



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**Σχολή Γεωπονικών Επιστημών**

**Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος**

**Εργαστήριο Ζιζανιολογίας**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

«Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της συνδυαστικότητας των ζιζανιοκτόνων imazamox και fluazifor-P-butyl κατά του ζιζανίου βέλιουρα σε καλλιέργεια ηλίανθου»

**Θωμάς Παλαμιώτης**



**Επιβλέπων Καθηγητής:** Καρκάνης Ανέστης, Επίκουρος Καθηγητής

**Βόλος, 2021**

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

«Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της συνδυαστικότητας των ζιζανιοκτόνων imazamox και fluazifop-P-butyl κατά του ζιζανίου βέλιουρα σε καλλιέργεια ηλίανθου»

**Θωμάς Παλαμιώτης**

### **Τριμελής Συμβουλευτική-Εξεταστική Επιτροπή**

- Καρκάνης Ανέστης, Επίκουρος Καθηγητής (Επιβλέπων)
- Τσιρόπουλος Νικόλαος, Καθηγητής (Μέλος)
- Δαναλάτος Νικόλαος, Καθηγητής (Μέλος)

**Βόλος, 2021**

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Επίκουρο Καθηγητή κ. Ανέστη Καρκάνη για την ανάθεση του θέματος και για τη συνεχή καθοδήγηση κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος αγρού και της συγγραφής της πτυχιακής εργασίας μου. Η βοήθεια του ήταν καθοριστική και πολύτιμη σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας.

Τέλος, θα ήταν παράλειψη μου να μην ευχαριστήσω τους Καθηγητές κ. Νικόλαο Τσιρόπουλο και κ. Νικόλαο Δαναλάτο για τον χρόνο που διέθεσαν για τη μελέτη της εργασίας μου.

# Περιεχόμενα

Ευχαριστίες .....	1
Περίληψη .....	3
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>: Εισαγωγή</b> .....	5
1.1. Γενικά .....	5
1.2. Μορφολογία φυτού .....	7
1.3. Ανάπτυξη και Καλλιεργητική πρακτική .....	8
1.4. Αντιμετώπιση ζιζανίων .....	10
1.5. Βέλιουρας .....	13
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: Υλικά και Μέθοδοι</b> .....	15
2.1. Πειραματικός αγρός .....	15
2.2. Πειραματικό σχέδιο .....	16
2.3. Μετρήσιμα χαρακτηριστικά .....	18
2.4. Μετεωρολογικά δεδομένα .....	22
2.5. Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων .....	23
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: Αποτελέσματα</b> .....	24
3.1. Μέτρηση Ύψους Φυτών Ηλίανθου .....	24
3.2. Μέτρηση σχετικής συγκέντρωσης χλωροφύλλης (SPAD) .....	26
3.3. Μέτρηση Νωπού Βάρους Φυτών Ηλίανθου .....	30
3.4. Μέτρηση Ξηρού Βάρους Φυτών Ηλίανθου .....	33
3.5. Μέτρηση Βάρους 1000 σπόρων Ηλίανθου .....	35
3.6. Μέτρηση Βάρους Κεφαλής Ηλίανθου .....	36
3.7. Απόδοση των φυτών του Ηλίανθου σε σπόρο .....	37
3.8. Αριθμός Βλαστών Βέλιουρα ανά m <sup>2</sup> .....	38
3.9. Νωπό Βάρος Βέλιουρα .....	40
3.10. Ξηρό Βάρος Βέλιουρα .....	42
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>: Συζήτηση</b> .....	45
4.1. Επίδραση των ζιζανιοκτόνων στην ανάπτυξη και την πυκνότητα του βέλιουρα .....	45
4.2. Επίδραση των ζιζανιοκτόνων στην ανάπτυξη και την απόδοση του ηλίανθου .....	46
4.3 Συμπεράσματα .....	49
<b>ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	50
<b>ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	53

## Περίληψη

Ο βέλιουρας (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) είναι ένα πολυετές ζιζάνιο, το οποίο έχει εξαπλωθεί σε όλο τον κόσμο και όταν βρίσκεται σε μεγάλη πυκνότητα στον αγρό, προκαλεί σημαντικές απώλειες στην παραγωγή. Δεν είναι τυχαίο ότι συγκαταλέγεται ανάμεσα στα πιο επιβλαβή ζιζάνια παγκοσμίως. Εμφανίζεται τόσο σε καλλιεργούμενα όσο και σε εγκαταλελειμμένα χωράφια. Κάθε φυτό βέλιουρα παράγει χιλιάδες σπόρους. Όταν η καλλιέργεια βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο, τότε ο βέλιουρας είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστικός και είναι ανάγκη να καταπολεμηθεί με μηχανικά αλλά και χημικά μέσα. Ο στόχος του συγκεκριμένου πειράματος ήταν η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας ορισμένων ζιζανιοκτόνων απέναντι στον βέλιουρα σε καλλιέργεια ηλίανθου (*Helianthus annuus* L.). Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στην περιοχή του Βελεστίνου, στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας από τον Οκτώβριο του 2019 έως και τον Σεπτέμβριο του 2020. Το πλάνο στηρίχτηκε στο σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων, με 4 επεμβάσεις και 3 επαναλήψεις. Στις επεμβάσεις συγκαταλέγονται ο σκαλισμένος μάρτυρας, η εφαρμογή fluazifop-P-butyl, η εφαρμογή imazamox και τέλος η χρήση του μίγματος fluazifop-P-butyl και imazamox. Τα ζιζανιοκτόνα χορηγήθηκαν μεταφυτρωτικά στις 20 Μαΐου του 2020, στο στάδιο των 4-6 φύλλων. Για τη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας και τις εκλεκτικότητας των παραπάνω ζιζανιοκτόνων απέναντι στον βέλιουρα μετρήθηκαν ανά τακτά χρονικά διαστήματα διάφοροι παράμετροι του ηλίανθου (ύψος, σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης, νωπό και ξηρό βάρος, απόδοση σε σπόρο και βάρος 1.000 σπόρων) και του βέλιουρα (αριθμός βλαστών, νωπό και ξηρό βάρος). Από την έκβαση του πειράματος φάνηκε ότι το imazamox είχε μικρή επίδραση πάνω στο βέλιουρα, ενώ το fluazifop-P-butyl σε συνδυασμό με το imazamox καταπολέμησαν σε ικανοποιητικό βαθμό τον βέλιουρα και συνέβαλαν στην αρκετά καλή παραγωγή βιομάζας και σπόρου, παρά το γεγονός ότι είχαν προκαλέσει προσωρινή χλώρωση στα φύλλα του ηλίανθου στην αρχή της ανάπτυξής του. Τέλος, ο σκαλισμένος μάρτυρας επέτρεψε στον ηλίανθο να αναπτυχθεί ανενόχλητος και έδωσε τελικά το μεγαλύτερο νωπό και ξηρό βάρος φυτών, το μεγαλύτερο βάρος κεφαλής και 1.000 σπόρων καθώς και την υψηλότερη απόδοση σε σπόρο ανά στρέμμα.

## Abstract

Johnson grass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) is a perennial weed, which has spread all around the world and when it's present in high density in the field it causes significant losses in crop production. It is no coincidence that it is among the most harmful weeds in the world. It occurs in both cultivated and abandoned fields. Each weed produces thousands seeds. When the crop is at an early stage, *S. halepense* is very competitive, so it needs to be controlled by mechanical and chemical means. The aim of this experiment was to investigate the efficacy of various herbicides against *S. halepense* in sunflower crop (*Helianthus annuus* L.). The experiment took place in the area of Velestino, on the farm of the University of Thessaly from October 2019 to September 2020. The plan was based on the randomized complete block design, with 4 treatments and 3 repetitions per treatment. The treatments include the weed-free control, fluazifop-P-butyl, imazamox and the mixture of fluazifop-P-butyl + imazamox. The herbicides were applied post-emergence on May 20, 2020, at the 4-6 leaf stage. In order to evaluate the selectivity and the efficacy of the latter herbicides against *S. halepense*, various parameters of the sunflower (height, relative concentration of chlorophyll, fresh and dry weight, seed yield, and 1,000-seed weight) and *S. halepense* (number of stems, fresh and dry weight) were measured at regular intervals. The results of the current study showed that imazamox exhibited low efficacy against *S. halepense*. Fluazifop-P-butyl in combination with imazamox provided high efficacy against *S. halepense* and contributed to a high aboveground biomass and seed yield of sunflower, despite the fact that caused a temporary leaf chlorosis. Finally, the weed-free control allowed sunflower to grow undisturbed and eventually yielded the highest fresh and dry plant weight, the highest head and 1,000-seed weight, as well as the highest seed yield.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>: Εισαγωγή

## 1.1. Γενικά

Ο ηλίανθος είναι ένα ετήσιο, ποώδες και δικοτυλήδονο φυτό, που ανήκει στην οικογένεια Asteraceae και η επιστημονική του ονομασία είναι *Helianthus annuus* L. Το όνομα *Helianthus* προέρχεται από τον ήλιο και τον ανθό (λουλούδι) και έχει την έννοια ότι αυτά τα λουλούδια ακολουθούν τον ήλιο κατά τη διάρκεια της ημέρας, αφού πάντα στρέφονται προς τις άμεσες ακτίνες του (ηλιοτροπισμός). Επιπλέον, το φυτό συνδέεται άρρηκτα με τον ήλιο εξαιτίας του σχήματος και της μορφής του. Είναι γνωστά περισσότερα από 65 συνολικά είδη παγκοσμίως (Andrew et al. 2013). Καλλιεργήθηκε για πρώτη φορά στην Βόρεια Αμερική από τους Ινδιάνους πολύ πριν την ανακάλυψη του Νέου Κόσμου και τελικά φαίνεται να έφτασε στην Ευρώπη από Ισπανούς εξερευνητές (Morrison et al. 1995)

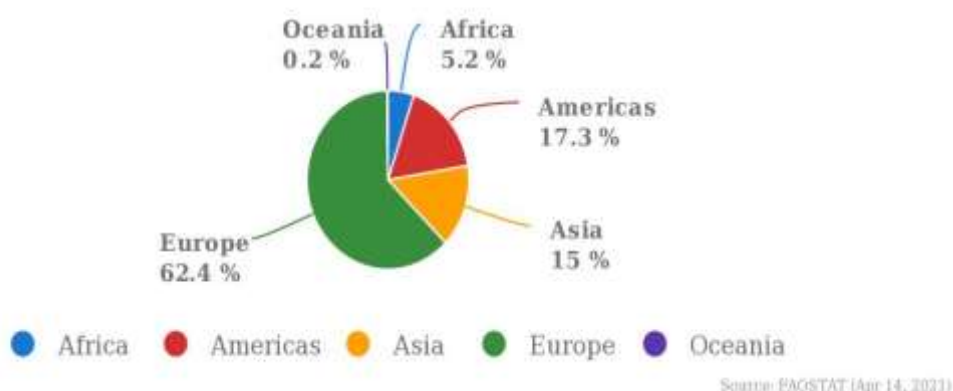
Ο τρόπος χρησιμοποίησης του ηλίανθου επηρεάζεται από τα διάφορα ποσοτικά του χαρακτηριστικά. Ως φυτό είναι ιδανικό για καταφύγιο ζώων, ενώ έχει έντονη ζήτηση στα ανθοπωλεία λόγω των ιδιαίτερων χρωμάτων του. Οι σπόροι του μπορούν να αποτελέσουν σημαντική πηγή βρώσιμου ελαίου και ευχάριστη τροφή για τον άνθρωπο ειδικά έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία (Seiler et al., 1997). Είναι πηγή πρωτεΐνης και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην διατροφή πουλιών και άλλων ζώων. Το εξωτερικό περίβλημα των σπόρων χρησιμεύει τόσο στην περαιτέρω εξαγωγή ελαίου, όσο και στην θρέψη κτηνοτροφικών ζώων, κυρίως έπειτα από ανάμειξη με φύραμα καλαμποκιού. Από τους μωβ αποφλοιωμένους ηλίανθους παράγονται φυσικές κόκκινες χρωστικές, αρκετά σημαντικές στην μαγειρική και στην ζαχαροπλαστική, ενώ η πηκτίνη και το ηλιέλαιο βρίσκουν εφαρμογή μέχρι και στην παραγωγή καυσίμων (Park et al.1997). Το βιοντίζελ για παράδειγμα, αποτελεί ένα πράσινο καύσιμο, το οποίο προέρχεται από τους σπόρους του ηλίανθου και χρησιμοποιείται είτε μόνο του, είτε σε μείγμα με ντίζελ σε πετρελαιοκινητήρες (Šimáček et al. 2011).

Στον παρακάτω διάγραμμα 1.1 αναγράφονται τα ποσοστά της μέσης ετήσιας απόδοσης σε σπόρο ηλίανθου σε διάστημα μιας εικοσιπενταετίας (1994-2019), για κάθε μία από τις 5 Ηπείρους του πλανήτη μας. Ο μέσος όρος της συνολικής ετήσιας παραγωγής ανέρχεται στους 33.800.000 τόνους. Από αυτούς, το μικρότερο ποσοστό καταλαμβάνει η Ωκεανία με μόλις 0,2%, δηλαδή 65.000 t. Στην προτελευταία θέση βρίσκεται η Αφρική με 5,2%, άρα 1.750.000 t. Ακολουθεί η Ασία με 15% και 5.000.000 t, με μικρή σχετικά διαφορά σε σχέση με την Αμερική που παράγει το 17,3% με

5.800.000 t. Την κορυφή της λίστας απολαμβάνει η Ευρώπη με το εκπληκτικό ποσοστό του 62,4% και 21.000.000 t (FAOSTAT 2019).

### Production share of Sunflower seed by region

Average 1994 - 2019



**Διάγραμμα 1.1** Επίσημα στατιστικά δεδομένα απεικόνισης του ποσοστού της μέσης ετήσιας παραγωγής σε σπόρο ηλίανθου ανά Ήπειρο, σε σχέση με την μέση ετήσια παγκόσμια παραγωγή από το 1994 έως και το 2019 (FAOSTAT 2019).

