



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΖΙΖΑΝΙΟΛΟΓΙΑΣ

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας:

«Αξιολόγηση της εκλεκτικότητας και της αποτελεσματικότητας των προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων pendimethalin, fluometuron και flurochloridone σε καλλιέργεια ρετινολαδιάς (*Ricinus communis* L.)»

Χριστοδούλου Γεωργία



Επιβλέπων Καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης (Αναπληρωτής Καθηγητής)

Βόλος, 2023

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας:

«Αξιολόγηση της εκλεκτικότητας και της αποτελεσματικότητας των προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων pendimethalin, fluometuron και flurochloridone σε καλλιέργεια ρετινολαδιάς (*Ricinus communis* L.)»

Αγγλικός Τίτλος: Selectivity and efficacy of pre-emergence herbicides pendimethalin, fluometuron, and flurochloridone in castor bean crop (*Ricinus communis* L.).

Χριστουδούλου Γεωργία

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

1. Ανέστης Καρκάνης, Αναπληρωτής Καθηγητής (Επιβλέπων)
2. Χρήστος Αθανασίου, Καθηγητής (Μέλος)
3. Κυριάκος Γιαννούλης, Επίκουρος Καθηγητής (Μέλος)

Βόλος, 2023

Πρόλογος-Ευχαριστίες

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η αξιολόγηση της εκλεκτικότητας και της αποτελεσματικότητας των προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων pendimethalin, fluometuron και flurochloridone σε καλλιέργεια ρετινολαδιάς.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Ανέστη Καρκάνη τόσο για την ανάθεση του θέματος της πτυχιακής εργασίας, όσο και για την συνεχή και πολύτιμη καθοδήγηση και βοήθεια για τη διεξαγωγή του πειραματικού μέρους και της συγγραφής της παρούσας εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Χρήστο Αθανασίου και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Κυριάκο Γιαννούλη για το χρόνο που διέθεσαν για τη μελέτη και την αξιολόγηση της πτυχιακής εργασίας μου.

Ακόμη, θα ήταν παράλειψη να μην εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κ. Χρήστο Καβαλάρη και τον κ. Χρήστο Καραμούτη για την προσφορά των σπόρων ρετινολαδιάς που χρησιμοποιήσαμε για την εγκατάσταση του πειράματος. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Σπυρίδωνα Σουίπα για την πραγματοποίηση διαφόρων καλλιεργητικών εργασιών στον πειραματικό αγρό.

Περιεχόμενα

Περίληψη	6
Abstract	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: Εισαγωγή	8
1.1 Ρετσινολοδιά-Γενικά στοιχεία	8
1.2 Μορφολογικά γνωρίσματα του φυτού της ρετσινολαδιάς	10
1.3 Καλλιεργητική τεχνική ρετσινολαδιάς	12
1.4 Ζιζάνια	13
1.4.1 Βέλιουρας	14
1.4.2 Τραχύ βλήτο	14
1.4.3 Λουβουδιά	15
1.4.4 Τριβόλι	16
1.4.5 Γλιστρίδα	16
1.4.6 Στύφνος	17
1.4.7 Περικοκλάδα	17
1.5 Χημική αντιμετώπιση των ζιζανίων στη ρετσινολαδιά	18
1.6 Ζιζανιοκτόνα	19
1.6.1 Pendimethalin	19
1.6.2 Fluometuron	19
1.6.3 Flurochloridone	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι	21
2.1 Σχέδιο πειραματικού αγρού	21
2.2 Καλλιεργητική τεχνική	23
2.3 Μετρήσεις	24
2.3.1 Ρετσινολαδιά	24
2.3.2 Ζιζάνια	26
2.4 Στατιστική ανάλυση των δεδομένων	26
2.5 Μετεωρολογικά δεδομένα	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: Αποτελέσματα	29
3.1 Πυκνότητα της ρετσινολαδιάς	29

3.2 Ύψος φυτών της ρετινολαδιάς	30
3.3 Αριθμός φύλλων των φυτών ρετινολαδιάς	34
3.4 Διάμετρος βλαστού των φυτών ρετινολαδιάς	37
3.5 Σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD	41
3.6 Αριθμός ταξιανθιών των φυτών ρετινολαδιάς	44
3.7 Νωπό βάρος των φυτών της ρετινολαδιάς	47
3.7.1 Νωπό βάρος βλαστών (kg/στρέμμα)	47
3.7.2 Νωπό βάρος φύλλων (kg/στρέμμα)	48
3.7.3 Νωπό βάρος ταξιανθιών (kg/στρέμμα)	48
3.7.4 Συνολικό νωπό βάρος των φυτών ρετινολαδιάς (kg/στρέμμα)	50
3.8 Ξηρό βάρος των φυτών της ρετινολαδιάς	50
3.8.1 Ξηρό βάρος βλαστών (kg/στρέμμα)	50
3.8.2 Ξηρό βάρος φύλλων (kg/στρέμμα)	51
3.8.3 Ξηρό βάρος ταξιανθιών (kg/στρέμμα)	52
3.8.4 Συνολικό ξηρό βάρος των φυτών ρετινολαδιάς (kg/στρέμμα)	52
3.9 Απόδοση σε σπόρο	53
3.10 Βάρος 1000 σπόρων	54
3.11 Συνολικός αριθμός ζιζανίων (αριθμός/m ²)	55
3.12 Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα)	55
3.13 Ποσοστό αποτελεσματικότητας κατά του στύφνου και της γλιστρίδας (%)	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: Συζήτηση	57
4.1 Εκλεκτικότητα προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων στην καλλιέργεια της ρετινολαδιάς	57
4.2 Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων κατά του στύφνου και της γλιστρίδας	59
4.3 Συμπεράσματα	59
Βιβλιογραφία	61
Ξενόγλωσση βιβλιογραφία	61
Ελληνική Βιβλιογραφία	64

Περίληψη

Η ρετσινολαδιά είναι μια βιομηχανική καλλιέργεια που καλλιεργείται για την παραγωγή ελαίου γνωστό ως καστορέλαιο. Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η αξιολόγηση της εκλεκτικότητας και της αποτελεσματικότητας των προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων pendimethalin, fluometuron και flurochloridone σε καλλιέργεια ρετσινολαδιάς (*Ricinus communis* L.). Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο κατά την περίοδο Μάιο έως Σεπτέμβριο του 2021. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε με βάση το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 επαναλήψεις και 4 επεμβάσεις, ενώ το μέγεθος των πειραματικών τεμαχίων ήταν 9 m². Οι πειραματικές επεμβάσεις ήταν οι εξής: 1) σκαλισμένος μάρτυρας, 2) fluometuron, 3) flurochloridone και 4) pendimethalin. Τα τρία ζιζανιοκτόνα fluometuron, flurochloridone και pendimethalin εφαρμόστηκαν προφυτρωτικά, δηλαδή αμέσως μετά τη σπορά της καλλιέργειας της ρετσινολαδιάς. Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι το ζιζανιοκτόνο fluometuron παρουσίασε φυτοτοξικότητα και μείωσε σημαντικά την πυκνότητα και την ανάπτυξη των φυτών ρετσινολαδιάς, ενώ το ζιζανιοκτόνο flurochloridone μείωσε κατά 14,6% την πυκνότητα της καλλιέργειας και προκάλεσε μικρής έντασης φυτοτοξικότητας (χλωρωτικές κηλίδες στα φύλλα) στα νεαρά φυτά της ρετσινολαδιάς. Αντίθετα το ζιζανιοκτόνο pendimethalin δεν επηρέασε τόσο την πυκνότητα όσο και την ανάπτυξη της καλλιέργειας. Επίσης, τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι η μικρότερη απόδοση σε σπόρο και οι μικρότερες τιμές του ξηρού βάρους καταγράφηκε στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το fluometuron. Τέλος, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ζιζανιοκτόνων για το ξηρό βάρος των ζιζανίων.

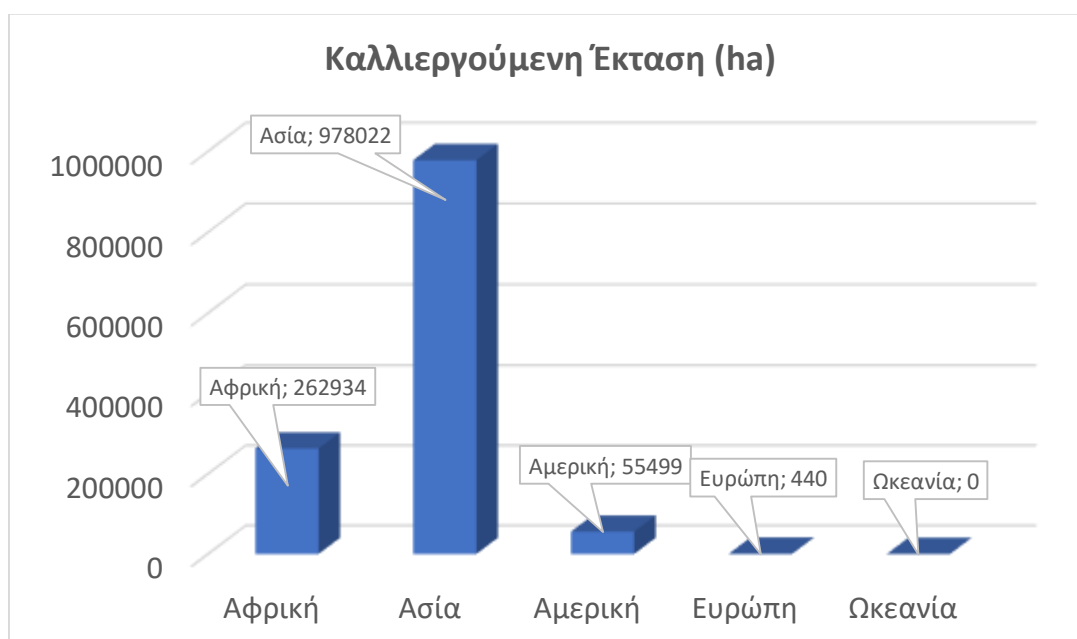
Abstract

Castor oil is an industrial crop grown for oil production. The aim of this study was to evaluate the selectivity and efficacy of the pre-emergence herbicides pendimethalin, fluometuron, and flurochloridone in castor oil (*Ricinus communis* L.). The experiment was carried out on the farm of the University of Thessaly in Velestino during the period May to September 2021. The experiment was carried out based on the randomized complete block design with 3 replications and 4 treatments, while the size of the experimental plots was 9 m². The experimental treatments were as follows: 1) weedy control, 2) fluometuron, 3) flurochloridone, and 4) pendimethalin. The herbicides fluometuron, flurochlorifone and pendimethalin were applied pre-emergence. Our results showed that the herbicide fluometuron showed phytotoxicity and significantly reduced the density and growth of castor oil plants, while the herbicide flurochloridone reduced by 14.6% the crop density and caused chlorotic spots on the leaves in the young plants of castor oil. In contrast, the herbicide pendimethalin did not affect both the density and the growth of the crop. Also, our results showed that the lowest seed yield and dry weight values were recorded in plots where fluometuron was applied. Finally, there were no statistically significant differences between herbicides for total weed dry weight.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: Εισαγωγή

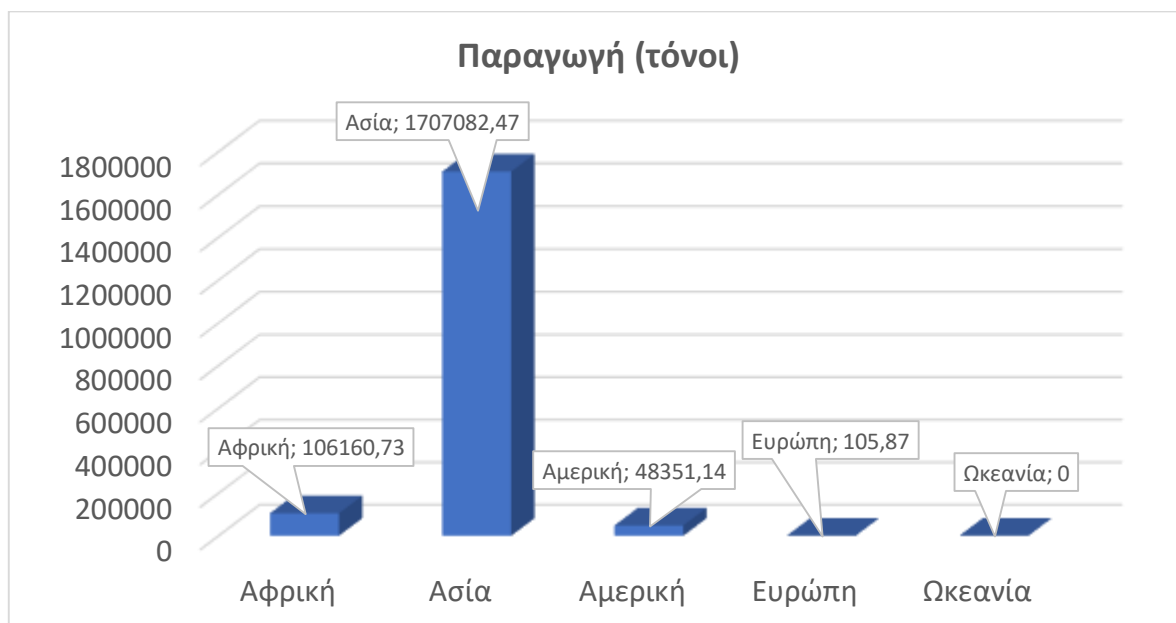
1.1 Ρετσινολοδιά-Γενικά στοιχεία

Η ρετσινολαδιά (*Ricinus communis* L.) ανήκει στην οικογένεια Euphorbiaceae και είναι ένα ελαιούχο φυτό με βιομηχανική και φαρμακευτική αξία (Jena and Gupta 2012; Παπακώστα-Τασοπούλου 2013; Memon et al. 2023). Οι Scarpa και Querci (1982) αναφέρουν οι αρχαίοι Αιγύπτιοι γνώριζαν αυτό το φυτό καθώς ανακαλύφθηκε σε τάφους του 4000 π.Χ. Στην Ελλάδα το συγκεκριμένο φυτό δεν καλλιεργείται και χρησιμοποιείται μόνο ως καλλωπιστικό φυτό. Σύμφωνα με στοιχεία του FAO (Διεθνής Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας) σε όλο τον κόσμο το 2021 καλλιεργήθηκαν 1.296.895 ha, ενώ στην Ευρώπη μόνο 440 ha (FAO 2023). Επίσης, η ετήσια παραγωγή κατά το ίδιο έτος ήταν 1.861.700,2 και 105,87 τόνοι σε όλο τον κόσμο και στην Ευρώπη, αντίστοιχα (FAO 2023). Σύμφωνα με το Διαγράμματα 1.1 και 1.2 οι μεγαλύτερες εκτάσεις και η μεγαλύτερη παραγωγή της ρετσινολαδιάς καταγράφονται στην Ασία.



