



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΖΙΖΑΝΙΟΛΟΓΙΑΣ

Τίτλος Πτυχιακής Εργασίας

«Αξιολόγηση της εκλεκτικότητας των ζιζανιοκτόνων aclonifen, pendimethalin και propaquizafop σε καλλιέργεια ρετινολαδιάς (*Ricinus communis* L.)»

Αικατερίνη Ζιώγου



Επιβλέπων Καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης (Αναπληρωτής Καθηγητής)

Βόλος, 2024

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας:

«Αξιολόγηση της εκλεκτικότητας των ζιζανιοκτόνων aclonifen, pendimethalin και propaquizafop σε καλλιέργεια ρετινολαδιάς (*Ricinus communis* L.)»

Αγγλικός τίτλος: «Selectivity of herbicides aclonifen, pendimethalin and propaquizafop in castor bean crop (*Ricinus communis* L.)»

Αικατερίνη Ζιώγου

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

1. Ανέστης Καρκάνης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Επιβλέπων
2. Νικόλαος Τσιρόπουλος, Καθηγητής, Μέλος
3. Νικόλαος Παπαδόπουλος, Καθηγητής, Μέλος

Βόλος, 2024

Πρόλογος – Ευχαριστίες

Η πτυχιακή είναι ένα πολύ σημαντικό βήμα για την ολοκλήρωση των σπουδών ενός φοιτητή. Ως εκ τούτου θα ήθελα από τα βάθη της ψυχής μου να ευχαριστήσω ειλικρινά τον κ. Ανέστη Καρκάνη, Αναπληρωτή Καθηγητή και υπεύθυνο των μαθημάτων της Ζιζανιολογίας και της Συστηματικής Βοτανικής, καθώς εκτός από το γεγονός ότι εμπιστεύτηκε στο πρόσωπό μου το άτομο που θα έφερνε εις πέρας το συγκεκριμένο πείραμα, μου μεταλαμπάδεψε και τις απαραίτητες γνώσεις σε κομβικά και μείζονος σημασίας μαθήματα της σχολής μας.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω εξίσου τον καθηγητή κ. Νικόλαο Παπαδόπουλο και τον καθηγητή κ. Νικόλαο Τσιρόπουλο γιατί ήταν δίπλα μου όλα αυτά τα χρόνια να μου επιλύσουν οποιαδήποτε απορία και να με καταρτίσουν επιστημονικά ο καθένας στον τομέα του.

Περιεχόμενα

Περίληψη	6
Abstract	7
Κεφάλαιο 1 ^ο : Εισαγωγή	8
1.1. Γενικά στοιχεία για την καλλιέργεια της ρετινολαδιάς	8
1.2. Βοτανικά χαρακτηριστικά	9
1.3. Καλλιεργητικές τεχνικές	11
1.4. Χρήσεις	12
1.5. Ζιζάνια.....	12
1.5.1. Ετήσια ζιζάνια.....	12
1.5.2. Πολυετή ζιζάνια	16
1.6. Μέθοδοι καταπολέμησης των ζιζανίων.....	17
1.7. Χημική καταπολέμηση.....	18
1.7. Σκοπός.....	20
Κεφάλαιο 2 ^ο : Υλικά και Μέθοδοι.....	21
2.1. Τοποθεσία και πειραματικό σχέδιο	21
2.2. Καλλιεργητικές τεχνικές	22
2.3. Μετρήσεις	23
2.4. Μετεωρολογικά δεδομένα.....	27
2.5. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων.....	28
Κεφάλαιο 3 ^ο : Αποτελέσματα	29
3.1. Σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης- Τιμή SPAD.....	29
3.2. Αριθμός φύλλων των φυτών της ρετινολαδιάς	33
3.3. Διάμετρος βλαστού των φυτών ρετινολαδιάς	36
3.4. Ύψος φυτών της ρετινολαδιάς.....	39
3.5. Αριθμός ταξιανθιών των φυτών ρετινολαδιάς	43
3.6. Πυκνότητα φυτών ρετινολαδιάς	46
3.7. Ξηρό βάρος φυτών ρετινολαδιάς	46
3.7.1. Ξηρό βάρος φύλλων	46
3.7.2. Ξηρό βάρος βλαστών.....	48
3.7.3. Ξηρό βάρος ταξιανθιών	48
3.7.4. Συνολικό ξηρό βάρος.....	49
3.8. Βάρος 1000 σπόρων	49
3.9. Απόδοση σε σπόρο	51

3.10. Συνολικός αριθμός ζιζανίων	51
3.11. Συνολική βιομάζα ζιζανίων	52
Κεφάλαιο 4 ^ο : Συζήτηση	53
4.1. Πυκνότητα και βιομάζα ζιζανίων	53
4.2. Ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας της ρετσινολαδιάς	56
4.3. Συμπεράσματα	59
Βιβλιογραφία.....	60
Ελληνική Βιβλιογραφία.....	60
Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία	61

Περίληψη

Η ρετσινολαδιά (*Ricinus communis* L.) είναι ένα φυτό το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή βιοντίζελ. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η αξιολόγηση της εκλεκτικότητας των ζιζανιοκτόνων aclonifen, pendimethalin και propaquizafop στη συγκεκριμένη καλλιέργεια. Το πείραμα, πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο από τον Μάιο έως τον Σεπτέμβριο του 2023. Η ρετσινολαδιά σπάρθηκε στις 2 Μαΐου 2023 και εφαρμόστηκε το σχέδιο τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 5 επεμβάσεις και 3 επαναλήψεις, με το κάθε πειραματικό τεμάχιο να έχει διαστάσεις 3 m x 3 m. Οι επεμβάσεις ήταν οι εξής : 1) ασκάλιστος μάρτυρας 2) pendimethalin (δόση 400 ml/στρέμμα) 3) pendimethalin (δόση 600 ml/στρέμμα) 4) aclonifen (δόση 250 ml/στρέμμα) και 5) propaquizafop (δόση 120 ml/στρέμμα). Οι δραστικές pendimethalin και aclonifen εφαρμόστηκαν προφυτρωτικά την ίδια ημέρα με τη σπορά, ενώ το ζιζανιοκτόνο propaquizafop εφαρμόστηκε 30 ημέρες μετά τη σπορά. Η εκλεκτικότητα των ζιζανιοκτόνων αξιολογήθηκε με βάση τις εξής μετρήσεις: 1) ύψος φυτών, 2) αριθμός ταξιανθιών, 3) διάμετρος βλαστών, 4) συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμή SPAD), 5) αριθμός φύλλων, 6) πυκνότητα φυτών ρετσινολαδιάς, 7) ξηρό βάρος φύλλων, βλαστών, ταξιανθιών και 8) απόδοση σε σπόρο και βάρος 1000 σπόρων. Επίσης, για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων μετρήθηκε η συνολική πυκνότητα και βιομάζα των ζιζανίων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν παρατηρήθηκε μείωση της πυκνότητας της καλλιέργειας παρά μόνο ελαφρά συμπτώματα τοξικότητας στις κοτυληδόνες από το ζιζανιοκτόνο pendimethalin όταν εφαρμόστηκε στη δόση 600 ml/στρέμμα και από το ζιζανιοκτόνο aclonifen. Αντίθετα, το ζιζανιοκτόνο pendimethalin όταν εφαρμόστηκε στη δόση των 400ml/στρέμμα και το μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο propaquizafop δεν προκάλεσαν φυτοτοξικότητα στα φυτά της καλλιέργειας. Οι μεγαλύτερες αποδόσεις σε σπόρο βρέθηκαν στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκαν τα προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα pendimethalin και aclonifen. Το aclonifen παρόλο που δεν αντιμετώπισε αποτελεσματικά όλα τα ζιζάνια είχε ικανοποιητική απόδοση. Το πιο αποτελεσματικό ζιζανιοκτόνο αποδείχθηκε το pendimethalin όταν εφαρμόστηκε στη δόση 600 ml/στρέμμα, ενώ το ζιζανιοκτόνο που είχε μεγάλη αποτελεσματικότητα κατά του δυσεξόντωτου ζιζανίου βέλιουρα ήταν το propaquizafop. Συμπερασματικά, όλα τα ζιζανιοκτόνα που αξιολογήθηκαν θα μπορούσαν να ενταχθούν στην καταπολέμηση ζιζανίων στην καλλιέργεια

ρετσινολαδιάς, όμως χρειάζεται να πραγματοποιηθούν περισσότερες μελέτες με τις ίδιες δραστικές σε διαφορετικές δόσεις και τύπους εδαφών.

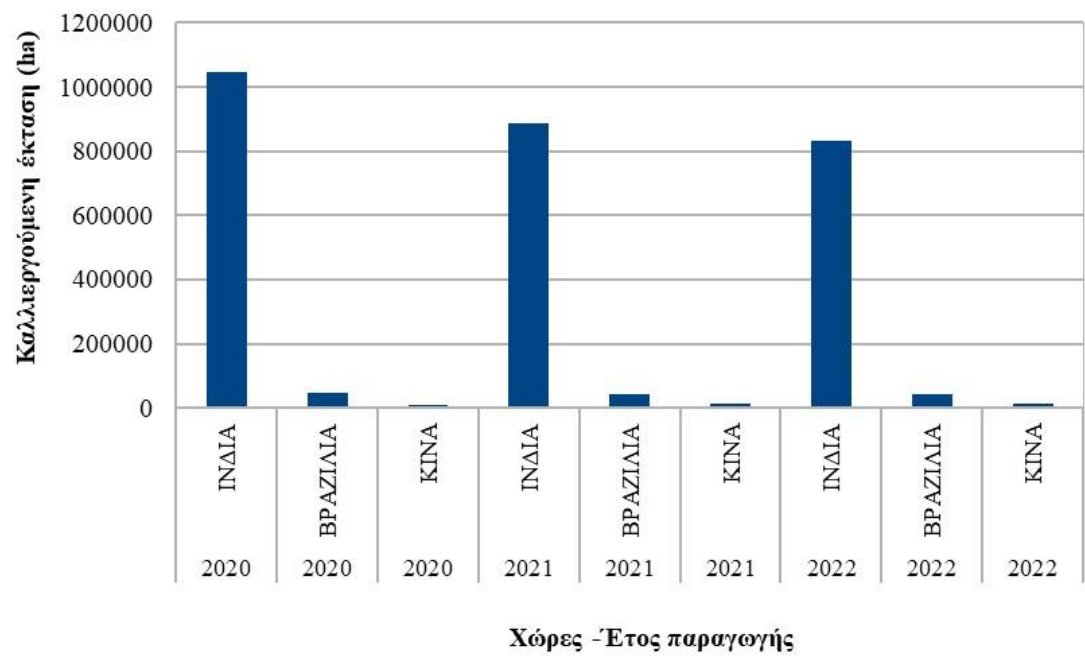
Abstract

The castor bean plant (*Ricinus communis* L.) is mainly used for biodiesel production. The purpose of this study is to evaluate the selectivity of the herbicides aclonifen, pendimethalin, and propaquizafop in this industrial crop. The experiment was conducted at the University of Thessaly's farm in Velestino from May to September 2023. The castor bean was sown on May 2, 2023, and a randomized complete block design with 5 treatments and 3 replications was applied, with each experimental plot having dimensions of 3 m x 3 m. The treatments were as follows: 1) untreated control, 2) pendimethalin (400 ml/decare), 3) pendimethalin (600 ml/decare), 4) aclonifen (250 ml/decare), and 5) propaquizafop (120 ml/decare). The herbicides pendimethalin and aclonifen were applied pre-emergence on the same day as sowing, while the herbicide propaquizafop was applied 30 days after sowing. The selectivity of the herbicides was evaluated based on the following measurements: 1) plant height, 2) number of inflorescences, 3) stem diameter, 4) chlorophyll concentration (SPAD value), 5) number of leaves, 6) density of castor bean plants, 7) dry weight of leaves, stems, and inflorescences, 8) seed yield and, 9) 1000-seed weight. Additionally, the total density and biomass of weeds were measured to evaluate the efficacy of herbicides. The results showed that there was no reduction in the density of the crop, only slight symptoms of toxicity were observed on the cotyledons from the herbicide pendimethalin when applied at a dose of 600 ml/decare and from the herbicide aclonifen. On the contrary, the herbicide pendimethalin when applied at a dose of 400 ml/decare and the post-emergence herbicide propaquizafop did not cause phytotoxicity to castor bean plants. The highest seed yield was found in plots where the pre-emergence herbicides pendimethalin and aclonifen were applied. Although aclonifen did not effectively control all weeds, it had satisfactory efficacy. Overall, pendimethalin proved to be the most effective herbicide when applied at a dose of 600 ml/decare, while propaquizafop showed high efficacy against the perennial weed Johnson grass. In conclusion, all evaluated herbicides could be applied for weed management in castor bean cultivation, but further studies are needed with the same herbicides at different doses and soil types.

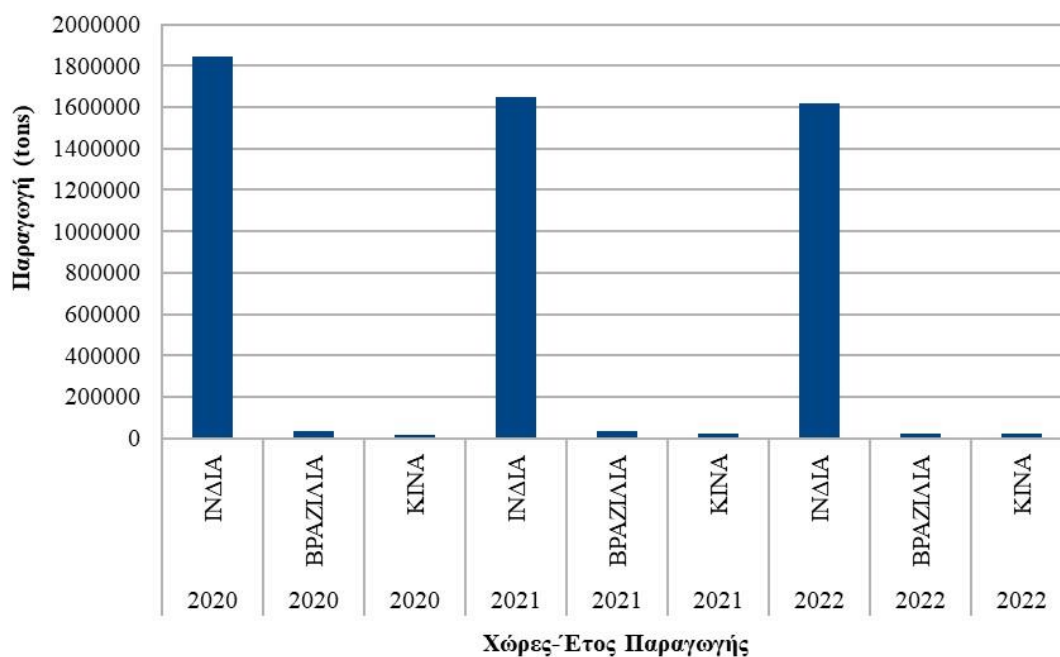
Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

1.1. Γενικά στοιχεία για την καλλιέργεια της ρετσινολαδιάς

Η ρετσινολαδιά (*Ricinus communis* L.) είναι ένα βιομηχανικό φυτό με καταγωγή από την ανατολική Αφρική και ανήκει στο γένος *Ricinus* της οικογένειας Euphorbiaceae (Landoni et al. 2023). Στην Ελλάδα συνήθως χρησιμοποιείται ως καλλωπιστικό καθώς έχει χαρακτηριστικά κόκκινα φύλλα. Η ρετσινολαδιά είναι μια καλλιέργεια που προσαρμόζεται σε διάφορες κλιματικές και εδαφικές συνθήκες καθώς είναι ανθεκτική στην ξηρασία, αλλά παρουσιάζει ευαισθησία στη έλλειψη νερού στα αρχικά στάδια ανάπτυξης (Severino et al. 2012). Σύμφωνα με στοιχεία του FAO στην Ευρώπη το έτος 2022 καλλιεργήθηκαν 107 ha, ενώ οι περισσότερες εκτάσεις και οι μεγαλύτερες παραγωγές καταγράφονται στην Ασία (FAO 2024, Διαγράμματα 1.1 και 1.2).



