

ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΑΓΡΙΟΒΡΩΜΗΣ
(*AVENA STERILIS L.*) ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ
ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΤΟΥΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΑ
ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΑ**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΤΗΣ ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑΣ ΑΘΗΝΑΣ ΘΕΜΕΛΗ

ΑΡΤΑ 2013

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΑΝΟΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
1.1. Γενικά.....	4
1.2. Τα ζιζάνια και η αγριοβρώμη.....	6
1.3. Τρόποι καταπολέμησης των ζιζανίων και της αγριοβρώμης.....	15
1.4. Η ανθεκτικότητα των ζιζανίων και της αγριοβρώμης στα ζιζανιοκτόνα.....	16
1.5. Μηχανισμοί ανάπτυξης της ανθεκτικότητας των ζιζανίων και της αγριοβρώμης στα ζιζανιοκτόνα.....	20
1.6. Σκοπός της μελέτης.....	21
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.	22
2.1. Φυτικό υλικό.....	23
2.2. Εγκατάσταση πειράματος.....	24
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	26
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ / ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	36
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	38

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Με τον όρο ζιζάνιο περιγράφεται κάθε ανεπιθύμητο φυτό, δηλαδή φυτό το οποίο βρίσκεται και μεγαλώνει σε θέση στην οποία δεν είναι επιθυμητή η παρουσία του (<http://www.eze.org.gr/index.php>).

Οι επιπτώσεις της παρουσίας των ζιζανίων δεν αφορούν μόνο την αισθητική, αλλά μπορεί και να είναι επιζήμιες σε ό,τι αφορά τη χρήση και την οικονομική αξία της καλλιεργήσιμης γης. Σύμφωνα με τον ορισμό που δόθηκε παραπάνω, κάθε φυτό θα μπορούσε να γίνει ζιζάνιο, ανάλογα με το χώρο και το χρόνο που αναπτύσσεται. Για παράδειγμα, ακόμα και οι τριανταφυλλίες θα μπορούσαν να είναι ζιζάνιο αν αναπτύσσονταν σε ένα χωράφι στο οποίο πραγματοποιείται καλλιέργεια λαχανικών (<http://www.fytokomia.gr/permalink/5229.html>)

Η παρουσία των ζιζανίων προκαλεί ζημιές στις καλλιέργειες, αφού μειώνει την ποιότητα και τις τελικές αποδόσεις τους. Αυτό συμβαίνει γιατί τα ζιζάνια ανταγωνίζονται τα καλλιεργούμενα φυτά για την ηλιακή ακτινοβολία, το νερό και τα θρεπτικά στοιχεία. Έτσι, είναι απαραίτητη η αντιμετώπιση των ζιζανίων, η οποία με τη σειρά της αυξάνει το κόστος της καλλιέργειας και της συγκομιδής και αποτελεί μια επίπονη διαδικασία. Τα ζιζάνια μπορούν να δράσουν βλαπτικά στα φυτά και με έμμεσο τρόπο, δηλαδή ως ξενιστές διάφορων εντόμων και εχθρών που προσβάλλουν τα καλλιεργούμενα φυτά (<http://www.fytokomia.gr/permalink/5229.html>).

Η αγριοβρώμη (*Avena sterilis* L.) είναι ένα ζιζάνιο που κατάγεται από την Ασία ή την περιοχή της Μεσογείου. Αναφέρεται ως το πιο διαδεδομένο ετήσιο ζιζάνιο των χειμερινών σιτηρών στην Ελλάδα (Δαμανάκης, 1983). Συγκεκριμένα, θεωρείται το τέταρτο σπουδαιότερο ζιζάνιο της Ελλάδος στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας και στις δενδρώδεις καλλιέργειες, ενώ συμπεριλαμβάνεται στα σπουδαιότερα ζιζάνια της Ευρώπης και του πλανήτη (Holm et al., 1991, Naylor and Lutman, 2002).

Η αγριοβρώμη ως ζιζάνιο ανταγωνίζεται, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα καλλιεργούμενα φυτά και ιδιαίτερα τα σιτηρά, για ηλιακή ακτινοβολία, νερό και θρεπτικά στοιχεία. Ο ανταγωνισμός με τα καλλιεργούμενα φυτά λαμβάνει χώρα μετά το φύτευμα των ζιζανίων, ενώ η μεγαλύτερη μείωση στην απόδοση της καλλιέργειας προκαλείται μετά από μακρόχρονη παραμονή της αγριοβρώμης στην καλλιέργεια.

Οι απώλειες της απόδοσης των καλλιεργούμενων σιτηρών κυμαίνονται ανάλογα με την πυκνότητα της αγριοβρώμης και το είδος του καλλιεργούμενου φυτού.) Έχει αναφερθεί εύρος μείωσης στην απόδοση του σιταριού εξαιτίας της αγριοβρώμης 17% έως 62% (Balyan κ.ά. 1991) και εύρος μείωσης στην απόδοση του κριθαριού 8% έως 67% (Dhima κ.ά., 2000). Επιπρόσθετα, τα φυτά της αγριοβρώμης επιδρούν δυσμενώς στην απόδοση των καλλιεργούμενων φυτών και έμμεσα, ως φορείς εχθρών των σιτηρών όπως *Heterodera avenae*, *Pratylenchus neglectus*, *P. Thornei*, καθώς και ασθενειών, όπως *Rhizoctonia solani*, *Fusarium graminearum* (Ελευθεροχωρινός, 2008).

Η αντιμετώπιση του ζιζανίου της αγριοβρώμης αποτελεί ένα επιτακτικό πρόβλημα που αφορά τα χειμερινά σιτηρά αλλά και άλλες χειμερινές καλλιέργειες. Ως επί το πλείστον πραγματοποιείται με τη χρήση ζιζανιοκτόνων, λόγω της αυξημένης αποτελεσματικότητάς τους, αλλά και του χαμηλού τους κόστους, σε σχέση με εναλλακτικές μεθόδους αντιμετώπισης των ζιζανίων (Kaloumenos et al., 2009).

Για την αντιμετώπιση της αγριοβρώμης και άλλων ετήσιων και πολυετών αγρωστωδών ζιζανίων χρησιμοποιούνται κυρίως ζιζανιοκτόνα που αναστέλλουν τη βιοσύνθεση των λιπαρών οξέων και ανήκουν στις εξής ομάδες (Damalas et al., 2006):

- των αρυλοξυφαινοξυαλκανοϊκών (-fops),
- των κυκλοεξανδινών (-dims)
- των φαινυλοπυραζολινών (-den).

Τα ζιζανιοκτόνα αυτά είναι γνωστά και ως αγρωστωδοκτόνα καθώς δρουν εξειδικευμένα εναντίον των αγρωστωδών ζιζανίων (Ελευθεροχωρινός, 2008). Ειδικότερα, ο μηχανισμός δράσης των ζιζανιοκτόνων αυτού του τύπου περιλαμβάνει την αναστολή της δράσης του ενζύμου καρβοξυλάση του ακέτυλο-CoA (ACCase, Acetyl2 CoA Carboxylase), το οποίο είναι πολύ σημαντικό ένζυμο και απαραίτητο κατά τα πρώτα στάδια της διαδικασίας βιοσύνθεσης λιπαρών οξέων (Devine et al., 1993, Yu et al., 2007).

Το πρώτο ζιζανιοκτόνο της οικογένειας των αρυλοξυφαινοξυαλκανοϊκών που αναπτύχθηκε ήταν το diclofop-methyl (1975). Ακολούθησε η ανάπτυξη των ζιζανιοκτόνων fluazifop-butyl (1980) quizalofop-ethyl (1983), propaquizafop (1987), fenoxaprop-ethyl (1989), clodinafop-propargyl (1991), haloxyfop-methyl (1992) και cyhalofop-butyl (1993).

Το πρώτο ζιζανιοκτόνο της οικογένειας των κυκλοεξανδινών ήταν το alloxymid (1976), και ακολούθησε το sethoxydim (1983), το cycloxydim (1985), το tralkoxydim (1987), το clethodim (1987) και το clefoxydim ή profoxydim (1995).

Το ζιζανιοκτόνο της οικογένειας των φαινυλοπυραζολινών που αναπτύχθηκε σχετικά πρόσφατα είναι το pinoxaden (Hofer et al., 2006; Yu et al., 2007).

Ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα που προκύπτει από την εκτεταμένη χρήση ζιζανιοκτόνων για την καταπολέμηση των ζιζανίων και της αγριοβρώμης είναι η ανάπτυξη πληθυσμών ζιζανίων με ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα. Λόγω της ανάπτυξής τους περιορίζεται η δυνατότητα επιλογής ζιζανιοκτόνων για τη χημική αντιμετώπιση των ζιζανίων με δυσμενείς επιπτώσεις στις καλλιέργειες και την απόδοσή τους (Tranel και Wright, 2002; Ελευθεροχωρινός, 2008). Ένα άλλο πρόβλημα που προκαλεί η ανάπτυξη της ανθεκτικότητας είναι η χρήση ζιζανιοκτόνων μεγαλύτερου κόστους ή/και υψηλότερης τοξικότητας, ή, εναλλακτικά, η χρήση λιγότερο αποτελεσματικών μεθόδων αντιμετώπισης. Και στις δύο αυτές περιπτώσεις υπάρχουν δυσμενείς οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Monaco κ.ά., 2002; Ελευθεροχωρινός, 2008).

1.2. Τα ζιζάνια - η αγριοβρώμη

Τα ζιζάνια είναι φυτά τα οποία αναπτύσσονται κάποια συγκεκριμένη χρονική στιγμή κατά την οποία δεν είναι επιθυμητά, και σε συγκεκριμένη περιοχή, π.χ. καλλιέργειας, όπου επίσης δεν είναι επιθυμητά, προκαλώντας έτσι σημαντικά προβλήματα στις καλλιέργειες, τόσο άμεσα λόγω ανταγωνισμού για φως, νερό και θρεπτικά με τα καλλιεργούμενα φυτά, όσο και έμμεσα, αποτελώντας ξενιστές για εχθρούς και ασθένειες των φυτών.

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα πλέον συχνά απαντώμενα ζιζάνια στην Ελλάδα με την επιστημονική τους ονομασία, την κοινή τους ονομασία, τις οικογένειες στις οποίες ανήκουν και την κατάταξή τους ως προς τις κυριότερες ιδιότητές τους (http://www.eze.org.gr/entypa/ziz_epist_1.pdf)

Πίνακας 1. τα πλέον συχνά απαντώμενα ζιζάνια στην Ελλάδα (http://www.eze.org.gr/entypa/ziz_epist_1.pdf)

Επιστημονικό όνομα	Κοινό όνομα	Οικογένεια	Κατάταξη
<i>Abutilon theophrasti</i>	αγριοβαμβακιά	Malvaceae	ΜΑ
<i>Adonis aestivalis</i>	άδωνης	Ranunculaceae	ΜΧ
<i>Aegilops spp.</i>	αγριόσταρο	Poaceae	ΜΧ
<i>Aethusa cynapium</i>	αιθούσα	Apiaceae	ΜΑ
<i>Agrostemma githago</i>	γόγγολη	Caryophyllaceae	ΜΧ
<i>Agrostis spp.</i>	άγρωστη	Poaceae	ΜΧ
<i>Allium roseum</i>	αγριοκρέμμυδο	Lilliaceae	ΣΠ
<i>Alopecurus myosuroides</i>	αλεπονουρά	Poaceae	ΜΧ
<i>Amaranthus albus</i>	άσπρο βλήτο	Amaranthaceae	ΜΑ
<i>Amaranthus blitoides</i>	πλαγιαστό βλήτο	Amaranthaceae	ΜΑ
<i>Amaranthus deflexus</i>	πολυτές βλήτο	Amaranthaceae	Π
<i>Amaranthus hybridus</i>	καλ/ενο βλήτο	Amaranthaceae	ΜΑ
<i>Amaranthus retroflexus</i>	τραχύ βλήτο	Amaranthaceae	ΜΑ
<i>Amaranthus viridis</i>	λεπτό βλήτο	Amaranthaceae	ΜΑ
<i>Ammania spp.</i>	αμανία	Lytharaceae	ΜΑ
<i>Ampelamus albidus</i>	αμπέλαμο	Asclepidiaceae	Π
<i>Anagallis arvensis</i>	αναγαλλίδα	Primulaceae	ΜΑ
<i>Anthemis arvensis</i>	ανθεμίδα	Asteraceae	ΜΧ
<i>Anthemis cotula</i>	ανθεμίδα	Asteraceae	ΜΧ
<i>Apera spica-venti</i>	ανεμόχορτο	Poaceae	ΜΧ

Πίνακας 1. τα πλέον συχνά απαντώμενα ζιζάνια στην Ελλάδα (συνέχεια)