Διάγραμμα 1.1. Καλλιεργούμενη έκταση της ρετσινολαδιάς στην Αφρική, την Ασία, την Αμερική, την Ευρώπη και την Ωκεανία.

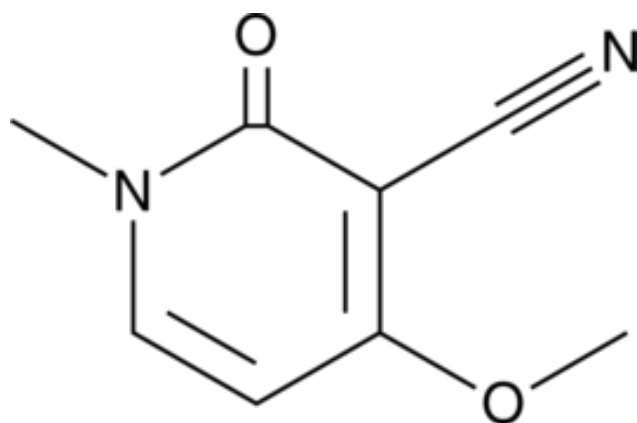
Στην Ασία, η Ινδία θεωρείται ως η χώρα με τη μεγαλύτερη παραγωγή καθώς και ο μεγαλύτερος εξαγωγέας σπόρων ρετσινολαδιάς (Memon et al. 2023).



Διάγραμμα 1.2. Παραγωγή (τόνοι) της ρετσινολαδιάς στην Αφρική, την Ασία, την Αμερική, την Ευρώπη και την Ωκεανία.

Σκοπός της καλλιέργειας είναι η παραγωγή ελαίου από τους σπόρους το οποίο ονομάζεται καστορέλαιο (castor oil) (Jena and Gupta 2012). Το καστορέλαιο είναι χρήσιμο στην ιατρική διότι παρουσιάζει διάφορες φαρμακευτικές ιδιότητες όπως αντιοξειδωτική, αντιφλεγμονώδη, αντιμικροβιακή και ηπατοπροστατευτική δράση (Jena and Gupta 2012). Επίσης, το καστορέλαιο χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοντίζελ (Özcanli et al. 2012). Το ρικινελαϊκό οξύ είναι το λιπαρό οξύ που περιέχεται σε μεγάλη περιεκτικότητα (>85%) στους σπόρους, οι οποίοι περιέχουν έλαιο σε περιεκτικότητα που κυμαίνεται από 45,7 έως 54% (Román-Figueroa et al. 2020).

Ακόμη, είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι στα διάφορα τμήματα του φυτού της ρετσινολαδιάς περιέχεται το αλκαλοειδές ρικινίνη (ricinine), ουσία που παρουσιάζει τοξική δράση (Magdy et al. 2023). Εκτός από την ρικινίνη στα διάφορα τμήματα του φυτού περιέχεται η ρικίνη (ricin) η οποία είναι ισχυρή κυτταροτοξίνη (Jasheway et al. 2011). Για αυτή την ουσία παρουσιάζεται σημαντική ανησυχία για τη δημόσια υγεία λόγω της πιθανής χρήσης της ως παράγοντα βιοτρομοκρατίας (Jasheway et al. 2011). Για το λόγο αυτό, έχουν γίνει εκτεταμένες προσπάθειες για την ανάπτυξη αντιδότων κατά της ουσίας αυτής (Jasheway et al. 2011). Σε αυτές τις ουσίες που αναφέραμε παραπάνω οφείλονται οι δηλητηριάσεις που έχουν προκύψει ύστερα από τη κατανάλωση του φυτού.



Εικόνα 1.1. Χημική δομή του αλκαλοειδούς ρικινίνη.

1.2 Μορφολογικά γνωρίσματα του φυτού της ρετσινολαδιάς

Η ρετσινολαδιά θεωρείται ετήσιο ή πολυετές είδος που αναπτύσσεται με γρήγορο ρυθμό, ενώ κατατάσσεται στα C3 φυτά (Memon et al. 2023). Τα φυτά της ρετσινολαδιάς μπορεί να έχουν ύψος 6 m ή περισσότερο (Jena and Gupta 2012). Τα φύλλα του φυτού είναι μεγάλα (διάμετρος 30 έως 60 cm) με πράσινο ή κόκκινο χρώμα, ενώ έχουν 5 έως 12 λοβούς. Η διάταξη των φύλλων στον βλαστό είναι σπειροειδής (Jena and Gupta 2012).



Εικόνα 1.2. Φύλλα της ρετσινολαδιάς με τους βαθείς λοβούς.

Επίσης, η ρετινολαδιά θεωρείται μόνικο είδος, με αρσενικά και θηλυκά άνθη στο ίδιο φυτό (Εικόνα 1.3). Το φυτό σχηματίζει πολυάριθμους καρπούς (Εικόνα 1.4). Στο κάθε καρπό (κάψα), που καλύπτεται από αγκάθια, σχηματίζονται τρεις σπόροι (Jena and Gupta 2012).



Εικόνα 1.3. Θηλυκά άνθη του φυτού της ρετινολαδιάς.



Εικόνα 1.4. Καρποί (κάψες) της ρετινολαδιάς στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης.

1.3 Καλλιεργητική τεχνική ρετσινολαδιάς

Η ρετσινολαδιά όπως αναφέρθηκε παραπάνω είναι ένα ετήσιο ή πολυετές είδος που μπορεί να ξεπεράσει το ύψος των 6 m (Jena and Gupta 2012, Memon et al. 2023). Τα τελευταία χρόνια αναπτύχθηκαν πολλές ποικιλίες και υβρίδια υψηλής απόδοσης (Anjani 2012, Cruz et al. 2021), ωστόσο για να καλυφθεί η τεράστια παγκόσμια ζήτηση για καστορέλαιο χρειάζεται να αναπτυχθούν ποικιλίες με υψηλότερη απόδοση και περιεκτικότητα ελαίου, με αντοχή σε ασθένειες και έντομα καθώς και με αντοχή στην ξηρασία (Anjani 2012). Η απόδοση σε σπόρο εξαρτάται από το καλλιεργούμενο υβρίδιο και ποικιλία. Οι Cruz et al. (2021) σε πείραμα που αξιολόγησαν 3 υβρίδια (Agima 110204, Mia και Tamar) κατέγραψαν την μεγαλύτερη απόδοση (>1700 Kg/ha) στο υβρίδιο Tamar.

Το φυτό της ρετσινολαδιάς καλλιεργείται σε όλους τους τύπους εδαφών εκτός από τα πολύ βαριά αργιλώδη, ιδανικά είναι τα γόνιμα και βαθιά που στραγγίζουν καλά. Η κατεργασία του εδάφους που εφαρμόζεται είναι παρόμοια με των βαθύρριζων ανοιξιάτικων καλλιεργειών όπως του βαμβακιού, αλλά μπορεί να εφαρμοστεί και μειωμένη κατεργασία. Η σπορά γίνεται σε γραμμές (Εικόνα 1.5) με πνευματική σπαρτική μηχανή καλαμποκιού και βαμβακιού σε βάθος 7-10 cm, ανάλογα την υγρασία του εδάφους, ενώ η ιδανική πυκνότητα είναι 5000-7000 φυτά ανά στρέμμα για αρδευόμενους αγρούς (Παπακώστα-Τασοπούλου 2013).



Εικόνα 1.5. Γραμμική καλλιέργεια ρετσινολαδιάς.

Στη χώρα μας η άρδευση στη καλλιέργεια της ρετινολαδιάς είναι απαραίτητη, λόγω των περιορισμένων βροχοπτώσεων κατά τη θερινή περίοδο. Παρόλο που η ρετινολαδιά είναι φυτό ανθεκτικό στη ξηρασία, η απόδοση που επιτυγχάνεται με την άρδευση είναι πολύ μεγαλύτερη, καθώς αυξάνεται ο αριθμός των ταξιανθιών, των καψών, των σπόρων ανά κάψα και το βάρος των σπόρων. Τέλος, η υψηλή υγρασία στο έδαφος στο τέλος του βιολογικού κύκλου δεν συνίσταται, γιατί δημιουργούνται αναβλαστήσεις (Εικόνα 1.6) και δυσκολεύεται η συγκομιδή (Παπακώστα-Τασοπούλου 2013).



Εικόνα 1.6. Αναβλάστηση των φυτών σε καλλιέργεια ρετινολαδιάς (Σεπτέμβριος 2021).

Τέλος, μία από τις σημαντικότερες καλλιεργητικές τεχνικές για την αύξηση της παραγωγικότητας της καλλιέργειας είναι η λίπανση. Γενικά έχει παρατηρηθεί ότι η αζωτούχος λίπανση αυξάνει τις αποδόσεις της καλλιέργειας. Σε πρόσφατη μελέτη, οι Jamil et al. (2017) παρατήρησαν μεγαλύτερη απόδοση (2072 Kg/ha) και βάρος 1000 καρπών (290,7 g) στην επέμβαση των 90 Kg N/ha σε σύγκριση με τη δόση των 60 Kg N/ha.

1.4 Ζιζάνια

Τα κυριότερα ζιζάνια που καταγράφηκαν στον πειραματικό αγρό στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Βελεστίνο, Π.Ε. Μαγνησίας) στη καλλιέργεια της ρετινολαδιάς

είναι ο βέλιουρας, το τραχύ βλήτο, η λουβουδιά, το τριβόλι, η γλιστρίδα, ο στύφνος και η περικοκλάδα.

1.4.1 Βέλιουρας

Ο βέλιουρας (*Sorghum halepense* (L.) Pers., Εικόνα 1.7) ανήκει στην οικογένεια Poaceae και είναι ένα πολυετές ζιζάνιο, το οποίο πολλαπλασιάζεται εγγενώς δηλαδή με σπόρους καθώς και αγενώς με ριζώματα (Ελευθεροχωρινός 2014), ενώ θεωρείται το πιο επιθετικό αγρωστώδες ζιζάνιο σε όλο τον κόσμο (Kaur and Soodan 2017). Η ταχεία εξάπλωση συνδέεται με το μεγάλο αναπαραγωγικό δυναμικό του (Kaur and Soodan 2017), δεδομένου ότι ένα φυτό βέλιουρα μπορεί να παράγει μέχρι και 80.000 σπόρους (Ελευθεροχωρινός, 2014). Επίσης, η ανθρώπινη δραστηριότητα και το διεθνές εμπόριο συνέβαλαν στην εξάπλωση του (Ελευθεροχωρινός 2014).



Εικόνα 1.7. Φυτά βέλιουρα.

1.4.2 Τραχύ βλήτο

Το τραχύ βλήτο (*Amaranthus retroflexus* L.) ανήκει στην οικογένεια Amaranthaceae και είναι ένα εαρινό ετήσιο δικοτυλήδονο ζιζάνιο που συμπεριλαμβάνεται στα πιο σοβαρά ζιζάνια σε παγκόσμιο επίπεδο (Brankov et al. 2022). Τα χαρακτηριστικά που το καθιστούν ανταγωνιστικό έναντι των καλλιεργούμενων φυτών μειώνοντας την απόδοση και την ποιότητα τους είναι η γρήγορη ανάπτυξη, η μεγάλη προσαρμοστικότητα του, η παραγωγή μεγάλου

αριθμού σπόρων (έως 229.175 σπόρους ανά φυτό), η παραγωγή αλληλοπαθητικών χημικών ουσιών και η ανθεκτικότητά του σε διάφορα ζιζανιοκτόνα (Ελευθεροχωρινός 2014, Τραύλος και Κανάτας 2022, Brankov et al. 2022).

1.4.3 Λουβουδιά

Η λουβουδιά (*Chenopodium album* L., Εικόνα 1.8) ανήκει στην οικογένεια Amaranthaceae και είναι εαρινό ετήσιο ζιζάνιο και κοσμοπολίτικο είδος (Bajwa et al., 2019) που πολλαπλασιάζεται εγγενώς με σπόρους οι οποίοι βλαστάνουν σε χαμηλές θερμοκρασίες (Ελευθεροχωρινός 2014). Ορισμένα χαρακτηριστικά του όπως ο λήθαργος των σπόρων, η μεγάλη βιωσιμότητα στην τράπεζα σπόρων του εδάφους, η ικανότητα βλάστησης και ανάπτυξης κάτω από ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών συνθηκών και η αντοχή σε αβιοτικές καταπονήσεις βοηθούν τη λουβουδιά να αναπτύσσεται σε διάφορες καλλιέργειες (Bajwa et al. 2019). Επίσης, αυτό το ζιζάνιο παρουσιάζει υψηλή αναπαραγωγική ικανότητα αφού μπορεί να παράγει έως και 72.450 σπόρους ανά φυτό (Ελευθεροχωρινός 2014). Επίσης, απελευθερώνει αλληλοχημικές ουσίες στο έδαφος που προκαλούν αναστολή της βλάστησης και της ανάπτυξης των γειτονικών φυτών. Τέλος, έχει αναφερθεί ότι αποτελεί ξενιστή μυκήτων και ιών που προκαλούν ασθένειες σε διάφορες καλλιέργειες (Bajwa et al. 2019).



Εικόνα 1.8. Φυτά λουβουδιάς.

