



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

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Θέμα: «Επίδραση του χρόνου παραμονής της αγριομελιτζάνας (*Xanthium strumarium* L.) και του βέλιουρα (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) στην ανάπτυξη και την απόδοση του αραβοσίτου»

Αθανάσιος Άγγου



Επιβλέπων Καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Βόλος, 2023

Θέμα: «Επίδραση του χρόνου παραμονής της αγριομελιτζάνας (*Xanthium strumarium* L.) και του βέλιουρα (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) στην ανάπτυξη και την απόδοση του αραβοσίτου.»

Αγγλικός Τίτλος: Critical period of common cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) and Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) interference and their effects on growth and yield of maize

Αθανάσιος Άγγου

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Καρκάνης Ανέστης (Επιβλέπων)

Αναπληρωτής Καθηγητής, Γνωστικό αντικείμενο Ζιζανιολογία

Παπαδόπουλος Νικόλαος (Μέλος)

Καθηγητής, Γνωστικό αντικείμενο Εφαρμοσμένη Εντομολογία

Δαναλάτος Νικόλαος (Μέλος)

Καθηγητής, Γνωστικό αντικείμενο Γεωργία-Οικολογία Φυτών Μεγάλης
Καλλιέργειας

Copyright © Αθανάσιος Άγγου, 2023

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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

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

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

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή Ζιζανιολογίας κ. Ανέστη Καρκάνη τόσο για την ανάθεση του θέματος όσο και για την καθοδήγηση του στην εκτέλεση του πειράματος και στη συγγραφή της παρούσας εργασίας. Καθ' όλη τη διάρκεια της συνεργασίας μας οι συμβουλές του ήταν πολύτιμες και οι γνώσεις που αποκόμισα απ' αυτόν ήταν σημαντικές για την επαγγελματική μου εξέλιξη. Επιπλέον, ευχαριστώ θερμά τα δύο υπόλοιπα μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής, τους Καθηγητές κ. Νικόλαο Δαναλάτο και κ. Νικόλαο Παπαδόπουλο για το χρόνο που διέθεσαν για τη μελέτη και διόρθωση της ερευνητικής μου εργασίας. Τέλος, θα ήταν παράλειψη μου να μην αναφερθώ στην οικογένεια μου και στους φίλους μου που ο καθένας με τον δικό του τρόπο βοήθησαν στην πρόοδο μου.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη.....	9
Abstract.....	10
Κεφάλαιο 1 ^ο : Εισαγωγή.....	11
1.1 Αραβόσιτος.....	11
1.1.1 Αραβόσιτος-Γενικά.....	11
1.1.2 Καλλιεργητική τεχνική αραβόσιτου.....	12
1.1.3 Ο ανταγωνισμός των ζιζανίων με τον αραβόσιτο: Η έννοια της κρίσιμης περίόδου ανταγωνισμού και οι παράγοντες που την επηρεάζουν.....	15
1.1.4 Παραδείγματα ανταγωνισμού εαρινών πλατύφυλλων και αγρωστωδών ζιζανίων με τον αραβόσιτο.....	16
1.2 Αγριομελιτζάνα.....	20
1.2.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά αγριομελιτζάνας.....	20
1.2.2 Βιολογία αγριομελιτζάνας.....	21
1.2.3 Ανταγωνιστική ικανότητα αγριομελιτζάνας έναντι ανοιξιότικων φυτών...	23
1.3 Βέλιουρας.....	25
1.3.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά βέλιουρα.....	25
1.3.2 Βιολογία βέλιουρα.....	27
1.3.3 Ανταγωνιστική ικανότητα βέλιουρα έναντι ανοιξιότικων φυτών.....	28
Κεφάλαιο 2 ^ο : Υλικά και Μέθοδοι.....	31
2.1 Πειραματικός αγρός.....	31
2.2 Πειραματική διαδικασία.....	31
2.3 Μετρήσεις.....	35
2.3.1 Αραβόσιτος.....	35
2.3.2 Ζιζάνια.....	37
2.4 Μετεωρολογικά δεδομένα.....	38
2.5 Στατιστική επεξεργασία.....	39
Κεφάλαιο 3 ^ο : Αποτελέσματα.....	40
3.1 Ύψος φυτών αραβόσιτου.....	40
3.2 Αριθμός φύλλων αραβόσιτου.....	45
3.3 Διάμετρος βλαστού.....	49

3.4 Συγκέντρωσης χλωροφύλλης.....	53
3.5 Νωπό βάρος φυτρών αραβοσίτου.....	57
3.6 Ξηρό βάρος φυτών αραβοσίτου.....	59
3.7 Συστατικά απόδοσης.....	61
3.8 Απόδοση σε σπόρο.....	64
3.9 Πυκνότητα και ξηρό βάρος αγριομελιτζάνας.....	65
3.10 Πυκνότητα και ξηρό βάρος βέλιουρα.....	66
3.11 Πυκνότητα και ξηρό βάρος υπολοίπων ζιζανίων.....	68
3.12 Συνολική πυκνότητα και συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων.....	70
Κεφάλαιο 4 ^ο : Συζήτηση-Συμπεράσματα.....	73
4.1 Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων αγριομελιτζάνα και βέλιουρα στην ανάπτυξη και την απόδοση του αραβοσίτου.....	73
4.2 Ο χρόνος φυτρώματος της αγριομελιτζάνας και του βέλιουρα στον αγρό επηρεάζει τον ανταγωνισμό με τον αραβόσιτο.....	74
4.3 Συμπεράσματα.....	76
Βιβλιογραφία.....	79

Περίληψη

Η ανταγωνιστική ικανότητα του αραβοσίτου με την αγριομελιτζάνα και τον βέλιουρα μελετήθηκε σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο με βάση το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων (RCBD) με 7 επεμβάσεις και 3 επαναλήψεις. Οι επεμβάσεις ήταν: παρουσία και απουσία των ζιζανίων για όλη την περίοδο (ασκάλιστος και σκαλισμένος μάρτυρας, αντίστοιχα) και παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα του αραβοσίτου και απομάκρυνση τους στη συνέχεια. Σκοπός της έρευνας ήταν η μελέτη της επίδρασης του χρόνου παραμονής των δύο ζιζανίων α) σε διάφορες παραμέτρους ανάπτυξης της καλλιέργειας του αραβοσίτου όπως το ύψος των φυτών, η διάμετρος του βλαστού, η συγκέντρωση της χλωροφύλλης, το νωπό και το ξηρό βάρος και β) στη απόδοση και τα συστατικά της. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι για το ύψος των φυτών, αν και στην πρώτη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στο στάδιο των 8 φύλλων του αραβοσίτου δεν φάνηκαν διαφορές, στην τελική μέτρηση του ύψους τα χαμηλότερα σε ύψος φυτά (<230 cm) βρέθηκαν στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα και των τεμαχίων που παρέμειναν για 6 εβδομάδες με ζιζάνια και διέφεραν στατιστικώς σημαντικά με τα υψηλότερα φυτά (256 cm) του σκαλισμένου μάρτυρα. Η διάμετρος του βλαστού του αραβοσίτου επηρεάστηκε περισσότερο από την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη λόγω της παρουσίας των ζιζανίων για περισσότερες από 5 εβδομάδες στον αγρό, ενώ τόσο για το νωπό όσο και για το ξηρό βάρος των φυτών οι μεγαλύτερες τιμές βρέθηκαν στα φυτά του σκαλισμένου μάρτυρα και της επέμβασης της παραμονής των ζιζανίων για 2 εβδομάδες. Μεταξύ των τεμαχίων που αναπτύσσονταν με ζιζάνια για όλη την περίοδο κι αυτών που παρέμειναν με ζιζάνια για 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές για το ξηρό βάρος της καλλιέργειας. Ακόμη, η μεγαλύτερη επίδραση στα συστατικά της απόδοσης λόγω της παρουσίας των δύο ζιζανίων φανερώθηκε στο βάρος του σπάδικα, ενώ το μήκος του σπάδικα δεν επηρεάστηκε ιδιαίτερα. Οι μεγαλύτερες αποδόσεις σε σπόρο (>1550 kg/στρέμμα) σημειώθηκαν στα πειραματικά τεμάχια του σκαλισμένου μάρτυρα και της παραμονής των ζιζανίων για 2 και 3 εβδομάδες μετά το φύτευμα. Συμπερασματικά, στη συγκεκριμένη μελέτη βρέθηκε ότι η ανταγωνισμός των ζιζανίων για περισσότερο από 4 εβδομάδες μείωσε σημαντικά την απόδοση της καλλιέργειας του αραβοσίτου.

Abstract

The competitive ability of corn against common cocklebur and Johnsongrass was studied in an experiment conducted at the Agricultural Farm of the University of Thessaly in Velestino, based on the randomized complete block design (RCBD) with 7 treatments and 3 replications. The treatments included the presence and absence of weeds throughout the growing period (untreated control and weed-free control, respectively) and the weed interference for 2, 3, 4, 5, and 6 weeks after corn emergence. The aim of the research was to investigate the effect of the weed interference duration a) on various growth parameters of the corn crop, such as plant height, stem diameter, chlorophyll content, fresh and dry weight and b) on yield and its components. The results showed that for plant height, although no differences were observed in the first measurement at the 8-leaf stage, in the final measurement, the shorter plants (<230 cm) were in the untreated control treatment and on the plots that the weed interference duration was 6 weeks, while the taller plants (256 cm) found in the weed-free control plots. Stem diameter of the corn was more affected compared to the leaf chlorophyll content in the weed interference duration for 5 weeks plots, while both fresh and dry weights were greater in the weed-free control and in the weed interference duration for 2 weeks' plots. Concerning the dry weight of crop, no significant differences were found between plots with weeds present throughout the growing season and those with weeds present for 6 weeks after emergence. The greatest effect on yield components due to the presence of both weeds was observed in the ear's weight, while ear length was not significantly affected. Higher yields ($>15500 \text{ kg ha}^{-1}$) were recorded in weed-free plots and in the weed interference duration plots for 2 and 3 weeks. In conclusion, the results of this study shown that the weed competition for more than 4 weeks after corn emergence significantly reduced the crop yield.

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

1.1 Αραβόσιτος

1.1.1 Αραβόσιτος-Γενικά

Ο αραβόσιτος (*Zea mays* L.) είναι ένα C4 ετήσιο καλλιεργούμενο φυτό με καταγωγή από την Κεντρική Αμερική και το Μεξικό και ανήκει στην οικογένεια Poaceae (Hossain et al. 2016; Auerswald και Menzel 2021). Σαν φυτό έχει ευρεία εξάπλωση και αποδοχή στην Ευρώπη, την Ασία, την Αμερική και την Αφρική και ήδη από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα έχει επικρατήσει η καλλιέργεια των υβριδίων ενώ μάλιστα έχουν αναπτυχθεί και υβρίδια ανθεκτικά σε ζιζανιοκτόνα όπως το glyphosate καθώς και υβρίδια που περιέχουν την ενδοτοξίνη του *Bacillus thuringiensis* με σκοπό την προστασία από διάφορα Λεπιδόπτερα (Carpenter et al. 2014; Jhala et al. 2014; García-Lara και Serna-Saldivar 2019; Li et al. 2021a). Είναι φυτό διπλοειδές ($2n=20$ χρωμοσώματα) και κατατάσσεται σε διαφόρους τύπους και συγκεκριμένα σε οδοντοειδή, σκληρόκοκκο, αμυλώδη, σακχαρώδη, κηρώδη, μικρόκοκκο, αλευρώδη, γλυκό, υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη ή σε λάδι, ενώ οι κόκκοι του μπορεί να είναι χρώματος λευκού, κίτρινου, ερυθρού έως ιώδους (Singh et al. 2019; Darrah et al. 2019). Χρησιμοποιείται κυρίως είτε για ανθρώπινη κατανάλωση είτε ως ζωοτροφή για καρπό ή ενσίρωμα (Danforth 2009). Επιπλέον στο παγκόσμιο γίνεσθαι, αποτελεί την πρώτη ύλη για παραγωγή βιοαιθανόλης ενώ παράλληλα μπορεί να συνδράμει και στην μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα (Vlachos et al., 2015). Τέλος, το άμυλο των σπόρων και τα φύλλα του αποτελούν πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοαποικοδομήσιμων πλαστικών (Amalia et al. 2020).

Η έκταση του αραβοσίτου που καλλιεργήθηκε παγκοσμίως κατά το έτος 2020 ανέρχεται στα 201.983.645 ha, η συνολική παραγωγή στους 1.162.352.997 τόνους, ενώ η μεγαλύτερη παραγωγός χώρα είναι η ΗΠΑ (Πίνακας 1.1., FAO 2020a). Βέβαια, η παγκόσμια παραγωγή τα επόμενα χρόνια αναμένεται να μειωθεί λόγω των αρνητικών επιπτώσεων που θα επιφέρει η κλιματική αλλαγή καθώς αποτελεί μια καλλιέργεια ευαίσθητη στη ξηρασία και στις ακραίες υψηλές θερμοκρασίες (Korres et al. 2016). Στη χώρα μας τα τελευταία χρόνια η συνολική έκταση και η παραγωγή του αραβοσίτου μειώνονται σταδιακά. Το 2020 καλλιεργήθηκαν 116.780 ha και η παραγωγή έφτασε τους 1.178.050 τόνους (FAO 2020b).

Πίνακας 1.1. Οι 10 χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή αραβοσίτου κατά μέσο όρο για τα έτη 2000-2020 (FAO 2020a).

Χώρα	Παραγωγή(τόνοι)
Η.Π.Α	314.721.894,76
Κίνα	187.410.486,1
Βραζιλία	62.712.870,05
Αργεντινή	27.778.120,43
Μεξικό	22.859.119,81
Ινδία	20.280.845,71
Ουκρανία	17.314.206,19
Ινδονησία	17.258.509,33
Γαλλία	14.644.367,62
Καναδάς	11.317.380,95

Αν και οι κόκκοι του αραβοσίτου έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, ήδη έχουν αναπτυχθεί υβρίδια με υψηλή περιεκτικότητα τα οποία περιέχουν στο ενδοσπέρμιο των σπόρων τους μια μεταλλαγμένη πρωτεΐνη με υψηλές ποσότητες αμινοξέων όπως η λυσίνη και η τρυπτοφάνη (Vikal και Chawla 2014). Στην περίπτωση του γλυκού αραβοσίτου, το μεγαλύτερο μέρος του ενδοσπερμίου καταλαμβάνεται από σάκχαρα, ενώ η περιεκτικότητα σε άμυλο είναι πολύ χαμηλή (Souza et al. 2019). Επιπλέον, το λάδι που εξάγεται από το έμβρυο μπορεί να περιέχεται σε υψηλή περιεκτικότητα (11%) ή σε χαμηλή (5,6%) (Zhang et al., 2019). Ακόμη, οι ίνες του αραβοσίτου που αποτελούνται από τα περιβλήματα των σπόρων και το εναπομείναν τμήμα μετά την επεξεργασία των σπόρων, περιέχει υδατάνθρακες και αρωματικές ενώσεις και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή διαφόρων παραπροϊόντων (Akin και Rigsby 2008). Τέλος όσον αφορά την ποιότητα του ενσιρώματος, ένα βασικό χημικό χαρακτηριστικό το οποίο θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν είναι η περιεκτικότητα σε βουτυρικό και γαλακτικό οξύ η οποία θα πρέπει να είναι <0,1% και 4-6%, αντίστοιχα (Roth και Heinrichs 2001).

1.1.2 Καλλιεργητική τεχνική αραβόσιτου

Η σπορά του αραβοσίτου στην λεκάνη της Μεσογείου πραγματοποιείται από τα μέσα Μαρτίου (πρώιμη σπορά) μέχρι τα μέσα Μαΐου (όψιμη σπορά). Ειδικότερα, στην

Ισπανία, σπορά περί της 15 Απριλίου για τρία έτη καλλιέργειας (κανονική σπορά), οδήγησε σε υψηλότερη απόδοση σε σπόρο σε σύγκριση με την όψιμη σπορά η οποία προτιμάται κυρίως για την παραγωγή βιομάζας, λόγω της μεγαλύτερης ανάπτυξης των καλλιεργούμενων φυτών σε ύψος και του μικρότερου δείκτη συγκομιδής (Harvest Index) (Maresma et al. 2019). Η προετοιμασία του εδάφους για τη σπορά πραγματοποιείται μέσω της συμβατικής κατεργασίας του εδάφους ή της μειωμένης κατεργασίας ή της ακαλλιέργειας (Iqbal et al., 2008). Αρχικά, στο πρώτο σύστημα, γίνεται τεμαχισμός των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας και στη συνέχεια ακολουθεί η ενσωμάτωσή τους στο έδαφος με δισκοσβάρνα (Hulugalle et al. 2020). Μετέπειτα, πραγματοποιείται φθινοπωρινό όργωμα και πριν τη σπορά γίνεται ένα ακόμη δισκοσβάρνισμα ακολουθούμενο από έναν καλλιεργητή (Romaneckas et al 2010; Saha et al., 2010). Το σύστημα μειωμένης κατεργασίας περιλαμβάνει τη χρήση καλλιεργητή ενώ συνήθως προηγείται και μια εφαρμογή με καθολικό ζιζανιοκτόνο με σκοπό την αντιμετώπιση των ζιζανίων την άνοιξη πριν την κατεργασία του εδάφους. Εναλλακτικά, μπορεί να πραγματοποιηθεί κατεργασία σε λωρίδες και ταυτόχρονη σπορά με πνευματική σπαρτική μηχανή πράγμα που οδηγεί σε γρηγορότερο φύτρωμα της καλλιέργειας σε σύγκριση με το σύστημα μειωμένης κατεργασίας (Trevini et al. 2013). Τέλος, στο σύστημα της ακαλλιέργειας, η σπορά γίνεται πάνω στα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται ειδικές πνευματικές σπαρτικές μηχανές που τεμαχίζουν τα υπολείμματα, ενώ ταυτόχρονα πραγματοποιείται και υπεδάφια κατεργασία με σκοπό την εφαρμογή της λίπανσης πριν τη σπορά (Li et al., 2021b). Το σύστημα ακατεργασίας σε καλλιέργεια αραβοσίτου σε συνδυασμό με μειωμένη ποσότητα P στο έδαφος οδήγησε σε μείωση της βιομάζας των ριζών κατά 27% σε σύγκριση με τη συμβατική κατεργασία του εδάφους, ενώ επιπλέον αρνητική επίδραση φανερώθηκε και στη μορφολογία των ριζών καθώς παρατηρήθηκε μικρότερος αριθμός πρωτογενών και δευτερογενών ριζών (Li et al. 2017).

Ο αραβόσιτος εντάσσεται σε συστήματα αμειψισποράς τόσο με χειμερινές όσο και με εαρινές καλλιέργειες. Για παράδειγμα, μπορεί να εναλλάσσεται με μαλακό σιτάρι (*Triticum aestivum* L.) και με διάφορες καλλιέργειες κάλυψης τον χειμώνα ή με σόγια (*Glycine max* L.) την άνοιξη (Simić et al. 2020a). Ειδικότερα, οι καλλιέργειες κάλυψης χρησιμοποιούνται με σκοπό την προστασία του εδάφους από διάβρωση καθώς και για τη μείωση της πίεσης από τα ζιζάνια, με τα καλύτερα αποτελέσματα να φανερώνονται όταν αυτές αναπτύσσονται μέχρι πριν τη σπορά του αραβοσίτου (Simić

et al. 2020a; Auerswald και Menzel 2021). Ενδεικτικά, σπορά 6,7 kg/ha κόκκινου τριφυλιού (*Trifolium pretense* L.) και μηδικής (*Medicago sativa* L.) το φθινόπωρο και ενσωμάτωση της βιομάζας την άνοιξη μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλες αποδόσεις με ταυτόχρονη μείωση των εισροών σε άζωτο (Coombs et al. 2017). Επιπλέον, μια άλλη τεχνική που εφαρμόζεται ευρέως ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες είναι η συγκαλλιέργεια. Ανάλογα με το τελικό προϊόν, ο αραβόσιτος μπορεί να καλλιεργηθεί μαζί με πολυετή ψυχανθή όπως η μηδική με σκοπό την παραγωγή ενσιρώματος είτε να σπαρεί σε μεγάλες αποστάσεις με το μεσοδιάστημα να καταλαμβάνεται από βραχυστέλεχα ψυχανθή όπως το αμπελοφάσουλο (*Vigna unguiculata*) με σκοπό την παραγωγή σπόρου (Salama et al. 2022; Xu et al., 2022). Γενικότερα, η σπορά του αραβοσίτου πραγματοποιείται σε αποστάσεις 75-100 cm μεταξύ των γραμμών και 16-28 cm επί της γραμμής (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012; Mandić et al. 2018; Haarhoff και Swanepoel 2020; Iqbal et al. 2021). Η αύξηση της πυκνότητας σποράς είναι μια τεχνική που θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψιν προς όφελος της οικονομικής βιωσιμότητας της καλλιέργειας. Για παράδειγμα, σύστημα σποράς με απόσταση 38,1 cm μεταξύ των γραμμών και ποσότητα 158.000 σπόρων/ha οδήγησε σε μεγαλύτερη παραγωγή βιομάζας και σπόρου κατά 42,5 και 9,5% αντίστοιχα, σε σύγκριση με το παραδοσιακό σύστημα σποράς (76,2 cm) με ποσότητα 84.600 σπόρων/ha (Delgado et al. 2022). Επιπρόσθετα, σπορά σε δίδυμες γραμμές σε απόσταση 20 cm μεταξύ τους και 91 cm μεταξύ των άλλων διδύμων γραμμών αύξησε την απόδοση σε σπόρο σε σύγκριση με μονές σειρές στις ίδιες αποστάσεις, λόγω μείωσης του ενδοειδικού ανταγωνισμού μεταξύ των φυτών (Williams et al. 2014).

Η ελλιπής λίπανση και άρδευση είναι δύο από τους κύριους παράγοντες που μειώνουν την απόδοση του αραβοσίτου (Li et al. 2018). Αρχικά, η κάλυψη των αναγκών σε κάλιο και φώσφορο πραγματοποιείται πριν τη σπορά, ενώ η αζωτούχος λίπανση εφαρμόζεται βασικά και επιφανειακά (Berenguer et al. 2009). Λόγω των μεγάλων αποστάσεων μεταξύ των γραμμών φύτευσης, η μέση απόσταση μεταξύ του σπόρου σποράς και του λιπάσματος πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 5 και 8 cm (Pan et al. 2022). Σε πρόσφατο πείραμα των Fan et al. (2022) αναφέρεται ότι ποσότητες καλίου (K_2O) ίσες με 45 και 60 kg/ha σε συνδυασμό με ενσωμάτωση των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας με βαθιά άροση αποτελεί μια ενδεδειγμένη καλλιεργητική πρακτική που μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης, του ξηρού βάρους και της απόδοσης της καλλιέργειας. Στη Μεσόγειο, σε μακροχρόνια πειράματα

που έχουν πραγματοποιηθεί σε Τουρκία και Ισπανία, προτείνεται η εφαρμογή 100 kg/ha φωσφόρου (P_2O_5) και 300 kg αζώτου (N)/ha, με τη μεγαλύτερη ποσότητα των δύο αυτών μακροθρεπτικών στοιχείων να κατευθύνεται προς την παραγωγή βιομάζας (Berenguer et al. 2009; Ortas και Islam 2018). Επιπλέον, όσον αφορά την άρδευση του αραβοσίτου, αυτή μπορεί να είναι στάγδην, με καταιονισμό ή υπόγεια (Sorensen et al. 2021). Οι απαιτήσεις σε νερό και ο αριθμός των αρδεύσεων εξαρτώνται από το ύψος της βροχόπτωσης τους μήνες εντός της καλλιεργητικής περιόδου και μπορούν να υπερβούν τα 800 mm σε αλατούχα εδάφη (Chang et al. 2016). Με σκοπό την εξοικονόμηση του νερού και παράλληλα την επίτευξη υψηλών αποδόσεων διαπιστώθηκε ότι σε σύστημα υπόγειας άρδευσης η λιγότερη αρδευόμενη μεταχείριση (158 mm), που επέτρεπε διακοπή της άρδευσης κατά το στάδιο της έκπτυξης της αρσενικής ταξιανθίας και του μεταξώματος οδήγησε σε μέση απόδοση 10,9 Mg/ha, μόλις 5,5 % μικρότερη, σε σύγκριση με την πλήρως αρδευόμενη μεταχείριση (264 mm) (Van Donk et al. 2009). Ακόμη, η χρονική στιγμή της συγκομιδής προσδιορίζεται κυρίως με βάση την εμφάνιση μιας μαύρου χρώματος ζώνης στη βάση του σπάδικα και της υγρασίας των σπόρων (Jacob Junior et al. 2014). Τέλος, κατά την αποθήκευση, στόχος είναι η μείωση της υγρασίας των σπόρων με σκοπό τη διατήρηση της ποιότητας τους και την αποφυγή ανάπτυξης σήψεων (Wen et al. 2020).

1.1.3 Ο ανταγωνισμός των ζιζανίων με τον αραβόσιτο: Η έννοια της κρίσιμης περιόδου ανταγωνισμού και οι παράγοντες που την επηρεάζουν

Τα ζιζάνια ανταγωνίζονται με τα καλλιεργούμενα φυτά όπως ο αραβόσιτος για φως, νερό, θρεπτικά στοιχεία και χώρο, ιδιαίτερα όταν αυτοί οι παράγοντες καθίστανται περιοριστικοί (De Campos et al. 2016). Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης, αφενός τα ζιζάνια απορροφούν μεγάλες ποσότητες θρεπτικών και αφετέρου, η κόμη της καλλιέργειας δεν είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστική έναντι των ζιζανίων (Anderson 2000a; Lehoczky et al. 2008). Για το λόγο αυτό, ο ανταγωνισμός είναι πιο έντονος και οι απώλειες στην απόδοση της καλλιέργειας είναι μεγαλύτερες για ζιζάνια που φυτρώνουν νωρίς στην καλλιέργεια, ενώ αντίθετα ζιζάνια τα οποία εμφανίζονται στα τελευταία στάδια του βιολογικού κύκλου δημιουργούν προβλήματα όπως δυσχέρεια στη συγκομιδή και ποιοτική υποβάθμιση του τελικού προϊόντος (Tehulie 2021). Ως κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού μεταξύ ζιζανίων και καλλιεργούμενων φυτών ορίζεται ως το χρονικό διάστημα κατά το οποίο η παρουσία ζιζανίων στην καλλιέργεια οδηγεί

σε σημαντικές απώλειες στην απόδοση (Williams II 2006). Επίσης, ως κρίσιμος χρόνος καταπολέμησης των ζιζανίων θεωρείται το διάστημα μεταξύ του κρίσιμου χρόνου απομάκρυνσης και της κρίσιμης περιόδου ανάπτυξης της καλλιέργειας χωρίς ζιζάνια (Ramesh et al. 2022). Κάποιοι από τους παράγοντες οι οποίοι μπορούν να επηρεάσουν την κρίσιμη περίοδο ανταγωνισμού μεταξύ ζιζανίων και καλλιεργούμενων φυτών είναι:

- 1) Προφυτρωτική ζιζανιοκτονία: Όπως αναφέρουν οι Nedeljkovic et al. (2021), ανεξάρτητα από το σύστημα σποράς που επιλέχθηκε στον αραβόσιτο: α) Μεγάλες αποστάσεις μεταξύ των γραμμών β) Δίδυμες γραμμές με μικρότερες αποστάσεις μεταξύ τους, η εφαρμογή προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων όπως το S-metolachlor και το terbutylazine καθυστέρησε τον κρίσιμο χρόνο απομάκρυνσης των ζιζανίων από την καλλιέργεια.
- 2) Αζωτούχος λίπανση: Ανεπαρκής αζωτούχος λίπανση οδηγεί σε αύξηση της ανταγωνιστικής ικανότητας των ζιζανίων έναντι των καλλιεργειών. Σε μελέτη των Evans et al. (2003) απουσία αζωτούχου λίπανσης οδηγεί σε αύξηση της χρονικής διάρκειας της κρίσιμης περιόδου ανταγωνισμού και σε καθυστερημένο κλείσιμο της κόμης του αραβοσίτου.
- 3) Χρόνος σποράς: Σε καλλιέργεια υβριδίου γλυκού αραβοσίτου (GH0937), μεγαλύτερη βιομάζα των ζιζανίων και απώλειες στην απόδοση της καλλιέργειας από ζιζάνια τα οποία παρέμειναν μέχρι το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου, καταγράφηκαν στην πρώιμη σπορά (αρχές Μαΐου) σε σύγκριση με την όψιμη σπορά (τέλη Ιουνίου) (Williams II 2006).

1.1.4 Παραδείγματα ανταγωνισμού εαρινών πλατύφυλλων και αγρωστωδών ζιζανίων με τον αραβόσιτο

Μερικά από τα πιο κοινά είδη ζιζανίων που συναντώνται σε χώρες της Μεσογείου είναι από τα ετήσια πλατύφυλλα ζιζάνια η αγριοβαμβακιά (*Abutilon theophrasti* Medik.), διάφορα είδη βλήτου (*Amaranthus* spp.), η λουβουδιά (*Chenopodium album* L.), ο τάτουλας (*Datura stramonium* L.), η γλιστρίδα (*Portulaca oleracea* L.), ο στύφνος (*Solanum nigrum* L.), η αγριομελιτζάνα (*Xanthium strumarium* L.), το πολυκόμπι (*Polygonum aviculare* L.), από τα ετήσια αγρωστώδη ζιζάνια το κεχρί (*Panicum dichotomiflorum* Michx.), η σετάρια (*Setaria* spp.), το αιματόχορτο

(*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.), η μουνχρίτσα (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) και τέλος από τα πολυετή ζιζάνια η περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis* L.), η πορφυρή κύπερη (*Cyperus rotundus* L.), η αγριάδα (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) και ο βέλιουρας (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) (Jensen et al. 2011).