Στον παραπάνω πίνακα 1.1 παρουσιάζεται η καλλιεργούμενη έκταση και η συνολική παραγωγή σπόρου ηλίανθου στη Νότια Ευρώπη, καθώς και σε τέσσερις από τις χώρες αυτής, για το 2019. Όπως φαίνεται, η παραγωγή στην Ελλάδα και την Ιταλία πλησιάζει τους 300.000 t. Στην Ιταλία βέβαια καλλιεργούνται περίπου 120.000, ενώ στην Ελλάδα μόλις 100.000 ha (1 ha = 10 στρέμματα). Την πρωτιά ανάμεσα στις 4 επιλεγμένες χώρες, κατέχει η Ισπανία με εκτάσεις ίσες με 700.000 ha και συγκομιδή που ξεπερνά κατά πολύ τις υπόλοιπες και κοντεύει τους 780.000 t. Τελευταία έρχεται η Πορτογαλία με φτωχή παραγωγή που δεν φτάνει τους 15.000 t και μικρές διαθέσιμες εκτάσεις περίπου 10.000 ha. Συνολικά στην Νότια Ευρώπη καλλιεργήθηκαν το 2019, 2.200.000 ha και η παραγωγή ανήλθε στους 1.200.000 t. Έτσι, γίνεται εύκολα αντιληπτό το γεγονός, ότι η Ισπανία αποτελεί την μεγάλη δύναμη της Νότιας Ευρώπης σε ότι αφορά την παραγωγή του ηλίανθου (FAOSTAT 2019).



**Πίνακας 1.1.** Η εκμεταλλεούμενη έκταση και η συνολική παραγωγή για το έτος 2019 για την Ελλάδα, την Ιταλία, την Ισπανία, την Πορτογαλία και το σύνολο των χωρών της Νότιας Ευρώπης (FAOSTAT 2019).

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΕΚΤΑΣΗ/ΠΑΡΑΓΩΓΗ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΤΙΜΗ
ΕΛΛΑΔΑ	Έκταση	ha	100.720
	Παραγωγή	t	298.960
ΙΤΑΛΙΑ	Έκταση	ha	118.520
	Παραγωγή	t	294.730
ΙΣΠΑΝΙΑ	Έκταση	ha	701.770
	Παραγωγή	t	782.290
ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ	Έκταση	ha	8.200
	Παραγωγή	t	13.610
ΝΟΤΙΑ ΕΥΡΩΠΗ	Έκταση	ha	1.190.477
	Παραγωγή	t	2.234.703

## 1.2. Μορφολογία φυτού

Ο ηλιάνθος είναι πλατύφυλλο και βαθύρριζο φυτό, ενώ οι κοτυληδόνες εξέρχονται από το έδαφος κατά το φύτεμα. Το φυτό αποτελείται από τραχύ και τριχωτό στέλεχος, πλατιά, χονδρά και τραχιά φύλλα με οδοντωτή περίμετρο και μεγάλη κυκλική ανθοταξία (κεφαλή) (Khaleghizadeh 2011). Οι κεφαλές αποτελούνται από πολλά μεμονωμένα λουλούδια που ωριμάζουν σε καρπούς που ονομάζονται αχαίνια (Seghatoleslami et al. 2012). Η ανάπτυξη και οι διαστάσεις του στελέχους, καθώς και η διακλάδωση αυτού, επηρεάζονται άμεσα από το περιβάλλον και τις συνθήκες που επικρατούν. Συνήθως το στέλεχος είναι μονό (Knowles 1978).

Πρόκειται για ένα μεγάλο φυτό, το οποίο καλλιεργείται σε ολόκληρο τον κόσμο λόγω του σχετικά μικρού βιολογικού του κύκλου. Είναι ετήσιο είδος, το στέλεχος του οποίου κυμαίνεται από 1 έως και 3 m, ενώ τα φύλλα του έχουν διάμετρο 10 με 40 cm. Διαθέτουν πασσαλώδες ριζικό σύστημα, το οποίο μπορεί να φτάσει και τα 3 m. Οι κεφαλές του αποτελούνται ουσιαστικά από πολλά μικρά σωληνανθή άνθη που διατάσσονται με συμπαγή τρόπο το ένα δίπλα στο άλλο πάνω σε επίπεδο δίσκο. Επομένως, κάθε ταξιανθία έχει δύο τύπους ανθέων, σωληνανθή στο κέντρο και

γλωσσοειδή περιμετρικά (Fernández-Luqueño et al. 2014). Κάθε φυτό αποτελείται συνολικά από περίπου 20 με 40 φύλλα, ο αριθμός και το μέγεθος των οποίων εξαρτάται από τη διαθέσιμη υγρασία, τη θερμοκρασία και την πυκνότητα των φυτών. Πέρα απ' τα κανονικά φύλλα υπάρχουν και τα βράκτια, τα οποία συναντώνται στο κάτω μέρος (εξωτερικά) της ταξιανθίας. Η ταξιανθία έχει διάμετρο 6 έως 75 εκατοστά και διαθέτει τα γόνιμα άνθη στον δίσκο και μία σειρά άγονων ανθέων στην περιφέρειά της. Σύμφωνα με τον Seiler (1997), έχουν περιγραφεί συνολικά έξι κατηγορίες ταξιανθιών, ανάλογα με τις διαφορές που παρατηρήθηκαν στο σχήμα τους. Οι ελαιούχες ποικιλίες έχουν συνήθως μέχρι 1000 άνθη ανά κεφαλή, ενώ αυτές που προορίζονται για πασατέμπο μέχρι 8000. Ο καρπός είναι αχαίνιο και δομείται από τον φλοιό (περίβλημα), δηλαδή το περικάρπιο, και τον σπόρο (ψίχα), δηλαδή το περισπέρμιο και το έμβρυο. Γενικά, ο σπόρος είναι επιμήκης ρομβοειδής, με μαύρο-γκρίζο χρώμα έως και λευκό, με ραβδώσεις ή κηλίδες. Το βάρος, το μέγεθος, η περιεκτικότητα σε λάδι και η βιωσιμότητα του σπόρου, αυξάνονται από το κέντρο της κεφαλής προς την περιφέρειά της (Παπακώστα-Τασοπούλου 2013).

### **1.3. Ανάπτυξη και Καλλιεργητική πρακτική**

Ο ηλίανθος είναι φυτό σχετικά μικρού βιολογικού κύκλου και αρκετά ανθεκτικό στις μεγάλες θερμοκρασίες και στο έντονο φως. Μπορεί να καλλιεργηθεί καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου σε τροπικές και σε υποτροπικές περιοχές (Rawat et al. 2017), ενώ αντίθετα η παγωνιά προκαλεί μεγάλες ζημιές σε όλα τα στάδια της ανάπτυξής του, με την ιδανική θερμοκρασία να ανέρχεται στους 20-25°C. Όταν ανεβαίνει η θερμοκρασία, η απόδοση και η περιεκτικότητα του σπόρου σε έλαια μειώνεται (Thomaz et al. 2012). Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη του ηλίανθου είναι γενετικοί ή περιβαλλοντικοί, ή ακόμα και συνδυασμός αυτών. Πολλές παράμετροι μπορούν να ελεγχθούν με επιτυχία, ενώ άλλες όχι. Διακρίνονται 5 στάδια ανάπτυξης που είναι τα εξής: 1) σπορά-φύτρωμα, 2) φύτρωμα-σχηματισμός ανθέων, 3) σχηματισμός ανθέων-έναρξη της άνθισης, 4) έναρξη άνθισης-τέλος άνθισης και 5) τέλος άνθισης-φυσιολογική ωρίμανση (Blamey et al. 1997).



**Εικόνα 1.1** Καλλιέργεια ηλιάνθου στο αγρόκτημα του Τμήματος στο Βελεστίνο.

Ως φυτό δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις σε έδαφος, ωστόσο αναπτύσσεται ιδανικά σε γόνιμα, βαθιά, μέσης μηχανικής σύστασης εδάφη, με καλή αποστράγγιση, που παρέχουν την δυνατότητα στο ριζικό σύστημα να διεισδύσει εις βάθος. Πρόκειται για μία καλλιέργεια με υψηλές σχετικά απαιτήσεις σε άζωτο και φώσφορο. Η ανάπτυξη του ηλιάνθου δυσχεραίνεται σε αλατούχα και αλκαλικά εδάφη, καθώς και στα όξινα στα οποία εμφανίζει συνήθως τοξικότητα απ' το αργίλιο. Στον αντίποδα είναι ανθεκτικός στην τοξικότητα μαγγανίου και ευδοκίμει σε pH 5,7-8,0 (Blamey et al., 1997). Αντέχει στη ξηρασία, καθώς οι ρίζες του μπορούν να φτάσουν σε μεγάλο βάθος και επομένως δεν είναι απαραίτητες οι συχνές βροχοπτώσεις.

Για την ευδοκίμηση της καλλιέργειας απαιτείται αμειψισπορά, ειδάλως αναπτύσσονται προβλήματα από την εγκατάσταση ζιζανίων, ασθενειών και εντόμων που διαχειμάζουν στο έδαφος. Η σπορά λαμβάνει χώρα κατά κύριο λόγο τον Απρίλιο-Μάρτιο και ακολουθείται γραμμικό σύστημα σποράς. Για τις πρώιμες ποικιλίες

απαιτούνται 90-120 ημέρες μέχρι την συγκομιδή, ενώ για τις όψιμες 160-190 ημέρες. Αν για κάποιο λόγο υπάρξει καθυστέρηση στη συγκομιδή, υποβαθμίζεται η ποιότητα του σπόρου και του ελαίου που περιέχεται σε αυτόν. Το γέμισμα των κεφαλών ξεκινάει περιφερειακά και συνεχίζεται προς το κέντρο. Ο σπόρος συγκομίζεται όταν αποκτήσει το χαρακτηριστικό του καστανόμαυρο χρώμα και η υγρασία του φτάσει το 10-12% (Borbely et al. 2008). Για μεγιστοποίηση της απόδοσης πρέπει να υπολογίζονται οι ανάγκες σε άρδευση, σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του εδάφους και τις κλιματολογικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής. Με την διενέργεια φυλλοδιαγνωστικού και εδαφολογικού ελέγχου, ο παραγωγός είναι σε θέση να γνωρίζει τις απαιτήσεις της καλλιέργειας, ώστε να μειώνει τις εισροές στον μέγιστο δυνατό βαθμό.

#### **1.4. Αντιμετώπιση ζιζανίων**

Τα ζιζάνια πλήττουν τα καλλιεργούμενα φυτά, καθώς δημιουργούν ανταγωνισμό σε ότι αφορά τα θρεπτικά στοιχεία, το νερό και το φως. Επιπλέον, μειώνουν το φύτρωμα των σπόρων και την ανάπτυξη των φυτών (μέσω έκκρισης αλληλοπαθητικών ουσιών), δυσχεραίνουν την εγκατάσταση της καλλιέργειας και αποτελούν ξενιστές για επιβλαβή έντομα και παθογόνα. Αποτέλεσμα αυτών, είναι η μείωση της παραγωγής και η υποβάθμιση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων (Ελευθεροχωρινός 2014). Άρα, ο έλεγχος των ζιζανίων στον ηλίανθο απαιτεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης με συνδυασμό μεθόδων όπως η αμειψισπορά, η ημερομηνίας σποράς, και η άροση (Blamey et al. 1997). Η σημαντικότερη περίοδος για τη διαχείριση των ζιζανίων είναι ο πρώτος μήνας μετά το φύτρωμα, καθώς τότε ο ρυθμός ανάπτυξης του φυτού είναι ραγδαίος και ο ανταγωνισμός ανεπιθύμητος. Τα ζιζάνια αντιμετωπίζονται μηχανικά με άροση ή χημικά με την εφαρμογή προσπαρτικών, προφυτρωτικών και μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002). Η χρήση ζιζανιοκτόνων μπορεί να είναι αποτελεσματική έναντι πολλών ζιζανίων, ωστόσο συνδέεται με πολλά προβλήματα. Είναι πιθανό να επιδράσει αρνητικά στα καλλιεργούμενα φυτά, καθυστερώντας ή και εμποδίζοντας την ανάπτυξή τους, να υποβαθμίσει το έδαφος, να οδηγήσει σε ανάπτυξη ανθεκτικότητας των ζιζανίων και να προκαλέσει ανεπανόρθωτη βλάβη στο περιβάλλον και στον άνθρωπο. Τα προβλήματα αυτά είναι δυνατό να αποφευχθούν με την αξιοποίηση αλληλοπαθητικών στρατηγικών, που περιλαμβάνουν την χρήση καλλιεργειών που καταστέλλουν την

ανάπτυξη των ζιζανίων. Επίσης, η εναλλαγή καλλιεργειών, όπως για παράδειγμα η σπορά του ηλίανθου μετά από σόργο, συμβάλλει σημαντικά στον έλεγχο των ζιζανίων (Rawat et al. 2017).

