινοξέων

Στην κατηγορία αυτή διακρίνονται τρεις ομάδες, ανάλογα με τα ενζυμικά στάδια που παρεμποδίζουν στις διεργασίες της βιοσύνθεσης των αμινοξέων:

- α) στους παρεμποδιστές της συνθετάσης του οξυγαλακτικού (ALS ή AHAS) στη βιοσυνθετική οδό των αμινοξέων της ομάδας του πυροσταφιλικού, β)

στους παρεμποδιστές της συνθετάσης του φωσφοενολο-πυρουβιλοσικιμικού οξέος (EPSPS) στη βιοσυνθετική οδό των αρωματικών αμινοξέων και γ) στους παρεμποδιστές της συνθετάσης της γλουταμίνης (GS) (Εικόνα 1.5) (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2010).

### **I. Παρεμποδιστές της συνθετάσης του οξυγαλακτικού (ALS ή AHAS) στη βιοσυνθετική οδό των αμινοξέων της ομάδας του πυροσταφυλικού**

Το ένζυμο ALS ή AHAS παρεμποδίζεται αποτελεσματικά από τα ζιζανιοκτόνα των ομάδων των σουλφονουλουριών (mesosulfuron, iodosulfuron), ιμιδαζολινονών, τριαζολοπυριμιδινών, πυριμιδινυλο-οξυβενζοϊκών και θειοτριαζολινονών. Αποτέλεσμα αυτού του μηχανισμού δράσης είναι η παρεμπόδιση της βιοσύνθεσης αμινοξέων και νουκλεϊνικών οξέων, που ακολουθείται από αναστολή της κυτταροδιαίρεσης και ανάσχεση της αύξησης, χλώρωση, νέκρωση των μεριστωματικών ιστών και τελικά νέκρωση των φυτών μετά από μερικές εβδομάδες (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2010).

Ως προς την ομάδα των σουλφονουλουριών, περιλαμβάνει ζιζανιοκτόνα εδάφους και φυλλώματος, προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά για την καταπολέμηση ετήσιων και πολυετών ζιζανίων σε διάφορες καλλιέργειες. Τα ανθεκτικά φυτά δεν εμφανίζουν συμπτώματα τοξικότητας, όπως τα ευαίσθητα, επειδή έχουν την ικανότητα και μεταβολίζουν ταχύτατα τα ζιζανιοκτόνα αυτά σε μη τοξικές ουσίες. Όλα τα ζιζανιοκτόνα της κατηγορίας αυτής είναι αποτελεσματικά σε δόσεις (1-2 g δ.ο./στρ.) 10-100 φορές μικρότερες από ότι τα περισσότερα χρησιμοποιούμενα ζιζανιοκτόνα (Ελευθεροχωρινός 2002, Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2010).

Το iodosulfuron (iodosulfuron-methyl-sodium) είναι μεταφυτρωτικό αγρωστωδοκτόνο και πλατυφυλλοκτόνο για καλλιέργειες σιτηρών. Η εκλεκτικότητα του οφείλεται στο διαφορετικό βαθμό μεταβολισμού, που αυξάνεται με την προσθήκη του αντιφυτοτοξικού παράγοντα mefenpyr-diethyl. Το mesosulfuron (mesosulfuron-methyl) είναι αποτελεσματικό για τον έλεγχο αγρωστωδών και μερικών πλατύφυλλων ζιζανίων με μεταφυτρωτική εφαρμογή στα σιτηρά και το ρύζι. Μίγμα των ζιζανιοκτόνων iodosulfuron και

mesosulfuron κυκλοφορεί με το εμπορικό όνομα Hussar max (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2010).

Το πρώτο καταγεγραμμένο περιστατικό ανάπτυξης ανθεκτικότητας σε ζιζανιοκτόνα αναστολείς του ενζύμου ALS σημειώθηκε στην Αυστραλία το 1982 στο *Lolium rigidum*. Η ανθεκτικότητα ορισμένων βιοτύπων ζιζανίων δεν οφείλεται στην τροποποίηση της θέσης δράσης των ζιζανιοκτόνων αλλά στην ικανότητα των φυτών για μεταβολισμό των ζιζανιοκτόνων μέσω υδροξυλίωσης και στη συνέχεια σχηματισμού ενός συμπλόκου με γλυκόζη (Powels και Shaner, 2001). Ένας βιότυπος του ζιζανίου *Lolium rigidum* είναι ήδη ανθεκτικός στο ζιζανιοκτόνο chlorsulfuron λόγω του προαναφερθέντος μηχανισμού μεταβολισμού (Christopher et al., 1992).

## **II. Παρεμποδιστές της συνθετάσης του φωσφοενολο-πυρουβιλοσικιμικού οξέος (EPSPS) στη βιοσυνθετική οδό των αρωματικών αμινοξέων**

Μία σημαντική μεταβολική οδός στη βιοσύνθεση των αμινοξέων είναι το μονοπάτι του σικιμικού οξέος που οδηγεί στη βιοσύνθεση των αρωματικών αμινοξέων τρυπτοφάνη, τυροσίνη και φαινυλαλανίνη. Ένα σημαντικό ενζυμικό στάδιο της μεταβολικής οδού καταλύεται από την συνθετάση του φωσφοενολο-πυρουβιλο-σικιμικού οξέος (5-EnolPyruvylShikimate-3-Phosphate Synthase, EPSPS) που αποτελεί τη θέση δράσης της ομάδας των γλυκινών ή φωσφονογλυκινών (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2010). Το ένζυμο EPSPS κωδικοποιείται εντός του πυρήνα των κυττάρων και στη συνέχεια μεταφέρεται, με τη βοήθεια ενός πεπτιδίου-μεταφορέα (CTP, chloroplast transit peptide), εντός των χλωροπλαστών όπου συμμετέχει στη βιοσύνθεση των τριών αρωματικών αμινοξέων τυροσίνης, τρυπτοφάνης και φαινυλαλανίνης (Devine et al., 1993).

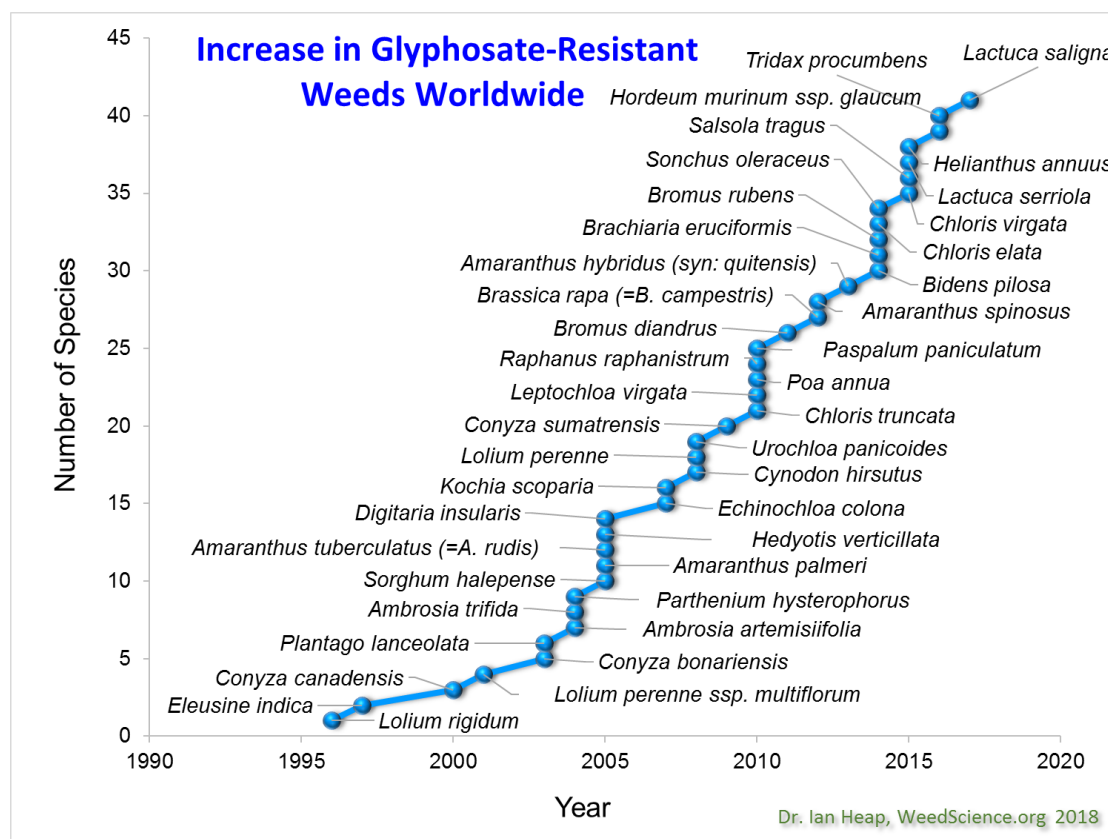
Το glyphosate αναπτύχθηκε το 1974 στις Η.Π.Α. και είναι αποτελεσματικό εναντίον μεγάλου φάσματος ετήσιων και πολυετών, αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων σε πολλές καλλιέργειες. Το glyphosate θεωρείται το σημαντικότερο ευρέως χρησιμοποιούμενο ζιζανιοκτόνο του κόσμου λόγω των πολλών επιθυμητών χαρακτηριστικών του (Baylis 2000, Woodburn 2000). Κατά τη διάρκεια των πρώτων χρόνων χρήσης, δεν αναφέρθηκαν

περιπτώσεις ανθεκτικών ζιζανίων και η εξέλιξη της ανθεκτικότητας στο glyphosate θεωρήθηκε απίθανη (Bradshaw et al., 1997). Είναι ένα διασυστηματικό, μη εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο φυλλώματος. Η δράση του glyphosate εναντίον των περισσότερων ζιζανίων συνήθως αυξάνεται με την προσθήκη διαφόρων επιφανειοδραστικών ουσιών όπως διαβρεκτικών, προσκολλητικών, εξαπλωτικών ή  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  κατά τον ψεκασμό, όπως επίσης και με την αύξηση της σχετικής υγρασίας της ατμόσφαιρας (Ελευθεροχωρινός, 2002). Το glyphosate μπορεί να απορροφηθεί και από τις ρίζες των φυτών, με την προϋπόθεση ότι είναι όμως βιολογικώς διαθέσιμο στο έδαφος. Αυτό βέβαια συμβαίνει σπάνια, καθώς το glyphosate προσροφάται ισχυρά στα κolloειδή του εδάφους (δημιουργώντας σύμπλοκα με τα κατιόντα του εδάφους), κάτι που οδηγεί στην μη απορρόφησή του από το ριζικό σύστημα των φυτών και στην μη πρόκληση τοξικότητας σε αυτά (από εδάφους είναι σχεδόν μη φυτοτοξικό) (Ashton and Crafts, 1981).

Η χρήση του glyphosate για περισσότερο από 35 έτη συνέβαλε στην ανάπτυξη 99 ανθεκτικών βιοτύπων που ανήκουν σε 19 είδη αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων (Hear, 2010). Ο αριθμός αυτός δεν είναι μεγάλος αν ληφθεί υπόψη η μακρόχρονη και ευρεία χρήση του, αλλά και το γεγονός ότι ο μηχανισμός δράσης του είναι απλός και ελέγχεται από ένα γονίδιο υπεύθυνο για την κωδικοποίηση του ενζύμου EPSPS (Hear 2010, Yu et al. 2010). Αξίζει να τονιστεί ότι οι 94 από τους 99 ανθεκτικούς βιότυπους ζιζανίων αναπτύχθηκαν μετά το 2000 (Εικόνα 1.6), δηλαδή από τότε που άρχισε η καλλιέργεια των γενετικά τροποποιημένων φυτών με ανθεκτικότητα στο glyphosate σε ευρεία κλίμακα (Hear, 2010). Αυτό ήταν αναμενόμενο αφού η καλλιέργεια αυτών των φυτών αύξησε τη χρήση του glyphosate (συχνά διπλή εφαρμογή) και την ως εκ τούτου ένταση και διάρκεια της επιλογής ανθεκτικών βιοτύπων των ζιζανίων (Powles και Preston, 2006). Πρώτη αναφορά για ανάπτυξη ανθεκτικότητας στο glyphosate έγινε στην Αυστραλία το 1996 στο *Lolium rigidum*.

Οι Culpepper et al. παρατήρησαν γραμμική αύξηση της συγκέντρωσης του σικιμικού οξέος σε έναν ευαίσθητο βιότυπο με την αύξηση της δόσης του glyphosate, ενώ στον ανθεκτικό βιότυπο δεν παρατηρήθηκε σικιμικό οξύ. Η συσσώρευση του σικιμικού οξέος καθώς και η έλλειψη των τριών αυτών

αμινοξέων δεν μπορεί να εξηγήσει πλήρως τον θάνατο των φυτών (Shieh et al., 1991). Πιθανότατα η αδυναμία αξιοποίησης του άνθρακα και βιοσύνθεσης βασικών ουσιών, όπως οι αυξίνες, το φολικό οξύ, η λιγνίνη, η πλαστοκινόνη, τα φλαβανοειδή, οι φαινόλες και τα αλκαλοειδή, να συντελούν στην θανάτωση των ευαίσθητων φυτών.



**Εικόνα 1.6:** Αύξηση ανθεκτικών στο glyphosate ζιζανίων σε παγκόσμιο επίπεδο.

### III. Παρεμποδιστές της συνθετάσης της γλουταμίνης (GS)

Ο κύκλος της βιοσύνθεσης της γλουταμίνης και του γλουταμικού είναι ο κύριος μηχανισμός για την αφομοίωση της αμμωνίας ( $\text{NH}_3$ ) στα φυτά. Η συνθετάση της γλουταμίνης (glutamine synthetase, GS) αποτελεί τη θέση δράσης των ζιζανιοκτόνων της ομάδας των φωσφονικών οξέων. Στην ομάδα αυτή ανήκει το glufosinate ammonium (Ελευθεροχωρινός 2002, Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2010).

Η νέκρωση των φυτών φαίνεται να οφείλεται στη συσσώρευση τοξικών συγκεντρώσεων αμμωνίας που προκαλεί βλάβες και νεκρώσεις.



Συγκεκριμένα, το glufosinate ammonium σκοτώνει ευαίσθητα είδη ζιζανίων αναστέλλοντας το ένζυμο συνθετάση της γλουταμίνης, το οποίο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο μονοπάτι που αφομοιώνει το ανόργανο άζωτο σε οργανικές ενώσεις και την αφομοίωση αμμωνίας που προέρχεται από τη μείωση των νιτρικών και τη φωτοαναπνοή (Avila-Garcia και Mallory-Smith 2011, Avila- Garcia et al. 2012).

Είναι μη εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο φυλλώματος. Καταπολεμά αποτελεσματικά ευρύ φάσμα ετήσιων και πολυετών, αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων. Χρησιμοποιείται μεταφυτρωτικά σε αμπελώνες, οπωρώνες και γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες (Maschoff et al. 2000, Avila-Garcia et al. 2012). Αποτελεί εναλλακτική λύση για το glyphosate και το paraquat σε ετήσια και πολυετή ζιζάνια, καθώς και στον έλεγχο των πλατύφυλλων ζιζανίων σε αμπελώνες και οπωρώνες (Coetzer et al., 2001). Το glufosinate ammonium ελέγχει ετησία και πλατύφυλλα είδη ζιζανίων αποτελεσματικά, ωστόσο δεν παρουσιάζουν όλα τα είδη ζιζανίων τον ίδιο βαθμό ευαισθησίας (Mersey et al. 1990, Steckel et al. 1997).

Η χημεία του είναι παρόμοια με εκείνη των φυσικώς συντιθέμενων ζιζανιοκτόνων. Η σύνθεση του βασίσθηκε στη φυσική τοξίνη bialaphos (bilanaphos ή bialafos) και ειδικότερα στο μεταβολίτη του το phosphinothricin. Το bialaphos είναι φυσική ένωση που παράγεται από βακτήρια του γένους *Streptomyces*, όπως τα είδη *S.hygroscopicus* και *S.viridochromogenes* (Mersey et al. 1990, Ramsey et al. 2002). Στη χώρα μας κυκλοφορεί με το εμπορικό όνομα Basta.

Καταγεγραμμένα περιστατικά ανθεκτικότητας στο glufosinate ammonium σύμφωνα με το International Survey of Herbicide Resistant Weeds είναι μόλις τέσσερα παγκοσμίως εκ των οποίων τα τρία ανήκουν στο γένος *Lolium spp.*, ενώ πρώτη φορά παρατηρήθηκε το 2009 στη Μαλαισία στο ζιζάνιο *Eleusine indica*.

Οι περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η βροχόπτωση, το φως και ο άνεμος πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου, επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα του

ζιζανιοκτόνου που εφαρμόζεται στο φύλλωμα, καθώς και του μεταβολισμού του ζιζανιοκτόνου στο φυτό (Rao, 2000).

### 1.2.5 Παρεμπόδιση της Βιοσύνθεσης Λιπαρών Οξέων

Στην κατηγορία αυτή διακρίνονται δύο κύριες κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο δράσης τους: α) στους παρεμποδιστές της καρβοξυλάσης του ακετυλο-CoA (Εικόνα 1.5) και β) στους παρεμποδιστές της επιμήκυνσης των λιπαρών οξέων.

#### I. Παρεμποδιστές της καρβοξυλάσης του ακετυλο-συνενζύμου A (Acetyl-CoA Carboxylase, ACCase)

Η καρβοξυλάση του ακετυλο-CoA αποτελεί τη θέση δράσης των ζιζανιοκτόνων των ομάδων των αρυλοξυφαινολοξυαλκανοϊκών οξέων (-fops) και των κυκλοεξανδίων (-dims). Χρησιμοποιούνται μεταφυτρωτικά για την καταπολέμηση ετήσιων και πολυετών αγρωστωδών ζιζανίων, πλατύφυλλες καλλιέργειες και σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών και είναι διασυστηματικά. Ο μηχανισμός δράσης τους οφείλεται στην αναστολή της δράσης της καρβοξυλάσης του ακετυλο-CoA, είναι το ένζυμο κλειδί στη διαδικασία βιοσύνθεσης ανώτερων λιπαρών οξέων. Η εκλεκτικότητα τους οφείλεται στο μεταβολισμό τους από τα ανθεκτικά φυτά ή στην αδυναμία τους να προκαλέσουν αναστολή στη δράση της καρβοξυλάσης του ακετυλο-CoA των ανθεκτικών φυτών (Ελευθεροχωρινός 2002, Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2010).

Ο μηχανισμός ανθεκτικότητας των περισσότερων βιοτύπων οφείλεται κυρίως στο ανθεκτικό ένζυμο ACCase. Η ανθεκτικότητα λόγω ανθεκτικού ACCase βρέθηκε ότι είναι κυρίαρχο γνώρισμα στα ζιζάνια *Avena spp.*, *Alopecurus myosuroides* (Letouze και Gasqyez, 2001) και *Setaria italica* (Wang και Darmency, 1998). Άλλες έρευνες έδειξαν ότι η ανθεκτικότητα του ACCase οφείλεται σε μερικώς κυρίαρχο γονίδιο για τα ζιζάνια *Lolium rigidum* (Tal et al., 2004), *Avena fatua* (Murray et al., 1995), *Lolium multiflorum* (Betts et al., 1992) και *Setaria faberi* (Volenberg et al., 2002b).

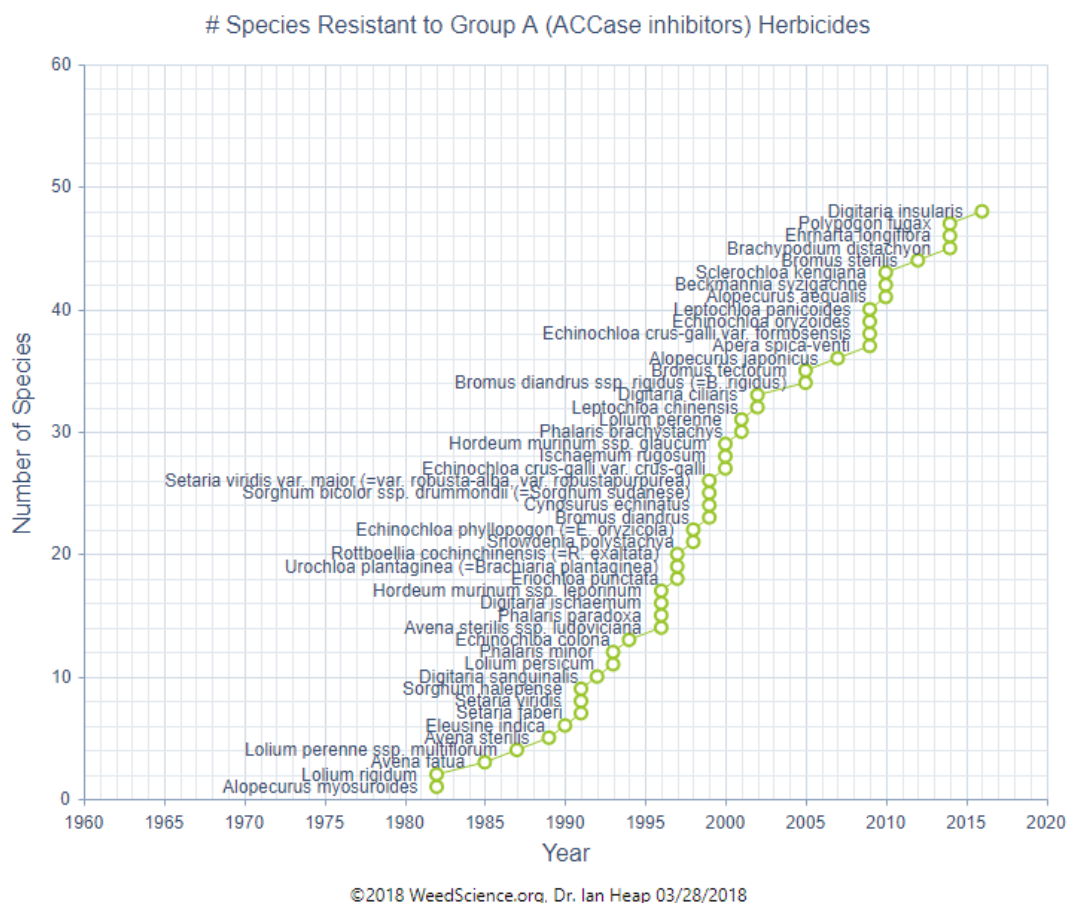
Η ανθεκτικότητα των αγρωστωδών φυτών στα ζιζανιοκτόνα-αναστολείς της ACCase οφείλεται συχνά και στο μεταβολισμό των ζιζανιοκτόνων, ο οποίος περιλαμβάνει αρχικώς οξειδωση και ακολούθως σχηματισμό συμπλόκων.

Μερικοί βιότυποι των ζιζανίων *Lolium rigidum* και *Avena sterilis* είναι ανθεκτικοί στο ζιζανιοκτόνο diclofor-methyl λόγω της ικανότητας των φυτών μεταβολισμού του ζιζανιοκτόνου (Travlos et al., 2011).

Η δράση των αρυλοξυφαινοξυακανοϊκών ζιζανιοκτόνων κατά των αγρωστωδών ζιζανίων βασίζεται στην ταχύτερη υδρόλυση του εστέρα σε οξύ (ενεργός μορφή) (Cummins και Edwards 2004, Hill et al. 1978, Jeffcoat και Harries 1973) αλλά μη ακολουθούμενη από περαιτέρω μεταβολισμό, ενώ η εκλεκτικότητά τους στα σιτηρά οφείλεται στον ταχύτερο μεταβολισμό της ενεργού μορφής του ζιζανιοκτόνου (Shimabukuro et al., 1979).

Στα ζιζανιοκτόνα της ομάδας των αρυλοξυφαινοξυακανοϊκών οξέων ανήκει και το clodinafor-propargyl το οποίο, κυκλοφορεί με το εμπορικό όνομα Torik. Η εκλεκτικότητα του ζιζανιοκτόνου αυτού στο σιτάρι αυξάνεται με την παρουσία αντιφυτοτοξικών παραγόντων όπως το clonquintocet, που επάγουν την ικανότητα των φυτών του σιταριού για μεταβολισμό του ζιζανιοκτόνου (Ελευθεροχωρινός 2002, Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2010). Από την εισαγωγή του στα τέλη της δεκαετίας 1970 έως σήμερα, έχει χρησιμοποιηθεί παγκοσμίως για τον έλεγχο πολλών αγρωστωδών ζιζανίων σε μεγάλες εκτάσεις (Powels και Holtum, 1994).

Τα ζιζάνια στα οποία φαίνεται να αναπτύχθηκε πρώτη φορά ανθεκτικότητα το 1982 ήταν το *Alopecurus myosuroides* στο Λονδίνο και το *Lolium rigidum* στην Αυστραλία (Εικόνα 1.7).



**Εικόνα 1.7:** Αύξηση ανθεκτικών ζιζανίων στο ακέτυλο-CoA σε παγκόσμιο επίπεδο.

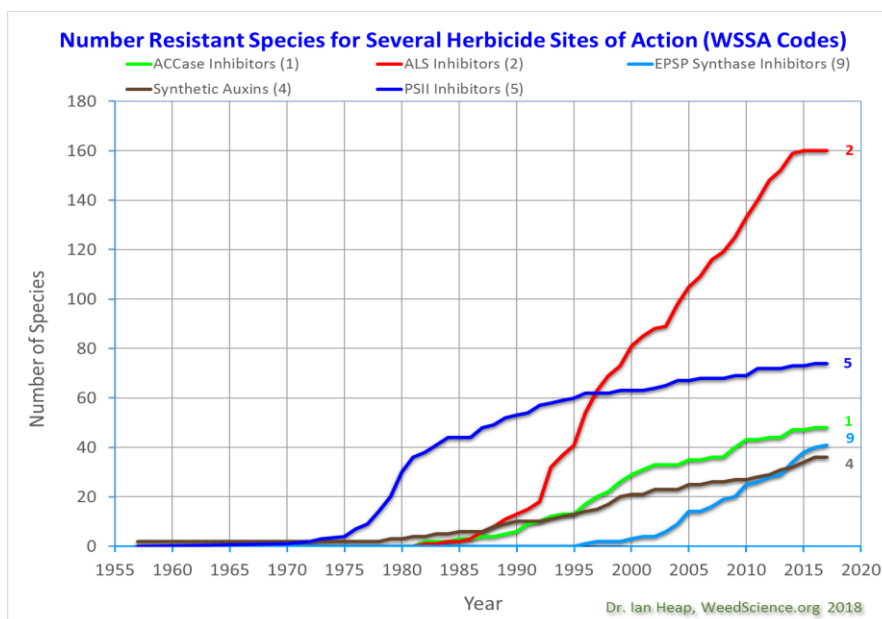
### 1.2.6 Ανάπτυξη ανθεκτικότητας παγκοσμίως

Η ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε πληθυσμούς ζιζανίων, στα ζιζανιοκτόνα είναι παγκόσμιο φαινόμενο, ιδιαίτερα στις χώρες και τις περιοχές εκείνες όπου τα χημικά μέσα αποτελούν τον κυριότερο τρόπο αντιμετώπισης των ζιζανίων.