Επιστημονικό όνομα	Κοινό όνομα	Οικογένεια	Κατάταξη
<i>Arundo donax</i>	καλάμι	Poaceae	ΣΠ
<i>Asparagus spp.</i>	αγριοσπαράγγι	Liliaceae	Π
<i>Ashodelus aestivus</i>	ασφόδελος	Liliaceae	Π
<i>Asphodeline lutea</i>	ασφοδελίνη	Liliaceae	Π
<i>Aster spp.</i>	αστέρας	Asteraceae	ΜΑ
<i>Avena barbata</i>	μικρή αγρ/βρώμη	Poaceae	ΜΧ
<i>Avena sterillis</i>	μεγ. αγρ/βρώμη	Poaceae	ΜΧ
<i>Beta spp.</i>	αγριότευτλο	Chenopodiaceae	ΜΧ
<i>Bidens tripartite</i>	-----	Asteraceae	ΜΑ
<i>Bifora radians</i>	μπιφόρα	Apiaceae	ΜΧ
<i>Bilderdykia convolvulus</i>	αναρ. πολύγωνο	Polygonaceae	ΜΑ
<i>Bromus spp.</i>	βρόμος	Poaceae	ΜΧ
<i>Buglossoides arvensis</i>	λιθόσπερμο	Boraginaceae	ΜΧ
<i>Butomus umbellatus</i>	βούτομο	Butomaceae	Π
<i>Calystegia sepium</i>	μεγ.περικοκλάδα	Convolvulaceae	Π
<i>Capparis ovata</i>	κάπαρη	Capparaceae	ΜΧ
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	καφέλα	Brassicaceae	ΜΧ
<i>Cardamine spp.</i>	καρδαμίνα	Brassicaceae	ΜΧ
<i>Cardaria draba</i>	βρωμολάχανο	Brassicaceae	Π
<i>Carduus nutans</i>	γαϊδουράγκαθο	Asteraceae	Π
<i>Caucullis spp.</i>	καυκαλίδα	Apiaceae	ΜΧ
<i>Centaurea cyanus</i>	κενταύριο,μπλουέ	Asteraceae	ΜΧ
<i>Cerastium arvense</i>	κεράστιο	Caryophyllaceae	Π
<i>Chamomilla recutita</i>	χαμομήλι	Asteraceae	ΜΧ
<i>Chenopodium album</i>	λουβουδιά	Chenopodiaceae	ΜΑ
<i>Chenopodium vulvaria</i>	βρωμολουβουδιά	Chenopodiaceae	ΜΑ
<i>Chrozophora tinctoria</i>	χρωζοφόρα	Euphorbiaceae	Μ
<i>Chrysath. coronarium</i>	μαρ/ίτα,μαντηλίδα	Asteraceae	ΜΧ
<i>Chrysanthemum segetum</i>	αγριομαργαρίτα	Asteraceae	ΜΧ
<i>Cichorium intybus</i>	αγριοραδίκι	Asteraceae	Π
<i>Cirsium arvense</i>	κίρσιο, λιγκαβέτσι	Asteraceae	Π
<i>Cnicus benedictus</i>	καλάγκαθο	Asteraceae	ΜΧ

Πίνακας 1. τα πλέον συχνά απαντώμενα ζιζάνια στην Ελλάδα (συνέχεια)

Επιστημονικό όνομα	Κοινό όνομα	Οικογένεια	Κατάταξη
<i>Conium maculatum</i>	κόνειο	Apiaceae	Δ
<i>Consolida regalis</i>	καπουστίνος	Ranunculaceae	MX
<i>Convolvulus arvensis</i>	περικοκλάδα	Convolvulaceae	Π
<i>Conyza spp.</i>	κόνυζα	Asteraceae	MX
<i>Cuscuta spp.</i>	κουσκούτα, λύκος	Cuscutaceae	ΠΡ
<i>Cynodon dactylon</i>	αγριάδα	Poaceae	Π
<i>Cyperus difformis</i>	μοσχοκύπερη	Cyperaceae	Π
<i>Cyperus esculentus</i>	κίτρινη κύπερη	Cyperaceae	Π
<i>Cyperus rotundus</i>	πορφυρή κύπερη	Cyperaceae	Π
<i>Dactylis glomerata</i>	δακτυλίδα	Poaceae	Π
<i>Datura stramonium</i>	τάτουλας	Solanaceae	ΜΑ
<i>Daucus carota</i>	αγριοκαρότο	Apiaceae	Δ
<i>Digitaria sanguinalis</i>	αιματόχορτο	Poaceae	ΜΑ
<i>Dracunculus vulgaris</i>	φιδόχορτο	Araceae	ΜΑ
<i>Ecballium elaterium</i>	πικραγγουριά	Cucurbitaceae	Π
<i>Echinochloa colonum</i>	μικρή μουχρίτσα	Poaceae	ΜΑ
<i>Echinochloa crus-galli</i>	μουχρίτσα	Poaceae	ΜΑ
<i>Eleusine indica</i>	ελευσίνη	Poaceae	ΜΑ
<i>Elymus repens</i>	έλυμος	Poaceae	Π
<i>Equisetum arvense</i>	αλογοουρά	Equisitaceae	Π
<i>Erodium cicutarium</i>	βελονάκι	Geraniaceae	MX
<i>Euphorbia spp.</i>	ευφόρβιες	Euphorbiaceae	ΜΑ/Π
<i>Euphorbia chamaesiche</i>	χαμαισική	Euphorbiaceae	ΜΑ
<i>Euphorbia characias</i>	φλώμος	Euphorbiaceae	Π
<i>Euphorbia dendroides</i>	δενδροφλώμος	Euphorbiaceae	Π
<i>Euphorbia helioscopia</i>	μεγάλη γαλατσίδα	Euphorbiaceae	ΜΑ
<i>Euphorbia peplus</i>	μικρή γαλατσίδα	Euphorbiaceae	ΜΑ
<i>Ferula communis</i>	άρθηκας	Apiaceae	Π
<i>Festuca spp.</i>	φέστουκα	Poaceae	Π
<i>Fumaria officinalis</i>	καπνόχορτο	Fumariaceae	MX
<i>Gallinsoga parviflora</i>	γκαλίνσογκα	Asteraceae	ΜΑ
<i>Galium aparine</i>	μεγ. κολλητσίδα	Rubiaceae	MX

Πίνακας 1. τα πλέον συχνά απαντώμενα ζιζάνια στην Ελλάδα (συνέχεια)

Επιστημονικό όνομα	Κοινό όνομα	Οικογένεια	Κατάταξη
<i>Calium spurium</i>	μικρ/καρπη ‘‘	Rubiaceae	MX
<i>Galium tricornutum</i>	κυρτ/καρπη ‘‘	Rubiaceae	MX
<i>Geranium spp.</i>	γεράνια	Geraniaceae	MX
<i>Glaucium spp.</i>	αγριοπαπαρούνα	Papaveraceae	MA
<i>Heliotropium dolosum</i>	μακ/ρπο ηλ/τρόπιο	Boraginaceae	MA
<i>Heliotropium europaeum</i>	κοινό ηλιοτρόπιο	Boraginaceae	MA
<i>Heliot. hirsutissimum</i>	τριχωτό ηλ/τρόπιο	Boraginaceae	MA
<i>Hibiscus trionum</i>	αγριοϊβίσκος	Malvaceae	MA
<i>Hordeum bulbosum</i>	βολβοκρίθαρο	Poaceae	Π
<i>Hordeum murinum</i>	αγριοκρίθαρο	Poaceae	MX
<i>Hypocoum imberbe</i>	υπήκοο	Fumariaceae	MX
<i>Imperata cylindrical</i>	δεματόχορτο	Poaceae	Π
<i>Ipomoea hederacea</i>	αγριοφασουλιά	Convolvulaceae	MA
<i>Lactuca serriola</i>	αγριομάρουλο	Asteraceae	MX
<i>Lamium amplexicaule</i>	δωδεκάνθι	Lamiaceae	MX
<i>Lamium purpureum</i>	πορφυρό λάμιο	Lamiaceae	MX
<i>Lathyrus aphaca</i>	κοινό αγριολαθούρι	Fabaceae	MA
<i>Lavatera cretica</i>	λαβατέρα	Malvaceae	Δ
<i>Legousia speculum-veneris</i>	αγριογιούλι	Campanulaceae	MX
<i>Leontice leontopetalum</i>	φούσκα	Berberidaceae	Π
<i>Lithospermum arvense</i>	λιθόσπερμο	Boraginaceae	MX
<i>Lolium multiflorum</i>	πολύανθη ήρα	Poaceae	MX
<i>Lolium perenne</i>	πολυετές ήρα	Poaceae	MX
<i>Lolium rigidum</i>	λεπτή ήρα	Poaceae	MX
<i>Lolium temulentum</i>	μεθυστική ήρα	Poaceae	MX
<i>Loranthus europaeus</i>	ιξός, λατσίνα	Loranthaceae	ΠΠ
<i>Malva spp.</i>	μολόχα	Malvaceae	MA/Π
<i>Melilotus spp.</i>	μελίλωτος	Fabaceae	Π
<i>Mercurialis annua</i>	σκαρολάχανο	Euphorbiaceae	MA
<i>Milium vernale</i>	μίλιο	Poaceae	MX
<i>Nasturtium officinale</i>	νεροκάρδαμο	Brassicaceae	Π
<i>Onopordum spp.</i>	γαϊδουράγκαθο	Asteraceae	Δ

Πίνακας 1. τα πλέον συχνά απαντώμενα ζιζάνια στην Ελλάδα (συνέχεια)

Επιστημονικό όνομα	Κοινό όνομα	Οικογένεια	Κατάταξη
<i>Opuntia ficus-indica</i>	φραγκοσουκιά	Cactaceae	Π
<i>Orlaya kochii</i>	ορλάγια	Apiaceae	MX
<i>Orobanche spp.</i>	οροβάγχη	Orobanchaceae	ΠΡ
<i>Oryzopsis miliaceae</i>	ορύζοψη, γρήλαρη	Poaceae	Π
<i>Oxalis pes-carpa</i>	οξαλίδα	Oxalidaceae	Π
<i>Panicum repens</i>	πανικο	Poaceae	ΜΑ
<i>Papaver dubium</i>	μακρ. παπαρούνα	Papaveraceae	MX
<i>Papaver rhoeas</i>	κοινή παπαρούνα	Papaveraceae	MX
<i>Parietaria diffusa</i>	περδικούλι	Urticaceae	Π
<i>Parietaria judaica</i>	περδικούλι	Urticaceae	Π
<i>Paspalum dilatatum</i>	πάσπαλος	Poaceae	Π
<i>Paspalum paspaloides</i>	νεραγριάδα	Poaceae	Π
<i>Phalaris brachystachys</i>	κοντή φάλαρη	Poaceae	MX
<i>Phalaris minor</i>	μικρη φάλαρη	Poaceae	MX
<i>Phalaris paradoxa</i>	παράδοξη φάλαρη	Poaceae	MX
<i>Phlomis fruticosa</i>	ασφάκα	Lamiaceae	Π
<i>Phragmites australis</i>	νεροκάλαμο	Poaceae	Π
<i>Plantago lanceolata,</i>	πεντάνευρο	Plantaginaceae	MX
<i>Plantago major</i>	πεντάνευρο	Plantaginaceae	MX
<i>Poa annua</i>	κοινή πόα	Poaceae	ΜΑ
<i>Poa bulbosa</i>	βολβοπόα	Poaceae	Π
<i>Poa pratensis</i>	λεία λειβαδοπόα	Poaceae	Π
<i>Poa trivialis</i>	τραχ. λειβαδοπόα	Poaceae	Π
<i>Polygonum aviculare</i>	πολυκόμπι	Polygonaceae	ΜΑ
<i>Polygonum hydropiper</i>	νεροπιπεριά	Polygonaceae	ΜΑ
<i>Polygonum lapathifolium</i>	λαπάτσα	Polygonaceae	ΜΑ
<i>Polygonum persicaria</i>	αγριοπιπεριά	Polygonaceae	ΜΑ
<i>Portulaca oleracea</i>	γλιστρίδα	Portulacaceae	ΜΑ
<i>Pteridium aquilinum</i>	φτέρη	Polypodiaceae	Π
<i>Ranunculus arvensis</i>	βατράχια	Ranunculaceae	MX
<i>Ranunculus sardius</i>	βατράχια	Ranunculaceae	ΜΑ
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	ρανούγκουλος	Ranunculaceae	Π
<i>Raphanus raphanistrum</i>	ραπανίδα	Brassicaceae	MX

Πίνακας 1. τα πλέον συχνά απαντώμενα ζιζάνια στην Ελλάδα (συνέχεια)