ο Πλατύφυλλα ζιζάνια

✓ **Αγριοβαμβακιά (*Abutilon theophrasti*)**

Αποτελεί ένα ζιζάνιο που εμφανίζεται με μεγάλη συχνότητα σε ξηρά και ημίξηρα περιβάλλοντα, αλλά προτιμά κυρίως εδάφη πλούσια σε υγρασία (Travlos et al. 2012, Edler et al. 2015). Αν και σε τέτοιες συνθήκες, η αγριοβαμβακιά έχει την ικανότητα να παράγει μεγάλη βιομάζα και φυλλική επιφάνεια, ο αραβόσιτος εμφανίζει μεγαλύτερες τιμές αποτελεσματικότητας διαπνοής, αποκτώντας έτσι ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι του ζιζανίου (Vaughn et al. 2016). Σε πείραμα των Travlos et al. (2012), η κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού μεταξύ του αραβόσιτου και της αγριοβαμβακιάς βρέθηκε τη χρονική περίοδο από την έκπτυξη του 3^{ου} φύλλου μέχρι το 7ο φύλλο της καλλιέργειας. Συγκεκριμένα, όσον αφορά την αγριοβαμβακιά η φυλλική επιφάνεια των ζιζανίων που φύτεψαν στο στάδιο του 3^{ου} φύλλου της καλλιέργειας, ήταν 46-64% υψηλότερη σε σχέση με αυτή των ζιζανίων στο 5^ο φύλλο, ενώ όσον αφορά την καλλιέργεια, η απόδοση του αραβόσιτου που αναπτύχθηκε παρουσία του ζιζανίου από το 5^ο και το 7^ο φύλλο της καλλιέργειας, ήταν 8-16% και 1-6% χαμηλότερη σε σύγκριση με τις μεταχειρίσεις που αναπτύχθηκαν απουσία ζιζανίων. Τέλος, ακόμη και σε χαμηλές πυκνότητες (2 φυτά/m²), το συγκεκριμένο ζιζάνιο μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την απόδοση της καλλιέργειας, ιδιαίτερα αυτής σε ενσίρωμα (Werner et al. 2004).

✓ **Τάτουλας (*Datura stramonium*)**

Ο τάτουλας μαζί με την αγριομελιτζάνα είναι δύο από τα κυριότερα είδη ζιζανίων που συναντώνται σε καλλιέργειες αραβόσιτου. Σε πείραμα ανταγωνιστικότητας μεταξύ ενός υβριδίου και των δύο ζιζανίων, αν και ο τάτουλας φύτεψε τρεις ημέρες μετά τον αραβόσιτο, εντούτοις λόγω της ανάπτυξης του μέχρι τη συγκομιδή της καλλιέργειας επέδρασε αρνητικά στο στάδιο του γεμίσματος των σπόρων. Πιο συγκεκριμένα, 16 φυτά/m² οδήγησαν σε μείωση του βάρους 100 σπόρων κατά 29,5% (Karimmojeni et al. 2010a). Σ 'άλλο πείραμα 10 φυτά τάτουλα/m, κατά μήκος της γραμμής σποράς,

μείωσαν την απόδοση κατά 74%, ενώ χαμηλότερες απώλειες καταγράφηκαν σε θερμές και ξηρές χρονιές (Oljaca et al. 2007). Γίνεται σαφές ότι η πυκνότητα του συγκεκριμένου ζιζανίου διαδραματίζει μείζονα ρόλο στον ανταγωνισμό με τον αραβόσιτο, καθώς τα φυτά του αραβοσίτου λόγω της ανάπτυξης μεγάλου ύψους και φυλλικής επιφάνειας (LAI), αποκτούν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι των ζιζανίων για την άντληση πόρων και ιδίως του φωτός (Karimmojeni et al. 2010b).

✓ **Βλήτο (*Amaranthus* spp.)**

Διάφορα είδη βλήτων (*Amaranthus* spp.) αποτελούν σημαντικά ζιζάνια στις καλλιέργειες αραβοσίτου και διαφέρουν ως προς την ανταγωνιστικότητα τους (Cordes et al. 2004). Οι Knezevic et al. (1994) αναφέρουν σε πείραμα τους ότι η κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού μεταξύ του τραχύ βλήτου (*Amaranthus retroflexus* L.) και του αραβοσίτου βρέθηκε στο χρονικό διάστημα μεταξύ της έκπτυξης του 3^{ου} φύλλου έως το 7^ο φύλλο της καλλιέργειας. Ειδικότερα, ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) της καλλιέργειας που ανταγωνίστηκε τα ζιζάνια (0,5-8 φυτά/m/γραμμή) που εκπτύχθηκαν στο 3^ο φύλλο της καλλιέργειας, μειώθηκε από 5 έως 36% σε σύγκριση με τον μάρτυρα, ενώ αντίθετα για τα ζιζάνια που φύτεψαν στο 5^ο φύλλο δεν παρατηρήθηκαν ανάλογα αποτελέσματα. Σ' ένα άλλο είδος, το λεπτό βλήτο (*Amaranthus rudis*), σε τριετές πείραμα ανταγωνισμού, η κρίσιμη περίοδος διέφερε μεταξύ των ετών και μπορεί να ξεκινούσε από το 4^ο φύλλο της καλλιέργειας και να είχε πέρας το 10^ο φύλλο. Βέβαια, η διαχείριση του συγκεκριμένου ζιζανίου μέχρι την έκπτυξη του 6^{ου} φύλλου είναι απαραίτητη για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων (Steckel et al. 2004). Τέλος, το *Amaranthus palmeri* είναι ένα ακόμη δυσεξόντωτο βλήτο που μπορεί να μειώσει δραματικά την τελική απόδοση (>90%), όταν φυτρώσει μαζί με τον αραβόσιτο (Massinga et al. 2001).

Ο Αγρωστώδη ζιζάνια

✓ **Αιματόχορτο (*Digitaria sanguinalis*)**

Το αιματόχορτο αποτελεί ένα από τα χειρότερα ζιζάνια και έχει εξαπλωθεί σε όλες τις περιοχές του πλανήτη, από τροπικές μέχρι εύκρατες (Wang et al. 2018). Αν και η αντιμετώπιση του συγκεκριμένου είδους είναι δυνατή με τη χρήση εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων, στην Αφρική σημαντικά προβλήματα δημιουργούνται από ένα άλλο είδος αιματόχορτου, το *Digitaria nuda* Schumach., και για το λόγο αυτό έχουν

διενεργηθεί μελέτες σχετικά με την επίδραση του χρόνου σποράς στην κρίσιμη περίοδο ανταγωνισμού του συγκεκριμένου είδους με τον αραβόσιτο. Ειδικότερα, στην υπό μελέτη εργασία ο ανταγωνισμός του συγκεκριμένου είδους με την καλλιέργεια ξεκινούσε στα βλαστικά στάδια V2 και V6 για την πρώιμη και την όψιμη σπορά αντίστοιχα, ενώ το τέλος της κρίσιμης περιόδου ανταγωνισμού εμφάνιζε μεγάλη διακύμανση (από το βλαστικό στάδιο V6 έως και 2 εβδομάδες μετά το μετάξωμα) (Hugo et al. 2014). Επιπλέον, σ' ένα άλλο πείραμα ανταγωνισμού μεταξύ του αραβοσίτου και δύο αγρωστωδών ζιζανίων, του *Urochloa plantaginea* και ενός αιματόχορτου (*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler), καταγράφηκε μείωση της διαμέτρου του βλαστού σε ποσοστό 35,4%, 42 ημέρες μετά το φύτευμα της καλλιέργειας, ενώ το ύψος των φυτών της καλλιέργειας δεν επηρεάστηκε σημαντικά. Συνεπώς, με σκοπό την αποφυγή της μείωσης της απόδοσης σε ποσοστό 53% από ζιζάνια τα οποία παραμένουν μέχρι το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου, ο έλεγχος του συγκεκριμένου ζιζανίου είναι θεμιτό να ξεκινά πριν την έναρξη της κρίσιμης περιόδου ανταγωνισμού, η οποία στη συγκεκριμένη μελέτη ορίστηκε τη χρονική περίοδο μεταξύ 17 και 32 ημερών μετά το φύτευμα της καλλιέργειας (Galon et al. 2018).

✓ **Κεχρί (*Panicum miliaceum* L.)**

Το κεχρί είναι ένα ακόμη αγρωστώδες ζιζάνιο το οποίο χαρακτηρίζεται ως επιζήμιο και μάλιστα αναφέρεται ως το χειρότερο ζιζάνιο στην ζώνη του αραβοσίτου στις Η.Π.Α (Cavers και Kane 2016). Η ιδιαιτερότητα του συγκεκριμένου ζιζανίου έγκειται στο γεγονός ότι έχει την ικανότητα να φυτρώνει μέχρι και 2 μήνες μετά τη σπορά του αραβοσίτου, οδηγώντας σε μειώσεις στην απόδοση της καλλιέργειας σε ποσοστό 38%, όταν αναπτύσσεται σε πυκνότητα 20 φυτών/m². Επιπλέον, διάρκεια παραμονής του για 6 εβδομάδες μετά τη σπορά της καλλιέργειας είναι ικανή να μειώσει την παραγωγικότητα της καλλιέργειας σε ποσοστό 26%, ενώ για κάθε εβδομάδα παρουσίας του ζιζανίου στον αγρό η απόδοση μειώθηκε κατά 390 kg/ha (Wilson και Westra 1991). Τέλος, είναι σημαντικό να τονισθεί ότι η εφαρμογή μέτρων αντιμετώπισης του ζιζανίου 4-5 εβδομάδες από την εμφάνιση του στον αγρό είναι ικανή να μειώσει την τράπεζα σπόρων του συγκεκριμένου είδους στο έδαφος πράγμα διόλου ευκαταφρόνητο καθώς το κεχρί έχει μεγάλο δυναμικό αναπαραγωγής, της τάξης των 2.810 σπόρων/φυτό (Anderson 2000b).

1.2 Αγριομελιτζάνα

1.2.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά αγριομελιτζάνας

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της αγριομελιτζάνας παρουσιάζονται παρακάτω:

Κοτυληδόνες: Μεγάλες, έμμισχες, σαρκώδεις, λογχοειδείς και μωβ στη βάση (Abbas et al. 1999; Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).

Βλαστός: Όρθιας έκφυσης, παχύς (Εικόνα 1.1), διακλαδισμένος, συνήθως με τρίχες και με γκριζοπράσινες ή καφέ κηλίδες (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009; Aldibekova et al. 2018).



Εικόνα 1.1. Καφέ κηλίδες σε βλαστό αγριομελιτζάνας.

Φύλλα: Έμμισχα και εναλλασσόμενα. Τα πρώτα φύλλα είναι ωοειδή, τριγωνικά (Εικόνα 1.2) και οδοντωτά στη βάση τους και τα ανώτερα φύλλα έχουν 3-5 άνισους οδοντωτούς λοβούς και τριγωνική ή καρδιόσχημη βάση (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009; Aldibekova et al. 2018).

Άνθη: Μικρού μεγέθους, πράσινα, κατά ταξιανθία κεφάλια. Τα αρρενα άνθη βρίσκονται στην κορυφή των βλαστών, ενώ τα θήλεα είναι στα κατώτερα τμήματα των βλαστών (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009; Aldibekova et al. 2018).

Καρπός: Αχαίνιο χρώματος καφέ ή σκούρου πράσινου κατά την ωρίμανση. Είναι ωοειδής δίχωρος με τριχωτά αγκάθια σ' όλη την επιφάνεια του και δύο προεξοχές οι οποίες χωρίζουν τους δύο μαύρους σπόρους που περιέχει (Abbas et al. 1999). Οι δύο

σπόροι διαφέρουν σε μέγεθος κι ο μεγαλύτερος φυτρώνει την πρώτη χρονιά, ενώ ο μικρότερος βρίσκεται σε λήθαργο (Weaver και Lechowicz 1982).

Ρίζα: Η κεντρική ρίζα είναι μεγάλης διαμέτρου και καλά ανεπτυγμένη σε αντίθεση με τις πλευρικές ρίζες (Aldibekova et al. 2018).



Εικόνα 1.2. Το ζιζάνιο αγριομελιτζάνα στο στάδιο των πρώτων πραγματικών φύλλων.

1.2.2 Βιολογία αγριομελιτζάνας

Η αγριομελιτζάνα αποτελεί ένα ετήσιο εαρινό πλατύφυλλο ζιζάνιο που ανήκει στην οικογένεια Asteraceae, συναντάται σε αροτραίες και κηπευτικές καλλιέργειες και χαρακτηρίζεται ως επιζήμιο για διάφορα οικοσυστήματα (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009; James et al. 2016; Saeed et al. 2020). Ο βιολογικός κύκλος της αγριομελιτζάνας (Εικόνα 1.3) περιλαμβάνει αρχικά τη βλαστική φάση ανάπτυξης που ξεκινά με το φύτευμα του σπόρου, από νωρίς την άνοιξη για πληθυσμούς του ζιζανίου που αναπτύσσονται σε χαμηλά υψόμετρα. Ακολούθως, η άνθιση πραγματοποιείται τους μήνες Μάιο-Ιούνιο και ολοκληρώνεται τον Ιούλιο, μετέπειτα λαμβάνει χώρα ο σχηματισμός των καρπών μέχρι τον Αύγουστο ενώ τέλος, οι καρποί διασπείρονται από το φυτό είτε στις αρχές του Φθινοπώρου, είτε αυτοί παραμένουν προσκολλημένοι στο ζιζάνιο μέχρι το Νοέμβριο όπου ολοκληρώνεται και ο βιολογικός του κύκλος (Ullah et al. 2022).



Εικόνα 1.3. Βιολογικός κύκλος αγριομελιτζάνας: α) κοτυληδόνες και πρώτα πραγματικά φύλλα, β) βλαστική φάση ανάπτυξης, γ) στάδιο άνθισης, δ) στάδιο καρποφορίας.

Το φύτευμα των σπόρων του ζιζανίου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η φωτοπερίοδος, το pH και η αλατότητα. Αρχικά, οι σπόροι μπορούν να φυτρώσουν σε ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών, αν και τα μεγαλύτερα ποσοστά βλάστησης καταγράφονται σε υψηλές θερμοκρασίες. Ειδικότερα, οι άριστες θερμοκρασίες για το φύτευμα σπόρων αγριομελιτζάνας που συλλέχθηκαν από μια περιοχή του Πακιστάν, κυμαίνονταν μεταξύ 30-31°C (Saeed et al. 2020). Αντίθετα, σε άλλη έρευνα των Saric-Krsmanovic et al. (2012), επισημαίνεται ότι οι σπόροι δεν μπορούν να φυτρώσουν στους 10 °C, χαμηλά ποσοστά βλάστησης καταγράφονται στους 15°C, ενώ τέλος τα μεγαλύτερα ποσοστά βλαστικότητας για σπόρους που συλλέχθηκαν από ακαλλιέργητες εκτάσεις και αγρούς με αραβόσιτο καταγράφηκαν στους 25 και 30 °C, αντίστοιχα. Ακόμη, έχει βρεθεί ότι ημερήσια θερμοκρασιακή διακύμανση 15 °C (17,5 °C /32,5 °C: χαμηλότερη/υψηλότερη θερμοκρασία ημέρας) οδηγεί σε υψηλότερα ποσοστά βλάστησης σε αντίθεση με θερμοκρασίες άνω των 30 °C (Norsworthy και Oliveira 2007). Τέλος, το συγκεκριμένο ζιζάνιο θεωρείται ευαίσθητο στην υδατική καταπόνηση ($< -1,5$ MPa), καθώς η έλλειψη νερού επιδρά αρνητικά στη φωτοσυνθετική λειτουργία του φυτού, ανεξάρτητα από την παρουσία ή την απουσία φωτός (Ben et al. 1987).

Όσον αφορά την επίδραση της φωτοπεριόδου στο σπόρο, αν και οι σπόροι της αγριομελιτζάνας, χαρακτηρίζονται ως μη-φωτοβλαστικοί, το φως ευνοεί τη βλάστηση τους. Ειδικότερα, φωτοπερίοδος 12 h θεωρείται ιδανική για να βλαστήσουν οι σπόροι σε σύγκριση με φωτοπερίοδο διάρκειας 0 και 24 h, ενώ σε συνθήκες σκίασης στο έδαφος, τα ποσοστά βλάστησης των σπόρων μειώνονται κατά 72-88% (Norsworthy και Oliveira 2007; Saeed et al. 2020). Όσον αφορά την οξύτητα του εδάφους, η μεγαλύτερη βλαστικότητα των σπόρων παρατηρείται σε εδάφη αλκαλικά, με pH 7-8, ενώ επιπρόσθετα, συγκεντρώσεις NaCl μεγαλύτερες από 240 mM μειώνουν τη βλαστικότητα των σπόρων κατά το ήμισυ εν συγκρίσει με συγκέντρωση 0 mM NaCl (βλαστικότητα >90%) (Saeed et al. 2020). Τέλος, ένας ακόμη εξίσου σημαντικός παράγοντας για τη βλάστηση των σπόρων της αγριομελιτζάνας είναι το βάθος του εδάφους στο οποίο βρίσκονται. Σύμφωνα με δεδομένα των James et al. (2016), το μεγαλύτερο ποσοστό των σπόρων βλαστάνουν επιφανειακά μέχρι και το βάθος των 4 cm, κάποιοι σπόροι μπορούν να βλαστήσουν σε βάθος 9 cm, ενώ τέλος κανένας σπόρος δεν βλαστάνει σε βάθος 10 cm. Πιο συγκεκριμένα, σε βάθος 0-3 cm, η ανάδυση των σποροφύτων πραγματοποιείται 8 ημέρες μετά τη σπορά, ενώ σε βάθος 9 cm έπειτα από 14 ημέρες. Αντίθετα, οι Saeed et al. (2020) παρατήρησαν ότι κάποιοι σπόροι μπορούν να βλαστήσουν και σε βάθος 12 cm.

1.2.3 Ανταγωνιστική ικανότητα αγριομελιτζάνας έναντι ανοιξιιάτικων φυτών

Η αγριομελιτζάνα αποτελεί ένα ιδιαίτερα ανταγωνιστικό ζιζάνιο που εμφανίζεται με μεγάλη συχνότητα σε καλλιέργειες αραβοσίτου, βαμβακιού (*Gossypium hirsutum*), σόγιας (*Glycine max*), σουσαμιού (*Sesamum indicum* L.) και αραχίδας (*Arachis hypogea* L.) (Snipes et al. 1987; Royal et al. 1997; Rushing και Oliver 1998; Nakova et al. 2004; Bukun 2011). Έχει την ικανότητα να απορροφά μεγάλες ποσότητες νερού και θρεπτικών από το έδαφος, ενώ επιπλέον, λόγω του μεγάλου εύρους ανάπτυξης της κόμης της εκμεταλλεύεται καλύτερα το ηλιακό φως σε σχέση με καλλιεργούμενα φυτά όπως το βαμβάκι και η σόγια (Byrd και Coble 1991; Mosier και Oliver 1995). Αρχικά, ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει το μέγεθος των απωλειών στην απόδοση των καλλιεργούμενων φυτών αποτελεί η πυκνότητα του ζιζανίου (Πίνακας 1.2) εντός των καλλιεργούμενων εκτάσεων.

Πίνακας 1.2. Επίδραση της πυκνότητας της αγριομελιτζάνας (*Xanthium strumarium*) στην απόδοση διάφορων ανοιξιάτικων καλλιεργούμενων φυτών.

Πυκνότητα αγριομελιτζάνας (<i>Xanthium strumarium</i>)	Καλλιέργεια	Μείωση απόδοσης	Βιβλιογραφία
5-25 φυτά/m	Αραβόσιτος (<i>Zea mays</i> L.)	19,03-39,12%	Nakova et al. (2004)
0,25-7 φυτά/m	Σουσάμι (<i>Sesamum indicum</i> L.)	71,67-83,48 %	Bukun (2011)
1 φυτό/1,8 m 1 φυτό/0,3 m	Σόγια (<i>Glycine max</i> L.)	16-65%	Rushing και Oliver (1998)
0-32 φυτά/8 m	Αραχίδα (<i>Arachis hypogea</i> L.)	0-88%	Royal et al. (1997)

Ειδικότερα, σε πείραμα ανταγωνισμού μεταξύ αγριομελιτζάνας και αραβοσίτου, η πυκνότητα του ζιζανίου 25 φυτών/m, επί των γραμμών σποράς της καλλιέργειας, οδήγησε σε μείωση του ύψους και του νωπού βάρους των φυτών κατά 45,2 και 82,2%, αντίστοιχα, όταν η καλλιέργεια βρίσκονταν στο στάδιο των 4-5 φύλλων (Nakova et al. 2004). Επιπλέον, σε καλλιέργεια αραβοσίτου για ενσίρωμα, για κάθε 1 kg/ha αύξηση της βιομάζας της αγριομελιτζάνας, η αντίστοιχη παράμετρος για την καλλιέργεια μειώθηκε κατά 1,3-1,4 kg/ha, ενώ αύξηση της πυκνότητας του ζιζανίου κατά 1 φυτό/m² μείωσε το δείκτη φυλλικής επιφάνειας της καλλιέργειας (LAI) κατά 0,13-0,27 μονάδες κατά μέσο όρο, φανερώνοντας έτσι την έντονη ανταγωνιστικότητα του ζιζανίου για το φως (Hussain et al. 2011). Αντίθετα με τα αποτελέσματα της πρώτης έρευνας, οι ίδιοι ερευνητές αναφέρουν ότι δεν υπήρξε γραμμική μείωση του ύψους της καλλιέργειας, αυξανόμενης της πυκνότητας του ζιζανίου. Αρχικά, σε πυκνότητες από 0-6 φυτά/m², παρατηρήθηκε αύξηση του ύψους λόγω του ανταγωνισμού για φως και ακολούθως σε πυκνότητες 6-12 φυτών/m² καταγράφηκε μείωση. Ακόμη, όσο πιο έντονος είναι ο ανταγωνισμός μεταξύ των φυτών της αγριομελιτζάνας και του αραβοσίτου για πόρους, τόσο πιο γρήγορη είναι και η ξήρανση των κατώτερων φύλλων της καλλιέργειας κατά το στάδιο του μεταξώματος (Karimmojeni et al., 2010b). Τέλος, η επίδραση της πυκνότητας φανερώνεται και σ' άλλα διάφορα συστατικά της απόδοσης της καλλιέργειας. Οι Hussain et al. (2011) αναφέρουν ότι πυκνότητα αγριομελιτζάνας ίση

με 12 φυτά/m² μπορεί να μειώσει τον αριθμό των σπόρων ανά σπάδικα σε ποσοστό > 30% σε σύγκριση με τον μάρτυρα, ενώ για κάθε αύξηση της πυκνότητας κατά 1 ζιζάνιο/m², ο δείκτης συγκομιδής μειώθηκε κατά 3,5%.

Ένας εξίσου σημαντικός παράγοντας στη μελέτη του ανταγωνισμού μεταξύ ζιζανίων και καλλιεργειών είναι οι κρίσιμοι χρόνοι παρουσίας-απουσίας ζιζανίων στον αγρό. Σε έρευνα των Royal et al. (1997) αναφέρεται ότι η διάρκεια παραμονής της αγριομελιτζάνας για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 2 εβδομάδων μετά το φύτευμα της καλλιέργειας οδηγεί σε σημαντική μείωση στην απόδοση της αραχίδας πράγμα το οποίο μπορεί να αποφευχθεί μόνο όταν ο αγρός παραμένει καθαρός από το ζιζάνιο για τουλάχιστον 12 εβδομάδες μετά το φύτευμα. Σε καλλιέργεια σόγιας η οποία ακολουθεί μια άλλη καλλιέργεια και σπέρνεται τέλη Ιουνίου-αρχές Ιουλίου, ο κρίσιμος χρόνος απομάκρυνσης της αγριομελιτζάνας και του βέλιουρα (με σκοπό την αποφυγή της μείωσης της απόδοσης σε ποσοστό 10%), συμπίπτει με το βλαστικό στάδιο V1, 1 εβδομάδα μετά τη σπορά της καλλιέργειας, ενώ το τέλος της κρίσιμης περιόδου ορίστηκε 11 εβδομάδες μετά τη σπορά (αναπαραγωγικό στάδιο R6) (Arslan et al. 2006). Τέλος, βρέθηκε από τους Snipes et al. (1987) ότι η αγριομελιτζάνα μπορεί να παραμείνει μέχρι 2-4 εβδομάδες μετά τη σπορά του βαμβακιού στον αγρό χωρίς να μειωθεί η απόδοση της καλλιέργειας. Ειδικότερα, στα πειραματικά τεμάχια που έμειναν απαλλαγμένα από το συγκεκριμένο ζιζάνιο για 8,5 εβδομάδες καταγράφηκαν και οι μεγαλύτερες αποδόσεις σε βαμβακόσπορο.

1.3 Βέλιουρας

1.3.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά βέλιουρα

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του βέλιουρα παρουσιάζονται παρακάτω:

Έλασμα φύλλων: Είναι πλατύ (Εικόνα 1.4) και χαρακτηριστικό του γνώρισμα αποτελεί το κεντρικό λευκό νεύρο. Στην περιφέρεια φέρει τρίχες (Rangaswamy Ayyangar και Ponnaiya 1941; Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).

Κολέος: Λείος και κλειστός (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).

Βλαστός: Ισχυρός, όρθιας έκφυσης και κυλινδρικός, ύψους 0,6-2 m (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).

Άνθη: Διατάσσονται σε πυραμοειδή φόβη (Εικόνα 1.5., Kaur και Soodan 2017). Τα σταχύδια ωριμάζουν ανομοιόμορφα, ανθίζουν από Μάιο μέχρι Οκτώβριο και φέρονται

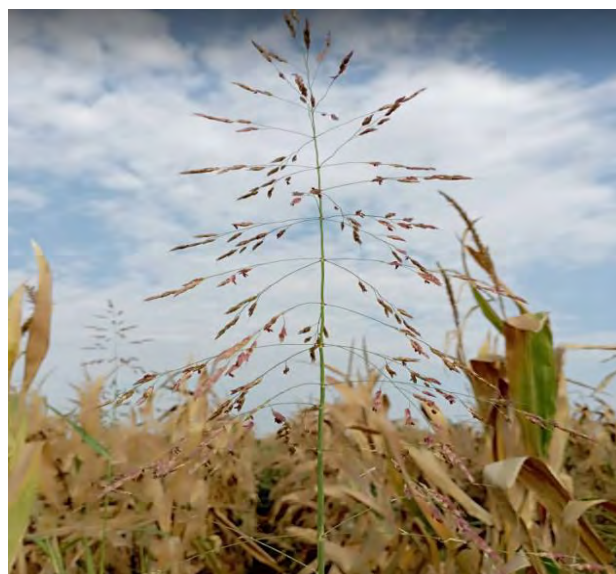
ανά δύο κατά μήκος των διακλαδώσεων και ανά τρία στην κορυφή (Rangaswamy Ayyangar και Ponnaiya 1941; Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009; Kaur και Soodan 2017).



Εικόνα 1.4. Το ζιζάνιο βέλιουρας σε αρχικό στάδιο ανάπτυξης.

Σπόροι: Σε κάποιους βιότυπους, οι ώριμοι σπόροι περιβάλλονται από κόκκινα λέπυρα (Leguizamon 1986), ενώ το χρώμα τους είναι καστανό (Kaur και Soodan 2017)..

Ρίζα: Θυσσανώδης με σαρκώδη ριζώματα (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).



Εικόνα 1.5. Διάταξη σταχυδίων βέλιουρας σε πυραμοειδή φόβη.

