



AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS
ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων
florpyrauxifen-benzyl, penoxsulam, cyhalofop butyl, profoxydim και
halosulfuron methyl έναντι βióτυπων των ζιζανίων *Echinochloa* spp και
Cyperus difformis.



Επιβλέπων Καθηγητής
Ηλίας Τραυλός

Αναστασία Α.
Τσεκούρα
Αθήνα 2019

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων florpyrauxifen-benzyl, penoxsulam, cyhalofop butyl, profoxydim και halosulfuron methyl έναντι βιότυπων των ζιζανίων *Echinochloa* spp και *Cyperus difformis*.

The efficacy of the herbicides florpyrauxifen-benzyl, penoxsulam, cyhalofop butyl, profoxydim and halosulfuron methyl against *Echinochloa* spp and *Cyperus difformis* biotypes.

Αναστασία Α. Τσεκούρα

Επιβλέπων καθηγητής: Ηλίας Τραυλός

Τριμελής επιτροπή

Επιβλέπων Καθηγητής: Ηλίας Τραυλός, Επίκουρος Καθηγητής

1^ο μέλος: Δημήτριος Μπιλάλης, Καθηγητής

2^ο μέλος: Παναγιώτα- Θηρεσία Παπαστυλιανού, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

*Στον αδερφό μου,
Θάνο*

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ηλία Τραυλό, Επίκουρο Καθηγητή για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντας μου αυτό το θέμα, για την βοήθεια του στην διεξαγωγή της μεταπτυχιακής διατριβής μου καθώς και για την συνεχή υποστήριξη του. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Δημήτριο Μπιλάλη, Καθηγητή και την κα. Παναγιώτα Παπαστυλιανού, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια για τις συμβουλές και τις παρατηρήσεις τους αλλά και που δέχθηκαν να είναι μέλη της τριμελούς επιτροπής.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στους συναδέλφους Νικόλα Αντωνόπουλο, Γιάννη Γαζούλη και Αλέξανδρο Ταταρίδα για την στήριξη τους και για την συμμετοχή τους στις διαδικασίες των πειραμάτων. Θα ήθελα να ευχαριστήσω ξεχωριστά την υποψήφια διδάκτορα Νικολίνα Χειμώνα που από την πρώτη στιγμή με βοήθησε στον εγκλιματισμό μου στο Εργαστήριο Γεωργίας και οποιαδήποτε στιγμή χρειάστηκε ήταν εκεί να μου προσφέρει βοήθεια καθώς και ψυχολογική υποστήριξη.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλη την οικογένεια μου που πάντα με στηρίζει και είναι δίπλα μου σε ότι κάνω δείχνοντας μου πόσο πολύ πιστεύουν σε εμένα. Ξεχωριστά ένα τεράστιο ευχαριστώ στη μητέρα μου Αγαθή Οικονόμου, στον πατέρα μου Ανδρέα Τσεκούρα, στον αδερφό μου Θάνο Τσεκούρα, στη γιαγιά και στον παππού Ελευθερία και Δημήτριο Οικονόμου.

Τέλος, δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω όλο το φιλικό μου περιβάλλον που πάντα μου δίνει δύναμη. Ίδιαίτερα την φίλη και συνάδελφο Κάτια Τσατούρα που απλόχερα με βοήθησε τόσο στη διαδικασία των πειραμάτων όσο και στην συγγραφή της διατριβής μου. Επίσης, την φίλη Μαριαλένα Καμπύλη της οποίας η βοήθεια στην συγγραφή της διατριβής ήταν πολύτιμη. Τέλος, τον φίλο και συνάδελφο Παναγιώτη Τζιούτζια που πάντα είναι δίπλα μου και με στηρίζει σε όλη μου την διαδρομή.

Περίληψη

Η μουχρίτσα (*Echinochloa* spp) και η μοσχοκύπερη (*Cyperus difformis*) αποτελούν τα δύο σημαντικότερα ζιζάνια της καλλιέργειας του ρυζιού, τόσο σε διεθνές όσο και σε εγχώριο επίπεδο. Η μακροχρόνια, μη ορθολογική και εκτεταμένη χρήση ζιζανιοκτόνων με τον ίδιο τρόπο δράσης έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη ανθεκτικών βιοτύπων σε πλήθος δραστικών ουσιών.

Ο στόχος της παρούσας μελέτης ήταν η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων floryrauxifen-benzyl, penoxsulam, halosulfuron methyl, profoxydim και cyhalofop butyl έναντι 21 βιότυπων μοσχοκύπερης και 43 βιότυπων μουχρίτσας από τρεις ορυζοπαραγωγικές περιοχές της Ελλάδας (Χαλάστρα Θεσσαλονίκης, Κατοχή Αιτωλοακαρνανίας, Ανθήλη Φθιώτιδας). Για τον λόγο αυτό έγιναν κατά το έτος 2018 πειράματα σε φυτοδοχεία στον πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Οι διάφοροι βιότυποι αναπτύχθηκαν υπό φυσιολογικές συνθήκες φωτός και επαρκούς ποτίσματος και ψεκάστηκαν με τις συνιστώμενες δόσεις των ζιζανιοκτόνων στο στάδιο των 2-3 φύλλων. Η χλώρωση, το ύψος, το νωπό και το ξηρό βάρος των ζιζανίων μετρήθηκε 7 και 14 ημέρες από τον ψεκασμό με τα ζιζανιοκτόνα.

Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν σε πολλές περιπτώσεις την μειωμένη αποτελεσματικότητα των διάφορων ζιζανιοκτόνων όπως το halosulfuron methyl και το penoxsulam έναντι των βιότυπων της μοσχοκύπερης και των penoxsulam, profoxydim και cyhalofop butyl έναντι των βιότυπων της μουχρίτσας. Επιπλέον, αναδείχθηκε η υψηλή αποτελεσματικότητα του ζιζανιοκτόνου floryrauxifen-benzyl έναντι της μεγάλης πλειοψηφίας των βιότυπων της μουχρίτσας και του συνόλου των βιότυπων της μοσχοκύπερης που μελετήθηκαν. Τέλος, πολύ σημαντικό εύρημα αποτέλεσαι η καλύτερη αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων έναντι των βιότυπων F (Ανθήλη) της μουχρίτσας συγκριτικά με τους βιότυπους T (Χαλάστρα) και E (Κατοχή). Αυτό συνέβη, διότι στη περιοχή της Ανθήλης χρησιμοποιείται η τεχνική της αμειψισποράς ενώ στις περιοχές της Χαλάστρας και της Κατοχής το ρύζι αποτελεί μονοκαλλιέργεια.

Λέξεις κλειδιά: αποτελεσματικότητα, μουχρίτσα, μοσχοκύπερη, ζιζανιοκτόνα, ρύζι

Abstract

Barnyardgrass (*Echinochloa* spp.) and smallflower umbrella-sedge (*Cyperus difformis*) are dominant annual weeds in many rice areas worldwide, including Greece. Due to the continuous and extended use of some herbicides with the same mode of action, many biotypes have evolved resistance.

The objective of this study was to evaluate the response of 21 biotypes of *Cyperus difformis* and 43 of *Echinochloa* spp. to the herbicides florpyrauxifen-benzyl, penoxsulam, halosulfuron methyl, profoxydim and cyhalofop butyl. These biotypes were originated from three rice producing areas of Greece with long history of herbicide use (Chalastra, Katochi and Anthili).

Pot experiments were conducted in 2018 in the experimental field of the Laboratory of Agronomy of Agricultural University of Athens. The collected biotypes from the different regions were grown under natural sunlight and watered as needed. They were treated with the recommended rates of the several herbicides at the stage of two-to three leaves. The chlorosis, the height, the fresh and the dry weight of the weeds were evaluated 7 and 14 days after treatment (DAT).

The results of this study revealed the low efficacy of halosulfuron methyl and penoxsulam against many *C.difformis* biotypes while, all the biotypes were susceptible to florpyrauxifen-benzyl. Similarly, the efficacy of penoxsulam, profoxydim and cyhalofop butyl against many biotypes of *Echinochloa* spp. was low, with the majority of barnyardgrass biotypes being susceptible to florpyrauxifen-benzyl. Finally, the results revealed higher efficacy of the herbicides against F (Anthili) barnyardgrass biotypes than T (Chalastra) and E (Katochi) barnyardgrass biotypes. This result may be explained by the fact that in Anthili region crop rotation technique is applied and in Chalastra and Katochi region rice constitutes monoculture.

Key words: efficacy, smallflower umbrella-sedge, barnyardgrass, herbicides, rice

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	1
1.1 Ρύζι <i>Oryza sativa</i>	1
1.1.1 Χρήσεις	2
1.1.2 Η καλλιέργεια του ρυζιού στην Ελλάδα.....	2
1.1.3 Ταξινόμηση.....	4
1.1.4 Βοτανική περιγραφή.....	4
1.1.5 Στάδια ανάπτυξης.....	6
1.1.6 Προσαρμοστικότητα.....	7
1.1.7 Διαχείριση ζιζανίων	8
1.2 Ζιζανιοκτόνα.....	16
1.2.1 Κατάταξη ζιζανιοκτόνων.....	16
1.3 Ανθεκτικότητα ζιζανίων στα ζιζανιοκτόνα	19
1.3.1 Γενικά.....	19
1.3.2 Μηχανισμοί ανθεκτικότητας	21
1.3.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη ανθεκτικότητας	22
1.4 Ολοκληρωμένη Διαχείριση Ζιζανίων – Integrated Weed Management (IWM).....	22
1.4.1 Γενικά.....	22
1.4.2 Στρατηγική Ανάπτυξης συστήματος IWM	23
1.4.3 Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παραγωγής και IWM.....	24
1.4.4 Χημική Ζιζανιοκτονία	25
2. Υλικά και Μέθοδοι	27
2.1 Συλλογή φυτικού υλικού και ιστορικό αγρού.....	27
2.1.1 Φυτικό υλικό	29
2.2 Εφαρμογή ζιζανιοκτόνων.....	32
2.3 Μετρήσεις	33
2.3.1 Χλώρωσης φυτών	33
2.3.2 Ύψος φυτών	33
2.3.3 Νωπό-ξηρό βάρος.....	33
2.4 Πειραματικό σχέδιο και Στατιστική ανάλυση.....	33
3. Σκοπός της Μελέτης.....	34
4. Αποτελέσματα <i>Cyperus difformis</i>	35

4.1	Χλώρωση.....	35
4.2	Ύψος.....	38
4.3	Νωπό βάρος.....	41
4.4	Ξηρό βάρος.....	45
5.	Αποτελέσματα <i>Echinochloa crus-galli</i>	49
5.1	Χλώρωση.....	49
5.2	Ύψος.....	53
5.3	Νωπό βάρος.....	55
5.4	Ξηρό βάρος.....	58
6.	Συμπεράσματα και Συζήτηση.....	62
6.1	Αξιολόγηση αποτελεσμάτων για την μοσχοκύπερη	62
6.1.1	Αξιολόγηση της επίδρασης των ζιζανιοκτόνων στην χλώρωση βιότυπων μοσχοκύπερης.....	62
6.1.2	Αξιολόγηση της επίδρασης των ζιζανιοκτόνων στο ύψος βιότυπων μοσχοκύπερης.....	63
6.1.3	Αξιολόγηση της επίδρασης των ζιζανιοκτόνων στο νωπό και στο χλωρό βάρος βιότυπων μοσχοκύπερης.....	64
6.1.4	Συμπεράσματα και συσχέτιση με παρόμοιες έρευνες	65
6.2	Αξιολόγηση αποτελεσμάτων για την μουχρίτσα	66
6.2.1	Αξιολόγηση της επίδρασης των ζιζανιοκτόνων στη χλώρωση βιότυπων μουχρίτσας.....	66
6.2.2	Αξιολόγηση της επίδρασης των ζιζανιοκτόνων στο ύψος βιότυπων μουχρίτσας.....	67
6.2.3	Αξιολόγηση της επίδρασης των ζιζανιοκτόνων στο νωπό και ξηρό βάρος βιότυπων μουχρίτσας.....	67
6.2.4	Συμπεράσματα και συσχέτιση με παρόμοιες έρευνες	68
7.	Βιβλιογραφία	71

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1. 1: Κατάταξη ζιζανιοκτόνων που αναστέλλουν τη φωτοσύνθεση (HRAC, 2019)	17
Πίνακας 1. 2: Κατάταξη ζιζανιοκτόνων που αναστέλλουν τον μεταβολισμό του κυττάρου (HRAC, 2019)	18
Πίνακας 1. 3: Κατάταξη ζιζανιοκτόνων που αναστέλλουν την διαίρεση και την αύξηση του κυττάρου (HRAC, 2019).....	18
Πίνακας 1. 4: Καταγεγραμμένες περιπτώσεις ανθεκτικών βιότυπων ζιζανίων στη Ελλάδα (Hear, 2019)	20
Πίνακας 2. 1: Ανάλυση εδάφους πειραματικού αγρού Εργαστηρίου Γεωργίας Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών	30
Πίνακας 2. 2: Μέση θερμοκρασία και μέση υψηλότερη θερμοκρασία για τους μήνες Μάιος-Ιούλιος 2018	31
Πίνακας 2. 3: Ζιζανιοκτόνα που εφαρμόστηκαν στους βιότυπους μουχρίτσας	32
Πίνακας 2. 4: Ζιζανιοκτόνα που εφαρμόστηκαν στους βιότυπους μοσχοκύπερης.....	32
Πίνακας 4.1: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στη χλώρωση διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου <i>Cyperus difformis</i> 7 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).....	36
Πίνακας 4.2: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο ύψος διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου <i>Cyperus difformis</i> 7 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).	37
Πίνακας 4.3: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο νωπό διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου <i>Cyperus difformis</i> 14 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).	39
Πίνακας 4.4: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο ύψος διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου <i>Cyperus difformis</i> 14 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).....	40

Πίνακας 4.5: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο νωπό διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου <i>Cyperus difformis</i> 7 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$)	42
Πίνακας 4.6: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο νωπό διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου <i>Cyperus difformis</i> 14 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).....	43
Πίνακας 4.7 : Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο ξηρο διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου <i>Cyperus difformis</i> 7 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).	46
Πίνακας 4.8 : Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο ξηρο διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου <i>Cyperus difformis</i> 14 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).....	48
Πίνακας 5. 1: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στη χλώρωση διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου ζιζανίου <i>Echinochloa crus galli</i> 7 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).....	50
Πίνακας 5. 2: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στη χλώρωση διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου ζιζανίου <i>Echinochloa crus galli</i> 14 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).....	52
Πίνακας 5. 3: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο ύψος διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου ζιζανίου <i>Echinochloa crus galli</i> 7 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).....	53
Πίνακας 5. 4: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο ύψος διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου ζιζανίου <i>Echinochloa crus galli</i> 14 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).....	54

Πίνακας 5. 5: Ποσοστά νωπού βαρούς των βιότυπων F5, E1, T11 ανά επέμβαση.	55
Πίνακας 5. 6: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο νωπό βάρος διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου ζιζανίου <i>Echinochloa crus galli</i> 7 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).....	56
Πίνακας 5. 7: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο νωπό διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου ζιζανίου <i>Echinochloa crus galli</i> 14 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).....	57
Πίνακας 5. 8: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο ξηρό βάρος διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου ζιζανίου <i>Echinochloa crus galli</i> 7 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).....	59
Πίνακας 5. 9: Ξηρό βάρος των βιότυπων F1, T7, E8 ανά επέμβαση 14 ημέρες απο τον ψεκασμό.....	60
Πίνακας 5. 10: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο ξηρό βάρος διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου ζιζανίου <i>Echinochloa crus galli</i> 14 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).....	61
Πίνακας 6. 1: Ποσοστά ύψους βιοτύπων ανά επέμβαση 14 ημέρες από τον ψεκασμό...	63
Πίνακας 6. 2: Χλώρωση 14 ημέρες από τον ψεκασμό με τα ζιζανιοκτόνα profoxydim και cyhalofop butyl.	66
Πίνακας 6. 3: Ποσοστά ξηρού βάρους 14 ημέρες από τον ψεκασμό με τα ζιζανιοκτόνα florpyrauxifen benzyl, profoxydim, cyhalofop butyl, penoxsulam.	67

Κατάλογος γραφημάτων

Γράφημα 1. 1: Ποσοστό συμμετοχής στην παραγωγή ρυζιού στην Ελλάδα ανά γεωγραφικό διαμέρισμα για τα έτη 2011-15 (ELSTAT, 2018).....	3
Γράφημα 1. 2: Παραγωγή και απόδοση ρυζιού (<i>Oryza sativa</i>) στην Ελλάδα 2000-17 (FAO, 2019).....	3
Γράφημα 4. 1: Ποσοστά χλώρωσης % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου <i>Cyperus difformis</i> 14 ημέρες από τον ψεκασμό.	35
Γράφημα 4.2: Ποσοστά χλώρωσης % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου <i>Cyperus difformis</i> 14 ημέρες από τον ψεκασμό.....	36
Γράφημα 4. 3: Ποσοστά ύψους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου <i>Cyperus difformis</i> 7 ημέρες από τον ψεκασμό.	38
Γράφημα 4. 4: Ποσοστά ύψους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου <i>Cyperus difformis</i> 14 ημέρες από τον ψεκασμό.....	39
Γράφημα 4. 5: Ποσοστά νωπού βάρους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου <i>Cyperus difformis</i> 7 ημέρες από τον ψεκασμό.....	41
Γράφημα 4. 6: Ποσοστά νωπού βάρους των βιότυπων 7 ημέρες από την επέμβαση με το ζιζανιοκτόνο <i>penoxsulam</i>	42
Γράφημα 4. 7: Ποσοστά νωπού βάρους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου <i>Cyperus difformis</i> 14 ημέρες από τον ψεκασμό.....	43
Γράφημα 4. 8: Ποσοστά νωπού βάρους του βιότυπου E3 ανά επέμβαση (14 DAT).	44
Γράφημα 4. 9: Ποσοστά ξηρού βάρους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου <i>Cyperus difformis</i> 7 ημέρες από τον ψεκασμό.....	45
Γράφημα 4. 10: Ξηρό βάρος του βιότυπου T4 ανά επέμβαση.....	46
Γράφημα 4. 11: Ποσοστά ξηρού βάρους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου <i>Cyperus difformis</i> 14 ημέρες από τον ψεκασμό.....	47
Γράφημα 4. 12: Ξηρό βάρος των βιότυπων 14 ημέρες μετά την επέμβαση (14 DAT) με το ζιζανιοκτόνο <i>florpyrauxifen-benzyl</i>	48

Γράφημα 5. 1: Ποσοστά χλώρωσης % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου <i>Echinochloa crus galli</i> 7 ημέρες από τον ψεκασμό.	49
Γράφημα 5. 2: Ποσοστά χλώρωσης % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου <i>Echinochloa crus galli</i> 14 ημέρες από τον ψεκασμό.	51
Γράφημα 5. 3: Ποσοστά ύψους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου <i>Echinochloa crus galli</i> 7 ημέρες απο τον ψεκασμό.	53
Γράφημα 5. 4: Ποσοστά ύψους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου <i>Echinochloa crus galli</i> 14 ημέρες απο τον ψεκασμό.	54
Γράφημα 5. 5: Ποσοστά νωπού βάρους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου <i>Echinochloa crus galli</i> 7 ημέρες απο τον ψεκασμό.	55
Γράφημα 5. 6: Ποσοστά νωπού βάρους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου <i>Echinochloa crus galli</i> 14 ημέρες απο τον ψεκασμό.	56
Γράφημα 5. 7: Νωπό βάρος των βιότυπων 14 μετά την επέμβαση με το ζιζανιοκτόνο florpyrauxifen-benzyl.	57
Γράφημα 5. 8: Ποσοστά ξηρού βάρους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου <i>Echinochloa crus galli</i> 7 ημέρες μετά τον ψεκασμό.	58
Γράφημα 5. 9: Ξηρό βάρος του βιότυπου T11 για το σύνολο των επεμβάσεων (7 DAT).	59
Γράφημα 5. 10: Ποσοστά ξηρού βάρους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου <i>Echinochloa crus galli</i> 14 ημέρες απο τον ψεκασμό.	60

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1. 1: Καλλιέργεια ρυζιού	1
Εικόνα 1. 2: Φόβη ρυζιού	5
Εικόνα 1. 3: Κόκκος ρυζιού (paddy)	5
Εικόνα 1. 4: Ταξιανθία μοσχοκύπερης	10
Εικόνα 1. 5: Το είδος <i>Echinochloa crus-galli</i> σε καλλιέργεια ρυζιού στη περιοχή της Ανθήλης	11
Εικόνα 2. 1: Χάρτης που καταδεικνύει τις περιοχές από τις οποίες συλλέχθηκαν οι σπόροι των ζιζανίων.	28
Εικόνα 6. 1: Επίδραση των ζιζανιοκτόνων στο βιότυπο T12 14 ημέρες από τον ψεκασμό.	65
Εικόνα 6. 2: Επίδραση των ζιζανιοκτόνων στο βιότυπο E8 7 ημέρες από τον ψεκασμό.	68
Εικόνα 6. 3: Επίδραση των ζιζανιοκτόνων στο βιότυπο E8 14 ημέρες από τον ψεκασμό.	69

1. Εισαγωγή

1.1 Ρύζι *Oryza sativa*

Το ρύζι ανήκει στα πρώτα φυτά που εξημέρωσε ο άνθρωπος. Η θεωρία που επικρατεί όσο αφορά την εξελικτική πορεία του ρυζιού υποστηρίζει ότι τα *Oryza sativa* με προέλευση την Νότια και Νοτιοανατολική Ασία και *Oryza glaberrina* με προέλευση την Αφρική έχουν κοινό πρόγονο, το είδος *Oryza perennis* (Chang, 2003). Η καλλιέργεια του ρυζιού ξεκίνησε από την Ινδία και κατόπιν διαδόθηκε στην Κίνα, στη συνέχεια στην Κορέα και στην Ιαπωνία αλλά και στην Περσία και στην Αίγυπτο. Στην Ευρώπη έγινε γνωστό από τις εκστρατείες του Μεγάλου Αλεξάνδρου και στη συνέχεια διαδόθηκε και στην Αμερική.



Εικόνα 1. 1: Καλλιέργεια ρυζιού

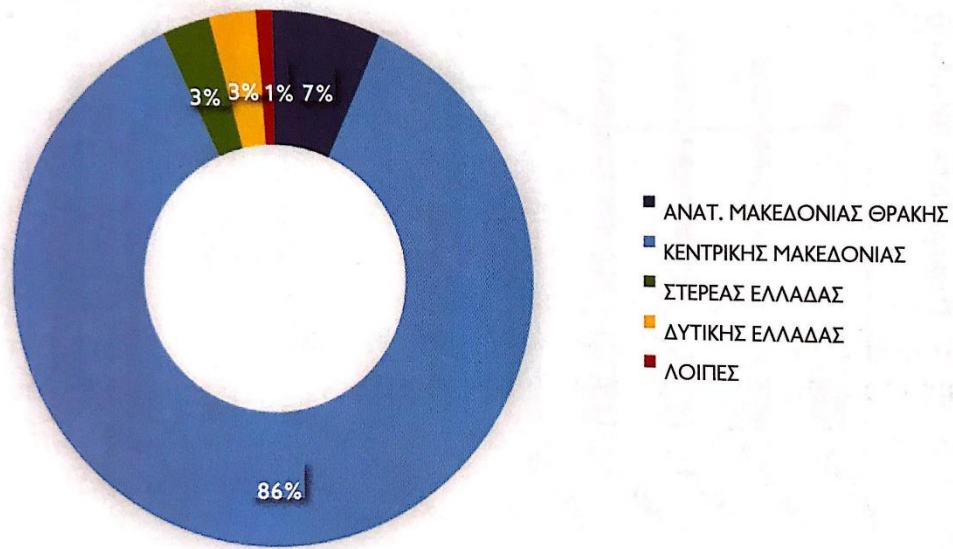
Το ρύζι είναι δεύτερο σημαντικότερο καλλιεργούμενο σιτηρό μετά το σιτάρι (Farooq κ.ά., 2011). Παγκοσμίως καλλιεργείται σε έκταση 1.500-1.600 εκατομμυρίων στρεμμάτων και η παραγωγή του ανέρχεται σε 640-740 εκατομμύρια τόνους. Το 90% των καλλιεργούμενων εκτάσεων ρυζιού βρίσκονται στη Νότια και Νοτιοανατολική Ασία και Άπω Ανατολή. Τις κυριότερες χώρες παραγωγής του αποτελούν κατά σειρά η Κίνα, η Ινδία, η Ινδονησία, το Μπακλαντές, η Ταϊλάνδη, η Μιανμάρ, οι Φιλιππίνες κ.ά. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση οι εκτάσεις ρυζιού που κυμαίνονται από 4-4,5 εκατομμύρια στρέμματα με παραγωγή 2,5-3 εκατομμύρια τόνους (FAO, 2019).

1.1.1 Χρήσεις

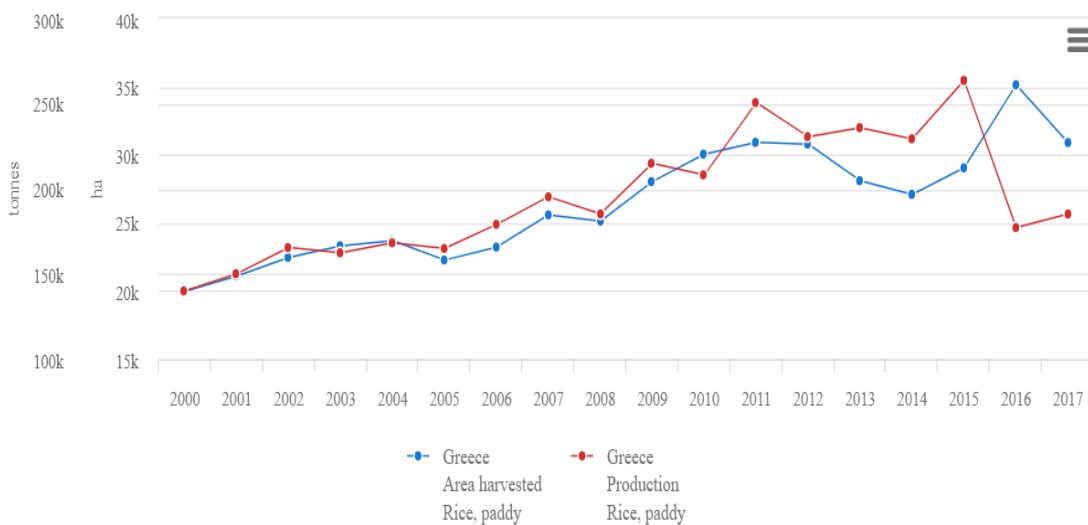
Το ρύζι είναι το δεύτερο σε σπουδαιότητα σιτηρό στον κόσμο μετά από το σιτάρι και θεωρείται το κυριότερο φυτό παραγωγής τροφής για τον άνθρωπο. Αποτελεί επίσης τη βάση της διατροφής του μισού περίπου πληθυσμού της γης. Η θρεπτική αξία του ρυζιού καθορίζεται κυρίως από την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες η οποία κυμαίνεται από 7 έως 15%. Από θρεπτική άποψη, οι πρωτεΐνες του ρυζιού θεωρούνται οι καλύτερες των σιτηρών. Οι ακέραιοι επεξεργασμένοι καρποί καταναλίσκονται μαγειρεμένοι με διάφορους τρόπους. Χρησιμοποιούνται επίσης για την παρασκευή κόκκων ή νιφάδων ή άλλων επεξεργασμένων τροφών. Οι σπασμένοι κόκκοι χρησιμοποιούνται από τις βιομηχανίες για παρασκευή ποτών, παιδικών τροφών, ζωοτροφών κ.ά. Το αλεύρι του ρυζιού αποτελεί πηγή αμύλου και χρησιμοποιείται ευρέως στη ζαχαροπλαστική και γενικότερα στη βιομηχανία τροφίμων. Τα πίτυρα του ρυζιού αποτελούν καλής ποιότητας ζωοτροφή. Από τα έμβρυα παράγεται λάδι που τελικά χρησιμοποιείται στη σαπωνοποιία. Τα περιβλήματα των κόκκων χρησιμοποιούνται ως καύσιμη ύλη, η δε τέφρα τους είναι πλούσια σε μέταλλα και αξιοποιείται στην κεραμική. Τέλος, το άχυρο που παραμένει στο χωράφι μετά τη συγκομιδή χρησιμοποιείται ως οικοδομικό υλικό σε ασιατικές χώρες, ως καύσιμη ύλη, για την παρασκευή χαρτοπολτού, καπέλων και για τη διατροφή των ζώων (Vaughan & Geissler, 1998:8-9).