Επιστημονικό όνομα	Κοινό όνομα	Οικογένεια	Κατάταξη
<i>Rapistrum rugosum</i>	ράπιστρο	Brassicaceae	MX
<i>Rubus spp.</i>	βάτα	Rosaceae	MX
<i>Rumex acetosa</i>	ξινολάπαθο	Polygonaceae	MA
<i>Rumex acetosella</i>	ξινάκι	Polygonaceae	MX
<i>Rumex crispus</i>	λάπαθο	Polygonaceae	Π
<i>Rumex obtusifolius</i>	μεγάλο λάπαθο	Polygonaceae	Π
<i>Salsola kali</i>	αλμυρίδα	Chenopodiaceae	MA
<i>Scandix pectin-veneris</i>	μυρώνι	Apiaceae	MA
<i>Scirpus maritimus</i>	ραγάζι	Cyperaceae	Π
<i>Scirpus mucronatus</i>	σκίρπος	Cyperaceae	MA
<i>Senecio vulgaris</i>	μαρτιακός	Asteraceae	MA
<i>Setaria spp.</i>	σετάρια	Poaceae	MA
<i>Setaria glauca</i>	σετάρια	Poaceae	MA
<i>Setaria pumila</i>	κίτρινη σετάρια	Poaceae	MA
<i>Setaria verticillata</i>	σπονδυλωτή	Poaceae	MA
<i>Setaria viridis</i>	πράσινη σετάρια	Poaceae	MA
<i>Silybum marianum</i>	κουφάγκαθο	Asteraceae	Δ
<i>Sinapis arvensis</i>	άγριο σινάπι	Brassicaceae	MX
<i>Sisymbrium spp.</i>	πικρόχορτο	Brassicaceae	MX
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	σολάνο	Solanaceae	Π
<i>Solanum nigrum</i>	αγριοτομάτα	Solanaceae	MA
<i>Solanum rostratum</i>	αγριοκαρπουζιά	Solanaceae	MA
<i>Sonchus arvensis</i>	πολυετής ζωχός	Asteraceae	Π
<i>Sonchus asper</i>	τραχύς ζωχός	Asteraceae	MX
<i>Sonchus oleraceus</i>	ζωχός	Asteraceae	MX
<i>Sorghum halepense</i>	βέλιουρας	Poaceae	Π
<i>Specularia spec.-veneris</i>	αγριογιούλι	Campanulaceae	MX
<i>Spergula arvensis</i>	σπέργουλα	Caryophyllaceae	MA
<i>Stellaria media</i>	στελλάρια	Caryophyllaceae	MX
<i>Taraxacum officinale</i>	αγριοράδικο	Asteraceae	Π
<i>Thlaspi arvense</i>	θλάσπι	Brassicaceae	MX
<i>Tragopogon spp.</i>	τραγοπόγονας	Asteraceae	Π
<i>Tribulus terrestris</i>	τριβόλι	Zygophyllaceae	MA

Πίνακας 1. τα πλέον συχνά απαντώμενα ζιζάνια στην Ελλάδα (συνέχεια)

Επιστημονικό όνομα	Κοινό όνομα	Οικογένεια	Κατάταξη
<i>Trifolium spp.</i>	αγριοτρίφυλλο	Fabaceae	ΜΑ/Π
<i>Typha spp.</i>	ψαθί	Typhaceae	Π
<i>Urtica dioica</i>	πολυετής τσ/κνίδα	Urticaceae	Π
<i>Urtica pilulifera</i>	μεγάλη τσουκνίδα	Urticaceae	ΜΑ
<i>Urtica urens</i>	μικρή τσουκνίδα	Urticaceae	ΜΑ
<i>Verbascum spp.</i>	βερμπάσκο	Scrophulariaceae	Δ
<i>Veronica spp.</i>	βερόνικα	Scrophulariaceae	ΜΧ
<i>Vicia spp.</i>	αγριόβικος	Fabaceae	ΜΧ
<i>Viola arvensis</i>	αγρ/πανσές κοινός	Violaceae	ΜΧ
<i>Viola tricolor</i>	αγριοπανσές ποικ.	Violaceae	ΜΧ
<i>Viscum album</i>	γκί, ιξός	Viscaceae	ΠΡ
<i>Xanthium spinosum</i>	ασπράγκαθο	Asteraceae	ΜΑ
<i>Xanthium strumarium</i>	αγριομελιτζάνα	Asteraceae	ΜΑ

(ΜΑ=Μονοετές ανοιξιότιμο, ΜΧ=Μονοετές χειμωνιάτικο, Δ=Διετές,

Π=Πολυετές, ΠΡ=Παρασιτικό)

Η αγριοβρώμη (*Avena sterilis* L.) είναι αυτογονιμοποιούμενο είδος που ανήκει στην οικογένεια των *Poaceae*. Στην ίδια οικογένεια ανήκουν και τα καλλιεργούμενα είδη σιτάρι (*Triticum aestivum*), κριθάρι (*Hordeum vulgare*) και βρώμη (*Avena sativa*). Η αγριοβρώμη περιλαμβάνει τα είδη *Avena sterilis* (είναι το πιο διαδεδομένο είδος στην Ελλάδα), *Avena fatua* (απαντάται με μικρή συχνότητα και σε μικρή πυκνότητα) και *Avena barbata* (Εικόνες 1-3). Η βοτανική ταξινόμηση του ζιζανίου αγριοβρώμη (*Avena sterilis* L.) είναι η εξής (<http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=AVST>):

Βασίλειο: *Plantae*

Υποβασίλειο: *Tracheobionta*

Υπερδιαίρεση: *Spermatophyta*

Διαίρεση: *Magnoliophyta*

Κλάση: *Liliopsida*

Υπόκλαση: *Commelinidae*

Τάξη: *Cyperales*

Οικογένεια: *Poaceae*

Γένος: *Avena L.*

Είδος: *Avena sterilis L.*



Εικόνα 1. *Avena sterilis*

(Πηγή: http://www.henriettesherbal.com/files/images/photos/a/av/d05_8434_avena-sterilis.jpg)



Εικόνα 2. *Avena fatua*

(Πηγή: http://www.anpc.ab.ca/wiki/images/a/aa/Avenfatu_XID_Avena_fatua_603.JPG)



Εικόνα 3. *Avena barbata*

(Πηγή:

<http://biology.csusb.edu/PlantGuideFolder/AvenaBarbata/AvenaBarbata800med.jpg>)

Η αγριοβρώμη (*Avena sterilis*) έχει καλάμι γκριζοπράσινο, κυλινδρικό, χωρίς τρίχες, όρθιο και ισχυρό με μήκος μέχρι 150 cm. Έχει χαλαρή, ανοικτή ταξιανθία, με λεπτές διακλαδώσεις και με μέγεθος που κυμαίνεται από 15 έως 45 cm. Το έλασμα των φύλλων της αγριοβρώμης είναι αριστερόστροφο, γκριζοπράσινο, μακρύ (30-60 cm), φαρδύ (6-14 mm), με αραιές τρίχες στην περιφέρεια και με ευδιάκριτο κεντρικό νεύρο. Το γλωσσίδιο είναι ευδιάκριτο, λευκοκίτρινο, ελλειψοειδές και σχισμένο κατά θέσεις, ενώ ωτίδια δεν υπάρχουν. Ο κολεός των φύλλων είναι πράσινος χωρίς τρίχες και περιβάλλει το καλάμι στα κατώτερα φύλλα. Οι σπόροι του είδους *Avena sterilis* φυτρώνουν σε χαμηλότερες θερμοκρασίες από ό,τι του είδους *Avena fatua* και γι' αυτό το λόγο το είδος *Avena sterilis* θεωρείται ζιζάνιο κυρίως των χειμερινών σιτηρών, ενώ το *Avena fatua* ζιζάνιο κυρίως των ανοιξιάτικων ή όψιμων χειμερινών σιτηρών (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης, 2009).

Οι δυσκολίες της αντιμετώπισης του ζιζανίου της αγριοβρώμης προκαλούνται κυρίως από το ανομοιόμορφο φύτρωμα, τη μεγάλη παραγωγή σπόρων, την αυτογονιμοποίηση, τον μεγάλο ανταγωνισμό, το τίναγμα των σπόρων πριν τη συγκομιδή της καλλιέργειας, καθώς και το φαινόμενο της ανάπτυξης ανθεκτικότητας στα ζιζανιοκτόνα που αναστέλλουν τη βιοσύνθεση των λιπαρών οξέων (ένζυμο ACCase).

1.3. Τρόποι καταπολέμησης των ζιζανίων και της αγριοβρώμης

Ο παλαιότερος και απλούστερος τρόπος αντιμετώπισης των ζιζανίων που έχει εφαρμοστεί είναι το βοτάνισμα. Κατά τη διαδικασία αυτή τα ζιζάνια αφαιρούνταν αρχικά χειρωνακτικά ενώ αργότερα με την εξέλιξη της τεχνολογίας χρησιμοποιούνται εργαλεία όπως τσάπες, τσουγκράνες, σκαλιστήρια. Τα κύρια μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι η αυξημένη ανάγκη για εργατικό δυναμικό και το υψηλό κόστος.

Μια επίσης παλιά μέθοδος καταπολέμησης των ζιζανίων είναι η καύση τους. Στη χώρα μας χρησιμοποιείται ακόμη κυρίως για την καταπολέμηση θάμνων σε απομακρυσμένες περιοχές.

Μία άλλη μέθοδος καταπολέμησης των ζιζανίων είναι η μηχανική μέθοδος. Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει χρήση μηχανημάτων όπως άροτρα και φρέζες. Τα κύρια μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι ότι προκαλεί μείωση της οργανικής ουσίας του εδάφους καθώς και μείωση της υγρασίας του, ενώ μπορεί επίσης να προκληθεί καταστροφή του ριζικού συστήματος των καλλιεργούμενων φυτών.

Ακολούθησε η εκτεταμένη χρήση της χημικής καταπολέμησης των ζιζανίων, η οποία περιλαμβάνει τη χρήση ποικιλίας ζιζανιοκτόνων ουσιών. Υπάρχουν ζιζανιοκτόνα με εκλεκτική δράση, που καταστρέφουν επιλεκτικά συγκεκριμένα ζιζάνια, ανάλογα με τις χημικές τους ιδιότητες. Τα κύρια μειονεκτήματα της μεθόδου είναι οι δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον λόγω ρύπανσης και τοξικότητας, και επίσης η ανάπτυξη ανθεκτικότητας των διαφόρων ζιζανίων, με αποτέλεσμα την ανάγκη δημιουργίας και χρήσης ακόμη πιο ισχυρών και τοξικών ουσιών.

Λόγω των διαπιστωμένων πλέον προβλημάτων της χημικής καταπολέμησης των ζιζανίων, άρχισε να βρίσκει εφαρμογή η βιολογική καταπολέμησή τους. Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει τη χρήση φυσικών εχθρών των ζιζανίων (έντομα, μύκητες, παρασιτικά ζιζάνια, ζώα) για τη μείωσή τους.

Τέλος, σήμερα βρίσκει εφαρμογή σε όλο και μεγαλύτερο βαθμό η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των ζιζανίων, η οποία περιλαμβάνει την εύρεση του βέλτιστου συνδυασμού των μεθόδων που περιγράφηκαν, με στόχο τη μέγιστη αποτελεσματικότητα της καταπολέμησης ταυτόχρονα με την ελάχιστη επίπτωση στο περιβάλλον, την καλλιέργεια και τον άνθρωπο (Ελευθεροχωρινός, 1996).

1.4 Η ανθεκτικότητα των ζιζανίων και της αγριοβρώμης στα ζιζανιοκτόνα

Η ανάπτυξη της ανθεκτικότητας των ζιζανίων και της αγριοβρώμης στα ζιζανιοκτόνα ενισχύεται από την συνεχιζόμενη και μη εναλλασσόμενη χρήση συγκεκριμένων ζιζανιοκτόνων στις καλλιέργειες (Tranel και Wright, 2002). Έχουν αναφερθεί 40 είδη ζιζανίων που έχουν αναπτύξει ανθεκτικούς βιοτύπους στα ζιζανιοκτόνα αναστολείς του ενζύμου ACCase (Heap, 2011).

Η ανάπτυξη βιοτύπων-πληθυσμών ζιζανίων με ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα είναι ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα, επειδή περιορίζει τη δυνατότητα επιλογής ζιζανιοκτόνων και δημιουργεί την αναγκαιότητα χρήσης ακριβότερων μεθόδων ή τοξικότερων ζιζανιοκτόνων με δυσμενείς περιβαλλοντικές και οικονομικές συνέπειες (Tranel and Wright, 2002, Monaco et al., 2002).

Παράλληλα, η διαδικασία της διάγνωσης και η ταυτοποίηση της ανάπτυξης ανθεκτικών βιοτύπων-πληθυσμών ενός ζιζανίου σε ένα ή περισσότερα ζιζανιοκτόνα είναι εξειδικευμένη, χρονοβόρα, επίπονη και υψηλού κόστους, καθώς περιλαμβάνει πειράματα στο θερμοκήπιο και εργαστηριακές αναλύσεις (Ελευθεροχωρινός, 2008).

Με τον όρο *ανθεκτικότητα* περιγράφεται “η επιλεγμένη κληρονομική ικανότητα μερικών βιοτύπων ενός ζιζανίου να επιβιώνουν μετά από εφαρμογή της συνιστώμενης δόσης ενός ζιζανιοκτόνου, στο οποίο ο αρχικός πληθυσμός του ζιζανίου ήταν ευαίσθητος” (De Prado και Franco, 2004; Ελευθεροχωρινός, 2008). Σύμφωνα με τον ορισμό αυτό, τα ανθεκτικά φυτά (σε μικρή συχνότητα) προϋπάρχουν στον αρχικό πληθυσμό μαζί με τα επικρατούντα ευαίσθητα φυτά, αλλά η επαναλαμβανόμενη για πολλά έτη εφαρμογή του ίδιου ζιζανιοκτόνου (μεγάλη πίεση επιλογής) οδηγεί στην επιλογή των ανθεκτικών φυτών σε βάρος των ευαίσθητων (καταπολεμούνται από το ζιζανιοκτόνο). Η ανθεκτικότητα εμφανίζεται σε ένα είδος ζιζανίου και σε ορισμένες περιοχές (δηλαδή εκεί που υπάρχουν ανθεκτικοί βιότυποι και επιλέγονται) παρά το γεγονός ότι και άλλοι ευαίσθητοι πληθυσμοί του ίδιου ζιζανίου (σε άλλες περιοχές) ή άλλα είδη ευαίσθητων ζιζανίων εκτίθενται ταυτοχρόνως στην ίδια πίεση επιλογής του ζιζανιοκτόνου. Αυτό καταδεικνύει την ορθότητα της υπόθεσης της ύπαρξης των ανθεκτικών βιοτύπων στον αρχικό πληθυσμό του ευαίσθητου ζιζανίου και όχι της ανάπτυξής τους ως αποτέλεσμα της πρόκλησης μεταλλάξεων από το ζιζανιοκτόνο (Ελευθεροχωρινός, 2008).

