



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ**  
**ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΖΙΖΑΝΙΟΛΟΓΙΑΣ**

**Θέμα Πτυχιακής Εργασίας:**

«Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της εκλεκτικότητας των μεταφυτρωτικών  
ζιζανιοκτόνων tembotrione, mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron, και  
nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba σε καλλιέργεια αραβοσίτου»

**Σαπαλίδου Μαρία**



Επιβλέπων Καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης (Αναπληρωτής Καθηγητής)

**Βόλος, 2023**

### **Θέμα Πτυχιακής Εργασίας:**

«Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της εκλεκτικότητας των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων tembotrione, mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron, και nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba σε καλλιέργεια αραβοσίτου»

**Αγγλικός τίτλος:** Efficacy and selectivity of post-emergence herbicides tembotrione, mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron, and nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba in maize crop

**Σαπαλίδου Μαρία**

### **Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:**

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

**Βόλος, 2023**

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Ανέστη Καρκάνη, για την ανάθεση της παρούσας πτυχιακής εργασίας με θέμα «Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της εκλεκτικότητας των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων tembotrione, mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron, και nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba σε καλλιέργεια αραβοσίτου» αλλά και για την πλήρη καθοδήγηση και συνεχή βοήθεια που μου παρείχε κατά τη διάρκεια τόσο του πειραματικού μέρους όσο και της συγγραφής της εργασίας.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Νικόλαο Δαναλάτο και τον Καθηγητή κ. Νικόλαο Τσιρόπουλο για τον χρόνο που αφιέρωσαν για τη διόρθωση της πτυχιακής εργασίας μου.

## Περιεχόμενα

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Περίληψη .....                                               | 6  |
| Abstract.....                                                | 7  |
| 1. Εισαγωγή .....                                            | 8  |
| 1.1. Αραβόσιτος-Γενικά στοιχεία.....                         | 8  |
| 1.2. Μορφολογικά γνωρίσματα και χρήσεις του αραβοσίτου ..... | 9  |
| 1.3. Αραβόσιτος-Ζιζάνια .....                                | 10 |
| 1.3.1. Είδη ζιζανίων .....                                   | 10 |
| 1.3.2. Μέθοδοι αντιμετώπισης ζιζανίων .....                  | 17 |
| 1.3.2.1. Αμειψισπορά .....                                   | 18 |
| 1.3.2.2. Συγκαλλιέργεια.....                                 | 18 |
| 1.3.2.3. Ανταγωνιστικές ποικιλίες αραβοσίτου .....           | 18 |
| 1.3.2.4. Αλληλοπαθητικές ποικιλίες .....                     | 19 |
| 1.3.2.5. Μείωση της τράπεζας σπόρων του εδάφους.....         | 19 |
| 1.3.2.6. Λίπανση .....                                       | 19 |
| 1.3.2.7. Άρδευση .....                                       | 20 |
| 1.3.2.8. Βοτάνισμα .....                                     | 20 |
| 1.3.2.9. Σκάλισμα.....                                       | 20 |
| 1.3.2.10. Μηχανική καταπολέμηση .....                        | 20 |
| 1.3.3. Χημική καταπολέμηση ζιζανίων.....                     | 21 |
| 1.3.3.1. Dicamba .....                                       | 21 |
| 1.3.3.2. Mesotrione.....                                     | 22 |
| 1.3.3.3. Nicosulfuron.....                                   | 23 |
| 1.3.3.4. Rimsulfuron.....                                    | 24 |
| 1.3.3.5. Tembotrione .....                                   | 25 |
| 2. Υλικά και Μέθοδοι.....                                    | 27 |
| 2.1. Πειραματικός αγρός.....                                 | 27 |
| 2.2. Πειραματικό Σχέδιο.....                                 | 27 |
| 2.3. Μετρήσεις .....                                         | 30 |
| 2.4. Μετεωρολογικά δεδομένα .....                            | 32 |
| 2.5. Στατιστική Επεξεργασία .....                            | 33 |
| 3. Αποτελέσματα.....                                         | 34 |
| 3.1 Παράμετροι αραβοσίτου.....                               | 34 |
| 3.1.1 Αριθμός φύλλων.....                                    | 34 |
| 3.1.2 Ύψος βλαστού.....                                      | 35 |

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.3 Συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD) .....                                            | 39 |
| 3.1.4 Διάμετρος βλαστού.....                                                                | 42 |
| 3.1.5 Νωπό βάρος των φυτών .....                                                            | 44 |
| 3.1.6 Ξηρά βάρη των φυτών .....                                                             | 46 |
| 3.1.7 Βάρος των 1000 σπόρων.....                                                            | 48 |
| 3.1.8. Βάρος σπάδικα .....                                                                  | 49 |
| 3.1.9 Μήκος σπάδικα .....                                                                   | 50 |
| 3.1.10 Απόδοση σε σπόρο .....                                                               | 50 |
| 3.1.11 Περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στους σπόρους.....                                      | 52 |
| 3.1.12 Περιεκτικότητα των λιπών στους σπόρους.....                                          | 52 |
| 3.1.13 Περιεκτικότητα αμύλου στους σπόρους.....                                             | 52 |
| 3.2 Παράμετροι ζιζανίων.....                                                                | 54 |
| 3.2.1 Συνολικός αριθμός ζιζανίων .....                                                      | 54 |
| 3.2.2 Ξηρό βάρος ζιζανίων .....                                                             | 54 |
| 3.2.3 Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων έναντι των ζιζανίων άσπρο βλήτο και<br>τριβόλι ..... | 57 |
| 4. Συζήτηση και Συμπεράσματα.....                                                           | 58 |
| 4.1. Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων.....                                                  | 58 |
| 4.2. Ανάπτυξη και απόδοση του αραβοσίτου .....                                              | 60 |
| 4.3. Συμπεράσματα.....                                                                      | 63 |
| Βιβλιογραφία .....                                                                          | 64 |

## Περίληψη

Η χημική καταπολέμηση αποτελεί την πιο αποτελεσματική μέθοδο διαχείρισης των ζιζανίων στην καλλιέργεια του αραβοσίτου (*Zea mays* L.). Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποσκοπεί στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της εκλεκτικότητας των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων tembotrione, mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron και nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba σε καλλιέργεια αραβοσίτου. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίνου Μαγνησίας κατά την εαρινή καλλιεργητική περίοδο του 2022. Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 3 Μαΐου και το πείραμα υλοποιήθηκε με βάση το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 6 επεμβάσεις. Ειδικότερα, οι επεμβάσεις αποτελούνταν από τον ασκάλιστο μάρτυρα, τον σκαλισμένο μάρτυρα, tembotrione (1ο ζιζανιοκτόνο), nicosulfuron (2ο ζιζανιοκτόνο), mesotrione+nicosulfuron (3ο ζιζανιοκτόνο) και nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba (4ο ζιζανιοκτόνο). Η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων έγινε στις 24 Μαΐου. Κατά τη τελική μέτρηση, οι μικρότερες τιμές της σχετικής συγκέντρωσης της χλωροφύλλης (52,4 τιμή SPAD), του ύψους της καλλιέργειας (232,2 cm) και της διαμέτρου των βλαστών (1,87 cm) καταγράφηκαν στον ασκάλιστο μάρτυρα, ενώ δεν σημειώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των άλλων επεμβάσεων. Επίσης, το μικρότερο ξηρό βάρος της καλλιέργειας μετρήθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα (792,5 kg/στρέμμα) και στο ζιζανιοκτόνο nicosulfuron (1117,7 kg/στρέμμα). Παρόμοια αποτελέσματα καταγράφηκαν για την απόδοση σε σπόρο με την μικρότερη απόδοση (821,7 kg/στρέμμα) να καταγράφεται στον ασκάλιστο μάρτυρα. Αντίθετα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά (περιεκτικότητα πρωτεΐνης, λιπών και αμύλου) δεν επηρεάστηκαν από τις επεμβάσεις του πειράματος. Τέλος, η μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων έναντι των ζιζανίων τριβόλι και άσπρο βλήτο καταγράφηκε στα ζιζανιοκτόνα nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba και tembotrione. Συμπερασματικά, ο αποτελεσματικός έλεγχος των ζιζανίων από τα ζιζανιοκτόνα nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba και tembotrione συνέβαλε στη βελτίωση της ανάπτυξης των φυτών καθώς και στην αύξηση της απόδοσης της καλλιέργειας.

## Abstract

Chemical control is the most effective weed management method in maize (*Zea mays* L.) crop. Thus, this thesis aims to evaluate the efficacy and selectivity of the post-emergence herbicides tembotrione, mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron, and nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba in maize crop. The experiment was carried out on the farm of the University of Thessaly in the Velestino area of Magnesia during the spring growing season of 2022. Sowing took place on 3 May and the experiment was set up according to the randomized complete group design with 6 treatments (untreated control, weed-free control, tembotrione (1<sup>st</sup> herbicide), nicosulfuron (2<sup>nd</sup> herbicide), mesotrione+nicosulfuron (3<sup>rd</sup> herbicide) and nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba (4<sup>th</sup> herbicide)). The herbicides were applied on 24 May. At the final measurement, the lowest values of relative chlorophyll content (52.4 SPAD value), crop height (232.2 cm) and shoot diameter (1.87 cm) were recorded in the untreated control, while there were no statistically significant differences between the other treatments. Also, the lowest dry weight of the crop was measured in the untreated control (792.5 kg/ha) and nicosulfuron (1117.7 kg/ha) treatments. Similar results were recorded for seed yield with the lowest yield (821.7 kg/ha) being recorded in the untreated control. On the contrary, the quality characteristics (protein, fat, and starch content) are not affected by the treatments of this experiment. Finally, the highest efficacy against the weeds puncturevine and white pigweed was recorded for the nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba and tembotrione herbicides. In conclusion, the effective weed control by the herbicides nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba and tembotrione improved plant's growth and increased the yield of maize crop.

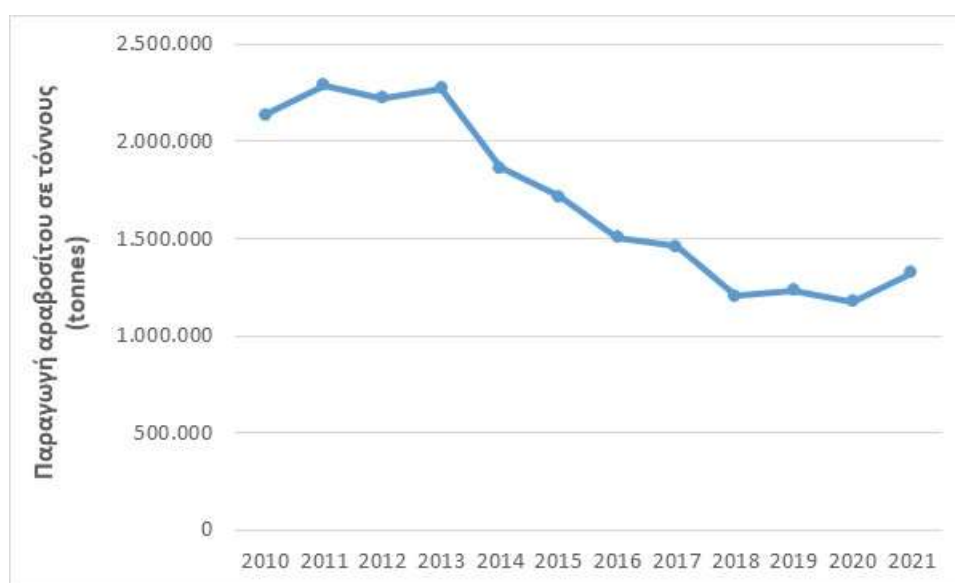
## 1. Εισαγωγή

### 1.1. Αραβόσιτος-Γενικά στοιχεία

Ο αραβόσιτος συγκαταλέγεται μεταξύ των σημαντικότερων σιτηρών που χρησιμοποιούνται στην ανθρώπινη διατροφή και στην κτηνοτροφία. Είναι το τρίτο σημαντικότερο σιτηρό, μετά το σιτάρι και το ρύζι. Συμπεριλαμβάνεται ως συστατικό στις ζωοτροφές (Megersa 2017).

Εξαιτίας της μεγάλης προσαρμοστικότητας του και στα πολυάριθμα υβρίδια που έχουν δημιουργηθεί, ο αραβόσιτος μπορεί να καλλιεργηθεί σε ένα μεγάλο εύρος γεωγραφικών συντεταγμένων, από το γεωγραφικό πλάτος 50° βόρειο γεωγραφικό πλάτος μέχρι το γεωγραφικό πλάτος 40° στο νότιο ημισφαίριο. Ωστόσο η μεγαλύτερη ποσότητα παράγεται μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 30° με 55°. Ακόμη, η καλλιέργειά του συναντάται από υψόμετρο κάτω από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι πάνω από 4000 m στις Περουβιανές Άνδεις (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012).

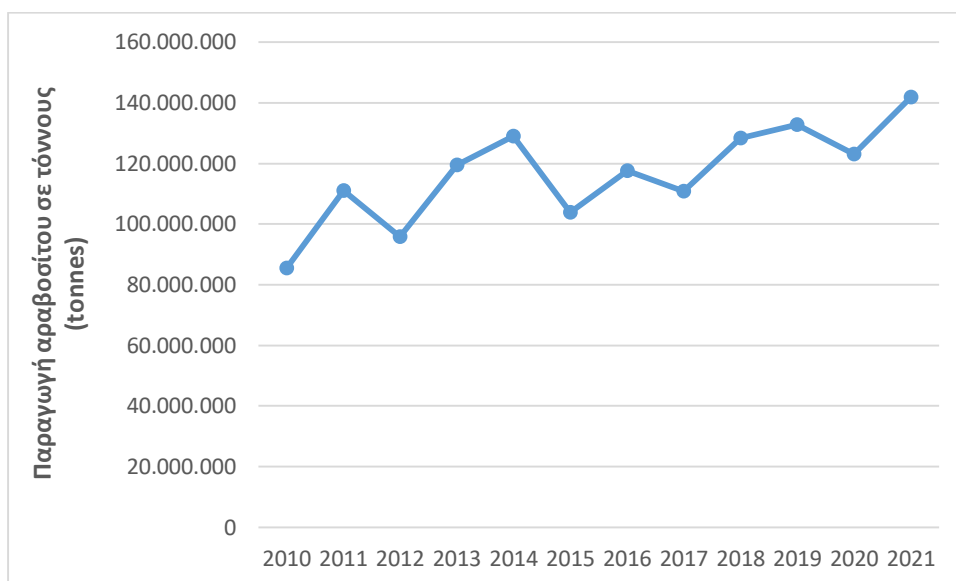
Η παραγωγή του αραβοσίτου παρουσιάζει πτωτική τάση τα τελευταία έτη (Διάγραμμα 1.1.). Η μεγαλύτερη παραγωγή αραβοσίτου για την τελευταία δεκαετία, στην Ελλάδα σημειώθηκε το 2011 (2.291.805 τόνους). Έπειτα, από το 2014 άρχισε να παρατηρείται σταδιακή πτώση της παραγωγής.



**Διάγραμμα 1.1.** Παραγωγή του καλαμποκιού στην Ελλάδα για το διάστημα 2010-2020 (Πηγή: FAOSTAT database).

Όσον αφορά την παραγωγή του αραβοσίτου στην Ευρώπη, τα στατιστικά στοιχεία δείχνουν ότι την τελευταία δεκαετία, δηλαδή το χρονικό διάστημα 2010-2021, η

παραγωγή του αραβοσίτου συνεχώς αυξάνεται (Σχήμα 2). Ειδικότερα, η υψηλότερη παραγωγή αραβοσίτου σημειώθηκε το 2021 με 141.847.696 τόνους.



**Διάγραμμα 1.2.** Παραγωγή του αραβοσίτου στην Ευρώπη για το διάστημα 2000-2021 (Πηγή: FAOSTAT database).

## 1.2. Μορφολογικά γνωρίσματα και χρήσεις του αραβοσίτου

Ο αραβόσιτος ανήκει στην οικογένεια Poaceae. Είναι μονοκότυλο ετήσιο, σταυρογονιμοποιούμενο και ανεμόφιλο είδος. Είναι μόνοικο και δικλινές, έχοντας την αρσενική ταξιανθία, τη φόβη, στην κορυφή του στελέχους και τις θηλυκές ταξιανθίες, τους σπάδικες, στους κόμβους του στελέχους. Οι καρποί του φυτού αναπτύσσονται στους σπάδικες.

Η φυσιολογία της ανάπτυξης του αραβοσίτου διακρίνεται σε δύο στάδια, το βλαστικό και το αναπαραγωγικό. Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και του υπέργειου τμήματος, το καλάμωμα και τη διαφοροποίηση του βλαστικών μεριστωμάτων σε αναπαραγωγικά. Το αναπαραγωγικό στάδιο σχετίζεται με την έκπτυξη των ταξιανθιών, την άνθιση, τη γονιμοποίηση, το γέμισμα των καρπών, την ωρίμανση και γήρανση του φυτού.