1.3.2 Βιολογία βέλιουρα

Ο βέλιουρας είναι ένα πολυετές αγρωστώδες C4 θερινό ζιζάνιο και θεωρείται ως ένα από τα χειρότερα ζιζάνια παγκοσμίως (Peerzada et al. 2017; Schwinning et al. 2017). Κατάγεται από τις περιοχές της Ασίας, της Ευρώπης και της Αφρικής που συνορεύουν με τη Μεσόγειο και αποτελεί ζιζάνιο των αροτραίων και κηπευτικών καλλιεργειών προκαλώντας μείωση στην απόδοση των καλλιεργούμενων φυτών σε ποσοστό που αγγίζει το 90 % (Peerzada et al. 2017). Αναπαράγεται με σπόρους και ριζώματα και μέσω αυτών των οργάνων μπορεί να διασπαρεί σε μεγάλες αποστάσεις (Loddo et al. 2012). Ειδικότερα, τα ριζώματα αποτελούν ένα σημαντικό όργανο διαχείμασης του βέλιουρα και η βιωσιμότητα τους εξαρτάται από το βάθος στο οποίο βρίσκονται. Πάνω σ' αυτό, είναι σημαντικό να τονισθεί ότι ανεξάρτητα από το μήκος των ριζωμάτων, τα μεγαλύτερα ποσοστά επιβίωσης τους καταγράφονται σε βάθη 25 cm, ενώ αντίθετα ριζώματα μεγαλύτερου μεγέθους (15 cm) επιβιώνουν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε σύγκριση με ριζώματα μικρότερου μεγέθους (7,5 cm) σε μικρότερα βάθη (6 cm) (Hartzler et al. 1991). Επιπλέον, κάποιοι ερευνητές αναφέρουν ότι τα ποσοστά επιβίωσης των ριζωμάτων φτάνουν στο 100% σε βάθη 40-50 cm (Warwick et al. 1986). Από την άλλη, ο Leguizamón (1986) κατέγραψε ότι η βιωσιμότητα των σπόρων του ζιζανίου σε ακαλλιέργητο έδαφος ήταν μεγαλύτερη από 6 έτη όταν αυτοί βρίσκονταν σε βάθος 22,5 cm, ενώ μειώθηκε στα 2 έτη σε μικρότερα βάθη. Επιπρόσθετα, ένα σημαντικό στοιχείο της βιολογίας του βέλιουρα που το καθιστά ιδιαίτερα ανταγωνιστικό στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των καλλιεργειών είναι η ταχεία πρώτη ανάπτυξη του. Μάλιστα, ζιζάνια με μεγάλα μήκη ριζωμάτων έχουν μεγαλύτερο ύψος τις πρώτες 20-60 ημέρες μετά τη βλάστηση τους, εκπύσσουν νέους βλαστούς με γρηγορότερο ρυθμό και επιπλέον η παραγωγή νέων ριζωμάτων κάτω από το έδαφος είναι ταχύτερη και λαμβάνει χώρα ακόμη και πριν την άνθιση του βέλιουρα σε σύγκριση με ζιζάνια με μικρού μήκους ριζώματα (Lolas και Coble 1980).

Ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την βλάστηση των οφθαλμών των ριζωμάτων είναι η θερμοκρασία. Αρχικά, με βάση διάφορα προγνωστικά μοντέλα που έχουν εξετασθεί, διαπιστώθηκε ότι η θερμοκρασία βάσης για την βλάστηση των ριζωμάτων του ζιζανίου κυμαίνεται μεταξύ 8-10 °C (Loddo et al. 2012). Σε θερμοκρασίες μικρότερες των 20 °C και στους 28 °C καταγράφονται τα χαμηλότερα και υψηλότερα ποσοστά βλάστησης, όπως υποστηρίζει ο Horowitz (1972), ενώ για την βλάστηση των σπόρων του βέλιουρα απαιτούνται υψηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση

με αυτή των ριζωμάτων. Επιπλέον, έχει βρεθεί ότι εναλλασσόμενες θερμοκρασίες στο εύρος των 20-35 °C οδηγούν σε μεγαλύτερα ποσοστά βλαστικότητας σε σύγκριση με τις συνεχόμενες θερμοκρασίες (Taylorson και McWorter 1969). Αν και οι σπόροι του ζιζανίου χαρακτηρίζονται ως ουδέτεροι φωτοβλαστικοί, η παρουσία του φωτός επιδρά θετικά στην βλάστηση τους ειδικότερα σ' ένα εύρος θερμοκρασιών μεταξύ 30-45°C (Krenchinski et al. 2015). Κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου του ζιζανίου, η μέγιστη ανάπτυξη τόσο του ριζικού συστήματος όσο και του υπέργειου τμήματος καταγράφεται σε θερμοκρασία 32 °C και σε σχετικά χαμηλές εντάσεις φωτός φανερώνοντας έτσι την έντονη ανταγωνιστικότητα του όταν αυτό βρίσκεται στο εσωτερικό της κόμης των καλλιεργούμενων φυτών (McWhorter και Jordan 1976). Σε θερμές περιοχές, η άνθιση πραγματοποιείται συνήθως 2 μήνες μετά την έναρξη του βιολογικού κύκλου και μπορεί να διαρκέσει μέχρι και το Νοέμβριο (Horowitz 1972). Εν κατακλείδι, το μεγάλο εύρος θερμοκρασιών στο οποίο μπορεί να βλαστήσει το συγκεκριμένο ζιζάνιο, η εγγενής και η αγενής αναπαραγωγή του, καθώς και ο λήθαργος των σπόρων είναι κάποιοι από τους μηχανισμούς του ζιζανίου στους οποίους οφείλεται η ευρεία εξάπλωση του (Krenchinski et al. 2015; Peerzada et al. 2017).

1.3.3 Ανταγωνιστική ικανότητα βέλιουρα έναντι ανοιζιάτικων φυτών

Ο βέλιουρας είναι ένα ζιζάνιο που εμφανίζει μεγάλη ανταγωνιστική ικανότητα έναντι των καλλιεργούμενων φυτών και μπορεί να επιδράσει αρνητικά τόσο στην ανάπτυξη των φυτών όσο και στα συστατικά της τελικής απόδοσης (Karkanis et al. 2022). Ιδιαίτερα σε αγρούς με μονοκαλλιέργεια αραβοσίτου για πολλά έτη, ο βέλιουρας προσαρμόζεται στις συνθήκες αυτές και αποτελεί μακροπρόθεσμο πρόβλημα που είναι δύσκολο να διαχειριστεί με μία μόνο μέθοδο αντιμετώπισης λόγω της μεγάλης βιομάζας που παράγει, η οποία μπορεί να αυξηθεί σημαντικά τα πέντε πρώτα έτη μονοκαλλιέργειας, παρουσιάζοντας μια λιγότερο αυξητική τάση τα επόμενα χρόνια (Simić et al. 2020b). Σε πείραμα των Mitskas et al. (2003) αναφέρεται ότι η μεγαλύτερη μείωση τόσο στο νωπό βάρος τριών διαφορετικών υβριδίων αραβοσίτου όσο και στην απόδοση σε σπόρο, καταγράφηκαν όταν η καλλιέργεια παρέμεινε για μεγάλο χρονικό διάστημα με ζιζάνια βέλιουρα, τα οποία αναπαράγονται με ριζώματα κι όχι με σπόρο. Επιπλέον, η πυκνότητα του συγκεκριμένου ζιζανίου είναι ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει το μέγεθος των απωλειών. Οι Ghosheh et al. (1996a) βρήκαν ότι αύξηση της πυκνότητας του βέλιουρα που προέρχεται από

ριζώματα, από τα 4 στα 12 φυτά /9,8 m επί της γραμμής, μπορεί να μειώσει την απόδοση σε σπόρο από 8,5 έως 46,6%. Από την άλλη, κατάλληλα καλλιεργητικά μέτρα όπως η αύξηση της πυκνότητας φύτευσης, αμβλύνουν τον ανταγωνισμό που επιφέρει ο βέλιουρας που αναπαράγεται με σπόρο.

Η καλλιέργεια του αραβοσίτου απαιτεί να μείνει απαλλαγμένη από τον βέλιουρα για ορισμένο χρονικό διάστημα με σκοπό την επίτευξη της μέγιστης παραγωγικότητας. Τριετής πειραματισμός των Ghosheh et al. (1996b) έδειξε ότι η καλλιέργεια πρέπει να αναπτυχθεί απουσία του ζιζανίου για τουλάχιστον 6,5 εβδομάδες. Ακόμη, η κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού βρέθηκε στο χρονικό διάστημα μεταξύ των 3 και 6,5 εβδομάδων μετά το φύτευμα της καλλιέργειας δείχνοντας έτσι ότι η απομάκρυνση του ζιζανίου πρέπει να γίνει στα πρωταρχικά στάδια ανάπτυξης του αραβοσίτου. Μεταξύ των άλλων, παραμονή του ζιζανίου για 55 ημέρες μετά την σπορά μπορεί να επιφέρει σημαντικές μειώσεις σε βασικά συστατικά της απόδοσης της καλλιέργειας με την εξής φθίνουσα σειρά: απόδοση σε σπόρο > μήκος σπάδικα > βάρος 1000 σπόρων. Ειδικότερα, το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα παραμονής του ζιζανίου μπορεί να μειώσει την απόδοση της καλλιέργειας σε ποσοστό από 58% έως και 72 % (Karkanis et al. 2020). Είναι σημαντικό να τονισθεί ότι οι απώλειες αυτές μπορεί να οφείλονται στον ανταγωνισμό των καλλιεργειών με τον βέλιουρα για θρεπτικά στοιχεία όπως το άζωτο. Για παράδειγμα, σε αγρό με ηλίανθο (*Helianthus annuus* L.), η επίδραση της παραμονής του ζιζανίου για όλη την καλλιεργητική περίοδο, εκδηλώθηκε με χλωρωτικά συμπτώματα στα φυτά καθώς στα πειραματικά αυτά τεμάχια καταγράφηκαν χαμηλότερες τιμές SPAD σε σύγκριση με τα αγροτεμάχια που ήταν ‘καθαρά’ από τον βέλιουρα (Karkanis et al., 2022). Επιπλέον, ο βέλιουρας είναι ένα ζιζάνιο το οποίο μπορεί να παράγει μεγάλη βιομάζα ακόμη και σε συνθήκες έντονης υδατικής καταπόνησης. Σε σύγκριση με τον αραβόσιτο τα κύτταρα του ζιζανίου αναπτύσσουν χαμηλότερο ωσμωτικό δυναμικό (Ψ), με αποτέλεσμα την μεγαλύτερη απορρόφηση νερού σε συνθήκες ελλειμματικής άρδευσης. Τουναντίον, τα υβρίδια του καλλιεργούμενου φυτού εμφανίζουν ορισμένα χαρακτηριστικά όπως η μικρή στοματική αγωγιμότητα (G_s), ‘παραχωρώντας’ έτσι το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στο ζιζάνιο να εκμεταλλευτεί καλύτερα τους υδατικούς πόρους (Acciaresi et al. 2012). Τέλος, έχει μελετηθεί η επίδραση της παραμονής του βέλιουρα και της λουβουδιάς στην παραγωγή ξηρής βιομάζας και σπόρου ανοιξιιάτικης καλλιέργειας λευκού λούπινου (*Lupinus albus* L.). Παρουσία της συγκεκριμένης ζιζανιοχλωρίδας σε

πυκνότητες 8-10 φυτών λουβουδιάς/m² και 2-4 φυτών βέλιουρα/ m², για 9 εβδομάδες μετά το φύτευμα της καλλιέργειας, είναι ικανή να μειώσει τη ξηρή βιομάζα της καλλιέργειας σε ποσοστά μεγαλύτερα του 25%, ενώ αντίθετα μετά την άνθιση της καλλιέργειας δεν καταγράφονται αντίστοιχες μειώσεις. Ακόμη, φανερώθηκαν απώλειες στην παραγωγή σπόρων ανά φυτό, στο βάρος 1000 σπόρων και στη συγκέντρωση της πρωτεΐνης στους σπόρους μεταξύ των ‘καθαρών’ από τα δύο ζιζάνια τεμαχίων και των ασκάλιστων μαρτύρων (Damalas και Koutroubas 2022).

Κεφάλαιο 2^ο : Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Πειραματικός αγρός

Για τη διεξαγωγή της συγκεκριμένης έρευνας πραγματοποιήθηκε πείραμα πεδίου, όπου σπάρθηκε αραβόσιτος στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο κατά την καλλιεργητική περίοδο Μάιος-Σεπτέμβριος 2022. Το έδαφος είναι μέσης σύστασης (άργιλος 26%, άμμος 38% και ιλύς 36%) και αλκαλικό (pH=7,4).

2.2 Πειραματική διαδικασία

Με σκοπό την προετοιμασία της κατάλληλης σποροκλίνης αρχικά, πραγματοποιήθηκε κατεργασία του εδάφους με σβολοκόπτη σε βάθος 10-15 cm και στη συνέχεια ακολούθησε η σπορά του υβριδίου P0937 (FAO: 500) στις 3 Μαΐου 2022 σε βάθος περίπου 3 cm και αποστάσεις 75 cm μεταξύ των γραμμών και 17-18 cm επί της γραμμής με τη χρήση πνευματικής σπαρτικής μηχανής. Την ίδια μέρα, έγινε η σπορά των καρπών της αγριομελιτζάνας σε βάθος 5 cm με τη χρήση ενός εργαλείου. Οι καρποί τοποθετήθηκαν σε αποστάσεις 20 cm μεταξύ τους και σε απόσταση 10 cm από τη γραμμή σποράς του αραβοσίτου. Ακολούθως, πραγματοποιήθηκε η χάραξη του πειραματικού αγρού σε τεμάχια με βάση το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων (RCBD) με 7 επεμβάσεις και 3 επαναλήψεις (Διάγραμμα 2.2, Εικόνα 2.1).

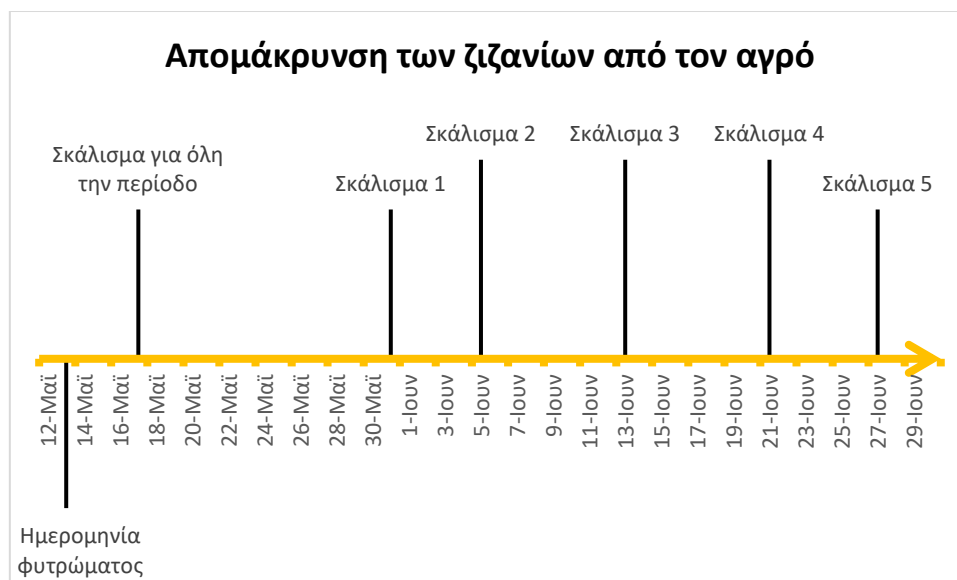


Εικόνα 2.1. Χάραξη του πειραματικού αγρού κατά την ημέρα σποράς της καλλιέργειας με βάση το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων (RCBD).

Κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε διαστάσεις 3 m x 5 m (15 m²) και 4 σειρές με αραβόσιτο. Οι 7 επεμβάσεις που εφαρμόστηκαν στο πείραμα ήταν:

- 1) Παρουσία ζιζανίων για όλη την περίοδο (ασκάλιστος μάρτυρας).
- 2) Απουσία ζιζανίων για όλη την περίοδο (σκαλισμένος μάρτυρας).
- 3) Παραμονή ζιζανίων για 2 εβδομάδες μετά το φύτευμα της καλλιέργειας και μετά απομάκρυνση τους.
- 4) Παραμονή ζιζανίων για 3 εβδομάδες μετά το φύτευμα της καλλιέργειας και μετά απομάκρυνση τους.
- 5) Παραμονή ζιζανίων για 4 εβδομάδες μετά το φύτευμα της καλλιέργειας και μετά απομάκρυνση τους.
- 6) Παραμονή ζιζανίων για 5 εβδομάδες μετά το φύτευμα της καλλιέργειας και μετά απομάκρυνση τους.
- 7) Παραμονή ζιζανίων για 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα της καλλιέργειας και μετά απομάκρυνση τους.

Σ' όλες τις μεταχειρίσεις, η αφαίρεση των ζιζανίων πραγματοποιήθηκε με σκαλίσματα και βοτανίσματα. Το χρονοδιάγραμμα με τα σκαλίσματα παρουσιάζεται στο διάγραμμα 2.1, ενώ οι διάφορες καλλιεργητικές φροντίδες περιγράφονται στον πίνακα 2.2..



Διάγραμμα 2.1. Απομάκρυνση των ζιζανίων από τον αγρό ανάλογα με τη διάρκεια παραμονής τους σε κάθε επέμβαση.



Εικόνα 2.2. Σκάλισμα των τεμαχίων των επεμβάσεων που αναπτύχθηκαν για 2 εβδομάδες παρουσία των ζιζανίων στις 31 Μαΐου 2022 (1^ο Σκάλισμα).



Εικόνα 2.3. Τεμάχιο όπου τα ζιζάνια έχουν παραμείνει για 4 εβδομάδες μετά το φύτευμα της καλλιέργειας.

Παραμονή ζιζανίων για 2 εβδομάδες μετά το φύτευμα	Παραμονή ζιζανίων για 5 εβδομάδες μετά το φύτευμα	Παραμονή ζιζανίων για 4 εβδομάδες μετά το φύτευμα
Σκαλισμένος μάρτυρας	Παραμονή ζιζανίων για 2 εβδομάδες μετά το φύτευμα	Παραμονή ζιζανίων για 5 εβδομάδες μετά το φύτευμα
Ασκάλιστος μάρτυρας	Παραμονή ζιζανίων για 4 εβδομάδες μετά το φύτευμα	Παραμονή ζιζανίων για 2 εβδομάδες μετά το φύτευμα
Παραμονή ζιζανίων για 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα	Σκαλισμένος μάρτυρας	Παραμονή ζιζανίων για 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα
Παραμονή ζιζανίων για 4 εβδομάδες μετά το φύτευμα	Ασκάλιστος μάρτυρας	Παραμονή ζιζανίων για 3 εβδομάδες μετά το φύτευμα
Παραμονή ζιζανίων για 5 εβδομάδες μετά το φύτευμα	Παραμονή ζιζανίων για 3 εβδομάδες μετά το φύτευμα	Σκαλισμένος μάρτυρας
Παραμονή ζιζανίων για 3 εβδομάδες μετά το φύτευμα	Παραμονή ζιζανίων για 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα	Ασκάλιστος μάρτυρας
3 ^η Επανάληψη	2 ^η Επανάληψη	1 ^η Επανάληψη

Διάγραμμα 2.2. Το πειραματικό σχέδιο στον αγρό.

Πίνακας 2.2. Λοιπές καλλιεργητικές φροντίδες που πραγματοποιήθηκαν στην καλλιέργεια του αραβοσίτου.

Καλλιεργητικές φροντίδες	
Λίπανση	<u>Βασική</u> : 25 kg του σύνθετου λιπάσματος 15-15-15 + 25 SO ₃ κατά τη σπορά της καλλιέργειας. <u>Επιφανειακή</u> : 5 μονάδες 46-0-0 (ουρία) στις 02-07-2022 και στις 21-07-2022 μέσω του συστήματος υδρολίπανσης.
Άρδευση	Κατά την ημέρα της σποράς, πραγματοποιήθηκε άρδευση με καταιονισμό με σκοπό το γρήγορο φύτευμα της καλλιέργειας. Στη συνέχεια, έγινε εγκατάσταση του δικτύου στάγδην άρδευσης.
Φυτοπροστασία	Ο σπόρος που χρησιμοποιήθηκε ήταν επενδυμένος με τα μυκητοκτόνα prothioconazole και metalaxyl, καθώς και με το εντομοκτόνο tefluthrin.
Συγκομιδή	Η συγκομιδή της καλλιέργειας έγινε με το χέρι στις 29-09-2022 (Εικόνα 2.4) με 8% υγρασία και ο αλωνισμός του κάθε σπάδικα με αλωνιστική μηχανή.



Εικόνα 2.4. Ο πειραματικός αγρός την ημέρα της συγκομιδής στις 29 Σεπτεμβρίου 2022 (139 ΗΜΦ).

2.3 Μετρήσεις

2.3.1 Αραβόσιτος

Οι μετρήσεις του υπέργειου τμήματος της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκαν σε 6 διαφορετικές ημερομηνίες και συγκεκριμένα στις 14 Ιουνίου 2022 (32 ΗΜΦ), στις 21 Ιουνίου 2022 (39 ΗΜΦ), στις 28 Ιουνίου (46 ΗΜΦ), στις 5 Ιουλίου 2022 (53 ΗΜΦ), στις 12 Ιουλίου 2022 (60 ΗΜΦ) και τέλος στις 19 Ιουλίου 2022 (67 ΗΜΦ). Η συγκομιδή της καλλιέργειας έγινε στις 29 Σεπτεμβρίου 2022 (139 ΗΜΦ). Τα υπό μελέτη φυτικά χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν κατά την ανάπτυξη της καλλιέργειας καθώς κι η απόδοση σε σπόρο και τα συστατικά της που μελετήθηκαν έπειτα από τη συγκομιδή και τον αλωνισμό του αραβοσίτου ήταν τα εξής:

- ✓ **Ύψος:** Για τη μέτρηση του ύψους των φυτών επιλέχθηκαν 5 φυτά στη σειρά με τυχαίο τρόπο από τις κεντρικές σειρές κάθε τεμαχίου. Το τελικό ύψος των φυτών μετρήθηκε στις 12 Ιουλίου 2022 (60 ΗΜΦ).

- ✓ **Αριθμός φύλλων:** Ο αριθμός των φύλλων μετρήθηκε σε 5 τυχαία φυτά στη σειρά από τις κεντρικές σειρές κάθε τεμαχίου. Η τελευταία μέτρηση έλαβε χώρα στις 5 Ιουλίου 2022 (68 ΗΜΦ).
- ✓ **Διάμετρος βλαστού:** Η μέτρηση αυτή έγινε με τη βοήθεια του παχύμετρου, επιλέγοντας τυχαία 5 διαδοχικά φυτά από τις κεντρικές σειρές κάθε τεμαχίου (Εικόνα 2.5).



Εικόνα 2.5. Μέτρηση της διαμέτρου του βλαστού στη βάση του φυτού με τη βοήθεια του παχύμετρου.

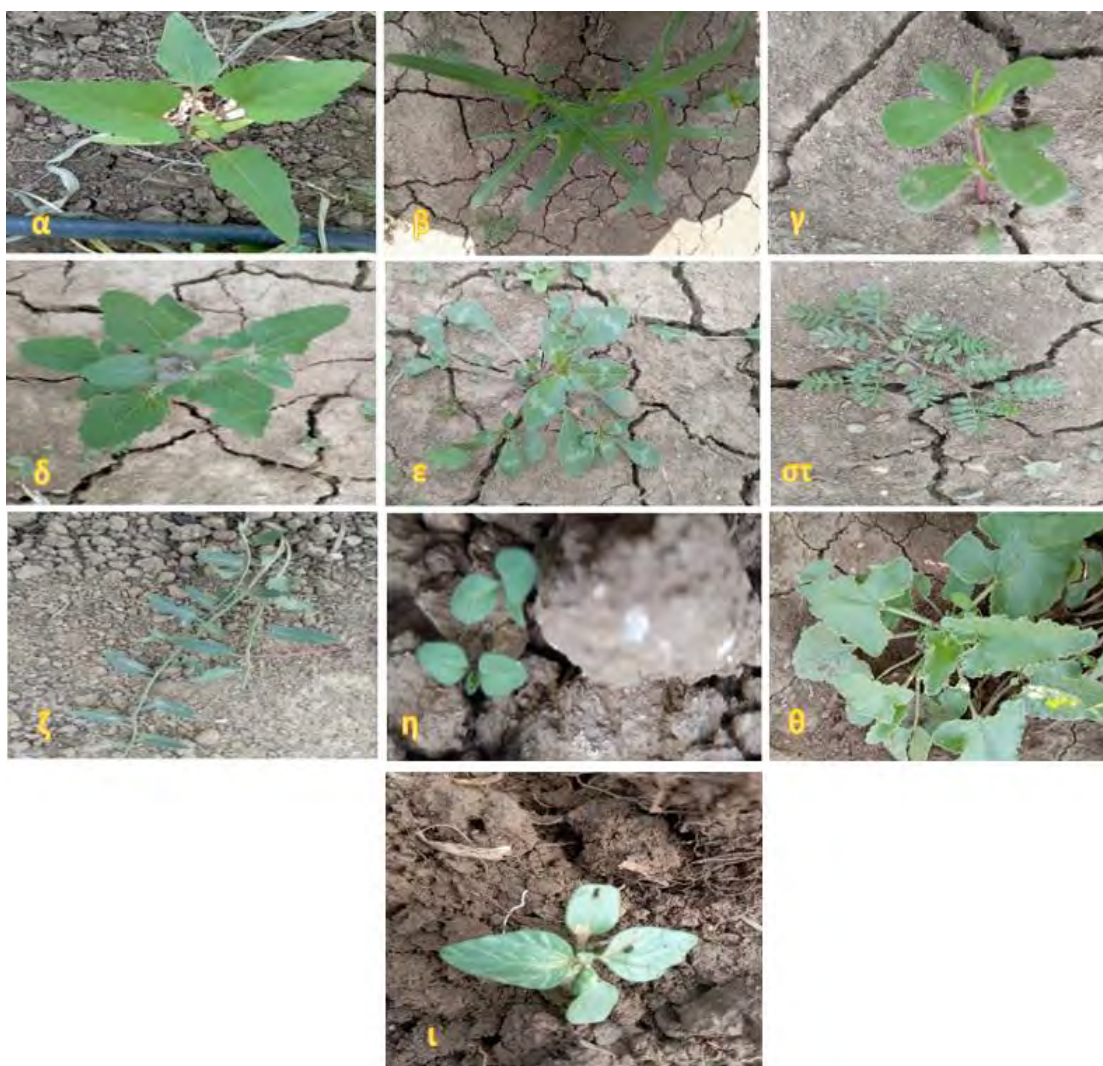
- ✓ **Συγκέντρωση χλωροφύλλης:** Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης μετρήθηκε με την χρήση του φορητού οργάνου SPAD-502 chlorophyll meter (Konica Minolta Optics Inc.) σε 4 διαφορετικές ημερομηνίες, στις 14 Ιουνίου 2022 (32 ΗΜΦ), στις 28 Ιουνίου (46 ΗΜΦ), στις 5 Ιουλίου 2022 (53 ΗΜΦ), επιλέγοντας 5 τυχαία φυτά στη σειρά από τις κεντρικές σειρές κάθε πειραματικού τεμαχίου. Η τελευταία μέτρηση έγινε στις 19 Ιουλίου 2022 (67 ΗΜΦ) στο φύλλο του γονάτου που εκφύεται ο σπάδικας.
- ✓ **Νωπό βάρος:** Πραγματοποιήθηκαν 2 μετρήσεις του νωπού βάρους της καλλιέργειας στις 5 Ιουλίου 2022 (53 ΗΜΦ) και στις 20 Ιουλίου 2022 (67 ΗΜΦ). Η μέτρηση αυτή έγινε με τη βοήθεια ζυγαριάς ακριβείας.

- ✓ **Ξηρό βάρος:** Για την μέτρηση του ξηρού βάρους του υπέργειου φυτικού μέρους της καλλιέργειας τα φυτά τοποθετήθηκαν σε κλίβανο ξήρανσης για 4 ημέρες στους 60 °C και στη συνέχεια έγινε χρήση ζυγού ακριβείας για την μέτρηση του βάρους.
- ✓ **Βάρος σπάδικα:** Για την μέτρηση αυτής της παραμέτρου επιλέχθηκαν με τυχαίο τρόπο 5 συνεχόμενοι σπάδικες από τις κεντρικές σειρές κάθε πειραματικού τεμαχίου (κάθε φυτό παρήγαγε ένα σπάδικα) και στη συνέχεια υπολογίστηκε το βάρος τους με τη χρήση ζυγαριάς ακριβείας.
- ✓ **Μήκος σπάδικα:** Το μήκος του σπάδικα μετρήθηκε για 5 διαδοχικά φυτά από τις κεντρικές σειρές κάθε πειραματικού τεμαχίου με τη χρήση πτυσσόμενου μέτρου.
- ✓ **Απόδοση σε σπόρο (kg/στρέμμα):** Μετρήθηκε το βάρος των σπόρων από τους 5 σπάδικες που επιλέχθηκαν από κάθε πειραματικό τεμάχιο αφότου αλωνιστούν, και μετέπειτα έγινε αναγωγή στον πληθυσμό των φυτών σε κάθε τεμάχιο για τον υπολογισμό της απόδοσης σε σπόρο.
- ✓ **Βάρος 1000 σπόρων:** Από κάθε πειραματικό τεμάχιο μετρήθηκε το βάρος 200 σπόρων οι οποίοι επιλέχθηκαν με τυχαίο τρόπο και στη συνέχεια έγινε αναγωγή για τον υπολογισμό του βάρους 1000 σπόρων.

2.3.2 Ζιζάνια

Στις 19 Ιουλίου 2022 (67 ΗΜΦ) πραγματοποιήθηκε μία μέτρηση για τη ζιζανιοχλωρίδα του αγρού. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο σε επιφάνεια 75 x 80 cm έγιναν οι παρακάτω μετρήσεις:

- **Είδη ζιζανίων:** Έγινε καταγραφή των διαφόρων ειδών ζιζανίων σε κάθε πειραματικό τεμάχιο.
- **Πυκνότητα ζιζανίων:** Μετρήθηκε ο συνολικός αριθμός των ειδών σε επιφάνεια 75 x 80 cm εντός κάθε πειραματικού τεμαχίου.
- **Νωπό βάρος ζιζανίων:** Στις 19 Ιουλίου 2022 (67 ΗΜΦ) μετρήθηκε το νωπό βάρος των ζιζανίων με τη χρήση ζυγού ακριβείας.
- **Ξηρό βάρος ζιζανίων:** Τα δείγματα των ζιζανίων παρέμειναν σε κλίβανο για 4 ημέρες σε θερμοκρασία 60 °C και ακολούθως ζυγίστηκαν τα βάρη τους σε ζυγό ακριβείας.

