



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ**

**Διδακτορική Διατριβή**

Βελτιστοποίηση της καλλιεργητικής πρακτικής της ψευδοσποράς  
και συγκριτικές αξιολογήσεις της εφαρμογής της σε φυτά μεγάλης καλλιέργειας

**Ιωάννης Γαζούλης**

Επιβλέπων καθηγητής

Ηλίας Τραυλός, Αναπληρωτής Καθηγητής Γ.Π.Α.

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Ηλίας Τραυλός, Αναπληρωτής Καθηγητής Γ.Π.Α.

Γαρυφαλλιά Οικονόμου, Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Χρήστος Δαμαλάς, Καθηγητής Δ.Π.Θ.



**ΑΘΗΝΑ 2024**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ**

**Διδακτορική Διατριβή**

Βελτιστοποίηση της καλλιεργητικής πρακτικής της ψευδοσποράς  
και συγκριτικές αξιολογήσεις της εφαρμογής της σε φυτά μεγάλης καλλιέργειας

Optimization of the false seedbed cultural practice and comparative  
evaluations of its implementation in field crops

**Ιωάννης Γαζούλης**

Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή

Ηλίας Τραυλός, Αναπληρωτής Καθηγητής Γ.Π.Α. (επιβλέπων)

Γαρυφαλλιά Οικονόμου, Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Χρήστος Δαμαλάς, Καθηγητής Δ.Π.Θ.

Παναγιώτα Θηρεσία Παπαστυλιανού, Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Δημήτριος Μπιλάλης, Καθηγητής Γ.Π.Α.

Ανέστης Καρκάνης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Παναγιώτης Κανάτας, Επίκουρος Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Πατρών

## Βελτιστοποίηση της καλλιεργητικής πρακτικής της ψευδοσποράς και συγκριτικές αξιολογήσεις της εφαρμογής της σε φυτά μεγάλης καλλιέργειας

Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής  
Εργαστήριο Γεωργίας

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μια από τις «υποτιμημένες» στο παρελθόν αλλά πλέον υποσχόμενες μεθόδους διαχείρισης ζιζανίων στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας αποτελεί η καλλιεργητική πρακτική της ψευδοσποράς. Η ψευδοσπορά περιλαμβάνει την προετοιμασία του αγρού για σπορά με τις συνηθισμένες πρακτικές εδαφοκατεργασίας, την άρδευση όπου αυτή είναι αναγκαία και τη μηχανική ή χημική καταπολέμηση των ζιζανίων μετά από ένα χρονικό διάστημα κάποιων ημερών ή εβδομάδων. Σκοπός της Διδακτορικής Διατριβής ήταν η βελτιστοποίηση της καλλιεργητικής πρακτικής της ψευδοσποράς καθώς και συγκριτικές αξιολογήσεις της εφαρμογής της σε φυτά μεγάλης καλλιέργειας. Η παρούσα μελέτη περιλάμβανε τρεις κύριες πειραματικές ενότητες: α) διετή (2020–2022) πειραματισμό αγρού σε μονοκαλλιέργειες και συγκαλλιέργειες λόλιου (*Lamium multiflorum* Lam.) και Αλεξανδρινού τριφυλλίου (*Trifolium alexandrinum* L.) στη Δυτική Ελλάδα, β) διετή (2021–2023) πειραματισμό αγρού στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού (*Triticum durum* Desf.) σε δυο διαφορετικές περιοχές στη Στερεά Ελλάδα (Δομοκός και Αλίαρτος) και γ) διετή (εαρινές καλλιεργητικές περιόδους 2022 και 2023) πειραματισμό αγρού στην καλλιέργεια του κενάφ (*Hibiscus cannabinus* L.) στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Στην πρώτη πειραματική ενότητα, πραγματοποιήθηκε διπαραγοντικό πείραμα αγρού όπου ο παράγοντας της ψευδοσποράς κατατάχθηκε στα κύρια τεμάχια ενώ ο παράγοντας της συγκαλλιέργειας στα υποτεμάχια. Στα κύρια τεμάχια της ψευδοσποράς, ο έλεγχος των ζιζανίων πραγματοποιήθηκε με επιφανειακή εδαφοκατεργασία αλλά σε διαφορετικούς χρόνους. Συγκεκριμένα, τα ζιζάνια ελέγχθηκαν μηχανικά είτε μία είτε δύο εβδομάδες από την αρχική προετοιμασία της σποροκλίνης. Στα τεμάχια της συγκαλλιέργειας, μελετήθηκαν πέντε αναλογίες των συγκαλλιεργούμενων ειδών δηλαδή λόλιου και Αλεξανδρινού τριφυλλίου οι οποίες ήταν: 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 και 100:0. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η καθυστέρηση του ελέγχου των ζιζανίων, άρα και της σποράς της καλλιέργειας, για δύο αντί μιας εβδομάδας μείωσε σημαντικά την πυκνότητα των ζιζανίων ως και 81% συγκριτικά με τον αμεταχειριστο μάρτυρα οδηγώντας σε αυξημένες αποδόσεις σε χορτομάζα. Ακόμη, φαίνεται πως η αύξηση της αναλογίας του λόλιου στις συγκαλλιέργειες λειτούργησε συνεργιστικά με την ψευδοσπορά περιορίζοντας τη πυκνότητα και τη βιομάζα ανταγωνιστικών ζιζανίων όπως η αγριοβρώμη (*Avena sterilis* L.) και το άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis* L.). Επιπλέον, η ψευδοσπορά συνέβαλλε στη διατήρηση αποδεκτής παραγωγής βιομάζας και από το Αλεξανδρινό τριφύλλι στις υπό μελέτη συγκαλλιέργειες. Παρατηρήθηκαν ακόμη στατιστικά σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων της ψευδοσποράς και της συγκαλλιέργειας ( $p \leq 0,05$ ).

Στην δεύτερη πειραματική ενότητα, ερευνήθηκαν οι διαφορετικές μέθοδοι εφαρμογής της ψευδοσποράς σε συνδυασμό με εφαρμογή εκλεκτικού ζιζανιοκτόνου νωρίς μεταφυτρωτικά για διαχείριση ζιζανίων στο σκληρό σιτάρι. Για την ψευδοσπορά πραγματοποιήθηκε έλεγχος ζιζανίων είτε με επιφανειακή εδαφοκατεργασία είτε με εφαρμογή glyphosate τόσο στη συνιστώμενη ( $720 \text{ g a.e ha}^{-1}$ ) όσο και σε μειωμένη δόση ( $540 \text{ g a.e ha}^{-1}$ ). Διαπιστώθηκε πως στα πειραματικά τεμάχια της ψευδοσποράς, η εφαρμογή glyphosate στη μειωμένη δόση οδήγησε σε

εξαιρετικά επίπεδα ελέγχου των ζιζανίων ( $\geq 90\%$ ) χωρίς να υπολείπεται συγκριτικά με την επέμβαση όπου το ζιζανιοκτόνο εφαρμόστηκε στη συνιστώμενη δόση. Ακόμη, υψηλή ήταν η αποτελεσματικότητα της ψευδοσποράς με επιφανειακή εδαφοκατεργασία, ιδιαίτερα όμως όταν συνδυάστηκε με εφαρμογή εκλεκτικού ζιζανιοκτόνου μεταφυτρωτικά νωρίς. Οι παραπάνω συνδυασμοί οδήγησαν και στις βέλτιστες στρεμματικές αποδόσεις ( $\geq 5.000 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Τα συμπεράσματα αυτά ήταν κοινά και στις δύο περιοχές (Δομοκός και Αλιάρτος) όπου η ζιζανιοχλωρίδα αποτελούταν κυρίως από ετήσια πλατύφυλλα ζιζάνια.

Στην τρίτη πειραματική ενότητα, πραγματοποιήθηκε διπαραγοντικό πείραμα αγρού όπου ο παράγοντας της ψευδοσποράς κατατάχθηκε στα υποτεμάχια ενώ ο παράγοντας των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών σποράς της καλλιέργειας του κενάφ στα κύρια τεμάχια. Στα υποτεμάχια της ψευδοσποράς, ο έλεγχος των ζιζανίων πραγματοποιήθηκε μόνο με εφαρμογή του μη εκλεκτικού ζιζανιοκτόνου glyphosate αλλά σε διαφορετικούς χρόνους. Συγκεκριμένα, τα ζιζάνια ελέγχθηκαν είτε 3 είτε 6 εβδομάδες από την αρχική προετοιμασία της σποροκλίνης. Οι δύο αποστάσεις μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας ήταν 60 cm και 30 cm. Σημαντικές ήταν οι επιδράσεις και των δύο παραγόντων στις παραμέτρους των ζιζανίων και της καλλιέργειας που μελετήθηκαν ( $p \leq 0,05$ ). Οι εφαρμογές glyphosate στα υποτεμάχια της ψευδοσποράς και στις 2 περιπτώσεις περιόρισαν κατά τουλάχιστον 50% τη πυκνότητα και τη βιομάζα των ζιζανίων και έδειξαν υψηλή αποτελεσματικότητα ακόμη και εναντίον δυσεξόντων πολυετών ζιζανίων όπως η πορφυρή κύπερη (*Cyperus rotundus* L.) και ο γερμανός (*Solanum elaeagnifolium* Cav.). Οι μέγιστες αποδόσεις του κενάφ σε βιομάζα παρατηρήθηκαν για τα τεμάχια της ψευδοσποράς όταν η ζιζανιοκτονία έγινε 3 εβδομάδες μετά τη προετοιμασία της σποροκλίνης ( $\geq 15 \text{ t ha}^{-1}$ ). Ακόμη, ο συνδυασμός ψευδοσποράς με μειωμένες αποστάσεις μεταξύ των γραμμών (30 cm αντί 60 cm) αύξησε την τελική πυκνότητα της φυτείας αυξάνοντας το ποσοστό επιτυχίας της εγκατάστασης της καλλιέργειας σε επίπεδα άνω του 75%.

Τα αποτελέσματα όλων των παραπάνω ενοτήτων δείχνουν πως η μέθοδος της ζιζανιοκτονίας και η χρονική στιγμή που αυτή πραγματοποιείται μπορούν να καθορίσουν την επιτυχία της ψευδοσποράς. Σε κάθε περίπτωση όμως, βέλτιστα αποτελέσματα επιτυγχάνονται όταν η ψευδοσπορά συνδυάζεται είτε με άλλες καλλιεργητικές πρακτικές που αυξάνουν την ανταγωνιστικότητα των καλλιεργειών όπως η μείωση των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας, η συγκαλλιέργεια κ.α. είτε με λελογισμένη χρήση εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων. Τα αποτελέσματα της παρούσας Διδακτορικής Διατριβής ενδέχεται να συμβάλλουν ενεργά στη βελτιστοποίηση της καλλιεργητικής πρακτικής της ψευδοσποράς για διαχείριση ζιζανίων σε φυτά μεγάλης καλλιέργειας. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού όμως απαιτείται περαιτέρω πειραματισμός πεδίου σε ένα ευρύτερο φάσμα καλλιεργειών, ζιζανίων και εδαφοκλιματικών συνθηκών.

**Επιστημονική περιοχή:** Ζιζανιολογία

**Λέξεις κλειδιά:** Ψευδοσπορά, πυκνότητα ζιζανίων, απόδοση, φυτά μεγάλης καλλιέργειας, διαχείριση ζιζανίων

## Optimization of the false seedbed cultural practice and comparative evaluations of its implementation in field crops

Department of Crop Science  
Laboratory of Agronomy

### ABSTRACT

One of the most “underestimated” in the past but very promising methods of weed management in field crops is the false/stale seedbed cultural practice. False/stale seedbed includes seedbed preparation with common tillage practices, irrigation where necessary and mechanical or chemical weed control after a while of some days or weeks. Afterwards, crop sowing follows. The aim of this Doctoral Thesis was the optimization of the false/stale seedbed cultural practice and comparative evaluations of its implementation in field crops. The current study included three experimental modules: (a) two-year (2020–2022) field experimentation in monocultures and intercrops of annual ryegrass (*Lamium multiflorum* Lam.) and Berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) in Western Greece, (b) two-year (2021–2023) field experimentation in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) on two different experimental sites in Central Greece (Domokos and Aliartos) and (c) two-year (spring growing seasons of 2022 and 2023) field experimentation in kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) on the experimental field of Laboratory of Agronomy of Agricultural University of Athens.

In the first experimental module, a two-factor field trial was conducted where the factor of false seedbed was assigned to the main plots and the factor of intercropping was assigned to the subplots. In false seedbed main plots, weed control was carried with shallow tillage but in different timings. Specifically, weeds were controlled mechanically either one or two weeks after the initial seedbed preparation. In intercropping subplots, five ratios of intercropped species i.e. annual ryegrass and Berseem clover were studied which were: 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 and 100:0. Results showed that the delay of weed control, and therefore the delay of sowing, for two instead of one week significantly reduced weed density up to 81% compared to the untreated control leading to increased forage yield. In addition, it seems that the increase of the ratio of annual ryegrass in the intercrops displayed synergistic effects with false seedbed suppressing the density and biomass of competitive weeds as sterile oat (*Avena sterilis* L.) and wild mustard (*Sinapis arvensis* L.). Moreover, false seedbed contributed to the maintenance of acceptable biomass production from Berseem clover in the intercrops that were studied. Significant interactions were also observed between the factors of false seedbed and intercropping ( $p \leq 0.05$ ).

In the second experimental module, different methods of false/stale seedbed implementation were studied in combination with early post-emergence application of a selective herbicide in durum wheat. In false seedbed, weed control was carried either by shallow tillage or by the application of the non-selective herbicide glyphosate at the recommended (720 g a.e ha<sup>-1</sup>) and the reduced application rate (540 g a.e ha<sup>-1</sup>). It was found that in false seedbed plots, glyphosate applied at the reduced rate led to excellent weed control levels ( $\geq 90\%$ ) without being inferior to the glyphosate treatment at the recommended field rate. Moreover, the efficacy of false seedbed (with shallow tillage) was high, and especially when it was combined with early post-emergence application of the selective herbicide. These above combinations led to optimal

yields per unit area ( $\geq 5.000 \text{ kg ha}^{-1}$ ). These results were common on both sites (Domokos and Aliartos) where weed flora included mainly annual broadleaf weeds.