1.4.4 Τριβόλι

Το τριβόλι (*Tribulus terrestris* L.) ανήκει στην οικογένεια Zygophyllaceae και είναι ένα ετήσιο έρπον ζιζάνιο (Εικόνα 1.9), με αγκαθωτούς καρπούς (Scott and Morrison 1996, Semerdjieva et al. 2011) το οποίο συναντάμε σε θερμές και εύκρατες περιοχές (Semerdjieva et al. 2011). Το τριβόλι αρχίζει να βλαστάνει στα τέλη Απριλίου ή τον Μάιο και συνεχίζει μέχρι τον Οκτώβριο, (Boydston 1990). Επίσης, ανθίζει σε διάστημα 3 έως 4 εβδομάδες μετά το φύτευμα όταν οι θερμοκρασίες είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη του, ενώ μπορεί να παράγει από 200 έως 5600 καρπούς ανά φυτό (Boydston 1990).



Εικόνα 1.9. Φυτό τριβολιού.

1.4.5 Γλιστρίδα

Η γλιστρίδα (*Portulaca oleracea* L.) ανήκει στην οικογένεια Portulacaceae και είναι ένα ετήσιο πλατύφυλλο ζιζάνιο (Kaur et al. 2021) και έχει το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό ότι φωτοσυνθέτει ως C4 φυτό όταν υπάρχει επάρκεια νερού, ενώ υπό stress ξηρασίας λειτουργεί ως CAM φυτό (Habibi 2020). Η γλιστρίδα είναι ένα σημαντικό ζιζάνιο πολλών ανοιξιάτικων καλλιεργειών όπως το κολοκύθι και η πιπεριά (Kaur et al. 2021). Η βέλτιστη θερμοκρασία για τη βλάστηση των σπόρων είναι 30 °C, ενώ ορισμένα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του είναι το oxyfluorfen, το pendimethalin και το clomazone (Kaur et al. 2021).

1.4.6 Στύφνος

Ο στύφνος (*Solanum nigrum* L., Εικόνα 1.10) ανήκει στην οικογένεια Solanaceae. Εμφανίζεται ως καλοκαιρινό ετήσιο ζιζάνιο σε διάφορες καλλιέργειες και συνήθως ολοκληρώνει τον κύκλο ζωής του από τα τέλη του καλοκαιριού έως τις αρχές του φθινοπώρου. Επιφέρει σημαντική α) μείωση στην απόδοση και β) υποβάθμισης της ποιότητας των καλλιεργειών. Το συγκεκριμένο ζιζάνιο έχει μεγάλο δυναμικό αναπαραγωγής καθώς μπορεί να παράγει έως και 215.000 σπόρους ανά φυτό (Ελευθεροχωρινός 2014). Οι σπόροι του φυτού παρουσιάζουν λήθαργο, ενώ η διακύμανση της θερμοκρασίας προωθεί τη βλάστηση τους (Taab and Andersson 2009).



Εικόνα 1.10. Φυτό στύφνου.

1.4.7 Περικοκλάδα

Η περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis* L., Εικόνα 1.11) ανήκει στην οικογένεια Convolvulaceae και είναι ένα πολυετές ζιζάνιο με βαθύ ριζικό σύστημα. Αναπαράγεται εγγενώς με σπόρο (50 σπόροι/φυτό) και αγενώς με τμήματα έρπουσων ριζών (Ελευθεροχωρινός 2014). Τα άνθη έχουν λευκό ή ροζ χρώμα, ενώ τα πέταλα είναι ενωμένα στη βάση δίνοντας το σχήμα χωνιού στα άνθη (Sosnoskie et al. 2020). Το συγκεκριμένο ζιζάνιο μειώνει την απόδοση λόγω της ανταγωνιστικής του ικανότητας και δυσκολεύει τη συγκομιδή (Sosnoskie et al. 2020).



Εικόνα 1.11. Φυτό περικοκλάδας.

1.5 Χημική αντιμετώπιση των ζιζανίων στη ρετσινολαδιά

Η ρετσινολαδιά είναι αρκετά ευαίσθητη στον ανταγωνισμό των ζιζανίων, καθώς η ραγδαία αύξηση και ανάπτυξη αυτών προκαλούν σημαντική απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών και του νερού του εδάφους, αλλά και απορρόφηση των λιπασμάτων που προορίζονται για τα φυτά της καλλιέργειας. Έτσι, αν δεν γίνει σωστός έλεγχος των ζιζανίων θα επιφέρουν εμφανείς επιπτώσεις στην ποιότητα και την απόδοση της καλλιέργειας της ρετσινολαδιάς. Τα ζιζανιοκτόνα φαίνεται να είναι η καλύτερη επιλογή για την διαχείριση τους όταν τα εργατικά χέρια δεν είναι διαθέσιμα ή είναι ακριβά, αλλά αυτή η επιλογή περιορίζεται από την έλλειψη εγκεκριμένων ζιζανιοκτόνων. Μια σημαντική ιδιότητα ενός ζιζανιοκτόνου είναι η εκλεκτικότητα για να μην είναι τοξικό για τα φυτά της καλλιέργειας. Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι λίγες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί για τη χημική καταπολέμηση των ζιζανίων στη ρετσινολαδιά. Μερικά ζιζανιοκτόνα χωρίς εκλεκτικότητα για την ρετσινολαδιά είναι το glyphosate, το paraquat, το bentazon και το 2,4-D, τα οποία σύμφωνα με τους Maciel et al. (2008) όταν εφαρμόστηκαν με κατευθυνόμενο ψεκασμό μεταξύ των γραμμών σποράς συνέβαλαν στην αύξηση της απόδοσης της ρετσινολαδιάς. Σε άλλη μελέτη, οι Maciel et al. (2012) αναφέρουν ότι το ζιζανιοκτόνο pendimethalin που ανήκει στις δινιτροανιλίνες παρουσίασε τη μεγαλύτερη εκλεκτικότητα στη συγκεκριμένη καλλιέργεια.

1.6 Ζιζανιοκτόνα

Τα ζιζανιοκτόνα που μελετήθηκαν και εφαρμόστηκαν στον πειραματικό αγρό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, στην καλλιέργεια ρετσίνολαδιάς είναι τα εξής: pendimethalin, fluometuron και flurochloridone.

1.6.1 Pendimethalin

Το pendimethalin είναι εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο που ανήκει στην ομάδα των δινιτροανιλινών (dinitroanilines), αναστέλλει την μίτωση και εφαρμόζεται για την καταπολέμηση ετήσιων πλατύφυλλων και αγρωστωδών ζιζανίων σε διάφορες καλλιέργειες, με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα εναντίον των ετήσιων αγρωστωδών (Ζιώγας και Μάρκογλου 2017, Vighi et al. 2017, Singh et al. 2023). Η εφαρμογή των δινιτροανιλινών γίνεται κατά κανόνα στο έδαφος και η απορρόφηση γίνεται από τις ρίζες, τα φύλλα (Ζιώγας και Μάρκογλου 2017) και από τους βλαστούς των νεαρών ζιζανίων όμως η μετακίνηση τους εντός των φυτών είναι πολύ περιορισμένη (Ελευθεροχωρινός 2014). Το pendimethalin συνίσταται να εφαρμόζεται προσπαρτικά με ενσωμάτωση στο έδαφος 5-10 cm, ενώ ψεκασμός αμέσως μετά τη σπορά δεν συνίσταται. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί προφυτρωτικά στην επιφάνεια του εδάφους με την προϋπόθεση ότι μέσα σε λίγες ημέρες θα επέλθει βροχόπτωση ή θα εφαρμοστεί άρδευση (Ζιώγας και Μάρκογλου 2017). Ο χρόνος ημιζωής (half-life) του pendimethalin στο έδαφος είναι 76-98 ημέρες σε αερόβιο έδαφος (Vighi et al. 2017).

1.6.2 Fluometuron

Το fluometuron είναι ένα εκλεκτικό διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο που ανήκει στα παράγωγα ουρίας (ureas, παρεμποδίζει τη λειτουργία του φωτοσυστήματος II (PS II) και τη βιοσύνθεση των καροτενοειδών με άγνωστη θέση δράσης, ενώ εφαρμόζεται για την καταπολέμηση ετήσιων πλατύφυλλων και αγρωστωδών ζιζανίων (Ελευθεροχωρινός 2014). Τα περισσότερα παράγωγα ουρίας εφαρμόζονται στο έδαφος από όπου απορροφούνται ταχέως από τις ρίζες και μετακινούνται αποπλαστικά προς το υπέργειο μέρος των ζιζανίων (Ζιώγας και Μάρκογλου 2017). Κατά την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου γίνεται ομοιόμορφος ψεκασμός του εδάφους προσπαρτικά με ενσωμάτωση για ξηρά εδάφη ή αν αναμένονται συνθήκες ξηρασίας, ή προφυτρωτικά αμέσως μετά την σπορά με την προϋπόθεση ότι αν μέσα σε 7-10

μέρες δεν επέλθει βροχόπτωση να γίνει άρδευση. Το fluometuron μεταβολίζεται γρήγορα σε κορεσμένο έδαφος (χρόνος ημιζωής 25-27 ημέρες), ενώ σε πλημμυρισμένο έδαφος ο χρόνος ημιζωής είναι μεγαλύτερος από 175 ημέρες (Weaver et al. 2004). Τα συμπτώματα που παρατηρούνται είναι νέκρωση των φύλλων, αναστολή της αύξησης της ρίζας, βαθμιαία χλώρωση, παρεμπόδιση της αύξησης και τελικά ξήρανση των ζιζανίων (Ζιώγας και Μάρκογλου 2017).

1.6.3 Flurochloridone

Το flurochloridone είναι εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο που ανήκει στις φαινυλοπυρρολιδινόνες και αναστέλλει τη δράση του ενζύμου αποκορεσμού του φυτοενίου (PDS, phytoene desaturase) το οποίο εμπλέκεται στη βιοσύνθεση των καροτενοειδών (Ελευθεροχωρινός 2014, Zhou et al. 2020). Το flurochloridone παρεμποδίζοντας την δράση του ενζύμου PDS καταστρέφεται η χλωροφύλλη λόγω της μη βιοσύνθεσης των καροτενοειδών και τα φύλλα και οι βλαστοί των ζιζανίων εμφανίζουν το σύμπτωμα της λεύκανσης και ακολουθεί η νέκρωση τους (Ζιώγας και Μάρκογλου 2017). Το ζιζανιοκτόνο αυτό εφαρμόζεται προφυτρωτικά με ομοιόμορφο ψεκασμό του εδάφους για την καταπολέμηση ετήσιων πλατύφυλλων και μερικών αγρωστωδών ζιζανίων. Το flurochloridone απορροφάται από τις ρίζες και τα στελέχη των ζιζανίων (Ζιώγας και Μάρκογλου 2017), ενώ δεν παρουσιάζει μεγάλη μετακίνηση στο έδαφος (Milanova and Grigorov 1996). Οι Milanova and Grigorov (1996) αναφέρουν ότι το flurochloridone μετακινήθηκε έως τα 10 cm, με την μεγαλύτερη ποσότητα των υπολειμμάτων του να βρίσκονται έως τα 5 cm.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Σχέδιο πειραματικού αγρού

Η εκτέλεση του πειράματος πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο (Εικόνα 1.1) σε έδαφος αμμοαργιλοπηλώδες και pH αλκαλικό (7,4).



Εικόνα 2.1. Απεικόνιση του πειραματικού αγρού αμέσως μετά τη σπορά και πριν την άρδευση με το σύστημα της τεχνητής βροχής.

Η σπορά της ρετινολαδιάς (*Ricinus communis* L.) πραγματοποιήθηκε με πνευματική σπαρτική μηχανή 4 σειρών στις 19 Μαΐου του 2021. Οι σειρές σποράς είχαν απόσταση μεταξύ τους 75 cm, ενώ η απόσταση των σπόρων σε κάθε σειρά ήταν 20 cm. Εφαρμόστηκε το πειραματικό σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 4 επεμβάσεις και 3 επαναλήψεις (Διάγραμμα 2.1). Τα πειραματικά τεμάχια είχαν διαστάσεις: 3 x 3 m με 4 σειρές ανά τεμάχιο (Εικόνα 2.2). Το φύτευμα πραγματοποιήθηκε στις 31 Μαΐου του 2021.



Εικόνα 2.2. Πειραματικό τεμάχιο 3 x 3 m, 4 σειρές ανά τεμάχιο

Στο Διάγραμμα 1 δίνονται στοιχεία για τις πειραματικές επεμβάσεις. Στο πείραμα αγρού αξιολογήθηκαν τα προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα pendimethalin (Stomp 330 EC), fluometuron (Cottonex 50 SC) και flurochloridone (Racer 25 SC), των οποίων οι δόσεις παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακας 2.1). Αμέσως μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων πραγματοποιήθηκε άρδευση με τεχνητή βροχή.



Εικόνα 2.3. Πειραματικός αγρός κατά τη διάρκεια του φυτρώματος στις 7 Ιουνίου του 2021.

Stomp	
Σκαλισμένος Μάρτυρας	
	Racer
Cottonex	
	Stomp
	Σκαλισμένος Μάρτυρας
Racer	Cottonex
Σκαλισμένος Μάρτυρας	
Stomp	
	Racer
Cottonex	

Διάγραμμα 2.1. Τυχαιοποίηση των 4 επεμβάσεων του πειράματος στον πειραματικό αγρό.

Δραστική ουσία	Εμπορικό όνομα	Δόση (ml/στρ)
pendimethalin	Stomp 330 EC	400
fluometuron	Cottonex 50 SC	250
flurochloridone	Racer 25 SC	100

Πίνακας 2.1. Δραστικές ουσίες, εμπορικό όνομα και δόσεις των προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων που μελετήθηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα αγρού.