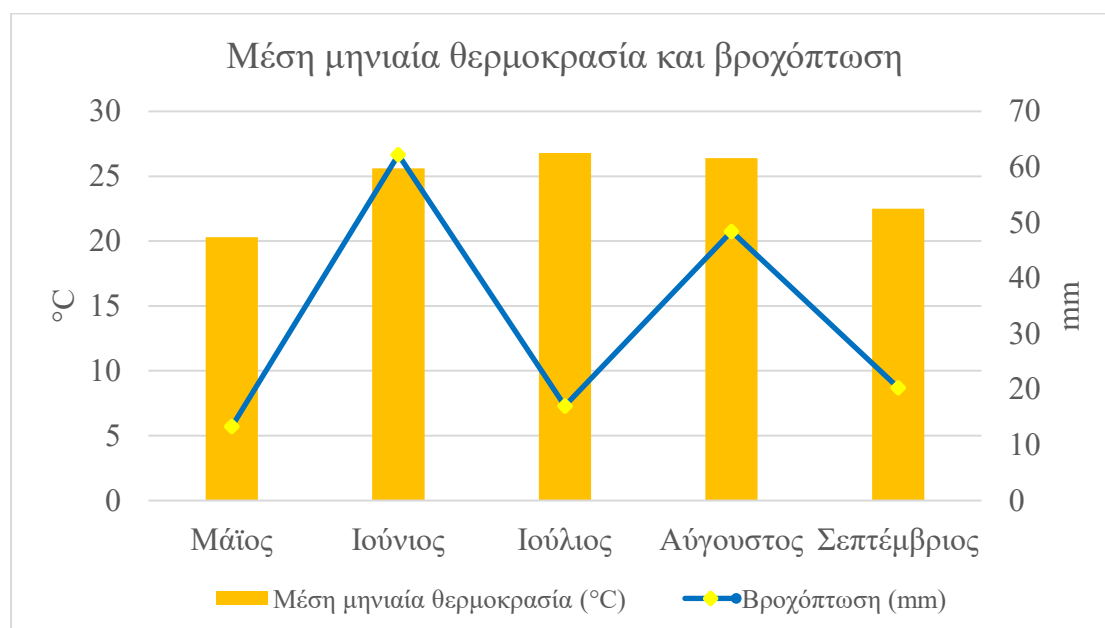


Εικόνα 2.7. Είδη ζιζανίων στον πειραματικό αγρό: α) αγριομελιτζάνα, β) βέλιουρας, γ) γλυστρίδα, δ) λουβουδιά, ε) πλαγιαστό βλήτο (*Amaranthus blitoides* S. Wats.), στ) τριβόλι (*Tribulus terrestris* L.), ζ) περικοκλάδα, η) στύφνος, θ) πικραγγουριά (*Ecballium elaterium* (L.) A.Rich) και ι) χρωζοφόρα (*Chrozophora tinctoria* (L.) A. Juss).

2.4 Μετεωρολογικά δεδομένα

Τα μετεωρολογικά δεδομένα για τη μέση μηνιαία θερμοκρασία και το ύψος βροχόπτωσης για την καλλιεργητική περίοδο Μάιος-Σεπτέμβριος 2022 ελήφθησαν από τα μετεωρολογικά σταθμό που είναι εγκατεστημένος στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο και παρουσιάζονται στο διάγραμμα 2.2. Η μεγαλύτερη τιμή για τη μέση μηνιαία θερμοκρασία σημειώθηκε τον μήνα Ιούλιο (26,8

°C), ενώ η υψηλότερη τιμή για το ύψος βροχόπτωσης καταγράφηκε τον μήνα Ιούνιο (62,2 mm). Το συνολικό ύψος βροχόπτωσης για το χρονικό διάστημα Μάιος-Σεπτέμβριος (161,2 mm) σε συνδυασμό με την εφαρμογή αρδεύσεων ιδιαίτερα τον ξηρό μήνα του Ιουλίου (17 mm) κάλυψαν τις ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό.



Διάγραμμα 2.2. Μέση μηνιαία θερμοκρασία και βροχόπτωση κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του πειράματος στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.

2.5 Στατιστική επεξεργασία

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων του πειράματος πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό SigmaPlot 12. Όταν η ανάλυση της διασποράς φανέρωσε σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων του πειράματος στη συνέχεια ακολούθησε σύγκριση των μέσων με τη δοκιμασία της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς

Κεφάλαιο 3^ο : Αποτελέσματα

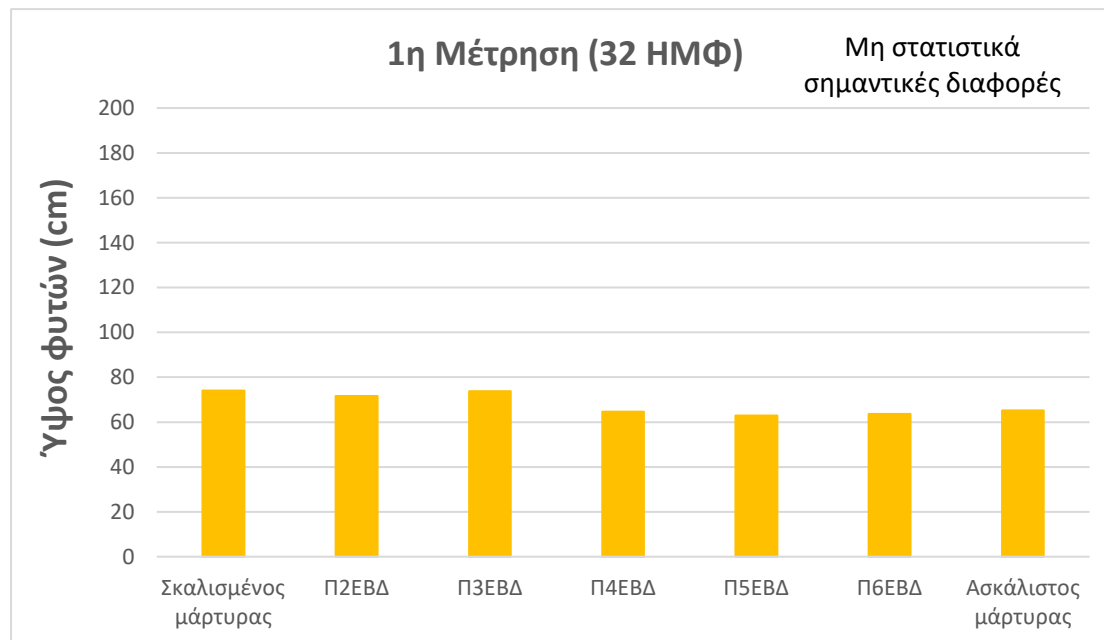
3.1 Ύψος φυτών αραβοσίτου

1^η μέτρηση (32 ΗΜΦ)

Στην πρώτη μέτρηση για το ύψος των φυτών του αραβοσίτου, με βάση την ανάλυση διακύμανσης παρατηρήθηκε ότι οι μεταχειρίσεις δε διέφεραν στατιστικά σημαντικά (Πίνακας 3.1). Η μεγαλύτερη τιμή (74,1 cm) για το ύψος των φυτών του αραβοσίτου καταγράφηκε στην επέμβαση του σκαλισμένου μάρτυρα, ενώ η μικρότερη τιμή (63 cm) σημειώθηκε στα φυτά που παρέμειναν για 5 εβδομάδες μετά το φύτευμα τους με ζιζάνια (Διάγραμμα 3.1).

Πίνακας 3.1. Ανάλυση της διασποράς για το ύψος των φυτών του αραβοσίτου (1^η μέτρηση-32 ΗΜΦ).

32 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	2,18ns	0,118
Επαναλήψεις	2	0,212ns	0,812
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



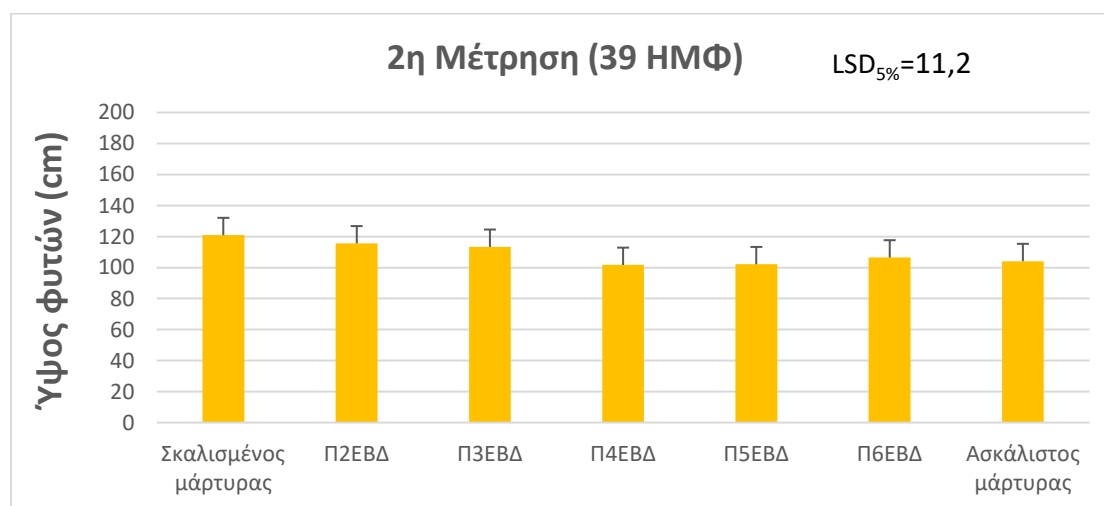
Διάγραμμα 3.1. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στο ύψος των φυτών του αραβοσίτου (1^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα.

2^η μέτρηση (39 ΗΜΦ)

Η ανάλυση της διασποράς κατά τη δεύτερη μέτρηση φανέρωσε την επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στο ύψος των φυτών του αραβοσίτου (Πίνακας 3.2). Παρατηρήθηκε ότι η επέμβαση του σκαλισμένου μάρτυρα, όπου καταγράφηκε και το μεγαλύτερο ύψος (120,9 cm) μεταξύ των μεταχειρίσεων, διέφερε σημαντικά με τις επεμβάσεις της παραμονής των ζιζανίων για 4, 5 και 6 εβδομάδες στον αγρό. Από την άλλη, η επέμβαση του ασκάλιστου μάρτυρα (104,1 cm) δεν διέφερε με την επέμβαση της παραμονής των ζιζανίων για 5 εβδομάδες (115,6 cm), αντίστοιχα (Διάγραμμα 3.2).

Πίνακας 3.2. Ανάλυση της διασποράς για το ύψος των φυτών του αραβοσίτου (2^η μέτρηση-39 ΗΜΦ).

39 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	4,221*	0,016
Επαναλήψεις	2	0,702ns	0,515
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



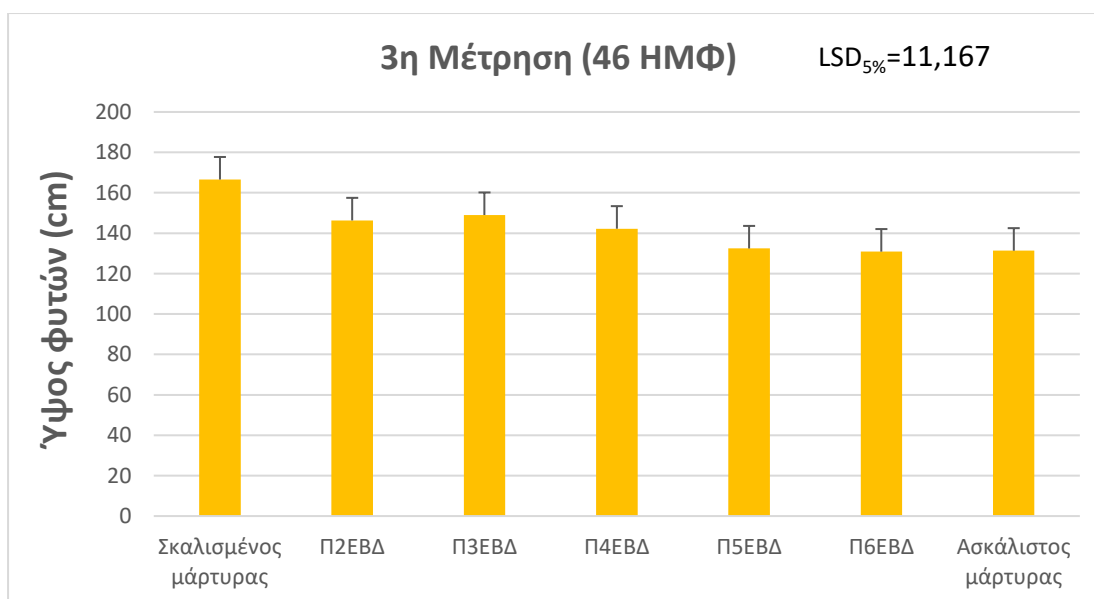
Διάγραμμα 3.2. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στο ύψος των φυτών του αραβοσίτου (2^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Οι γραμμές σφάλματος συμβολίζουν την τιμή της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

3^η μέτρηση (46 ΗΜΦ)

Στην τρίτη μέτρηση για το ύψος των φυτών του αραβοσίτου, η ανάλυση της διασποράς έδειξε ότι η επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στο ύψος των φυτών του αραβοσίτου ήταν στατιστικά σημαντική (Πίνακας 3.3). Και σ' αυτήν τη μέτρηση τα φυτά του σκαλισμένου μάρτυρα είχαν το μεγαλύτερο ύψος (166,6 cm) και διέφεραν με όλες τις υπόλοιπες επεμβάσεις, ενώ το μικρότερο ύψος καταγράφηκε για τα φυτά που αναπτύχθηκαν για 6 εβδομάδες παρουσία των ζιζανίων στον αγρό (130,9 cm) και στον ασκάλιστο μάρτυρα (131,3 cm).

Πίνακας 3.3. Ανάλυση της διασποράς για το ύψος των φυτών του αραβοσίτου (3^η μέτρηση-46 ΗΜΦ).

46 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	12,64***	<0,001
Επαναλήψεις	2	0,0581ns	0,944
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



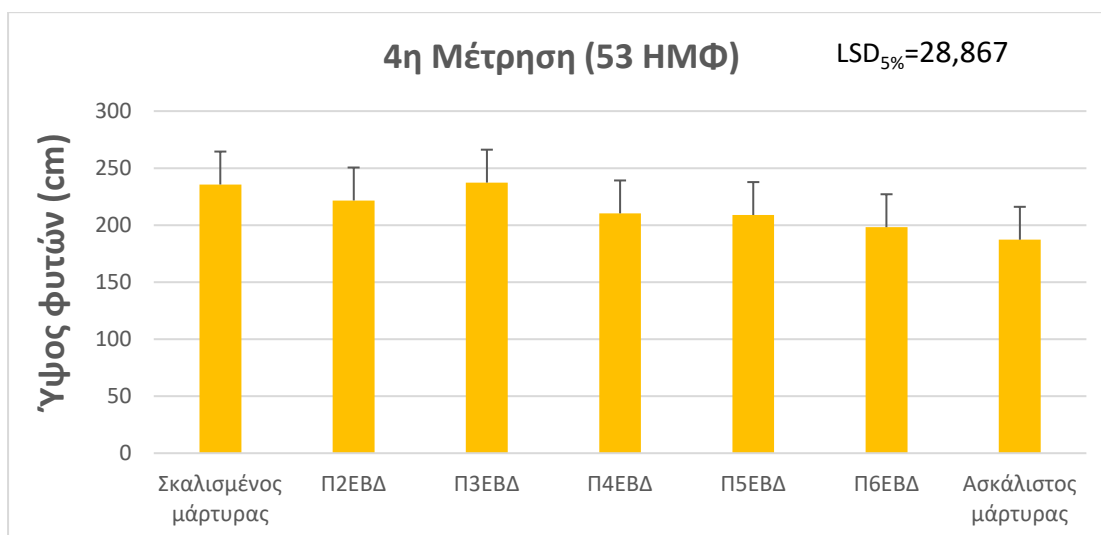
Διάγραμμα 3.3. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στο ύψος των φυτών του αραβοσίτου (3^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Οι γραμμές σφάλματος συμβολίζουν την τιμή της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

4^η μέτρηση (53 ΗΜΦ)

Η ανάλυση ANOVA για την τέταρτη μέτρηση της συγκεκριμένης παραμέτρου φανέρωσε την επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στο ύψος των φυτών του αραβοσίτου και την ύπαρξη μεταβλητότητας μεταξύ των ομάδων (Πίνακας 3.4). Στο διάγραμμα 3.4 παρατηρείται ότι σε αντίθεση με τις προηγούμενες μετρήσεις, τα φυτά που παρέμειναν για 3 εβδομάδες με ζιζάνια στον αγρό είχαν το μεγαλύτερο ύψος (237,3 cm) ενώ τα φυτά που αναπτύχθηκαν παρουσία ζιζανίων για όλη την καλλιεργητική περίοδο είχαν το μικρότερο ύψος (187,2 cm). Δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της επέμβασης του ασκάλιστου μάρτυρα και της παραμονής των ζιζανίων για 5 εβδομάδες μετά το φύτευμα (208,9 cm).

Πίνακας 3.4. Ανάλυση της διασποράς για το ύψος των φυτών του αραβοσίτου (4^η μέτρηση-53 ΗΜΦ).

53 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	3,946*	0,021
Επαναλήψεις	2	3,874*	0,05
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



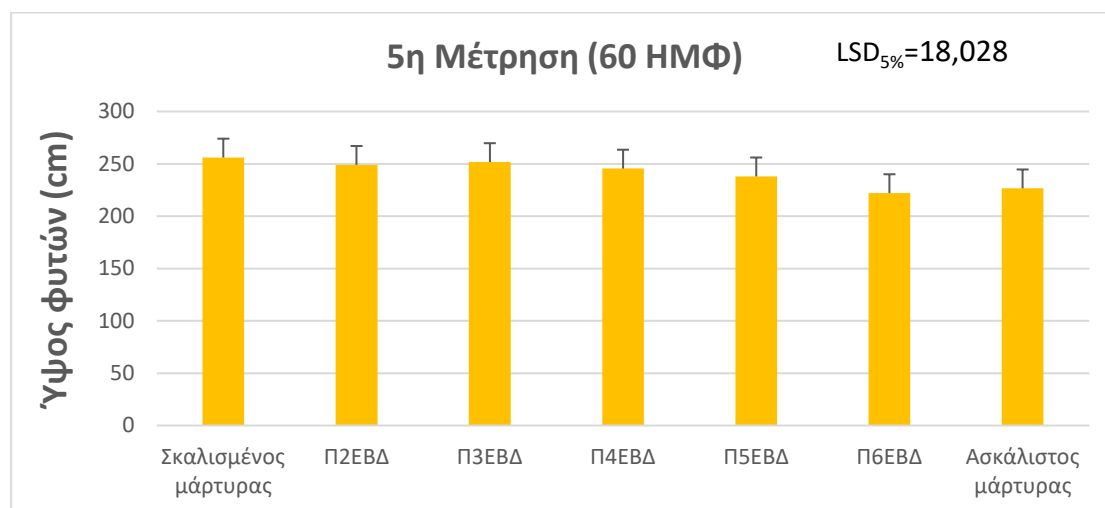
Διάγραμμα 3.4. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στο ύψος των φυτών του αραβοσίτου (4^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Οι γραμμές σφάλματος συμβολίζουν την τιμή της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

5^η μέτρηση (60 ΗΜΦ)

Για την τελική μέτρηση της συγκεκριμένης παραμέτρου η ανάλυση διασποράς έδειξε ότι ο χρόνος παραμονής των ζιζανίων είχε επίδραση στο ύψος των φυτών του αραβοσίτου (Πίνακας 3.5). Η σύγκριση των μέσων που ακολούθησε έδειξε ότι τα φυτά του σκαλισμένου μάρτυρα εμφάνισαν τη μέγιστη ανάπτυξη σε ύψος (256 cm) η οποία ήταν μεγαλύτερη κατά 13,3% σε σύγκριση με το χαμηλότερο τελικό ύψος (222 cm) που μετρήθηκε για τα φυτά της επέμβασης της παραμονής των ζιζανίων για 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα. Ακόμη στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των επεμβάσεων της παραμονής των ζιζανίων για 2, 3 και 4 εβδομάδες στον αγρό και του ασκάλιστου μάρτυρα (Διάγραμμα 3.5).

Πίνακας 3.5. Ανάλυση της διασποράς για το ύψος των φυτών του αραβοσίτου (5^η μέτρηση-60 ΗΜΦ).

60 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	4,872**	0,01
Επαναλήψεις	2	1,449ns	0,273
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



Διάγραμμα 3.5. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στο ύψος των φυτών του αραβοσίτου (5^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Οι γραμμές σφάλματος συμβολίζουν την τιμή της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

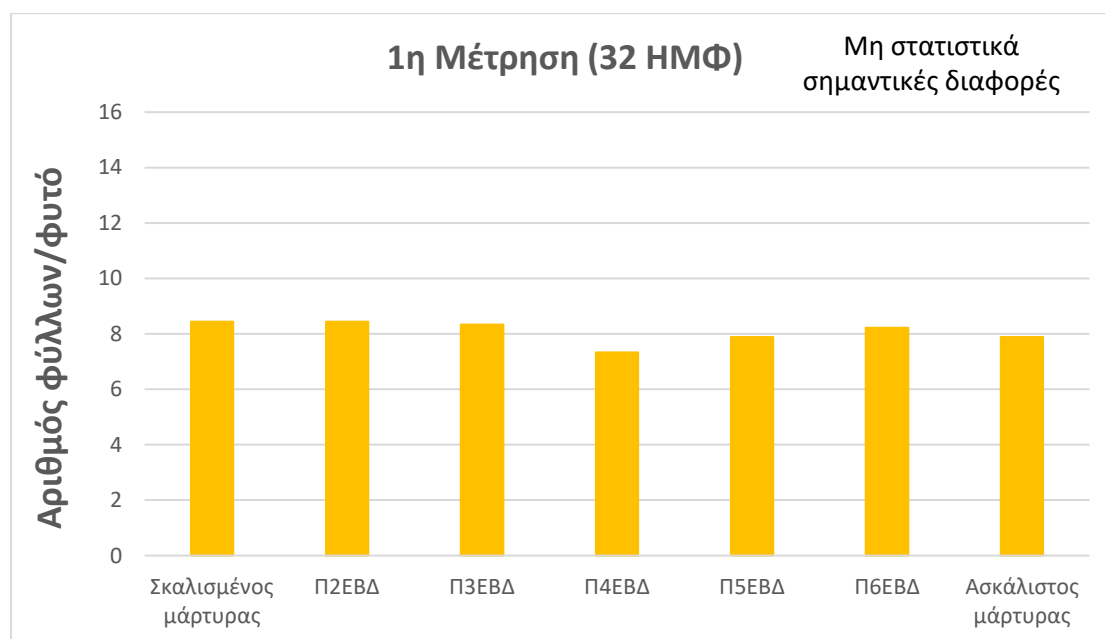
3.2 Αριθμός φύλλων αραβοσίτου

1^η μέτρηση (32 ΗΜΦ)

Στην πρώτη μέτρηση για τον αριθμό των φύλλων του αραβοσίτου, με βάση την ανάλυση διασποράς παρατηρήθηκε ότι οι μεταχειρίσεις δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά (Πίνακας 3.6). Η μεγαλύτερη τιμή για τον μέσο όρο του αριθμού των φύλλων σημειώθηκε στις επεμβάσεις του σκαλισμένου μάρτυρα και της παραμονής των ζιζανίων για 2 εβδομάδες μετά το φύτευμα (8,4 φύλλα ανά φυτό), ενώ η μικρότερη τιμή βρέθηκε στην επέμβαση της παραμονής των ζιζανίων για 4 εβδομάδες μετά το φύτευμα (7,3 φύλλα ανά φυτό) (Διάγραμμα 3.6).

Πίνακας 3.6. Ανάλυση της διασποράς για τον αριθμό των φύλλων του αραβοσίτου (1^η μέτρηση-32 ΗΜΦ).

32 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	2,075ns	0,133
Επαναλήψεις	2	2,776ns	0,102
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



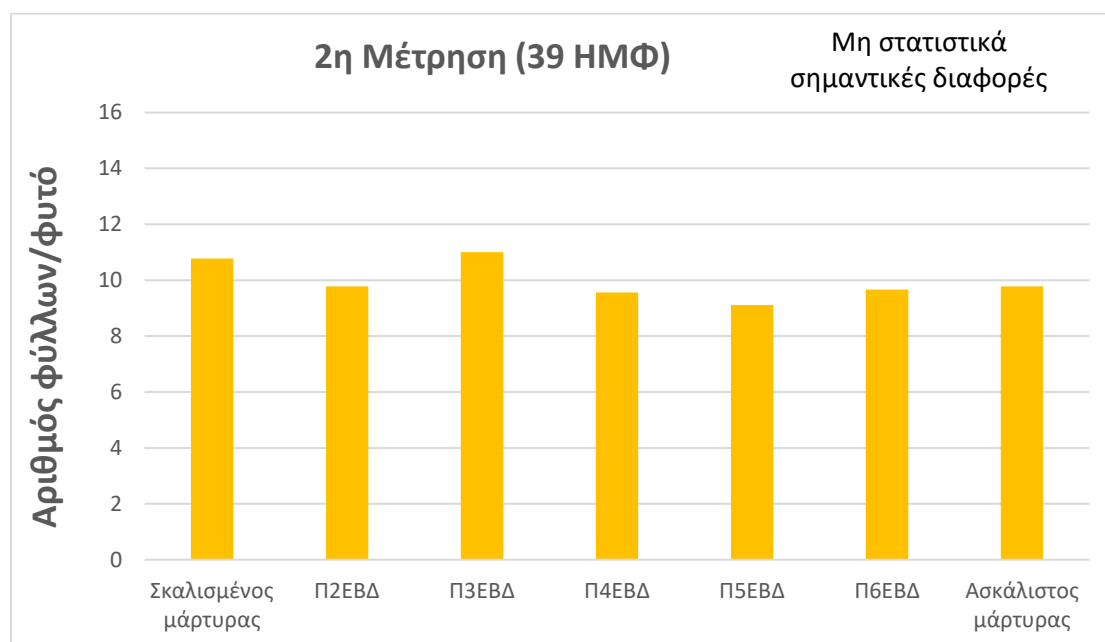
Διάγραμμα 3.6. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στον αριθμό των φύλλων ανά φυτό αραβοσίτου (1^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα.

2^η μέτρηση (39 ΗΜΦ)

Κατά τη δεύτερη μέτρηση για τη συγκεκριμένη παράμετρο, με βάση την ανάλυση διακύμανσης φανερώθηκε ότι η παραμονή των ζιζανίων δεν είχε επίδραση στον αριθμό των φύλλων ανά φυτό αραβοσίτου (Πίνακας 3.7). Η μεγαλύτερη τιμή ήταν 11 φύλλα ανά φυτό και καταγράφηκε στην επέμβαση της παραμονής των ζιζανίων για 3 εβδομάδες μετά το φύτευμα και ακολούθησαν οι τιμές για τον σκαλισμένο μάρτυρα (10,8 φύλλα ανά φυτό) και για τον ασκάλιστο μάρτυρα (9,8 φύλλα ανά φυτό) (Διάγραμμα 3.7).

Πίνακας 3.7. Ανάλυση της διασποράς για τον αριθμό των φύλλων του αραβοσίτου (2^η μέτρηση-39 ΗΜΦ).

39 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	2,17ns	0,119
Επαναλήψεις	2	2,25ns	0,148
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



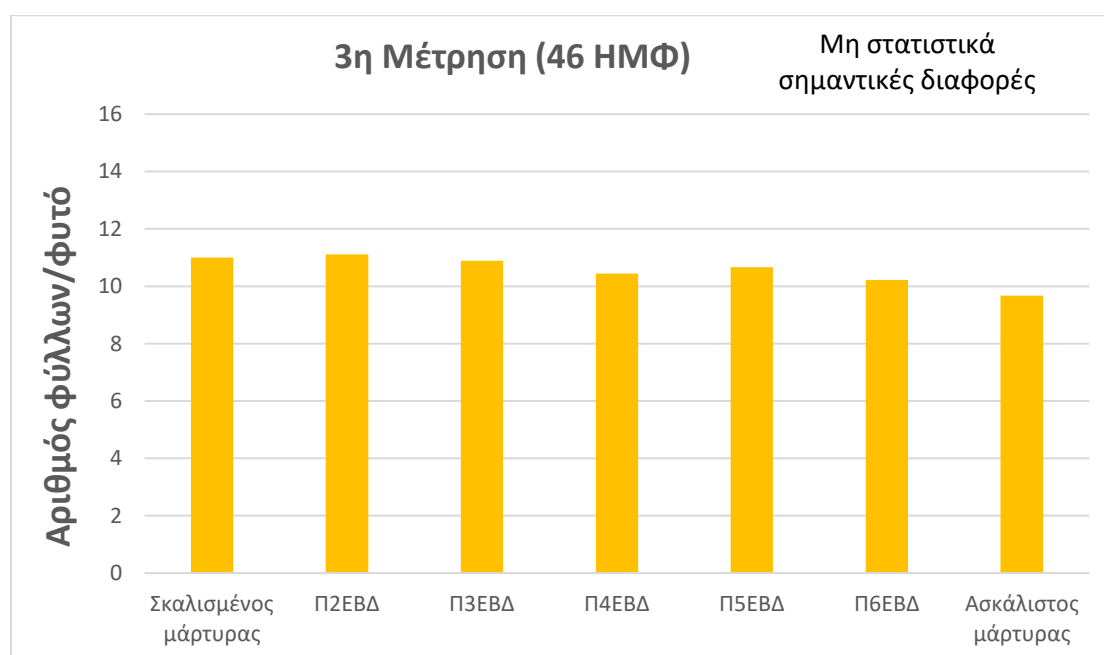
Διάγραμμα 3.7. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στον αριθμό των φύλλων ανά φυτό αραβοσίτου (2^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα.