In the third experimental module, a two-factor field trial was conducted where the factor of stale seedbed was assigned to subplots while the factor of kenaf row spacing was assigned to the main plots. In stale seedbed subplots, weeds were controlled with glyphosate at two different timings. In particular, weeds were sprayed either three or six weeks after the initial seedbed preparation. The two row spacings were 60 cm and 30 cm. Significant were the effects of both factors on weed and crop parameters that were studied ( $p \leq 0.05$ ). Glyphosate applications on stale seedbed subplots in both the cases reduced weed density and biomass by at least 50% and showed high efficacy even on troublesome perennial weeds as purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) and silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium* Cav.). Kenaf highest yields were observed for stale seedbed plots where weed control was carried out 3 weeks after seedbed preparation ( $\geq 15 \text{ t ha}^{-1}$ ). Furthermore, the combination of stale seedbed with reduced row spacing (30 cm instead of 60 cm) increased the final density of the stand increasing the percentage of crop establishment success in levels above 75%.

The results of all above experimental modules show that the method and the timing of weed control are crucial for the success of false/stale seedbed. In any case, optimal results are achieved when false/stale seedbed is combined either with other cultural practices that increase crop competitiveness as narrow row spacing, intercropping etc. or with sustainable use of selective herbicides. The findings of this Doctoral Thesis can actively contribute to the optimization of the false/stale seedbed cultural practice for weed management in field crops. However, further field experimentation is required on a broader range of crops, weeds and soil-climatic conditions is required.

**Scientific area:** Weed science

**Keywords:** False/stale seedbed, weed density, yield, field crops, weed management

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς τον επιβλέποντα της παρούσας Διδακτορικής Διατριβής κ. Ηλία Τραυλό, Αναπληρωτή Καθηγητή του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών για την ευκαιρία που μου έδωσε την ευκαιρία και το ερευνητικό κίνητρο να συνεργαστούμε για όλα αυτά τα χρόνια. Νιώθω μεγάλη ευγνωμοσύνη για όλη τη στήριξη που μου έδειξε και τη καθοδήγηση οποτεδήποτε τον χρειάστηκα τόσο σε ανθρώπινο επίπεδο όσο και στο αμιγώς τεχνικό κομμάτι της διεκπεραίωσης των πειραμάτων μου και της συγγραφής της Διδακτορικής μου Διατριβής.

Έπειτα, θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ την Καθηγήτρια του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και μέλος της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής κα. Γαρυφαλλιά Οικονόμου. Δεν θα ξεχάσω την ευγένειά της και την βοήθεια της σε ότι χρειάστηκα. Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Χρήστο Δαμαλά, Αναπληρωτή Καθηγητή του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης και μέλος της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής για την υποστήριξη του και την ευχάριστη στάση του.

Ακόμη, ευχαριστώ θερμά τα υπόλοιπα μέλη της επταμελούς εξεταστικής επιτροπής της παρούσας μελέτης. Αρχικά, την Καθηγήτρια Γ.Π.Α. Παναγιώτα-Θηρεσία Παπαστυλιανού για την πολύ ευγενική της στάση απέναντί μου όλα αυτά τα χρόνια, τον Καθηγητή Γ.Π.Α. και Διευθυντή του Εργαστηρίου Γεωργίας Δημήτριο Μπιλάλη για τη βοήθεια και τις συμβουλές που μου έδωσε όποτε τον χρειάστηκα και για την θερμή υποδοχή μου στο Εργαστήριο Γεωργίας από την πρώτη στιγμή. Ευχαριστώ ακόμη τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Ανέστη Καρκάνη για την ευγενική του στάση και τις σημαντικές επισημάνσεις του καθώς και τον Επίκουρο Καθηγητή του Πανεπιστημίου Πατρών Παναγιώτη Κανάτα για όλες τις συμβουλές που μου παρείχε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της Διδακτορικής μου Διατριβής.

Δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω τον κ. Στέλιο Τσιώρο και τον κ. Κώστα Μαργαρίτη για το ευχάριστο και φιλικό κλίμα κατά την παραμονή μου στο Εργαστήριο Γεωργίας αλλά και για την προθυμία τους να μου παρέχουν βοήθεια και εξοπλισμό σε διάφορες καλλιεργητικές.

Επίσης, ευχαριστώ τον συνεργάτη και στενό φίλο Νικόλα Αντωνόπουλο, και τις επίσης φίλες και συναδέλφους Νατάσα Τσεκούρα και Αγγελική Κούστα για τις όμορφες στιγμές που περάσαμε μαζί στο Εργαστήριο Γεωργίας. Ευχαριστώ ακόμη τις συναδέλφους Δήμητρα Πετράκη και

Μεταξία Κοκκίνη για τη βοήθειά τους όποτε τις χρειάστηκα όπως επίσης και τον καλό συνάδελφο Μάριο Δανάσκο.

Ευχαριστώ προπάντων την οικογένεια μου και όλα τα αγαπημένα μου πρόσωπα που με στηρίζουν και μου δείχνουν την αγάπη τους σε κάθε μου βήμα.

Τέλος, ευχαριστώ το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) που υποστήριξε οικονομικά την παρούσα Διδακτορική Διατριβή στο πλαίσιο της «3ης Προκήρυξης ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για Υποψήφιους/ες Διδάκτορες» (Αριθμός Υποτροφίας: 6535).

*Στους δικούς μου ανθρώπους*

*Αθήνα, Ιούλιος 2024*

---

Με την άδειά μου, η παρούσα εργασία ελέγχθηκε από την Εξεταστική Επιτροπή μέσα από λογισμικό ανίχνευσης λογοκλοπής που διαθέτει το Γ.Π.Α. και διασταυρώθηκε η εγκυρότητα και η πρωτοτυπία της.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	i
ABSTRACT.....	iii
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	v
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	x
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	xii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ.....	xiv
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Ζιζάνια – Κύρια χαρακτηριστικά και επιπτώσεις στη Γεωργία .....	1
1.2. Διαχείριση ζιζανίων.....	2
1.3. Καλλιεργητικές πρακτικές διαχείρισης ζιζανίων .....	3
1.4. Αμειψισπορά .....	4
1.5. Συγκαλλιέργεια.....	4
1.6. Καλλιέργειες κάλυψης (cover crops).....	5
1.7. Αύξηση πυκνότητας φυτείας .....	5
1.8. Ανταγωνιστικές ποικιλίες.....	6
1.9. Διαχείριση λίπανσης και άρδευσης .....	6
1.10. Ψευδοσπορά .....	7
1.10.1. Περιγραφή εφαρμογής της καλλιεργητικής πρακτικής της ψευδοσποράς.....	7
1.10.2. Ανασκόπηση πρόσφατης διεθνούς βιβλιογραφίας .....	8
1.10.3. Η ψευδοσπορά στην Ελλάδα.....	10
1.11. Αντικείμενο μελέτης και σκοπός της Διδακτορικής Διατριβής .....	10
<b>2. ΠΡΩΤΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ – ΨΕΥΔΟΣΠΟΡΑ ΓΙΑ ΑΓΡΟΙΚΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΕ ΧΟΡΤΟΔΟΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΛΟΛΙΟΥ (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) ΚΑΙ ΑΛΕΞΑΝΔΡΙΝΟΥ ΤΡΙΦΥΛΛΙΟΥ (<i>Trifolium alexandrinum</i> L.).....</b>	<b>12</b>
2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΥΠΟΘΕΣΗ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ .....	12
2.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....	15
2.2.1. Περιγραφή πειραματικής περιοχής .....	15
2.2.2. Πειραματικός σχεδιασμός και διαχείριση πειράματος.....	18
2.2.3. Συλλογή δεδομένων.....	22
2.2.4. Στατιστική ανάλυση δεδομένων.....	25
2.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	27

2.3.1. Πυκνότητα ζιζανίων .....	27
2.3.1. Απόδοση σε χορτομάζα – Πρώτη κοπή .....	44
2.3.2. Απόδοση σε χορτομάζα – Δεύτερη κοπή .....	59
2.3.3. Απόδοση σε χορτομάζα – Αθροιστική μεταξύ των δύο κοπών .....	64
2.4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	73
<b>3. ΔΕΥΤΕΡΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΨΕΥΔΟΣΠΟΡΑΣ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΚΛΕΚΤΙΚΩΝ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ ΓΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΤΟ ΣΚΛΗΡΟ ΣΙΤΑΡΙ (<i>Triticum durum</i> Desf.) .....</b>	<b>76</b>
3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΥΠΟΘΕΣΗ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ .....	76
3.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....	77
3.2.1. Περιγραφή πειραματικών περιοχών .....	77
3.2.2. Πειραματικός σχεδιασμός και διαχείριση πειράματος.....	80
3.2.3. Συλλογή δεδομένων .....	83
3.2.4. Στατιστική ανάλυση δεδομένων.....	83
3.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	84
3.3.1. Πυκνότητα ζιζανίων .....	84
3.3.2. Βιομάζα ζιζανίων.....	102
3.3.3. Απόδοση σε καρπό και συστατικά της.....	108
3.4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	113
<b>4. ΤΡΙΤΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ – ΨΕΥΔΟΣΠΟΡΑ ΚΑΙ ΜΕΙΩΜΕΝΕΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΓΡΑΜΜΩΝ ΓΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΚΕΝΑΦ (<i>Hibiscus cannabinus</i> L.).....</b>	<b>114</b>
4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΥΠΟΘΕΣΗ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ .....	114
4.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....	117
4.2.1. Περιγραφή πειραματικής περιοχής .....	117
4.2.2. Πειραματικός σχεδιασμός και διαχείριση πειράματος.....	120
4.2.3. Συλλογή δεδομένων .....	124
4.2.4. Στατιστική ανάλυση δεδομένων.....	127
4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	128
4.3.1. NDVI ζιζανίων .....	128
4.3.2. Πυκνότητα ζιζανίων .....	132
4.3.3. Βιομάζα ζιζανίων.....	149
4.3.4. Παράμετροι ανάπτυξης του κενάφ και τελική απόδοση του στελέχους σε βιομάζα .....	167
4.4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	181

<b>5. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ.....</b>	<b>183</b>
<b>6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>184</b>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

<b>Εικόνα 1.</b> Η πειραματική περιοχή στη Βόνιτσα (Δυτική Ελλάδα).....	15
<b>Εικόνα 2.</b> Αναλυτική απεικόνιση του πειραματικού σχεδιασμού.....	20
<b>Εικόνα 3.</b> Συγκομιδή χορτοδοτικών καλλιιεργειών.....	25
<b>Εικόνα 4.</b> Πειραματικό τεμάχιο αλληλεπίδρασης $\Psi 0/\Sigma 1$ με μεγάλη πυκνότητα ζιζανίων.....	42
<b>Εικόνα 5.</b> Πειραματικό τεμάχιο αλληλεπίδρασης $\Psi 1/\Sigma 2$ με χαμηλότερη πυκνότητα ζιζανίων....	42
<b>Εικόνα 6.</b> Πειραματικό τεμάχιο αλληλεπίδρασης $\Psi 2/\Sigma 3$ με ικανοποιητική παρουσία Αλεξανδρινού τριφυλλιού και ελάχιστα ζιζάνια.....	43
<b>Εικόνα 7.</b> Πειραματικό τεμάχιο αλληλεπίδρασης $\Psi 2/ΜΛ$ με πολύ μικρή πυκνότητα ζιζανίων...	43
<b>Εικόνα 8.</b> Πειραματικό τεμάχιο αλληλεπίδρασης $\Psi 2/\Sigma 2$ με ελάχιστα ζιζάνια.....	44
<b>Εικόνα 9.</b> Οι πειραματικοί αγροί στον Δομοκό (πάνω εικόνα) και στην Αλίαρτο (κάτω εικόνα)..	77
<b>Εικόνα 10.</b> Νεαρά ζιζάνια πριν τις εφαρμογές glyphosate.....	81
<b>Εικόνα 11.</b> Κάτοψη πειραματικού σχεδίου (ίδιο στους δύο πειραματικούς αγρούς).....	82
<b>Εικόνα 12.</b> Αποτελεσματικός έλεγχος κουφάγκαθου με το νέο μείγμα εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων diflufenican + flufenacet + metribuzin (Herold Trio®) στην περιοχή του Δομοκού.....	84
<b>Εικόνα 13.</b> Επέμβαση E1 στο Δομοκό.....	87
<b>Εικόνα 14.</b> Επέμβαση E2 στο Δομοκό.....	88
<b>Εικόνα 15.</b> Επέμβαση E3 στο Δομοκό.....	88
<b>Εικόνα 16.</b> Επέμβαση E4 στο Δομοκό.....	88
<b>Εικόνα 17.</b> Επέμβαση E5 στο Δομοκό.....	89
<b>Εικόνα 18.</b> Επέμβαση E6 στο Δομοκό.....	89
<b>Εικόνα 19.</b> Επέμβαση E7 στο Δομοκό.....	89
<b>Εικόνα 20.</b> Επέμβαση E8 στο Δομοκό.....	90
<b>Εικόνα 21.</b> Επέμβαση E1 στην Αλίαρτο.....	93

<b>Εικόνα 22.</b> Επέμβαση Ε2 στην Αλίαρτο.....	94
<b>Εικόνα 23.</b> Επέμβαση Ε3 στην Αλίαρτο.....	94
<b>Εικόνα 24.</b> Επέμβαση Ε4 στην Αλίαρτο.....	94
<b>Εικόνα 25.</b> Επέμβαση Ε5 στην Αλίαρτο.....	95
<b>Εικόνα 26.</b> Επέμβαση Ε6 στην Αλίαρτο.....	95
<b>Εικόνα 27.</b> Επέμβαση Ε7 στην Αλίαρτο.....	95
<b>Εικόνα 28.</b> Επέμβαση Ε8 στην Αλίαρτο.....	96
<b>Εικόνα 29.</b> Ο πειραματικός αγρός του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γ.Π.Α.....	117
<b>Εικόνα 30.</b> Κάτοψη του πειραματικού σχεδιασμού.....	121
<b>Εικόνα 31.</b> Κύριο τεμάχιο με ΑΓ 30-cm. Μάρτυρας Ψ0 με μεγάλη πυκνότητα ζιζανίων.....	177
<b>Εικόνα 32.</b> Κύριο τεμάχιο με ΑΓ 30-cm. Απεικονίζονται τα υποτεμάχια Ψ2 (μπροστά), Ψ0 (δεξιά) και Ψ1 (αριστερά).....	177
<b>Εικόνα 33.</b> Υποτεμάχιο Ψ2 σε κύριο τεμάχιο με ΑΓ 30-cm πριν τη σπορά.....	178
<b>Εικόνα 34.</b> Υποτεμάχιο Ψ1 σε κύριο τεμάχιο με ΑΓ 30-cm.....	178
<b>Εικόνα 35.</b> Υποτεμάχιο Ψ1 σε κύριο τεμάχιο με ΑΓ 60-cm.....	179
<b>Εικόνα 36.</b> Κύριο τεμάχιο με ΑΓ 60-cm. Απεικονίζεται ο μάρτυρας Ψ0.....	179
<b>Εικόνα 37.</b> Υποτεμάχιο Ψ2 σε κύριο τεμάχιο με ΑΓ 60-cm πριν τη σπορά.....	180
<b>Εικόνα 38.</b> Υποτεμάχιο Ψ0 σε κύριο τεμάχιο με ΑΓ 60-cm με μεγάλο φορτίο ζιζανίων.....	180

