



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΦΥΤΙΑΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΖΙΖΑΝΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

«Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας ζιζανιοκτόνων έναντι των ζιζανίων τάτουλα (*Datura stramonium* L.) και αγριομελιτζάνα (*Xanthium strumarium* L.) σε καλλιέργεια φασολιού»

Νακόπουλος Δημήτριος



Επιβλέπων Καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης, Επίκουρος Καθηγητής

Βόλος, 2021

«Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας ζιζανιοκτόνων έναντι των ζιζανίων τάτουλα (*Datura stramonium* L.) και αγριομελιτζάνα (*Xanthium strumarium* L.) σε καλλιέργεια φασολιού»

Αγγλικός Τίτλος: Efficacy of herbicides against jimsonweed (*Datura stramonium* L.) and common cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) in common bean

Νακόπουλος Δημήτριος

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Καρκάνης Ανέστης (Επιβλέπων)

Επίκουρος Καθηγητής, Γνωστικό αντικείμενο Ζιζανιολογία

Τσιρόπουλος Νικόλαος (Μέλος)

Καθηγητής, Γνωστικό αντικείμενο Χημεία με έμφαση την Ανάλυση και τον Προσδιορισμό των Οργανικών Ουσιών

Πετρόπουλος Σπυρίδων (Μέλος)

Αναπληρωτής Καθηγητής, Γνωστικό αντικείμενο Λαχανοκομία

Copyright © *Νακόπουλος Δημήτριος, 2021*

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

«Εγώ ο Νακόπουλος Δημήτριος, είμαι ο συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε. αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ ολοκλήρου ή μέρος της) σαν προπτυχιακή διατριβή ή Μ.Δ.Ε. ή ως μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Προπτυχιακό ή Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή εξωτερικού. Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος».

«Ως επιβλέπων της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από τον κ. Νακόπουλο Δημήτριο»

Ευχαριστίες

Ο σκοπός της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής είναι η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας διαφόρων ζιζανιοκτόνων έναντι των ζιζανίων τάτουλα και αγριομελιτζάνας σε καλλιέργεια φασολιού. Για τη διερεύνηση του θέματος έγινε πείραμα αγρού στο αγρόκτημα του Τμήματος στην περιοχή του Βελεστίνου.

Στο σημείο αυτό επιθυμώ να ευχαριστήσω τον κ. Ανέστη Καρκάνη για την ανάθεση του θέματος της μεταπτυχιακής εργασίας καθώς και για τη διαρκή παρακολούθηση και επίβλεψη κατά τη διάρκεια των πειραμάτων στον αγρό του Βελεστίνου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Νικόλαο Τσιρόπουλο και τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Σπυρίδων Πετρόπουλο για το χρόνο που αφιέρωσαν για τη αξιολόγηση της μεταπτυχιακής εργασίας μου, τις διορθώσεις και τις παρατηρήσεις τους που συντέλεσαν στη βελτίωση της.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	
Περίληψη	1
Abstract	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: Εισαγωγή-Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας	3
1.1. Καλλιεργούμενες εκτάσεις και παραγωγή του φασολιού στην Ελλάδα και την Ευρώπη	3
1.2 Φασόλι υπαίθρου	5
1.3. Καλλιεργητική τεχνική φασολιού	6
1.4. Κύρια ζιζάνια σε καλλιέργεια φασολιού υπαίθρου	8
1.5 Επιδράσεις της αγριομελιτζάνας στα καλλιεργούμενα φυτά	11
1.6. Επιδράσεις του τάτουλα στα καλλιεργούμενα φυτά	12
1.7. Αντιμετώπιση ζιζανίων σε καλλιέργεια φασολιού	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι	18
2.1. Πειραματικός αγρός	18
2.2. Πειραματικό Σχέδιο	18
2.3. Μετρήσεις	21
2.4. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων	23
Κεφάλαιο 3^ο: Αποτελέσματα	24
3.1. Τιμές SPAD των φύλλων του φασολιού	24
3.2. Ύψος φυτών φασολιού	27
3.3. Νωπό βάρος φασολιού	31
3.4. Ξηρό βάρος φασολιού	35
3.5. Αριθμός λοβών ανά φυτό	39
3.6. Απόδοση καλλιέργειας φασολιού	40
3.7. Συνολικός αριθμός ζιζανίων	41
3.8. Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων	43
3.9. Αριθμός φυτών αγριομελιτζάνας	45
3.10. Ξηρό βάρος αγριομελιτζάνας	47
3.11. Αριθμός φυτών τάτουλα	49
3.12. Ξηρό βάρος τάτουλα	51
3.13. Αριθμός φυτών τριβολιού	52
3.14. Ξηρό βάρος τριβολιού	54

3.15. Αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων έναντι των ζιζανίων αγριομελιτζάνα, τάτουλα και τριβόλι	56
Κεφάλαιο 4^ο: Συζήτηση	60
4.1 Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων έναντι των πλατύφυλλων ζιζανίων αγριομελιτζάνα, τάτουλα και τριβόλι	60
4.2 Ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας του φασολιού	62
4.3 Συμπεράσματα	65
Βιβλιογραφία	66

Περίληψη

Ο σκοπός της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής είναι η μελέτη της αποτελεσματικότητας διάφορων ζιζανιοκτόνων κατά των ζιζανίων αγριομελιτζάνα και τάτουλα σε καλλιέργεια φασολιού (*Phaseolus vulgaris* L.). Η αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων αξιολογήθηκε σε πείραμα που διεξήχθη στο αγρόκτημα του Τμήματος στην περιοχή του Βελεστίνου. Η σπορά του φασολιού πραγματοποιήθηκε στις 25 Μαΐου του 2021. Για τη διεξαγωγή του πειράματος εφαρμόστηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 επαναλήψεις και 7 επεμβάσεις. Πιο αναλυτικά οι επεμβάσεις του πειράματος ήταν ο ασκάλιστος μάρτυρας, ο σκαλισμένος μάρτυρας, και τα ζιζανιοκτόνα pendimethalin, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin + bentazone και pendimethalin + bentazone/imazamox. Πριν τη σπορά στις 23 Μαΐου έγινε η εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου pendimethalin και στις 22 Ιουνίου έγινε ο μεταφυτρωτικός ψεκασμός των ζιζανιοκτόνων bentazone και bentazone/imazamox.

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του φασολιού καταγράφηκε η συγκέντρωση χλωροφύλλης, το νωπό και ξηρό βάρος, το ύψος των βλαστών του φασολιού, η απόδοση της καλλιέργειας και ο αριθμός λοβών ανά φυτό φασολιού. Για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων στην αγριομελιτζάνα, τάτουλα και τριβόλι καταγράφηκε ο η πυκνότητα τους, το ξηρό βάρος τους και τέλος υπολογίστηκε η αποτελεσματικότητα (%) των παραπάνω ζιζανιοκτόνων με βάση το ξηρό βάρος τους. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν έδειξαν ότι τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox καταπολέμησαν πλήρως (ποσοστό αποτελεσματικότητας 100%) το ζιζάνιο τάτουλα. Επιπρόσθετα, τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox παρουσίασαν ποσοστό αποτελεσματικότητας >90% για το ζιζάνιο αγριομελιτζάνα, ενώ μεταξύ των δύο ζιζανιοκτόνων τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα παρουσίασε το bentazone. Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin δεν καταπολέμησε τα ζιζάνια αγριομελιτζάνα και τάτουλα, ενώ παρουσίασε υψηλό ποσοστό καταπολέμησης (>85%) για το ζιζάνιο τριβόλι. Ο ανταγωνισμός των ζιζανίων επηρέασε σημαντικά την ανάπτυξη του φασολιού, ενώ οι μεγαλύτερες αποδόσεις (993 έως 1084 kg/στρέμμα) της καλλιέργειας καταγράφηκαν στο σκαλισμένο μάρτυρα και στις επεμβάσεις pendimethalin + bentazone και pendimethalin + bentazone/imazamox.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the efficacy of various herbicides against *Xanthium strumarium* and *Datura stramonium* in bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.). The herbicide's efficacy was evaluated in a field experiment conducted at the farm of the Department of Agriculture Crop Production and Environment in Velestino region. Bean was sown on 25 May of 2021, while the experiment was setup in a randomized complete block design (RCBD) with 3 replications and 7 treatments. In more detail, the experimental treatments were as follows: weedy control, weed-free control, pendimethalin, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin + bentazone, and pendimethalin + bentazone/imazamox. Pendimethalin was applied before sowing, while the post-emergence herbicides bentazone and bentazone/imazamox were applied on 22 June of 2021.

During the cultivation period, chlorophyll concentration, fresh and dry weight, bean stem height, crop yield, and number of pods per plant were recorded. Moreover, in order to evaluate the efficacy of herbicides against *X. strumarium*, *D. stramonium*, and *Tribulus terrestris* their density and dry weight were recorded and the efficacy of the evaluated herbicides was calculated based on the data of dry weight. Our data showed that the herbicides bentazone and bentazone/imazamox provided excellent *D. stramonium* control (100%). The same herbicides showed high efficacy (> 90%) against *X. strumarium*, while bentazone had higher efficacy than that of bentazone/imazamox. In contrast, pendimethalin had no effect on *X. strumarium* and *D. stramonium*, while provided high efficacy (>85%) against *T. terrestris*. Finally, the weed competition significantly affected the plants growth, while the highest crop yield (993 to 1084 kg/decare) was recorded in the weedy control, pendimethalin + bentazone and pendimethalin + bentazone/imazamox treatments.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: Εισαγωγή

1.1. Καλλιεργούμενες εκτάσεις και παραγωγή του φασολιού στην Ελλάδα και την Ευρώπη.

Το φασόλι είναι μια εαρινή καλλιέργεια που καλλιεργείται στην Ελλάδα σε αρκετές περιοχές. Στην Ελλάδα κατά το έτος 2019 καλλιεργήθηκαν περίπου 40600 στρέμματα φασολιού και η παραγωγή που καταγράφηκε ήταν 42990 τόνοι (Διαγράμματα 1.1 και 1.2). Τα παραπάνω στοιχεία αντλήθηκαν από Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας του ΟΗΕ (FAO, 2021).



Διάγραμμα 1.1. Καλλιεργούμενη έκταση φασολιού στην Ελλάδα κατά την περίοδο 2008-2019 (FAO, 2021).

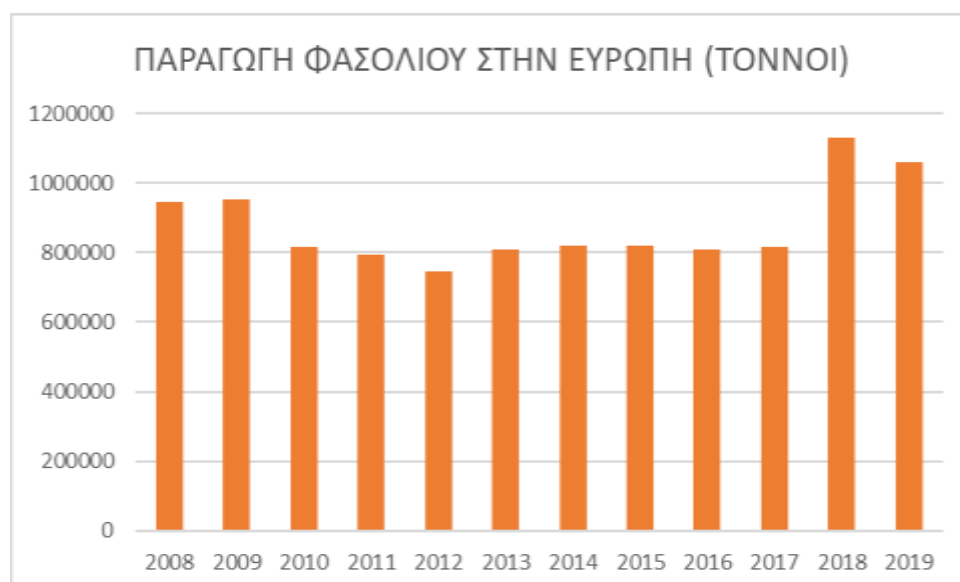


Διάγραμμα 1.2. Συνολική παραγωγή φασολιού στην Ελλάδα κατά την περίοδο 2008-2019 (FAO, 2021).

Επιπλέον, στην Ευρώπη καλλιεργούνται μεγαλύτερες εκτάσεις φασολιού σε σχέση με την Ελλάδα. Πιο συγκεκριμένα, το έτος 2019 καλλιεργήθηκαν 1.270.810 στρέμματα φασολιού και η συνολική παραγωγή φασολιού ήταν 1.059.102 τόνοι (Διαγράμματα 1.3 και 1.4).



Διάγραμμα 1.3. Καλλιεργούμενη έκταση φασολιού στην Ευρώπη κατά την περίοδο 2008-2019 (FAO, 2021).



Διάγραμμα 1.4. Συνολική παραγωγή φασολιού στην Ευρώπη κατά την περίοδο 2008-2019 (FAO, 2021).

1.2 Φασόλι υπαίθρου

Το φασόλι (*Phaseolus vulgaris* L.) είναι ετήσιο ανοιξιιάτικο φυτό μικρού βιολογικού κύκλου και καλλιεργείται στην υπαίθρο ως αρδευόμενο φυτό λόγω των απαιτήσεων σε νερό. Επίσης, είναι φυτό θερμής εποχής με μεγάλη ευαισθησία στις χαμηλές θερμοκρασίες, επομένως η σπορά του γίνεται την άνοιξη μέσα έως τέλος Απριλίου και η συγκομιδή γίνεται Ιουνίου-Ιουλίου. Το φασόλι καλλιεργείται για τους λοβούς του οι οποίοι συγκομίζονται όταν είναι ανώριμοι (νωπή κατανάλωση) και για παραγωγή ξηρών σπόρων (Παπακώστα-Τασοπούλου 2013, Χα και Πετρόπουλος 2014, Πάσσαμ 2014).

Οι ποικιλίες φασολιού χωρίζονται σε νάνες, αναρριχώμενες και ημιαναρριχώμενες. Οι νάνες ποικιλίες είναι μικρού ύψους (25-40 cm), εμφανίζουν πλούσια διακλάδωση, είναι όρθιας ανάπτυξης και είναι κατάλληλες για μηχανοποιημένη καλλιέργεια. Στις αναρριχώμενες ποικιλίες ο βλαστός έχει την ικανότητα να αναρριχείται, έχουν ελάχιστες διακλαδώσεις, τα φυτά μπορούν να φτάσουν τα 3 μέτρα ύψος και είναι κατάλληλες για καλλιέργεια σε θερμοκήπιο με υποστύλωση. Τέλος, οι ημιαναρριχώμενες ποικιλίες ανέρχονται σε ύψος 50 cm -120 cm και προτιμώνται από τους παραγωγούς για υπαίθρια καλλιέργεια φασολιού. (Παπακώστα-Τασοπούλου 2013, Χα και Πετρόπουλος 2014).

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του φασολιού είναι τα παρακάτω (Παπακώστα-Τασοπούλου 2013):

1) ριζικό σύστημα: το φασόλι αποτελείται από πασαλλώδη ρίζα η οποία έχει μήκος 10 έως 15 cm. Το ριζικό του σύστημα αναπτύσσεται κυρίως στα πρώτα 25 cm του εδάφους όμως σε αμμώδη, καλά αεριζόμενα και αρδευόμενα εδάφη η ρίζα μπορεί να επεκταθεί και σε μεγαλύτερο βάθος. Σύμφωνα με τους Peoples et al. (1995) και Martínez-Romero (2003) στο φασόλι, ως αζωτοδεσμευτικό φυτό, συμβιώνει με το βακτήριο *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*. Αυτό το βακτήριο συντελεί στη δημιουργία φυματίων στις ρίζες του φασολιού και στη δέσμευση του αζώτου από την ατμόσφαιρα. Επομένως το φασόλι με τις ρίζες του εμπλουτίζει το έδαφος με άζωτο, οπότε μειώνει τις εισροές σε λιπάσματα στις επόμενες καλλιέργειες και αυξάνει τη γονιμότητα του εδάφους.

2) βλαστός: ο βλαστός του φασολιού ποικίλει ανάλογα με την ποικιλία της καλλιέργειας, οι νάνες ποικιλίες χαρακτηρίζονται από εύρωστο βλαστό μικρού ύψους ενώ οι αναρριχώμενες ποικιλίες έχουν λεπτό βλαστό με μεγάλα μεσογονάτια και

ικανότητα αναρρίχησης.