## **Ζιζανιοκτόνα**

### **Εφαρμογή πριν τη σπορά ή το φύτερωμα**

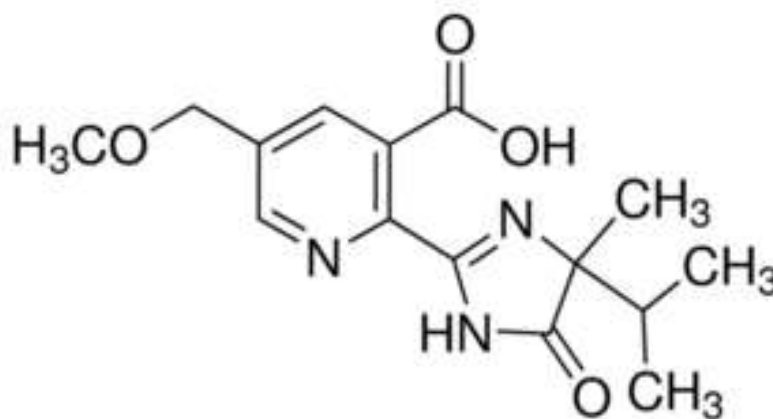
Κύριος σκοπός είναι η μείωση της πιθανότητας εμφάνισης ζιζανίων, που θα επηρεάσουν το φύτερωμα και την μετέπειτα φυσιολογική ανάπτυξη του ηλίανθου. Στην προκειμένη περίπτωση γίνεται άροση πριν τη σπορά για καταστροφή των ζιζανίων, καθώς και εφαρμογή προσπαρτικών και προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων. Για παράδειγμα το glyphosate, που είναι ένα μη εκλεκτικό, διασυστηματικό, μη υπολειμματικό ζιζανιοκτόνο, εφαρμόζεται μετά την εμφάνιση των ζιζανίων, αλλά πριν το φύτερωμα του ηλίανθου. Με την ίδια λογική αξιοποιείται και το paraquat (έχει αποσυρθεί στη χώρα μας), με την διαφορά ότι ανήκει στα ζιζανιοκτόνα επαφής (Richard Zollinger 2017)

### **Εφαρμογή μετά το φύτερωμα**

Πρωταρχικό μέλημα είναι ο καθαρισμός του αγρού από τα ζιζάνια, ώστε να μην υπάρχει ανταγωνισμός και καθυστέρηση της ανάπτυξης. Αυτό επιτυγχάνεται με την εφαρμογή μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων. Το sethoxydim φαίνεται να είναι αποτελεσματικό στην καταπολέμηση των ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων και μετά την χρήση του πρέπει να περάσουν τουλάχιστον 70 ημέρες πριν συγκομιστεί ο ηλίανθος. Τέλος, το imazamox χρησιμοποιείται σε ανθεκτικές στα ιμιδαζολιόνες ποικιλίες, όταν το φυτό είναι στο στάδιο των 2 με 8 φύλλων, με δράση τόσο στα ετήσια αγρωστώδη όσο και στα πλατύφυλλα ζιζάνια (Zollinger 2017).

Η πιο αποτελεσματική μέθοδος για την γρήγορη και εύκολη αντιμετώπιση των ζιζανίων είναι η χρήση των ζιζανιοκτόνων. Το imazamox (Εικόνα 1.1), το οποίο ανήκει στην ομάδα των ιμιδαζολινονών, εφαρμόζεται μεταφυτρωτικά και είναι ιδανικό για την ταυτόχρονη καταπολέμηση αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων. Έχει συγκεκριμένο τρόπο δράσης, καθώς αναστέλλει την δράση του ενζύμου οξικογαλακτική συνθάση (ALS), το οποίο καταλύει την πρώτη αντίδραση στη

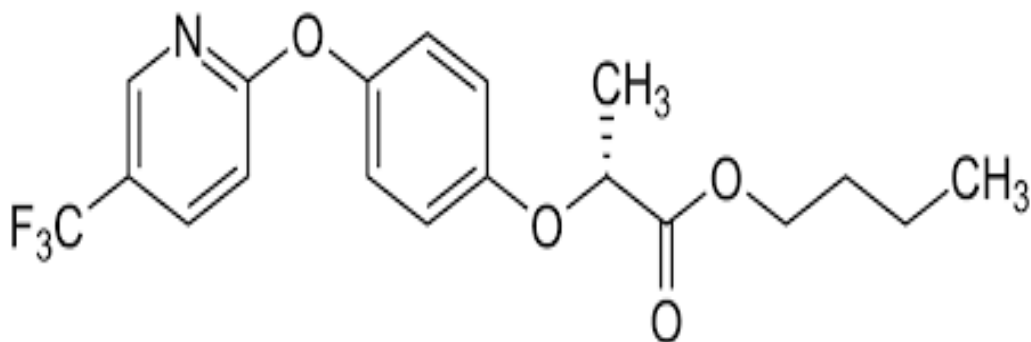
βιοσύνθεση των αμινοξέων λευκίνης, ισολευκίνης και βαλίνης. Πρόκειται για ένα εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο και παραμένει στο έδαφος μέχρι και 12 μήνες. Επομένως, η εγκατάσταση ευαίσθητων σε αυτό καλλιεργειών την επόμενη χρονιά πρέπει να αποφεύγεται. Απομακρύνεται από το έδαφος λόγω μικροβιακής αποδόμησης, ενώ η εξάτμιση και η φωτοχημική διάσπαση παίζουν μικρό ρόλο σε αυτή (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2017, Ελευθεροχωρινός 2014). Η αποτελεσματικότητά του εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από περιβαλλοντικούς παράγοντες και από τις συνθήκες που επικρατούν στον αγρό (Kudsk and Kristensen 1992). Σε ορισμένες περιπτώσεις η παρουσία του imazamox μπορεί να προκαλέσει καθυστέρηση στην ανάπτυξη του ηλιάνθου ή και προσωρινό κιτρίνισμα αυτού (Pfenning et al. 2008). Ο χρόνος ημιζωής του διαφέρει ανάλογα με το έδαφος, τις συνθήκες και την εκτέλεση του κάθε πειράματος. Για παράδειγμα σε μία έρευνα των Tracy και Penner το 2005, ο χρόνος ημιζωής της συγκεκριμένης δραστικής σε έδαφος με pH 7 υπολογίστηκε στις 9,8 ημέρες. Οι Rani et al. (2019), τον προσδιόρισαν σε 23,5 με 43,3 ημέρες σε αργιλοπηλώδες έδαφος και 19,6 με 39,8 σε αργιλοαμμώδες. Σε πείραμα των Vischetti et al.(2019) παρατηρήθηκαν αρκετές διαφορετικές τιμές μεταξύ 17,1 και 92,4 ημερών.



**Εικόνα 1.2** Χημική δομή του ζιζανιοκτόνου imazamox.

Το fluazifop-P-butyl ανήκει στα αρυλοξυφαινοξυαλκανοϊκά οξέα και πρόκειται για ένα διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο, το οποίο πρωτοεμφανίστηκε στις αρχές του 1980. Η εφαρμογή του λαμβάνει χώρα μετά το φύτευμα της καλλιέργειας με σκοπό την αντιμετώπιση των ετήσιων και των πολυετών ζιζανίων. Το θετικό είναι ότι υπάρχει πολύ μικρή πιθανότητα μόλυνσης του υπόγειου νερού, διότι η εφαρμογή του πραγματοποιείται σε μικρές δόσεις (συγκριτικά με άλλα ζιζανιοκτόνα) και η διάρκεια παραμονής του στο έδαφος κυμαίνεται από έναν έως και τρεις μήνες. Απομακρύνεται

επιτυχώς από το έδαφος λόγω μικροβιακής αποδόμησης, ενώ ελάχιστη είναι η συμβολή της εξάτμισης και της φωτοχημικής διάσπασης (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2017, Ελευθεροχωρινός 2014).



**Εικόνα 1.3** Χημική δομή του ζιζανιοκτόνου fluazifop-P-butyl

Είναι αποδεδειγμένο ότι διαθέτει μικρή τοξικότητα απέναντι στα πουλιά και τα θηλαστικά, ωστόσο παρουσιάζεται ιδιαίτερα τοξικό για τα ψάρια και τα υδρόβια ασπόνδυλα, ειδικά έπειτα από συνδυασμό με άλλα ζιζανιοκτόνα (Borin et al. 2005). Οι Shen et al. (2010), βρήκαν την διάρκεια ημιζωής του fluazifop-P-butyl ίση με 78 ημέρες, ενώ ο Deer (1999) ίση με 15 ημέρες. Τέλος, ο Smith (1987), κατέληξε στο συμπέρασμα ότι 48 ώρες μετά την εφαρμογή, σε υγρό έδαφος παρέμεινε μόλις το 8% του ζιζανιοκτόνου, ενώ σε ξηρό το 90%.

### 1.5. Βέλιουρας

Ο βέλιουρας ονομάζεται επιστημονικά *Sorghum halepense*. Είναι ένα πολυετές ζιζάνιο, το οποίο πολλαπλασιάζεται τόσο εγγενώς αλλά και αγενώς (με ριζώματα). Χαρακτηρίζεται από μεγάλη ικανότητα παραγωγής σπόρων, καθώς μπορεί να παράγει μέχρι και 80 χιλιάδες σπόρους από ένα και μόνο φυτό. Σε συνδυασμό με την σχεδόν βέβαιη βιωσιμότητά τους στο έδαφος για πολλά έτη, είναι αναμενόμενη η ταχύτατη και με ευκολία μεταφορά, εξάπλωση και εγκατάστασή τους, ακόμα και σε απομακρυσμένους αγρούς (Ελευθεροχωρινός, 2014). Ανήκει στα επτά επιβλαβέστερα είδη ζιζανίων παγκοσμίως και παρά το γεγονός πως έχει μικρή παραλλακτικότητα,

καταφέρνει να επιβιώσει και να εξαπλωθεί στις περισσότερες περιοχές της Γης και να πλήξει τα καλλιεργούμενα φυτά (Radosevich et al. 2007). Για το φύτρωμά του ο βέλιουρας απαιτεί σχετικά υψηλά επίπεδα εδαφικής υγρασίας καθώς και μία θερμοκρασία πάνω από 15° C. Η διασπορά του καθίσταται άκρως επιτυχημένη, κυρίως εξαιτίας της ανθρωπίνης δραστηριότητας και του διεθνούς εμπορίου. Η μεταφορά του ζιζανίου μπορεί να πραγματοποιηθεί με την μετακίνηση σπόρων φυτών από περιοχή σε περιοχή, μέσω ζωοτροφών, ενσιρωμάτων, μηχανημάτων και αέρα (Ελευθεροχωρινός, 2014).

Έχει διαπιστωθεί ότι ανήκει στα ζιζάνια εκείνα τα οποία είναι δηλητηριώδη για τα ζώα και ενδέχεται να αποβούν μοιραία για αυτά (Roberts et al. 1982). Πρόκειται για ένα ζιζάνιο που χαρακτηρίζεται από έντονο ανταγωνισμό. Ο Zimdahl (2007) αναφέρει, ότι ο ανταγωνισμός είναι μια μορφή αλληλεπίδρασης μεταξύ γειτονικών φυτών, που παρατηρείται όταν η άμεση διαθεσιμότητα σε θρεπτικά, νερό και φως στο περιβάλλον δεν είναι επαρκής για να καλύψει τις συνολικές απαιτήσεις των γειτονικών φυτών. Επιπλέον, εμφανίζει αλληλοπάθεια, που σύμφωνα με τον Rice (1984), είναι μια μορφή αλληλεπίδρασης μεταξύ φυτών, η οποία προκαλείται απ' την έκκριση χημικών ουσιών από ένα φυτό στο περιβάλλον και οι οποίες διεγείρουν ή αναστέλλουν την αύξηση των υπολοίπων φυτών. Για την αντιμετώπιση του βέλιουρα εφαρμόζονται διάφορα ζιζανιοκτόνα αγρωστωδωκτόνα ζιζανιοκτόνα των ομάδων κυκλοεξανδιανόνες (dims) και αρυλοφαινοξυαλκανοϊκά οξέα (fops) όπως τα παρακάτω:

- ✓ fluazifop-p-ethyl,
- ✓ quizalofop-p-ethyl,
- ✓ propaquizafop και
- ✓ cycloxydim (Khan et al. 1988, Kaloumenos and Eleftherohorinos 2009, Scarabel et al. 2014, Tóth 2014).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>:Υλικά και Μέθοδοι

### 2.1. Πειραματικός αγρός

Για τη διεκπεραίωση της μελέτης έλαβε χώρα πείραμα σε αγρό (Εικόνα 2.1), ο οποίος βρίσκεται στο Βελεστίνο και ανήκει στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Η καλλιέργεια διήρκησε από τα τέλη Απριλίου του 2020 έως τις αρχές Σεπτεμβρίου του 2020. Το πείραμα ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 2019 όπου πραγματοποιήθηκε όργωμα για τη διαχείριση των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας (ηλίανθος) και για τον έλεγχο των ζιζανίων. Τον Απρίλιο του 2020 έγινε αρχικά ένα πέρασμα με τον καλλιεργητή και στη συνέχεια ένα πέρασμα με τη φρέζα. Στις 18 Ιουνίου του 2020 πραγματοποιήθηκε λίπανση με 10 κιλά ουρία ανά στρέμμα, ενώ στις 8 Ιουλίου εφαρμόστηκαν ακόμα 10 κιλά κατά το στάδιο της πλήρους άνθησης. Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται το pH και οι ιδιότητες του εδάφους (πίνακας 2.1).

**Πίνακας 2.1** Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του εδάφους του αγρού, στον οποίο έγινε το πείραμα.

Κοκκομετρική σύσταση και pH	
Έδαφος	Αμμοαργιλοπηλώδες
Άμμος	38%
Ιλύς	36%
Άργιλος	26%
pH	7,4% (1:1 έδαφος προς H <sub>2</sub> O)



**Εικόνα 2.1** Ο πειραματικός αγρός στις 7 Μαΐου του 2020, 3 ημέρες μετά το πρώτο πότισμα.

## 2.2. Πειραματικό σχέδιο

Για το πείραμα χρησιμοποιήθηκε το πειραματικό σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων, με 4 επεμβάσεις και 3 επαναλήψεις. Επομένως, χωρίστηκε ο αγρός σε 12 όμοια τεμάχια με διαστάσεις 3 m x 5 m το καθένα και στις 30 Απριλίου του 2020 πραγματοποιήθηκε η σπορά. Για αυτή χρειάστηκαν περίπου 300 gr σπόρου ανά στρέμμα. Το πρώτο πότισμα έγινε στις 4 Μαΐου του 2020, ενώ το φύτρωμα παρατηρήθηκε στις 11 Μαΐου.

Στις 20 Μαΐου του 2020, στο στάδιο των 4-6 φύλλων, έλαβε χώρα η εφαρμογή των μεταφωτρωτικών ζιζανιοκτόνων τα οποία εφαρμόστηκαν με ψεκαστήρα ακριβείας, ακροφύσια ριπιδίου, πίεση 2,5 atm και όγκο ψεκαστικού υγρού 30 L/στρέμμα. Στις 17 Μαΐου του 2020 σκαλίστηκε ο αγρός για πρώτη φορά (Εικόνα 2.2, Εικόνα 2.3) και στις 4 Ιουνίου για δεύτερη.