Το ριζικό σύστημα έχει θυσσανώδη μορφή, ενώ ο βλαστός είναι συμπαγής και φέρει κόμβους και μεσογονάτια διαστήματα, με τα μεσογονάτια να είναι πιο βραχεία προς τη βάση του φυτού. Συναντάται ένα φύλλο σε κάθε κόμβο κατ' εναλλαγή. Ο

καρπός του αραβοσίτου είναι καρύωση, αποτελείται από το περίβλημα, το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012).

Ο αραβόσιτος προτιμάει σχετικά υψηλές θερμοκρασίες, καθώς θεωρείται φυτό θερμών περιοχών. Προκειμένου να φυτρώσει συνήθως χρειάζεται υψηλότερη θερμοκρασία των 10 °C. Αναπτύσσεται βέλτιστα σε εύρος θερμοκρασίας 24-30 °C. (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012).

Ο αραβόσιτος χρησιμοποιείται για τη διατροφή του ανθρώπου αλλά και ως ζωοτροφή. Σε μεγαλύτερο βαθμό αξιοποιείται ο καρπός για την παραγωγή προϊόντων όπως αλεύρι και έλαιο που χρησιμοποιούνται για τη διατροφή του ανθρώπου αλλά και στην κτηνοτροφία. Δευτερευόντως, χρησιμοποιείται και για την παραγωγή βιομάζας. Σύμφωνα με τους Rahayu et al. (2022) ο αραβόσιτος δεν υστερεί από το ρύζι ως πηγή υδατανθράκων. Ακόμη, ενώ ο καρπός του δεν περιέχει πάνω από 6% έλαιο, χρησιμοποιείται ευρέως στη μαγειρική και στην παρασκευή άλλων προϊόντων (Zhao & Chen 2023). Επιπρόσθετα, οι Nježić et al. (2018) αναφέρουν ότι η χρήση του αραβοσίτου ως καύσιμο (βιοντίζελ) έχει θετικές περιβαλλοντικές επιδράσεις. Πιο συγκεκριμένα, αποτελεί μια λιγότερο τοξική πηγή ενέργειας, ασφαλής και καθαρή. Το καλαμπόκι χρησιμοποιείται ευρέως και στις ζωοτροφές, ειδικά στα πουλερικά αποτελεί το κύριο συστατικό τους (Islam et al. 2015).

### **1.3. Αραβόσιτος-Ζιζάνια**

Τα ζιζάνια ανταγωνίζονται την καλλιέργεια του αραβοσίτου για χώρο, νερό, ηλιακή ακτινοβολία και θρεπτικά στοιχεία. Η ανεξέλεγκτη ανάπτυξη των ζιζανίων μειώνει ανάπτυξη του αραβοσίτου. Πέρα από ποσοτική μείωση στην απόδοση του καλαμποκιού, παρατηρείται επιπρόσθετα και μείωση της ποιότητας. Τα ζιζάνια, αναλόγως της πυκνότητας πληθυσμού αλλά και του είδους επηρεάζουν τη βιομάζα του της καλλιέργειας, καθώς και άλλες παραμέτρους, όπως το ύψος του φυτού, τη φυλλική επιφάνεια, το βάρος του σπάδικα, το βάρος των σπόρων και την απόδοση σε σπόρο.

#### **1.3.1. Είδη ζιζανίων**

Στο πίνακα 1.1. παρουσιάζονται ορισμένα αγρωστώδη αλλά και πλατύφυλλα ζιζάνια που συναντάμε στη καλλιέργεια του αραβοσίτου.

**Πίνακας 1.1.** Κοινά είδη ζιζανίων στην καλλιέργεια αραβοσίτου.

| Επιστημονική ονομασία                      | Κοινό όνομα    |
|--------------------------------------------|----------------|
| <i>Solanum nigrum</i> L.                   | Αγριοτομάτα    |
| <i>Xanthium strumarium</i> L.              | Αγριομελιτζάνα |
| <i>Chenopodium album</i> L.                | Λουβουδιά      |
| <i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.        | Βέλιουρας      |
| <i>Setaria</i> spp.                        | Σετάρια        |
| <i>Portulaca oleracea</i> L.               | Αντράκλα       |
| <i>Amaranthus albus</i> L.                 | Βλήτο άσπρο    |
| <i>Amaranthus retroflexus</i> L.           | Βλήτο τραχύ    |
| <i>Convolvulus arvensis</i> L.             | Περικοκλάδα    |
| <i>Tribulus terrestris</i> L.              | Τριβόλι        |
| <i>Chrozophora tinctoria</i> (L.) A. Juss. | Χρωζοφόρα      |

ο **Αγριοτομάτα (*Solanum nigrum* L.), Οικογένεια: Solanaceae**

Η αγριοτομάτα ή αλλιώς στύφνος είναι ένα ετήσιο ποώδες φυτό. Χαρακτηρίζεται από όρθιο βλαστό, πράσινου χρώματος. Τα φύλλα του έχουν τρίχες και ωοειδές έως ρομβωτά σχήμα (Εικόνα 1.1). Διατάσσονται σπειροειδώς πάνω στο βλαστό.



**Εικόνα 1.1.** Αγριοτομάτα (*Solanum nigrum*).

Τα άνθη της αγριοτομάτας είναι ακτινόμορφα, έχουν λευκό χρώμα και έχουν συμπέταλη στεφάνη, επιπετάλιους στήμονες και επιφυή ωοθήκη όπως και σε

άλλα φυτά της οικογένειας Solanaceae. Επίσης, ο καρπός της είναι μαύρη ράγα με μικρό μέγεθος (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).

○ **Αγριομελιτζάνα (*Xanthium strumarium* L.), Οικογένεια Asteraceae**

Η αγριομελιτζάνα είναι ένα ευρέως διαδεδομένο ζιζάνιο στην καλλιέργεια του αραβοσίτου (Karimmojeni et al. 2010). Είναι μονοετές ποώδες φυτό, ύψους περίπου 40-120 cm, με όρθιους βλαστούς, συχνά διακλαδισμένους και με στίγματα στην επιφάνειά τους, ενώ έχουν κοντές τρίχες (Βασιλάκογλου 2004; Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Τα φύλλα είναι πράσινα και οδοντωτά, ενώ η διάταξη τους στο βλαστό είναι σπειροειδής (Εικόνα 1.2). Οι καρποί (αχαίνια) του φυτού έχουν αγκάθια και περιέχουν 2 σπόρους (Βασιλάκογλου 2004, Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Τα άνθη όπως και άλλα φυτά της οικογένειας Asteraceae σχηματίζουν ταξιανθία κεφάλιο και έχουν υποφυή ωοθήκη με 2 καρπόφυλλα.



**Εικόνα 1.2.** Αγριομελιτζάνα (*Xanthium strumarium*).

○ **Αντράκλα (*Portulaca oleracea* L.), Οικογένεια Portulacaceae**

Η αντράκλα ανήκει στην οικογένεια Portulacaceae και οι βλαστοί της μπορούν να φτάσουν έως ύψος 40 cm (Pasca et al. 2015), αν και συνήθως έχουν έρπουσα έκφυση (Βασιλάκογλου 2004). Θεωρείται εαρινό και πλατύφυλλο ζιζάνιο με βλαστούς που έχουν πράσινο έως κόκκινο χρώμα, ενώ τόσο τα φύλλα όσο και οι βλαστοί είναι σαρκώδεις (Εικόνα 1.3). Η αντράκλα έχει μικρά, κίτρινα άνθη, ενώ πολλαπλασιάζεται με σπόρους που έχουν μαύρο χρώμα και μικρό μέγεθος (Βασιλάκογλου 2004; Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).



**Εικόνα 1.3.** Αντράκλα (*Portulaca oleracea*).

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

Ο βέλιουρας θεωρείται ένα από τα πιο ανταγωνιστικά ζιζάνια καθώς επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη των φυτών μειώνοντας την απόδοση των καλλιεργειών (Karkanis et al. 2022). Το μεγάλο δυναμικό αναπαραγωγής του, ο αγενής και ο εγγενής τρόπος αναπαραγωγής συμβάλλουν τόσο στην ανταγωνιστικότητα του όσο και στην επιτυχία της εισβολής του σε ένα αγρό (Majumdar et al. 2017). Είναι πολυετές αγρωστώδες ζιζάνιο (Karkanis et al. 2022), με κυλινδρικό βλαστό (Εικόνα 1.4). Τα φύλλα του είναι γραμμοειδή και η διάταξη τους στο βλαστό είναι δίστοιχη (Εικόνα 1.4). Τα άνθη απαντώνται σε σταχύδια και σχηματίζουν ταξιανθία φόβη (Βασιλάκογλου 2004).



**Εικόνα 1.4.** Βέλιουρας (*Sorghum halepense*).

- **Βλήτο άσπρο (*Amaranthus albus* L.) και βλήτο τραχύ (*Amaranthus retroflexus* L.), Οικογένεια: *Amaranthaceae***

Τα βλήτα είναι ετήσια πλατύφυλλα ζιζάνια που προκαλούν προβλήματα σε διάφορες καλλιέργειες (Sellers et al. 2009, Li et al. 2021). Το άσπρο βλήτο έχει όρθια ανάπτυξη με ύψος έως 50 cm, ενώ το τραχύ βλήτο έχει όρθιους βλαστούς με ύψος έως 100 cm (Βασιλάκογλου 2004). Στο τραχύ βλήτο τα φύλλα έχουν ωοειδές σχήμα και ευδιάκριτα νεύρα (Εικόνα 1.5), ενώ το άσπρο βλήτο έχει ωοειδή έως επιμήκη φύλλα με έντονη κυματοειδή περιφέρεια και ανοιχτό πράσινο χρώμα (Εικόνα 1.5). Τα άνθη είναι μικρά και πράσινα (Costea and Tardif 2003, Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009), ενώ οι σπόροι έχουν μαύρο χρώμα και μικρό μέγεθος (Costea and Tardif 2003, Βασιλάκογλου 2004). Οι σπόροι των βλήτων φυτρώνουν νωρίς την καλλιεργητική περίοδο, αλλά μπορεί να φυτρώσουν μέχρι το φθινόπωρο (Sellers et al. 2009).



**Εικόνα 1.5.** Άσπρο βλήτο (αριστερά) και τραχύ βλήτο (δεξιά).

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

Η λουβουδιά είναι μονοετές, πλατύφυλλο ποώδες ζιζάνιο που ανήκει στην οικογένεια *Amaranthaceae*. Το συγκεκριμένο ζιζάνιο έχει επεκταθεί σε όλο τον κόσμο επηρεάζοντας αρνητικά την ανάπτυξη των καλλιεργειών (Bana et al. 2022). Επίσης, έχει μεγάλο δυναμικό αναπαραγωγής και παράγει έως 20.000 σπόρους ανά φυτό

(Βασιλάκογλου 2004), ενώ οι σπόροι του παρουσιάζουν βλαστικότητα 54 έως 95% σε θερμοκρασίες από 10 έως 30 °C (Bana et al. 2022). Ο βλαστός της λουβουδιάς είναι κυλινδρικός, όρθιος και γκρίζο-πράσινος με κόκκινα στίγματα (Βασιλάκογλου 2044). Τα φύλλα της είναι απλά, έχουν σπειροειδή διάταξη στον βλαστό και έχουν σχήμα ωοειδές ή τριγωνικό (Εικόνα 1.6). Επίσης, τα φύλλα της κορυφής του βλαστού έχουν λευκό επίχρισμα στην άνω επιφάνεια (Εικόνα 1.6), ενώ οι σπόροι έχουν μικρή διάμετρο και χρώμα καστανό-μαύρο (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).



**Εικόνα 1.6.** Λουβουδιά (*Chenopodium album*).

- ο **Περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis* L.), Οικογένεια: Convolvulaceae**

Η περικοκλάδα είναι ένα σημαντικό ποώδες πολυετές ζιζάνιο που ανήκει στην οικογένεια Convolvulaceae (Βασιλάκογλου 2004, Feleke et al. 2022). Τα φύλλα έχουν ανοιχτό πράσινο χρώμα σε σπειροειδή διάταξη, ενώ συνήθως είναι τοξόμορφα στη βάση (Al-Snafi 2016). Πολλαπλασιάζεται με σπόρους και τμήματα έρπουσων ριζών (Βασιλάκογλου 2004, Al-Snafi 2016). Τα άνθη είναι λευκά ή ρόδινα και έχουν συμπέταλη χοανοειδή στεφάνη, ενώ οι στήμονες είναι επιπετάλιοι και η ωοθήκη επιφυής (Al-Snafi 2016). Τέλος, οι σπόροι έχουν σκούρο καστανό έως μαύρο χρώμα και τραχιά επιφάνεια (Al-Snafi 2016).

- ο **Σετάρια (*Setaria* spp.), Οικογένεια Poaceae**

Η σετάρια αποτελεί ετήσιο αγρωστώδες φυτό. Στην χώρα μας συναντάμε διάφορα είδη σετάριας (Βασιλάκογλου 2004) όπως η πράσινη (*Setaria viridis* (L.) P. Beauv.) και η σπονδυλωτή (*Setaria verticillata* (L.) P. Beauv.). Το ριζικό σύστημα της σετάριας

είναι θυσσανώδες, τα φύλλα είναι γραμμοειδή, ενώ ο βλαστός είναι κυλινδρικός όπως και σε άλλα είδη της οικογένειας *Roaceae*. Η ταξιανθία είναι πυκνή σταχυόμορφη φόβη, κυλινδρικού σχήματος με σμήριγγες (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).

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

Το τριβόλι είναι ετήσιο, πλατύφυλλο ζιζάνιο που ανήκει στην οικογένεια *Zygophyllaceae* (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009) και συναντάται σε θερμά κλίματα στη Νότια Ευρώπη, τη Νότια Ασία, σε όλη την Αφρική και την Αυστραλία (Samanhudi et al. 2019). Όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.7 οι βλαστοί του φυτού έχουν έρπουσα ανάπτυξη, ενώ τα φύλλα είναι σύνθετα. Τα άνθη του φυτού έχουν κίτρινο χρώμα (Βασιλάκογλου 2004), ενώ οι σπόροι του παρουσιάζουν αργή βλάστηση και μακρά περίοδο λήθαργου (Samanhudi et al. 2019). Αναπτύσσεται σε μεγάλο εδαφικό εύρος δείχνοντας προτίμηση σε ελαφρά εδάφη (Mubarik et al. 2022). Το τριβόλι είναι γνωστό για τις φαρμακευτικές του ιδιότητες και χρησιμοποιείται για διάφορες παθήσεις του καρδιαγγειακού συστήματος, του ήπατος και των νεφρών, ενώ οι καρποί του παρουσιάζουν αφροδισιακή, τονωτική και διουρητική δράση (Mubarik et al. 2022).



**Εικόνα 1.7.** Τριβόλι (*Tribulus terrestris*)

- ο **Χρωζοφόρα (*Chrozophora tinctoria* (L.) A. Juss.), Οικογένεια *Euphorbiaceae***

Η χρωζοφόρα είναι ένα ετήσιο φυτό που ανήκει στην οικογένεια *Euphorbiaceae* και συναντάται στην Ευρώπη, την Αφρική και την Ασία (Sher et al. 2022). Είναι μόνονικο είδος με πλούσιο τρίχωμα (Maurya et al. 2016). Οι βλαστοί και τα φύλλα έχουν

γκριζο-πράσινο χρώμα λόγω των πυκνών λευκών τριχών που συναντάμε στην επιφάνεια τους (Al-Snafi 2015). Ο βλαστός έχει όρθια ανάπτυξη με ύψος έως 50 cm (Βασιλάκογλου 2004). Τα φύλλα έχουν σχήμα ρομβοειδές έως ωοειδές (Εικόνα 1.8) και κυματοειδή περιφέρεια (Al-Snafi 2015). Το φυτό είναι μόνοικο με τα θηλυκά άνθη και τα αρσενικά άνθη να βρίσκονται σε διαφορετικές θέσεις πάνω στο φυτό (Al-Snafi 2015). Τέλος, ο καρπός είναι κάψα και περιέχει 3 σπόρους οι οποίοι έχουν τραχιά επιφάνεια (Al-Snafi 2015).