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

- Πίνακας 1.** Ημερομηνίες εκτέλεσης σημαντικών ενεργειών στον πειραματικό αγρό.....24
- Πίνακας 2.** Οι επιδράσεις των παραγόντων της καλλιεργητικής περιόδου (ΚΠ), της ψευδοσποράς (Ψ), της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΧΚ) και των αλληλεπιδράσεων ΚΠ × Ψ, ΚΠ × ΧΚ, Ψ × ΧΚ και ΚΠ × Ψ × ΧΚ στη πυκνότητα της αγριοβρώμης, τη πυκνότητα του άγριου σιναπιού και τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων.....27
- Πίνακας 3.** Οι επιδράσεις των παραγόντων της ψευδοσποράς (Ψ), της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΧΚ) και της αλληλεπίδρασης Ψ × ΧΚ στη πυκνότητα της αγριοβρώμης, τη πυκνότητα του άγριου σιναπιού και τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων κατά τις δύο διαφορετικές καλλιεργητικές περιόδους (ΚΠ), 2020–2021 και 2021–2022.....30
- Πίνακας 4.** Οι τιμές των στατιστικών παραμέτρων των αναλύσεων συσχέτισης-παλινδρόμησης μεταξύ της (γ) συνολικής πυκνότητας ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) και (χ) των ημερών από την προετοιμασία της σποροκλίνης έως την σπορά στα κύρια τεμάχια (Ψ) όπως πραγματοποιήθηκαν για όλες της ΧΚ σύμφωνα με το πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού ( $y = \alpha\chi^2 + \beta\chi + \gamma, n = 12$ ) για την ΚΠ 2020–2021. Τα σφάλματα περιλαμβάνονται στις παρενθέσεις.....39
- Πίνακας 5.** Οι τιμές των στατιστικών παραμέτρων των αναλύσεων συσχέτισης-παλινδρόμησης μεταξύ της (γ) συνολικής πυκνότητας ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) και (χ) των ημερών από την προετοιμασία της σποροκλίνης έως την σπορά στα κύρια τεμάχια (Ψ) όπως πραγματοποιήθηκαν για όλες της ΧΚ σύμφωνα με το πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού ( $y = \alpha\chi^2 + \beta\chi + \gamma, n = 12$ ) για την ΚΠ 2021–2022. Τα σφάλματα περιλαμβάνονται στις παρενθέσεις.....40
- Πίνακας 6.** Οι επιδράσεις των παραγόντων της καλλιεργητικής περιόδου (ΚΠ), της ψευδοσποράς (Ψ), της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΧΚ) και των αλληλεπιδράσεων ΚΠ × Ψ, ΚΠ × ΧΚ, Ψ × ΧΚ και ΚΠ × Ψ × ΧΚ στην απόδοση σε χορτομάζα, τη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλιού (ΑΤ) και τη βιομάζα των ζιζανίων κατά τη πρώτη κοπή.....46
- Πίνακας 7.** Οι επιδράσεις των παραγόντων της ψευδοσποράς (Ψ), της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΧΚ) και της αλληλεπίδρασης Ψ × ΧΚ στην απόδοση σε χορτομάζα, τη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλιού (ΑΤ) και τη βιομάζα των ζιζανίων κατά τη πρώτη κοπή κατά τις δύο διαφορετικές καλλιεργητικές περιόδους (ΚΠ), 2020–2021 και 2021–2022.....47
- Πίνακας 8.** Οι τιμές των στατιστικών παραμέτρων των αναλύσεων συσχέτισης-παλινδρόμησης μεταξύ της (γ) απόδοσης σε χορτομάζα (kg ha<sup>-1</sup>) κατά τη πρώτη κοπή και (χ) των ημερών από την προετοιμασία της σποροκλίνης έως την σπορά στα κύρια τεμάχια (Ψ) όπως πραγματοποιήθηκαν για όλες της ΧΚ σύμφωνα με το πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού ( $y = \alpha\chi^2 + \beta\chi + \gamma, n = 12$ ) για την ΚΠ 2020–2021. Τα σφάλματα περιλαμβάνονται στις παρενθέσεις.....58
- Πίνακας 9.** Οι τιμές των στατιστικών παραμέτρων των αναλύσεων συσχέτισης-παλινδρόμησης μεταξύ της (γ) απόδοσης σε χορτομάζα (kg ha<sup>-1</sup>) κατά τη πρώτη κοπή και (χ) των ημερών από την προετοιμασία της σποροκλίνης έως την σπορά στα κύρια τεμάχια (Ψ) όπως πραγματοποιήθηκαν για όλες της ΧΚ σύμφωνα με το πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού ( $y = \alpha\chi^2 + \beta\chi + \gamma, n = 12$ ) για την ΚΠ 2021–2022. Τα σφάλματα περιλαμβάνονται στις παρενθέσεις.....59

<b>Πίνακας 10.</b> Οι επιδράσεις των παραγόντων της καλλιεργητικής περιόδου (ΚΠ), της ψευδοσποράς (Ψ), της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΧΚ) και των αλληλεπιδράσεων ΚΠ × Ψ, ΚΠ × ΧΚ, Ψ × ΧΚ και ΚΠ × Ψ × ΧΚ στην απόδοση σε χορτομάζα, τη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλιού (ΑΤ) και τη βιομάζα των ζιζανίων κατά τη πρώτη κοπή.....	60
<b>Πίνακας 11.</b> Οι επιδράσεις των παραγόντων της της ψευδοσποράς (Ψ), της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΧΚ) και της αλληλεπίδρασης Ψ × ΧΚ στην απόδοση σε χορτομάζα κατά τη δεύτερη κοπή έπειτα από συγχώνευση των δεδομένων μεταξύ των δύο διαφορετικών καλλιεργητικών περιόδων (ΚΠ), 2020–2021 και 2021–2022.....	61
<b>Πίνακας 12.</b> Οι επιδράσεις των παραγόντων της καλλιεργητικής περιόδου (ΚΠ), της ψευδοσποράς (Ψ), της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΧΚ) και των αλληλεπιδράσεων ΚΠ × Ψ, ΚΠ × ΧΚ, Ψ × ΧΚ και ΚΠ × Ψ × ΧΚ στην απόδοση σε χορτομάζα και τη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλιού (ΑΤ), αθροιστικά των δύο κοπών.....	64
<b>Πίνακας 13.</b> Οι επιδράσεις των παραγόντων της της ψευδοσποράς (Ψ), της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΧΚ) και της αλληλεπίδρασης Ψ × ΧΚ στην απόδοση σε χορτομάζα, τη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλιού (ΑΤ) και τη βιομάζα των ζιζανίων, αθροιστικά των δύο κοπών, κατά τις δύο διαφορετικές καλλιεργητικές περιόδους (ΚΠ), 2020–2021 και 2021–2022.....	65
<b>Πίνακας 14.</b> Επεμβάσεις και ημερομηνίες σποράς για τις δύο περιοχές ανά καλλιεργητική περίοδο (2021–2022 και 2022–2023).....	82
<b>Πίνακας 15.</b> Ημερομηνίες εκτέλεσης σημαντικών ενεργειών στον πειραματικό αγρό.....	127
<b>Πίνακας 16.</b> Οι επιδράσεις του έτους (Ε), των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών (ΑΓ), της ψευδοσποράς (Ψ) και των αλληλεπιδράσεων Ε × ΑΓ, Ε × Ψ, ΑΓ × Ψ, Ε × ΑΓ × Ψ στις τιμές του δείκτη NDVI των ζιζανίων σε τέσσερις αξιολογήσεις του (Α1, Α2, Α3 και Α4).....	128
<b>Πίνακας 17.</b> Οι επιδράσεις του έτους (Ε), των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών (ΑΓ), της ψευδοσποράς (Ψ) και των αλληλεπιδράσεων Ε × ΑΓ, Ε × Ψ, ΑΓ × Ψ, Ε × ΑΓ × Ψ στην πυκνότητα της πορφυρής κύπερης, του γερμανού, των ετησίων αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων και τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων.....	133
<b>Πίνακας 18.</b> Οι επιδράσεις του έτους (Ε), των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών (ΑΓ), της ψευδοσποράς (Ψ) και των αλληλεπιδράσεων Ε × ΑΓ, Ε × Ψ, ΑΓ × Ψ, Ε × ΑΓ × Ψ στην βιομάζα της πορφυρής κύπερης, του γερμανού, των ετησίων αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων και τη συνολική βιομάζα ζιζανίων.....	150
<b>Πίνακας 19.</b> Οι επιδράσεις του έτους (Ε), των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών (ΑΓ), της ψευδοσποράς (Ψ) και των αλληλεπιδράσεων Ε × ΑΓ, Ε × Ψ, ΑΓ × Ψ, Ε × ΑΓ × Ψ στην τελική πυκνότητα του κενάφ, του ποσοστού επιτυχίας εγκατάστασης της φυτείας, του μέσου ύψους των φυτών της καλλιέργειας, τη διάμετρο της βάσης του στελέχους και την τελική απόδοση του στελέχους σε βιομάζα.....	168

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

- Γράφημα 1.** Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C) στην πειραματική περιοχή κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων 2020–2021 και 2021–2022.....16
- Γράφημα 2.** Ύψος συνολικής μηνιαίας βροχόπτωσης (mm) στην πειραματική περιοχή κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων 2020–2021 και 2021–2022.....16
- Γράφημα 3.** Πυκνότητα αγριοβρώμης (φυτά m<sup>-2</sup>) κατά τις δύο διαφορετικές καλλιεργητικές περιόδους (ΚΠ), 2020–2021 και 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....28
- Γράφημα 4.** Πυκνότητα άγριου σιναπιού (φυτά m<sup>-2</sup>) κατά τις δύο διαφορετικές καλλιεργητικές περιόδους (ΚΠ), 2020–2021 και 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....28
- Γράφημα 5.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) κατά τις δύο διαφορετικές καλλιεργητικές περιόδους (ΚΠ), 2020–2021 και 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....29
- Γράφημα 6.** Πυκνότητα αγριοβρώμης (φυτά m<sup>-2</sup>) στα κύρια τεμάχια (Ψ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....31
- Γράφημα 7.** Πυκνότητα αγριοβρώμης (φυτά m<sup>-2</sup>) στα κύρια τεμάχια (Ψ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....31
- Γράφημα 8.** Πυκνότητα άγριου σιναπιού (φυτά m<sup>-2</sup>) στα κύρια τεμάχια (Ψ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....32
- Γράφημα 9.** Πυκνότητα άγριου σιναπιού (φυτά m<sup>-2</sup>) στα κύρια τεμάχια (Ψ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....32
- Γράφημα 10.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) στα κύρια τεμάχια (Ψ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....33
- Γράφημα 11.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) στα κύρια τεμάχια (Ψ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....33
- Γράφημα 12.** Πυκνότητα αγριοβρώμης (φυτά m<sup>-2</sup>) στα υποτεμάχια (ΧΚ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....34



- Γράφημα 13.** Πυκνότητα αγριοβρώμης (φυτά  $m^{-2}$ ) στα υποτεμάχια (ΧΚ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....34
- Γράφημα 14.** Πυκνότητα άγριου σιναπιού (φυτά  $m^{-2}$ ) στα υποτεμάχια (ΧΚ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....35
- Γράφημα 15.** Πυκνότητα άγριου σιναπιού (φυτά  $m^{-2}$ ) στα υποτεμάχια (ΧΚ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....35
- Γράφημα 16.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) στα υποτεμάχια (ΧΚ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....36
- Γράφημα 17.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) στα υποτεμάχια (ΧΚ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....36
- Γράφημα 18.** Αναλύσεις συσχέτισης-παλινδρόμησης μεταξύ της ( $y$ ) συνολικής πυκνότητας ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) και ( $x$ ) των ημερών από την προετοιμασία της σποροκλίνης έως την σπορά στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ) όπως πραγματοποιήθηκαν για όλες της ΧΚ σύμφωνα με το πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού ( $y = \alpha x^2 + \beta x + \gamma$ ,  $\nu = 12$ ) για την ΚΠ 2020–2021.  $R^2$ : Ποσοστό συσχέτισης.....37
- Γράφημα 19.** Αναλύσεις συσχέτισης-παλινδρόμησης μεταξύ της ( $y$ ) συνολικής πυκνότητας ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) και ( $x$ ) των ημερών από την προετοιμασία της σποροκλίνης έως την σπορά στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ) όπως πραγματοποιήθηκαν για όλες της ΧΚ σύμφωνα με το πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού ( $y = \alpha x^2 + \beta x + \gamma$ ,  $\nu = 12$ ) για την ΚΠ 2021–2022.  $R^2$ : Ποσοστό συσχέτισης.....38
- Γράφημα 20.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $\Psi \times ΧΚ$  κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....41
- Γράφημα 21.** Απόδοση σε χορτομάζα ( $kg ha^{-1}$ ) κατά τη πρώτη κοπή κατά τις δύο διαφορετικές καλλιεργητικές περιόδους (ΚΠ), 2020–2021 και 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....44
- Γράφημα 22.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλιού ( $kg ha^{-1}$ ) κατά τη πρώτη κοπή κατά τις δύο διαφορετικές καλλιεργητικές περιόδους (ΚΠ), 2020–2021 και 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....45