**Εικόνα 2.2** Ο πειραματικός αγρός πριν το σκάλισμα, μαζί με τον βέλιουρα.



**Εικόνα 2.3** Ο πειραματικός αγρός μετά το σκάλισμα.

Οι επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν οι εξής (Πίνακας 2.2):

- Σκαλισμένος μάρτυρας
- imazamox
- fluazifop-P-butyl
- imazamox+fluazifop-P-butyl

Τα σκευάσματα και οι δόσεις που χρησιμοποιήθηκαν αναλύονται παρακάτω:

1. Η δραστική ουσία imazamox εμπεριέχεται στο εμπορικό σκεύασμα Pulsar 4 SL σε συγκέντρωση 4% β/ο και ο ψεκασμός έγινε στην δόση των 100 ml ανά στρέμμα. Πρόκειται για ένα ζιζανιοκτόνο που εφαρμόζεται μεταφυτρωτικά για την καταπολέμηση των αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων στον ηλίανθο, τη μηδική και το ρύζι.
2. Η δραστική ουσία fluazifop-P-butyl εμπεριέχεται στο εμπορικό σκεύασμα Fusilade 12.5 EC σε συγκέντρωση 12,5% β/ο και ο ψεκασμός έγινε στην δόση των 250 ml ανά στρέμμα. Πρόκειται για ένα εκλεκτικό διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο φυλλώματος, για τη μεταφυτρωτική καταπολέμηση αγρωστωδών

ζιζανίων. Απορροφάτε από τα φύλλα και μετακινείται μέσα στα φυτά στους υπέργειους και υπόγειους ιστούς.

3. Στην επέμβαση του συνδυασμού των δύο σκευασμάτων χρησιμοποιήθηκαν 100 ml από το Pulsar και 100 ml από το Fusilade ανά στρέμμα.

**Πίνακας 2.2** Πειραματικός αγρός και επεμβάσεις

-	-	<b>Fusilade</b>
-	<b>Fusilade</b>	-
-	<b>Fusilade + Pulsar</b>	-
-	<b>Pulsar</b>	<b>Σκαλισμένος μάρτυρας</b>
<b>Fusilade + Pulsar</b>	-	-
<b>Σκαλισμένος μάρτυρας</b>	-	<b>Fusilade + Pulsar</b>
<b>Pulsar</b>	-	-
<b>Fusilade</b>	-	-
-	<b>Σκαλισμένος μάρτυρας</b>	<b>Pulsar</b>

### 2.3. Μετρήσιμα χαρακτηριστικά

Συνολικά έγιναν 6 μετρήσεις, στις 4 και 19 Ιουνίου (Εικόνα 2.4), στις 8 (Εικόνα 2.5) και 22 Ιουλίου (Εικόνα 2.6) και τέλος στις 29 και 30 Σεπτεμβρίου του 2020. Αυτές αφορούσαν τα εξής:

1. Την **περιεκτικότητα της χλωροφύλλης** στα φύλλα τριών τυχαίων φυτών του κάθε αγροτεμαχίου. Λήφθηκε μέτρηση από ένα φύλλο του κάθε φυτού που επιλέχθηκε και στη συνέχεια βγήκε ο μέσος όρος της κάθε τριάδας. Όλα αυτά

πραγματοποιήθηκαν με την χρήση της φορητής συσκευής **SPAD-502 chlorophyll meter (Konica Minolta Optics Inc.)**. Ως δείγμα επιλέχθηκε το δεύτερο φύλλο από την κορυφή το φυτού, ενώ αποφεύχθηκαν τα ασθενικά για πιο αντικειμενική προσέγγιση της περιεκτικότητας.

2. Το **ύψος των φυτών**. Σε κάθε αγροτεμάχιο μετρήθηκαν συνολικά τρία φυτά τα οποία βρισκόντουσαν σε συνεχόμενες θέσεις, με την βοήθεια μέτρου, από το έδαφος έως την κορυφή των φυτών.
3. Το **νωπό βάρος** τριών τυχαία επιλεγμένων φυτών από το κάθε αγροτεμάχιο. Η μέτρηση έγινε με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας.
4. Το **ξηρό βάρος** των επιλεγμένων νωπών φυτών από το κάθε αγροτεμάχιο, έπειτα από παραμονή σε κλίβανο, στους 60° C για 4 ημέρες. Η μέτρηση έγινε με την βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας.
5. Τον **αριθμό των ζιζανίων** και πιο συγκεκριμένα του **βέλιουρα**, που υπήρχε σε κάθε αγροτεμάχιο σε τυχαία επιλεγμένη έκταση, εμβαδού 80 cm x 75 cm.
6. Το συνολικό **νωπό βάρος** των ζιζανίων της επιλεγμένης έκτασης (80 cm x 75 cm) του κάθε αγροτεμαχίου. Η μέτρηση έγινε με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας.
7. Το συνολικό **ξηρό βάρος** των ζιζανίων που συλλέχθηκαν από την επιλεγμένη έκταση του κάθε αγροτεμαχίου, έπειτα από την παραμονή τους σε κλίβανο, στους 60° C για 4 ημέρες. Η μέτρηση έγινε με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας.
8. Το **βάρος της κεφαλής (ταξιανθία)** (Εικόνα 2.6) τριών φυτών ηλίανθου από το κάθε αγροτεμάχιο.
9. Το **συνολικό βάρος των σπόρων** των τριών κεφαλών από το κάθε αγροτεμάχιο, καθώς και το **βάρος 50+50** τυχαία επιλεγμένων σπόρων από την

κάθε τριάδα κεφαλών. Η μέτρηση έγινε με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας.



**Εικόνα 2.4** Ο πειραματικός αγρός 7 ημέρες μετά την 1<sup>η</sup> μέτρηση και 8 πριν την 2<sup>η</sup>.



**Εικόνα 2.5** Ο ηλιάνθος στις 8 Ιουλίου κατά την 3<sup>η</sup> μέτρηση, στο στάδιο της πλήρους άνθησης.



**Εικόνα 2.6** Προστατευμένη κεφαλή ηλίανθου.

Η **συγκομιδή** πραγματοποιήθηκε την 1<sup>η</sup> Σεπτεμβρίου του 2020 (Εικόνα 2.7), καθώς τότε η υγρασία στον σπόρο ήταν 10%, οι κεφαλές είχαν γεμίσει πλήρως, πάνω από τα 2/3 των φύλλων της βάσης είχαν ξηραθεί και το χρώμα στο πάνω μέρος των κεφαλών ήταν καστανοκίτρινο. Σε κάθε αγροτεμάχιο είχαν επιλεγθεί τρεις κεφαλές και τοποθετήθηκαν σε αυτές προστατευτικά δίχτυα (Ιούλιο) για να διαφυλαχθεί η ακεραιότητά τους και η προσβολή από πουλιά.



**Εικόνα 2.7** Ο πειραματικός αγρός την ημέρα της συγκομιδής την 1<sup>η</sup> Σεπτέμβρη.

## 2.4. Μετεωρολογικά δεδομένα

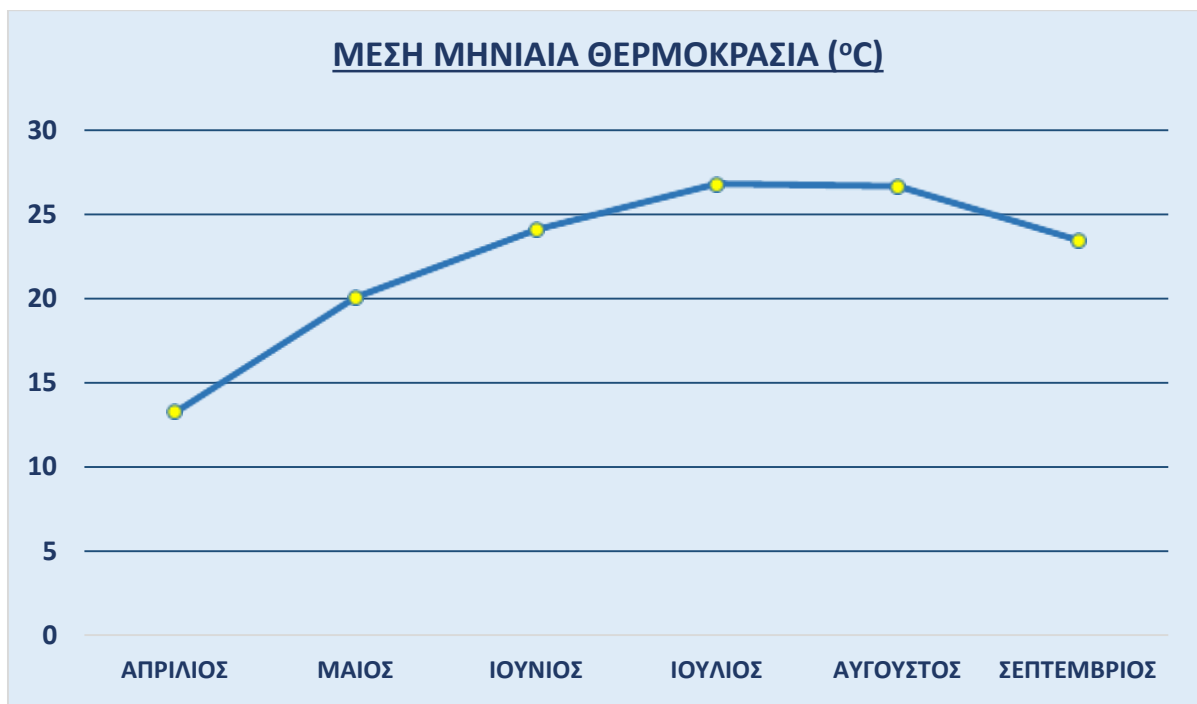
Στο διάγραμμα 2.1 παρατίθενται τα ύψη της μηνιαίας βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου του ηλίανθου, δηλαδή από τον Απρίλιο του 2020 που έγινε η σπορά έως και τον Σεπτέμβριο του 2020 που έλαβε χώρα η συγκομιδή. Οι μετρήσεις λήφθηκαν από τον μετεωρολογικό σταθμό του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Το καλοκαίρι οι βροχές είχαν χαμηλή ένταση και οι μηνιαίες βροχοπτώσεις πλησίασαν τα 10 mm. Οι υψηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν τον Απρίλιο, καθώς και τον Σεπτέμβριο, μετά τη συγκομιδή.



**Διάγραμμα 2.1** Οι τιμές της μηνιαίας βροχόπτωσης (mm) στο Βελεστίνο, κατά το διάστημα της καλλιεργητικής περιόδου του ηλίανθου (Απρίλιος-Σεπτέμβριος 2020).

Στο διάγραμμα 2.2 παρατίθενται οι τιμές της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου του ηλίανθου. Η θερμοκρασία είχε σταθερά ανοδική πορεία μέχρι και τον Ιούλιο που εμφάνισε την μεγαλύτερή της τιμή (27° C). Στη συνέχεια σταθεροποιήθηκε, ενώ προς τον Σεπτέμβριο παρατηρήθηκε σημαντική και συνεχής πτώση.





**Διάγραμμα 2.2** Οι τιμές της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας (°C) στο Βελεστίνο, κατά το διάστημα της καλλιεργητικής περιόδου του ηλίανθου(Απρίλιος-Σεπτέμβριος 2020).

## 2.5. Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μετά το πέρας όλων των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν τόσο στον αγρό όσο και στο εργαστήριο Ζιζανιολογίας. Η στατιστική επεξεργασία πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πρόγραμμα SigmaPlot12 (Systat Software Inc., San Jose, CA) σε 2 βήματα:

**1° βήμα:** Ανάλυση της διασποράς με βάση το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 επαναλήψεις και 4 επεμβάσεις.

**2° βήμα:** Σύγκριση των μέσων τιμών των μετρήσεων μέσω της μεθόδου της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD), σε επίπεδο σημαντικότητας  $P=5\%$ . Το 2° βήμα υλοποιήθηκε μόνο στις περιπτώσεις εκείνες κατά τις οποίες το 1° βήμα φανέρωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: Αποτελέσματα

### 3.1. Μέτρηση Ύψους Φυτών Ηλίανθου

#### Μέτρηση 1<sup>η</sup>: 4 Ιουνίου 2020

Κατά την πρώτη μέτρηση (4-6-2020) του ύψους των φυτών του ηλίανθου, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.1) δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος ( $F=3,925$ ,  $P<0.073$ ). Οι τιμές του ύψους κυμάνθηκαν από 53 έως 58 cm, με τη χαμηλότερη τιμή να εντοπίζεται στην επέμβαση του μίγματος fluazifop-P-butyl και imazamox, ενώ η υψηλότερη βρέθηκε στον σκαλισμένο μάρτυρα, ενδεχομένως εξαιτίας της απουσίας ανταγωνισμού των φυτών του ηλίανθου με το πολυετές ζιζάνιο βέλιουρα.

**Πίνακας 3.1** Ύψος των φυτών του ηλίανθου στις διάφορες επεμβάσεις (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος στις 4 Ιουνίου του 2020.

Επεμβάσεις	Ύψος (cm)
fluazifop-P-butyl	54,9 a
imazamox	54,7 a
fluazifop-P-butyl + imazamox	53,0 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	58,0 a
LSD <sub>5%</sub>	-
Τιμή F	3,925
Τιμή P	0,073

### **Μέτρηση 2<sup>η</sup>: 19 Ιουνίου 2020**

Κατά τη δεύτερη μέτρηση (19-6-2020) του ύψους των φυτών του ηλίανθου, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.2) δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος ( $F=0,686$ ,  $P<0.593$ ). Οι τιμές του ύψους κυμάνθηκαν από 131,2 έως 136,3 cm, με τη χαμηλότερη τιμή να εντοπίζεται στην επέμβαση του μίγματος fluazifop-P-butyl και imazamox, ενώ η υψηλότερη βρέθηκε στα φυτά των αγροτεμαχίων που εφαρμόστηκε το imazamox.