1.1.2 Η καλλιέργεια του ρυζιού στην Ελλάδα

Στην χώρα μας καλλιεργούνται κάθε χρόνο 200-300 χιλιάδες στρέμματα ρυζιού με την παραγωγή να κυμαίνεται από 170 έως 230 χιλιάδες τόνους. Από το 1961 έως και το 1985 η παραγωγή ήταν στάσιμη, όμως από το 1986 έως και σήμερα κυμαίνεται σε υψηλότερες τιμές. Οι κυριότερες περιοχές που καλλιεργείται το ρύζι στη χώρα μας είναι η Μακεδονία, η Δυτική και η Στερεά Ελλάδα (**Γράφημα 1.1**). Οι μέσες στρεμματικές αποδόσεις στη χώρα μας υπερβαίνουν τα 700 kg/στρ. (**Γράφημα 1.2**) κατατάσσοντας έτσι τη χώρα μας τέταρτη σε θέση παγκοσμίως.



Γράφημα 1. 1: Ποσοστό συμμετοχής στην παραγωγή ρυζιού στην Ελλάδα ανά γεωγραφικό διαμέρισμα για τα έτη 2011-15 (ELSTAT, 2018)



Γράφημα 1. 2: Παραγωγή και απόδοση ρυζιού (*Oryza sativa*) στην Ελλάδα 2000-17 (FAO, 2019)

1.1.3 Ταξινόμηση

Το ρύζι ανήκει στο γένος *oryza* της οικογένειας Poaceae. Στο είδος *Oryza sativa* υπάρχουν τρεις οικότυποι οι *indica*, *japonica* και *javanica*. Οι οικότυποι παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικότητα και δικαιολογούν την ευρεία διάδοση και προσαρμοστικότητα του ρυζιού. Οι οικότυποι *indica* και *japonica* είναι οι πλέον διαδεδομένοι. Ο *indica* είναι μακρόκαρπος και γενικά υψηλόσωμος, με λεπτά αδύναμα στελέχη που τείνουν να πλαγιάζουν. Ο *japonica* έχει μικρούς καρπούς, μεγάλο αριθμό αδερφιών και στελέχη κοντά, ανθεκτικά στο πλάγιασμα (Chang, 2003).

1.1.4 Βοτανική περιγραφή

Το ρύζι είναι μονοκότυλο, ποώδες, ετήσιο φυτό και κυρίως αυτογονιμοποιούμενο. Το ριζικό του σύστημα είναι θυσανώδες και αποτελείται από μια κύρια και 1-3 εμβρυακές ρίζες. Στο ρύζι που καλλιεργείται με κατάκλυση ο μεγαλύτερος όγκος του ριζικού συστήματος είναι συγκεντρωμένος στα πρώτα 20-25 εκατοστά του εδάφους. Το ρύζι σχηματίζει και εναέριες ρίζες από κόμβους του στελέχους που βρίσκονται πάνω από την επιφάνεια του εδάφους.

Το στέλεχος του ρυζιού είναι κάλαμος φέρει 10-23 κόμβους και το ύψος συνήθως κυμαίνεται από 60 έως 80 εκατοστά. Επίσης, το ρύζι παρουσιάζει ισχυρό αδελφωμα που ξεκινάει κατά κανόνα 40 ημέρες περίπου μετά την εμφάνιση του κεντρικού στελέχους.

Από κάθε κόμβο εκφύεται ένα φύλλο που αποτελείται από τον κολεό και το έλασμα. Το έλασμα είναι στενό, επιμηκές, τραχύ, δύσκαμπτο και ανορθωμένο. Ο κολεός είναι αρκετά επιμηκής και δεν περιβάλλει πλήρως σε όλο το μήκος του το αντίστοιχο τμήμα του στελέχους. Στο σημείο ένωσης κολεού και ελάσματος υπάρχει η γλωσσίδα και τα ωτία. Το μέγεθος των φύλλων αυξάνει προοδευτικά από την βάση προς την κορυφή. Οι πρώιμες ποικιλίες σχηματίζουν 12-18 φύλλα ενώ οι όψιμες 23.

Η ταξιανθία είναι επάκρια φόβη μήκους 20-25 εκατοστά και συνήθως κάμπτεται μετά το γέμισμα (**Εικόνα 1.2**). Κάθε φόβη έχει συνήθως 75-150 σταχύδια. Το άνθος του ρυζιού περιβάλλεται από τον χιτώνα και τη λεπίδα και αποτελείται από 6 στημόνες και τον ύπερο. Ο ρυθμός του ανοίγματος των άνθεων του ρυζιού είναι ταχύς και τα άνθη μπορεί να μείνουν ανοιχτά από 20 λεπτά έως 3 ώρες.



Εικόνα 1. 2: Φόβη ρυζιού

Ο κόκκος του ρυζιού είναι καρύοψη και περιβάλλεται από τον χιτώνα και την λεπίδα ακόμα και μετά τον αλωνισμό. Το ρύζι υπό αυτή τη μορφή καλείται paddy (**Εικόνα 1.3**). Ο αποφλοιωμένος καρπός του ρυζιού ονομάζεται καστανό ρύζι (cargo) και αποτελείται από το περικάρπιο, το αμυλώδες ενδοσπέρμιο και το έμβρυο.



Εικόνα 1. 3: Κόκκος ρυζιού (paddy)

1.1.5 Στάδια ανάπτυξης

Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου κυμαίνεται από 80-280 ημέρες ανάλογα με την ποικιλία και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Το ρύζι είναι φυτό καθορισμένης ανάπτυξης με διακριτά στάδια βλαστικής και αναπαραγωγικής ανάπτυξης. Αναγνωρίζονται τα παρακάτω βασικά στάδια του βιολογικού του κύκλου

- Βλαστικό στάδιο ανάπτυξης

- Σπορά – φύτευμα
- Ανάπτυξη ριζικού συστήματος,
- Ανάπτυξη υπέργειου τμήματος, αδελφωμα, καλάμωμα
- Διαφοροποίηση μεριστωμάτων από βλαστικά σε αναπαραγωγικά

- Αναπαραγωγική ανάπτυξη

- Έκπτυξη ταξιανθιών
- Άνθηση
- Γονιμοποίηση
- Γέμισμα καρπού
- Ωρίμανση
- Γήρανση – Ξήρανση του φυτού

Το πρώτο στάδιο του βιολογικού κύκλου περιλαμβάνει τη βλάστηση του σπόρου, το φύτευμα και την εμφάνιση του νεαρού φυταρίου. Όταν ο σπόρος του ρυζιού σπαρεί στο νερό, υπό συνθήκες θερμοκρασίας και αερισμού κοινού ορυζώνος, αναπτύσσεται πρώτα το πτερίδιο με το κολεόπτιλο που το περιβάλλει (προς τα πάνω) και στη συνέχεια σχίζεται η κολεόρριζα και εμφανίζεται η κυρίως εμβρυακή ρίζα (προς τα κάτω). Λίγες μέρες μετά την εμφάνιση της κύριας εμβρυακής ρίζας και ενώ συνεχίζεται η ανάπτυξη του πτεριδίου, αρχίζουν να εκφύονται οι δευτερεύουσες εμβρυακές ρίζες που είναι 1 έως 3 συνήθως. Σε συνθήκες κατάκλυσης, το ρύζι προμηθεύεται το απαραίτητο οξυγόνο για τη βλάστηση του σπόρου με αναερόβια ζύμωση, μέσω των ενζυματικών διεργασιών της βλάστησης. Γενικά οι απαιτήσεις των σπόρων του ρυζιού σε οξυγόνο για τη βλάστηση είναι μικρότερες από εκείνες των σπόρων των άλλων σιτηρών. Η θερμοκρασία είναι ο κυριότερος παράγων που επηρεάζει τη βλάστηση των σπόρων του ρυζιού. Η ελάχιστη θερμοκρασία για το φύτευμα είναι 10-12 °C και η άριστη 27-37 °C (Καραμάνος, 1999:248-352). Η βλαστική ανάπτυξη χαρακτηρίζεται από ταχύτερη αύξηση του ριζικού συστήματος, επιμήκυνση των μεσογονατίων του στελέχους και γρήγορη εμφάνιση και ανάπτυξη των φύλλων. Το αδελφωμα αρχίζει όταν τα φυτά έχουν φθάσει στο στάδιο των 4-5 φύλλων. Άριστη θερμοκρασία του νερού κατάκλυσης για την έκπτυξη των αδελφιών αποτελούν οι 31 °C στη διάρκεια της ημέρας και 16 °C τη νύχτα.

Γενικά, θερμοκρασίες του νερού υψηλότερες ή χαμηλότερες από τις παραπάνω μειώνουν τον αριθμό των αδελφιών. Η επιμήκυνση των μεσογονατίων (καλάμωμα) ξεκινά στα τελευταία στάδια του αδελφώματος. Στο τελευταίο στάδιο της διαφοροποίησης του κορυφαίου μεριστώματος, από βλαστικό σε αναπαραγωγικό, εμφανίζεται η ταξιανθία στο εσωτερικό του διογκωμένου κολεού του φύλλου σημαία. Το ξεστάχασμα πραγματοποιείται με την έκπτυξη της φόβης και η άνθηση μπορεί να ακολουθήσει την ίδια ή την επόμενη ημέρα. Καθώς αναδύεται η ταξιανθία, τα ανώτερα άνθη των σταχυδίων της φόβης αρχίζουν να ανθίζουν και η άνθηση προχωρά σταδιακά προς τη βάση της ταξιανθίας. Η άνθηση της φόβης ολοκληρώνεται σε 7-10 ημέρες, το μεγαλύτερο όμως ποσοστό άνθησης παρατηρείται στις 5 ημέρες μετά το ξεστάχασμα. Η απελευθέρωση της γύρης αρχίζει ακριβώς πριν το άνοιγμα των λεπύρων με αποτέλεσμα να παρατηρείται πολύ μεγάλο ποσοστό αυτογονιμοποίησης. Το γέμισμα του κόκκου διαρκεί περίπου 45-60 και ο κόκκος υφίσταται αλλαγές στην υφή και στο χρώμα μέχρι να ωριμάσει (στάδια υδατώδους, γαλακτώδους καρπού, μαλακής ζύμης, κηρού, σκληρής ζύμης) όπως και στα άλλα σιτηρά. Στη φυσιολογική ωρίμανση το γέμισμα του κόκκου έχει ολοκληρωθεί και η υγρασία του έχει μειωθεί στο 30% περίπου. Η συγκομιδή πραγματοποιείται όταν η υγρασία των κόκκων μειωθεί στο 19-21% περίπου (Δαλιάνης, 1983: 235-309).

1.1.6 Προσαρμοστικότητα

Το ρύζι είναι φυτό των θερμών κλιμάτων με μεγάλη ικανότητα προσαρμογής σε διαφορετικές κλιματικές συνθήκες. Οι κυριότερες ζώνες καλλιέργειας του είναι μεταξύ 50-53° Β και 35° Ν γεωγραφικό πλάτος. Το φυτό έχει θερμοκρασιακές απαιτήσεις μεγαλύτερες των 20° C. Παρουσιάζει ευαισθησία στις χαμηλές θερμοκρασίες στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης και λίγο πριν την άνθηση. Ευνοϊκή επίδραση στον αριθμό των καρπών ανά ταξιανθία έχει η αύξηση της ηλιακής ενέργειας, ιδιαίτερα στο αναπαραγωγικό στάδιο. Το ρύζι είναι φυτό μικρής ημέρας, όμως έχουν δημιουργηθεί ποικιλίες με ουδέτερες απαιτήσεις που προσαρμόζονται σε ευρύτερες περιοχές.

Τα καλύτερα εδάφη για την καλλιέργεια του ρυζιού υπό κατάκλιση είναι τα συνεκτικά αργιλώδη και αργιλοπηλώδη, ενώ τα ελαφρά και αμμώδη κρίνονται ακατάλληλα επειδή δεν συγκρατούν νερό. Κατάλληλα είναι τα εδάφη με pH 5,0-7,0 και περισσότερα όξινα (3,5-4,0) ή αλκαλικά (εώς 7,5) χωρίς να επηρεάζονται οι τελικές αποδόσεις. Το ρύζι χαρακτηρίζεται ως φυτό μέτριας ανθεκτικότητας στα άλατα. Η αντοχή στην αλατότητα επηρεάζεται από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, όπου μεγαλύτερη ευαισθησία σημειώνεται στα πρώτα στάδια βλαστικής ανάπτυξης και στην άνθηση (Scot κ.ά., 2003).

1.1.7 Διαχείριση ζιζανίων

Η καλλιέργεια του ρυζιού ευνοεί την γρήγορη ανάπτυξη υδροχαρών ζιζανίων (μουχρίτσα, μοσχοκύπερη, σκίρπος, αγριοκάλαμο). Το πιο κοινό, επιβλαβές και δύσκολο διακρινόμενο πριν το ξεστάχασμα είναι η μουχρίτσα (*Echinochloa* spp, *Poaceae*). Οι κυριότερες διαφορές της μουχρίτσας από το ρύζι, πριν το ξεστάχασμα, εντοπίζονται στο στέλεχος και στα φύλλα. Το ρύζι έχει στελέχη συγκεντρωμένα, φύλλα με σκούρο πράσινο χρώμα, τραχιά και ανορθωμένα, γλωσσίδα μεγάλου μεγέθους, αιχμηρή, δίλοβη και ωτία τριχωτά και δρεπανοειδή. Η μουχρίτσα έχει διάσπαρτα στελέχη, φύλλα με ανοιχτό πράσινο χρώμα, λεία με μεγαλύτερο πλάτος ελάσματος χωρίς γλωσσίδα και εμφανή ωτία (Kendig et al., 2003). Τα τελευταία χρόνια σημαντικό πρόβλημα αποτελεί το κόκκινο ρύζι (*Oryza sativa* L.). Το κόκκινο ρύζι αποτελεί ένα είδος άγριο ρυζιού και η ονομασία του έχει προκύψει από το κόκκινο χρώμα των αποφλοιωμένων κόκκων του. Προκαλεί μεγάλη μείωση στις αποδόσεις του ρυζιού και προκαλεί ποιοτική υποβάθμιση του τελικού προϊόντος. Η χημική ζιζανιοκτονία σε συνδυασμό με ανθεκτικές καλλιέργειες ρυζιού (μη γενετικά τροποποιημένες) αποτελούν την βασική μέθοδο διαχείρισης των ζιζανίων. Επίσης, η μέθοδος της ψευδοσποράς σε συνδυασμό με χημικές μεθόδους πετυχαίνει χαμηλά ποσοστά και ζιζανίων και καλύτερες αποδόσεις στην καλλιέργεια του ρυζιού (Sindhu κ.ά., 2010). Η τεχνική της αμειψισποράς έχει και αυτή εξίσου σημαντικά αποτελέσματα. Έρευνα έδειξε ότι η εναλλαγή σιταριού-ρυζιού πετυχαίνει υψηλότερες αποδόσεις για τις καλλιέργειες με την μείωση των ζιζανίων (Yadav κ.ά., 2000). Ο συνδυασμός των μεθόδων της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης των Ζιζανίων (IWM) πλέον κρίνεται απαραίτητος.

1.1.7.1 Μοσχοκύπερη *Cyperus difformis*

Η μοσχοκύπερη ανήκει στην οικογένεια *Cyperaceae* και στην τάξη *Cyperales*. Γενικά πρόκειται για ένα σοβαρό, ετήσιο, ανοιξιάτικο ζιζάνιο στην οικογένεια του ρυζιού. Το ζιζάνιο αυτό συναντάται επίσης και σε υγρά εδάφη, κατά μήκος των καναλιών. Η μοσχοκύπερη πολλαπλασιάζεται με σπόρο ο οποίος φυτρώνει νωρίς την άνοιξη και δεν σχηματίζει κονδύλους. Συμπληρώνει τον βιολογικό κύκλο σε 4 με 6 εβδομάδες και μπορεί να έχει 3-4 γενεές ανά καλλιεργητική περίοδο (Holm κ.ά., 1977).

Όσον αφορά την ανταγωνιστικότητα η μοσχοκύπερη κατατάσσεται ως το 32^ο χειρότερο ζιζάνιο παγκοσμίως. Σε αντίθεση με άλλα είδη κύπερης, η μοσχοκύπερη είναι είδος με τύπο φωτοσύνθεσης C3. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως όπου υπάρχουν μεγάλοι πληθυσμοί, εάν δεν γίνει έλεγχος, η απόδοση στο ρύζι μπορεί να μειωθεί σημαντικά.

Σχετικά με την καταγωγή και την εξάπλωση του συγκεκριμένου ζιζανίου, η μοσχοκύπερη είναι ένα ιθαγενές από την υποτροπική Ασία και Αφρική ζιζάνιο και συναντάται σε πολλές χώρες και στην Ευρώπη, στις Η.Π.Α., στην Κίνα και στην Αυστραλία.

Τα **σπορόφυτά** της είναι πολύ μικρά με στενά φύλλα (1 mm) και έχουν μήκος περίπου 10 mm. Ο **βλαστός** της είναι τριγωνικός και έχει περίπου 50 cm ύψος. Ο βλαστός δεν έχει τρίχες και προέρχεται από σπόρους. Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, η μοσχοκύπερη δεν σχηματίζει κονδύλους. Ο βλαστός της καταλήγει σε 1 με 3 φύλλα με κοινή βάση που εκτείνονται λοξά προς τα επάνω. Η βάση του βλαστού είναι μη εξογκωμένη. Όσον αφορά τα **φύλλα**, βρίσκονται στη βάση του βλαστού, επιμήκη, έως 50 cm και έχουν χρώμα ανοιχτό πράσινο-κιτρινωπό. Είναι γυαλιστερά και έχουν σχήμα V στη βάση τους. Το **γλωσσίδιο** είναι μικρό, περίπου 1 mm. Η **ταξιανθία** (Εικόνα 1.4) αποτελείται από στάχυς με μήκος περίπου 5 cm, 3-11 μαζί σε σκιάδιο, ανάμεσα σε 1 με 3 βράκτια-φύλλα στην κορυφή του βλαστού. Το **άνθος** έχει μορφή σταχυδίων πολυανθών.



Εικόνα 1. 4: Ταξιανθία μοσχοκύπερης

Όσον αφορά τον **καρπό**, είναι αχάινιο. Πρόκειται για έναν πολύ μικρό καρπό (0,5- 0,7 mm) , τριγωνικό, δίκυρτο, σε καφετί χρώμα. Ο **σπόρος** της μοσχοκύπερης είναι πολύ μικρός, σαν σκόνη, σε ανοιχτό καφετί χρώμα και δεν παρουσιάζει λήθαργο στην ωρίμανση. Αναφέρονται και 50.000 σπόροι ανά φυτό (Jacometti, 1912. *Le erbe che infestano le risaie italiane*. Congresso Riscolo Internazionale, Vercelli 4: 57-91). Αξίζει να αναφερθεί ότι η μοσχοκύπερη προκαλεί μείωση στην απόδοση της καλλιέργειας του ρυζιού που κυμαίνεται από 22% έως και 34% (Merotto κ.ά., 2009).

1.1.7.2 Μουχρίτσα *Echinochloa* spp

Η μουχρίτσα είναι ένα αγρωστώδες, ανοιξιάτικο ζιζάνιο. Το γένος *Echinochloa* αναφέρεται ότι παρουσιάζει μεγάλη φαινοτυπική ποικιλότητα αλλά και μεγάλη προσαρμοστικότητα σε διάφορα περιβάλλοντα. Αυτό εξηγεί και το φαινόμενο να έχουν καταγραφεί στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια νέα είδη, εκτός από το για πολλά χρόνια πολύ κοινό γνωστό είδος, *Echinochloa crus-galli* (Εικόνα 1.5). Νεότερο είδος είναι το *Echinochloa colonum* και ακόμη πιο νέο το *Echinochloa oryzoides* και το *Echinochloa phyllorogon*. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι όσον αφορά την ανθεκτικότητα, το συγκριτικό πλεονέκτημα της μουχρίτσας, όπως και άλλων ειδών, είναι ότι έχει φωτοσύνθεση τύπου C4.



Εικόνα 1. 5: Το είδος *Echinochloa crus-galli* σε καλλιέργεια ρυζιού στη περιοχή της Ανθήλης

1.1.7.3 Μικρή μουχρίτσα- *Echinochloa colonum* (L.)

Η μικρή μουχρίτσα ανήκει στην οικογένεια *Poaceae* και στην τάξη *Cyperales*. Πρόκειται για ένα μονοετές, αγρωστώδες και ανοιξιάτικο ζιζάνιο. Είναι ένα σχετικά νέο ζιζάνιο στην Ελλάδα και το συναντάμε σε ανοιξιάτικες καλλιέργειες, αμπέλια, οπωρώνες και χέρσες εκτάσεις. Η μικρή μουχρίτσα ανήκει στα χειρότερα ζιζάνια παγκοσμίως και είναι ένα πολύ σοβαρό ζιζάνιο για το ρύζι, το βαμβάκι το καλαμπόκι και το ζαχαροκάλαμο. Πολλαπλασιάζεται με σπόρο που φυτρώνει την άνοιξη και νωρίς το καλοκαίρι. Αναφορικά με την ανταγωνιστικότητα, εάν υπάρχει σε μεγάλους πληθυσμούς, πρέπει να ελεγχθεί για να αποφευχθεί η μείωση της απόδοσης σε ετήσιες καλλιέργειες. Στην Αγγλία έχει αναφερθεί έως και 60% μείωση στην απόδοση του καλαμποκιού από παρουσία 418 φυτών μουχρίτσας/ m². Η μικρή μουχρίτσα πρωτοεμφανίστηκε στην Ευρώπη. Εξαπλώνεται με τροπική και υποτροπική καταγωγή σε όλες τις χώρες, εκτός από αυτές της βόρειας Ευρώπης. Το **σπορόφυτό** της αποτελείται από φύλλα χωρίς γλωσσίδιο, ωτίδια ή τρίχες αλλά με κολεό στη βάση κοκκινωπό- καφετή. Το **καλάμι** της είναι γονατιστό στη βάση, πλαγιαστό, έως και λίγο ανορθούμενο. Έχει ύψος 20- 40 cm, είναι πεπλατυσμένο, αδελφώνει, χωρίς τρίχες, εκτός από τα γόνατα, τα οποία είναι σκληρά και διογκωμένα. Το **έλασμα** της είναι επίπεδο. Τα πρώτα ελάσματα είναι γκριζα, σκούρα πράσινα, με πολλές αραιά εμφανιζόμενες κοκκινωπές λωρίδες (χαρακτηριστικό γνώρισμα) που εμφανίζονται περίπου κάθετα προς το πλάτος, χωρίς τρίχες και με οξεία κορυφή. Ο **κολεός** είναι ανοικτός, με κοκκινωπές λωρίδες. Ωτίδια και γλωσσίδιο δεν υπάρχουν στο συγκεκριμένο είδος μουχρίτσας. Η **ταξιανθία** είναι φόβη, αποτελείται από 8-10 ψευδοστάχεις και είναι κοκκινωπή. Τα **σταχύδια** της μικρής μουχρίτσας είναι μονανθή, μυτερά και τριχωτά. Η μικρή μουχρίτσα δεν έχει άγανο όπως έχει η κοινή μουχρίτσα. Το άνθος της είναι αυτογόνιμο. Όσον αφορά τον **καρπό- σπόρο** (ανθίδιο) είναι καρύοψη, έχει ανοιχτό χρώμα, είναι μικρός και ωοειδής. Η κοινή μουχρίτσα έχει πιο σκούρο χρώμα. Αναφέρονται 100 με 300 σπόροι/ ταξιανθία, ανάλογα με τις συνθήκες ανάπτυξης του φυτού. Παρατηρείται λήθαργος στην ωρίμανση ο οποίος διακόπτεται έπειτα από δυο μήνες διατήρησης. Η βιωσιμότητα κυμαίνεται από 5 έως 8 χρόνια. Τέλος, σχετικά με την χρήση, η μικρή μουχρίτσα χρησιμοποιείται ως βοσκήσιμη χλόη και ο σπόρος της ως τροφή για τα πτηνά.

1.1.7.4 Μουχρίτσα κοινή – *Echinochloa crus-galli* (L.)

Η μουχρίτσα κοινή ανήκει στην οικογένεια *Poaceae* και στην τάξη *Cyperales*. Πρόκειται για ένα μονοετές, αγρωστώδες και ανοιζιάτικο ζιζάνιο. Στη χώρα μας συναντάται σχεδόν σε όλες τις καλλιέργειες και ιδιαίτερος στο ρύζι, για το οποίο αποτελεί ένα από τα κυριότερα ζιζάνια. Πολλαπλασιάζεται μόνο με σπόρο ο οποίος φυτρώνει αργά την άνοιξη και νωρίς το καλοκαίρι. Όσον αφορά την ανταγωνιστικότητα, στις Η.Π.Α. 1 και 5 φυτά/m² μείωσαν την απόδοση στο καλαμπόκι κατά 2% και 7% και στη σόγια κατά 3% και 12% αντίστοιχα. Σε αραιά σπαρμένο ρύζι αναφέρεται πως 9 φυτά/ m² μείωσαν την απόδοση του ρυζιού κατά 57%. Στο Μπαγκλαντές 144 φυτά/ m² μείωσαν την απόδοση του ρυζιού κατά 82% (Bangladesh J. Weed Sci. 1:49). Τα συγκεκριμένα φυτά είναι φωτοσυνθετικά τύπου C4.

Η κοινή μουχρίτσα πρωτοεμφανίστηκε στην Ευρώπη και εξαπλώνεται σε όλες τις χώρες εκτός από αυτές της Κεντρικής και Ανατολικής Αφρικής. Αποτελεί σοβαρό ζιζάνιο σε 36 καλλιέργειες σε 61 χώρες (Holm et al., 1977). Σχετικά με το **σπορόφυτό** της, τα φύλλα δεν έχουν γλωσσίδιο, ωτίδια ή τρίχες και έχει κολεό στη βάση κοκκινωπό καφετί. Το **καλάμι** της είναι όρθιο, γονατιστό στη βάση, πλαγιαστό, ανορθούμενο, αδελφώνει στη βάση ακτινωτά (σαν ροζέτα) και είναι διακλαδιζόμενο. Είναι στρογγυλό ή πεπλατυσμένο από τη βάση έως τα επάνω φύλλα, άτριχο με βάση συνήθως κόκκινη- βιολετιά και με κυματοειδή περιφέρεια. Ο **κολεός** έχει άκρα που βρίσκονται το ένα πάνω στο άλλο (επικαλυμμένος) . είναι ανοιχτός στα επάνω, άτριχος και πεπλατυσμένος. **Ωτίδια** και **γλωσσίδιο** δεν υπάρχουν. Η **ταξιανθία** είναι φόβη, αποτελείται από 8-10 ψευδοστάχεις, είναι όρθια ή κυρτή και συνήθως ο κεντρικός της άξονας αλλά και οι πλευρικοί είναι τριχωτοί. Όσον αφορά τα **σταχύδια** , είναι μονανθή, αυτογόνιμα και σε φόβη. Βρίσκονται στη μια πλευρά του άξονα. Είναι λέπυρα τριχωτά και έχουν χιτώνα με αγανό ίσιο ή στριφτό. Παρουσιάζονται και χωρίς αγανό. Ο **καρπός** (ανθίδιο) είναι καρύοψη η οποία χαρακτηρίζεται ως οξύληκτη. Ο **σπόρος** (ανθίδιο) είναι μικρός, ωοειδής και γυαλιστερός. Συναντάται σε κιτρινωπό- καφετί χρώμα, είναι δίπλευρος, με τη μια πλευρά προς επίπεδη και την άλλη κυρτή, με γραμμώσεις στην κυρτή πλευρά και έχει λήθαργο κατά την ωρίμανση. Η βιωσιμότητα στο έδαφος αναφέρεται έως 13 χρόνια και στο εργαστήριο, σε γυάλινο βάζο, 3 χρόνια. Σε καλλιέργειες αναφέρονται γύρω στους 1.000 με 1.500 σπόρους ανά φυτό. Αναφέρονται 2.000, 5.000, 17.880, και 40.000 σπόροι ανά φυτό. Το βάρος του σπόρου είναι 1,6- 2,2 mg/ σπόρο (1,6- 2.2 g οι 1.000 σπόροι). Δεν έχει αναφερθεί κάτι για την τοξικότητα του συγκεκριμένου ζιζανίου, αλλά μπορεί να προκαλέσει αλλεργία. Τέλος, όσον αφορά τη χρήση της κοινής μουχρίτσας, χρησιμοποιείται ως βοσκήσιμη χλόη και ο σπόρος της ως τροφή για τα πτηνά. Το αλεύρι των σπόρων ανακατευόταν με γάλα από Ινδιάνους για τη διατροφή τους.