3) φύλλα: τα πρώτα πραγματικά φύλλα του φασολιού είναι απλά. Τα απλά φύλλα χαρακτηρίζονται από οξυκατάληκτη άκρη, είναι συμμετρικά και έχουν σχήμα καρδιάς. Τα σύνθετα φύλλα αποτελούνται από 3 φυλλάρια τα οποία είναι ακέραια και έχουν οξυκατάληκτη άκρη.

4) άνθη φασολιού: τα άνθη του φασολιού έχουν μικρό μέγεθος, βρίσκονται είτε μεμονωμένα είτε σε ταξιανθία βότρυ που φέρει 2 έως 8 άνθη. Ο βότρυς εκφύεται στη βάση του μίσχου των φύλλων. Το χρώμα των ανθών μπορεί να είναι λευκό, ρόδινο ή υποκίτρινο.

5) καρπός: ο καρπός του φασολιού όπως και σε όλα τα φυτά της οικογένειας Fabaceae ονομάζεται λοβός και αποτελείται από 4 έως 8 σπόρους. Η κάθε ποικιλία έχει διαφορετικό σχήμα και μέγεθος λοβών. Οι λοβοί έχουν σχήμα πεπλατυσμένο με ευθύ ή κυρτό άκρο, στις ποικιλίες που καλλιεργούνται για ξηρά φασόλια ο σπόρος έχει μέγεθος σφαιρικό, χρώμα λευκό, καστανό και μαύρο, ενώ στις ποικιλίες που πάνε για χλωρή κατανάλωση οι σπόροι έχουν μικρότερο μέγεθος (Παπακώστα-Τασοπούλου 2013).

1.3. Καλλιεργητική τεχνική του φασολιού

Λίπανση

Το φασόλι είναι φυτό που δεν έχει μεγάλες απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία. Για τη σωστή ανάπτυξη του φυτού απαιτείται η συνολική εφαρμογή 5-15 κιλών αζώτου (N) το στρέμμα, 15-20 κιλών πεντοξειδίου του φωσφόρου (P_2O_5) το στρέμμα και 10-20 κιλών διοξειδίου του καλίου (K_2O) το στρέμμα. Στις καλλιέργειες που αρδεύονται μπορεί να γίνει επιφανειακή εφαρμογή του αζώτου η οποία να κατανέμεται σε 2 έως 3 δόσεις, ενώ μπορεί να εφαρμοστεί ένα μέρος του φωσφόρου και του καλίου (Χα και Πετρόπουλος 2014). Σύμφωνα με τους Mingotte et al. (2021) για την καλύτερη παραγωγή φασολιού και την επίτευξη μιας οικονομικά βιώσιμης καλλιέργειας απαιτούνται συνολικά 9 κιλά αζώτου/στρέμμα, όμως η συγκεκριμένη ποσότητα αζώτου πρέπει να χορηγηθεί σε τρεις δόσεις, η πρώτη δόση όταν τα φυτά φασολιού σχηματίσουν το πρώτο πλήρως αναπτυγμένο φύλλο, η δεύτερη δόση παρουσία του τρίτου φύλλου και η τρίτη δόση λίγο πριν την έναρξη ανθοφορίας της καλλιέργειας. Σε πείραμα των Carvalho et al. (2018) σε καλλιέργεια φασολιού στην Αφρική βρήκαν ότι σε περιοχές με αρκετές βροχοπτώσεις για την επίτευξη της μεγαλύτερης παραγωγής φασολιών απαιτούνται 23,9 κιλά φωσφόρου/στρέμμα και 14,1 κιλά καλίου/στρέμμα.

Σε πείραμα των Mohamed et al. (2021) σε καλλιέργεια φασολιού σε έδαφος με υψηλή αλατότητα βρέθηκε ότι η χορήγηση 5,25 κιλών πεντοξειδίου του φωσφόρου το στρέμμα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της συγκέντρωσης ιόντων νατρίου στο περιβάλλον της ριζόσφαιρας και επομένως συνέβαλε στη μείωση της καταπόνησης των φυτών φασολιού λόγω αλατότητας.

Το φασόλι εμφανίζει ευαισθησία στην έλλειψη μαγνησίου, ψευδαργύρου, σιδήρου και είναι ευαίσθητη στην υπερβολική ποσότητα βορίου (Χα και Πετρόπουλος 2014). Οι Mirbolook et al. (2021) σε πείραμα που διεξήγαγαν βρήκαν ότι η χρήση των οργανικών συμπλόκων αμινοξέων και χιτοζάνης βοηθούν στην καλύτερη πρόσληψη του ψευδαργύρου από τις ρίζες των φασολιών και χαρακτηριστικό τους είναι το χαμηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Άρδευση

Η άρδευση είναι απαραίτητη στην καλλιέργεια φασολιού, ώστε να επιτευχθούν ικανοποιητικές σοδειές. Το νερό θα πρέπει να διοχετεύεται στα φυτά σε συχνές και μικρές δόσεις κυρίως στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυτού. Ιδιαίτερη έμφαση θα πρέπει να δίνεται όταν τα φυτά βρίσκονται στο στάδιο της άνθησης και ανάπτυξης των καρπών. Η υπερβολική ποσότητα ή έλλειψη νερού μπορεί να οδηγήσει σε ανθόρροια και καρπόπτωση. Το φασόλι απαιτεί συνολικά 300 έως 450 mm νερού σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου για την σωστή ανάπτυξη του, ενώ το νερό άρδευσης δεν πρέπει να περιέχει άλατα λόγω της μεγάλης ευαισθησίας των φυτών στην αλατότητα (Χα και Πετρόπουλος 2014).

Οι μέθοδοι άρδευσης που μπορούν να εφαρμοστούν είναι η στάγδην άρδευση, και ο καταιονισμός, ενώ η συχνότητα της άρδευσης επηρεάζει τις αποδόσεις της καλλιέργειας. Οι Okasha et al. (2020) πραγματοποίησαν πείραμα σε καλλιέργεια φασολιού στην Αίγυπτο σε εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο. Πιο συγκεκριμένα μελέτησαν τις επιδράσεις δυο μεθόδων άρδευσης και της συχνότητας εφαρμογής του νερού στην απόδοση της καλλιέργεια φασολιού και στην ποιότητα των φασολιών. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι η εφαρμογή στάγδην άρδευσης και το πότισμα της καλλιέργειας κάθε 7 μέρες αύξησε την παραγωγή και την ποιότητα των φασολιών. Σε πείραμα των Souza et al. (2020) μελετήθηκαν διάφορες συχνότητες αρδεύσεις της καλλιέργειας φασολιού σε συνδυασμό με την κατάλληλη πυκνότητα φύτευσης των φασολιών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το πότισμα της καλλιέργειας ανά μία ημέρα σε συνδυασμό με πυκνότητα σποράς 28 φυτά/m² επέφερε

τις μεγαλύτερες παραγωγές φασολιών. Επίσης, βρήκαν ότι το πότισμα της καλλιέργειας ανά μία ημέρα σε συνδυασμό με πυκνότητα φύτευσης 30 φυτά/m² αυξάνει την αποτελεσματικότητα χρήσης νερού.

Σε πείραμα των Hosseini και Shahrokhnia (2020) μελετήθηκαν διάφορες συχνότητες αρδεύσεις (4, 8 και 12 μέρες) σε διάφορες ποικιλίες φασολιού. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι οι μεγαλύτερες αποδόσεις φασολιού, περισσότεροι λοβοί ανά φυτό, μέγιστο βάρος καρπών ανά λοβό και μέγιστο ύψος φυτών φασολιού καταγράφηκαν στο αγροτεμάχιο που αρδεύονταν ανά 8 ημέρες σε όλες τις πειραματικές ποικιλίες.

1.4. Κόρια ζιζάνια σε καλλιέργεια φασολιού υπαίθρου

Στην καλλιέργεια φασολιού συναντάμε διάφορα πλατύφυλλα και αγρωστώδη ζιζάνια. Ορισμένα συχνά παρατηρούμενα ζιζάνια είναι η αγριομελιτζάνα (*Xanthium strumarium* L.), ο τάτουλας (*Datura stramonium* L.), ο στύφνος (*Solanum nigrum* L.), το τριβόλι (*Tribulus terrestris*), αντράκλα (*Portulaca oleracea* L.), το τραχύ βλήτο (*Amaranthus retroflexus* L.) και η περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis* L.). Επίσης ορισμένα αγρωστώδη που προκαλούν σημαντικά προβλήματα είναι η μουχρίτσα (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) και ο βέλιουρας (*Sorghum halepense* (L.) Pers.). Από όλα τα παραπάνω ζιζάνια σημαντικά προβλήματα σε αρκετές όπου καλλιεργούνται διάφορα λαχανικά είναι η αγριομελιτζάνα και ο τάτουλας.

Αγριομελιτζάνα

Το συγκεκριμένο ζιζάνιο ανήκει στα ετήσια ανοιξιάτικα πλατύφυλλα. Πρόκειται για ένα ζιζάνιο που προκαλεί πολλά προβλήματα σε ελληνικές εαρινές καλλιεργούμενες εκτάσεις όπως βαμβάκι, αραβόσιτος, φασόλι και ηλιάνθος (Λόλας, 2007). Επίσης, τα υψηλότερα επίπεδα βλάστησης του ζιζανιού παρατηρούνται σε φωτοπερίοδο 12 ωρών, σε θερμοκρασίες 30-31°C και σε pH εδάφους ουδέτερο (Saeed et al. 2020). Οι ίδιοι ερευνητές αναφέρουν ότι οι σπόροι της αγριομελιτζάνας δεν βλαστάνουν από βάθη μεγαλύτερα των 8 cm. Οι Amini et al. (2020) παρατήρησαν επίσης ότι σε μεγάλα βάθη (18 cm) δεν καταγράφηκε φύτευμα των σπόρων των ζιζανίων.

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της αγριομελιτζάνας είναι τα παρακάτω

(Λόλας, 2007):

- **κοτυληδόρες:** είναι στενόμακρες, φέρουν μίσχο, έχουν τραχεία υφή και είναι μεγάλες σε μέγεθος.
- **φύλλα:** απλά, πράσινου χρώματος, φέρουν μακρύ μίσχο, είναι πλατιά σε σχήμα καρδιάς (Εικόνα 1.1), είναι οδοντωτά στην περιφέρεια διαθέτουν αδενώδεις τρίχες στις οποίες οφείλεται η οσμή που αναδύει το ζιζάνιο της αγριομελιτζάνας.



Εικόνα 1.1. Φύλλα του ζιζανίου αγριομελιτζάνα.

- **βλαστός:** όρθιος, ύψους 30 έως 100 cm, με διακλαδώσεις, φέρει λίγες τρίχες. Οι Aldibekova et al. (2018) αναφέρουν ότι ο βλαστός της αγριομελιτζάνας έχει χαρακτηριστικές καφέ κηλίδες.
- **ταξιανθία:** κεφαλή που φέρει αποκλειστικά αρσενικά ή θηλυκά άνθη, βρίσκεται στην άκρη των βλαστών και στις μασχάλες των φύλλων.
- **άνθη:** τα αρσενικά είναι μικρού μεγέθους, πράσινου χρώματος, δεν φέρουν αγκάθια και είναι μικρά σε μέγεθος. Τα θηλυκά άνθη είναι πράσινου χρώματος, κυλινδρικού σχήματος αλλά φέρουν αγκάθια.
- **καρπός:** είναι ωοειδής, δίχωρος με αγκάθια, σύμφωνα με τους Esashi et al. (1983) είναι σκληρός, έχει καφέ χρώμα και χαρακτηριστική ξυλώδη μορφή.

- **σπόρος:** έχει σχήμα ελλειπτικό, είναι αχαίνιο, με χρώμα καφετί ή μαύρο. Οι Weaver and Lechowicz (1983) υποστηρίζουν ότι από τους δύο σπόρους που υπάρχουν στον καρπό ο πιο μικρός δεν βλαστάνει την πρώτη χρονιά λόγω λήθαργου, ενώ ο άλλος σπόρος που είναι πιο μεγάλος έχει την ικανότητα να βλαστάνει την πρώτη χρονιά.

Τάτουλας

Το ζιζάνιο τάτουλας ανήκει στα ετήσια πλατύφυλλα ζιζάνια. Είναι ένα ζιζάνιο που φυτρώνει την άνοιξη το οποίο δημιουργεί σημαντικές απώλειες στις ελληνικές καλλιεργούμενες εκτάσεις λόγω της υψηλής αναγνωστικής ικανότητας που εμφανίζει (Λόλας, 2007).

Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του τάτουλα παρουσιάζονται παρακάτω (Λόλας, 2007):

- **βλαστός:** έχει πράσινο χρώμα, είναι όρθιος και κοίλος εσωτερικά.
- **κοτυληδόνας:** είναι επιμήκεις με χαρακτηριστική ακίδα στην κορυφή, επιμήκεις, εμφανίζουν αυλάκωση στο πάνω μέρος της επιφάνειας κατά μήκος των νευρώσεων, έχουν πράσινο χρώμα και αναδύουν δυσάρεστη οσμή.
- **φύλλα:** στο σπορόφυτο τα δύο πρώτα φύλλα φύονται αντίθετα, είναι ωοειδή και οξυκατάληκτα, Στα μεγαλύτερα στάδια ανάπτυξης του ζιζανίου τα πρώτα φύλλα είναι ωοειδή φαρδιά και φέρουν μίσχο, ενώ τα υπόλοιπα είναι ωοειδή τριγωνικά, φέρουν μακρύ μίσχο και οδοντωτή περιφέρεια (Εικόνα 1.2.), το χρώμα τους είναι σκούρο πράσινο, δεν έχουν τρίχες και όταν τριφτούν αναδύουν έντονη δυσάρεστη οσμή. Σύμφωνα με τους Kharchoufa et al. (2021) οι σπόροι τα φύλλα και οι ρίζες του τάτουλα εκκρίνουν αλκαλοειδή που μπορούν να προκαλέσουν νευρολογικές διαταραχές στον άνθρωπο σε περίπτωση που καταναλωθούν.
- **άνθη:** είναι μεγάλα λευκά με χοανοειδή μορφή, σύμφωνα με τους Shirkhani et al. (2019) τα άνθη είναι αυτογονιμοποιούμενα, έχουν 5-6 στήμονες, ενώ η ωοθήκη αποτελείται από δύο καρπόφυλλα.



Εικόνα 1.2. Ανώτερα φύλλα του ζιζανίου τάτουλα.

- **καρπός:** είναι μεγάλη κάψα, έχει ωοειδές σχήμα, είναι αγκαθωτός με καφέ χρώμα, κατά την ωρίμαση ανοίγει σε τέσσερα μέρη και εμφανίζονται 100 έως 360 σπόροι ανά κάψα.
- **σπόρος:** έχει νεφροειδές σχήμα, μαύρο χρώμα, εμφανίζει εξογκώσεις και βαθουλώματα, εμφανίζει λήθαργο, ενώ ένα φυτό τάτουλα μπορεί παράγει έως και 30000 σπόρους ανά φυτό. Τέλος, σύμφωνα με τους Weaver και Warwick (1984) οι σπόροι του συγκεκριμένου ζιζανίου μπορούν να διατηρήσουν τη βιωσιμότητα τους για αρκετά χρόνια.

1.5. Επιδράσεις της αγριομελιτζάνας στα καλλιεργούμενα φυτά

Η αγριομελιτζάνα αποτελεί ένα από τα πιο ανταγωνιστικά ζιζάνια για αυτό προκαλεί και σοβαρές οικονομικές ζημιές σε αρκετές εαρινές καλλιέργειες. Το συγκεκριμένο ζιζάνιο μπορεί επηρεάσει αρκετά την καλλιέργεια καλαμποκιού καθώς προκαλεί μείωση παραγωγής έως και 40% (Hussain et al. 2014, Karimmojeni et al. 2010). Επίσης, οι Rezakhanlou et al. (2013) υποστηρίζουν ότι υπάρχει έντονη

αλληλεπίδραση μεταξύ παραγωγής βαμβακιού και πυκνότητας αγριομελιτζάνας δηλαδή όσο αυξάνονταν η πυκνότητα του ζιζανίου τόσο μειώνονταν η παραγωγή βαμβακιού. Ακόμη, η αγριομελιτζάνα μπορεί να προκαλέσει μέχρι και 84% απώλεια παραγωγής σε καλλιέργεια σόγιας λόγω της υψηλής ανταγωνιστικής ικανότητας που αναπτύσσει (Yousefi et al. 2012).