Με τον όρο *αντοχή* περιγράφεται “η αρχική διαβαθμισμένη ή κλιμακούμενη (λόγω παραλλακτικότητας) μη ευαισθησία ενός ζιζανίου στη συνιστώμενη δόση ενός ζιζανιοκτόνου” (Devine et al., 1993). Αυτό σημαίνει ότι η ανθεκτικότητα και η αντοχή περιγράφουν το ίδιο φαινόμενο (την ευαισθησία ενός ζιζανίου σε ένα ζιζανιοκτόνο) αλλά με διαφορές στην ένταση (De Prado και Franco, 2004).

Με τον όρο *σταυρανθεκτικότητα* (cross-resistance) περιγράφεται η “ανθεκτικότητα ενός ζιζανίου σε περισσότερα από ένα ζιζανιοκτόνα που ανήκουν στην ίδια ή σε διαφορετικές οικογένειες με ίδιο μηχανισμό δράσης ή μεταβολισμού” (Rubin, 1997; Heap, 2011). Η ανθεκτικότητα αυτής της μορφής ελέγχεται από ένα γονίδιο.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα σταυροανθεκτικότητας καταγράφηκε στην Αυστραλία όπου ένας βιότυπος αγριοβρώμης (*Avena fatua*) ανέπτυξε ανθεκτικότητα στο fenoxaprop (αναστολέας ενζύμου ACCase) και ταυτοχρόνως σε πολλά άλλα ζιζανιοκτόνα με τον ίδιο μηχανισμό δράσης (αναστολείς της δράσης του ενζύμου ACCase) (Powles και Holtum, 1990).

Τέλος με τον όρο *πολλαπλή ανθεκτικότητα (multiple resistance)* περιγράφεται “η ανθεκτικότητα ενός ζιζανίου σε περισσότερα από ένα ζιζανιοκτόνα που ανήκουν σε οικογένειες με διαφορετικούς μηχανισμούς δράσης ή μεταβολισμού” (Rubin, 1997; Hear, 2011). Επίσης, σύμφωνα με τους Hear και LeBaron (2001), πολλαπλή ανθεκτικότητα μπορεί να υπάρξει και όταν “ένας βιότυπος ζιζανίου αναπτύξει ανθεκτικότητα σε ένα ζιζανιοκτόνο εξαιτίας της ύπαρξης περισσότερων μηχανισμών ανθεκτικότητας”. Η ανθεκτικότητα αυτής της μορφής ελέγχεται από πολλά γονίδια. Χαρακτηριστικό παράδειγμα πολλαπλής ανθεκτικότητας είναι η περίπτωση ενός βιοτύπου του ζιζανίου ήρα (*Lolium rigidum*) στην Αυστραλία, ο οποίος ανέπτυξε πολλαπλή ανθεκτικότητα στο chlorsulfuron μέσω της ικανότητας των ζιζανίων αυτών να μεταβολίζουν το ζιζανιοκτόνο αλλά και μέσω της έκφρασης του ανθεκτικού ενζύμου ALS εντός αυτών (Christofer et al., 1992).

Ένδειξη ανάπτυξης ανθεκτικότητας ενός ζιζανίου σε ένα ζιζανιοκτόνο αποτελεί η μη αποτελεσματική αντιμετώπιση του ζιζανίου μετά από ορθή εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου (ευνοϊκές καιρικές συνθήκες, συνιστώμενη δόση, ορθός τρόπος εφαρμογής και κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης των φυτών). Η πρώτη δημοσιευμένη αναφορά ανάπτυξης ανθεκτικών βιοτύπων ζιζανίων στα ζιζανιοκτόνα έγινε το 1968 στις Η.Π.Α., όπου ένας βιότυπος του ζιζανίου μαρτιάκος (*Senecio vulgaris* L.) παρουσίασε μειωμένη ευαισθησία στο μέχρι τότε αποτελεσματικό ζιζανιοκτόνο simazine (χλωροτριάζίνη). Αργότερα, βιότυποι του ίδιου ζιζανίου ανέπτυξαν ανθεκτικότητα και σε άλλα ζιζανιοκτόνα της ίδιας οικογένειας (χλωροτριάζίνες) όχι μόνο στις Η.Π.Α. αλλά και σε άλλες χώρες (Ryan, 1970; Rubin κ.ά., 2004).

Ο Hear (2011) αναφέρει ότι 358 περιπτώσεις βιοτύπων που ανήκουν σε 197 είδη ζιζανίων (από τα οποία τα 82 είναι μονοκοτυλήδονα και τα 115 είναι δικοτυλήδονα) έχουν ήδη αναπτύξει παγκοσμίως ανθεκτικούς βιότυπους σε διάφορες ομάδες ζιζανιοκτόνων. Οι περισσότερες περιπτώσεις ανθεκτικότητας (109 είδη ζιζανίων) καταγράφηκαν σε ζιζανιοκτόνα αναστολείς του ενζύμου οξικογαλακτική συνθάση (ALS ή AHAS), ενώ στη δεύτερη θέση βρίσκονται οι 69 περιπτώσεις ειδών με ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα των τριαζινών που αναστέλουν τη ροή των ηλεκτρονίων στο φωτοσύστημα II (PS II). Στα ζιζανιοκτόνα αναστολείς της δράσης του ενζύμου ACCase, με δράση αυξίνης και σε αυτά που αναστέλουν την ροή των ηλεκτρονίων στο φωτοσύστημα I (PS I) ανέπτυξαν ανθεκτικότητα 40, 28 και 25 είδη ζιζανίων, αντίστοιχα. Τέλος, στα παράγωγα ουρίας και αμίδια φυλλώματος (αναστολείς της ροής των ηλεκτρονίων στο φωτοσύστημα II), στις γλυκίνες (αναστολείς της βιοσύνθεσης των αρωματικών αμινοξέων) και στις δινιτροανιλίνες (αναστολείς της μίτωσης) ανέπτυξαν ανθεκτικότητα 21, 21 και 10 είδη ζιζανίων, αντίστοιχα (Hear, 2011).

Ο Hear αναφέρει επίσης ότι η πρώτη καταγραφή ανθεκτικότητας ζιζανίου σε ζιζανιοκτόνα στην Ελλάδα έγινε το 1986 και αφορούσε την ανθεκτικότητα πληθυσμών του ζιζανίου μουχρίτσα (*Echinochloa crus-galli*) στο ζιζανιοκτόνο propanil που αναστέλλει τη ροή ηλεκτρονίων στο φωτοσύστημα II (Hear, 2011). Η

ανθεκτικότητα της μουχρίτσας στο συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο αναφέρεται επίσης σε καλλιέργειες ρυζιού του νομού Θεσσαλονίκης (Vasilakoglou 2000).

Το 1996 καταγράφηκαν βιότυποι των ζιζανίων βλήτο τραχύ (*Amaranthus retroflexus* L.) και λουβουδιά (*Chenopodium album* L.) ανθεκτικοί στο ζιζανιοκτόνο metribuzin (αναστολέας της ροής ηλεκτρονίων στο φωτοσύστημα II) σε καλλιέργειες πατάτας (Eleftherohorinos et al., 2000).

Οι Kotoula-Syka et al. (2000) παρατήρησαν ότι ο μη ικανοποιητικός έλεγχος του ζιζανίου ήρα (*Lolium rigidum* Gaudin) μετά από εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου diclofop-methyl (αναστολέας της δράσης του ενζύμου ACCase) ήταν αποτέλεσμα ανάπτυξης ανθεκτικότητας στο ζιζανιοκτόνο αυτό, σταυρανθεκτικότητας στα ζιζανιοκτόνα clodinafop, fluazifop, tralkoxydim και sethoxydim και πολλαπλής ανθεκτικότητας στο ζιζανιοκτόνο chlorsulfuron (αναστολέας της δράσης του ενζύμου ALS) (Kotoula-Syka κ.ά., 2000).

Οι Βασιλείου et al. (2006) σε έρευνα που πραγματοποίησαν το 2004, βρήκαν ότι τέσσερις από τους 14 βιότυπους του ζιζανίου ήρα (*Lolium rigidum* Gaudin) που προέρχονταν από καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών της Κεντρικής Μακεδονίας (Νομοί Θεσσαλονίκης και Κιλκίς) είχαν αναπτύξει ανθεκτικότητα στο ζιζανιοκτόνο chlorsulfuron (αναστολέας της δράσης του ενζύμου ALS). Οι τρεις από τους προαναφερθέντες βιότυπους του ζιζανίου βρέθηκαν σταυρανθεκτικοί στο μίγμα ζιζανιοκτόνων mesosulfuron + iodosulfuron (αναστολείς της δράσης του ενζύμου ALS), ενώ ένας βιότυπος βρέθηκε να έχει αναπτύξει πολλαπλή ανθεκτικότητα στο ζιζανιοκτόνο tralkoxydim και ένας στο clodinafop (αναστολείς της δράσης του ενζύμου ACCase) (Βασιλείου et al., 2006).

Έρευνα των Kaloumenos and Eleftherohorinos (2009) που πραγματοποιήθηκε το 2006 σε καλλιέργεια βαμβακιού της περιοχής της Δράμας, έδειξε ότι υπήρχε ένας βιότυπος του ζιζανίου βέλιουρας (*Sorghum halepense* L.) του οποίου τα φυτά από ριζώματα ήταν 164 και 370 φορές πιο ανθεκτικά από τον ευαίσθητο βιότυπο και τα σπορόφυτα 17,2 και 32,4 φορές πιο ανθεκτικά από τον ευαίσθητο βιότυπο στα ζιζανιοκτόνα quizalofop και proaquizafop (αναστολείς της δράσης του ενζύμου ACCase), αντίστοιχα (Kaloumenos and Eleftherohorinos, 2009).

Οι Γιαννοπολίτης et al. (2008), σε έρευνα που πραγματοποίησαν το 2007, διαπίστωσαν ότι κάποιοι βιότυποι του ζιζανίου κόνυζα (*Coryza spp.*) από τις περιοχές Σκάλα Λακωνίας και Άργος ήταν ανθεκτικοί στο ζιζανιοκτόνο glyphosate (αναστολέας της δράσης του ενζύμου EPSPS) (Γιαννοπολίτης et al., 2008).

Οι Καλούμενος και Ελευθεροχωρινός (2010), μετά από συλλογή και αξιολόγηση 30 βιοτύπων του ζιζανίου μουχρίτσα (*Echinochloa crus-galli*, *Echinochloa erecta* και *Echinochloa oryzicola*), διαπίστωσαν ότι δύο *Echinochloa erecta* βιότυποι ανέπτυξαν σταυρανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα imazamox, penoxsulam και bispyribac.

Ειδικότερα σε σχέση με την ανθεκτικότητα της αγριοβρώμης, η πρώτη αναφορά γίνεται το 1989 στην Αυστραλία από τους Preston και Storrrie για το είδος *Avena sterilis* στα ζιζανιοκτόνα diclofop-methyl, fluazifop-p-butyl και sethoxydim (Heap, 2011).

Έρευνα το 1993, στην Αγγλία, αναφέρει ότι φυτά αγριοβρώμης ανέπτυξαν ανθεκτικότητα στο ζιζανιοκτόνο fenoxarop-p-ethyl (Moss, 1997)

Οι Nemli et al. (2006) στην Τουρκία το 1997 διαπιστώνουν ανθεκτικότητα της αγριοβρώμης στα ζιζανιοκτόνα clodinafor-propargyl και fenoxarop-p-ethyl (Nemli et al., 2006).

Το 2006 εντοπίζονται και στο Ισραήλ φυτά αγριοβρώμης που ανέπτυξαν ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα clodinafor-propargyl, cycloxydim και fenoxarop-p-ethyl (Heap, 2011).

Το 2008 στο Ιράν, αναφέρθηκαν περιπτώσεις ανθεκτικότητας βιοτύπων αγριοβρώμης στο νέο ζιζανιοκτόνο rinoxaden (Zand κ.ά, 2006), ενώ το ίδιο έτος στην Τουρκία παρατηρήθηκε πολλαπλή ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα clodinaforpropargyl και pyroxsulam (Heap, 2011).

Τέλος, έρευνα των Παπαπαναγιώτου κ.ά. (2008), μετά από εκτεταμένη επισκόπηση, συλλογή και αξιολόγηση βιοτύπων *Avena sterilis L.* από καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών των περιοχών της κεντρικής Μακεδονίας και Θεσσαλίας, ανέφεραν ότι αρκετοί βιότυποι αγριοβρώμης ήταν ανθεκτικοί στα ζιζανιοκτόνα clodinafor-propargyl και fenoxarop-p-ethyl. Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν και από μελέτες στην Κεντρική Ελλάδα, επιβεβαιώνοντας ουσιαστικά το μέγεθος του προβλήματος (Travlos et al., 2008; 2011).