- Γράφημα 23.** Βιομάζα ζιζανίων ( $\text{g m}^{-2}$ ) κατά τη πρώτη κοπή κατά τις δύο διαφορετικές καλλιεργητικές περιόδους (ΚΠ), 2020–2021 και 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....45
- Γράφημα 24.** Απόδοση σε χορτομάζα ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) κατά τη πρώτη κοπή στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....48
- Γράφημα 25.** Απόδοση σε χορτομάζα ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) κατά τη πρώτη κοπή στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....49
- Γράφημα 26.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλιού ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) κατά τη πρώτη κοπή στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....49
- Γράφημα 27.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλιού ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) κατά τη πρώτη κοπή στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....50
- Γράφημα 28.** Βιομάζα ζιζανίων ( $\text{g m}^{-2}$ ) κατά τη πρώτη κοπή στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....50
- Γράφημα 29.** Βιομάζα ζιζανίων ( $\text{g m}^{-2}$ ) κατά τη πρώτη κοπή στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....51
- Γράφημα 30.** Απόδοση σε χορτομάζα ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) κατά τη πρώτη κοπή στα υποτεμάχια ( $\chi\kappa$ ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....51
- Γράφημα 31.** Απόδοση σε χορτομάζα ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) κατά τη πρώτη κοπή στα υποτεμάχια ( $\chi\kappa$ ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....52
- Γράφημα 32.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλιού ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) κατά τη πρώτη κοπή στα υποτεμάχια ( $\chi\kappa$ ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....52
- Γράφημα 33.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλιού ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) κατά τη πρώτη κοπή στα υποτεμάχια ( $\chi\kappa$ ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....53
- Γράφημα 34.** Βιομάζα ζιζανίων ( $\text{g m}^{-2}$ ) κατά τη πρώτη κοπή στα υποτεμάχια ( $\chi\kappa$ ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....53

**Γράφημα 35.** Βιομάζα ζιζανίων ( $\text{g m}^{-2}$ ) κατά τη πρώτη κοπή στα υποτεμάχια (ΧΚ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....54

**Γράφημα 36.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλιού ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) κατά τη πρώτη κοπή για τις αλληλεπιδράσεις  $\Psi \times \text{ΧΚ}$  κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....54

**Γράφημα 37.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλιού ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) κατά τη πρώτη κοπή για τις αλληλεπιδράσεις  $\Psi \times \text{ΧΚ}$  κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....55

**Γράφημα 38.** Αναλύσεις συσχέτισης-παλινδρόμησης μεταξύ της ( $y$ ) απόδοσης σε χορτομάζα ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) κατά τη πρώτη κοπή και ( $x$ ) των ημερών από την προετοιμασία της σποροκλίνης έως την σπορά στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ) όπως πραγματοποιήθηκαν για όλες της ΧΚ σύμφωνα με το πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού ( $y = \alpha x^2 + \beta x + \gamma$ ,  $\nu = 12$ ) για την ΚΠ 2020–2021.  $R^2$ : Ποσοστό συσχέτισης.....56

**Γράφημα 39.** Αναλύσεις συσχέτισης-παλινδρόμησης μεταξύ της ( $y$ ) απόδοσης σε χορτομάζα ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) κατά τη πρώτη κοπή και ( $x$ ) των ημερών από την προετοιμασία της σποροκλίνης έως την σπορά στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ) όπως πραγματοποιήθηκαν για όλες της ΧΚ σύμφωνα με το πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού ( $y = \alpha x^2 + \beta x + \gamma$ ,  $\nu = 12$ ) για την ΚΠ 2021–2022.  $R^2$ : Ποσοστό συσχέτισης.....57

**Γράφημα 40.** Απόδοση σε χορτομάζα ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) κατά τη δεύτερη κοπή στα υποτεμάχια (ΧΚ) έπειτα από συγχώνευση των δεδομένων μεταξύ των δύο διαφορετικών καλλιεργητικών περιόδων (ΚΠ), 2020–2021 και 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....62

**Γράφημα 41.** Απόδοση σε χορτομάζα ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) κατά τη δεύτερη κοπή για τις αλληλεπιδράσεις  $\Psi \times \text{ΧΚ}$  έπειτα από συγχώνευση των δεδομένων μεταξύ των δύο διαφορετικών καλλιεργητικών περιόδων (ΚΠ), 2020–2021 και 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....62

**Γράφημα 42.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλιού ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) κατά τη δεύτερη κοπή για τις χορτοδοτικές καλλιέργειες (Χ) έπειτα από συγχώνευση των δεδομένων μεταξύ των παραγόντων ΚΠ και  $\Psi$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....63

**Γράφημα 43.** Βιομάζα ζιζανίων ( $\text{g m}^{-2}$ ) κατά τη δεύτερη κοπή για τις χορτοδοτικές καλλιέργειες (Χ) έπειτα από συγχώνευση των δεδομένων μεταξύ των παραγόντων ΚΠ και  $\Psi$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....63

**Γράφημα 44.** Απόδοση σε χορτομάζα ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ), αθροιστικά των δύο κοπών, κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....67

- Γράφημα 45.** Απόδοση σε χορτομάζα ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ), αθροιστικά των δύο κοπών, κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....67
- Γράφημα 46.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλιού ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ), αθροιστικά των δύο κοπών, κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....68
- Γράφημα 47.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλιού ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ), αθροιστικά των δύο κοπών, κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....68
- Γράφημα 48.** Απόδοση σε χορτομάζα ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) στα υποτεμάχια ( $\chi\kappa$ ), αθροιστικά των δύο κοπών, κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....69
- Γράφημα 49.** Απόδοση σε χορτομάζα ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) στα υποτεμάχια ( $\chi\kappa$ ), αθροιστικά των δύο κοπών, κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....69
- Γράφημα 50.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλιού ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ), αθροιστικά των δύο κοπών, κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....70
- Γράφημα 51.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλιού ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ), αθροιστικά των δύο κοπών, κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....70
- Γράφημα 52.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλιού ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $\Psi \times \chi\kappa$ , αθροιστικά των δύο κοπών, κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....71
- Γράφημα 53.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλιού ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $\Psi \times \chi\kappa$ , αθροιστικά των δύο κοπών, κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....71
- Γράφημα 54.** Μέση μηνιαία θερμοκρασία ( $^{\circ}\text{C}$ ) στο Δομοκό κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων 2021–2022 και 2022–2023.....78

<b>Γράφημα 55.</b> Ύψος συνολικής μηνιαίας βροχόπτωσης (mm) στο Δομοκό κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων 2021–2022 και 2022–2023.....	78
<b>Γράφημα 56.</b> Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C) στην Αλιάρτο κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων 2021–2022 και 2022–2023.....	79
<b>Γράφημα 57.</b> Ύψος συνολικής μηνιαίας βροχόπτωσης (mm) στην Αλιάρτο κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων 2021–2022 και 2022–2023.....	79
<b>Γράφημα 58.</b> Πρώτη μέτρηση της πυκνότητας της μεγαλόκαρπης κολλητσίδας (φυτά m <sup>-2</sup> ) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	85
<b>Γράφημα 59.</b> Πρώτη μέτρηση της πυκνότητας του κουφάγκαθου (φυτά m <sup>-2</sup> ) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	85
<b>Γράφημα 60.</b> Πρώτη μέτρηση της πυκνότητας της βερόνικας (φυτά m <sup>-2</sup> ) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	86
<b>Γράφημα 61.</b> Πρώτη μέτρηση της πυκνότητας του άγριου σιναπιού (φυτά m <sup>-2</sup> ) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	86
<b>Γράφημα 62.</b> Πρώτη μέτρηση της συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων (φυτά m <sup>-2</sup> ) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	87
<b>Γράφημα 63.</b> Πρώτη μέτρηση της πυκνότητας του καπνόχορτου (φυτά m <sup>-2</sup> ) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	91
<b>Γράφημα 64.</b> Πρώτη μέτρηση της πυκνότητας της παπαρούνας (φυτά m <sup>-2</sup> ) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	91
<b>Γράφημα 65.</b> Πρώτη μέτρηση της πυκνότητας του πολυκομπίου (φυτά m <sup>-2</sup> ) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	92
<b>Γράφημα 66.</b> Πρώτη μέτρηση της πυκνότητας του άγριου σιναπιού (φυτά m <sup>-2</sup> ) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	92
<b>Γράφημα 67.</b> Πρώτη μέτρηση της συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων (φυτά m <sup>-2</sup> ) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά.....	93

- Γράφημα 68.** Δεύτερη μέτρηση της πυκνότητας της μεγαλόκαρπης κολλητοσίδας (φυτά  $m^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά.....97
- Γράφημα 69.** Δεύτερη μέτρηση της πυκνότητας του κουφάγκαθου (φυτά  $m^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....97
- Γράφημα 70.** Δεύτερη μέτρηση της πυκνότητας της βερόνικας (φυτά  $m^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....98
- Γράφημα 71.** Δεύτερη μέτρηση της πυκνότητας του άγριου σιναπιού (φυτά  $m^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....98
- Γράφημα 72.** Δεύτερη μέτρηση της συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....99
- Γράφημα 73.** Δεύτερη μέτρηση της πυκνότητας του καπνόχορτου (φυτά  $m^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....100
- Γράφημα 74.** Δεύτερη μέτρηση της πυκνότητας της παπαρούνας (φυτά  $m^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....100
- Γράφημα 75.** Δεύτερη μέτρηση της πυκνότητας του πολυκομπίου (φυτά  $m^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....101
- Γράφημα 76.** Δεύτερη μέτρηση της πυκνότητας του άγριου σιναπιού (φυτά  $m^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....101
- Γράφημα 77.** Δεύτερη μέτρηση της συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....102
- Γράφημα 78.** Βιομάζα μεγαλόκαρπης κολλητοσίδας ( $g m^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....103
- Γράφημα 79.** Βιομάζα κουφάγκαθου ( $g m^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....103

<b>Γράφημα 80.</b> Βιομάζα βερόνικας ( $g\ m^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	104
<b>Γράφημα 81.</b> Βιομάζα άγριου σιναπιού ( $g\ m^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	104
<b>Γράφημα 82.</b> Συνολική βιομάζα ζιζανίων ( $g\ m^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	105
<b>Γράφημα 83.</b> Βιομάζα καπνόχορτου ( $g\ m^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	106
<b>Γράφημα 84.</b> Βιομάζα παπαρούνας ( $g\ m^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	106
<b>Γράφημα 85.</b> Βιομάζα πολυκομπίου ( $g\ m^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	107
<b>Γράφημα 86.</b> Βιομάζα άγριου σιναπιού ( $g\ m^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	107
<b>Γράφημα 87.</b> Συνολική βιομάζα των ζιζανίων ( $g\ m^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	108
<b>Γράφημα 88.</b> Αριθμός καρπών ανά στάχυ του σκληρού σιταριού στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	109
<b>Γράφημα 89.</b> Βάρος 1000 καρπών (g) του σκληρού σιταριού στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	109
<b>Γράφημα 90.</b> Απόδοση σε καρπό ( $kg\ ha^{-1}$ ) του σκληρού σιταριού στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	110
<b>Γράφημα 91.</b> Αριθμός καρπών ανά στάχυ του σκληρού σιταριού στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	111

<b>Γράφημα 92.</b> Βάρος 1000 καρπών (g) του σκληρού σιταριού στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	111
<b>Γράφημα 93.</b> Απόδοση σε καρπό (kg ha <sup>-1</sup> ) του σκληρού σιταριού στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	112
<b>Γράφημα 94.</b> Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C) στην πειραματική περιοχή κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων 2022 και 2023.....	118
<b>Γράφημα 95.</b> Ύψος συνολικής μηνιαίας βροχόπτωσης (mm) στην πειραματική περιοχή κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων 2022 και 2023.....	118
<b>Γράφημα 96.</b> Πρώτη αξιολόγηση του NDVI των ζιζανίων στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	129
<b>Γράφημα 97.</b> Δεύτερη αξιολόγηση του NDVI των ζιζανίων στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	130
<b>Γράφημα 98.</b> Τρίτη αξιολόγηση του NDVI των ζιζανίων στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	130
<b>Γράφημα 99.</b> Τέταρτη αξιολόγηση του NDVI των ζιζανίων στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	131
<b>Γράφημα 100.</b> Τέταρτη αξιολόγηση του NDVI των ζιζανίων στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	131
<b>Γράφημα 101.</b> Τέταρτη αξιολόγηση του NDVI των ζιζανίων για τις αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	132
<b>Γράφημα 102.</b> Πυκνότητα πορφυρής κύπερης (φυτά m <sup>-2</sup> ) το 2022 και το 2023. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	135
<b>Γράφημα 103.</b> Πυκνότητα πορφυρής κύπερης (φυτά m <sup>-2</sup> ) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	135
<b>Γράφημα 104.</b> Πυκνότητα πορφυρής κύπερης (φυτά m <sup>-2</sup> ) στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	136



- Γράφημα 105.** Πυκνότητα πορφυρής κύπερης (φυτά  $m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $E \times \Psi$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....136
- Γράφημα 106.** Πυκνότητα πορφυρής κύπερης (φυτά  $m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $AG \times \Psi$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....137
- Γράφημα 107.** Πυκνότητα γερμανού (φυτά  $m^{-2}$ ) το 2022 και το 2023. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....137
- Γράφημα 108.** Πυκνότητα γερμανού (φυτά  $m^{-2}$ ) στα κύρια τεμάχια (AG). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....138
- Γράφημα 109.** Πυκνότητα γερμανού (φυτά  $m^{-2}$ ) στα υποτεμάχια ( $\Psi$ ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....138
- Γράφημα 110.** Πυκνότητα γερμανού (φυτά  $m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $E \times \Psi$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....139
- Γράφημα 111.** Πυκνότητα γερμανού (φυτά  $m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $AG \times \Psi$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....139
- Γράφημα 112.** Πυκνότητα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) το 2022 και το 2023. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....141
- Γράφημα 113.** Πυκνότητα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) στα κύρια τεμάχια (AG). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....141
- Γράφημα 114.** Πυκνότητα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) στα υποτεμάχια ( $\Psi$ ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....142
- Γράφημα 115.** Πυκνότητα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $E \times \Psi$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....142
- Γράφημα 116.** Πυκνότητα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $AG \times \Psi$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....143

- Γράφημα 117.** Πυκνότητα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) το 2022 και το 2023. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....143
- Γράφημα 118.** Πυκνότητα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....144
- Γράφημα 119.** Πυκνότητα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....144
- Γράφημα 120.** Πυκνότητα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $E \times ΑΓ$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....145
- Γράφημα 121.** Πυκνότητα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $ΑΓ \times Ψ$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....145
- Γράφημα 122.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) το 2022 και το 2023. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....146
- Γράφημα 123.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....147
- Γράφημα 124.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....147
- Γράφημα 125.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $E \times ΑΓ$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....148
- Γράφημα 126.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $E \times Ψ$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....148
- Γράφημα 127.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $ΑΓ \times Ψ$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....149
- Γράφημα 128.** Βιομάζα πορφυρής κύπερης ( $g m^{-2}$ ) το 2022 και το 2023. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....154