Αρκετοί ερευνητές έχουν επιβεβαιώσει την ευρεία ανάπτυξη ανθεκτικότητας των ζιζανίων σε ζιζανιοκτόνα όπως το glyphosate. Ανθεκτικότητα της ήρας στο μη εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο glyphosate, αναφέρθηκε σε αμπελώνα στο Δυτικό Ακρωτήριο στην Αφρική (Eksteen et al., 2007). Επίσης, ανθεκτικότητα της ήρας στο glyphosate έχει παρατηρηθεί και στην Αυστραλία (Pratley et al., 1996). Σε αυτή την περίπτωση, η ανθεκτικότητα εξελίχθηκε μετά τη συνεχή χρήση του glyphosate για 15 χρόνια. Η έρευνα των Simarmata και Penner (2008) έδειξε ότι η ανθεκτικότητα στο glyphosate ενός βιοτύπου του ζιζανίου *Lolium rigidum* από την Καλιφόρνια, οφειλόταν σε ανθεκτικό ένζυμο EPSPS, πιο συγκεκριμένα στην αντικατάσταση ενός αμινοξέος (Pro106-Ser). Τα

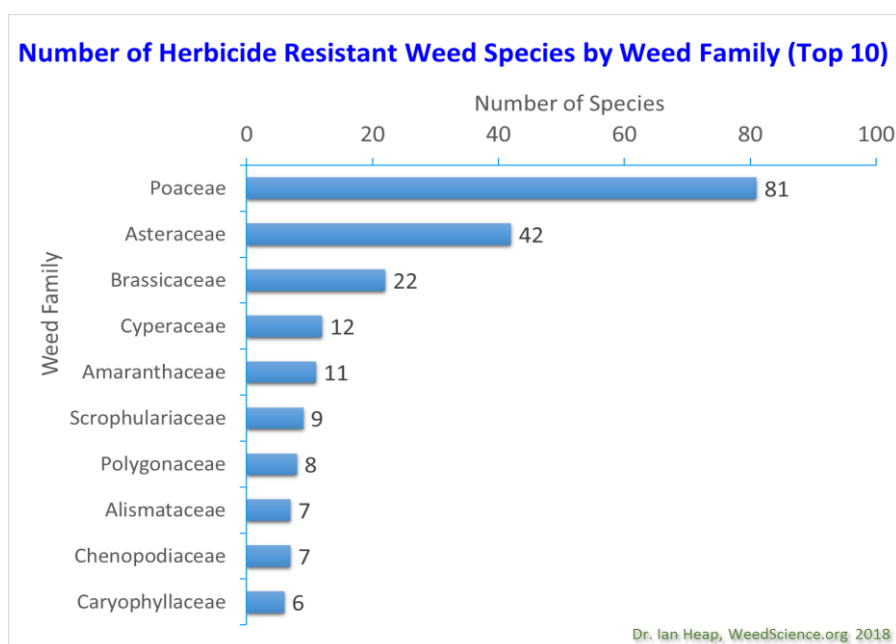
δεδομένα των Wakelin et al. (2006) έδειξαν ότι η ανθεκτικότητα τεσσάρων βιοτύπων του ζιζανίου *Lolium rigidum* από την Αυστραλία δεν οφείλεται στο ένζυμο EPSPS αλλά σε μειωμένη μετακίνηση του glyphosate από τα φύλλα στους μεριστωματικούς ιστούς των φυτών. Ανθεκτικότητα της κόνουζας στο glyphosate έχει αναφερθεί σε Μεσογειακές χώρες (π.χ. Ισπανία και Ισραήλ) (Hear 2010, Rubin 2009, Urbano et al. 2007). Συγκεκριμένα, η πρώτη περίπτωση που έχει αναφερθεί χρονολογείται το 2003 (Urbano et al., 2007) μετά από μελέτη έξι πληθυσμών *Conyza bonariensis*, όπου αξιολογήθηκε η ανθεκτικότητά τους στο glyphosate σε ελαιοκαλλιέργειες στη νότια Ισπανία. Για τον έλεγχο των ανθεκτικών πληθυσμών οι δόσεις που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 7-10 φορές υψηλότερες από εκείνες που απαιτούνται για τον έλεγχο των ευαίσθητων πληθυσμών. Η κόνουζα συγκαταλέγεται ανάμεσα στα ζιζάνια με εμφάνιση ανθεκτικότητας σε διάφορα ζιζανιοκτόνα. Έχουν βρεθεί αρκετοί βιότυποι κόνουζας που έχουν εμφανίσει ανθεκτικότητα στο glyphosate, αλλά και σε ζιζανιοκτόνα που ανήκουν στις χημικές ομάδες των τριαινών, των σουλφονουλουριών, των διπυριδιλίων κ.ά. (Urbano et al. 2007). Στην Ελλάδα, το πρόβλημα της κόνουζας είναι ιδιαίτερα έντονο και σοβαρό ιδιαίτερα σε πολυετείς καλλιέργειες.

Μετά το 1990 παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση στον αριθμό βιοτύπων ζιζανίων με ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα αναστολέων της οξυκογαλακτικής συνθετάσης (ALS) και της καρβοξυλάσης του ακετυλο-συνένζυμου A (ACCase) (Εικόνα 1.8). Οι Smit και De Villiers (1998) επιβεβαίωσαν ανθεκτικότητα της ήρας (*Lolium rigidum*) σε ACCase και ALS αναστολείς. Ακόμη, σύμφωνα με τους Pieterse και Kellerman (2002) παρατηρήθηκε γενικευμένη ανθεκτικότητα της ήρας σε αναστολείς ACCase και ALS, σε καλλιέργειες σιτηρών και βοσκότοπους στο Δυτικό Ακρωτήριο. Αγρωστώδη ζιζάνια ανθεκτικά στα ζιζανιοκτόνα, όπως η ήρα, επηρεάζουν αρνητικά χιλιάδες εκτάρια στις περιοχές παραγωγής σιταριού της Νότιας Αφρικής (Pieterse και Kellerman, 2002).



**Εικόνα 1.8:** Αριθμός ανθεκτικών ειδών ζιζανίων σε ζιζανιοκτόνα με διαφορετικό μηχανισμό δράσης.

Αξίζει να αναφερθεί πως δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των οικογενειών των ζιζανίων και της ικανότητάς τους να αναπτύσσουν ανθεκτικούς βιότυπους στα ζιζανιοκτόνα. Ενώ τα αγρωστώδη αποτελούν περίπου το 32% όλων των ανθεκτικών ειδών, αποτελούν μόνο το 25% των σπουδαιότερων ζιζανίων του κόσμου (Εικόνα 1.9).



**Εικόνα 1.9:** Αριθμός ανθεκτικών ζιζανίων ανά οικογένεια.

### 1.3 Ήρα

Το γένος *Lolium spp.* περιλαμβάνει τα είδη *L. perenne* (πολυετής ήρα), *L. persicum*, *L. tumulentum* (μεθυστική ήρα), *L. multiflorum* (πολυανθής ήρα) και *L. rigidum* (λεπτή ήρα) καθώς και άλλα. Ζιζανιολογικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα *L. tumulentum*, *L. multiflorum* και *L. rigidum*, ενώ το *L. persicum* χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή και το *L. perenne* για χλοοτάπητες καθώς και σαν λειμώνιο φυτό (και το *L. multiflorum* σα λειμώνιο φυτό).

Θεωρείται ένα από τα πιο κοινά ετήσια χειμερινά αγρωστώδη ζιζάνια που απαντάται σε καλλιεργούμενες και ακαλλιέργητες εκτάσεις όλης της χώρας. Είναι φυτό σταυρογονιμοποιούμενο και παρουσιάζει μεγάλη πιθανότητα ανάπτυξης ανθεκτικών πληθυσμών σε συνθήκες υψηλής έντασης και μεγάλης διάρκειας πίεσης επιλογής. Αυτό άλλωστε επιβεβαιώνουν τα διεθνή δεδομένα που δείχνουν ότι ανθεκτικοί *Lolium rigidum* πληθυσμοί στις σουλφονουλουρίες (ζιζανιοκτόνα με υψηλή ένταση και μεγάλη διάρκεια πίεσης επιλογής) έχουν παρατηρηθεί στην Αυστραλία, ενώ ανθεκτικοί πληθυσμοί στις κυκλοεξανδιόνες στην Αυστραλία, στη Σαουδική Αραβία, στη Βόρεια Αφρική και στη Χιλή (Hear, 2010).

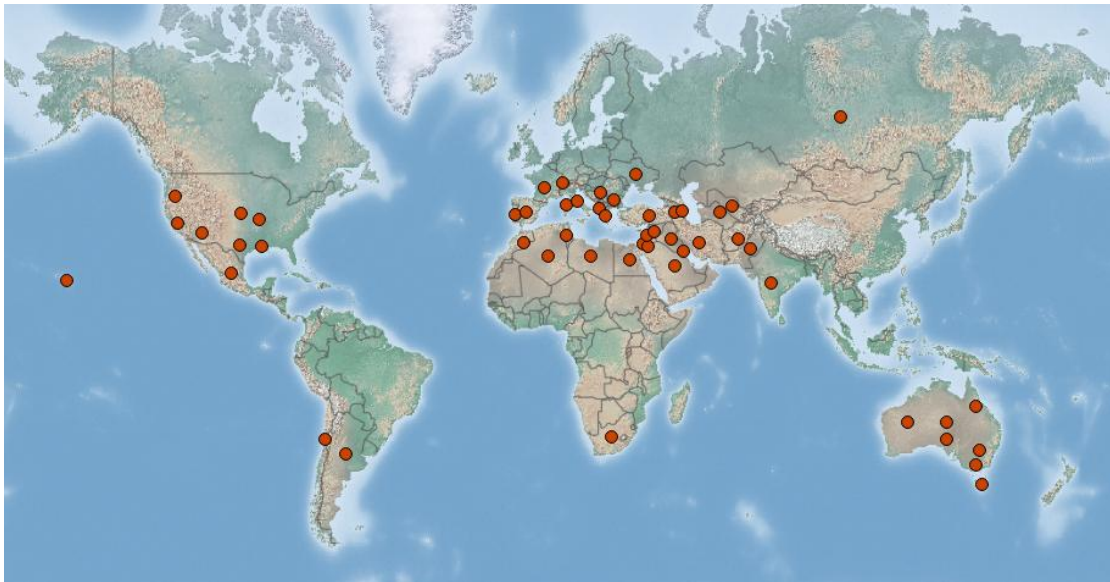
Το *Lolium rigidum* είναι ένα μεσογειακό είδος που αρχικά εισήχθη ως καλλιέργεια βοσκοτόπων και έχει εξελιχθεί σε ένα σημαντικό είδος ζιζανίων παγκοσμίως (Goggjin et al., 2012). Είναι ετήσιο, χειμερινό, μονοκοτυλήδονο ζιζάνιο και ανήκει στην οικογένεια Poaceae. Απαντάται με μεγάλη συχνότητα κυρίως στις καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών και δευτερευόντως σε άλλες χειμερινές και πρώιμες ανοιξιάτικες καλλιέργειες. Φυτρώνει το φθινόπωρο και νωρίς την άνοιξη (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης, 2009). Παγκοσμίως είναι ζιζάνιο σε περισσότερα από 12-14 εκατομμύρια εκτάρια (Λόλας, 2014).

Χαρακτηριστικό αναγνώρισης για την ήρα αποτελεί η άνω επιφάνεια του ελάσματος των φύλλων η οποία είναι γυαλιστερή. Επιπρόσθετα, ο βλαστός στη βάση του έχει κόκκινο χρώμα. Το γλωσσίδιο είναι βραχύ, ενώ τα ωτία είναι μεγάλα και περιβάλλουν τον κολεό. Ο σπόρος της έχει ενδογενή λήθαργο.

Είναι ζιζάνιο που αναπαράγεται αποκλειστικά με σπόρους. Είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστική και παράγει πολλούς σπόρους. Οι Rerkasem et al. (1980)

ανέφεραν παραγωγή σπόρων 31.000-45.000 ανά τετραγωνικό μέτρο σε καλλιέργεια σιταριού.

Οι Níknam et al. (2002) υποστηρίζουν ότι, η ήρα είναι ιθαγενές φυτό στις Μεσογειακές χώρες της Νότιας Ευρώπης και της Βόρειας Αφρικής και στον Ασιατικό Κόλπο. Έχει εισαχθεί ή εξαπλωθεί στη Βόρεια και Νότια Αμερική, Νότια Αφρική και Αυστραλία (Εικόνα 1.10). Εισήχθη σκόπιμα στην Αυστραλία ως επιθυμητό είδος για βοσκή κατά τη διάρκεια του 19<sup>ου</sup> αιώνα και από τότε έχει γίνει ένα σημαντικό καλλιεργητικό ζιζάνιο στη Νότια Αυστραλία. Είναι εύκολο να εξαπλωθεί από πιστοποιημένους σπόρους και σπόρους που κρατήθηκαν από τους καλλιεργητές και συχνά απαντάται σε καλλιέργειες της Αυστραλίας.



**Εικόνα 1.10:** Παγκόσμια εξάπλωση του *Lolium rigidum*.

#### 1.4 Κόνυζα

Τα είδη κόνυζας στην Ευρώπη είναι το *Conyza canadensis* (κοινή κόνυζα), *C. bonariensis* (ή *C. ambigua*) (μικρή κόνυζα), *C. albida* (ή *C. sumatrensis*), *C. floribunda*, *C. blakei*, *C. bilbaoana*, *C. triloba*. Ενώ, τα είδη που απαντώνται στην Ελλάδα είναι τα τρία πρώτα (Γιαννίσαρος, 1997). Σύμφωνα με τους Economidou et al. (2003) τα είδη *C. canadensis* και *C. bonariensis* είναι γνωστά στην Ελλάδα από τον προπερασμένο αιώνα, ενώ το *C. albida* φαίνεται ότι έχει εισαχθεί πρόσφατα και είναι γνωστό από το 1976.



Το γένος της κόνυζας (*Conyza spp.*) περιλαμβάνει ετήσια ή βραχύβια πολυετή, δικοτυλήδωνα φυτά που ανήκουν στην οικογένεια Asteraceae. Υπάρχουν περίπου 60 είδη κόνυζας που έχουν εξαπλωθεί σε παγκόσμιο επίπεδο σε εύκρατες και υπό-τροπικές κλιματικές ζώνες (Thebaud και Abbott, 1995), με παρουσία σε όλες τις ηπείρους (Εικόνα 1.11). Προερχόμενο από τις τροπικές περιοχές της Αμερικής έχει εξαπλωθεί κυρίως στις Μεσογειακές χώρες και σε περιοχές με παρόμοιες συνθήκες. Είναι φυτά ερμαφρόδιτα και κατά κύριο λόγο αυτόγαμα, με τις εκτιμήσεις να κάνουν λόγο για ποσοστό 85-99% αυτογονιμοποίησης. Φυτρώνει κυρίως το φθινόπωρο ή την άνοιξη.

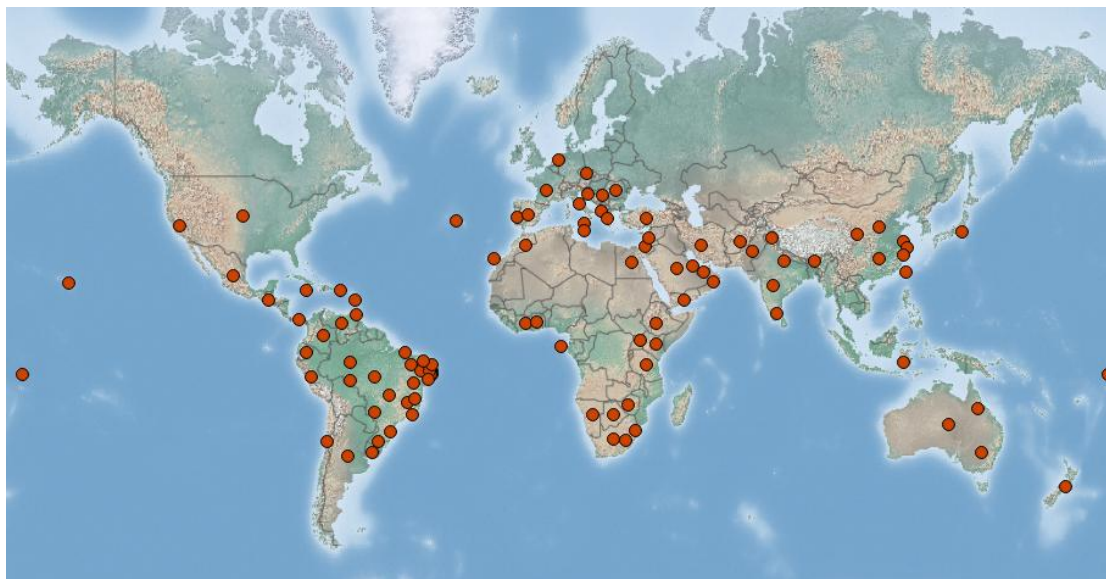
Η πρώτη εμφάνιση της *C. bonariensis* ήταν γύρω από τα κλωστοϋφαντουργικά εργοστάσια στην Ευρώπη κάτι που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι σπόροι μπορεί να έχουν εισαχθεί με την εισαγωγή βαμβακιού (Sida, 2003).

Τα είδη της κόνυζας είναι εξαιρετικά παραγωγικά σε σπόρο, με ένα μόνο φυτό να είναι ικανό να παράγει πολλές χιλιάδες σπόρους (Weaver, 2001) που έχουν την δυνατότητα να διασπείρονται ευρέως και ταχύτατα μέσω του αέρα (Shields et al., 2006) φθάνοντας σε απόσταση ακόμα και 100 χιλιόμετρα. Μια σειρά από δεδομένα όσον αφορά την σποροπαραγωγή έχει αναφερθεί με την *C. bonariensis* να παράγει έως και 226.000 σπόρους ανά φυτό (Kempren και Graf, 1981), η *C. albida* περισσότερους από 60.000 ανά φυτό και η *C. canadensis* φέρεται να παράγει 200.000 σπόρους ανά φυτό, με θετική συσχέτιση μεταξύ του ύψους των φυτών και της γονιμότητας (Weaver 2001, Shields et al. 2006).

Αναπτύσσονται συνήθως σε καλά στραγγιζόμενες περιοχές, σε ακαλλιέργητες εκτάσεις (άκρες δρόμων, οικόπεδα) και γενικότερα σε καλλιέργειες στις οποίες δεν γίνεται συχνή αναμόχλευση του εδάφους (άροση, σκάλισμα) (Thebaud και Abbott 1995, Prieur-Richard et al. 2000) και μέσα σε καλλιέργειες μεταξύ των σειρών φύτευσης ή σε άλλες θέσεις. Σε εδάφη όπου γίνεται μειωμένη ή μη κατεργασία εμφανίζονται σε μεγαλύτερους πληθυσμούς (Weaver, 2001).

Η εκτεταμένη ανάπτυξη ανθεκτικότητας στα ζιζανιοκτόνα σημαίνει, ότι τείνει να αυξηθεί η σημασία της. Οικονομικές επιπτώσεις μπορεί επίσης να προκύψουν

από την κόνυζα ως ένας σημαντικός ξενιστής για διάφορα είδη μυρμηγκιών (Χιε και Yao, 1989).



**Εικόνα 1.11:** Παγκόσμια εξάπλωση της *Conyza bonariensis*.

### 1.5 Σκοπός της εργασίας

Στόχοι της παρούσας μελέτης είναι:

- i. Αξιολόγηση των επιδράσεων της εφαρμογής έξι δόσεων glyphosate σε εννέα βιότυπους ήρας (*Lolium rigidum*),
- ii. Αξιολόγηση των επιδράσεων της εφαρμογής τεσσάρων ζιζανιοκτόνων σε εννέα βιότυπους ήρας (*Lolium rigidum*),
- iii. Αξιολόγηση της επίδρασης της εφαρμογής έξι δόσεων glyphosate σε έξι βιότυπους κόνυζας (*Conyza bonariensis*).

## Κεφάλαιο 2

### Υλικά και Μέθοδοι

#### 2.1 Γενικά

Τα τελευταία χρόνια πραγματοποιούνται εκτεταμένες επισκοπήσεις σε διάφορες περιοχές της χώρας που αντιμετωπίζουν μικρότερα ή μεγαλύτερα προβλήματα αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων απέναντι σε ζιζάνια όπως η ήρα (*Lolium rigidum*) και η κόνουζα (*Conyza bonariensis*). Οι επισκοπήσεις ανέδειξαν αγρούς όπου υπήρχαν υπόνοιες για πιθανή ανάπτυξη ανθεκτικών βιότυπων. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε συλλογή φυτών και σπόρων από τους αγρούς που παρατηρήθηκε μειωμένος έλεγχος ζιζανίων προκειμένου να ληφθούν αντιπροσωπευτικά δείγματα για την πραγματοποίηση πειραμάτων αξιολόγησης αποτελεσματικότητας.

#### 2.2 Φυτικό υλικό

Οι βιότυποι που συλλέχθηκαν προέρχονται από διάφορες περιοχές της Ελλάδας. Συγκεκριμένα, οι βιότυποι της ήρας (*Lolium rigidum*) που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη είναι από τους νομούς Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Βοιωτίας, Αχαΐας και Κορινθίας (Πίνακας 2.1), ενώ οι βιότυποι της κόνουζας (*Conyza bonariensis*) από τους νομούς Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Αργολίδας, Αττικής και Λακωνίας (Πίνακας 2.2).

Νομός		Συντεταγμένες	Καλλιέργεια
Αιτωλοακαρνανία	Θ1	38°32'10"N- 21°28'21"E	Ελιά
Αιτωλοακαρνανία	Θ2	39°08'46"N- 22°22'01"E	Ελιά
Αιτωλοακαρνανία	Θ3	38°32'13"N- 21°31'31"E	Εσπεριδοειδή
Φθιώτιδα	Θ4	39°02'53"N- 22°15'56"E	Αμπέλι
Κορινθία	Θ5	38°00'25"N- 22°38'51"E	Εσπεριδοειδή
Αχαΐα	Θ6	38°13'59"N- 22°06'17"E	Αμπέλι
Βοιωτία	Θ7	38°16'04"N- 23°24'58"E	Χειμερινά σιτηρά
Βοιωτία	Θ8	38°19'19"N- 23°05'27"E	Αμπέλι
Αχαΐα	Θ9	38°07'46"N- 21°30'17"E	Εσπεριδοειδή

**Πίνακας 2.5:** Περιοχές και γεωγραφικές συντεταγμένες για τους βιότυπους της ήρας (*Lolium rigidum*) που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη.

Νομός		Συντεταγμένες	Καλλιέργεια
Αργολίδα	ΑΡ6, ΑΡ3	37°56'-37°69' N, 22°64'-22°80' E	Αμπέλι, Εσπεριδοειδή
Αττική	ΑΤ2	38°10'-38°12' N, 23°77'-23°82' E	Ελιά, Κηπευτικά
Αιτωλοακαρνανία	ΑΙ5	38°21'-38°56' N, 20°57'-21°26' E	Ελιά, Εσπεριδοειδή
Φθιώτιδα	ΦΘ4	39°05'-39°09' N, 22°12'-22°21' E	Αμπέλι, Μηλιά
Λακωνία	ΛΑ2	36°80'-36°85' N, 22°65'-22°73' E	Ελιά, Εσπεριδοειδή

**Πίνακας 2.6:** Περιοχές και γεωγραφικές συντεταγμένες για τους βιότυπους της κόνυζας (*Conyza bonariensis*) που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη.

### 2.3 Πειράματα φυτοδοχείων

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

#### ❖ Πείραμα *Lolium rigidum*

Εννέα βιότυποι του ζιζανίου *Lolium rigidum* σπάρθηκαν σε γλαστράκια, χωρητικότητας 450 cm<sup>3</sup>. Το υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν μείγμα χώμα: τύρφη: περλίτης σε αναλογία 2: 1: 1. Η εδαφική ανάλυση του χώματος φαίνεται στον Πίνακα 2.3. Σε κάθε γλαστράκι τοποθετήθηκαν τέσσερις σπόροι ήρας. Αφού φύτρωσαν πραγματοποιήθηκε αραίωση των φυτών. Κάθε γλαστράκι περιείχε από δύο φυτά και αποτελούσε μία επανάληψη. Συνολικά υπήρχαν τρεις επαναλήψεις του κάθε βιότυπου ανά επέμβαση.

Τα φυτά παρέμειναν σε θάλαμο ανάπτυξης ελεγχόμενων συνθηκών μέχρι το τέλος του πειράματος. Συγκεκριμένα, εφαρμογή 14 ώρες φωτοπεριόδου με θερμοκρασία ημέρας 20 °C και νύχτας 14 °C τον πρώτο μήνα ανάπτυξης των φυτών και στη συνέχεια, θερμοκρασίες 18 °C και 12 °C, ημέρας και νύχτας αντίστοιχα. Για λόγους τυχαιοποίησης καθώς και ομοιόμορφης ανάπτυξης των

φυτών, τηρήθηκε αλλαγή θέσης μεταξύ των γλαστρών ανά δέκα ημέρες. Τα φυτά ποτίζονταν δύο με τρεις φορές την εβδομάδα.