Οι κύριες παράγοντες που επηρεάζουν τον ανταγωνισμό των ζιζανίων και των καλλιεργειών είναι οι εξής (Ελευθεροχωρινός 2014):

- 1) το είδος ζιζανίου
- 2) η πυκνότητα ζιζανίου
- 3) η ομοιομορφία κατανομής του ζιζανίου
- 4) η διάρκεια ανταγωνισμού των ζιζανίων
- 5) το καλλιεργούμενο είδος
- 6) η ποικιλία καλλιεργούμενου είδους
- 7) η πυκνότητα καλλιεργούμενου είδους
- 8) ο τύπος εδάφους και
- 9) η λίπανση

Το ζιζάνιο της αγριομελιτζάνας είναι ένα ιδιαίτερα ανταγωνιστικό ζιζάνιο διότι φυτρώνει πολύ γρήγορα και απαιτεί αρκετό νερό και θρεπτικά για την ανάπτυξη του (Stoller and Woolley 1985). Οι Wesley et al. (1989) αναφέρουν ότι σε καλλιέργεια σόγιας το συγκεκριμένο ζιζάνιο ανταγωνίζεται έντονα την καλλιέργεια σε φως διότι μπορεί να φτάσει σε μεγάλο ύψος (έως και 1,5 m). Επιπλέον, οι Travlos et al. (2019) πραγματοποίησαν ένα πείραμα στην περιοχή του Δομοκού και διαπίστωσαν ότι η λίπανση με άζωτο συντελεί στην αύξηση του πληθυσμού αγριομελιτζάνας σε καλλιέργεια ηλίανθου. Πιο συγκεκριμένα, στα αγροτεμάχια που υπήρχε μεγαλύτερη συγκέντρωση αζώτου παρατηρήθηκε αύξηση του πληθυσμού αγριομελιτζάνας.

1.5. Επιδράσεις του τάτουλα στα καλλιεργούμενα φυτά

Ο τάτουλας αποτελεί ζιζάνιο με υψηλή ανταγωνιστική ικανότητα και προκαλεί μείωση παραγωγής σε αρκετές καλλιέργειες στην Ελλάδα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η καλλιέργεια βαμβακιού η οποία είναι πολύ ευαίσθητη στα αρχικά στάδια ανάπτυξης, πιο συγκεκριμένα τους πρώτους δύο μήνες μετά τη σπορά, και μπορεί να

παρατηρηθεί μείωση παραγωγής σε ποσοστό 10% έως 90% λόγω του ανταγωνισμού της καλλιέργειας με τον τάτουλα (Tariq et al. 2020). Οι Karimmojeni et al. (2010) βρήκαν ότι σε καλλιέργεια καλαμποκιού ο τάτουλας συνεχίζει να φυτρώνει σε μεγάλη χρονική περίοδο, επηρεάζει το καλαμπόκι στο στάδιο του γεμίσματος των σπόρων και μειώνει σημαντικά το βάρος των σπόρων του καλαμποκιού και συνεπώς μειώνει την απόδοση της καλλιέργειας. Σε άλλη έρευνα Οι Yousefi et al. (2015) αναφέρουν ότι ο τάτουλας ανταγωνίζεται διαρκώς την καλλιέργεια καλαμποκιού. Πιο συγκεκριμένα βρέθηκε ότι 4 ζιζάνια τάτουλα το τετραγωνικό μέτρο μπορούν να προκαλέσουν απώλεια παραγωγής σε ποσοστό 63% λόγω της υψηλής ανταγωνιστικής ικανότητας που παρουσιάζει το συγκεκριμένο ζιζάνιο. Επίσης, σε πείραμα των Karkanis et al. (2012) στην Κεντρική Ελλάδα σε καλλιέργεια μαϊντανού μελετήθηκε η ανταγωνιστική ικανότητα των ζιζανίων τραχύ βλήτο (*Amaranthus retroflexus* L.), στύφνος (*Solanum nigrum* L.) και τάτουλας. Βρέθηκε ότι στο αγροτεμάχιο που δεν αντιμετωπίστηκαν τα ζιζάνια για 40 μέρες μετά την εμφάνιση της καλλιέργειας παρατηρήθηκε μείωση του ξηρού βάρους του μαϊντανού σε ποσοστό 87 έως 91% λόγω του ανταγωνισμού με τα ζιζάνια. Τα αποτελέσματα του παραπάνω πειράματος έδειξαν ότι τα ζιζάνια που αναπτύσσονται στα αρχικά στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας μπορούν να μειώσουν σημαντικά το ξηρό βάρος του μαϊντανού επομένως απαιτείται η καλή και έγκαιρη αντιμετώπιση των ζιζανίων στα αρχικά στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας.

1.6 Αντιμετώπιση ζιζανίων σε καλλιέργεια φασολιού

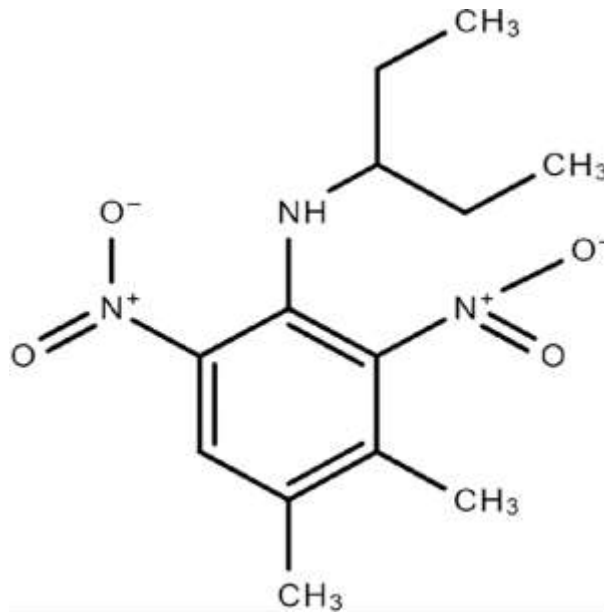
Το πρόγραμμα αντιμετώπισης των ζιζανίων βασίζεται στη χημική καταπολέμηση και στη μηχανική καταπολέμηση με σκαλίσματα ανάμεσα στις γραμμές των φυτών. Στα αρχικά στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας μπορεί να εφαρμοστεί μηχανική καταπολέμηση με τη χρήση του σκαλιστηριού με το γεωργικό ελκυστήρα. Οι Pnicksi και Enache (1992) προτείνουν μία εναλλακτική μέθοδο για τον έλεγχο των ζιζανίων σε καλλιέργεια φασολιού. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποίησαν υπολείμματα από καλλιέργεια τριφυλλιού (*Trifolium subterraneum* L.) ως εδαφοκάλυψη για τον έλεγχο των ζιζανίων εφαρμόζοντας μειωμένη κατεργασία εδάφους. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι τα υπολείμματα τριφυλλιού παρείχαν ικανοποιητική αποτελεσματικότητα στον έλεγχο των ζιζανίων μειώνοντας το νωπό τους βάρος. Επιπλέον, ένα ακόμη θετικό της συγκεκριμένης μεθόδου ήταν ότι δεν παρατηρήθηκαν

αρνητικές επιδράσεις των υπολειμμάτων τριφυλλιού στην καλλιέργεια φασολιού.

Στη χημική μέθοδο καταπολέμησης ψεκάζονται προσπαρτικά και μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα για τον έλεγχο αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων. Ορισμένα ζιζανιοκτόνα που εφαρμόζονται στη συγκεκριμένη καλλιέργεια για τον έλεγχο διαφόρων πλατύφυλλων αλλά και αγρωστωδών ζιζανίων είναι τα παρακάτω:

- ✓ pendimethalin
- ✓ bentazone
- ✓ imazamox

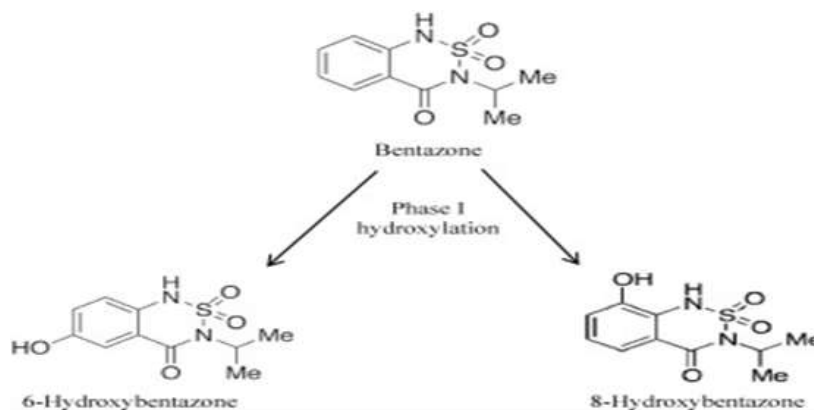
Το ζιζανιοκτόνο **pendimethalin** (Διάγραμμα 1.5.) κυκλοφορεί στη χώρα μας με αρκετά εμπορικά ονόματα. Ανήκει στη χημική ομάδα των δινιτροανιλίνων και αναστέλλει τη μίτωση με αποτέλεσμα να σταματά τις κυτταροδιαίρεσεις μέσα στο φυτό. Χαρακτηριστικά συμπτώματα είναι η διόγκωση των ριζών των ζιζανίων στη μεριστωματική περιοχή και έλλειψη σχηματισμού πλάγιων ριζών. Επίσης, ο ψεκασμός του pendimethalin γίνεται προσπαρτικά με ενσωμάτωση στο έδαφος, κινείται ελάχιστα μέσα στο φυτό και αντιμετωπίζει αγρωστώδη και πλατύφυλλα ζιζάνια (Ζιόγας και Μάρκογλου 2010). Όσον αφορά το χρόνο παραμονής του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου στο έδαφος, οι Kaur και Bhullar (2019) βρήκαν ότι ο χρόνος ημιζωής του pendimethalin στον αγρό ήταν 20,9 έως 31,3 ημέρες, ενώ οι Kočárek et al. (2018) διαπίστωσαν ότι ο χρόνος ημιζωής του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου ήταν 43 έως 44,6 ημέρες. Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin μπορεί να συνδυαστεί με άλλα ζιζανιοκτόνα. Οι Malidža et al. (1997) σε πείραμα που πραγματοποίησαν, μελέτησαν την αποτελεσματικότητα του ζιζανιοκτόνου pendimethalin σε συνδυασμό με τη δραστική ουσία linuron σε προσπαρτική εφαρμογή σε καλλιέργεια καρότου. Η εφαρμογή του pendimethalin + linuron σε δόση 1,32+0,75 kg/ha καταπολέμησε τον τάτουλα σε ποσοστό 95% όμως καταγράφηκε τοξικότητα στην καλλιέργεια καρότου σε ποσοστό 5%. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι λόγω της πολύχρονης και συχνής εφαρμογής του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου έχει παρατηρηθεί ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε ορισμένα ζιζανιοκτόνα. Σε πείραμα των Chen et al. (2018) διαπιστώθηκε ότι ένας πληθυσμός του ζιζανίου ήρα (*Lolium rigidum*) εμφανίζει διασταυρούμενη ανθεκτικότητα στο pendimethalin.



Διάγραμμα 1.5. Χημικός τύπος pendimethalin (Verma και Srivastava 2018).

Το ζιζανιοκτόνο **bentazone** είναι μη διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο επαφής και ανήκει στην ομάδα των βενζοθειαδιαζινονών (Διάγραμμα 1.6), ενώ παρεμποδίζει τη μεταφορά ηλεκτρονίων στο PS II. Το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο απορροφάτε από τα φύλλα και τις ρίζες των ζιζανίων αλλά παρουσιάζει περιορισμένη κίνηση μέσα στο φυτό και αντιμετωπίζει επιτυχώς πλατύφυλλα ζιζάνια και ορισμένα κυπεροειδή (Ζιώγας και Μάρκογλου 2010). Όσον αφορά την παραμονή του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου στο έδαφος, σύμφωνα με πείραμα των Feng et al. (2016) ο χρόνος ημιζωής του bentazone ήταν 0,5-2,4 ημέρες ενώ σε πείραμα των Sathiya Narayanan et al. (2020) βρέθηκαν σε τρία διαφορετικά pH τρεις διαφορετικοί χρόνοι ημιζωής, πιο συγκεκριμένα στο έδαφος με pH 4 καταγράφηκε χρόνος ημιζωής 1,31 και 0,5 μέρες, στο έδαφος με pH 7 βρέθηκε χρόνος ημιζωής 0,88 και 0,79 μέρες και στο έδαφος με pH 9 σημειώθηκε χρόνος ημιζωής 0,89 και 0,79 μέρες. Τέλος, οι Huber και Otto (1994) βρήκαν ότι ο χρόνος ημιζωής του bentazone ήταν από 3 μέχρι 21 μέρες. Για την καλύτερη καταπολέμηση διάφορων ζιζανίων το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο μπορεί να συνδυαστεί με άλλα ζιζανιοκτόνα. Οι Petcu et al. (2015) μελέτησαν την αποτελεσματικότητα του ζιζανιοκτόνου bentazone σε συνδυασμό με τη δραστική dicamba σε καλλιέργεια καλαμποκιού. Πιο συγκεκριμένα βρήκαν ότι η προσπαρτική εφαρμογή της δραστικής pendimethalin και η μεταφυτρωτική εφαρμογή του bentazone + dicamba αποφέρει πολύ καλά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση των ζιζανίων

Xanthium strumarium, *Solanum nigrum*, *Sinapis arvensis* με ποσοστό αποτελεσματικότητας 97%.

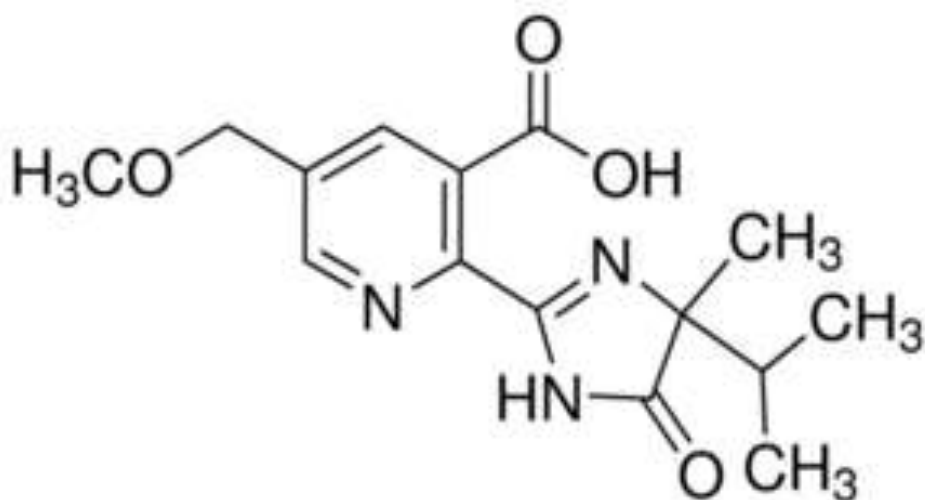


Διάγραμμα 1.6. Χημικός τύπος και μεταβολίτες του bentazone (Cho et al. 2017).

Το ζιζανιοκτόνο **imazamox** (Διάγραμμα 1.7.) έχει έγκριση σε καλλιέργειες φασολιού υπαίθρου, ηλίανθου (ποικιλίες Clearfield) σόγιας και μηδικής (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων 2020). Πρόκειται για ένα διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο που χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων. Το imazamox ανήκει στην ομάδα των ιμιδαζολινών και αναστέλλει τη δράση του ενζύμου οξικογαλακτική συνθάση (ALS), το οποίο συμμετέχει στη σύνθεση των αμινοξέων λευκίνη, βαλίνη και ισολευκίνη. Επίσης, προτείνεται ο ψεκασμός του σε ανθεκτικά στις ιμιδαζολινόνες υβρίδια καλαμποκιού ή ανθεκτικές ποικιλίες σιταριού και ρυζιού. Το κύριο σύμπτωμα που προκαλεί είναι χλώρωση στα φύλλα των ζιζανίων (Ζιώγας και Μάρκογλου 2010).