<b>Γράφημα 129.</b> Βιομάζα πορφυρής κύπερης ( $g\ m^{-2}$ ) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	154
<b>Γράφημα 130.</b> Βιομάζα πορφυρής κύπερης ( $g\ m^{-2}$ ) στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	155
<b>Γράφημα 131.</b> Βιομάζα πορφυρής κύπερης ( $g\ m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	155
<b>Γράφημα 132.</b> Βιομάζα γερμανού ( $g\ m^{-2}$ ) το 2022 και το 2023. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	156
<b>Γράφημα 133.</b> Βιομάζα γερμανού ( $g\ m^{-2}$ ) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	156
<b>Γράφημα 134.</b> Βιομάζα γερμανού ( $g\ m^{-2}$ ) στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	157
<b>Γράφημα 135.</b> Βιομάζα γερμανού ( $g\ m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις Ε × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	157
<b>Γράφημα 136.</b> Βιομάζα γερμανού ( $g\ m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	158
<b>Γράφημα 137.</b> Βιομάζα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων ( $g\ m^{-2}$ ) το 2022 και το 2023. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	158
<b>Γράφημα 138.</b> Βιομάζα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων ( $g\ m^{-2}$ ) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	159
<b>Γράφημα 139.</b> Βιομάζα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων ( $g\ m^{-2}$ ) στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	159
<b>Γράφημα 140.</b> Βιομάζα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων ( $g\ m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις Ε × ΑΓ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....	160

- Γράφημα 141.** Βιομάζα ετήσιων αγρωστώδων ζιζανίων ( $g\ m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $E \times \Psi$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....160
- Γράφημα 142.** Βιομάζα ετήσιων αγρωστώδων ζιζανίων ( $g\ m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $ΑΓ \times \Psi$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....161
- Γράφημα 143.** Βιομάζα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων ( $g\ m^{-2}$ ) το 2022 και το 2023. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....161
- Γράφημα 144.** Βιομάζα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων ( $g\ m^{-2}$ ) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....162
- Γράφημα 145.** Βιομάζα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων ( $g\ m^{-2}$ ) στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....162
- Γράφημα 146.** Βιομάζα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων ( $g\ m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $E \times ΑΓ$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....163
- Γράφημα 147.** Βιομάζα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων ( $g\ m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $E \times \Psi$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....163
- Γράφημα 148.** Βιομάζα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων ( $g\ m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $ΑΓ \times \Psi$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....164
- Γράφημα 149.** Συνολική βιομάζα ζιζανίων ( $g\ m^{-2}$ ) το 2022 και το 2023. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....164
- Γράφημα 150.** Συνολική βιομάζα ζιζανίων ( $g\ m^{-2}$ ) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....165
- Γράφημα 151.** Συνολική βιομάζα ζιζανίων ( $g\ m^{-2}$ ) στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....165
- Γράφημα 152.** Συνολική βιομάζα ζιζανίων ( $g\ m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $E \times ΑΓ$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....166

- Γράφημα 153.** Συνολική βιομάζα ζιζανίων ( $\text{g m}^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $E \times \Psi$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....166
- Γράφημα 154.** Συνολική βιομάζα ζιζανίων ( $\text{g m}^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $AG \times \Psi$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....167
- Γράφημα 155.** Τελική πυκνότητα κενάφ (φυτά  $\text{m}^{-2}$ ) στα κύρια τεμάχια (AG) κατά τη συγκομιδή. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....170
- Γράφημα 156.** Τελική πυκνότητα κενάφ (φυτά  $\text{m}^{-2}$ ) στα υποτεμάχια ( $\Psi$ ) κατά τη συγκομιδή. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....171
- Γράφημα 157.** Τελική πυκνότητα κενάφ (φυτά  $\text{m}^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $AG \times \Psi$  κατά τη συγκομιδή. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....171
- Γράφημα 158.** Ποσοστό επιτυχίας εγκατάστασης φυτείας (%) στα κύρια τεμάχια (AG). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....172
- Γράφημα 159.** Ποσοστό επιτυχίας εγκατάστασης φυτείας (%) στα υποτεμάχια ( $\Psi$ ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....172
- Γράφημα 160.** Ποσοστό επιτυχίας εγκατάστασης φυτείας (%) για τις αλληλεπιδράσεις  $AG \times \Psi$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....173
- Γράφημα 161.** Μέσο ύψος κενάφ (cm) στα κύρια τεμάχια (AG) κατά τη συγκομιδή. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....173
- Γράφημα 162.** Μέσο ύψος κενάφ (cm) στα υποτεμάχια ( $\Psi$ ) κατά τη συγκομιδή. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....174
- Γράφημα 163.** Διάμετρος βάσης στελέχους (mm) στα κύρια τεμάχια (AG) κατά τη συγκομιδή. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....174
- Γράφημα 164.** Διάμετρος βάσης στελέχους (mm) στα υποτεμάχια ( $\Psi$ ) κατά τη συγκομιδή. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....175

**Γράφημα 165.** Απόδοση του στελέχους σε ξηρή βιομάζα ( $t\ ha^{-1}$ ) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ) κατά τη συγκομιδή. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....175

**Γράφημα 166.** Απόδοση του στελέχους σε ξηρή βιομάζα ( $t\ ha^{-1}$ ) στα υποτεμάχια (Ψ) κατά τη συγκομιδή. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....176

**Γράφημα 167.** Απόδοση του στελέχους σε ξηρή βιομάζα ( $t\ ha^{-1}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ κατά τη συγκομιδή. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.....176

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Ζιζάνια – Κύρια χαρακτηριστικά και επιπτώσεις στη Γεωργία

Ως ζιζάνια θεωρούνται τα φυτά που είναι ανεπιθύμητα για τα αγροοικοσυστήματα, ενώ σε ένα ευρύτερο πλαίσιο ζιζάνιο θεωρείται κάθε φυτό που φυτρώνει χωρίς να έχει σπαρθεί, σύμφωνα με τον ορισμό της Weed Science Society of America (1956) και των Radosevich et al. (1997). Τα ζιζάνια ανταγωνίζονται έντονα τα καλλιεργούμενα φυτά για τους διαθέσιμους πόρους (νερό, θρεπτικά στοιχεία) και το φως (Bastiaans et al. 2008). Επιπλέον, προσαρμόζονται σε όλα τα περιβάλλοντα και αν αφεθούν ανεξέλεγκτα, μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές απώλειες στην απόδοση οποιασδήποτε καλλιέργειας (Chauhan 2020). Μάλιστα, τα ζιζάνια αποτελούν το σημαντικότερο εμπόδιο στα συστήματα γεωργικής παραγωγής, καθώς μπορούν να προκαλέσουν μεγαλύτερη απώλεια της απόδοσης των καλλιεργειών σε σύγκριση με τα έντομα και τα παθογόνα (Oerke & Dehne 2004). Ο Rao (2000) ανέφερε ότι η συνολική ετήσια απώλεια των γεωργικών προϊόντων οφείλεται κατά 45% στα ζιζάνια, κατά 30% στα έντομα, κατά 20% σε ασθένειες και κατά 5% σε άλλα παράσιτα.

Η έννοια του ζιζανίου συχνά συνοδεύεται από ένα ή περισσότερα βιολογικά χαρακτηριστικά, όπως η βλάστηση των σπόρων σε μεγάλο εύρος συνθηκών, η μακροχρόνια επιβίωσή τους, ο υψηλός ρυθμός βλαστητικής ανάπτυξης, η ευρεία προσαρμοστικότητα, η μεγάλη ικανότητα πρόσληψης νερού και θρεπτικών συστατικών, η μεγάλη παραγωγή και η εκτεταμένη περίοδος παραγωγής σπόρων, η εύρωστη αγενής αναπαραγωγή και αναβλάστηση (για πολυετή είδη) κ.ά. (Baker 1974).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ζιζανιοχλωρίδα, δηλαδή η κοινότητα των ζιζανίων, σταδιακά μεταβάλλεται ανάλογα με τις καλλιέργειες και τα καλλιεργητικά συστήματα (μονοκαλλιέργειες, αμειψισπορές, συγκαλλιέργειες κ.ά.), την άσκηση της Γεωργίας και ιδιαίτερα τις μεθόδους διαχείρισης των ζιζανίων. Είναι χαρακτηριστικό ότι πολλές από τις αλλαγές στη ζιζανιοχλωρίδα καις την αφθονία των ζιζανίων κατά τις τελευταίες δεκαετίες σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό με την χρήση ζιζανιοκτόνων ευρέος φάσματος (Marshall et al. 2003) και με το καλλιεργητικό σύστημα της μονοκαλλιέργειας (Holzner & Immonen 1982).

Σε συνέχεια όσων προαναφέρθηκαν, πολλά ζιζάνια χαρακτηρίζονται από μεγάλη πλαστικότητα βλαστητικής ανάπτυξης, υψηλό ρυθμό πρώτης ανάπτυξης, εκτεταμένη βλαστητική περίοδο, μεγάλη παραγωγή σπόρων και οργάνων αγενούς αναπαραγωγής, λήθαργο σπόρων και οργάνων αγενούς αναπαραγωγής, μεγάλη ανταγωνιστική και αλληλοπαθητική ικανότητα, ανθεκτικότητα

σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις, μεγάλη και ταχεία παραγωγή βιομάζας, προσαρμοστικότητα σε συνθήκες σκίασης, απομίμηση καλλιεργούμενων ειδών και μακροχρόνια ζωτικότητα (μακροβιότητα) σπόρων (Silvertown & Charlesworth 2009).

Ο λήθαργος των σπόρων ή των οργάνων αγενούς αναπαραγωγής ζιζανίων επιτρέπει τη διατήρηση μέρους της τράπεζας σπόρων, μειώνει τον κίνδυνο της εξαφάνισης του κάθε είδους από τις διάφορες περιοχές, αποτρέπει τη βλάστηση υπό δυσμενείς συνθήκες ή εξαιτίας περιστασιακών βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου και κατά συνέπεια έχει μεγάλη οικοφυσιολογική σημασία για την επιβίωση των ζιζανίων (Hillhorst 1998).

Η πυκνότητα και η σύσταση της «τράπεζας σπόρων» ζιζανίων στο έδαφος ποικίλουν και επηρεάζονται από το ιστορικό του αγρού, τις καλλιέργειες που προηγήθηκαν, τις καλλιεργητικές πρακτικές που ακολουθήθηκαν, τις εδαφοκλιματικές συνθήκες και τις απώλειες εξαιτίας τρωκτικών, εντόμων, μικροβίων, αποσύνθεσης και άλλων παραγόντων (Radosevich et al. 1997). Τα ζιζάνια έχουν μεγάλο δυναμικό διασποράς και εξάπλωσης, σύμφωνα με τους Wilson et al. (1988), η πυκνότητα των σπόρων στο έδαφος μπορεί να κυμαίνεται από 0 σε νέα εδάφη μέχρι και 140.000 σπόρους/m<sup>2</sup> σε καλλιεργούμενα εδάφη. Ανεξάρτητα από το μέγεθος των σπόρων, είναι μεγαλύτερος ο συνολικός αριθμός σπόρων που συσσωρεύεται στα ανώτερα 5 cm εδάφους (Reuss et al., 2001).

Αναφορικά με το φαινόμενο απομίμησης καλλιεργούμενων ειδών, είναι αξιοσημείωτο ότι ορισμένα ζιζάνια μιμούνται συγκεκριμένες καλλιέργειες σε επίπεδο μορφολογικό, φαινολογικό ή βιοχημικό ως αποτέλεσμα της πίεσης επιλογής ή/και διασταυρώσεων. Παράδειγμα αποτελεί η ομοιότητα ζιζανίων όπως η μουχρίτσα (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv) και το κόκκινο ρύζι (*Oryza sativa f. spontanea*) με την καλλιέργεια του ρυζιού στα πρώτα στάδια ανάπτυξης, η οποία συμβάλλει στην αδυναμία διάκρισης και συνεπώς στην επιβίωση των ζιζανίων αυτών (Barret 1983).

## **1.2. Διαχείριση ζιζανίων**

Το κύριο εργαλείο διαχείρισης των ζιζανίων από τα τέλη της δεκαετίας του 1960 αποτελεί η χρήση συνθετικών ζιζανιοκτόνων. Τα ζιζανιοκτόνα είναι αποτελεσματικά και η χρήση τους σχετίζεται με λιγότερη διάβρωση του εδάφους και χαμηλότερο αποτύπωμα άνθρακα σε σύγκριση με τον μηχανικό έλεγχο ζιζανίων (Giannesi et al. 2013).



Ωστόσο, η μείωση των εισροών ζιζανιοκτόνων στη γεωργία έχει αναδειχθεί ως ένα νέο ερευνητικό θέμα στον τομέα της επιστήμης της ζιζανιολογίας τις τελευταίες δύο δεκαετίες (Jørgensen et al. 2007, Sønderskov et al. 2015, Montull et al. 2020). Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για τη διερεύνηση τρόπων μείωσης της χρήσης ζιζανιοκτόνων και αναζήτησης εναλλακτικών, μη χημικών πρακτικών διαχείρισης ζιζανίων. Τα ζιζανιοκτόνα μπορεί να προκαλέσουν ρύπανση του εδάφους, των υπόγειων υδάτων και των επιφανειακών υδάτων με τα υπολείματά τους (Ighalo et al. 2021, Myers et al. 2022). Μπορούν ακόμη να είναι επιβλαβή για οργανισμούς μη-στόχους όπως θηλαστικά, πτηνά, τα ψάρια και ωφέλιμα έντομα (Aktar et al. 2009). Επιπλέον, υπάρχουν αυξανόμενες ανησυχίες σχετικά με τις πιθανές επιπτώσεις της τοξικότητας των ζιζανιοκτόνων στην ανθρώπινη υγεία (Hasanuzzaman et al. 2020). Ένας επιπλέον λόγος για τη διερεύνηση των εναλλακτικών πρακτικών διαχείρισης ζιζανίων έγκειται στο γεγονός ότι η αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων δεν είναι μια «αναμένεται να φθίνει στη πάροδο του χρόνου (Davis & Frisvold 2017).