**Πίνακας 3.2** Ύψος των φυτών του ηλίανθου στις διάφορες επεμβάσεις (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος στις 19 Ιουνίου του 2020.

<b>Επεμβάσεις</b>	<b>Ύψος (cm)</b>
fluazifop-P-butyl	132,9 a
imazamox	136,3 a
fluazifop-P-butyl + imazamox	131,2 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	135,4 a
LSD <sub>5%</sub>	-
Τιμή F	0,686
Τιμή P	0,593

### **Μέτρηση 3<sup>η</sup>: 8 Ιουλίου 2020**

Κατά την τρίτη μέτρηση (8-7-2020) του ύψους των φυτών του ηλίανθου, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.3) δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-

butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος ( $F=0,658$ ,  $P<0.607$ ). Οι τιμές του ύψους κυμάνθηκαν από 201 έως 206,7 cm, με τη χαμηλότερη τιμή να εντοπίζεται στην επέμβαση του σκαλισμένου μάρτυρα, ενώ η υψηλότερη βρέθηκε στην επέμβαση του μίγματος fluazifop-P-butyl και imazamox, σε αντίθεση με τις δύο προηγούμενες μετρήσεις.

**Πίνακας 3.3** Ύψος των φυτών του ηλίανθου στις διάφορες επεμβάσεις (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος στις 8 Ιουλίου του 2020.

Επεμβάσεις	Ύψος (cm)
fluazifop-P-butyl	205,0 a
Imazamox	202,6 a
fluazifop-P-butyl + imazamox	206,7 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	201,0 a
LSD <sub>5%</sub>	-
Τιμή F	0,658
Τιμή P	0,607

### 3.2. Μέτρηση σχετικής συγκέντρωσης χλωροφύλλης (SPAD) Μέτρηση 1<sup>η</sup>: 4 Ιουνίου 2020

Κατά την πρώτη μέτρηση της σχετικής συγκέντρωσης χλωροφύλλης (SPAD) των φυτών του ηλίανθου, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.4) ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων του πειράματος ( $F=28,651$ ,

$P < 0.005$ ). Πιο συγκεκριμένα, στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο imazamox και το μίγμα fluazifop-P-butyl+imazamox σημειώθηκε μείωση των τιμών SPAD, ενώ στα φύλλα του ηλίανθου παρατηρήθηκε χλώρωση. Στα τεμάχια όπου έγινε εφαρμογή του fluazifop-P-butyl η τιμή του SPAD ήταν 35,1 ενώ δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά σε σχέση με τον σκαλισμένο μάρτυρα. Στο συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο δεν παρατηρήθηκε χλώρωση στα φύλλα. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι οι τιμές SPAD στον σκαλισμένο μάρτυρα ήταν κατά 12,3% μεγαλύτερες σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το imazamox. Φαίνεται λοιπόν, ότι η παρουσία του imazamox επηρέασε αρνητικά τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φύλλα του ηλίανθου κατά την 1<sup>η</sup> μέτρηση της συγκεκριμένης παραμέτρου.

**Πίνακας 3.4** Σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD) στα φύλλα του ηλίανθου στις διάφορες επεμβάσεις (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος στις 4 Ιουνίου του 2020.

Επεμβάσεις	Τιμές SPAD
Fluazifop-P-butyl	35,1 a
Imazamox	31,5 b
Fluazifop-P-butyl+imazamox	31,2 b
Σκαλισμένος μάρτυρας	35,9 a
LSD <sub>5%</sub>	1,555
Τιμή F	28,651
Τιμή P	0,001

## **Μέτρηση 2<sup>η</sup>: 19 Ιουνίου 2020**

Κατά τη δεύτερη μέτρηση της σχετικής συγκέντρωσης χλωροφύλλης (SPAD) των φυτών του ηλίανθου, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.5) δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων του πειράματος ( $F=0,910$ ,  $P<0.490$ ). Οι τιμές SPAD της χλωροφύλλης κυμάνθηκαν από 34,9 έως 36,9, με τη χαμηλότερη μέτρηση να εντοπίζεται στα αγροτεμάχια όπου εφαρμόστηκε συνδυασμός fluazifop-P-butyl και imazamox, ενώ η υψηλότερη στον σκαλισμένο μάρτυρα. Αξίζει να σημειωθεί η σημαντική αύξηση της χλωροφύλλης κατά 3,7 μονάδες σε σχέση με την 1<sup>η</sup> μέτρηση στα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το imazamox, είτε μόνο του είτε σε συνδυασμό με το fluazifop-P-butyl. Επομένως, το φαινόμενο της χλώρωσης των φύλλων εξαιτίας του imazamox ήταν προσωρινό.

**Πίνακας 3.5** Σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD) στα φύλλα του ηλίανθου στις διάφορες επεμβάσεις (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος στις 19 Ιουνίου του 2020.

<b>Επεμβάσεις</b>	<b>Τιμές SPAD</b>
<b>Fluazifop-P-butyl</b>	36,5 a
<b>Imazamox</b>	35,2 a
<b>Fluazifop-P-butyl+imazamox</b>	34,9 a
<b>Σκαλισμένος μάρτυρας</b>	36,9 a
<b>LSD<sub>5%</sub></b>	-
<b>Τιμή F</b>	0,910
<b>Τιμή P</b>	0,490

### **Μέτρηση 3<sup>η</sup>: 8 Ιουλίου 2020**

Κατά την τρίτη μέτρηση της σχετικής συγκέντρωσης χλωροφύλλης (SPAD) των φυτών του ηλίανθου, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.6) δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων του πειράματος ( $F=4,478$ ,  $P<0.056$ ). Η χαμηλότερη τιμή εντοπίστηκε στην επέμβαση με imazamox (35,2) και ήταν μόλις 4% μικρότερη από εκείνη της επέμβασης με fluazifop-P-butyl (36,7). Στον ασκάλιστο μάρτυρα η τιμή SPAD βρέθηκε ίση με 35,8, ενώ στο αγροτεμάχια στα οποία χορηγήθηκαν και τα δύο ζιζανιοκτόνα (fluazifop-P-butyl+imazamox) 36,6.

**Πίνακας 3.6** Σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD) στα φύλλα του ηλίανθου στις διάφορες επεμβάσεις (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος στις 8 Ιουλίου του 2020.

<b>Επεμβάσεις</b>	<b>Τιμές SPAD</b>
<b>Fluazifop-P-butyl</b>	36,7 a
<b>Imazamox</b>	35,2 a
<b>Fluazifop-P-butyl+imazamox</b>	36,6 a
<b>Σκαλισμένος μάρτυρας</b>	35,8 a
<b>LSD<sub>5%</sub></b>	-
<b>Τιμή F</b>	4,478
<b>Τιμή P</b>	0,056

### 3.3. Μέτρηση Νωπού Βάρους Φυτών Ηλίανθου

#### Μέτρηση 1<sup>η</sup>: 4 Ιουνίου 2020

Κατά την πρώτη μέτρηση (4-6-2020) του νωπού βάρους των φυτών του ηλίανθου, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.7) δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος ( $F=4,339$ ,  $P<0.060$ ). Το μεγαλύτερο νωπό βάρος βρέθηκε στον σκαλισμένο μάρτυρα (613,9 kg/στρ) και το χαμηλότερο εκεί που εφαρμόστηκε το imazamox (559,5 kg/στρ). Στα αγροτεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε μίγμα fluazifop-P-butyl και imazamox το νωπό βάρος βρέθηκε ίσο με 572,2 kg/στρ, ενώ στο fluazifop-P-butyl 598,3 kg/στρ.

**Πίνακας 3.7** Νωπό βάρος των φυτών του ηλίανθου στις διάφορες επεμβάσεις (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος στις 4 Ιουνίου του 2020.

Επεμβάσεις	Νωπό Βάρος (kg/στρ)
fluazifop-P-butyl	598,3 a
Imazamox	559,5 a
fluazifop-P-butyl + imazamox	572,2 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	613,9 a
LSD <sub>5%</sub>	-
Τιμή F	4,339
Τιμή P	0,060

#### Μέτρηση 2<sup>η</sup>: 19 Ιουνίου 2020

Κατά τη δεύτερη μέτρηση του νωπού βάρους των φυτών του ηλίανθου, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.8) ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των



τεσσάρων επεμβάσεων του πειράματος ( $F=7,950$ ,  $P<0.016$ ). Γενικά, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση του βάρους όλων των φυτών. Πιο συγκεκριμένα, η μικρότερη τιμή εντοπίστηκε στην επέμβαση με imazamox (4153,7 kg/στρ) και είχε στατιστικώς σημαντική διαφορά με τις τιμές όλων των άλλων επεμβάσεων. Το βάρος στον σκαλισμένο μάρτυρα βρέθηκε 8,4% μεγαλύτερο, στην επέμβαση με fluazifop-P-butyl 6,4%, ενώ στον συνδυασμό των δύο ζιζανιοκτόνων 4,7% μεγαλύτερο. Εκτός της μεταχείρισης με το imazamox, οι υπόλοιπες δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

**Πίνακας 3.8** Νωπό βάρος των φυτών του ηλίανθου στις διάφορες επεμβάσεις (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος στις 19 Ιουνίου του 2020.

Επεμβάσεις	Νωπό Βάρος (kg/στρ)
Fluazifop-P-butyl	4436,9 a
Imazamox	4153,7 b
Fluazifop-P-butyl+imazamox	4360,1 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	4536,6 a
LSD <sub>5%</sub>	199,30
Τιμή F	7,950
Τιμή P	0,016

### **Μέτρηση 3<sup>η</sup>: 8 Ιουλίου 2020**

Κατά την τρίτη μέτρηση του νωπού βάρους των φυτών του ηλίανθου, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.9) ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων του πειράματος ( $F=24,433$ ,  $P<0.001$ ). Η αύξηση του βάρους των φυτών συνεχίστηκε με έντονο ρυθμό. Η μικρότερη τιμή εντοπίστηκε πάλι στην επέμβαση με imazamox (5713,2 kg/στρ) και είχε στατιστικώς σημαντική διαφορά με τις τιμές όλων των άλλων επεμβάσεων. Το μεγαλύτερο βάρος βρέθηκε στον σκαλισμένο μάρτυρα (6951,4 kg/στρ), έπειτα ακολούθησαν τα φυτά της επέμβασης με fluazifop-P-butyl (6862,5 kg/στρ), ενώ τα φυτά που δέχθηκαν το μίγμα των ζιζανιοκτόνων fluazifop-P-butyl και imazamox είχαν λίγο μικρότερο βάρος. Εκτός της μεταχείρισης με το imazamox, οι υπόλοιπες δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

**Πίνακας 3.9** Νωπό βάρος των φυτών του ηλίανθου στις διάφορες επεμβάσεις (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος στις 8 Ιουλίου του 2020.

<b>Επεμβάσεις</b>	<b>Νωπό Βάρος (kg/στρ)</b>
<b>Fluazifop-P-butyl</b>	6862,5 a
<b>Imazamox</b>	5713,2 b
<b>Fluazifop-P-butyl+imazamox</b>	6660,8 a
<b>Σκαλισμένος μάρτυρας</b>	6951,4 a
<b>LSD<sub>5%</sub></b>	398,35
<b>Τιμή F</b>	24,433
<b>Τιμή P</b>	0,001

### 3.4. Μέτρηση Ξηρού Βάρους Φυτών Ηλίανθου

#### Μέτρηση 1<sup>η</sup>: 4 Ιουνίου 2020

Κατά την πρώτη μέτρηση (4-6-2020) του ξηρού βάρους των φυτών του ηλίανθου, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.10) δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος ( $F=1,019$ ,  $P<0.448$ ). Οι τιμές του ξηρού βάρους κυμάνθηκαν από 45,4 kg/στρ έως 51,5 kg/στρ. Η μεγαλύτερη τιμή βρέθηκε εκεί που εφαρμόστηκε το fluazifop-P-butyl και η μικρότερη εκεί όπου χορηγήθηκε το μίγμα των ζιζανιοκτόνων fluazifop-P-butyl και imazamox. Στα αγροτεμάχια στα οποία χορηγήθηκε το imazamox το ξηρό βάρος υπολογίστηκε ίσο με 49,5 kg/στρ και στον σκαλισμένο μάρτυρα 46,1 kg/στρ.

**Πίνακας 3.10** Ξηρό βάρος των φυτών του ηλίανθου στις διάφορες επεμβάσεις (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος στις 4 Ιουνίου του 2020.

Επεμβάσεις	Ξηρό Βάρος (kg/στρ)
fluazifop-P-butyl	51,5 a
Imazamox	49,6 a
fluazifop-P-butyl + imazamox	45,4 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	46,1 a
LSD <sub>5%</sub>	-
Τιμή F	1,019
Τιμή P	0,448

### **Μέτρηση 2<sup>η</sup>: 19 Ιουνίου 2020**

Κατά τη δεύτερη μέτρηση του ξηρού βάρους των φυτών του ηλίανθου, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.11) δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων του πειράματος ( $F=2,688$ ,  $P<0.140$ ). Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος βρέθηκε στην επέμβαση με το μίγμα fluazifop-P-butyl και imazamox, ενώ στην μεταχείριση με imazamox το βάρος βρέθηκε μικρότερο κατά 11,4%.

**Πίνακας 3.11** Ξηρό βάρος των φυτών του ηλίανθου στις διάφορες επεμβάσεις (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος στις 19 Ιουνίου του 2020.