1.1.7.5 Μουχρίτσα – *Echinochloa oryzoides*

Η μουχρίτσα - *Echinochloa oryzoides* ανήκει στην οικογένεια *Poaceae* και στην τάξη *Cyperales* και ονομάζεται αλλιώς *Echinochloa oryzicola*. Γενικά, πρόκειται για ένα μονοετές, αγρωστώδες, ανοιξιάτικο, σοβαρό για το ρύζι ζιζάνιο, το οποίο πολλαπλασιάζεται με σπόρο. Θεωρείται ένα πολύ ανταγωνιστικό ζιζάνιο. Πιο συγκεκριμένα, στις Η.Π.Α. αναφέρεται μείωση στην απόδοση του ρυζιού έως και 50% εάν δεν διαχειριστεί (Hill et al., 1985. Integrated weed management in California. Pages 100- 104 in Proceedings of the Western Society of Weed Science, v. 38. Reno, NV).

Η μουχρίτσα - *Echinochloa oryzoides* πρωτοεμφανίστηκε στην Ευρώπη και στην Ασία και εξαπλώνεται στις χώρες όπου καλλιεργείται το ρύζι. Το **σπορόφυτό** της εμφανίζει φύλλα χωρίς τρίχες, με εμφανές κεντρικό νεύρο. Το **καλάμι** εμφανίζεται όρθιο ή γονατιστό στη βάση, 40- 120 cm, είναι πεπλατυσμένο, χωρίς διακλαδώσεις και αδελφώνει πολύ. Τα κάτω γόνατα εμφανίζονται με τρίχωμα ενώ τα πάνω γόνατα και το καλάμι χωρίς τρίχωμα. Φέρει επίσης τους στάχεις σε φόβη στην κορυφή. Το **έλασμα** έχει μήκος 7- 20 cm και πλάτος 4- 12 mm, ανάλογα με τις συνθήκες. Το χρώμα του είναι ανοιχτό πράσινο- κιτρινωπό. Συνήθως δεν έχει τρίχες ή αν έχει, παρατηρείται τρίχωμα στη βάση μόνο στα πρώτα φύλλα. Ο **κολεός** εμφανίζεται χωρίς τρίχες και δεν υπάρχουν **ωτίδια** και **γλωσσίδιο**. Η **ταξιανθία** είναι φόβη οριζόντια ή συνήθως κυρτή. Τα **σταχύδια** είναι διανθή με το κάτω άgono και το δεύτερο επάνω γόνιμο. Πέφτουν στην ωρίμανση και έχουν πολύ μακρύ άgono. Ο **καρπός (σπόρος)** είναι καρύοψη μεγαλύτερη από τα άλλα είδη, σε χρώμα καφετί – καστανό. Ο **σπόρος (ανθίδιο)** είναι μεγαλύτερος και βαρύτερος από ότι στα άλλα είδη μουχρίτσας.

1.1.7.6 Μουχρίτσα *Echinochloa phyllorogon*

Η μουχρίτσα *Echinochloa phyllorogon* ανήκει στην οικογένεια *Poaceae* και στην τάξη *Cyperales*. Ως συνώνυμά της αναφέρονται τα εξής: *Echinochloa oryzicola* και *Panicum phyllorogon*. Γενικά πρόκειται για ένα μονοετές, αγρωστώδες και ανοιξιάτικο ζιζάνιο. Είναι ένα σοβαρό ζιζάνιο για το ρύζι στην Ελλάδα και σε άλλες χώρες. Πολλαπλασιάζεται με σπόρο και θεωρείται εξαιρετικά ανταγωνιστικό (Hill et al., 1985. Proceedings of the Western Society of Weed Science, v. 38. Reno, NV, pp. 100- 104).

Η μουχρίτσα *Echinochloa phyllorogon* πρωτοεμφανίστηκε στην Ευρώπη και στην Ασία και είναι ένα πολύ διαδεδομένο ζιζάνιο στις χώρες όπου καλλιεργείται το ρύζι. Το **σπορόφυτό** του εμφανίζει ανορθούμενα φύλλα, πρασινωπά, διπλωμένα, με εμφανή κεντρική νεύρωση και με τραχιά περιφέρεια. Το **καλάμι** μοιάζει με αυτό του ρυζιού. Είναι όρθιο, 40- 120 cm, χωρίς διακλαδώσεις, αδελφώνει και εμφανίζει στάχεις σε φόβη, στην κορυφή. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως το καλάμι του συγκεκριμένου είδους μουχρίτσας είναι όρθιο ενώ το καλάμι της κοινής μουχρίτσας αναπτύσσεται με έρπουσα μορφή και της *Echinochloa oryzoides* ημιόρθια. Το **έλασμα** είναι επίπεδο, με μήκος 10-30 cm και πάτος 0,5- 1,5 cm. Έχει χρώμα σκούρο πράσινο, συνήθως κοκκινωπό, με τραχιά περιφέρεια και μακριές τρίχες στη βάση της περιφέρειας κοντά στον κολεό. Ο **κολεός** είναι ανοιχτός, πεπλατυσμένος και χωρίς τρίχες. Στο είδος *Echinochloa phyllorogon* δεν υπάρχουν **ωτίδια** και **γλωσσίδιο**. Η **ταξιανθία** είναι φόβη πρασινωπή και αποτελείται από πολλούς στάχεις εναλλάξ κατά μήκος ελαφρά κυρτού άξονα ή όρθιου με τούφα από τρίχες στα γόνατα. Τα **σταχύδια** είναι διανθή, με το κάτω να είναι άγονο ή αρσενικό και το επάνω γόνιμο (ερμαφρόδιτο). Εμφανίζονται χωρίς άγανα ή με πολύ μικρά. Ο **καρπός** είναι καρύωση, μεγάλη και ελλειπτική. Ο **σπόρος** είναι μεγαλύτερος και βαρύτερος από αυτόν της κοινής μουχρίτσας αλλά όχι μεγαλύτερος και βαρύτερος από αυτόν της *Echinochloa oryzoides*.

1.2 Ζιζανιοκτόνα

Η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων αποτελεί ένα από τα βασικότερα και αποτελεσματικότερα εργαλεία της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης των Ζιζανίων (Integrated Weed Management, IWM). Η επιλογή του κατάλληλου ζιζανιοκτόνου καθώς και η σωστή εφαρμογή του αποτελεί βασική επιδίωξη. Παρόλα αυτά η συνεχής και μη ορθή τους χρήση αποτελεί γεγονός. Αυτό έχει ως συνέπεια 1) την μείωση της αποτελεσματικότητας τους 2) την πρόκληση φυτοτοξικότητας στις καλλιέργειες 3) την περιβαλλοντική ρύπανση 4) την αύξηση του κόστους και 5) την ανάπτυξη ανθεκτικών βιότυπων.

1.2.1 Κατάταξη ζιζανιοκτόνων

Για την ταξινόμηση των ζιζανιοκτόνων σε κατηγορίες έχουν ακολουθηθεί διάφορα συστήματα που βασίζονται σε διαφορετικά κριτήρια.

1.2.1.1 Φυλλώματος και εδάφους

Με βάση τον τρόπο εφαρμογής και τη θέση απορρόφησης τους διαχωρίζονται σε φυλλώματος και εδάφους. Εφαρμόζονται διαφυλλικά ή με ενσωμάτωση στο έδαφος. Υπάρχουν, όμως, διάφορα ζιζανιοκτόνα που εφαρμόζονται και στο έδαφος και στο φύλλωμα.

1.2.1.2 Διασυστηματικά και επαφής

Μια άλλη διάκριση είναι σε διασυστηματικά και επαφής που αφορά την ικανότητα τους να εισέρχονται και να κινούνται στο εσωτερικό των φυτών. Αναλυτικότερα, τα ζιζανιοκτόνα εφαρμόζονται στο φύλλωμα και νεκρώνουν μόνο τα μέρη του φυτού με τα οποία έρχονται σε επαφή. Από την άλλη, τα διασυστηματικά προσλαμβάνονται από τους φυτικούς ιστούς και μετακινούνται εντός του φυτού, δρώντας και σε μέρη που το ζιζανιοκτόνο και το φυτό δεν έχουν έρθει σε επαφή.

1.2.1.3 Εκλεκτικά και καθολικά

Μπορούν να διακριθούν και με βάση τα ζιζάνια που καταπολεμούν σε εκλεκτικά και μη εκλεκτικά ή καθολικά. Τα εκλεκτικά δεν προκαλούν φυτοτοξικότητα στην καλλιέργεια και διακρίνονται σε αγρωστωδοντόνα και πλατυφυλλοκτόνα. Τα καθολικά είναι φυτοτοξικά τόσο για τα ζιζάνια όσο και για την καλλιέργεια για αυτό το λόγο εφαρμόζονται προσπαρτικά ή προφυτρωτικά.

1.2.1.4 Ανόργανα και οργανικά

Μπορούν να διαχωριστούν και με βάση την χημική τους δομή σε ανόργανα και οργανικά. Όμως, λόγω των πολλών ομοιοτήτων μεταξύ διάφορων ενώσεων ο διαχωρισμός ως προς την χημική τους δομή είναι δύσκολος και φέρνει διαφωνίες μεταξύ των επιστημόνων.

1.2.1.5 Με βάση τον τρόπο και τον μηχανισμό δράσης

Για την καλύτερη κατανόηση των ζιζανιοκτόνων κατατάσσονται με βάση τον τρόπο και τον μηχανισμό δράσης τους. Επομένως, διαχωρίζονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες στα ζιζανιοκτόνα που αναστέλλουν 1) την φωτοσύνθεση ή τη βιοσύνθεση χρωστικών απαραίτητων για την φωτοσύνθεση (**Πίνακας 1.1**) 2) το μεταβολισμό του κυττάρου (**Πίνακας 1.2**) 3) την διαίρεση ή την αύξηση του κυττάρου (**Πίνακας 1.3**).

Πίνακας 1. 1: Κατάταξη ζιζανιοκτόνων που αναστέλλουν τη φωτοσύνθεση (HRAC, 2019)

Αναστολείς του φωτοσυστήματος II	Αναστολείς του φωτοσυστήματος I	Αναστολείς βιοσύνθεσης χλωροφύλλης (PPG-O)	Αναστολείς βιοσύνθεσης καρροτενοειδών (PDS)	Αναστολείς βιοσύνθεσης καρροτενοειδών (HPPD)
Τριαζίνες, τριαζινόνες, πυραδαζινόνες, φαινυλοκαρβαμιδικά, ουρακίλες, παράγωγα ουρίας, αμίδια φυλλώματος, νιτρίλια, βενζοθειαδιαζινόνες, φαινυλοπυριδαζίνες	Διπυριδύλια	Διφαινυλικοί αιθέρες, οξαδιαζόλες, τριαζολινόνες, φανυλοπυραζόλες, φαινθλοφθαλιμίδια, θειαδιαζόλες, διάφορα ζιζανιοκτόνα	Πυριδαζινόνες, διάφορα ζιζανιοκτόνα, τριαζόλες, ισοξαλιδινόνες, διφαινυλικοί αιθέρες	Τρικετόνες, ισοξαζόλες

Πίνακας 1. 2: Κατάταξη ζιζανιοκτόνων που αναστέλλουν τον μεταβολισμό του κυττάρου (HRAC, 2019)

Αναστολείς βιοσύνθεσης αμινοξέων (ALS)	Αναστολείς βιοσύνθεσης αρωμ. Αμινοξέων (EPSPS)	Αναστολείς βιοσύνθεσης γλουταμίνης (GS)	Αναστολείς βιοσύνθεσης λιπαρών οξέων (ACCase)	Αναστολείς βιοσύνθεσης λιπαρών οξέων (VLCFAs)
Σουλφονουρίες, ιμιδαζολινόνες, πυριμιδινυλβενζοϊκά, τριαζολοπυριμιδίνες, σουλφονυλαμινοκαρβονυλοτρίαζολινόνες	Γλυκίνες	Φωσφινικά	Αρυλοξυφαινοξυ αλκανοϊκά, κυκλοεξανδιόνες, φαινυλοπυραζολίνες	Θειοκαρβαμιδικά, βενζοφουράνες, χλωροκαρβοξυλικά, φωσφοροδιθειικά, χλωροσακεταμίδια

Πίνακας 1. 3: Κατάταξη ζιζανιοκτόνων που αναστέλλουν την διαίρεση και την αύξηση του κυττάρου (HRAC, 2019)

Αναστολείς μίτωσης	Αναστολείς διαίρεσης κυττάρου	Αναστολείς βιοσύνθεσης κυτταρίνης	Δράση αυξίνης	Αναστολείς μεταφοράς αυξίνης
Δινιτροανιλίνες, βενζαμίδια, καρβαμιδικά, πυριδίνες, βενζοϊκό οξύ	Χλωρακεταμίδια, ακεταμίδια, οξυακεταμίδια	Νιτρίλια, βενζιμίδια, κινολινκαρβοξυλικά	Φαινοξυαλκανοϊκά, βενζοϊκά, πυριδινοκαρβοξυλικά, κινολινκαρβοξυλικά	Φθαλαμιδικά

1.3 Ανθεκτικότητα ζιζανίων στα ζιζανιοκτόνα

1.3.1 Γενικά

Η εμφάνιση φαινομένων ανθεκτικότητας θεωρείται ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα όπου ο κλάδος της ζιζανιολογίας καλείται να διαχειριστεί. Η χρήση ζιζανιοκτόνων αποτελεί την βασική και πιο αποτελεσματική μέθοδο διαχείρισης των ζιζανίων. Όμως, η ανάπτυξη ανθεκτικών βιότυπων περιορίζει τη δυνατότητα επιλογής ζιζανιοκτόνων οδηγώντας στην εφαρμογή μεγαλύτερων δόσεων ή και στην αναγκαστική επιλογή κάποιου άλλου ζιζανιοκτόνου. Γεγονός που μπορεί να έχει τόσο οικονομικές όσο και περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Σύμφωνα με την Ζιζανιολογική Εταιρία των ΗΠΑ (WSSA) ανθεκτικότητα καλείται η κληρονομούμενη δυνατότητα ενός είδους φυτού να επιβιώνει και να αναπαράγεται μετά την έκθεση του σε δόση ζιζανιοκτόνου που κανονικά για τον φυσικό πληθυσμό του φυτού είναι θανατηφόρα. Από την άλλη, διεθνώς ο όρος ανθεκτικότητα ζιζανίων σε ζιζανιοκτόνα (herbicide resistance) καλείται η επιλεγμένη κληρονομική ικανότητα μερικών βιότυπων να επιβιώνουν μετά την εφαρμογή της συνιστώμενης δόσης ενός ζιζανιοκτόνου, στο οποίο ο αρχικός πληθυσμός του ζιζανίου ήταν ευαίσθητος (De Prado και Franco, 2004). Σύμφωνα με τον τελευταίο ορισμό οι ανθεκτικοί και οι ευαίσθητοι βιότυποι προϋπάρχουν στον αρχικό πληθυσμό και επιλέγονται ως αντίδραση του ζιζανίου (με ταυτόχρονη μείωση της παραλλακτικότητας) στην συνεχή εφαρμογή ενός ζιζανιοκτόνου (επιλογή πίεσης). Επομένως, η πίεση που επιλογής που ασκείται από τις επαναλαμβανόμενες ενός ζιζανιοκτόνου δεν προκαλεί την εκδήλωση της ανθεκτικότητας αλλά επιλέγει και ευνοεί την ήδη υπάρχουσα ανθεκτικότητα.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί και ο όρος αντοχή των ζιζανίων στα ζιζανιοκτόνα (herbicide tolerance) που αποτελεί την έμφυτη δυνατότητα ενός ζιζανίου να επιβιώνει και να αναπαράγεται μετά την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου. Γεγονός που σημαίνει σημαίνει ότι δεν υπάρχει τεχνητή ή γενετική επιλογή (Powles και Shaner, 2001). Σύμφωνα με τους Holt και LeBaron, 1990 ο πληθυσμός του ζιζανίου που έχει φυσική αντοχή σε ένα ζιζανιοκτόνο, σε αντίθεση με τον ανθεκτικό βιότυπο, συχνά αντιμετωπίζεται με την αύξηση της δόσης του ζιζανιοκτόνου. Συνεπώς, η ανάπτυξη φαινομένων ανθεκτικότητας είναι δυσκολότερο να αντιμετωπιστούν. Σύμφωνα με τον Hear, 2019 στην χώρα μας έως και σήμερα έχουν αναφερθεί 17 εξακριβωμένες περιπτώσεις ανθεκτικότητας (Πίνακας 1.4).

Πίνακας 1. 4: Καταγεγραμμένες περιπτώσεις ανθεκτικών βιότυπων ζιζανίων στη Ελλάδα (Heap, 2019)

1	<i>Echinochloa crus-galli</i> <i>var. crus-galli</i>	Barnyardgrass	1986	PSII inhibitor (Ureas and amides) (C2/7)
2	<i>Lolium rigidum</i>	Rigid Ryegrass	1997	ACCase inhibitors (A/1)
3	<i>Papaver rhoeas</i>	Corn Poppy	1998	ALS inhibitors (B/2)
4	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Redroot Pigweed	2000	Photosystem II inhibitors (C1/5)
5	<i>Chenopodium album</i>	Common Lambsquarters	2000	Photosystem II inhibitors (C1/5)
6	<i>Papaver rhoeas</i>	Corn Poppy	2002	Multiple Resistance: ALS inhibitors (B/2) Synthetic Auxins (O/4)
7	<i>Sorghum halepense</i>	Johnsongrass	2005	ACCase inhibitors (A/1)
8	<i>Avena sterilis</i>	Sterile Oat	2009	ACCase inhibitors (A/1)
9	<i>Cyperus difformis</i>	Smallflower Umbrella Sedge	2009	ALS inhibitors (B/2)
10	<i>Echinochloa phyllopogon</i> (=E. <i>oryzicola</i>)	Late Watergrass	2009	ALS inhibitors (B/2)
11	<i>Lolium rigidum</i>	Rigid Ryegrass	2009	ALS inhibitors (B/2)
12	<i>Conyza bonariensis</i>	Hairy Fleabane	2010	EPSP synthase inhibitors (G/9)
13	<i>Conyza sumatrensis</i>	Sumatran Fleabane	2012	EPSP synthase inhibitors (G/9)
14	<i>Conyza canadensis</i>	Horseweed	2012	EPSP synthase inhibitors (G/9)
15	<i>Oryza sativa</i> <i>var. sylvatica</i>	Red Rice	2013	ALS inhibitors (B/2)
16	<i>Lolium rigidum</i>	Rigid Ryegrass	2016	EPSP synthase inhibitors (G/9)
17	<i>Lolium rigidum</i>	Rigid Ryegrass	2017	Glutamine synthase inhibitors (H/10)

1.3.1.1 Απλή ανθεκτικότητα

Απλή ανθεκτικότητα (simple herbicide resistance) ονομάζεται *“η ανθεκτικότητα ενός ζιζανίου σε ένα και μόνο ζιζανιοκτόνο, που φυσικά έχει ένα συγκεκριμένο τρόπο δράσεις”* (Ελευθεροχωρινός, 2008).

1.3.1.2 Σταυρανθεκτικότητα

Η σταυρανθεκτικότητα (cross resistance) ορίζεται ως *“η ανθεκτικότητα ενός ζιζανίου σε ένα ή περισσότερα ζιζανιοκτόνα που ανήκουν στην ίδια ή σε διαφορετικές οικογένειες με ίδιο μηχανισμό δράσης ή μεταβολισμού”* (Ελευθεροχωρινός, 2008; Rubin 1996).

1.3.1.3 Πολλαπλή ανθεκτικότητα

Η πολλαπλή ανθεκτικότητα (multiple resistance) αναφέρεται στην ανθεκτικότητα που παρουσιάζει ένα ζιζάνιο σε περισσότερα από ένα ζιζανιοκτόνα που ανήκουν σε οικογένειες με διαφορετικούς μηχανισμούς δράσης ή μεταβολισμού και η οποία ελέγχεται από πολλά γονίδια (Ελευθεροχωρινός, 2008). Επίσης, κατά τους Hear και El Baron (2011), πολλαπλή ανθεκτικότητα υφίσταται όταν *“ένας βιότυπος ζιζανίου είναι ανθεκτικός σε ένα ζιζανιοκτόνο εξαιτίας της ύπαρξης περισσότερων μηχανισμών ανθεκτικότητας”*. Τέλος, αποτελεί τη πιο σοβαρή μορφή ανθεκτικότητας καθώς πολλά ζιζανιοκτόνα που ανήκουν σε διαφορετικές χημικές ομάδες μη χρήσιμα να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά τους ανθεκτικούς βιότυπους δημιουργώντας οξύτατα προβλήματα στην διαχείριση των ζιζανίων (Owen κ.ά., 2007).

1.3.2 Μηχανισμοί ανθεκτικότητας

Οι μηχανισμοί ανθεκτικότητας χωρίζονται στους φυσιολογικούς και στους βιοχημικούς. Οι φυσιολογικοί μηχανισμούς που αφορούν 1) τη μείωση του ρυθμού απορρόφησης του ζιζανιοκτόνου 2) την μείωση ρυθμού μετακίνησης και 3) την τροποποίηση στην ενδοκυτταρική κατανομή. Οι βιοχημικοί σχετίζονται με 1) την ικανότητα των ζιζανίων να μεταβολίζουν τα ζιζανιοκτόνα μέσω α) των διεργασιών αποδόμησης (οξειδωση, υδροξυλίωση, υδρόλυση, αναγωγή) των μορίων τους β) σχηματισμού συμπλόκων με συστατικά των κυττάρων γ) εναπόθεσης τους στα κυτταρικά τοιχώματα και χυμοτόπια, 2) την υπεραγωγή του ενζύμου που αποτελεί θέση δράσης 3) την τροποποίηση θέσης δράσης του ζιζανιοκτόνου (Dekker and Duke, 1995; Powles κ.ά., 1997; Preston και Mallory-Smith, 2001; Preston, 2004; Hatzios και Burgos, 2004; De Prado και Franco, 2004; Powles και Preston, 2006).

1.3.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη ανθεκτικότητας

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη και τον ρυθμό φαινομένων ανθεκτικότητας αφορούν 1) το είδος της ανθεκτικότητας (απλή, σταυρανθεκτικότητα, πολλαπλή) 2) το ζιζανιοκτόνο (ένταση της δράσης του, υπολειμματική διάρκεια, μηχανισμός δράσης) 3) τις γεωργικές τεχνικές που εφαρμόζονται (Gasquez, 1997; Ελευθεροχωρινός, 2008).

1.4 Ολοκληρωμένη Διαχείριση Ζιζανίων – Integrated Weed Management (IWM)

1.4.1 Γενικά

Η ολοκληρωμένη διαχείριση ζιζανίων (IWM) δεν είναι απλά μια άλλη μέθοδος ελέγχου ζιζανίων, αλλά μια διαφορετική αντίληψη και προσέγγιση του προβλήματος που αφορά τα ζιζάνια και τη γεωργία ή τα ζιζάνια και τις καλλιέργειες (Bastiaans et al., 2008, Young, 2012). Η IWM θα μπορούσε να οριστεί ως: « Η τακτική στην οποία αρχές, πρακτικές, μέθοδοι, αγροχημικά και στρατηγικές χρησιμοποιούνται συνδυασμένες για τον έλεγχο των ζιζανίων στις καλλιέργειες και γενικά όπου και όποτε χρειάζεται, με σκοπό την εξασφάλιση της γεωργικής παραγωγής και ταυτόχρονα τον περιορισμό στο ελάχιστο των ανεπιθύμητων επιπτώσεων στο περιβάλλον (βιοτικό και αβιοτικό)».

Σε κάθε σύστημα IWM οι πρακτικές και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται επιλέγονται με κριτήρια οικονομικά, οικολογικά και κοινωνικά. Χρησιμοποιείται συνδυασμός μεθόδων που αλληλοσυμπληρώνουν η μια την άλλη και στοχεύουν στη συγκράτηση των ζιζανιοπληθυσμών κάτω από το κρίσιμο (κριτικό) επίπεδο (threshold level) και όχι στον πλήρη έλεγχο των ζιζανίων. Είναι σημαντικό να επισημανθεί πως η IWM αξιοποιεί τόσο προληπτικά μέτρα (σπόρος καλλιεργειών χωρίς ζιζάνια, αποφυγή εισαγωγής και επέκτασης των ζιζανίων, ιδίως των δυσκολοεξόντωντων, σε νέες περιοχές , κ.α.) όσο και καλλιεργητικά μέτρα , όπως η αμειψισπορά, ημερομηνία σποράς, ποικιλίες γρήγορης ανάπτυξης, ποικιλίες ανθεκτικές, , τη βιολογική αντιμετώπιση ζιζανίων καθώς και τις δυνατότητες της Βιοτεχνολογίας (π.χ. ανθεκτικές στα ζιζανιοκτόνα ποικιλίες) κατά την παρουσία των ζιζανίων σε ένα αγρο-οικοσύστημα αλλά και μετά.

Είναι χρήσιμο να διευκρινισθεί πως σε κάθε σύστημα IWM τα ζιζανιοκτόνα δεν καταργούνται αλλά αποτελούν απαραίτητο και βασικό εργαλείο του συστήματος που τα χρησιμοποιεί στον κατάλληλο χρόνο, στη θέση και στη δοσολογία.

Είναι προφανές πως για την αντιμετώπιση τόσων πολλών και διαφορετικών ζιζανίων που έχουν πολλές διαφορές στη βιολογία τους , είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν παραπάνω από ένα σύστημα IWM, που όμως όλα θα έχουν ως στόχο τον συνδυασμό καλλιεργητικών, μηχανικών, βιολογικών, οικολογικών και χημικών μεθόδων διαχείρισης των ζιζανίων.

1.4.2 Στρατηγική Ανάπτυξης συστήματος IWM

i. Αμειψισπορά

Σε μελέτη διάρκειας 14 χρόνων βρέθηκε πως τα δυσκολοεξόντωτα ζιζάνια, όπως ο βέλιουρας, εμφανίζονταν νωρίτερα αι προκαλούσαν μεγαλύτερη ζημιά όταν γίνονταν μονοκαλλιέργεια σε σχέση με αυτή όταν ακολουθούνταν αμειψισπορά.

ii. Καλλιέργεια εδάφους

Ακαλλιεργησία: Περιορίζει και τη συνολική ποσότητα ζιζανιοκτόνων

iii. Κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού ζιζανίων

Επιτρέπει τη χρήση ζιζανιοκτόνων μικρότερης υπολειμματικής διάρκειας και μηχανική καλλιέργεια.

iv. Εναλλακτικές μέθοδοι

- Φυτοκάλυψη , π.χ. με σίκαλη, κριθάρι. Αλληλοπάθεια για ορισμένα ζιζάνια.
- Κατεργασία, Ζιζανιοκτόνο μόνο στη γραμμή φυτείας και με αυτόν τον τρόπο 50% - 70% λιγότερο ζιζανιοκτόνο.
- Βιολογικός έλεγχος.

v. Ανταγωνιστικότητα της καλλιέργειας

Αξιοποιεί την ποικιλία, την εποχή σποράς, τη λίπανση κ.α.

vi. Περιγραφικά μοντέλα

Πρόβλεψη πυκνότητας ζιζανίων για οικονομική ζημιά

vii. Εκπαίδευση, Εφαρμογή

Φορείς καλά ενημερωμένοι, επίμονη προσπάθεια για εκπαίδευση και εφαρμογή των συστημάτων IWM

viii. Κλιματολογικές συνθήκες

Πρέπει να είναι γνωστές και να λαμβάνονται υπόψη πριν και μετά την εφαρμογή των πρακτικών της IWM.

1.4.3 Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παραγωγής και IWM

Η IWM αποτελεί ένα βασικό μέτρο στην Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παραγωγής. Κατά τον 20^ο αιώνα η «επανάσταση» στη γεωργία ήταν η εισαγωγή και η γενίκευση της χρήσης των αγροχημικών για την προστασία και την αύξηση της γεωργικής παραγωγής. Τον 21^ο αιώνα η «επανάσταση» θα είναι η ολοκληρωμένη διαχείριση παραγωγής, δηλαδή ο περιορισμός έως και η κατάργηση των αγροχημικών σε συνδυασμό με τη χρήση άλλων μεθόδων και μέτρων, χωρίς όμως να μειωθεί η σημερινή γεωργική παραγωγή, ούτε ποσοτικά, ούτε ποιοτικά, αλλά αντίθετα να αυξηθεί ώστε να ικανοποιούνται οι ανάγκες του συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού της γης, ενώ παράλληλα θα διατηρούνται οι φυσικοί πόροι και θα προστατεύεται το περιβάλλον (Λόλας, 2001, 3^η Πανελλήνια Συνάντηση Φυτ/σίας, Λάρισα).