Όσον αφορά την παραμονή του ζιζανιοκτόνου imazamox στο έδαφος, σε πείραμα των Milan et al. (2017) βρέθηκε ότι ο χρόνος ημιζωής του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου ήταν 2,2 έως 3,3 μέρες σε περιοχές όπου καλλιεργείται ρύζι στην Ιταλία, ενώ οι Vischetti et al. (2002) υποστηρίζουν ότι ο χρόνος ημιζωής του κυμαίνονταν από 17,1 έως 92,4 ημέρες. Ο χρόνος ημιζωής του imazamox εξαρτάται από τη σύσταση του εδάφους. Σύμφωνα με τους Duhan et al. (2019) ο χρόνος ημιζωής του ζιζανιοκτόνου imazamox σε αργιλώδες έδαφος ήταν 23,5 με 43,3 ημέρες ενώ σε έδαφος με υψηλή περιεκτικότητα σε άμμο ο χρόνος ημιζωής ήταν 19,6 με 39,8 ημέρες. Η θερμοκρασία του εδάφους επηρεάζει την αποδόμηση του ζιζανιοκτόνου στο έδαφος. Σύμφωνα με

πείραμα των Buerge et al. (2019) το imazamox παρουσιάζει εντονότερη αποδόμηση στο έδαφος με την αύξηση της θερμοκρασίας.



Διάγραμμα 1.7. Χημικός τύπος του imazamox.

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι έχει αναπτυχθεί ανθεκτικότητα στο συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο σε διάφορους πληθυσμούς ζιζανίων. Σε πρόσφατη έρευνα, οι Milani et al. (2021) σε πείραμα που πραγματοποίησαν διαπίστωσαν ότι τρεις πληθυσμοί του ζιζανίου καραντίνας *Amaranthus palmeri* παρουσιάζουν ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα thifensulfuron-methyl και imazamox.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Πειραματικός αγρός

Πραγματοποιήθηκε σπορά φασολιού (*Phaseolus vulgaris*) στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Καλλιεργήθηκε η ποικιλία Baroma. Η σπορά έγινε με το χέρι. Διάφορες εδαφικές ιδιότητες του πειραματικού αγρού παρουσιάζονται στον πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1. Εδαφικές ιδιότητες πειραματικού αγρού.

Κοκκομετρική σύσταση και pH	Τιμές
Άμμος	38%
Ίλύς	36%
Άργιλος	26%
pH	7,4
Τύπος εδάφους	Αμμοαργιλοπηλώδες

2.2 Πειραματικό σχέδιο

Το πείραμα βασίστηκε στο σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 επαναλήψεις και 7 επεμβάσεις (Πίνακας 2.2., Εικόνα 2.2). Το εμβαδό του κάθε τεμαχίου ήταν 2 m x 3 m. Η σπορά πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 7-8 cm επί της γραμμής, 50 cm μεταξύ των γραμμών των φυτών και η ημερομηνία σποράς ήταν 25 Μαΐου του 2021. Η καλλιέργεια είχε φυτρώσει μέχρι της 4 Ιουνίου του 2021 (Εικόνα 2.1.). Στις 23 Μαΐου του 2021 έγινε εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου **pendimethalin** (Εμπορικό όνομα: **Stomp Aqua**) σε δόση 250 ml/στρέμμα. Ο ψεκασμός έγινε σε καλά ψιλοχωματισμένο έδαφος και ακολούθησε ενσωμάτωση σε βάθος 5-10 cm με ελαφρύ καλλιεργητή με το γεωργικό ελκυστήρα. Το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο εφαρμόζεται σε καλλιέργεια φασολιού για την αντιμετώπιση αγρωστωδών και πλατύφυλλων

ζιζανίων. Στις 22 Ιουνίου του 2021 έγινε ο μεταφυτρωτικός ψεκάσμος των ζιζανιοκτόνων **bentazone (Εμπορικό όνομα: Basagran® 48 SL)** σε δόση **300 ml/στρέμμα** και **bentazone/imazamox (Εμπορικό όνομα: Corum® SL)** σε δόση **150 ml/στρέμμα** όταν η καλλιέργεια φασολιού βρισκόταν στα 2-3 πραγματικά φύλλα. Τα συγκεκριμένα ζιζανιοκτόνα εφαρμόζονται σε καλλιέργεια φασολιού για την καταπολέμηση διαφόρων πλατύφυλλων ζιζανίων.



Εικόνα 2.1. Πυκνότητα της καλλιέργειας μετά το φύτεμα της καλλιέργειας.

Για τον ψεκάσμό των ζιζανιοκτόνων χρησιμοποιήθηκε ψεκαστήρας ακριβείας, με ακροφύσια σκούπας και πίεση ψεκάσμου 2,5 atm. Η άρδευση της καλλιέργειας έγινε με σύστημα καταιονισμού. Κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου στα τεμάχια του σκαλισμένου μάρτυρα έγιναν τρία σκαλίσματα, το πρώτο έγινε στις 7 Ιουνίου του 2021 (Εικόνα 2.3.) και τα άλλα δύο ανά 14 ημέρες.

Πιο αναλυτικά, οι επεμβάσεις που αξιολογήθηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα ήταν οι παρακάτω:

1. Σκαλισμένος μάρτυρας
2. Ασκάλιστος μάρτυρας

3. Εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου pendimethalin (προσπαρτικά)
4. Εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου bentazone (μεταφυτρωτικά)
5. Εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου imazamox + bentazone (μεταφυτρωτικά)
6. Εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων pendimethalin (προσπαρτικά) και bentazone (μεταφυτρωτικά)
7. Εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων pendimethalin (προσπαρτικά) και imazamox + bentazone (μεταφυτρωτικά)

Πίνακας 2.2. Πειραματικό σχέδιο τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 επαναλήψεις και 7 επεμβάσεις.

Stomp Aqua + Corum	Ασκάλιστος μάρτυρας	Basagran
Stomp Aqua + Basagran	Stomp Aqua	Corum
Stomp Aqua	Stomp Aqua + Corum	Stomp Aqua + Basagran
Σκαλισμένος μάρτυρας	Stomp Aqua + Basagran	Stomp Aqua + Corum
Basagran	Σκαλισμένος μάρτυρας	Stomp Aqua
Ασκάλιστος μάρτυρας	Corum	Σκαλισμένος μάρτυρας
Corum	Basagran	Ασκάλιστος μάρτυρας
Επανάληψη 3η	Επανάληψη 2η	Επανάληψη 1η



Εικόνα 2.2. Πειραματικός αγρός της καλλιέργειας.



Εικόνα 2.3. Σκάλισμα των τεμαχίων της επέμβασης σκαλισμένος μάρτυρας.

2.3. Μετρήσεις

Καλλιέργεια φασολιού

Κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου πραγματοποιήθηκαν τέσσερις μετρήσεις. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 30 Ιουνίου του 2021 και οι υπόλοιπες στις 13 Ιουλίου του 2021 και στις 28 Ιουλίου του 2021. Οι μετρήσεις χρονικά

πραγματοποιήθηκαν μετά τον ψεκασμό των ζιζανιοκτόνων και αφορούσαν τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης, το ύψος των φυτών, το νωπό και ξηρό βάρος των φασολιών.

- **Συγκέντρωση χλωροφύλλης:** Χρησιμοποιήθηκε το όργανο SPAD-502 chlorophyll meter (Konica Minolta Optics Inc.) με έξι μετρήσεις ανά επανάληψη και επέμβαση. Η λειτουργία του συγκεκριμένου οργάνου βασίζεται στην απορρόφηση για τον υπολογισμό της σχετικής συγκέντρωσης της χλωροφύλλης.
- **Ύψος:** Χρησιμοποιήθηκαν τρία φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο για τη μέτρηση του ύψους του φασολιού.
- **Νωπό-Ξηρό βάρος:** Πραγματοποιήθηκε κοπή τριών φυτών ανά πειραματικό τεμάχιο πάνω στη γραμμή σποράς σε απόσταση λίγων εκατοστών για τη μέτρηση του νωπού βάρους. Ακολούθησε ξήρανση των φυτών σε κλίβανο για 4 ημέρες στους 60 °C ώστε να μετρηθεί το ξηρό βάρος.
- **Απόδοση σε λοβούς:** Έγινε συγκομιδή της καλλιέργειας (12-08-2021) με το χέρι και πιο συγκεκριμένα συγκομίστηκαν φυτά φασολιού σε απόσταση 1 m πάνω στη γραμμή σποράς.

Ζιζάνια

Οι μετρήσεις αφορούσαν την καταγραφή του πληθυσμού διάφορων ζιζανίων (αγριομελιτζάνα, τάτουλας (Εικόνα 2.4), τριβόλι, αντράκλα, στύφνος και βλήτο). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας ένα τετράγωνο πλαίσιο σε επιφάνεια έκτασης 40 x 40 cm, στις 30 Ιουνίου και στις 13 Ιουλίου του 2021. Οι μετρήσεις εστιάστηκαν στις παρακάτω παραμέτρους:

- **Συνολικός πληθυσμός ζιζανίων:** Χρησιμοποιήθηκαν πλαίσια για την επισήμανση των θέσεων σε κάθε πειραματικό τεμάχιο ώστε να μετρηθεί ο πληθυσμός των ζιζανίων.
- **Συνολικό νωπό βάρος ζιζανίων:** Με τη χρήση ζυγαριάς ακριβείας μετρήθηκε το νωπό βάρος των ζιζανίων.



Εικόνα 2.4. Ζιζάνια τάτουλα και αγριομελιτζάνας στα αρχικά στάδια ανάπτυξης τους στην καλλιέργεια φασολιού.

- **Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων:** Για τη μέτρηση του ξηρού βάρους χρησιμοποιούνταν ζυγαριά ακριβείας. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε κλίβανο και παρέμειναν για 4 ημέρες στους 60 °C μέχρι την ολική ξήρανση τους.

2.4 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε η ανάλυση διασποράς. Για τις παραμέτρους όπου η ανάλυση της διασποράς φανέρωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές, πραγματοποιήθηκε σύγκριση μέσων με την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (LSD), σε ποσοστό σημαντικότητας 5%. Χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό SigmaPlot 12 (Systat Software Inc., San Jose, CA) για πραγματοποίηση όλων των στατιστικών αναλύσεων.

Κεφάλαιο 3. Αποτελέσματα

3.1. Τιμές SPAD των φύλλων του φασολιού

1^η Μέτρηση

Κατά την πρώτη μέτρηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης των φυτών του φασολιού δεν καταγράφηκαν μεγάλες διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων του πειράματος. Πιο συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη τιμή SPAD βρέθηκε στο σκαλισμένο μάρτυρα με 41,40 και μικρότερη τιμή SPAD καταγράφηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα με 39,20 (Πίνακας 3.1) η οποία διέφερε στατιστικώς σημαντικά με όλες τις άλλες επεμβάσεις με εξαίρεση τις επεμβάσεις bentazone και bentazone/imazamox.

Πίνακας 3.1. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στις τιμές SPAD στην 1^η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Τιμές SPAD
Ασκάλιστος μάρτυρας	38,20 b
Σκαλισμένος μάρτυρας	41,40 a
Pendimethalin	40,97 a
Bentazone	39,30 ab
Bentazone/imazamox	39,77 ab
Pendimethalin+bentazone	41,20 a
Pendimethalin+bentazone/imazamox	40,20 a
LSD _{5%}	1,645
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	4,682
Τιμή P	0,011
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

2^η Μέτρηση

Κατά τη δεύτερη μέτρηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης των φυτών φασολιού παρατηρείται μία μικρή αύξηση στις τιμές των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων **bentazone/imazamox** και **pendimethalin** σε σχέση με τον ασκάλιστο μάρτυρα. Στο σκαλισμένο μάρτυρα καταγράφηκε παρόμοια τιμή SPAD σε σχέση με την πρώτη μέτρηση. Τα ποσοστά αύξησης της χλωροφύλλης των φυτών του φασολιού σε σχέση με τον ασκάλιστο μάρτυρα ήταν 16,6% στο σκαλισμένο μάρτυρα, 12,6% στο pendimethalin, 12,5% στο bentazone, 19,5% στο bentazone/ imazamox και 16,2% στο αγροτεμάχιο που εφαρμόστηκε προσπαρτικά το pendimethalin και μεταφυτρωτικά το bentazone/imazamox (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στις τιμές SPAD στην 2^η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Τιμές SPAD
Ασκάλιστος μάρτυρας	35,57 b
Σκαλισμένος μάρτυρας	41,48 a
Pendimethalin	40,07 a
Bentazone	40,00 a
Bentazone/imazamox	42,50 a
Pendimethalin+bentazone	41,10 a
Pendimethalin+bentazone/imazamox	41,33 a
LSD _{5%}	3,129
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	4,929
Τιμή P	0,010
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

3^η Μέτρηση

Κατά την τρίτη μέτρηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης των φυτών φασολιού καταγράφηκαν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων σε σχέση με τον ασκάλιστο μάρτυρα. Στο σκαλισμένο μάρτυρα παρατηρήθηκε αύξηση στην τιμή της συγκέντρωσης χλωροφύλλης σε ποσοστό 8,4% σε σχέση με τη δεύτερη μέτρηση. Η μέγιστη τιμή SPAD καταγράφηκε στο σκαλισμένο μάρτυρα (44,97) και η ελάχιστη στον ασκάλιστο μάρτυρα (Πίνακας 3.3) η οποία διέφερε στατιστικώς σημαντικά με όλες τις υπόλοιπες επεμβάσεις.

Πίνακας 3.3. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στις τιμές SPAD στην 3η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Τιμές SPAD
Ασκάλιστος μάρτυρας	35,73 c
Σκαλισμένος μάρτυρας	44,97 a
Pendimethalin	39,87 b
Bentazone	43,93 a
Bentazone/imazamox	42,87 a
Pendimethalin+bentazone	44,03 a
Pendimethalin+bentazone/imazamox	44,37 a
LSD _{5%}	2,432
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	17,764
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

3.2 Ύψος φυτών φασολιού

1η Μέτρηση

Στην αρχική μέτρηση των φυτών φασολιού υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των υπόλοιπων επεμβάσεων του πειράματος. Το μεγαλύτερο ύψος φυτών φασολιού (12,22 cm) καταγράφηκε στο αγροτεμάχιο που ψεκάστηκε το pendimethalin λόγω της μειωμένης εμφάνισης ζιζανίων και το μικρότερο ύψος φυτών φασολιού (9,22 cm) καταγράφηκε στο αγροτεμάχιο που δεν σκαλίστηκε σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Πίνακας 3.4).

Πίνακας 3.4. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο ύψος φυτών φασολιού στην 1η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Ύψος φυτών φασολιού (cm)
Ασκάλιστος μάρτυρας	9,22 c
Σκαλισμένος μάρτυρας	12,11 a
Pendimethalin	12,22 a
Bentazone	10,56 b
Bentazone/imazamox	10,33 b
Pendimethalin+bentazone	12,33 a
Pendimethalin+bentazone/imazamox	12,00 a
LSD _{5%}	1,212
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	9,540
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

2^η Μέτρηση

Κατά τη δεύτερη μέτρηση καταγράφηκε αύξηση του ύψους των φυτών σε όλα τα πειραματικά τεμάχια. Στο αγροτεμάχιο της επέμβασης pendimethalin+bentazone καταγράφηκε μεγαλύτερο ύψος κατά 31,3% σε σχέση με τον ασκάλιστο μάρτυρα, ενώ το μικρότερο ποσοστό αύξησης του ύψους φασολιών καταγράφηκε στο πειραματικό τεμάχιο που ψεκάστηκε το pendimethalin (13,8%) λόγω της μη καταπολέμησης των ζιζανίων τάτουλα και αγριομελιτζάνα που ανταγωνίζονται σε μεγάλο βαθμό την καλλιέργεια (Πίνακας 3.5).

Πίνακας 3.5. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο ύψος φυτών φασολιού στην 2η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Ύψος φυτών φασολιού (cm)
Ασκάλιστος μάρτυρας	12,78 c
Σκαλισμένος μάρτυρας	16,78 a
Pendimethalin	14,55 bc
Bentazone	15,67 ab
Bentazone/imazamox	16,78 a
Pendimethalin+bentazone	17,00 a
Pendimethalin+bentazone/imazamox	16,11 ab
LSD _{5%}	1,957
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	5,793
Τιμή P	0,005
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

3η Μέτρηση

Κατά την τρίτη μέτρηση παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων και του σκαλισμένου μάρτυρα σε σχέση με τον ασκάλιστο μάρτυρα. Το μεγαλύτερο ύψος φυτών φασολιού που καταγράφηκε ήταν 44,89 cm και σημειώθηκε στο σκαλισμένο μάρτυρα, ενώ το μικρότερο ύψος ήταν 17,67 cm και σημειώθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα λόγω του μεγάλου ανταγωνισμού με τα ζιζάνια (Πίνακας 3.6). Η επέμβαση του ζιζανιοκτόνου pendimethalin διέφερε στατιστικώς σημαντικά με όλες τις υπόλοιπες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων.