Εξήντα ημέρες μετά τη σπορά, όταν πλέον τα φυτά ήταν στο κατάλληλο στάδιο, πραγματοποιήθηκε ο ψεκασμός. Τα φυτά μεταφέρθηκαν σε εξωτερικό χώρο, ψεκάσθηκαν και αφού στέγνωσε το φύλλωμα τους μεταφέρθηκαν ξανά στο θάλαμο. Τα φυτά ψεκάσθηκαν με έξι δόσεις glyphosate (σκεύασμα Dominator 360 SL) καθώς και με clodinafop-propargyl (συνιστώμενη δόση Topik 240 EC), mesosulfuron-methyl + iodosulfuron-methyl-sodium (συνιστώμενη δόση Hussar Maxx WG), glufosinate-ammonium (συνιστώμενη δόση Basta 15 SL). Πιο αναλυτικά, οι δόσεις του glyphosate ήταν: 180, 360, 720, 1440, 2880 και 5760 g a.e./ha (x/4, x/2, x, 2x, 4x και 8x αντίστοιχα).

#### ❖ Πείραμα *Conyza bonariensis*

Έξι βιότυποι του ζιζανίου *Conyza bonariensis* σπάρθηκαν επίσης σε γλαστράκια ακολουθώντας την ίδια διαδικασία με την ήρα. Κάθε γλαστράκι περιείχε ένα φυτό και αποτελούσε μία επανάληψη. Συνολικά υπήρχαν τέσσερις επαναλήψεις του κάθε βιότυπου ανά επέμβαση. Οι συνθήκες εντός του θαλάμου ανάπτυξης των φυτών ήταν 16 ώρες φωτοπεριόδου με θερμοκρασία ημέρας 28 °C και νύχτας 20 °C σε όλη τη διάρκεια του πειράματος. Όταν τα φυτά έφθασαν στο στάδιο της ροζέτας (7 με 9 εκ. διάμετρο και 10 με 15 φύλλα) πραγματοποιήθηκε ο ψεκασμός. Τα φυτά ψεκάσθηκαν με έξι δόσεις glyphosate (σκεύασμα Dominator 360 SL). Οι δόσεις ήταν οι εξής: 90, 180, 360, 720, 1440 και 2880 g a.e./ha (x/8, x/4, x/2, x, 2x και 4x αντίστοιχα).

pH (1:2 H <sub>2</sub> O)	7,3
Οργανική ουσία	2,37%
CaCO <sub>3</sub>	15,99%
P (Olsen)	9,95 ppm
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	104,3 ppm
Na <sup>+</sup>	110 ppm
Κοκκομετρική σύσταση	CL (Αργιλοπηλώδες)

**Πίνακας 2.7:** Ανάλυση εδάφους από τον αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας που χρησιμοποιήθηκε στην μελέτη.

## 2.4 Ζιζανιοκτόνα

### 2.4.1 Glyphosate

Τρόπος δράσης: διασυστηματικό, μη εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο για την καταπολέμηση ετησίων και πολυετών (αγρωστωδών, πλατύφυλλων ζιζανίων), υδροχαρών ζιζανίων, ξυλωδών φυτών, καθώς και για την καταπολέμηση της οροβάγχης του καπνού. Απορροφάται από τα φύλλα και τους τρυφερούς βλαστούς των ζιζανίων και παρεμποδίζει το ένζυμο EPSPS αναστέλλοντας την βιοσύνθεση των αρωματικών αμινοξέων.

#### 1.2 Φυτοπροστατευτικό προϊόν

1.2.α Εμπορικό όνομα

DOMINATOR 360 SL

1.2.β Μορφή:

Πυκνό διάλυμα (SL)

#### 1.3 Δραστική/αντιφυτοτοξική/συνεργιστική ουσία (ες)

Δραστική ουσία	
Κοινή ονομασία της/των δραστικής/ών ουσίας/ών κατά ISO	Glyphosate
Περιεκτικότητα της τεχνικά καθαρής δραστικής ουσίας σε καθαρή δραστική ουσία	Glyphosate: 95% (β/β) min
Χημική ομάδα	Ομάδα φωσφονογλυκινών

**Εικόνα 2.12:** Ετικέτα Dominator 360 SL.

### 2.4.2 Clodinafop-propargyl

Τρόπος δράσης: καταπολέμηση αγρωστωδών ζιζανίων (*Avena spp.*, *Alopecurus spp.*, *Phalaris spp.*, *Milium vernale*, *Lolium spp.*) στην καλλιέργεια σιταριού (μαλακού και σκληρού). Απορροφάται από τα φύλλα και παρεμποδίζει τη βιοσύνθεση των λιπιδίων των κυτταρικών μεμβρανών.

1. **Εμπορικό όνομα:** ΤΟΡΙΚ
2. **Μορφή:** Γαλακτωματοποιήσιμο υγρό (EC)
3. **Εγγυημένη σύνθεση:** clodinafor-propargyl 24% β/ο  
 Βοηθητικές ουσίες : 76,76% β/β  
 (περιέχει ως αντιφυτοτοξικό παράγοντα: cloquintocet-mexyl: 6 % β/ο)
4. **Περιεκτικότητα** της τεχνικά καθαρής δραστικής ουσίας σε καθαρή δραστική ουσία: 95% min..

**Εικόνα 2.13:** Ετικέτα Torik 240 EC.

### 2.4.3 Mesosulfuron-methyl + iodosulfuron-methyl-sodium

Τρόπος δράσης: εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο για την καταπολέμηση αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων σε σκληρό και μαλακό σπάρι. Είναι διασυστηματικό της ομάδας των σουλφονουριών. Δρα παρεμποδίζοντας το ένζυμο ALS, συνθετάση του οξειγαλακτικού. Απορροφάται κυρίως από τα φύλλα και σε πολύ μικρό βαθμό από τις ρίζες και στη συνέχεια μεταφέρεται τόσο με τον ανιόντα όσο και με τον κατιόντα χυμό. Μερικές ημέρες μετά τον ψεκασμό η ανάπτυξη των καταπολεμούμενων ζιζανίων έχει ήδη σταματήσει και τα πρώτα συμπτώματα αρχίζουν να εμφανίζονται. Πλήρης νέκρωση επέρχεται σε διάστημα 4-6 εβδομάδων.

#### 1.2 Φυτοπροστατευτικό προϊόν

1.2.α Εμπορικό όνομα

**HUSSARmaxx**

1.2.β Μορφή<sup>1</sup>:

**WG (Εναιωρηματοποιήσιμοι Κόκκοι)**

#### 1.3 Δραστικές ουσίες

α) Κοινή ονομασία των δραστικών ουσιών κατά ISO

Mesosulfuron  
Iodosulfuron

β) Περιεκτικότητα της τεχνικά καθαρής δραστικής ουσίας σε καθαρή δραστική ουσία:

Mesosulfuron-methyl 93 % min  
Iodosulfuron-methyl-sodium 91 % min

**Εικόνα 2.14:** Ετικέτα Hussar Maxx WG.

### 2.4.4 Glufosinate-ammonium

Τρόπος δράσης: καταπολέμηση πλατύφυλλων και αγρωστωδών ζιζανίων. Δρα μη εκλεκτικά, δί' επαφής στα πράσινα μέρη των φυτών.



**1.2 Φυτοπροστατευτικό προϊόν**

1.2.α Εμπορικό όνομα	<b>Basta 15 SL</b>
1.2.β Μορφή:	<b>Πυκνό Διάλυμα (SL)</b>

**1.3 Δραστική/αντιφυτοτοξική/συνεργιστική ουσία (ες)**

<b>Δραστική ουσία 1</b>	
Κοινή ονομασία της/των δραστικής/ών ουσιών/ών κατά ISO	<b>glufosinate (υπό μορφή glufosinate-ammonium</b>
Περιεκτικότητα της τεχνικά καθαρής δραστικής ουσίας σε καθαρή δραστική ουσία	<b>95,00 % (β/β) min</b>
Χημική ομάδα	<b>Φωσφονικά οξέα</b>

**Εικόνα 2.15:** Ετικέτα Basta 15 SL.**2.5 Πειραματικό σχέδιο / Στατιστική ανάλυση**

Πρόκειται για ένα διπαραγοντικό πείραμα (1<sup>ος</sup> παράγοντας ο βιότυπος και 2<sup>ος</sup> οι δόσεις του glyphosate ή τα διαφορετικά ζιζανιοκτόνα) η ανάλυση του οποίου έγινε σύμφωνα το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο.

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό JMP 8 (SAS Institute Inc. USA) και το Statgraphics Centurion XVI (StatPoint Technologies, Inc). Οι συγκρίσεις των μέσων πραγματοποιήθηκαν με τη δοκιμασία της ΕΣΔ, για επίπεδο σημαντικότητας 5% και χρησιμοποιήθηκε τόσο για τις συγκρίσεις, όσο και για την ANOVA.

**2.6 Παρατηρήσεις / μετρήσεις**

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ως προς το πείραμα με την ήρα (*Lolium rigidum*) αφορούν το ύψος των φυτών, τον αριθμό φύλλων και το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών τρεις εβδομάδες (21 DAT) μετά τον ψεκασμό καθώς και το ξηρό βάρος των φυτών έπειτα από 72 ώρες σε φούρνο στους 50 °C και τα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν ως ποσοστό επί του αφέκαστου μάρτυρα κάθε βιότυπου. Στην κόνουζα (*Conyza bonariensis*) πραγματοποιήθηκε μόνο μία μέτρηση εκείνη του νωπού βάρους

του υπέργειου τμήματος των φυτών τέσσερις εβδομάδες (28 DAT) μετά τον ψεκασμό.

## Κεφάλαιο 3

### Αποτελέσματα

#### 3.1 Εύρος δόσεων glyphosate (*Lolium rigidum*)

##### 3.1.1 Γενικά

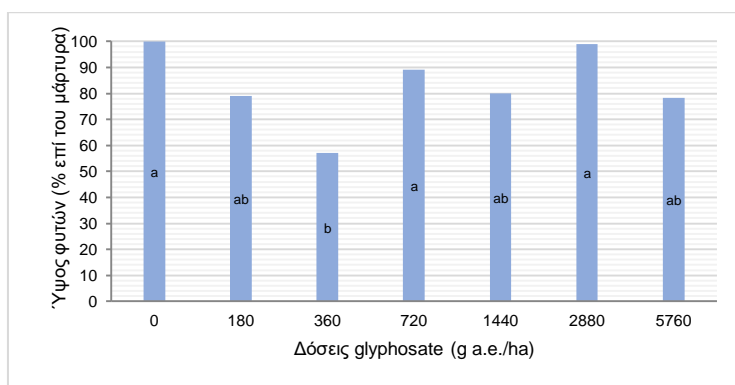
**Πίνακας 3.1:** Ανάλυση παραλλακτικότητας της επίδρασης του βιότυπου (B) και της εφαρμοζόμενης δόσης (Δ) καθώς και της αλληλεπίδρασής τους (B\*Δ), 21 ημέρες από την εφαρμογή, στο ύψος των ζιζανίων, των αριθμό φύλλων, το νωπό βάρος και ξηρό βάρος των φυτών.

Π.Π.	Β.Ε.	Ύψος φυτών	Αριθμός φύλλων	Νωπό βάρος	Ξηρό βάρος
<b>B</b>	8	***	***	***	***
<b>Δ</b>	6	***	***	***	***
<b>B*Δ</b>	48	*	***	***	***

Όπου \*, \*\*, \*\*\*: P<0,05, 0,01, 0,001 αντίστοιχα.

##### 3.1.2 Ύψος φυτών

➤ Θ1

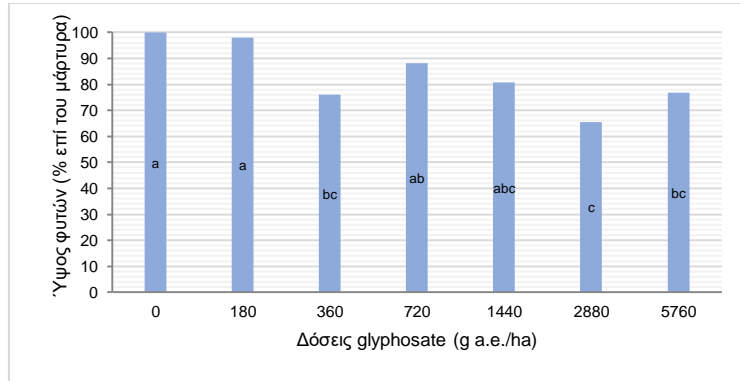


**Διάγραμμα 3.1:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ύψος των φυτών του Θ1 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Έπειτα από στατιστική ανάλυση του ύψους των φυτών του βιότυπου Θ1 ως προς το εύρος δόσεων glyphosate (Διάγραμμα 3.1) παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Πιο συγκεκριμένα,

η δόση 360 g a.e./ha διέφερε σημαντικά από το μάρτυρα και τις δόσεις 720 και 2880 g a.e./ha.

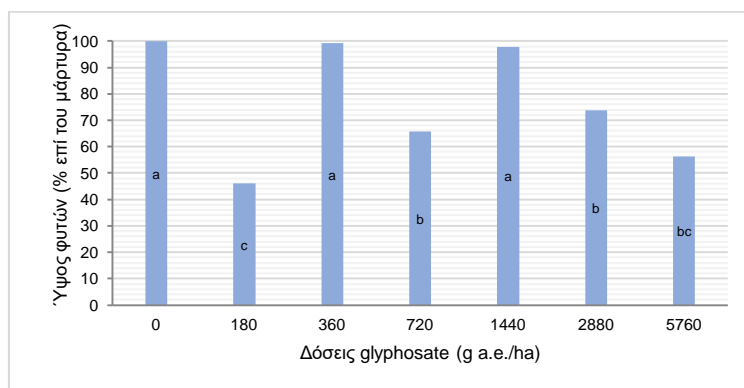
➤ Θ2



**Διάγραμμα 3.2:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ύψος των φυτών του Θ2 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Όσον αφορά το ύψος των φυτών του βιότυπου Θ2 (Διάγραμμα 3.2), το μικρότερο ύψος παρουσίασαν τα φυτά που ψεκάστηκαν με δόση ίση με 2880 g a.e./ha, τα οποία διέφεραν από το μάρτυρα αλλά και τις δόσεις 180 και 720 g a.e./ha. Εν συνεχεία, οι δόσεις 360 και 5760 g a.e./ha δεν διέφεραν μεταξύ τους ενώ διέφεραν με το μάρτυρα και τη δόση 180 g a.e./ha.

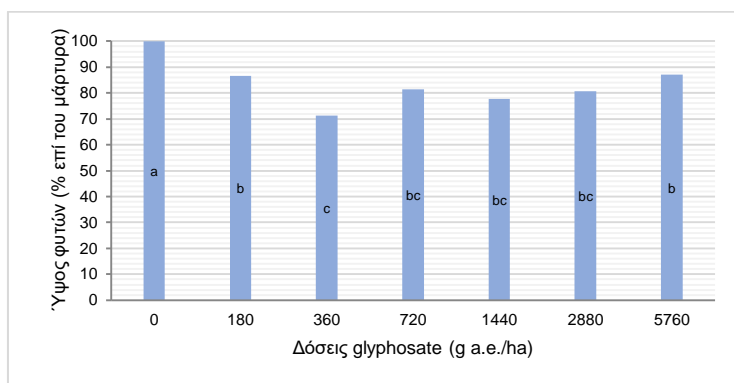
➤ Θ4



**Διάγραμμα 3.3:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ύψος των φυτών του Θ4 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Ως προς το ύψος των φυτών του Θ4 βιότυπου (Διάγραμμα 3.3), ο μάρτυρας και οι δόσεις 360 και 1440 g a.e./ha δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ τους ενώ διέφεραν σημαντικά από τις δόσεις 180, 720, 2880 και 5760 g a.e./ha. Τέλος, οι δόσεις 720 και 2880 g a.e./ha διέφεραν σημαντικά από τη δόση 180 g a.e./ha.

➤ Θ8



**Διάγραμμα 3.4:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ύψος των φυτών του Θ8 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

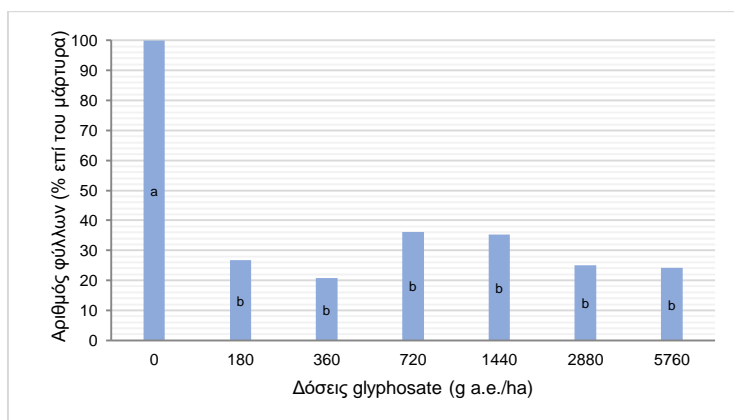
Ο βιότυπος Θ8 παρουσίασε επίσης στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος των φυτών (Διάγραμμα 3.4). Αναλυτικά, ο μάρτυρας διέφερε σημαντικά με όλες τις δόσεις έχοντας το μεγαλύτερο ύψος. Οι δόσεις 180, 720, 1440, 2880 και 5760 g a.e./ha δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους και τέλος η δόση 360 g a.e./ha διέφερε σημαντικά από τις δόσεις 180 και 5760 g a.e./ha.

➤ Θ3, Θ5, Θ6, Θ7, Θ9

Ως προς το ύψος των φυτών των βιότυπων Θ3, Θ5, Θ6, Θ7 και Θ9 οι διαφορές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές, σύμφωνα με τη μέθοδο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

### 3.1.3 Αριθμός φύλλων

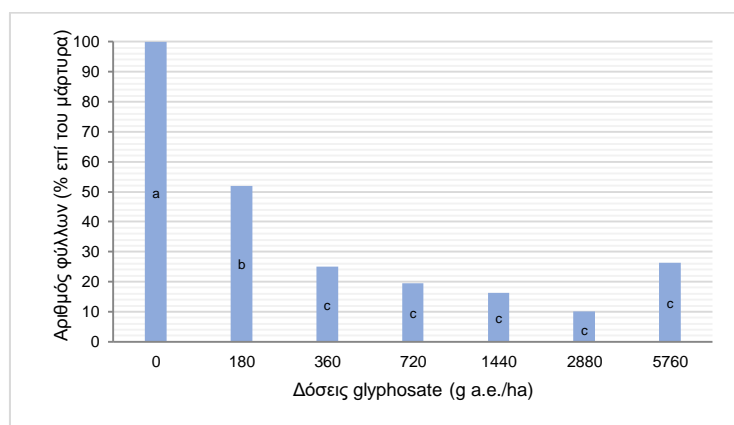
➤ Θ1



**Διάγραμμα 3.5:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ1 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ του μάρτυρα και του εύρους δόσεων σε ποσοστό 64 έως 80 % (Διάγραμμα 3.5).

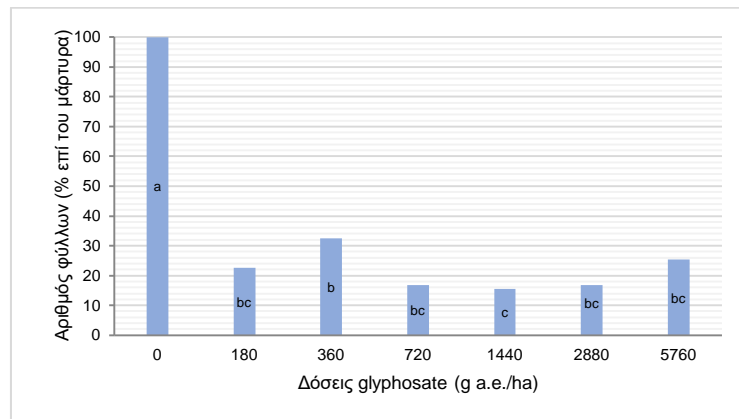
➤ Θ2



**Διάγραμμα 3.6:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ2 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Η σύγκριση των μέσων έδειξε και για το βιότυπο Θ2 σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 3.6). Το μικρότερο αριθμό φύλλων παρουσίασαν τα φυτά των δόσεων 360, 720, 1440, 2880 και 5760 g a.e./ha τα οποία διέφεραν σημαντικά σε σχέση με το μάρτυρα και τη δόση 180 g a.e./ha. Η δόση 180 g a.e./ha διέφερε επίσης σημαντικά από το μάρτυρα.

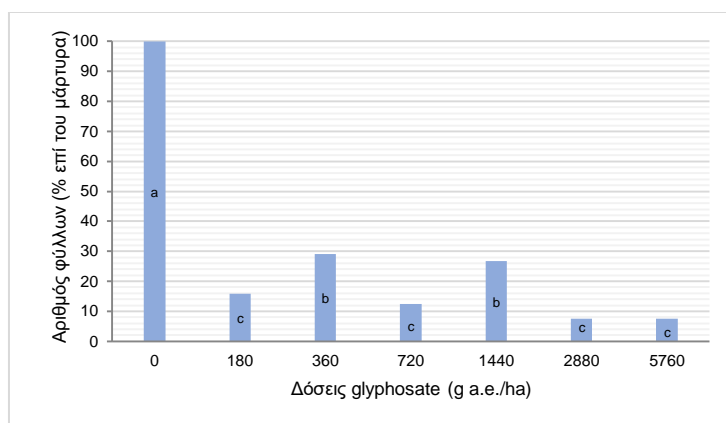
➤ Θ3



**Διάγραμμα 3.7:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ3 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Όπως προκύπτει από τη στατιστική ανάλυση του βιότυπου Θ3, ο μάρτυρας διέφερε σημαντικά από όλες τις δόσεις που εφαρμόστηκαν (Διάγραμμα 3.7). Επίσης, τα φυτά που ψεκάστηκαν με δόση 1440 g a.e./ha παρουσίασαν το μικρότερο αριθμό φύλλων και διέφεραν σημαντικά από τη δόση 360 g a.e./ha.

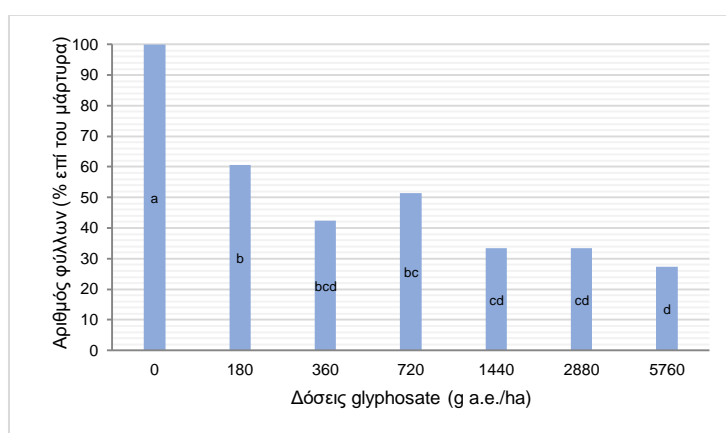
## ➤ Θ4



**Διάγραμμα 3.8:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ4 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Ως προς το ύψος των φυτών του Θ4 βιότυπου, ο μάρτυρας διέφερε σημαντικά από τις δόσεις που εφαρμόστηκαν και παρουσίασε το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων ενώ, το μικρότερο αριθμό φύλλων παρουσίασαν οι δόσεις 180, 720, 2880 και 5760 g a.e./ha οι οποίες διέφεραν σημαντικά και από τις δόσεις 360 και 1440 g a.e./ha (Διάγραμμα 3.8).

## ➤ Θ5

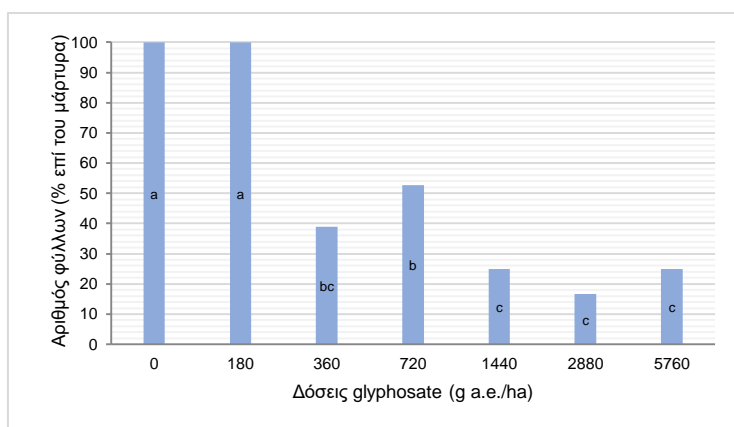


**Διάγραμμα 3.9:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ5 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .



Έπειτα από στατιστική ανάλυση, σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των δόσεων και του μάρτυρα (Διάγραμμα 3.9). Συγκεκριμένα, στο μάρτυρα παρατηρήθηκε ο μεγαλύτερος αριθμός φύλλων και διέφερε από όλες τις επεμβάσεις. Επίσης, η δόση 180 g a.e./ha διέφερε σημαντικά από τις δόσεις 1440, 2880 και 5760 g a.e./ha. Τέλος, η δόση 720 g a.e./ha διέφερε σημαντικά από τη δόση 5760 g a.e./ha.

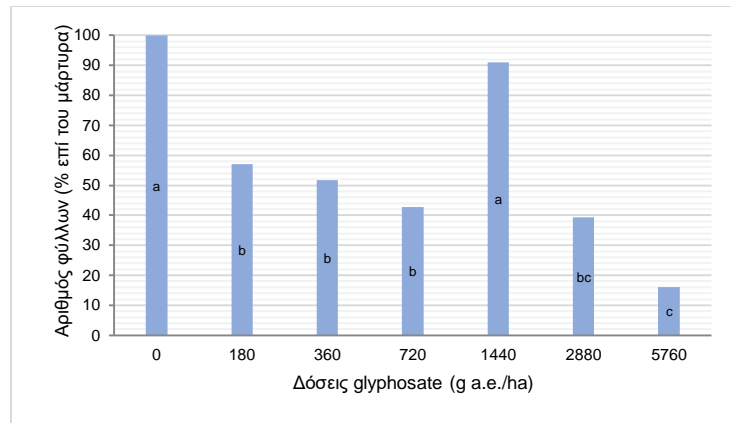
➤ Θ6



**Διάγραμμα 3.10:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ6 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων, παρατηρήθηκε ότι ο μάρτυρας παρουσίασε σημαντική διαφορά από τις δόσεις 360, 720, 1440, 2880 και 5760 g a.e./ha. Τέλος, η δόση 720 g a.e./ha διέφερε σημαντικά από τις δόσεις 1440, 2880 και 5760 g a.e./ha (Διάγραμμα 3.10).