**Εικόνα 1.8.** Χρωζοφόρα (*Chrozophora tinctoria*).

### **1.3.2. Μέθοδοι αντιμετώπισης ζιζανίων**

Τα ζιζάνια αποτελούν έναν από τους κυριότερους βιοτικούς παράγοντες εξαιτίας των οποίων αναστέλλεται η ανάπτυξη των καλλιεργειών. Τα ζιζάνια προκαλούν μείωση της παραγωγής, πολλές φορές και βάσει των αλληλοπαθητικών ουσιών που απελευθερώνουν (Herliana et al. 2020). Η διαχείρισή τους απαιτείται προκειμένου να μην επηρεαστεί αρνητικά η απόδοση της καλλιέργειας. Η αντιμετώπιση αυτών μπορεί να γίνει με ποικίλες μεθόδους όπως καλλιεργητικές τεχνικές, μηχανική, χημική και βιολογική. Η χημική μέθοδος είναι πιο ταχεία, περισσότερο αποτελεσματική και εξοικονομεί χρόνο και χειρωνακτική εργασία από ότι άλλες μέθοδοι. Ωστόσο, στις περιπτώσεις όπου προτιμάται η αποφυγή χρήσης χημικών σκευασμάτων, όπως συμβαίνει στις βιολογικές καλλιέργειες, εφαρμόζεται ευρέως η καλλιεργητική διαχείριση των ζιζανίων. Αυτή περιλαμβάνει καλλιεργητικές μεθόδους, παραδείγματος χάριν, το όργωμα, η αμειψισπορά, η χρήση ανταγωνιστικών ποικιλιών και

πιστοποιημένων σπόρων απαλλαγμένων από σπόρους ζιζανίων (Webster and Levy 2014).

#### **1.3.2.1. Αμειψισπορά**

Με τον όρο αμειψισπορά ορίζεται η διαδοχική εναλλαγή των καλλιεργειών που εφαρμόζονται σε ένα συγκεκριμένο αγροτεμάχιο. Η αμειψισπορά είναι γνωστή ως μια καλλιεργητική μέθοδος που περιορίζει τις δυσμενείς επιπτώσεις που επιφέρει η εντατική γεωργία (Arriaga et al. 2017). Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για τους οποίους εφαρμόζεται η εναλλαγή των καλλιεργειών, όπως είναι η αντιμετώπιση των παθογόνων μικροοργανισμών, των εντόμων αλλά και των ζιζανίων καθώς εμποδίζονται από το να αναπτύξουν ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα (Alavian 2023). Ακόμη, αυξάνεται η βιοποικιλότητα και βελτιστοποιείται η αξιοποίηση των εισροών (Nawaz et al. 2014). Είναι σημαντικό να αναφέρουμε, ότι όταν πραγματοποιείται μονοκαλλιέργεια αραβοσίτου οι πληθυσμοί πολυετών ζιζανίων όπως ο βέλιουρας τείνουν να αυξάνονται (Mitkon et al. 2019). Η αμειψισπορά με καλλιέργειες που εμφανίζουν αλληλοπαθητικές ιδιότητες κρίνεται ιδιαίτερα αποτελεσματική σε καλλιεργητικά συστήματα χαμηλών εισροών. Σύμφωνα με τους Μπιλάλης et al. (2019) όταν εφαρμόζεται αμειψισπορά σε καλλιέργεια αραβοσίτου με σανοδοτικά ή καρποδοτικά ψυχανθή μπορούν να σημειωθούν εξαιρετικές καλλιεργητικές αποδόσεις.

#### **1.3.2.2. Συγκαλλιέργεια**

Η συγκαλλιέργεια είναι αποτελεσματική στον πληθυσμιακό έλεγχο των ζιζανίων. Ειδικότερα, η συγκαλλιέργεια του αραβοσίτου με άλλη καλλιέργεια συμβάλει στην μείωση του ανταγωνισμού των ζιζανίων (Babal et al. 2022). Επίσης, οι Μπιλάλης et al. (2019) αναφέρουν ότι η συγκαλλιέργεια φασολιού με αραβόσιτο μπορεί να συμβάλλει στην αύξηση των αποδόσεων.

#### **1.3.2.3. Ανταγωνιστικές ποικιλίες αραβοσίτου**

Οι Mohammadi et al. (2007) πραγματοποίησαν έρευνα μεταξύ των ποικιλιών αραβοσίτου KSC 260, KSC 302, KSC 500, KSC 647, KSC 700 και KSC 704. Οι ποικιλίες αυτές μελετήθηκαν ως προς το ύψος, το ξηρό βάρος του φυτού, τον αριθμό

των φυτών, τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας, την ειδική φυλλική επιφάνεια, τον ρυθμό ανάπτυξης της καλλιέργειας, τον σχετικό ρυθμό ανάπτυξης και τον καθαρό ρυθμό αφομοίωσης. Διαπιστώθηκε ότι ο ρυθμός ανάπτυξης καλλιέργειας και ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας αποτελούν τους καλύτερους δείκτες για την πρόγνωση της ανταγωνιστικότητας των ποικιλιών αραβοσίτου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ποικιλίες KSC 700 και KSC 704 είχαν τη μεγαλύτερη ανταγωνιστική ικανότητα, ενώ οι ποικιλίες KSC 302 και KSC 260 είχαν τη χαμηλότερη ανταγωνιστική ικανότητα.

#### **1.3.2.4. Αλληλοπαθητικές ποικιλίες**

Με τον όρο αλληλοπάθεια ορίζεται η απελευθέρωση αλληλοπαθητικών ενώσεων από ένα φυτικό είδος, οι οποίες δρουν ανασταλτικά στην ανάπτυξη γειτονικών φυτικών ειδών. Θεωρείται αποτελεσματική, οικονομικά συμφέρουσα και περιβαλλοντική μέθοδος αντιμετώπισης ζιζανίων (Sathishkumar 2020). Η αλληλοπάθεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση της ρύπανσης του περιβάλλοντος και της ανθεκτικότητας των ζιζανίων στα ζιζανιοκτόνα (Jabran et al. 2015). Σε πειράματα των Cheema et al. (2004) παρατηρήθηκε ότι τρεις ψεκασμοί φυλλώματος με υδατικά εκχυλίσματα σόργου και η εδαφοκάλυψη με σόργο μείωσαν σημαντικά την πυκνότητα αλλά και το ξηρό βάρος των ζιζανίων σε καλλιέργεια αραβοσίτου.

#### **1.3.2.5. Μείωση της τράπεζας σπόρων του εδάφους**

Η τεχνική της ψευδοσποράς αφορά την προετοιμασία του αγρού για σπορά και την άρδευση του χωρίς όμως την πραγματοποίηση της σποράς της καλλιέργειας. Μερικές μέρες ή εβδομάδες πριν από τη σπορά της καλλιέργειας, τα ζιζάνια αφήνονται να βλαστήσουν και έπειτα γίνεται η καταπολέμηση τους με μηχανικά μέσα ή με εφαρμογή ζιζανιοκτόνων. Μία τέτοια τεχνική οδηγεί σε μείωση των σπόρων των ζιζανίων στο έδαφος, δίνει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στην ανάπτυξη της καλλιέργειας και περιορίζει τον πληθυσμό των ζιζανίων (Babal et al. 2022).

#### **1.3.2.6. Λίπανση**

Η λίπανση μπορεί να επηρεάσει θετικά την ανάπτυξη του αραβοσίτου βελτιώνοντας την ανταγωνιστικότητά του. Οι Evans et al. (2009) ανέδειξαν ότι η

εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης ευνόησε την αρχική ανάπτυξη του αραβοσίτου και επομένως την ανταγωνιστικότητα του έναντι των ζιζανίων. Επίσης, σε άλλη μελέτη οι Sunuwar et al. (2023) παρατήρησαν ότι αυξάνοντας τη δόση εφαρμογής του αζώτου στο γλυκό καλαμπόκι, αυξήθηκε αναλογικά η βιομάζα και η απόδοση της καλλιέργειας, αλλά παράλληλα αυξήθηκε και ο ρυθμός ανάπτυξης των ζιζανίων. Τα παραπάνω αποτελέσματα φανερώνουν ότι η λίπανση μπορεί να επηρεάσει θετικά ή αρνητικά τον ανταγωνισμό μεταξύ του αραβοσίτου και των ζιζανίων.

#### **1.3.2.7. Άρδευση**

Ο πληθυσμός των ζιζανίων μίας καλλιέργειας όπως και το ξηρό τους βάρος αυξάνεται αναλογικά με αύξηση του αρδευτικού νερού. Προσεκτικός προγραμματισμός των δόσεων άρδευσης μπορεί να περιορίσει την ανεξέλεγκτη ανάπτυξη ζιζανίων. Οι Kumar et al. (2022) διαπίστωσαν επίσης ότι με χαμηλότερα επίπεδα άρδευσης μειώθηκε ο πληθυσμός των ζιζανίων.

#### **1.3.2.8. Βοτάνισμα**

Το βοτάνισμα είναι από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους για την αντιμετώπιση των ζιζανίων αλλά το υψηλό κόστος και ο χρόνος που απαιτεί αποτρέπει την ευρεία εφαρμογή του (Babal et al. 2022).

#### **1.3.2.9. Σκάλισμα**

Το σκάλισμα αποτελεί μία επίπονη και κοστοβόρα καλλιεργητική διαδικασία. Μπορεί να γίνει συνδυασμός χημικής ζιζανιοκτονίας μαζί με σκάλισμα, ώστε συγχρόνως να μειωθεί η εφαρμογή χημικών σκευασμάτων αλλά και να ελέγχονται τα ζιζάνια αποτελεσματικά.

#### **1.3.2.10. Μηχανική καταπολέμηση**

Η μηχανική καταπολέμηση των ζιζανίων στον αραβόσιτο συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της πυκνότητας του πληθυσμού ζιζανίων ευνοώντας την αύξηση της

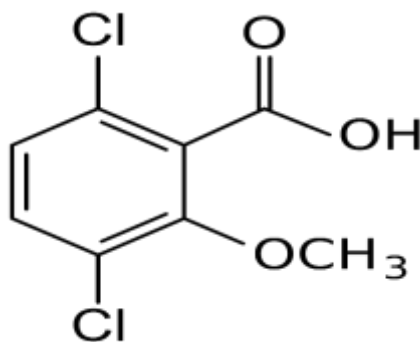
απόδοσης του αραβοσίτου (Babal et al. 2022). Ακόμη, τα θερινά οργώματα εφαρμόζονται για την καταπολέμηση πολυετών ζιζανίων.

### **1.3.3. Χημική καταπολέμηση ζιζανίων**

Η χημική αντιμετώπιση των ζιζανίων κρίνεται μέχρι σήμερα η περισσότερο αποτελεσματική μέθοδος ζιζανιοκτονίας. Ωστόσο, είναι υπεύθυνη για δυσμενείς περιβαλλοντικές επιδράσεις, για την ανάπτυξη ανθεκτικότητας στα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιούνται εκτεταμένα χωρίς εναλλαγή, ενώ μπορεί να προκληθούν και προβλήματα υγείας στους ανθρώπους όταν δεν λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα προστασίας. Παρακάτω παρατίθενται μερικές πληροφορίες για τις δραστικές ουσίες των ζιζανιοκτόνων που χρησιμοποιήθηκαν στον πειραματικό αγρό στο Βελεστίνο Μαγνησίας.

#### **1.3.3.1. Dicamba**

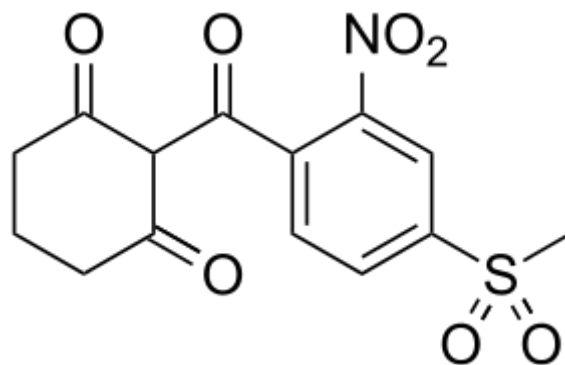
Το dicamba (Διάγραμμα 1.3.) είναι ένα ζιζανιοκτόνο με δράση αυξίνης και ανήκει στην ομάδα των βενζοϊκών οξέων. Τα ζιζανιοκτόνα της συγκεκριμένης ομάδας χαρακτηρίζονται από ασθενή συγκράτηση από τα εδαφικά κολλοειδή, με συνέπεια να έχουν μεγάλο βαθμό έκπλυσης. Συμπεριφέρεται στο εδαφικό διάλυμα ως ασθενές οξύ. Το dicamba είναι ένα διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο, κυρίως μεταφυτρωτικό, που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο ετήσιων και πολυετών πλατύφυλλων ζιζανίων στα σιτηρά, στον αραβόσιτο και στο σόργο. Χαρακτηρίζεται τόσο από συμπλαστική όσο και από αποπλαστική κίνηση, ενώ απορροφάται εύκολα από τα φύλλα και τις ρίζες (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017). Ο κύριος τρόπος με τον οποίο απομακρύνεται από το έδαφος είναι η μικροβιακή αποδόμηση και σε κατά πολύ μικρότερο βαθμό με εξάτμιση και φωτοχημική διάσπαση. Παραμένει στο έδαφος για χρονικό διάστημα 3 έως 12 μηνών (Ελευθεροχωρινός, 2020, James et al. 2005). Προκαλεί επιναστία και παραμόρφωση των νέων φύλλων στα πλατύφυλλα ζιζάνια (Ελευθεροχωρινός, 2020). Ακόμα, η εφαρμογή του dicamba όπως και άλλα ζιζανιοκτόνα με δράση αυξίνης προκαλεί πάχυνση των ιστών, παραμόρφωση του στελέχους, αναστολή της ανάπτυξης, χλώρωση και νέκρωση των φυτών (Grossmann 2010).



**Διάγραμμα 1.3.** Χημική δομή του dicamba.

### 1.3.3.2. Mesotrione

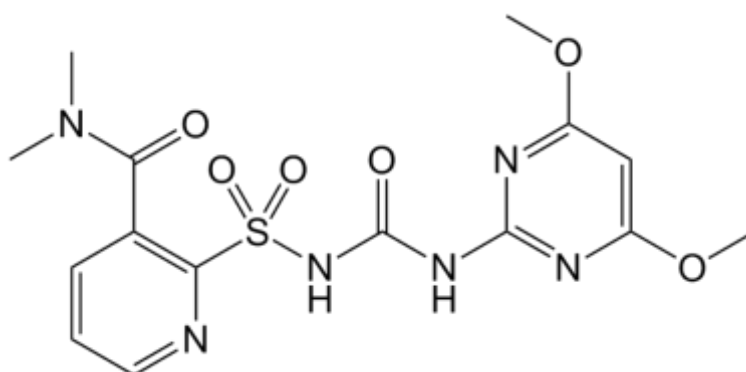
Το mesotrione (Διάγραμμα 1.4) είναι ένα εκλεκτικό προφυτρωτικό και μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο, κυρίως πλατύφυλλων και μερικών ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων. Ανήκει στην οικογένεια των τρικετόνων. Το mesotrione λειτουργεί ως αναστολέας του ενζύμου διοξυγονάση του 4-υδροξυφαινυλοπυρουβικού οξέος (4-HPPD) (Crouzet et al. 2019) με αποτέλεσμα τη μείωση της βιοσύνθεσης της πλαστοκινόνης και κατά συνέπεια τη μείωση της βιοσύνθεσης των καροτενοειδών (Ελευθεροχωρινός 2020). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση χλώρωσης, λεύκανσης και εν τέλει νέκρωσης (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2017). Το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο συμπεριφέρεται στο έδαφος ως ασθενές οξύ. Η προσρόφηση από τα κολλοειδή των εδαφών εξαρτάται από το εδαφικό pH και από την οργανική ουσία του εδάφους. Πιο συγκεκριμένα, η μείωση του pH προκάλεσε αύξηση της προσρόφησης και μείωση του βαθμού της έκπλυσης (Shaner et al. 2012). Επίσης, η διάσπαση του mesotrione πραγματοποιείται με την ηλιακή ακτινοβολία αλλά και από την εδαφική μικροβιακή δραστηριότητα (Quan et al. 2015). Αναλυτικότερα, βρέθηκε ότι ορισμένα είδη βακτηρίων μεταξύ αυτών το *Bacillus* sp. και το *Escherichia coli* μπορούν να αποικοδομήσουν πλήρως το mesotrione (Mendes et al. 2017). Το mesotrione απορροφάται ταχέως από τα φύλλα και προκαλεί έντονα συμπτώματα λεύκανσης και νέκρωσης του φυτού. Παρόλο που χρησιμοποιείται στον αραβόσιτο, δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές άλλες καλλιέργειες, καθώς είναι ευαίσθητες σε αυτήν (Dai et al. 2022).