Πίνακας 3.6. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο ύψος φυτών φασολιού στην 3η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Ύψος φυτών φασολιού (cm)
Ασκάλιστος μάρτυρας	17,67 c
Σκαλισμένος μάρτυρας	44,89 a
Pendimethalin	25,44 b
Bentazone	43,03 a
Bentazone/imazamox	42,56 a
Pendimethalin+bentazone	45,11 a
Pendimethalin+bentazone/imazamox	44,67 a
LSD _{5%}	2,589
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	179,139
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

4η Μέτρηση

Κατά την τέταρτη μέτρηση του ύψους φυτών βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των υπόλοιπων επεμβάσεων. Τα ζιζάνια επηρέασαν το ύψος της καλλιέργειας στο αγροτεμάχιο που δεν σκαλίστηκε σε όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας. Οι μετρήσεις έδειξαν ότι στις επεμβάσεις του σκαλισμένου μάρτυρα, pendimethalin+bentazone/imazamox και του pendimethalin+bentazone καταγράφηκε το μέγιστο ύψος φασολιού με τιμή >53 cm λόγω της αποτελεσματικής αντιμετώπισης των ζιζανίων (Πίνακας 3.7).

Πίνακας 3.7. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο ύψος φυτών φασολιού στην 4η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Ύψος φυτών φασολιού (cm)
Ασκάλιστος μάρτυρας	33,67 d
Σκαλισμένος μάρτυρας	54,44 a
Pendimethalin	41,89 c
Bentazone	47,89 b
Bentazone/imazamox	48,00 b
Pendimethalin+bentazone	54,40 a
Pendimethalin+bentazone/imazamox	53,44 a
LSD _{5%}	5,030
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	22,187
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

3.3 Νωπό βάρος φασιολιού

1η Μέτρηση

Στην αρχική μέτρηση της νωπής βιομάζας παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στον ασκάλιστο μάρτυρα και στις υπόλοιπες επεμβάσεις. Οι μετρήσεις έδειξαν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αύξησης του νωπού βάρους σε σχέση με τον ασκάλιστο μάρτυρα ήταν στο σκαλισμένο μάρτυρα με 85,8%, ενώ το μικρότερο ποσοστό αύξησης του νωπού βάρους ήταν στην επέμβαση του bentazone/imazamox με 0,08% (Πίνακας 3.8).

Πίνακας 3.8. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο νωπό βάρος φασιολιού στην 1η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος φασιολιού (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	83,46 d
Σκαλισμένος μάρτυρας	155,10 a
Pendimethalin	128,01 b
Bentazone	103,94 c
Bentazone/imazamox	90,42 d
Pendimethalin+bentazone	136,47 b
Pendimethalin+bentazone/imazamox	130,12 b
LSD _{5%}	12,658
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	40,645
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

2η Μέτρηση

Στη δεύτερη μέτρηση σημειώθηκε μεγάλη αύξηση του νωπού βάρους των φυτών του φασολιού σε σύγκριση με την πρώτη μέτρηση και παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των υπόλοιπων μεταχειρίσεων. Οι μετρήσεις έδειξαν ότι η μεγαλύτερη αύξηση νωπού βάρους σε σχέση με την αρχική μέτρηση σημειώθηκε στο αγροτεμάχιο που εφαρμόστηκε το bentazone ενώ η μικρότερη αύξηση νωπού βάρους στον ασκάλιστο μάρτυρα (Πίνακας 3.9). Στο σκαλισμένο μάρτυρα το νωπό βάρος ήταν περίπου 3,3 φορές μεγαλύτερο σε σχέση με τον ασκάλιστο μάρτυρα.

Πίνακας 3.9. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο νωπό βάρος φασολιού στην 2η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος φασολιού (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	140,52 c
Σκαλισμένος μάρτυρας	468,84 a
Pendimethalin	264,25 b
Bentazone	425,24 a
Bentazone/imazamox	390,69 a
Pendimethalin+bentazone	442,75 a
Pendimethalin+bentazone/imazamox	431,25 a
LSD _{5%}	108,517
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	11,562
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

3η Μέτρηση

Στην τρίτη μέτρηση υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στο σκαλισμένο μάρτυρα και στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Τα ποσοστά αύξησης σε σχέση με τον ασκάλιστο μάρτυρα ήταν περίπου 491% για το σκαλισμένο μάρτυρα, 117% για την επέμβαση του pendimethalin, 361% για το bentazone, 380% για το bentazone/imazamox, 499% για το pendimethalin+bentazone και 484% για το αγροτεμάχιο που ψεκάστηκε με το pendimethalin+bentazone/imazamox (Πίνακας 3.10).

Πίνακας 3.10. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο νωπό βάρος φασολιού στην 3η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος φασολιού (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	422,96 d
Σκαλισμένος μάρτυρας	2501,40 a
Pendimethalin	917,77 c
Bentazone	1950,78 b
Bentazone/imazamox	2030,77 b
Pendimethalin+bentazone	2534,25 a
Pendimethalin+bentazone/imazamox	2469,05 a
LSD _{5%}	354,99
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	53,014
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

4η Μέτρηση

Κατά την τελευταία μέτρηση παρατηρήθηκε αρκετά μεγάλη αύξηση του νωπού βάρους του φασιολιού σε όλες τις καλλιεργητικές επεμβάσεις σε σχέση με την προηγούμενη μέτρηση. Πιο συγκεκριμένα, στον ασκάλιστο μάρτυρα υπήρχε αύξηση του νωπού βάρους σε ποσοστό περίπου 37% σε σχέση με την τρίτη μέτρηση, στο σκαλισμένο μάρτυρα 78%, στο pendimethalin 26%, στο bentazone 83%, στο bentazone/imazamox 65%, στο pendimethalin+bentazone 74% και στην επέμβαση του pendimethalin+bentazone/imazamox 75% (Πίνακας 3.11). Τέλος, σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων pendimethalin+bentazone και pendimethalin+bentazone/imazamox και όλων των άλλων επεμβάσεων.

Πίνακας 3.11. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο νωπό βάρος φασιολιού στην 4η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος φασιολιού (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	577,63 d
Σκαλισμένος μάρτυρας	4459,34 a
Pendimethalin	1152,84 c
Bentazone	3567,89 b
Bentazone/imazamox	3353,62 b
Pendimethalin+bentazone	4398,92 a
Pendimethalin+bentazone/imazamox	4332,90 a
LSD _{5%}	345,277
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	205,93
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

3.4. Ξηρό βάρος φασολιού

1η Μέτρηση

Κατά την πρώτη μέτρηση για το ξηρό βάρος του φασολιού καταγράφηκαν διαφορές ανάμεσα στο σκαλισμένο μάρτυρα και στις υπόλοιπες επεμβάσεις. Η μέγιστη τιμή νωπού βάρους καταγράφηκε στο σκαλισμένο μάρτυρα (31,06 kg/στρέμμα) και η ελάχιστη τιμή (17,68 kg/στρέμμα) στον τεμάχιο που αφέθηκε ασκάλιστο σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Πίνακας 3.12).

Πίνακας 3.12. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο ξηρό βάρος φασολιού στην 1η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος φασολιού (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	17,68 c
Σκαλισμένος μάρτυρας	31,06 a
Pendimethalin	23,89 b
Bentazone	20,25 bc
Bentazone/imazamox	18,29 c
Pendimethalin+bentazone	25,39 b
Pendimethalin+bentazone/imazamox	24,96 b
LSD _{5%}	5,719
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	6,449
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

2η Μέτρηση

Στη δεύτερη μέτρηση του ξηρού βάρους των φυτών του φασολιού καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των υπόλοιπων μεταχειρίσεων. Σύμφωνα με τις μετρήσεις που καταγράφηκαν τα ποσοστά αύξησης του ξηρού βάρους των φασολιών σε σχέση με τον ασκάλιστο μάρτυρα ήταν 216% για το σκαλισμένο μάρτυρα, 97% για το pendimethalin, 179% για το bentazone, 186% για το bentazone/imazamox, 209% για το pendimethalin+bentazone και 202% για το αγροτεμάχιο που ψεκάστηκε το pendimethalin+bentazone/imazamox (Πίνακας 3.13).

Πίνακας 3.13. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο ξηρό βάρος φασολιού στην 2η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος φασολιού (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	20,48 d
Σκαλισμένος μάρτυρας	64,80 a
Pendimethalin	40,44 bc
Bentazone	57,06 ac
Bentazone/imazamox	58,50 a
Pendimethalin+bentazone	63,38 a
Pendimethalin+bentazone/imazamox	61,82 a
LSD _{5%}	17,198
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	8,473
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

3η Μέτρηση

Κατά την τρίτη μέτρηση του ξηρού βάρους φυτών φασολιού υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές του σκαλισμένου μάρτυρα και των επεμβάσεων που ψεκάστηκαν τα ζιζανιοκτόνα σε σχέση με το σκαλισμένο μάρτυρα. Η μεγαλύτερη τιμή του ξηρού βάρους ήταν 370,54 kg/στρέμμα και παρατηρήθηκε στο σκαλισμένο μάρτυρα ενώ η ελάχιστη τιμή του ξηρού βάρους ήταν 56,13 kg/στρέμμα και βρέθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα (Πίνακας 3.14). Τέλος, παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ζιζανιοκτόνων pendimethalin+bentazone και pendimethalin+bentazone/imazamox και των άλλων ζιζανιοκτόνων.

Πίνακας 3.14. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο ξηρό βάρος φασολιού στην 3η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος φασολιού (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	56,13d
Σκαλισμένος μάρτυρας	394,59 a
Pendimethalin	133,76 c
Bentazone	292,30 b
Bentazone/imazamox	307,18 b
Pendimethalin+bentazone	370,54 a
Pendimethalin+bentazone/imazamox	362,81 a
LSD _{5%}	47,051
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	71,710
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

4η Μέτρηση

Κατά την τέταρτη μέτρηση του ξηρού βάρους του φασολιού παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στο σκαλισμένο μάρτυρα και στις υπόλοιπες επεμβάσεις. Επίσης, καταγράφηκαν διαφορετικά ποσοστά αύξησης μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων, του σκαλισμένου μάρτυρα σε σχέση με τον ασκάλιστο μάρτυρα. Τα ποσοστά αύξησης του ξηρού βάρους του φασολιού σε σύγκριση με τον ασκάλιστο μάρτυρα ήταν περίπου 701% για το σκαλισμένο μάρτυρα, 86% για τη μεταχείριση που ψεκάστηκε το pendimethalin, 526% για το bentazone, 478% για το Bentazone/imazamox, 720% Pendimethalin+bentazone και 663% για το Pendimethalin+bentazone/imazamox (Πίνακας 3.15).

Πίνακας 3.15. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο ξηρό βάρος φασολιού στην 4η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος φασολιού (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	113,30 d
Σκαλισμένος μάρτυρας	907,68 a
Pendimethalin	211,06 c
Bentazone	708,85 b
Bentazone/imazamox	654,91 b
Pendimethalin+bentazone	928,92 a
Pendimethalin+bentazone/imazamox	864,73 a
LSD _{5%}	107,157
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	92,446
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

3.5. Αριθμός λοβών ανά φυτό φασολιού

Στη μέτρηση του αριθμού λοβών ανά φυτό φασολιού υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των υπόλοιπων επεμβάσεων. Ο μεγαλύτερος μέσος αριθμός λοβών φασολιού (19,33) καταγράφηκε στο αγροτεμάχιο που έγινε εφαρμογή του pendimethalin+bentazone και ο μικρότερος μέσος αριθμός λοβών ανά φυτό (4,67) φασολιού στον ασκάλιστο μάρτυρα λόγω του έντονου ανταγωνισμού των ζιζανίων με την καλλιέργεια (Πίνακας 3.16). Τέλος, παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ζιζανιοκτόνων pendimethalin+bentazone και pendimethalin+bentazone/imazamox και των άλλων ζιζανιοκτόνων.

Πίνακας 3.16. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στον αριθμό λοβών ανά φυτών φασολιού.

Επεμβάσεις	Αριθμός λοβών ανά φυτό
Ασκάλιστος μάρτυρας	4,67 d
Σκαλισμένος μάρτυρας	20,00 a
Pendimethalin	10,33 c
Bentazone	16,00 b
Bentazone/imazamox	15,33 b
Pendimethalin+bentazone	19,33 a
Pendimethalin+bentazone/imazamox	19,00 a
LSD _{5%}	2,866
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	36,495
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

3.6. Απόδοση καλλιέργειας φασολιού

Στη μέτρηση της απόδοσης της καλλιέργειας φασολιού παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων. Η μέγιστη παραγωγή καταγράφηκε στο σκαλισμένο μάρτυρα και ήταν 1083,99 kg/στρέμμα λόγω της μειωμένης εμφάνισης των ζιζανίων στο συγκεκριμένο αγροτεμάχιο, ενώ η ελάχιστη παραγωγή ήταν 258,06 kg/στρέμμα και καταγράφηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα. Ικανοποιητική παραγωγή (1040,13 kg/στρέμμα) καταγράφηκε στο αγροτεμάχιο που ψεκάστηκε το pendimethalin+bentazone (Πίνακας 3.17). Τέλος, παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ζιζανιοκτόνων pendimethalin+bentazone και pendimethalin+bentazone/imazamox και των άλλων ζιζανιοκτόνων.

Πίνακας 3.17. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στην απόδοση φασολιού.

Επεμβάσεις	Απόδοση (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	258,06 e
Σκαλισμένος μάρτυρας	1083,99 a
Pendimethalin	355,19 d
Bentazone	917,50 c
Bentazone/imazamox	895,86 c
Pendimethalin+bentazone	1040,13 ab
Pendimethalin+bentazone/imazamox	993,84 b
LSD _{5%}	58,430
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	319,813
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

3.7. Συνολικός αριθμός ζιζανίων

1η Μέτρηση

Κατά την πρώτη μέτρηση των ζιζανίων παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων. Στο αγροτεμάχιο που δεν σκαλίστηκε σε όλη την καλλιεργητική περίοδο καταγράφηκαν 114,79 ζιζάνια το τετραγωνικό μέτρο, ενώ στο σκαλισμένο μάρτυρα δεν καταγράφηκαν ζιζάνια λόγω του συνεχούς σκαλίσματος της καλλιέργειας. Στο αγροτεμάχιο που ψεκάστηκε το bentazone καταγράφηκε ο μεγαλύτερος αριθμός ζιζανίων σε σύγκριση με τις επεμβάσεις των υπόλοιπων ζιζανιοκτόνων (Πίνακας 3.18).

Πίνακας 3.18. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο συνολικό αριθμό ζιζανίων στην 1η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Συνολικός αριθμός ζιζανίων (no/m ²)
Ασκάλιστος μάρτυρας	114,79 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	0 c
Pendimethalin	30,38 c
Bentazone	59,38 b
Bentazone/imazamox	66,25 b
Pendimethalin+bentazone	5,00 c
Pendimethalin+bentazone/imazamox	4,38 c
LSD _{5%}	54,468
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	5,784
Τιμή P	0,005
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

2η Μέτρηση

Κατά τη δεύτερη μέτρηση ο μεγαλύτερος αριθμός ζιζανίων το τετραγωνικό μέτρο σημειώθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα, ενώ ο μικρότερος αριθμός στο σκαλισμένο αγροτεμάχιο. Το αγροτεμάχιο που εφαρμόστηκε το bentazone είχε το μεγαλύτερο αριθμό ζιζανίων σε σχέση με τα υπόλοιπες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων. Αντίθετα το pendimethalin+bentazone είχε το μικρότερο αριθμό ζιζανίων επομένως και τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα κατά των ζιζανίων (Πίνακας 3.19).