Στο σχεδιασμό της IWM, ανεξάρτητα από τη μέθοδο που θα ακολουθηθεί είναι απαραίτητο να γίνονται και να καταγράφονται ορισμένα βήματα, τα σπουδαιότερα από τα οποία είναι τα εξής:

- i. Παρακολούθηση πληθυσμών, σπόρων και ζιζανίων
- ii. Πρόβλεψη ζιζανιοπληθυσμών και αλλαγών
- iii. Καταγραφή προβληματικών ζιζανίων
- iv. Απόφαση για το εάν χρειάζεται ή όχι έλεγχος
- v. Επιλογή αρχών, μεθόδου ή μεθόδων και μέτρων
- vi. Μέσα και δυνατότητες παραγωγού
- vii. Εκτίμηση συνεπειών βραχυχρόνια και μακροχρόνια
- viii. Ανταγωνιστικότητα ζιζανίων

1.4.4 Χημική Ζιζανιοκτονία

Στην ολοκληρωμένη διαχείριση της παραγωγής η χρήση των ζιζανιοκτόνων δεν αποκλείεται. Βασική επιδίωξη όμως είναι η ορθολογική χρήση και ο περιορισμός τους μόνο στις περιπτώσεις όπου και όταν είναι εντελώς απαραίτητα, γιατί οι άλλες μέθοδοι δεν είναι αποτελεσματικές. Διάφορα μέτρα μπορούν να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων και έτσι να μειωθεί η συνολική ποσότητα χρήσης ζιζανιοκτόνων:

➤ **Χρόνος εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου**

Στα πειράματα σημασίας του χρόνου κατεργασίας του εδάφους η εμφάνιση των ζιζανίων βρέθηκε ότι και ο χρόνος εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου επηρέασε την αποτελεσματικότητά του. Αυτό παρατηρήθηκε και με προσπρτικά (π.χ. trifluralin) ή παραφουτρωτικά (π.χ. alachlor) και με μεταφουτρωτικά ζιζανιοκτόνα (π.χ. glyphosate, oxyfluorfen). Φαίνεται, λοιπόν, ότι υπάρξει συνδυασμός κατεργασίας του εδάφους με εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου τη νύχτα, οπότε και είναι αποτελεσματικότερο, ίσως μπορούμε να μειώσουμε δραστικά τη δόση (Σουϊπας , 2000).

➤ **Εφαρμογή επί της γραμμής**

Σε πειράματα με το clomazone, εφαρμογή του επί της γραμμής στη δόση ένα τρίτο εκείνης σε όλη την επιφάνεια έλεγξε πολύ καλά τα ζιζάνια επί της γραμμής, ενώ τα ζιζάνια μεταξύ των γραμμών ελέγχθηκαν με φρεζάρισμα (Τάτση κ.α., 1999. 11^ο Παν. Συν. ΕΖΕ, Βόλος. Κυρμανίδου κ.α., 2002. 12^ο παν. Συν. ΕΖΕ, Αθήνα).

➤ **Εφαρμογή κατά κηλίδες (ή πολυετή αγρωστώδη)**

Επειδή σχεδόν πάντα τα πολυετή ζιζάνια, όπως αγριάδα, βέλιουρας, κύπερη, εμφανίζονται κατά κηλίδες και επειδή τα δυο πρώτα ελέγχονται αποτελεσματικά μόνο με μεταφουτρωτικά ζιζανιοκτόνα, μπορούμε να κάνουμε την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων μόνο στις θέσεις (κηλίδες) παρουσίας αυτών των ζιζανίων, περιορίζοντας έτσι σημαντικά την συνολική ποσότητα του ζιζανιοκτόνου που θα εφαρμοσθεί.

➤ **Ζιζανιοκτόνα ακριβείας**

Είναι η εφαρμογή ζιζανιοκτόνου μόνο όπου υπάρχουν ζιζάνια και, ειδικότερα, εφαρμογή εκείνου του ζιζανιοκτόνου το οποίο ελέγχει το ζιζάνιο ή τα συγκεκριμένα ζιζάνια. Μια περίπτωση ζιζανιοκτονίας ακριβείας είναι τα προηγούμενα μέτρα εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου επί της γραμμής ή κατά κηλίδες.

➤ Τύπος εδάφους

Πολύ σημαντική μείωση της δόσης ενός ζιζανιοκτόνου μπορεί να επιτευχθεί έναν τηρούμε την αρχή της Ζιζανιολογίας ότι για τα περισσότερα ζιζανιοκτόνα η δοσολογία εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους (Ελευθεροχωρινός, 2008. Λόλας, 2007). Έτσι, όσο ελαφρύτερο είναι ένα έδαφος, τόσο χαμηλότερη η αποτελεσματική δοσολογία του ζιζανιοκτόνου. Για παράδειγμα, όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί pendimethalin σε αμμουδερό έδαφος, τότε η δόση θα πρέπει να είναι η μισή από εκείνη που εφαρμόζεται σε ένα αργιλώδες και τουλάχιστον το ένα τέταρτο από εκείνη που εφαρμόζεται σε ένα οργανικό έδαφος.

➤ Ακαλλιεργσία

Σε πειράματα στο Καπνολογικό Ινστιτούτο Ελλάδας, ο καπνός μεγάλωσε και απέδωσε ικανοποιητικά σε θερισμένη καλαμιά, όπου επί της γραμμής εφαρμόστηκε ένα προφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο και σε όλη την επιφάνεια για τα φυτρωμένα ζιζάνια, το θεωρούμενο φιλικό προς το περιβάλλον ζιζανιοκτόνο glyphosate (Πειράματα Λόλας, αδημοσίευτα).

➤ Συνδυασμός ζιζανιοκτόνων

Μείωση της δόσης, τουλάχιστον για τα ζιζανιοκτόνα με επιπτώσεις στο περιβάλλον, επιτυγχάνεται όταν αυτά δεν τα χρησιμοποιούμε μόνα τους, αλλά σε συνδυασμό με άλλο ή με άλλα ζιζανιοκτόνα.

➤ Είδος ζιζανίου

Όπως είναι γνωστό δεν υπάρχει εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο το οποίο να ελέγχει όλα τα ζιζάνια. Αυτό, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι ανάλογα με το χωράφι το ζιζάνιο ή τα κυρίαρχα ζιζάνια διαφέρουν, μας δίνει τη δυνατότητα, συμβουλευόμενοι το φάσμα δράσης και τις φυσικοχημικές ιδιότητες των ζιζανιοκτόνων, να χρησιμοποιήσουμε το ζιζανιοκτόνο το λιγότερο ανεπιθύμητο για το περιβάλλον, καθώς και σε χαμηλότερη δόση, εάν το ζιζάνιο είναι συνηθισμένο, δηλαδή εάν αντιμετωπίζεται εύκολα.

Από όλα τα παραπάνω είναι φανερό πως δεν υπάρχει μόνο ένα και μοναδικό σύστημα IWM το οποίο μπορεί να εφαρμόζεται παντού. Αντίθετα, υπάρχουν πολλές IWM που είναι εξειδικευμένα συστήματα ανάλογα με το αγρο-οικοσύστημα, την καλλιέργεια, τους ζιζανιοπληθυσμούς, τα εδαφοκλιματικά δεδομένα κ.α. Για κάθε αγρο-οικοσύστημα σχεδιάζεται μια IWM αλλά όλες οι διαφορετικές IWM έχουν πολλές κοινές πρακτικές όπως η επισκόπηση ζιζανίων, αμειψισπορά καλλιεργειών και ζιζανιοκτόνων, καλλιεργητικά μέτρα, χρήση ζιζανιοκτόνων και πρακτικών με μικρότερη επικινδυνότητα για το περιβάλλον, μείωση αποτυπώματος του άνθρακα, προστασία της βιοποικιλότητας (ζιζάνια με υψηλό δείκτη βιοποικιλότητας), αποφυγή ανάπτυξης ανθεκτικότητας ζιζανίων, κ.α.

2. Υλικά και Μέθοδοι

Τα πειράματα έλαβαν χώρα στον πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστήμιου Αθηνών κατά την διάρκεια των μηνών Μάιος-Ιούλιος του 2018.

2.1 Συλλογή φυτικού υλικού και ιστορικό αγρού

Μετά από εκτεταμένες επισκοπήσεις ορυζώνων σε διάφορες περιοχές τη Ελλάδας το καλοκαίρι του 2017 συλλέχθηκαν σπόροι βιότυπων μουχρίτσας (*Echinochloa* spp) και βιότυπων μοσχοκύπερης (*Cyperus difformis*) από τρεις ορυζωνοπεριοχές. Συνολικά συλλέχθηκαν 43 βιότυποι *Echinochloa* spp και 21 βιότυποι *Cyperus difformis* από την Ανθήλη Φθιώτιδας (F), την Κατοχή Αιτωλοακαρνανίας (E) και την Χαλάστρα Θεσσαλονίκης (T) (Εικόνα 2.1). Στις συγκεκριμένες ορυζωνοπεριοχές οι παραγωγοί εξέφρασαν παράπονα για την μειωμένο έλεγχο των παραπάνω ζιζανίων. Τα ζιζανιοκτόνα που εφαρμόζονταν από τους παραγωγούς ήταν κυρίως το penoxsulam, το propanil το halosulfuron methyl και λιγότερο το cyhalofop butyl και το profoxydim. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονιστεί ότι στη περιοχή της Ανθήλης οι παραγωγοί εφαρμόζουν τη τεχνική της αμειψισποράς με βαμβάκι ενώ στις άλλες δυο περιοχές το ρύζι αποτελεί μονοκαλλιέργεια. Μετά την συλλογή των σπόρων σε πλαστικά σακουλάκια, μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστήμιου Αθηνών. Στο εργαστήριο έγινε ο διαχωρισμός των ξένων υλών και των σπόρων και στη συνέχεια αποθηκεύτηκαν μέχρι την έναρξη των πειραμάτων. Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι υπήρξε δυσκολία στην ταυτοποίηση των ειδών της μουχρίτσας λόγω ύπαρξης πολυμορφικών ειδών με πολυάριθμα υποείδη και ποικιλίες που στερούνται εμφανών χαρακτηριστικών ταυτοποίησης.



Εικόνα 2. 1: Χάρτης που καταδεικνύει τις περιοχές από τις οποίες συλλέχθηκαν οι σπόροι των ζιζανίων.

2.1.1 Φυτικό υλικό

2.1.1.1 Σπάσιμο ληθάργου σπόρων βιότυπων μουχρίτσας

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε για το σπάσιμο του ληθάργου της μουχρίτσας είναι η μεταχείριση με πυκνό θειικό οξύ 95%. Τα βήματα είναι τα εξής:

- Σε ένα μεταλλικό σουρωτήρι τοποθετείται 1 κουταλιά της σούπας σπόρων μουχρίτσας και εμβαπτίζεται σε 1 κάψα πορσελάνης/ ποτήρι ζέσεως το οποίο έχει γεμιστεί με το πυκνό θειικό οξύ.
- Αφήνεται για 2 λεπτά και 20 δευτερόλεπτα και ταυτόχρονα ανακατεύονται οι σπόροι ώστε το οξύ να τους καλύψει σωστά.
- Αφαιρείται το σουρωτήρι από τη κάψα πορσελάνης και ξεπλένεται με απιονισμένο νερό προσεκτικά στην απαγωγό εστία.
- Οι σπόροι τοποθετούνται σε διηθητικό χαρτί/χαρτί κουζίνας και παραμένουν για 1-2 ημέρες ώστε να στεγνώσουν.
- Το σουρωτήρι ξεπλένεται πολύ καλά ώστε να μην υπάρχουν υπολείμματα σπόρου.
- Το ίδιο διάλυμα πυκνού θειικού οξέος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άλλες 2 φορές (χρόνος εμβάπτισης 2 λεπτά και 30-35 δευτερόλεπτα).

Παρατηρήθηκε ότι οι βιότυποι από τη Θεσσαλονίκη (T) χρειάζονται 2 λεπτά και 20 δευτερόλεπτα ενώ οι βιότυποι από την Αιτωλοακαρνανία (E) και την Φθιώτιδα (F) λιγότερο διότι είναι πιο ευαίσθητοι. Τέλος, τρεις ημέρες από την ημέρα σπάσιμου του ληθάργου των σπόρων πραγματοποιήθηκε η σπορά.

2.1.1.2 Σπορά και συνθήκες ανάπτυξης των φυτών

Σπόροι μουχρίτσας φυτέφθηκαν σε φυτοδοχεία (23x21, πλαστικά ποτήρια 330mL) και μοσχοκύπερης σε φυτοδοχεία (πλαστικά ποτήρια 330mL). Πριν την σπορά τα φυτοδοχεία γεμίστηκαν με μείγμα από έδαφος πειραματικού αγρού-φυτόχωμα-τύρφη σε αναλογία 2:2:1 v/v. Η ανάλυση του εδάφους του πειραματικού αγρού του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών παρουσιάζεται στο **Πίνακα 2.1**.

Πίνακας 2. 1: Ανάλυση εδάφους πειραματικού αγρού Εργαστηρίου Γεωργίας Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

CaCO ₃	15,99%	Μαργώδες
Οργανική ουσία	2,37%	Ικανοποιητική
NO ₃ ⁻	104,3 ppm	Επαρκές
P (Olsen)	9,95 ppm	Ικανοποιητικό
Na ⁺	110 ppm	Υψηλό
pH (1:1 H ₂ O)	7,29	Ελαφρώς αλκαλικό
Κοκκομετρική σύσταση	Clay Loam	Αργιλοπηλώδες

Τα φυτοδοχεία ποτίστηκαν επαρκώς και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν οι σπόροι. Στη περίπτωση της μουχρίτσας οι σπόροι καλύχθηκαν με μείγμα χώματος στο 1cm. Στη περίπτωση της μοσχοκύπερης τοποθετήθηκε πολύ λεπτό στρώμα χώματος διότι οι σπόροι έχουν πολύ μικρή διάμετρο.

Τα φυτοδοχεία στη συνέχεια τοποθετήθηκαν και παρέμειναν καθόλη τη διάρκεια των πειραμάτων στο πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Αναπτύχθηκαν υπό φυσικές συνθήκες φωτός και ποτίζονταν επαρκώς. Οι μέσες οι υψηλότερες και χαμηλότερες θερμοκρασίες που υπήρχαν για τους μήνες Μάϊος-Ιούλιος του 2018 παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.2. Τα δεδομένα προέρχονται από το site meteo.gr το οποίο έχει εγκαταστήσει μετεωρολογικό σταθμό στην περιοχή Αθήνα, Γκάζι (υψόμετρο 50 m, θέση : Δημοτικό ραδιόφωνο Αθήνα 9.84, βρίσκεται σε οροφή κτιρίου, ύψος αισθητήρων θερμ/υγρ : 2 m, ύψος ανεμομέτρου : 2 m).

Πίνακας 2. 2: Μέση θερμοκρασία και μέση υψηλότερη θερμοκρασία για τους μήνες Μάϊος-Ιούλιος 2018
(www.meteo.gr)

Μήνες	Μέση ελάχιστη θερμοκρασία °C	Μέση υψηλότερη θερμοκρασία °C
Μάϊος	15.4	25.3
Ιούνιος	20.1	29.8
Ιούλιος	22.5	32.6

Πριν φτάσουν τα φυτά στο στάδιο των 2-3 φύλλων έγινε αραιώση. Στη περίπτωση της μοσχοκύπερης απέμειναν σε κάθε φυτοδοχείο 2-3 φυτά. Στη περίπτωση της μουχρίτσας έγινε αραιώση και μεταφύτευση κάποιων φυτών σε μικρότερα φυτοδόχεια. Στα μικρά φυτοδοχεία είχαμε 2-3 φυτά ενώ στα μεγάλα 5-6 φυτά.

2.2 Εφαρμογή ζιζανιοκτόνων

Οι ψεκασμοί πραγματοποιήθηκαν στο στάδιο των 2-3 φύλλων. Τα φυτοδοχεία τοποθετήθηκαν πάνω σε γεώφασμα και ψεκάστηκαν με ψεκάστρα. Τα ζιζανιοκτόνα και οι δόσεις που εφαρμόστηκαν στους βιότυπους μουχρίτσας και στους βιότυπους μοσχοκύπερης παρουσιάζονται αναλυτικά στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 2. 3: Ζιζανιοκτόνα που εφαρμόστηκαν στους βιότυπους μουχρίτσας

Ζιζανιοκτόνα	Τρόπος δράσης	Δόση g δ.ο ha⁻¹
Profoxydim	Cyclohexanediones (DIMs)	200
Cyhalofop butyl	Aryloxyphenoxypropionates (FOPs)	300
Florpyrauxifen benzyl	Synthetic Auxins	30
Penoxsulam	Triazolopyrimidines	40.8

Πίνακας 2. 4: Ζιζανιοκτόνα που εφαρμόστηκαν στους βιότυπους μοσχοκύπερης

Ζιζανιοκτόνο	Τρόπος δράσης	Δόση g δ.ο ha⁻¹
Halosulfuron -methyl	Sulfonylureas	37.5
Florpyrauxifen-benzyl	Synthetic Auxins	30
Penoxsulam	Triazolopyrimidines	40.8

2.3 Μετρήσεις

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις 7 και 14 ημέρες από τον ψεκασμό (DAT). Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.

2.3.1 Χλώρωσης φυτών

Η εκτίμηση της χλώρωσης έγινε οπτικά. Τα φυτοδοχεία κάθε βιότυπου για όλες τις επεμβάσεις τοποθετούνταν πάνω σε λευκό γεωύφασμα με λευκό φόντο. Οι μετρήσεις πραγματοποιούντουσαν σε ένα σταθερό σημείο και υπό συνθήκες καλού φωτισμού. Η σύγκριση των επεμβάσεων γινόταν με βάση το μάρτυρα του κάθε βιότυπου. Ο μάρτυρας κάθε βιότυπου είχε οριστεί με ποσοστό χλώρωσης 0%.

2.3.2 Ύψος φυτών

Μετά τη μέτρηση της χλώρωσης ακολουθούσε η μέτρηση του ύψους. Μετρήθηκε το ύψος ενός φυτού ανά βιότυπο και επέμβαση. Η μέτρηση γινόταν με τη χρήση μέτρου από τη βάση του βλαστού ως και την κορυφή. Η επιλογή του φυτού ήταν τυχαία.

2.3.3 Νωπό-ξηρό βάρους

Για τη διεξαγωγή της μέτρησης του νωπού βάρους τα φυτά κόβονταν με ψαλίδι από τη βάση. Επιλεγόταν το ίδιο φυτό για το οποίο είχε μετρηθεί το ύψος προηγουμένως. Άμεσα ζυγίζονταν σε ζυγό ακριβείας (KERN & Sohn GmbH).

Για τη μέτρηση του ξηρού βάρους τα ίδια φυτά τοποθετούνταν σε χάρτινες σακούλες και μεταφέρονταν στο κλίβανο για 72 ώρες στους 60⁰ C για να πραγματοποιηθεί η αποξήρανση τους. Τέλος, ζυγίζονταν στον ίδιο ζυγό ακριβείας (KERN & Sohn GmbH).

2.4 Πειραματικό σχέδιο και Στατιστική ανάλυση

Τα δύο πειράματα που διεξάχθηκαν ήταν διπαραγοντικά, ο ένας παράγοντας ήταν ο βιότυπος και ο άλλος τα διαφορετικά ζιζανιοκτόνα. Για την κάθε επέμβαση πραγματοποιήθηκαν 3 επαναλήψεις. Η ανάλυση των πειραμάτων έγινε σύμφωνα με το εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω του προγράμματος STATGRAPHICS Centurion XVI (Statpoint technologies, Inc). Το επίπεδο σημαντικότητας που χρησιμοποιήθηκε για τις συγκρίσεις των μέσων και της AVONA ήταν 5%.

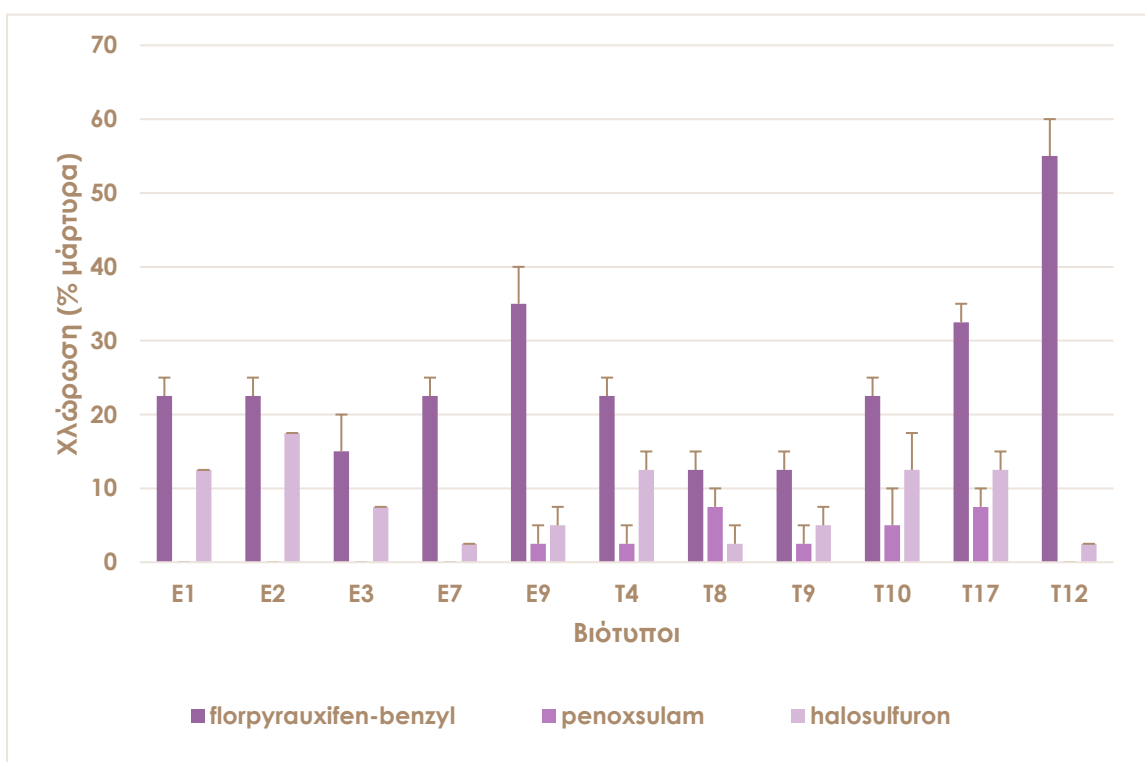
3. Σκοπός της Μελέτης

Η παρούσα μελέτη σχεδιάστηκε με σκοπό την αξιολόγηση της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων σε διαφορετικούς βιότυπους των ζιζανίων μοσχοκύπερη (*Cyperus difformis*) και μουχρίτσα (*Echinochloa crus galli*). Αναλυτικότερα στόχο αποτέλεσαι η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων florpyrauxifen-benzyl, profoxydim, cyhalofop butyl και penoxsulam ενάντια σε βιότυπους μουχρίτσας και των florpyrauxifen-benzyl, halosulfuron-methyl και penoxsulam ενάντια σε βιότυπους μοσχοκύπερης. Τέλος, εξετάστηκαν και αξιολογήθηκαν οι διαφορετικές επιδράσεις των ζιζανιοκτόνων στους βιότυπους που προήλθαν από διαφορετικές περιοχές της χώρας μας.

4. Αποτελέσματα *Cyperus difformis*

4.1 Χλώρωση

Στο **Γράφημα 4.1** παρουσιάζονται τα ποσοστά χλώρωσης των βιότυπων για κάθε επέμβαση. Οπώς φαίνεται η επέμβαση με το floryrauxifen-benzyl έδωσε τα υψηλότερα ποσοστά μόλις 7 ημέρες απο το ψεκάσμο ξεπερνώντας για το βιότυπο T12 το 50%. Αντίθετα, η επέμβαση με το penoxsulam έδειξε πολύ χαμηλά ποσοστά όπου στους περισσότερους βιότυπους ήταν 0%.



Γράφημα 4. 1: Ποσοστά χλώρωσης % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου *Cyperus difformis* 7 ημέρες από τον ψεκάσμο.

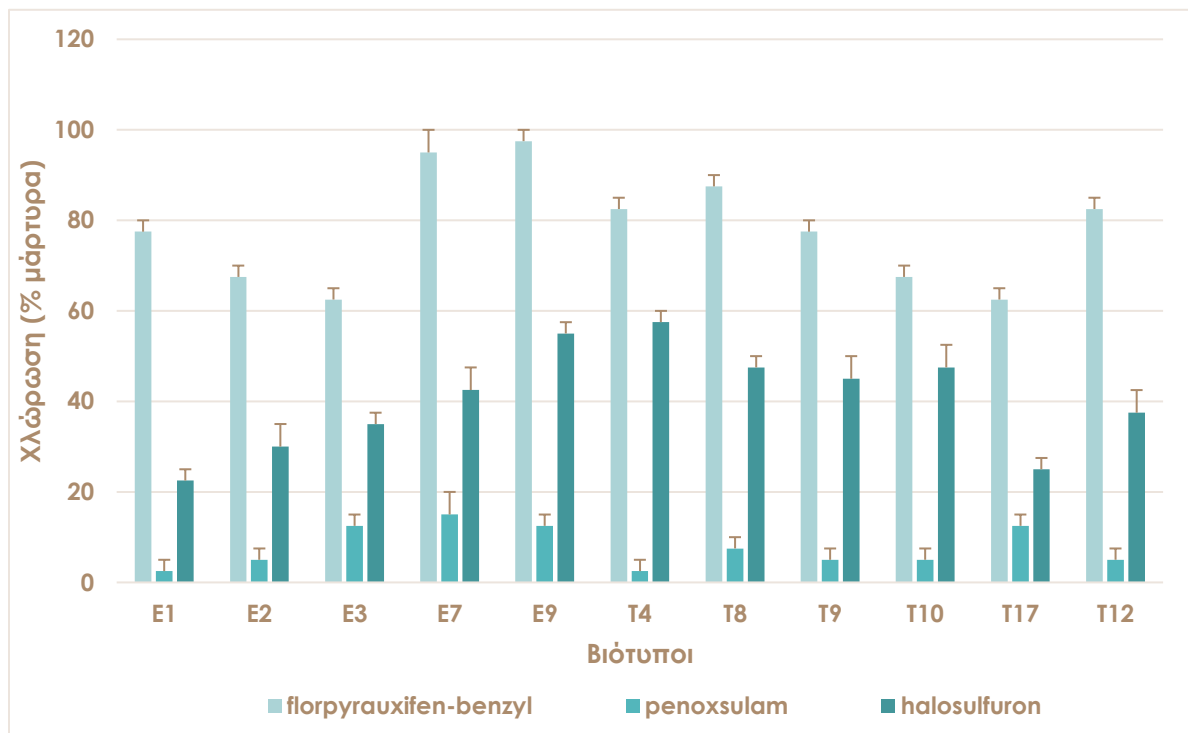
Από τον **Πίνακα 4.1** φαίνεται ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές και για το παράγοντα βιότυπο και για το παράγοντα επέμβαση.

Πίνακας 4.1: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στη χλώρωση διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου *Cyperus difformis* 7 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$)

ΠΠ	ΑΤ	ΒΕ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
Α: Επέμβαση	8351,14	3	2783,71	213,01	0,0000*
Β: Βιότυποι	776,705	10	77,6705	5,94	0,0000*
Α x Β	2955,11	30	98,5038	7,54	0,0000*
Σφάλμα	575,0	44	13,0682		
Σύνολο	12658,0	87			

Ο αστερίσκος * υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Στο **Γράφημα 4.2** φαίνεται πιο καθαρά η διαφορά των ποσοστών χλώρωσης ανάμεσα στις επεμβάσεις για την πλειονότητα των βιότυπων. Η επέμβαση με το floryrauxifen-benzyl για το βιότυπο E7, E9, T4, T8 και T12 ξεπερνά το 80%.



Γράφημα 4.2: Ποσοστά χλώρωσης % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου *Cyperus difformis* 14 ημέρες από τον ψεκασμό.

Από τον Πίνακα 4.2 βλέπουμε ότι παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον παράγοντα επέμβαση και στον παράγοντα βιότυποι.