3^η μέτρηση (46 ΗΜΦ)

Όπως και στις δύο προηγούμενες μετρήσεις, η ανάλυση της διασποράς και γι' αυτήν τη μέτρηση έδειξε ότι η επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στον αριθμό των φύλλων ανά φυτό αραβοσίτου ήταν στατιστικά μη σημαντική, αλλά υπήρξε μεταβλητότητα μεταξύ των ομάδων (Πίνακας 3.8). Οι μεγαλύτερες τιμές για το μέσο όρο του αριθμού των φύλλων ανά φυτό καταγράφηκαν όπως και στην 1^η μέτρηση, στις μεταχειρίσεις της παραμονής των ζιζανίων για 2 εβδομάδες μετά το φύτευμα (11,1 φύλλα ανά φυτό) και στον σκαλισμένο μάρτυρα (11 φύλλα ανά φυτό) (Διάγραμμα 3.8).

Πίνακας 3.8. Ανάλυση της διασποράς για τον αριθμό των φύλλων του αραβοσίτου (3^η μέτρηση-46 ΗΜΦ).

46 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	2,74ns	0,065
Επαναλήψεις	2	12,696***	0,001
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



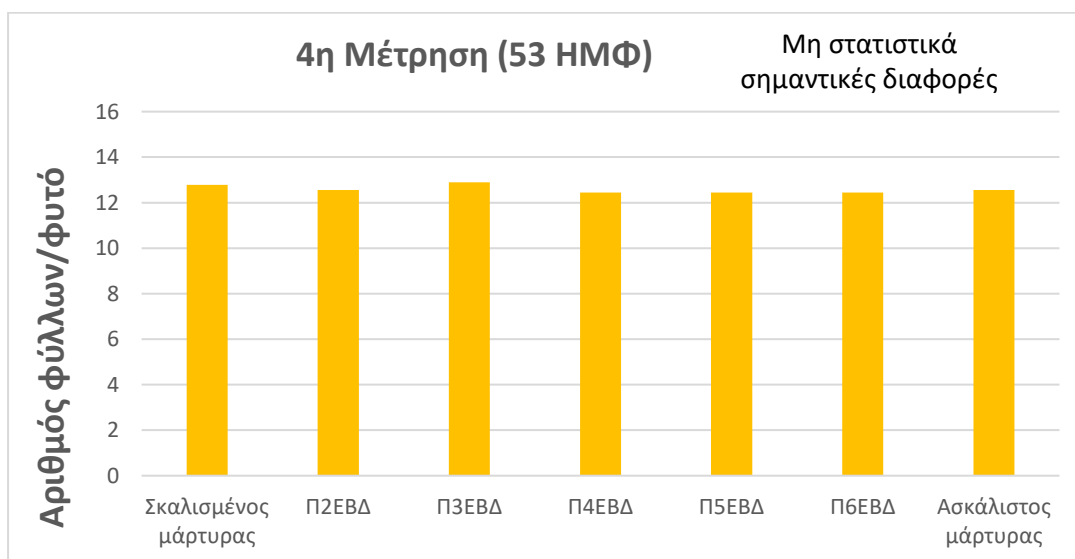
Διάγραμμα 3.8. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στον αριθμό των φύλλων ανά φυτό αραβοσίτου (3^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα.

4^η μέτρηση (53 ΗΜΦ)

Η τέταρτη μέτρηση για τον αριθμό των φύλλων ανά φυτό δεν φανέρωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων όπως έδειξε η ανάλυση διασποράς (Πίνακας 3.9). Η τελική αυτή μέτρηση συνέπεσε με την έκπτυξη της αρσενικής ταξιανθίας του φυτού και σε όλες τις μεταχειρίσεις ο μέσος όρος του αριθμού των φύλλων ήταν μεγαλύτερος των 12 ανά φυτό. Η μεγαλύτερη τιμή του αριθμού των φύλλων (12,9 φύλλα ανά φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση της παραμονής των ζιζανίων για 3 εβδομάδες μετά το φύτευμα, ενώ η μικρότερη τιμή βρέθηκε στις μεταχειρίσεις της παραμονής των ζιζανίων για 4,5 και 6 εβδομάδες (12,4 φύλλα ανά φυτό) (Διάγραμμα 3.9).

Πίνακας 3.9. Ανάλυση της διασποράς για τον αριθμό των φύλλων του αραβοσίτου (4^η μέτρηση-53 ΗΜΦ).

53 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	0,409ns	0,859
Επαναλήψεις	2	0,841ns	0,455
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



Διάγραμμα 3.9. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στον αριθμό των φύλλων ανά φυτό αραβοσίτου (4^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα.

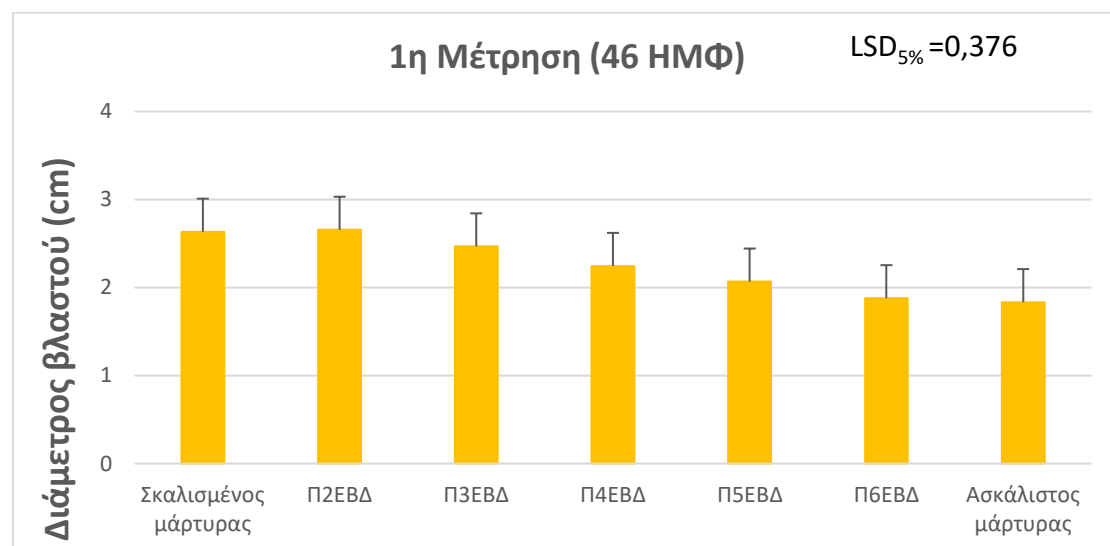
3.3 Διάμετρος βλαστού

1^η μέτρηση (46 ΗΜΦ)

Για την πρώτη μέτρηση της υπό μελέτης παραμέτρου η ανάλυση διασποράς έδειξε ότι ο χρόνος παραμονής των ζιζανίων είχε επίδραση στην διάμετρο του βλαστού των φυτών αραβοσίτου (Πίνακας 3.10). Ειδικότερα, κάνοντας τον έλεγχο LSD φανερώθηκε ότι η διάμετρος των φυτών του σκαλισμένου μάρτυρα (2,63 cm) διέφερε στατιστικά σημαντικά με αυτή των φυτών που παρέμειναν 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα στον αγρό. Αντίθετα, δεν καταγράφηκαν για τη συγκεκριμένη παράμετρο αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων του ασκάλιστου μάρτυρα (1,83 cm) και της παραμονής των ζιζανίων για 4, 5 και 6 εβδομάδες (Διάγραμμα 3.10).

Πίνακας 3.10. Ανάλυση της διασποράς για τη διάμετρο του βλαστού των φυτών αραβοσίτου (1^η μέτρηση-46 ΗΜΦ).

46 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	7,861***	0,001
Επαναλήψεις	2	0,699ns	0,516
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



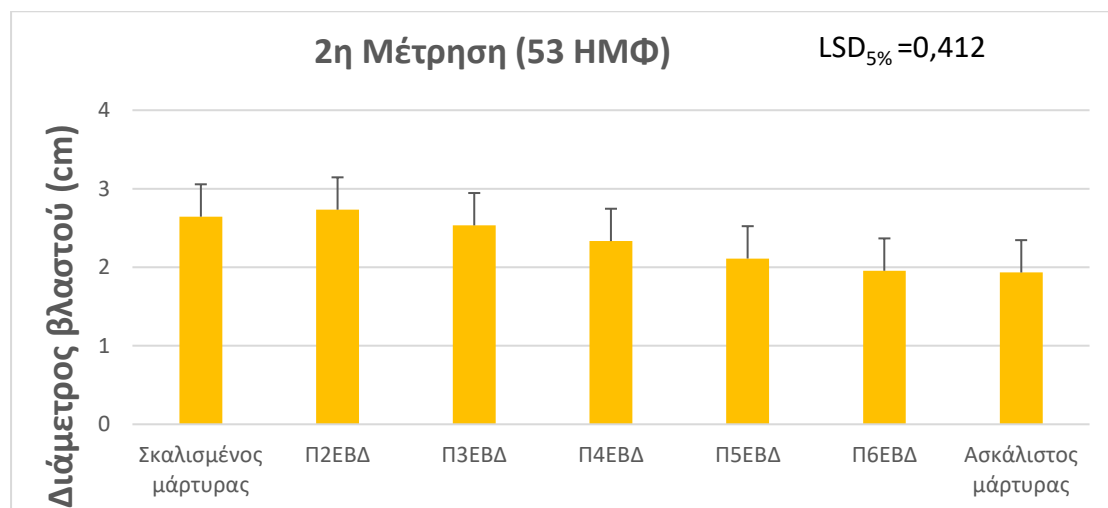
Διάγραμμα 3.10. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στη διάμετρο του βλαστού των φυτών αραβοσίτου (1^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Οι γραμμές σφάλματος συμβολίζουν την τιμή της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

2^η μέτρηση (53 ΗΜΦ)

Η ανάλυση της διακύμανσης για τα δεδομένα της 2^{ης} μέτρησης ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Πίνακας 3.11). Και σ' αυτήν τη μέτρηση η μεγαλύτερη τιμή για τη συγκεκριμένη παράμετρο καταγράφηκε στα φυτά που παρέμειναν για 2 εβδομάδες με ζιζάνια στον αγρό (2,73 cm), ενώ από την άλλη τα φυτά του ασκάλιστου μάρτυρα είχαν τη μικρότερη διάμετρο βλαστού (1,93 cm). Η ποσοστιαία διαφορά (23,7%) μεταξύ της διαμέτρου του βλαστού των φυτών που αναπτύχθηκαν για 3 εβδομάδες παρουσία ζιζανίων στον αγρό (2,53 cm) και αυτής των φυτών του ασκάλιστου μάρτυρα (1,93 cm) ήταν μεγαλύτερη σε σύγκριση με αυτήν (17,2%) μεταξύ των φυτών που παρέμειναν για 4 εβδομάδες με ζιζάνια (2,33 cm) και αυτών που αναπτύχθηκαν παρουσία ζιζανίων για όλη την καλλιεργητική περίοδο (Διάγραμμα 3.11).

Πίνακας 3.11. Ανάλυση της διασποράς για τη διάμετρο του βλαστού των φυτών αραβοσίτου (2^η μέτρηση-53 ΗΜΦ).

53 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	6,053**	0,004
Επαναλήψεις	2	0,333ns	0,723
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



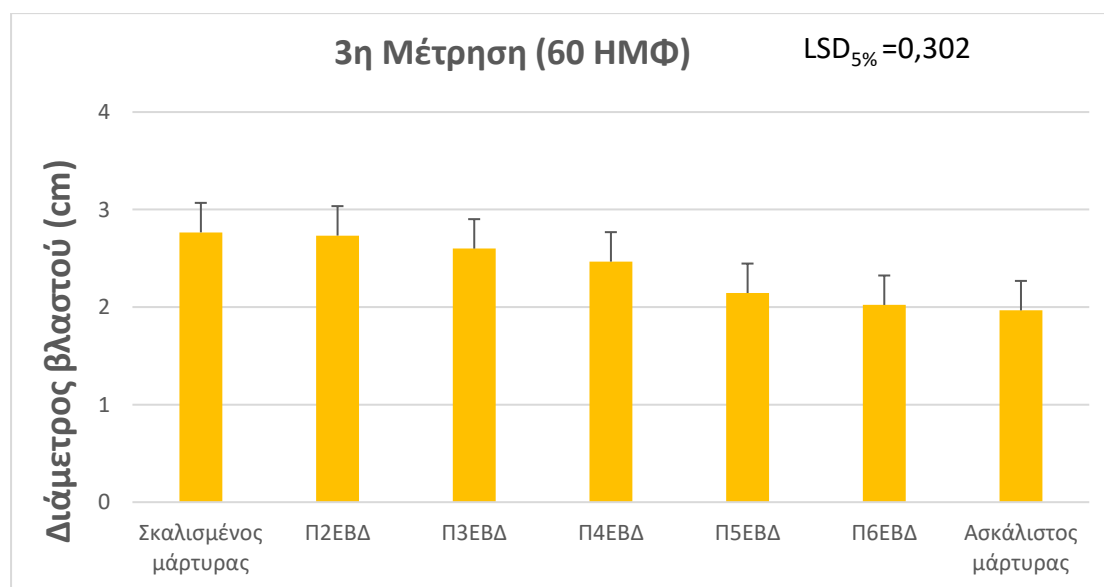
Διάγραμμα 3.11. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στη διάμετρο του βλαστού των φυτών αραβοσίτου (2^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Οι γραμμές σφάλματος συμβολίζουν την τιμή της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

3^η μέτρηση (60 ΗΜΦ)

Η ανάλυση ANOVA για την τρίτη μέτρηση της συγκεκριμένης παραμέτρου φανέρωσε ότι η επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στον αγρό στη διάμετρο του βλαστού των φυτών του αραβοσίτου ήταν στατιστικά σημαντική (Πίνακας 3.12). Ο έλεγχος LSD έδειξε ότι οι μέσοι των επεμβάσεων του σκαλισμένου μάρτυρα (2,77 cm), και της παραμονής των ζιζανίων για 2 και 3 εβδομάδες στον αγρό (2,73 cm και 2,6 cm αντίστοιχα) διέφεραν με τις επεμβάσεις του ασκάλιστου μάρτυρα και της παραμονής των ζιζανίων για 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα της καλλιέργειας (Διάγραμμα 3.12).

Πίνακας 3.12. Ανάλυση της διασποράς για τη διάμετρο του βλαστού των φυτών αραβοσίτου (3^η μέτρηση-60 ΗΜΦ).

60 ΗΜΦ)	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	11,859***	<0,001
Επαναλήψεις	2	0,611ns	0,559
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



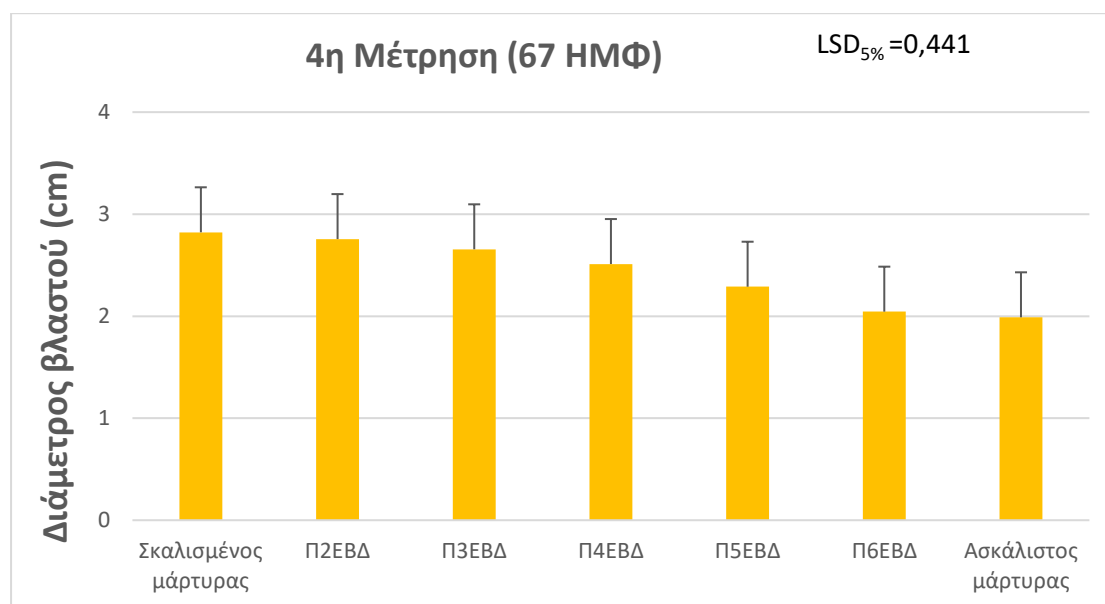
Διάγραμμα 3.12. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στη διάμετρο του βλαστού των φυτών αραβοσίτου (3^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Οι γραμμές σφάλματος συμβολίζουν την τιμή της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

4^η μέτρηση (67 ΗΜΦ)

Η ανάλυση της διακύμανσης κατά την τελική μέτρηση φανέρωσε την επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στη διάμετρο του βλαστού των φυτών αραβοσίτου (Πίνακας 3.13). Στο διάγραμμα 3.13 παρατηρείται ότι τα φυτά του ασκάλιστου μάρτυρα είχαν τη μικρότερη διάμετρο βλαστού (1,99 cm) ενώ η μεγαλύτερη διάμετρος (2,82 cm) καταγράφηκε στην επέμβαση του σκαλισμένου μάρτυρα. Σε αντίθεση με τις προηγούμενες μετρήσεις, η διάμετρος που μετρήθηκε στα φυτά που αναπτύχθηκαν παρουσία των ζιζανίων για 2 εβδομάδες μετά το φύτευμα (2,76 cm) δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά με αυτήν που μετρήθηκε για τα φυτά που παρέμειναν για 4 εβδομάδες παρουσία των ζιζανίων στον αγρό (2,51 cm).

Πίνακας 3.13. Ανάλυση της διασποράς για τη διάμετρο του βλαστού των φυτών αραβοσίτου (4^η μέτρηση-67 ΗΜΦ).

67 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	5,541**	0,006
Επαναλήψεις	2	0,779ns	0,481
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



Διάγραμμα 3.13. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στη διάμετρο του βλαστού των φυτών αραβοσίτου (4^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Οι γραμμές σφάλματος συμβολίζουν την τιμή της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

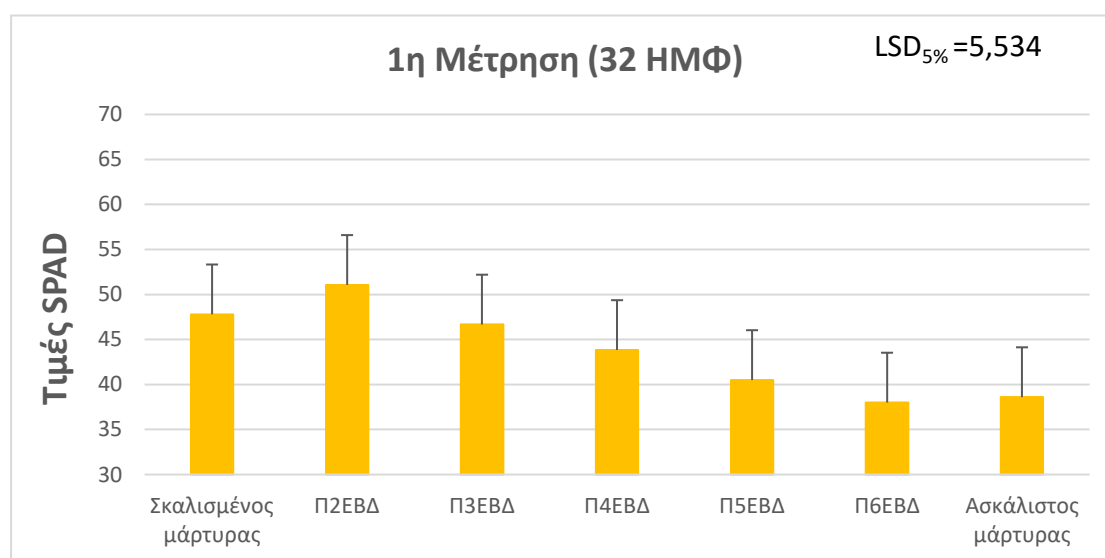
3.4 Συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD)

1^η μέτρηση (32 ΗΜΦ)

Η ανάλυση της διακύμανσης κατά την πρώτη μέτρηση φανέρωσε την επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φυτά του αραβοσίτου (Πίνακας 3.14). Η σύγκριση των μέσων φανέρωσε ότι οι επεμβάσεις του σκαλισμένου μάρτυρα (47,8) και της παραμονής των ζιζανίων για 2 εβδομάδες μετά το φύτευμα διέφεραν στατιστικά σημαντικά με τις μεταχειρίσεις της παραμονής των ζιζανίων για 4, 5 και 6 εβδομάδες στον καλλιεργούμενο αγρό, ενώ οι μέσοι της επέμβασης του ασκάλιστου μάρτυρα διέφεραν με όλες τις υπόλοιπες επεμβάσεις πλην αυτών της παραμονής των ζιζανίων για 2 εβδομάδες μετά το φύτευμα (Διάγραμμα 3.14).

Πίνακας 3.14. Ανάλυση της διασποράς για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φυτά αραβοσίτου (1^η μέτρηση-32 ΗΜΦ).

32 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	7,678***	0,001
Επαναλήψεις	2	0,671ns	0,529
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



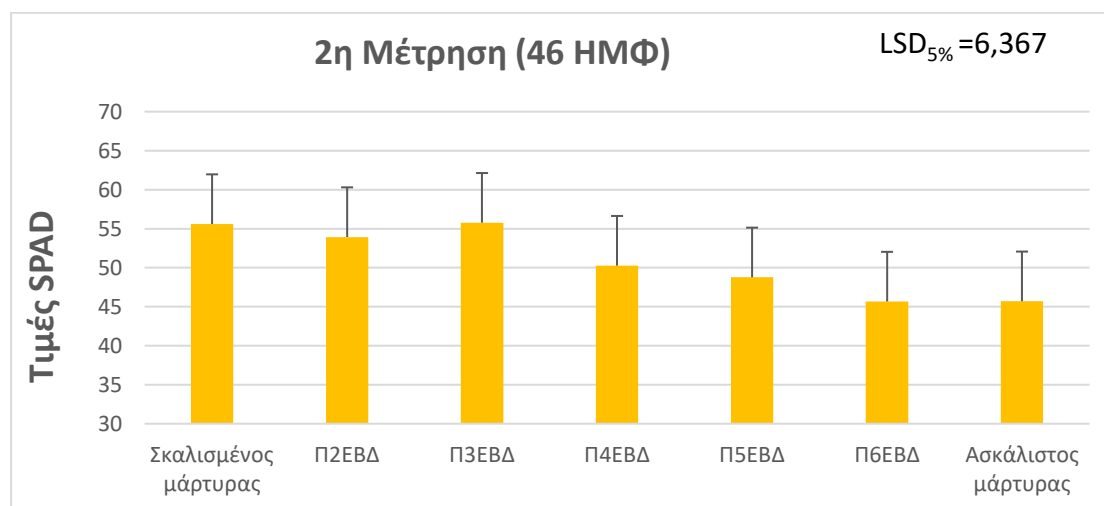
Διάγραμμα 3.14. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φυτά αραβοσίτου (1^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Οι γραμμές σφάλματος συμβολίζουν την τιμή της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

2^η μέτρηση (46 ΗΜΦ)

Στη δεύτερη μέτρηση της συγκεκριμένης παραμέτρου κάνοντας την ανάλυση ANOVA είδαμε ότι μεταξύ των διαφορετικών επεμβάσεων υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 3.15). Ο έλεγχος LSD φανέρωσε την ύπαρξη διαφορών μεταξύ των επεμβάσεων του σκαλισμένου μάρτυρα (55,6) και της παραμονής των ζιζανίων για 2 εβδομάδες (53,9) με τις μεταχειρίσεις της παραμονής των ζιζανίων για 4, 5 και 6 εβδομάδες στον καλλιεργούμενο αγρό, ενώ αντίθετα δεν παρουσιάστηκαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων του χρόνου παραμονής των ζιζανίων για 3 εβδομάδες (55,8) και αυτών της παραμονής των ζιζανίων για 2 και 5 εβδομάδες. Η μικρότερη τιμή (45,7) για τη συγκεκριμένη παράμετρο ανάπτυξης των φυτών βρέθηκε στις επεμβάσεις του ασκάλιστου μάρτυρα και της παραμονής των ζιζανίων για 6 εβδομάδες στον αγρό (Διάγραμμα 3.15)

Πίνακας 3.15. Ανάλυση της διασποράς για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φυτά αραβοσίτου (2^η μέτρηση-46 ΗΜΦ).

46 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	4,461*	0,013
Επαναλήψεις	2	0,697ns	0,517
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



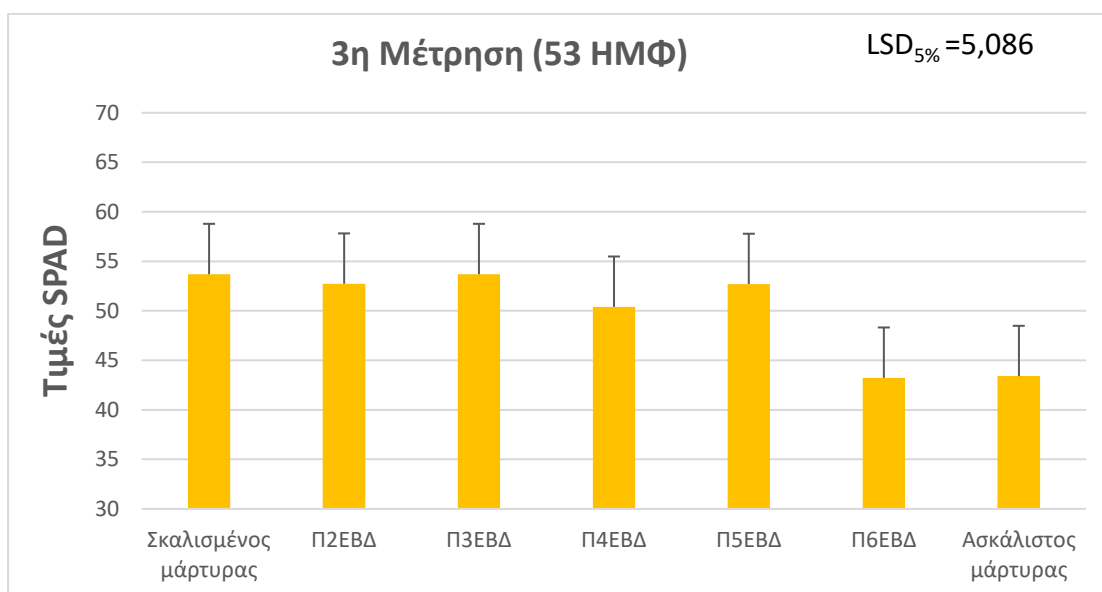
Διάγραμμα 3.15. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φυτά αραβοσίτου (2^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Οι γραμμές σφάλματος συμβολίζουν την τιμή της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

3^η μέτρηση (53 ΗΜΦ)

Όσον αφορά τη τρίτη μέτρηση για την συγκέντρωση της χλωροφύλλης, η ανάλυση διασποράς φανέρωσε εξίσου στατιστικά σημαντικές διαφορές για τον παράγοντα της παραμονής των ζιζανίων (Πίνακας 3.16). Ειδικότερα, η σύγκριση των μέσων έδειξε ότι όλες οι επεμβάσεις διέφεραν στατιστικά με τις μεταχειρίσεις της παραμονής των ζιζανίων για 6 εβδομάδες και για όλη την καλλιεργητική περίοδο, αλλά αυτές οι δύο επεμβάσεις δε διέφεραν και μεταξύ τους. Η μεγαλύτερη τιμή SPAD (53,7) βρέθηκε στα φυτά του σκαλισμένου μάρτυρα, τιμή η οποία ήταν υψηλότερη κατά 19,6% σε σύγκριση με τη μικρότερη τιμή SPAD (43,2) που καταγράφηκε στα φυτά που παρέμειναν για 6 εβδομάδες με ζιζάνια (Διάγραμμα 3.16).

Πίνακας 3.16. Ανάλυση της διασποράς για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φυτά αραβοσίτου (3^η μέτρηση-53 ΗΜΦ).