**Διάγραμμα 1.4.** Χημική δομή του mesotrione.

### 1.3.3.3. Nicosulfuron

Το nicosulfuron (Διάγραμμα 1.5) είναι διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο που χρησιμοποιείται μεταφυτρωτικά για την αντιμετώπιση ετήσιων και πολυετών αγρωστώδων ζιζανίων αλλά και ορισμένων πλατύφυλλων ζιζανίων στην καλλιέργεια του αραβοσίτου (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017). Το nicosulfuron είναι ένα εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο που ανήκει στην ομάδα των σουλφονυλουριών και είναι αποτελεσματικό σε χαμηλές δόσεις. Το nicosulfuron είναι αναστολέας του ενζύμου οξικογαλακτική συνθάση (ALS) και προκαλεί μείωση της σύνθεσης των αμινοξέων βαλίνη, λευκίνη και ισολευκίνη (Ελευθεροχωρινός 2020). Αποτέλεσμα της δράσης του είναι η αναστολή της κυτταροδιαίρεσης λίγες μέρες έπειτα από την απορρόφησή τους από τα φυτά. Στη συνέχεια, αναστέλλεται η αύξησή τους, ενώ παρατηρείται χλώρωση, νέκρωση των μεριστωματικών ιστών και νέκρωση των φυτών μερικές εβδομάδες αργότερα (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017).

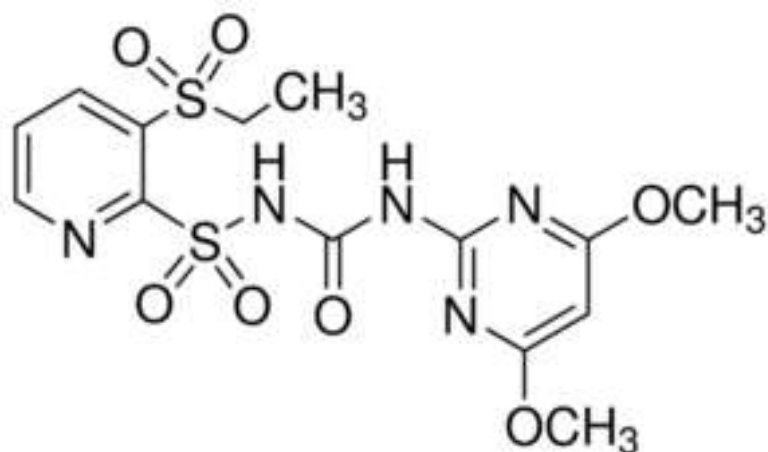


**Διάγραμμα 1.5.** Χημική δομή του nicosulfuron.

Το nicosulfuron γενικά έχει ασθενή προσρόφηση στα κολλοειδή του εδάφους και γρήγορους ρυθμούς αποικοδόμησης, ενώ χαρακτηρίζεται από μεγάλο βαθμό έκπλυσης (Cueff et al. 2021). Το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο διασπάται μέσω της υδρόλυσης και της μικροβιακής δραστηριότητας. Η χημική υδρόλυση θεωρείται η κύρια αβιοτική διεργασία αποδόμησης με το ρυθμό της να αυξάνεται όσο το pH του εδάφους μειώνεται (Carles et al. 2018).

#### **1.3.3.4. Rimsulfuron**

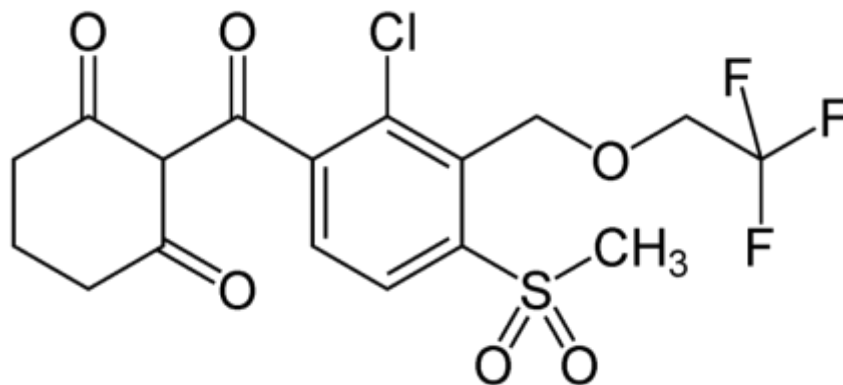
Το rimsulfuron είναι ένα διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο που χρησιμοποιείται μεταφυτρωτικά για την αντιμετώπιση ετήσιων και πολυετών αγρωστώδων ζιζανίων αλλά και ορισμένων πλατύφυλλων ζιζανίων στην καλλιέργεια του αραβοσίτου, την τομάτα και την πατάτα (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2017). Ανήκει στην ομάδα των σουλφονυλουριών. Ο μηχανισμός δράσης του χαρακτηρίζεται από την αναστολή του ενζύμου οξικογαλακτική συνθάση (ALS). Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η αναστολή του παραπάνω ενζύμου επιφέρει τη μειωμένη σύνθεση των αμινοξέων βαλίνη, λευκίνη και ισολευκίνη. Με αυτόν τον τρόπο αναστέλλεται η κυτταροδιαίρεση εντός λίγων ημερών από όταν απορροφηθούν από τα φυτά. Έπειτα, αναστέλλεται η αύξησή τους, ενώ προκαλείται χλώρωση, νέκρωση των μεριστωματικών ιστών και νέκρωση των φυτών μερικές εβδομάδες αργότερα (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017). Το rimsulfuron εφαρμόζεται κυρίως με ψεκασμό φυλλώματος ενώ συναντάται στην αγορά με τη μορφή τυποποίησης WG, δηλαδή βρέξιμοι κόκκοι αλλά και ως OD, ελαιώδες εναιώρημα (Radivojevic et al. 2011). Έρευνα των Bilalis et al. (2012) απέδειξε ότι το ριζικό σύστημα και ειδικότερα η επιφάνεια που καταλάμβανε το ριζικό σύστημα και το ποσοστό συμβίωσης με μυκόρριζα επηρεάστηκαν αρνητικά με την εφαρμογή rimsulfuron. Η αποικοδόμηση του rimsulfuron εξαρτάται τόσο από το pH του εδάφους όσο και από το φως. Επιπρόσθετα, διαπιστώθηκε ότι η φωτόλυση μπορεί να αποτελεί ένα τρόπο αποικοδόμησης του rimsulfuron (Scrano et al. 2005). Οι Vischetti et al. (2000) διαπίστωσαν ότι ο χρόνος ημιζωής του rimsulfuron κυμαινόταν μεταξύ 0,4 και 103,4 ημέρες ανάλογα με τη θερμοκρασία, την υγρασία του εδάφους και την αρχική δόση. Βρέθηκε, ακόμη ότι το rimsulfuron θα μπορούσε να προκαλέσει προβλήματα σε ψυχρές και ξηρές συνθήκες.



**Διάγραμμα 1.6.** Χημική δομή του rimsulfuron.

#### 1.3.3.5. Tembotrione

Το tembotrione (Διάγραμμα 1.7) είναι ένα εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο της ομάδας των τρικετονών για την μεταφυτρωτική αντιμετώπιση αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων στον αραβόσιτο. Το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο έχει ευρύ φάσμα δράσης (Gatzweiler et al. 2012).



**Διάγραμμα 1.7.** Χημική δομή του tembotrione.

Ο μηχανισμός δράσης του περιλαμβάνει την αναστολή του ενζύμου 4-HPPD. Η παρεμπόδιση του 4-HPPD ενζύμου επηρεάζει τη βιοσύνθεση καροτενοειδών όπως αναφέρθηκε παραπάνω (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2017), με αποτέλεσμα τη λεύκανση των φύλλων και τελικά την νέκρωση των φυτών (Andrade et al. 2018). Μία μόνο δόση tembotrione είναι αρκετή και καλύτερη εναλλακτική του ζιζανιοκτόνου atrazine (Rana et al. 2018). Η μηχανική σύσταση του εδάφους και η οργανική ουσία επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα του tembotrione, με καλύτερη καταπολέμηση των ζιζανίων στα

ελαφρά εδάφη σε σχέση με τα πιο βαριά (Gatzweiler et al. 2012). Το ζιζανιοκτόνο αυτό έχει μεγάλη κινητικότητα στο έδαφος, ενώ είναι ασθενές οξύ. Ο χρόνος ημιζωής του ζιζανιοκτόνου στο έδαφος επηρεάζεται από παράγοντες όπως η οργανική ουσία και η άργιλος (Silva et al. (2019). Σε μελέτη των Silva et al. (2019) το tembotrione εμφάνισε χρόνο ημιζωής 32 ημέρες.

## 2. Υλικά και Μέθοδοι

### 2.1. Πειραματικός αγρός

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η πτυχιακή εργασία έγινε σπορά αραβοσίτου (*Zea mays* L.) του υβριδίου P0937 στο αγρόκτημα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, που βρίσκεται στο Βελεστίνο (Εικόνα 2.1). Η σπορά έγινε στις 03/05/2022. Πριν τη σπορά πραγματοποιήθηκε λίπανση με το σύνθετο ανόργανο λίπασμα 15-15-15 ( $N-P_2O_5-K_2O$ ) + 25  $SO_3$  στη ποσότητα των 25 Kg/στρέμμα, ενώ για το φύτευμα της καλλιέργειας έγινε άρδευση με σύστημα καταιονισμού. Στις 17/05/22 πραγματοποιήθηκε το πρώτο σκάλισμα (Εικόνα 2.2) στα τεμάχια του σκαλισμένου μάρτυρα, ενώ στις 24/05/22 έγινε ψεκασμός των ζιζανιοκτόνων με όγκο ψεκαστικού υγρού 30 L νερό ανά στρέμμα. Επίσης, στις 22/06/22 και στις 02/07/22 πραγματοποιήθηκε λίπανση 5 μονάδων αζώτου (N) με το ανόργανο λίπασμα 46-0-0 (ουρία). Κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου μετά το φύτευμα της καλλιέργειας η άρδευση πραγματοποιήθηκε με σύστημα στάγδην άρδευσης ανά τακτά χρονικά διαστήματα ανάλογα με τις ανάγκες της καλλιέργειας.



**Εικόνα 2.1.** Ο πειραματικός αγρός 1 εβδομάδα μετά τη σπορά (10/05/22).

### 2.2. Πειραματικό Σχέδιο

Ο πειραματικός αγρός εγκαταστάθηκε βάσει του σχεδίου τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 6 επεμβάσεις (Πίνακας 2.1). Το κάθε αγροτεμάχιο έχει διαστάσεις 4.5 m x 3 m. Στον σκαλισμένο μάρτυρα πραγματοποιούνταν σκαλίσματα ανά 2

εβδομάδες έως τις 7 Ιουλίου του 2022., ενώ στον ασκάλιστο μάρτυρα (Εικόνα 2.3) δεν πραγματοποιήθηκε καταπολέμηση των ζιζανίων σε όλη την καλλιεργητική περίοδο.



**Εικόνα 2.2.** Σκάλισμα τεμαχίου της επέμβασης σκαλισμένου μάρτυρα στις 17/05/22.

**Πίνακας 2.1.** Σχέδιο του πειραματικού αγρού βάσει του σχεδίου τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 6 επεμβάσεις.

|                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| B9 - Ασκάλιστος Μάρτυρας  | A9 - Σκαλισμένος Μάρτυρας |
| B8 - Elumis               | A8 - Milagro              |
| B7 - Hector Max           | A7 - Laudis               |
| B6 - Elumis               | A6 - Hector Max           |
| B5 - Milagro              | A5 - Laudis               |
| B4 - Σκαλισμένος Μάρτυρας | A4 - Ασκάλιστος Μάρτυρας  |
| B3 - Milagro              | A3 - Hector Max           |
| B2 - Laudis               | A2 - Elumis               |
| B1 - Ασκάλιστος Μάρτυρας  | A1 - Σκαλισμένος Μάρτυρας |



**Εικόνα 2.3.** Τεμάχιο του ασκάλιστου μάρτυρα στις 07/06/22.

Τα ζιζανιοκτόνα εφαρμόστηκαν μεταφυτρωτικά στο στάδιο των 4 έως 6 φύλλων του αραβοσίτου. Πληροφορίες για τα σκευάσματα παρουσιάζονται στους πίνακες 2.2, 2.3, 2.4 και 2.5.

**Πίνακας 2.2.** Εμπορικό όνομα, δραστική ουσία και δόση του ζιζανιοκτόνου Elumis 105 OD.

| Εμπορικό Όνομα               | Δραστική Ουσία                    | Δόση           |
|------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| <b>Elumis 105 OD</b>         | mesotrione +<br>nicosulfuron      | 150 ml/στρέμμα |
| <b>Σύνθεση Elumis 105 OD</b> | mesotrione 7,5% + nicosulfuron 3% |                |
| <b>Μορφή τυποποίησης</b>     | Ελαιώδες εναιώρημα (OD)           |                |

**Πίνακας 2.3.** Εμπορικό όνομα, δραστική ουσία και δόση του ζιζανιοκτόνου Hector Max WG.

| Εμπορικό Όνομα            | Δραστική Ουσία                                                                                  | Δόση         |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Hector Max WG</b>      | nicosulfuron + rimsulfuron + dicamba                                                            | 44 g/στρέμμα |
| <b>Σύνθεση Hector Max</b> | nicosulfuron 9,2% (β/β) + rimsulfuron 2,3% (β/β) + dicamba (υπό μορφή άλατος νατρίου) 55% (β/β) |              |
| <b>Μορφή τυποποίησης</b>  | Βρέξιμοι κόκκοι (WG)                                                                            |              |

**Πίνακας 2.4.** Εμπορικό όνομα, δραστική ουσία και δόση του ζιζανιοκτόνου Laudis 66 OD.

| Εμπορικό Όνομα              | Δραστική Ουσία          | Δόση           |
|-----------------------------|-------------------------|----------------|
| <b>Laudis 66 OD</b>         | tembotrione             | 225 ml/στρέμμα |
| <b>Σύνθεση Laudis 66 OD</b> | tembotrione 4,4% (β/ο)  |                |
| <b>Μορφή τυποποίησης</b>    | Ελαιώδες εναιώρημα (OD) |                |

**Πίνακας 2.5.** Εμπορικό όνομα, δραστική ουσία και δόση του ζιζανιοκτόνου Hector Max WG.

| Εμπορικό Όνομα                | Δραστική Ουσία         | Δόση           |
|-------------------------------|------------------------|----------------|
| <b>Milagro 240 SC</b>         | nicosulfuron           | 25 ml /στρέμμα |
| <b>Σύνθεση Milagro 240 SC</b> | nicosulfuron 24% (β/ο) |                |
| <b>Μορφή τυποποίησης</b>      | Πυκνό εναιώρημα (SC)   |                |

## 2.3. Μετρήσεις

### Καλλιέργεια αραβοσίτου

Κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου πραγματοποιήθηκαν 4 μετρήσεις κατά τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο.

**1. Ύψος φυτών:** Πραγματοποιήθηκε καταγραφή σε 3 φυτά αραβοσίτου από το κάθε αγροτεμάχιο (ημερομηνίες: 31/05/22, 07/06/22, 06/07/22 και 20/07/22).

**2. Αριθμός φύλλων:** Έγινε μέτρηση στα ίδια φυτά που χρησιμοποιήθηκαν για την καταγραφή του ύψους (ημερομηνίες: 31/05/22, 07/06 και 06/07/22).

**3. Διάμετρος στελέχους:** Με τη χρήση παχύμετρου καταγράφηκε η διάμετρος του στελέχους των ανωτέρω φυτών όπου μετρήθηκε το ύψος και ο αριθμός των φύλλων (ημερομηνίες: 07/06/22, 06/07/22 και 20/07/22).

**4. Βάρος φυτών αραβοσίτου (νωπό και ξηρό):** Την ημέρα της λήψης των μετρήσεων πραγματοποιούνταν οι υπολογισμοί του νωπού βάρους των φυτών, ενώ το ξηρό βάρος καταγραφόταν αφότου τα δείγματα είχαν ξηραθεί στον εργαστηριακό κλίβανο για 4 ημέρες στους 60 °C. (ημερομηνίες: 31/05/22, 07/06/22, 14/06/22, 06/07/22 και 20/07/22).

**6. Συγκέντρωση χλωροφύλλης:** Η συγκέντρωση χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκε με το φορητό όργανο μέτρησης SPAD-502 chlorophyll meter (ημερομηνίες: 31/05/22, 07/06/22, 06/07/22 και 20/07/22).

Τέλος, η συγκομιδή της καλλιέργειας έγινε στις 29 Σεπτεμβρίου και καταγράφηκαν τα εξής:

- 1. Το βάρος του σπάδικα:** Η συγκεκριμένη παράμετρος μετρήθηκε σε πέντε σπάδικες ανά τεμάχιο.
- 2. Το μήκος του σπάδικα:** Σε κάθε τεμάχιο μετρήθηκε το μήκος σε 5 σπάδικες.
- 3. Το βάρος των 1000 σπόρων:** Οι 5 σπάδικες που συγκομίστηκαν σε κάθε τεμάχιο αλωνίστηκαν σε αλωνιστική μηχανή στο αγρόκτημα του Τμήματος στο Βελεστίνο. Στη συνέχεια σε κάθε δείγμα μετρήθηκε το βάρος των 200 σπόρων.
- 4. Η απόδοση σε σπόρο:** Για τον υπολογισμό της απόδοσης σε Kg/στρέμμα συγκομίστηκαν 5 φυτά όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Η υγρασία των σπόρων κατά τη συγκομιδή ήταν 10,9%.