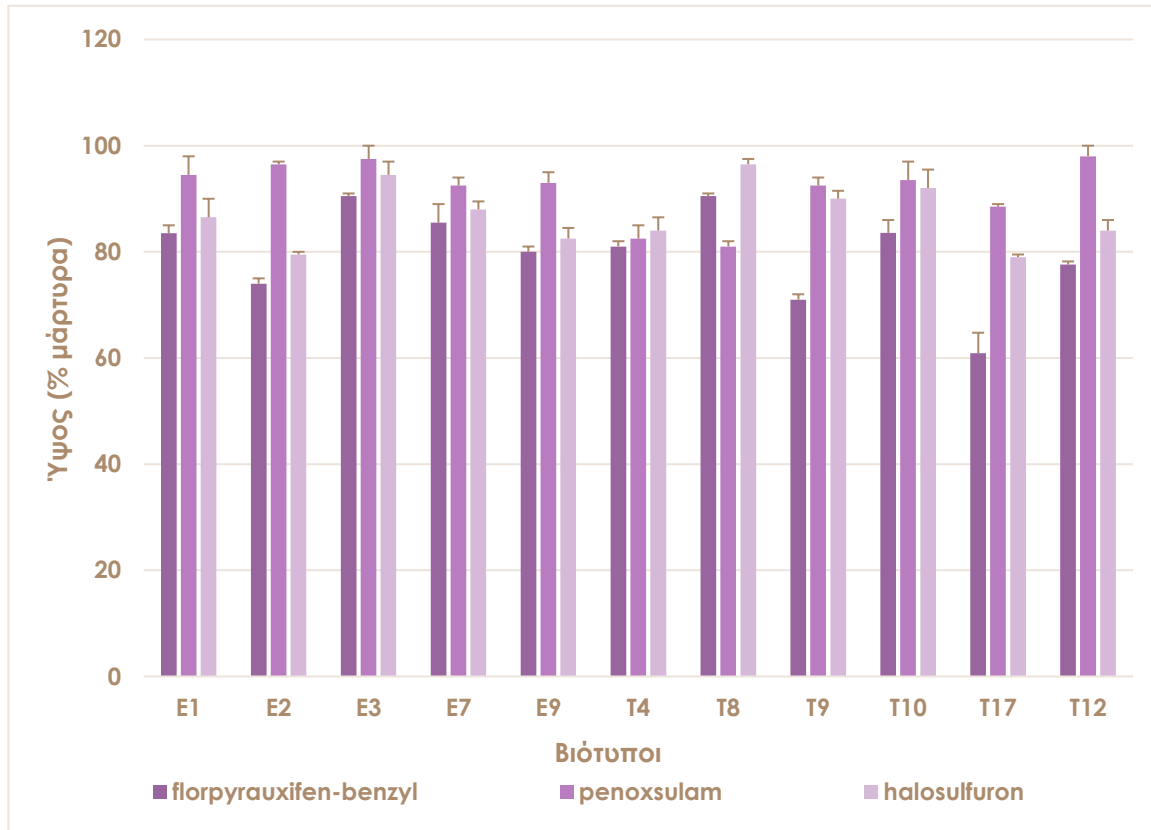
Πίνακας 4.2: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο ύψος διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου *Cyperus difformis* 7 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).

<i>ΠΠ</i>	<i>ΑΤ</i>	<i>ΒΕ</i>	<i>ΜΤ</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
A: Επέμβαση	83968,2	3	27989,4	1589,08	0,0000*
B: Βιότυποι	2421,02	10	242,102	13,75	0,0000*
A x B	3663,07	30	122,102	6,93	0,0000*
Σφάλμα	775,0	44	17,6136		
Σύνολο	90827,3	87			

Ο αστερίσκος * υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές.

4.2 Ύψος

Στο **Γράφημα 4.3** παρατηρούμαι ότι 7 ημέρες από το ψεκάσμο τα ποσοστά των περισσότερων βιότυπων ήταν αρκετά υψηλά. Παρόλα αυτά παρατηρούνται διαφορές ανάμεσα στις επεμβάσεις. Οι επεμβάσεις που έγιναν με το renoxsulam και το halosulfuron methyl έδωσαν τα υψηλότερα ποσοστά. Ο βιότυπος T12 που ψεκάστηκε με το renoxsulam παρουσίασε ύψος μόλις 2% κάτω από τον μάρτυρα.



Γράφημα 4. 3: Ποσοστά ύψους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου *Cyperus difformis* 7 ημέρες από τον ψεκάσμό.

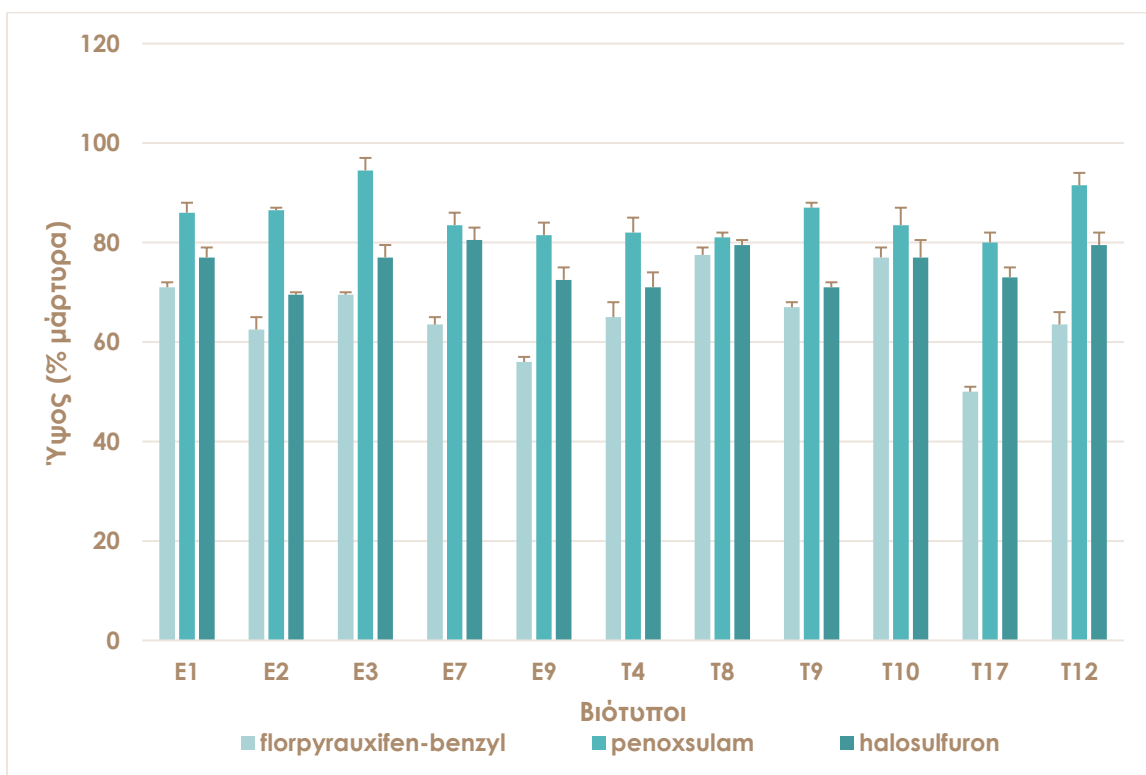
Στο **Πίνακα 4.3** παρουσιάζονται οι σημαντικά στατιστικές διαφορές οι οποίες υπήρχαν και στους δύο παράγοντες (βιότυποι, επέμβαση).

Πίνακας 4.3: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο νωπό διαφορετικών βιότυπων του ζιζανιού *Cyperus difformis* 14 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).

ΠΠ	ΑΤ	ΒΕ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
A: Επέμβαση	4746,58	3	1582,19	264,20	0,0000*
B: Βιότυποι	998,455	10	99,8455	16,67	0,0000*
A x B	1841,55	30	61,3848	10,25	0,0000*
Σφάλμα	263,5	44	5,98864		
Σύνολο	7850,08	87			

Ο αστερίσκος * υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Από το **Γράφημα 4.4** βλέπουμε ότι τα ποσοστά του ύψους παρέμειναν σχετικά υψηλά 14 ημέρες από το ψεκασμό. Βέβαια και εδώ φαίνεται η διαφορά που υπάρχει στην επέμβαση με το floryrauxifen-benzyl σε σχέση με τις δύο άλλες επεμβάσεις που εφαρμόστηκαν. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο T12 και ο E3 για την επέμβαση με το reonxsulam πέτυχαν ποσοστά ύψους που ξεπέρασε το 80%.



Γράφημα 4.4: Ποσοστά ύψους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανιού *Cyperus difformis* 14 ημέρες από τον ψεκασμό.

Από το **Πίνακα 4.4** βλέπουμε ότι υπήρξαν στατιστικά σημαντικές φορές και στους δύο παράγοντες (βιότυπος, επέμβαση).

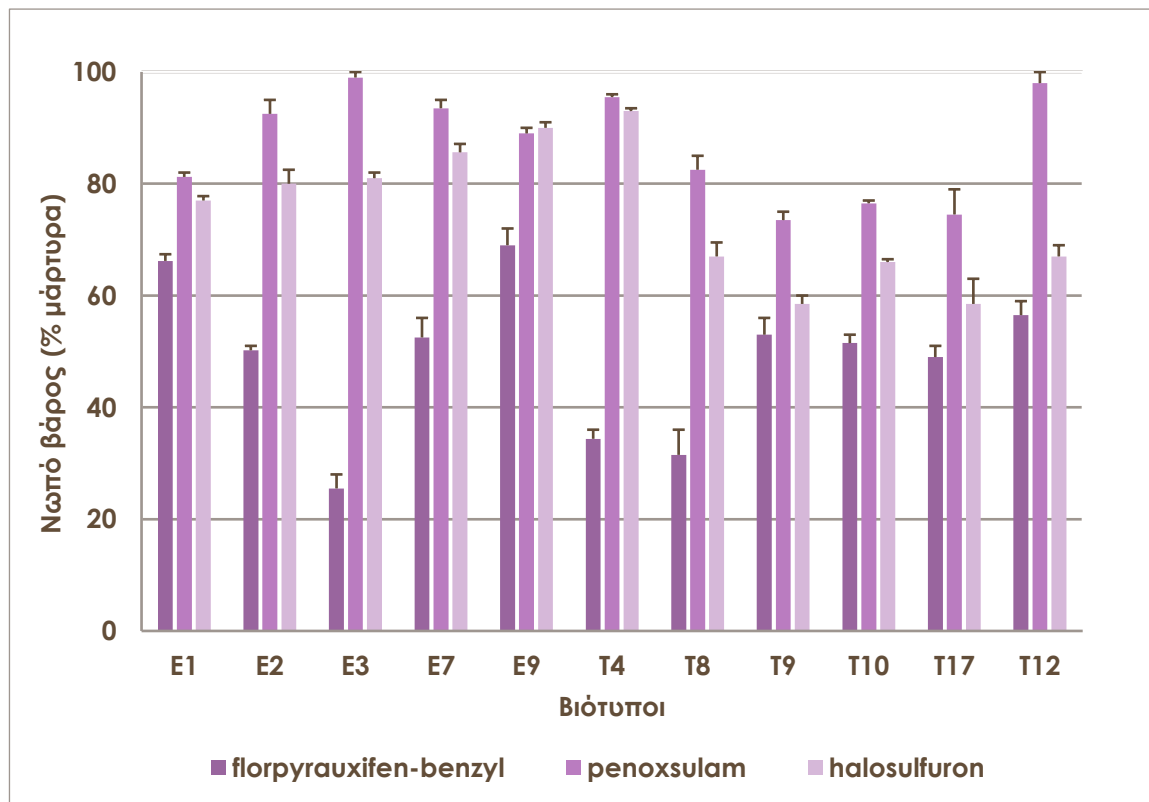
Πίνακας 4.4: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο ύψος διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου *Cyperus difformis* 14 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$)

<i>ΠΠ</i>	<i>ΑΓ</i>	<i>ΒΕ</i>	<i>ΜΓ</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
A: Επέμβαση	14198,0	3	4732,68	794,80	0,0000*
B: Βιότυποι	772,955	10	77,2955	12,98	0,0000*
A x B	1292,95	30	43,0985	7,24	0,0000*
Σφάλμα	262,0	44	5,95455		
Σύνολο	16526,0	87			

Ο αστερίσκος * υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές.

4.3 Νωπό βάρος

Στο **Γράφημα 4.5** παρουσιάζεται το νωπό βάρος των βιότυπων 7 ημέρες από τον ψεκασμό. Κάποιοι βιότυποι παρουσίασαν αξιοσημείωτα χαμηλά ποσοστά. Αναλυτικότερα οι βιότυποι E3, T4, T8 που εφαρμόστηκε το florigrauxifen-benzyl παρουσίασαν τα αντίστοιχα ποσοστά 28%, 31%, 27%.



Γράφημα 4. 5: Ποσοστά νωπού βάρους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου *Cyperus difformis* 7 ημέρες από τον ψεκασμό.

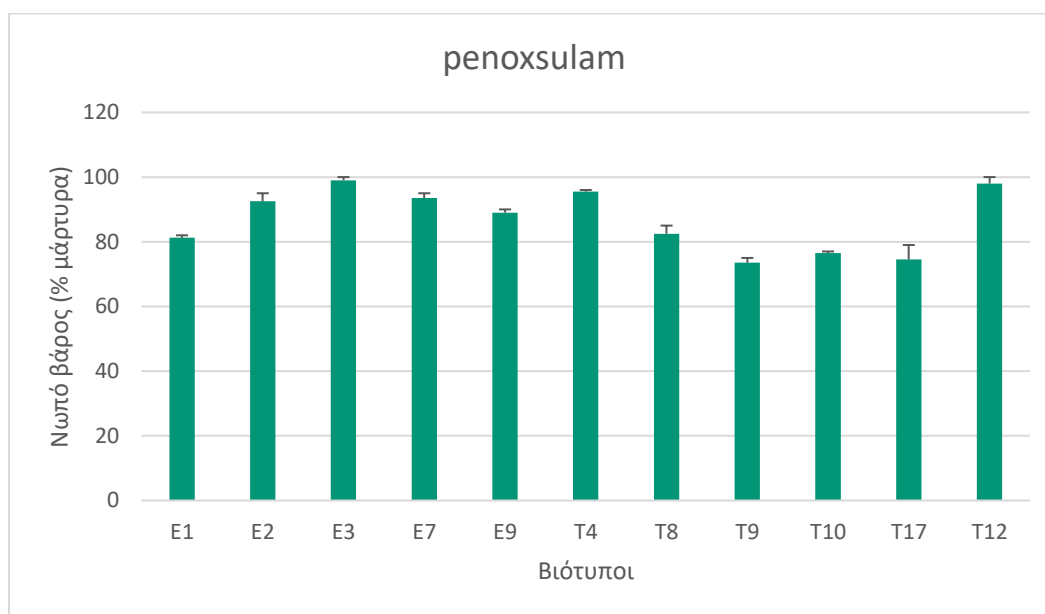
Από τον **Πίνακα 4.5** καταλήγουμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές υπήρχαν τόσο για τον παράγοντα επέμβαση όσο και για τον παράγοντα βιότυποι.

Πίνακας 4.5: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο νωπό διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου *Cyperus difformis* 7 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$)

III	AT	BE	MT	F-Ratio	P-Value
A: Επέμβαση	30176,8	3	10058,9	1742,49	0,0000*
B: Βιότυποι	2758,86	10	275,886	47,79	0,0000*
A x B	6250,68	30	208,356	36,09	0,0000*
Σφάλμα	254,0	44	5,77273		
Σύνολο	39440,4	87			

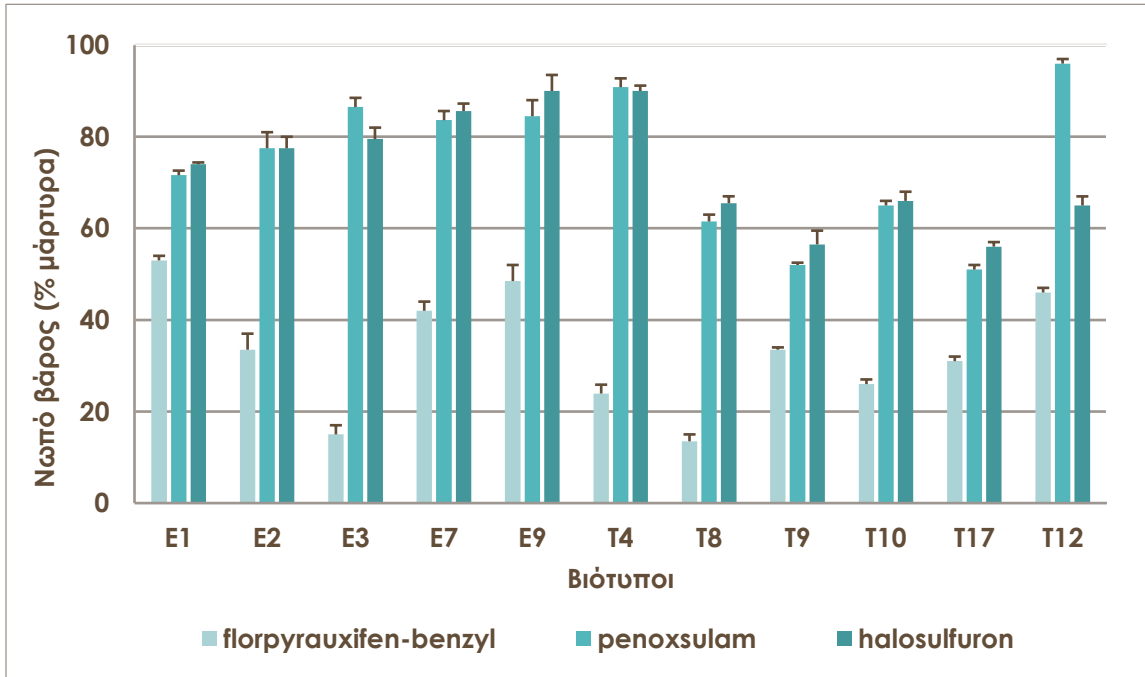
Ο αστερίσκος * υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Όπως φαίνεται στο **Γράφημα 4.6** η πλειοψηφία των βιότυπων που εφαρμόστηκε το renoxsulam παρουσίασαν νωπό βάρος υψηλότερο του 80%. Ο βιότυπος E3 είχε το υψηλότερο νωπό βάρος (99%) συγκριτικά με τους άλλους.



Γράφημα 4. 6: Ποσοστά νωπού βάρους των βιότυπων 7 ημέρες από την επέμβαση με το ζιζανιοκτονο renoxsulam.

Στο παρακάτω **Γράφημα 4.7** φαίνονται τα χαμηλότερα ποσοστά που μας έδωσε η επέμβαση με το floryprazuxifen-benzyl. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι βιότυποι E3, T4 οι οποίοι με την επέμβαση penoxsulam κατέληξαν με νωπό βάρος 87% και 90% αντίστοιχα. Όσο αφορά την επέμβαση με το halosulfuron-methyl προέκυψαν αντίστοιχως 80% και 90%. Όμως, 14 ημέρες μετά την εφαρμογή του floryprazuxifen-benzyl είχαμε νωπό βάρος 15% και 24% αντίστοιχως.



Γράφημα 4. 7: Ποσοστά νωπού βάρους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου *Cyperus difformis* 14 ημέρες από τον ψεκασμό.

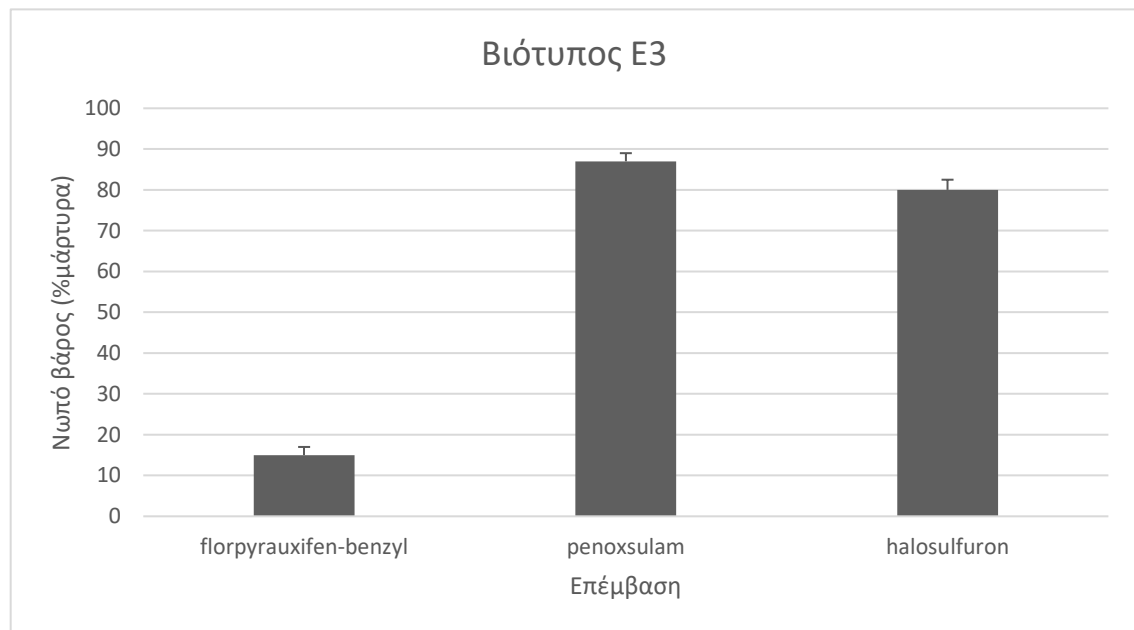
Από τον **Πίνακα 4.6** καταλήγουμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές υπήρχαν όσο αφορά τον παράγοντα επέμβαση και βιότυποι.

Πίνακας 4.6: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο νωπό διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου *Cyperus difformis* 14 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).

III	AT	BE	MT	F-Ratio	P-Value
A: Επέμβαση	48567,8	3	16189,3	3252,64	0,0000*
B: Βιότυποι	5615,52	10	561,552	112,82	0,0000*
A x B	6681,48	30	222,716	44,75	0,0000*
Σφάλμα	219,0	44	4,97727		
Σύνολο	61083,8	87			

Ο αστερίσκος * υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές.

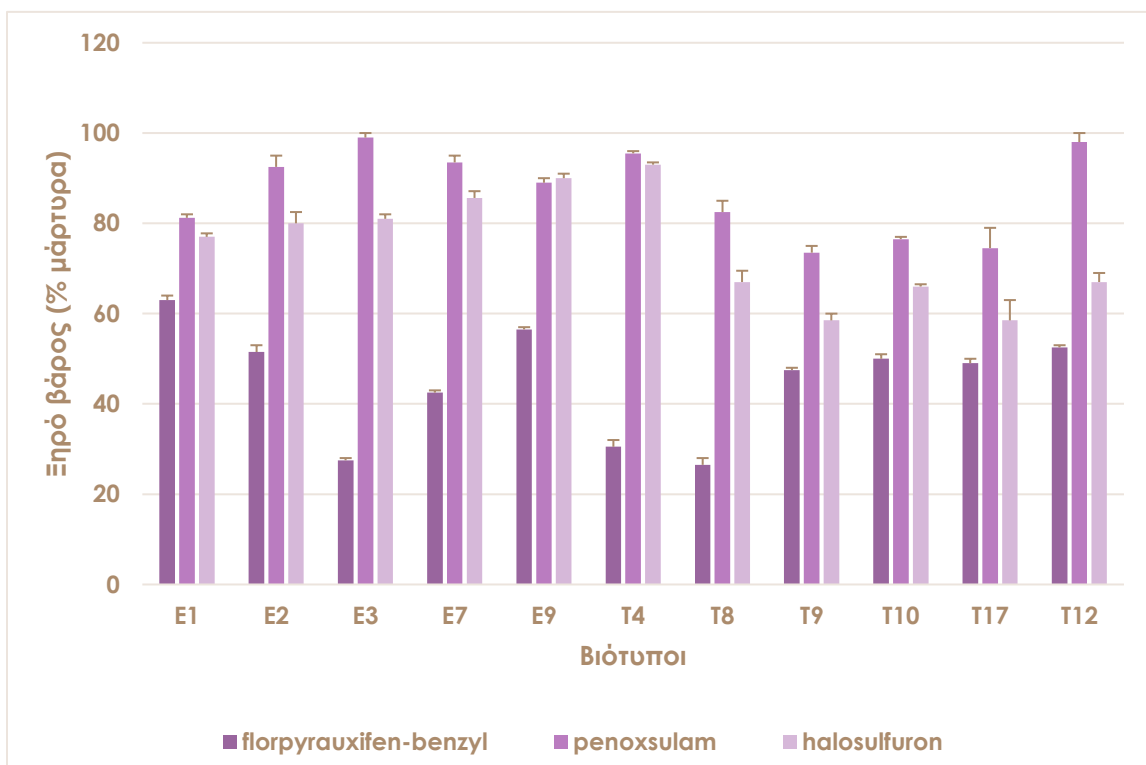
Στο **Γράφημα 4.8** βλέπουμε ότι ο βióτυπος E3 μετά απο την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου florpyrauxifen-benzyl είχε αρκετά χαμηλότερο νωπό βάρος συγκριτικά με τις άλλες δύο επεμβάσεις. Αναλυτικότερα, μετά τις επεμβάσεις με το florpyrauxifen-benzyl, penoxsulam, halosulfuron methyl το νωπό βάρος που πέτυχε ήταν αντίστοιχα 15%, 87%, 80%.



Γράφημα 4. 8: Ποσοστά νωπού βάρους του βióτυπου E3 ανά επέμβαση (14 DAT).

4.4 Ξηρό βάρος

Στο **Γράφημα 4.9** βλέπουμε ότι παρουσιάστηκαν υψηλά ποσοστά ξηρού βάρους στην πλειοψηφία των βιότυπων όπου το penoxsulam και το halosulfuron-methyl εφαρμόστηκαν. Το νωπό βάρος που αφορά την επέμβαση με το floryrauxifen-benzyl ήταν χαμηλότερο. Ο βιότυπος T8 είχε το χαμηλότερο νωπό βαρος με 27% ως προς τον μάρτυρα. Αξιοσημείωτο είναι και το νωπό βάρος για τον βιότυπο E9 μετά την επέμβαση με το halosulfuron-methyl, όπου ήταν 10% κάτω από το μάρτυρα.



Γράφημα 4. 9: Ποσοστά ξηρού βάρους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανιού *Cyperus difformis* 7 ημέρες από τον ψεκασμό.

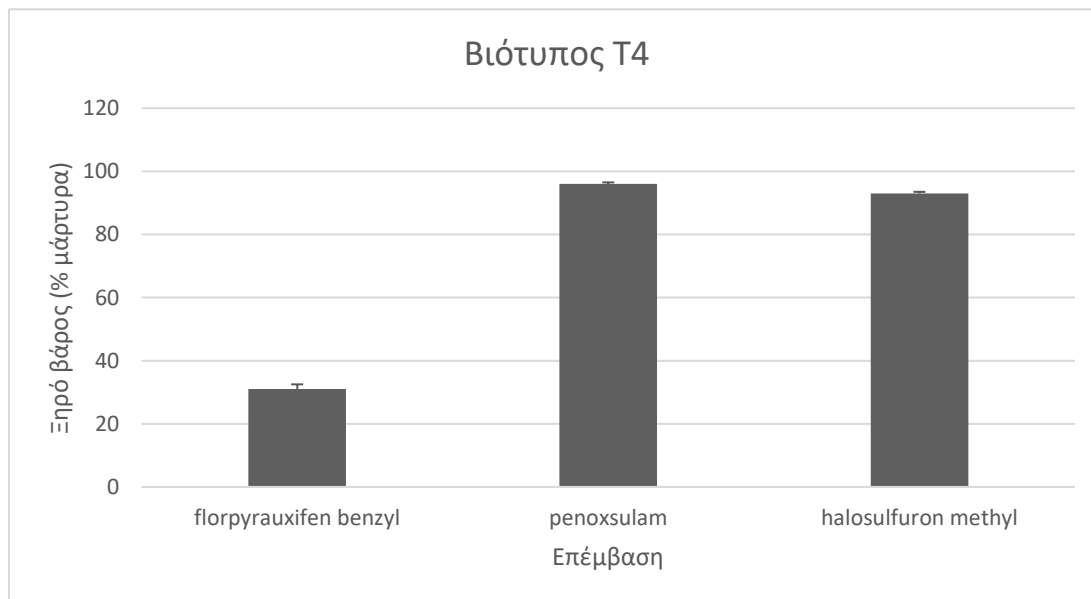
Από τον Πίνακα 4.7 καταλήγουμε πως υπήρξαν στατιστικά σημαντικές για τον παράγοντα επέμβαση και βιότυποι.

Πίνακας 4.7 1: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο ξηρό διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου *Cyperus difformis* 7 ημέρες από τον ψεκάσμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).