Δεδομένου ότι δεν έχουν ανακαλυφθεί νέοι τρόποι δράσης ζιζανιοκτόνων (Modes Of Action) από τη δεκαετία του 1980 και η διαδοχική χρήση δραστικών ουσιών με τον ίδιο τρόπο δράσης έχει οδηγήσει στην επιλογή ανθεκτικών πληθυσμών ζιζανίων (herbicide-resistant weed populations) ανά τον κόσμο (Hasanuzzaman et al. 2020; Perotti et al. 2020). Επί του παρόντος, αναφέρονται 531 μοναδικές περιπτώσεις ανθεκτικότητας παγκοσμίως, σε 272 είδη (155 δικοτυλήδονα και 117 μονοκοτυλήδονα). Τα ζιζάνια έχουν αναπτύξει αντοχή σε 21 από τις 31 γνωστές θέσεις δράσης ζιζανιοκτόνων και σε 168 διαφορετικά ζιζανιοκτόνα. Ζιζάνια ανθεκτικά στα ζιζανιοκτόνα έχουν αναφερθεί σε 100 διαφορετικές καλλιέργειες σε 72 διαφορετικές χώρες (Hear 2024).

### **1.3. Καλλιεργητικές πρακτικές διαχείρισης ζιζανίων**

Είναι επομένως μεγάλη η ανάγκη για ενσωμάτωση εναλλακτικών, φιλικότερων προς το περιβάλλον καλλιεργητικών πρακτικών σε συστήματα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Ζιζανίων (ΟΔΖ) με σκοπό τη μείωση των εισροών ζιζανιοκτόνων στη γεωργική παραγωγή προκειμένου να επιτευχθεί τόσο η εναρμόνιση της Γεωργίας με τους στόχους της Πράσινης Συμφωνίας της Ε.Ε. αλλά και μια βιώσιμη και μακροχρόνια διαχείριση του φαινομένου της ανθεκτικότητας (Fuchs et al. 2020, Travlos et al. 2023).

Ως εκ τούτου, οι εναλλακτικές, αγροοικολογικές πρακτικές διαχείρισης ζιζανίων οφείλουν να επανέλθουν ενεργά στο προσκήνιο (Korres 2018). Βέβαια, θα πρέπει να σημειωθεί ότι συχνά η κοινή γνώμη «υποτιμά» την αξία των εναλλακτικών καλλιεργητικών πρακτικών, καθώς οι

παραγωγοί είναι συνηθισμένοι στην ταχεία δράση των ζιζανιοκτόνων και στην εμφάνιση αποτελεσμάτων εντός ημερών ή εβδομάδων ή μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις να μη διαθέτουν τον κατάλληλο εξοπλισμό που απαιτείται για την εφαρμογή ορισμένων καλλιεργητικών πρακτικών. Επίσης, η εφαρμογή ορισμένων καλλιεργητικών πρακτικών ενδέχεται βραχυπρόθεσμα να επιβαρύνουν οικονομικά τον παραγωγό (Hurley & Frisvold 2016). Καλλιεργητικές πρακτικές όπως η αμειψισπορά, η συγκαλλιέργεια, η αύξηση της πυκνότητας της φυτείας, οι ανταγωνιστικές καλλιέργειες, οι καλλιέργειες κάλυψης (cover crops), η διαχείριση της λίπανσης και της άρδευσης και η ψευδοσπορά μπορούν να αποδειχθούν πολύτιμες για την ανάπτυξη βιώσιμων συστημάτων ΟΔΖ στη Γεωργία του σήμερα και του μέλλοντος (Hufnagel et al. 2020, Sharma et al. 2021).

#### **1.4. Αμειψισπορά**

Σε αντίθεση με τη μονοκαλλιέργεια, η αμειψισπορά είναι ένα εναλλακτικό, βιώσιμο σύστημα καλλιέργειας που περιλαμβάνει την εναλλαγή διαφορετικών καλλιεργειών για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα στον ίδιο αγρό (Sharma et al. 2021). Η αμειψισπορά είναι επίσης μια από τις πιο πολύτιμες καλλιεργητικές πρακτικές που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση των ζιζανίων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι καθώς εναλλάσσονται στον ίδιο αγρό καλλιέργειες με διαφορετικά χαρακτηριστικά, εφαρμόζονται και διαφορετικές πρακτικές εδαφοκατεργασίας, ζιζανιοκτονίας, λίπανσης κ.α. με αποτέλεσμα τα ζιζάνια να μην μπορούν να προσαρμοστούν και να καθίστανται λιγότερο ανταγωνιστικά προς τις καλλιέργειες (Knezevic 2014, Travlos et al. 2023).

#### **1.5. Συγκαλλιέργεια**

Η συγκαλλιέργεια περιλαμβάνει την ταυτόχρονη καλλιέργεια δύο ή περισσότερων καλλιεργειών για κάποιο χρονικό διάστημα στον ίδιο αγρό με σκοπό τη βελτίωση της αποδοτικότητας της χρήσης των διαθέσιμων πόρων και της παραγωγικότητας των καλλιεργειών (Dowling et al. 2021). Τα συγκαλλιεργούμενα είδη συνήθως χαρακτηρίζονται από συμπληρωματικότητα στη χρήση των διαθέσιμων πόρων ελαχιστοποιώντας τη διαθεσιμότητά τους προς τα ζιζάνια (Korres 2018). Η συγκαλλιέργεια ενισχύει τον ανταγωνισμό των καλλιεργειών με τα ζιζάνια, διαφοροποιώντας τις καλλιέργειες χωρικά, σκιάζοντας αποτελεσματικότερα το έδαφος ενώ κάποια είδη μπορούν να έχουν και αλληλοπαθητικές επιδράσεις απέναντι στα ζιζάνια (Blackshaw et al. 2007).

### **1.6. Καλλιέργειες κάλυψης (cover crops)**

Οι καλλιέργειες κάλυψης (cover crops) χαρακτηρίζονται από ταχεία ανάπτυξη και υψηλή παραγωγή βιομάζας. Συνήθως εγκαθίστανται στις αρχές του φθινοπώρου, έτσι ώστε να παράξουν σημαντικές ποσότητες βιομάζας κατά τη διάρκεια της χειμερινής βροχερής περιόδου και «τερματίζονται» την άνοιξη μηχανικά (Kanatas et al. 2021a). Τα υπολείμματα τους είτε ενσωματώνονται στο έδαφος είτε αφήνονται στην επιφάνεια του εδάφους για να σχηματίσουν ένα πυκνό στρώμα φυτικής μάζας που περιορίζει την εμφάνιση και ανάπτυξη των ζιζανίων στην κύρια καλλιέργεια (cash crop) που ακολουθεί (Dhima et al. 2006, Davis 2010).

### **1.7. Αύξηση πυκνότητας φυτείας**

Οι καλλιεργητικές πρακτικές που επιταχύνουν την αύξηση του αριθμού των καλλιεργούμενων φυτών στον αγρό αυξάνουν σημαντικά την ανταγωνιστική ικανότητα των καλλιεργειών έναντι των ζιζανίων (Datta et al. 2017, Sardana et al. 2017, van der Meulen & Chauhan 2017). Η πυκνή σπορά της καλλιέργειας επιταχύνει την ανάπτυξη μιας πυκνής φυτείας η οποία σκιάζει το έδαφος με συνέπεια να ελαχιστοποιείται η βλάστηση των σπόρων των ζιζανίων και κατ' επέκταση η εμφάνιση και η πυκνότητα τους στον αγρό (Doğan et al. 2014, Bajwa et al. 2017). Επίσης τα ζιζάνια που εμφανίζονται, αναπτύσσονται σε ένα πολύ ανταγωνιστικό περιβάλλον όπου είναι περιορισμένη η πρόσβαση στην ηλιακή ακτινοβολία (light interception), το νερό και τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους (Mhlanga et al. 2016, Manalil et al. 2017, Peerzada et al. 2017 Scavo & Mauromicale 2020). Στις εν λόγω καλλιεργητικές πρακτικές περιλαμβάνονται η αύξηση της ποσότητας σπόρου στην γραμμή της καλλιέργειας (increased seeding rates), η μείωση μεταξύ των αποστάσεων των γραμμών σποράς (narrow row spacing) και η επιλογή του κατάλληλου προσανατολισμού των γραμμών (row orientation), η σπορά σε διπλές γραμμές (twin-row system) αλλά και η ομοιόμορφη σπορά της καλλιέργειας στον αγρό με παρόμοιες αποστάσεις μεταξύ και επί των γραμμών (sowing patterns).

Ιδιαίτερα η μείωση των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας είναι μια πολύ αποτελεσματική πρακτική για την ταχύτερη δημιουργία μια πυκνής φυτείας που θα σκιάσει το έδαφος και θα «καταπνίξει» τα ζιζάνια (weed suppression) σε μικρό χρονικό μετα τη σπορά (Sardana et al. 2017, Scavo & Mauromicale 2020). Ένα πλεονεκτήματα της εν λόγω πρακτικής αυτής είναι ότι μειώνει την επιφάνεια του ελεύθερου χώρου όπου μπορούν να βλαστήσουν και να αναπτυχθούν τα ζιζάνια μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας (Sardana et al. 2017, Korres 2018).

Σημειώνεται ωστόσο πως σε καλλιέργειες χαμηλής ανταγωνιστικής ικανότητα όπως τα ψυχανθή, η μείωση των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών σποράς δεν συστήνεται ως πρακτική διαχείρισης ζιζανίων. Οι αργοί ρυθμοί ανάπτυξης και το χαμηλό ύψος φυτείας των ψυχανθών δεν επιτρέπουν την επίτευξη του άμεσου και έγκαιρου «κλεισίματος» των γραμμών ανεξάρτητα των μεταξύ τους αποστάσεων (Kanatas & Gazoulis 2022, Place et al. 2010). Επίσης, όταν εφαρμόζεται σπορά με μειωμένες αποστάσεις μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας, ο μηχανικός έλεγχος των ζιζανίων είτε είναι αδύνατος είτε υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να προκαλέσει μηχανικές ζημιές στα καλλιεργούμενα φυτά και να μειώσει τη πυκνότητα της φυτείας (Korres 2018). Επομένως, σε αυτές τις περιπτώσεις είναι προτιμότερη η αύξηση της ποσότητας του σπόρου επί της γραμμής σε συνδυασμό με μηχανικό έλεγχο των ζιζανίων μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας (Alba et al. 2020, Gazoulis et al. 2021a, Kanatas & Gazoulis 2022).

### **1.8. Ανταγωνιστικές ποικιλίες**

Αν και κάποιες καλλιέργειες είναι γενικότερα πιο ανταγωνιστικές από άλλες, η ανταγωνιστική ικανότητα διαφέρει συνήθως και μεταξύ των ποικιλιών κάθε καλλιέργειας. Ποικιλίες με ταχύ ρυθμό ανάπτυξης κατά τα αρχικά στάδια του βιολογικού κύκλου θεωρούνται ανταγωνιστικές απέναντι στα ζιζάνια (Korres 2018). Οι ποικιλίες αυτές σκιάζουν το έδαφος και μειώνουν την εμφάνιση και την ανάπτυξη των ζιζανίων στον αγρό. Η αυξημένη ικανότητα αδελφώματος είναι χαρακτηριστικό ανταγωνιστικότητα στις διάφορες ποικιλίες των σιτηρών (Dass et al. 2017, van der Meulen & Chauhan 2017), όπως και το αυξημένο μέγεθος της φυλλικής επιφάνειας και η όσο το δυνατόν πιο οριζόντια διάταξη του φυλλώματος στον αραβόσιτο (*Zea mays* L.) (Mhlanga et al., 2016). Αντίστοιχα, το ύψος της φυτείας και ο βαθμός που η διάταξη του φυλλώματος παρεμποδίζει τη πρόσβαση των ζιζανίων στο ηλιακό φως καθορίζει το ανταγωνιστικό δυναμικό των διαφόρων ποικιλιών σε καλλιέργειες όπως το σόργο (*Sorghum bicolor* L.) και το βαμβάκι (*Gossypium hirsutum* L.) (Manalil et al. 2017, Peerzada et al. 2017). Η επιλογή ποικιλιών με αλληλοπαθητική ικανότητα απέναντι στα ζιζάνια είναι επίσης μια καλλιεργητική πρακτική διαχείρισης ζιζανίων στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας (Dass et al. 2017). Αυτό επισημαίνεται μεταξύ άλλων και για καλλιέργειες όπως τα σταυρανθή (Brassicaceae) ή ο ηλίανθος (*Helianthus annuus* L.) (Travlos et al. 2023).

### **1.9. Διαχείριση λίπανσης και άρδευσης**

Οι καλλιέργειες μοιράζονται τους ίδιους υπέργειους και υπόγειους πόρους με τα ζιζάνια. Ως αποτέλεσμα, η λίπανση και η άρδευση επηρεάζουν τις ανταγωνιστικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ

καλλιεργειών και ζιζανίων (Kaur et al. 2018). Η τοποθέτηση λιπασμάτων σε «ζώνες» κάτω από τις γραμμές των καλλιεργειών (band fertilization) παρέχει στις καλλιέργειες ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι των ζιζανίων, παρέχοντας στα καλλιεργούμενα φυτά βέλτιστη πρόσβαση στα θρεπτικά στοιχεία (Gazoulis et al. 2021a). Επειδή τα περισσότερα ετήσια ζιζάνια βλαστάνουν στα ανώτερα στρώματα του εδάφους, η χύδην ενσωμάτωση των λιπασμάτων στον αγρό ενισχύει την εμφάνιση και την ανάπτυξή τους. Αντίθετα, η ακριβής εφαρμογή λιπασμάτων σε συγκεκριμένο βάθος μειώνει τη βλάστηση των σπόρων των ζιζανίων και περιορίζει επίσης την πρόσβαση των ζιζανίων στα θρεπτικά στοιχεία (Kaur et al. 2018). Αντίστοιχα και η στάγδην άρδευση συνήθως περιορίζει την εμφάνιση των ζιζανίων στον αγρό σε σύγκριση με την κατάκλυση και τον καταιονισμό (Kaur et al. 2018, Travlos et al. 2023).

### **1.10. Ψευδοσπορά**

Μια από τις πλέον «υποτιμημένες» στο παρελθόν αλλά πλέον υποσχόμενες καλλιεργητικές πρακτικές διαχείρισης ζιζανίων, που στοχεύει στην μείωση του δυναμικού της τράπεζας των σπόρων, αποτελεί και η μέθοδος της ψευδοσποράς (Travlos et al. 2020).