Διάγραμμα 1.1. Καλλιεργούμενη έκταση (ha) της ρετσινολαδιάς στις κύριες χώρες παραγωγής.



Διάγραμμα 1.2. Συνολική παραγωγή (tons) της ρετσινολαδιάς στις κύριες χώρες παραγωγής.

1.2. Βοτανικά χαρακτηριστικά

Η ρετσινολαδιά αποτελείται από ένα καλώς αναπτυγμένο ριζικό σύστημα με μεγάλη πασσαλώδη ρίζα και πολλές πλάγιες ρίζες. Ο βλαστός ο οποίος είναι κοίλος εσωτερικά μπορεί να φτάσει τα 6 m, αλλά στις περισσότερες καλλιεργούμενες ποικιλίες δεν ξεπερνά το 1,5 m. Ο βλαστός είναι κυλινδρικός, αποτελείται από πολλές διακλαδώσεις, μπορεί να είναι τριχωτός και η κυανωπή του εμφάνιση οφείλεται στο κηρώδες επίχρισμα του. Από κάθε κόμβο του βλαστού εκφύεται από ένα φύλλο (Παπακώστα- Τασοπούλου 2023). Τα φύλλα της ρετσινολαδιάς έχουν μήκος 15-45 εκ, έχουν παλαμοειδές σχήμα, φέρουν 5-12 λοβούς και οδοντωτή περιφέρεια (Εικόνα 1.1). Η διάταξη των φύλλων είναι κατ' εναλλαγή. Έχει παρατηρηθεί ότι τα φύλλα αλλάζουν χρώμα όσο προχωράνε ως προς την ωρίμανση από κοκκινωπό στο σκούρο πράσινο (Landoni et al. 2023).

Το φυτό της ρετσινολαδιάς σχηματίζει πολυάριθμα άνθη που σχηματίζονται σε επάκριο βότρυ. Πρόκειται για ένα φυτόμόνοικο και συνήθως τα θηλυκά άνθη βρίσκονται στο πάνω μέρος της ταξιανθίας, ενώ τα αρσενικά στο κάτω μέρος (Εικόνα 1.1). Η γονιμοποίηση των ανθέων επιτυγχάνεται είτε με αυτογονιμοποίηση είτε με

σταυρογονιμοποίηση με έντομα ή με τον άνεμο. Η απόσταση που μπορεί να διανύσει η γύρη μπορεί να φτάσει το 1 Km (Senthilvel et al. 2022) Έχει αποδειχθεί ότι η θερμοκρασία παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των ανθέων, δηλαδή σε υψηλές θερμοκρασίες ευνοείται η ανάπτυξη των αρσενικών, ενώ τα θηλυκά άνθη αναπτύσσονται καλύτερα σε μέτριες θερμοκρασίες (Landoni et al. 2023).



Εικόνα 1.1. Φύλλα (αριστερά) και ταξιανθία (δεξιά) της ρετινολαδιάς

Όσον αφορά τον καρπό της ρετινολαδιάς αυτός είναι κάψα μεγέθους έως 2,5 cm και φέρει αγκάθια. Η κάψα αποτελείται από 3 χώρους όπου στον κάθε χώρο αναπτύσσεται ένας σπόρος (Εικόνα 1.2). Συνήθως η καλλιεργούμενη ρετινολαδιά δεν τινάζει τους σπόρους της γι' αυτό και είναι πιο εύκολη η συγκομιδή (Παπακώστα-Τασιοπούλου 2013). Ο σπόρος έχει ωοειδές και ελαφρώς πεπλατυσμένο σχήμα. Παρατηρούνται διάφορα χρώματα επάνω στο σπόρο (Εικόνα 1.2).



Εικόνα 1.2. Σπόροι και περιβλήματα καψών της ρετσινολαδιάς.

1.3. Καλλιεργητικές τεχνικές

Για τη ρετσινολαδιά κατάλληλη εποχή σποράς είναι η άνοιξη. Πιο συγκεκριμένα, η σπορά πραγματοποιείται με πνευματική σπαρτική μηχανή στα μέσα Απριλίου και μόνο όταν η θερμοκρασία του εδάφους είναι άνω των 16 °C, ώστε να επιτευχθεί ικανοποιητικό φύτευμα. Όσον αφορά την πυκνότητα σε αρδευόμενους αγρούς αυτή περιλαμβάνει 5000-7000 φυτά/στρέμμα ενώ η απόσταση μεταξύ των γραμμών ανέρχεται στα 60-80 cm. Ιδανική θερμοκρασία για το φύτευμα της ρετσινολαδιάς είναι 18-23 °C και διαρκεί αρκετές ημέρες λόγω της σύστασης του σπόρου (λιπαρά οξέα) και του περιβλήματος. Η ρετσινολαδιά χρειάζεται αρκετή ηλιοφάνεια, αρκετές βροχοπτώσεις και δεν πρέπει να καλλιεργείται σε εδάφη με αλατότητα καθώς είναι ευαίσθητη σε αυτή. Σε περίπτωση που στην καλλιεργητική χρονιά δεν παρατηρηθούν πολλές βροχές, τότε θα πρέπει να γίνει άρδευση. Η ρετσινολαδιά μπορεί να ενταχθεί σε συστήματα αμειψισποράς καθώς έχει το πλεονέκτημα της μείωσης των νηματωδών στις καλλιέργειες που ακολουθούν. Τα λιπάσματα εφαρμόζονται ταυτόχρονα με την σπορά, και αν παρατηρηθούν τροφопενίες μπορεί να πραγματοποιηθεί λίπανση πριν την άνθιση σε συνδυασμό με κατεργασία του εδάφους. Η συγκομιδή της ρετσινολαδιάς στις ποικιλίες με μικρό ύψος γίνεται με χρήση θεριζοαλωνιστικής μηχανής το Φθινόπωρο. Η χειρωνακτική συγκομιδή είναι χρονοβόρα και επίπονη για αυτό και αποφεύγεται. Κατά τη συγκομιδή θα πρέπει να γίνει προσεκτικός χειρισμός διότι οι σπόροι που θα πέσουν στο έδαφος θα αποτελέσουν φυτά εθελοντές και μπορούν να προκαλέσουν εάν αναμειχθούν με χορτοδοτικά φυτά δηλητηριάσεις σε ανθρώπους και ζώα (Παπακώστα- Τασιοπούλου 2013).

1.4. Χρήσεις

Κύριο προϊόν της ρετσινολαδιάς είναι το έλαιο καθώς αυτό βρίσκεται σε υψηλή συγκέντρωση στον σπόρο. Αποτελεί την μοναδική πηγή ρικινελαϊκού οξέος ένα υδροξυλιωμένο λιπαρό οξύ (Severino et al. 2012). Το έλαιο που λαμβάνεται από τους σπόρους έχει εξαιρετική σταθερότητα, υψηλό ιξώδες, μεγάλο ειδικό βάρος, και διαλυτότητα σε αλκοόλη για αυτό και έχει πάνω από 700 χρήσεις. Κάποιες από αυτές είναι η παρασκευή καλλυντικών, χαλαρωτικό στην ιατρική, λιπαντικό μηχανών και στην παρασκευή βερνικιών (Παπακώστα–Τασοπούλου, 2013). Το ρετσινόλαδο είναι ένα εξαιρετικό προϊόν για την παραγωγή βιοντίζελ (Severino et al. 2012). Επίσης, το παραπροϊόν της σύνθλιψης του σπόρου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως οργανικό λίπασμα, ενώ τα φύλλα χρησιμοποιούνται για τη διατροφή των μεταξοσκωλήκων (Ramanjaneyulu et al. 2017). Οι σπόροι της ρετσινολαδιάς είναι ακατάλληλοι για βρώση από ανθρώπους και ζώα διότι περιέχουν την ουσία ρικίνη (Severino et al. 2012).

1.5. Ζιζάνια

1.5.1. Ετήσια ζιζάνια

Αντράκλα ή γλιστρίδα (*Portulaca oleracea* L., Οικογένεια Portulacaceae)

Είναι ένα ετήσιο, πλατύφυλλο και εαρινό φυτό και φυτρώνει από την άνοιξη μέχρι τα μέσα καλοκαιριού. Η αντράκλα είναι ένα έρπων φυτό, με μήκος βλαστού από 15 cm έως 50 cm. Ο βλαστός είναι κυλινδρικός και σαρκώδης, ενώ το κύριο χαρακτηριστικό του είναι το κοκκινωπό χρώμα και ότι δεν φέρει τρίχες (Εικόνα 1.3). Τα φύλλα της είναι πράσινα, με ροπαλοειδές σχήμα, αδιαίρετα και σαρκώδη. Τα άνθη φύονται μεμονωμένα. Η αντράκλα ευδοκimeί σε ηλιόλουστες περιοχές. Είναι φυτό τεράστιας φαρμακευτικής αξίας αφού έχει αντιμικροβιακές, αντιφλεγμονώδεις και αναλγητικές ιδιότητες (Masoodi et al. 2011).

Τριβόλι (*Tribulus terrestris* L., Οικογένεια Zygophyllaceae)

Το τριβόλι είναι ετήσιο και εαρινό φυτό. Αναπτύσσεται κυρίως σε αμμώδη, ξηρά, και χαμηλής αλατότητας εδάφη. Έχει έρπουσα μορφή, με μεγάλους μήκους βλαστό, κοκκινωπού χρώματος. Τα φύλλα του όπως και ο βλαστός φέρουν τρίχες και είναι σύνθετα, γκριζο-πράσινα, ωοειδή ή λογχοειδή (Εικόνα 1.4). Τα άνθη του φύονται

μεμονωμένα και εμφανίζονται από τέλη άνοιξης μέχρι αρχές φθινοπώρου. Η αγκαθωτή του κάψα περιέχει 5 χώρους που σπάζουν μετά την ωρίμανση και απελευθερώνονται 3 έως 5 σπόροι, οι οποίοι έχουν καστανό χρώμα. Τα αγκάθια του τριβολιού δημιουργούν επώδυνα τραύματα σε ανθρώπους και ζώα (CDFA 2010). Το τριβόλι έχει τεράστιο φαρμακευτικό ενδιαφέρον καθώς έχει αντιβακτηριδιακές, αντιφλεγμονώδεις, αντιοξειδωτικές ιδιότητες και συμβάλλει στην πρόληψη των καρδιαγγειακών νοσημάτων (Zhu et al. 2017).



Εικόνα 1.3. Φυτό αντράκλας στα αρχικά στάδια ανάπτυξης στον πειραματικό αγρό της ρετσινολαδιάς στο Βελεστίνο.



Εικόνα 1.4. Τριβόλι στον πειραματικό αγρό της ρετσινολαδιάς στο Βελεστίνο.

Στύφνος ή Αγριοτομάτα (*Solanum nigrum* L., Οικογένεια Solanaceae)

Ο στύφνος είναι ετήσιο, θερινό και ποώδες φυτό. Ο βλαστός του μπορεί να φτάσει σε ύψος το 1 m, είναι κυλινδρικός, όρθιος και το χρώμα του διαφέρει από πράσινο έως μωβ και είναι τριχωτός όπως και τα φύλλα. Τα φύλλα του έχουν στρογγυλή βάση, μυτερή κορυφή και είναι οδοντωτά (Εικόνα 1.5). Τα άνθη της είναι λευκά και οι καρποί της όταν φτάσουν στο κατάλληλο στάδιο ωρίμανσης έχουν σκούρο χρώμα (Βασιλάκογλου και Δήμας 2017). Αναπτύσσεται σε ποικίλους τύπους εδαφών όπως ξηρά, βαθιά και πετρώδη εδάφη (Jain et al. 2011).



Εικόνα 1.5. Λουβουδιά (αριστερά) και στύφνος (δεξιά) στον πειραματικό αγρό της ρετσίνολαδιάς στο Βελεστίνο.

Λουβουδιά (*Chenopodium album* L., Οικογένεια Amaranthaceae)

Η λουβουδιά είναι ένα ετήσιο, πλατύφυλλο που εμφανίζεται από τέλος χειμώνα μέχρι τέλος της άνοιξης (Ελευθεροχωρινός, 2020). Κύριος τρόπος αναπαραγωγής είναι με σπόρους (Βασιλάκογλου και Δήμας 2017). Ο βλαστός της μπορεί να φτάσει σε ύψος τα 250 cm, έχει κόκκινα στίγματα και φέρει αυλακώσεις (Basset and Crompton, 1978). Τα φύλλα πάνω στο βλαστό διαφοροποιούνται, δηλαδή τα φύλλα της βάσης έχουν

σχήμα ρόμβου, ενώ τριγωνικό έχουν τα φύλλα της κορυφής,. Για την αναγνώρισή του είδους χαρακτηριστική είναι η παρουσία λευκού επιχρίσματος στην επιφάνεια των φύλλων και στην κάτω επιφάνεια το κόκκινο χρώμα (Viggiani and Angelini 2002). Τα άνθη γονιμοποιούνται με την βοήθεια του ανέμου και παράγονται σκούρου χρώματος και σφαιρικοί σπόροι (Basset and Crompton 1978). Διάφορες έρευνες έχουν δείξει ότι η λουβουδιά έχει αντιφλεγμονώδεις, αναλγητικές, αντιοξειδωτικές και άλλες ιδιότητες (Al-Snafi 2015, Agrawal et al. 2014).