Πίνακας 3.19. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο συνολικό αριθμό ζιζανίων στην 2η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Συνολικός αριθμός ζιζανίων (no/m ²)
Ασκάλιστος μάρτυρας	106,25 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	0 c
Pendimethalin	25,38 c
Bentazone	49,38 b
Bentazone/imazamox	46,67 b
Pendimethalin+bentazone	2,92 c
Pendimethalin+bentazone/imazamox	4,38 c
LSD _{5%}	33,988
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	12,116
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

3.8. Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων

1η Μέτρηση

Κατά την πρώτη μέτρηση του συνολικού ξηρού βάρους των ζιζανίων των φυτών φασολιού καταγράφηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στον ασκάλιστο μάρτυρα και στις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων. Οι μετρήσεις έδειξαν ότι η μείωση του συνολικού ξηρού βάρους ζιζανίων σε σχέση με τον ασκάλιστο μάρτυρα ήταν 78% για την επέμβαση του pendimethalin, 81% για το bentazone, 87% για το bentazone/imazamox, 96% για το pendimethalin+bentazone και 79% για το pendimethalin+bentazone/imazamox (Πίνακας 3.20).

Πίνακας 3.20. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων στην 1η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	111,52 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	0 b
Pendimethalin	24,39 b
Bentazone	21,36 b
Bentazone/imazamox	14,66 b
Pendimethalin+bentazone	4,28 b
Pendimethalin+bentazone/imazamox	3,03 b
LSD _{5%}	39,79
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	9,136
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

2η Μέτρηση

Κατά τη δεύτερη μέτρηση το μεγαλύτερο ξηρό βάρος ζιζανίων (392,75 kg/στρέμμα) ήταν στον ασκάλιστο μάρτυρα, ενώ το μικρότερο ξηρό βάρος (1,48 kg/στρέμμα) σημειώθηκε στο αγροτεμάχιο που ψεκάστηκε το pendimethalin+bentazone. Σύμφωνα με τις μετρήσεις τα παραπάνω ζιζανιοκτόνα είχαν τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα κατά των ζιζανίων. Τέλος, στη δεύτερη μέτρηση καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στον ασκάλιστο μάρτυρα και τις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (Πίνακας 3.21).

Πίνακας 3.21. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων στην 2η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	392,75 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	0 d
Pendimethalin	115,90 b
Bentazone	65,16 c
Bentazone/imazamox	48,28 c
Pendimethalin+bentazone	1,48 d
Pendimethalin+bentazone/imazamox	8,70 d
LSD _{5%}	37,335
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	133,089
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

3.9. Αριθμός φυτών αγριομελιτζάνας

1η Μέτρηση

Κατά την πρώτη μέτρηση του αριθμού φυτών αγριομελιτζάνας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στον ασκάλιστο μάρτυρα και στις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (Πίνακας 3.22).

Πίνακας 3.22. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο αριθμό φυτών της αγριομελιτζάνας στην 1η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Αριθμός φυτών αγριομελιτζάνας (no/m ²)
Ασκάλιστος μάρτυρας	5,00
Σκαλισμένος μάρτυρας	0
Pendimethalin	4,17
Bentazone	12,50
Bentazone/imazamox	4,17
Pendimethalin+bentazone	4,17
Pendimethalin+bentazone/imazamox	2,50
LSD _{5%}	-
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	1,419
Τιμή P	0,285
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

2η Μέτρηση

Κατά τη δεύτερη μέτρηση του αριθμού φυτών της αγριομελιτζάνας παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στον ασκάλιστο μάρτυρα και τις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων bentazone, bentazone/imazamox,

pendimethalin+bentazone και pendimethalin+bentazone/imazamox. Τα ποσοστά μείωσης του αριθμού των ζιζανίων σε σύγκριση με τον ασκάλιστο μάρτυρα ήταν 77% για το αγροτεμάχιο που ψεκάστηκε το bentazone, 47% για το bentazone/imazamox, 83% για το pendimethalin+bentazone και 50% για το pendimethalin+bentazone/imazamox (Πίνακας 3.23).

Πίνακας 3.23. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο αριθμό φυτών της αγριομελιτζάνας στην 2η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Αριθμός φυτών αγριομελιτζάνας (no/m ²)
Ασκάλιστος μάρτυρας	5,00 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	0 c
Pendimethalin	5,00 a
Bentazone	1,17 c
Bentazone/imazamox	2,67 abc
Pendimethalin+bentazone	0,83 c
Pendimethalin+bentazone/imazamox	2,50 bc
LSD _{5%}	2,340
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	6,739
Τιμή P	0,003
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

3.10. Ξηρό βάρος αγριομελιτζάνας

1η Μέτρηση

Κατά την πρώτη μέτρηση του ξηρού βάρους της αγριομελιτζάνας υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στον ασκάλιστο μάρτυρα και στις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων. Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος αγριομελιτζάνας (19,11 kg/στρέμμα) σημειώθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα, ενώ το μικρότερο ξηρό βάρος αγριομελιτζάνας καταγράφηκε στο αγροτεμάχιο που ψεκάστηκαν τα ζιζανιοκτόνα pendimethalin+bentazone/imazamox (Πίνακας 3.24).

Πίνακας 3.24. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο ξηρό βάρος της αγριομελιτζάνας στην 1η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος αγριομελιτζάνας (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	19,11 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	0 c
Pendimethalin	14,51 b
Bentazone	5,31 c
Bentazone/imazamox	5,21 c
Pendimethalin+bentazone	4,15 c
Pendimethalin+bentazone/imazamox	2,70 c
LSD _{5%}	6,057
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	12,253
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

2η Μέτρηση

Κατά τη δεύτερη μέτρηση του ξηρού βάρους της αγριομελιτζάνας καταγράφηκε μείωση του ξηρού βάρους της αγριομελιτζάνας στις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων σε σύγκριση με τον ασκάλιστο μάρτυρα. Τα ποσοστά μείωσης ήταν 14% για το αγροτεμάχιο που εφαρμόστηκε το pendimethalin, 97% για το bentazone, 91% για το bentazone/imazamox, 99% για το pendimethalin+bentazone και 91% για το pendimethalin+bentazone/imazamox. Τέλος, σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αναμεσα στον ασκάλιστο μάρτυρα και στις μεταχειρίσεις των ζιζανιοκτόνων (Πίνακας 3.25).

Πίνακας 3.25. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο ξηρό βάρος της αγριομελιτζάνας στην 2η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος αγριομελιτζάνας (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	93,95 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	0 b
Pendimethalin	80,10 a
Bentazone	2,36 b
Bentazone/imazamox	8,12 b
Pendimethalin+bentazone	1,02 b
Pendimethalin+bentazone/imazamox	8,40 b
LSD _{5%}	23,524
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	28,404
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

3.11. Αριθμός φυτών τάτουλα

1η Μέτρηση

Κατά την αρχική μέτρηση του αριθμού φυτών τάτουλα παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των υπόλοιπων επεμβάσεων. Ο μεγαλύτερος αριθμός φυτών τάτουλα καταγράφηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα, ενώ ο μικρότερος στα αγροτεμάχια που ψεκάστηκαν τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox. (Πίνακας 3.26).

Πίνακας 3.26. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στον αριθμό φυτών τάτουλα στην 1η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Αριθμός φυτών τάτουλα (no/m ²)
Ασκάλιστος μάρτυρας	15,00 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	0 b
Pendimethalin	14,17 a
Bentazone	1,04 b
Bentazone/imazamox	1,67 b
Pendimethalin+bentazone	0 b
Pendimethalin+bentazone/imazamox	0,83 b
LSD _{5%}	11,804
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	3,150
Τιμή P	0,043
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

2η Μέτρηση

Στη δεύτερη μέτρηση του αριθμού ζιζανίων τάτουλα στον ασκάλιστο μάρτυρα σημειώθηκαν 11,67 φυτά τάτουλα το τετραγωνικό ενώ στο αγροτεμάχιο που ψεκάστηκε το pendimethalin 11,00 φυτά το τετραγωνικό μέτρο. Στις υπόλοιπες επεμβάσεις δεν καταγράφηκαν φυτά του τάτουλα. Τέλος, στη συγκεκριμένη μέτρηση υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα ή του pendimethalin σε σύγκριση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις (Πίνακας 3.27).

Πίνακας 3.27. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στον αριθμό φυτών τάτουλα στην 2η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Αριθμός φυτών τάτουλα (no/m ²)
Ασκάλιστος μάρτυρας	11,67 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	0 b
Pendimethalin	11,00 a
Bentazone	0 b
Bentazone/imazamox	0 b
Pendimethalin+bentazone	0 b
Pendimethalin+bentazone/imazamox	0 b
LSD _{5%}	4,193
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	10,589
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

3.12. Ξηρό βάρος τάτουλα

1η Μέτρηση

Κατά την πρώτη μέτρηση του ξηρού βάρους τάτουλα υπήρχαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στον ασκάλιστο μάρτυρα και τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος τάτουλα παρατηρήθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα, ενώ το μικρότερο στα αγροτεμάχια όπου εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox (Πίνακας 3.28).

Πίνακας 3.28. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο ξηρό βάρος του τάτουλα στην 1η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος τάτουλα (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	4,85 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	0 b
Pendimethalin	3,82 a
Bentazone	0,19 b
Bentazone/imazamox	0,38 b
Pendimethalin+bentazone	0,00 b
Pendimethalin+bentazone/imazamox	0,05 b
LSD _{5%}	3,346
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	3,671
Τιμή P	0,026
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

2η Μέτρηση

Κατά τη δεύτερη μέτρηση σημειώθηκε μείωση του ξηρού βάρους τάτουλα στην επέμβαση του pendimethalin σε σχέση με το αγροτεμάχιο που δεν σκαλίστηκε σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Το ποσοστό μείωσης στη μεταχείριση του pendimethalin ήταν 15%. Σε όλες τις υπόλοιπες επεμβάσεις το ξηρό βάρος τάτουλα ήταν μηδαμινό (Πίνακας 3.29).

Πίνακας 3.29. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο ξηρό βάρος του τάτουλα στην 2η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος τάτουλα (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	20,10 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	0 b
Pendimethalin	17,17 a
Bentazone	0 b
Bentazone/imazamox	0 b
Pendimethalin+bentazone	0 b
Pendimethalin+bentazone/imazamox	0 b
LSD_{5%}	3,578
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	61,844
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

3.13. Αριθμός φυτών τριβολιού

1η Μέτρηση

Κατά την πρώτη μέτρηση του αριθμού φυτών του τριβολιού ανά τετραγωνικό μέτρο υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στο σκαλισμένο μάρτυρα και

στα πειραματικά τεμάχια που εφαρμόστηκαν τα ζιζανιοκτόνα. Ο μεγαλύτερος αριθμός φυτών του τριβολιού σημειώθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα και ο μικρότερος αριθμός φυτών του τριβολιού στην επέμβαση pendimethalin+bentazone (Πίνακας 3.30).

Πίνακας 3.30. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στον αριθμό φυτών του τριβολιού στην 1η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Αριθμός φυτών τριβολιού (no/m ²)
Ασκάλιστος μάρτυρας	73,96 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	0 cd
Pendimethalin	12,04 bc
Bentazone	38,54 bd
Bentazone/imazamox	43,75 b
Pendimethalin+bentazone	0,83 c
Pendimethalin+bentazone/imazamox	1,04 bc
LSD _{5%}	42,799
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	4,215
Τιμή P	0,016
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

2η Μέτρηση

Στη δεύτερη μέτρηση παρατηρήθηκαν μειώσεις της πυκνότητας του τριβολιού στις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων σε σχέση με τον ασκάλιστο μάρτυρα. Τα ποσοστά μείωσης του αριθμού του τριβολιού ήταν: 86% για την επέμβαση pendimethalin, 38% για το bentazone, 49% για το bentazone/imazamox, 97% για το

pendimethalin+bentazone και 98% για το pendimethalin+bentazone/imazamox. Τέλος, σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στο σκαλισμένο μάρτυρα και τις μεταχειρίσεις των ζιζανιοκτόνων (Πίνακας 3.31).

Πίνακας 3.31. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στον αριθμό ζιζανίων φυτών του τριβολιού στην 2η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Αριθμός φυτών τριβολιού (no/m ²)
Ασκάλιστος μάρτυρας	65,63 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	0 c
Pendimethalin	9,38 c
Bentazone	40,63 ab
Bentazone/imazamox	33,33 b
Pendimethalin+bentazone	2,08 c
Pendimethalin+bentazone/imazamox	1,04 c
LSD _{5%}	26,629
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	8,608
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

3.14. Ξηρό βάρος τριβολιού

1η Μέτρηση

Κατά την πρώτη μέτρηση του ξηρού βάρους του τριβολιού υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και των μεταχειρίσεων των ζιζανιοκτόνων. Τα ποσοστά μείωσης του ξηρού βάρους του τριβολιού σε σύγκριση με

τον ασκάλιστο μάρτυρα ήταν 88% για pendimethalin, 72% για το bentazone, 86% για το bentazone/imazamox, 100% για το pendimethalin+bentazone και 99% για το pendimethalin+bentazone/imazamox (Πίνακας 3.32).

Πίνακας 3.32. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο ξηρό βάρος του τριβολιού στην 1η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος τριβολιού (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	48,56 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	0 b
Pendimethalin	6,06 b
Bentazone	13,75 b
Bentazone/imazamox	6,72 b
Pendimethalin+bentazone	0,13 b
Pendimethalin+bentazone/imazamox	0,28 b
LSD _{5%}	11,643
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	21,187
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

2η Μέτρηση

Στη δεύτερη μέτρηση το μέγιστο ξηρό βάρος (219,09 kg/στρέμμα) τριβολιού σημειώθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα, ενώ το ελάχιστο (0,30 kg/στρέμμα) στο αγροτεμάχιο που ψεκάστηκε το pendimethalin+bentazone/imazamox. Τέλος,

παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στο ασκάλιστο αγροτεμάχιο και στα τεμάχια που ψεκάστηκαν τα ζιζανιοκτόνα (Πίνακας 3.33).

Πίνακας 3.33. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στο ξηρό βάρος του τριβολιού στην 2η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος τριβολιού (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	219,09
Σκαλισμένος μάρτυρας	0
Pendimethalin	21,96
Bentazone	56,96
Bentazone/imazamox	24,85
Pendimethalin+bentazone	0,46
Pendimethalin+bentazone/imazamox	0,30
LSD _{5%}	36,60
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	44,162
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

3.15. Αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων έναντι των ζιζανίων αγριομελιτζάνα, τάτουλα και τριβόλι

Η αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων υπολογίστηκε με βάση τα δεδομένα του ξηρού βάρους των ζιζανίων της 2^{ης} μέτρησης. Σύμφωνα με αυτά τα δεδομένα η μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα κατά της αγριομελιτζάνας βρέθηκε στα αγροτεμάχια

που εφαρμόστηκε μεταφωτρωτικά το ζιζανιοκτόνο bentazone. Αντίθετα, το pendimethalin δεν καταπολέμησε την αγριομελιτζάνα (Πίνακας 3.34).

Πίνακας 3.34. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στην αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων στην αγριομελιτζάνα.

Επεμβάσεις	Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων στην αγριομελιτζάνα (%)
Σκαλισμένος μάρτυρας	100 a
Pendimethalin	15,15 c
Bentazone	97,50 b
Bentazone/imazamox	91,29 b
Pendimethalin+bentazone	98,98 b
Pendimethalin+bentazone/imazamox	90,77 b
LSD _{5%}	25,004
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	17,418
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφωτρωτικά.	

Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων στον τάτουλα σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στο σκαλισμένο μάρτυρα και τις μεταχειρίσεις των ζιζανιοκτόνων. Οι μετρήσεις έδειξαν ότι τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox σε όλα τα τεμάχια όπου εφαρμόστηκαν καταπολέμησαν 100% τον τάτουλα, ενώ η εφαρμογή μόνο του ζιζανιοκτόνου pendimethalin δεν είχε καλά αποτελέσματα έναντι του τάτουλα (Πίνακας 3.35).

Πίνακας 3.35. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (σκαλιστός μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στην αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων στον τάτουλα.