1.5 Μηχανισμοί ανάπτυξης ανθεκτικότητας των ζιζανίων στα ζιζανιοκτόνα

Οι σημαντικότεροι φυσιολογικοί μηχανισμοί των ζιζανίων που συμβάλλουν στην ανθεκτικότητά τους στα ζιζανιοκτόνα είναι (De Prado and Franco, 2004, Ελευθεροχωρινός, 2008):

- η μείωση του ρυθμού απορρόφησης του ζιζανιοκτόνου
- η μείωση του ρυθμού μετακίνησης του ζιζανιοκτόνου
- η τροποποίηση του ζιζανιοκτόνου στην ενδοκυτταρική κατανομή.

Οι βιοχημικοί μηχανισμοί των ζιζανίων που εξηγούν την ανθεκτικότητά τους στα ζιζανιοκτόνα σχετίζονται με:

- την ικανότητα τους να μεταβολίζουν τα ζιζανιοκτόνα μέσω α) διεργασιών μετατροπής-αποδόμησης (οξειδωση, υδροξυλίωση, υδρόλυση, αναγωγή) των μορίων τους, β) σχηματισμού συμπλόκων με συστατικά των κυττάρων (γλουταθειόνη, σάκχαρα, αμινοξέα) και γ) εναπόθεσής τους στα κυτταρικά τοιχώματα και στα χυμοτόπια
- την υπερπαραγωγή του ενζύμου που αποτελεί στόχο δράσης του ζιζανιοκτόνου
- την τροποποίηση του στόχου δράσης του ζιζανιοκτόνου

Στις περισσότερες περιπτώσεις ανθεκτικών ζιζανίων στα ζιζανιοκτόνα η ανθεκτικότητα προκύπτει από την τροποποίηση του στόχου δράσης των ζιζανιοκτόνων και δευτερευόντως από άλλους μηχανισμούς. Βέβαια, το είδος της ανθεκτικότητας (απλή, σταυρανθεκτικότητα, πολλαπλή ανθεκτικότητα) και ο ρυθμός ανάπτυξής της επηρεάζονται από παράγοντες του ζιζανίου, του ζιζανιοκτόνου και της εφαρμοζόμενης γεωργικής πρακτικής (Smeda and Vaughn, 1997).

Οι παράγοντες που αφορούν το ζιζάνιο και επηρεάζουν σημαντικά την ανάπτυξη ανθεκτικών βιοτύπων στα ζιζανιοκτόνα είναι (Naylor and Lutman, 2002; Ελευθεροχωρινός, 2008):

- η συχνότητα των γονιδίων ανθεκτικότητας στο φυσικό πληθυσμό
- ο αριθμός των γονιδίων που ελέγχουν την ανθεκτικότητα
- ο βαθμός κυριαρχίας των γονιδίων ανθεκτικότητας
- ο τρόπος κληρονομησης των γονιδίων ανθεκτικότητας
- ο τρόπος επικονίασης των ζιζανίων

- η ικανότητα των ζιζανίων για παραγωγή οργάνων αναπαραγωγής
- η προσαρμοστικότητα των ανθεκτικών έναντι των ευαίσθητων βιοτύπων των ζιζανίων
- το απόθεμα οργάνων αναπαραγωγής του ζιζανίου στο έδαφος.

Οι παράγοντες που αφορούν το ζιζανιοκτόνο και ευνοούν την ανάπτυξη ανθεκτικών βιοτύπων είναι (Ελευθεροχωρινός, 2008):

- η ένταση της δράσης του
- η υπολειμματική του διάρκεια
- ο μηχανισμός δράσης του.

Τέλος, οι παράγοντες που αφορούν την εφαρμοζόμενη γεωργική πρακτική και επηρεάζουν σημαντικά την ανάπτυξη ανθεκτικότητας των ζιζανίων είναι (Ελευθεροχωρινός, 2008):

- η δόση εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου
- η συχνότητα εφαρμογής του
- η χρήση μιγμάτων ζιζανιοκτόνων
- η εναλλαγή ζιζανιοκτόνων στον ίδιο αγρό
- η συνδυασμένη χρήση εναλλακτικών μεθόδων αντιμετώπισης
- το εφαρμοζόμενο σύστημα αμειψισποράς των καλλιεργειών
- ο τρόπος κατεργασίας του εδάφους.

1.6 Σκοπός της μελέτης

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η αξιολόγηση βιοτύπων της αγριοβρώμης ως προς την ευαισθησία τους σε διάφορα ευρέως χρησιμοποιούμενα ζιζανιοκτόνα.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Το πειραματικό μέρος της εργασίας ήταν ενταγμένο στα πλαίσια ευρύτερου ερευνητικού προγράμματος διερεύνησης της ανάπτυξης ανθεκτικότητας ζιζανίων σε ζιζανιοκτόνα που πραγματοποιήθηκε στο τμήμα Ζιζανιολογίας στο Μπενάκειου Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο από το 2006 έως και το 2010 (Travlos et al., 2008; 2011).

Οι σπόροι που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα διερεύνησης της ανθεκτικότητας της αγριοβρώμης συλλέχθηκαν από περιοχές της Θεσσαλίας (Νομός Λάρισας) και της Στερεάς Ελλάδας (Νομοί Βοιωτίας και Αττικής), ως εξής:

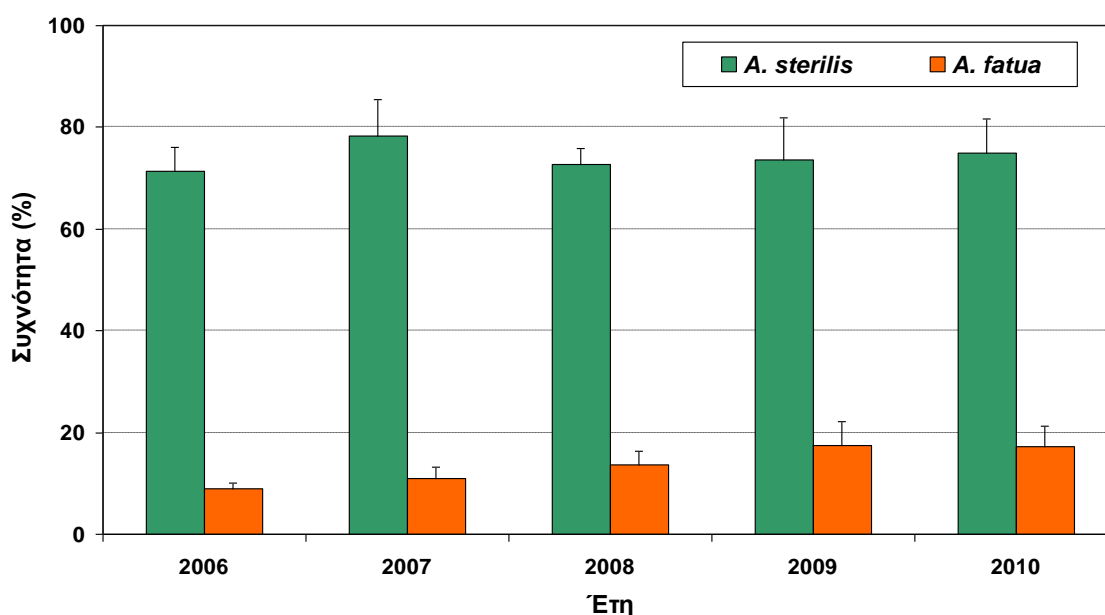
Κατά το έτος 2009 (Ιούνιος), συλλέχθηκαν σπόροι αγριοβρώμης από σιταγρούς στις ακόλουθες περιοχές του Νομού Βοιωτίας: Α) Θήβα προς Χαλκίδα, Β) Θήβα προς Μουρίκι, Γ) Σχηματάρι, και Δ) Θήβα, Ε) Άγιος Θωμάς, ΣΤ) Ασωπία, Ζ) Θεσπιές-Ελοπία και Η) Ορχομενός. Σε τυχαία αγροτεμάχια κάθε μιας από τις παρακάτω περιοχές έγινε συλλογή σπόρων αγριοβρώμης που ανήκαν στα εξής είδη : *Avena sterilis* και *Avena fatua*. Η συλλογή από κάθε αγροτεμάχιο έγινε εντελώς τυχαιοποιημένα, ώστε να μπορεί να θεωρηθεί ως αντιπροσωπευτική του εν λόγω πληθυσμού. Στο πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 2) φαίνεται ο αριθμός των αγρών στους οποίους έγινε η επισκόπηση.

Πίνακας 2: Ο αριθμός των αγρών που έγινε επισκόπηση στα έτη 2007-2010.

ΕΤΟΣ	Είδος <i>Avena</i>	Αριθμός αγρών	Συχνότητα (%)
2007	Σύνολο	55	
	Χωρίς αγριοβρώμη	12	21,8
	<i>A. sterilis</i>	43	78,2
	<i>A. fatua</i>	6	10,9
2008	Σύνολο	66	
	Χωρίς αγριοβρώμη	18	27,3
	<i>A. sterilis</i>	48	72,7
	<i>A. fatua</i>	9	13,6
2009	Σύνολο	57	
	Χωρίς αγριοβρώμη	15	26,3
	<i>A. sterilis</i>	42	73,7
	<i>A. fatua</i>	10	17,5
2010	Σύνολο	52	
	Χωρίς αγριοβρώμη	11	21,1
	<i>A. sterilis</i>	39	75
	<i>A. fatua</i>	9	17,3

Στο Γράφημα 1 απεικονίζεται η συχνότητα των ειδών της αγριοβρώμης, όπως αυτή προέκυψε από τις προαναφερθείσες επισκοπήσεις.

Γράφημα 1: Συχνότητα των ειδών της αγριοβρώμης



2.1.1 Εγκατάσταση πειράματος

Επειδή η βλάστηση των σπόρων της *Avena sterilis* είναι αργή και η βλαστικότητα τους μικρή, χρειάζεται μια προμεταχείριση πριν την φύτευσή τους (Travlos and Giannopolitis 2010). Ειδικότερα, για τη διακοπή του ληθάργου των σπορών πραγματοποιήθηκε υγρή ψύξη στους $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Μετά την επιλογή των σπόρων που επρόκειτο να χρησιμοποιηθούν για τα πειράματα από κάθε σπόρο αφαιρέθηκαν προσεκτικά τα άκρα με του για να διευκολυνθεί η ενυδάτωση του σπόρου χωρίς όμως να τραυματιστεί το έμβρυο. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι βιότυποι που συμπεριλήφθησαν στην συγκεκριμένη εργασία προέρχονται από τις προαναφερθείσες επισκοπήσεις και στην πλειονότητά τους αφορούν πληθυσμούς χαρακτηριζόμενους ως «πιθανώς ανθεκτικούς» με βάση προηγούμενα προκαταρκτικά πειράματα αξιολόγησης.

Ακολούθησε τοποθέτηση των σπόρων σε πλαστικά τριβλία Petri διαμέτρου 9 cm στα οποία είχαν τοποθετηθεί δύο φύλλα αποστειρωμένων διηθητικών χαρτιών (whatman) συνθήκες δωματίου. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η σπορά των προβλαστημένων σπόρων σε φυτοδοχεία η οποία και πραγματοποιήθηκε στις 26 Φεβρουαρίου 2010. Όταν τα φυτά της αγριοβρώμης έφτασαν στο στάδιο των 3-4

φύλλων (λίγο πριν την έναρξη του αδερφώματος) ψεκάστηκαν αρχικά με τις συνιστώμενες δόσεις των ζιζανιοκτόνων Ploxan (I), Puma (P), Topik (T) και Grasp (G) (Πίνακας 3). Στη συνέχεια, κάποια επιπλέον φυτά ψεκάστηκαν με ένα εύρος πολλαπλάσιων και υποπολλαπλάσιων δόσεων (Πίνακας 4), για την περαιτέρω αξιολόγηση του βαθμού (επιπέδου) της ευαισθησίας / ανθεκτικότητας των βιοτύπων της αγριοβρώμης στα παραπάνω ζιζανιοκτόνα.

Πίνακας 3: Οι συνιστώμενες δόσεις ml σκευάσματος/ στρέμμα και gr διαλυμένης ουσίας / στρέμμα.