Τέλος, στο Εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών του Τμήματος μετρήθηκαν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά (περιεκτικότητα πρωτεΐνης (protein %), περιεκτικότητα αμύλου (starch %) και περιεκτικότητα λίπους (fat %)) με τη χρήση του αναλυτή NIR (DA 7250 NIR analyzer, Perten Instruments, Hägersten, Sweden). Η μέτρηση αυτών των χαρακτηριστικών μετρήθηκε σε κάθε συγκομισθέν δείγμα 2 εβδομάδες μετά τη συγκομιδή της καλλιέργειας.



**Εικόνα 2.4.** Σπάδικας στα τεμάχια του μάρτυρα στις 26/07/2022.

### **Ζιζάνια**

Η καταγραφή των ζιζανίων έγινε στις 3 πρώτες μετρήσεις μέχρι τις 07/07/22. Σε αυτές τις μετρήσεις καταγράφηκε το συνολικό ξηρό βάρος τους (31/05, 07/06 και 07/07/22). Στην τελευταία μέτρηση καταγράφηκε, επιπλέον, ο αριθμός και το ξηρό βάρος ανά είδος ζιζανίου. Οι μετρήσεις των ζιζανίων έγιναν σε επιφάνεια 40 cm x 40 cm στο κάθε αγροτεμάχιο. Τέλος, υπολογίστηκε το ποσοστό αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων έναντι των ζιζανίων άσπρο βλήτο και τριβόλι με βάση τα δεδομένα του ξηρού βάρους.

### **2.4. Μετεωρολογικά δεδομένα**

Κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου η συνολική βροχόπτωση ήταν μικρότερη από 200 mm (Πίνακας 2.6), ενώ η μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία καταγράφηκε κατά το μήνα Ιούνιο (Πίνακας 2.7).

**Πίνακας 2.6.** Μηνιαία βροχόπτωση για το διάστημα Μάιος έως Σεπτέμβριος 2022 στον πειραματικό αγρό στο Βελεστίνο.

| Μήνες       | Βροχόπτωση (mm) |
|-------------|-----------------|
| Μάιος       | 13,3            |
| Ιούνιος     | 62,6            |
| Ιούλιος     | 17              |
| Αύγουστος   | 48,4            |
| Σεπτέμβριος | 20,3            |

**Πίνακας 2.7.** Μέση, ελάχιστη και μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία για το διάστημα Μάιος έως Σεπτέμβριος 2022 στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.

| Μήνες       | Μέση<br>θερμοκρασία (°C) | Ελάχιστη<br>Θερμοκρασία (°C) | Μέγιστη<br>Θερμοκρασία (°C) |
|-------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Μάιος       | 20,3                     | 6,8                          | 35,8                        |
| Ιούνιος     | 25,6                     | 13,6                         | 40,8                        |
| Ιούλιος     | 26,8                     | 15,3                         | 37,7                        |
| Αύγουστος   | 26,4                     | 15,7                         | 38                          |
| Σεπτέμβριος | 22,5                     | 7,2                          | 37,2                        |

## 2.5. Στατιστική Επεξεργασία

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων που ελήφθησαν για τις παραμέτρους που αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πρόγραμμα SigmaPlot 12.0. Στο 1<sup>ο</sup> στάδιο της επεξεργασίας πραγματοποιήθηκε η ανάλυση της διασποράς (ANOVA) και στο 2<sup>ο</sup> στάδιο πραγματοποιήθηκε η σύγκριση των μέσων τιμών των επεμβάσεων με τη δοκιμασία της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

### 3. Αποτελέσματα

#### 3.1 Παράμετροι αραβοσίτου

##### 3.1.1 Αριθμός φύλλων

###### 1<sup>η</sup> μέτρηση

Στην 1<sup>η</sup> μέτρηση (31/05/22) του αριθμού φύλλων ανά φυτό αραβοσίτου που κυμάνθηκε μεταξύ 4,2 και 4,7 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πειραματικών επεμβάσεων όπως ανέδειξε η ανάλυση της διασποράς καθώς η τιμή του F ήταν 0,843 με τιμή P 0,549 (Πίνακας 3.1).

**Πίνακας 3.1.** Αριθμός των φύλλων του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione, nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 1<sup>η</sup> μέτρηση (31/05/2022). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Αριθμός φύλλων/φυτό αραβοσίτου |
|----------------------------------|--------------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 4,7 α                          |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 4,4 α                          |
| tembotrione                      | 4,2 α                          |
| nicosulfuron                     | 4,0 α                          |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 4,6 α                          |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 4,6 α                          |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                                |
| Τιμή F                           | 0,843                          |
| Τιμή P                           | 0,549                          |
| LSD <sub>5%</sub>                | -                              |

###### 2<sup>η</sup> μέτρηση

Στην 2<sup>η</sup> μέτρηση η καταγραφή του αριθμού φύλλων ανά φυτό αραβοσίτου πραγματοποιήθηκε 7 ημέρες μετά την 1<sup>η</sup> μέτρηση και τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πειραματικών επεμβάσεων (Πίνακας 3.2), ενώ ο αριθμός φύλλων κυμαίνονταν μεταξύ 5,4 και 6,4 φύλλα ανά φυτό αραβοσίτου.

**Πίνακας 3.2.** Αριθμός των φύλλων του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 2<sup>η</sup> μέτρηση (07/06/2022). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Αριθμός φύλλων/φυτό αραβοσίτου |
|----------------------------------|--------------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 5,4 α                          |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 6,0 α                          |
| tembotrione                      | 6,3 α                          |
| nicosulfuron                     | 5,4 α                          |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 5,2 α                          |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 6,4 α                          |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                                |
| Τιμή F                           | 1,889                          |
| Τιμή P                           | 0,183                          |
| LSD <sub>5%</sub>                | -                              |

### 3<sup>η</sup> μέτρηση

Στην 3<sup>η</sup> μέτρηση του αριθμού φύλλων ανά φυτό αραβοσίτου που πραγματοποιήθηκε στις 06/07/22, η ανάλυση της διασποράς ( $F=0,981$ ,  $P=0.475$ ) δεν φανέρωσε διαφορές στατιστικώς σημαντικές μεταξύ των επεμβάσεων, ενώ ο αριθμός των φύλλων κυμάνθηκε μεταξύ 12,2 και 13,3 (Πίνακας 3.3).

### **3.1.2 Ύψος βλαστού**

#### 1<sup>η</sup> μέτρηση

Στην 1<sup>η</sup> μέτρηση (31/05/22) του ύψους βλαστού του αραβοσίτου όπως ανέδειξε η ανάλυση της διασποράς δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των έξι πειραματικών επεμβάσεων. Το ύψος των φυτών κυμάνθηκε από 18 έως 19,4 cm (Πίνακας 3.4).

**Πίνακας 3.3.** Αριθμός των φύλλων του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 3<sup>η</sup> μέτρηση (06/07/2022). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Αριθμός φύλλων/φυτό αραβοσίτου |
|----------------------------------|--------------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 12,2 α                         |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 12,4 α                         |
| tembotrione                      | 13,3 α                         |
| nicosulfuron                     | 12,9 α                         |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 13,3 α                         |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 12,3 α                         |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                                |
| Τιμή F                           | 0,981                          |
| Τιμή P                           | 0,475                          |
| LSD <sub>5%</sub>                | -                              |

**Πίνακας 3.4.** Ύψος των φυτών (cm) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 1<sup>η</sup> μέτρηση (31/05/2022). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Ύψος φυτών (cm) |
|----------------------------------|-----------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 18,4 α          |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 18,0 α          |
| tembotrione                      | 19,9 α          |
| nicosulfuron                     | 21,4 α          |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 18,7 α          |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 19,1 α          |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                 |
| Τιμή F                           | 0,269           |
| Τιμή P                           | 0,920           |
| LSD <sub>5%</sub>                | -               |

### 2<sup>η</sup> μέτρηση

Στην 2<sup>η</sup> μέτρηση (07/06/22) του ύψους των φυτών η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πειραματικών επεμβάσεων, ενώ οι τιμές του ύψους κυμαίνονταν μεταξύ 31,1 και 42 cm (Πίνακας 3.5).

**Πίνακας 3.5.** Ύψος των φυτών (cm) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 2<sup>η</sup> μέτρηση (07/06/2022). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Ύψος φυτών (cm) |
|----------------------------------|-----------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 35,2 α          |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 38,2 α          |
| tembotrione                      | 37,8 α          |
| nicosulfuron                     | 37,4 α          |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 31,1 α          |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 42,0 α          |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                 |
| Τιμή F                           | 0,651           |
| Τιμή P                           | 0,668           |
| LSD <sub>5%</sub>                | -               |

### 3<sup>η</sup> μέτρηση

Στην 3<sup>η</sup> μέτρηση (06/07/22) του ύψους των φυτών η ανάλυση της διασποράς έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων, ενώ δεν φανερώθηκαν διαφορές μεταξύ των 4 ζιζανιοκτόνων. Το μικρότερος ύψος μετρήθηκε στα φυτά της επέμβασης του ασκάλιστου μάρτυρα (173,3) και το μεγαλύτερο στα φυτά της επέμβασης του σκαλισμένου μάρτυρα (238,6 cm). (Πίνακας 3.6).

### 4<sup>η</sup> μέτρηση

Η τελευταία καταγραφή του ύψους των φυτών πραγματοποιήθηκε στις 20/07/22 με τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων να φανερώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των έξι επεμβάσεων. Συγκεκριμένα, δεν διέφεραν στατιστικώς

σημαντικά οι τιμές στις 4 επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων, ενώ η τιμή του ύψους (232,2) στον ασκάλιστο μάρτυρα διέφερε με όλες τις άλλες επεμβάσεις (Πίνακας 3.7).

**Πίνακας 3.6.** Ύψος των φυτών (cm) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 3<sup>η</sup> μέτρηση (06/07/2022). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Ύψος φυτών (cm) |
|----------------------------------|-----------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 220,8 α         |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 223,6 α         |
| tembotrione                      | 231,1 α         |
| nicosulfuron                     | 227,8 α         |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 238,6 α         |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 173,3 β         |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                 |
| Τιμή F                           | 3,829           |
| Τιμή P                           | 0,034           |
| LSD <sub>5%</sub>                | 37,525          |

**Πίνακας 3.7.** Ύψος των φυτών (cm) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 4<sup>η</sup> μέτρηση (20/07/2022). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Ύψος φυτών (cm) |
|----------------------------------|-----------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 251,4 α         |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 249,7 α         |
| tembotrione                      | 257,9 α         |
| nicosulfuron                     | 248,3 α         |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 254,8 α         |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 232,2 β         |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                 |
| Τιμή F                           | 4,912           |
| Τιμή P                           | 0,016           |
| LSD <sub>5%</sub>                | 12,669          |

### 3.1.3 Συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD)

#### 1<sup>η</sup> μέτρηση

Στην 1<sup>η</sup> μέτρηση (31/05/22) της συγκέντρωσης χλωροφύλλης (SPAD) του αραβοσίτου η ανάλυση των πειραματικών δεδομένων έδειξε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Οι τιμές SPAD κυμαίνονταν μεταξύ 39,3 και 43,7 (Πίνακας 3.8).

**Πίνακας 3.8.** Συγκέντρωση χλωροφύλλης (SPAD) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 1<sup>η</sup> μέτρηση (31/05/2022). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Συγκέντρωση χλωροφύλλης (SPAD) |
|----------------------------------|--------------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 40,4 α                         |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 43,6 α                         |
| tembotrione                      | 41,7 α                         |
| nicosulfuron                     | 39,3 α                         |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 41,0 α                         |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 43,7 α                         |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                                |
| Τιμή F                           | 0,336                          |
| Τιμή P                           | 0,880                          |
| LSD <sub>5%</sub>                | -                              |

#### 2<sup>η</sup> μέτρηση

Παρομοίως και στη 2<sup>η</sup> μέτρηση (07/06/22) της συγκέντρωσης χλωροφύλλης (SPAD) του αραβοσίτου δεν αναδείχθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των έξι πειραματικών επεμβάσεων. Όμως σε αυτήν τη μέτρηση μετρήθηκαν υψηλότερες τιμές SPAD που κυμαίνονταν μεταξύ 45,5 και 51,6 (Πίνακας 3.9).

**Πίνακας 3.9.** Συγκέντρωση χλωροφύλλης (SPAD) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 2<sup>η</sup> μέτρηση (07/06/2022). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Συγκέντρωση χλωροφύλλης (SPAD) |
|----------------------------------|--------------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 45,8 α                         |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 46,6 α                         |
| tembotrione                      | 47,5 α                         |
| nicosulfuron                     | 48,5 α                         |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 45,5 α                         |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 51,6 α                         |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                                |
| Τιμή F                           | 1,251                          |
| Τιμή P                           | 0,356                          |
| LSD <sub>5%</sub>                | -                              |

### 3<sup>η</sup> μέτρηση

Στην 3<sup>η</sup> μέτρηση (06/07/22) της συγκέντρωσης χλωροφύλλης (SPAD) του αραβοσίτου σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των έξι επεμβάσεων με τη μικρότερη τιμή (48,1) να καταγράφεται στον ασκάλιστο μάρτυρα η οποία διέφερε στατιστικώς με όλες τις άλλες επεμβάσεις (Πίνακας 3.10).

### 4<sup>η</sup> μέτρηση

Στη τέταρτη και τελευταία καταγραφή της συγκέντρωσης χλωροφύλλης (SPAD) του αραβοσίτου που πραγματοποιήθηκε στις 20 Ιουλίου, σημειώθηκαν επίσης στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πειραματικών επεμβάσεων. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φυτά του tembotrione (τιμή SPAD 58,3), ενώ η μικρότερη SPAD (52,4) καταγράφηκε ξανά στον ασκάλιστο μάρτυρα (Πίνακας 3.11).

**Πίνακας 3.10.** Συγκέντρωση χλωροφύλλης (SPAD) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 3<sup>η</sup> μέτρηση (06/07/2022). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Συγκέντρωση χλωροφύλλης (SPAD) |
|----------------------------------|--------------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 55,0 α                         |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 54,8 α                         |
| tembotrione                      | 54,9 α                         |
| nicosulfuron                     | 52,9 α                         |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 54,2 α                         |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 48,1 β                         |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                                |
| Τιμή F                           | 3,684                          |
| Τιμή P                           | 0,038                          |
| LSD <sub>5%</sub>                | 4,418                          |

**Πίνακας 3.11.** Συγκέντρωση χλωροφύλλης (SPAD) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 4<sup>η</sup> μέτρηση (20/07/2022). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Συγκέντρωση χλωροφύλλης (SPAD) |
|----------------------------------|--------------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 56,9 α                         |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 55,3 α                         |
| tembotrione                      | 58,3 α                         |
| nicosulfuron                     | 57,9 α                         |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 57,3 α                         |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 52,4 β                         |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                                |
| Τιμή F                           | 3,494                          |
| Τιμή P                           | 0,044                          |
| LSD <sub>5%</sub>                | 3,694                          |

### 3.1.4 Διάμετρος βλαστού

#### 1<sup>η</sup> μέτρηση

Στην 1<sup>η</sup> μέτρηση της διαμέτρου του βλαστού (07/06/22) η ανάλυση των δεδομένων φανέρωσε ότι δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των έξι πειραματικών επεμβάσεων. Οι τιμές της διαμέτρου κυμαίνονται μεταξύ 1,1 και 1,4 cm (Πίνακας 3.12).

**Πίνακας 3.12.** Διάμετρος του βλαστού (cm) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στις 07/06/2022. Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Διάμετρος βλαστού (cm) |
|----------------------------------|------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 1,21 α                 |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 1,32 α                 |
| tembotrione                      | 1,19 α                 |
| nicosulfuron                     | 1,10 α                 |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 1,17 α                 |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 1,40 α                 |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                        |
| Τιμή F                           | 0,361                  |
| Τιμή P                           | 0,864                  |
| LSD <sub>5%</sub>                | -                      |

#### 2<sup>η</sup> μέτρηση

Στην 2<sup>η</sup> μέτρηση (06/07/22) της διαμέτρου του βλαστού του αραβοσίτου σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των άλλων πειραματικών επεμβάσεων (Πίνακας 3.13).

#### 3<sup>η</sup> μέτρηση

Στη τρίτη και τελευταία μέτρηση (20/07/22) της διαμέτρου του βλαστού του αραβοσίτου καταγράφηκαν παρόμοια αποτελέσματα με την προηγούμενη μέτρηση με τη μικρότερη τιμή (1,87) να καταγράφεται στον ασκάλιστο μάρτυρα (Πίνακας 3.14).