ΠΠ	ΑΤ	ΒΕ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
Α: Επέμβαση	36145,0	3	12048,3	3464,88	0,0000*
Β: Βιότυποι	2157,2	10	215,72	62,04	0,0000*
Α x Β	5568,25	30	185,608	53,38	0,0000*
Σφάλμα	153,0	44	3,47727		
Σύνολο	44023,5	87			

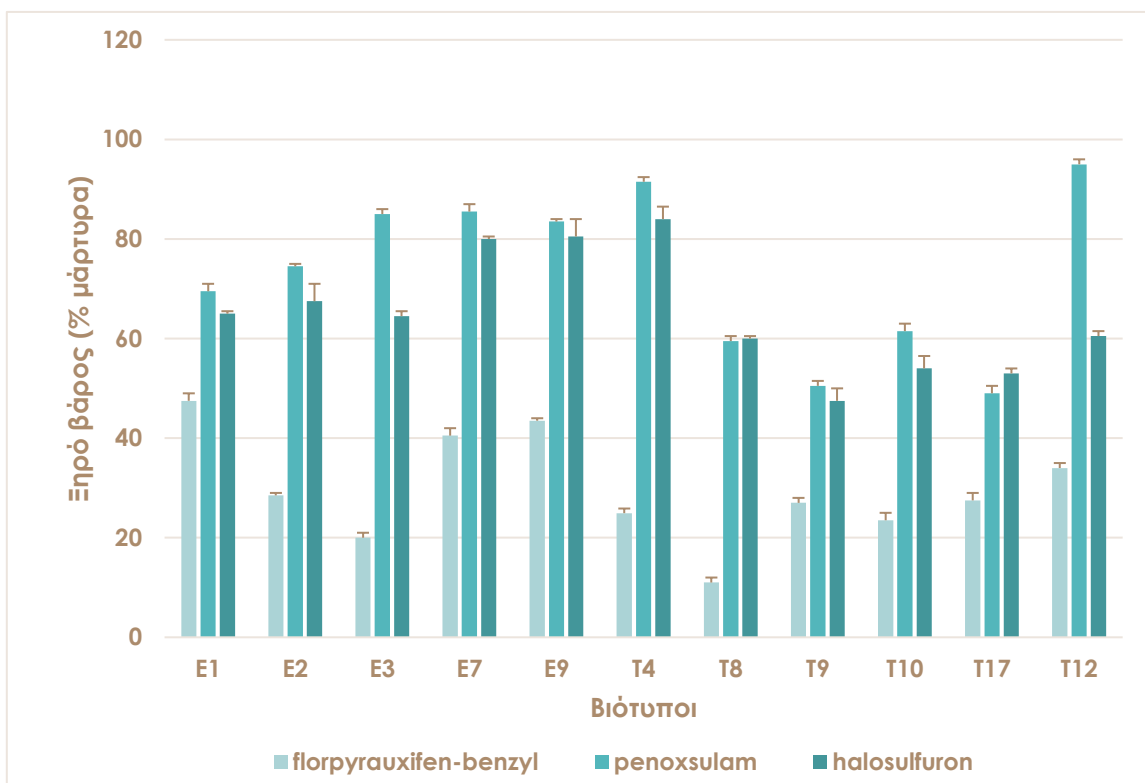
Ο αστερίσκος * υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Από το Γράφημα 4.10 βλέπουμε ότι η επέμβαση με το renoxsulam στον βιότυπο T4 έδωσε το υψηλότερο ξηρό βάρος, μόλις 4% χαμηλότερο από τον μάρτυρα. Αντίστοιχα, από την επέμβαση με το halosulfuron-methyl παρατηρήθηκε πολύ υψηλό ξηρό βάρος (93%). Από την άλλη πλευρά, το florpyrauxifen-benzyl έδωσε ιδιαίτερα χαμηλό ξηρό βάρος (31%).



Γράφημα 4. 10: Ξηρό βάρος του βιότυπου T4 ανά επέμβαση.

Από το **Γράφημα 4.11** φαίνεται πιο ξεκάθαρα η διαφορά που υπάρχει στο νωπό βάρος όσο αφορά την επέμβαση με το floryrauxifen-benzyl σε σχέση με τις άλλες δύο επεμβάσεις. Ο βióτυπος T8, όπου εφαρμόστηκε το floryrauxifen-benzyl, σημείωσε το χαμηλότερο ποσοστό (11% ως προς το μάρτυρα). Από την άλλη ο βióτυπος T12 σημείωσε το υψηλότερο νωπό βάρος, μόλις 8% κάτω από τον μάρτυρα.



Γράφημα 4. 11: Ποσοστά ξηρού βάρους % του μάρτυρα βióτυπων του ζιζανίου *Cyperus difformis* 14 ημέρες από τον ψεκασμό..

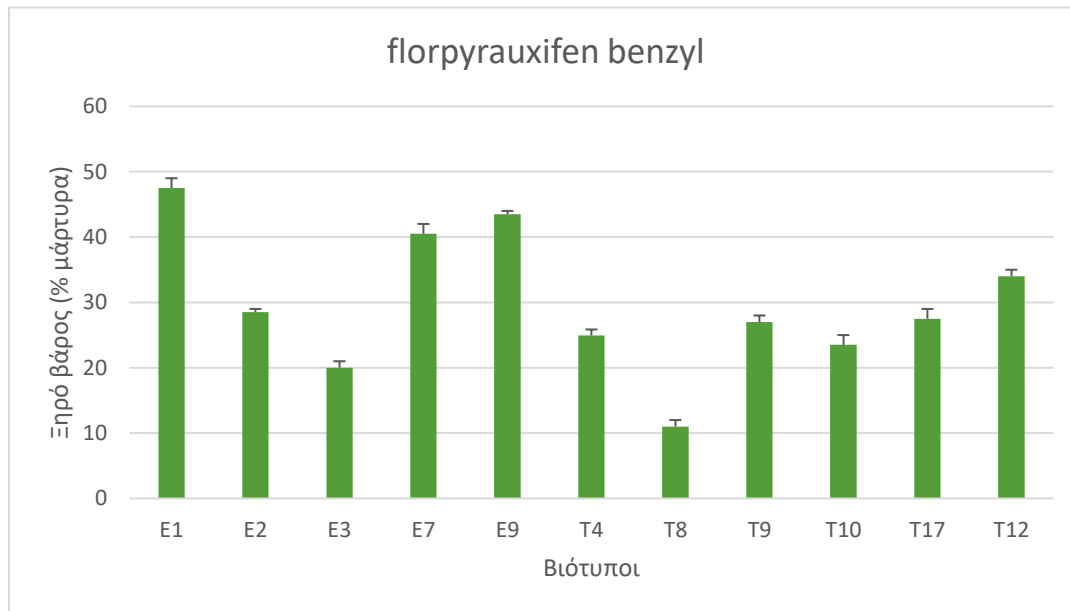
Ο Πίνακας 4.8 μας δείχνει ότι στατιστικά σημαντικές σημειώθηκαν και για τον παράγοντα επέμβαση και για τον παράγοντα βιότυποι.

Πίνακας 4.8 1: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο ξηρο διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου *Cyperus difformis* 14 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).

III	AT	BE	MT	F-Ratio	P-Value
A: Επέμβαση	55289,8	3	18429,9	3564,47	0,0000*
B: Βιότυποι	5152,77	10	515,277	99,66	0,0000*
A x B	5360,86	30	178,695	34,56	0,0000*
Σφάλμα	227,5	44	5,17045		
Σύνολο	66030,9	87			

Ο αστερίσκος * υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Όπως φαίνεται από το Γράφημα 4.12 το ξηρό βάρος για την πλειοψηφία των βιότυπων μετά την επέμβαση με το floryrauxifen-benzyl ήταν κάτω από 30%. Ο T11 πέτυχε το χαμηλότερο (11%), ενώ ο E9 το υψηλότερο (44%).

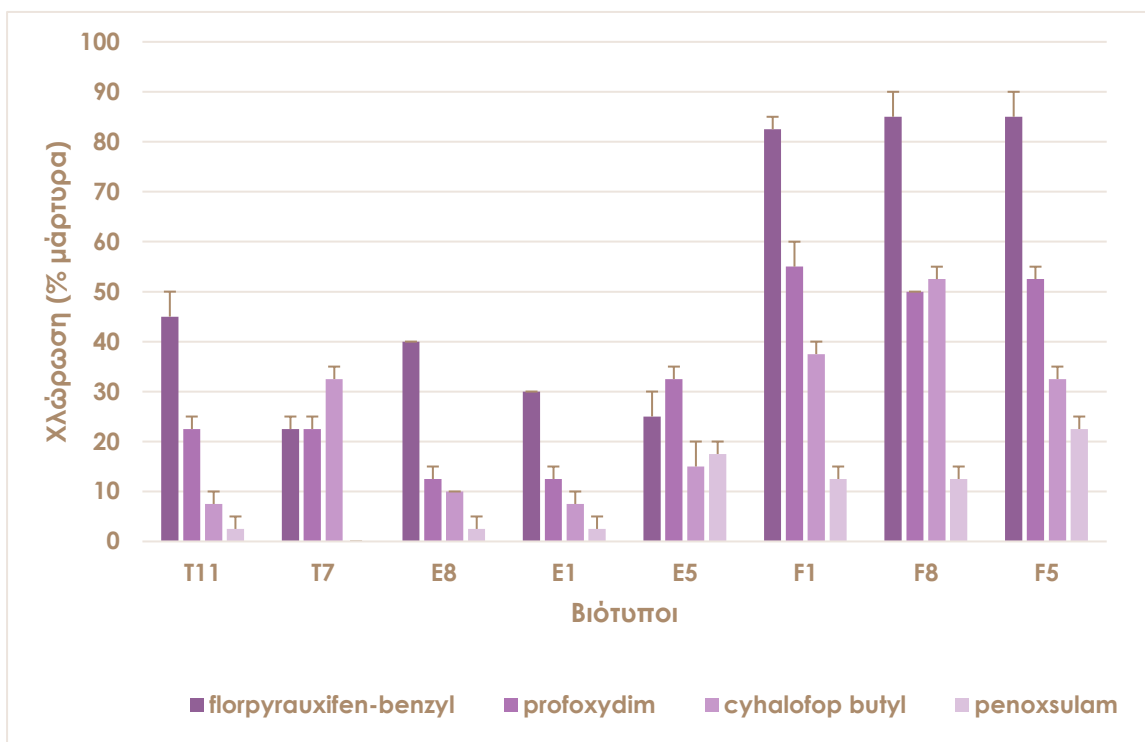


Γράφημα 4.12: Ξηρό βάρος των βιότυπων 14 ημέρες μετά την επέμβαση (14 DAT) με το ζιζανιοκτόνο floryrauxifen-benzyl.

5. Αποτελέσματα *Echinochloa crus-galli*

5.1 Χλώρωση

Στο **Γράφημα 5.1** παρουσιάζονται τα ποσοστά χλώρωσης για τους βιότυπους μετά από τις επεμβάσεις με διάφορα ζιζανιοκτόνα. Υψηλότερα ποσοστά είχαν οι βιότυποι F συγκριτικά με τους E και T. Αναλυτικότερα, η χλώρωση των F βιότυπων ξεπέρασε το 80% μετά την επέμβαση με το ζιζανιοκτόνο penoxsulam.



Γράφημα 5. 1: Ποσοστά χλώρωσης % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου *Echinochloa crus galli* 7 ημέρες από τον ψεκασμό.

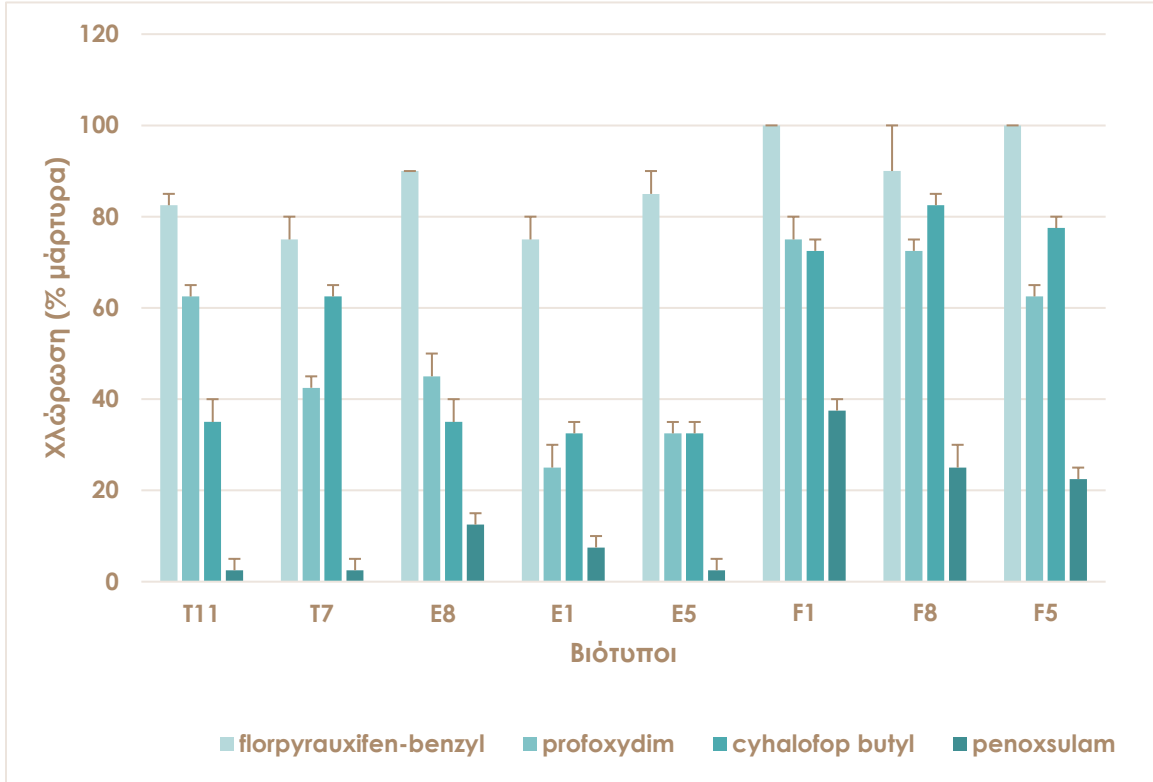
Στον **Πίνακα 5.1** παρουσιάζεται η πολλαπλή ανάλυση παραλλακτικότητας που διεξήχθη και από την οποία προέκυψε ότι υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον παράγοντα επέμβαση και βιότυποι.

Πίνακας 5. 1: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στη χλώρωση διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου *Echinochloa crus galli* 7 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).

<i>III</i>	<i>AT</i>	<i>BE</i>	<i>MT</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
A: Επέμβαση	26361,3	4	6590,31	468,64	0,0000*
B: Βιότυποι	11307,2	7	1615,31	114,87	0,0000*
A x B	8778,75	28	313,527	22,30	0,0000*
Σφάλμα	562,5	40	14,0625		
Σύνολο	47009,7	79			

Ο αστερίσκος * υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές

Από το **Γράφημα 5.2** καταλήγουμε ότι η πλειοψηφία των βιότυπων στους οποίους εφαρμόστηκε το florpyrauxifen-benzyl παρουσίασαν υψηλότερα ποσοστά χλώρωσης συγκριτικά με τις άλλες επεμβάσεις.



Γράφημα 5. 2: Ποσοστά χλώρωσης % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου *Echinochloa crus galli* 14 ημέρες από τον ψεκασμό.

Ο Πίνακας 5.2 καταδεικνύει ότι υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσο αφορά τους παράγοντες επέμβαση, βιότυποι.

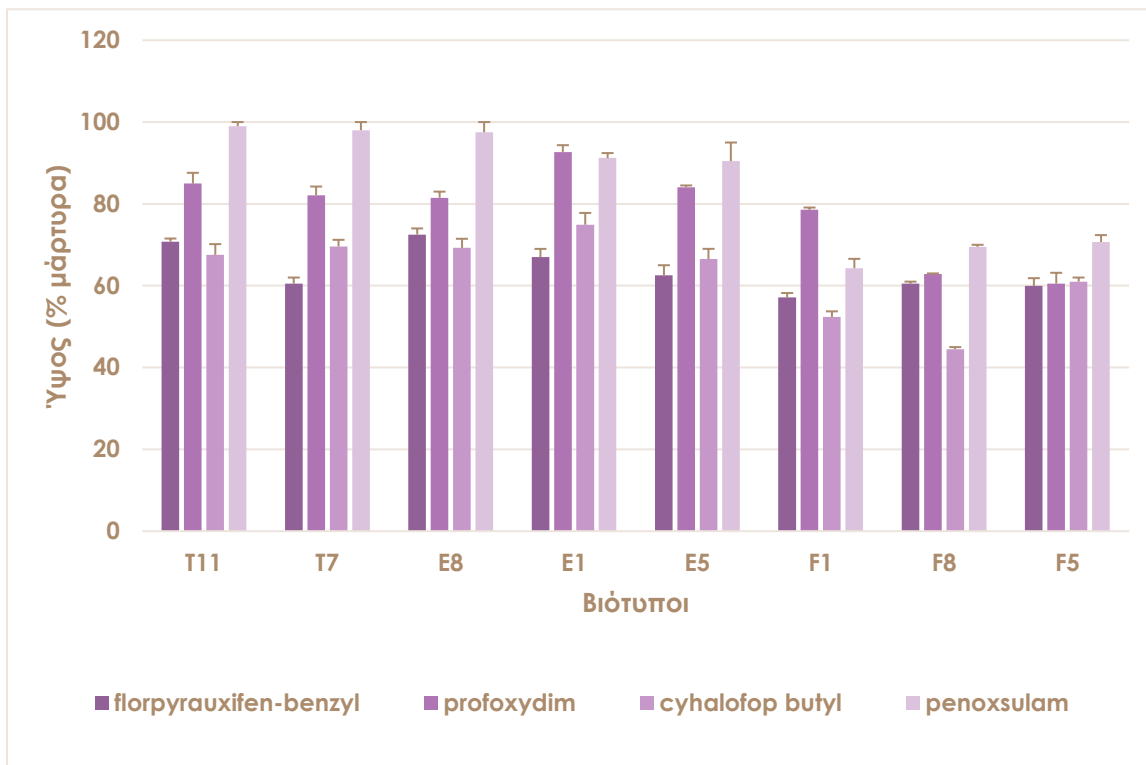
Πίνακας 5. 2: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στη χλώρωση διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου Echinochloa crus galli 14 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).

<i>ΠΠ</i>	<i>AT</i>	<i>BE</i>	<i>MT</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
A: Επέμβαση	77226,9	4	19306,7	870,16	0,0000*
B: Βιότυποι	8957,19	7	1279,6	57,67	0,0000*
A x B	6438,12	28	229,933	10,36	0,0000*
Σφάλμα	887,5	40	22,1875		
Σύνολο	93509,7	79			

Ο αστερίσκος * υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές.

5.2 Ύψος

Στο **Γράφημα 5.3** παρουσιάζεται η μέτρηση του ύψους. Γενικά, η πλειοψηφία των βιότυπων είχε ύψος πάνω από 60%. Μικρότερο ύψος παρουσίασαν οι βιότυποι στους οποίους εφαρμόστηκε το floryrauxifen-benzyl.



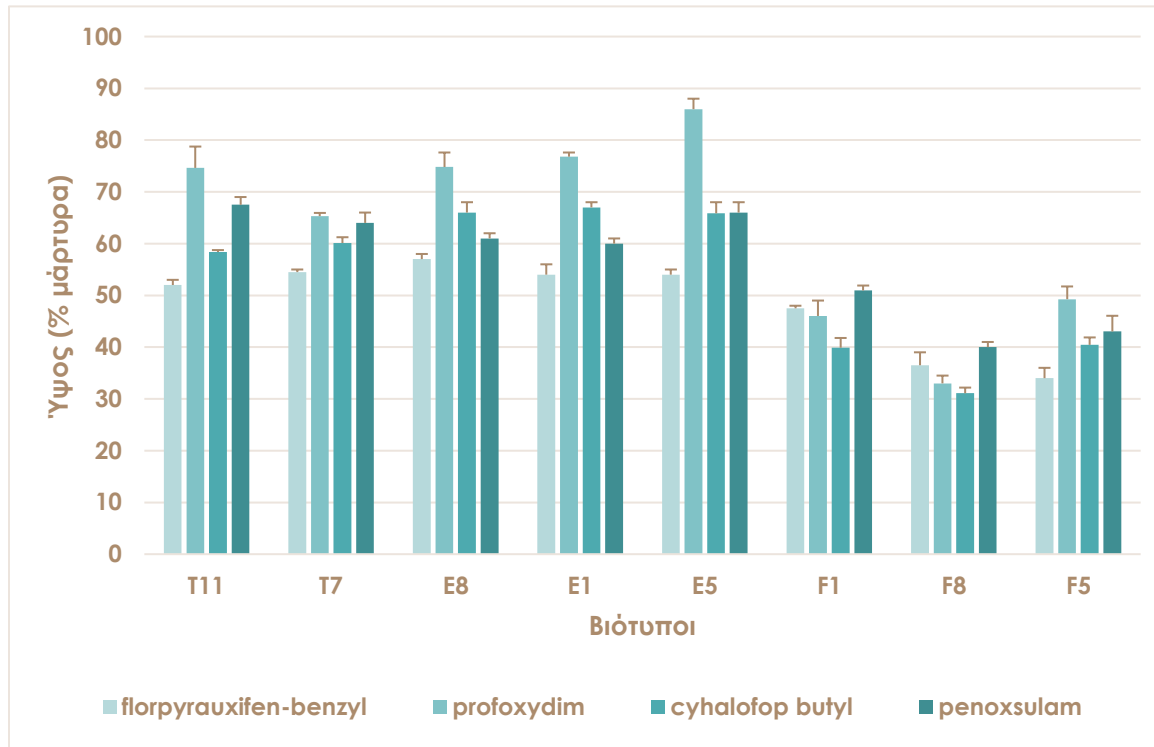
Γράφημα 5. 3: Ποσοστά ύψους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου *Echinochloa crus galli* 7 ημέρες από τον ψεκασμό.

Πίνακας 5. 3: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο ύψος διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου *Echinochloa crus galli* 7 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).

ΠΠ	ΑΤ	ΒΕ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
A: Επέμβαση	15246,9	4	3811,73	647,43	0,0000*
B: Βιότυποι	3778,69	7	539,812	91,69	0,0000*
A x B	2722,87	28	97,2455	16,52	0,0000*
Σφάλμα	235,5	40	5,8875		
Σύνολο	21984,0	79			

Ο αστερίσκος * υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Στο **Γράφημα 5.4** βλέπουμε ότι από την επέμβαση με το penoxsulam προέκυψαν τα υψηλότερα ποσοστά με το βιότυπο E5 να φτάνει το 66%. Η γενική εικόνα δείχνει την διαφορά του ύψους των F βιότυπων συγκρίτικα με τους T και E.



Γράφημα 5. 4: Ποσοστά ύψους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου *Echinochloa crus galli* 14 ημέρες απο τον ψεκασμό.

Από τον **πίνακα 5.4** καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάζονται τόσο ανάμεσα στο παράγοντα βιότυποι όσο και στον παράγοντα επέμβαση.

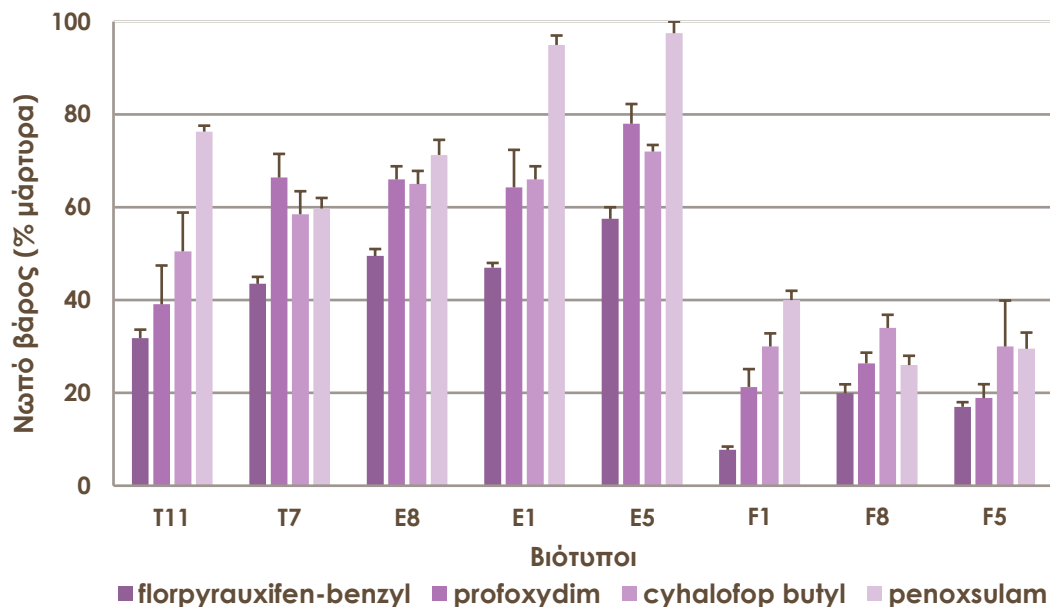
Πίνακας 5. 4: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο ύψος διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου *Echinochloa crus galli* 14 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).

III	AT	BE	MT	F-Ratio	P-Value
A: Επέμβαση	27091,8	4	6772,96	1274,91	0,0000*
B: Βιότυποι	7172,09	7	1024,58	192,86	0,0000*
A x B	3272,97	28	116,892	22,00	0,0000*
Σφάλμα	212,5	40	5,3125		
Σύνολο	37749,4	79			

Ο αστερίσκος * υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές.

5.3 Νωπό βάρος

Στη μέτρηση του νωπού βάρους (Γράφημα 5.5) παρατηρούμαι την αξιοσημείωτη διαφορά που υπάρχει μεταξύ των F βιότυπων συγκριτικά με τους T,E. Αναλυτικότερα, παρουσιάζονται ενδεικτικά τα ποσοστά του νωπού βάρους 3 βιότυπων στο παρακάτω Πίνακα 5.5.



Γράφημα 5. 5: Ποσοστά νωπού βάρους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου *Echinochloa crus galli* 7 ημέρες απο τον ψεκασμό.

Πίνακας 5. 5: Ποσοστά νωπού βαρούς των βιότυπων F5, E1, T11 ανά επέμβαση.

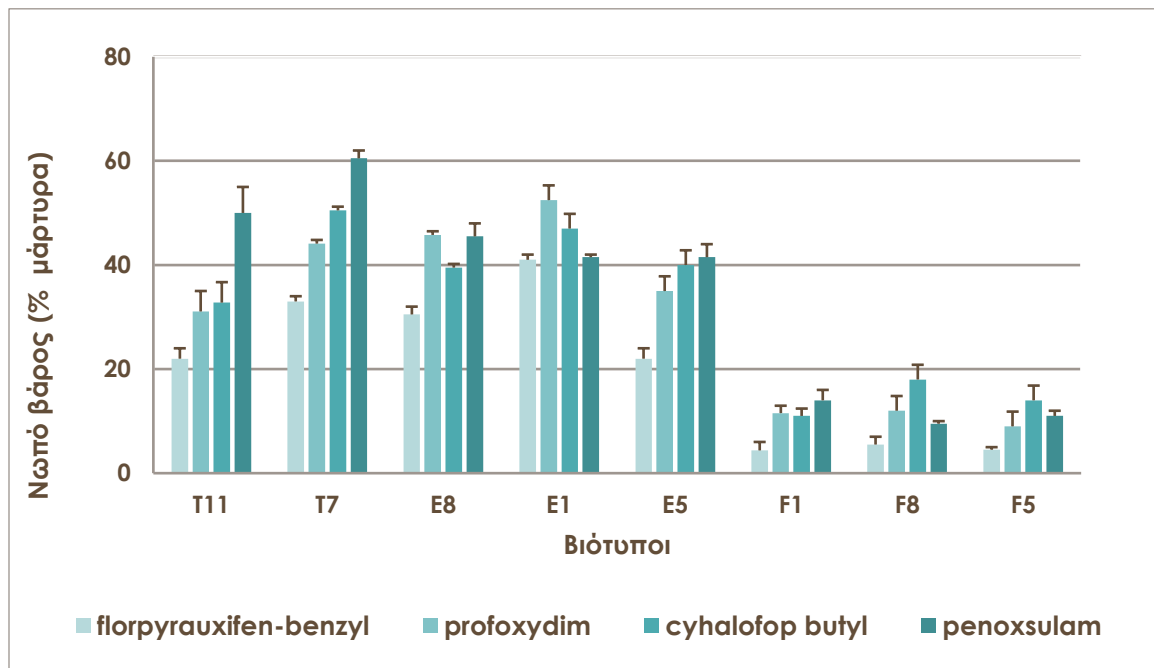
	F5	E1	T11
florpyrauxifen-benzyl	17%	47%	32%
profoxydim	19%	64%	39%
cyhalofop butyl	30%	66%	51%
penoxsulam	33%	95%	76%

Πίνακας 5. 6: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο νωπό βάρος διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου ζιζανίου *Echinochloa crus galli* 7 ημέρες από τον ψεκάσμο (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).