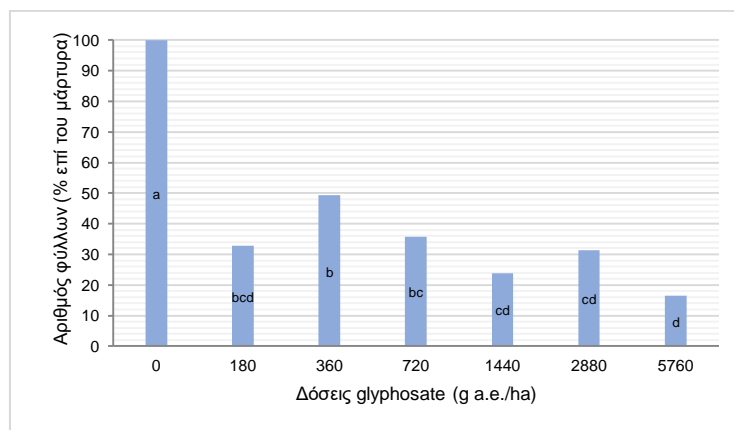
## ➤ Θ7



**Διάγραμμα 3.11:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ7 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Όσον αφορά τον αριθμό φύλλων του βιότυπου Θ7 στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Διάγραμμα 3.11). Μεγαλύτερος αριθμός φύλλων παρατηρήθηκε στο μάρτυρα και στα φυτά της δόσης 1440 g a.e./ha και διέφεραν σημαντικά σε σχέση με τις υπόλοιπες δόσεις. Ακόμη, οι δόσεις 180, 360 και 720 g a.e./ha παρουσίασαν διαφορές με τη δόση 5760 g a.e./ha.

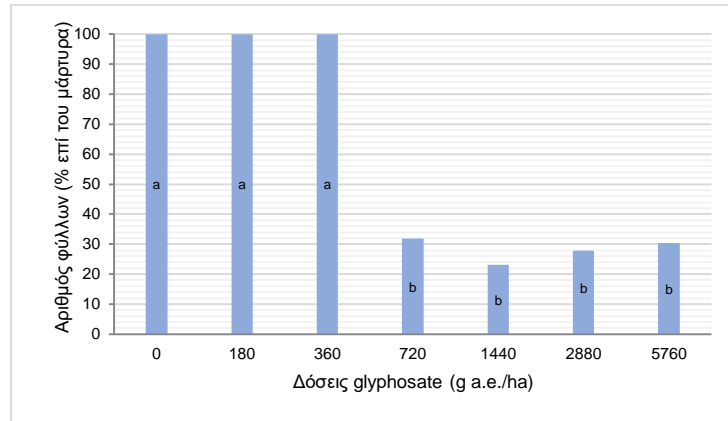
## ➤ Θ8



**Διάγραμμα 3.12:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ8 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Σύμφωνα με τις συγκρίσεις μέσων, ο μάρτυρας διέφερε σημαντικά από όλες τις δόσεις και παρουσίασε το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων (Διάγραμμα 3.12). Τα φυτά που ψεκάσθηκαν με δόση 360 g a.e./ha διέφεραν σημαντικά από τις δόσεις 1440, 2880 και 5760 g a.e./ha. Επίσης, η δόση 720 g a.e./ha διέφερε σημαντικά από τη δόση 5760 g a.e./ha.

➤ Θ9

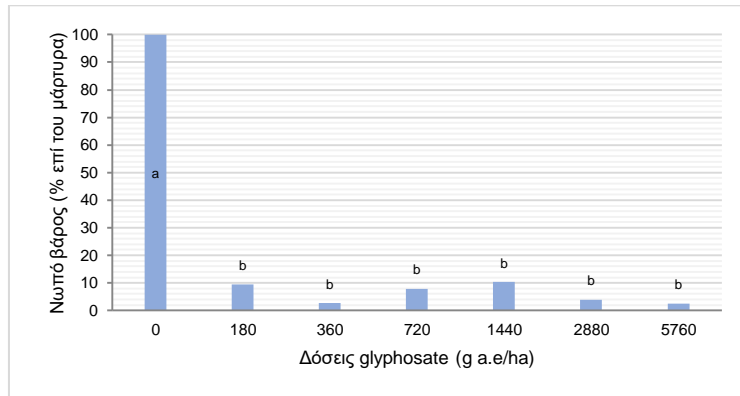


**Διάγραμμα 3.13:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ9 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Όπως προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των δόσεων 180 και 360 g a.e./ha ενώ διέφεραν σημαντικά από τις δόσεις 720, 1440, 2880 και 5760 g a.e./ha (Διάγραμμα 3.13).

### 3.1.4 Νωπό βάρος

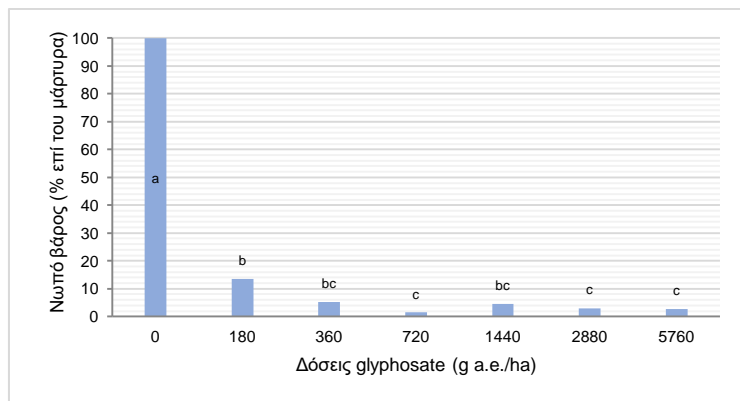
#### ➤ Θ1



**Διάγραμμα 3.14:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο νωπό βάρος των φυτών του Θ1 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας, στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρούνται μόνο μεταξύ του μάρτυρα και του εύρους δόσεων glyphosate σε ποσοστό 90 έως 97 % (Διάγραμμα 3.14).

#### ➤ Θ2

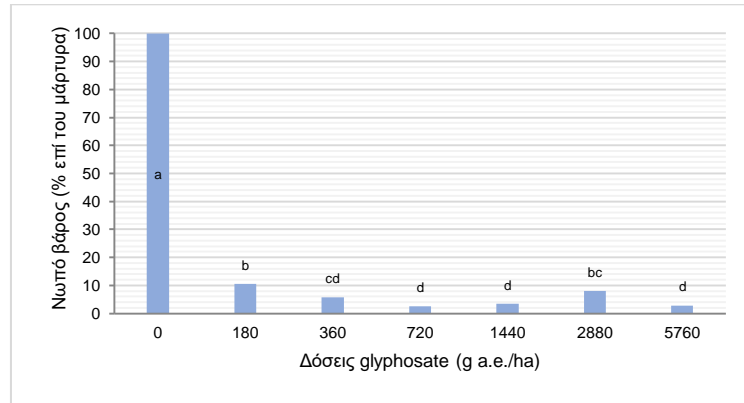


**Διάγραμμα 3.15:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο νωπό βάρος των φυτών του Θ2 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν και στο νωπό βάρος του Θ2 βιότυπου. Πιο συγκεκριμένα, ο μάρτυρας παρουσίασε σημαντική διαφορά με

όλες τις δόσεις. Τέλος, μικρότερο νωπό βάρος σε σχέση με το μάρτυρα παρατηρήθηκε στις δόσεις 720, 2880 και 5760 g a.e./ha, οι οποίες διέφεραν από τη δόση 180 g a.e./ha (Διάγραμμα 3.15).

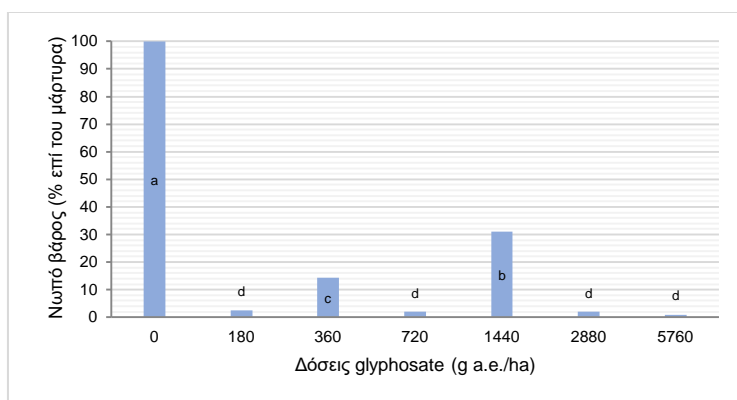
➤ Θ3



**Διάγραμμα 3.16:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο νωπό βάρος των φυτών του Θ3 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Όπως προκύπτει από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων, μεγαλύτερο βάρος είχε ο μάρτυρας ο οποίος διέφερε σημαντικά σε σχέση με τις δόσεις. Αναλυτικά, η δόση 180 g a.e./ha παρουσίασε σημαντική διαφορά από τις δόσεις 360, 720, 1440 και 5760 g a.e./ha. Τέλος, η δόση 2880 g a.e./ha διέφερε από τις δόσεις 720, 1440 και 5760 g a.e./ha (Διάγραμμα 3.16).

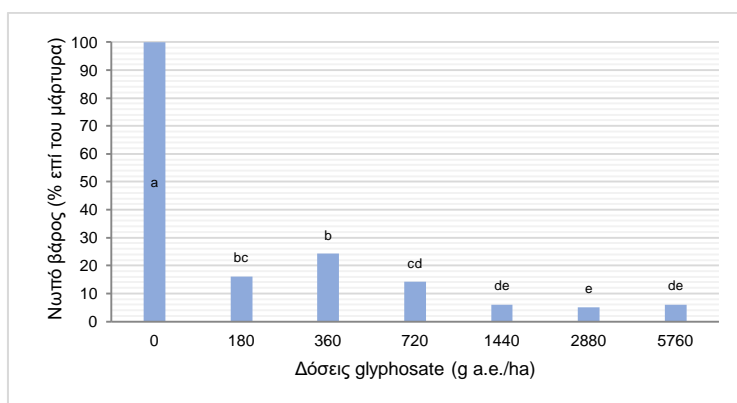
## ➤ Θ4



**Διάγραμμα 3.17:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο νωπό βάρος των φυτών του Θ4 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Ως προς το νωπό βάρος των φυτών του Θ4 βιότυπου, ο μάρτυρας παρουσίασε σημαντική διαφορά με όλες τις δόσεις που εφαρμόστηκαν. Επίσης, η δόση 1440 g a.e./ha διέφερε σημαντικά από τις δόσεις 180, 360, 720, 2880 και 5760 g a.e./ha. Τέλος, η δόση 360 g a.e./ha διέφερε σημαντικά από τις δόσεις 180, 720, 1440, 2880 και 5760 g a.e./ha (Διάγραμμα 3.17).

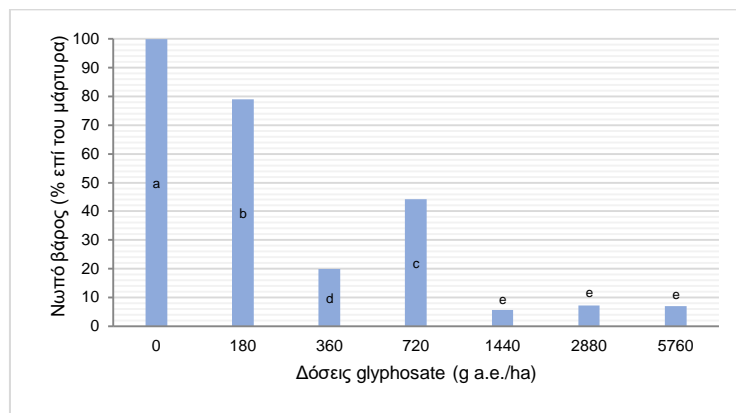
## ➤ Θ5



**Διάγραμμα 3.18:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο νωπό βάρος των φυτών του Θ5 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Μετά από στατιστική ανάλυση των δεδομένων σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν και στο νωπό βάρος του Θ5 βιότυπου. Συγκεκριμένα, τα φυτά ο μάρτυρας παρουσίασε το μεγαλύτερο νωπό βάρος και διέφερε σημαντικά σε σχέση με όλες τις δόσεις. Η δόση 360 g a.e./ha διέφερε επίσης σημαντικά από τις δόσεις 720, 1440, 2880 και 5760 g a.e./ha. Ακόμη, η δόση 180 g a.e./ha παρουσίασε σημαντική διαφορά από τις δόσεις 1440, 2880 και 5760 g a.e./ha. Τέλος, η δόση 720 g a.e./ha διέφερε σημαντικά από τη δόση 2880 g a.e./ha (Διάγραμμα 3.18).

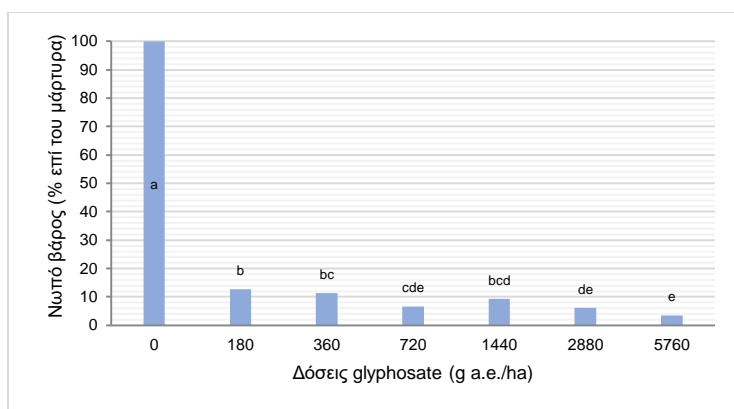
➤ Θ6



**Διάγραμμα 3.19:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο νωπό βάρος των φυτών του Θ6 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Όπως προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση, ο μάρτυρας ήταν εκείνος με το υψηλότερο νωπό βάρος και διέφερε σημαντικά από όλες τις δόσεις. Ωστόσο, και οι δόσεις μεταξύ τους παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η δόση 180 g a.e./ha παρουσίασε σημαντική διαφορά με όλες τις δόσεις. Το ίδιο συνέβη και με τη δόση 360 g a.e./ha όπως και τη δόση 720 g a.e./ha (Διάγραμμα 3.19).

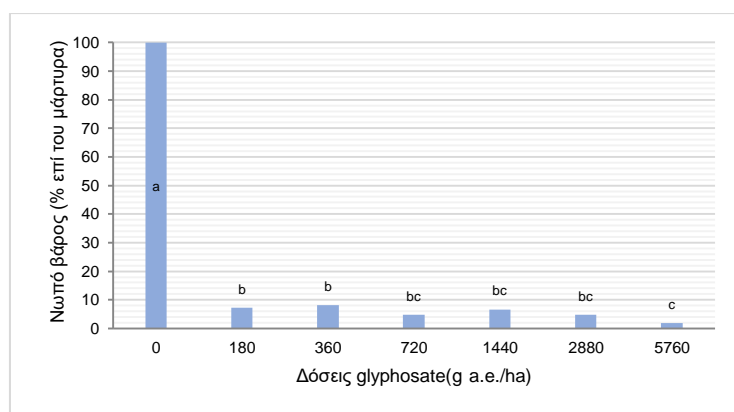
## ➤ Θ7



**Διάγραμμα 3.20:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο νωπό βάρος των φυτών του Θ7 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Όσον αφορά το νωπό βάρος του Θ7 βιότυπου, διαφορές παρατηρήθηκαν ανάμεσα στο μάρτυρα και όλες τις δόσεις που εφαρμόστηκαν (Διάγραμμα 3.20). Πιο αναλυτικά, η δόση 180 g a.e./ha διέφερε σημαντικά με τις δόσεις 720, 2880 και 5760 g a.e./ha. Η δόση 360 g a.e./ha παρουσίασε σημαντική διαφορά με τις δόσεις 2880 και 5760 g a.e./ha. Ακόμη, η δόση 1440 g a.e./ha διέφερε από τη δόση 5760 g a.e./ha.

## ➤ Θ8



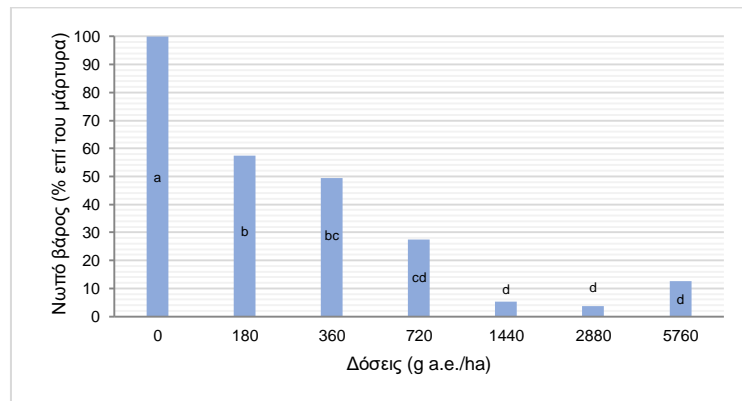
**Διάγραμμα 3.21:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο νωπό βάρος των φυτών του Θ8 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα



υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Έπειτα από στατιστική ανάλυση του Θ8 βιότυπου προέκυψε διαφορά μεταξύ του μάρτυρα και του εύρους δόσεων. Ακόμη, η δόση 5760 g a.e./ha διέφερε σημαντικά από τις δόσεις 180 και 360 g a.e./ha (Διάγραμμα 3.21).

➤ Θ9

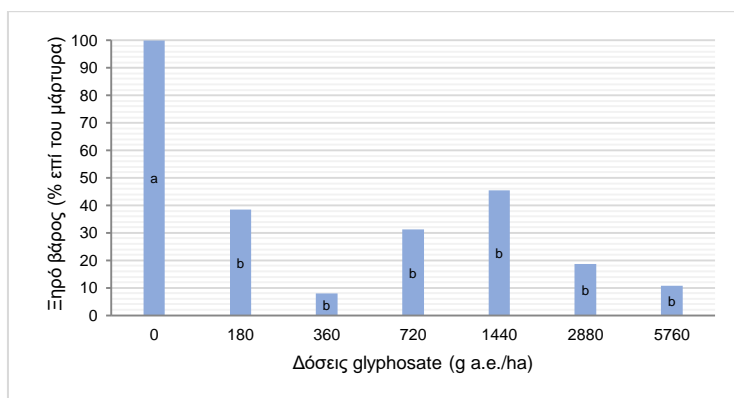


**Διάγραμμα 3.22:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο νωπό βάρος των φυτών του Θ9 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Η στατιστική ανάλυση έδειξε σημαντική διαφορά του μάρτυρα σε σχέση με το εύρος δόσεων glyphosate. Η δόση 180 g a.e./ha διέφερε σημαντικά από τις δόσεις 720, 1440, 2880 και 5760 g a.e./ha. Επίσης, η δόση 360 g a.e./ha παρουσίασε σημαντική διαφορά σε σχέση με τις δόσεις 1440, 2880 και 5760 g a.e./ha (Διάγραμμα 3.22).

### 3.1.5 Ξηρό βάρος

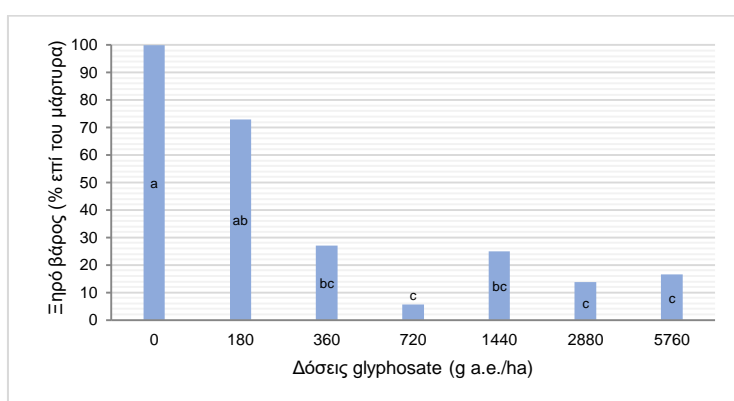
#### ➤ Θ1



**Διάγραμμα 3.23:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ1 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας, στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρούνται μόνο μεταξύ του μάρτυρα και του εύρους δόσεων glyphosate σε ποσοστό 55 έως 92 % (Διάγραμμα 3.23).

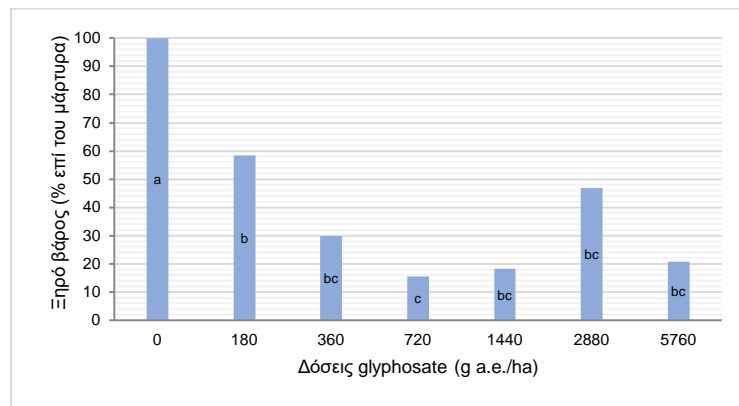
#### ➤ Θ2



**Διάγραμμα 3.24:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ2 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Όπως προκύπτει από τη στατιστική ανάλυση, σημαντική διαφορά φαίνεται μεταξύ του μάρτυρα και των δόσεων 360, 720, 1440, 2880 και 5760 g a.e./ha. Ακόμη, στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσιάζει η δόση 180 g a.e./ha με τις δόσεις 720, 2880 και 5760 g a.e./ha (Διάγραμμα 3.24).

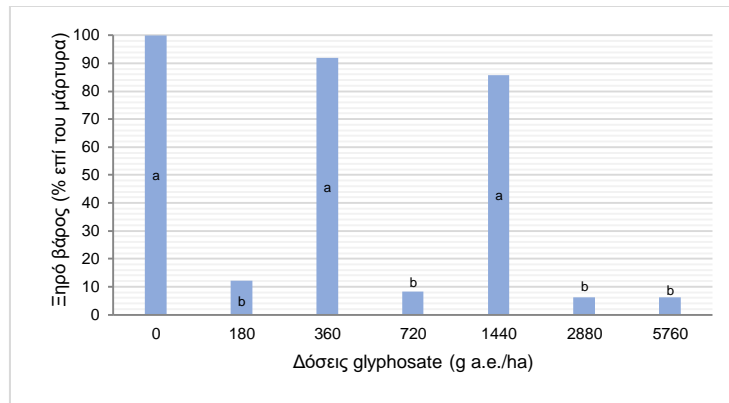
➤ Θ3



**Διάγραμμα 3.25:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ3 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Μετά από στατιστική ανάλυση των δεδομένων, σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν και στο ξηρό βάρος του Θ3 βιότυπου (Διάγραμμα 3.25). Αναλυτικά, ο μάρτυρας διέφερε σημαντικά από το εύρος δόσεων glyphosate. Επίσης, η δόση 180 g a.e./ha παρουσίασε στατιστικώς σημαντική διαφορά με τη δόση 720 g a.e./ha.

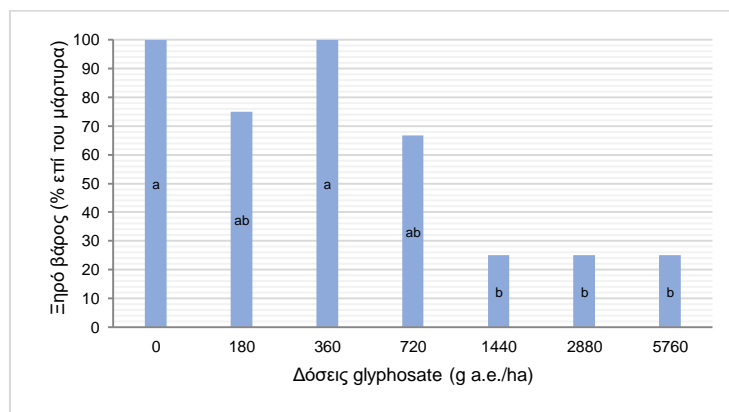
## ➤ Θ4



**Διάγραμμα 3.26:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ4 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Όσον αφορά το ξηρό βάρος του Θ4 βιότυπου, ο μάρτυρας και οι δόσεις 360 και 1440 g a.e./ha παρουσίασαν το μεγαλύτερο ξηρό βάρος και διέφεραν σημαντικά από τις δόσεις 180, 720, 2880 και 5760 g a.e./ha (Διάγραμμα 3.26).

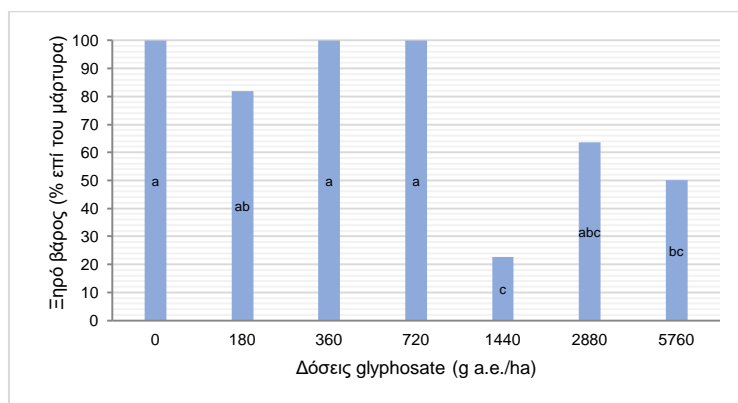
## ➤ Θ5



**Διάγραμμα 3.27:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ5 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Σύμφωνα με τις συγκρίσεις μέσων, ο μάρτυρας και η δόση 360 g a.e./ha παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά από τις δόσεις 1440, 2880 και 5760 g a.e./ha (Διάγραμμα 3.27).