**Πίνακας 3.13.** Διάμετρος του βλαστού (cm) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στις 06/07/2022. Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Διάμετρος βλαστού (cm) |
|----------------------------------|------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 2,48 α                 |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 2,50 α                 |
| tembotrione                      | 2,56 α                 |
| nicosulfuron                     | 2,42 α                 |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 2,59 α                 |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 1,84 β                 |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                        |
| Τιμή F                           | 12,434                 |
| Τιμή P                           | <0,001                 |
| LSD <sub>5%</sub>                | 0,248                  |

**Πίνακας 3.14.** Διάμετρος του βλαστού (cm) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 4<sup>η</sup> μέτρηση (20/07/2022). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Διάμετρος βλαστού (cm) |
|----------------------------------|------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 2,72 α                 |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 2,70 α                 |
| tembotrione                      | 2,54 α                 |
| nicosulfuron                     | 2,69 α                 |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 2,72 α                 |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 1,87 β                 |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                        |
| Τιμή F                           | 15,958                 |
| Τιμή P                           | <0,001                 |
| LSD <sub>5%</sub>                | 0,268                  |

### 3.1.5 Νωπό βάρος των φυτών

#### 1<sup>η</sup> μέτρηση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων της 1<sup>ης</sup> μέτρησης του νωπού βάρους της καλλιέργειας έδειξε ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων. Οι τιμές του νωπού βάρους κυμάνθηκαν από 62,6 έως 116 kg/στρέμμα (Πίνακας 3.15).

**Πίνακας 3.15.** Νωπό βάρος (kg/στρέμμα) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 1<sup>η</sup> μέτρηση (31/05/22). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Νωπό βάρος (kg/στρέμμα) |
|----------------------------------|-------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 78,4 α                  |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 62,6 α                  |
| tembotrione                      | 97,1 α                  |
| nicosulfuron                     | 77,6 α                  |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 116,0 α                 |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 83,7 α                  |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                         |
| Τιμή F                           | 0,536                   |
| Τιμή P                           | 0,745                   |
| LSD <sub>5%</sub>                | -                       |

#### 2<sup>η</sup> μέτρηση

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων για τη 2<sup>η</sup> μέτρηση (07/06/22) δεν ανέδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των έξι πειραματικών επεμβάσεων. Οι τιμές του νωπού βάρους κυμάνθηκαν από 263,4 έως 426,2 kg/στρέμμα (Πίνακας 3.16).

#### 3<sup>η</sup> μέτρηση

Η στατιστική ανάλυση των πειραματικών δεδομένων της 3<sup>ης</sup> μέτρησης του νωπού βάρους του αραβοσίτου έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων. Συγκεκριμένα, ο ασκάλιστος μάρτυρας (2402,7 kg/στρέμμα) διέφερε με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις (Πίνακας 3.17).

**Πίνακας 3.16.** Νωπό βάρος (kg/στρέμμα) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 2<sup>η</sup> μέτρηση (07/06/22). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Νωπό βάρος (kg/στρέμμα) |
|----------------------------------|-------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 300,9 α                 |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 324,8 α                 |
| tembotrione                      | 404,8 α                 |
| nicosulfuron                     | 281,3 α                 |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 426,2 α                 |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 263,4 α                 |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                         |
| Τιμή F                           | 0,793                   |
| Τιμή P                           | 0,578                   |
| LSD <sub>5%</sub>                | -                       |

**Πίνακας 3.17.** Νωπό βάρος (kg/στρέμμα) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 3<sup>η</sup> μέτρηση (06/07/22). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Νωπό βάρος (kg/στρέμμα) |
|----------------------------------|-------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 4313,6 α                |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 4607,7 α                |
| tembotrione                      | 4811,3 α                |
| nicosulfuron                     | 3863,3 α                |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 4932,1 α                |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 2402,7 β                |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                         |
| Τιμή F                           | 6,411                   |
| Τιμή P                           | 0,006                   |
| LSD <sub>5%</sub>                | 1170,16                 |

#### 4<sup>η</sup> μέτρηση

Στην τέταρτη και τελευταία μέτρηση (20/07/22) των νωπών βαρών των φυτών αραβοσίτου, η ανάλυση δεδομένων ανάδειξε ότι στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των άλλων πειραματικών επεμβάσεων. Δεν σημειώθηκαν διαφορές στατιστικώς σημαντικές μεταξύ των τεσσάρων ζιζανιοκτόνων (Πίνακας 3.18). Οι τιμές του νωπού βάρους στα τέσσερα ζιζανιοκτόνα κυμάνθηκαν από 6169,8 έως 6814,1 kg/στρέμμα με τη μεγαλύτερη τιμή να σημειώνεται στο nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba.

**Πίνακας 3.18.** Νωπό βάρος (kg/στρέμμα) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 4<sup>η</sup> μέτρηση (20/07/22). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Νωπό βάρος (kg/στρέμμα) |
|----------------------------------|-------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 6443,8 α                |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 6814,1 α                |
| tembotrione                      | 6606,7 α                |
| nicosulfuron                     | 6169,8 α                |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 7266,0 α                |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 4829,1 β                |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                         |
| Τιμή F                           | 4,618                   |
| Τιμή P                           | 0,019                   |
| LSD <sub>5%</sub>                | 1222,36                 |

#### **3.1.6 Ξηρά βάρη των φυτών**

##### 1<sup>η</sup> μέτρηση

Στην αξιολόγηση των ξηρών φυτών του αραβοσίτου της 1<sup>ης</sup> μέτρησης, διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των διαφορετικών επεμβάσεων (Πίνακας 3.19).

##### 2<sup>η</sup> μέτρηση

Σχετικά με την αξιολόγηση των ξηρών φυτών αραβοσίτου της 2<sup>ης</sup> μέτρησης, διαπιστώθηκε ξανά ότι οι μέσες τιμές στις διάφορες επεμβάσεις δεν διέφεραν στατιστικών μεταξύ τους (Πίνακας 3.20).

**Πίνακας 3.19.** Ξηρό βάρος (kg/στρέμμα) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 1<sup>η</sup> μέτρηση (31/05/22). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Ξηρό βάρος (kg/στρέμμα) |
|----------------------------------|-------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 10,9 α                  |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 8,3 α                   |
| tembotrione                      | 12,2 α                  |
| nicosulfuron                     | 10,2 α                  |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 19,3 α                  |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 11,1 α                  |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                         |
| Τιμή F                           | 1,000                   |
| Τιμή P                           | 0,465                   |
| LSD <sub>5%</sub>                | -                       |

**Πίνακας 3.20.** Ξηρό βάρος (kg/στρέμμα) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 2<sup>η</sup> μέτρηση (07/06/22). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Ξηρό βάρος (kg/στρέμμα) |
|----------------------------------|-------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 40,8 α                  |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 40,6 α                  |
| tembotrione                      | 50,3 α                  |
| nicosulfuron                     | 36,8 α                  |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 54,0 α                  |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 37,4 α                  |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                         |
| Τιμή F                           | 0,513                   |
| Τιμή P                           | 0,761                   |
| LSD <sub>5%</sub>                | -                       |

### 3<sup>η</sup> μέτρηση

Στη μέτρηση των ξηρών φυτών αραβοσίτου της 3<sup>ης</sup> μέτρησης, διαπιστώθηκε ότι οι διαφορετικές επεμβάσεις διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά. Συγκεκριμένα, ο

ασκάλιστος μάρτυρας διέφερε με όλες τις υπόλοιπες επεμβάσεων, ενώ δεν διέφεραν στατιστικώς μεταξύ τους οι τιμές στα τέσσερα ζιζανιοκτόνα (Πίνακας 3.21).

**Πίνακας 3.21.** Ξηρό βάρος (kg/στρέμμα) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 3<sup>η</sup> μέτρηση (06/07/22). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Ξηρό βάρος (kg/στρέμμα) |
|----------------------------------|-------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 614,8 βγ                |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 709,2 αβ                |
| tembotrione                      | 759,2 αβ                |
| nicosulfuron                     | 548,1 γ                 |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 807,3 α                 |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 385,1 δ                 |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                         |
| Τιμή F                           | 9,405                   |
| Τιμή P                           | 0,002                   |
| LSD <sub>5%</sub>                | 159,82                  |

#### 4<sup>η</sup> μέτρηση

Στην τέταρτη και τελευταία μέτρηση των ξηρών φυτών αραβοσίτου βρέθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των διαφορετικών επεμβάσεων, με το μεγαλύτερο ξηρό βάρος να βρίσκεται στο τεμάχιο όπου εφαρμόστηκε nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba (1362,8 kg/στρέμμα) και τη μικρότερη τιμή (792,5 kg/στρέμμα) στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα (Πίνακας 3.22).

#### **3.1.7 Βάρος των 1000 σπόρων**

Η ανάλυση των δεδομένων σχετικών με το βάρος 1000 σπόρων αραβοσίτου φανέρωσε την ύπαρξη στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των άλλων πέντε επεμβάσεων. Ειδικότερα, μεγαλύτερο βάρος 1000 σπόρων βρέθηκε να έχει το τεμάχιο του σκαλισμένου μάρτυρα (328,3 g) η οποία δεν διέφερε στατιστικώς με τις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (Πίνακας 3.23).

**Πίνακας 3.22.** Ξηρά βάρη (kg/στρέμμα) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 4<sup>η</sup> μέτρηση (20/07/22). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Ξηρά βάρη (kg/στρέμμα) |
|----------------------------------|------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 1236,9 αβ              |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 1362,8 αβ              |
| tembotrione                      | 1281,4 αβ              |
| nicosulfuron                     | 1117,7 β               |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 1407,3 α               |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 792,5 γ                |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                        |
| Τιμή F                           | 7,783                  |
| Τιμή P                           | 0,003                  |
| LSD <sub>5%</sub>                | 252,69                 |

**Πίνακας 3.23.** Βάρος των 1000 σπόρων (g) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Βάρος των 1000 σπόρων (g) |
|----------------------------------|---------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 310,8 α                   |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 312,5 α                   |
| tembotrione                      | 315,6 α                   |
| nicosulfuron                     | 304,1 α                   |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 328,3 α                   |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 261,1 β                   |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                           |
| Τιμή F                           | 6,716                     |
| Τιμή P                           | 0,005                     |
| LSD <sub>5%</sub>                | 28,126                    |

### 3.1.8. Βάρος σπάδικα

Κατά τη μέτρηση του βάρους του σπάδικα του αραβοσίτου, όπως απέδειξε η στατιστική ανάλυση, υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του

ασκάλιστου μάρτυρα και των άλλων επεμβάσεων. Το μεγαλύτερο βάρος του σπάδικα συναντάται στο τεμάχιο στο οποίο έγινε ψεκασμός tembotrione (286,6 g) (Πίνακας 3.24).

**Πίνακας 3.24.** Βάρος σπάδικα (g) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Βάρος σπάδικα (g) |
|----------------------------------|-------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 234,8 αβ          |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 251,3 αβ          |
| tembotrione                      | 286,6 α           |
| nicosulfuron                     | 221,6 β           |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 265,6 αβ          |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 140,8 γ           |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                   |
| Τιμή F                           | 8,307             |
| Τιμή P                           | 0,002             |
| LSD <sub>5%</sub>                | 55,565            |

### 3.1.9 Μήκος σπάδικα

Σχετικά με μέτρηση του μήκους του σπάδικα που πραγματοποιήθηκε κατά τη συγκομιδή της καλλιέργειας, αποδείχθηκε, μέσω της ανάλυσης, ότι υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα και των άλλων πέντε πειραματικών επεμβάσεων. Ειδικότερα, το μεγαλύτερο μήκος σπάδικα παρατηρήθηκε στο τεμάχιο στο οποίο έγινε ψεκασμός με nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba (21,3 cm), ενώ το μικρότερο μήκος (17,3) μετρήθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα (Πίνακας 3.25).

### 3.1.10 Απόδοση σε σπόρο

Όσον αφορά την απόδοση σε σπόρο, βρέθηκε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των άλλων επεμβάσεων, με την υψηλότερη απόδοση σπόρου να συναντάται στο τεμάχιο που εφαρμόστηκε tembotrione (1589,7 kg/στρέμμα) (Πίνακας 3.26).

**Πίνακας 3.25.** Μήκος σπάδικα (cm) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Μήκος σπάδικα (cm) |
|----------------------------------|--------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 20,0 α             |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 21,3 α             |
| tembotrione                      | 20,9 α             |
| nicosulfuron                     | 20,5 α             |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 21,2 α             |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 17,3 β             |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                    |
| Τιμή F                           | 8,650              |
| Τιμή P                           | 0,002              |
| LSD <sub>5%</sub>                | 1,612              |

**Πίνακας 3.26.** Απόδοση σπόρου (kg/στρέμμα) του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Απόδοση σπόρου (kg/στρέμμα) |
|----------------------------------|-----------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 1378,5 αβ                   |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 1494,1 α                    |
| tembotrione                      | 1580,7 α                    |
| nicosulfuron                     | 1260,3 β                    |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 1549,6 α                    |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 821,7 γ                     |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                             |
| Τιμή F                           | 16,121                      |
| Τιμή P                           | <0,001                      |
| LSD <sub>5%</sub>                | 222,47                      |

### 3.1.11 Περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στους σπόρους

Η ανάλυση των δεδομένων σχετικά με την περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στους σπόρους του αραβοσίτου δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης κυμάνθηκε μεταξύ 7,67 και 8,33% (Πίνακας 3.27).

**Πίνακας 3.27.** Περιεκτικότητα πρωτεΐνης (%) στους σπόρους του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Περιεκτικότητα πρωτεΐνης (%) |
|----------------------------------|------------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 7,78 α                       |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 7,95 α                       |
| tembotrione                      | 7,67 α                       |
| nicosulfuron                     | 7,93 α                       |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 7,92 α                       |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 8,33 α                       |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                              |
| Τιμή F                           | 0,733                        |
| Τιμή P                           | 0,615                        |
| LSD <sub>5%</sub>                | -                            |

### 3.1.12 Περιεκτικότητα των λιπών στους σπόρους

Η στατιστική ανάλυση δεδομένων για την περιεκτικότητα λιπών στους σπόρους του αραβοσίτου φανέρωσε ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των 6 επεμβάσεων. Η περιεκτικότητα των λιπών κυμάνθηκε από 3,17 έως 3,50% (Πίνακας 3.28).

### 3.1.13 Περιεκτικότητα αμύλου στους σπόρους

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά σχετικά με την περιεκτικότητα αμύλου στους σπόρους του αραβοσίτου κατά

τη συγκομιδή (Πίνακας 3.29). Η περιεκτικότητα του αμύλου κυμάνθηκε μεταξύ 64,2 και 65,07%.

**Πίνακας 3.28.** Περιεκτικότητα λιπών (%) στους σπόρους του αραβοσίτου στις διάφορες πειραματικές επεμβάσεις (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Περιεκτικότητα λιπών (%) |
|----------------------------------|--------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 3,50 α                   |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 3,23 α                   |
| tembotrione                      | 3,40 α                   |
| nicosulfuron                     | 3,17 α                   |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 3,20 α                   |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 3,20 α                   |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                          |
| Τιμή F                           | 1,038                    |
| Τιμή P                           | 0,447                    |
| LSD <sub>5%</sub>                | -                        |

**Πίνακας 3.29.** Περιεκτικότητα αμύλου (%) στους σπόρους του αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Περιεκτικότητα αμύλου (%) |
|----------------------------------|---------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 65,07 α                   |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 64,57 α                   |
| tembotrione                      | 64,23 α                   |
| nicosulfuron                     | 64,27 α                   |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 64,43 α                   |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 64,20 α                   |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                           |
| Τιμή F                           | 0,419                     |
| Τιμή P                           | 0,826                     |
| LSD <sub>5%</sub>                | -                         |

## 3.2 Παράμετροι ζιζανίων

### 3.2.1 Συνολικός αριθμός ζιζανίων

Στην μέτρηση του συνολικού αριθμού ζιζανίων που πραγματοποιήθηκε στις 7 Ιουλίου βρέθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων με τον μεγαλύτερο αριθμό των ζιζανίων (88 φυτά m<sup>2</sup>) να καταγράφεται στον ασκάλιστο μάρτυρα (Πίνακας 3.30). Μεταξύ των ζιζανιοκτόνων ο μικρότερος αριθμός των ζιζανίων (13 φυτά m<sup>2</sup>) μετρήθηκε στο ζιζανιοκτόνο nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba.