<b>Επεμβάσεις</b>	<b>Ξηρό Βάρος (kg/στρ)</b>
<b>Fluazifop-P-butyl</b>	752,8 a
<b>Imazamox</b>	707,3 a
<b>Fluazifop-P-butyl+imazamox</b>	798,5 a
<b>Σκαλισμένος μάρτυρας</b>	777,5 a
<b>LSD<sub>5%</sub></b>	-
<b>Τιμή F</b>	2,688
<b>Τιμή P</b>	0,140

### **Μέτρηση 3<sup>η</sup>: 8 Ιουλίου 2020**

Κατά την τρίτη μέτρηση του ξηρού βάρους των φυτών του ηλίανθου, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.12) ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων του πειράματος ( $F=36,005$ ,  $P<0.001$ ). Η μεγαλύτερη τιμή βρέθηκε στον σκαλισμένο μάρτυρα (1423,5 kg/στρ) και είχε στατιστικώς σημαντική

διαφορά με τις τιμές της επέμβασης με fluazifop-P-butyl και της επέμβασης με imazamox, οι οποίες ήταν 7,6 και 23,2% μικρότερες αντίστοιχα. Το μικρότερο βάρος προέκυψε στην μεταχείριση με imazamox (1093,0 kg/στρ) και παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο σε σχέση με την επέμβαση με fluazifop-P-butyl, όσο και με αυτή του μίγματος fluazifop-P-butyl και imazamox. Δεν παρατηρήθηκαν άλλες ουσιαστικές αποκλίσεις άξιες αναφοράς.

**Πίνακας 3.12** Ξηρό βάρος των φυτών του ηλίανθου στις διάφορες επεμβάσεις (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος στις 8 Ιουλίου του 2020.

Επεμβάσεις	Ξηρό Βάρος (kg/στρ)
Fluazifop-P-butyl	1315,6 b
Imazamox	1093,0 c
Fluazifop-P-butyl+imazamox	1357,5 ab
Σκαλισμένος μάρτυρας	1423,5 a
LSD <sub>5%</sub>	82,66
Τιμή F	36,005
Τιμή P	0,001

### 3.5. Μέτρηση Βάρους 1000 σπόρων Ηλίανθου

Κατά τη μέτρηση του βάρους 1000 σπόρων ηλίανθου, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.13) δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος ( $F=1,298$ ,  $P<0.358$ ). Οι τιμές του βάρους κυμάνθηκαν από

74,6 έως 78,8 g. Η μεγαλύτερη τιμή εντοπίστηκε στον σκαλισμένο μάρτυρα και η μικρότερη στην επέμβαση με imazamox. Το βάρος στα αγροτεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το μίγμα fluazifop-P-butyl και imazamox υπολογίστηκε στα 76,9 g, ενώ σε αυτά που χορηγήθηκε το fluazifop-P-butyl 76,1 g.

**Πίνακας 3.13** Βάρος 1000 σπόρων του ηλίανθου στις διάφορες επεμβάσεις (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος.

Επεμβάσεις	Βάρος 1000 σπόρων (g)
fluazifop-P-butyl	76,1 a
Imazamox	74,6 a
fluazifop-P-butyl + imazamox	76,9 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	78,8 a
LSD <sub>5%</sub>	-
Τιμή F	1,298
Τιμή P	0,358

### 3.6. Μέτρηση Βάρους Κεφαλής Ηλίανθου

Κατά την μέτρηση του βάρους της κεφαλής των φυτών του ηλίανθου, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.14) ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος ( $F=5,819$ ,  $P<0.033$ ). Η χαμηλότερη τιμή εντοπίστηκε στην επέμβαση με imazamox (120,8 g), η οποία φανερώνει στατιστικώς σημαντική διαφορά τόσο με την τιμή του σκαλισμένου μάρτυρα που υπολογίστηκε κατά 12,2% μεγαλύτερη, όσο και με το βάρος των σπόρων των αγροτεμαχίων στα οποία

εφαρμόστηκε το μίγμα fluazifop-P-butyl και imazamox, το οποίο βρέθηκε 10,6% μεγαλύτερο.

**Πίνακας 3.14** Βάρος κεφαλής των φυτών του ηλίανθου στις διάφορες επεμβάσεις (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος.

Επεμβάσεις	Βάρος κεφαλής (g)
fluazifop-P-butyl	130,8 ac
Imazamox	120,8 bc
fluazifop-P-butyl + imazamox	135,2 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	137,6 a
LSD <sub>5%</sub>	10,61
Τιμή F	5,819
Τιμή P	0,033

### 3.7. Απόδοση των φυτών του Ηλίανθου σε σπόρο

Κατά τη μέτρηση της απόδοσης των φυτών του ηλίανθου σε σπόρο, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.15) ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος ( $F=6,695$ ,  $P<0.024$ ). Η χαμηλότερη τιμή εντοπίστηκε στην επέμβαση με imazamox (451,1 kg/στρ), η οποία φανερώνει στατιστικώς σημαντική διαφορά σε σχέση με όλες τις άλλες επεμβάσεις. Η τιμή του σκαλισμένου μάρτυρα βρέθηκε 10,7% μεγαλύτερη σε σχέση με την επέμβαση του imazamox, ενώ η απόδοση σε σπόρο των αγροτεμαχίων στα οποία εφαρμόστηκε το μίγμα fluazifop-P-butyl και imazamox βρέθηκε 7% μεγαλύτερη.

**Πίνακας 3.15** Απόδοση των φυτών του ηλίανθου σε σπόρο στις διάφορες επεμβάσεις (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος.

Επεμβάσεις	Απόδοση σε σπόρο (kg/στρ)
fluazifop-P-butyl	483,6 a
Imazamox	451,1 b
fluazifop-P-butyl + imazamox	485,1 a
Σκαλισμένος μάρτυρας	505,0 a
LSD <sub>5%</sub>	29,88
Τιμή F	6,695
Τιμή P	0,024

### 3.8. Αριθμός Βλαστών Βέλιουρα ανά m<sup>2</sup>

Κατά την πρώτη μέτρηση (4-6-2020) του αριθμού των βλαστών του βέλιουρα, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.16) ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων του πειράματος ( $F=23,484$ ,  $P<0.001$ ). Πιο συγκεκριμένα, ο μεγαλύτερος αριθμός βλαστών (15 no/m<sup>2</sup>) βρέθηκε στην επέμβαση με imazamox και είχε αξιοσημείωτη απόκλιση από τα υπόλοιπα αποτελέσματα. Στον σκαλισμένο μάρτυρα δεν βρέθηκαν ζιζάνια, ενώ στην επέμβαση με fluazifop-P-butyl και σε αυτή με το μίγμα fluazifop-P-butyl και imazamox εντοπίστηκαν μόλις 6 βλαστοί/m<sup>2</sup>. Ο σκαλισμένος μάρτυρας εξαιτίας της απουσίας ζιζανίων εμφάνισε στατιστικώς σημαντικές διαφορές με όλες τις άλλες επεμβάσεις.



**Πίνακας 3.16** Αριθμός βλαστών του βέλιουρα στις διάφορες επεμβάσεις (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος.

<b>Αριθμός βλαστών του βέλιουρα ανά m<sup>2</sup></b>				
<b>Επεμβάσεις</b>	1 <sup>η</sup> Μέτρηση	2 <sup>η</sup> Μέτρηση	3 <sup>η</sup> Μέτρηση	4 <sup>η</sup> Μέτρηση
<b>fluazifop-P-butyl</b>	6,1 b	3,9 b	5,0 bc	7,2 b
<b>Imazamox</b>	15,0 a	45,6 a	35,6 a	44,4 a
<b>fluazifop-P-butyl + imazamox</b>	6,0 b	6,3 b	8,3 b	8,3 b
<b>Σκαλισμένος μάρτυρας</b>	0,0 c	0,0 c	21,1 ab	22,2 b
<b>LSD<sub>5%</sub></b>	4,41	15,91	19,24	15,13
<b>Τιμή F</b>	23,484	21,321	6,248	15,709
<b>Τιμή P</b>	0,001	0,001	0,028	0,003

Κατά τη δεύτερη μέτρηση (19-6-2020) του αριθμού των βλαστών του βέλιουρα, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.16) ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων του πειράματος ( $F=21,321$ ,  $P<0.001$ ). Πιο συγκεκριμένα, ο μεγαλύτερος αριθμός βλαστών ( $45,6 \text{ no/m}^2$ ) βρέθηκε στην επέμβαση με imazamox και είχε πολύ μεγάλη απόκλιση από τα υπόλοιπα αποτελέσματα. Στον σκαλισμένο μάρτυρα δεν βρέθηκαν ζιζάνια, ενώ στην επέμβαση με fluazifop-P-butyl εντοπίστηκαν 3,9 βλαστοί βέλιουρα/m<sup>2</sup> και σε αυτή με το μίγμα fluazifop-P-butyl και imazamox μόλις 6,3 βλαστοί/m<sup>2</sup>.

Κατά την τρίτη μέτρηση (8-7-2020) του αριθμού των βλαστών του βέλιουρα, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.16) ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων του πειράματος ( $F=6,248$ ,  $P<0.028$ ). Πιο συγκεκριμένα, ο μεγαλύτερος αριθμός βλαστών του βέλιουρα ( $35,6 \text{ no/m}^2$ ) βρέθηκε στην επέμβαση με imazamox. Ο αριθμός των ζιζανίων στην μεταχείριση με fluazifor-P-butyl υπολογίστηκε 86% μικρότερος, ενώ στην μεταχείριση με το μίγμα fluazifor-P-butyl και imazamox 77% μικρότερος. Μεγάλη αύξηση παρατηρήθηκε στον σκαλισμένο μάρτυρα στον οποίο βρέθηκαν 21,1 βλαστοί βέλιουρα/ $\text{m}^2$ .

Κατά την τέταρτη μέτρηση (22-7-2020) του αριθμού των ζιζανίων, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.16) ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων του πειράματος ( $F=15,709$ ,  $P<0.001$ ). Ο μεγαλύτερος αριθμός βλαστών του βέλιουρα ( $44,4 \text{ no/m}^2$ ) υπολογίστηκε ξανά στην επέμβαση με imazamox και είχε μεγάλη απόκλιση από τα υπόλοιπα αποτελέσματα. Στον σκαλισμένο μάρτυρα βρέθηκαν 50% λιγότεροι βλαστοί βέλιουρα, στην επέμβαση με fluazifor-P-butyl 83,8% και σε αυτή με το μίγμα fluazifor-P-butyl και imazamox 81,3% λιγότεροι βλαστοί.

### **3.9. Νωπό Βάρος Βέλιουρα**

Κατά την πρώτη μέτρηση (4-6-2020) του νωπού βάρους του βέλιουρα, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.17) ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (fluazifor-P-butyl, imazamox, fluazifor-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος ( $F=6,595$ ,  $P<0.025$ ). Τα αποτελέσματα του imazamox παρουσίασαν πολύ μεγάλες αποκλίσεις σε σχέση με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις. Η μεγαλύτερη τιμή ( $24,8 \text{ kg/στρ}$ ) εντοπίστηκε στην επέμβαση με imazamox, ενώ στην επέμβαση με fluazifor-P-butyl η τιμή αυτή ήταν 82,5% μικρότερη. Το βάρος στα αγροτεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το μίγμα fluazifor-P-butyl και imazamox υπολογίστηκε στα  $5,3 \text{ kg/στρ}$ , ενώ στον σκαλισμένο μάρτυρα δεν βρέθηκαν ζιζάνια.

Κατά τη δεύτερη μέτρηση (19-6-2020) του νωπού βάρους του βέλιουρα, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.17) ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (fluazifor-P-butyl, imazamox, fluazifor-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος ( $F=7,088$ ,  $P<0.021$ ). Τα αποτελέσματα του imazamox παρουσίασαν πολύ μεγάλες αποκλίσεις σε σχέση με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις. Αξιοσημείωτη αύξηση σημείωσε το βάρος στην επέμβαση με imazamox,

το οποίο έφτασε τα 122,5 kg/στρ, ενώ στην επέμβαση με fluazifor-P-butyl η τιμή αυτή ήταν 99% μικρότερη. Το βάρος στα αγροτεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το μίγμα fluazifor-P-butyl και imazamox υπολογίστηκε στα 1,8 kg/στρ, ενώ στον σκαλισμένο μάρτυρα δεν βρέθηκε βέλιουρας.

**Πίνακας 3.17** Νωπό βάρος βέλιουρα στις διάφορες επεμβάσεις (fluazifor-P-butyl, imazamox, fluazifor-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος.

<b>Νωπό Βάρος Βέλιουρα (kg/στρ)</b>				
<b>Επεμβάσεις</b>	<b>1<sup>η</sup> Μέτρηση</b>	<b>2<sup>η</sup> Μέτρηση</b>	<b>3<sup>η</sup> Μέτρηση</b>	<b>4<sup>η</sup> Μέτρηση</b>
<b>fluazifor-P-butyl</b>	4,3 b	1,2 b	2,5 b	11,4 b
<b>Imazamox</b>	24,8 a	122,5 a	178,3 a	199,7 a
<b>fluazifor-P-butyl + imazamox</b>	5,3 b	1,8 b	2,8 b	4,9 b
<b>Σκαλισμένος μάρτυρας</b>	0,0 b	0,0 b	28,6 b	39,9 b
<b>LSD<sub>5%</sub></b>	14,88	78,96	90,65	97,21
<b>Τιμή F</b>	6,595	7,088	10,384	10,669
<b>Τιμή P</b>	0,025	0,021	0,009	0,008

Κατά την τρίτη μέτρηση (8-7-2020) του νωπού βάρους του βέλιουρα, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.17) ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (fluazifor-P-butyl, imazamox, fluazifor-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος ( $F=10,384$ ,  $P<0.009$ ). Τα αποτελέσματα του imazamox παρουσίασαν πολύ μεγάλες αποκλίσεις σε σχέση με όλες τις άλλες

μεταχειρίσεις. Η μεγαλύτερη τιμή (178,3 kg/στρ) εντοπίστηκε ξανά στην επέμβαση με imazamox, ενώ στην επέμβαση με fluazifor-P-butyl η τιμή αυτή ήταν 98,6% μικρότερη. Το βάρος στα αγροτεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το μίγμα fluazifor-P-butyl και imazamox υπολογίστηκε στα 2,8 kg/στρ, ενώ στον σκαλισμένο μάρτυρα σημειώθηκε αύξηση στα 28,6 kg/στρ.