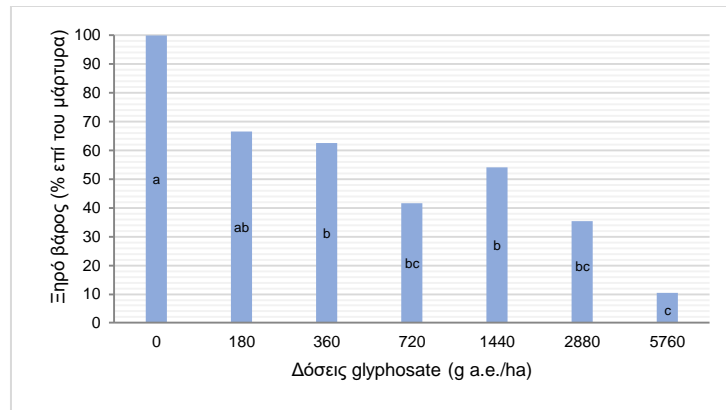
➤ Θ6



**Διάγραμμα 3.28:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ6 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Έπειτα από στατιστική ανάλυση του βιότυπου Θ6, παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα και των δόσεων 360 και 720 g a.e./ha σε σχέση με τις δόσεις 1440 και 5760 g a.e./ha (Διάγραμμα 3.28).

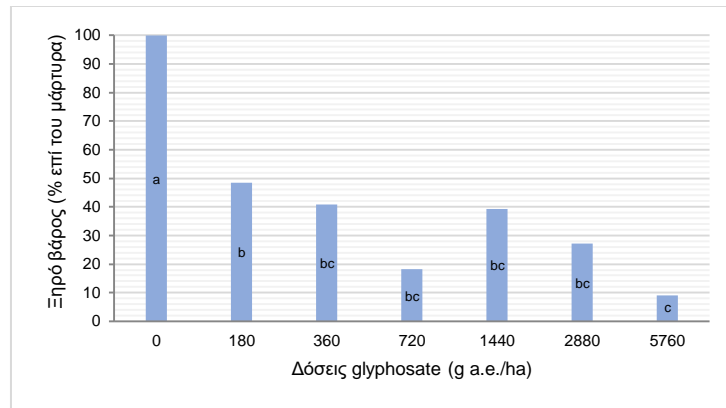
➤ Θ7



**Διάγραμμα 3.29:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ7 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν και ξηρό βάρος του Θ7 βιότυπου (Διάγραμμα 3.29). Συγκεκριμένα, ο μάρτυρας παρουσίασε σημαντική διαφορά από τις δόσεις 360, 720, 1440, 2880 και 5760 g a.e./ha. Επίσης, η δόση 180 g a.e./ha διέφερε στατιστικώς σημαντικά από τη δόση 5760 g a.e./ha. Τέλος, οι δόσεις 360 και 1440 g a.e./ha διέφεραν σημαντικά από τη δόση 5760 g a.e./ha.

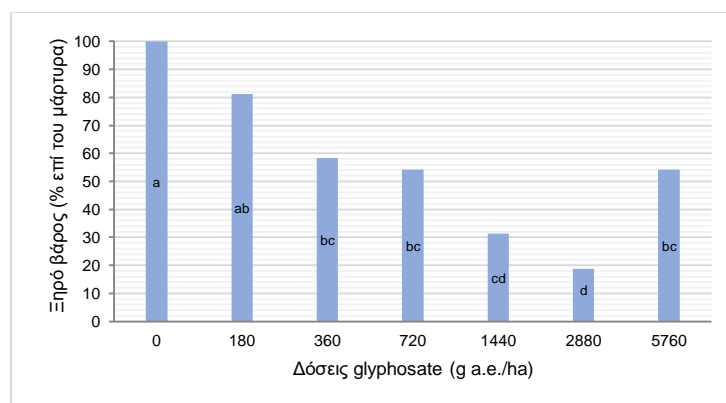
## ➤ Θ8



**Διάγραμμα 3.30:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ8 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Μετά από στατιστική ανάλυση των δεδομένων, σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν και στο βιότυπο Θ5 (Διάγραμμα 3.30). Ο μάρτυρας παρουσίασε στατιστικώς σημαντική διαφορά από όλες τις δόσεις που εφαρμόστηκαν. Επίσης, η δόση 180 g a.e./ha διέφερε σημαντικά από τη δόση 5760 g a.e./ha.

## ➤ Θ9



**Διάγραμμα 3.31:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ9 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Όπως προκύπτει από τη στατιστική ανάλυση, σημαντική διαφορά παρουσιάζει ο μάρτυρας με τις δόσεις 360, 720, 1440, 2880 και 5760 g a.e./ha. Επίσης, η δόση 180 g a.e./ha διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από τις δόσεις 1440 και 2880 g a.e./ha. Τέλος, οι δόσεις 360,720 και 5760 g a.e./ha διαφέρουν σημαντικά από τη δόση 2880 g a.e./ha (Διάγραμμα 3.31).

### 3.2 Εύρος ζιζανιοκτόνων (*Lolium rigidum*)

#### 3.2.1 Γενικά

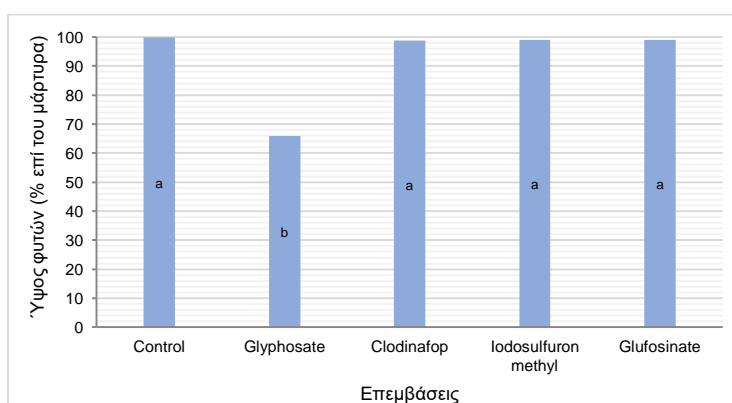
**Πίνακας 3.2:** Ανάλυση παραλλακτικότητας της επίδρασης του βιότυπου (B) και του εφαρμοζόμενου ζιζανιοκτόνου (Z) καθώς και της αλληλεπίδρασής τους (B\*Z), 21 ημέρες από την εφαρμογή, στο ύψος των ζιζανίων, των αριθμό φύλλων, το νωπό βάρος και ξηρό βάρος των φυτών.

Π.Π.	Β.Ε.	Ύψος φυτών	Αριθμός φύλλων	Νωπό βάρος	Ξηρό βάρος
<b>B</b>	8	***	***	***	***
<b>Z</b>	4	***	***	***	***
<b>B*Z</b>	32	ns	***	***	***

Όπου ns: μη στατιστικώς σημαντικό, \*, \*\*, \*\*\*: P<0,05, 0,01, 0,001 αντίστοιχα.

#### 3.2.2 Ύψος φυτών

➤ Θ4



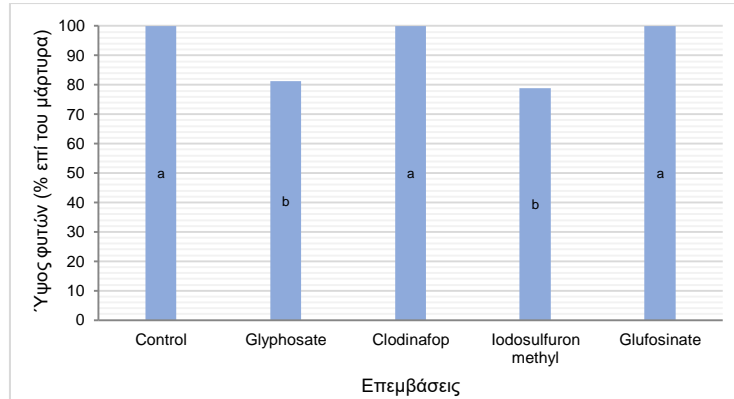
**Διάγραμμα 3.32:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο ύψος των φυτών του Θ1 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Σύμφωνα με τις συγκρίσεις των μέσων, μεγαλύτερο ύψος φυτών παρατηρήθηκε στο μάρτυρα και στα ζιζανιοκτόνα clodinafop, iodosulfuron



methyl και glufosinate τα οποία παρουσίασαν στατιστικώς σημαντική διαφορά από το glyphosate (Διάγραμμα 3.32).

➤ Θ8



**Διάγραμμα 3.33:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο ύψος των φυτών του Θ8 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

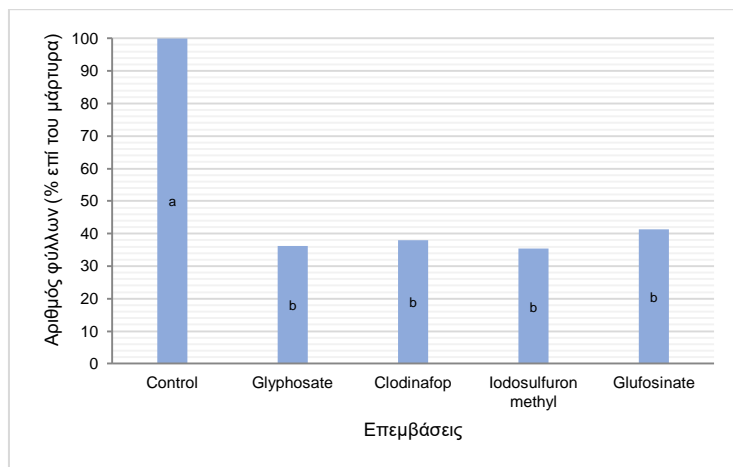
Όπως προκύπτει από την ανάλυση παραλλακτικότητας, στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν μεταξύ του μάρτυρα και των clodinafop και glufosinate σε σχέση με τα ζιζανιοκτόνα glyphosate και iodosulfuron methyl (Διάγραμμα 3.33).

➤ Θ1, Θ2, Θ3, Θ5, Θ6, Θ7, Θ9

Μετά από στατιστική ανάλυση παρατηρήθηκε πως δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$  ως προς το ύψος των φυτών των βιότυπων Θ1, Θ2, Θ3, Θ5, Θ6, Θ7 και Θ9.

### 3.2.3 Αριθμός φύλλων

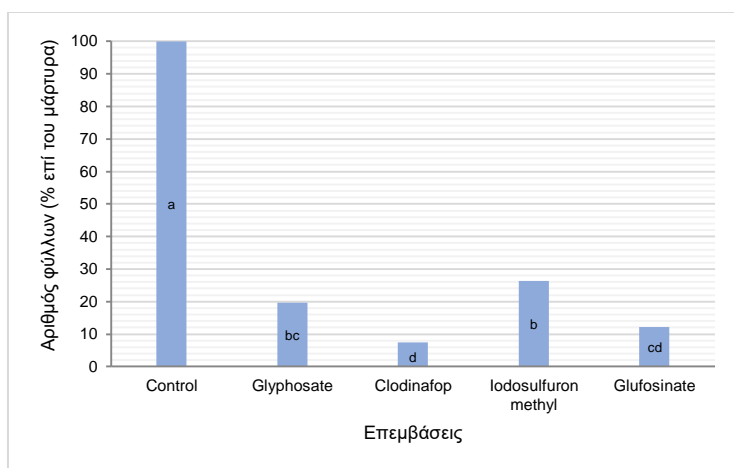
➤ Θ1



**Διάγραμμα 3.34:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ1 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ του μάρτυρα και του εύρους ζιζανιοκτόνων σε ποσοστό 59 έως 65 % (Διάγραμμα 3.34).

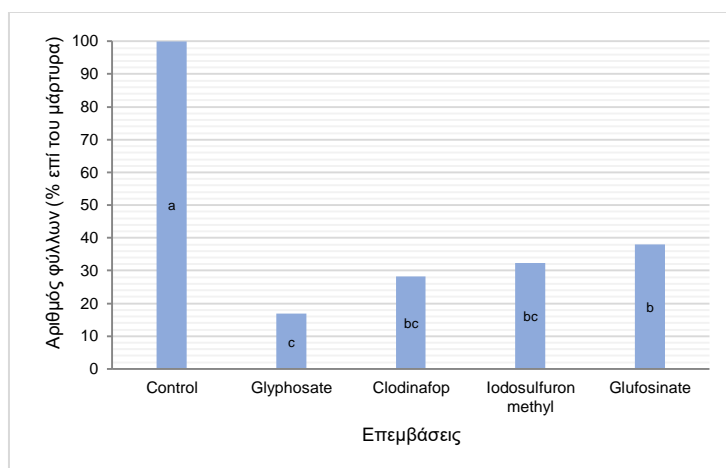
## ➤ Θ2



**Διάγραμμα 3.35:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ2 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Έπειτα από στατιστική ανάλυση του Θ2 βιότυπου, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά του μάρτυρα σε σχέση με όλα τα ζιζανιοκτόνα. Επίσης, το ζιζανιοκτόνο iodosulfuron methyl διέφερε σημαντικά από το clodinafop και το glufosinate. Τέλος, το glyphosate παρουσίασε σημαντική διαφορά από το clodinafop (Διάγραμμα 3.35).

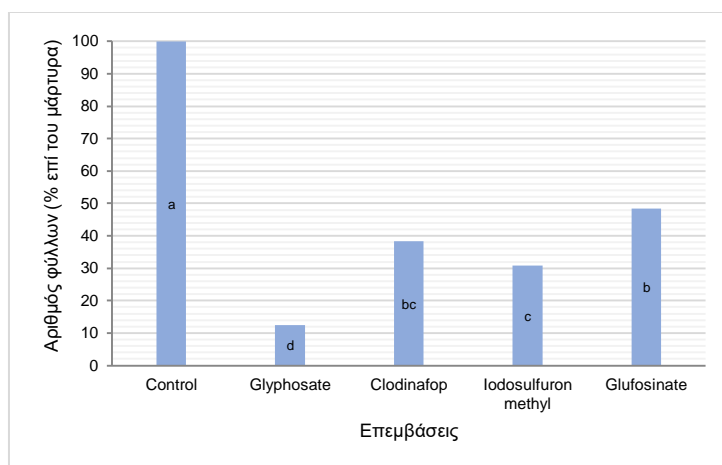
## ➤ Θ3



**Διάγραμμα 3.36:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ3 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Όσον αφορά το αριθμό φύλλων του βιότυπου Θ3, ο μάρτυρας είχε το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων και διέφερε σημαντικά από τα ζιζανιοκτόνα. Επίσης, το ζιζανιοκτόνο glufosinate παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά από το ζιζανιοκτόνο glyphosate (Διάγραμμα 3.36).

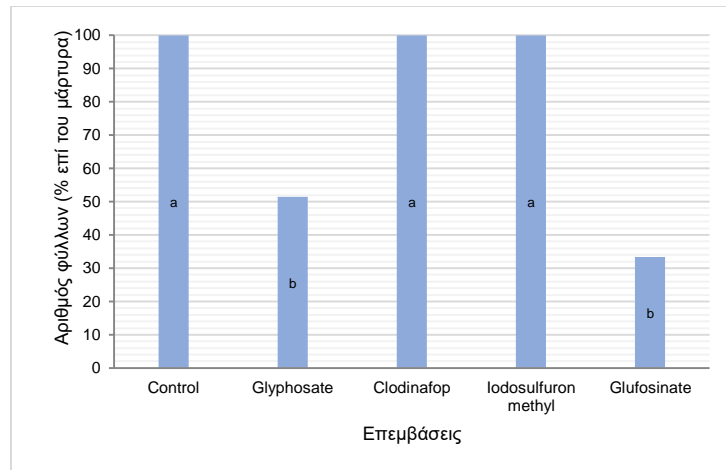
## ➤ Θ4



**Διάγραμμα 3.37:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ4 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Όπως προκύπτει από τη στατιστική ανάλυση, σημαντική διαφορά φαίνεται μεταξύ του μάρτυρα και του εύρους ζιζανιοκτόνων (Διάγραμμα 3.37). Ακόμα, το glufosinate διέφερε σημαντικά από το glyphosate και το iodosulfuron methyl. Επίσης, το clodinafop παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά με το glyphosate. Τέλος, το iodosulfuron methyl διέφερε στατιστικά σημαντικά και εκείνο με το glyphosate.

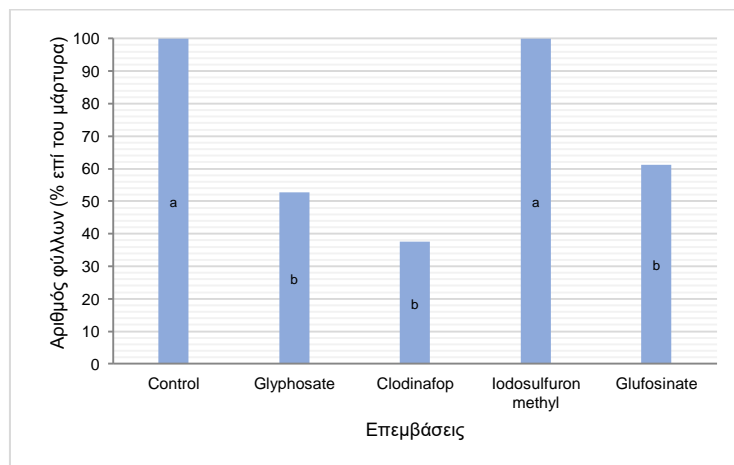
## ➤ Θ5



**Διάγραμμα 3.38:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ5 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας, ο μάρτυρας, το clodinafop και το iodosulfuron methyl παρουσιάζουν τον ίδιο αριθμό φύλλων και διαφέρουν σημαντικά από το glyphosate και το glufosinate (Διάγραμμα 3.38).

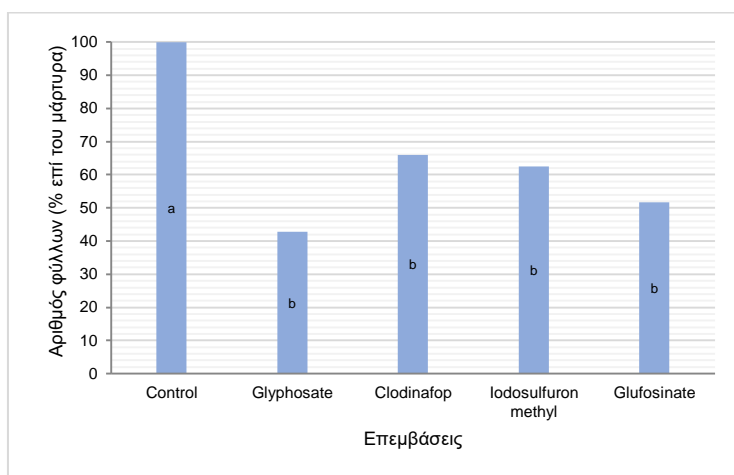
## ➤ Θ6



**Διάγραμμα 3.39:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ6 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Μετά από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά του μάρτυρα και του ζιζανιοκτόνου iodosulfuron methyl σε σχέση με τα ζιζανιοκτόνα glyphosate, clodinafop και glufosinate (Διάγραμμα 3.39).

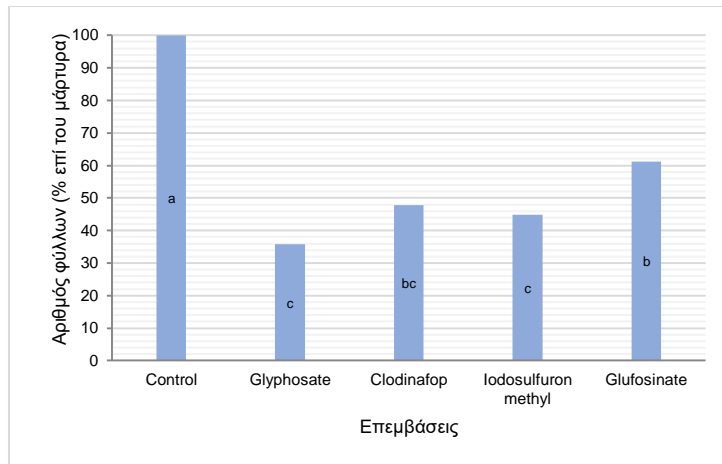
➤ Θ7



**Διάγραμμα 3.40:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ7 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Σύμφωνα με τις συγκρίσεις μέσων, στατιστικά σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε μόνο μεταξύ του μάρτυρα σε σχέση με τα ζιζανιοκτόνα σε ποσοστό 34 έως 58 % (Διάγραμμα 3.40).

## ➤ Θ8

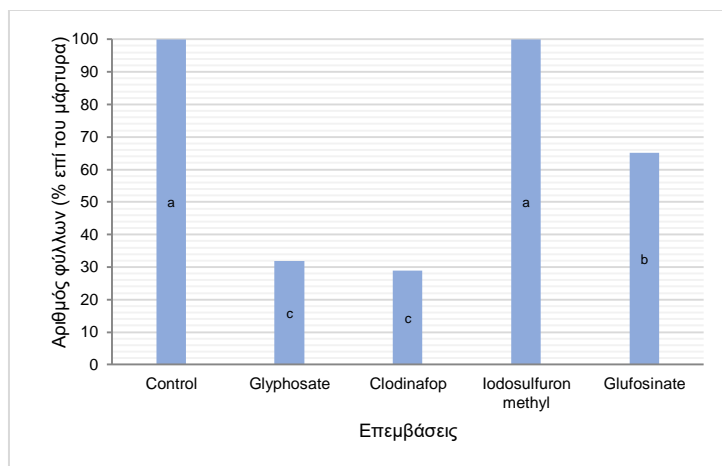


**Διάγραμμα 3.41:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ8 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Ως προς τον αριθμό φύλλων του Θ8 βιότυπου, ο μάρτυρας παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά με όλα τα ζιζανιοκτόνα. Επίσης, το glufosinate διέφερε στατιστικά σημαντικά από το glyphosate και το iodosulfuron methyl (Διάγραμμα 3.41).



➤ Θ9

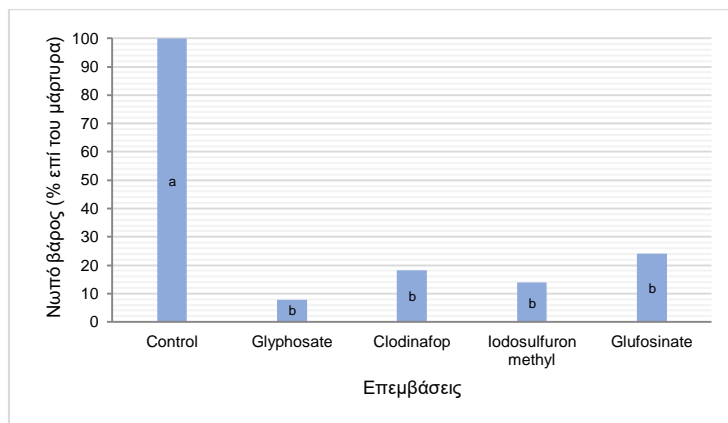


**Διάγραμμα 3.42:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στον αριθμό φύλλων των φυτών του Θ9 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Με βάση τις συγκρίσεις μέσω των μάρτυρα και το Iodosulfuron methyl παρουσίασαν το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων και διέφεραν στατιστικά σημαντικά από το glyphosate, το clodinafop και το glufosinate. Τέλος, το glufosinate διέφερε σημαντικά από το glyphosate και το clodinafop (Διάγραμμα 3.42).

### 3.2.4 Νωπό βάρος

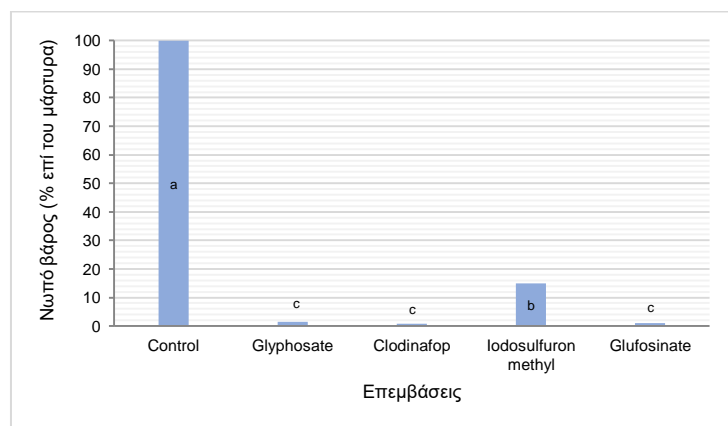
#### ➤ Θ1



**Διάγραμμα 3.43:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του Θ1 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ του μάρτυρα και του εύρους ζιζανιοκτόνων σε ποσοστό 76 έως 92 % (Διάγραμμα 3.43).

#### ➤ Θ2

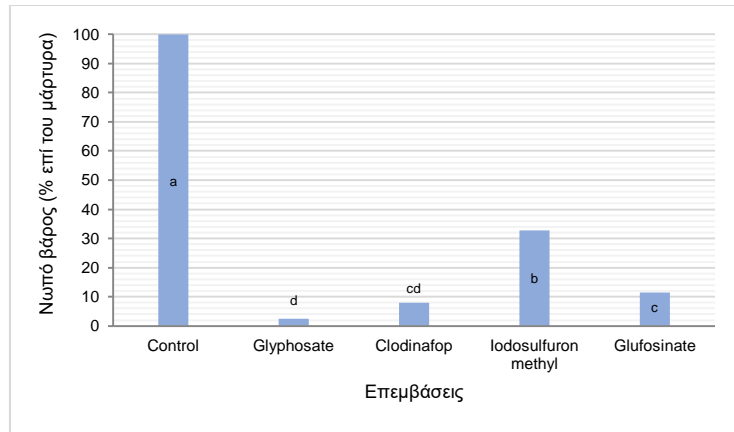


**Διάγραμμα 3.44:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του Θ2 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Έπειτα από τη στατιστική ανάλυση του Θ2 βιότυπου, σημαντική διαφορά παρουσιάζει ο μάρτυρας με όλα τα ζιζανιοκτόνα. Επίσης, το iodosulfuron

methyl φαίνεται να διαφέρει σημαντικά με τα ζιζανιοκτόνα glyphosate, clodinafop και glufosinate (Διάγραμμα 3.44).

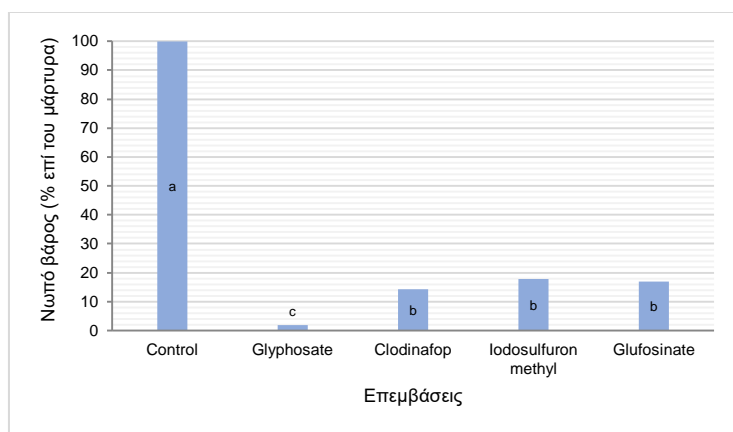
➤ Θ3



**Διάγραμμα 3.45:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του Θ3 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Όπως προκύπτει από την ανάλυση παραλλακτικότητας, στατιστικά σημαντική διαφορά φάνηκε ανάμεσα στο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα. Ακόμη, το iodosulfuron methyl διέφερε σημαντικά από το glyphosate, το clodinafop και το glufosinate. Τέλος, το glufosinate διέφερε σημαντικά από το glyphosate (Διάγραμμα 3.45).