III	AT	BE	MT	F-Ratio	P-Value
A: Επέμβαση	36145,0	3	12048,3	3464,88	0,0000*
B: Βιότυποι	2157,2	10	215,72	62,04	0,0000*
A x B	5568,25	30	185,608	53,38	0,0000*
Σφάλμα	153,0	44	3,47727		
Σύνολο	44023,5	87			

Ο αστερίσκος * υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Όπως φαίνεται στο **Γράφημα 5.6** το νωπό βάρος της πλειοψηφίας των βιότυπων ήταν χαμηλότερο (κάτω από 40%), μετά την επέμβαση με το ζιζανιοκτόνο florpyrauxifen-benzyl, σε σύγκριση με τις λοιπές επεμβάσεις. Επίσης, μετά την επέμβαση με το penoxsulam το σύνολο των βιότυπων παρουσίασε υψηλό νωπό βάρος με τον T7 βιότυπο να πετυχαίνει το υψηλότερο (60%). Και σε αυτή τη περίπτωση οι F βιότυποι είχαν το χαμηλότερο νωπό βάρος συγκριτικά με τους άλλους δύο βιότυπους. Συγκεκριμένα, οι F βιότυποι είχαν νωπό βάρος μικρότερο του 20% για το σύνολο των επεμβάσεων.



Γράφημα 5. 6: Ποσοστά νωπού βάρους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου *Echinochloa crus galli* 14 ημέρες από τον ψεκάσμο.

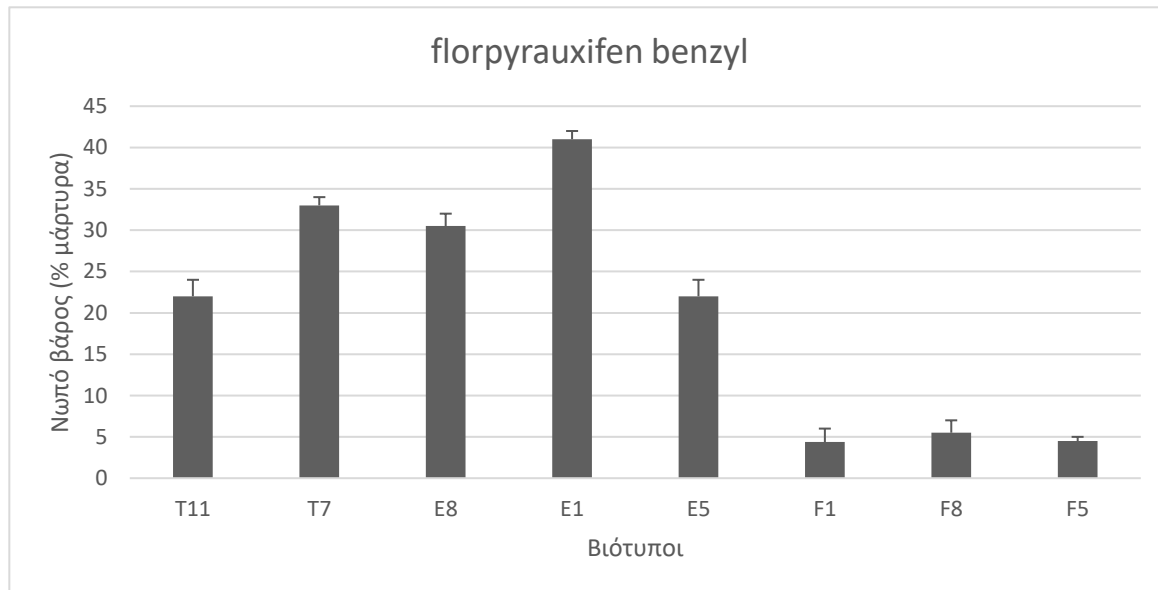
Στον **Πίνακα 5.7** φαίνεται ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο για τον παράγοντα βióτυπο όσο και για τον παράγοντα επέμβαση.

Πίνακας 5. 7: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο νωπό διαφορετικών βióτυπων του ζιζανίου ζιζανίου *Echinochloa crus galli* 14 ημέρες από τον ψεκάσμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).

III	AT	BE	MT	F-Ratio	P-Value
A: Επέμβαση	27091,8	4	6772,96	1274,91	0,0000*
B: Βióτυποι	7172,09	7	1024,58	192,86	0,0000*
A x B	3272,97	28	116,892	22,00	0,0000*
Σφάλμα	212,5	40	5,3125		
Σύνολο	37749,4	79			

Ο αστερίσκος * υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές.

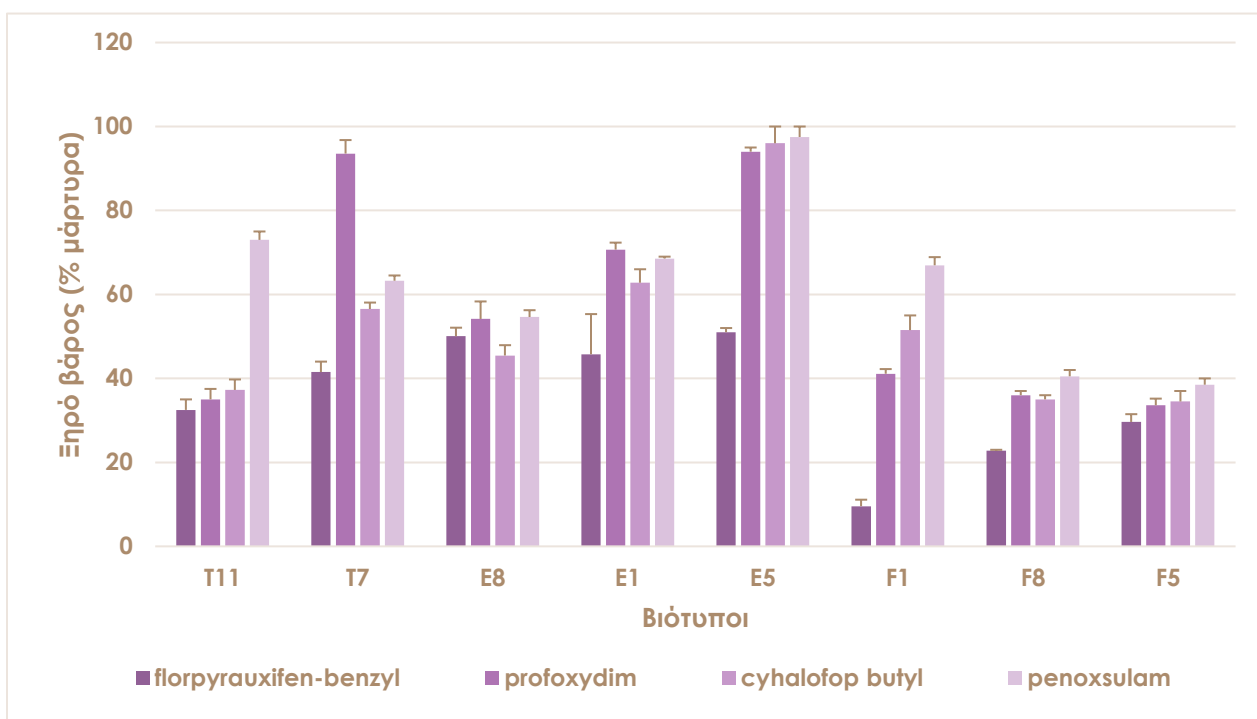
Στο **Γράφημα 5.7** έχουμε καλύτερη εικόνα της επίδρασης του ζιζανιοκτόνου florpyrauxifen-benzyl για το σύνολο των βióτυπων. Οι F1, F8 και F5 σημείωσαν αξιοσημείωτο χαμηλό νωπό βάρος (4%, 6%, 5%). Ο βióτυπος που κατέληξε με το υψηλότερο ποσοστό, όσο αφορά αυτή την επέμβαση, ήταν ο E1 με νωπό βάρος 41%.



Γράφημα 5. 7: Νωπό βάρος των βióτυπων 14 μετά την επέμβαση με το ζιζανιοκτόνο florpyrauxifen-benzyl.

5.4 Ξηρό βάρος

Γενικά, από το **Γράφημα 5.8** βλέπουμε πως το χαμηλότερο νωπό βάρος για το σύνολο των βιότυπων προέκυψε μετά από την επέμβαση με το ζιζανιοκτόνο florpyrauxifen-benzyl. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το νωπό βάρος του E5 βιότυπου για το σύνολο των επεμβάσεων. Αναλυτικότερα, το νωπό βάρος μετά την επέμβαση με τα florpyrauxifen-benzyl, profoxyfim, cyhalofop butyl και penoxsulam ήταν αντιστοίχως 36%, 94%, 96% και 95%.



Γράφημα 5. 8: Ποσοστά ξηρού βάρους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου *Echinochloa crus galli* 7 ημέρες μετά τον ψεκασμό.

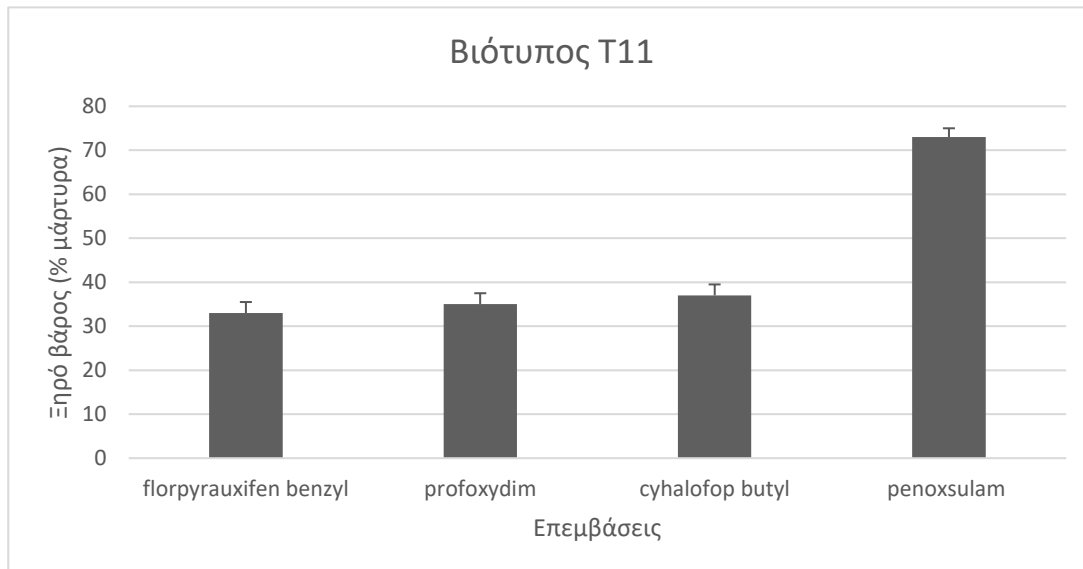
Από τον **Πίνακα 5.8** που ακολουθεί προκύπτει ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον παράγοντα βιότυποι και επέμβαση.

Πίνακας 5. 8:Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο ξηρό βάρος διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου ζιζανίου *Echinochloa crus galli* 7 ημέρες από τον ψεκάσμο (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).

ΠΠ	ΑΤ	ΒΕ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
A: Επέμβαση	30176,8	3	10058,9	1742,49	0,0000*
B: Βιότυποι	2758,86	10	275,886	47,79	0,0000*
A x B	6250,68	30	208,356	36,09	0,0000*
Σφάλμα	254,0	44	5,77273		
Σύνολο	39440,4	87			

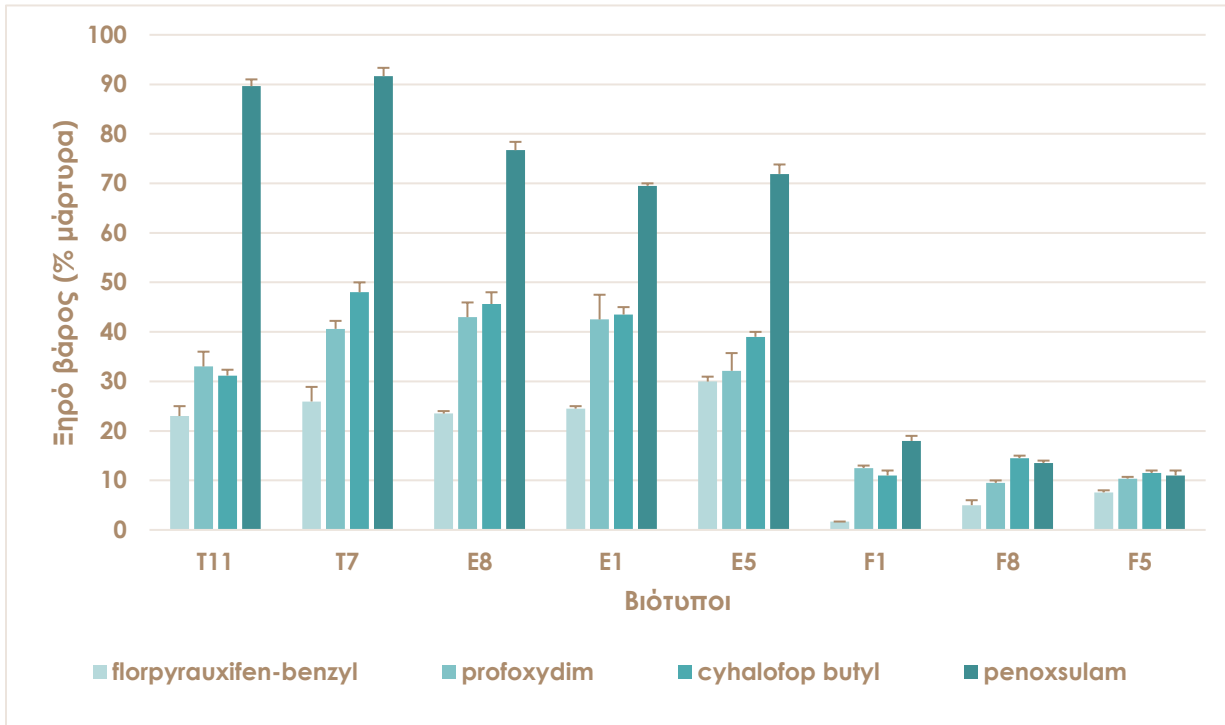
Ο αστερίσκος * υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Στο **Γράφημα 5.9** βλέπουμε την επίδραση των διαφορετικών ζιζανιοκτόνων στο νωπό βάρος του βιότυπου T11. Η επέμβαση με το *penoxsulam* έδωσε το υψηλότερο νωπό βάρος (73%). Αντίθετα, τα νωπά βάρη που προέκυψαν από τις άλλες επεμβάσεις ήταν χαμηλότερα και οι τιμές τους κυμαίνονται κοντά η μία με την άλλη.



Γράφημα 5. 9: Ξηρό βάρος του βιότυπου T11 για το σύνολο των επεμβάσεων (7 DAT).

Στο παρακάτω **Γράφημα 5.10** βλέπουμε ξεκάθαρα την διαφορά που υπήρχε ανάμεσα στους βιότυπους F και στους άλλους δύο βιότυπους. Οι F βιότυποι έδωσαν αισθητά πολύ χαμηλότερα ποσοστά (κάτω απο 20%). Στους λοιπούς βιότυπους είναι αξιοσημείωτα τα πολύ υψηλά ποσοστά που προέκυψαν μετά την επέμβαση με το ζιζανιοκτόνο penoxsulam. Επίσης, στον παρακάτω **Πίνακα 5.9** παρουσιάζονται τα ποσοστά τριών διαφορετικών βιότυπων ανά επέμβαση ο οποίος δείχνει καλύτερα την διαφορά που υπήρξε.



Γράφημα 5. 10: Ποσοστά ξηρού βάρους % του μάρτυρα βιότυπων του ζιζανίου *Echinochloa crus galli* 14 ημέρες απο τον ψεκασμό.

Πίνακας 5. 9: Ξηρό βάρος των βιότυπων F1, T7, E8 ανά επέμβαση 14 ημέρες απο τον ψεκασμό.

	florpyrauxifen benzyl	profoxydim	cyhalofop butyl	penoxsulam
F1	2%	13%	11%	18%
T7	26%	41%	48%	92%
E8	24%	43%	46%	77%

Ο Πίνακας 5.10 καταδεικνύει τις στατιστικά σημαντικές διαφορές που υπήρχαν όσο αφορά τους παράγοντες επέμβαση και βιότυποι.

Πίνακας 5. 10: Πολλαπλή ανάλυση της παραλλακτικότητας (MANOVA) και P.value της επίδρασης διάφορων ζιζανιοκτόνων στο ξηρό βάρος διαφορετικών βιότυπων του ζιζανίου *Echinochloa crus galli* 14 ημέρες από τον ψεκασμό (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$).

<i>ΠΠ</i>	<i>ΑΤ</i>	<i>ΒΕ</i>	<i>ΜΤ</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
A: Επέμβαση	48567,8	3	16189,3	3252,64	0,0000*
B: Βιότυποι	5615,52	10	561,552	112,82	0,0000*
A x B	6681,48	30	222,716	44,75	0,0000*
Σφάλμα	219,0	44	4,97727		
Σύνολο	61083,8	87			

Ο αστερίσκος * υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές.

6. Συμπεράσματα και Συζήτηση

Η αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων ποικίλει και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Η συνεχής, εκτεταμένη και πολλές φορές αδικαιολόγητη ή λανθασμένη χρήση των ζιζανιοκτόνων οδηγεί συχνά στην αποτυχία ελέγχου των ζιζανίων και στην ανάπτυξη ανθεκτικών βιότυπων με μεγάλο οικονομικό και περιβαλλοντικό αντίκτυπο. Για αυτό τον λόγο η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων κρίνεται απαραίτητη. Παρακάτω θα παρουσιαστούν τα συμπεράσματα που προέκυψαν ύστερα από πειράματα που διεξήχθησαν για την διερεύνηση της αποτελεσματικότητας διάφορων ζιζανιοκτόνων σε βιότυπους των ζιζανίων *Cyperus difformis* και *Echinochloa crus-galli*.

6.1 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων για την μοσχοκύπερη

6.1.1 Αξιολόγηση της επίδρασης των ζιζανιοκτόνων στην χλώρωση βιότυπων μοσχοκύπερης

Όσο αφορά την χλώρωση που παρουσιάστηκε 7 ημέρες από τον ψεκασμό στους βιότυπους της μοσχοκύπερης βλέπουμε ότι οι επεμβάσεις με το penoxsulam και το halosulfuron methyl εμφάνισαν ποσοστά κοντά στο 0%. Για παράδειγμα, οι βιότυποι T12, E1, E3 μετά την εφαρμογή του penoxsulam είχαν χλώρωση 0%. Παράλληλα, οι βιότυποι E7 και T12 μετά την επέμβαση με το halosulfuron methyl εμφάνισαν χλώρωση 3%. Από την άλλη πλευρά, η επέμβαση με το floryrauxifen benzyl έδωσε πίο υψηλά ποσοστά χλώρωσης συγκριτικά με τις άλλες δύο επεμβάσεις. Αξιοσημείωτη είναι η χλώρωση που παρατηρήθηκε στον βιότυπο T12 7 ημέρες από τον ψεκασμό με το floryrauxifen benzyl (55%).

Η χλώρωση που εμφανίστηκε 14 ημέρες από τον ψεκασμό δείχνει υψηλά ποσοστά μετά την επέμβαση με το floryrauxifen benzyl, όπου για τον βιότυπο E7 έφτασε 100%. Αντίθετα, η επέμβαση με το penoxsulam συνέχισε να παρουσιάζει αξιοσημείωτα χαμηλά ποσοστά χλώρωσης. Για τον βιότυπο T12 η χλώρωση ήταν 5%, για τον T8 8% και για τον E1 3%. Μετά την επέμβαση με το halosulfuron methyl η εικόνα φαίνεται να αλλάζει λίγο όπου το υψηλότερο ποσοστό εμφανίστηκε στον βιότυπο T4 (58%).

Η μέτρηση της χλώρωσης βοήθησε στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των παραπάνω ζιζανιοκτόνων αφού όπως παρατηρήθηκε και στα γραφήματα που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 4 υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων.

6.1.2 Αξιολόγηση της επίδρασης των ζιζανιοκτόνων στο ύψος βιότυπων μοσχοκύπερης

Η μέτρηση του ύψους των φυτών δεν μας έδωσε τόσο σημαντικές πληροφορίες για την αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων, καθώς παρουσιάστηκαν υψηλά ποσοστά για το σύνολο των βιότυπων. Στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποια ποσοστά ύψους ορισμένων βιότυπων 14 ημέρες από τον ψεκασμό (Πίνακας 6.1).

Πίνακας 6. 1: Ποσοστά ύψους βιότυπων ανά επέμβαση 14 ημέρες από τον ψεκασμό

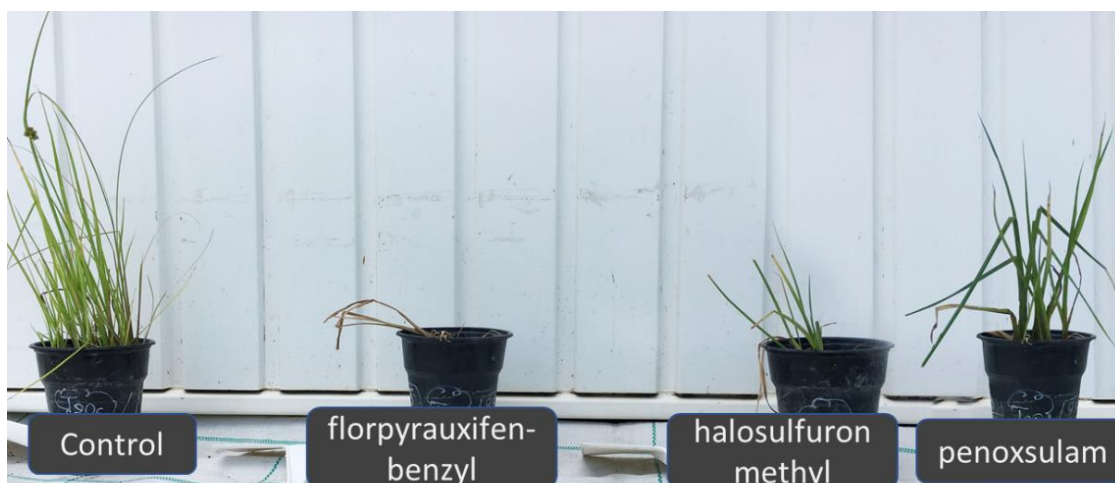
	florpyrauxifen benzyl	penoxsulam	halosulfuron methyl
E1	71%	86%	75%
T10	77%	81%	76%
E3	70%	95%	77%

6.1.3 Αξιολόγηση της επίδρασης των ζιζανιοκτόνων στο νωπό και στο χλωρό βάρος βιότυπων μωσχοκώπερης

Από τις μετρήσεις του νωπού και του ξηρού βάρους τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσίασαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Αναλυτικότερα, 14 ημέρες απο τον ψεκασμό παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επεμβάσεις με τα ζιζανιοκτόνα, όσο αφορά το νωπό βάρος. Μετά από την επέμβαση με το floryrauxifen benzyl για τον βιότυπο T8 το νωπό βάρος ήταν 14%, για τον E3 ήταν 15% και για τον T4 26%. Αντίθετα, μετά την επέμβαση με το halosulfuron methyl για τον βιότυπο E9 και τον T4 το νωπό βάρος ήταν 90% και για τον E3 80%. Όσο αφορά την επέμβαση με το penoxsulam, παρουσιάστηκαν ποσοστά νωπού βάρους για τον βιότυπο E9 91%, για τον T12 96% και για τον E3 87%. Από αυτά τα ενδεικτικά ποσοστά καθώς και απο τα γραφήματα του κεφαλαίου 4 η αποτελεσματικότητα του floryrauxifen benzyl είναι εμφανής. Αντίστοιχα, οι μετρήσεις του ξηρού βάρους έδωσαν παρόμοια αποτελέσματα τα οποία μας οδηγούν στο ίδιο συμπέρασμα. Συγκεκριμένα, 14 ημέρες από τον ψεκασμό με το floryrauxifen benzyl ο βιότυπος T8 και E3 παρουσίασαν ξηρό βάρος 11% και 20% αντίστοιχα. Παράλληλα, για τους ίδιους βιότυπους 14 ημέρες από την επέμβαση με τα penoxsulam και halosulfuron methyl το ξηρό βάρος είχε τιμές 70% (T8) , 60% (E3) και 65% (T8), 60 % (E3). Σύμφωνα με τα παραπάνω, συμπαίρνουμε ότι το floryrauxifen benzyl είχε υψηλή αποτελεσματικότητα σε αντίθεση με τα άλλα δύο ζιζανιοκτόνα που εμφάνισαν πολυ χαμηλή αποτελεσματικότητα.

6.1.4 Συμπεράσματα και συσχέτιση με παρόμοιες έρευνες

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω δεδομένα φαίνεται ότι το ζιζανιοκτόνο florpyrauxifen benzyl είχε υψηλή αποτελεσματικότητα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αποτελεί μια δραστική ουσία η οποία δεν έχει χρησιμοποιηθεί ακόμα στους ορυζώνες των συγκεκριμένων περιοχών. Από την άλλη πλευρά, τα ζιζανιοκτόνα penoxsulam και halosulfuron methyl μπορούν να χαρακτηριστούν ως μη-αποτελεσματικά έναντι των συγκεκριμένων βιότυπων μοσχοκύπερης. Στην **εικόνα 6.1** φαίνεται η επίδραση των διαφορετικών ζιζανιοκτόνων, 14 ημέρες από τον ψεκασμό, στον βιότυπο T12 που προέρχεται από την περιοχή της Χαλάστρας.



Εικόνα 6. 1: Επίδραση των ζιζανιοκτόνων στο βιότυπο T12 14 ημέρες από τον ψεκασμό.

Τα παραπάνω συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων δικαιολογούνται από το γεγονός ότι στους ορυζώνες της Χαλάστρας και της Κατοχής, σύμφωνα με πληροφορίες που συλλέχθηκαν από τους παραγωγούς, τα τελευταία χρόνια τα συγκεκριμένα ζιζανιοκτόνα έχουν χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό. Αυτή η αναποτελεσματικότητα μας παρακινεί σε περαιτέρω έρευνα για πιθανή ανάπτυξη ανθεκτικότητας των βιότυπων στα ζιζανιοκτόνα penoxsulam και halosulfuron methyl. Σύμφωνα με τον Hear, 2019 έχουν εξακριβωθεί 10 περιπτώσεις ανθεκτικότητας βιότυπων μοσχοκύπερης παγκοσμίως στους ALS-παρεμποδιστές. Επίσης, έρευνα που διεξήχθηκε στην Θεσσαλονίκη ανέδειξε ανθεκτικούς βιότυπους μοσχοκύπερης στο ζιζανιοκτόνο halosulfuron methyl (Ntoanidou κ.ά., 2016). Τέλος, ο Merotto κ.ά., 2010 ανέφερε την ύπαρξη διασταυρωτής ανθεκτικότητας βιότυπων μοσχοκύπερης σε ALS-παρεμποδιστές, ανάμεσα τους ήταν και το ζιζανιοκτόνο penoxsulam. Επιπλέον, εργαστηριακά πειράματα έδειξαν ανθεκτικότητα βιότυπων μοσχοκύπερης, λόγω τροποποίησης θέσης, στα ζιζανιοκτόνα halosulfuron methyl και imazamox (Tehranchian κ.ά., 2015). Τέλος, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης και τα αποτελέσματα παρόμοιων ερευνών παραπάνω έρευνα κρίνεται απαραίτητη.

6.2 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων για την μουχρίτσα

6.2.1 Αξιολόγηση της επίδρασης των ζιζανιοκτόνων στη χλώρωση βιότυπων μουχρίτσας

Σύμφωνα με τα γραφήματα και τους πίνακες ανάλυσης παραλλάκτικότητας που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 5 στατιστικά σημαντικές διαφορές υπήρξαν τόσο για τον παράγοντα βιότυπο όσο και για τον παράγοντα επέμβαση. Οι βιότυποι E και T, από την περιοχή της Αιτολοακαρνανίας και της Χαλάστρας αντίστοιχα, ήδη 7 ημέρες από τον ψεκασμό με το ζιζανιοκτόνο penoxsulam παρουσίασαν αξιοσημείωτα χαμηλά χλώρωσης. Σε αυτή την περίπτωση, η χλώρωση δεν ξεπέρασε το 3%. Αντίθετα, 7 ημέρες από την επέμβαση με το ζιζανιοκτόνο floryrauxifen benzyl εμφανίστηκε χλώρωση κοντά στο 80% για τους βιότυπους F, από την περιοχή της Ανθήλης, και για τους βιότυπους T και E τα ποσοστά κυμάνθηκε από 20-45%.