2.2 Καλλιεργητική τεχνική

Δίπανση: Στις 14 Ιουλίου του 2021 εφαρμόστηκαν 7,5 κιλά/στρέμμα νιτρικής αμμωνίας (34,5-0-0) και στις 22 Ιουλίου του 2021 5 κιλά/στρέμμα φωσφορικού μονο-καλίου MKP (0-52-34), 1,5 κιλό/στρέμμα θειϊκού καλίου Solusop (0-0-52) και 1 λίτρο/στρέμμα βιοδιεγέρτη Manitol.

2.3 Μετρήσεις

2.3.1 Ρετσινολαδιά

Για την αξιολόγηση της εκλεκτικότητας των ζιζανιοκτόνων σε όλη την καλλιεργητική περίοδο και πριν τη συγκομιδή πραγματοποιήθηκαν 5 δειγματοληψίες σε διάφορα στάδια του φυτού ως εξής:

- 1^η μέτρηση: 21/06/2021 (33 ΗΜΣ, ημέρες μετά τη σπορά)
- 2^η μέτρηση: 05/07/2021 (47 ΗΜΣ)
- 3^η μέτρηση: 20/07/2021 (62 ΗΜΣ)
- 4^η μέτρηση: 02/08/2021 (75 ΗΜΣ)
- 5^η μέτρηση: 01/09/2021 (105 ΗΜΣ)

Η συγκομιδή της καλλιέργειας της ρετσινολαδιάς πραγματοποιήθηκε στις 21/09/2021 (125 ΗΜΣ). Τα χαρακτηριστικά του φυτού που μελετήθηκαν είναι τα εξής:

Ύψος: Έγινε μέτρηση του ύψους τριών φυτών ανά πειραματικό τεμάχιο με τη χρήση μέτρου στον πειραματικό αγρό. Η πρώτη μέτρηση διεξήχθη στις 23 Ιουνίου του 2021 και η τελευταία μέτρηση έγινε στις 1 Σεπτεμβρίου του 2021.

Αριθμός φύλλων: Πραγματοποιήθηκε μέτρηση των φύλλων τριών φυτών ανά πειραματικό τεμάχιο. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 23 Ιουνίου του 2021 και η τελευταία διεξήχθη στις 1 Σεπτεμβρίου του 2021.

Συγκέντρωση χλωροφύλλης: Πραγματοποιήθηκε μέτρηση συγκέντρωσης της χλωροφύλλης τριών φυτών ανά πειραματικό τεμάχιο με τη χρήση ενός φορητού οργάνου μέτρησης χλωροφύλλης SPAD-502 chlorophyll meter (Εικόνα 2.4). Η πρώτη μέτρηση διεξήχθη στις 23 Ιουνίου του 2021 και η τελευταία στις 1 Σεπτεμβρίου του 2021.

Διάμετρος βλαστού: Καταγράφηκε η διάμετρος του βλαστού τριών φυτών ανά πειραματικό τεμάχιο με τη παχύμετρο. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 5 Ιουλίου του 2021 και η τελευταία στις 1 Σεπτεμβρίου του 2021.

Αριθμός ταξιανθιών: Πραγματοποιήθηκε μέτρηση του αριθμού των ταξιανθιών τριών φυτών ανά πειραματικό τεμάχιο. Η πρώτη μέτρηση διεξήχθη στις 20 Ιουλίου του 2021 και η τελευταία μέτρηση έγινε στις 1 Σεπτεμβρίου του 2021.

Νωπό βάρος: Καταγράφηκε το νωπό βάρος τριών φυτών ρετινολαδιάς ανά πειραματικό τεμάχιο με τη χρήση ζυγαριάς ακριβείας. Οι μετρήσεις έγιναν ξεχωριστά για βλαστούς, φύλλα και ταξιανθίες στις 1 Σεπτεμβρίου του 2021.



Εικόνα 2.4. Φορητό όργανο μέτρησης χλωροφύλλης SPAD-502 chlorophyll meter για την απευθείας καταγραφή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης στον πειραματικό αγρό.

Ξηρό βάρος: Πραγματοποιήθηκε μέτρηση του ξηρού βάρους τριών φυτών ανά πειραματικό τεμάχιο με τη χρήση ζυγαριάς ακριβείας. Οι μετρήσεις έγιναν έπειτα από ξήρανση των αντίστοιχων νωπών δειγμάτων σε κλίβανο για 4 ημέρες στους 60 °C.

Απόδοση σε καρπό: Πραγματοποιήθηκε μέτρηση του βάρους των καρπών τριών φυτών ανά πειραματικό τεμάχιο με τη χρήση ζυγαριάς ακριβείας. Η μέτρηση διεξήχθη στις 21 Σεπτεμβρίου του 2021.

Βάρος 1000 σπόρων και απόδοση σε σπόρο: Πραγματοποιήθηκε μέτρηση του βάρους 100 σπόρων, δύο φορές για κάθε τεμάχιο, με τη χρήση ζυγαριάς ακριβείας. Η μέτρηση διεξήχθη στις 29 Σεπτεμβρίου του 2021, αφού αφέθηκαν για περίπου 8 ημέρες οι καρποί να ξεραθούν πλήρως.

2.3.2 Ζιζάνια

Οι μετρήσεις των ζιζανίων πραγματοποιήθηκαν 44 ημέρες μετά την εφαρμογή των προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων δηλαδή στις 5 Ιουλίου του 2021. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο, σε πλαίσιο διαστάσεων 40 x 40 cm, διεξήχθησαν οι παρακάτω μετρήσεις:

Τα χαρακτηριστικά των ζιζανίων που μελετήθηκαν είναι τα εξής:

Αριθμός φυτών: Πραγματοποιήθηκε μέτρηση της ποσότητας του κάθε ζιζανίου που βρισκόταν μέσα στο επιφανειακό πλαίσιο 40 x 40 cm ανά πειραματικό τεμάχιο, στις 5 Ιουλίου του 2021.

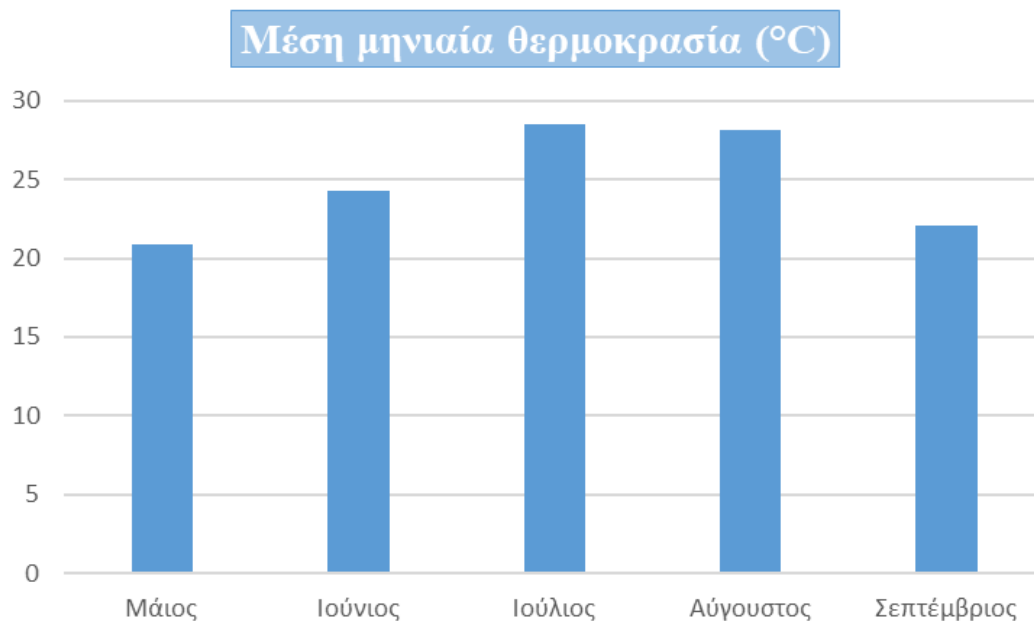
Ξηρό βάρος: Πραγματοποιήθηκε μέτρηση του ξηρού βάρους του κάθε ζιζανίου που βρισκόταν μέσα στο επιφανειακό πλαίσιο 40 x 40 cm ανά πειραματικό τεμάχιο με τη χρήση ζυγαριάς ακριβείας.

2.4 Στατιστική ανάλυση των δεδομένων

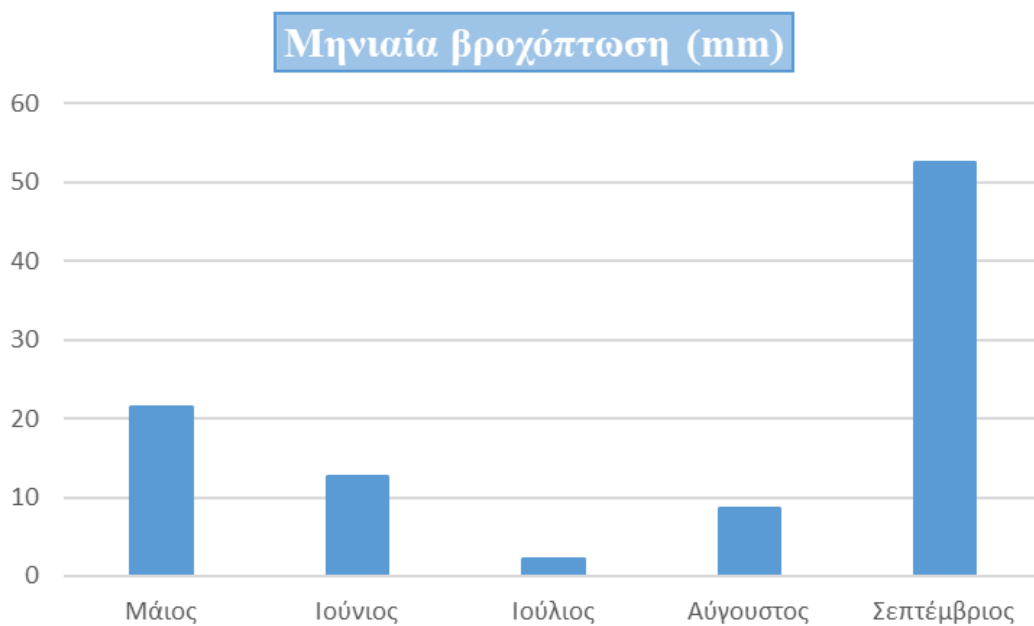
Με βάση το πειραματικό σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων, σε πρώτη φάση για κάθε παράμετρο έγινε ανάλυση διασποράς (Analysis of Variance, ANOVA) με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος SigmaPlot 12 Software (Systat Software, San Jose, CA, USA). Έπειτα, σε δεύτερη φάση συγκρίθηκαν οι μέσες τιμές των τεσσάρων πειραματικών επεμβάσεων χρησιμοποιώντας τη στατιστική δοκιμασία της Ελάχιστης 24 Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

2.5 Μετεωρολογικά δεδομένα

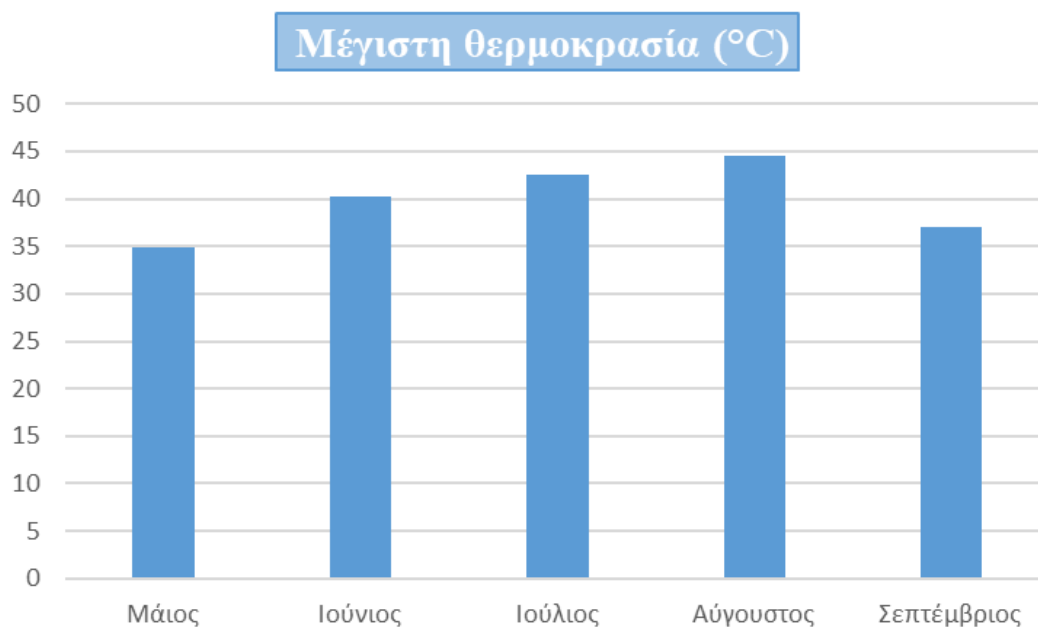
Στα διαγράμματα 2.2 και 2.3 παρουσιάζονται η μέση μηνιαία θερμοκρασία και το ύψος της βροχόπτωσης αντίστοιχα, κατά το χρονικό διάστημα Μάιος του 2021 έως Σεπτέμβριος του 2021. Η μεγαλύτερη μέση μηνιαία θερμοκρασία (28,5 °C) παρουσιάστηκε τον Ιούλιο ενώ το μεγαλύτερο ύψος βροχόπτωσης (52,5 mm) καταγράφηκε τον Σεπτέμβριο. Επίσης, στα διαγράμματα 2.4 και 2.5 παρουσιάζονται η μέγιστη και η ελάχιστη αντίστοιχα μηνιαία θερμοκρασία κατά το χρονικό διάστημα Μάιος του 2021 έως Σεπτέμβριος του 2021. Η μεγαλύτερη μέγιστη θερμοκρασία (44,6 °C) παρουσιάστηκε τον Αύγουστο και η μικρότερη ελάχιστη θερμοκρασία (7,6 °C) τον Μάιο και το Σεπτέμβριο.



Διάγραμμα 2.2. Μέση μηνιαία τιμή της θερμοκρασίας στο αγρόκτημα στην περίοδο Μάιος έως Σεπτέμβριος του 2021.