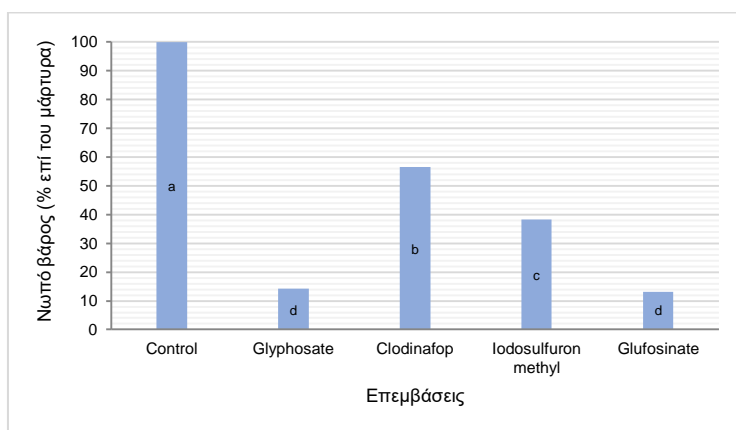
## ➤ Θ4



**Διάγραμμα 3.46:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του Θ4 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Ως προς το νωπό βάρος του Θ4 βιότυπου, ο μάρτυρας φάνηκε να παρουσιάζει σημαντική διαφορά σε σχέση με τα ζιζανιοκτόνα. Επίσης, τα ζιζανιοκτόνα clodinafop, iodosulfuron methyl και glufosinate παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά με το glyphosate (Διάγραμμα 3.46).

## ➤ Θ5

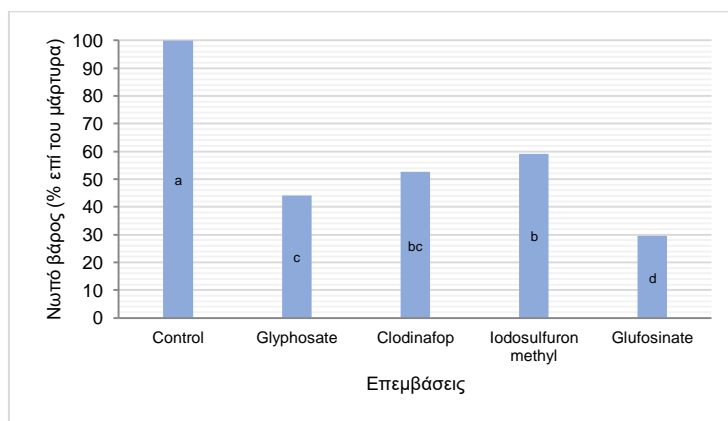


**Διάγραμμα 3.47:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του Θ5 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας, σημαντική διαφορά παρουσίασε ο μάρτυρας με τα ζιζανιοκτόνα. Επίσης, το clodinafop διέφερε

σημαντικά με τα ζιζανιοκτόνα glyphosate, iodosulfuron methyl και glufosinate. Τέλος, το iodosulfuron methyl διέφερε στατιστικά σημαντικά από το glyphosate και το glufosinate (Διάγραμμα 3.47).

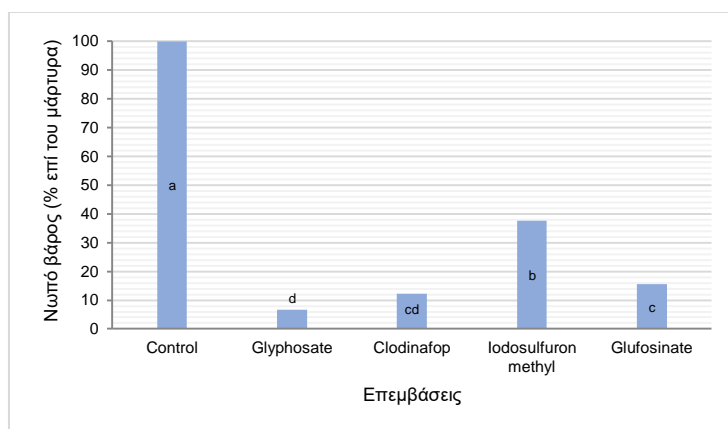
➤ Θ6



**Διάγραμμα 3.48:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του Θ6 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων, παρατηρήθηκε ότι ο μάρτυρας διέφερε σημαντικά με όλα τα ζιζανιοκτόνα (Διάγραμμα 3.48). Ακόμη, το iodosulfuron methyl παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά με το glyphosate και το glufosinate. Τέλος, το clodinafop καθώς και το glyphosate διέφεραν επίσης σημαντικά από το glufosinate.

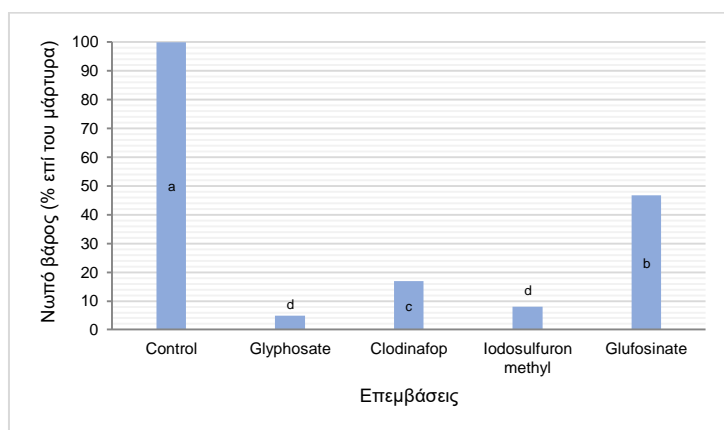
## ➤ Θ7



**Διάγραμμα 3.49:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του Θ7 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Όσον αφορά το νωπό βάρος του Θ7 βιότυπου, ο μάρτυρας παρουσίασε σημαντική διαφορά σε σχέση με όλα τα ζιζανιοκτόνα. Επίσης, το iodosulfuron methyl διέφερε σημαντικά από το glyphosate, το clodinafop και το glufosinate. Τέλος, στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσίασε και το glufosinate με το glyphosate (Διάγραμμα 3.49).

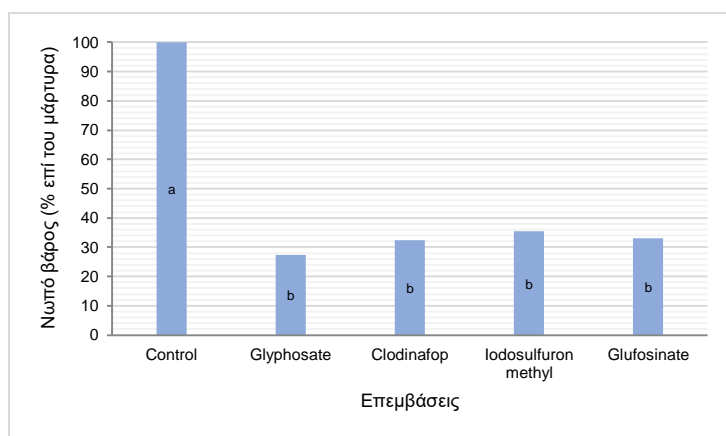
## ➤ Θ8



**Διάγραμμα 3.50:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του Θ8 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Όπως προκύπτει από τη στατιστική ανάλυση του βιότυπου Θ8, ο μάρτυρας διέφερε στατιστικά σημαντικά σε σχέση με όλα τα ζιζανιοκτόνα. Ακόμα, το glufosinate διέφερε σημαντικά από το glyphosate, το clodinafor και το iodosulfuron methyl. Τέλος, σημαντική διαφορά παρουσίασε και το clodinafor σε σχέση με τα ζιζανιοκτόνα glyphosate και iodosulfuron methyl (Διάγραμμα 3.50).

➤ Θ9

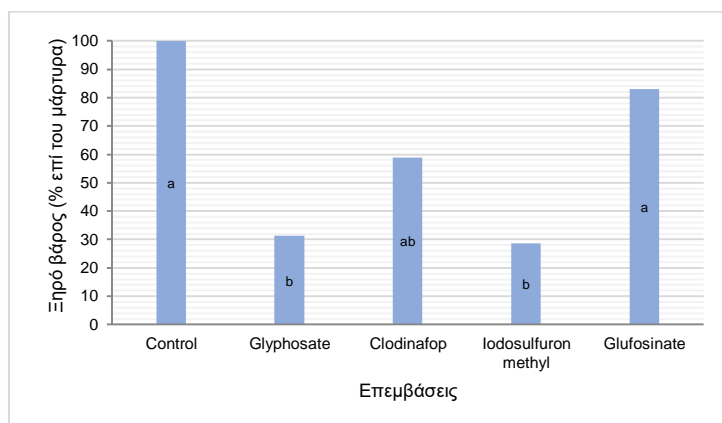


**Διάγραμμα 3.51:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του Θ9 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας, σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ του μάρτυρα και του εύρους ζιζανιοκτόνων σε ποσοστό 65 έως 73 % (Διάγραμμα 3.51).

### 3.2.5 Ξηρό βάρος

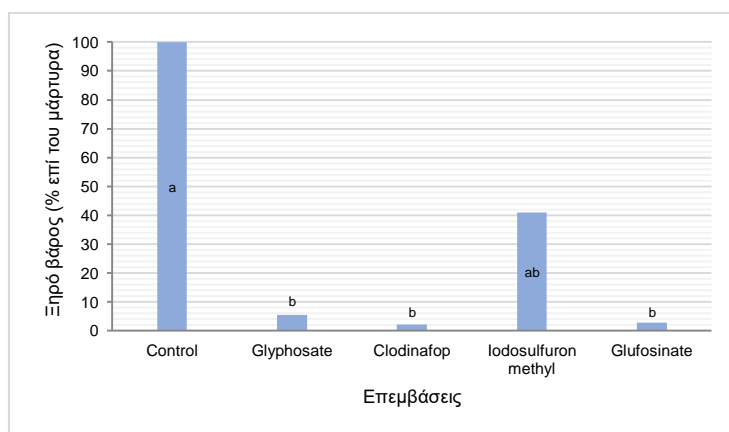
➤ Θ1



**Διάγραμμα 3.52:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ1 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας, ο μάρτυρας και το glufosinate παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε σχέση με το glyphosate και το iodosulfuron methyl (Διάγραμμα 3.52).

➤ Θ2

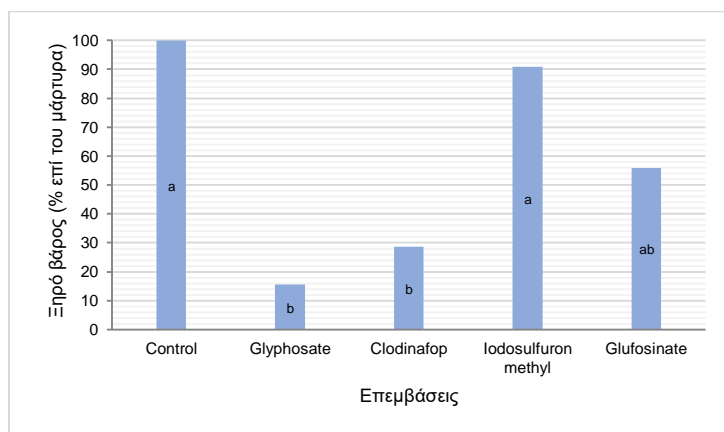


**Διάγραμμα 3.53:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ2 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .



Μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων, παρατηρήθηκε ότι ο μάρτυρας διέφερε σημαντικά από τα ζιζανιοκτόνα glyphosate, clodinafop και glufosinate έχοντας το μεγαλύτερο ξηρό βάρος (Διάγραμμα 3.53).

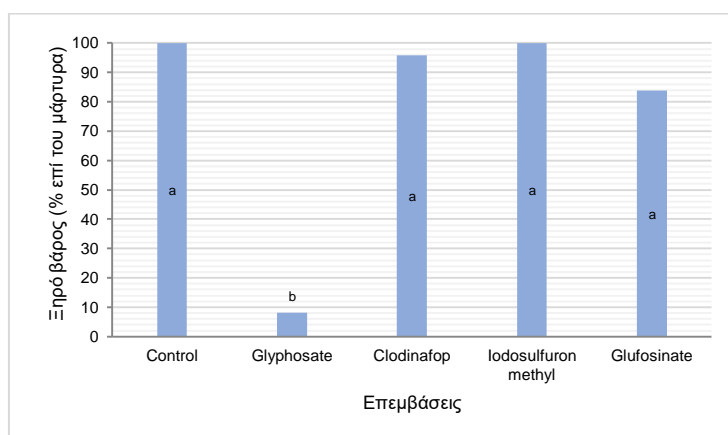
➤ Θ3



**Διάγραμμα 3.54:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ3 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Όσον αφορά το ξηρό βάρος του Θ3 βιότυπου, διαφορές παρατηρήθηκαν ανάμεσα στο μάρτυρα και το ζιζανιοκτόνο iodosulfuron methyl με τα ζιζανιοκτόνα glyphosate και clodinafop (Διάγραμμα 3.54).

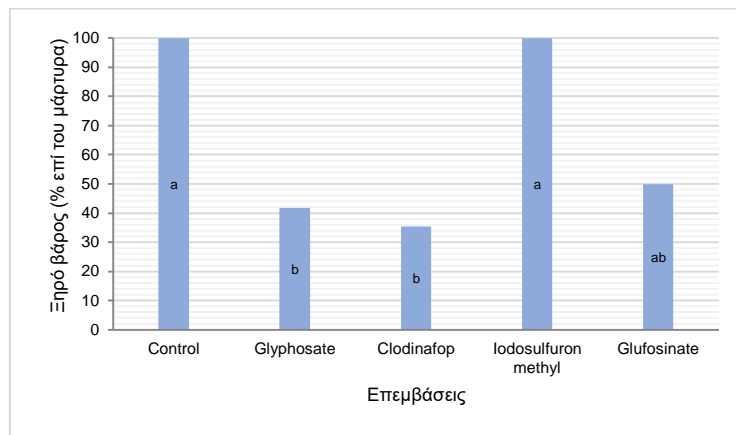
➤ Θ4



**Διάγραμμα 3.55:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ4 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Όπως προκύπτει από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων, στατιστικώς σημαντικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ του μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων clodinafop, iodosulfuron methyl και glufosinate σε σχέση με το glyphosate (Διάγραμμα 3.55).

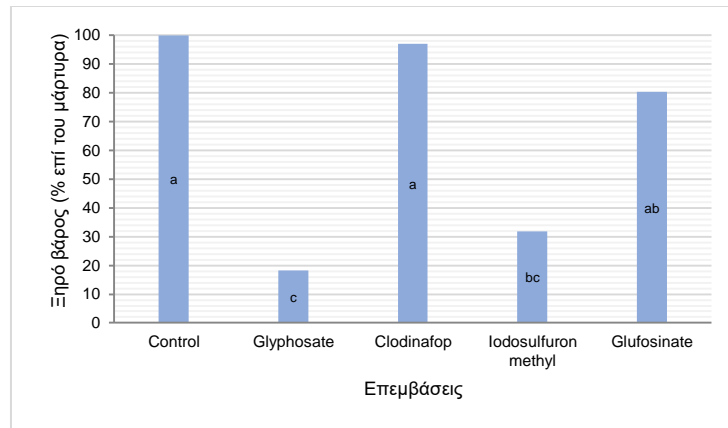
➤ Θ7



**Διάγραμμα 3.56:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ7 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Σύμφωνα με τις συγκρίσεις των μέσων, ο μάρτυρας και το ζιζανιοκτόνο methyl διέφεραν σημαντικά από τα ζιζανιοκτόνα glyphosate και clodinafop και παρουσίασαν το μεγαλύτερο ξηρό βάρος (Διάγραμμα 3.56).

## ➤ Θ8



**Διάγραμμα 3.57:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο ξηρό βάρος των φυτών του Θ8 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Έπειτα από στατιστική ανάλυση του Θ8 βιότυπου, προέκυψαν σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και του clodinafop με τα ζιζανιοκτόνα glyphosate και iodosulfuron methyl (Διάγραμμα 3.57). Τέλος, το ζιζανιοκτόνο glufosinate διέφερε σημαντικά από το glyphosate.

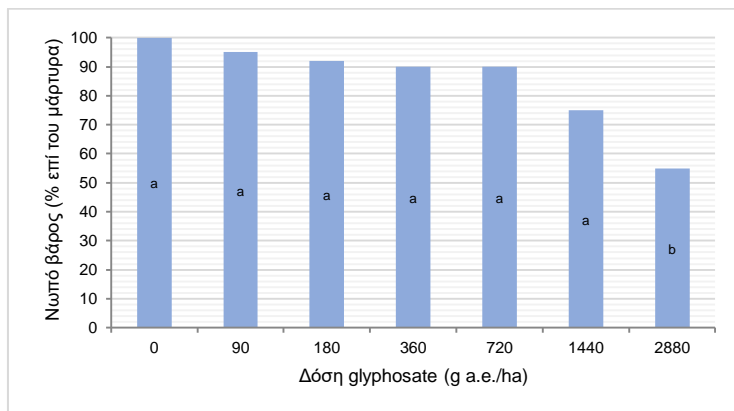
## ➤ Θ5, Θ6, Θ9

Ως προς το ξηρό βάρος των φυτών των βιότυπων Θ5, Θ6 και Θ9 οι διαφορές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές, σύμφωνα με τη μέθοδο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

### 3.3 Εύρος δόσεων glyphosate (*Conyza bonariensis*)

#### 3.3.1 Νωπό βάρος

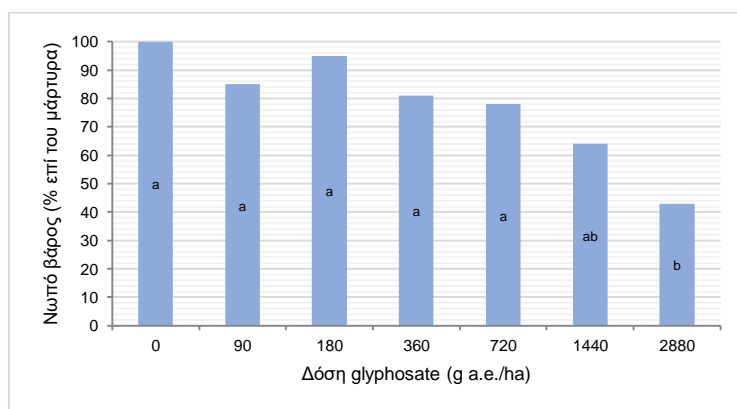
##### ➤ ΛΑ2



**Διάγραμμα 3.58:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του ΛΑ2 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας, στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ της δόσης 2880 g a.e./ha σε σχέση με το μάρτυρα και τις υπόλοιπες δόσεις σε ποσοστό 20 έως 45% (Διάγραμμα 3.58).

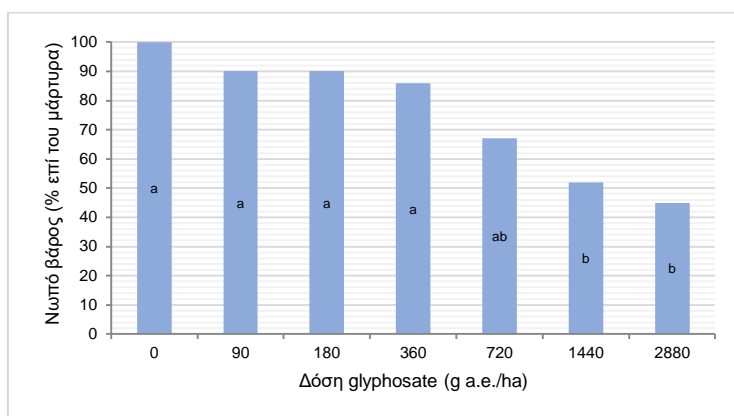
##### ➤ AP6



**Διάγραμμα 3.59:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του AP6 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Έπειτα από τη στατιστική ανάλυση ως προς το νωπό βάρος του AP6 βιότυπου, παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα καθώς και των δόσεων 90, 180, 360 και 720 g a.e./ha με τη δόση 2880 g a.e./ha (Διάγραμμα 3.59).

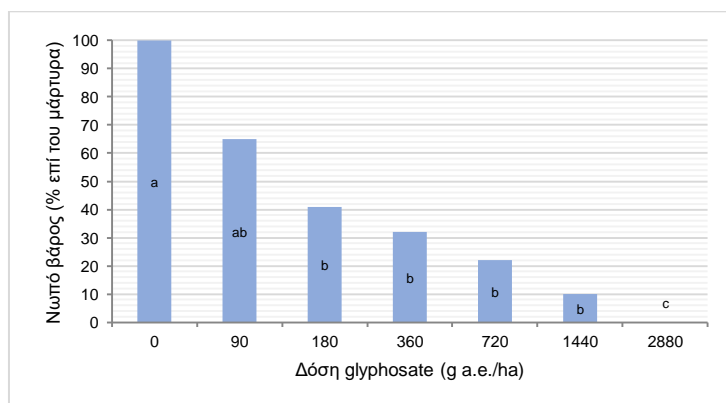
➤ ΦΘ4



**Διάγραμμα 3.60:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του ΦΘ4 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Ως προς το νωπό βάρος του ΦΘ4 βιότυπου, ο μάρτυρας και οι δόσεις 90, 180 και 360 g a.e./ha παρουσίασαν στατιστικώς σημαντική διαφορά από τις δόσεις 1440 και 2880 g a.e./ha (Διάγραμμα 3.60).

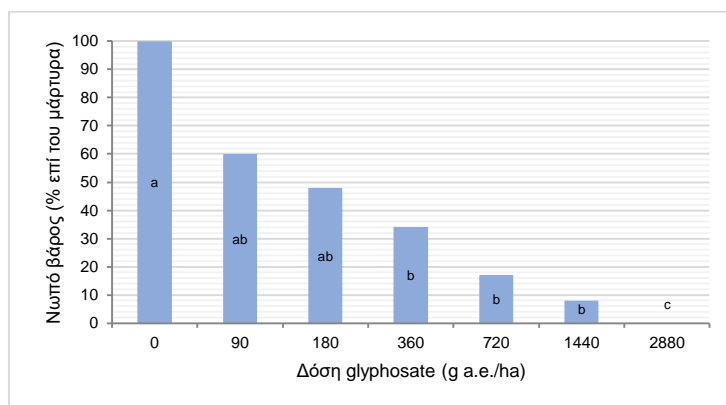
➤ AI5



**Διάγραμμα 3.61:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του AI5 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Όσον αφορά το νωπό βάρος του βιότυπου AI5 (Διάγραμμα 3.61), ο μάρτυρας διέφερε σημαντικά σε σχέση με τις δόσεις 180, 360, 720, 1440 και 2880 g a.e./ha, έχοντας το μεγαλύτερο βάρος. Τέλος, οι δόσεις 90, 180, 360, 720 και 1440 g a.e./ha παρουσίασαν επίσης σημαντική διαφορά με τη δόση 2880 g a.e./ha.

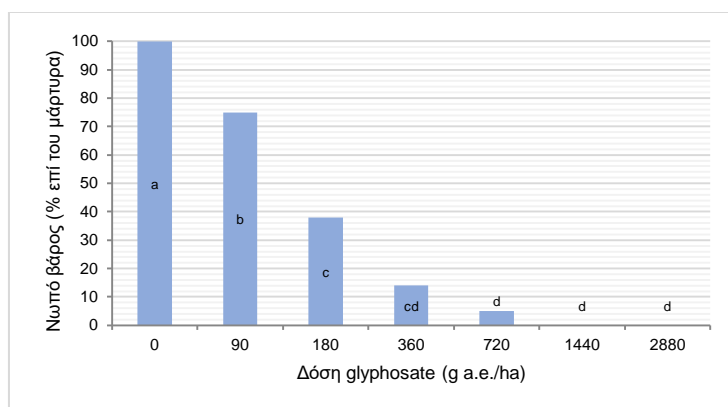
➤ AP3



**Διάγραμμα 3.62:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του AP3 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας, στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ του μάρτυρα και των δόσεων 360, 720, 1440 και 2880 g a.e./ha (Διάγραμμα 3.62). Επίσης, οι δόσεις 90, 180, 360, 720 και 1440 g a.e./ha διαφέρουν σημαντικά από τη δόση 2880 g a.e./ha.

## ➤ AT2



**Διάγραμμα 3.63:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών του AT2 βιότυπου. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Όπως προκύπτει από τη στατιστική ανάλυση του βιότυπου AT2, ο μάρτυρας διέφερε σημαντικά από όλες τις δόσεις που εφαρμόστηκαν και παρουσίασε το μεγαλύτερο νωπό βάρος (Διάγραμμα 3.63). Η δόση 90 g a.e./ha διέφερε σημαντικά με τις δόσεις 180, 360, 720, 1440 και 2880 g a.e./ha. Τέλος, η δόση 180 g a.e./ha παρουσίασε στατιστικώς σημαντική διαφορά από τις δόσεις 720, 1440 και 2880 g a.e./ha.