Επεμβάσεις	Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων στον τάτουλα (%)
Σκαλισμένος μάρτυρας	100 a
Pendimethalin	13,45 b
Bentazone	100 a
Bentazone/imazamox	100 a
Pendimethalin+bentazone	100 a
Pendimethalin+bentazone/imazamox	100 a
LSD _{5%}	12,863
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	74,992
Τιμή P	<0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

Τέλος, σύμφωνα με τις μετρήσεις το ζιζανιοκτόνο με τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα κατά του τριβολιού ήταν ο συνδυασμός Pendimethalin+bentazone/imazamox με ποσοστό 99,89% ενώ τη μικρότερη αποτελεσματικότητα είχε το bentazone με ποσοστό 73,45%. Επιπρόσθετα υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στο σκαλισμένο μάρτυρα και στις επεμβάσεις pendimethalin, bentazone και bentazone/imazamox (Πίνακας 3.36), ενώ δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και τις επεμβάσεις pendimethalin+bentazone και pendimethalin+bentazone/imazamox

Πίνακας 3.36. Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, σκαλισμένος μάρτυρας, pendimethalin*, bentazone, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox) στην αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων στο τριβόλι.

Επεμβάσεις	Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων στο τριβόλι (%)
Σκαλισμένος μάρτυρας	100 a
Pendimethalin	89,86 bc
Bentazone	73,45 d
Bentazone/imazamox	88,05 c
Pendimethalin+bentazone	99,75 a
Pendimethalin+bentazone/imazamox	99,89 a
LSD _{5%}	10,702
Ανάλυσης της διασποράς	
Τιμή F	9,546
Τιμή P	0,001
*Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin εφαρμόστηκε προσπαρτικά και τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone/imazamox εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά.	

Κεφάλαιο 4^ο: Συζήτηση

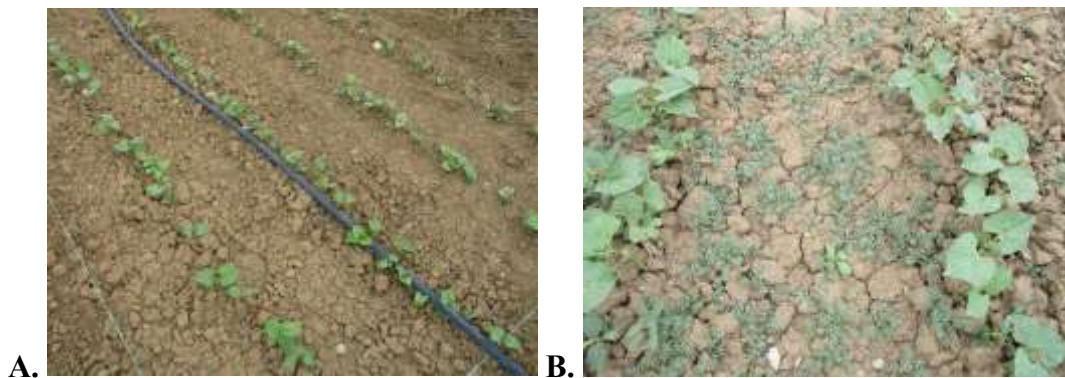
4.1 Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων έναντι των πλατύφυλλων ζιζανίων αγριομελιτζάνα, τάτουλα και τριβόλι

Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα του πειράματος στον πειραματικό αγρό του Βελεστίνου για την αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων bentazone, pendimethalin, pendimethalin+bentazone, pendimethalin+bentazone/imazamox στην καλλιέργεια φασολιού για τα ζιζάνια αγριομελιτζάνα, τάτουλα και τριβολιού, προκύπτει ότι τα ζιζανιοκτόνα bentazone και bentazone+imazamox καταπολέμησαν πλήρως (ποσοστό αποτελεσματικότητας 100%) το ζιζάνιο τάτουλα, ενώ παρουσίασαν ποσοστό αποτελεσματικότητας >90% για το ζιζάνιο αγριομελιτζάνα. Ποσοστό αποτελεσματικότητας του ζιζανιοκτόνου bentazone >85% έναντι του ζιζανιού τάτουλα αναφέρεται και από τους Vaziritabar et al. (2014). Μεταξύ των δύο ζιζανιοκτόνων τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στην αγριομελιτζάνα παρουσίασε το bentazone. Υψηλό ποσοστό καταπολέμησης του συγκεκριμένου ζιζανιού από το ζιζανιοκτόνο bentazone (δόση 0,112 kg/στρέμμα) αναφέρεται και από τους Abouzienna et al. (2009). Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι το bentazone παρουσιάζει γρήγορη δράση στο συγκεκριμένο ζιζάνιο. Σε πρόσφατη μελέτη, οι Hassannejad et al. (2020) αξιολόγησαν την επίδραση του ζιζανιοκτόνου bentazone στη φωτοσυνθετική δραστηριότητα της αγριομελιτζάνας. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι μία μέρα μετά την εφαρμογή του bentazone παρατηρήθηκε παρεμπόδιση του φωτοσυστήματος II και επομένως τα ζιζάνια της αγριομελιτζάνας δεν φωτοσυνθέταν επαρκώς. Τα συμπτώματα που παρατηρήθηκαν από την εφαρμογή του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου bentazone ήταν ξηράνσεις στα φύλλα των ζιζανίων, ενώ το ζιζανιοκτόνο bentazone/imazamox προκάλεσε αρχικά χλώρωση και στη συνέχεια ξηράνσεις στα φύλλα των ζιζανίων (Εικόνα 4.1).

Επίσης, τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι το ζιζανιοκτόνο pendimethalin δεν καταπολέμησε τα ζιζάνια αγριομελιτζάνα και τάτουλα, ενώ παρουσίασε υψηλό ποσοστό καταπολέμησης (>85%) για το ζιζάνιο τριβόλι (Εικόνα 4.2). Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε καλλιέργεια καπνού από τους Travlos et al. (2014) παρατηρήθηκε υψηλή αποτελεσματικότητα (82-89%) του pendimethalin έναντι του συγκεκριμένου ζιζανιού.



Εικόνα 4.1. Α. Ξηράνσεις σε φύλλα αγριομελιτζάνας και τριβολιού (bentazone). Β. Χλώρωση στα φύλλα του τάτουλα (bentazone/imazamox).



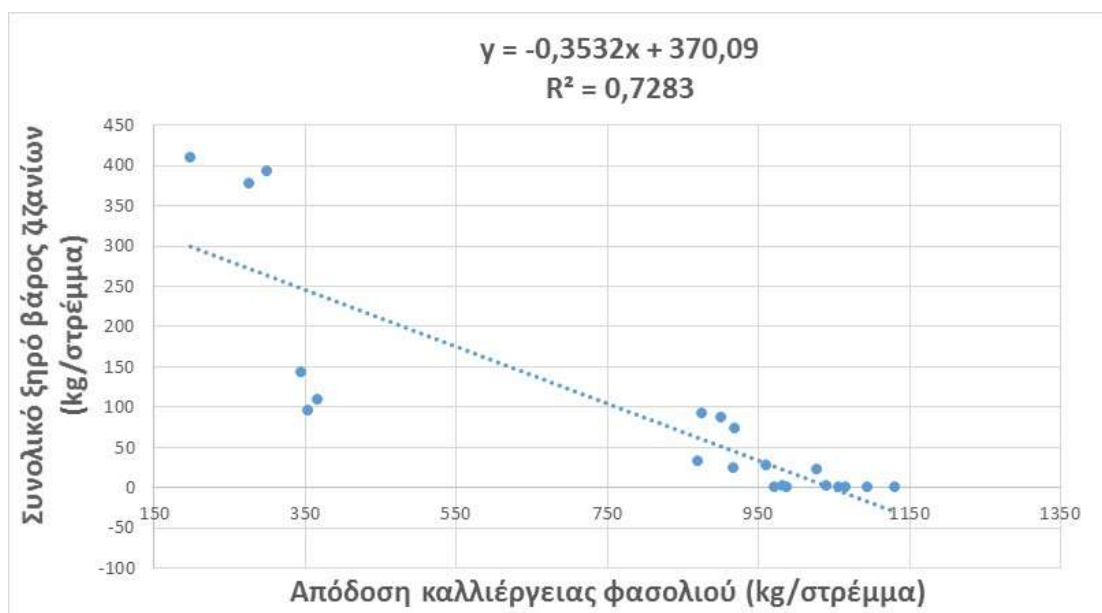
Εικόνα 4.2. Πυκνότητα του ζιζανίου τριβόλι στην επέμβαση του pendimethalin (Α) και στον ασκάλιστο μάρτυρα (Β). Πειραματικός αγρός στις 16 Ιουνίου του 2021 (Γ)

Σε άλλες καλλιέργειες τα ζιζανιοκτόνα pendimethalin και bentazone συνδυάζονται με άλλα ζιζανιοκτόνα για την καλύτερη καταπολέμηση των ζιζανίων. Οι Petcu et al. (2015) πραγματοποίησαν πείραμα στη Ρουμανία σε καλλιέργεια αραβοσίτου (*Zea mays* L.) και μελέτησαν την αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων bentazone, dicamba, acetochlor, 2,4-D, pendimethalin και dimethenamid-P κατά της αγριομελιτζάνας. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων dimethenamide-P + pendimethalin προφυτρωτικά και των ζιζανιοκτόνων bentazone + dicamba μεταφυτρωτικά είχε αποτελεσματικότητα σε ποσοστό 97% κατά της αγριομελιτζάνας. Αποτελεσματικά ζιζανιοκτόνα για την αγριομελιτζάνα εφαρμόζονται και σε άλλες καλλιέργειες. Οι Rezakhanlou et al. (2014) πραγματοποίησαν πείραμα σε καλλιέργεια βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* L.) μελετώντας την αποτελεσματικότητα του ζιζανιοκτόνου trifloxysulfuron-sodium στο ζιζάνιο αγριομελιτζάνα. Ο ψεκασμός έγινε όταν το συγκεκριμένο ζιζάνιο βρισκόταν στο στάδιο των 5 με 6 πραγματικών φύλλων. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι ο ψεκασμός του trifloxysulfuron-sodium σε δόση 16 και 19 g/ha είχε τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα έναντι του ζιζανίου.

4.2 Ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας του φασολιού

Σε προηγούμενο κεφάλαιο διασαφηνίζεται ότι το μικρότερο ύψος φυτών φασολιού, νωπό βάρος φασολιού, ξηρό βάρος φασολιού, η ελάχιστη απόδοση καλλιέργειας φασολιού και η μικρότερη τιμή της συγκέντρωσης χλωροφύλλης καταγράφηκαν στο πειραματικό τεμάχιο που παρέμεινε ασκάλιστο σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Το μεγαλύτερο ύψος που έφτασαν τα φυτά φασολιού ήταν 54,44 cm, ενώ το μικρότερο ύψος ήταν 33,67 cm. Η απόδοση της καλλιέργειας φασολιού κυμάνθηκε περίπου από 258 kg/στρέμμα έως 1084 kg/ στρέμμα, με τις μεγαλύτερες αποδόσεις (993 έως 1084 kg/στρέμμα) της καλλιέργειας να παρατηρούνται στο σκαλισμένο μάρτυρα και στις μεταχειρίσεις pendimethalin+bentazone και pendimethalin+bentazone/imazamox. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι στα παραπάνω τεμάχια καταγράφηκε και το μικρότερο συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων. Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι τα ζιζάνια και συγκεκριμένα τα είδη αγριομελιτζάνα, τάτουλας και τριβόλι που καταγράφηκαν σε υψηλούς πληθυσμούς επηρέασαν σημαντικά την ανάπτυξη και την απόδοση της

καλλιέργειας του φασολιού κάτι που επιβεβαίωσε και η ανάλυση συσχέτισης των δεδομένων η οποία φανέρωσε αρνητική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση ($r = -0,85$, $P = 0,001$) μεταξύ του ξηρού βάρους των ζιζανίων και της απόδοσης της καλλιέργειας σε λοβούς (Διάγραμμα 4.1).



Διάγραμμα 4.1. Γραμμική συσχέτιση μεταξύ του συνολικού ξηρού βάρους των ζιζανίων και της απόδοσης της καλλιέργειας του φασολιού.

Η σημασία του ελέγχου των ζιζανίων για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων έχει αναδειχθεί και σε άλλες μελέτες. Οι Marchioretto et al. (2017) σε πείραμα που πραγματοποίησαν σε καλλιέργεια φασολιού βρήκαν ότι η συνδυασμένη μεταφυτρωτική εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων fomesafen+fluzifop είχε πολύ καλή αποτελεσματικότητα στην καταπολέμηση των ζιζανίων και η σοδειά που καταγράφηκε ήταν 1624,73 kg/στρέμμα. Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι ο καλός έλεγχος των ζιζανίων αγριομελιτζάνα και τάτουλας συνέβαλε στην επίτευξη των υψηλών αποδόσεων στο πείραμα μας. Τα συγκεκριμένα ζιζάνια είναι αρκετά ανταγωνιστικά και επηρεάζουν σημαντικά την απόδοση διαφόρων καλλιεργειών. Ο Bukun (2011) πραγματοποίησε πείραμα σε καλλιέργεια σουσαμιού (*Sesamum indicum* L.) στην Τουρκία και μελέτησε την απόδοση της καλλιέργειας σε σχέση με την πυκνότητα της αγριομελιτζάνας. Τα αποτελέσματα του πειράματος του έδειξαν ότι στα πειραματικά

τεμάχια του μάρτυρα ήταν 186,3 kg/στρέμμα το 2005 και 193,1 kg/στρέμμα το 2006, ενώ στα τεμάχια που υπήρχαν 7 φυτά αγριομελιτζάνας το τετραγωνικό μέτρο καταγράφηκαν παραγωγές 23,9 και 42,4 kg/στρέμμα το 2005 και το 2006, αντίστοιχα. Επιπλέον, σε πείραμα των Scott et al. (2000) αξιολογήθηκε η επίδραση του ζιζανίου του τάτουλα στην απόδοση παραγωγής βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* L.) και διαπιστώθηκε ότι η παρουσία 9,1 φυτών τάτουλα το τετραγωνικό μέτρο μπορεί να μειώσει την παραγωγή καρυδιών ανά φυτό βαμβακιού και να προκαλέσει απώλειες παραγωγής από 10 έως 25%. Στο πείραμα μας, ο ανταγωνισμός όλων των ζιζανίων μείωσε την απόδοση του φασολιού κατά 76% σε σχέση με το σκαλισμένο μάρτυρα.

Επιπρόσθετα το πείραμα μας έδειξε ότι τα ζιζανιοκτόνα bentazone, pendimethalin και bentazone/imazamox δεν επηρέασαν αρνητικά την ανάπτυξη της καλλιέργειας όπως έδειξαν τα στοιχεία του ύψους και του βάρους των φυτών του φασολιού κατά την 1^η μέτρηση. Σε πείραμα των Hekmat et al. (2008) μελετήθηκε και αξιολογήθηκε η επίδραση των ζιζανιοκτόνων imazamox και bentazone στην καλλιέργεια φασολιού. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι η μεταφυτρωτική εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων bentazone+imazamox δημιούργησε λιγότερο από 4% φυτοτοξικότητα στο φασόλι, δεν επηρεάστηκε το ύψος των φυτών του φασολιού, το νωπό και ξηρό βάρος και το πιο βασικό η απόδοση της καλλιέργειας. Αντίθετα σε άλλη μελέτη, οι Wilson et al. (2014) βρήκαν ότι η συνδυασμένη εφαρμογή των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων bentazone+imazamox προκάλεσε τοξικότητα στην καλλιέργεια και επομένως μείωση της απόδοσης του φασολιού. Στο ίδιο πείραμα βρέθηκε ότι σε σύστημα μειωμένης κατεργασίας πριν από τη σπορά του φασολιού η εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου pendimethalin προφυτρωτικά είχε πολύ καλή αποτελεσματικότητα κατά των ζιζανίων. Σε πείραμα των Henderson et al. (1993) σε καλλιέργεια φασολιού σε αργιλώδες έδαφος (40-60% περιεκτικότητά σε άργιλο), βρέθηκε ότι η εφαρμογή του bentazone 3 εβδομάδες μετά τη σπορά δεν εμφάνισε τοξικότητα στην καλλιέργεια και επομένως δεν είχε ουσιαστική επίδραση στην απόδοση της καλλιέργειας του φασολιού, όμως τονίζεται ότι η εφαρμογή του παραπάνω ζιζανιοκτόνου σε αυξημένη δόση (0,096 kg ανά στρέμμα) μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ανάπτυξη και την απόδοση της συγκεκριμένης καλλιέργειας.