Διάγραμμα 2.3. Μηνιαία βροχόπτωση στο αγρόκτημα στην περίοδο Μάιος έως Σεπτέμβριος του 2021.



Διάγραμμα 2.4. Μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία στο αγρόκτημα στην περίοδο Μάιος έως Σεπτέμβριος του 2021.



Διάγραμμα 2.5. Ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία στο αγρόκτημα στην περίοδο Μάιος έως Σεπτέμβριος του 2021.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: Αποτελέσματα

3.1 Πυκνότητα της ρετινολαδιάς

Η πυκνότητα των φυτών της καλλιέργειας μετρήθηκε στις 21 Ιουνίου και κυμάνθηκε από 1,1 φυτά έως 4,1 φυτά/m γραμμής σποράς. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκε ότι το ζιζανιοκτόνο fluometuron μείωσε την πυκνότητα της καλλιέργειας κατά 73,2% σε σχέση με τον σκαλισμένο μάρτυρα όπου δεν εφαρμόστηκε κάποιο ζιζανιοκτόνο (Πίνακας 3.1). Το ζιζανιοκτόνο fluometuron προκάλεσε μείωση του φυτρώματος, νέκρωση στις κοτυληδόνες καθώς και ολική ξήρανση των φυτών της ρετινολαδιάς (Εικόνα 3.1). Στο ζιζανιοκτόνο flurochloridone παρατηρήθηκαν χλωρωτικές κηλίδες στις κοτυληδόνες των φυτών, ενώ δεν παρατηρήθηκαν συμπτώματα τοξικότητας στην επέμβαση του pendimethalin (Εικόνα 3.2).



Εικόνα 3.1. Πυκνότητα της ρετινολαδιάς και συμπτώματα ξήρανσης στις κοτυληδόνες του φυτού ρετινολαδιάς σε τεμάχιο όπου είχε εφαρμοστεί το fluometuron (7 Ιουνίου του 2021).



Εικόνα 3.2. Πυκνότητα της ρετινολαδιάς και χλωρωτικές κηλίδες στις κοτυληδόνες του φυτού ρετινολαδιάς σε τεμάχιο όπου είχε εφαρμοστεί το flurochloridone (7 Ιουνίου του 2021).

Μείωση της πυκνότητας της καλλιέργειας παρατηρήθηκε και για το ζιζανιοκτόνο flurochloridone, ενώ δεν σημειώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του pendimethalin και του σκαλισμένου μάρτυρα (Πίνακας 3.1).

Πίνακας 3.1. Πυκνότητα των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας.

Επεμβάσεις	Πυκνότητα φυτών ρετινολαδιάς (αριθμός ανά 1 m γραμμής σποράς)
Fluometuron	1,1 γ
Flurochloridone	3,5 β
Pendimethalin	4,1 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	4,1 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	101,93
Τιμή P	<0,001
LSD _{5%}	0,481



Εικόνα 3.3. Πυκνότητα της ρετινολαδιάς και φυτά ρετινολαδιάς χωρίς συμπτώματα τοξικότητας σε τεμάχιο όπου είχε εφαρμοστεί το pendimethalin (7 Ιουνίου του 2021).

3.2 Ύψος φυτών της ρετινολαδιάς

1^η Μέτρηση

Το ύψος των φυτών της ρετινολαδιάς στην 1^η μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 21 Ιουνίου του 2021 κυμαινόταν από 7,2 έως 13,7 cm (Πίνακας 3.2). Όσον αφορά την επίδραση

των ζιζανιοκτόνων παρατηρήθηκε ότι το ύψος των φυτών στην επέμβαση του fluometuron ήταν μικρότερο κατά 45,5% σε σύγκριση με τον σκαλισμένο μάρτυρα. Επίσης, το ύψος των φυτών της ρετινολαδιάς στα τεμάχια του flurochloridone ήταν μικρότερο κατά 7,6% σε σχέση με την αντίστοιχη τιμή του σκαλισμένου μάρτυρα. Τέλος, συγκρίνοντας τις μέσες τιμές των επεμβάσεων με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς ($LSD_{5\%}$) δεν υπήρξαν διαφορές στατιστικώς σημαντικές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα, του pendimethalin και του flurochloridone.

Πίνακας 3.2. Ύψος των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας (1^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Ύψος των φυτών ρετινολαδιάς (cm)
Fluometuron	7,2 β
Flurochloridone	12,2 α
Pendimethalin	13,7 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	13,2 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	19,979
Τιμή P	0,002
$LSD_{5\%}$	2,299

2^η Μέτρηση

Το ύψος των φυτών της ρετινολαδιάς στην 2^η μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 5 Ιουλίου του 2021 κυμαινόταν από 14,0 έως 23,2 cm (Πίνακας 3.3). Στα φυτά που εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο fluometuron παρατηρήθηκε ότι είχαν 39,7% μικρότερο ύψος σε σχέση με την αντίστοιχη τιμή του σκαλισμένου μάρτυρα. Στα τεμάχια που έγινε επέμβαση με το flurochloridone το ύψος των φυτών ήταν 5,2% μικρότερο σε σύγκριση με του σκαλισμένου μάρτυρα. Τέλος, συγκρίνοντας τις μέσες τιμές των επεμβάσεων με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς ($LSD_{5\%}$) δεν υπήρξαν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα, του pendimethalin και του flurochloridone.

Πίνακας 3.3. Ύψος των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας. (2^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Ύψος των φυτών ρετινολαδιάς (cm)
Fluometuron	14,0 β
Flurochloridone	22,0 α
Pendimethalin	20,6 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	23,2 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	10,205
Τιμή P	0,009
LSD _{5%}	4,452

3^η Μέτρηση

Το ύψος των φυτών της ρετινολαδιάς στην 3^η μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 20 Ιουλίου του 2021 κυμαινόταν από 49,7 έως 77,0 cm (Πίνακας 3.4). Το ύψος των φυτών στην επέμβαση του fluometuron ήταν κατά 35,5% μικρότερο από το αντίστοιχο ύψος του σκαλισμένου μάρτυρα, ενώ συγκρίνοντας τις επεμβάσεις με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD_{5%}) υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του fluometuron και των άλλων επεμβάσεων.

4^η Μέτρηση

Το ύψος των φυτών της ρετινολαδιάς στην 4^η μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 8 Αυγούστου του 2021 κυμαινόταν από 85,2 έως 107,1 cm (Πίνακας 3.5). Όσον αφορά την επίδραση των ζιζανιοκτόνων παρατηρήθηκε ότι το ύψος των φυτών στην επέμβαση του fluometuron ήταν μικρότερο κατά 20,5% σε σχέση με το αντίστοιχο του σκαλισμένου μάρτυρα. Επίσης, το ύψος των φυτών της ρετινολαδιάς στα τεμάχια του pendimethalin ήταν μικρότερο κατά 11,5% σε σχέση με την αντίστοιχη τιμή του σκαλισμένου μάρτυρα, όμως δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά οι δύο επεμβάσεις.

Πίνακας 3.4. Ύψος των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας (3^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Ύψος των φυτών ρετσινολαδιάς (cm)
Fluometuron	49,7 β
Flurochloridone	74,9 α
Pendimethalin	70,4 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	77,0 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	22,312
Τιμή P	0,001
LSD _{5%}	9,175

Πίνακας 3.5. Ύψος των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας (4^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Ύψος των φυτών ρετσινολαδιάς (cm)
Fluometuron	85,2 β
Flurochloridone	103,9 α
Pendimethalin	94,8 αβ
Σκαλισμένος μάρτυρας	107,1 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	5,487
Τιμή P	0,037
LSD _{5%}	14,552

5^η Μέτρηση

Το ύψος των φυτών της ρετσινολαδιάς στην 5^η μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 1 Σεπτεμβρίου του 2021 κυμαινόταν από 103 έως 114,3 cm. Στα φυτά που εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο fluometuron παρατηρήθηκε ότι είχαν κατά 9,9% μικρότερο ύψος σε σχέση με

την αντίστοιχη τιμή του σκαλισμένου μάρτυρα, ενώ η τιμή του ύψους των φυτών στο ζιζανιοκτόνο pendimethalin ήταν κατά 8,9% μικρότερη από την αντίστοιχη του σκαλισμένου μάρτυρα. Η τιμή του P σύμφωνα με τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων είναι μεγαλύτερη από 0,05 (Πίνακας 3.6) και επομένως δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των επεμβάσεων.

Πίνακας 3.6. Ύψος των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας (5^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Ύψος των φυτών ρετινολαδιάς (cm)
Fluometuron	103,0 α
Flurochloridone	109,6 α
Pendimethalin	104,1 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	114,3 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	0,416
Τιμή P	0,748
LSD _{5%}	-

3.3 Αριθμός φύλλων των φυτών ρετινολαδιάς

1^η Μέτρηση

Ο αριθμός των φύλλων των φυτών της ρετινολαδιάς στην 1^η μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 21 Ιουνίου του 2021 κυμαινόταν από 2,1 έως 4,6 (Πίνακας 3.7). Στο ζιζανιοκτόνο fluometuron τα φυτά παρατηρήθηκε ότι είχαν 54,4% λιγότερα φύλλα σε σχέση με την αντίστοιχη τιμή του σκαλισμένου μάρτυρα. Επίσης, ο αριθμός των φύλλων των φυτών στο ζιζανιοκτόνο pendimethalin ήταν μόνο κατά 4,4% μικρότερος από τον αντίστοιχο του σκαλισμένου μάρτυρα. Τέλος, συγκρίνοντας τις μέσες τιμές των επεμβάσεων με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD_{5%}) δεν σημειώθηκαν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα, του pendimethalin και του flurochloridone.

Πίνακας 3.7. Αριθμός φύλλων ανά φυτό της ρετσινολαδιάς στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένου μάρτυρας (1^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Αριθμός φύλλων ανά φυτό ρετσινολαδιάς
Fluometuron	2,1 β
Flurochloridone	4,6 α
Pendimethalin	4,4 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	4,6 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	108,538
Τιμή P	<0,001
LSD _{5%}	0,400

2^η Μέτρηση

Ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό της ρετσινολαδιάς στις 5 Ιουλίου του 2021 κυμαινόταν από 6,3 έως 8,1 (Πίνακας 3.7). Η τιμή του P είναι μεγαλύτερη από 0,05 άρα δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Συγκρίνοντας τις τιμές στις διάφορες επεμβάσεις, παρατηρήθηκε ότι ο αριθμός των φύλλων των φυτών στο ζιζανιοκτόνο fluometuron ήταν κατά 22,2% μικρότερος από τον αριθμό των φύλλων των φυτών του σκαλισμένου μάρτυρα. Επίσης, στα τεμάχια του pendimethalin ο αριθμός των φύλλων των φυτών της ρετσινολαδιάς ήταν 6,2% μικρότερος από τον αντίστοιχο αριθμό του σκαλισμένου μάρτυρα.

3^η Μέτρηση

Ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό της ρετσινολαδιάς στις 20 Ιουλίου του 2021 κυμαινόταν από 13,9 έως 16,0 (Πίνακας 3.9). Στα τεμάχια του fluometuron ο αριθμός των φύλλων των φυτών ήταν κατά 13,1% μικρότερος από τον αντίστοιχο αριθμό φύλλων των φυτών του σκαλισμένου μάρτυρα. Επίσης, τα φύλλα των φυτών στην επέμβαση του pendimethalin ήταν κατά 5,6% λιγότερα από τα φύλλα του σκαλισμένου μάρτυρα. Τέλος, δεν σημειώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων του πειράματος.

Πίνακας 3.8 Αριθμός φύλλων ανά φυτό της ρετσινολαδιάς στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας (2^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Αριθμός φύλλων των φυτών ρετσινολαδιάς
Fluometuron	6,3 α
Flurochloridone	7,0 α
Pendimethalin	7,6 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	8,1 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	3,433
Τιμή P	0,093
LSD _{5%}	-

Πίνακας 3.9. Αριθμός φύλλων ανά φυτό της ρετσινολαδιάς στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας (3^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Αριθμός φύλλων ανά φυτό ρετσινολαδιάς
Fluometuron	13,9 α
Flurochloridone	15,4 α
Pendimethalin	15,1 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	16,0 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	0,705
Τιμή P	0,583
LSD _{5%}	-

4^η Μέτρηση

Ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό ρετσινολαδιάς στις 2 Αυγούστου του 2021 κυμαινόταν από 18,9 έως 17,0 (Πίνακας 3.10). Όσον αφορά την επέμβαση του fluometuron παρατηρήθηκε ότι ο αριθμός των φύλλων των φυτών της καλλιέργειας ήταν 11,2% μεγαλύτερος από τον

αντίστοιχο του σκαλισμένου μάρτυρα λόγω της μικρότερης πυκνότητας των φυτών στη συγκεκριμένη επέμβαση, όμως δεν υπήρξαν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των δύο επεμβάσεων.

Πίνακας 3.10. Αριθμός φύλλων ανά φυτό της ρετσινολαδιάς στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας (4^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Αριθμός φύλλων ανά φυτό ρετσινολαδιάς
Fluometuron	18,9 α
Flurochloridone	19,4 α
Pendimethalin	15,8 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	17,0 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	1,010
Τιμή P	0,451
LSD _{5%}	-

5^η Μέτρηση

Ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό της ρετσινολαδιάς στις 1 Σεπτεμβρίου του 2021 κυμαινόταν από 12,7 έως 28,0. Στην επέμβαση του fluometuron παρατηρήθηκε ότι ο αριθμός των φύλλων των φυτών της ρετσινολαδιάς ήταν 2,2 φορές μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο αριθμό των φύλλων των φυτών του σκαλισμένου μάρτυρα (Πίνακας 3.11). Τέλος, συγκρίνοντας τις μέσες τιμές των επεμβάσεων δεν υπήρξαν διαφορές στατιστικώς σημαντικές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα, του pendimethalin και του flurochloridone, ενώ το ζιζανιοκτόνο fluometuron διέφερε στατιστικώς σημαντικά με όλες τις άλλες επεμβάσεις.