Εμπορικό όνομα	Δραστική ουσία	Συνιστώμενη δόση ml σκευασμ./στρ	g δ.ο./στρ.	Προσκολλητικό (κ.εκ./στρ.)
Ploxan 36 EC	Diclofop	250	94,5	5
Puma 6,9 EW	Fenoxaprop	120	8,28	5
Τοπίκ 240 EC	Clodinafop	17	4,08	5
Grasp 40 SC	Tralkoxydim	100	40	5

Πίνακας 4: Τα ζιζανιοκτόνα και οι δόσεις που χρησιμοποιήθηκαν

Εμπορικό όνομα	Δραστική ουσία	Συντομογραφία	Δόσεις εφαρμογής (g δ.ο./στρ.)
Ploxan 36 EC	Diclofop	I	0 – 94,5 – 189
Puma 6,9 EW	Fenoxaprop	P	0 – 8,3 – 16,6
Τοπίκ 240 EC	Clodinafop	T	0 – 2,04 – 4,08 – 8,16 – 16,3
Grasp 40 SC	Tralkoxydim	G	0 – 40 – 80

Για τον ψεκασμό χρησιμοποιήθηκε μπέκ τύπου σκούπας και επινώτιος ψεκαστήρας προπιέσεως σε πίεση 2,5 Atm. Ο όγκος του ψεκαστικού διαλύματος ήταν 30 λίτρα/στρέμμα.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μετά τον ψεκάσμό, μετρήθηκε ο αριθμός των φυτών που επιβίωσαν, καθώς και το βάρος τους και το μέγιστο ύψος τους. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης αυτής παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5. Ποσοστά επιβίωσης, βάρος και μέγιστο ύψος μετά τον ψεκάσμό με τις συνιστώμενες δόσεις ζιζανιοκτόνων

Πληθυσμός	Ποσοστό επιβίωσης (%)	Βάρος (g)	μέγιστο ύψος (cm)
Υ8Τ	28,57%	1,65	32
Υ8Ρ	83,33%	4,2	28
Υ4Τ	66,67%	0,13	16
Υ4Ι	80,00%	3,35	38
Ο1Τ	50,00%	1,47	32
Ο1Ρ	77,78%	4,1	37
Ο1Ι	66,67%	0,81	27
Ο2Τ	36,36%	2,61	32
Ο2Ι	55,56%	2,2	34
Ο5Ι	25,00%	0,4	32
Ο5Τ	50,00%	8,62	45
Ο7Τ	0,00%	0,22	30
Ο7Ι	80,00%	3,33	30
Ο8Ρ	50,00%	2,3	25
Ο8Ι	62,50%	1,88	28
Ο13Τ	50,00%	15,32	40
Π1Τ	50,00%	1,09	32
Π3Τ	71,43%	2,05	32
Π3Ι	88,89%	6	37
Π3Γ	66,67%	2,83	33
Π5Τ	50,00%	1,83	25
Π5Ι	100,00%	0,74	31
Π6Ι	83,33%	5,15	45
Λ4Τ	100,00%	1,65	35
Λ6Τ	50,00%	1	25
ΛΓ	100,00%	2,32	40

Με βάση τα ποσοστά επιβίωσης που παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 5 και τις υπόλοιπες μετρήσεις, προέκυψε η κατάταξη που δίνεται στον Πίνακα 6 ως προς την ανθεκτικότητα των πληθυσμών. Επιπλέον, στον Πίνακα 7 παρουσιάζεται ο αριθμός των πληθυσμών που μελετήθηκαν ανά κατηγορία ως προς την ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα

Πίνακας 6: Ποσοστά (%) των μελετημένων βιοτύπων αγριοβρώμης ανά κατηγορία ως προς την ανθεκτικότητα τους σε ζιζανιοκτόνα.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ	ΦΥΤΑ ΠΟΥ ΕΠΙΒΙΩΣΑΝ (%)
Ανθεκτικός	> 20%
Εξελισσόμενη ανθεκτικότητα	2-19%
Ευαίσθητος	< 2%

Στον Πίνακα 7 ουσιαστικά δίνονται τα διάφορα ποσοστά για το κάθε ζιζανιοκτόνο. Αξίζει να σημειωθεί η ιδιαίτερη υψηλή ανθεκτικότητα της πλειοψηφία των βιοτύπων αγριοβρώμης στο ζιζανιοκτόνο diclofor (90%), ακολουθούμενη από το fenoxarprop (αν και αριθμητικά σε λιγότερους βιοτύπους από ότι στο clodinafor).

Πίνακας 7: Τα ποσοστά (%) των ανθεκτικών, εξελισσόμενης ανθεκτικότητας ,και ευαίσθητων πληθυσμών.

Ζιζανιοκτόνο	Ευαίσθητοι	Εξελισσόμενη ανθεκτικότητα	Ανθεκτικοί	Σύνολο ανθεκτικών
	% —————			
Diclofor	0,00%	0,00%	100,00%	7
Fenoxarprop	0,00%	0,00%	100,00%	3
Clodinafor	8,00%	0,00%	91,66%	12
Tralkoxydim	0,00%	0,00%	100,00%	2

Παρατηρείται ότι στη συντριπτική τους πλειοψηφία οι πληθυσμοί είναι ανθεκτικοί στις συνιστώμενες δόσεις και για τα τέσσερα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν.

Τα αποτελέσματα που αφορούν την αξιολόγηση ενός εύρους δόσεων για κάθε πληθυσμό παρουσιάζονται στους Πίνακες 8 ως 20.

Πίνακας 8. Αξιολόγηση εύρους δόσεων - Πληθυσμός Υ8

Y8	Ποσοστό επιβίωσης (%)	Βάρος (g)	μεγιστο ύψος (cm)
Y8M	100,00%	11,8	40
Y8T	28,57%	1,65	32
Y82T	50,00%	4,75	30
Y82I	50,00%	8,65	38
Y8P	83,33%	4,2	28
Y82P	50,00%	15,4	40

Για τον πληθυσμό Y8 παρατηρούμε ότι το μικρότερο ποσοστό επιβίωσης προκύπτει από τη χρήση T (28,57%) και το μεγαλύτερο από τη χρήση P (83,3%).

Πίνακας 9. Αξιολόγηση εύρους δόσεων - Πληθυσμός Y4

Y4	Ποσοστό επιβίωσης (%)	Βάρος (g)	μεγιστο ύψος (cm)
Y4T	66,67%	0,13	16
Y4I	80,00%	3,35	38

Για τον πληθυσμό Y4, το μικρότερο ποσοστό επιβίωσης προκύπτει από τη χρήση T (66,67%) και το μεγαλύτερο από τη χρήση I (80,00%).

Πίνακας 10. Αξιολόγηση εύρους δόσεων - Πληθυσμός O1

O1	Ποσοστό επιβίωσης (%)	Βάρος (g)	μεγιστο ύψος (cm)
O1T	50,00%	1,47	32
O1P	77,78%	4,1	37
O1I	66,67%	0,81	27

Για τον πληθυσμό O1 παρατηρούμε ότι το μικρότερο ποσοστό επιβίωσης προκύπτει από τη χρήση T (50%) και το μεγαλύτερο από τη χρήση P (77,78%).

Πίνακας 11. Αξιολόγηση εύρους δόσεων - Πληθυσμός O2

O2	Ποσοστό επιβίωσης (%)	Βάρος (g)	μεγιστο ύψος (cm)
O2T	36,36%	2,61	32
O22P	50,00%	2,54	35
O2I	55,56%	2,2	34
O22I	60,00%	3,08	40

Για τον πληθυσμό O2, το μικρότερο ποσοστό επιβίωσης προκύπτει από τη χρήση T (36,36%) και το μεγαλύτερο από τη χρήση 2I (60,00%).

Πίνακας 12. Αξιολόγηση εύρους δόσεων - Πληθυσμός O5

O5	Ποσοστό επιβίωσης (%)	Βάρος (g)	μεγιστο ύψος (cm)
O52P	50,00%	0,14	27
O5I	25,00%	0,4	32
O5T	50,00%	8,62	45

Για τον πληθυσμό O5 παρατηρούμε ότι το μικρότερο ποσοστό επιβίωσης προκύπτει από τη χρήση I (25%) και το μεγαλύτερο από τη χρήση P (50%).

Πίνακας 13. Αξιολόγηση εύρους δόσεων - Πληθυσμός O7

O7	Ποσοστό επιβίωσης (%)	Βάρος (g)	μεγιστο ύψος (cm)
O7T	0,00%	0,22	30
O72T	50,00%	1,35	20
O7I	80,00%	3,33	30

Για τον πληθυσμό O7, το μικρότερο ποσοστό επιβίωσης προκύπτει από τη χρήση T (0%) και το μεγαλύτερο από τη χρήση I (80%).

Πίνακας 14. Αξιολόγηση εύρους δόσεων - Πληθυσμός O8

O8	Ποσοστό επιβίωσης (%)	Βάρος (g)	μεγιστο ύψος (cm)
O8P	50,00%	2,3	25
O82P	50,00%	0,83	20
O82T	22,22%	0,94	18
O8I	62,50%	1,88	28

Για τον πληθυσμό O8 παρατηρούμε ότι το μικρότερο ποσοστό επιβίωσης προκύπτει από τη χρήση T (22,22%) και το μεγαλύτερο από τη χρήση I (62,5%).

Πίνακας 15. Αξιολόγηση εύρους δόσεων - Πληθυσμός O13

O13	Ποσοστό επιβίωσης (%)	Βάρος (g)	μεγιστο ύψος (cm)
O132T	50,00%	2,42	34
O13 T/2	71,43%	3,43	39
O13T	50,00%	15,32	40

Για τον πληθυσμό O13, το μικρότερο ποσοστό επιβίωσης προκύπτει από τη χρήση T και 2T (50%) και το μεγαλύτερο από τη χρήση T/2 (71,43%).

Πίνακας 16. Αξιολόγηση εύρους δόσεων - Πληθυσμός Π1

Π1	Ποσοστό επιβίωσης (%)	Βάρος (g)	μεγιστο ύψος (cm)
Π1M	100,00%	4,5	35
Π1T	50,00%	1,09	32
Π12T	50,00%	0,53	24
Π12I	83,33%	2,03	30

Για τον πληθυσμό Π1, παρατηρούμε ότι το μικρότερο ποσοστό επιβίωσης προκύπτει από τη χρήση T (50%) και το μεγαλύτερο από τη χρήση I (83,3%).

Πίνακας 17. Αξιολόγηση εύρους δόσεων - Πληθυσμός Π3

Π3	Ποσοστό επιβίωσης (%)	Βάρος (g)	μεγιστο ύψος (cm)
Π3T	71,43%	2,05	32
Π32T	55,56%	2,75	34
Π32P	75,00%	3,4	28
Π3I	88,89%	6	37
Π3G	66,67%	2,83	33

Για τον πληθυσμό Π3 παρατηρούμε ότι το μικρότερο ποσοστό επιβίωσης προκύπτει από τη χρήση 2T (55,56%) και το μεγαλύτερο από τη χρήση I (88,89%).

Πίνακας 18. Αξιολόγηση εύρους δόσεων - Πληθυσμός Π5

Π5	Ποσοστό επιβίωσης (%)	Βάρος (g)	μεγιστο ύψος (cm)
Π52I	0,00%	2,5	37
Π5T	100,00%	2,56	45
Π5I	100,00%	0,74	31
Π52P	75,00%	1,9	38

Για τον πληθυσμό Π5 παρατηρούμε ότι το μικρότερο ποσοστό επιβίωσης προκύπτει από τη χρήση T (28,57%) και το μεγαλύτερο από τη χρήση P (83,3%).

Πίνακας 19. Αξιολόγηση εύρους δόσεων - Πληθυσμός Π6

Π6	Ποσοστό επιβίωσης (%)	Βάρος (g)	μεγιστο ύψος (cm)
Π6I	83,33%	5,15	45
Π6T/2	87,50%	3,3	35

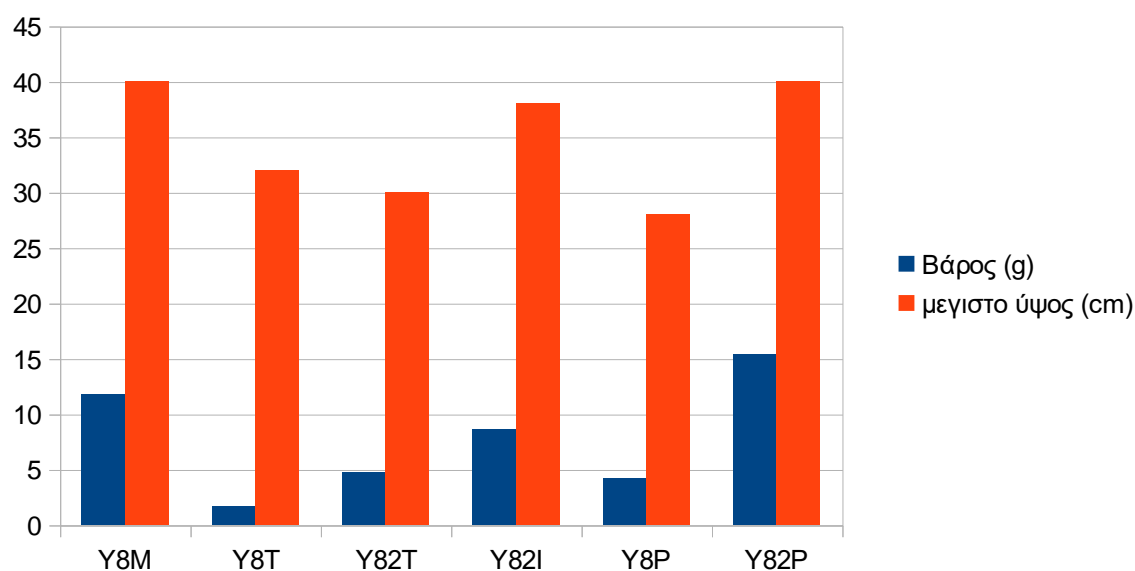
Για τον πληθυσμό Π6 παρατηρούμε ότι το μικρότερο ποσοστό επιβίωσης προκύπτει από τη χρήση I (83,3%) και το μεγαλύτερο από τη χρήση T/2 (87,50%).