## Κεφάλαιο 4

### Συζήτηση – Συμπεράσματα

#### 4.1 Γενικά

Η ανάπτυξη βιοτύπων ζιζανίων με ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα θεωρείται πλέον ένα από τα σοβαρότερα ζιζανιολογικά προβλήματα, καθώς οι ανθεκτικοί βιότυποι περιορίζουν την δυνατότητα επιλογής ζιζανιοκτόνων για την χημική τους αντιμετώπισή. Επιπλέον, σε ορισμένες περιπτώσεις, η απώλεια ενός ζιζανιοκτόνου εξαιτίας της ανάπτυξης ανθεκτικών βιοτύπων ζιζανίων σε συνδυασμό με την αναγκαστική επιλογή κάποιου άλλου ζιζανιοκτόνου μπορεί να έχει αρνητικές οικονομικές αλλά και περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

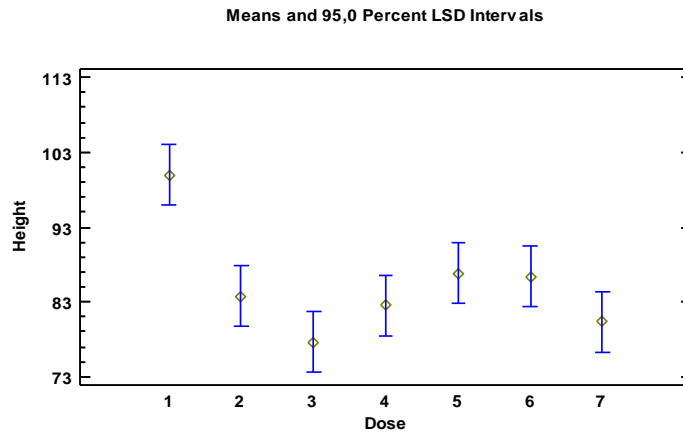
Παρά το γεγονός ότι ο αριθμός των ζιζανιοκτόνων που είναι διαθέσιμα στην Ευρώπη είναι χαμηλότερος σε σχέση με αυτόν σε άλλες ηπείρους, κάποια ενεργά συστατικά έχουν δείξει ενθαρρυντικά αποτελέσματα για τον έλεγχο των ανθεκτικών στο glyphosate *Lolium spp.* και *Conyza spp.* σε μίγματα ή σκευάσματα που περιέχουν glyphosate.

Η παρούσα μελέτη αφορά την αξιολόγηση I) εννέα βιοτύπων ήρας (*Lolium rigidum*) όπου έγινε εφαρμογή α. έξι δόσεων glyphosate και β. τεσσάρων ζιζανιοκτόνων (συνιστώμενη δόση) με διαφορετικούς μηχανισμούς δράσης, II) έξι βιοτύπων κόνουζας (*Conyza bonariensis*) όπου έγινε εφαρμογή έξι δόσεων glyphosate. Η πιο ενδεικτική μέτρηση για την εξαγωγή συμπερασμάτων αποτελεί το ξηρό βάρος των φυτών.



## 4.2 Εύρος δόσεων glyphosate (*Lolium rigidum*)

- Ύψος φυτών ως προς το εύρος δόσεων glyphosate

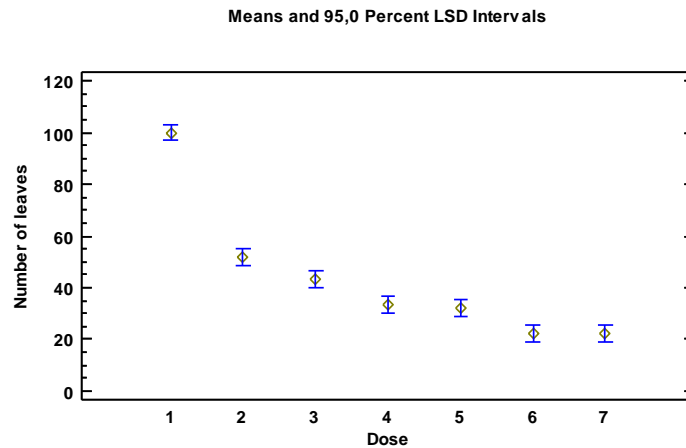


**Διάγραμμα 4.64:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ύψος των φυτών στο σύνολο των βιότυπων (όπου 1: Μάρτυρας, 2: 180, 3: 360, 4: 720, 5: 1440, 6: 2880, 7: 5760 g a.e./ha).

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας, το μεγαλύτερο ύψος παρουσιάζουν τα αψέκαστα φυτά ενώ αντίθετα το μικρότερο ύψος παρατηρήθηκε στη δόση 360 g a.e./ha (Διάγραμμα 4.64).

Με βάση το παραπάνω διάγραμμα αλλά και από τα διαγράμματα που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 3, είναι εμφανές ότι οι δόσεις που εφαρμόστηκαν δεν επηρέασαν το ύψος των φυτών καθώς παρουσιάζεται διακύμανση των τιμών όσο αυξάνεται η δόση.

➤ Αριθμός φύλλων ως προς το εύρος δόσεων glyphosate

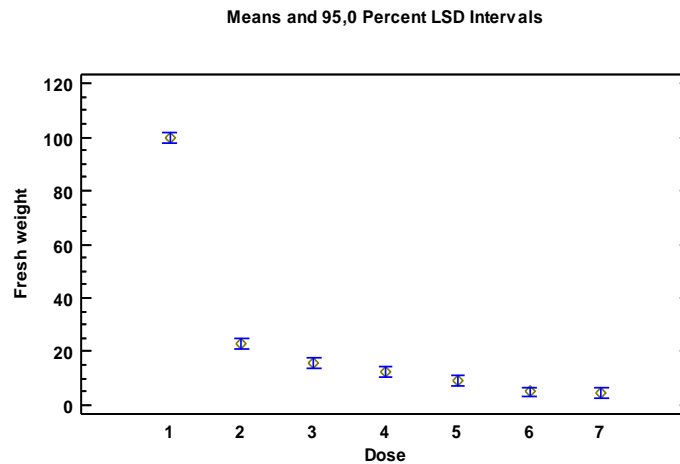


**Διάγραμμα 4.65:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στον αριθμό φύλλων των φυτών στο σύνολο των βιότυπων (όπου 1: Μάρτυρας, 2: 180, 3: 360, 4: 720, 5: 1440, 6: 2880, 7: 5760 g a.e./ha).

Μετά από τη στατιστική ανάλυση, παρατηρήθηκε μεγάλος αριθμός φύλλων στα φυτά του μάρτυρα. Τον μικρότερο αριθμό φύλλων παρουσίασαν τα φυτά που ψεκάστηκαν με τις δόσεις 2880 και 5760 g a.e./ha (Διάγραμμα 4.54).

Όπως είναι φανερό από το Διάγραμμα 4.65, ο αριθμός των φύλλων αυξάνεται όσο μειώνεται η δόση εφαρμογής. Η αύξηση της δόσης εφαρμογής λειτούργησε αποτελεσματικά στη μείωση της ανάπτυξης των φυτών.

➤ Νωπό βάρος ως προς το εύρος δόσεων glyphosate

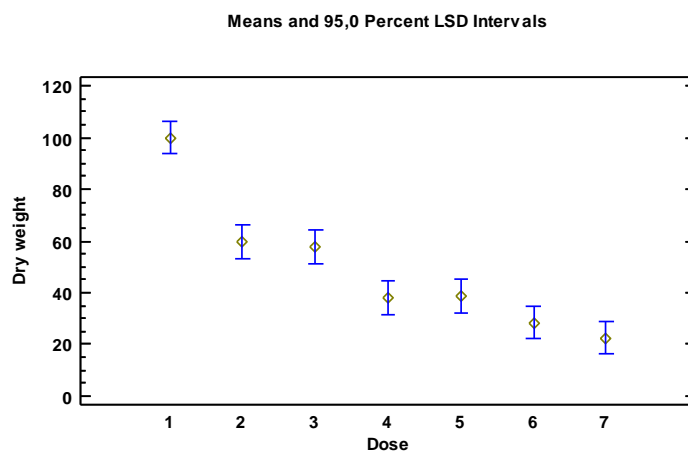


**Διάγραμμα 4.66:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο νωπό βάρος των φυτών στο σύνολο των φυτών (όπου 1: Μάρτυρας, 2: 180, 3: 360, 4: 720, 5: 1440, 6: 2880, 7: 5760 g a.e./ha).

Όπως προέκυψε από την ανάλυση παραλλακτικότητας, ο μάρτυρας ήταν εκείνος που παρουσίασε το μεγαλύτερο νωπό βάρος ενώ στα φυτά που ψεκάστηκαν παρατηρήθηκε μικρό βάρος σε ποσοστό 77 έως 96 %. Το μικρότερο βάρος σημειώθηκε στη δόση 5760 g a.e./ha (Διάγραμμα 4.66).

Το νωπό βάρος των φυτών παρουσίασε την ίδια εικόνα με τον αριθμό φύλλων. Δηλαδή, μείωση του νωπού βάρους με την αύξηση της δόσης εφαρμογής. Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ των δόσεων ήταν στατιστικά σημαντικές.

➤ Ξηρό βάρος ως προς το εύρος δόσεων glyphosate



**Διάγραμμα 4.67:** Επίδραση της εφαρμογής εύρους δόσεων glyphosate στο ξηρό βάρος των φυτών στο σύνολο των βιοτύπων (όπου 1: Μάρτυρας, 2: 180, 3: 360, 4: 720, 5: 1440, 6: 2880, 7: 5760 g a.e./ha).

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας, το ξηρό βάρος των φυτών φάνηκε να μειώνεται με την αύξηση της δόσης που εφαρμόστηκε ενώ τα απέκαστα φυτά παρουσίασαν το μεγαλύτερο βάρος (Διάγραμμα 4.67).

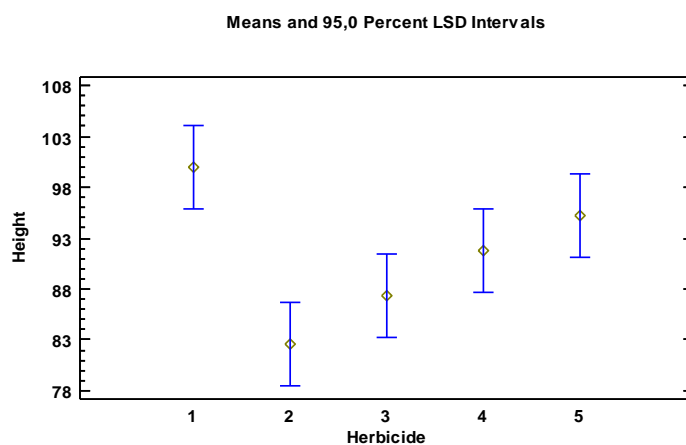
Όσον αφορά το ξηρό βάρος, παρατηρήθηκε πως όσο μικρότερη η δόση που εφαρμόστηκε τόσο μεγαλύτερο το ξηρό βάρος των φυτών που μετρήθηκαν. Συγκεκριμένα, ο μάρτυρας διέφερε από τη μικρότερη δόση μόλις 40 %.

Συμπερασματικά, όσο μεγαλύτερη η δόση εφαρμογής τόσο πιο αποτελεσματική η καταπολέμηση των ζιζανίων.

Μελετώντας τους βιότυπους έναν προς έναν και με κριτήριο το ξηρό βάρος των φυτών, μέσα από τα διαγράμματα του τρίτου κεφαλαίου παρατηρεί κανείς μειωμένη ευαισθησία στους βιότυπους Θ4, Θ6 και Θ5 στους οποίους, παρατηρήθηκε μείωση του βάρους σε ποσοστό μικρότερο από 30 % σε σύγκριση με το μάρτυρα για τις δόσεις 1440, 720 και 360 g a.e./ha αντίστοιχα.

### 4.3 Εύρος ζιζανιοκτόνων (*Lolium rigidum*)

➤ Ύψος ως προς το εύρος ζιζανιοκτόνων

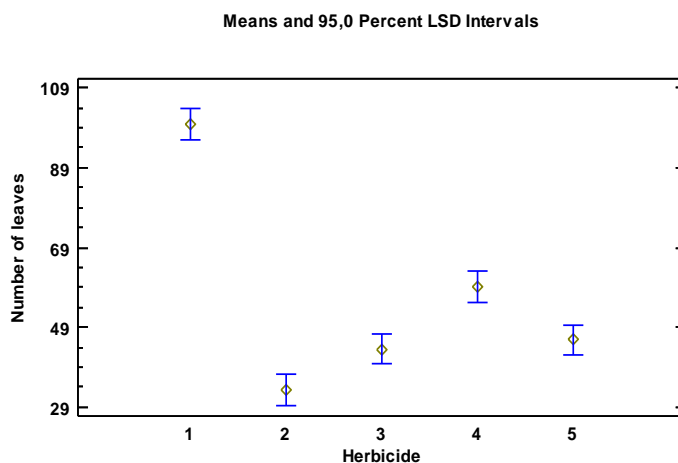


**Διάγραμμα 4.68:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο ύψος των φυτών στο σύνολο των βιότυπων (όπου 1: Control, 2: Glyphosate, 3: Clodinafop, 4: Iodosulfuron + mesosulfuron, 5: Glufosinate).

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας, το μικρότερο ύψος παρατηρήθηκε στα φυτά που ψεκάστηκαν με glyphosate ενώ, μεγαλύτερο ύψος είχαν τα ανέκαστα φυτά (Διάγραμμα 4.68).

Όσον αφορά το ύψος των φυτών μετά τον ψεκασμό με ζιζανιοκτόνα διαφορετικού τρόπου δράσης, από το Διάγραμμα 4.68 φαίνεται πως το glyphosate επηρέασε το ύψος των φυτών περισσότερο σε σχέση με τα υπόλοιπα ζιζανιοκτόνα χωρίς ωστόσο αυτό να αποτελεί ένδειξη αποτελεσματικότητας.

➤ Αριθμός φύλλων ως προς το εύρος ζιζανιοκτόνων

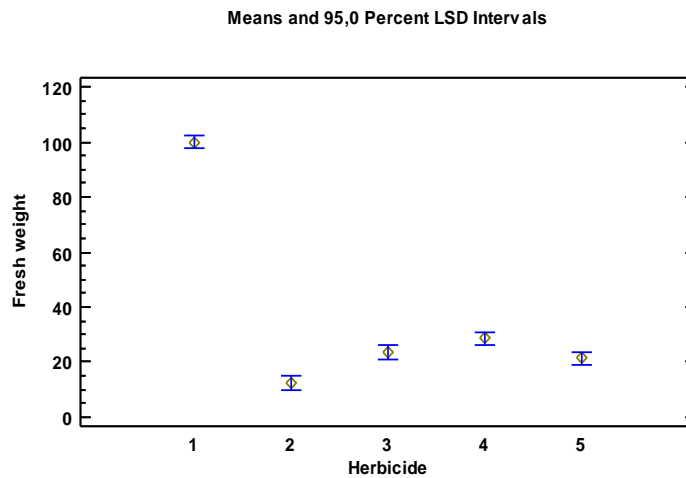


**Διάγραμμα 4.69:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στον αριθμό φύλλων των φυτών στο σύνολο των βιότυπων (όπου 1: Control, 2: Glyphosate, 3: Clodinafop, 4: Iodosulfuron + mesosulfuron, 5: Glufosinate).

Μετά από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων, μικρότερος αριθμός φύλλων παρατηρήθηκε στα φυτά που ψεκάσθηκαν με glyphosate ενώ και πάλι ο μάρτυρας παρουσίασε το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων (Διάγραμμα 4.69).

Ως προς τον αριθμό φύλλων, παρατηρώντας το Διάγραμμα 4.69 είναι φανερό πως το glyphosate ήταν αποτελεσματικότερο έναντι των άλλων ζιζανιοκτόνων ενώ το μίγμα iodosulfuron + mesosulfuron ήταν λιγότερο αποτελεσματικό.

➤ Νωπό βάρος ως προς το εύρος ζιζανιοκτόνων

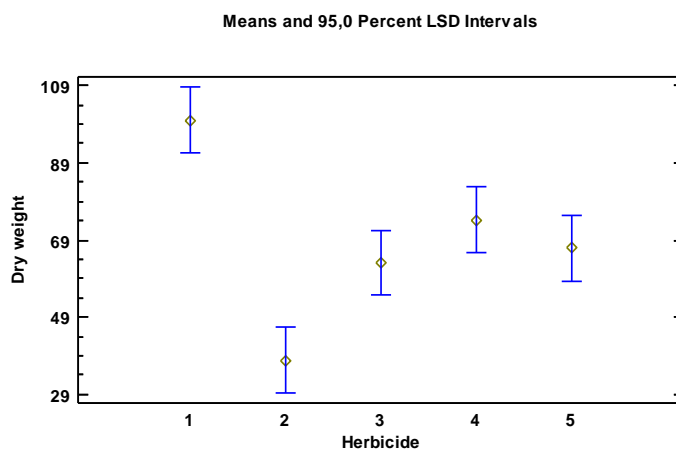


**Διάγραμμα 4.70:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο νωπό βάρος των φυτών στο σύνολο των βιότυπων (όπου 1: Control, 2: Glyphosate, 3: Clodinafor, 4: Iodosulfuron + mesosulfuron, 5: Glufosinate).

Όπως προέκυψε από την ανάλυση παραλλακτικότητας, μεγαλύτερο νωπό βάρος παρατηρήθηκε στα αφέκαστα φυτά ενώ αντίθετα το μικρότερο νωπό βάρος παρουσίασαν τα φυτά που ψεκάστηκαν με glyphosate (Διάγραμμα 4.70).

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από το παραπάνω διάγραμμα είναι όμοια με εκείνα που αφορούν τον αριθμό φύλλων. Το νωπό βάρος των φυτών που εφαρμόστηκε glyphosate ήταν μικρότερο σε σχέση με τα άλλα ζιζανιοκτόνα ενώ και πάλι το μεγαλύτερο βάρος από τα φυτά που ψεκάστηκαν το είχαν εκείνα που εφαρμόστηκε μίγμα iodosulfuron + mesosulfuron.

➤ Ξηρό βάρος ως προς το εύρος ζιζανιοκτόνων



**Διάγραμμα 4.71:** Επίδραση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στο ξηρό βάρος των φυτών στο σύνολο των βιότυπων (όπου 1: Control, 2: Glyphosate, 3: Clodinafop, 4: Iodosulfuron + mesosulfuron, 5: Glufosinate).

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας, τα φυτά που ψεκάστηκαν με glyphosate παρουσίασαν το μικρότερο νωπό βάρος. Στα απέκαστα φυτά παρατηρήθηκε το μεγαλύτερο ξηρό βάρος (Διάγραμμα 4.71).

Με βάση το Διάγραμμα 4.71, είναι σαφής η αποτελεσματικότητα του glyphosate σε σύγκριση με τα υπόλοιπα ζιζανιοκτόνα. Ενώ τα ζιζανιοκτόνα clodinafop, iodosulfuron + mesosulfuron και glufosinate δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.

Συμπερασματικά, από τα τέσσερα ζιζανιοκτόνα που μελετήθηκαν καλύτερα αποτελέσματα παρουσίασε το glyphosate ενώ το λιγότερο αποτελεσματικό ζιζανιοκτόνο φαίνεται πως είναι το μίγμα iodosulfuron + mesosulfuron.

Κοιτάζοντας αναλυτικά τους βιότυπους ως προς το ξηρό βάρος, μειωμένη αποτελεσματικότητα παρατηρήθηκε όσον αφορά το glyphosate στους βιότυπους Θ5, Θ6 και Θ9, ως προς το clodinafop στους βιότυπους Θ4, Θ5, Θ6, Θ8 και Θ9, ως προς το μίγμα iodosulfuron+ mesosulfuron στους βιότυπους Θ3, Θ4, Θ5, Θ6, Θ7 και Θ9 και όσον αφορά το glufosinate στους βιότυπους Θ1, Θ4, Θ5, Θ6, Θ8 και Θ9.



#### 4.4 Εύρος δόσεων glyphosate (*Conyza bonariensis*)

Παρατηρώντας τα διαγράμματα του τρίτου κεφαλαίου ως προς το νωπό βάρος της κόνυζας, είναι φανερό πως μειωμένη ευαισθησία παρουσιάζουν κατά σειρά οι βιότυποι ΛΑ2, ΑΡ6 και ΦΘ4 ενώ αντίθετα ευαισθησία εμφανίζουν οι βιότυποι ΑΙ5, ΑΡ3 και ΑΤ2.

#### 4.5 Δεδομένα στην Ελλάδα και διεθνώς

Η κόνυζα (*Conyza spp.*) και τα τρία αυτά είδη της *C. bonariensis*, *C. canadensis* και *C. albida*, αποτελούν ίσως τα πιο συχνά απαντώμενα ζιζάνια που εμφανίζουν ανθεκτικότητα στο glyphosate στην Ελλάδα (Chachalis και Travlos, 2012) αλλά και παγκοσμίως καθώς υπάρχουν στοιχεία για εμφάνιση ανθεκτικών βιοτύπων του ζιζανίου σε διάφορες χώρες του κόσμου, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση μιας έρευνας στο Ισραήλ που αφορούσε πληθυσμούς *Conyza spp.* και έδειξε πως το 50% των 60 δειγμάτων που συλλέχθηκαν ήταν ανθεκτικά στο glyphosate. Στην χώρα μας μία πρώτη διερεύνηση το 2008 (Γιαννοπολίτης κ.ά., 2008) έδειξε την παρουσία ανθεκτικών πληθυσμών *Conyza spp.* σε ορισμένες περιοχές και ήδη έχουν αναφερθεί ανθεκτικοί στο glyphosate βιότυποι του είδους *C. bonariensis* (Travlos και Chachalis, 2010). Σύμφωνα με την μελέτη των Μυλωνά κ. ά., 25 πληθυσμοί του ζιζανίου *Conyza spp.*, από το σύνολο των 60 πληθυσμών που αξιολογήθηκαν, δεν αντιμετωπίστηκαν αποτελεσματικά από την συνιστώμενη δόση του glyphosate (16- 70%) και χαρακτηρίστηκαν ως ανθεκτικοί ενώ οι υπόλοιποι χαρακτηρίστηκαν ως ευαίσθητοι. Ανθεκτικότητα στο glyphosate ενός βιοτύπου *C. canadensis* διαπιστώθηκε και στο Ντελαγουέρ στις Η.Π.Α. σε επίπεδα 8 έως 13 φορές μεγαλύτερα από εκείνα του ευαίσθητου βιοτύπου (VanGessel, 2001).

Σε περιοχή βόρεια της Αυστραλίας διαπιστώθηκε ανθεκτικότητα σε ένα βιότυπο ήρας (*Lolium rigidum*) στο glyphosate σχεδόν 10 φορές πιο ανθεκτικός σε σύγκριση με το μάρτυρα. Ο βιότυπος ήταν επίσης σχεδόν 3 φορές πιο ανθεκτικός στο diclofop-methyl (αναστολέας ACCase) αλλά ήταν ευαίσθητος σε άλλα κοινώς χρησιμοποιούμενα εκλεκτικά και ευρέως φάσματος ζιζανιοκτόνα (Pratley et al., 1999).

Η πρώτη καταγραφή ζιζανίων με ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα αναστολείς του ενζύμου ALS έγινε στις ΗΠΑ, πέντε χρόνια μετά τη χρήση τους (Powels και Shaner, 2001). Τα ζιζανιοκτόνα αναστολείς του ενζύμου ALS, σύμφωνα με τα διεθνή δεδομένα, ξεπέρασαν όλες τις άλλες κατηγορίες ζιζανιοκτόνων στον αριθμό ζιζανίων με ανθεκτικούς βιότυπους το 1996, 14 χρόνια από τη χρήση των ζιζανιοκτόνων αυτής της ομάδας και εννέα από την καταγραφή των πρώτων ανθεκτικών βιότυπων. Τα είδη ζιζανίων με ανθεκτικούς βιότυπους στα ζιζανιοκτόνα αναστολείς της δράσης του ALS ενζύμου υπερέβησαν σε αριθμό τα είδη των ζιζανίων με ανθεκτικούς βιότυπους στις υπόλοιπες ομάδες των ζιζανιοκτόνων (Tranel και Wright, 2002). Ένας ανθεκτικός πληθυσμός *Lolium rigidum* βρέθηκε ότι μεταβολίζει το ζιζανιοκτόνο chlorsulfuron (αναστολέας ALS) με διπλάσιο ρυθμό από ότι ένας άλλος ευαίσθητος πληθυσμός (Christopher et al., 1991). Οι Kuk et al. αναφέρουν ότι ένας πληθυσμός *Lolium multiflorum* από τη νότια Αμερική ήταν ανθεκτικός στο ζιζανιοκτόνο mesosulfuron. Συγκεκριμένα, η δράση του ALS ενζύμου από τον ανθεκτικό αυτό πληθυσμό επηρεάστηκε λιγότερο από το mesosulfuron από ότι η δράση του ALS ενζύμου από τον ευαίσθητο πληθυσμό.

Ειδικότερα, ανθεκτικοί *Lolium rigidum* βιότυποι στις σουλφονουλουρίες (ζιζανιοκτόνα με υψηλή ένταση και μεγάλη διάρκεια πίεση επιλογής) έχουν καταγραφεί στην Αυστραλία, ενώ ανθεκτικοί βιότυποι στις κυκλοεξανδιόνες στην Αυστραλία, στη Σαουδική Αραβία, Βόρεια Αφρική και στη Χιλή (Hear, 2010).

Τα αποτελέσματα των Llewellyn και Powles, έδειξαν ότι το 37% από ένα δείγμα 264 πληθυσμών *Lolium rigidum* εμφάνισε πολλαπλή ανθεκτικότητα σε chlorsulfuron (αναστολέας ALS) και diclofop-methyl (αναστολέας ACCase). Επίσης, οι Neve et al. βρήκαν ότι ο πρώτος ανθεκτικός πληθυσμός *Lolium rigidum* στο glyphosate είχε ταυτόχρονα και πολλαπλή ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα αναστολείς του ενζύμου ALS και ACCase. Στη δυτική Αυστραλία, σε καλλιέργεια σιταριού συλλέχθηκαν βιότυποι ήρας (*Lolium rigidum*) από τους οποίους, οι περισσότεροι βρέθηκαν να είναι ανθεκτικοί σε αναστολείς του ACCase ενζύμου, του ζιζανιοκτόνου diclofop-methyl (68%) και ALS-αναστολείς του ζιζανιοκτόνου sulfometuron (88%). Από την έρευνα διαπιστώθηκε επίσης η πολλαπλή ανθεκτικότητα της πλειονότητας των

βιοτύπων που μελετήθηκαν στα ζιζανιοκτόνα diclofor-methyl και sulfometuron (Owen et al., 2007). Ακόμη, έπειτα από πειράματα δόσης απόκρισης σε βιότυπους ήρας (*Lolium rigidum*) στη δυτική Αυστραλία, διαπίστωσαν ανθεκτικότητα 11 φορές μεγαλύτερη σε σύγκριση με έναν ευαίσθητο βιότυπο. Οι βιότυποι είχαν επίσης χαμηλά επίπεδα ανθεκτικότητας σε ορισμένα ζιζανιοκτόνα αναστολείς του ακετυλο-συνενζύμου A (ACCase) και της συνθετάσης του οξυγαλακτικού (ALS) (diclofor, fluazifor, clodinafor, tralkoxydim, chlorsulfuron και imazethapyr) αλλά ήταν ευαίσθητοι σε ζιζανιοκτόνα διαφορετικού τρόπου δράσης, όπως atrazine, trifluralin και paraquat (Owen και Powles.,2011).