3.4 Διάμετρος βλαστού των φυτών ρετσινολαδιάς

1^η Μέτρηση

Η διάμετρος του βλαστού των φυτών της ρετσινολαδιάς στις 5 Ιουλίου του 2021 κυμαινόταν από 5,9 έως 10,6 mm. Όσον αφορά την επίδραση των ζιζανιοκτόνων

παρατηρήθηκε ότι η διάμετρος του βλαστού των φυτών στην επέμβαση του fluometuron ήταν μικρότερη κατά 44,3% σε σύγκριση με τον σκαλισμένο μάρτυρα. Επίσης, στα τεμάχια των flurochloridone και pendimethalin παρατηρήθηκε ότι η διάμετρος των βλαστών ήταν κατά 12,3% μικρότερη σε σχέση με την αντίστοιχη του σκαλισμένου μάρτυρα, όμως δεν υπήρξαν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ αυτών των επεμβάσεων (Πίνακας 3.12).

Πίνακας 3.11. Αριθμός φύλλων ανά φυτό της ρετινολαδιάς στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας (5^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Αριθμός φύλλων ανά φυτό ρετινολαδιάς
Fluometuron	28,0 β
Flurochloridone	15,9 α
Pendimethalin	13,3 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	12,7 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	17,276
Τιμή P	0,002
LSD _{5%}	5,957

Πίνακας 3.12. Διάμετρος βλαστού των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας (1^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Διάμετρος βλαστού (mm) των φυτών ρετινολαδιάς
Fluometuron	5,9 β
Flurochloridone	9,3 α
Pendimethalin	9,3 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	10,6 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	6,346
Τιμή P	0,027
LSD _{5%}	2,762

2^η Μέτρηση

Η διάμετρος του βλαστού των φυτών της ρετσινολαδιάς στις 20 Ιουλίου του 2021 κυμαινόταν από 13,9 έως 16,0 mm. Στα τεμάχια που ψεκάστηκε το fluometuron η διάμετρος του βλαστού των φυτών ήταν μικρότερη κατά 13,1% σε σύγκριση με του σκαλισμένου μάρτυρα, όμως μεταξύ των επεμβάσεων δεν σημειώθηκαν διαφορές στατιστικώς σημαντικές όπως έδειξε η ανάλυση της διασποράς (Πίνακας 3.12).

Πίνακας 3.13. Διάμετρος βλαστού των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας (2^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Διάμετρος βλαστού (mm) των φυτών ρετσινολαδιάς
Fluometuron	13,9 α
Flurochloridone	15,4 α
Pendimethalin	15,1α
Σκαλισμένος μάρτυρας	16,0 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	0,705
Τιμή P	0,583
LSD _{5%}	-

3^η Μέτρηση

Η διάμετρος του βλαστού των φυτών της ρετσινολαδιάς στις 2 Αυγούστου του 2021 κυμαινόταν από 15,3 έως 17,2 mm (Πίνακας 3.14). Η τιμή του P είναι μεγαλύτερη του 0,05 και επομένως δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Συγκρίνοντας τις τιμές των επεμβάσεων, τα αποτελέσματα μας δείχνουν ότι τα πειραματικά τεμάχια που εφαρμόστηκε το fluometuron τα φυτά είχαν διάμετρο βλαστού 11% μικρότερη σε σύγκριση με αυτή των φυτών του σκαλισμένου μάρτυρα. Επίσης, στα τεμάχια που έγινε επέμβαση με pendimethalin παρατηρήθηκε ότι η διάμετρος του βλαστού ήταν κατά 7,6% μικρότερη σε σχέση με την αντίστοιχη του σκαλισμένου μάρτυρα.

Πίνακας 3.14. Διάμετρος βλαστού των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας (3^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Διάμετρος βλαστού των φυτών ρετσινολαδιάς
Fluometuron	15,3 α
Flurochloridone	17,0 α
Pendimethalin	15,9 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	17,2 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	0,205
Τιμή P	0,890
LSD _{5%}	-

4^η Μέτρηση

Η διάμετρος του βλαστού των φυτών της ρετσινολαδιάς στις 1 Σεπτεμβρίου του 2021 κυμαινόταν από 18,1 έως 19,6 mm (Πίνακας 3.15), όμως δεν υπήρξαν μεταξύ των επεμβάσεων στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 3.15. Διάμετρος βλαστού των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας (4^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Διάμετρος βλαστού των φυτών ρετσινολαδιάς
Fluometuron	19,3 α
Flurochloridone	18,1 α
Pendimethalin	19,6 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	19,6 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	1,594
Τιμή P	0,287
LSD _{5%}	-

3.5 Σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD

1^η Μέτρηση

Η σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης των φυτών της ρετσίνολαδιάς στις 21 Ιουνίου του 2021 κυμαινόταν από 46,2 έως 50,7 (τιμές SPAD) όμως δεν υπάρχουν μεταξύ των επεμβάσεων σημαντικές στατιστικές διαφορές (Πίνακας 3.16).

Πίνακας 3.16. Σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας (1^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD
Fluometuron	47,3 α
Flurochloridone	50,7 α
Pendimethalin	47,1 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	46,2 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	2,644
Τιμή P	0,143
LSD _{5%}	-

2^η Μέτρηση

Η σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης των φυτών της ρετσίνολαδιάς στις 5 Ιουλίου του 2021 κυμαινόταν από 46,8 έως 53,9 (τιμές SPAD). Στα φυτά που ψεκάστηκε το fluometuron παρατηρήθηκε ότι η συγκέντρωση της χλωροφύλλης είναι κατά 9,6% μικρότερη από την αντίστοιχη των φυτών του σκαλισμένου μάρτυρα. Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης των φυτών που ψεκάστηκαν με το ζιζανιοκτόνο flurochloridone είναι μεγαλύτερη κατά 4% από του σκαλισμένου μάρτυρα, όμως αυτή η διαφορά δεν ήταν στατιστικώς σημαντική όπως και μεταξύ των άλλων πειραματικών επεμβάσεων (Πίνακας 3.15).

Πίνακας 3.17. Σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας (2^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Επεμβάσεις	Συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD
Fluometuron	46,8 α
Flurochloridone	53,9 α
Pendimethalin	53,5 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	51,8 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	2,644
Τιμή P	0,143
LSD _{5%}	-

3^η Μέτρηση

Η σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης των φυτών της ρετινολαδιάς στην 3^η μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 20 Ιουλίου του 2021 κυμαινόταν από 48,6 έως 51,5 (Τιμές SPAD), όμως μεταξύ των επεμβάσεων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 3.18. Σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας (3^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Επεμβάσεις	Συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD
Fluometuron	48,6 α
Flurochloridone	50,3 α
Pendimethalin	50,5 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	51,5 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	0,891
Τιμή P	0,498
LSD _{5%}	-

4^η Μέτρηση

Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης των φυτών της ρετινολαδιάς στις 2 Αυγούστου του 2021 κυμαινόταν από 52,9 έως 53,6 (τιμές SPAD). Δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Πίνακας 3,19) καθώς η τιμή P ήταν 0,980.

Πίνακας 3.19. Σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας (4^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD
Fluometuron	53,3 α
Flurochloridone	53,6 α
Pendimethalin	52,9 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	53,3 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	0,0588
Τιμή P	0,980
LSD _{5%}	-

5^η Μέτρηση

Η σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης των φυτών της ρετινολαδιάς στις 1 Σεπτεμβρίου του 2021 κυμαινόταν από 47,9 έως 51,0 (τιμές SPAD), λίγο μικρότερες σε σχέση με την προηγούμενη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 2 Αυγούστου. Τέλος η ανάλυση της διασποράς φανέρωσε ότι μεταξύ των επεμβάσεων δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές καθώς η τιμή P ήταν 0,609.

Πίνακας 3.20. Συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας (5^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Επεμβάσεις	Συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD
Fluometuron	50,6 α
Flurochloridone	47,9 α
Pendimethalin	51,0 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	49,7 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	0,655
Τιμή P	0,609
LSD _{5%}	-

3.6 Αριθμός ταξιανθιών των φυτών ρετσινολαδιάς

Μια σημαντική παράμετρος η οποία καταγράφηκε ανά τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου ήταν ο αριθμός των ταξιανθιών ανά φυτό ρετσινολαδιάς (Εικόνα 3.4).



Εικόνα 3.4. Ταξιανθίες ρετσινολαδιάς στις 5 Ιουλίου του 2021.

1^η Μέτρηση

Ο αριθμός των ταξιανθιών των φυτών της ρετινολαδιάς στις 20 Ιουλίου του 2021 κυμαινόταν από 1,0 έως 2,7 και επηρεάστηκε σημαντικά από τις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος. Επίσης, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι σε ορισμένες ταξιανθίες είχαν σχηματιστεί οι καρποί του φυτού (Εικόνα 3.5). Η αρνητική επίδραση του ζιζανιοκτόνου fluometuron στην ανάπτυξη των φυτών της ρετινολαδιάς μείωσε τον αριθμό των ταξιανθιών κατά 63% σε σύγκριση με τον σκαλισμένο μάρτυρα. Τέλος, συγκρίνοντας τις μέσες τιμές των επεμβάσεων με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς ($LSD_{5\%}$) δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα, του pendimethalin και του flurochloridone (Πίνακας 3.21).

Πίνακας 3.21. Αριθμός ταξιανθιών ανά φυτό της ρετινολαδιάς στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας (1^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Αριθμός ταξιανθιών ανά φυτό ρετινολαδιάς
Fluometuron	1,0 β
Flurochloridone	2,7 α
Pendimethalin	2,1 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	2,7 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	6,250
Τιμή P	0,028
$LSD_{5\%}$	1,088

2^η Μέτρηση

Ο αριθμός των ταξιανθιών ανά φυτό της ρετινολαδιάς στις 2 Αυγούστου του 2021 κυμαινόταν από 2,4 έως 2,7 (Πίνακας 3.22). Στα πειραματικά τεμάχια που εφαρμόστηκαν τα ζιζανιοκτόνα fluometuron και flurochloridone υπήρξε μείωση στον αριθμό των ταξιανθιών κατά 11,1% σε σχέση με του σκαλισμένου μάρτυρα, όμως δεν παρατηρήθηκαν μεταξύ των επεμβάσεων στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Σε αυτή τη χρονική περίοδο είχαν σχηματιστεί οι καρποί στις περισσότερες ταξιανθίες του φυτού (Εικόνα 3.6).



Εικόνα 3.5. Καρποι ρετσινολαδιάς στις 20 Ιουλίου του 2021.

Πίνακας 3.22. Αριθμός ταξιανθιών ανά φυτό της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας (2^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Αριθμός ταξιανθιών ανά φυτό ρετσινολαδιάς
Fluometuron	2,4
Flurochloridone	2,4
Pendimethalin	2,6
Σκαλισμένος μάρτυρας	2,7
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	0,169
Τιμή P	0,913
LSD _{5%}	-

3^η Μέτρηση

Ο αριθμός των ταξιανθιών των φυτών της ρετσινολαδιάς στις 1 Σεπτεμβρίου του 2021 κυμαινόταν από 2,8 έως 4,1, όμως δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των

επεμβάσεων (Πίνακας 3.23). Σε αυτή τη χρονική περίοδο παρατηρείται ωρίμανση των καρπών σε αρκετές ταξιανθίες (Εικόνα 3.7).



Εικόνα 3.6. Καρποί ρετσινολαδιάς στις 2 Αυγούστου του 2021.

Πίνακας 3.23. Αριθμός ταξιανθιών ανά φυτό της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας (3^η Μέτρηση). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Επεμβάσεις	Αριθμός ταξιανθιών ανά φυτό ρετσινολαδιάς
Fluometuron	4,1 α
Flurochloridone	2,9 α
Pendimethalin	3,1 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	2,8 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	3,429
Τιμή P	0,093
LSD _{5%}	-

3.7 Νωπό βάρος των φυτών της ρετσινολαδιάς

3.7.1 Νωπό βάρος βλαστών (kg/στρέμμα)

Το νωπό βάρος των βλαστών των φυτών της ρετσινολαδιάς ανά στρέμμα κυμαινόταν από 300,4 έως 570,2 kg/στρέμμα, όμως δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Πίνακας 3.24).



Εικόνα 3.7. Σταδιακή ωρίμανση των καρπών (1 Σεπτεμβρίου του 2021).

Πίνακας 3.24. Νωπό βάρος των βλαστών των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας. Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος βλαστών (kg/στρέμμα)
Fluometuron	300,4 α
Flurochloridone	545,3 α
Pendimethalin	565,4 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	570,2 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	3,429
Τιμή P	0,093
LSD _{5%}	-

3.7.2 Νωπό βάρος φύλλων (kg/στρέμμα)

Το νωπό βάρος των φύλλων των φυτών της ρετσίνολαδιάς ανά στρέμμα κυμαινόταν από 572,3 έως 976,5 kg/στρέμμα χωρίς να καταγράφονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Πίνακας 3.25).

3.7.3 Νωπό βάρος ταξιανθιών (kg/στρέμμα)

Το νωπό βάρος των ταξιανθιών των φυτών της ρετσίνολαδιάς ανά στρέμμα κυμαινόταν από 845,4 έως 1501,6 kg/στρέμμα. Όσον αφορά την επίδραση του fluometuron παρατηρήθηκε

ότι το νωπό βάρος των ταξιανθιών ήταν 41,8% μικρότερο σε σχέση με το αντίστοιχο βάρος των ταξιανθιών του σκαλισμένου μάρτυρα. Τέλος, συγκρίνοντας τις μέσες τιμές των επεμβάσεων με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD_{5%}) δεν υπήρξαν διαφορές στατιστικώς σημαντικές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και του pendimethalin (Πίνακας 3.26).