Πίνακας 20. Αξιολόγηση εύρους δόσεων - Πληθυσμός Λ

Λ	Ποσοστό επιβίωσης (%)	Βάρος (g)	μέγιστο ύψος (cm)
Λ4T	100,00%	1,65	35
Λ6T	50,00%	1	25
Λ2I	100,00%	2	35
ΛG	100,00%	2,32	40
Λ2G	100,00%	1,58	27

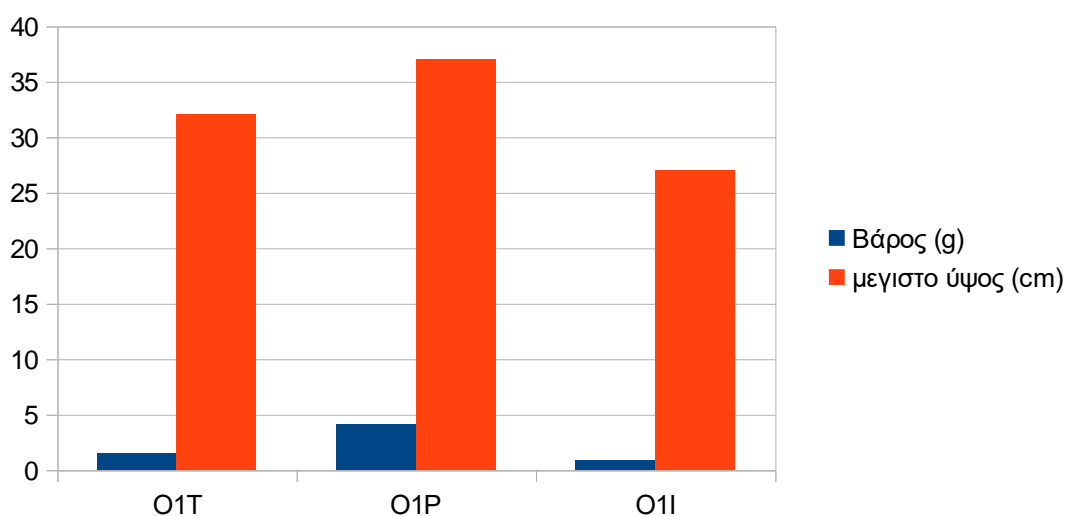
Τέλος για τον πληθυσμό Λ παρατηρούμε ότι το μικρότερο ποσοστό επιβίωσης προκύπτει από τη χρήση T (50%) και το μεγαλύτερο από τη χρήση I και G (100%).

Τα αποτελέσματα που αφορούν το βάρος και το μέγιστο ύψος παρουσιάζονται στα Γραφήματα 2 έως 8.



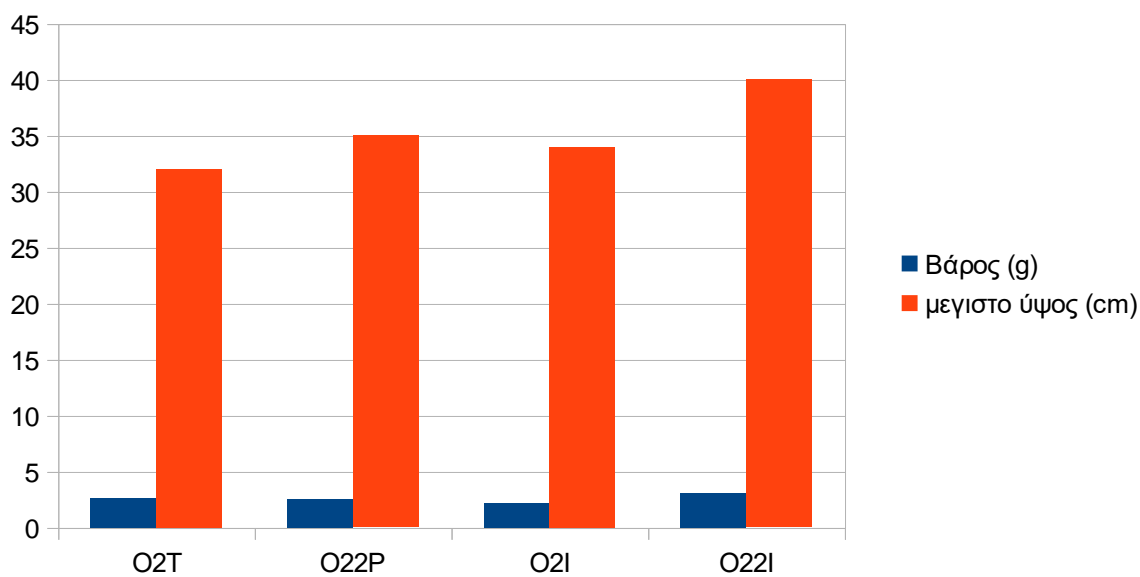
Γράφημα 2. Βάρος και μέγιστο ύψος φυτών (πληθυσμός Y8)

Στο Γράφημα 2 φαίνεται ότι για τον πληθυσμό Y8, το μικρότερο βάρος και ύψος παρατηρούνται κατά τον ψεκασμό με T, ενώ το μεγαλύτερο κατά τον ψεκασμό με P. Επίσης παρατηρείται ότι η αύξηση της δόσης από T σε 2T οδηγεί σε μείωση του μέγιστου ύψους.



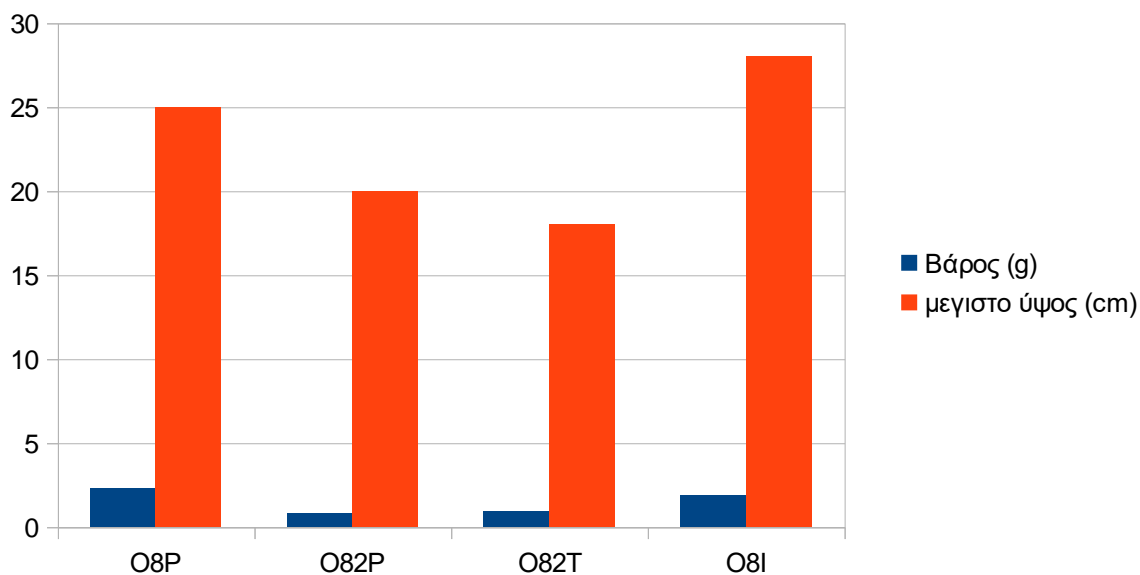
Γράφημα 3. Βάρος και μέγιστο ύψος φυτών (πληθυσμός O1)

Στο Γράφημα 3 παρατηρείται ότι για τον πληθυσμό O1, το μικρότερο βάρος και ύψος παρατηρείται κατά τη χρήση I και το μεγαλύτερο κατά τη χρήση P.



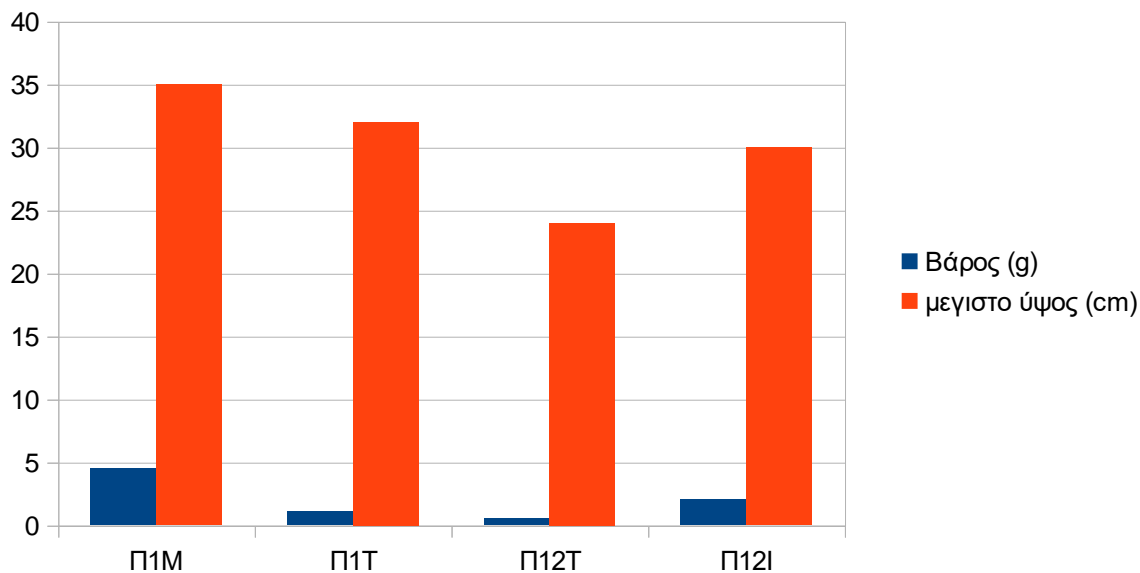
Γράφημα 4. Βάρος και μέγιστο ύψος φυτών (πληθυσμός O2)

Όπως φαίνεται στο Γράφημα 4, για τον πληθυσμό O2 το μικρότερο βάρος και ύψος παρατηρείται κατά τη χρήση T, ενώ το μεγαλύτερο κατά τη χρήση 2I (διπλάσιας δόσης Iloxan).



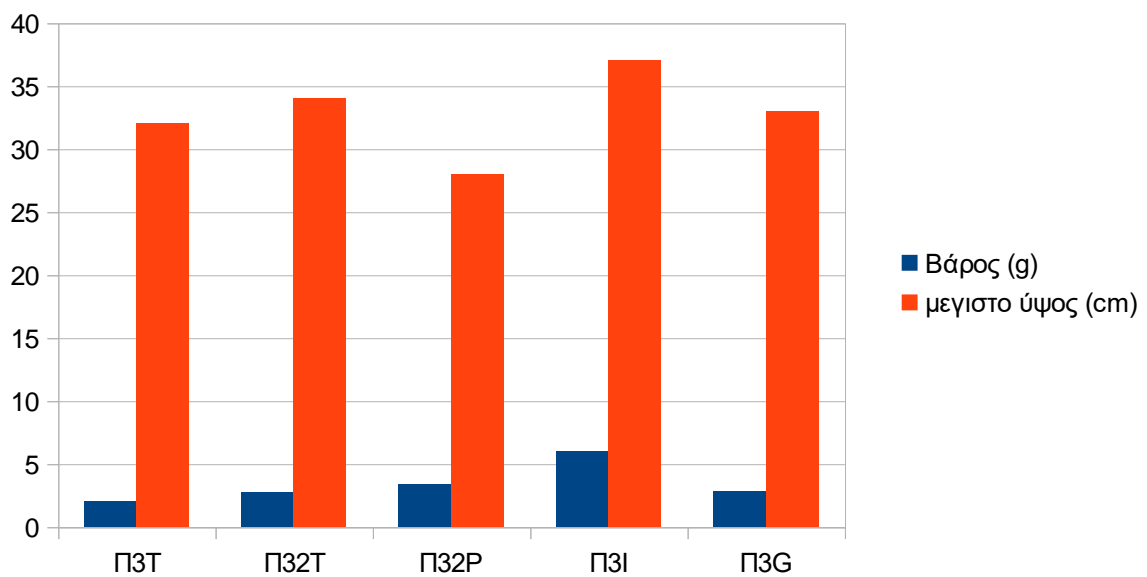
Γράφημα 5. Βάρος και μέγιστο ύψος φυτών (πληθυσμός O8)

Σύμφωνα με το Γράφημα 5, για τον πληθυσμό O8, το μικρότερο βάρος και ύψος παρατηρούνται κατά τον ψεκασμό με T ενώ το μεγαλύτερο κατά τον ψεκασμό με I. Επίσης φαίνεται ότι κατά την αύξηση της δόσης από P σε 2P προκύπτει μείωση του μέγιστου ύψους αλλά και του βάρους.