53 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	8,055***	0,001
Επαναλήψεις	2	2,306ns	0,142
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



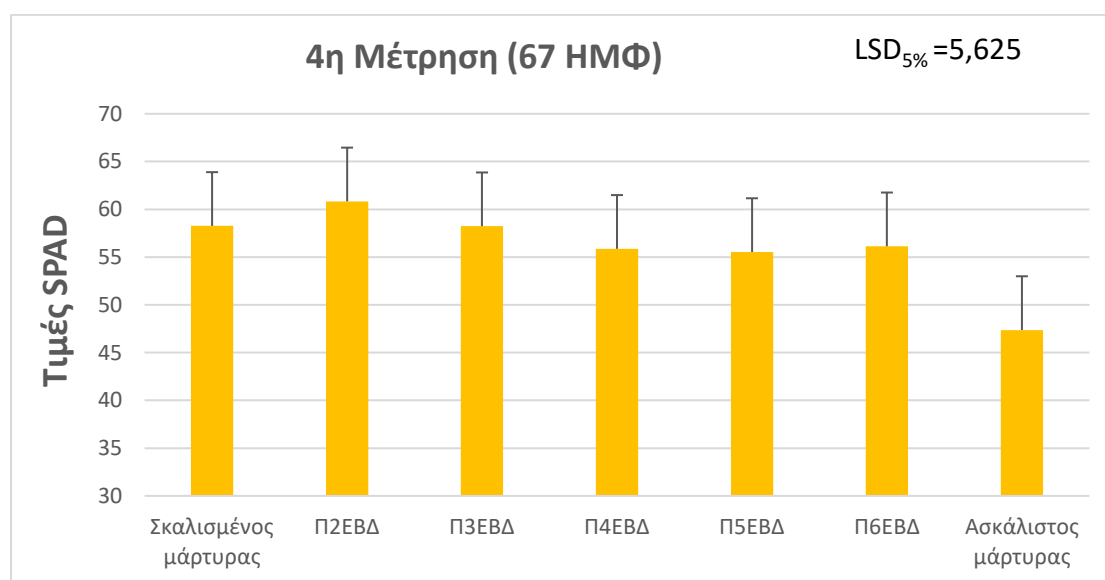
Διάγραμμα 3.16. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φυτά αραβοσίτου (3^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Οι γραμμές σφάλματος συμβολίζουν την τιμή της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

4^η μέτρηση (67 ΗΜΦ)

Στην τέταρτη και τελευταία μέτρηση για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης, η ανάλυση της διασποράς έδειξε ότι η επίδραση του παράγοντα μελέτης μας στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης των φυτών του αραβοσίτου ήταν στατιστικά σημαντική (Πίνακας 3.17). Η σύγκριση των μέσων που ακολούθησε φανέρωσε την ύπαρξη στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των φυτών που παρέμειναν για 6 εβδομάδες με ζιζάνια (56,1) και των υπολοίπων επεμβάσεων. Η τιμή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης που καταγράφηκε στα φυτά του ασκάλιστου μάρτυρα (47,4) ήταν 18,7% και 22% χαμηλότερη σε σχέση με τις υψηλότερες τιμές που βρέθηκαν στις επεμβάσεις του σκαλισμένου μάρτυρα (58,3) και της παραμονής των ζιζανίων για 2 εβδομάδες στον αγρό (60,8) (Διάγραμμα 3.17).

Πίνακας 3.17. Ανάλυση της διασποράς για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φυτά αραβοσίτου (4^η μέτρηση-67 ΗΜΦ).

67 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	5,415**	0,006
Επαναλήψεις	2	1,037ns	0,384
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



Διάγραμμα 3.17. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φυτά αραβοσίτου (4^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Οι γραμμές σφάλματος συμβολίζουν την τιμή της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

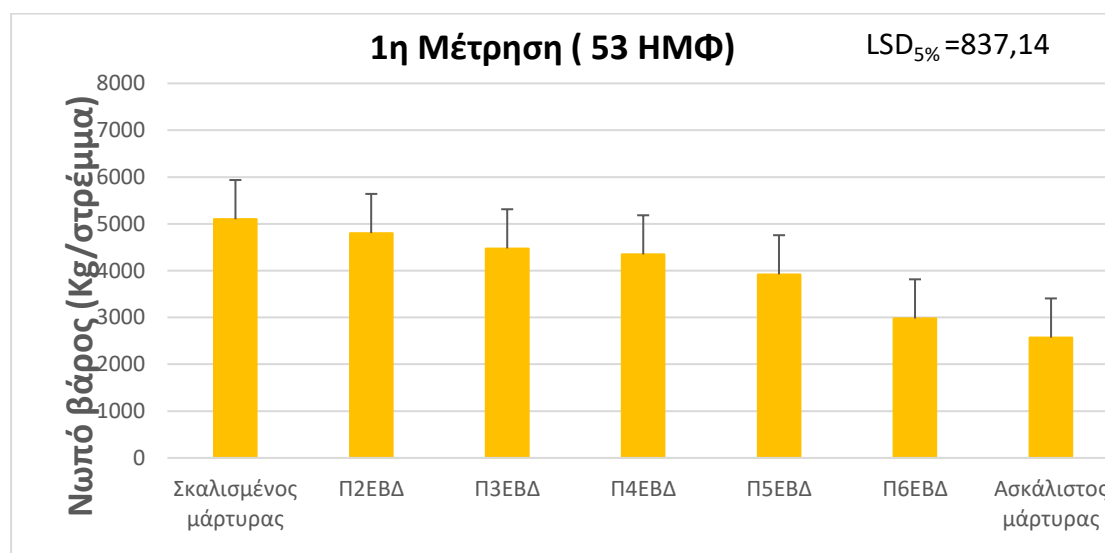
3.5 Νωπό βάρος φυτών αραβοσίτου

1^η μέτρηση (53 ΗΜΦ)

Στην πρώτη μέτρηση για το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών η ανάλυση της διασποράς φανέρωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές για τον παράγοντα της παραμονής των ζιζανίων (Πίνακας 3.18). Οι επεμβάσεις της παραμονής των ζιζανίων για 2 εβδομάδες (4802,5 kg/στρέμμα) και 3 εβδομάδες (4475 kg/στρέμμα) στον αγρό διέφεραν σημαντικά με τις επεμβάσεις της παραμονής των ζιζανίων για 5 εβδομάδες (3920,2 kg/στρέμμα) και 6 εβδομάδες (2977,9 kg/στρέμμα). Μεταξύ των μεταχειρίσεων του σκαλισμένου μάρτυρα (5098,8 kg/στρέμμα) και του ασκάλιστου μάρτυρα (2569,8 kg/στρέμμα), η ποσοστιαία διαφορά για την τιμή του νωπού βάρους ήταν 49,6% (Διάγραμμα 3.18).

Πίνακας 3.18. Ανάλυση της διασποράς για το νωπό βάρος των φυτών αραβοσίτου (1^η μέτρηση-53 ΗΜΦ).

53 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	11,941***	<0,001
Επαναλήψεις	2	2,869ns	0,096
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



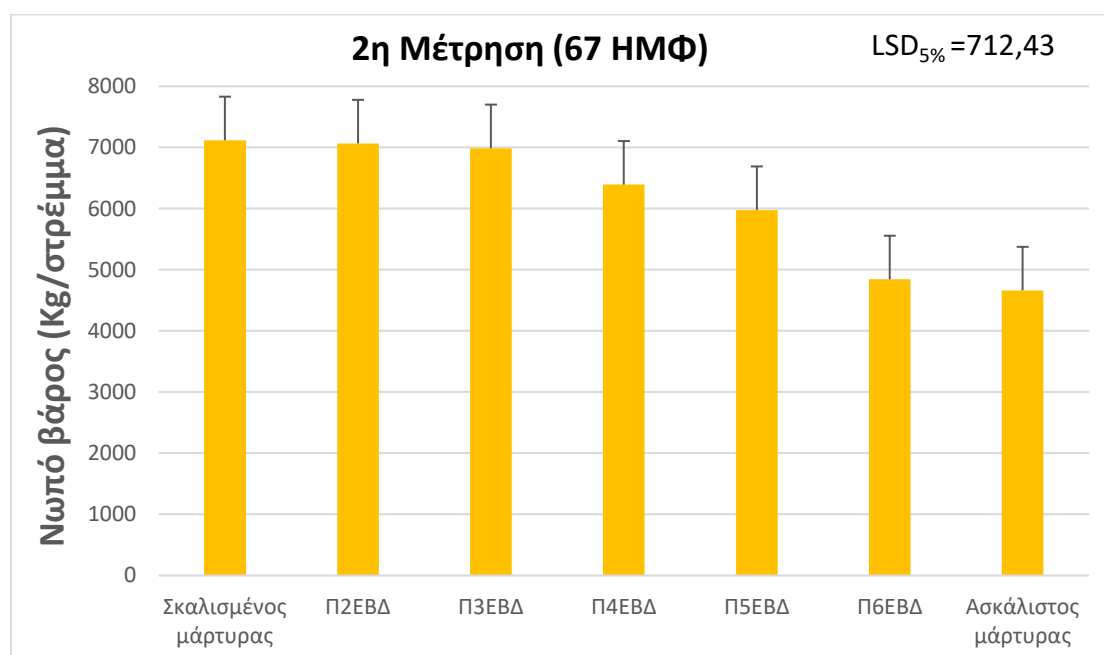
Διάγραμμα 3.18. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στο νωπό βάρος των φυτών αραβοσίτου (1^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Οι γραμμές σφάλματος συμβολίζουν την τιμή της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

2^η μέτρηση (67 ΗΜΦ)

Η ανάλυση της διακύμανσης κατά την δεύτερη μέτρηση φανέρωσε εξίσου την επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στο νωπό βάρος των φυτών του αραβοσίτου (Πίνακας 3.19). Στο διάγραμμα 3.19 παρατηρείται ότι και σ' αυτήν τη μέτρηση η μεγαλύτερη τιμή για το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος της καλλιέργειας καταγράφηκε στον σκαλισμένο μάρτυρα (7118,9 kg/στρέμμα), ενώ το μικρότερο νωπό βάρος είχαν τα φυτά του ασκάλιστου μάρτυρα (4663,2 kg/στρέμμα). Δεν καταγράφηκαν διαφορές μεταξύ των φυτών που αναπτύχθηκαν για 6 εβδομάδες παρουσία ζιζανίων και του ασκάλιστου μάρτυρα (Διάγραμμα 3.19).

Πίνακας 3.19. Ανάλυση της διασποράς για το νωπό βάρος των φυτών αραβοσίτου (2^η μέτρηση-67 ΗΜΦ).

67 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	20,223***	<0,001
Επαναλήψεις	2	0,154ns	0,859
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



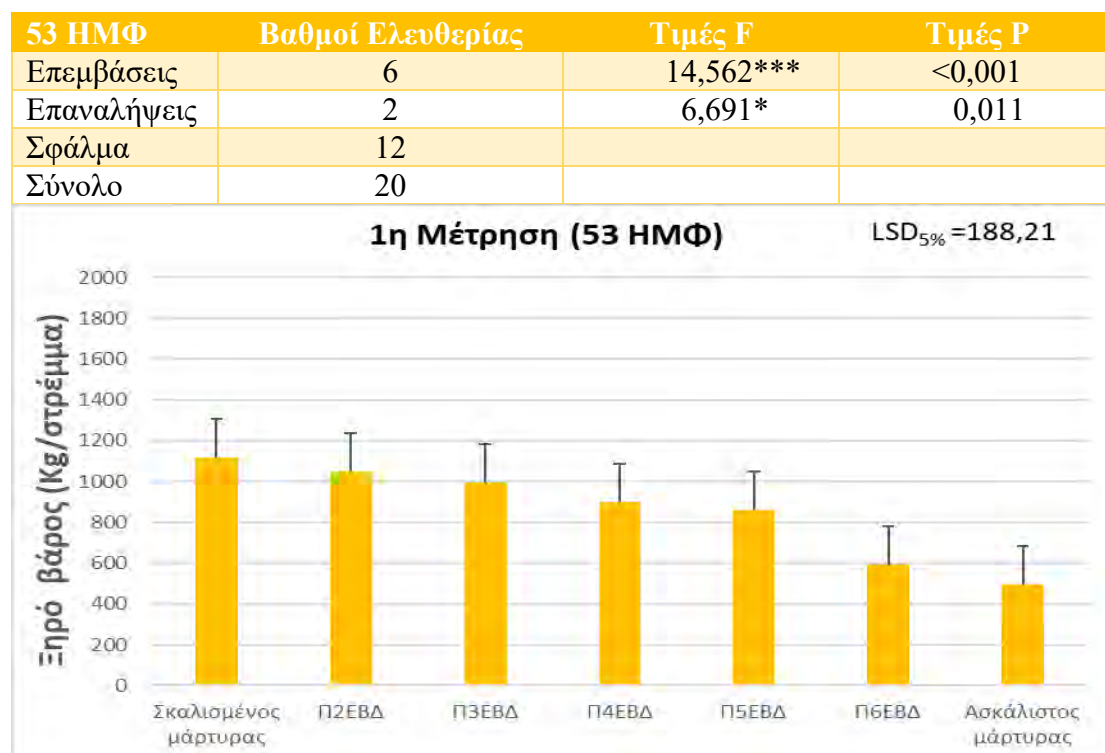
Διάγραμμα 3.19. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στο νωπό βάρος των φυτών αραβοσίτου (2^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Οι γραμμές σφάλματος συμβολίζουν την τιμή της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

3.6 Ξηρό βάρος φυτών αραβοσίτου

1^η μέτρηση (53 ΗΜΦ)

Για την πρώτη μέτρηση της συγκεκριμένης παραμέτρου η ανάλυση διασποράς έδειξε ότι ο χρόνος παραμονής των ζιζανίων είχε επίδραση στη ξηρή βιομάζα της καλλιέργειας ενώ επίσης υπήρξε και μεταβλητότητα μεταξύ των ομάδων (Πίνακας 3.20). Οι μεγαλύτερες τιμές για το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών αραβοσίτου βρέθηκαν όπως και για το νωπό βάρος, στις μεταχειρίσεις του σκαλισμένου μάρτυρα (1120 kg/στρέμμα) και της παραμονής των ζιζανίων για 2 εβδομάδες μετά το φύτευμα της καλλιέργειας (1047,4 kg/στρέμμα) χωρίς όμως να φανερώνονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Μεταξύ των φυτών που αναπτύχθηκαν για 6 εβδομάδες παρουσία ζιζανίων και του ασκάλιστου μάρτυρα δεν καταγράφηκαν σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 3.20).

Πίνακας 3.20. Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος των φυτών αραβοσίτου (1^η μέτρηση-53 ΗΜΦ).



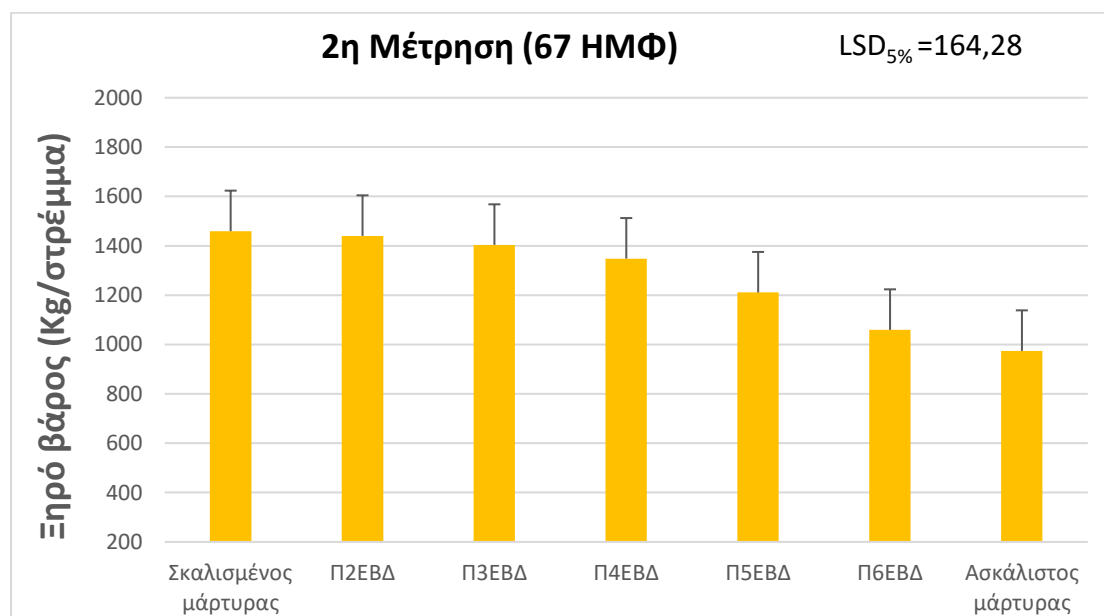
Διάγραμμα 3.20. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στο ξηρό βάρος των φυτών αραβοσίτου (1^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Οι γραμμές σφάλματος συμβολίζουν την τιμή της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

2^η μέτρηση (67 ΗΜΦ)

Στη δεύτερη μέτρηση για το ξηρό βάρος των φυτών του αραβοσίτου, η ανάλυση της διασποράς έδειξε ότι η επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στη ξηρή βιομάζα της καλλιέργειας ήταν στατιστικά σημαντική (Πίνακας 3.21). Η σύγκριση των μέσων που ακολούθησε φανέρωσε την ύπαρξη στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των φυτών που αναπτύχθηκαν για 2 εβδομάδες (1440,2 kg/στρέμμα) και 3 εβδομάδες παρουσία ζιζανίων (1403,8 kg/στρέμμα) με τις επεμβάσεις της παραμονής των ζιζανίων για 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα. Η μεγαλύτερη τιμή για το ξηρό βάρος της καλλιέργειας βρέθηκε στον σκαλισμένο μάρτυρα (1459,3 kg/στρέμμα) (Διάγραμμα 3.21).

Πίνακας 3.21. Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος των φυτών αραβοσίτου (2^η μέτρηση-67 ΗΜΦ).

67 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	22,83***	<0,001
Επαναλήψεις	2	1,038ns	0,384
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



Διάγραμμα 3.21. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στο ξηρό βάρος των φυτών αραβοσίτου (2^η μέτρηση). Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Οι γραμμές σφάλματος συμβολίζουν την τιμή της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

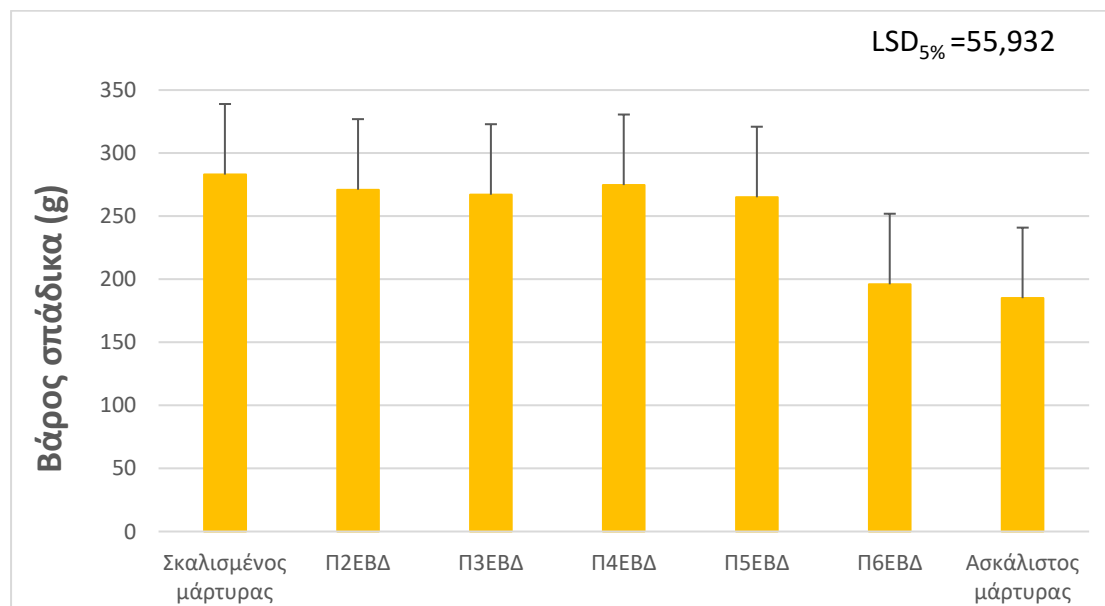
3.7 Συστατικά της απόδοσης

Βάρος σπάδικα (139 ΗΜΦ)

Η ανάλυση ANOVA για την μέτρηση της συγκεκριμένης παραμέτρου φανέρωσε την επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στο βάρος του σπάδικα (Πίνακας 3.22). Μεταξύ των διαφορετικών επεμβάσεων, οι μεταχειρίσεις της παραμονής των ζιζανίων για 6 εβδομάδες στον αγρό και για όλη την καλλιεργητική περίοδο διέφεραν σημαντικά με τις υπόλοιπες αλλά όχι και μεταξύ τους. Από την άλλη, δεν καταγράφηκαν διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα (283 g) και των επεμβάσεων της παραμονής με ζιζάνια για 2, 3, 4 και 5 εβδομάδες στον αγρό (Διάγραμμα 3.22).

Πίνακας 3.22. Ανάλυση της διασποράς για το βάρος του σπάδικα (139 ΗΜΦ).

139 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	4,949**	0,009
Επαναλήψεις	2	0,399ns	0,68
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



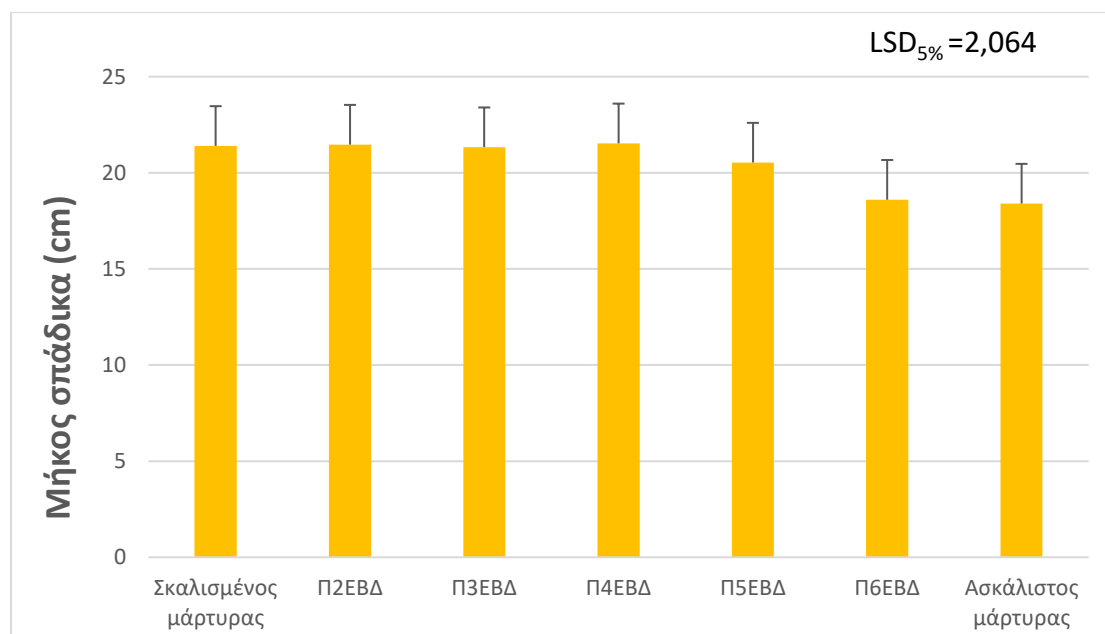
Διάγραμμα 3.22. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στο βάρος του σπάδικα των φυτών αραβοσίτου. Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Οι γραμμές σφάλματος συμβολίζουν την τιμή της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

Μήκος σπάδικα (139 ΗΜΦ)

Όσον αφορά τη μέτρηση για το μήκος του σπάδικα, η ανάλυση διασποράς φανέρωσε εξίσου στατιστικά σημαντικές διαφορές για τον παράγοντα της παραμονής των ζιζανίων (Πίνακας 3.23). Αξιοσημείωτες διαφορές καταγράφηκαν μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα (21,4 cm) και του ασκάλιστου μάρτυρα (18,4 cm). Αντίθετα, ο μέσος της επεμβάσης της παραμονής των ζιζανίων για 2 εβδομάδες δε διέφερε με αυτούς των επεμβάσεων που παρέμειναν για 3, 4 και 5 εβδομάδες με ζιζάνια (21,5 cm) (Διάγραμμα 3.23).

Πίνακας 3.23. Ανάλυση της διασποράς για το μήκος του σπάδικα (139 ΗΜΦ).

139 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	4,277*	0,016
Επαναλήψεις	2	0,426ns	0,663
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



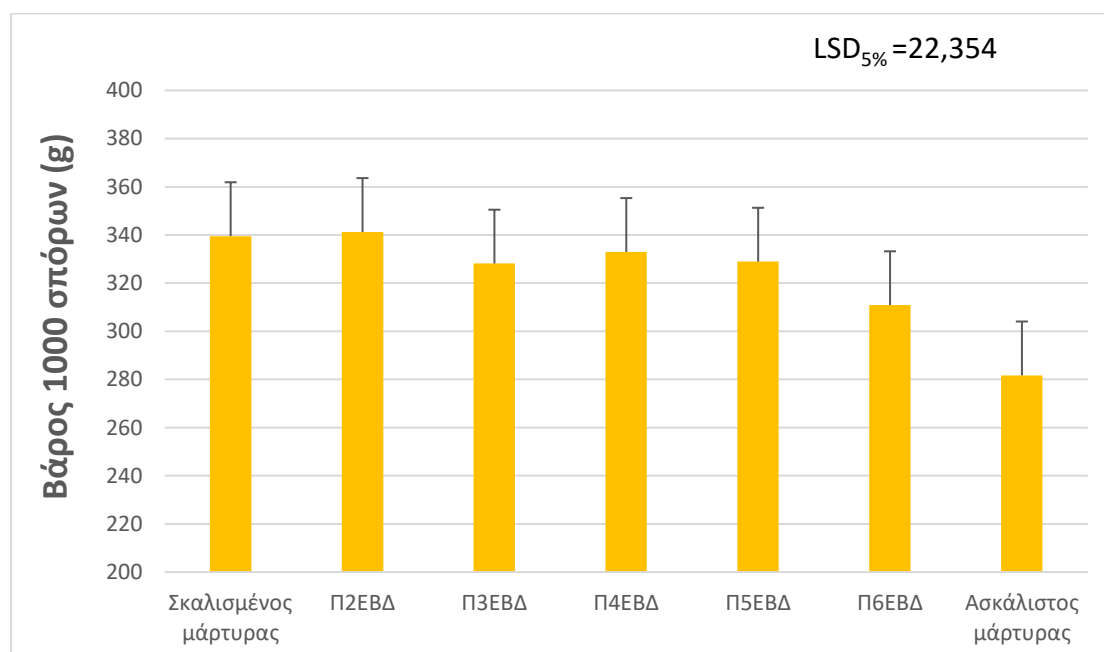
Διάγραμμα 3.23. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στο μήκος του σπάδικα των φυτών αραβοσίτου. Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Οι γραμμές σφάλματος συμβολίζουν την τιμή της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

Βάρος 1000 σπόρων (139 ΗΜΦ)

Στη μέτρηση του βάρους των 1000 σπόρων, με βάση την ανάλυση διασποράς παρατηρήθηκε ότι οι μεταχειρίσεις διέφεραν στατιστικά σημαντικά (Πίνακας 3.24). Όπως και για τις προηγούμενες μετρήσεις των συστατικών της απόδοσης της καλλιέργειας, σημειώθηκαν αξιόλογες διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα (339,5 g) και του ασκάλιστου μάρτυρα (281,7 g). Η μεγαλύτερη τιμή για βάρος των 1000 σπόρων βρέθηκε στις επεμβάσεις της παραμονής των ζιζανίων για 2 εβδομάδες μετά το φύτευμα και στον σκαλισμένο μάρτυρα (Διάγραμμα 3.24).

Πίνακας 3.24. Ανάλυση της διασποράς για το βάρος 1000 σπόρων (139 ΗΜΦ).

139 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	8,293***	0,001
Επαναλήψεις	2	1,492ns	0,264
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



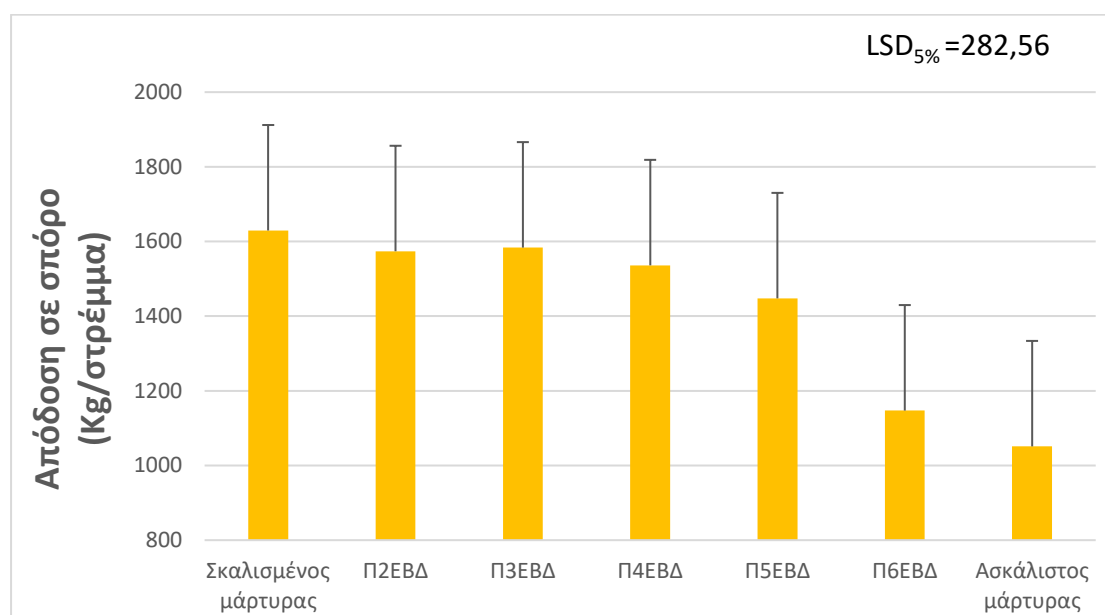
Διάγραμμα 3.24. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στο βάρος 1000 σπόρων. Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Οι γραμμές σφάλματος συμβολίζουν την τιμή της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

3.8 Απόδοση σε σπόρο (139 ΗΜΦ)

Η ανάλυση ANOVA για τη μέτρηση της απόδοσης σε σπόρο φανέρωσε ότι η επίδραση της παραμονή των ζιζανίων στον αγρό ήταν στατιστικά σημαντική (Πίνακας 3.25). Η μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο καταγράφηκε για τα φυτά που αναπτύχθηκαν απουσία ζιζανίων για όλη την καλλιεργητική περίοδο (1629,4 kg/στρέμμα), απόδοση η οποία ήταν μεγαλύτερη κατά 35,5% σε σύγκριση με αυτήν που βρέθηκε στην επέμβαση του ασκάλιστου μάρτυρα (1051,2 kg/στρέμμα). Όλες οι επεμβάσεις διέφεραν σημαντικά με τις μεταχειρίσεις της παραμονής των ζιζανίων για 6 εβδομάδες (1147,2 kg/στρέμμα) και για όλη την καλλιεργητική περίοδο, αλλά αυτές οι επεμβάσεις δε διέφεραν και μεταξύ τους (Διάγραμμα 3.25).