Βλήτο (*Amaranthus* spp., Οικογένεια *Amaranthaceae*)

Στον αγρό παρατηρήθηκαν τρία είδη του γένους *Amaranthus*, δηλαδή το *Amaranthus albus* L. (λευκό βλήτο), το *Amaranthus blitoides* S. Watson (πλαγιαστό βλήτο) και το *Amaranthus retroflexus* L. (τραχύ βλήτο, (Εικόνα 1.6)), και αυτό που επικράτησε ήταν το *A. albus*. Το βλήτο είναι ετήσια, εαρινά και πλατύφυλλα είδη και αναπαράγονται με σπόρους. Αναπτύσσονται σε ποικίλους τύπους εδαφών, αλλά ευδοκιμούν σε αμμώδη, θερμά εδάφη και ηλιόλουστες περιοχές που έχουν pH 4.2 έως 9.1. Ιδανικές θερμοκρασίες για την ανάπτυξή τους είναι από 30 – 40 °C (Weaver and Mc Williams 1980). Τα φυτά εμφανίζονται από τον Απρίλιο ή Μάιο (Βασιλακόγλου και Δήμας 2017).



Εικόνα 1.6. Τραχύ βλήτο στον πειραματικό αγρό της ρετσινολαδιάς στο Βελεστίνο.

Ορισμένα χαρακτηριστικά που διαφοροποιούν τα τρία είδη βλήτου μεταξύ τους είναι τα παρακάτω: το πλαγιαστό βλήτο έχει λευκή κηλίδα στην επιφάνεια του φύλλου, το τραχύ βλήτο έχει φύλλα με τραχιά υφή, είναι ψηλότερο και οι ταξιανθίες του βρίσκονται στην κορυφή του φυτού, σε αντίθεση με το πλαγιαστό και το λευκό. Το βλήτο αποτελεί καταφύγιο για διάφορα παθογόνα και έντομα και δημιουργεί αλλεργίες (Brankov et al. 2022). Τέλος, το βλήτο έχει βρεθεί ότι παρουσιάζει ανθεκτικότητα σε κάποιες ομάδες ζιζανιοκτόνων με συγκεκριμένους μηχανισμούς δράσης όπως αναστολή της οξικογαλακτικής συνθάσης (ALS) (Vrbnicanin et al. 2017).

1.5.2. Πολυετή ζιζάνια

Βέλιουρας (*Sorghum halepense* (L.) Pers., Οικογένεια Poaceae)

Ο βέλιουρας είναι ένα αγρωστώδες, πολυετές και εαρινό φυτό. Ο βλαστός έχει πεπλατυσμένη βάση, είναι πράσινος και δεν φέρει τρίχες, ενώ έχει κυλινδρικό σχήμα και το ύψος του κυμαίνεται από 60 έως 180 cm. Στα γόνάτά του εμφανίζονται μικρού μήκους τρίχες. Ο κολεός δεν φέρει ούτε τρίχες, ενώ δεν υπάρχουν ωτία. Η γλωσσίδα του βέλιουρα είναι μεμβρανώδης και το χρώμα τους είναι ωχροπράσινο. Το έλασμα είναι μεγάλου μήκους, πράσινο με τραχιά υφή και εμφανές λευκό (Εικόνα 1.7) κεντρικό νεύρο (Βασιλάκογλου και Δήμας 2017).

Η ταξιανθία είναι φόβη και μέσω της αυτογονιμοποίησης δημιουργούνται καφε-κόκκινοι, οβάλ, σπόροι. Η αναπαραγωγή του βέλιουρα επιτυγχάνεται με σπόρους και ριζώματα, ενώ η διασπορά των σπόρων με τα πτηνά και των ριζωμάτων με μηχανική κατεργασία του εδάφους. Ο βέλιουρας ευδοκιμεί σε ζεστές και βροχερές περιοχές και σε γόνιμα εδάφη. Μπορεί να αναπτυχθεί σε περιόδους ξηρασίας ενώ σε πειράματα αποδείχθηκε ότι αντέχει μέχρι -10 °C (CDFA 2002). Για αυτό τον λόγο, είναι ένα από τα δυσεξόντωτα ζιζάνια και προκαλεί παγκοσμίως απώλεια της παραγωγής από 57 έως 88% (Peerzada et al. 2017). Μεγάλη αποτελεσματικότητα κατά του βέλιουρα είχαν οι δραστικές fluazifop-p-butyl, quizalofop-p-ethyl και ο συνδυασμός fluazifop-p-butyl με imazamox σε καλλιέργεια ηλίανθου (Karkanis et al. 2022).

Περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis* L., Οικογένεια Convolvulaceae)

Η περικοκλάδα είναι ένα πολυετές, πλατύφυλλο και έρπων ζιζάνιο που ανθοφορεί από τέλη άνοιξης έως μέσα φθινοπώρου. Ο βλαστός της μπορεί να φτάσει το 1.5 m, δεν φέρει τρίχες και μπορεί να αναρριχάται πάνω στα καλλιεργούμενα φυτά. Τα φύλλα της έχουν καρδιόσχημη ή τοξόμορφη εμφάνιση, φέρουν μίσχο και φύονται εναλλάξ επάνω στον βλαστό (Εικόνα 1.7). Τα άνθη της φέρουν 5 πέταλα ενωμένα σχηματίζουν ένα χωνί, χρώματος λευκού ή ροζ. Η περικοκλάδα είναι ένα ερμαφρόδιτο είδος και η γονιμοποίηση επιτυγχάνεται με τα έντομα (Kaur and Kalia 2012). Ο καρπός της έχει ανοιχτό χρώμα και είναι σφαιρικός. Προτιμά εδάφη με ουδέτερο ή αλκαλικό pH (6-8), αναπτύσσεται σε θερμές περιοχές με ιδανική θερμοκρασία μεταξύ 20 με 25 °C (Tanveer et al. 2013).



Εικόνα 1.7. Βέλιουρας (αριστερά) και περικοκλάδα (δεξιά) στον πειραματικό αγρό της ρετσινολαδιάς στο Βελεστίνο.

1.6. Μέθοδοι καταπολέμησης των ζιζανίων

Η αντιμετώπιση των ζιζανίων στην καλλιέργεια της ρετσινολαδιάς βασίζεται τόσο στα προληπτικά όσο και στα μηχανικά μέτρα (Παπακώστα-Τασοπούλου 2013). Πιο συγκεκριμένα, οι πιο σύνηθες μέθοδοι είναι η προετοιμασία του εδάφους, η αμειψισπορά, η συγκαλλιέργεια με άλλα είδη και η αυξημένη πυκνότητα των φυτών.

Για την επαρκή καταπολέμηση των ζιζανίων στην καλλιέργεια της ρετσίνολαδιάς θα χρειαστούν συνολικά 3 φορές σκάλισμα, ενώ θα πρέπει να αποφεύγεται η τεχνική αυτή όταν το έδαφος είναι υγρό ή όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες και ξηρασία (Costa et al. 2014). Το σκάλισμα σε νεαρό στάδιο των φυτών πρέπει να γίνεται προσεκτικά διότι μπορεί να τραυματιστούν τα φυτά (Παπακώστα-Τασοπούλου 2013).

1.7. Χημική καταπολέμηση

Η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων είναι μια αποτελεσματική και οικονομική μέθοδος για την αντιμετώπιση ζιζανίων όταν ο πληθυσμός τους βρίσκεται σε μεγάλο αριθμό. Στην Ελλάδα με βάση το Υπουργείο Ανάπτυξης και Τροφίμων δεν υπάρχουν εγκεκριμένα σκευάσματα για τη ρετσίνολαδιά. Στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία αξιολογήθηκαν ως προς την εκλεκτικότητα του στην καλλιέργεια της ρετσίνολαδιάς τα παρακάτω ζιζανιοκτόνα:

Προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα

• pendimethalin

Το pendimethalin (N-(1-ethylpropyl)-2,6-dinitro-3,4-xylidine) ανήκει στην ομάδα των δινιτροανιλινών και είναι ένα εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο που εφαρμόζεται σε διάφορες καλλιέργειες (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2017, Chu et al. 2018). Χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση ετήσιων αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2017). Κύρια δράση της συγκεκριμένης δραστικής ουσίας είναι η παρεμπόδιση του πολυμερισμού της τουμπουλίνης με αποτέλεσμα την αναστολή της αύξησης και της ανάπτυξης των ριζών και των βλαστών και τελικά τη νέκρωση των φυτών (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2017, Chu et al. 2018, Giglio and Vommaro 2022). Εφαρμόζεται με ψεκασμό προσπαρτικά, προφυτρωτικά ή νωρίς μεταφυτρωτικά, όμως στην προφυτρωτική εφαρμογή χρειάζεται ενσωμάτωση μηχανική ή με άρδευση, αλλιώς η αποτελεσματικότητά του μειώνεται λόγω εξάτμισης ή φωτοχημικής διάσπασης (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2017). Σε πείραμα που διεξάχθηκε από τους Soffiati et al. (2011) αποδείχθηκε ότι με τη χρήση του pendimethalin και ενός μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου αυξήθηκε η απόδοση της ρετσίνολαδιάς.

- **aclonifen**

Το ζιζανιοκτόνο *aclonifen* ανήκει στην ομάδα των διφαινυλικών αιθέρων (Rodríguez-Palma et al. 2023) και είναι ένα διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο (Ζιώγας και Μάρκογλου 2017) που ανακαλύφθηκε το 1977 (Trivesan et al. 1977). Το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο είναι λιπόφιλο και έχει χρόνος ημιζωής στο έδαφος που κυμαίνεται από 19,3 έως 56,5 ημέρες (Trevisan et al. 1999). Χρησιμοποιείται προφυτρωτικά για την καταπολέμηση πλατύφυλλων και ορισμένων αγρωστωδών ζιζανίων σε διάφορες καλλιέργειες όπως ο ηλιάνθος και η πατάτα (Trevisan et al. 1999, Ζιώγας και Μάρκογλου 2017). Για το αποτελεσματικό έλεγχο ορισμένων αγρωστωδών ζιζανίων όπως η μουχρίτσα (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) συστήνεται να συνδυάζεται με μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα όπως το quizalofop-p-ethyl (Pannacci et al. 2007). Η δράση του δεν είναι πλήρως γνωστή αλλά φαίνεται να παρεμποδίζει την βιοσύνθεση των καροτενοειδών με αποτέλεσμα να καταστρέφεται η χλωροφύλλη και να εμφανίζονται λευκές κηλίδες στα φύλλα (Ζιώγας και Μάρκογλου 2017).

Μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα

- **propaquizafop**

Το ζιζανιοκτόνο *propaquizafop* ανήκει στην ομάδα των αρυλοξυφαινοξυαλκανοϊκών οξέων και είναι διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο (Lukacs et al. 2000, Ζιώγας και Μάρκογλου 2017). Ο χρόνος ημιζωής του *propaquizafop* εξαρτάται από τη δόση εφαρμογής του και κυμαίνεται από 15,12 έως 29,36 ημέρες (Ramprakash et al. 2016). Χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση ετήσιων και πολυετών αγρωστωδών ζιζανίων (Ζιώγας και Μάρκογλου 2017). Κύρια δράση του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου είναι η παρεμπόδιση της καρβοξυλάσης του ακετύλο-CoA και κατά συνέπεια της βιοσύνθεσης των λιπαρών οξέων. Όλα αυτά έχουν ως αποτέλεσμα την μείωση της ανάπτυξης των φυτών με συσσώρευση ανθοκυανών και χλώρωση και τέλος τη νέκρωση των ιστών. Εφαρμόζεται μεταφυτρωτικά όταν τα ετήσια ζιζάνια είναι μικρής ανάπτυξης και τα πολυετή έχουν πλούσιο φύλλωμα (Ζιώγας και Μάρκογλου 2017). Σε μελέτη που έγινε από τους Bai et al. (2021) έδειξε ότι η προφυτρωτική εφαρμογή *alachlor* και *halosulfuron* σε συνδυασμό με την μεταφυτρωτική εφαρμογή *propaquizafop* είχαν την ίδια επίδραση στο φυτό της

ρετσινολαδιάς με την χειρωνακτική αφαίρεση των ζιζανίων, όσον αφορά το ύψος, την ξηρά ουσία και την απόδοση της ρετσινολαδιάς.

1.7. Σκοπός

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη της εκλεκτικότητας των ζιζανιοκτόνων pendimethalin, aclonifen και propaquizafop στην καλλιέργεια της ρετσινολαδιάς.

Κεφάλαιο 2ο: Υλικά και Μέθοδοι

2.1. Τοποθεσία και πειραματικό σχέδιο

Η μελέτη διεκπεραιώθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο (Εικόνα 2.1). Το έδαφος είναι αλκαλικό με pH=7,4 (1:1 έδαφος/νερό), η κοκκομετρική σύστασή του είναι άμμος 38%, ιλύς 36% και άργιλος 26% (αμμοαργιλοπηλώδες). Η σπορά της ρετσινολαδιάς (*Ricinus communis* L.) έγινε στις 2 Μαΐου του 2023 με αποστάσεις επί της γραμμής 20 εκ και μεταξύ των γραμμών 75 εκ.

Στον αγρό εφαρμόστηκε το σχέδιο τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 5 επεμβάσεις και 3 επαναλήψεις. Κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε διαστάσεις 3 m x 3 m (4 γραμμές σποράς ανά τεμάχιο). Οι επεμβάσεις του συγκεκριμένου πειράματος ήταν οι εξής: 1) ασκάλιστος μάρτυρας, δηλαδή δεν εφαρμόστηκε καμία μέθοδος για την καταπολέμηση των ζιζανίων 2) Stomp 330 EC A δόση (δραστική ουσία pendimethalin, 400 ml/στρέμμα 3) Stomp 330 EC B δόση, 600 ml/στρέμμα 4) Challenge 600 SC 250 ml/στρέμμα (δραστική ουσία aclonifen) και 4) Agil 10 EC 120 ml/στρέμμα (δραστική ουσία propaquizafop).