#### **1.10.1. Περιγραφή εφαρμογής της καλλιεργητικής πρακτικής της ψευδοσποράς**

Η εφαρμογή της ψευδοσποράς ή «ψεύτικης σποράς» αποσκοπεί στην δημιουργία ενός ευνοϊκού και λιγότερο ανταγωνιστικού περιβάλλοντος για την ομαλή πρώτη ανάπτυξη και εγκατάσταση της εκάστοτε καλλιέργειας. Η τεχνική αυτή, εκτός από τον έλεγχο του αρχικού «κύματος βλάστησης» των ζιζανίων, στοχεύει επίσης και στην μακροχρόνια εξάντληση του δυναμικού της τράπεζας των σπόρων των ζιζανίων στο έδαφος (Merfield 2013).

Για την πρακτική εφαρμογή της ψευδοσποράς, η εδαφοκατεργασία κατά την προετοιμασία της σποροκλίνης πριν την σπορά της καλλιέργειας, μαζί με αρδεύσεις ή οι βροχοπτώσεις που μπορούν να ακολουθήσουν, διεγείρει τη βλάστηση των σπόρων των ζιζανίων από τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους. Η σπορά καθυστερεί για ένα διάστημα κάποιων ημερών ή εβδομάδων ώστε τα νεαρά ζιζάνια να κάνουν την εμφάνισή τους στον αγρό. Μετά την εμφάνισή τους, τα ζιζάνια ελέγχονται με επιφανειακή κατεργασία (βάθος 10 cm) πριν από τη σπορά. Εναλλακτικά, τα νεαρά ζιζάνια μπορούν να ελεγχθούν και με εφαρμογή του μη εκλεκτικού ζιζανιοκτόνου glyphosate (HRAC/WSSA Group 9) ή και άλλων μη εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων που είναι συμβατά με τη βιολογική γεωργία όπως το πελαργονικό οξύ (Kanatatas et al. 2020a, Travlos et al. 2020). Ακόμη, όταν πρόκειται να ακολουθηθεί η δεύτερη μέθοδος εφαρμογής, μπορεί

επίσης να γίνει σπορά της καλλιέργειας και στη συνέχεια, πριν την εμφάνιση της καλλιέργειας, να πραγματοποιηθεί η ζιζανιοκτονία (Merfield 2013).

Η επιλογή μεταξύ των δύο μεθόδων (επιφανειακή εδαφοκατεργασία ή εφαρμογή μη εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων) εξαρτάται από τη σύνθεση της ζιζανιοχλωρίδας στον αγρό. Όταν κυριαρχούν ετήσια ζιζάνια, η επιφανειακή εδαφοκατεργασία φαντάζει ως η βέλτιστη και η πλέον περιβαλλοντικά φιλική επιλογή. Όταν όμως στον αγρό υπάρχουν και πολυετή ζιζάνια σε μεγάλες πυκνότητες, η εφαρμογή διασυστηματικών ζιζανιοκτόνων κρίνεται απαραίτητη για αποτελεσματικό έλεγχο ζιζανίων (Travlos et al. 2023). Είναι προφανές επίσης πως η θερμοκρασία και η υγρασία του εδάφους καθώς και οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε γεωργική περιοχή είναι εξωγενείς παράγοντες που μπορούν να καθορίσουν το βαθμό επιτυχίας της μεθόδου (Travlos et al. 2020).

Γενικότερα, θεωρείται πως υπάρχουν τρία σημεία πτυχές που καθορίζουν την αποτελεσματικότητα της ψευδοσποράς ως πρακτική διαχείρισης των ζιζανίων (Merfield 2013). Το πρώτο είναι ότι οι περισσότεροι σπόροι των ζιζανίων, δηλαδή περίπου το 85-95% του συνόλου τους, ληθαργούν, αλλά από ένα μικρό ποσοστό της τάξης του 5-10% που είναι μη αδρανές, οι περισσότεροι βλασταίνουν γρήγορα όταν βρεθούν σε ευνοϊκές για τη βλάστηση συνθήκες. Το δεύτερο είναι ότι η εδαφοκατεργασία είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για την πρόκληση της βλάστησης των σπόρων. Το τρίτο και πλέον σημαντικό είναι το γεγονός ότι τα περισσότερα είδη ζιζανίων συνήθως εμφανίζονται από τα κορυφαία 5 cm του εδάφους καθώς το μέγεθος των σπόρων για τα περισσότερα είδη καθώς και το ενεργειακό τους περιεχόμενο δεν τους επιτρέπουν συνήθως να βλαστάνουν σε μεγαλύτερα βάθη.

Ένα από τα πιο σοβαρά σφάλματα κατά την εφαρμογή είναι η εδαφοκατεργασία που αποσκοπεί στον έλεγχο των ζιζανίων πριν τη σπορά της καλλιέργειας να εκτελείται σε βάθος μεγαλύτερο των 10 cm. Τότε οι μη αδρανείς σπόροι από τα βαθύτερα στρώματα εδάφους επανέρχονται στα ανώτερα επιφανειακά στρώματα όπου μπορούν να βλαστήσουν εκμηδενίζοντας πρακτικά τα οφέλη της ψευδοσποράς (Merfield 2013). Φυσικά ο περιορισμός αυτός δεν ισχύει στη περίπτωση που η ψευδοσπορά περιλαμβάνει εφαρμογή μη εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων.

#### **1.10.2. Ανασκόπηση πρόσφατης διεθνούς βιβλιογραφίας**

Υπάρχουν αρκετές πρόσφατες έρευνες που έχουν αναδείξει το ρόλο της ψευδοσποράς για διαχείριση ζιζανίων σε φυτά μεγάλης καλλιέργειας. Για παράδειγμα, οι Mouillon et al. (2020), οι

οποίοι διεξήγαγαν τρία πειράματα αγρού στον ηλίανθο, ανέφεραν πως η σπορά καθυστέρησε λόγω βροχής και υγρών εδαφικών συνθηκών που εμφανίστηκαν αμέσως μετά την αρχική εδαφοκατεργασία για την προετοιμασία της σποροκλίνης. Ως αποτέλεσμα, τα ζιζάνια φύτευσαν στον αγρό και επομένως εφαρμόστηκε η μέθοδος της ψευδοσποράς τυχαία, αφού τα νεαρά ζιζάνια ελέγχθηκαν με την τελική επιφανειακή εδαφοκατεργασία που πραγματοποιήθηκε για την αφρατοποίηση του χώματος 20 ημέρες μετά. Στη προκειμένη περίπτωση, αυτό είχε ως αποτέλεσμα 89% χαμηλότερη βιομάζα ζιζανίων και 27% υψηλότερη απόδοση της καλλιέργειας σε σπόρο. Ανάλογα αποτελέσματα αναφέρονται και στην Ελλάδα στην πρόσφατη έρευνα της ερευνητικής ομάδας του Γ.Π.Α. στη σούλα (*Hedysarum coronarium* L.), μια ανερχόμενη βιομηχανική-χορτοδοτική καλλιέργεια (Gazoulis et al. 2022). Κατά το δεύτερο πειραματικό έτος της μελέτης τους, οι Raffaelli et al. (2002) εφάρμοσαν την τεχνική της ψευδοσποράς για τον έλεγχο των ζιζανίων πριν από τη σπορά αραβόσιτου. Με τον τρόπο αυτό, μείωσαν τη βιομάζα των ζιζανίων κατά περίπου 86%.

Στο κριθάρι (*Hordeum vulgare* L.), οι Kanatas et al. (2020b) παρατήρησαν ότι η τεχνική της ψευδοσποράς με επιφανειακή εδαφοκατεργασία μείωσε τη βιομάζα της αγριοβρώμης κατά 66–75% και αύξησε την απόδοση του κριθαριού σε καρπό κατά 29–30%. Ανάλογη αποτελεσματικότητα έδειξε και η ψευδοσποράς με εφαρμογή glyphosate στην ίδια καλλιέργεια στη μελέτη των Naeem et al. (2022). Στο μαλακό σιτάρι, οι Shahzad et al. (2021) καθυστέρησαν τη σπορά για μία εβδομάδα και έλεγξαν τα ζιζάνια με επιφανειακή κατεργασία σε πειραματικά τεμάχια όπου εφάρμοσαν την καλλιεργητική πρακτική της ψευδοσποράς. Σε σύγκριση με τον μάρτυρα, η βιομάζα ζιζανίων μειώθηκε κατά 84%. Οι Akhter et al. (2021) ανέφεραν ότι η ψευδοσπορά μπορεί να μειώσει την πυκνότητα και τη δυναμική της τράπεζας σπόρων του αγρωστώδους ζιζανίου *Vulpia myuros* (L.) C.C. Gmel στα χειμερινά σιτηρά. Σε χορτοδοτικές καλλιέργειες, ο Jensen (2019) διαπίστωσε επίσης ότι η ψευδοσπορά μπορεί να μειώσει την πυκνότητα των χειμερινών ζιζανίων έως και 80%. Άλλοι ερευνητές (Sindhu et al. 2010) διαπίστωσαν επίσης ότι σε καλλιέργεια ρυζιού όταν επιλέχθηκε η ψευδοσπορά αντί της συμβατικής σποράς, με την χημική ζιζανιοκτονία να γίνεται είτε 7 είτε 14 ημέρες μετά την αρχική προετοιμασία της σποροκλίνης, μειώθηκε το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας τόσο για τα αγρωστώδη όσο και για τα πλατύφυλλα ζιζάνια. Οι Johnson & Mullinix (1995) διαπίστωσαν για την καλλιέργεια της αραχίδας (*Arachis hypogaea* L.) ότι η ψευδοσπορά με εφαρμογή glyphosate ήταν αποτελεσματική στρατηγική κατά των ειδών *Cyperus esculentus* L. και *Panicum texanum* L..

Ανάλογα αποτελέσματα αναφέρουν και οι Kanatas et al. (2020a) στη σόγια (*Glycine max* (L.) Merr.), οι Shem-Tov et al. (2006) και Boyd et al. (2006) σε υπαίθρια κηπευτικά, οι De Cauwer et al. (2021) στο σπανάκι (*Spinacia oleracea* L.) και οι Singh et al. (2018) στο ρύζι (*Oryza sativa* L.). Ακόμη, κατά τους Dogan et al. (2009), η ψευδοσπορά στο βαμβάκι με εφαρμογή του glyphosate μείωσε σημαντικά την πυκνότητα πολυετών ζιζανίων όπως η πορφυρή κύπερη (*Cyperus rotundus* L.).

Συμπερασματικά, οι ωφέλιμες επιδράσεις της καλλιεργητικής πρακτικής της ψευδοσποράς έχουν τεκμηριωθεί για αρκετές καλλιέργειες, ωστόσο απαιτείται πειραματισμός σε διάφορες καλλιέργειες και σε διαφορετικές εδαφοκλιματικές συνθήκες για τη βελτιστοποίηση των εφαρμογών της σε φυτά μεγάλης καλλιέργειας. Σε κάθε περίπτωση, η μέθοδος ελέγχου των ζιζανίων και η χρονική στιγμή που θα πραγματοποιηθεί είτε η επιφανειακή εδαφοκατεργασία είτε η εφαρμογή μη εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων φαίνεται να έχουν καθοριστική σημασία.

Ακόμη, πρέπει να διερευνηθεί σε πειράματα αγρού επαναλαμβανόμενα στο χρόνο και σε διαφορετικές περιοχές και ο ρόλος της ψευδοσποράς σε συνδυασμό και με άλλες καλλιεργητικές πρακτικές για τη δημιουργία βιώσιμων και αποτελεσματικών συστημάτων ΟΔΖ στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας.

### **1.10.3. Η ψευδοσπορά στην Ελλάδα**

Στην Ελλάδα σύμφωνα με το πλαίσιο της Δράσης 10.1.07 «Εναλλακτική καταπολέμηση ζιζανίων στους ορυζώνες» του Μέτρου 10 «Γεωργοπεριβαλλοντικά και κλιματικά μέτρα» του ΠΑΑ 2014-2020, επιλέξιμη είναι η καλλιέργεια του ρυζιού και γεωγραφικό πεδίο εφαρμογής της πρακτικής της ψευδοσποράς, χωρίς όμως εφαρμογή χημικών μέσων, είναι οι περιοχές που καλλιεργείται το ρύζι σε ολόκληρη την ελληνική επικράτεια. Δικαιούχους αποτελούν φυσικά και νομικά πρόσωπα ή ομάδες φυσικών ή νομικών προσώπων, οι οποίοι είναι νόμιμοι κάτοχοι γεωργικής έκτασης. Το ύψος ενίσχυσης της δράσης ορίζεται σε 210 ευρώ ανά εκτάριο ανά έτος για τον χρονικό ορίζοντα της πενταετίας μεταξύ 2014 και 2020 (Γραφείο Τύπου ΥΠΑΑΤ, 2018).

### **1.11. Αντικείμενο μελέτης και σκοπός της Διδακτορικής Διατριβής**

Η Διδακτορική Διατριβή εμπύπτει στην επιστήμη της Γεωργίας και της Ζιζανιολογίας και αποσκοπεί στην βελτιστοποίηση της καλλιεργητικής πρακτικής της ψευδοσποράς καθώς και συγκριτικές αξιολογήσεις της εφαρμογής της σε φυτά μεγάλης καλλιέργειας. Η εκπόνηση της παρούσας μελέτης περιλάμβανε πειράματα αγρού σε φυτά μεγάλης καλλιέργειας.



Συγκεκριμένα, πειράματα αγρού εγκαταστάθηκαν και διεκπεραιώθηκαν σε χορτοδοτικές συγκαλλιέργειες και μονοκαλλιέργειες λόλιου (*Lolium multiflorum* Lam.) και Αλεξανδρινού τριφυλλιού (*Trifolium alexandrinum* L.), στο σκληρό σιτάρι (*Triticum durum* Desf.) και στο κενάφ (*Hibiscus cannabinus* L.). Εφαρμόστηκαν διαφορετικά πρωτόκολλα πειραματισμού ανά καλλιέργεια. Στα πειραματικά τεμάχια της ψευδοσποράς ο έλεγχος των ζιζανίων πραγματοποιήθηκε είτε με επιφανειακή εδαφοκατεργασία είτε με εφαρμογή του μη εκλεκτικού ζιζανιοκτόνου glyphosate. Επίσης, εξετάστηκε η σημασία του χρονικού διαστήματος μεταξύ της αρχικής προετοιμασίας της σποροκλίνης και του ελέγχου των ζιζανίων με τις παραπάνω μεθόδους. Επιπρόσθετα, μελετήθηκαν οι αλληλεπιδράσεις της ψευδοσποράς τόσο με τη χημική ζιζανιοκτονία όσο και με άλλες μη χημικές εναλλακτικές καλλιεργητικές πρακτικές διαχείρισης ζιζανίων όπως η συγκαλλιέργεια και η εγκατάσταση της καλλιέργειας με μειωμένες αποστάσεις μεταξύ των γραμμών της. Τέλος, ερευνήθηκαν οι επιδράσεις όλων των παραπάνω καλλιεργητικών πρακτικών και των επιμέρους αλληλεπιδράσεων τους σε παραμέτρους ανάπτυξης, στα συστατικά της απόδοσης και στις στρεμματικές αποδόσεις των υπό μελέτη καλλιεργειών.