Πίνακας 3.25. Ανάλυση της διασποράς για την απόδοση σε σπόρο (139 ΗΜΦ).

139 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	6,32**	0,003
Επαναλήψεις	2	0,197ns	0,823
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		



Διάγραμμα 3.25. Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στην απόδοση σε σπόρο. Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Οι γραμμές σφάλματος συμβολίζουν την τιμή της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

3.9. Πυκνότητα και ξηρό βάρος αγριομελιτζάνας

Πυκνότητα αγριομελιτζάνας

Με βάση την ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα της αγριομελιτζάνας παρατηρήθηκε ότι οι επεμβάσεις διέφεραν στατιστικά σημαντικά (Πίνακας 3.26). Η επέμβαση του ασκάλιστα μάρτυρα όπου καταγράφηκε και η μεγαλύτερη πυκνότητα της αγριομελιτζάνας (5 ζιζάνια/m²), διέφερε σημαντικά με όλες τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Αντίθετα, η επέμβαση της παραμονής των ζιζανίων για 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα (0,56 ζιζάνια/m²) δε διέφερε σημαντικά με αυτήν της παραμονής των ζιζανίων για 3 εβδομάδες μετά το φύτευμα (Πίνακας 3.27).

Πίνακας 3.26. Ανάλυση της διασποράς για την πυκνότητα της αγριομελιτζάνας (67 ΗΜΦ).

67 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	16,128***	<0,001
Επαναλήψεις	2	2,202ns	0,153
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		

Πίνακας 3.27. Πυκνότητα της αγριομελιτζάνας στις διαφορετικές επεμβάσεις του πειράματος 67 ΗΜΦ. Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά, σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ελέγχου της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD).

Επεμβάσεις	Πυκνότητα αγριομελιτζάνας (αριθμός φυτών/m ²)
Σκαλισμένος μάρτυρας	0 β
Π2ΕΒΔ	0 β
Π3ΕΒΔ	0 β
Π4ΕΒΔ	0,50 β
Π5ΕΒΔ	0,43 β
Π6ΕΒΔ	0,56 β
Ασκάλιστος μάρτυρας	5 α
LSD _{5%}	1,391

Ξηρό βάρος αγριομελιτζάνας

Η ανάλυση ANOVA για το ξηρό βάρος της αγριομελιτζάνας έδειξε ότι οι επεμβάσεις διέφεραν στατιστικά σημαντικά (Πίνακας 3.28). Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος των φυτών της αγριομελιτζάνας καταγράφηκε στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα (113,98 kg/στρέμμα) και οι μέσοι αυτής της επέμβασης διέφεραν σημαντικά με όλες τις υπόλοιπες επεμβάσεις (Πίνακας 3.29).

Πίνακας 3.28. Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος της αγριομελιτζάνας (67 ΗΜΦ).

67 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	7,071**	0,002
Επαναλήψεις	2	0,99ns	0,4
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		

Πίνακας 3.29. Ξηρό βάρος της αγριομελιτζάνας στις διαφορετικές επεμβάσεις του πειράματος 67 ΗΜΦ. Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά, σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ελέγχου της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD).

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος αγριομελιτζάνας (kg/στρέμμα)
Σκαλισμένος μάρτυρας	0 β
Π2ΕΒΔ	0 β
Π3ΕΒΔ	0 β
Π4ΕΒΔ	0,04 β
Π5ΕΒΔ	0,09 β
Π6ΕΒΔ	0,24 β
Ασκάλιστος μάρτυρας	113,98 α
LSD _{5%}	49,839

3.10. Πυκνότητα και ξηρό βάρος βέλιουρα

Πυκνότητα βέλιουρα

Η ανάλυση της διασποράς για την πυκνότητα του βέλιουρα ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Πίνακας 3.30). Η μεγαλύτερη τιμή για τη συγκεκριμένη παράμετρο ήταν 39,44 βλαστοί/m² και καταγράφηκε στην επέμβαση της παραμονής των ζιζανίων για 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα. Τόσο η συγκεκριμένη

επέμβαση όσο και η μεταχείριση του ασκάλιστου μάρτυρα (28,89 βλαστοί/m²) παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τις επεμβάσεις της παραμονής των ζιζανίων για 2, 3 και 4 εβδομάδες στον αγρό, ωστόσο δεν καταγράφηκαν διαφορές και μεταξύ τους (Πίνακας 3.31).

Πίνακας 3.30. Ανάλυση της διασποράς για την πυκνότητα του βέλιουρα (67 ΗΜΦ).

67 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	4,444*	0,014
Επαναλήψεις	2	0,0166ns	0,984
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		

Πίνακας 3.31. Πυκνότητα του βέλιουρα στις διαφορετικές επεμβάσεις του πειράματος 67 ΗΜΦ. Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά, σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ελέγχου της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD).

Επεμβάσεις	Πυκνότητα βέλιουρα (αριθμός φυτών/m ²)
Σκαλισμένος μάρτυρας	7,78 γ
Π2ΕΒΔ	6,11 γ
Π3ΕΒΔ	4,44 γ
Π4ΕΒΔ	6,67 γ
Π5ΕΒΔ	9,44 βγ
Π6ΕΒΔ	39,44 α
Ασκάλιστος μάρτυρας	28,89 αβ
LSD _{5%}	20,082

Ξηρό βάρος βέλιουρα

Η ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος του βέλιουρα ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Πίνακας 3.30). Η μεγαλύτερη τιμή για τη συγκεκριμένη παράμετρο ήταν 358,04 kg/στρέμμα και καταγράφηκε στην επέμβαση του ασκάλιστου μάρτυρα. Η συγκεκριμένη μεταχείριση παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές με τις επεμβάσεις της παραμονής των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες στον αγρό (Πίνακας 3.31).

Πίνακας 3.32. Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος του βέλιουρα (67 ΗΜΦ).

67 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	4,468	0,013
Επαναλήψεις	2	0,755	0,491
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		

Πίνακας 3.33. Ξηρό βάρος του βέλιουρα στις διαφορετικές επεμβάσεις του πειράματος 67 ΗΜΦ. Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά, σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ελέγχου της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD).

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος βέλιουρα (kg/στρέμμα)
Σκαλισμένος μάρτυρας	1,54 β
Π2ΕΒΔ	1,90 β
Π3ΕΒΔ	1,29 β
Π4ΕΒΔ	2,33 β
Π5ΕΒΔ	5,02 β
Π6ΕΒΔ	34,03 β
Ασκάλιστος μάρτυρας	358,04 α
LSD _{5%}	193,80

3.11. Πυκνότητα και ξηρό βάρος υπολοίπων ζιζανίων

Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων

Η ανάλυση της διασποράς για την πυκνότητα των υπολοίπων ζιζανίων έδειξε ότι οι μεταχειρίσεις διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους (Πίνακας 3.34). Ειδικότερα, η επέμβαση του ασκάλιστου μάρτυρα διέφερε με τις υπόλοιπες επεμβάσεις του πειράματος, ενώ αντίθετα δεν σημειώθηκαν διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και των επεμβάσεων Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ. Η μεγαλύτερη πυκνότητα καταγράφηκε στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα (33,33 ζιζάνια/m²), ενώ η μικρότερη τιμή βρέθηκε στα τεμάχια του σκαλισμένου μάρτυρα (3,89 ζιζάνια/m²) (Πίνακας 3.35).

Πίνακας 3.34. Ανάλυση της διασποράς για την πυκνότητα των υπολοίπων ζιζανίων (67 ΗΜΦ).

67 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	39,968***	<0,001
Επαναλήψεις	2	0,3ns	0,746
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		

Πίνακας 3.35. Πυκνότητα των υπολοίπων ζιζανίων στις διαφορετικές επεμβάσεις του πειράματος 67 ΗΜΦ. Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά, σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ελέγχου της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD).

Επεμβάσεις	Πυκνότητα υπολοίπων ζιζανίων (αριθμός φυτών/m ²)
Σκαλισμένος μάρτυρας	3,89 β
Π2ΕΒΔ	4,44 β
Π3ΕΒΔ	5,00 β
Π4ΕΒΔ	5,00 β
Π5ΕΒΔ	8,83 β
Π6ΕΒΔ	7,78 β
Ασκάλιστος μάρτυρας	33,33 α
LSD _{5%}	5,149

Ξηρό βάρος υπολοίπων ζιζανίων

Η ανάλυση ANOVA για το ξηρό βάρος των υπολοίπων ζιζανίων έδειξε ότι οι επεμβάσεις διέφεραν στατιστικά σημαντικά (Πίνακας 3.36). Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος των φυτών για τα υπόλοιπα ζιζάνια της μελέτης καταγράφηκε στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα (39,41 kg/στρέμμα) και οι μέσοι αυτής της επέμβασης διέφεραν σημαντικά με όλες τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Από την άλλη, η επέμβαση της παραμονής των ζιζανίων για 2 εβδομάδες μετά το φύτευμα (0,1 kg/στρέμμα) δε διέφερε μ' αυτήν της παραμονής των ζιζανίων για 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα (1,13 kg/στρέμμα) (Πίνακας 3.29).

Πίνακας 3.36. Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος των υπόλοιπων ζιζανίων (67 ΗΜΦ).

67 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	147,862***	<0,001
Επαναλήψεις	2	1,333ns	0,300
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		

Πίνακας 3.37. Ξηρό βάρος των υπολοίπων ζιζανίων στις διαφορετικές επεμβάσεις του πειράματος 67 ΗΜΦ. Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά, σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ελέγχου της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD).

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος υπολοίπων ζιζανίων (kg/στρέμμα)
Σκαλισμένος μάρτυρας	0,28 β
Π2ΕΒΔ	0,10 β
Π3ΕΒΔ	0,44 β
Π4ΕΒΔ	0,59 β
Π5ΕΒΔ	0,86 β
Π6ΕΒΔ	1,13 β
Ασκάλιστος μάρτυρας	39,41 α
LSD _{5%}	3,721

3.12 Συνολική πυκνότητα και συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων

Συνολική πυκνότητα των ζιζανίων

Η ανάλυση της διασποράς για τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων έδειξε ότι οι μεταχειρίσεις διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους (Πίνακας 3.38). Προχωρώντας στον στη δοκιμασία LSD φανερώθηκε ότι η μέση τιμή της επέμβασης του ασκάλιστου μάρτυρα (67,22 ζιζάνια/m²) και της παραμονής των ζιζανίων για 6 εβδομάδες στον αγρό (47,48 ζιζάνια/m²) διέφεραν με τις υπόλοιπες επεμβάσεις καθώς και μεταξύ τους. Η μικρότερη πυκνότητα των ζιζανίων που βρέθηκε στην επέμβαση της παραμονής των ζιζανίων για 3 εβδομάδες μετά το φύτευμα (9,44 ζιζάνια/m²) ήταν τουλάχιστον 7 φορές μικρότερη σε σύγκριση με τη μεγαλύτερη πυκνότητα ζιζανίων που βρέθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα (Πίνακας 3.39).

Πίνακας 3.38. Ανάλυση της διασποράς για τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων (67 ΗΜΦ).

67 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	12,796***	<0,001
Επαναλήψεις	2	0,008ns	0,992
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		

Πίνακας 3.39. Συνολική πυκνότητα των ζιζανίων στις διαφορετικές επεμβάσεις του πειράματος 67 ΗΜΦ. Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά, σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ελέγχου της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD).

Επεμβάσεις	Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (αριθμός φυτών/m ²)
Σκαλισμένος μάρτυρας	11,67 γ
Π2ΕΒΔ	10,56 γ
Π3ΕΒΔ	9,44 γ
Π4ΕΒΔ	12,17 γ
Π5ΕΒΔ	18,21 γ
Π6ΕΒΔ	47,48 β
Ασκάλιστος μάρτυρας	67,22 α
LSD _{5%}	19,706

Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων

Η ανάλυση ANOVA για το συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων έδειξε ότι οι μεταχειρίσεις διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους (Πίνακας 3.40). Ως προς αυτήν την παράμετρο, το μεγαλύτερο ξηρό βάρος των ζιζανίων βρέθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα (511,43 kg/στρέμμα), ενώ η μικρότερη τιμή καταγράφηκε στα τεμάχια της παραμονής των ζιζανίων για 3 εβδομάδες μετά το φύτευμα (1,74 kg/στρέμμα). Στατιστικά σημαντικές διαφορές σημειώθηκαν μεταξύ της επέμβασης του ασκάλιστου μάρτυρα με τις υπόλοιπες επεμβάσεις (Πίνακας 3.41) καθώς και μεταξύ της επέμβασης Π6ΕΒΔ και των άλλων επεμβάσεων..

Πίνακας 3.40. Ανάλυση της διασποράς για το συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων (67 ΗΜΦ).

67 ΗΜΦ	Βαθμοί Ελευθερίας	Τιμές F	Τιμές P
Επεμβάσεις	6	14,976***	<0,001
Επαναλήψεις	2	0,718ns	0,508
Σφάλμα	12		
Σύνολο	20		

Πίνακας 3.41. Συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων στις διαφορετικές επεμβάσεις του πειράματος 67 ΗΜΦ. Οι επεμβάσεις Π2ΕΒΔ, Π3ΕΒΔ, Π4ΕΒΔ, Π5ΕΒΔ και Π6ΕΒΔ δηλώνουν την παραμονή των ζιζανίων για 2, 3, 4, 5 και 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, αντίστοιχα. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά, σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ελέγχου της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD).

Επεμβάσεις	Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα)
Σκαλισμένος μάρτυρας	1,82 γ
Π2ΕΒΔ	2,00 γ
Π3ΕΒΔ	1,74 γ
Π4ΕΒΔ	2,97 γ
Π5ΕΒΔ	5,97 γ
Π6ΕΒΔ	35,41 β
Ασκάλιστος μάρτυρας	511,43 α
LSD _{5%}	19,706

Κεφάλαιο 4^ο : Συζήτηση - Συμπεράσματα

4.1 Επίδραση της παραμονής των ζιζανίων αγριομελιτζάνα και βέλιουρα στην ανάπτυξη και την απόδοση του αραβοσίτου

Με βάση τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, η επίδραση της παραμονής των ζιζανίων αγριομελιτζάνα και βέλιουρα στην ανάπτυξη και στην απόδοση της καλλιέργειας ήταν σημαντική ενώ εντοπίστηκαν και αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων των διαφορετικών χρόνων παραμονής των δύο ζιζανίων στον αγρό. Αρχικά, όσον αφορά το τελικό ύψος των φυτών, τα χαμηλότερου ύψους φυτά (<230 cm) βρέθηκαν στις επεμβάσεις του ασκάλιστου μάρτυρα και της παραμονής των ζιζανίων για 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα, ενώ τα υψηλότερα φυτά (256 cm) μετρήθηκαν στον σκαλισμένο μάρτυρα. Σ' άλλες μελέτες έχει επίσης μελετηθεί η επίδραση της παρουσίας της αγριομελιτζάνας στο ύψος των φυτών αραβοσίτου. Οι Nakona et al. (2004) αναφέρουν ότι πυκνότητα του ζιζανίου ίση με 25 φυτά/m επί των γραμμών σποράς της καλλιέργειας, συνέβαλλε σε μείωση του ύψους των φυτών κατά 45,2%, όταν η καλλιέργεια ήταν στο στάδιο των 4-5 φύλλων. Τα αποτελέσματα της δικής μας έρευνας έδειξαν ότι η ποσοστιαία διαφορά μεταξύ του ύψους που καταγράφηκε στα φυτά του σκαλισμένου και του ασκάλιστου μάρτυρα όταν η καλλιέργεια βρισκόταν στο στάδιο των 8 φύλλων (1^η μέτρηση), ήταν 12% λόγω της παρουσίας της αγριομελιτζάνας (5 φυτά/m²) και του βέλιουρα (28,89 φυτά/m²) σ' αυτά τα τεμάχια χωρίς όμως να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Οι Hussain et al. (2011) σ' άλλη έρευνα, βρήκαν ότι όταν τα φυτά του αραβοσίτου που αναπτύσσονταν μαζί με αγριομελιτζάνα πυκνότητας 6 φυτών/m² είχαν μεγαλύτερο ύψος σε σχέση με αυτά που συνυπήρχαν με μικρότερες πυκνότητες του ζιζανίου, λόγω του ανταγωνισμού για φως. Αντίθετα, σ' άλλες καλλιέργειες όπως ο ηλίανθος, όταν η αγριομελιτζάνα (1-10 φυτά/m²) παρέμεινε για όλη την περίοδο στον αγρό, το ύψος της καλλιέργειας δεν επηρεάστηκε από την πυκνότητα του ζιζανίου (Dávid et al. 2007). Επίσης, όσον αφορά τον βέλιουρα, φυτά τα οποία αναπαράγονται με σπόρο έχουν χαμηλότερο ύψος από την καλλιέργεια και είναι λιγότερο ανταγωνιστικά από αυτά που αναπαράγονται με ριζώματα (Mitskas et al. 2003).

Η χλωροφύλλη και η διάμετρος του βλαστού των φυτών του αραβοσίτου είναι δύο ακόμη σημαντικά αγρονομικά χαρακτηριστικά που επηρεάζονται από τον χρόνο

παραμονής των ζιζανίων στον αγρό. Συγκεκριμένα, στην έρευνα μας η διάμετρος του βλαστού επηρεάστηκε περισσότερο σε σύγκριση με την συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φύλλα των φυτών όταν τα ζιζάνια ανταγωνίστηκαν την καλλιέργεια για περισσότερες από 5 εβδομάδες μετά το φύτευμα. Σε πρόσφατο πείραμα των Karkanis et al. (2020) βρέθηκε ότι η επίδραση της παραμονής του βέλιουρα για 55 ημέρες μετά τη σπορά του αραβοσίτου στη διάμετρο του βλαστού της καλλιέργειας δε διέφερε στατιστικά σημαντικά με τη μεταχείριση της παραμονής του ζιζανίου για όλη την περίοδο στον αγρό.

Ο ανταγωνισμός μεταξύ των ζιζανίων αγριομελιτζάνα και βέλιουρας με τον αραβόσιτο και η επίδραση τους στην τελική απόδοση της καλλιέργειας αποτελεί αντικείμενο το οποίο έχει μελετηθεί σε ορισμένες μελέτες. Οι Nakona et al. (2004) αναφέρουν ότι η παρουσία της αγριομελιτζάνας στον αγρό σε πυκνότητα 25 φυτά/m μείωσε την απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας κατά 3942,3 kg/ha. Ακόμη, οι Mitskas et al. (2003), αναφέρουν ότι ο βέλιουρας όταν παραμένει στον αγρό για όλη την καλλιεργητική περίοδο μπορεί να μειώσει την απόδοση του αραβοσίτου σε ποσοστό που αγγίζει το 90%. Ακόμη στην παραπάνω μελέτη, όσον αφορά τα συστατικά της απόδοσης της καλλιέργειας, μεγαλύτερη επίδραση φανερώθηκε στο μέγεθος του σπάδικα παρά στο βάρος των 1000 σπόρων. Από την άλλη, στη δική μας έρευνα η επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στον αγρό επηρέασε σε μεγαλύτερο βαθμό το βάρος του σπάδικα και το βάρος των 1000 σπόρων σε σύγκριση με το μήκος του σπάδικα. Ο κρίσιμος χρόνος απομάκρυνσης της αγριομελιτζάνας και του βέλιουρα με σκοπό την αποφυγή της μείωσης της απόδοσης του αραβοσίτου περισσότερο από 10% βρέθηκε η 4^η εβδομάδα από το φύτευμα της καλλιέργειας.

4.2 Ο χρόνος φυτρώματος της αγριομελιτζάνας και του βέλιουρα στον αγρό επηρεάζει τον ανταγωνισμό με τον αραβόσιτο

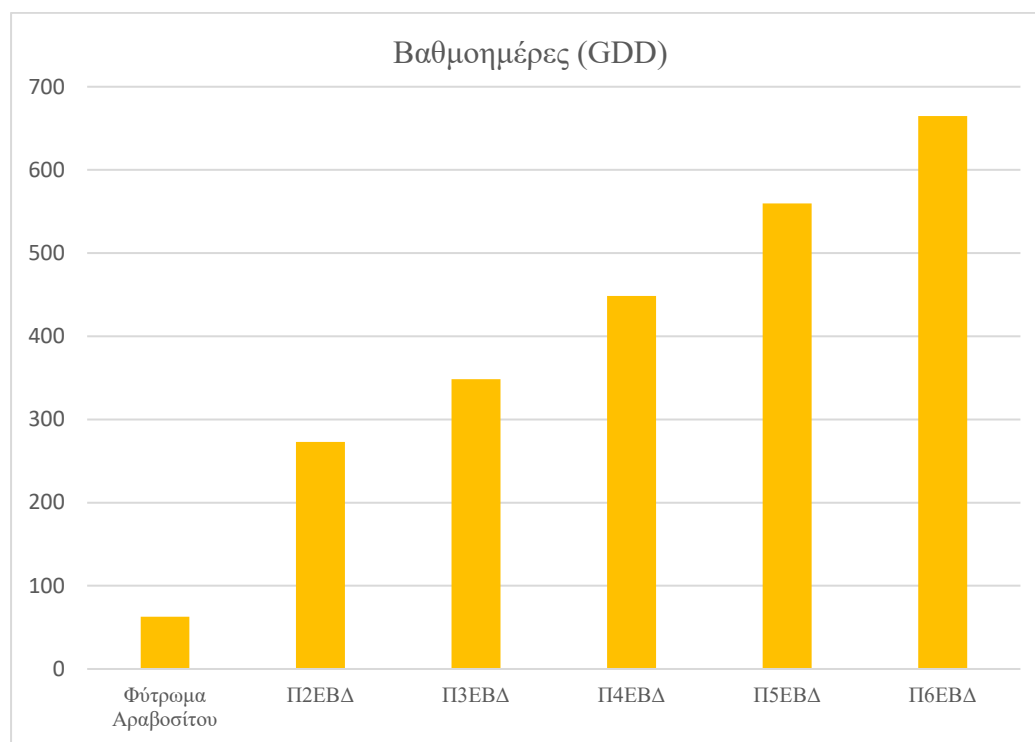
Η πρόβλεψη του χρόνου φυτρώματος των ζιζανίων στον αγρό αποτελεί ένα σημαντικό κλειδί κατά την εφαρμογή των διαφόρων μεθόδων αντιμετώπισης των ζιζανίων καθώς βοηθά στην εκτίμηση της ζημιάς που προκαλούν αυτά στα καλλιεργούμενα φυτά (Travlos et al. 2020). Αποτελεί ένα σημαντικό στοιχείο της βιολογίας των ζιζανίων και επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως η θερμοκρασία και η υγρασία του εδάφους. Ο χρόνος φυτρώματος των ζιζανίων στον

αγρό έχει μελετηθεί από διάφορους επιστήμονες και μπορεί να εκτιμηθεί μέσω διαφόρων μοντέλων πρόγνωσης, ένα από τα οποία βασίζεται στη θερμοκρασία βάσης (Tb) του κάθε ζιζανίου (Masin et al. 2010). Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, αν και οι πυκνότητες της αγριομελιτζάνας και του βέλιουρα στον αγρό ήταν 5 φυτά/m² και 28,89 φυτά/m² αντίστοιχα, η επίδραση τους δεν ήταν ιδιαίτερα σημαντική στα πρώτα στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας πράγμα το οποίο καθυστέρησε την έναρξη της κρίσιμης περιόδου ανταγωνισμού των ζιζανίων με την καλλιέργεια, αποτέλεσμα που ενδέχεται να οφείλεται στην καθυστέρηση του φυτρώματος της αγριομελιτζάνας και της βλάστησης των ριζωμάτων του βέλιουρα στον αγρό.

Κάνοντας μια ανασκόπηση στη βιολογία των δύο υπό μελέτη ζιζανίων βλέπουμε ότι οι σπόροι της αγριομελιτζάνας φυτρώνουν ιδανικά σε θερμοκρασίες 30-31°C (Saeed et al. 2020), ενώ η άριστη θερμοκρασία για τη βλάστηση των ριζωμάτων του βέλιουρα είναι οι 28°C (Horowitz 1972). Από την άλλη πλευρά, η μέση θερμοκρασία που καταγράφηκε το μήνα σποράς της καλλιέργειας (Μάιος) στο Βελεστίνο ήταν 20,3°C (Διάγραμμα 2.2), θερμοκρασία αρκετά χαμηλότερη από την ιδανική για την ανάπτυξη των δύο ζιζανίων. Επίσης, οι Werle et al. (2014) επισημαίνουν ότι για να φυτρώσει το 50-90% των σπόρων της αγριομελιτζάνας απαιτούνται 301-719 βαθμοημέρες (GDD), ενώ σε μια άλλη μελέτη των Dorado et al. (2009) σε δύο περιοχές της Ιβηρικής Χερσονήσου με Μεσογειακό κλίμα βρέθηκε ότι για να βλαστήσει το 50% των ριζωμάτων του βέλιουρα απαιτούνται 188-253 βαθμοημέρες (GDD), ενώ η αντίστοιχη τιμή για το φύτεμα των σπόρων της αγριομελιτζάνας ήταν 123-405 βαθμοημέρες (GDD). Στη δική μας μελέτη, λαμβάνοντας υπόψιν το γεγονός ότι υπήρξε κατάλληλη προετοιμασία της σποροκλίνης του αγρού και επαρκής εδαφική υγρασία που είναι απαραίτητη για το φύτεμα των ζιζανίων, ο κύριος παράγοντας που επηρέασε την ανάπτυξη της αγριομελιτζάνας και του βέλιουρα ήταν η θερμοκρασία. Στο διάγραμμα 4.1 παρουσιάζεται το άθροισμα των βαθμοημέρων (GDD) από τη σπορά μέχρι την τελευταία επέμβαση απομάκρυνσης των δύο ζιζανίων στον αγρό. Ειδικότερα, ο υπολογισμός του συγκεκριμένη δείκτη βασίστηκε την παρακάτω εξίσωση:

$$GDD = \frac{\text{Μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία (°C)} - \text{Ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία (°C)}}{2} - 10^{\circ}\text{C}$$

όπου η θερμοκρασία των 10°C ορίστηκε ως η θερμοκρασία βάσης για το φύτευμα όπως αναφέρεται για την αγριομελιτζάνα από τους Werle et al. (2014).



Διάγραμμα 4.1. Άθροισμα των βαθμοημερών (GDD) για το φύτευμα της αγριομελιτζάνας και του βέλιουρα από την ημέρα σποράς (3 Μαΐου) μέχρι 6 εβδομάδες μετά το φύτευμα της καλλιέργειας.

Με βάση το παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι μέχρι το φύτευμα της καλλιέργειας το άθροισμα των βαθμοημερών (GDD) ήταν 62,9 για τα δύο ζιζάνια, ενώ 2 εβδομάδες μετά το φύτευμα είχε την τιμή των 273 επιβεβαιώνοντας έτσι την καθυστέρηση του φυτρώματος των δύο ζιζανίων στον αγρό.