**Πίνακας 3.30.** Αριθμός ζιζανίων (φυτά/m<sup>2</sup>) στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στις 07/07/2022. Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Αριθμός ζιζανίων/m <sup>2</sup> |
|----------------------------------|---------------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 46,0 β                          |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 13,3 γ                          |
| tembotrione                      | 20,7 γ                          |
| nicosulfuron                     | 26,7 βγ                         |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 0 γ                             |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 88,0 α                          |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                                 |
| Τιμή F                           | 19,533                          |
| Τιμή P                           | <0,001                          |
| LSD <sub>5%</sub>                | 22,229                          |

### 3.2.2 Ξηρό βάρος ζιζανίων

#### 1<sup>η</sup> μέτρηση

Στην 1<sup>η</sup> μέτρηση (31/05/22) του ξηρού βάρους των ζιζανίων βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των άλλων επεμβάσεων, με το μεγαλύτερο ξηρό βάρος ζιζανίων να καταγράφεται στον ασκάλιστο μάρτυρα (271,1 kg/στρέμμα) (Πίνακας 3.31.). Μεταξύ των ζιζανιοκτόνων δεν

βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για την 1<sup>η</sup> μέτρηση του ξηρού βάρους των ζιζανίων.

**Πίνακας 3.31.** Ξηρό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα) στον αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 1<sup>η</sup> μέτρηση (31/05/2022). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Ξηρό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα) |
|----------------------------------|----------------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 128,4 β                          |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 84,4 β                           |
| tembotrione                      | 81,3 β                           |
| nicosulfuron                     | 91,7 β                           |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 0 γ                              |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 271,1 α                          |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                                  |
| Τιμή F                           | 13,916                           |
| Τιμή P                           | <0,001                           |
| LSD <sub>5%</sub>                | 75,759                           |

### 2<sup>η</sup> μέτρηση

Όπως και στη 1<sup>η</sup> μέτρηση και στη 2<sup>η</sup> μέτρηση (07/06/22) του ξηρού βάρους των ζιζανίων βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και των άλλων επεμβάσεων. Και σε αυτή τη μέτρηση διαπιστώθηκε ότι το μεγαλύτερο ξηρό βάρος ζιζανίων στο τεμάχιο του ασκάλιστου μάρτυρα (319,4 kg/στρέμμα) (Πίνακας 3.32).

### 3<sup>η</sup> μέτρηση

Στην 3<sup>η</sup> μέτρηση (06/07/22) του ξηρού βάρους των ζιζανίων, η στατιστική ανάλυση δεδομένων έδειξε ότι και πάλι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων, με μεγαλύτερο ξηρό βάρος ζιζανίων στον ασκάλιστο μάρτυρα (568,3 kg/στρέμμα) (Πίνακας 3.31). Μεταξύ των ζιζανιοκτόνων οι μικρότερες τιμές μετρήθηκαν στα ζιζανιοκτόνα nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba και tembotrione.

**Πίνακας 3.32.** Ξηρό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα) στον αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην 2<sup>η</sup> μέτρηση (07/06/2022). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Ξηρό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα) |
|----------------------------------|----------------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 142,2 β                          |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 82,2 βγ                          |
| tembotrione                      | 72,8 βγ                          |
| nicosulfuron                     | 114,3 β                          |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 0 γ                              |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 319,4 α                          |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                                  |
| Τιμή F                           | 12,147                           |
| Τιμή P                           | <0,001                           |
| LSD <sub>5%</sub>                | 97,634                           |

**Πίνακας 3.33.** Ξηρό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα) στον αραβοσίτου στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (mesotrione+nicosulfuron, nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, tembotrione nicosulfuron, σκαλισμένος και ασκάλιστος μάρτυρας) στην μέτρηση (07/07/2022). Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Ξηρό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα) |
|----------------------------------|----------------------------------|
| mesotrione+nicosulfuron          | 179,3 β                          |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 23,9 βγ                          |
| tembotrione                      | 53,4 βγ                          |
| nicosulfuron                     | 152,0 β                          |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 0 γ                              |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 568,3 α                          |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                                  |
| Τιμή F                           | 17,719                           |
| Τιμή P                           | <0,001                           |
| LSD <sub>5%</sub>                | 157,936                          |

### 3.2.3 Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων έναντι των ζιζανίων άσπρο βλήτο και τριβόλι

Το ποσοστό αποτελεσματικότητας στα κύρια ζιζάνια άσπρο βλήτο και τριβόλι υπολογίστηκε με βάση το ξηρό βάρος. Η ανάλυση της διασποράς φανέρωσε ότι δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ζιζανιοκτόνων tembotrione, nicosulfuron και nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba για το ποσοστό αποτελεσματικότητας έναντι (>94%) του άσπρου βλήτου. Όσο αφορά την αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων έναντι του τριβολιού το ζιζανιοκτόνο mesotrione+nicosulfuron δεν καταπολέμησε αποτελεσματικά το τριβόλι (ποσοστό αποτελεσματικότητας 63,5%), ενώ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των άλλων ζιζανιοκτόνων (Πίνακας 3.34).

**Πίνακας 3.34.** Ποσοστό αποτελεσματικότητας των διάφορων ζιζανιοκτόνων έναντι των πλατύφυλλων ζιζανίων άσπρο βλήτο και τριβόλι. Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση τη δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

| Επεμβάσεις                       | Ποσοστό αποτελεσματικότητας (%) |         |
|----------------------------------|---------------------------------|---------|
|                                  | Άσπρο βλήτο                     | Τριβόλι |
| mesotrione+nicosulfuron          | 73,8 β                          | 63,5 β  |
| nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba | 94,1 α                          | 99,0 α  |
| tembotrione                      | 99,4 α                          | 96,0 α  |
| nicosulfuron                     | 95,7 α                          | 91,9 α  |
| Σκαλισμένος μάρτυρας             | 100 α                           | 100 α   |
| Ασκάλιστος μάρτυρας              | 0 γ                             | 0 γ     |
| <b>Ανάλυση της διασποράς</b>     |                                 |         |
| Τιμή F                           | 57,865                          | 154,382 |
| Τιμή P                           | <0,001                          | <0,001  |
| LSD <sub>5%</sub>                | 16,163                          | 9,942   |

## 4. Συζήτηση και Συμπεράσματα

### 4.1. Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα του πειράματος, στη μεταχείριση nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba μετρήθηκε η μικρότερη πυκνότητα ζιζανίων, με 13 φυτά/m<sup>2</sup>, ενώ αντιθέτως ο ασκάλιστος μάρτυρας εμφάνισε τη μεγαλύτερη πυκνότητα ζιζανίων, με 46 φυτά/m<sup>2</sup> (Εικόνα 4.1). Παρομοίως, οι Mitkov et al. (2019) αναφέρουν παρόμοια αποτελέσματα, ενώ το ζιζανιοκτόνο dicamba + nicosulfuron + rimsulfuron έλεγξε αποτελεσματικά (100%) διάφορα είδη πλατύφυλλων ζιζανίων όπως το τραχύ βλήτο, η αγροτομάτα, η λουβουδιά και η αντράκλα.



**Εικόνα 4.1.** Πυκνότητα ζιζανίων στο τεμάχιο του ασκάλιστου μάρτυρα και στο τεμάχιο όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba (αριστερά και δεξιά, αντίστοιχα) στις 7 Ιουνίου.

Επιπρόσθετα, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω στα αποτελέσματα και στις 3 μετρήσεις των ζιζανίων (31/05/2022, 07/06/2022 και 06/07/2022) ο ασκάλιστος μάρτυρας έφερε το μεγαλύτερο βάρος ζιζανίων με αποτέλεσμα να επηρεάσει αρνητικά το βάρος των φυτών του αραβοσίτου. Συγκεκριμένα, στις 06/07/2022 (Εικόνα 4.2) στον ασκάλιστο μάρτυρα μετρήθηκαν 568,3 kg ζιζανίων/στρέμμα, ενώ στην ίδια ημερομηνία μετρήθηκαν 23.9 kg ζιζανίων/στρέμμα στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba.



**Εικόνα 4.2.** Ανάπτυξη ζιζανίων στο τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα και στο τεμάχιο όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba (αριστερά και δεξιά, αντίστοιχα) στις 7 Ιουλίου.

Ακόμη, βρέθηκε ότι το ζιζανιοκτόνο mesotrione+nicosulfuron ήταν το λιγότερο αποτελεσματικό στη αντιμετώπιση του άσπρου βλήτου και του τριβολιού, βάσει του ξηρού βάρους που καταγράφηκε. Ειδικότερα, το ζιζανιοκτόνο mesotrione+nicosulfuron για το άσπρο βλήτο εμφανίζει αποτελεσματικότητα 63,5%, ενώ τα υπόλοιπα ζιζανιοκτόνα ήταν αποτελεσματικά πάνω από 90%. Αντιστοίχως, το μίγμα mesotrione+nicosulfuron για την καταπολέμηση του τριβολιού είχε αποτελεσματικότητα 63,5%, η οποία για τα άλλα ζιζανιοκτόνα ήταν υψηλότερη από 90%. Αναλυτικότερα, το ζιζανιοκτόνο nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba εμφάνισε ποσοστό αποτελεσματικότητας 94,1% εναντίον του άσπρου βλήτου και 99% εναντίον του τριβολιού, ενώ το tembotrione αντιμετώπισε κατά 99,4% το άσπρο βλήτο και κατά 96% το τριβόλι (Εικόνα 4.3). Σε έρευνα των Imran et al. (2021) παρατηρήθηκε ότι η αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση του *Tribulus terrestris* πραγματοποιήθηκε με το χειρωνακτικό τσάπισμα καθώς επίσης και στην επέμβαση acetyclour+atrazine (προφυτρωτική εφαρμογή) + nicosulfuron (μεταφυτρωτική εφαρμογή). Συμπληρωματικά, για τα διάφορα είδη *Amaranthus*, οι Abdelaal et al. (2023) αναφέρουν ότι το μίγμα mesotrione+nicosulfuron αποδείχθηκε το λιγότερο αποτελεσματικό (<50%) για την αντιμετώπιση των ζιζανίων *Amaranthus retroflexus* και *A. blitoides*, από όσα χρησιμοποιήθηκαν. Επίσης, σύμφωνα με έρευνα των Werle et al. (2023) το είδος βλήτου *Amaranthus tuberculatus* καταπολεμήθηκε αποτελεσματικά (>80%) με τις δραστικές ουσίες mesotrione και tembotrione, ενώ το dicamba ήταν λιγότερο αποτελεσματικό (77%). Σε άλλη μελέτη, οι Brandenberger et

al. (2009) παρατήρησαν ότι η δραστική ουσία halosulfuron ήταν επαρκώς αποτελεσματική (83-95%) εναντίον του άσπρου βλήτου (*Amaranthus albus*). Τέλος, οι Zhang et al. (2013) διαπίστωσαν ότι το ζιζανιοκτόνο mesotrione+nicosulfuron αλλά και η δραστική nicosulfuron είναι αποτελεσματικά εναντίον διάφορων πλατύφυλλων ζιζανίων ακόμη και σε μειωμένη δόση τους.



**Εικόνα 4.3.** Πυκνότητα ζιζανίων στα ζιζανιοκτόνα mesotrione+nicosulfuron και tembotrione (αριστερά και δεξιά, αντίστοιχα).

#### 4.2. Ανάπτυξη και απόδοση του αραβοσίτου

Η σύγκριση των διάφορων παραμέτρων ανάπτυξης και απόδοσης επέτρεψε τη διεξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σχετικά με την επίδραση των ζιζανιοκτόνων και της αντιμετώπισης των ζιζανίων στην ανάπτυξη των φυτών του αραβοσίτου και στην απόδοση της καλλιέργειας σε σπόρο. Παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των φυτών στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα σε σχέση με τα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκαν ζιζανιοκτόνα.

Πιο αναλυτικά, στην τελική μέτρηση του ύψους των φυτών αραβοσίτου, στις 20-07-2022, διαπιστώθηκε ότι το μικρότερο ύψος μετρήθηκε στα φυτά του ασκάλιστου μάρτυρα, 232,2 cm, ενώ στα υπόλοιπα τεμάχια συναντάται εύρος ύψους: 248,3-257,9 cm. Αντιστοίχως, όσον αφορά τη συγκέντρωση χλωροφύλλης, διαπιστώθηκε η μικρότερη συγκέντρωση (52,4 τιμή SPAD) στο τεμάχιο του ασκάλιστου μάρτυρα, ενώ στο τεμάχιο όπου εφαρμόστηκε tembotrione καταγράφηκε η υψηλότερη τιμή χλωροφύλλης (58,3 τιμή SPAD). Σχετικά με το βάρος του σπάδικα, το χαμηλότερο βάρος βρέθηκε στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα, με 140,8 g, ενώ το υψηλότερο στα τεμάχια εφαρμογής του tembotrione, με 286,6 g (Εικόνα 4.4). Επίσης, το

μεγαλύτερο μήκος σπάδικα μετρήθηκε στο ζιζανιοκτόνο nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba, με 21,3 cm (Εικόνα 4.5).



**Εικόνα 4.4.** Σύγκριση βάρους σπάδικα μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και του ζιζανιοκτόνου tembotrione (αριστερά και δεξιά, αντίστοιχα).



**Εικόνα 4.5.** Σύγκριση μήκους σπάδικα μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και του ζιζανιοκτόνου nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba (αριστερά και δεξιά, αντίστοιχα).

Σύμφωνα με τους Swetha et al. (2018) η εφαρμογή του tembotrione αύξησε το ύψος των φυτών του αραβοσίτου κατά 25% συγκριτικά με τον ασκάλιστο μάρτυρα. Επίσης, σε πρόσφατη έρευνα οι Alptekin et al. (2023) παρατήρησαν ότι το μήκος του σπάδικα μειώθηκε από 11.3 έως 21,7% στον ασκάλιστο μάρτυρα σε σύγκριση με το

ζιζανιοκτόνο mesotrione+nicosulfuron. Όλα τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν τη σημαντική επίδραση των ζιζανίων τόσο στην ανάπτυξη των φυτών όσο και σε παραμέτρους της απόδοσης της καλλιέργειας του αραβοσίτου.

Στη τελική μέτρηση, τα χαμηλότερα ξηρά βάρη φυτών αραβοσίτου καταγράφηκαν στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα και του ζιζανιοκτόνου nicosulfuron (792,5 kg/στρέμμα και 1117,7 kg/στρέμμα, αντίστοιχα) (Εικόνα 4.6). Ακόμη, η μεγαλύτερη απόδοση σπόρου μετρήθηκε στα τεμάχια του tembotrione, με 1589,7 kg/στρέμμα, ενώ ο ασκάλιστος μάρτυρας είχε, κατά προσέγγιση, τη μισή απόδοση, με 821,7 kg/στρέμμα. Γενικά, η μεγαλύτερη απόδοση στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκαν τα ζιζανιοκτόνα οφείλεται στον μικρότερο ανταγωνισμό των ζιζανίων σε σχέση με τα αντίστοιχα τεμάχια του μάρτυρα όπως αναφέρεται και από τους Paul et al. (2020). Παρόμοια αποτελέσματα έχουν καταγραφεί και σε άλλες έρευνες. Οι Zhang et al. (2013) παρατήρησαν μείωση της απόδοσης του αραβοσίτου από 15.7% έως 16.8% σε σύγκριση με την επέμβαση του mesotrione+nicosulfuron. Επίσης, οι Mitkov et al. (2019) κατέγραψαν αρκετά μεγαλύτερη απόδοση στο ζιζανιοκτόνο nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba σε σύγκριση με τον ασκάλιστο μάρτυρα, ενώ οι Idziak and Woznica (2014) παρατήρησαν ότι η εφαρμογή του tembotrione οδήγησε σε σημαντική μείωση της βιομάζας των ζιζανίων και αύξηση της απόδοσης κατά 60% συγκριτικά με τον ασκάλιστο μάρτυρα.



**Εικόνα 4.6.** Ανάπτυξη φυτών αραβοσίτου στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα και του σκαλισμένου μάρτυρα στις 26/07/2023 (αριστερά και δεξιά, αντίστοιχα).

Τέλος, δεδομένου ότι δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεμαχίων, όσον αφορά την περιεκτικότητα των σπόρων σε πρωτεΐνη, λίπη

και αμύλου μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι αυτά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά δεν επηρεάστηκαν από τις διαφορετικές επεμβάσεις και τον ανταγωνισμό των ζιζανίων.