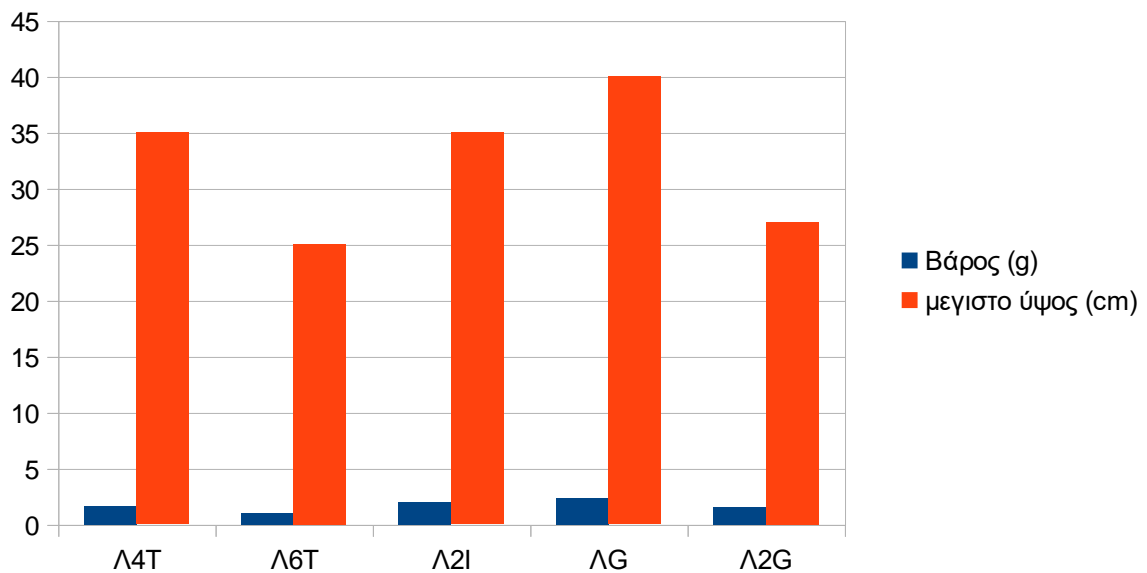
Γράφημα 6. Βάρος και μέγιστο ύψος φυτών (πληθυσμός Π1)

Στο Γράφημα 6 φαίνεται ότι για τον πληθυσμό Π1 το μικρότερο βάρος και ύψος παρατηρούνται κατά τη χρήση T, ενώ το μεγαλύτερο κατά τη χρήση I. Είναι και πάλι εμφανές ότι κατά το διπλασιασμό της δόσης από T σε 2T προκύπτει μείωση του βάρους και του μέγιστου ύψους.



Γράφημα 7. Βάρος και μέγιστο ύψος φυτών (πληθυσμός Π3)

Στο Γράφημα 7, για τον πληθυσμό Π3, παρατηρείται ότι το μικρότερο βάρος και μέγιστο ύψος εμφανίζεται κατά τον ψεκασμό με Τ και το μεγαλύτερο κατά τον ψεκασμό με Ι.



Γράφημα 8. Βάρος και μέγιστο ύψος φυτών (πληθυσμός Λ)

Τέλος, στο Γράφημα 8 φαίνεται ότι για τους πληθυσμούς Λ, η χρήση Τ δίνει μικρότερο βάρος και μέγιστο ύψος ενώ η χρήση Ι και Γ μεγαλύτερο. Κατά το διπλασιασμό της δόσης από Γ σε 2Γ παρατηρείται μείωση του βάρους και του μέγιστου ύψους των φυτών.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ / ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η αγριοβρόμη αποτελεί ένα ζιζάνιο που προκαλεί προβλήματα στα σιτηρά και χρήζει αντιμετώπισης, καθώς η ανθεκτικότητά του στα ζιζανιοκτόνα αυξάνεται, λόγω της εκτεταμένης χρήσης τους τις τελευταίες δεκαετίες.

Το πρόβλημα της ανθεκτικότητας αναδείχτηκε και στη παρούσα εργασία μέσω των μετρήσεων της ανθεκτικότητας σε διάφορους πληθυσμούς αγριοβρόμης, και μάλιστα σε αρκετές περιπτώσεις και σε δόσεις ζιζανιοκτόνων υψηλότερες από τις συνιστώμενες. Παρατηρήθηκε σημαντικά μειωμένη ευαισθησία στα περισσότερα ζιζανιοκτόνα για όλους τους πληθυσμούς που μελετήθηκαν. Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα θα πρέπει να επιβεβαιωθούν και από περαιτέρω μελέτες αλλά και τη διερεύνηση των μηχανισμών της ανθεκτικότητας και σε εργαστηριακό επίπεδο.

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος της ανθεκτικότητας σήμερα βρίσκει εφαρμογή σε όλο και μεγαλύτερο βαθμό η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των ζιζανίων, η οποία περιλαμβάνει την εύρεση του βέλτιστου συνδυασμού μηχανικών και βιολογικών μεθόδων εκτός από τις χημικές μεθόδους, με στόχο τη μέγιστη αποτελεσματικότητα της καταπολέμησης ταυτόχρονα με την ελάχιστη επίπτωση στο περιβάλλον, την καλλιέργεια και τον άνθρωπο.

5.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βασιλείου, Α., Παπαβασιλείου Σ, Καλούμενος Ν. και Ελευθεροχωρινός Η. (2006). Διερεύνηση της ανθεκτικότητας 14 βιοτύπων *Lolium rigidum* στα ζιζανιοκτόνα chlorsulfuron και tralkoxydim. 14ο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρίας. Θεσσαλονίκη 7-8 Δεκεμβρίου 2006.

Γιαννοπολίτης, Κ., Τραυλός Η., Χάλαλης Δ., Παπαγεωργίου Ι. και Καζαντζίδου Α. (2008). Διερεύνηση της Ανθεκτικότητας Βιοτύπων Κόνυζας (*Coryza spp.*) στο ζιζανιοκτόνο Glyphosate. 15ο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρίας. Θεσσαλονίκη 11-12 Δεκεμβρίου 2008.

Δαμανάκης, Μ.Ε. (1983). Τα ζιζάνια των σιταγρών της Ελλάδος-Επισκόπηση 1982-1983. Ζιζανιολογία 1:85-90.

Ελευθεροχωρινός Η.Γ. (1996). Ζιζανιολογία. Εκδόσεις αγροτύπος . Σελ. 16-24, 27-30, 73- 93.

Ελευθεροχωρινός, Η.Γ. (2008). Ζιζανιολογία: Ζιζάνια, ζιζανιοκτόνα, περιβάλλον, αρχές και μέθοδοι διαχείρισης (3η έκδοση). Εκδόσεις Αγρότυπος ΑΕ, Αθήνα, σελ. 354-357.

Ελευθεροχωρινός, Η.Γ. και Γιαννοπολίτης Κ.Ν. (2009). Ζιζάνια, οδηγός αναγνώρισης, Αγρότυπος, Αθήνα, σελ. 38.

Καλούμενος, Ν.Σ. και Ελευθεροχωρινός Η.Γ. (2010). Αξιολόγηση 11 βιοτύπων του ζιζανίου μουχρίτσα (*Echinochloa spp*) για πιθανή ανάπτυξη ανθεκτικότητας στα ζιζανιοκτόνα imazamox και profoxydim. 16ο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρίας. Καρδίτσα 1-2 Δεκεμβρίου 2010.

Παπαπαναγιώτου, Α., Καλούμενος Ν., Ελευθεροχωρινός Η. (2008). Αξιολόγηση 114 βιοτύπων Αγριοβρώμης (*Avena sterilis L.*) για πιθανή ανάπτυξη ανθεκτικότητας στα ζιζανιοκτόνα Clodinafop propargyl, Fenoxaprop-p-ethyl και Iodosulfuron. 15ο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρίας. Θεσσαλονίκη 11-12 Δεκεμβρίου 2008.

Balyan, R.S., Malik R.K., Panwar R.S. and Singh S. (1991). Competitive ability of winter wheat cultivars with wild oat (*Avena ludoviciana*). Weed Science 39:154-158

Christopher, J.T., Powles S.B. and Holtum J.A.M. (1992). Resistance to acetolactate synthases inhibiting herbicides in annual ryegrass (*Lolium rigidum*) involves at least two mechanisms. Plant Physiology 100:1909-1913.

Damalas, C. A., Dhima K.V. and Eleftherohorinos I.G. (2006). Control of *Echinochloa oryzoides* and *E. phyllopogon* with cyhalofop, clefoxydim and penoxsulam applied alone and in mixtures with broadleaf herbicides. Weed Technology 20: 992-998.

De Prado, R. A. and Franco A.R. (2004). Cross-resistance and herbicide metabolism in grass weeds in Europe: biochemical and physiological aspects. Weed Science 52:441-447.

Devine, M.D., Duke S.O. and Fedtke C. (1993). *Physiology of Herbicide Action*. PTR Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J. 441 p.

Dhima, K.V., Eleftherohorinos I.G. and Vasilakoglou I.B. (2000). Interference between *Avena sterilis*, *Phalaris minor* and five barley cultivars. *Weed Research* 40: 549-559.

Eleftherohorinos, I.G., Vasilakoglou I.B. and Dhima K.V. (2000). Metribuzin resistance in *Amaranthus retroflexus* and *Chenopodium album* in Greece. *Weed Science* 48:69-74.

Heap, I. (2011). International Survey of Herbicide Resistance Weeds. Available online at <http://www.weedresearch.com/in.asp>

Holm, L.G., Plucknett D.L., Pancho J.V. and Herberger J.P. (1991). *Avena fatua* L. and other members of the 'wild oats' group. In: *The World's Worst Weeds, Distribution and Biology*. The University Press of Hawaii, pp. 105-113.

Kaloumenos, N.S. and Eleftherohorinos I.G. (2009). Identification of a johnsongrass (*Sorghum halepense*) biotype resistant to ACCase-inhibiting herbicides in northern Greece. *Weed Technology* 23:470-476.

Kotoula-Syka E., Rubin A.T., Rubin B. (2000). Diclofop-resistant *Lolium rigidum* from northern Greece with cross-resistance to ACCase inhibitors and multiple resistance to chlorsulfuron. *Pest Management Science* 56:1054-1058.

Monaco, J.T., Weller S.C. and Ashton F.M. (2002). *Weed Science: principles and practices*, 4th ed. John Wiley & Sons, Inc. New York. pp. 379-383.

Moss, S. (1993). Strategies for the prevention and control of herbicide resistance in annual grass weeds. Pages 283-290 in *Weed and Crop Resistance to Herbicides*, R. De Prado, J. Jorrin and L. Garcia-Torres, eds. Kluwer Academic Publishers.

Nemli Y., Uludag, A., Tal A. and Rubin B. (2007). Fenoxaprop resistance in sterile wild oat (*Avena sterilis*) in wheat fields in Turkey. *Crop Protection* 26:930-935.

Naylor, R.E.L. and Lutman T.J. (2002). What is a weed? Pages 1-15 in *Weed Management Handbook*, R.E.L. Naylor, ed. Blackwell Publishing for BCPC.

Powles, S.B. and Holtum, J.A.M. (1990). *Herbicide Resistant Weeds in Australia*. The Regional Institute Ltd. Farrer Centre. *Weed technology* 4:178-179.

Rubin, B. (1997). Herbicide resistance outside North America and Europe: causes and significance. Pages 39-51 in *Weed and Crop Resistance to Herbicides*, R. DePrado, J. Jorrin and L. Garcia-Torres, eds. Academic Publishers.

Rubin, B., Tal A. and Yasuor H. (2004). The significance and impact of herbicide resistant weeds- a global overview. *Acta Herbologica* 13:277-288.

Ryan, G.F. (1970). Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. *Weed Science* 18:614-616.

Smeda, R.J. and Vaughn K.C. (1997). Mechanism of resistance to dinitroaniline herbicides. Pages 89-99 in *Weed and Crop Resistance to Herbicides*, R. De Prado, J. Jorriñ and L. Garcia-Torres, eds. Kluwer Academic Publishers.

Tranel, P.J. and Wright T.R. (2002). Resistance of weeds to ALS-inhibiting herbicides: what have we learned? *Weed Science* 50:700-712.

Travlos, I.S., C.N. Giannopolitis and E.A. Paspatis (2008). Wild oat variability in wheat fields of Viotia in Central Greece . *Hellenic Plant Protection Journal* 1: 107-112.

Travlos, I.S. and D. Chachalis (2010). Glyphosate-resistant hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) is reported in Greece . *Weed Technology* 24: 569-573.

Travlos, I.S., C.N. Giannopolitis and G. Economou (2011). Diclofop resistance in sterile wild oat (*Avena sterilis* L.) in wheat fields in Greece and its management by means of other post-emergence herbicides. *Crop Protection* 30: 1449-1454.

Vasilakoglou, B.I., Eleftherohorinos I.G. and Dhima K.V. (2000). Propanil Resistant Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) Biotypes found in Greece. *Weed Technology* 14:524-529.

Yu, Q., Collavo A., Zheng M.Q., Owen M., Sattin M. and Powles S.B. (2007). Diversity of acetyl-coenzyme a carboxylase mutations in resistant *Lolium* populations: Evaluation using clethodim. *Plant Physiology* 145:547-558.

Ιστοσελίδες

<http://www.eze.org.gr/index.php>

http://www.eze.org.gr/entypa/ziz_epist_1.pdf

<http://www.fytokomia.gr/permalink/5229.html>

<http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=AVST>

http://www.henriettesherbal.com/files/images/photos/a/av/d05_8434_avena-sterilis.jpg

http://www.anpc.ab.ca/wiki/images/a/aa/Avenfatu_XID_Avena_fatua_603.JPG

<http://biology.csusb.edu/PlantGuideFolder/AvenaBarbata/AvenaBarbata800med.jpg>