Πίνακας 3.25. Νωπό βάρος των φύλλων των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας. Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος φύλλων (kg/στρέμμα)
Fluometuron	572,3 α
Flurochloridone	919,5 α
Pendimethalin	976,5 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	900,2 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	2,573
Τιμή P	0,150
LSD _{5%}	-

Πίνακας 3.26. Νωπό βάρος των ταξιανθιών των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας. Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος ταξιανθιών (kg/στρέμμα)
Fluometuron	845,4 γ
Flurochloridone	1219,0 β
Pendimethalin	1501,6 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	1453,0 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	41,733
Τιμή P	<0,001
LSD _{5%}	160,423

3.7.4 Συνολικό νωπό βάρος των φυτών ρετσινολαδιάς (kg/στρέμμα)

Το συνολικό νωπό βάρος των φυτών ρετσινολαδιάς ανά στρέμμα κυμαινόταν από 1718,1 έως 3043,5 kg/στρέμμα. Στην επέμβαση του fluometuron τα φυτά της ρετσινολαδιάς είχαν συνολικό νωπό βάρος 41,2% μικρότερο σε σύγκριση με του σκαλισμένου μάρτυρα. Επίσης, η επέμβαση του pendimethalin αύξησε το συνολικό νωπό βάρος των φυτών της ρετσινολαδιάς κατά 4.1% σε σχέση με τον σκαλισμένο μάρτυρα. Τέλος, συγκρίνοντας τις μέσες τιμές των επεμβάσεων με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD_{5%}) δεν υπήρξαν διαφορές στατιστικά σημαντικές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα, του pendimethalin και του flurochloridone.

Πίνακας 3.27 Συνολικό νωπό βάρος των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας. Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Συνολικό νωπό βάρος των φυτών ρετσινολαδιάς (kg/στρέμμα)
Fluometuron	1718,1 β
Flurochloridone	2683,9 α
Pendimethalin	3043,5 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	2923,4 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	10,795
Τιμή P	0,008
LSD _{5%}	633,653

3.8 Ξηρό βάρος των φυτών της ρετσινολαδιάς

3.8.1 Ξηρό βάρος βλαστών (kg/στρέμμα)

Το ξηρό βάρος των βλαστών των φυτών της ρετσινολαδιάς ανά στρέμμα κυμαινόταν από 54,6 έως 111,5 kg/στρέμμα, όμως δεν παρουσιάστηκαν μεταξύ των επεμβάσεων στατιστικώς σημαντικές διαφορές όπως έδειξε η στατιστική ανάλυση των πειραματικών δεδομένων (Πίνακας 3.24).

Πίνακας 3.28 Ξηρό βάρος των βλαστών των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας. Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος βλαστών (kg/στρέμμα)
Fluometuron	54,6 α
Flurochloridone	105,9 α
Pendimethalin	110,6 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	111,5 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	3,599
Τιμή P	0,085
LSD _{5%}	-

3.8.2 Ξηρό βάρος φύλλων (kg/στρέμμα)

Το ξηρό βάρος των φύλλων των φυτών της ρετσίνολαδιάς ανά στρέμμα κυμαινόταν από 31,4 έως 56,8 kg/στρέμμα όμως δεν υπήρξαν σημαντικές στατιστικά διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Πίνακας 3.29).

Πίνακας 3.29. Ξηρό βάρος των φύλλων των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας. Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος φύλλων (kg/στρέμμα)
Fluometuron	31,4 α
Flurochloridone	44,5 α
Pendimethalin	56,8 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	56,5 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	3,948
Τιμή P	0,072
LSD _{5%}	-

3.8.3 Ξηρό βάρος ταξιανθιών (kg/στρέμμα)

Το ξηρό βάρος των ταξιανθιών των φυτών της ρετσινολαδιάς ανά στρέμμα κυμαινόταν από 360,4 έως 629,7 kg/στρέμμα (Πίνακας 3.30). Στα τεμάχια που ψεκάστηκαν με το ζιζανιοκτόνο fluometuron παρατηρήθηκε ότι το ξηρό βάρος των ταξιανθιών είχαν κατά 39,1% μικρότερο ξηρό βάρος ταξιανθιών από το αντίστοιχο του σκαλισμένου μάρτυρα. Το ξηρό βάρος των ταξιανθιών στα τεμάχια που εφαρμόστηκε το flurochloridone ήταν κατά 20% μικρότερο σε σχέση με του σκαλισμένου μάρτυρα. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι το ξηρό βάρος των ταξιανθιών στα τεμάχια που έγινε εφαρμογή του pendimethalin ήταν κατά 6,7% μεγαλύτερο σε σχέση με τον σκαλισμένο μάρτυρα. Τέλος, συγκρίνοντας τις μέσες τιμές των επεμβάσεων δεν υπήρξαν διαφορές στατιστικώς σημαντικές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και του pendimethalin.

Πίνακας 3.30. Ξηρό βάρος των ταξιανθιών των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας. Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος ταξιανθιών (kg/στρέμμα)
Fluometuron	360,4 γ
Flurochloridone	473,6 β
Pendimethalin	629,7 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	592,0 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	17,004
Τιμή P	0,002
LSD _{5%}	102,452

3.8.4 Συνολικό ξηρό βάρος των φυτών ρετσινολαδιάς (kg/στρέμμα)

Το συνολικό ξηρό βάρος των φυτών ρετσινολαδιάς ανά στρέμμα κυμαινόταν από 446,4 έως 797,1 kg/στρέμμα (Πίνακας 3.31). Στα τεμάχια που εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο fluometuron παρατηρήθηκε ότι το συνολικό ξηρό βάρος ήταν κατά 41,3% μικρότερο σε σχέση με τον σκαλισμένο μάρτυρα. Στα τεμάχια flurochloridone το συνολικό ξηρό βάρος των φυτών ήταν κατά 17,9% μικρότερο σε σύγκριση με τον σκαλισμένο μάρτυρα. Ωστόσο, στα τεμάχια

που έγινε ψεκασμός του pendimethalin παρατηρήθηκε ότι το συνολικό ξηρό βάρος των φυτών ήταν 5% μεγαλύτερο από του σκαλισμένου μάρτυρα. Τέλος, συγκρίνοντας τις μέσες τιμές των επεμβάσεων με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς ($LSD_{5\%}$) δεν υπήρξαν διαφορές στατιστικά σημαντικές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα, του pendimethalin και του flurochloridone.

Πίνακας 3.31 Συνολικό ξηρό βάρος των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας. Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Συνολικό ξηρό βάρος των φυτών ρετσινολαδιάς (kg/στρέμμα)
Fluometuron	446,4 β
Flurochloridone	623,9 α
Pendimethalin	797,1 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	760,0 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	14,020
Τιμή P	0,004
$LSD_{5\%}$	146,803

3.9 Απόδοση σε σπόρο

Η απόδοση σε σπόρο των φυτών ρετσινολαδιάς κυμαινόταν από 157,2 έως 320,6 kg/στρέμμα (Πίνακας 3.32). Τα φυτά των τεμαχίων του fluometuron είχαν απόδοση 51% μικρότερη από την αντίστοιχη του σκαλισμένου μάρτυρα. Η απόδοση σε σπόρο στο flurochloridone ήταν κατά 4,6% μικρότερη από αυτή του σκαλισμένου μάρτυρα. Τέλος, συγκρίνοντας τις μέσες τιμές των επεμβάσεων με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς ($LSD_{5\%}$) δεν υπήρξαν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα, του pendimethalin και του flurochloridone.

Πίνακας 3.32. Απόδοση σε σπόρο των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας. Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Απόδοση σε σπόρο
Fluometuron	157,2 β
Flurochloridone	305,8 α
Pendimethalin	301,1 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	320,6 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	6,205
Τιμή P	0,029
LSD _{5%}	106,173

3.10 Βάρος 1000 σπόρων

Το βάρος των 1000 σπόρων των φυτών ρετσινολαδιάς κυμαινόταν από 317,3 έως 334,4 g. Όμως δεν παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Πίνακας 3.33).

Πίνακας 3.33. Βάρος 1000 σπόρων των φυτών της καλλιέργειας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας. Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Βάρος 1000 σπόρων
Fluometuron	317,3 α
Flurochloridone	334,4 α
Pendimethalin	330,1 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	329,3 α
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	1,114
Τιμή P	0,414
LSD _{5%}	-

3.11 Συνολικός αριθμός ζιζανίων (αριθμός/m²)

Στον σκαλισμένο μάρτυρα δεν υπήρξε ανάπτυξη και αύξηση ζιζανίων, ενώ στα τεμάχια με επέμβαση flurochloridone παρατηρήθηκε ο μεγαλύτερος αριθμός ζιζανίων ανά m². Επίσης, δεν υπήρξαν διαφορές στατιστικώς σημαντικές μεταξύ του fluometuron, του pendimethalin και του flurochloridone (Πίνακας 3.34).

Πίνακας 3.34. Συνολικός αριθμός ζιζανίων στη καλλιέργεια στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας. Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Συνολικός αριθμός ζιζανίων (αριθμός/m ²)
Fluometuron	36,4 α
Flurochloridone	56,3 α
Pendimethalin	37,8 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	0,0 β
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	4,841
Τιμή P	0,048
LSD _{5%}	14,489

3.12 Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα)

Το μεγαλύτερο συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων παρατηρήθηκε στα τεμάχια που εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο pendimethalin και το μικρότερο στα τεμάχια που εφαρμόστηκε το fluometuron (Πίνακας 3.35). Συγκρίθηκαν οι μέσες τιμές των επεμβάσεων με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD_{5%}) και δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στατιστικά σημαντικές μεταξύ του fluometuron και του pendimethalin.

3.13 Ποσοστό αποτελεσματικότητας κατά του στύφνου και της γλιστρίδας (%)

Μεταξύ των ζιζανιοκτόνων το μεγαλύτερο ποσοστό αποτελεσματικότητας (100%) κατά του στύφνου παρατηρήθηκε στο fluometuron, ενώ το μικρότερο ποσοστό στο flurochloridone (73,9%). Η σύγκριση των μέσων τιμών των επεμβάσεων έδειξε ότι δεν παρατηρήθηκαν

διαφορές στατιστικά σημαντικές μεταξύ του fluometuron και του σκαλισμένου μάρτυρα. Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα των τριών ζιζανιοκτόνων κατά της γλιστρίδας δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ, ενώ και τα τρία ζιζανιοκτόνα καταπολέμησαν αποτελεσματικά το συγκεκριμένο ζιζάνιο.

Πίνακας 3.35. Συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων στη καλλιέργεια στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας. Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα)
Fluometuron	15,0 αβ
Flurochloridone	17,2 α
Pendimethalin	21,0 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	0,0 β
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	24,598
Τιμή P	<0,001
LSD _{5%}	16,447

Πίνακας 3.36. Ποσοστό αποτελεσματικότητας κατά του στύφνου και της γλιστρίδας στις επεμβάσεις fluometuron, flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένος μάρτυρας. Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Επεμβάσεις	Ποσοστό αποτελεσματικότητας (%)	
	Στύφνος	Γλιστρίδα
Fluometuron	100,0 α	100,0 α
Flurochloridone	73,9 γ	96,0 α
Pendimethalin	90,3 β	94,7 α
Σκαλισμένος μάρτυρας	100,0 α	100,0 α
Ανάλυση της διασποράς		
Τιμή F	21,385	1,000
Τιμή P	0,001	0,455
LSD _{5%}	9,215	-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: Συζήτηση

4.1 Εκλεκτικότητα προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων στην καλλιέργεια της ρετινολαδιάς

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης έδειξαν ότι στα τεμάχια που εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο fluometuron το φύτρωμα της καλλιέργειας μειώθηκε, προκλήθηκε ξήρανση των κοτυληδόνων και στη συνέχεια ολική ξήρανση των φυτών με συνέπεια τη μείωση της πυκνότητας της καλλιέργειας. Επίσης, το fluorchloridone προκάλεσε μικρής έντασης τοξικότητα στα φυτά ρετινολαδιάς προκαλώντας χλωρωτικές κηλίδες στις κοτυληδόνες καθώς και μικρή μείωση της πυκνότητας της καλλιέργειας. Αντιθέτως, το pendimethalin δεν προκάλεσε τοξικότητα στα φυτά ρετινολαδιάς, ενώ δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στη πυκνότητα της καλλιέργειας μεταξύ του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου και του σκαλισμένου μάρτυρα (Εικόνα 4.1). Στην μελέτη των Maciel et al. (2012) διαπιστώθηκε ότι το ζιζανιοκτόνο pendimethalin έδειξε εκλεκτικότητα σε διάφορες ποικιλίες ρετινολαδιά με το ποσοστό φυτοτοξικότητας να είναι μικρότερο του 8%. Αντίθετα, ο Sofiatti et al. (2012) δεν παρατηρήσαν φυτοτοξικότητα στα φυτά της ρετινολαδιάς στην επέμβαση του pendimethalin το οποίο είχε εφαρμοστεί προφυτρωτικά.



Εικόνα 4.1. Πυκνότητα καλλιέργειας ρετινολαδιάς στις 16 Ιουνίου του 2021 σε τεμάχιο pendimethalin (αριστερά) και σκαλισμένο μάρτυρα (δεξιά).

Για τις παραμέτρους ύψος και διάμετρο του βλαστού των φυτών της ρετινολαδιάς, στο ζιζανιοκτόνο fluometuron καταγράφηκαν οι μικρότερες τιμές στα αρχικά στάδια της ανάπτυξης των φυτών, όμως στη τελική μέτρηση δεν σημειώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Επίσης, στα τεμάχια του fluometuron αρχικά παρατηρήθηκε αρκετά μικρότερος

αριθμός φύλλων της ρετσινολαδιάς σε σύγκριση με τον καλισμένο μάρτυρα, ενώ στη τελική μέτρηση καταγράφηκε μεγαλύτερος αριθμός λόγω της μικρότερης πυκνότητας της καλλιέργειας στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το fluometuron. Ως προς τη σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης και το βάρος 1000 σπόρων δεν παρουσιάστηκαν καθόλου στατιστικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Τέλος, παρόλο που το ζιζανιοκτόνο fluometuron στην αρχή μείωσε τον αριθμό των ταξιανθιών κατά 63% σε σχέση με τον αντίστοιχο του σκαλισμένου μάρτυρα, στην τελευταία μέτρηση παρουσίασε τον μεγαλύτερο αριθμό ταξιανθιών, χωρίς όμως να διαφέρει σημαντικά στατιστικά με τις υπόλοιπες επεμβάσεις.