Challenge 600 SC	Stomp 330 EC B δόση	Agil 10 EC
Ασκάλιστος μάρτυρας	Ασκάλιστος μάρτυρας	Stomp 330 EC B δόση
Stomp 330 EC A δόση	Challenge 600 SC	Challenge 600 SC
Stomp 330 EC B δόση	Stomp 300 EC A δόση	Stomp 330 EC A δόση
Agil 10 EC	Agil 10 EC	Ασκάλιστος μάρτυρας
3η Επανάληψη	2η Επανάληψη	1η Επανάληψη

Διάγραμμα 2.1. Πειραματικό σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 επαναλήψεις ανά επέμβαση.



Εικόνα 2.1. Πειραματικός αγρός στο Βελεστίνο μετά τη σπορά και τη χάραξη των τεμαχίων (plots).

2.2. Καλλιεργητικές τεχνικές

Για την προετοιμασία του εδάφους, αρχικά τον Οκτώβριο του 2022, αφού το έδαφος ήταν στον ρώγο του, έγινε κατεργασία με άροτρο σε βάθος 30 cm. Δύο εβδομάδες πριν τη σπορά στις 18/4/23 το έδαφος προετοιμάστηκε αρχικά με ελαφρύ καλλιεργητή και στη συνέχεια με σβολοκόπτη. Ακολούθησε η σπορά στις 02/05/2023 με πνευματική μηχανή 4 σειρών σε βάθος 2-3 cm και την ίδια μέρα εφαρμόστηκαν τα ζιζανιοκτόνα pendimethalin και aclonifen (Εικόνα 2.2). Η εφαρμογή του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου Agil έγινε στις 01/06/2023. Στα πρώτα στάδια της καλλιέργειας η άρδευση πραγματοποιήθηκε με σύστημα καταιονισμού (κανόνι) και στη συνέχεια πραγματοποιούνταν στάγδην άρδευση. Όσον αφορά τη λίπανση η οποία έγινε με το σύστημα της στάγδην άρδευσης, αρχικά στις 26/06/2023 εφαρμόστηκαν 7,5 κιλά νιτρικής αμμωνίας (34,5-0-0) ανά στρέμμα και στις 07/07/2023 εφαρμόστηκαν 5 κιλά φωσφορικού μονο-καλίου MKP (0-52-34) και 1,5 κιλό θειϊκού καλίου Solusop (0-0-52) ανά στρέμμα. Η συγκομιδή έγινε χειρωνακτικά στις 22/09/2023.



Εικόνα 2.2. Σπορά ρετινολαδιάς με πνευματική σπαρτική μηχανή 4 σειρών.

2.3. Μετρήσεις

Στις 23/5/23 (21 ημέρες μετά τη σπορά) έγινε επισκόπηση του αγρού στο Βελεστίνο με σκοπό την παρατήρηση της επίδρασης των προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων pendimethalin και aclonifen στην καλλιέργεια και καταγραφή πιθανών συμπτωμάτων τοξικότητας. Επίσης, ανά τακτά χρονικά διαστήματα πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε όλα τα πειραματικά τεμάχια και καταγράφηκαν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

1) **Αριθμός φυτών ανά τεμάχιο:** δηλαδή πόσα φυτά μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων κατάφεραν να φυτρώσουν και να αναπτυχθούν και πόσα φύτευσαν στο τεμάχιο του ασκάλιστου μάρτυρα με παρουσία ζιζανίων και ανταγωνισμού. Η μέτρηση έγινε μία φορά στις 09/06/23 (38 ημέρες από τη σπορά).

2) **Ύψος:** Η μέτρηση του ύψους έγινε με κλασικό μέτρο σε 4 διαδοχικά φυτά της μεσαίας γραμμής κάθε τεμαχίου. Πιο συγκεκριμένα πριν την εμφάνιση της ταξιανθίας μετρήθηκε το ύψος του φυτού από το έδαφος έως την εμφάνιση του πιο πρόσφατου φύλλου ενώ με την εμφάνιση της ταξιανθίας η μέτρηση έγινε από το έδαφος έως το τελικό ύψος της. Πρώτη μέτρηση στις 9/6/23, δεύτερη στις 4/7/2023, τρίτη στις

18/7/2023, τέταρτη στις 2/8/2023 και τελευταία 30/8/2023, δηλαδή 38, 63, 77, 92 και 120 ημέρες από τη σπορά, αντίστοιχα.

3) **Αριθμός φύλλων:** Η μέτρηση του αριθμού φύλλων έγινε σε 4 διαδοχικά φυτά της μεσαίας γραμμής κάθε πειραματικού τεμαχίου. Πρώτη μέτρηση στις 9/6/23, δεύτερη στις 4/7/23, τρίτη στις 18/7/23, τέταρτη στις 2/8/23 και τελευταία 30/8/23, δηλαδή 38, 63, 77, 92 και 120 ημέρες από τη σπορά, αντίστοιχα.

4) **Μέτρηση χλωροφύλλης-SPAD:** Η μέτρηση εκτελέστηκε με συγκεκριμένο όργανο σε διάφορα φύλλα 4 διαδοχικών φυτών μιας γραμμής και δίνοντάς μας το μέσο όρο τους (Εικόνα 2.3). Οι μετρήσεις έγιναν αρχικά στις 9/6/2023 και στη συνέχεια στις 4/7/2023, 18/7/2023, 2/8/2023 και 30/8/2023, δηλαδή 38, 63, 77, 92 και 120 ημέρες από τη σπορά, αντίστοιχα.



Εικόνα 2.3. Μετρητής χλωροφύλλης SPAD-502 (αριστερά) και ζυγός ακριβείας (δεξιά).

5) **Αριθμός ταξιανθιών κάθε φυτού:** Μέτρηση του αριθμού των ταξιανθιών από 4 διαδοχικά φυτά σε μια από τις μεσαίες γραμμές του κάθε πειραματικού τεμαχίου. Πρώτη μέτρηση στις 9/6/2023, δεύτερη στις 4/7/2023, τρίτη στις 18/7/2023, τέταρτη στις 2/8/2023 και τελευταία 30/8/2023, δηλαδή 38, 63, 77, 92 και 120 ημέρες από τη σπορά, αντίστοιχα.

6) **Διάμετρος βλαστού:** Η μέτρηση αυτής της παραμέτρου πραγματοποιούνταν με παχύμετρο, σε 4 διαδοχικά φυτά σε μια από τις μεσαίες γραμμές. Πρώτη μέτρηση στις 9/6/2023, δεύτερη στις 4/7/2023, τρίτη στις 18/7/2023, τέταρτη στις 2/8/2023 και τελευταία 30/8/2023, δηλαδή 38, 63, 77, 92 και 120 ημέρες από τη σπορά, αντίστοιχα.

7) **Απόδοση:** Πριν τη συγκομιδή της καλλιέργειας έγινε εφαρμογή στις 01/09/2023 (122 ημέρες από τη σπορά) του αποφυλλωτικού σκευάσματος Spotlight® C 24 EC (carfentrazone-ethyl), σε δοσολογία 21 ml/στρέμμα με σκοπό την ταυτόχρονη ωρίμανση των ταξιανθιών και την καλύτερη ποιότητα του σπόρου. Έπειτα, στις 22/9/2023 (143 ημέρες από την σπορά) πραγματοποιήθηκε κοπή των ταξιανθιών 3 φυτών κάθε τεμαχίου, τοποθετήθηκαν σε σακούλακια (Εικόνα 2.4) και στις 22/10/2023 στο εργαστήριο ζυγίστηκε το βάρος καψών κάθε πειραματικού τεμαχίου, πραγματοποιήθηκε διαχωρισμός των σπόρων από τις κάψες, και έπειτα ζυγίστηκε το βάρος των περιβλημάτων τους και το βάρος 1000 σπόρων με ζυγό ακριβείας (Εικόνα 2.3)

8) **Νωπό-ξηρό βάρος ρετσινολαδιάς:** Στις 30/8/23 (120 ημέρες από τη σπορά) έγινε κοπή 3 φυτών ανά τεμάχιο, σε ξεχωριστά σακούλακια διαχωρίστηκαν φύλλα, ταξιανθίες, βλαστοί, όπου ζυγίστηκαν με ζυγό ακριβείας και τέλος τοποθετήθηκαν σε κλίβανο για 4 ημέρες στους 60 βαθμούς κελσίου, με σκοπό στη συνέχεια να ζυγιστεί το ξηρό βάρος τους.

9) **Ζιζάνια:** Στις 5/7/23 (64 ημέρες από την σπορά) έγινε καταγραφή των ζιζανίων σε κάθε τεμάχιο (επιφάνεια μέτρησης 40 x 40 cm), προσδιορίστηκαν τα είδη, ο αριθμός καθώς και το νωπό βάρος τους με ζυγό ακριβείας. Τέλος, τοποθετήθηκαν σε κλίβανο για 4 ημέρες στους 60 βαθμούς κελσίου, για αποξήρανση και έπειτα η μέτρηση του ξηρού βάρους (Εικόνα 2.5).

10) **Επίδραση μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου:** Η καταγραφή της επίδρασης του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου proaquizafor στην καλλιέργεια της ρετσινολαδιάς καθώς και στα ζιζάνια του κάθε πειραματικού τεμαχίου έγινε στις 9/06/2023 μαζί με την πρώτη μέτρηση των άλλων παραμέτρων.



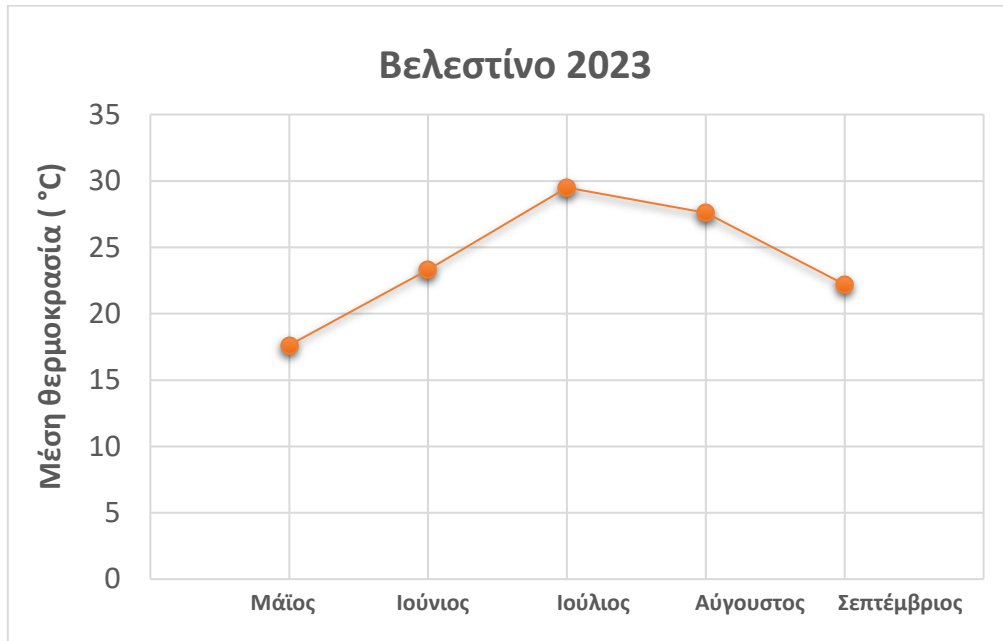
Εικόνα 2.4. Συγκομιδή ταξιανθιών χειρωνακτικά στις 22/09/2023.



Εικόνα 2.5. Κλίβανος για αποξήρανση.

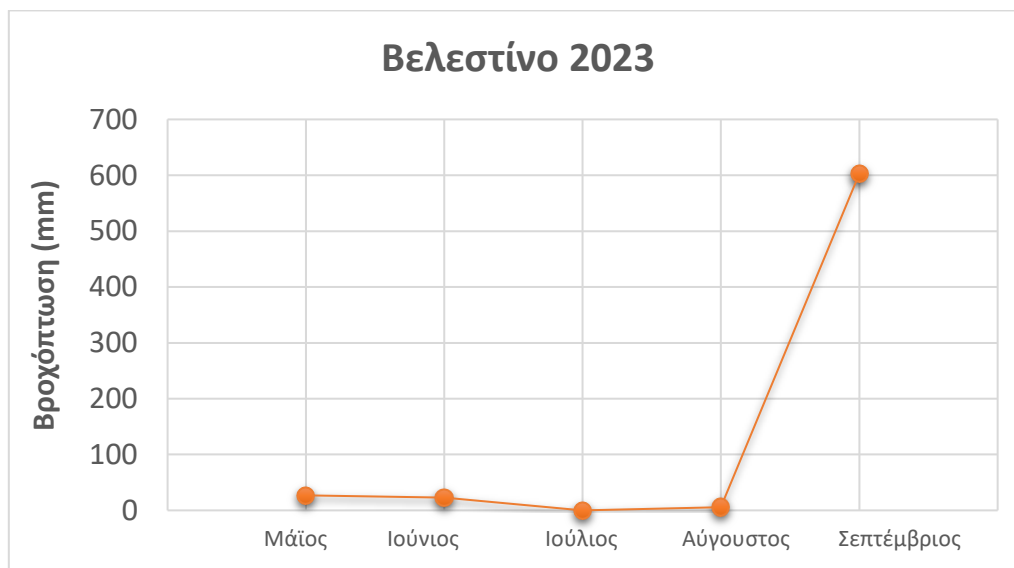
2.4. Μετεωρολογικά δεδομένα

Στο παρακάτω διάγραμμα 2.2 απεικονίζεται η μέση τιμή της θερμοκρασίας στους μήνες Μάιο έως Σεπτέμβριο κατά τη διάρκεια των οποίων διεξήχθη το πείραμά μας.



Διάγραμμα 2.2. Μέση θερμοκρασία στους μήνες Μάιος έως Σεπτέμβριος του 2023.

Αντίστοιχα, στο διάγραμμα 2.3 παρουσιάζονται τα δεδομένα της βροχόπτωσης στους μήνες Μάιος έως Σεπτέμβριος.



Διάγραμμα 2.3. Βροχόπτωση στους μήνες Μάιος έως Σεπτέμβριος του 2023.

2.5. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Για τη στατιστική επεξεργασία δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό SigmaPlot 12 (Systat Software Inc. , San Jose CA). Αρχικά έγινε η ανάλυση της διασποράς με βάση το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων και όπου διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, έγινε σύγκριση των μέσων με τη δοκιμασία του LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Κεφάλαιο 3^ο: Αποτελέσματα

3.1. Σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης- Τιμή SPAD.