4.3 Συμπεράσματα

Στο συγκεκριμένο πείραμα αξιολογήθηκε η δράση των ζιζανιοκτόνων bentazone, pendimethalin, bentazone/imazamox, pendimethalin+bentazone και pendimethalin+bentazone/imazamox κατά σημαντικών πλατύφυλλων ζιζανίων. Από τα δεδομένα του πειράματος όπως παρουσιάστηκαν παραπάνω μπορούν να εξαχθούν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- ❖ Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος ζιζανίων (**392,75 kg/στρέμμα**) μετρήθηκε στον **ασκάλιστο μάρτυρα**, ενώ το μικρότερο ξηρό βάρος (1,48 kg/στρέμμα) σημειώθηκε στα αγροτεμάχια που ψεκάστηκε το pendimethalin προσπαρτικά και το bentazone μεταφυτρωτικά.
- ❖ Τα ζιζανιοκτόνα **bentazone και bentazone/imazamox καταπολέμησαν πλήρως** (ποσοστό αποτελεσματικότητας 100%) το ζιζάνιο **τάτουλα**.
- ❖ Τα ζιζανιοκτόνα **bentazone και bentazone/imazamox** παρουσίασαν ποσοστό **αποτελεσματικότητας >90%** για το ζιζάνιο **αγριομελιτζάνα**. Μεταξύ των δύο ζιζανιοκτόνων τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα παρουσίασε το bentazone.
- ❖ Το ζιζανιοκτόνο **pendimethalin** δεν **καταπολέμησε τα ζιζάνια αγριομελιτζάνα και τάτουλα**, ενώ παρουσίασε **υψηλό ποσοστό καταπολέμησης (>85%)** για το ζιζάνιο **τριβόλι**.
- ❖ Ο **ανταγωνισμός των ζιζανίων επηρέασε σημαντικά την ανάπτυξη του φασολιού** με τις μικρότερες τιμές ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος και της απόδοσης της καλλιέργειας να καταγράφονται στον ασκάλιστο μάρτυρα.
- ❖ Οι μεγαλύτερες αποδόσεις (**993 έως 1084 kg/στρέμμα**) της καλλιέργειας καταγράφηκαν στο σκαλισμένο μάρτυρα και στις μεταχειρίσεις **pendimethalin+bentazone και pendimethalin+bentazone/imazamox**.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Ελευθεροχωρινός Η. Γ. 2014. Ζιζανιολογία: Ζιζάνια, Ζιζανιοκτόνα, Περιβάλλον, Αρχές και Μέθοδοι Διαχείρισης (4η έκδοση). Εκδόσεις ΑγροΤύπος, Αθήνα.
- Ζιώγας Β.Ν. και Μάρκογλου Α.Ν. 2010. Γεωργική Φαρμακολογία: Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσεις και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων (2η έκδοση). Β.Ν. Ζιώγας, Α. Μάρκογλου, Αθήνα.
- Λόλας Π. 2014. Ζιζάνια: Αναγνώριση, μορφολογία, βιολογία, κατάταξη, ζημιές, ωφέλειες, διαχείριση. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.
- Παπακώστα-Τασοπούλου Δ. 2013. Βιομηχανικά φυτά. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία.
- Πάσσαμ Χ., 2014. Σποροπαραγωγή κηπευτικών. Εκδόσεις Έμβρυο.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2020. Κατάλογος φυτοπροστατευτικών προϊόντων κατά καλλιέργεια. http://www.minagric.gr/syspest/syspest_crops.aspx. Η ανάκτηση των στοιχείων πραγματοποιήθηκε στις 18-06-2021.
- Χα Ι.Α. και Πετρόπουλος Σ. 2014. Γενική Λαχανοκομία και Υπαίθρια Καλλιέργεια Λαχανικών. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Abouzienna H.F.H., Sharma S.D. and Singh M. 2009. Impact of adjuvants on bentazon efficacy on selected broadleaf weeds. *Crop Protection*. 28(12), 1081-1085.
- Aldibekova D.A., Kizaibek M., Aisijiang M., Dyuskaliyeva G., Taldau A. and Erkinbek M. 2018. Morphology, anatomy, chlorogenic acid content and antioxidant capacity of *Xanthium strumarium* L. and *Xanthium spinosum* L. *OnLine Journal of Biological Sciences*. 18(2), 237-246.
- Amini R., Mobli A. and Dabbagh Mohammadi Nasab A. 2020. Response of common cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) emergence and competition with corn (*Zea mays* L.) to seed burial depth and mulch. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 66(5), 679-693.

- Buerge I.J., Kasteel R., Bächli A. and Poiger T. 2019. Behavior of the chiral herbicide imazamox in soils: enantiomer composition differentiates between biodegradation and photodegradation. *Environmental Science and Technology*. 53(10), 5733-5740.
- Bukun B. 2011. Sesame (*Sesamum indicum* L.) yield loss estimation with common cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) interference. *African Journal of Biotechnology*. 10(71), 15953-15958.
- Carvalho M.C.S., Nascente A.S., Ferreira G.B., Mutadiua C.A.P. and Denardin J.E. 2018. Phosphorus and potassium fertilization increase common bean grain yield in Mozambique. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 22(5), 308-314.
- Chen J., Yu Q., Owen M., Han H. and Powles S. 2018. Dinitroaniline herbicide resistance in a multiple-resistant *Lolium rigidum* population. *Pest Management Science* 74(4), 925-932.
- Cho B., Kim S., In S. and Choe S. 2017. Simultaneous determination of bentazone and its metabolites in postmortem whole blood using liquid chromatography–tandem mass spectrometry. *Forensic Science International*. 278, 304-312.
- Duhan A., Duhan S., Punia S.S., Rani D. and Yadav D.B. 2019. Behavior of pre-mix formulation of imazethapyr and imazamox herbicides in two different soils. *Environmental Monitoring and Assessment*. 191(1), 33.
- Esashi Y., Ishihara N., Kuraishi R. and Kodama H. 1983. Light actions in the germination of cocklebur seeds, I: differences in the light responses of the upper and lower seeds. *Journal of Experimental Botany*. 34(7), 903-914.
- FAO 2021. FAOSTAT database. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Τα στοιχεία ανακτήθηκαν στις 10/06/2021 από τη σελίδα www.fao.org/faostat/.
- Feng X., Yu J., Pan L., Song G. and Zhang H. 2016. Dissipation and residues of Dichlorprop-P and Bentazone in wheat-field ecosystem. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 13(6), 12.

- Hassannejad S., Porheidar Ghafarbi S. and Lotfi R. 2020. The effect of nicosulfuron and bentazon on photosynthetic performance of common cocklebur (*Xanthium strumarium* L.). *Environmental and Sustainability Indicators*. 6, 100026.
- Hekmat S., Soltani N., Shropshire C. and Sikkema P.H. 2008. Effect of imazamox plus bentazon on dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Crop Protection*. 27(12), 1491-1494.
- Henderson C.W.L. and Webber M.J. 1993. Phytotoxicity of several pre-emergence and post-emergence herbicides to green beans (*Phaseolus vulgaris*). *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 33(5), 645-652.
- Hosseini S.M. and Shahrokhnia M.A. 2020. The effect of irrigation interval on yield, yield components and water productivity of common bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars in a semi-arid area. *Annals of Biology*. 36(1), 56-61.
- Hube R. and Otto S. 1994. Environmental behavior of bentazon herbicide. *Reviews of environmental contamination and toxicology*. 137, 111-134.
- Hussain Z., Marwat K.B., Cardina J. and Khan I.A. 2014. *Xanthium strumarium* L. impact on corn yield and yield components. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 38(1), 39-46.
- Ilnicki R.D. and Enache A.J. 1992. Subterranean clover living mulch: an alternative method of weed control. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 40, 249-264.
- Karimmojeni H., Rahimian Mashhadi H., Alizadeh H.M., Cousens R.D. and Beheshtian Mesgaran M. 2010. Interference between maize and *Xanthium strumarium* or *Datura stramonium*. *Weed Research*. 50(3), 253-261.
- Karkanis A., Bilalis D., Efthimiadou A. and Katsenios N. 2012. The critical period for weed competition in parsley (*Petroselinum crispum* (Mill.) Nyman ex A.W. Hill) in Mediterranean areas. *Crop Protection*. 42, 268-272.
- Kaur P. and Bhullar M.S. 2019. Effect of repeated application of pendimethalin on its persistence and dissipation kinetics in soil under field and laboratory conditions. *Environmental Technology (United Kingdom)*. 40(8), 997-1005.
- Kharchoufa L., Bouhrim M., Bencheikh N., Addi M., Hano C., Mechchate H. and Elachouri M. 2021. Potential Toxicity of medicinal plants inventoried in Northeastern Morocco: An Ethnobotanical Approach. *Plants*. 10(6), 1108.

- Kočárek M., Kodešová R., Sharipov U. and Jursík M. 2018. Effect of adjuvant on pendimethalin and dimethenamid-P behaviour in soil. *Journal of Hazardous Materials*. 354, 266-274.
- Malidža G., Glusac D. and Takac A. 1997. Phytopharmacological value of herbicides in carrot production. *Acta Horticulturae*. 462, 549-552.
- Marchioretto L.R. and Dal Magro T. 2017. Weed control and crop selectivity of post-emergence herbicides in common beans. *Ciencia Rural*. 47(3), e20160295.
- Martínez-Romero E. 2003. Diversity of *Rhizobium-Phaseolus vulgaris* symbiosis: Overview and perspectives. *Plant and Soil*. 252(1), 11-23.
- Milan M., Ferrero A., Fogliatto S., De Palo F. and Vidotto F. 2017. Imazamox dissipation in two rice management systems. *Journal of Agricultural Science*. 155(3), 431-443.
- Milani A., Panozzo S., Farinati S., Iamónico D., Sattin M., Loddo D. and Scarabel L. 2021. Recent discovery of *Amaranthus palmeri* S. Watson in Italy: Characterization of ALS-resistant populations and sensitivity to alternative herbicides. *Sustainability* (Switzerland). 13(13), 7003. <https://doi.org/10.3390/su13137003>.
- Mingotte F.L.C., Jardim C.A., Coelho A.P., Yada M.M., Leal F.T., Souza S.S., Lemos L.B. and Fornasieri Filho D. 2021. Crop succession and split-application of nitrogen effects on common bean yield in short no-tillage system. *Journal of Agricultural Science*. First view, pp. 1-9, <https://doi.org/10.1017/S0021859621000502>
- Mirbolook A., Rasouli-Sadaghiani M.H., Sepehr E., Lakzian A. and Hakimi M. 2021. Synthesized Zn(II)-Amino Acid and -Chitosan Chelates to Increase Zn Uptake by Bean (*Phaseolus vulgaris*) Plants. *Journal of Plant Growth Regulation*. 40(2), 831-847.
- Mohamed H.I., El-Sayed A.A., Rady M.M. and Caruso G. 2021. Coupling effects of phosphorus fertilization source and rate on growth and ion accumulation of common bean under salinity stress. *PeerJ*. 9, e11463.
- Okasha E.M., El-Metwally I.M., Taha N.M. and Darwesh R.Kh. 2020. Impact of drip

and gated pipe irrigation systems, irrigation intervals on yield, productivity of irrigation water and quality of two common bean (*Phaseolus vulgaris* L) cultivars in heavy clay soil. Egyptian Journal of Chemistry. 63(12), 5103-5116.

Peoples M.B., Herridge D.F. and Ladha J.K. 1995. Biological nitrogen fixation: an efficient source of nitrogen for sustainable agricultural production. Plant Soil. 174, 3–28.

Petcu V., Oprea G., Ciontu C. and Stefanic G. 2015. Studies on the effect of some herbicides (single and different mixtures) on weeds control and soil quality in maize. Romanian Agricultural Research. 32, 245-252

Rezakhanlou A., Mirshekari B., Zand E., Far-ahvash F. and Baghestani M. 2013. Evaluation of competitiveness of cotton varieties to cocklebur (*Xanthium strumarium* L.). Journal of Food Agriculture and Environment. 11(2), 308-311.

Rezakhanlou A., Mirshekari B., Zand E., Farahvash F. and Baghestani M.A. 2014. Analyzing the effects of the reduced amounts of the trifloxysulfuron herbicide on controlling the *Xanthium strumarium* weed in cotton. Advances in Environmental Biology. 8(10), 367-375.

Saeed A., Hussain A., Khan M.I., Arif M., Maqbool M., Mehmood H., Iqbal M., Alkahtani J. and Elshikh M.S. 2020. The influence of environmental factors on seed germination of *Xanthium strumarium* L.: Implications for management. PLoS ONE. 15(10 October), e0241601.

Sathiya Narayanan V., Varun Prasath P., Ravichandran K., Easwaramoorthy D., Shahnavaaz Z., Mohammad F., Al-Lohedan H.A., Paiman S., Oh W.C. and Sagadevan S. 2020. Schiff-base derived chitosan impregnated copper oxide nanoparticles: An effective photocatalyst in direct sunlight. Materials Science in Semiconductor Processing. 119, 105238.

Scott G.H., Askew S.D., Wilcut J.W. and Brownie C. 2000. *Datura stramonium* interference and seed rain in *Gossypium hirsutum*. Weed Science. 48(5), 613-617.

Shirkhani Z., Chehregani Rad A. and Gholami M. 2019. Sporogenesis and gametophytes development in *Datura stramonium* L. (Solanaceae). Revista Brasileira de Botanica. 42(1), 107-117.

- Souza S.A., Vieira J.H., dos Santos Farias D.B., da Silva G.H. and Aleman C.C. 2020. Impact of irrigation frequency and planting density on bean's morpho-physiological and productive traits. *Water*. 12, 2468. <https://doi.org/10.3390/w12092468>
- Stoller E.W. and Joseph J.T. 1985. Competition for Light by Broadleaf Weeds in Soybeans (*Glycine max*). *Weed Science*. 33, 199-202.
- Tariq M., Abdullah K., Ahmad S., Abbas G., Habib ur Rahman M. and Khan M.A. 2020. Weed management in cotton. *Cotton production and uses: Agronomy, Crop Protection, and Postharvest Technologies*. 145-161.
- Travlos I., Papastylianou P., Alexos A., Kanatas P., Bilalis D., Tsekoura A., Kakabouki I. and Cheimona N. 2019. Changes of weed flora due to nitrogen addition in sunflower. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 47(4), 1337-1339.
- Travlos I.S., Kanatas P.J., Tsioros S., Papastylianou P., Papatheohari Y. and Bilalis D. 2014. Green manure and pendimethalin impact on oriental sun-cured tobacco. *Agronomy Journal*. 106(4), 1225-1230.
- Vaziritabar Y., Vaziritabar Y., Paknejad F., Golzardi F. and Tafty S.F. 2014. Evaluation of biofertilizer effect on selective soybean herbicides efficiency to control of *Xanthium spinosom* and *Datura stramonium*. *International Journal of Biosciences*. 4, 35-43.
- Verma S. and Srivastava A. 2018. Morphotoxicity and cytogenotoxicity of pendimethalin in the test plant *Allium cepa* L. – A biomarker based study. *Chemosphere*. 206, 248-254.
- Vischetti C., Casucci C. and Perucci P. 2002. Relationship between changes of soil microbial biomass content and imazamox and benfluralin degradation. *Biology and Fertility of Soils*. 35(1), 13-17.
- Weaver S.E. and Warwick S.I. 1984. The biology of Canadian weeds. 64. *Datura stramonium* L. *Canadian Journal of Plant Science*. 64, 979–991.
- Weaver S.E., Lechowicz M.J. 1983. The biology of Canadian weeds. 56. *Xanthium strumarium* L. *Canadian Journal of Plant Science*. 63, 211–225.

- Wesley R.A.J., Shaw D.R. and Barrentine W.L. 1989. Incorporation depths of imazaquin, metribuzin, and chlorimuron for common cocklebur (*Xanthium strumarium*) control in soybeans (*Glycine max*). *Weed Science*. 37, 596–599.
- Wilson R.G. and Sbatella G.M. 2014. Integrating irrigation, tillage, and herbicides for weed control in dry bean. *Weed Technology*. 28(3), 479-485.
- Yousefi A.R., Karimmojeni H., Mashhadi H.R. and Amini R. 2015. Maize and weed growth under multispecies competition. *Crop Science*. 55(3), 1302-1310.
- Yousefi A.R., Gonzalez-Andujar J.L., Alizadeh H., Baghestani M.A., Rahimian Mashhadi H. and Karimmojeni H. 2012. Interactions between reduced rate of imazethapyr and multiple weed species-soyabean interference in a semi-arid environment. *Weed Research*. 52(3), 242-251.