Παράδειγμα εμφάνισης ανθεκτικών βιότυπων λόγω μεταβολισμού του ζιζανιοκτόνου αποτελεί το ζιζάνιο *Lolium rigidum*, όπου ο αυξημένος μεταβολισμός επιλέχθηκε από ζιζανιοκτόνα αναστολείς του ACCase ενζύμου (Christopher et al. 1991, Cotterman και Saari 1992, Holtum et al. 1991). Σε πειράματα που διεξήχθησαν στο Ιράν μερικοί από τους βιότυπους ήρας (*Lolium rigidum*) προς μελέτη, παρουσίασαν ανθεκτικότητα σε αναστολείς του ACCase ενζύμου, των ζιζανιοκτόνων diclofor-methyl 60% και clodinafor-propargyl 50% (Bahmani et al., 2012). Στην Ελλάδα ανθεκτικότητα διαπιστώθηκε στο ζιζάνιο *Lolium rigidum* σε ζιζανιοκτόνα αναστολείς της ACCase (Kotoula- Syka et al., 2000).

Ανάπτυξη ανθεκτικότητας στο glufosinate έχει αναφερθεί στην ελευσίνη (*Eleusine indica*) και στην ήρα (*Lolium multiflorum*) και τα δύο εμφάνισαν ανθεκτικότητα διπλάσια και οκταπλάσια αντίστοιχα (Jalaludin et al. 2010). Οι Avila-Garcia και Mallory-Smith, ανέφεραν ανάπτυξη ανθεκτικότητας στο glufosinate σε πληθυσμούς ήρας (*Lolium multiflorum*) που ήταν ανθεκτικοί στο glyphosate χωρίς ιστορικό χρήσης glufosinate στην περιοχή. Τα επίπεδα ανθεκτικότητας του glufosinate αυτών των πληθυσμών ήταν διπλάσια και τριπλάσια σε σύγκριση με τους ευαίσθητους.

Μία σημαντική απειλή για την βιωσιμότητα των πολυετών καλλιεργειών στην Ιβηρική Χερσόνησο είναι εμφανής καθώς η πολλαπλή ανθεκτικότητα στα μη εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα glyphosate, glufosinate και oxyfluorfen έχει αναπτυχθεί στα ζιζάνια *L. rigidum*, *L. perenne* και *L. multiflorum* (Fernández et al., 2016).

## Βιβλιογραφία

### ➤ Ξενόγλωσση

- 1) Ashton, F. M. & A. S. Crafts. (1981). *Mode of action of herbicides*. John Wiley and Sons, New York.
- 2) Avila-Garcia, W. V. & C. Malory-Smith. (2011). Glyphosate-resistant Italian ryegrass (*Lolium perenne*) populations also exhibit resistance to glufosinate. *Weed Science*, 59(3):305-309.
- 3) Avila-Garcia, W. V., E. Sanchez-Olguin, A. G. Hulting & C. Mallory-Smith. (2012). Target-site mutation associated with glufosinate resistance in Italian ryegrass (*Lolium perenne* L. spp. *Multiflorum*). *Pest Management Science*, 68(9):1248-1254.
- 4) Baylis, A. D. (2000). Why glyphosate is a global herbicide: strengths, weaknesses and prospects. *Pest Management Science*, 56(4):299–308.
- 5) Beckie, H. J. (2006). Herbicide resistant weeds: management tactics and practices. *Weed Technology*, 20(3):793-814.
- 6) Betts, K. J., N. J. Ehlike, D. L. Wyse, J. W. Gronwald & D. A. Somers. (1992). Mechanism of resistance in ryegrass (*Lolium multiflorum*). *Weed Science*, 40(2):184-189.
- 7) Bradshaw, L. D., S. R. Padgett, S. L. Kimball, & B. H. Wells. (1997). Perspectives on glyphosate resistance. *Weed Technology*, 11(1):189-198.
- 8) Bahmani, A.F.A., M. Masumi, E. Zand & T. Ghahramani. (2012). Herbicide resistance in annual ryegrass (*Lolium rigidum* Gaud.) populations in wheat fields of Firoozabad Iran. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 18: 21-28.
- 9) Chachalis, D. & I.S. Travlos. (2012). Glyphosate resistance status and potential solutions in Greece. International Workshop on "European status and solutions for glyphosate resistance". Universidad de Cordoba, 3-4 May 2012, Cordoba, Spain.
- 10) Christopher, J. T., S. B. Powles, D. R. Liljegren & J. A. Holtum. (1991). Cross-resistance to herbicides in annual ryegrass (*Lolium rigidum*): II.

- Chlorsulfuron resistance involves a wheat-like detoxification system. *Plant Physiology*, 95(4):1036-1043.
- 11) Cotterman, J.C. & L.L. Saari. (1992). Rapid metabolic inactivation is the basis for cross-resistance to chlorsulfuron in diclofop-methyl-resistant rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) biotype SR4/84. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 43(3):182-192.
  - 12) Coetzer, E. K., A. Khatib & T. M. Loughin. (2001). Glufosinate efficacy, absorption and translocation in amaranth as affected by relative humidity and temperature. *Weed Science*, 49(1):8-13.
  - 13) Culpepper, A. S., T. L. Grey, W. K. Vencill, J. M. Kichler, T. M. Webster, S.M. Brown, A. C. York, J.W. Davis & W. W. Hanna. (2006). Glyphosate-resistant Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) confirmed in Georgia. *Weed Science*, 54(4):620-626.
  - 14) Cummins, I. & R. Edwards. (2004). Purification and cloning of an esterase from the weed black-grass (*Alopecurus myosuroides*), which bioactivates aryloxyphenoxypropionate herbicides. *Plant Journal*, 39(6):894-904.
  - 15) Devine, M. D., S. O. Duke & C. Fedtke. (1993). *Physiology of Herbicide Action*. PTR Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey (USA).
  - 16) Economou, G., C. Avgoulas, I. S. Travlos, & A. Triha. (2003). Comparative life history of *Conyza albida* populations in Greece. 7th Mediterranean Symposium of European Weed Research Society. 6-9 May 2003, Adana, Turkey.
  - 17) Fernández, P., R. Alcántara, M. D. Osuna, M. Vila-Aiub & R. De Prado. (2016). Forward selection for multiple resistance across the non-selective glyphosate, glufosinate and oxyfluorfen herbicides in *Lolium* weed species. *Pest Management Science*, 73(5):936-944.
  - 18) Eksteen, F. H. (2007). Ryegrass (*Lolium spp.*) resistance to glyphosate in annual and perennial crops in the Western Cape. PhD Agric Thesis, University of Stellenbosch, Stellenbosch.
  - 19) Goggin, D. E., S. B. Powles & K.J. Steadman. (2012). Understanding *Lolium rigidum* seeds: The key to managing a problem weed? *Agronomy*, 2:222-239.

- 20)Heap, I. (2010). International Survey of Herbicide Resistant Weeds (ISHRW).
- 21)Hill, B. D., E. H. Stobbe, & B. L Jones. (1978). Hydrolysis of the herbicide benzoylprop-ethyl by wild oat esterase. *Weed Research*, 18(3):149-154.
- 22)Holm, L., J. Doll, E. Holm, J. Pancho, & J. P. Herberger. (1997). *World Weeds: Natural History and Distribution*. John Wiley and Sons, New York.
- 23)Holtum, J.A.M., J.M. Matthews, R.E. Hausler, D.R. Liljegren, & S.B. Powels. (1991). Cross resistance to herbicides in annual ryegrass (*Lolium rigidum*). III. On the mechanism of resistance to diclofop-methyl. *Plant Physiology*, 97:1026-1034.
- 24)Jeffcoat, B. & W. N. Harries. (1973). Selectivity and mode of action of ethyl (±)-2-(N-benzoyl- 3,4-dichloroanilino) propionate in the control of *Avena fatua* in cereals. *Pesticide Science*, 4(6):891-899.
- 25)Jalaludin, A, J. Ngim, B. Bakar & Z. Alias. (2010). Preliminary findings of potentially resistant goosegrass (*Eleusine indica*) to glufosinate ammonium in Malaysia. *Weed Biology and Management*, 10: 256–260.
- 26)Kempen, H. M. & J. Graf. (1981). Weed seed production. Proceedings of the Western Society of Weed Science, Volume 34:78-81.
- 27)Kuk, Y.I., & N.R. Burgos (2007). Cross-resistance profile of mesosulfuron-methyl – resistant Italian ryegrass in the southern United States. *Pest Management Science*, 63(4):349-357.
- 28)Kotoula- Syka, E., A. Tal & B. Rubin. (2000). Diclofop- resistant *Lolium rigidum* from northern Greece with cross-resistance to ACCase inhibitors and multiple resistance to chlorsulfuron. *Pest Management Science*, 56(12):1054-1058.
- 29)Llewellyn, R. S. & S. B. Powels. (2001). High levels of herbicide resistance in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) in the wheat belt of Western Australia. *Weed Technology*, 15(2):242-248.
- 30)Letouze, A. & J. Gasquez. (2001). Inheritance of fenoxaprop-P-ethyl resistance in a blackgrass (*Alopecurus myosuroides* Huds.) population. *Theoretical and Applied Genetics*, 103(2-3):288-296.

- 31) Mascchoff, J. R., S. E. Hart & J. L. Baldwin. (2000). Effect of ammonium sulfate on the efficacy, absorption and translocation of glufosinate. *Weed Science*, 48(1):2-6.
- 32) Mersey, B. G., J. C. Hall, D. M. Anderson & C. J. Swanton. (1990). Factors affecting the herbicidal activity of glufosinate ammonium; absorption, translocation and metabolism in barley and green foxtail. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 37(1):90-98.
- 33) Murray, B. G., I. N. Morrison & A. L. Brule-Babel. (1995). Inheritance of acetyl-CoA carboxylase inhibitor resistance in wild oat (*Avena fatua*). *Weed Science*, 43(2):233-238.
- 34) Niknam, S. R., M. Moerkerk & R. Cousens. (2002). Weed seed contamination in cereal and pulse crops. 13th Australian Weeds Conference: weeds "threats now and forever?". Sheraton Perth Hotel. 8-13 September 2002, Perth, Western Australia.
- 35) Neve, P., J. Sadler & S. B. Powels. (2004). Multiple herbicide resistance in a glyphosate-resistant rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) population. *Weed Science*, 52(6):920-928.
- 36) Pieterse, P.J. & J.L. Kellerman. (2002). Quantifying the incidence of herbicide resistance in South Africa. *Resistant Pest Management Newsletter*, 12:39-41.
- 37) Powles, S. B. & C. Preston. (2006). Evolved glyphosate resistance in plants: biochemical and genetic basis of resistance. *Weed Technology*, 20(2):282-289.
- 38) Powles, S. B. & Q. Yu. (2010). Evolution in action: plant resistance to herbicides. *Annual Review of Plant Biology*, 61:317-347.
- 39) Pratley, J., P. Baines, P. Eberbach, M. Incerti & J. Broster. (1996). Glyphosate resistance in annual ryegrass. In J. Virginia & D. Michalk (eds). Proceeding of the 11<sup>th</sup> Annual Conference of the Grasslands Society of NSW. Wagga Wagga, Australia: The Grasslands Society of NSW.
- 40) Powels, S.B. & D.L. Shaner. (2001). *Herbicide Resistance and World Grains*. CRC Press, Boca Raton.
- 41) Powels, S.B. & J.A.M. Holtum. (1994). *Herbicide Resistance in Plants*. Boca Raton, FL: CRC Press.

- 42) Prieur-Richard, A. H., S. Lavorel, K. Grigulis, & A. Dos-Santos. (2000). Plant community diversity and invasibility by exotics: invasion of Mediterranean old fields by *Conyza bonariensis* and *Conyza canadensis*. *Ecology Letters*, 3(5):412–422.
- 43) Pratley, J., N. Urwin, R. Stanton, P. Baines, J. Broster, K. Cullis, D. Schafer, J. Bohn & R. Krueger. (1999). Resistance to Glyphosate in *Lolium rigidum*. I. Bioevaluation. *Weed Science*, 47:(4)405-411.
- 44) Owen, M.J., M.J. Walsh, R. S. Llewellyn & S. B. Powles. (2007). Widespread occurrence of multiple herbicide resistance in Western Australian annual ryegrass (*Lolium rigidum*) populations. *Australian Journal of Agricultural Research*, 58:711–718.
- 45) Owen, M.J. & S. B. Powles. (2011). Glyphosate-Resistant Rigid Ryegrass (*Lolium rigidum*) Populations in the Western Australian Grain Belt. *Weed Technology*, 24:44–49.
- 46) Ramsey, R. J. L., G. R. Stephenson & J. C. Hall. (2002). Effect of relative humidity on the uptake, translocation and efficacy of glufosinate ammonium in wild oat (*Avena fatua*). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 73(1):1-8.
- 47) Rao, S. V. (2000). *Principles of weed science*. CRC Press, USA.
- 48) Rerkasem, K., W.R. Stern & N. A. Goodchild. (1980). Associated growth of wheat and annual ryegrass. I. Effect of varying total density and proportion in mixtures of wheat and annual ryegrass. *Australian Journal of Agricultural Research*, 31(4):649-658.
- 49) Rubin, B. (2009). Herbicide resistant weeds in the Mediterranean dry land farming. 2nd International Conference on Novel and Sustainable Weed Management in Arid and Semi-arid Agro-ecosystems of European Weed Research Society. 7-10 September 2009, Santorini, Greece.
- 50) Shieh, W. J., D. R. Geiger, & J. C. Servaites. (1991). Effects of N-(phosphonomethyl) glycine on carbon assimilation and metabolism during a simulated natural day. *Plant Physiology*, 97(3):1109-1114.
- 51) Shields, E. J., J. T. Dauer, M. J. VanGessel, & G. Neumann. (2006). Horseweed (*Conyza canadensis*) seed collected in the planetary boundary layer. *Weed Science*, 54(6):1063–1067.



- 52) Shimabukuro, R. H., W. C. Walsh, & R. A. Hoerauf. (1979). Metabolism and selectivity of diclofop-methyl in wild oat and wheat. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 27(3):615-623.
- 53) Sida, O. (2003). *Conyza triloba*, new to Europe, and *Conyza bonariensis*, new to the Czech Republic. *Preslia*, 75(3):249-254.
- 54) Simarmata, M. & D. Penner. (2008). The basis for glyphosate resistance in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) from California. *Weed Science*, 56(2):181-188.
- 55) Smit, J. J. & B. L. De Villiers. (1998). *Lolium spp.* resistance to ACCase inhibitors in wheat (*Triticum aestivum* L.) within the RSA: a preliminary study. *South African Journal of Plant and Soil*, 15(4):158-161.
- 56) Steckel, G. J., L. M. Wax, F. W. Simmons & W. H. Phillips. (1997). Glufosinate efficacy on annual weeds is influenced by rate and growth stage. *Weed Technology*, 11(3):484-488.
- 57) Tal, A. & B. Rubin. (2004). Molecular characterization and inheritance of resistance to ACCase-inhibiting herbicides in *Lolium rigidum*. *Pest Management Science*, 60(10):1013-1018.
- 58) Thebaud, C. & R. J. Abbott. (1995). Characterization of invasive *Conyza* species (Asteraceae) in Europe: quantitative trait and isozyme analysis. *American Journal of Botany*, 82(3):360-368.
- 59) Tranel, P. J. & T. R. Wright. (2002). Resistance of weeds to ALS-inhibiting herbicides: what have we learned? *Weed Science*, 50(6):700-712.
- 60) Travlos, I. S., C. N. Giannopolitis & G. Economou. (2011). Diclofop resistance in sterile wild oat (*Avena sterilis* L.) in wheat fields in Greece and its management by other post-emergence herbicides. *Crop Protection*, 30(11):1449-1454.
- 61) Travlos, I.S. & D. Chachalis. (2010). Glyphosate-resistant hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) is reported in Greece. *Weed Technology*, 24: 569-573.
- 62) Urbano, J. M., A. Borrego, V. Torres, J. M. Leon, C. Jimenez, G. Dinelli, & J. Barnes. (2007). Glyphosate-resistant hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) in Spain. *Weed Technology*, 21(2):396-401.

- 63) Volenberg, D. S. & D. E. Stoltenberg. (2002b). Giant foxtail (*Setaria faberi*) outcrossing and inheritance of resistance to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors. *Weed Science*, 50(5):622-627.
- 64) VanGessel, M.J. (2001). Glyphosate-resistant horseweed from Delaware. *Weed science*, 49:703-705.
- 65) Wakelin, A. M. & C. Preston. (2006). A target-site mutation is present in a glyphosate-resistant *Lolium rigidum* population. *Weed Research* 46(5):453-459.
- 66) Wang, T. & H. Darmency. (1998). Cross-resistance to aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione herbicides in foxtail millet (*Setaria italica*). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 59(2):81-88.
- 67) Weaver, S. E. (2001). The biology of Canadian weeds. 115. *Conyza canadensis*. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(4):867-875.
- 68) Woodburn, A. (2000). Glyphosate: production, pricing and use worldwide. *Pest Management Science*, 56(4):309-312.
- 69) Xie, F. Y. & L. X. Yao. (1989). A study on *Dorylus orientalis* Westwood. *Insect Knowledge*, 26(5):291-293.
- 70) Yu, Q., S. Huang & S. Powles. (2010). Direct measurement of paraquat in leaf protoplasts indicates vacuolar paraquat sequestration as a resistance mechanism in *Lolium rigidum*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 98(1):104-109.

➤ **Ελληνική**

- 1) Γιαννοπολίτης, Κ. & Η. Ελευθεροχωρινός. (1991). Τα ζιζάνια των Σιτηρών: αναγνώριση των σπουδαιότερων ειδών, επιλογή κατάλληλου ζιζανιοκτόνου. *Γεωργία-Κτηνοτροφία*, 5:17-24.
- 2) Γιαννοπολίτης, Κ., Η. Τραυλός, Δ. Χάχαλης, Ι. Παπαγεωργίου & Α. Καζαντζίδου. (2008). Διερεύνηση της ανθεκτικότητας βιοτύπων της Κόνυζας (*Conyza spp.*) στο ζιζανιοκτόνο glyphosate. 15ο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρίας. Θεσσαλονίκη 11-12 Δεκεμβρίου 2008.

- 3) Γιαννίσαρος Α. (1997). Είδη του γένους *Conyza* Less. στην Ελλάδα. Περιλήψεις Ανακοινώσεων σελ. 22. Πρακτικά 10ου Επιστημονικού Συνεδρίου Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρίας, Θεσσαλονίκη 16-18 Δεκεμβρίου 1997, Θεσσαλονίκη.
- 4) Ελευθεροχωρινός, Η. (2002). *Ζιζανιολογία*. Αγροτύπος, Αθήνα.
- 5) Λόλας, Π. (2014). *Ζιζάνια*. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.
- 6) Μυλωνάς, Φ.Ν., Κ.Ν. Γιαννοπολίτης, Π.Γ. Ευθυμιάδης, Γ.Χ. Μενεξές & Η.Γ. Ελευθεροχωρινός. (2012). Αξιολόγηση 60 Πληθυσμών του ζιζανίου *Conyza spp.* για πιθανή ανάπτυξη ανθεκτικότητας στο glyphosate και μελέτη της έντασης ανθεκτικότητας οκτώ βιοτύπων των ειδών *Conyza albida* και *C. bonariensis* στο glyphosate. 17ο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρίας. Αθήνα 22-24 Νοεμβρίου 2012.

## Παράρτημα πινάκων

### Εύρος δόσεων Dominator (*Lolium rigidum*)

**Πίνακας 1:** Ανάλυση παραλλακτικότητας της επίδρασης του βιότυπου και της εφαρμοζόμενης δόσης καθώς και της αλληλεπίδρασής τους στο ύψος των φυτών 21 ημέρες από την εφαρμογή.

Πηγές Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Κύριες επιδράσεις					
Βιότυπος	8	1290,9181	161,3648	10,3142	<,0001*
Επέμβαση	6	607,3443	101,224	6,4701	<,0001*
Αλληλεπίδραση					
Βιότυπος*Επέμβαση	48	1257,7671	26,2034	1,6749	0,0121*
Σφάλμα	126	1971,26	15,6449		
Σύνολο	188	5127,2895			

**Πίνακας 2:** Ανάλυση παραλλακτικότητας της επίδρασης του βιότυπου και της εφαρμοζόμενης δόσης καθώς και της αλληλεπίδρασής τους στον αριθμό φύλλων 21 ημέρες από την εφαρμογή.

Πηγές Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Κύριες επιδράσεις					
Βιότυπος	8	2268,6455	283,5807	21,3959	<,0001*
Επέμβαση	6	9719,2487	1619,875	122,2181	<,0001*
Αλληλεπίδραση					
Βιότυπος*Επέμβαση	48	4805,1323	100,107	7,553	<,0001*
Σφάλμα	126	1670	13,254		
Σύνολο	188	18463,026			

**Πίνακας 3:** Ανάλυση παραλλακτικότητας της επίδρασης του βιότυπου και της εφαρμοζόμενης δόσης καθώς και της αλληλεπίδρασής τους στο νωπό βάρος 21 ημέρες από την εφαρμογή.

Πηγές Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Κύριες επιδράσεις					
Βιότυπος	8	4,251467	0,5314	31,8992	<,0001*
Επέμβαση	6	50,888095	8,4814	509,0911	<,0001*
Αλληλεπίδραση					
Βιότυπος*Επέμβαση	48	20,5714	0,4285	25,7249	<,0001*
Σφάλμα	126	2,099133	0,01666		
Σύνολο	188	77,810095			

**Πίνακας 4:** Ανάλυση παραλλακτικότητας της επίδρασης του βιότυπου και της εφαρμοζόμενης δόσης καθώς και της αλληλεπίδρασής τους στο ξηρό βάρος των φυτών.

Πηγές Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Κύριες επιδράσεις					
Βιότυπος	8	0,33853757	0,042317	10,0137	<,0001*
Επέμβαση	6	0,58628783	0,097714	23,1227	<,0001*
Αλληλεπίδραση					
Βιότυπος*Επέμβαση	48	0,54372169	0,011327	2,6805	<,0001*
Σφάλμα	126	0,5324667	0,004226		
Σύνολο	188	2,0010138			

**Εύρος ζιζανιοκτόνων (*Lolium rigidum*)**

**Πίνακας 5:** Ανάλυση παραλλακτικότητας της επίδρασης του βιότυπου και του εφαρμοζόμενου ζιζανιοκτόνου καθώς και της αλληλεπίδρασής τους στο ύψος των φυτών 21 ημέρες από την εφαρμογή.

Πηγές Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Κύριες επιδράσεις					
Βιότυπος	8	988,656	123,582	7,0728	<,0001*
Επέμβαση	4	369,05896	92,2647	5,2804	0,0007*
Αλληλεπίδραση					
Βιότυπος*Επέμβαση	32	489,39437	15,2935	0,8753	0,6571
Σφάλμα	90	1572,5667	17,473		
Σύνολο	134	3419,676			

**Πίνακας 6:** Ανάλυση παραλλακτικότητας της επίδρασης του βιότυπου και του εφαρμοζόμενου ζιζανιοκτόνου καθώς και της αλληλεπίδρασής τους στον αριθμό των φύλλων των φυτών 21 ημέρες από την εφαρμογή.

Πηγές Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Κύριες επιδράσεις					
Βιότυπος	8	1674,3259	209,2907	13,3527	<,0001*
Επέμβαση	4	6600,3704	1650,093	105,2753	<,0001*
Αλληλεπίδραση					
Βιότυπος*Επέμβασ	32	3893,2296	121,6634		
Σφάλμα	90	1410,667	15,674	7,7621	<,0001*
Σύνολο	134	13578,593			

**Πίνακας 7:** Ανάλυση παραλλακτικότητας της επίδρασης του βιότυπου και του εφαρμοζόμενου ζιζανιοκτόνου καθώς και της αλληλεπίδρασής τους στο νωπό βάρος των φυτών 21 ημέρες από την εφαρμογή.

Πηγές Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Κύριες επιδράσεις					
Βιότυπος	8	4,931473	0,61643	25,6018	<,0001*
Επέμβαση	4	40,362892	10,0907	419,0886	<,0001*
Αλληλεπίδραση					
Βιότυπος*Επέμβαση	32	19,988001	0,62462	25,942	<,0001*
Σφάλμα	90	2,167	0,02408		
Σύνολο	134	67,449366			

**Πίνακας 8:** Ανάλυση παραλλακτικότητας της επίδρασης του βιότυπου και του εφαρμοζόμενου ζιζανιοκτόνου καθώς και της αλληλεπίδρασής τους στο ξηρό βάρος των φυτών.

Πηγές Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F-Ratio	P-Value
Κύριες επιδράσεις					
Βιότυπος	8	0,35958667	0,04494	7,1038	<,0001*
Επέμβαση	4	0,35716593	0,08929	14,1119	<,0001*
Αλληλεπίδραση					
Βιότυπος*Επέμβαση	32	0,58835407	0,01838	2,9058	<,0001*
Σφάλμα	90	0,5694667	0,006327		
Σύνολο	134	1,8745733			

## Παράρτημα εικόνων



**Εικόνα 16:** Αριστερά απέκαστος μάρτυρας, δεξιά δόση 360 g a.e./ha βιότυποι Θ1, Θ2, Θ3, Θ4.



**Εικόνα 17:** Δόση 720 g a.e./ha βιότυποι Θ5, Θ6, Θ7.



**Εικόνα 18:** Αριστερά απέκαστος μάρτυρας, δεξιά μίγμα iodosulfuron + mesosulfuron βιότυποι Θ1, Θ2, Θ3, Θ4, Θ5, Θ6, Θ7.





**Εικόνα 19:** Αριστερά απέκαστος μάρτυρας, δεξιά clodinafor βιότυπος Θ1.



**Εικόνα 20:** Αριστερά απέκαστος μάρτυρας, δεξιά clodinafor βιότυπος Θ5.



**Εικόνα 21:** Αριστερά απέκαστος μάρτυρας, δεξιά clodinafor βιότυπος Θ7.