1η μέτρηση

Στη μέτρηση των τιμών SPAD στις 09/06/2023 η ANOVA δεν ανάδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων aclonifen, propaquizafop και pendimethalin (A και B δόση). Οι τιμές SPAD κυμαίνονταν μεταξύ 51,2 με 52,5, με τη χαμηλότερη τιμή να βρίσκεται στο πειραματικό τεμάχιο που εφαρμόστηκε η δραστική ουσία propaquizafop και η υψηλότερη στο τεμάχιο με τη δραστική pendimethalin με τη μικρότερη δόση (A) (Πίνακας 3.1).

Πίνακας 3.1. Τιμή SPAD στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen, pendimethalin (A και B δόση) κατά την πρώτη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Τιμή SPAD
Ασκάλιστος μάρτυρας	52,4 α
propaquizafop	51,2 α
aclonifen	51,4 α
pendimethalin A	52,5 α
pendimethalin B	51,5 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	0,757
Τιμή P	0,581
LSD _{5%}	-

2η μέτρηση

Στη μέτρηση που έγινε στις 4/7/23, όσον αφορά την συγκέντρωση της χλωροφύλλης των φυτών του πειραματικού αγρού δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων aclonifen, propaquizafop και pendimethalin (A και B δόση) όπως ανέδειξε η ανάλυση ANOVA. Οι τιμές SPAD κυμαίνονταν μεταξύ 42,6 και 47,6. Ο ασκάλιστος μάρτυρας κατείχε τη χαμηλότερη

τιμή SPAD, ενώ τη μεγαλύτερη τιμή την είχε το πειραματικό τεμάχιο που είχε εφαρμοστεί η δραστική aclonifen (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2. Τιμή SPAD στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen, pendimethalin (A και B δόση) κατά τη δεύτερη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Τιμή SPAD
Ασκάλιστος μάρτυρας	42,6 α
propaquizafop	46,3 α
aclonifen	47,6 α
pendimethalin A	47,2 α
pendimethalin B	47,2 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	1,183
Τιμή P	0,387
LSD _{5%}	-

3η μέτρηση

Στην τρίτη μέτρηση καταγράφηκαν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των πέντε πειραματικών επεμβάσεων για τις τιμές SPAD που ήταν στατιστικώς σημαντικές. Πιο συγκεκριμένα, μεγαλύτερη διαφορά εμφανίστηκε μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα όπου παρατηρήθηκε και η χαμηλότερη τιμή SPAD (41,8) και του ζιζανιοκτόνου propaquizafop όπου παρατηρήθηκε και η υψηλότερη τιμή SPAD (52,3). Επίσης, στατιστική σημαντική διαφορά είχε ο ασκάλιστος μάρτυρας με όλες τις άλλες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων, ενώ οι επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) δεν είχαν διαφορά ως προς την επίδραση τους στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης (Πίνακας 3.3).

Πίνακας 3.3. Τιμή SPAD στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) κατά την τρίτη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά.

Επεμβάσεις	Τιμή SPAD
Ασκάλιστος μάρτυρας	41,8 β
propaquizafop	52,3 α
aclonifen	49,5 α
pendimethalin A	50,0 α
pendimethalin B	52,0 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	4,294
Τιμή P	0,038
LSD _{5%}	6,699

4η μέτρηση

Στη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 2/8/23, αναδείχθηκαν διαφορές μεταξύ των πέντε πειραματικών επεμβάσεων για τις τιμές SPAD που ήταν στατιστικά σημαντικές (Πίνακας 3.4). Πιο συγκεκριμένα, μεγάλη διαφορά εμφανίστηκε μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα όπου παρατηρήθηκε και η χαμηλότερη τιμή SPAD (40,5) και της δραστικής propaquizafop όπου παρατηρήθηκε η υψηλότερη τιμή SPAD (50,9). Επίσης, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων όπου εφαρμόστηκαν τα ζιζανιοκτόνα aclonifen, propaquizafop και pendimethalin (A και B δόση). Τέλος, στατιστικά σημαντική διαφορά είχε ο ασκάλιστος μάρτυρας με όλες τις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων, εκτός της δραστικής pendimethalin με την υψηλότερη δόση (B).

5η μέτρηση

Κατά την πέμπτη μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης που πραγματοποιήθηκε στις 30/8/23 η ανάλυση ANOVA φανέρωσε ότι μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων aclonifen, propaquizafop και pendimethalin (A και B δόση) δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι τιμές SPAD κυμαίνονταν μεταξύ 36,4 και 41, με τη χαμηλότερη τιμή να βρίσκεται στο

πειραματικό τεμάχιο όπου εφαρμόστηκε η δραστική propaquizafop και η υψηλότερη στα τεμάχια του pendimethalin B (Πίνακας 3.5).

Πίνακας 3.4 Τιμή SPAD στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) κατά την τέταρτη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Τιμή SPAD
Ασκάλιστος μάρτυρας	40,5 β
propaquizafop	50,9 α
aclonifen	48,4 α
pendimethalin A	50,2 α
pendimethalin B	46,8 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	3,943
Τιμή P	0,047
LSD _{5%}	6,856

Πίνακας 3.5. Τιμή SPAD στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen, pendimethalin (A και B δόση) κατά την πέμπτη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Τιμή SPAD
Ασκάλιστος μάρτυρας	40,3 α
propaquizafop	36,4 α
aclonifen	38,6 α
pendimethalin A	36,5 α
pendimethalin B	41,0 α
Ανάλυση της διασποράς	
τιμή F	1,979
Τιμή P	0,191
LSD _{5%}	-

3.2. Αριθμός φύλλων των φυτών της ρετσινολαδιάς

1η μέτρηση

Κατά την πρώτη μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στις 9/6/23, καταγράφηκε ο αριθμός φύλλων κάθε φυτού ρετσινολαδιάς των πέντε επεμβάσεων, δηλαδή του ασκάλιστου μάρτυρα, των ζιζανιοκτόνων aclonifen, propaquizafop και pendimethalin (Α και Β δόση). Σε αυτή την μέτρηση δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων. Ο αριθμός των φύλλων κυμαίνονταν από 3,9 έως 4,3 που αντιστοιχούν στον ασκάλιστου μάρτυρα και στη Β δόση του pendimethalin που εφαρμόστηκε προφυτρωτικά (Πίνακας 3.6).

Πίνακας 3.6. Αριθμός φύλλων φυτών ρετσινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen, pendimethalin (Α και Β δόση) κατά την πρώτη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Αριθμός φύλλων ανά φυτό
Ασκάλιστος μάρτυρας	3,9 α
propaquizafop	4,2 α
aclonifen	4,0 α
pendimethalin Α	4,3 α
pendimethalin Β	4,2 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	1,000
Τιμή P	0,461
LSD _{5%}	-

2η μέτρηση

Κατά τη δεύτερη μέτρηση οι διαφορές μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων aclonifen, propaquizafop και pendimethalin (Α και Β δόση) δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές όπως έδειξε η ανάλυση ANOVA. Ο αριθμός των φύλλων που μετρήθηκε στις 4/7/23 κυμαίνονταν μεταξύ 9,8 και 11,3 με τη χαμηλότερη τιμή να βρίσκεται στον ασκάλιστου μάρτυρα και την υψηλότερη στο τεμάχιο που εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο pendimethalin με τη μικρότερη δόση (Β) (Πίνακας 3.7).

Πίνακας 3.7. Αριθμός φύλλων φυτών ρετσινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen, pendimethalin (A και B δόση) κατά τη δεύτερη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Αριθμός φύλλων ανά φυτό
Ασκάλιστος μάρτυρας	9,80 α
propaquizafop	11,0 α
aclonifen	10,3 α
pendimethalin A	11,3 α
pendimethalin B	11,2 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	0,611
Τιμή P	0,667
LSD _{5%}	-

3η μέτρηση

Κατά την τρίτη μέτρηση που έγινε στις 18/7/23 καταγράφηκε ο αριθμός των φύλλων κάθε φυτού ρετσινολαδιάς στις πέντε επεμβάσεις του πειραματικού αγρού. Ο αριθμός των φύλλων κυμαίνονταν μεταξύ 11,8 στο πειραματικό τεμάχιο του ασκάλιστου μάρτυρα και 16,3 στη B δόση του ζιζανιοκτόνου pendimethalin. Ακόμη μεταξύ των τεμαχίων του ασκάλιστου μάρτυρα, των ζιζανιοκτόνων aclonifen, propaquizafop και pendimethalin (A και B δόση) (Πίνακας 3.8) δεν διαπιστώθηκε η ύπαρξη διαφορών με βάση τη στατιστική ανάλυση.

4η μέτρηση

Κατά την τέταρτη μέτρηση που έγινε στις 2/8/24 σχετικά με τον αριθμό των φύλλων των φυτών της ρετσινολαδιάς, διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δραστικών propaquizafop, aclonifen, pendimethalin (A και B δόση) και του ασκάλιστου μάρτυρα δόση (Πίνακας 3.9). Επιπροσθέτως, σε πειραματικά τεμάχια όπου εφαρμόστηκαν τα τρία ζιζανιοκτόνα δεν εμφάνισαν διαφορές ως προς τον αριθμό των φύλλων. Η χαμηλότερη τιμή (9,5) μετρήθηκε στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα και η υψηλότερη στη B δόση του pendimethalin.

Πίνακας 3.8. Αριθμός φύλλων φυτών ρετσινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen, pendimethalin (A και B δόση) κατά την τρίτη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Αριθμός φύλλων ανά φυτό
Ασκάλιστος μάρτυρας	11,8 α
propaquizafop	15,0 α
aclonifen	13,3 α
pendimethalin A	15,0 α
pendimethalin B	16,3 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	2,171
Τιμή P	0,163
LSD _{5%}	-

Πίνακας 3.9. Αριθμός φύλλων φυτών ρετσινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) κατά την τέταρτη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Αριθμός φύλλων ανά φυτό
Ασκάλιστος μάρτυρας	9,50 β
propaquizafop	15,6 α
aclonifen	16,0 α
pendimethalin A	15,8 α
pendimethalin B	17,2 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	3,945
Τιμή P	0,047
LSD _{5%}	4,981

5η μέτρηση

Κατά την πέμπτη μέτρηση, όσον αφορά την καταγραφή του αριθμού των φύλλων των φυτών της ρετσινολαδιάς διαπιστώθηκε η ύπαρξη διαφορών με βάση την ανάλυση ANOVA (Πίνακας 3.10). Πιο συγκεκριμένα, όλες οι δραστικές propaquizafop,

aclonifen, pendimethalin (A και B δόση) παρουσίασαν στατιστικώς σημαντική διαφορά με το τεμάχιο του ασκάλιστου μάρτυρα στον οποίο καταγράφηκε και η χαμηλότερη τιμή (3,0). Επίσης, διαφορά υπήρχε μεταξύ της επέμβασης pendimethalin (B δόση) και του ζιζανιοκτόνου aclonifen με την υψηλότερη τιμή (27,7) να σημειώνεται στο τεμάχιο της επέμβασης pendimethalin B δόση.

Πίνακας 3.10. Αριθμός φύλλων φυτών ρετινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) κατά την πέμπτη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Αριθμός φύλλων ανά φυτό
Ασκάλιστος μάρτυρας	3,00 γ
propaquizafop	20,9 βα
aclonifen	16,0 β
pendimethalin A	23,0 βα
pendimethalin B	27,7 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	6,623
Τιμή P	0,012
LSD _{5%}	11,70

3.3. Διάμετρος βλαστού των φυτών ρετινολαδιάς

1η μέτρηση

Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 4/7/23 και η διάμετρος των φυτών ρετινολαδιάς κυμαίνονταν από 1,18 cm έως 1,57 cm με τη χαμηλότερη τιμή να καταγράφεται στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα και τη χαμηλότερη στη B δόση του pendimethalin. Στην μέτρηση αυτή δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πέντε επεμβάσεων δηλαδή του ασκάλιστου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων aclonifen, propaquizafop και pendimethalin (A και B δόση) (Πίνακας 3.11).

Πίνακας 3.11. Διάμετρος βλαστού των φυτών ρετσινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) κατά την πρώτη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Διάμετρος βλαστού (cm)
Ασκάλιστος μάρτυρας	1,18 α
Propaquizafop	1,48 α
Aclonifen	1,47 α
pendimethalin A	1,49 α
pendimethalin B	1,57 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	1,574
Τιμή P	0,271
LSD _{5%}	-

2η μέτρηση

Κατά τη δεύτερη μέτρηση (18/7/23), όσον αφορά την διάμετρο του βλαστού των φυτών ρετσινολαδιάς δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πέντε επεμβάσεων (ασκάλιστος μάρτυρας, ζιζανιοκτόνα aclonifen, propaquizafop και pendimethalin (A και B δόση). Η χαμηλότερη τιμή (1,24 cm) παρουσιάστηκε στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα, ενώ η υψηλότερη (1,59 cm) στη B δόση του pendimethalin (Πίνακας 3.12).

3η μέτρηση

Κατά την τρίτη μέτρηση που έγινε στις 20/8/23, η ανάλυση ANOVA ανέδειξε διαφορές που ήταν στατιστικά σημαντικές. Πιο συγκεκριμένα, τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) δεν διέφεραν μεταξύ τους, αλλά παρουσίασαν διαφορές με τα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα στον οποίο τα φυτά της ρετσινολαδιάς είχαν την μικρότερη διάμετρο (1,28 cm) (Πίνακας 3.13).

Πίνακας 3.12. Διάμετρος βλαστού των φυτών ρετινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) κατά τη δεύτερη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά.

Επεμβάσεις	Διάμετρος βλαστού (cm)
Ασκάλιστος μάρτυρας	1,24 α
Propaquizafop	1,52 α
Aclonifen	1,49 α
pendimethalin A	1,53 α
pendimethalin B	1,59 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	1,183
Τιμή P	0,387
LSD5%	-

Πίνακας 3.13 Διάμετρος βλαστού των φυτών ρετινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) κατά την τρίτη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά.

Επεμβάσεις	Διάμετρος βλαστού (cm)
Ασκάλιστος μάρτυρας	1,28 β
Propaquizafop	1,60 α
aclonifen	1,54 α
pendimethalin A	1,56 α
pendimethalin B	1,66 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	5,624
Τιμή P	0,019
LSD5%	0,198

4η μέτρηση

Κατά την τέταρτη μέτρηση, στις 30/8/23, βρέθηκαν διαφορές μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων aclonifen, propaquizafop και pendimethalin (A και B δόση) που ήταν στατιστικά σημαντικές. Οι δραστικές propaquizafop, aclonifen, pendimethalin (A και B δόση) παρουσίασαν διαφορά με τον ασκάλιστο μάρτυρα ως το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό. Η διάμετρος του βλαστού κυμαίνονταν από 1,34 cm έως 1,67 cm που αντιστοιχεί στον ασκάλιστο μάρτυρα και την B δόση του pendimethalin, αντίστοιχα (Πίνακας 3.14).