Κατά την τέταρτη μέτρηση (8-7-2020) του νωπού βάρους του βέλιουρα, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.17) ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (fluazifor-P-butyl, imazamox, fluazifor-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος ( $F=10,669$ ,  $P<0.008$ ). Τα αποτελέσματα του imazamox παρουσίασαν πολύ μεγάλες αποκλίσεις σε σχέση με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις. Η μεγαλύτερη τιμή (199,7 kg/στρ) εντοπίστηκε για μία ακόμα φορά στην επέμβαση με imazamox, ενώ στην επέμβαση με fluazifor-P-butyl η τιμή αυτή ήταν 94,3% μικρότερη. Το βάρος του βέλιουρα στα αγροτεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το μίγμα fluazifor-P-butyl και imazamox υπολογίστηκε στα 4,9 kg, ενώ στον σκαλισμένο μάρτυρα έφτασε τα 39,9 kg.

### **3.10. Ξηρό Βάρος Βέλιουρα**

Κατά την πρώτη μέτρηση (4-6-2020) του ξηρού βάρους του βέλιουρα, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.18) ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (fluazifor-P-butyl, imazamox, fluazifor-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος ( $F=5,541$ ,  $P<0.037$ ). Η μεγαλύτερη τιμή (4,5 kg/στρ) βρέθηκε στην επέμβαση με imazamox και είχε μεγάλη διαφορά με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις. Στην επέμβαση με το fluazifor-P-butyl το βάρος βρέθηκε 86,2% μικρότερο. Το βάρος στα αγροτεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το μίγμα fluazifor-P-butyl και imazamox υπολογίστηκε στα 1,2 kg/στρ, ενώ στον σκαλισμένο μάρτυρα δεν βρέθηκαν ζιζάνια.

Κατά τη δεύτερη μέτρηση (19-6-2020) του ξηρού βάρους του βέλιουρα, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.18) ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (fluazifor-P-butyl, imazamox, fluazifor-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος ( $F=8,525$ ,  $P<0.014$ ). Η μεγαλύτερη τιμή (18,6 kg/στρ) βρέθηκε στην επέμβαση με imazamox και είχε μεγάλη διαφορά με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις. Στην επέμβαση με το fluazifor-P-butyl το βάρος βρέθηκε 89,9%

μικρότερο. Το βάρος στα αγροτεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το μίγμα fluazifop-P-butyl και imazamox υπολογίστηκε στα 0,3 kg/στρ.

**Πίνακας 3.18** Ξηρό βάρος βέλιουρα στις διάφορες επεμβάσεις (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος.

<b>Ξηρό Βάρος Βέλιουρα (kg/στρ)</b>				
<b>Επεμβάσεις</b>	1 <sup>η</sup> Μέτρηση	2 <sup>η</sup> Μέτρηση	3 <sup>η</sup> Μέτρηση	4 <sup>η</sup> Μέτρηση
fluazifop-P-butyl	0,6 b	0,2 b	0,7 b	2,6 b
Imazamox	4,5 a	18,6 a	43,8 a	47,9 a
fluazifop-P-butyl + imazamox	1,2 b	0,3 b	0,8 b	0,8 b
Σκαλισμένος μάρτυρας	0 b	0 b	6,5b	9,6 b
LSD <sub>5%</sub>	2,97	10,67	19,14	24,20
Τιμή F	5,541	8,525	14,082	9,204
Τιμή P	0,037	0,014	0,004	0,012

Κατά την τρίτη μέτρηση (8-7-2020) του ξηρού βάρους του βέλιουρα, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.18) ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (fluazifop-P-butyl, imazamox, fluazifop-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος (F=14,082, P<0.004). Η μεγαλύτερη τιμή (43,8 kg/στρ) βρέθηκε στην επέμβαση με imazamox και απέκλινε σε σχέση με όλες τις άλλες

μεταχειρίσεις. Στην επέμβαση με το fluazifor-P-butyl το βάρος βρέθηκε 98,4% μικρότερο. Το βάρος στα αγροτεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το μίγμα fluazifor-P-butyl και imazamox υπολογίστηκε στα 0,8 kg/στρ, ενώ στον σκαλισμένο μάρτυρα 6,5 kg/στρ.

Κατά την τέταρτη μέτρηση (4-6-2020) του ξηρού βάρους του βέλιουρα, η ανάλυση της διακύμανσης (Πίνακας 3.18) ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (fluazifor-P-butyl, imazamox, fluazifor-P-butyl+imazamox, σκαλισμένος μάρτυρας) του πειράματος ( $F=9,204$ ,  $P<0.012$ ). Η μεγαλύτερη τιμή (47,9 kg/στρ) βρέθηκε και πάλι στην επέμβαση με imazamox και είχε πολύ μεγάλη διαφορά με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις. Στην επέμβαση με το fluazifor-P-butyl το βάρος βρέθηκε 94,6% μικρότερο. Το βάρος στα αγροτεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το μίγμα fluazifor-P-butyl και imazamox βρέθηκε ίσο με 0,8 kg/στρ, ενώ στον σκαλισμένο μάρτυρα ίσο με 9,6 kg/στρ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> –Συζήτηση

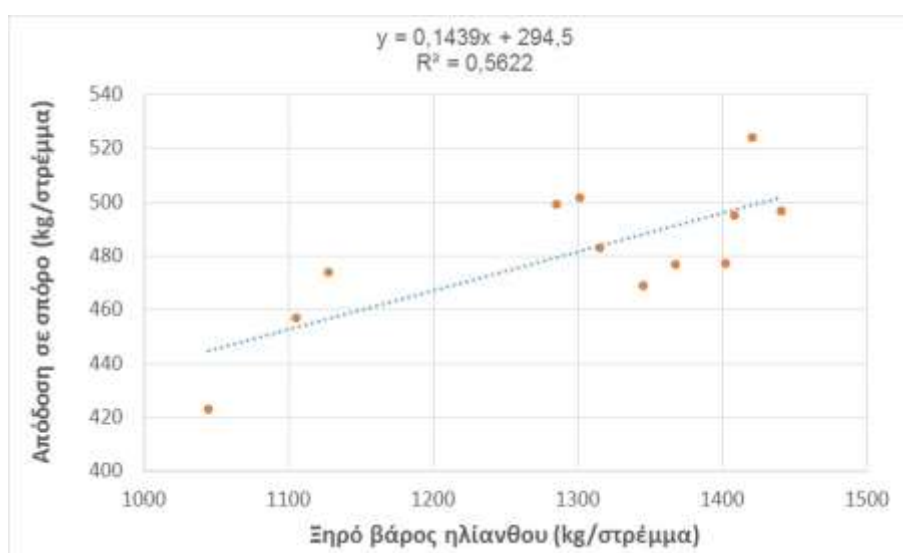
### 4.1. Επίδραση των ζιζανιοκτόνων στην ανάπτυξη και την πυκνότητα του βέλιουρα

Στο τέλος του πειράματος αξιολογήθηκαν τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, σχετικά με την επίδραση των ζιζανιοκτόνων που χρησιμοποιήθηκαν. Ο μεγαλύτερος αριθμός των βλαστών του βέλιουρα βρέθηκε στην επέμβαση με το imazamox, ενώ αρκετά μικρότερος ήταν ο αριθμός των ζιζανίων στον σκαλισμένο μάρτυρα. Ο συνδυασμός των ζιζανιοκτόνων fluazifor-P-butyl και imazamox φάνηκε αρκετά αποτελεσματικός έναντι του βέλιουρα, όπως και η μεμονωμένη χρήση του fluazifor-P-butyl, το οποίο καταπολέμησε το βέλιουρα σε πολύ ικανοποιητικό βαθμό όπως δείχνουν τα στοιχεία του ξηρού βάρους κατά τις 2 τελευταίες δειγματοληψίες. Η πυκνότητα του βέλιουρα στη μεταχείριση με imazamox ήταν περίπου 44 βλαστοί βέλιουρα/m<sup>2</sup>, επομένως δικαιολογείται η μικρότερη απόδοση της καλλιέργειας λόγω του συνεχούς ανταγωνισμού για θρεπτικά στοιχεία και νερό. Στην επέμβαση με fluazifor-P-butyl βρέθηκαν μόλις 7 βλαστοί βέλιουρα/m<sup>2</sup>, χωρίς επιπτώσεις στην ανάπτυξη του ηλίανθου. Παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα στα αγροτεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το μίγμα fluazifor-P-butyl και imazamox, όπου και βρέθηκαν 8 βλαστοί βέλιουρα/m<sup>2</sup>. Στον σκαλισμένο μάρτυρα ενώ βρέθηκαν μέχρι και 22 ζιζάνια/m<sup>2</sup>, η απόδοση δεν επηρεάστηκε, καθώς για μεγάλο χρονικό διάστημα λόγω των σκαλισμάτων δεν υπήρχε βέλιουρα γεγονός που βοήθησε τα φυτά του ηλίανθου να μεγαλώσουν ικανοποιητικά και να ανταγωνίζονται στη συνέχεια αποτελεσματικά τα φυτά του βέλιουρα. Όταν εμφανίστηκε ο βέλιουρας στην καλλιέργεια τα φυτά του ηλίανθου είχαν αναπτυχθεί σε μεγάλο ύψος και παρουσίασε μεγάλη ανταγωνιστικότητα για το νερό και τα θρεπτικά στοιχεία σε σχέση με το βέλιουρα. Μία έρευνα των Grozea et al. (2019), έδειξε ότι η εφαρμογή του fluazifor-P-butyl μετά την εμφάνιση του βέλιουρα αντιμετώπισε 86% έως 90,5% του βέλιουρα, με τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα να καταγράφεται στη μέγιστη δόση εφαρμογής. Σε άλλο πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τους Begovic et al. (2020), η αποτελεσματικότητα του ζιζανιοκτόνου αυτού έναντι στον βέλιουρα σε οπωρώνες με μήλα έφτασε το 100%. Σχετικά με το imazamox, ο Petku and Ciontu (2014) αναφέρει ότι αποδείχθηκε ιδιαίτερα αποτελεσματικό απέναντι στο ζιζάνιο *Sorghum halepense*, τον πληθυσμό του οποίου μείωσε κατά 78 με 85%. Οι Mitkon et al. (2016), υποστηρίζουν ότι απέναντι σε συγκεκριμένα επίμονα ζιζάνια όπως ο βέλιουρας και ειδικά όταν αυτά βρίσκονται σε μεγάλο αριθμό εντός του χωραφιού, πρέπει να εφαρμόζουμε τη μέγιστη

προβλεπόμενη δόση imazamox μαζί με την επιφανειοδραστική ουσία Dash, η οποία βελτιώνει και ευνοεί τη δράση του ζιζανιοκτόνου. Το ζιζανιοκτόνο imazamox είναι αποτελεσματικό και έναντι του παρασιτικού ζιζανίου οροβάγχη το οποίο προκαλεί σημαντικά προβλήματα στη καλλιέργεια του ηλίανθου. Οι Kalinova et al. (2020), υποστηρίζουν ότι σε ανθεκτικά φυτά ηλίανθου (clearfeild υβρίδιο) το imazamox αντιμετώπισε την οροβάγχη σε ποσοστό 90%, ενώ οι σπόροι των εναπομεινάντων φυτών της οροβάγχης έχασαν την φυτρωτική τους ικανότητα.

## 4.2. Επίδραση των ζιζανιοκτόνων στην ανάπτυξη και την απόδοση του ηλίανθου

Σύμφωνα με τις αναλύσεις που έγιναν στα προηγούμενα κεφάλαια, ο μεγαλύτερος αριθμός βλαστών του βέλιουρα και το μεγαλύτερο νωπό και ξηρό βάρος αυτών, βρέθηκαν στην επέμβαση με imazamox. Κατ' επέκταση είναι φυσιολογικό το γεγονός πως σε αυτά τα αγροτεμάχια παρατηρήθηκε το μικρότερο ύψος φυτών, η μικρότερη βιομάζα, τιμή SPAD και απόδοση σε σπόρο (451,1 kg/στρ), καθώς και το χαμηλότερο βάρος 1000 σπόρων και κεφαλής, συγκριτικά με όλες τις άλλες επεμβάσεις. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 4.1. παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση ( $r= 0.749$ ,  $P<0.01$ ) μεταξύ της βιομάζας του υπέργειου τμήματος του ηλίανθου και της απόδοσης σε σπόρο γεγονός που αποδεικνύει ότι αρνητική επίδραση του βέλιουρα στην ανάπτυξη των φυτών επηρεάζει στη συνέχεια και την απόδοση της καλλιέργειας.



**Διάγραμμα 4.1.** Γραμμική συσχέτιση μεταξύ του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος και της απόδοσης σε σπόρο.



Στον σκαλισμένο μάρτυρα στην 3<sup>η</sup> και 4<sup>η</sup> μέτρηση αυξήθηκε ο αριθμός των βλαστών του βελιούρα, χωρίς αυτό να επηρεάσει την ανάπτυξη του ηλίανθου, αφού στην κρίσιμη περίοδο δεν υπήρχε ιδιαίτερος ανταγωνισμός και τα φυτά αναπτύχθηκαν ανεμπόδιστα. Έτσι, στα αγροτεμάχια αυτά παρατηρήθηκε το υψηλότερο νωπό και ξηρό βάρος ηλίανθου και η μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο (505 kg/στρ). Είναι εύκολα αντιληπτή και αναμενόμενη η στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στα περισσότερα χαρακτηριστικά των αγροτεμαχίων του σκαλισμένου μάρτυρα σε σχέση με εκείνα στα οποία εφαρμόστηκε το imazamox.