4.3 Συμπεράσματα

Ο χρόνος παραμονής των ζιζανίων αγριομελιτζάνα και βέλιουρα στον αγρό αποδείχθηκε ένας σημαντικός παράγοντας που επηρέασε τόσο τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά του αραβοσίτου όσο και τα συστατικά της τελικής απόδοσης. Συγκεκριμένα, ορισμένα από τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την παραπάνω εργασία ήταν τα ακόλουθα:

- ✓ Στην πρώτη μέτρηση για το ύψος των φυτών του αραβοσίτου 32 ημέρες μετά το φύτευμα, δεν καταγράφηκαν διαφορές μεταξύ των διαφορετικών επεμβάσεων παραμονής των ζιζανίων. Μεγάλες διαφορές παρατηρήθηκαν στις 46 ημέρες μετά το φύτευμα καθώς το ύψος του σκαλισμένου μάρτυρα διέφερε σημαντικά μ' αυτό των υπολοίπων επεμβάσεων.
- ✓ Τόσο το νωπό όσο και το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος της καλλιέργειας, περιορίστηκαν σημαντικά από την παρουσία των ζιζανίων για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των τριών εβδομάδων από το φύτευμα.
- ✓ Η επίδραση της παραμονής των ζιζανίων στη διάμετρο του βλαστού του αραβοσίτου ήταν μεγαλύτερη σε σύγκριση με αυτήν για την περιεκτικότητα των φύλλων του αραβοσίτου σε χλωροφύλλη όταν τα ζιζάνια παρέμειναν στον αγρό για περισσότερες από 5 εβδομάδες μετά το φύτευμα της καλλιέργειας.
- ✓ Ο αριθμός των φύλλων του αραβοσίτου δεν επηρεάστηκε σημαντικά από την παρουσία των ζιζανίων στον αγρό.
- ✓ Η μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο (1629,4 kg/στρέμμα) που βρέθηκε στα φυτά του σκαλισμένου μάρτυρα ήταν μεγαλύτερη κατά 35,5% από την απόδοση των φυτών του ασκάλιστου μάρτυρα (1051,2 kg/στρέμμα).
- ✓ Η μεγαλύτερη επίδραση στα συστατικά της απόδοσης λόγω της παρουσίας των δύο ζιζανίων βρέθηκε για το βάρος του σπάδικα, έπειτα για το βάρος των 1000 σπόρων και τέλος για το μήκος του σπάδικα.
- ✓ Ο κρίσιμος χρόνος απομάκρυνσης της αγριομελιτζάνας και του βέλιουρα με σκοπό την αποφυγή της μείωσης της απόδοσης του αραβοσίτου περισσότερο από 10% βρέθηκε η 4^η εβδομάδα από το φύτευμα της καλλιέργειας.
- ✓ Η κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού των ζιζανίων στον αραβόσιτο είναι η παρουσία τους στο διάστημα μεταξύ της 4^{ης} και 6^{ης} εβδομάδας από το φύτευμα της καλλιέργειας.

Εν κατακλείδι, ο χρόνος παραμονής των ζιζανίων στον καλλιεργούμενο αγρό είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά την φυσιολογία και την απόδοση των φυτών. Ταυτόχρονα, είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψιν στον καταρτισμό προγραμμάτων ολοκληρωμένης αντιμετώπισης ζιζανίων και ο χρόνος εμφάνισης των ζιζανίων στις καλλιέργειες. Στη μελέτη μας, η αγριομελιτζάνα και ο βέλιουρας ήταν τα δύο κύρια ζιζάνια καθώς συμμετείχαν σε ποσοστό 92,29% επί του συνολικού ξηρού βάρους των ζιζανίων. Λόγω της καθυστερημένης εμφάνισης τους στον αγρό εξαιτίας

των χαμηλών θερμοκρασιών που επικράτησαν τον μήνα Μάιο στο Βελεστίνο (20,3 °C, Διάγραμμα 2.2), η αντιμετώπιση τους θα έπρεπε να γίνει μέχρι τις 28 ημέρες από το φύτευμα της καλλιέργειας, όταν η καλλιέργεια βρισκόταν στο στάδιο των 8 φύλλων, με σκοπό την επίτευξη υψηλών αποδόσεων.

Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία

Ελευθεροχωρινός, Η.Γ και Γιαννοπολίτης, Κ.Ν. (2009). Ζιζάνια: Οδηγός Αναγνώρισης. Εκδόσεις Αγροτύπος, Αθήνα.

Παπακώστα-Τασοπούλου Δ. (2012). Ειδική γεωργία: σιτηρά και ψυχανθή. Εκδόσεις: Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Abbas, H., Pantone, D., Paul, R. (1999). Characteristics of multiple-seeded cocklebur: A biotype of common cocklebur (*Xanthium strumarium* L.). *Weed Technology*, 13(2), 257-263.

Acciaresi, H., Yanniccari, M., Leguizamon, E., Guiamet, J. (2012). Leaf gas exchange and competitive ability of *Zea mays* and *Sorghum halepense* as affected by water competition. *Acta Agronomica Hungarica*, 60(3), 231-246.

Akin, D.E. and Rigsby, L.L. (2008). Corn fiber: Structure, composition, and response to enzymes for fermentable sugars and coproducts. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 144(1), 59-68.

Aldibekova, D.A., Kizaibek, M., Aisijiang, M., Dyuskaliyeva, G., Taldau, A., Erkinbek M. (2018). Morphology, anatomy, chlorogenic acid content and antioxidant capacity of *Xanthium strumarium* L. and *Xanthium spinosum* L. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 18(2), 237-246.

Amalia, D., Saleh, D., Djonaedi, E. (2020). Synthesis of biodegradable plastics using corn starch and corn husk as the fillers as well as chitosan and sorbitol. *Journal of Physics Conference Series*, 1442(129).

Anderson, R.L. (2000a). Cultural systems to aid weed management in semiarid corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, 14(3), 630-634.

Anderson, R.L. (2000b). Ecology and interference of Proso millet (*Panicum miliaceum*) in Semi-Arid Corn. *Weed Technology*, 14, 45-50.

- Arslan, M., Uremis, I., Uludag, A. (2006). The critical period of weed control in double-cropped soybean. *Phytoparasitica*, 34(2), 159-166.
- Auerswald, K. and Menzel, A. (2021). Change in erosion potential of crops due to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*, 300, 108338.
- Ben, G.Y., Osmond, B.C., Sharkey, T.D. (1987). Comparisons of photosynthetic responses of *Xanthium strumarium* and *Helianthus annuus* to chronic and acute water stress in sun and shade. *Plant Physiology*, 84(2), 476-82.
- Berenguer, P., Santiveri, F.J., Boixadera and Lloveras J. (2009). Nitrogen fertilisation of irrigated maize under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy*, 30, 163-171.
- Bukun, B. (2011). Sesame (*Sesamum indicum* L.) yield loss estimation with common cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) interference. *AFRICAN JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY*, 10(71).
- Byrd, J.D. and Coble, H.D. (1991). Interference of common cocklebur (*Xanthium strumarium*) and cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Technology*, 5(02), 270-278.
- Carpenter, J., Gouse, M., Yorobe, J. (2014). Maize/corn. Handbook on Agriculture, Biotechnology and Development, 583-603.
- Cavers, P. and Kane, M. (2016). The biology of Canadian weeds: 155. *Panicum miliaceum* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 96(6), 939-989.
- Chang, T.T., Shao, X.H., Ye, H., Li, W., Zhang, J., Zhang, J., Zhang, Z.Y. (2016). Irrigation scheduling for corn in a coastal saline soil. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 9(6), 91-99.
- Coombs, C., Lauzon, J.D., Deen, B., Van Eerd, L.L. (2017). Legume cover crop management on nitrogen dynamics and yield in grain corn systems. *Field Crops Research*, 201, 75-85.
- Cordes, J.C., Johnson, W.G., Scharf, P., Smeda, R.J. (2004). Late-emerging common waterhemp (*Amaranthus rudis*) interference in conventional tillage corn. *Weed Technology*, 18(04), 999-1005.

- Damalas, C.A. and Koutroubas, S.D. (2022). Weed Competition Effects on Growth and Yield of Spring-Sown White Lupine. *Horticulturae*, 8(5), 430.
- Danforth, A.T. (2009). Corn crop production: Growth, fertilization and yield. *Corn Crop Production: Growth, Fertilization and Yield*. 1-377.
- Darrah, L.L., McMullen, M.D., Zuber, M.S. (2019). Breeding, genetics and seed corn production. *Corn: Chemistry and Technology*, 3rd Edition, pp. 19-41.
- De Campos, C.F., Barroso, A.A.M., Da Silva, A.C., Gonçalves, C.G., Martins, D. (2016). Periods of weed interference in maize crops cultivated in the first and second cycles. *Semina: Ciencias Agrarias*, 37(5), 2867-2879.
- Delgado, J.A., Floyd, B., Brandt, A.D., D'adamo, R. (2022). Use of narrow rows in sprinkler-irrigated corn systems to increase grain yields, aboveground biomass, and water and nitrogen use efficiencies. *Agronomy*, 12(1).
- Dorado, J., Sousa, E., Calha, I.M., Gonzalez-Andujar, J.L. Fernandez-Quintanilla, C. (2009). Predicting weed emergence in maize crops under two contrasting climatic conditions. *Weed Research*, 49, 251-260.
- Dávid, I., Radócz, L., Béres, I., Kazinczi, G., Kovács, I. (2007). Competitiveness of velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medic.) and Italian cocklebur (*Xanthium italicum* Mor.) in maize and sunflower. *Analele Universității din Oradea, Fascicula: Protecția Mediului*, 12, 35-39.
- Edler, B., Bürger, J., Breitsameter, L., Steinmann, H-H., Isselstein, J. (2015). Growth responses to elevated temperature and reduced soil moisture during early establishment of three annual weeds in four soil types. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 122(1), 39-48.
- Evans, S.P., Knezevic, S.Z., Lindquist, J.L., Shapiro, C.A., Blankenship, E.E. 2017. Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. *Weed Science*, 51(3), 408-417.
- Fan, Y.-F., Gao, J.-L., Sun, J.-Y., Liu, J., Su, Z.-J., Hu, S.-P., Wang, Z.-G., Yu, X.-F. (2022). Potentials of straw return and potassium supply on maize (*Zea mays* L.) photosynthesis, dry matter accumulation and yield. *Scientific Reports*, 12(1).

- FAO 2020a. FAOSTAT database (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Τα δεδομένα ανακτήθηκαν από την ιστοσελίδα του συγκεκριμένου οργανισμού <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> στις 15/04/2022.
- FAO 2020b. FAOSTAT database (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Τα δεδομένα ανακτήθηκαν από την ιστοσελίδα του συγκεκριμένου οργανισμού https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/commodities_by_country στις 15/04/2022.
- Galon, L., Bagnara, M.A.M., Gabiatti, R.L., Wilson F.R.J., Basso, F.J.M., Nonemacher, F., Agazzi L.R., Radunz, L.L., Forte, C.T. (2018). Interference periods of weeds infesting maize crop. *Journal of Agricultural Science*, 10(10).
- García-Lara, S., and Serna-Saldivar, S.O. (2019). Corn history and culture. Corn: Chemistry and Technology, 3rd Edition. 1-18.
- Ghosheh, H., Holshouser, D.L., Chandler, J.M. (1996a). Influence of density on johnsongrass (*Sorghum halepense*) interference in field corn (*Zea mays*). *Weed Science*, 44(4), 879-883.
- Ghosheh, H., Holshouser, D.L., Chandler, J.M. (1996b). The critical period of johnsongrass (*Sorghum halepense*) control in field corn (*Zea mays*). *Weed Science*, 44(4), 944-947.
- Haarhoff, S.J. and Swanepoel, P.A. (2020). Narrow rows and high maize plant population improve water use and grain yield under conservation agriculture. *Agronomy Journal*, 112(2), 921-931.
- Hartzler, R.G., Gover, A., Stellingwerf J. (1991). Factors affecting winter survival of johnsongrass (*Sorghum halepense*) rhizomes. *Weed Technology*, 5(01), 108-110.
- Horowitz, M. (1972). Early development of johnsongrass. *Weed Science*, 20(3), 271-273.
- Hossain, F., Muthusamy, V., Bhat, J.S., Jha, S.K., Zunjare, R., Das, A., Sarika, K., Kumar, R. (2016). Maize. *Broadening the genetic base of grain cereals*, pp. 67-88.
- Hugo, E., Morey, L., Saayman-Du Toit, A.E.J., Reinhardt, C.F. (2014). Critical periods of weed control for naked crabgrass (*Digitaria nuda*), a grass weed in corn in South Africa. *Weed Science*, 62(4), 647-656.

- Hulugalle, N.R., Nachimuthu, G., Kirkby, K., Lonergan, P., Heimoana, V., Watkins, M.D., Finlay, L.A. (2020). Sowing maize as a rotation crop in irrigated cotton cropping systems in a Vertosol: Effects on soil properties, greenhouse gas emissions, black root rot incidence, cotton lint yield and fibre quality. *Soil Research*, 58(2), 137- 150.
- Hussain, Z., Marwat, K.B., Cardina, J. (2011). Common cocklebur competition in forage maize. *Weed Technology*, 25, 151-158.
- Iqbal, M.G., Anwar-ui Hassan, Ibrahim, M. (2008). Effects of tillage systems and mulch on soil physical quality parameters and maize (*Zea mays* L.) yield in semi-arid Pakistan. *Biological Agriculture and Horticulture*, 25(4), 311-325.
- Iqbal, A., Iqbal, M.A., Awad, M.F., Nasir, M., Sabagh, A.E., Siddiqui, M.H. (2021). Spatial arrangements and seeding rates influence biomass productivity, nutritional value and economic viability of maize (*Zea mays* L). *Pakistan Journal of Botany*, 53(3), 967-973.
- Jacob Junior, E.A., Mertz, L.M., Henning, F.A., Peske, S.T., Villela, F.A., Labbé L.M.B. (2014). Ideal seeds harvest moment of different maize hybrids. *Ciencia Rural*, 44(2), 253-260.
- James, T.K., Rahman, A., Trolove, M., Dowsett, C. (2016). Seed germination characteristics and control options for Noogoora bur (*Xanthium strumarium*) in commercial maize production. *New Zealand Plant Protection*, 69, 270-277.
- Jensen, P.K., Bibard, V., Czembor, E., Dumitru, S., Foucart, G., Froud-Williams, R.G., Jensen, J.E., Saave-dra, M., Sattin, M., Soukup, J., Palou, A.T, Thibord, J.-B., Voegler, W., Kudsk, P. (2011). Survey of weeds in maize crops in Europe. Aarhus University. Aarhus.
- Jhala, A.J., Knezevic, S.Z., Ganie, Z.A., Singh, M. (2014). Integrated weed management in maize. *Recent Advances in Weed Management*, pp. 177-196.
- Karimmojeni, H., Rahimian Mashhadi, H., Alizadeh, H.M., Cousens, R.D., Beheshtian Mesgaran, M. (2010a). Interference between maize and *Xanthium strumarium* or *Datura stramonium*. *Weed Research*, 50(3), 253-261.

- Karimmojeni, H., Rahimian Mashhadi, H., Saeed, S., Alireza, T., Hassan Mohammad, H. (2010b). Competitive interaction between maize, *Xanthium strumarium* and *Datura stramonium* affecting some canopy characteristics. *Australian Journal of Crop Science*, 4(9), 684-69.
- Karkanis, A., Athanasiadou, D., Giannoulis, K., Karanasou, K., Zografos, S., Souipas, S., Bartzialis, D., Danalatos N. (2020). Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) interference, control and recovery under different management practices and its effects on the grain yield and quality of maize crop. *Agronomy*, 10(2), 266.
- Karkanis, A., Nakopoulos, D., Palamioti, C., Giannoulis, K.D., Palamiotis, D., Igoumenos, G., Souipas, S., Liava, V., 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(3), 581.
- Kaur, R. and Soodan, A.S. (2017). Reproductive y of *Sorghum halepense* (L.) Pers. (Poaceae; Panicoideae; Andropogoneae) in relation to invasibility. *Flora-Morphology Distribution Functional Ecology of Plants*, 229.
- Korres, N.E., Norsworthy, J.K., Tehranchian, P., Gitsopoulos, T.K., Loka, D.A., Oosterhuis, D.M., Gealy, D.R., Moss, S.R., Burgos, N.R., Miller, M.R., Palhano, M. (2016). Cultivars to face climate change effects on crops and weeds: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(1), 1-22.
- Knezevic, S.Z., Weise, S.F., Swanton, C.J. (1994). Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) in corn (*Zea mays*). *Weed Science*, 42, 568-573.
- Krenchinski, F.H., Albrecht, A.J.P., Albrecht, L.P., Villetti, H.L., Orso, G., Barroso, A.A.M., Victoria Filho, R. (2015). Germination and dormancy in seeds of *Sorghum halepense* and *Sorghum arundinaceum*. *Planta Daninha*, 33(2), 223-230.
- Leguizamon, E.S. (1986). Seed survival and patterns of seedling emergence in *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Weed Research*, 26(6), 397-404.
- Lehoczky, É., Kismányoky, A., Ritecz, J., Németh, T. (2008). Study on competition between maize and weeds in long-term soil tillage experiments. *Cereal Research Communications*, 36(5), 1575-1578.

- Li, H., Mollier, A., Ziadi, N., Shi, Y., Parent, L.-É., Morel, C. (2017). The long-term effects of tillage practice and phosphorus fertilization on the distribution and morphology of corn root. *Plant and Soil*, 412(1-2), 97-114.
- Li, X., Chen, S., Aluoch, S.O., Mosongo, P.S., Cao, J., Hu, C. (2018). Maize production status and yield limiting factors of Kenya. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 26(4), 567-573.
- Li, G., Feng, H., Ji, T., Huang, J., Tian, C. (2021a). What type of Bt corn is suitable for a region with diverse lepidopteran pests: A laboratory evaluation. *GM Crops and Food*, 12(1), 115-124.
- Li, H., Liu, H., Zhou, J., Wei, G., Shi, S., Zhang, X., Zhang, R., Zhu, H., He, T. (2021b). Development and first results of a no-till pneumatic seeder for maize precise sowing in huang-huai-hai plain of China. *Agriculture (Switzerland)*, 11(10), 1023.
- Loddo, D., Masin, R., Otto, S., Zanin, G. (2012). Estimation of base temperature for *Sorghum halepense* rhizome sprouting. *Weed Research*, 52(1), 42-49.
- Lolas, P.C. and Coble H.D. (1980). Johnsongrass (*Sorghum halepense*) growth characteristics as related to rhizome length. *Weed Research*, 20(4), 205-210.
- Mandić, V., Đorđević, S., Bijelić, Z., Krnjaja, V., Muslić, D.R., Petričević, M., Simić, A. (2018). Effect of intra-row spacing and seed inoculation on stem lodging, yield and rain-use efficiency of maize under different climatic conditions. *Philippine Agricultural Scientist*, 101(3), 243-250.
- Maresma, A., Ballesta, A., Santiveri, F., Lloveras, J. (2019). Sowing date affects maize development and yield in irrigated Mediterranean environments. *Agriculture (Switzerland)*, 9(3).
- Masin, R., Loddo, D., Benvenuti, S., Zuin, M., Macchia, M., Zanin, G. (2010). Temperature and Water Potential as Parameters for Modeling Weed Emergence in Central-Northern Italy. *Weed Science*, 58(3), 216-222.
- Massinga, R. A., Currie, R.S., Horak, M.J., Boyer, J. (2001). Interference of Palmer amaranth in corn. *Weed Science*, 49(2), 202–208.
- McWhorter, C.G. and Jordan, T.N. (1976). The Effect of Light and Temperature on the Growth and Development of Johnsongrass. *Weed Science*, 24(1), 88-91.

- Mitskas, M.B., Tsolis, C.E., Eleftherohorinos, I., Damalas, C.A. (2003). Interference between corn and johnsongrass (*Sorghum halepense*) from seed or rhizome. *Weed Science*, 51(4), 540-545.
- Mosier, D.G. and Oliver, L.R. (1995). Common Cocklebur (*Xanthium strumarium*) and Entireleaf Morningglory (*Ipomoea hederacea* var. *integrifolia*) Interference on Soybeans (*Glycine max*). *Weed Science*, 43(2), 239-246.
- Nakova, R., Baeva, G., Nikolov, P. (2004). Competition between maize and *Xanthium strumarium* L. *Pesticidi i fitomedicina*, 19(4), 257-263.
- Nedeljković, D., Knezevic, S.Z., Bozic, D., Vrbničanin, S. (2021). Critical time for weed removal in corn as influenced by planting pattern and pre herbicides. *Agriculture*, 11(7), 587.
- Norsworthy, J.K. and Oliveira, M.J. (2007). Light and temperature requirements for common cocklebur (*Xanthium strumarium*) germination during after-ripening under field conditions. *Weed Science*, 55(3), 227-234.
- Oljaca, S., Vrbničanin, S., Simic, M., Stefanovic, L., Dolijanovic, Z. (2007). Jimsonweed (*Datura stramonium* L.) interference in maize. *Maydica*, 52(3), 329-333.
- Ortas, I., and Islam, K.R. (2018). Phosphorus fertilization impacts on corn yield and soil fertility. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49(14), 1684-1694.
- Pan, R., Meng, Z., Dong, J., Shang, Y., Mei, H., Yan, B., Fu, W., Gao, N., Xue, Z., Zhang, Z. (2022). Design and testing of an intermittent fertilisation method for seeding of maize (*Zea mays*). *Crop and Pasture Science*, 73(3).
- Peerzada, A.M., Ali, H.H., Hanif Z., Bajwa A.A, Kebaso, L., Frimpong, D., Iqbal, N., Namubiru, H., Hashim, S., Rasool, G., Manalil, S., van der Meulen, A., Chauhan, B.S. (2017). Eco-biology, impact, and management of *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Biological Invasions*. pp. 1-19.
- Ramesh, K., Vijaya Kumar, S., Upadhyay, P.K., Chauhan, B.S. (2022). Revisiting the concept of the critical period of weed control. *Journal of Agricultural Science*, 159(9-10), 636-642.

- Rangaswamy Ayyangar, G.N. and Ponnaiya, W.X. (1941). Studies in *Sorghum halepense* (Linn.) Pers— The Johnson Grass. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences - Section A Part 3 Mathematical sciences*, 3(3), 157-162.
- Romanekas, K., Šarauskis, E., Pilipavičius, V., Adamavičiene, A., Avižienyte, D. (2010). Impact of primary soil tillage intensity on maize (*Zea mays* L.) seedbed formation and productivity parameters. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 8(3-4), 679-682.
- Roth, G.W. and Heinrichs, A.J. (2001). Agronomy facts 18: Corn Silage Production and Management. Agricultural Research and Cooperative Extension Service, The Pennsylvania State University.
- Royal, S.S., Brecke, B.J., Colvin, D.L. (1997). Common cocklebur (*Xanthium strumarium*) interference with peanut (*Arachis hypogaea*). *Weed Science*, 45(1), 38-43.
- Rushing, S.G. and Oliver, L.R. (1998). Influence of planting date on common cocklebur (*Xanthium strumarium*) interference in early-maturing soybean (*Glycine max*). *Weed Science*, 46(1), 99-104.
- Saeed, A., Hussain, A., Khan, M.I., Arif, M., Maqbool, M.M., Mehmood, H., Iqbal, M., Alkahtani, J., Elshikh, M.S. (2020). The influence of environmental factors on seed germination of *Xanthium strumarium* L.: Implications for management. *PLoS ONE*, 15(10), e0241601.
- Saha, S., Chakraborty, D., Sharma, A.R., Tomar, R.K., Bhadraray, S., Sen, U., Behera, U.K., Purakayastha, T.J., Garg, R.N., Kalra, N. (2010). Effect of tillage and residue management on soil physical properties and crop productivity in maize (*Zea mays*)-Indian mustard (*Brassica juncea*) system. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 80(8), 679-685.
- Salama, H.S.A., Nawar, A.I., Khalil, H.E. (2022). Intercropping pattern and n fertilizer schedule affect the performance of additively intercropped maize and forage cowpea in the Mediterranean region. *Agronomy*, 12(1), 107.
- Saric-Krsmanovic, M., Bozic, D., Pavlovic, D., Elezovic, I., Vrbnicanin, S. (2012). Temperature effects on common cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) seed germination. *Romanian Agricultural Research*, 29, 389-393.

- Schwinning, S., Meckel, H., Reichmann, L.G., Polley, W.H., Fay, P.A. (2017). Accelerated development in Johnsongrass seedlings (*Sorghum halepense*) suppresses the growth of native grasses through size-asymmetric competition. *PLoS ONE*, 12(5), e0176042.
- Simić, M.S., Dragičević, V., Chachalis, D., Dolijanović, Ž., Brankov, M. (2020a). Integrated weed management in long-term maize cultivation. *Zemdirbyste*, 107(1), 33- 40.
- Simić, M., Dragicevic, V., Brankov, M., Senk, M. (2020b). Does continuous cropping of maize contribute to infestation with Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.)? *Pesticidi i Fitomedicina*, 35(3), 161-172.
- Singh, N., Singh, S., Shevkani, K. (2019). Maize: Composition, bioactive constituents, and unleavened bread. *Flour and Breads and Their Fortification in Health and Disease Prevention*, pp. 111-121.
- Snipes, C.E., Street, J.E., Walker, R.H. (1987). Interference Periods of Common Cocklebur (*Xanthium strumarium*) with Cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Science*, 35(4), 529-532.
- Sorensen, R.B., Lamb, M.C., Butts, C.L. (2021). Corn yield response to irrigation level, crop rotation, and irrigation system. *Journal of Crop Improvement*, 36(1), 1-16.
- Souza, N.O.S., Fagioli, M., Pereira, M.C., Farias, D.A. (2019). Seed physiological quality of sweet corn. *Acta Horticulturae*, 1249, 161-166.
- Steckel, L.E., Sprague, C.L. (2004). Common waterhemp (*Amaranthus rudis*) interference in corn. *Weed Science*, 52(3), 359-364.
- Taylorson, R.B. and McWhorter, C.G. (1969). Seed Dormancy and Germination in Ecotypes of Johnsongrass. *Weed Science*, 17(3), 359-361.
- Tehulie, N.S. (2021). Review on critical period of weed competition and management in maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Horticulture and Food Science*, 3(2), 44-48.
- Travlos, I.S., Kanatas, P.J., Economou, G., Kotoulas, V.E., Chachalis, D., Tsioros, S. (2012). Evaluation of velvetleaf interference with maize hybrids as influenced by relative time of emergence. *Experimental Agriculture*, 48(1), 127-137.

- Travlos, I., Gazoulis, I., Kanatas, P., Tsekoura, A., Zannopoulos, S., Papastyliou, P. (2020). Key Factors Affecting Weed Seeds' Germination, Weed Emergence, and Their Possible Role for the Efficacy of False Seedbed Technique as Weed Management Practice. *Front. Agron*, 2, 1.
- Trevini, M., Benincasa, P., Guiducci, M. (2013). Strip tillage effect on seedbed tilth and maize production in Northern Italy as case-study for the Southern Europe environment. *European Journal of Agronomy*, 48, 50-56.
- Ullah, R., Khan, N., Ali, K. (2022). Which factor explains the life-history of *Xanthium strumarium* L., an aggressive alien invasive plant species, along its altitudinal gradient? *Plant Direct*, 6(1), e375.
- Van Donk, S., Petersen, J., Davison, D. (2009). Effect of amount and timing of subsurface drip irrigation on corn production. *Irrigation Science*, 31(4).
- Vaughn, L.G., Bernards, M.L., Arkebauer, T.J., Lindquist, J.L. (2016). Corn and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) growth and transpiration efficiency under varying water supply. *Weed Science*, 64(4), 596-604.
- Vikal, Y. and Chawla, J.S. (2014). Molecular interventions for enhancing the protein quality of maize. *Maize: Nutrition Dynamics and Novel Uses*, pp. 49-61.
- Vlachos, C.E., Mariolis, N.A., Skaracis, G.N. (2015). A comparison of sweet sorghum and maize as first-generation bioethanol feedstocks in Greece. *Journal of Agricultural Science*, 153(5), 853-861.
- Wang, Y.H., Ma, Y.L., Feng, G.J., Li, H.H. (2018). Abiotic factors affecting seed germination and early seedling emergence of large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*). *Planta Daninha*, 36, e018166895.
- Warwick, S.I., Phillips, D., Andrews, C. (1986). Rhizome depth: the critical factor in winter survival of *Sorghum halepense* (L.) Pers. (Johnson grass). *Weed Research*, 26, 381-387.
- Weaver, S.E., Lechowicz, M.J. (1983). The biology of Canadian weeds. 56. *Xanthium strumarium* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 63, 211-225.

- Wen, Y.-Q., Xu, L.-L., Xue, C.-H., Jiang, X.-M. (2020). Effect of stored humidity and initial moisture content on the qualities and mycotoxin levels of maize germ and its processing products. *Toxins*, 12(9), 535.
- Werle, R., Sandell, L.D., Buhler, D.D., Hartzler, R.G., Lindquist, J. L. (2014). Predicting emergence of 23 summer annual weed species. *Weed Science*, 62(2), 267-279.
- Werner, E.L., Curran, W.S., Harper, J.K., Roth, G.W., Knievel, D.P. (2004). Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) interference and seed production in corn silage and grain. *Weed Technology*, 18(3), 779-783.
- Williams, II M.M. (2006). Planting date influences critical period of weed control in sweet corn. *Weed Science*, 54(5), 928-933.
- Williams, M.K., Heiniger, R.W., Everman, W.J., Jordan, D.L. (2014). Weed Control and Corn (*Zea mays*) Response to Planting Pattern and Herbicide Program with High Seeding Rates in North Carolina. *Advances in Agriculture*, (4), 1-8.
- Wilson, R.G. and Westra, P. (1991). Wild Proso Millet (*Panicum miliaceum*) Interference in Corn (*Zea mays*). *Weed Science*, 39(2), 217-220.
- Xu, R., Zhao, H., Liu, G., Li, Y., Li, S., Zhang, Y., Liu, N., Ma, L. (2022). Alfalfa and silage maize intercropping provides comparable productivity and profitability with lower environmental impacts than wheat–maize system in the North China plain. *Agricultural Systems*, 195, 103305.
- Zhang, X., Hong, M., Wan, H., Luo, L., Yu, Z., Guo, R. (2019). Identification of key genes involved in embryo development and differential oil accumulation in two contrasting maize genotypes. *Genes*, 10(12), 993.