Πίνακας 3.14. Διάμετρος βλαστού των φυτών ρετσίνολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) κατά την τέταρτη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Διάμετρος βλαστού (cm)
Ασκάλιστος μάρτυρας	1,34 β
Propaquizafop	1,63 α
Aclonifen	1,58 α
pendimethalin A	1,58 α
pendimethalin B	1,67 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	5,256
Τιμή P	0,022
LSD _{5%}	0,182

3.4. Ύψος φυτών της ρετσίνολαδιάς

1η μέτρηση

Κατά την πρώτη μέτρηση του ύψους των φυτών ρετσίνολαδιάς, όπου πραγματοποιήθηκε στις 9/9/23, η ανάλυση ANOVA ανέδειξε την ύπαρξη διαφορών μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων aclonifen, propaquizafop και pendimethalin (A και B δόση). Το ύψος των φυτών ήταν μεταξύ 9,9 cm και 11,0 cm, που αντιστοιχούν στο τεμάχιο όπου εφαρμόστηκε η δραστική aclonifen και η δραστική propaquizafop (Πίνακας 3.15).

Πίνακας 3.15. Ύψος φυτών ρετσινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) κατά την πρώτη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Ύψος (cm)
Ασκάλιστος μάρτυρας	10,4 α
Propaquizafop	11,0 α
Aclonifen	9,90 α
pendimethalin A	10,6 α
pendimethalin B	10,2 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	0,54
Τιμή P	0,711
LSD _{5%}	-

2η μέτρηση

Κατά τη δεύτερη μέτρηση, με βάση την ανάλυση ANOVA δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων aclonifen, propaquizafop και pendimethalin (A και B δόση). Το ύψος των φυτών της ρετσινολαδιάς στις 4/7/23, είχε τιμές από 45,7 cm (τεμάχια του aclonifen) έως 62,0 cm (τεμάχια του pendimethalin στη B δόση, Πίνακας 3.16).

3η μέτρηση

Κατά την τρίτη μέτρηση δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πέντε επεμβάσεων δηλαδή του ασκάλιστου μάρτυρα, των ζιζανιοκτόνων aclonifen, propaquizafop και pendimethalin (A και B δόση). Η χαμηλότερη τιμή (87,3 cm) βρισκόταν στο τεμάχιο του ασκάλιστου μάρτυρα, ενώ η υψηλότερη (99,4 cm) στο τεμάχιο όπου είχε εφαρμοστεί η δραστική pendimethalin με τη μεγαλύτερη (B) δόση (Πίνακας 3.17).

Πίνακας 3.16. Ύψος φυτών ρετινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) κατά τη δεύτερη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Ύψος (cm)
Ασκάλιστος μάρτυρας	51,8 α
propaquizafop	49,2 α
aclonifen	45,7 α
pendimethalin A	50,4 α
pendimethalin B	62,0 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	2,101
Τιμή P	0,172
LSD5%	-

Πίνακας 3.17. Ύψος φυτών ρετινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) κατά την τρίτη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Ύψος (cm)
Ασκάλιστος μάρτυρας	87,3 α
propaquizafop	90,9 α
aclonifen	89,6 α
pendimethalin A	91,2 α
pendimethalin B	99,4 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	0,713
Τιμή P	0,606
LSD5%	-

4η μέτρηση

Κατά την τέταρτη μέτρηση, η ανάλυση ANOVA δεν ανέδειξε σημαντικότητα στις διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων όσον αφορά το ύψος των φυτών της ρετινολαδιάς.

Το ύψος μετρήθηκε στις 2/8/23 και κυμαινόταν μεταξύ 88,5 cm που ήταν η χαμηλότερη τιμή και βρισκόταν στο τεμάχιο του ασκάλιστου μάρτυρα και 100,8 cm που σημειώθηκε στα τεμάχια με την προφυτρωτική εφαρμογή pendimethalin B με τη μεγαλύτερη δόση (Πίνακας 3.18).

Πίνακας 3.18. Ύψος φυτών ρετσίνολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) κατά την τέταρτη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Ύψος (cm)
Ασκάλιστος μάρτυρας	88,50 α
propaquizafop	94,90 α
aclonifen	90,80 α
pendimethalin A	92,60 α
pendimethalin B	100,8 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	0,674
Τιμή P	0,628
LSD _{5%}	-

5η μέτρηση

Κατά την πέμπτη μέτρηση, η ανάλυση ANOVA δεν ανέδειξε σημαντικότητα στις διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων του ασκάλιστου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων aclonifen, propaquizafop και pendimethalin (A και B δόση). Το ύψος των φυτών ρετσίνολαδιάς, στις 30/8/23, ήταν μεταξύ 90,5 cm και 103,5 cm, με τη μικρότερη τιμή να μετριέται στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα και τη μεγαλύτερη στα τεμάχια όπου είχε εφαρμοστεί προφυτρωτικά η δραστική pendimethalin στην υψηλότερη (B) δόση (Πίνακας 3.19).

Πίνακας 3.19. Ύψος φυτών ρετσινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) κατά την πέμπτη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Ύψος (cm)
Ασκάλιστος μάρτυρας	90,5 α
propaquizafop	97,0 α
aclonifen	93,2 α
pendimethalin A	96,3 α
pendimethalin B	103,5 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	1,001
Τιμή P	0,46
LSD _{5%}	-

3.5. Αριθμός ταξιανθιών των φυτών ρετσινολαδιάς

1η μέτρηση

Κατά την πρώτη μέτρηση των ταξιανθιών των φυτών ρετσινολαδιάς, η ανάλυση ANOVA δεν ανέδειξε σημαντικότητα στις διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων του ασκάλιστου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων aclonifen, propaquizafop και pendimethalin (A και B δόση). Ο αριθμός των ταξιανθιών ανά φυτό της ρετσινολαδιάς στις 4/7/23, ήταν μεταξύ 0,75 και 1,0, με τη μικρότερη τιμή να υπάρχει στο τεμάχιο που είχε εφαρμοστεί προφυτρωτικά το ζιζανιοκτόνο pendimethalin στη χαμηλότερη (A) δόση και η μεγαλύτερη τιμή στο τεμάχιο που είχε εφαρμοστεί το ζιζανιοκτόνο pendimethalin με την υψηλότερη (B) δόση (Πίνακας 3.20).

2η μέτρηση

Κατά τη δεύτερη μέτρηση που έγινε στις 18/7/23, η ανάλυση ANOVA ανέδειξε σημαντικότητα στις διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Συγκεκριμένα, στατιστικά σημαντική διαφορά εμφάνισε το τεμάχιο που είχε εφαρμοστεί pendimethalin με τη μεγαλύτερη (B) δόση με όλες τις άλλες επεμβάσεις (ασκάλιστος μάρτυρας, aclonifen, propaquizafop και pendimethalin A δόση). Η μικρότερη τιμή των ταξιανθιών ανά

φυτών ρετσινολαδιάς (1,58) βρισκόταν στο τεμάχιο όπου είχε εφαρμοστεί η δραστική pendimethalin με τη χαμηλότερη δόση. Τα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων propaquizafop, aclonifen και του pendimethalin (A) δόση δεν εμφάνισαν διαφορές (Πίνακας 3.21).

Πίνακας 3.20. Αριθμός ταξιανθιών των φυτών ρετσινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) κατά την πρώτη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Αριθμός ταξιανθιών ανά φυτό
Ασκάλιστος μάρτυρας	0,83 α
propaquizafop	0,92 α
aclonifen	0,92 α
pendimethalin A	0,75 α
pendimethalin B	1,00 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	0,591
Τιμή P	0,679
LSD5%	-

Πίνακας 3.21. Αριθμός ταξιανθιών των φυτών ρετσινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) κατά τη δεύτερη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Αριθμός ταξιανθιών ανά φυτό
Ασκάλιστος μάρτυρας	1,67 β
propaquizafop	2,00 β
aclonifen	2,00 β
pendimethalin A	1,58 β
pendimethalin B	2,67 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	5,038
Τιμή P	0,025
LSD5%	0,62

3η μέτρηση

Κατά την τρίτη μέτρηση που έγινε στις 2/8/23, η σύγκριση των μέσω τιμών με τη δοκιμασία LSD έδειξε διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων της χημικής καταπολέμησης και του ασκάλιστου μάρτυρα, ο οποίος είχε και τη χαμηλότερη τιμή (1,17). Τα τεμάχια με τον μεγαλύτερο αριθμό ταξιανθιών (2,92) ήταν εκείνα όπου είχε εφαρμοστεί το ζιζανιοκτόνο pendimethalin με την υψηλότερη (B) δόση. Δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των ζιζανιοκτόνων propaquizafop, aclonifen και του pendimethalin (A και B) δόση (Πίνακας 3.22).

Πίνακας 3.22. Αριθμός ταξιανθιών των φυτών ρετινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) κατά την τρίτη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Αριθμός ταξιανθιών ανά φυτό
Ασκάλιστος μάρτυρας	1,17 β
propaquizafop	2,25 α
aclonifen	2,17 α
pendimethalin A	2,33 α
pendimethalin B	2,92 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	6,15
Τιμή P	0,015
LSD _{5%}	0,831

4η μέτρηση

Κατά την τέταρτη μέτρηση που έγινε στις 30/8/23, η ανάλυση ANOVA δεν ανέδειξε σημαντικότητα στις διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων του ασκάλιστου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων aclonifen, propaquizafop και pendimethalin (A και B δόση). Πιο συγκεκριμένα, στατιστική διαφορά υπήρχε μεταξύ των επεμβάσεων όπου είχαν εφαρμοστεί οι δραστικές propaquizafop, aclonifen και pendimethalin A και B δόση με τον ασκάλιστο μάρτυρα, ο οποίος είχε και τη χαμηλότερη τιμή (1,08) όσον αφορά τον αριθμό των ταξιανθιών (Πίνακας 3.23)

Πίνακας 3.23. Αριθμός ταξιανθιών των φυτών στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) κατά την τέταρτη μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Αριθμός ταξιανθιών ανά φυτό
Ασκάλιστος μάρτυρας	1,08 γ
propaquizafop	2,50 αβ
aclonifen	2,17 β
pendimethalin A	2,92 αβ
pendimethalin B	3,42 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	8,051
Τιμή P	0,007
LSD _{5%}	1,011

3.6. Πυκνότητα φυτών ρετσίνολαδιάς

Η πυκνότητα των φυτών ρετσίνολαδιάς μετρήθηκε στις 18/7/23. Κατά την μέτρηση αυτή η ανάλυση ANOVA ανέδειξε σημαντικότητα στις διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων aclonifen, propaquizafop και pendimethalin (A και B δόση). Ο μεγαλύτερος αριθμός φυτών ανά τεμάχιο (52,0) παρατηρήθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα και στην επέμβαση pendimethalin με τη χαμηλότερη (B) δόση, ενώ ο μικρότερος αριθμός φυτών (49,7) μετρήθηκε στο τεμάχιο με το ζιζανιοκτόνο aclonifen (Πίνακας 3.24) .

3.7. Ξηρό βάρος φυτών ρετσίνολαδιάς

3.7.1. Ξηρό βάρος φύλλων

Κατά την μέτρηση του ξηρού βάρους των φύλλων φυτών ρετσίνολαδιάς, η ανάλυση ANOVA ανέδειξε σημαντικότητα στις διαφορές μεταξύ των τεμαχίων όπου είχαν εφαρμοστεί ζιζανιοκτόνα, δηλαδή propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B) δόση και του ασκάλιστου μάρτυρα. Η μικρότερη τιμή (26,0 kg/στρέμμα) μετρήθηκε στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα, ενώ η μεγαλύτερη (280,0 kg/στρέμμα) στο τεμάχιο pendimethalin B (Πίνακας 3.24).

Πίνακας 3.24. Πυκνότητα των φυτών ρετινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) κατά την μέτρηση. Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά.

Επεμβάσεις	Πυκνότητα φυτών/τεμάχιο
Ασκάλιστος μάρτυρας	52,0 α
propaquizafop	50,7 α
aclonifen	49,7 α
pendimethalin A	52,0 α
pendimethalin B	51,0 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	0,312
Τιμή P	0,862
LSD _{5%}	-

Πίνακας 3.24. Ξηρό βάρος φύλλων ρετινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση). Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος φύλλων (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	26,00 β
propaquizafop	243,7 α
aclonifen	173,9 α
pendimethalin A	280,0 α
pendimethalin B	270,9α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	10,118
Τιμή P	0,003
LSD _{5%}	107,862

3.7.2. Ξηρό βάρος βλαστών

Κατά την μέτρηση αυτή του ξηρού βάρους των βλαστών διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πέντε επεμβάσεων, δηλαδή του ασκάλιστου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων aclonifen, propaquizafop και pendimethalin (A και B δόση). Πιο συγκεκριμένα, διαφορά εμφανίστηκε μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων και του ασκάλιστου μάρτυρα, ο οποίος κατείχε και τη χαμηλότερη τιμή (56,8 kg/στρέμμα) όσον αφορά το ξηρό βάρος βλαστών των φυτών ρετινολαδιάς. Η μεγαλύτερη τιμή (159,9 kg/στρέμμα) μετρήθηκε στα τεμάχια όπου είχε εφαρμοστεί προφυτρωτικά στη B δόση το pendimethalin (Πίνακας 3.25).

Πίνακας 3.25. Ξηρό βάρος βλαστών φυτών ρετινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση). Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος βλαστών (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	56,80 β
propaquizafop	137,9 α
aclonifen	126,2 α
pendimethalin A	124,3 α
pendimethalin B	159,9 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	5,055
Τιμή P	0,025
LSD _{5%}	55,981

3.7.3. Ξηρό βάρος ταξιανθιών

Κατά την μέτρηση αυτή του ξηρού βάρους των ταξιανθιών διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Μεγάλη διαφορά εμφάνισαν τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) με τον ασκάλιστο μάρτυρα, ενώ μεταξύ τους δεν εμφάνισαν καμία στατιστική διαφορά. Το ξηρό βάρος των ταξιανθιών κυμαίνονταν από 303,4 kg/στρέμμα (ασκάλιστος μάρτυρας) έως 665,4 kg/ στρέμμα (pendimethalin B δόση) (Πίνακας 3.26).