Οι μικρότερες τιμές του συνολικού νωπού και ξηρού βάρους μετρήθηκαν στο fluometuron, με αυτές να διαφέρουν στατιστικά από τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Οι μεγαλύτερες αντίστοιχες τιμές καταγράφηκαν από το ζιζανιοκτόνο pendimethalin (Εικόνα 4.2) το οποίο δεν διέφερε σημαντικά στατιστικά με τον σκαλισμένο μάρτυρα και το flurochloridone. Σχετικά με την απόδοση σε σπόρο τη μικρότερη τιμή (157,2 kg/στρέμμα) σημείωσε το fluometuron η οποία ήταν μειωμένη κατά 51% σε σχέση με τον σκαλισμένο μάρτυρα. Όσον αφορά το βάρος των 1000 σπόρων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Επίσης, ο Sofiatti et al. (2012) σε πείραμα που πραγματοποίησαν στη Βραζιλία δεν παρατήρησαν διαφορές μεταξύ του ζιζανιοκτόνου pendimethalin, του ασκάλιστου μάρτυρα και του σκαλισμένου μάρτυρα για το βάρος των 1000 σπόρων (302-318 g), ενώ καταγράφηκε μικρότερη απόδοση στο ζιζανιοκτόνο pendimethalin σε σύγκριση με τον σκαλισμένο μάρτυρα.



Εικόνα 4.2. Καλλιέργεια ρετσινολαδιάς σε τεμάχιο όπου εφαρμόστηκε το pendimethalin στις 20 Ιουλίου του 2021.

4.2 Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων κατά του στύφνου και της γλιστρίδας

Τα ζιζανιοκτόνα που αξιολογήθηκαν στην παρούσα πτυχιακή εργασία ήταν το fluometuron, το flurochloridone και το pendimethalin τα οποία παρουσίασαν σημαντικές στατιστικές διαφορές με τον σκαλισμένο μάρτυρα ως προς την πυκνότητα των ζιζανίων καθώς στον σκαλισμένο μάρτυρα η ανάπτυξη και αύξηση των ζιζανίων ήταν μηδενική. Τον μεγαλύτερο συνολικό αριθμό ζιζανίων είχε το τεμάχιο με επέμβαση του flurochloridone και την μικρότερη του fluometuron και ακολουθεί με μικρή απόκλιση του pendimethalin. Ως προς το ξηρό βάρος των ζιζανίων δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στατιστικώς σημαντικές μεταξύ των ζιζανιοκτόνων.

Τα δύο ζιζάνια στα οποία αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα των τριών ζιζανιοκτόνων είναι ο στύφνος και η γλιστρίδα. Η καταπολέμηση του ζιζανίου στύφνου επιτεύχθηκε με ποσοστό αποτελεσματικότητας 100% από το ζιζανιοκτόνο fluometuron, το οποίο δεν έδειξε στατιστικές διαφορές με το σκαλισμένο μάρτυρα. Το μικρότερο ποσοστό αποτελεσματικότητας κατά του στύφνου σημειώθηκε στο flurochloridone (73,9%), ενώ το ποσοστό αποτελεσματικότητας που σημειώθηκε στα τεμάχια του pendimethalin ήταν 90,3%. Όσον αφορά την καταπολέμηση του ζιζανίου γλιστρίδα, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των ζιζανιοκτόνων, με το μεγαλύτερο ποσοστό αποτελεσματικότητας (100%) να καταγράφεται ξανά στο fluometuron. Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τους Karkanis et al. (2012) σε καλλιέργεια πράσου αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων oxyfluorfen και pendimethalin σε διάφορα είδη ζιζανίων μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται ο στύφνος και η γλιστρίδα. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης έδειξαν ότι το pendimethalin σημείωσε μικρότερη αποτελεσματικότητα έναντι των παραπάνω δύο ζιζανίων. Επίσης, σε ακόμη μία έρευνα των Karkanis et al. (2018) που πραγματοποιήθηκε σε καλλιέργεια κίας (chia) μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα διαφόρων ζιζανιοκτόνων και παρατηρήθηκε ότι το pendimethalin καταπολέμησε αποτελεσματικά (85%) το ζιζάνιο στύφνος. Επίσης, τα αποτελέσματα της μελέτης των Cong et al. (2014) έδειξαν ότι το ζιζανιοκτόνο flurochloridone καταπολέμησε αποτελεσματικά την γλιστρίδα (94-95%) και τον στύφνο (88-98%).

4.3 Συμπεράσματα

Τα παραπάνω αποτελέσματα του συγκεκριμένου πειράματος, οδήγησαν στην διεξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων, τόσο για την εκλεκτικότητα όσο και για την αποτελεσματικότητα

των ζιζανιοκτόνων που εφαρμόστηκαν για την καταπολέμηση των ζιζανίων στην καλλιέργεια της ρετινολαδιάς. Τα κύρια συμπεράσματα της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι τα εξής:

- Το ζιζανιοκτόνο fluometuron προκαλέσε φυτοτοξικότητα στα φυτά της ρετινολαδιάς και μείωσε την πυκνότητα της καλλιέργειας.
- Το ζιζανιοκτόνο flurochloridone προκάλεσε μικρής έντασης φυτοτοξικότητα με μικρές χλωρωτικές κηλίδες να εμφανίζονται στις κοτυληδόνες της ρετινολαδιάς, ενώ το pendimethalin δεν προκάλεσε φυτοτοξικότητα.
- Το fluometuron επίδρασε αρνητικά στις περισσότερες παραμέτρους που μελετήθηκαν στο παρόν πείραμα με τις μικρότερες τιμές του συνολικού νωπού και ξηρού βάρους των φυτών ρετινολαδιάς να καταγράφονται στο συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο.
- Τη μικρότερη απόδοση σε σπόρο σημείωσε το fluometuron, ενώ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων flurochloridone, pendimethalin και σκαλισμένου μάρτυρα.
- Δεν καταγράφηκαν διαφορές μεταξύ των τριών ζιζανιοκτόνων για το συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων.

Εν κατακλείδι, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι το ζιζανιοκτόνο pendimethalin παρουσίασε εκλεκτικότητα στην καλλιέργεια της ρετινολαδιάς, όμως θα πρέπει να διεξαχθούν επιπρόσθετα πειράματα σε εδάφη με διαφορετική μηχανική σύσταση καθώς και σε διαφορετικές δόσεις.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Anjani K., 2012. Castor genetic resources: A primary gene pool for exploitation. *Industrial Crops and Products*, 35: 1-14.
- Bajwa A.A., Zulfiqar U., Sadia S., Bhowmik P. and Chauhan B.S. 2019. A global perspective on the biology, impact and management of *Chenopodium album* and *Chenopodium murale*: two troublesome agricultural and environmental weeds. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(6): 5357–5371.
- Boydston R.A. 1990. Time of emergence and seed production of longspine sandbur (*Cenchrus longispinus*) and puncturevine (*Tribulus terrestris*). *Weed Science*, 38: 16–21.
- 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.
- Cong, C., Wang, Z., Li, R., Li, L., Bu, D. and Wang, J. 2014. Evaluation of weed efficacy and crop safety of fluorochloridone in China. *Weed Technology*, 28: 721-728.
- Cruz B.J.E., Alves D.C.L., Sá R.O.D., Viana R.D.S. and Ferrari S. 2021. Yield potential of hybrid castor bean plants in different plant densities in the off season in a stressful environment. *Revista de Ciencias Agroveterinarias*, 20(1): 53-59.
- FAO 2023. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (τα δεδομένα ανακτήθηκαν στις 20-03-2023).
- Habibi G. 2020. Comparison of CAM expression, photochemistry and antioxidant responses in *Sedum album* and *Portulaca oleracea* under combined stress. *Physiologia Plantarum*, 170(4): 550–568.
- Jamil M., Hussain S.S., Qureshi M.A., Mehdi S.M. and Nawaz M.Q. 2017. Impact of sowing techniques and nitrogen fertilization on castor bean yield in salt affected soils. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 27(2): 451-456.
- Jasheway K., Pruet J., Anslyn E.V. and Robertus J.D. 2011. Structure-Based Design of Ricin Inhibitors. *Toxins*, 3: 1233-1248.

- Jena J. and Gupta A.K. 2012. *Ricinus communis* Linn: A phytopharmacological review. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 25-29.
- Karkanis A., Bilalis D., Efthimiadou A. and Katsenios N., 2012. Comparison between conventional and organic weed management: growth and yield of leek (*Allium porrum* L.). Horticultural Science, 39: 81–88
- Karkanis A.C., Kontopoulou C-K., Lykas C., Kakabouki I., Petropoulos S.A. and Bilalis D., 2018. Efficacy and selectivity of pre- and post-emergence herbicides in chia (*Salvia hispanica* L.) under Mediterranean Semi-arid Conditions. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 46: 183-189.
- Kaur R. and Soodan A.S. 2017. Reproductive biology of *Sorghum halepense* (L.) Pers. (Poaceae; Panicoideae; Andropogoneae) in relation to invisibility. Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 229: 32–49.
- Kaur, H., Kaur, N., Bhullar, M.S. 2021. Germination ecology and management of *Portulaca oleracea* L.-a weed of summer vegetable crops in Punjab. Agricultural Research Journal, 58(1): 51–59.
- Maciel C.D.G., Poletine J.P., Velini, E.D., Amaral J.G.C., Zani L.P., Santos R.F., Rodrigues M., Raimondi, M.A., Ribeiro, R.B. 2008. Possibility of applying total action herbicide tank mixture using direct sprayer on dwarf internode castor bean. Planta Daninha, 26(2): 457–464.
- Maciel, C.D.G., Poletine, J.P., Velini, E.D., Zanotto M.D., Florentino R.S., Zani, L.P., Cruz, M.C. 2012. Castor bean cultivars development in relation to depth of sow and dinitroaniline herbicides selectivity. Semina:Ciencias Agrarias, 33(1): 27–38.
- Magdy G., ElNaggar M.H., Belal F. and Elmansi H. 2023. A novel quality-by-design optimized spectrofluorimetric method for the sensitive determination of ricinine alkaloid in edible oils. Food Chemistry, 404: 134588.
- Memon J., Patel R., Parmar D.J., Kumar S., Patel N.A., Patel B.N., Patel D.A. and Katba P. 2023. Deployment of AMMI, GGE-biplot and MTSI to select elite genotypes of castor (*Ricinus communis* L.). Heliyon,9: e13515.
- Milanova S. and Grigorov P. 1996. Movement and persistence of imazaquin, oxyfluorfen, flurochloridone and terbacil in soil. Weed Research, 36(1): 31–36.

- Özcanlı M., Serin H., Sarıbiyik O.Y., Aydın K. and Serin, S. 2012. Performance and emission studies of castor bean (*Ricinus communis*) oil biodiesel and its blends with diesel fuel. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects*, 34(19): 1808-1814.
- Román-Figueroa C., Cea M., Paneque M. and González M.E. 2020. Oil content and fatty acid composition in castor bean naturalized accessions under mediterranean conditions in Chile. *Agronomy*, 10(8): 1145.
- Scarpa A. and Guerri A. 1982. Various uses of the castor oil plant (*Ricinus communis* L.). A Review. *Journal of Ethnopharmacology*, 5: 117-137.
- Scott J.K. and Morrison S.M. 1996. Variation in populations of *Tribulus terrestris* (Zygophyllaceae). 1. Burr morphology. *Australian Journal of Botany*, 44(2): 175–190.
- Semerdjieva I., Yankova-Tsvetkova E., Baldjiev G. and Yurukova-Grancharova P. 2011. Pollen and seed morphology of *Tribulus terrestris* L. (Zygophyllaceae). *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 25(2): 2379–2382.
- Singh R., Dhaduk B. and Dhalani, J. 2023. A rapid quantification method for simultaneous determination of pendimethalin and metribuzin contents in suspoemulsion formulation. *Results in Chemistry*, 5: 100779.
- 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.
- Sosnoskie, L.M., Hanson B.D. and Steckel L.E. 2020. Field bindweed (*Convolvulus arvensis*): All tied up. *Weed Technology*, 34(6): 916–921.
- Taab A. and Andersson L. 2009. Seed dormancy dynamics and germination characteristics of *Solanum nigrum*. *Weed Research*, 49(5): 490–498.
- Vighi M., Matthies M. and Solomon K.R. 2017. Critical assessment of pendimethalin in terms of persistence, bioaccumulation, toxicity, and potential for long-range transport. *Journal of Toxicology and Environmental Health - Part B: Critical Reviews*, 20(1): 1–21.
- Weaver M.A., Zablotowicz R.M. and Locke M.A. 2004. Laboratory assessment of atrazine and fluometuron degradation in soils from a constructed wetland. *Chemosphere*, 57(8): 853–862.

Zhou J., Wu Z., Yu D. and Yang L. 2020. Toxicity of the herbicide flurochloridone to the aquatic plants *Ceratophyllum demersum* and *Lemna minor*. Environmental Science and Pollution Research, 27(4): 3923–3932.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Ελευθεροχωρινός Η.Γ. 2014. Ζιζανιολογία: Ζιζάνια, Ζιζανιοκτόνα, Περιβάλλον, Αρχές και Μέθοδοι Διαχείρισης (4^η Έκδοση). Εκδόσεις ΑγροΤύπος. σελ. 1-439.

Ζιώγας Β. και Μάρκογλου Α. 2017. Γεωργική Φαρμακολογία. Εκδόσεις Greenbooks. σελ. 1-870.

Παπακώστα-Τασοπούλου Δ. 2013. Βιομηχανικά Φυτά. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία. σελ. 1-562.

Τραυλός Η.Σ. και Κανάτας Π.Ι. 2022. Ζιζανιολογία και Γεωργία. Εκδόσεις Πεδίο. σελ. 1-436.