Η χλώρωση που παρατηρήθηκε 14 ημέρες από τον ψεκασμό με τα διαφορετικά ζιζανιοκτόνα μας οδήγησε σε μια πιο ξεκάθαρη εικόνα. Το σύνολο των βιότυπων που ψεκάστηκαν με το floryrauxifen benzyl είχα υψηλή χλώρωση η οποία κυμάνθηκε από 80% έως 100%. Μετά την εφαρμογή του penoxsulam η χλώρωση συνέχισε να έχει πολύ χαμηλά ποσοστά. Γενικά, οι επεμβάσεις με τα cyhalofop butyl και profoxydim δεν έδωσαν το ίδιο ικανοποιητικά ποσοστά χλώρωσης σε σχέση με το floryrauxifen benzyl (**Πίνακας 6.1**).

Πίνακας 6. 2: Χλώρωση 14 ημέρες από τον ψεκασμό με τα ζιζανιοκτόνα profoxydim και cyhalofop butyl.

	profoxydim	cyhalofop butyl
E1	25%	33%
F5	63%	74%
T7	43%	60%

6.2.2 Αξιολόγηση της επίδρασης των ζιζανιοκτόνων στο ύψος βιότυπων μουχρίτσας

Γενικά, από την μέτρηση του ύψους προέκυψαν υψηλές τιμές 7 και 14 ημέρες από τον ψεκασμό. Παρόλα αυτά, υπήρξαν διαφορές τόσο ανάμεσα στα διαφορετικά ζιζανιοκτόνα όσο και ανάμεσα στους βιότυπους. Από τα γραφήματα και τους πίνακες ανάλυσης παραλλακτικότητας που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 5 φαίνεται ότι μικρότερες τιμές προέκυψαν τόσο στις 7 όσο και στις 14 ημέρες από τον ψεκασμό με το ζιζανιοκτόνο florpyrauxifen benzyl. Αντίθετα, χαμηλότερες τιμές παρουσιάστηκαν μετά την επέμβαση με το ζιζανιοκτόνο penoxsulam.

6.2.3 Αξιολόγηση της επίδρασης των ζιζανιοκτόνων στο νωπό και ξηρό βάρος βιότυπων μουχρίτσας

Οι μετρήσεις του ξηρού και του νωπού βάρους των ζιζανίων βοήθησαν σημαντικά στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 5 καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το ζιζανιοκτόνο florpyrauxifen benzyl έχει υψηλή αποτελεσματικότητα έναντι του συνόλου των βιότυπων μουχρίτσας. Από την άλλη πλευρά, τα υψηλά ποσοστά τόσο νωπού όσο και χλωρού βάρους που προέκυψαν μετά την επέμβαση με το ζιζανιοκτόνο penoxsulam μας δείχνουν μειωμένη αποτελεσματικότητα.

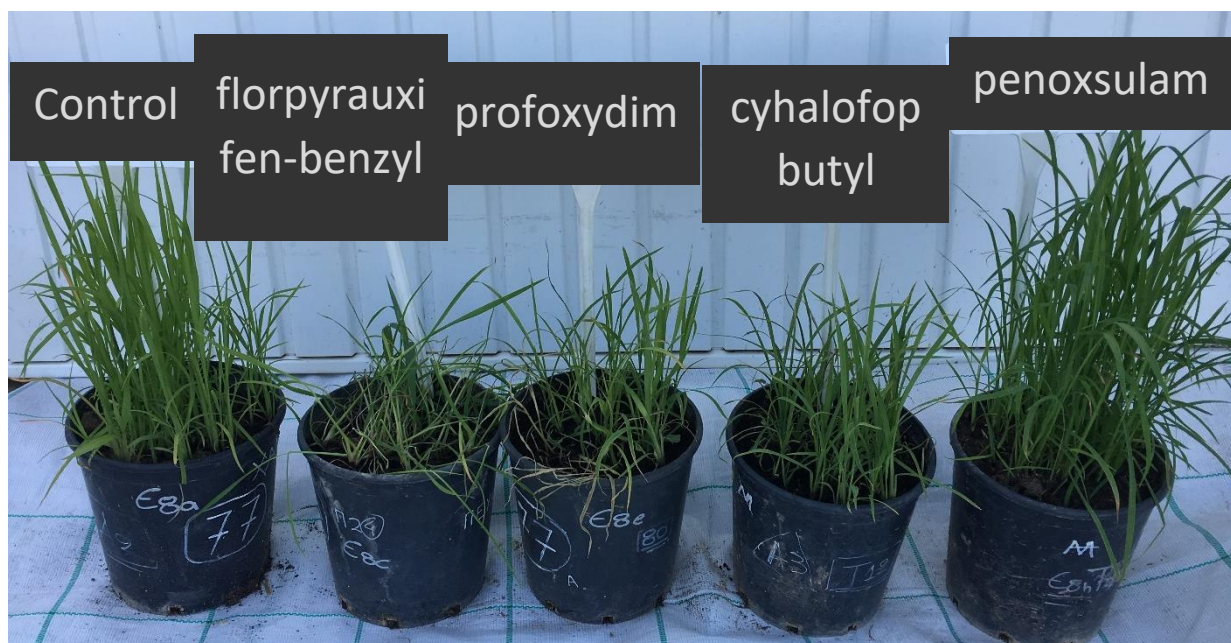
Αυτό που αξίζει να σημειωθεί είναι ότι γενικά οι τιμές του νωπού και του ξηρού βάρους των βιότυπων F, από την περιοχή της Ανθήλης, ήταν εξαιρετικά χαμηλές συγκριτικά με τις τιμές των άλλων βιότυπων για το σύνολο των επεμβάσεων. Για παράδειγμα, 14 ημέρες από τον ψεκασμό με το florpyrauxifen benzyl τα νωπά βάρη που προέκυψαν για τους βιότυπους F1, F8, F5 ήταν αντίστοιχα 4%, 6%, 5% ενώ για τον βιότυπο T7 ήταν 33% και για τον βιότυπο E5 22%. Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας (Πίνακας 6.2) με ορισμένα ποσοστά ξηρού βάρους για κάποιους βιότυπους έτσι ώστε να γίνει ακόμα πιο αντιληπτή η διαφορά που υπήρξε μεταξύ των F βιότυπων σε σχέση με τους άλλους δύο βιότυπους.

Πίνακας 6. 3: Ποσοστά ξηρού βάρους 14 ημέρες από τον ψεκασμό με τα ζιζανιοκτόνα florpyrauxifen benzyl, profoxydim, cyhalofop butyl, penoxsulam.

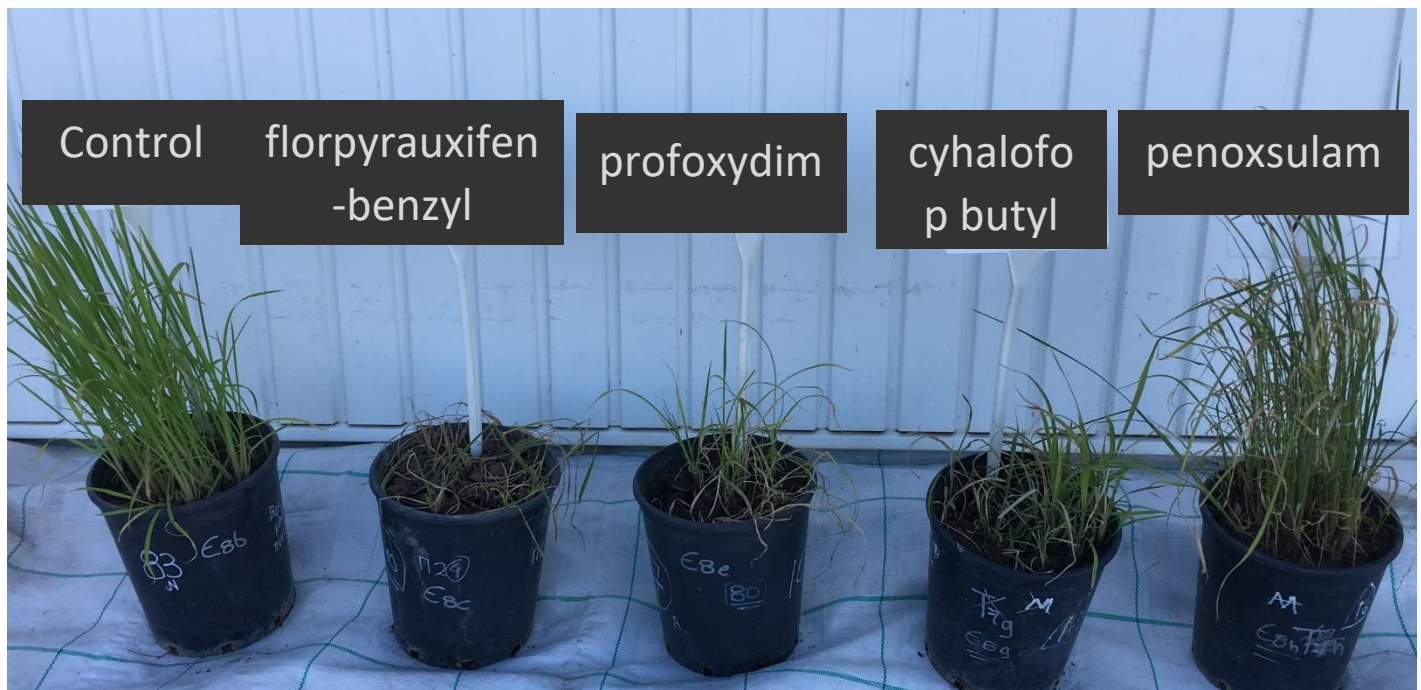
	florpyrauxifen benzyl	profoxydim	cyhalofop butyl	penoxsulam
F8	5%	10%	15%	14%
F1	2%	13%	11%	18%
T11	23%	33%	31%	90%
E5	29%	32%	39%	72%

6.2.4 Συμπεράσματα και συσχέτιση με παρόμοιες έρευνες

Με βάση τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 5 και τα παραπάνω συμπεράσματα καταλήγουμε ότι το ζιζανιοκτόνο florpyrauxifen benzyl διαθέτει υψηλή αποτελεσματικότητα έναντι της πλειοψηφίας των βιότυπων. Η υψηλή αποτελεσματικότητα του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου είναι δικαιολογημένη από το γεγονός ότι δεν έχει χρησιμοποιηθεί ακόμα στις συγκεκριμένες περιοχές. Αντίθετα, η επαναλαμβανόμενη χρήση του penoxsulam στους συγκεκριμένους ορυζώνες φαίνεται από την πολύ χαμηλή αποτελεσματικότητα που προέκυψε ύστερα από την έρευνα μας. Τα ζιζανιοκτόνα profoxydim και cyhalofop butyl μπορούν να χαρακτηριστούν ως μετρίως αποτελεσματικά σε σχέση με το ζιζανιοκτόνο florpyrauxifen benzyl. Παρακάτω παρουσιάζονται δύο φωτογραφίες του βιότυπου E8 που τραβήχτην 7 και 14 ημέρες από τον ψεκάσμό με τα διαφορετικά ζιζανιοκτόνα και από τις οποίες φαίνεται η αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων (Εικόνα 6.2, Εικόνα 6.3).



Εικόνα 6. 2: Επίδραση των ζιζανιοκτόνων στο βιότυπο E8 7 ημέρες από τον ψεκάσμό.



Εικόνα 6. 3: Επίδραση των ζιζανιοκτόνων στο βιότυπο E8 14 ημέρες από τον ψεκάσμό.

Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων αποτελεί πολύ σημαντικό ζήτημα για τον τομέα της διαχείρισης των ζιζανίων καθώς βοηθά στην πρόληψη ανάπτυξης φαινομένων ανθεκτικότητας. Σύμφωνα με τον Hearp, 2019 έχουν εξακριβωθεί 45 περιπτώσεις ανθεκτικότητας παγκοσμίως όσο αφορά την μουχρίτσα. Οι περισσότερες αφορούν τους ALS-παρεμποδιστές στους οποίους ανήκει και το penoxsulam. Μόνο 4 από τις 45 περιπτώσεις αφορούν τις συνθετικές αυξίνες στις οποίες ανήκει το florypyrauxifen benzyl. Επίσης, ο Ranzoso κ.ά., 2013 ανέφερε πολλαπλή ανθεκτικότητα βιότυπων μουχρίτσας στους ALS και ACCase παρεμποδιστές, στη συγκεκριμένη έρευνα είχε χρησιμοποιηθεί και το ζιζανιοκτόνο profoxydim. Σε έρευνα που διεξήχθη στο Βιετνάμ αποδείχτηκε το florypyrauxifen benzyl είναι αποτελεσματικό σε ανθεκτικούς βιότυπους στο quinclorac και ας ανήκουν και οι δύο δραστικές στις συνθετικές αυξίνες. Στην ίδια έρευνα βρέθηκε ότι το penoxsulam εμφάνισε χαμηλή αποτελεσματικότητα (Duy κ.ά., 2018). Επί πλέον, υπάρχουν αναφορές για χαμηλή αποτελεσματικότητα του ζιζανιοκτόνου cyhalofop butyl (Ruiz-Santaella κ.ά., 2006) και του ζιζανιοκτόνου penoxsulam (Yasuor κ.ά., 2009) έναντι βιοτύπων του είδους *Echinochloa phylloporon*.

Ύστερα από αυτή την έρευνα προέκυψε ένα πολύ σημαντικό εύρημα το οποίο αξίζει να σχολιαστεί. Βλέπουμε από το σύνολο των γραφημάτων ότι προέκυψαν αισθητά πιο χαμηλές τιμές για το σύνολο των μετρήσεων για τους βιότυπους F που προέρχονται από την περιοχή της Ανθήλης συγκριτικά με τις τιμές για τους βιότυπους E και T. Αυτό αποδίδεται στο γεγονός ότι στη περιοχή της Ανθήλης γίνεται αμειψισπορά ρυζιού-βαμβακιού ενώ στις περιοχές Χαλάστρα και Κατοχή το ρύζι αποτελεί μονοκαλλιέργεια. Άλλη έρευνα έδειξε ότι η αμειψισπορά ρυζιού-σιταριού μειώνει την πυκνότητα των ζιζανίων και επιφέρει μεγαλύτερες αποδόσεις (Yadav κ.ά., 2000). Ο Shahzad κ.ά., 2016 αναφέρει ότι η αμειψισπορά σόργου-σιταριού κατάφερε να μειώσει την πυκνότητα των ζιζανίων. Όπως καταλαβαίνουμε είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούμε και να συνδιάζουμε όλες τις μεθόδους που μας παρέχει ο τομέας της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Ζιζανίων (IWM) έτσι ώστε να πετύχουμε όσο τον δυνατόν καλύτερο έλεγχο των ζιζανίων. Στην καλλιέργεια του ρυζιού έχουν χρησιμοποιηθεί τεχνικές όπως η αμειψισπορά, η ψευδοσπορά, η εναλλαγή ζιζανιοκτόνων, διάφορες τεχνικές εδαφοκατεργασίας καθώς και η διαχείριση του νερού για τον καλύτερο έλεγχο των ζιζανίων.

Ο Sindhu κ.ά., 2010 αναφέρει ότι η τεχνική της ψευδοσποράς σε συνδυασμό με προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα ή βοτάνισμα με το χέρι παρέχει καλύτερο έλεγχο των ζιζανίων στην καλλιέργεια του ρυζιού. Επίσης, ο Renu κ.ά., 2000 αναφέρει ότι ο συνδυασμός ψευδοσποράς και ψεκασμού με paraquat πέτυχε καλύτερο έλεγχο των ζιζανίων. Άλλη έρευνα έδειξε ότι για την περίπτωση του κόκκινου ρυζιού η τεχνική της ψευδοσποράς όχι μόνο μείωσε την πυκνότητα του μέσα στη καλλιέργεια αλλά κατάφερε να μειώσει και την τράπεζα σπόρου στο έδαφος (Singh κ.ά., 2013). Ο Ladha, 2009 αναφέρει ότι στα πλοτ που εφαρμόστηκε η τεχνική της ψευδοσποράς με τη χρήση μη εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων μειώθηκε ο πλυθησμός των ζιζανίων κατά 53% συγκριτικά με τα πλοτ που δεν εφαρμόστηκε αυτή η τεχνική.

Όσο αφορά την διαχείριση του νερού, έρευνα αναφέρει ότι ακόμα και μια μικρή διαφορά εκατοστών στο ύψος του νερού στην καλλιέργεια του ρυζιού μπορεί να επιφέρει διαφορές στη ζιζανιοχλωρίδα (Hill κ.ά., 2001). Άλλη έρευνα αναφέρει ότι η σωστή διαχείριση του νερού κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας του ρυζιού μπορεί αποτελεσματικά να μειώσει την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων οπότε και το κόστος που επιφέρουν χωρίς να μειωθεί η απόδοση του ρυζιού ή η παραγωγικότητα του νερού (Tuong κ.ά., 2000).

Ο Chauhan (2012) επισήμανε ότι διαφορετικές τεχνικές διαχείρισης των ζιζανίων είναι απαραίτητο να ενταχθούν για να πετύχουμε αποτελεσματικό, αειφόρο και μακροχρόνιο έλεγχο των ζιζανίων στην καλλιέργεια του ρυζιού. Τέλος, ο Matloob κ.ά., 2015 αναφέρει ότι η εναλλαγή ζιζανιοκτόνων με διαφορετικό τρόπο δράσης σε συνδυασμό με αγρονομικές τεχνικές είναι πιο αποτελεσματική μέθοδος ελέγχου των ζιζανίων και είναι απαραίτητο να αναπτυχθεί περαιτέρω.

7. Βιβλιογραφία

Ξενογλώσση βιβλιογραφία

- Bastiaans, L., Paoloni, R., and Baumann, D. T., 2008. Focus on ecological weed management: what is hindering adoption? *Weed Res.* 48: 481- 49.
- Chang, T.T. (2003). Origin, Domentication, and Diversification. In: Smith, C.W. and Dilday, R.H. (eds), *Rice: Origin, History, Technology, and Production*, pp. 3-25. New York: John Wile & Sons, Inc.
- Childs, N. W. (2004). Production Na Utilization of Rice. In: Champagne, E.T. (ed.), *Rice: Chemistry and Technology , 3rd edition*, pp. 1-23. AACC Inc
- Counce, P.A., Gealy, D.R. and Sung S.J.S (2003). Rice Physiology. In: Smith C.W. an Dilday, R.H. (eds), *Rice: Origin, History, Technology, and Production*, pp. 129-152. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- De Prado, R.A. and Franco. 2004. Cross resistance and herbicide metabolism in grass weeds in Europe: biochemical and physiological aspects. *Weed Science* 52:441-447.
- Dekker, J. and S.O. Duke. 1995. Herbicide-resistant field crops.Pages 69-116 in *Advances in Agronomy*, D.L. Sparks, ed. Academy Press.
- Duy, L., Chon, N. M., Mann, R. K., Kumar, B. V., & Morell, M. A. (2018). Efficacy of Rinskor™(florpyrauxifen-benzyl ester) on Herbicide Resistant Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in Rice Fields of Mekong Delta, Vietnam. *Journal of crop science and biotechnology*, 21(1), 75-81.
- Fao, I. Food and Agriculture Organisation of the United Nations. Available www.fao.org
- Farooq, M., Siddique, K. H., Rehman, H., Aziz, T., Lee, D. J., & Wahid, A. (2011). Rice direct seeding: experiences, challenges and opportunities. *Soil and tillage research*, 111(2), 87-98.
- Gasquel, J. 1997. Genetics of herbicide resistance within weeds. Factors of evolution, inheritance and fitness. Pages: 181-189 in *Weed Crop Resistance to Herbicides*, R. De Prado, J. Jorin, and L. Garcia-Torres, eds Kluwer Academic Publishers.
- Hatzios, K.K. and N. Burgos. 2004. Metabolism-based herbicide resistance: regulation by safeners. *Weed Science* 52:454-467.
- Heap, I. and LeBaron. 2001. Introduction and overview of resistance. *Herbicide resistance and world grains* 1-23.

- Hill, J. E., Mortimer, A. M., Namuco, O. S., & Janiya, J. D. (2001). Water and weed management in direct-seeded rice: are we headed in the right direction?. In *International Rice Research Conference, Los Baños, Laguna (Philippines), 31 Mar-3 Apr 2000*. IRRI.
- Holm, L.G., Pancho, J. V., Herberger J. P., and Plucknett, D. L., 1979. A Geographical Atlas of World Weeds. John Wiley & Sons, New York.
- Holt, J.S. and H.M. LeBaron. 1990. Significance and distribution of herbicide resistance. *Weed Technology* 4:141-155.
- Howell, T.A. (2003). Rice Storage. In: Smith, C.W. and Dilday R.H. (eds), *Rice: Origin, History, Technology, and Production* , pp. 545- 566. New York: John Wiley & Sons , Inc.
- Kendig, A., Williams, B. and Smith, C.W. (2003). Rice Weed Control. In: Smith, C.W. and Dilday R.H. (eds), *Rice: Origin, History, Technology, and Production* , pp. 457- 472. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Ladha, J. K. (Ed.). (2009). Integrated crop and resource management in the rice-wheat system of South Asia. *Int. Rice Res. Inst.*.
- Matloob, A., Khaliq, A., & Chauhan, B. S. (2015). Weeds of direct-seeded rice in Asia: problems and opportunities. In *Advances in agronomy* (Vol. 130, pp. 291-336). Academic Press.
- Merotto Jr, A., Jasieniuk, M., & Fischer, A. J. (2009). Estimating the outcrossing rate of *Cyperus difformis* using resistance to ALS-inhibiting herbicides and molecular markers. *Weed research*, 49(1), 29-36.
- Merotto, A., Jasieniuk, M., & Fischer, A. J. (2010). Distribution and cross-resistance patterns of ALS-inhibiting herbicide resistance in smallflower umbrella sedge (*Cyperus difformis*). *Weed science*, 58(1), 22-29.
- Moldenhauer, K.A.K. and Gibbons, J.H. (2003). Rice Morphology and Development. In: Smith, C.W. and Dilday R.H. (eds), *Rice: Origin, History, Technology, and Production* , pp. 103- 127. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Mortensen et al., 2012. Navigating a critical juncture for sustainable weed management. *BioScience* 62Q 75-84.
- Ntoanidou, S., Kaloumenos, N., Diamantidis, G., Madesis, P., & Eleftherohorinos, I. (2016). Molecular basis of *Cyperus difformis* cross-resistance to ALS-inhibiting herbicides. *Pesticide biochemistry and physiology*, 127, 38-45.
- Owen, M.J., M.J. Walsh, R.S. Llewellyn and S.B. Powles. 2007. Wide spread occurrence of multiple resistance in Western Australian annual ryegrass (*Lolium rigidum*) populations. *Aust.J. Agr. Res.* 58:711-718.

Panozzo, S., Scarabel, L., Tranel, P. J., & Sattin, M. (2013). Target-site resistance to ALS inhibitors in the polyploid species *Echinochloa crus-galli*. *Pesticide biochemistry and physiology*, 105(2), 93-101.

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

Powles, S.B., C. Preston, I.B. Bryan and A.R. Justum. 1997. Herbicide resistance: impact and management. Pages 57-94 in *Advances in Agronomy*, D.L. Sparks, ed. Academy Press.

Preston, C. 2004. Herbicide resistance in weeds endowed by enhanced detoxification: compilation for management. *Weed Science* 52:448-453.

Preston, C. and C.A. Mallory-Smith. 2001. Biochemical mechanisms, inheritance, and molecular genetics of herbicide resistance in weeds. Pages 23-60 in *Herbicide Resistance and World Grains*, S.B. Powles and D.L. Shaner, eds CRC, Boca Raton.

Quick, G.R. (2003) Rice Harvesting. In: Smith, C.W. and Dilday R.H. (eds), *Rice: Origin, History, Technology, and Production*, pp. 491- 543. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Renu, S., Thomas, C. G., & Abraham, C. T. (2000). Stale seedbed technique for the management of *Sacciolepis interrupta* in semi-dry rice. *Indian journal of weed science*, 32(3/4), 140-145.

Rubin, B. 1996. Herbicide-resistant weeds-the inevitable phenomenon: mechanisms, distribution and significance. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* XV, 17-32.

Ruiz-Santaella, J. P., De Prado, R., Wagner, J., Fischer, A. J. & Gerhards, R. (2006). Resistance mechanisms to cyhalofop-butyl in a biotype of *Echinochloa phyllopogon* (Stapf) Koss. from California. *Journal of Plant Diseases and Protection Special Issue XX*, 95-100.

Scott, H.D., Miller, d.M. and Renaud, G. (2003). Rice Soils: Physical and Chemical Characteristics and Behavior. In: Smith, C.W. and Dilday R.H. (eds), *Rice: Origin, History, Technology, and Production*, pp. 297- 330. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Shahzad, M., Farooq, M., Jabran, K., & Hussain, M. (2016). Impact of different crop rotations and tillage systems on weed infestation and productivity of bread wheat. *Crop protection*, 89, 161-169.

Sindhu, P. V., Thomas, C. G., & Abraham, C. T. (2010). Seedbed manipulations for weed management in wet seeded rice. *Indian J. Weed Science*, 42(3&4), 173-179.

Sindhu, P. V., Thomas, C. G., & Abraham, C. T. (2010). Seedbed manipulations for weed management in wet seeded rice. *Indian J. Weed Science*, 42(3&4), 173-179.

- Singh, K., Kumar, V., Saharawat, Y. S., Gathala, M., Ladha, J. K., & Chauhan, B. S. (2013). Weedy rice: An emerging threat for direct-seeded rice production systems in India.
- Swanton, C. J., Mahoney, K.J., Chandler, K., and Gulden, R. H., 2008. Integrated weed management: Knowledge- Based weed management systems. *Weed Sci.* 56: 168- 172.
- Tehranchian, P., Riar, D. S., Norsworthy, J. K., Nandula, V., McElroy, S., Chen, S., & Scott, R. C. (2015). ALS-resistant smallflower umbrella sedge (*Cyperus difformis*) in Arkansas rice: physiological and molecular basis of resistance. *Weed science*, 63(3), 561-568.
- Tuong, T. P., Pablico, P. P., Yamauchi, M., Confesor, R., & Moody, K. (2000). Increasing water productivity and weed suppression of wet seeded rice: effect of water management and rice genotypes. *Experimental Agriculture*, 36(1), 71-89.
- Vaughan, J. G. & Geissler, C. A. (1998). *The New Oxford Book of Food Plants*. Illustrated by B. E. Nicholson. Oxford University Press, p. 8-9.
- Yadav, R. L., Dwivedi, B. S., & Pandey, P. S. (2000). Rice-wheat cropping system: assessment of sustainability under green manuring and chemical fertilizer inputs. *Field Crops Research*, 65(1), 15-30.
- Yadav, R. L., Dwivedi, B. S., & Pandey, P. S. (2000). Rice-wheat cropping system: assessment of sustainability under green manuring and chemical fertilizer inputs. *Field Crops Research*, 65(1), 15-30.
- Yasuor, H., Osuna, M. D., Ortiz, A., Saldain, N. E., Eckert, J. W. & Fischer, A. J. (2009). Mechanism of resistance to penoxsulam in late watergrass [*Echinochloa phyllopogon* (Stapf) Koss.]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57, 3653–3660.
- Young, S. L., 2012. True Integrated Weed Management. *Weed Res.* 52: 107- 111.
- Zimdahl, R. L., 2004. *Weed- Crop Competition- a review*. 2nd ed. Blackwell Pub. 220 p.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Δαλιάνης, Κ., 1983. Ανοιξιάτικα Σιτηρά. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη, σελ.235-309.
- Δαμανάκης, Μ., 1979. Κατάλογος κοινών ονομάτων των ζιζανίων . Νέα Αγρ. Επιθ. 33(5-6): 179-180, 191.
- Ελευθεροχωρινός, Η. Γ., 2002. Ζιζανιολογία. Αγροτύπος Α.Ε., σελ.36-48.
- Ελευθεροχωρινός, Η., 2008. Ζιζανιολογία. Εκδ. Αγρότυπος. Σ. 408.
- Καραμάνος, Α., (1999). Τα σιτηρά των θερμών κλιμάτων: Αραβόσιτος, σόργο, ρύζι, κεχρί. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Παπαζήση, σελ. 248-352.
- Λόλας, Π. Χ., 1981. Σημασία δυνατότητας αναγνωρίσεως ζιζανίων . Γεωπονικά 270-271: 157-159
- Λόλας, Π. Χ., 2007. Ζιζανιολογία, Ζιζάνια, Ζιζανιοκτόνα, τύξη και Συμπεριφορά στο Περιβάλλον. Β' εκδ. Σύγχρονη Παιδεία. σ.606.
- Μαλακατέ. Σ., 1939. Τα κυριότερα ζιζάνια της Ελλάδος. Υπουργ. Γεωργίας Δελτίο 1939: 6-32
- Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ. (2008). Ειδική Γεωργία Ι - Τεύχος Α Σιτηρά Χειμερινά-Εαρινά. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, σελ. 275-332.
- Πεσεξίδης, Σ. Ν., 1981. Τα κυριότερα ζιζάνια της Ελλάδος. Μορφολογία – Βιολογία – Ταξινόμηση . Θεσ/κη. Σ.237