Οι τιμές που υπολογίστηκαν στην επέμβαση με fluazifor-P-butyl ήταν καλύτερες από τις τιμές του imazamox και παρόμοιες με τις τιμές του μίγματος fluazifor-P-butyl και imazamox. Χλώρωση παρατηρήθηκε μόνο κατά την πρώτη μέτρηση στην επέμβαση του imazamox και του μίγματος fluazifor-P-butyl (Εικόνα 4.1) και imazamox κάτι το οποίο ήταν προσωρινό. Όπως φαίνεται στην εικόνα 4.2. δεν παρατηρήθηκε χλώρωση στα φυτά του ηλίανθου στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο fluazifor-P-butyl. Η χλώρωση των φύλλων οφείλεται στο γεγονός ότι το ζιζανιοκτόνο imazamox ή το μίγμα των δύο ζιζανιοκτόνων επηρέασε αρνητικά τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης όπως δείχνουν και οι μετρήσεις των τιμών SPAD. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω στο κεφάλαιο των αποτελεσμάτων οι τιμές SPAD στον σκαλισμένο μάρτυρα ήταν κατά 12,3% μεγαλύτερες σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το imazamox



**Εικόνα 4.1.** Φυτό ηλίανθου στις 29-5-2020 σε αγροτεμάχιο στο οποίο εφαρμόστηκε το μίγμα fluazifor-P-butyl και imazamox, με χλώρωση στα φύλλα η οποία σύντομα εξαλείφθηκε.



**Εικόνα 4.2.** Φυτό ηλίανθου σε αγροτεμάχιο στο οποίο εφαρμόστηκε fluazifop-P-butyl, αναπτυσσόμενο φυσιολογικά χωρίς συμπτώματα χλώρωσης.

Στην καλλιέργεια του ηλίανθου και σε υβρίδια της τεχνολογίας ExpressSun αναφέρεται πρόκληση φυτοτοξικότητας (χλώρωση και παραμόρφωση των φύλλων της κορυφής) και στις περιπτώσεις του συνδυασμού του ζιζανιοκτόνου tribenuron-methyl με το ζιζανιοκτόνο proaquizafop το οποίο καταπολεμάει διάφορα αγρωστώδη ζιζάνια (Jursík et al. 2017, Tichý et al. 2018). Το imazamox εκτός από την καλλιέργεια του ηλίανθου εφαρμόζεται και σε άλλες καλλιέργειες όπως η φακή και το ρύζι, αλλά μόνο σε ποικιλίες Clearfield που παρουσιάζουν ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα της χημικής ομάδας των ιμιδαζολινονών. Μία ομάδα Ελλήνων επιστημόνων, οι Eleftherohorinos et al. (2016), έπειτα από εφαρμογή του imazamox στο στάδιο του 7<sup>ου</sup> φύλλου σε φυτά φακής σε διάφορες δόσεις, οδηγήθηκε στο συμπέρασμα ότι το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο μείωσε την ανάπτυξη του φυτού, την απόδοση και καθυστέρησε την άνθιση και τη συγκομιδή. Η πτώση σε πολλά ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά του φυτού πιθανότατα οφείλεται στην χρησιμοποίηση πληθυσμών με περιορισμένη ή μηδαμινή ανθεκτικότητα στο imazamox. Το ζιζανιοκτόνο fluazifop-P-butyl σε ορισμένες καλλιέργειες συνδυάζεται με άλλα ζιζανιοκτόνα για την καταπολέμηση και πλατύφυλλων ζιζανίων. Σύμφωνα με τους Chavan et al. (2018), ο συνδυασμός του fluazifop-P-butyl με το fomesafen σε δόση 250 g/ha είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός

απέναντι στα μονοκότυλα και στα δικότυλα ζιζάνια και συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγής και της απόδοσης σε σπόρο στην καλλιέργεια της σόγιας.

### 4.3 Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα του πειράματος διαπιστώθηκαν τα εξής:

- Το μεγαλύτερο ύψος των φυτών του ηλίανθου βρέθηκε στα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το **μίγμα fluazifop-P-butyl και imazamox**.
- Το υψηλότερο νωπό και ξηρό βάρος των φυτών του ηλίανθου μετρήθηκε στον σκαλισμένο μάρτυρα.
- Η **μέγιστη απόδοση σε σπόρο παρατηρήθηκε στον σκαλισμένο μάρτυρα**.
- Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος του βέλιουρα βρέθηκε με διαφορά στα αγροτεμάχια εκείνα στα οποία εφαρμόστηκε το imazamox.
- Η **μεγαλύτερη πυκνότητα του βέλιουρα** εντοπίστηκε επίσης στην επέμβαση του imazamox.
- Το **imazamox παρουσίασε μικρότερη αποτελεσματικότητα έναντι στο βέλιουρα** σε σχέση με τις άλλες επεμβάσεις με αποτέλεσμα ο ανταγωνισμός μεταξύ των ζιζανίων και του ηλίανθου να είναι αυξημένος, ενώ η απόδοση σε σπόρο του ηλίανθου υπολογίστηκε κατά 10,69% μικρότερη από εκείνη του σκαλισμένου μάρτυρα.

## ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Andrew R.L., Kane N.C., Baute G.J., Grassa C.J. and Rieseberg L.H. 2013. Recent nonhybrid origin of sunflower ecotypes in a novel habitat. *Molecular Ecology*. 22, 799-813.
- Begovic R., Dudic Ivanovic I., M., Jurisic A., Markovic T., Masic-Ljevnaic B., Meseldzija M. and Rajkovic M. 2020. Weed composition and control in apple orchards under intensive and extensive floor management. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 80, 546-558.
- Blamey F.P.C., Zollinger R.K. and Schneiter A.A. 1997. Sunflower Production and Culture. In *Sunflower Technology and Production*, A.A. Schneiter (Ed.). pp. 595-670.
- Borbely E.H., Csajbok J. and Lesznyak M. 2008. Yield stability of sunflower (*Helianthus annuus*) varieties on chernosem soil. *Cereal Research Communications*. 36, 1711-1174.
- Borin M., Vianello M., Morari F. and Zanin G. 2005. Effectiveness of buffer strips in removing pollutants in runoff from a cultivated field in North-East Italy. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 105, 101-114.
- Chavan RM., Gokhale DN, Kadam SP and Pawar SU. 2018. Efficacy of post emergence herbicides in soybean. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7, 456-458.
- Eleftherohorinos I., Kaloumenos N., Theologidou G. and Tsialtas J. 2016. From Pedri dish to field: Testing greek lentil accessions for imazamox tolerance. *International Journal of Plant Production*. 10(3), 265-274.
- Deer H.M, 1999. Pesticide Adsorption and Half-life. Utah State University Extention.
- FAO 2016. FAOSTAT database. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Τα στοιχεία ανακτήθηκαν στις 14-4-2021 από την σελίδα [www.fao.org/faostat/](http://www.fao.org/faostat/).
- Fernández-Luqueño F., López-Valdez F., Miranda-Arámbula M., Rosas-Morales M., Pariona, N. and Espinoza-Zapata R. 2014. An Introduction to the Sunflower Crop. In *Sunflowers: Growth and Development, Environmental Influences and Pests/Diseases*. pp. 1-18.
- Grozea I., Raul C. and Stef R. 2019. The cyclohexanediones effect on the Sorghum halepense control in the sunflower agroecosystem, *Research Journal of Agricultural Science*. 51, 262-269.

- Jursík M., Fendrychová V., Kolářová M., Andr J. and Soukup, J. 2017. Optimising Clearfield and ExpressSun sunflower technologies for central European conditions. *Plant Protection Science*. 53(4), 265-272.
- Kalinova S., Mitkov A., Neshev N., Tonev T. and Yanev M. 2020. Weed association dynamics in the sunflower fields. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LXIII, No. 1, 586-592.
- Kaloumenos, N.S., Eleftherohorinos, I.G. 2009. Identification of a Johnsongrass (*Sorghum halepense*) biotype resistant to ACCase-inhibiting herbicides in Northern Greece. *Weed Technology*. 23, 470-476.
- Khaleghizadeh A. 2011. Effect of morphological traits of plant, head and seed of sunflower hybrids on house sparrow damage rate. *Crop Protection*. 30, 360-367.
- Khan R.U., Morrison, I.N., Rashid, A. 1988. Grass weed control in sunflower in the spring and kharif (summer) seasons under barani (rainfed) conditions in Pakistan. *Crop Protection*. 7, 9-15.
- Knowles P.F. 1978. Morphology and Anatomy. In *Sunflower Science and Technology*, J.F. Carter (Ed.). pp. 55-87.
- Kudsk P. and Kristensen J.L. 1992. Effect of environmental factors on herbicide performance. - In Combellack J.H., Levich K.J., Richardson R.G. (ed): *First International Weed Control Congress*. pp. 173-186. Weed Science Society of Victoria, Melbourne 1992.
- Mitkov A., Tityanov M., Tonev T. and Yanev M. 2016. Weed control in sunflower fields by Clearfield technology. *Agricultural Sciences*. VIII (19), 167-173.
- Morrison W.H., Hamilton R.J. and Kalu C. 1995. Sunflower seed oil. In: Hamilton R.J. (eds) *Developments in Oils and Fats*. Springer, Boston, MA.
- Park C.S., Marx G.D., Moon Y.S., Wiesenborn D., Chang K.C. and Hofman V.L. 1997. Alternative Uses of Sunflower. In *Sunflower Technology and Production*, A.A. Schneiter (Ed.). pp. 768-807.
- Pfenning M., Palfay G. and Guillet T. 2008. The CLEARFIELD® technology - a new broad-spectrum post-emergence weed control system for European sunflower growers. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 21 (Special Issue), 649-653.
- Radosevich S., Holt G. and Ghera C. 2007. *Ecology of Weeds and Invasive Plants: Relationship to agriculture and natural resource management*. 3rd ed. John Wiley & Sons, Inc., NJ, USA. p. 454

- Rani D., Duhan A., Punia S.S., Yadav D.B. and Duhan S. 2019. Behavior of pre-mix formulation of imazethapyr and imazamox herbicides in two different soils. *Environmental Monitoring and Assessment*. 191, 33
- Rawat L.S., Maikhuri R.K., Bahuguna, Y.M., Jha N.K. and Phondani P.C. 2017. Sunflower allelopathy for weed control in agriculture systems. *Journal of Crop Science and Biotechnology*. 20, 45–60 (2017).
- Rice, E. L. 1984. *Allelopathy*. Academic Press, NY, USA. p. 422.
- Roberts, H.A., R.J. Chancellor, and T.A. Hill. 1982. *The Biology of Weeds*. Pages 1-36 in *Weed Control Handbook: Principles*, H.A. Roberts, ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.
- Scarabel, L., Panozzo, S., Savoia, W., Sattin, M. 2014. Target-Site ACCase-resistant johnsongrass (*Sorghum halepense*) selected in summer dicot crops. *Weed Technology*. 28, 307-315.
- Seghatoleslami M.J., Bradaran R., Ansarinia E. and Mousavi S.G. 2012. Effect of irrigation and nitrogen level on yield, yield components and some morphological traits of sunflower. *Pakistan Journal of Botany*. 44, 1551-1555.
- Seiler G.J. 1997. *Anatomy and Morphology of Sunflower*. In *Sunflower Technology and Production*, A.A. Schneiter (Eds.). vol 35. pp. 67-111.
- Şen A., Miranda I., Santos S., Graça J. and Pereira H., 2010. The chemical composition of cork and phloem in the rhytidome of *Quercus cerris* bark, *Industrial Crops and Products*. 31, 417-422.
- Šimáček P., Kubička D., Kubičková I., Homola F., Pospíšil M. and Chudoba J. Premium quality renewable diesel fuel by hydroprocessing of sunflower oil. *Fuel*. 90, 2473-2479.
- Smith A.E. 1987. Persistence studies with the herbicide fluazifop-butyl in Saskatchewan soils under laboratory and field conditions. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 39, 150-155.
- Petku V. and Ciontu C. 2014. The effect of imidazolinone and tribenuron-methyl tolerant sunflower technology on weed control efficiency and soil quality. *Lucrări Ştiinţifice –Seria Agronomie*. 57(2), 53-57
- Tichý L., Jursík M., Kolářová M., Hejnák V., Andr J., Martinková J. 2018. Sensitivity of sunflower cultivar PR63E82 to tribenuron and propaquizafop in different weather conditions. *Plant, Soil and Environment*. 64(10), 479-483.

- Thomaz G.L., Zagonel J., Colasante L. O. and Nogueira R.R. 2012. Yield of sunflower and oil seed content as a function of air temperature, rainfall and solar radiation. *Ciencia Rural*. 42(8), 1380-1385.
- Tóth, Š. 2014. Johnson grass *Sorghum halepense* (L.) Pers. and sugar beet. *ListyCukrovarnicke a Reparske*. 130, 132-135.
- Tracy A.M. and Penner D. 2005. Adsorption, desorption, and degradation of imidazolinones in soil. *Weed Technology*. 19, 154-159.
- Vischetti C., Casucci C. and Perucci, P. 2002. Relationship between changes of soil microbial biomass content and imazamox and benfluralin degradation. *Biology and Fertility of Soils*. 35, 13–17.
- Zimdahl R.L. 2007. *Fundamentals of Weed Science*. 3rd ed. Elsevier Inc., Oxford, UK p. 666.
- Zollinger, R. 2017. *Sunflower Production*, North Dakota State University.

## **ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Γαλανοπούλου - Σενδούκα Σ., 2002. «Βιομηχανικά Φυτά, Βαμβάκι και υπόλοιπα Κλωστικά, Ελαιοδοτικά, Ζαχαρότευτλα, Καπνός», Εκδόσεις Σταμούλης, σελ.: 199-214.
- Ελευθεροχωρινός Η.Γ., 2014. «Ζιζανιολογία, Ζιζάνια, Ζιζανιοκτόνα, Περιβάλλον, Αρχές και Μέθοδοι Διαχείρισης», Εκδόσεις Αγροτύπος, σελ:17-31, 279-280.
- Ζιώγας Β.Ν. και Μάρκογλου Α.Ν. 2017. *Γεωργική Φαρμακολογία: Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσεις και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων (Δεύτερη Έκδοση)*. Ελληνικής Έκδοσης, Αθήνα. σελ: 601-699.
- Παπακώστα-Τασοπούλου Δ. 2013. *Βιομηχανικά φυτά*. Β΄ Έκδοση, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη, σελ: 435-461.