#### **4.3. Συμπεράσματα**

Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδειξαν ότι η μεταφυτρωτική εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων συνέβαλε καθοριστικά στην αντιμετώπιση των ζιζανίων. Οι μεγαλύτερες διαφορές παρατηρήθηκαν στις τελευταίες δύο μετρήσεις, όπου τα φυτά βρίσκονταν σε μεγαλύτερο στάδιο ανάπτυξης. Αναλυτικότερα, κατά την τελική μέτρηση παρατηρήθηκαν τα παρακάτω:

- Ο ασκάλιστος μάρτυρας παρουσίασε τις μικρότερες τιμές της σχετικής συγκέντρωσης χλωροφύλλης (52,4 τιμή SPAD), του ύψους της καλλιέργειας (232,2 cm) και της διαμέτρου των βλαστών (1,87 cm).
- Ο ασκάλιστος μάρτυρας και το ζιζανιοκτόνο nicosulfuron έφεραν το μικρότερο ξηρό βάρος της καλλιέργειας με 792,5 kg/στρέμμα και 1117,7 kg/στρέμμα, αντιστοίχως.
- Η μικρότερη απόδοση σε σπόρο καταγράφηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα (821,7 kg/στρέμμα).
- Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά (περιεκτικότητα πρωτεΐνης, λιπών και αμύλου) δεν επηρεάστηκαν από τις επεμβάσεις του πειράματος.
- Τα ζιζανιοκτόνα nicosulfuron+rimsulfuron+dicamba και tembotrione αποδείχθηκαν τα πιο αποτελεσματικά έναντι των ζιζανίων άσπρο βλήτο και τριβόλι.

## Βιβλιογραφία

### Ξένη βιβλιογραφία

- Abdelaal K., Alptekin H., Ozkan A., Gurbuz R. and Kulak M., 2023. Management of weeds in maize by sequential or individual applications of pre-and post-emergence herbicides. *Agriculture* 2023, 13: 1-18.
- Alavian F., 2023. Bio-environmental effects of transgenic plants with emphasis on safety aspects. *Journal of Environmental Science Studies*, 8: 6127-6136.
- Al-Snafi A.-E., 2015. The chemical constituents and pharmacological importance of *Chrozophora tinctoria*. *International Journal of Pharmacy Review and Research*, 5: 391-396.
- Al-Snafi A.-E., 2016. The chemical constituents and pharmacological effects of *Convolvulus arvensis* and *Convolvulus scammonia*-A review. *IOSR Journal of Pharmacy*, 6: 64-75.
- Andrade R., Oliveira C., Augusta C., Melo D., Mendes K. and Reis M., 2018. Residual effect of tembotrione in soil with distinct textures and humidity. *Brazilian Journal of Agricultural Sciences*, 13:1-5.
- Arriaga F.-J., Guzman J. and Lowery B., 2017. Conventional agricultural production systems and soil functions. In: Al-Kaisi M.A., Lowery B. (eds), *Soil Health and Intensification of Agroecosystems*, Cambridge, Massachusetts, USA. pp. 109-125.
- Babal B., Hetta G., Rana S.-S., Shalley and Kumar S., 2022. Weed management practices in maize - A Review. *International Journal of Agricultural Sciences*, 14: 11934-11940.
- Bana R. - S., Kumar V., Sangwan S., Singh T., Kumari A., Dhanda S., Dawar R., Godara S. and Singh V., 2022. Seed germination ecology of *Chenopodium album* and *Chenopodium murale*. *Biology*, 11: 1599.
- Bilalis D., Triantafyllidis V., Karkanis A., Efthimiadou A. and Kakabouki I., 2012. Effect of tillage system and rimsulfuron application on weed flora, arbuscular mycorrhizal (AM) root colonization and yield of maize (*Zea mays* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40: 73-79.
- Brandenberger L., Talbert R., Wiedenfeld R., Shrefler J., Webber C. and Malik M., 2009. Effects of halosulfuron on weed control in commercial honeydew crops. *Weed Technology*, 19: 346-350.

- Carles L., Rossi F., Besse-Hoggan P., Blavignac C., Leremboure M., Artigas J. and Batisson I., 2018. Nicosulfuron degradation by an ascomycete fungus isolated from submerged alnus leaf litter. *Frontiers in Microbiology*, 9: 3167
- Cheema Z.- A., Khaliq A. and Saeed S., 2004. Weed control in maize (*Zea mays* L.) through *Sorghum* allelopathy. *Journal of Sustainable Agriculture*, 23: 73-86.
- Costea M. and Tardif F., 2003. The biology of canadian weeds. 126. *Amaranthus albus* L., *A. blitoides* S. Watson and *A. blitum* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 83: 1039-1066.
- Crouzet O., Wiszniowski J., Donnadiou F., Bonnemoy F., Bohatier J. and Mallet C., 2019. Dose-dependent effects of the herbicide mesotrione on soil cyanobacterial communities. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 64:23–31.
- Cueff S., Alletto L., Dumény V., Benoit P. and Pot V., 2021. Adsorption and degradation of the herbicide nicosulfuron in a stagnic Luvisol and Vermic Umbrisol cultivated under conventional or conservation agriculture. *Environmental Science and Pollution Research*, 28: 15934–15946
- Dai S., Georgelis N., Bedair M., Hong Y.-J., Qi Q., Larue C., Sitoula B., Huang W., Krebel B., Shepard M., Su W., Kretzmer K., Dong J., Slewinski T., Berger S., Ellis C., Jerga A. and Varagona M., 2022. Ectopic expression of a rice triketone dioxygenase gene confers mesotrione tolerance in soybean. *Pest Management Science*, 78: 2816-2827.
- Dimitrova M., Kalinova S., Georgieva T. and Zorovski P., 2021. Efficacy and after-effect of herbicide preparations in the maize-wheat crop-rotation unit. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 21: 229-236.
- Evans S., Knezevic S.-Z., Lindquist J. and Shapiro C., 2009. Influence of nitrogen and duration of weed interference on corn growth and development. *Weed Science*, 51: 546-556.
- Feleke G., Chala D. and Desta B., 2022. Field bindweed (*Convolvulus arvensis*) Control in Tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) through various herbicide combinations. *International Journal of Agronomy*, 2022: 1-9.
- Gatzweiler E., Kraehmer H., Hacker E., Hills M., Trabold K. and Bonfig-Picard G., 2012. Weed spectrum and selectivity of tembotrione under varying environmental conditions. *Julius-Kühn-Archiv*, 434: 385.

- Grossmann, K. 2010. Auxin herbicides: Current status of mechanism and mode of action. *Pest Management Science*, 66: 113–120.
- Herliana O., Rostaman R. and Sena W., 2020. Application of N fertilizer and *Mikania micrantha* weed extract on weeds population, growth and yield of sweet corn (*Zea mays zacharrata*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 484: 012048.
- Idziak R. and Woznica Z., 2014. Impact of tembotrione and flufenacet plus isoxaflutole application timings, rates, and adjuvant type on weeds and yield of maize. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 74: 129-134.
- Imran, Amanullah and Al Tawaha, A.-R., 2021. Efficacy of pre and post emergence herbicides alone and in combination for effective weeds control without effecting growth and development of maize (*Zea mays* L.). *Russian Agricultural Sciences*, 47: 261-269.
- Islam Md.- S., Haque Md. – M. and Hossain Md.- S., 2015. Effect of Corn Moisture on the Quality of Poultry Feed. *Journal of Poultry Science and Technology*, 3: 24-31.
- Jabran K., Mahajan G., Sardana V. and Chauhan B., 2015. Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection*, 72: 57-65.
- James T., Rahman A., Meilsop J.-M., 2005. Fathen (*Chenopodium album*) a biotype resistant to dicamba. *New Zealand Plant Protection*, 58: 152-156.
- Karimmojeni H., Mashhadi H., Alizadeh H., Cousens R. and Mesgaran M., 2010. Interference between maize and *Xanthium strumarium* or *Datura stramonium*. *Weed research*, 50: 253-261.
- 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.
- Kebede M. and Andasa F., 2017. Efficacy of pre-emergence herbicides for the control of major weeds in maize (*Zea mays* L.) at Bako, Western Oromia, Ethiopia. *American Journal of Agriculture and Forestry*, 5: 173-180.
- Mubarik F., Khalil A.-A., Akhtar M.-N., Khalid A., Basharat S., Farooq F. and Siddiqua A., 2022. Assessing the antioxidant characteristics and polyphenol content of *Tribulus terrestris* microwave-assisted fruit extract. *Phytopharmacology Research Journal*, 1:1-10.

- Kumar A., Baghla S., Kaur N., Gangmei P.-T., Rana S.-S. and Manuja S., 2022. Effect of irrigation levels and weed management practices on weeds, water productivity and yield of cauliflower. *Indian Journal of Weed Science*, 54: 296-302.
- Li A., Zheng R., Tian L., Wei Y.-X., Wu J. and Hou X., 2021. Allelopathic effects of switchgrass on redroot pigweed and crabgrass growth. *Plant Ecology*, 222: 1-12.
- Majumdar S., Sanwal U. and Inderjit, 2017. Interference potential of *Sorghum halepense* on soil and plant seedling growth. *Plant and Soil*, 418: 219-230.
- Maurya H., Semwal M. and Dubey S., 2016. Pharmacological evaluation of *Chrozophora tinctoria* as wound healing potential in diabetic rat's model. *BioMed Research International*, 2016: 1-7.
- Mendes K.-F., Martins B.-A.-M., dos Reis M.-R., Rimpinato R.-F. and Tornisielo V.-L., 2017. Quantification of the fate of mesotrione applied alone or in a herbicide mixture in two Brazilian arable soils. *Environmental Science and Pollution Research*, 24: 8425-8435.
- Mitkov A., Yanev M., Neshev N., Tityanov M. and Tonev T., 2019. Herbicide control of the weeds in maize (*Zea mays* L.). *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, LXII: 368-373.
- Mohammadi, G.-R., 2007. Growth parameters enhancing the competitive ability of corn (*Zea mays* L.) against weeds. *Weed Biology and Management*, 7: 232-236.
- Nawaz A., Farooq M., Alam S. and Cheema Z., 2014. Role of Allelopathy in Weed Management. Springer, New York, pp. 39-61.
- Nježić Z.-B., Bankovic-Ilic I.-B., Stamenković O.-S. and Veljković V.-B., 2018. Environmental aspects of the production and use of corn oil biodiesel. *Safety Engineering*, 8: 73-78.
- Pasca M.-B., Pallag A., Tit D.-M., Ioan M. and Gitea D., 2015. Comparative study of flavones content in different extracts obtained from *Portulaca oleracea* L. *Analele Universității din Oradea, Fascicula: Ecotoxicologie, Zootehnie și Tehnologii de Industrie Alimentară*, XIV: 404-410.
- Paul A., Srinivasan G., Veeramani A. and Vendan R., 2020. Effect of sequential application of herbicides on weed density, weed dry weight and yield of irrigated maize. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9: 1128-1135.

- Quan G., Yin C., Chen T. and Yan J., 2015. Degradation of herbicide mesotrione in three soils with differing physicochemical properties from China. *Journal of Environment Quality*, 44: 1631-1637.
- Radivojevic L., Gasic S., Gajic-Umiljendic J., Santric L. and Dragica B., 2011. Impact of Different Adjuvants and Modes of Application on Efficacy of Rimsulfuron in Maize. *Pesticidi i fitomedicina*, 26: 255-263.
- Rahayu H., Saidah, Risna, Wahyuni A.-N. and Rahardjo Y., 2022. Preference level for glutinous corn and sweet corn as local food in Sigi regency. *E3S Web of Conferences*, 361: 01017.
- Rana S., Dinesh B., Neelam S. and Kumar S., 2018. Evaluation of Tembotrione against Weeds in Maize (*Zea mays* L.) under mid Hill Conditions of Himachal Pradesh. *International Journal of Innovative Research in Technology*, 5: 220-226.
- Samanhudi S., Yunus A., Pujiasmanto B. Purwanto E. and Septyaningsih W., 2019. Effects of water stress and shade level on the growth of *Tribulus terrestris*. *Proceedings 5th International Conference on Sustainable Agriculture and Environment*. Hammamet, Tunisia, pp. 224-230.
- Sathishkumar A., Srinivasan G., Elangovan S. and Rajesh P., 2020. Role of Allelopathy in Weed Management: A Review. *Agricultural Reviews*, 41: 380-386.
- Scrano L., Bufo S., Emmelin C. and Meallier P., 2005. Abiotic degradation of the herbicide rimsulfuron on minerals and soil. In: Lichtfouse, E., Schwarzbauer, J., Robert, D. (eds), *Environmental Chemistry Series: Green Chemistry and Pollution in Ecosystem*, Springer, Heidelberg, pp. 505-516.
- Sellers B., Smeda R., Johnson W., Kendig J. and Ellersieck M., 2009. Comparative growth of six *Amaranthus* species in Missouri. *Weed Science*, 51: 329-333.
- Shaner D., Brunk G., Nissen S., Westra P. and Chen W., 2012. Role of soil sorption and microbial degradation on dissipation of mesotrione in plant-available soil water. *Journal of Environmental Quality*, 41:170-178.
- Sher A.-A., Iqbal A., Muhammad N., Badshah S., Emwas A.-H. and Jaremko M., 2022. Prokinetic and laxative effects of *Chrozophora tinctoria* whole plant extract. *Molecules*, 27: 2143.
- Silva E.M.G., Faria A.T., Marulanda N., Pereira G., Teixeira D., Reis M. and Silva A., 2019. Tembotrione half-life in soils with different attributes. *Planta Daninha*, 37: 2-4.

- Sunuwar S., Siller A., Glaze-Corcoran S. and Hashemi M., 2023. Cover crop termination method and n fertilization effects on sweet corn yield, quality, N uptake, and weed pressure. *Nitrogen*, 4: 37-57.
- Swetha K., Madhavi M., Gudapaty P. and Tata R., 2018. Efficacy of herbicide mixtures with and without adjuvants on weed control and yield of maize. *Research Journal of Agricultural Sciences*, 9: 578-583.
- Vischetti C., Perucci P. and Scarponi L., 2000. Relationship between rimsulfuron degradation and microbial biomass content in a clay loam soil. *Biology and Fertility of Soils*. 31: 310-314.
- Webster E.-P. and Levy R., 2014. Louisiana Rice Production Handbook. Louisiana State University Agricultural Center Pub, Baton Rouge, Weed Management, p. 37.
- Werle R., Mobli A., DeWerff R. and Arneson N., 2023. Evaluation of foliar-applied post-emergence corn–soybean herbicides on giant ragweed and waterhemp control in Wisconsin. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, 6: 1-6.
- Zhang J., Zheng L., Jäck O., Yan D., Zhang Z., Gerhards R. and Ni H. 2013. Efficacy of four post-emergence herbicides applied at reduced doses on weeds in summer maize (*Zea mays* L.) fields in North China Plain. *Crop Protection*, 52: 26–32.
- Zhao M. and Chen B., 2023. Corn Oil. In: Ferranti P. (eds.), *Sustainable Food Science: A Comprehensive Approach*, Elsevier, Amsterdam, pp. 1-1550.

## **Ελληνική Βιβλιογραφία**

- Βασιλάκογλου I., 2004. Ζιζάνια. Αναγνώριση και Αντιμετώπιση. Εκδόσεις Σταμούλης Α.Ε. σελ. 1-303.
- Ελευθεροχωρινός Η.-Γ., 2020. Ζιζανιολογία. Βιολογία και Διαχείριση Ζιζανίων. Ζιζανιοκτόνα, Φυτά και Περιβάλλον. Εκδόσεις Αγρότυπος, σελ. 285-286, 357-358.
- Ελευθεροχωρινός Η.Γ. και Γιαννοπολίτης Κ.Ν. 2009. Ζιζάνια: Οδηγός Αναγνώρισης. Εκδόσεις ΑγροΤύπος. σελ. 1-270.
- Ζιώγας Β. και Μαρκόγλου Α., 2017. ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΦΑΡΜΑΚΟΛΟΓΙΑ. Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσης και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών

Προϊόντων. Εκδόσεις Greenbooks publications ,σελ. 582, 589-598, 659-660, 677-681.

Μπιλάλης Δ., Παπαστυλιανού Π.-Θ. και Τραυλός Η., 2019. Γεωργία Φυτά Μεγάλης Καλλιέργειας. Εκδόσεις Πεδίο, Αθήνα, σελ. 313-341.

Παπακώστα-Τασοπούλου Δ., 2012. Ειδική Γεωργία Σιτηρά και Ψυχανθή. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη, σελ. 191-234.

### **Ιστοσελίδες**

Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023. FAOSTAT database. <http://www.fao.org/faostat/> (Πρόσβαση στις 08 Ιανουαρίου 2023).

Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023. FAOSTAT database. <https://fenix.fao.org/faostat/internal/en/#data/QCL/visualize> (Πρόσβαση στις 08 Ιανουαρίου 2023).

Integrated Taxonomic Information System <https://www.itis.gov/> (Πρόσβαση στις 08 Ιανουαρίου 2023).

Food and Agricultural Organization of the United Nations, 2023. FAOSTAT database. <https://www.fao.org/3/t0395e/T0395E02.htm> (Πρόσβαση στις 26 Φεβρουαρίου 2023).

*Chrozophora tinctoria*, 2017. Savvas Tryfonos. <https://savvastryfonosplants.com/chrozophora-tinctoria/> (Πρόσβαση στις 07 Μαρτίου 2023).