Πίνακας 3.26. Ξηρό βάρος ταξιανθιών φυτών ρετινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση). Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος ταξιανθιών (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	303,4 β
propaquizafop	605,2 α
aclonifen	635,3 α
pendimethalin A	609,7 α
pendimethalin B	665,4 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	4,159
Τιμή P	0,041
LSD _{5%}	235,941

3.7.4. Συνολικό ξηρό βάρος

Στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς το συνολικό ξηρό βάρος των φυτών της καλλιέργειας διαπιστώθηκαν μεταξύ των ζιζανιοκτόνων propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B) δόση με τον ασκάλιστο μάρτυρα, ενώ οι επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση) δεν είχαν διαφορά μεταξύ τους. Το συνολικό ξηρό βάρος κυμαινόταν από 459,3 kg/στρέμμα έως 1296,0 kg/στρέμμα, με τη χαμηλότερη τιμή να αντιστοιχεί στο τεμάχιο του ασκάλιστου μάρτυρα, ενώ η υψηλότερη στο τεμάχιο όπου είχε εφαρμοστεί pendimethalin στη μεγαλύτερη δόση (Πίνακας 3.27).

3.8. Βάρος 1000 σπόρων

Ως προς το βάρος 1000 σπόρων δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πέντε επεμβάσεων, δηλαδή του ασκάλιστου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων aclonifen, propaquizafop και pendimethalin (A και B δόση). Το βάρος ήταν μεταξύ 269,8 g και 310,7 g με τη χαμηλότερη τιμή να βρίσκεται στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα και την υψηλότερη στα τεμάχια όπου είχε εφαρμοστεί pendimethalin με την μικρότερη (A) δόση (Πίνακας 3.28).

Πίνακας 3.27. Συνολικό ξηρό βάρος φυτών ρετινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση). Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά.

Επεμβάσεις	Συνολικό ξηρό βάρος (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	459,30 β
propaquizafop	1167,4 α
aclonifen	1110,9 α
pendimethalin A	1195,4 α
pendimethalin B	1296,0 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	6,397
Τιμή P	0,013
LSD _{5%}	431,539

Πίνακας 3.28. Βάρος 1000 σπόρων των φυτών ρετινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση). Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά.

Επεμβάσεις	Βάρος 1000 σπόρων (g)
Ασκάλιστος μάρτυρας	269,8 α
propaquizafop	298,9 α
aclonifen	302,7 α
pendimethalin A	310,7 α
pendimethalin B	284,5 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	1,895
Τιμή P	0,205
LSD _{5%}	-

3.9. Απόδοση σε σπόρο

Ως προς την απόδοση σε σπόρο διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων με ζιζανιοκτόνα δηλαδή των propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B) δόση και του ασκάλιστου μάρτυρα. Η μεγαλύτερη απόδοση (326,2 kg/στρέμμα) μετρήθηκε στην A δόση του pendimethalin και η μικρότερη (134,3 kg/στρέμμα) στον ασκάλιστου μάρτυρα (Πίνακας 3.29).

Πίνακας 3.29. Απόδοση σε σπόρο των φυτών ρετινολαδιάς στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση). Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Απόδοση σε σπόρο (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	134,3 β
propaquizafop	292,0 α
aclonifen	306,3 α
pendimethalin A	326,2 α
pendimethalin B	296,7 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	6,563
Τιμή P	0,012
LSD5%	98,762

3.10. Συνολικός αριθμός ζιζανίων

Στην παράμετρο του συνολικού αριθμού των ζιζανίων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και του ζιζανιοκτόνου pendimethalin ανεξάρτητα της δόσης εφαρμογής τους, καθώς στην πρώτη περίπτωση παρατηρήθηκε ο μεγαλύτερος αριθμός ζιζανίων (103,0 φυτά/m²) ενώ στο ζιζανιοκτόνο pendimethalin ο μικρότερος (40 φυτά/m² και 19 φυτά/m² για τη χαμηλότερη και υψηλότερη δόση). Ο ασκάλιστος μάρτυρας δεν εμφάνισε διαφορά με το ζιζανιοκτόνο propaquizafop. Τέλος, στατιστική διαφορά διαπιστώθηκε και μεταξύ δύο επεμβάσεων του pendimethalin (Πίνακας 3.30).

Πίνακας 3.30. Συνολικός αριθμός ζιζανίων στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση). Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Πυκνότητα ζιζανίων (no/m ²)
Ασκάλιστος μάρτυρας	103 α
propaquizafop	94 αβ
aclonifen	77 β
pendimethalin A	40 γ
pendimethalin B	19 δ
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	39,732
Τιμή P	<0,001
LSD5%	18,577

3.11. Συνολική βιομάζα ζιζανίων

Για τη συνολική βιομάζα ζιζανίων διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B) δόση και του ασκάλιστου μάρτυρα. Η μεγαλύτερη βιομάζα ζιζανίων παρατηρήθηκε στο τεμάχιο του ασκάλιστου μάρτυρα (827,4 kg/στρέμμα), ενώ η μικρότερη (512,4 kg/στρέμμα) στο τεμάχιο όπου είχε εφαρμοστεί το ζιζανιοκτόνο pendimethalin με την υψηλότερη (B) δόση (Πίνακας 3.31).

Πίνακας 3.31 Συνολική βιομάζα ζιζανίων στον ασκάλιστο μάρτυρα και τα ζιζανιοκτόνα propaquizafop, aclonifen και pendimethalin (A και B δόση). Δύο μέσες τιμές με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς.

Επεμβάσεις	Συνολική βιομάζα ζιζανίων (kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	827,4 α
propaquizafop	591,4 β
aclonifen	574,9 β
pendimethalin A	550,2 β
pendimethalin B	512,4 β
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	4,316
Τιμή P	0,038
LSD5%	195,288

Κεφάλαιο 4^ο: Συζήτηση

4.1. Πυκνότητα και βιομάζα ζιζανίων

Όσον αφορά την πυκνότητα των ζιζανίων και τη συνολική βιομάζα τους, αυτή ήταν μεγαλύτερη στο τεμάχιο του ασκάλιστου μάρτυρα και παρουσιάστηκε διαφορά στατιστικώς σημαντική με τα τεμάχια που είχε εφαρμοστεί προφυτρωτικά η δραστική ουσία pendimethalin (Α και Β δόση) και η δραστική aclonifen (Εικόνες 4.1 και 4.2). Το πιο αποτελεσματικό ζιζανιοκτόνο, σύμφωνα με το πείραμα αποδείχθηκε το pendimethalin όταν εφαρμόστηκε στη δόση των 600 ml/στρέμμα καθώς στα τεμάχια αυτής της επέμβασης εμφανίστηκε ο μικρότερος αριθμός ζιζανίων. Πιο συγκεκριμένα, κατάφερε να αντιμετωπίσει επαρκώς τα ετήσια πλατύφυλλα ζιζάνια, αλλά δεν αντιμετώπισε τα πολυετή αγρωστώδη και πλατύφυλλα ζιζάνια, δηλαδή τον βέλιουρα και την περικοκλάδα, αντίστοιχα. Η αποτελεσματικότητα του pendimethalin (>75%) έχει αποδειχθεί σε πείραμα από τους Sofiati et al. (2012) όπου αξιολογήθηκαν και τα προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα clomazone και trifluralin σε συνδυασμό με τη μεταφυτρωτική δραστική ουσία chlorimuron-ethyl, κατάφεραν να αυξήσουν την παραγωγή με την ταυτόχρονη αντιμετώπιση των ζιζανίων. Επίσης, αξίζει να αναφερθεί ότι ο συνδυασμός των παραπάνω δραστικών σε άλλο πείραμα παρουσίασαν εκλεκτικότητα στην καλλιέργεια της ρετσίνολαδιάς (Costa et al. 2020). Έπειτα, δεύτερη πιο αποτελεσματική επέμβαση ήταν αυτή όπου εφαρμόστηκε το pendimethalin σε δόση 400 ml/στρέμμα και στη συνέχεια ακολούθησε το aclonifen, το οποίο δεν είχε ικανοποιητικά αποτελέσματα κατά του στύφνου, του βέλιουρα και της περικοκλάδας. Το aclonifen σε καλλιέργεια σόργου βρέθηκε να είναι αποτελεσματική κατά ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων εκτός από το τραχύ βλήτο, την αντράκλα και τον στύφνο (Pannacci and Bartolini 2018). Τέλος, η δραστική propaquizafop παρουσίασε μεγάλη πυκνότητα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων για αυτό και δεν είχε διαφορά με το τεμάχιο του ασκάλιστου μάρτυρα. Όμως, καταπολέμησε τον βέλιουρα προκαλώντας ερυθρόχροα φύλλα ως σύμπτωμα δράσης του (Εικόνα 4.3). Σε πείραμα που έγινε το 2009, από τους Kaloumenos και Eleftherohorinos αποδείχθηκε ότι η εφαρμογή propaquizafop σε τετραπλάσια δόση από τη συνιστώμενη δόση μείωσε τον πληθυσμό του βέλιουρα που συλλέχθηκε από καλλιέργεια βαμβακιού μόνο κατά 18% φανερώνοντας την ανάπτυξη ανθεκτικότητας στο συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο.

Το propaquizafop είναι αποτελεσματικό έναντι διαφόρων αγρωστωδών ζιζανίων. Οι Maciel et al. (2011) εφαρμόζοντας το propaquizafop σε καλλιέργεια ρετσίνολαδιάς,

παρατήρησαν ότι ο πληθυσμός του αγρωστώδους ζιζανίου *Cenchrus echinatus* είχε μειωθεί περίπου κατά 99% στις 28 ημέρες μετά την εφαρμογή σε σχέση με τον ασκάλιστο μάρτυρα.



Εικόνα 4.1. Πειραματικό τεμάχιο του ασκάλιστου μάρτυρα στις 9/6/23 κατά την πρώτη μέτρηση.



Εικόνα 4.2. Πειραματικό τεμάχιο ασκάλιστου μάρτυρα στις 2/8/23 κατά την τέταρτη μέτρηση.



Εικόνα 4.3. Πειραματικό τεμάχιο του proaquizafor στις 9/6/23.

4.2. Ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας της ρετσινολαδιάς

Τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου πειράματος έδειξαν ότι στα τεμάχια όπου είχε εφαρμοστεί η δραστική pendimethalin στη δόση των 400 ml/στρέμμα δεν εμφανίστηκαν συμπτώματα τοξικότητας (Εικόνα 4.4), ενώ σε αυτά με την ίδια δραστική αλλά σε μεγαλύτερη δόση (600 ml/στρέμμα) υπήρξε ελαφρά χλώρωση στις κοτυληδόνες (Εικόνα 4.5). Το ίδιο ισχύει και για τα φυτά της δραστικής aclonifen όπου παρατηρήθηκε περιφερειακή χλώρωση (Εικόνα 4.6). Αντίθετα, μετά τον μεταφυτρωτικό ψεκασμό με propanilzafor στις 9/6/23, δεν διαπιστώθηκε φυτοτοξικότητα στα φυτά της ρετσινολαδιάς (εικόνα 4.3.4). Εν κατακλείδι, δεν παρατηρήθηκε μείωση στην πυκνότητα των φυτών.



Εικόνα 4.4. Τεμάχιο της δραστικής pendimethalin σε δόση 400 ml/στρέμμα. Δεν παρατηρούνται συμπτώματα τοξικότητας στις κοτυληδόνες.



Εικόνα 4.5. Φυτό ρετισινολαδιάς στο τεμάχιο όπου είχε εφαρμοστεί pendimethalin σε δόση 600 ml/ στρέμμα. Εμφανής η ελαφριά χλώρωση στις κοτυληδόνες.



Εικόνα 4.6. Φυτό ρετισινολαδιάς στο τεμάχιο όπου είχε εφαρμοστεί η δραστική aclonifen στις 9/6/23. Εμφανής η περιφερειακή χλώρωση στις κοτυληδόνες.

Όσον αφορά το ύψος των φυτών ρετσινολαδιάς, αρχικά την μεγαλύτερη τιμή την κατείχαν τα φυτά των τεμαχίων της δραστικής propaquizafop. Όμως, στις επόμενες μετρήσεις παρατηρήθηκε γρήγορη ανάπτυξη των φυτών στα τεμάχια της δραστικής pendimethalin με την μεγαλύτερη δόση (B), ακολούθησε η δραστική pendimethalin με την μικρότερη δόση (A), η δραστική propaquizafop, η δραστική aclonifen και τέλος ο ασκάλιστος μάρτυρας. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς αυτή την παράμετρο σε όλα τα στάδια των φυτών ρετσινολαδιάς, αλλά τα φυτά όπου είχαν ψεκαστεί με pendimethalin σε δόση 600 ml/ στρέμμα είχαν σταθερά σε όλες τις μετρήσεις, εκτός της αρχικής, το μεγαλύτερο ύψος, ενώ ο ασκάλιστος το μικρότερο.

Ως προς την διάμετρο των βλαστών των φυτών της ρετσινολαδιάς, αρχικά δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των πέντε επεμβάσεων, ενώ κατά τις τελευταίες μετρήσεις μεγάλη διαφορά εμφάνισαν οι επεμβάσεις με ζιζανιοκτόνα, όχι μεταξύ τους, αλλά με τον ασκάλιστο μάρτυρα. Η μεγαλύτερη διάμετρος των βλαστών βρέθηκαν στο τεμάχιο της δραστικής pendimethalin (B) δόση.

Ως προς τον αριθμό των φύλλων, κατά τα αρχικά στάδια των φυτών ρετσινολαδιάς δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των πέντε επεμβάσεων, ενώ κατά τις τελευταίες δύο μετρήσεις υπήρξαν μεταξύ των ζιζανιοκτόνων αλλά και με τον ασκάλιστο μάρτυρα. Πιο συγκεκριμένα, η δραστική pendimethalin (B) δόση κατείχε τις μεγαλύτερες τιμές. Τις μικρότερες τιμές για αυτή την παράμετρο τις είχαν τα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα.

Ως προς τον αριθμό των ταξιανθιών, αρχικά στην πρώτη μέτρηση δεν υπήρξε διαφορά μεταξύ των πέντε επεμβάσεων, όμως στις επόμενες μετρήσεις, όπως προηγουμένως αναφέρθηκε, παρουσιάστηκε διαφορά μεταξύ όλων των επεμβάσεων με ζιζανιοκτόνα και του ασκάλιστου μάρτυρα.

Ως προς την συγκέντρωση της χλωροφύλλης, τόσο στις πρώτες όσο και στην τελευταία μέτρηση δεν υπήρξε διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων. Διαφορά παρατηρήθηκε κατά την τρίτη και τέταρτη μέτρηση μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων με ζιζανιοκτόνα και του ασκάλιστου μάρτυρα, με τις υψηλότερες τιμές να υπάρχουν στα τεμάχια των δραστικών pendimethalin (A και B) δόση και της δραστικής propaquizafop. Τέλος, η δραστική aclonifen ως προς την συγκέντρωση της χλωροφύλλης είχε τις μικρότερες τιμές στην τρίτη και τέταρτη μέτρηση.

Όσον αφορά το ξηρό βάρος φύλλων, βλαστών, ταξιανθιών και το συνολικό βάρος φυτών ρετσινολαδιάς, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων με ζιζανιοκτόνα και του ασκάλιστου μάρτυρα, ο οποίος είχε σε όλες τις περιπτώσεις την μικρότερη τιμή. Την μεγαλύτερη τιμή εμφάνισε το pendimethalin όταν εφαρμόστηκε στη) δόση.

Ως προς το βάρος 1000 σπόρων, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των πέντε επεμβάσεων, όμως το μεγαλύτερο βάρος εμφανίστηκε στο τεμάχιο όπου είχε εφαρμοστεί προφυτρωτικά το pendimethalin στην Α δόση. Αντίθετα, ως προς την απόδοση σε σπόρο, διαφορά εμφάνισαν οι επεμβάσεις του pendimethalin (Α και Β δόση), του propaquizafop και του aclonifen με τον ασκάλιστο μάρτυρα, ο οποίος εκτός από την χαμηλότερη απόδοση, είχε και το μικρότερο βάρος 1000 σπόρων. Οι Naik et al. (2016) σε πείραμά τους συμπεραίνουν ότι με την εφαρμογή του pendimethalin στη δόση 1 kg ha⁻¹ επιτεύχθηκε μεγαλύτερη απόδοση σε σχέση με τον ασκάλιστο μάρτυρα λόγω της ικανοποιητικής καταπολέμησης των ζιζανίων.

4.3. Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα τα οποία εξάγονται από τη συγκεκριμένη μελέτη είναι τα εξής:

- 1) Η πυκνότητα και η συνολική βιομάζα των ζιζανίων ήταν μεγαλύτερη στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα, ενώ μικρότερη ήταν στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε προφυτρωτικά το ζιζανιοκτόνο pendimethalin στην υψηλότερη δόση (Β) των 600 ml/στρέμμα.
- 2) Αποτελεσματικότερο ζιζανιοκτόνο για την καταπολέμηση ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων αποδείχθηκε το pendimethalin όταν εφαρμόστηκε στην υψηλότερη δόση (Β) των 600 ml/στρέμμα. Εξίσου καλή αποτελεσματικότητα εμφάνισε το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο όταν εφαρμόστηκε στη χαμηλότερη δόση (Α) των 400 ml/στρέμμα.
- 3) Το ζιζανιοκτόνο με το μεγαλύτερο ποσοστό επιτυχίας για την αντιμετώπιση του πολυετούς αγρωστώδους ζιζανίου βέλιουρα ήταν το propaquizafop.
- 4) Το aclonifen δεν είχε καλή αποτελεσματικότητα έναντι τόσο των πολυετών αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων, όπως είναι ο βέλιουρας και η περικοκλάδα, όσο και των ετήσιων πλατύφυλλων όπως είναι ο στύφνος.

- 5) Κανένα από τα ζιζανιοκτόνα δεν προκάλεσε μείωση της πυκνότητας των φυτών της ρετσινολαδιάς σε σχέση με τον ασκάλιστο μάρτυρα.
- 6) Το προφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο pendimethalin στη δόση των 400 ml/στρέμμα, όπως και το μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο propaquizafop δεν προκάλεσαν συμπτώματα φυτοτοξικότητας στα φυτά ρετσινολαδιάς. Αντίθετα, στη μέγιστη δόση (600 ml/στρέμμα) το pendimethalin καθώς και το aclonifen προκάλεσαν μικρής έντασης χλώρωση στις κοτυληδόνες.
- 7) Το ζιζανιοκτόνο pendimethalin και στις δύο δόσεις που μελετήθηκε, είχε ως επί το πλείστον την καλύτερη επίδραση όσον αφορά τα χαρακτηριστικά των φυτών ρετσινολαδιάς δηλαδή το ύψος, η διάμετρος βλαστού, ο αριθμός των φύλλων, η συγκέντρωση χλωροφύλλης, ο αριθμός ταξιανθιών, το ξηρό βάρος βλαστών, φύλλων, ταξιανθιών και τέλος το συνολικό ξηρό βάρος φυτών. Οι μικρότερες τιμές εμφανίστηκαν στον ασκάλιστο μάρτυρα.
- 8) Η μεγαλύτερη απόδοση και το βάρος 1000 σπόρων καταγράφηκαν στα τεμάχια των προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων.
- 9) Η δραστική aclonifen παρόλο που δεν είχε την αποτελεσματικότητα του pendimethalin εν τέλει είχε ικανοποιητική απόδοση.

Συμπερασματικά όλα τα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη, δηλαδή το pendimethalin, το propaquizafop και το aclonifen, θα μπορούσαν να εφαρμοστούν στην καλλιέργεια της ρετσινολαδιάς για την αντιμετώπιση των κυριότερων αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων, χωρίς να υπάρχουν ιδιαίτερα προβλήματα στην ανάπτυξη και στην τελική απόδοση της καλλιέργειας.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Βασιλάκογλου Ι. και Δήμας Κ., 2017. Ζιζάνια : Σύγχρονος οδηγός αναγνώρισης και αντιμετώπισης. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη Σελ: 1-646.
- Ελευθεροχωρινός Η.Γ., 2020. Ζιζανιολογία : Ζιζανιοκτόνα, Φυτά και Περιβάλλον, Βιολογία και Διαχείριση Ζιζανίων (5^η έκδοση). Εκδόσεις Αγροτύπος, Αθήνα. Σελ 69.

Ζιώγας Β.Ν. και Μαρκόγλου Α.Ν., 2017. Γεωργική Φαρμακολογία : Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσεις και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων (2^η έκδοση). Green Books Publications, Αθήνα. Σελ: 1-846.

Παπακώστα-Τασοπούλου Δ., 2013. Βιομηχανικά Φυτά (2^η έκδοση). Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη. Σελ: 535-552.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Agrawal M. Y., Agrawal Y. P., Shamkuwar P. B., 2014. Phytochemical and Biological Activities of *Chenopodium album*. International Journal of PharmTech Research, 6: 383-391.

Al-Snafi A.E., 2015. The chemical constituents and pharmacological effects of *Chenopodium album*- an overview. International Journal of Pharmacological Screening Methods, 5: 10-17.

Bai E. P., Prasad PVN., Venkateswarlu B. and Rao CH. S., 2021. Growth and yield of castor as influenced by weed management strategies. The Pharma Innovation Journal, 10(7): 786-788.

Basset I.J. and Crompton C.W., 1978. The biology of Canadian weeds: 32. *Chenopodium album* L. Canadian Journal of Plant Science, 58: 1061-1072.

Brankov M., Simić M., Tabaković M., Vukadinović J., Djuric N., Branković-Radojčić D. and Dragičević V. 2022. Weed management practices for redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and smooth pigweed (*A. hybridus* L.) control in maize. Chilean Journal of Agricultural Research, 82(4): 611–618.

California Department of Food and Agriculture (CDFA) 2002. Encycloweedia <http://pi.cdffa.ca.gov/weedinfo/SORGHUM2.html> (Πρόσβαση στις 5 Φεβρουαρίου 2024).

California Department of Food and Agriculture (CDFA) 2010. Encycloweedia <https://www.cdffa.ca.gov/plant/ppd/PDF/PPDC2010.pdf> (Πρόσβαση στις 5 Φεβρουαρίου 2024).

- Chu Z., Chen J., Nyporko A., Han H., Yu Q. and Powles, S., 2018. Novel α -tubulin mutations conferring resistance to dinitroaniline herbicides in *Lolium rigidum*. *Frontiers in Plant Science*, 9: 97.
- Costa A.G.F., Sofiatti V., Góes Maciel C.D., Poletine J.P. and Sousa J.I., 2014. Weed management strategies for castor bean crops. *Acta Scientiarum-Agronomy*, 36: 135-145.
- Costa A.G.F., Sofiatti V., Maciel C.D.G., Freitas J.G., Cardoso G.D. and Wirgues L.M., 2020. Selectivity of pre and postemergence herbicides in single or combined applications in castor crop. *Agronomy*, 11: 1-10.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2024. FAOSTAT database. <http://www.fao.org/faostat/> (Πρόσβαση στις 13 Φεβρουαρίου 2024).
- Giglio A. and Vommaro M.L., 2022. Dinitroaniline herbicides: a comprehensive review of toxicity and side effects on animal non-target organisms. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(51): 76687–76711.
- Jain R., Sharma A., Gupta S., Sarethy I. P. and Gabrani R., 2011. *Solanum nigrum*: Current Perspectives on Therapeutic Properties. *Alternative Medicine Review*, 16: 78-85.
- Kaloumenos N.S. and Eleftherohorinos I.G., 2009. Identification of a Johnsongrass (*Sorghum halepense*) biotype resistant to ACCase-inhibiting herbicides in Northern Greece. *Weed Technology*, 23: 470 – 476.
- Karkanis A., Nakopoulos D., Palamioti C., Giannoulis K.D., Palamiotis T., Igoumenos G., Souipas S., Liava V. and Danalatos N. G., 2022. Effects of post-emergence herbicides and period of johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) control on growth and yield of sunflower crops. *Agronomy*, 12: 581.
- Kaur M. and Kalia A. N., 2012. *Convolvulus arvensis* - a useful weed. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4: 38-40.
- Landoni M., Bertagnon G., Ghidoli M., Cassani E., Adani F. and Pilu R., 2023. Opportunities and challenges of castor bean (*Ricinus communis* L.) genetic improvement. *Agronomy*, 13: 1-20.

- Lukacs D., Beres I. and Kazinczi G. 2000. Herbicidal control of terrestrial reed (*Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steudel). Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 107(SPEC. ISS. 17): 583–587.
- Maciel C.D.G., Poletine J.P., Silva T.R.B., Velini E.D., Zanotto M.D., Martins F.M. and Gava F., 2011. Selectivity and efficacy of ACCase-inhibiting herbicides in castor bean crop. Planta Daninha, 29: 609-616.
- Masoodi M.H., Ahmad B., Mir S.R., Zargar B.A. and Tabasum N., 2011. *Portulaca oleracea* L. A Review. Journal of Pharmacy Research, 4: 3044-3048.
- Naik A. H. Kumar, Sridhara S. and Sanjay M.T., 2016. Pre- and post-emergent herbicides for control of castor weeds. Indian Journal of Weed Science, 48: 304–308.
- Pannacci E. and Bartolini S., 2018. Evaluation of chemical weed control strategies in biomass Sorghum. Journal of Plant Protection Research, 58: 404-412.
- Pannacci E., Graziani F. and Covarelli G., 2007. Use of herbicide mixtures for pre and post-emergence weed control in sunflower (*Helianthus annuus*). Crop Protection, 26(8): 1150–1157
- Peerzada A.M., Ali H. H., Hanif Z., Bajwa A. A., Kebaso L., Frimpong D., Iqbal N., Namubiru H., Hashim S., Rasool G., Manalil S., van der Maulen A. and Chauhan B. S., 2017. Eco-biology, impact, and management of *Sorghum halepense* (L.) Pers. Springer International Publishing Switzerland, 25:955–973.
- Ramanjaneyulu A.V., Anudradha G., M. Ramana M., Reddy A.V.V. and Gopal N.M., 2017. Multifarious Uses of Castor (*Ricinus communis* L.). International Journal of Economic Plants, 04: 170-176.
- Ramprakash T., Madhavi M. and Yakadri M., 2016. Dissipation and persistence of propaquizafop in soil, plant and rhizomes in turmeric and its effect on soil properties. Nature Environment and Pollution Technology, 15(4): 1217–1220.
- Rodríguez-Palma C.E., Herráez-Hernández R. and Campíns-Falcó P., 2023. Study of the degradation of diphenyl-ether herbicides aclonifen and bifenox in different environmental waters. Chemosphere, 336: 139238

- Senthilvel S., Manjunatha T., and Lavanya C., 2022. Castor Breeding. In: Fundamentals of Field Crop Breeding, Springer Singapore, Singapore pp: 945-970.
- Severino L.S., Auld D.L., Baldanzi M., Cândido M.J.D., Chen G., Crosby W., Xiaohua He T.D., Lakshmamma P., Lavanya C., Machado O.L.T., Mielke Th., Milani M., Miller T.D., Morris J.B., Morse S.A., Navas A.A., Soares D.J., Sofiatti V., Wang M.L., Zanotto M.D. and Zieler H., 2012. A Review on the Challenges for Increased Production of Castor. *Agronomy Journal*, 104: 860.
- Sofiatti V., Severino L.S., Silva F.M.O., Silva V.N.B. and Brito G.G., 2012. Pre and postemergence herbicides for weed control in castor crop. *Industrial Crops and Products*, 37: 235-237.
- Tanveer A., Tasneem M., Khaliq A., Javaid M.M. and Chaudhry M.N., 2013. Influence of seed size and ecological factors on the germination and emergence of field bindweed (*Convolvulus arvensis*). *Planta Daninha*, 31: 39-51.
- Trevisan M., Capri E., Cella A., Errera G. and Sicbaldi, F. 1999. Field, laboratory and modelling studies to evaluate acetonitrile soil fate. *Toxicological and Environmental Chemistry*, 70(1-2): 29-47.
- Viggiani P. and Angelini R., 2002. Δικότυλα αυτοφυή και ζιζάνια. Εκδόσεις Ζευς Α.Ε.-Bayer S.p.A, Μιλάνο.
- Vrbnicanin S., Pavlovic D. and Bozic D., 2017. Weed Resistance to Herbicides. In: *Herbicide Resistance in Weeds and Crops*, InTech, Croatia pp. 7-35.
- Weaver S.E. and McWilliams E.L., 1980. The biology of Canadian weeds: 44. *Amaranthus retroflexus* L., *A. powellii* S. Wats. and *A. hybridus* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 60: 1215-1234.
- Zhu W., Du Y., Meng H., Dong Y. and Li L., 2017. A review of traditional pharmacological uses, phytochemistry, and pharmacological activities of *Tribulus terrestris*. *Chemistry Central Journal*, 11: 1-16.