## **2. ΠΡΩΤΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ – ΨΕΥΔΟΣΠΟΡΑ ΓΙΑ ΑΓΡΟΙΚΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΕ ΧΟΡΤΟΔΟΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΛΟΛΙΟΥ (*Lolium multiflorum* Lam.) ΚΑΙ ΑΛΕΞΑΝΔΡΙΝΟΥ ΤΡΙΦΥΛΛΙΟΥ (*Trifolium alexandrinum* L.)**

### **2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΥΠΟΘΕΣΗ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ**

Ως συγκαλλιέργεια ορίζεται η συνύπαρξη δύο ή περισσότερων καλλιιεργειών για ένα σημαντικό χρονικό διάστημα στον ίδιο αγρό με στόχο την αποτελεσματικότερη αξιοποίηση των φυσικών πόρων από τα συγκαλλιεργούμενα είδη (Maitra et al. 2021). Η συγκαλλιέργεια ετήσιων χειμερινών αγρωστωδών και ψυχανθών ειδών χρησιμοποιείται ευρέως σε καλλιεργητικά συστήματα χαμηλών εισροών στην περιοχή της Μεσογείου για την παραγωγή χορτονομής ως κτηνοτροφή (Mariotti et al. 2006, Papastylίου 2004, Salama 2020). Ανάμεσα στις κτηνοτροφικές καλλιέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό στις ιδιαίτερες εδαφοκλιματικές συνθήκες της Μεσογείου, οι συγκαλλιέργειες του λόλιου (*Lolium multiflorum* Lam.) και του Αλεξανδρινού τριφυλλίου (*Trifolium alexandrinum* L.) έχουν εξαιρετικό δυναμικό παραγωγής χορτομάζας σε στρεμματικό επίπεδο που χαρακτηρίζεται από εξαιρετική ποιότητα (García de Arévalo et al. 1994, Giambalvo et al. 2011, Kavut 2019, Salama 2015, Yucel et al. 2018).

Συγκριτικά με τις μονοκαλλιέργειες τους, οι συγκαλλιέργειες αγρωστωδών και ψυχανθών ειδών χαρακτηρίζονται από πολλαπλά πλεονεκτήματα όταν η εκάστοτε αγροτική εκμετάλλευση αποσκοπεί στην παραγωγή χορτομάζας για κτηνοτροφή (Salama 2020). Συγκεκριμένα, οι μονοκαλλιέργειες αγρωστωδών ειδών παράγουν μεγάλες ποσότητες χορτομάζας που είναι όμως χαμηλότερης θρεπτικής αξίας και περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη (Mariotti et al. 2006). Επίσης, οι μονοκαλλιέργειες ψυχανθών είναι λιγότερο παραγωγικές από τις αντίστοιχες των αγρωστωδών ενώ παράγουν χορτομάζα της οποίας η κατανάλωση από τα ζώα αυξάνει το ρίσκο τυμπανισμού και δημιουργίας ανωμαλιών στους ιστούς των οστών εξαιτίας της μη ισορροπημένης αναλογίας φωσφόρου (P) και καλίου (K) (Hall et al. 1991). Αντίθετα, οι συγκαλλιέργειες αγρωστωδών και ψυχανθών εξασφαλίζουν υψηλότερη παραγωγή χορτομάζας υψηλότερης πρωτεΐνοπεριεκτικότητας και ποιότητας γενικότερα ενώ η συγκομιδή της γίνεται εύκολα με μηχανικά μέσα (Lithourgidis et al. 2011). Από καθαρά αγρονομική σκοπιά, η υψηλότερη παραγωγικότητα των συγκαλλιεργειών συγκριτικά με την αντίστοιχη των μονοκαλλιεργειών μπορεί να εξηγηθεί ως εξής. Όταν η συνυπάρχουν στον ίδιο αγρό είδη με διαφορετικά μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά (όπως π.χ. αγρωστώδη με ψυχανθή), η συγκαλλιέργεια έχει ως αποτέλεσμα την συμπληρωματικότητα άρα και βελτιστοποίηση στην

χρήση των φυσικών πόρων (φως, νερό, θρεπτικά κ.α.) όπως αναφέρεται και στη σχετική διεθνή βιβλιογραφία (Smith et al. 2020). Επιπλέον, η συμπληρωματικότητα της χρήσης των πόρων οδηγεί σε μεγαλύτερο εύρος αξιοποίησης τους από τα καλλιεργούμενα φυτά και συνεπώς μικρότερη διαθεσιμότητα τους για τα ζιζάνια (Smith et al. 2020). Επομένως, η συγκαλλιέργεια αποτελεί και μια πρακτική αγροοικολογικής διαχείρισης των ζιζανίων στις χορτοδοτικές καλλιέργειες και τα φυτά μεγάλης καλλιέργειας γενικότερα (Florence & McGuire 2020, Storkey & Neve 2018).

Για τη περαιτέρω συμπίεση των ζιζανίων, είναι σημαντικό να επιλεγεί η κατάλληλη αναλογία της ποσότητας σπόρου σποράς κάθε είδους που συμπεριλαμβάνεται στην εκάστοτε συγκαλλιέργεια. Τα αγρωστώδη παρουσιάζουν ταχύτερο ρυθμό ανάπτυξης από τα ψυχανθή και οι αναλογίες των ειδών στη συγκαλλιέργεια πρέπει να είναι ισορροπημένες ώστε να προκύψει μια συγκαλλιέργεια που θα ανταγωνίζεται τα ζιζάνια, θα είναι παραγωγική χωρίς όμως όπου τα αγρωστώδη να κυριαρχήσουν σε βάρος των ψυχανθών που χαρακτηρίζονται από χαμηλότερους ρυθμούς ανάπτυξης (Glaze-Corcoran et al. 2020).

Σε κάθε περίπτωση, ο ανταγωνισμός από τα ζιζάνια αποτελεί από τα σημαντικότερα προβλήματα στις χορτοδοτικές καλλιέργειες καθώς προκαλεί σημαντικές μειώσεις των στρεμματικών αποδόσεων και υποβάθμιση της ποιότητας της χορτονομής ανεξάρτητα με το αν επιλέγεται το καλλιεργητικό σύστημα της συγκαλλιέργειας ή αυτό της μονοκαλλιέργειας (Cannon et al. 2020, Kanatas et al. 2021b, Meiss et al. 2010, Stoltz & Nadeau 2014). Συνεπώς, είναι σημαντική η ανάπτυξη αποτελεσματικών συστημάτων διαχείρισης των ζιζανίων σε χορτοδοτικές καλλιέργειες. Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί σε μη χημικές, αγροοικολογικές καλλιεργητικές πρακτικές που υποστηρίζουν την έννοια της ανάπτυξης βιώσιμων καλλιεργητικών συστημάτων χαμηλών εισροών στις χορτοδοτικές καλλιέργειες (Tautges et al. 2016).

Μια από τις αγροοικολογικές καλλιεργητικές πρακτικές διαχείρισης ζιζανίων αποτελεί αυτή της ψευδοσποράς. Υπενθυμίζεται πως η ψευδοσπορά περιλαμβάνει τη προετοιμασία του αγρού και της σποροκλίνης με τις καθιερωμένες πρακτικές εδαφοκατεργασίας, χωρίς ωστόσο την άμεση σπορά της καλλιέργειας (Travlos et al. 2020). Αν δεν ακολουθήσουν βροχοπτώσεις απαιτείται μια άρδευση με κανόνι (sprinkler) ώστε να υποκινηθεί αποτελεσματικά η βλάστηση των σπόρων των ζιζανίων για την οποία η εδαφική υγρασία είναι κρίσιμη (Kanatas et al. 2020b). Αφού εμφανιστούν τα φυτά των ζιζανίων, ελέγχονται με μια πολύ ελαφρά εδαφοκατεργασία (σε βάθος 5-10 cm) και έπειτα μπορεί να ακολουθήσει σε ένα λιγότερο ανταγωνιστικό περιβάλλον η

σπορά της καλλιέργειας η οποία μπορεί να αποκτήσει σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι των ζιζανίων που θα βλαστήσουν αργότερα στην καλλιεργητική περίοδο (Kanatats et al. 2020b). Η ψευδοσπορά έχει αναφερθεί πως μπορεί να μειώσει σημαντικά τη πυκνότητα και τη βιομάζα των ζιζανίων σε καλλιέργειες σιτηρών, ψυχανθών κ.α. συγκριτικά με τις καθιερωμένες συμβατικές πρακτικές διαχείρισης (Kanatats et al. 2020a, b). Στις χορτοδοτικές καλλιέργειες, πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει πως η ψευδοσπορά μπορεί να μειώσει τη πυκνότητα των ζιζανίων στον αγρό ιδιαίτερα όταν συνδυάζεται με άλλες καλλιεργητικές πρακτικές όπως η αύξηση της ποσότητας σπόρου σποράς άρα και πυκνότητας της καλλιέργειας ή μεθόδους σαν την αμειψισπορά και τη συγκαλλιέργεια (Gazoulis et al. 2022). Ένα ερευνητικό κενό σχετικά με την εφαρμογή της ψευδοσποράς αφορά στο βέλτιστο χρονικό διάστημα που πρέπει να μεσολαβήσει μέσω της αρχικής εδαφοκατεργασίας και του ελέγχου των ζιζανίων πριν από τη σπορά της καλλιέργειας. Το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα μπορεί να ποικίλλει από καλλιέργεια σε καλλιέργεια και να εξαρτάται από τις ιδιαίτερες εδαφοκλιματικές συνθήκες της εκάστοτε αγροτικής περιοχής (Merfield 2013).

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει το δυναμικό της πρακτικής της ψευδοσποράς για μείωση της πίεσης των ζιζανίων σε συγκαλλιέργειες λόλιου-Αλεξανδρινού τριφυλλίου καθώς και σε μονοκαλλιέργειες των παραπάνω χορτοδοτικών καλλιεργειών. Η υπόθεση της έρευνας ήταν πως η αύξηση του χρονικού διαστήματος από την αρχική εδαφοκατεργασία έως τη σπορά της καλλιέργειας θα οδηγήσει σε αύξηση του αριθμού των ζιζανίων που θα βλαστήσουν και θα ελεγχθούν με επιφανειακή εδαφοκατεργασία όπως έχει προαναφερθεί. Επίσης ζητούμενο ήταν η σύγκριση της ανταγωνιστικής ικανότητας και του παραγωγικού δυναμικού είτε συγκαλλιερειών είτε μονοκαλλιερειών λόλιου και Αλεξανδρινού τριφυλλίου. Μια ακόμη υπόθεση ήταν πως η αύξηση της αναλογίας του λόλιου στη συγκαλλιέργεια λόλιου-Αλεξανδρινού τριφυλλίου θα οδηγούσε σε αυξημένη συμπίεση των ζιζανίων λόγω της ανταγωνιστικότητας του λόλιου. Ωστόσο, ζητούμενο ήταν και η προσαρμογή των αναλογιών σπόρου ώστε τα φυτά του λόλιου να μην καταπνίξουν αυτά του Αλεξανδρινού τριφυλλίου, κάτι πολύ σημαντικό για την αύξηση της στρεμματικής απόδοσης και τη διατήρηση της ποιότητας της χορτονομής. Παρατίθενται αναλυτικά παρακάτω η μεθοδολογία και τα ευρήματα όπως προέκυψαν έπειτα από διετή πειραματισμό αγρούς στις παραπάνω χορτοδοτικές καλλιέργειες στα πλαίσια της παρούσας Διδακτορικής Διατριβής.

## 2.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

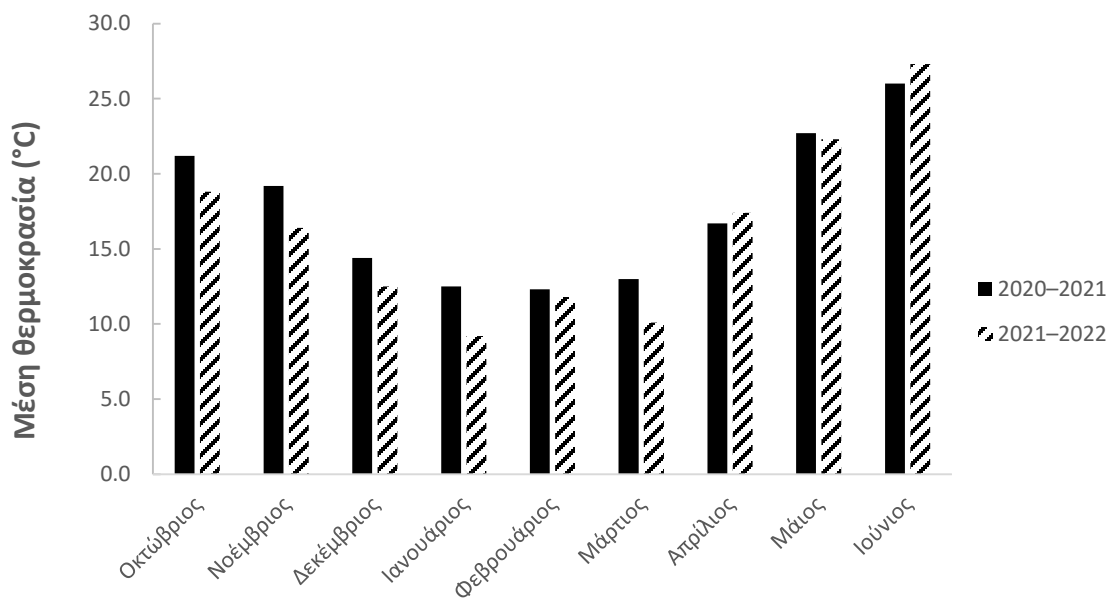
### 2.2.1. Περιγραφή πειραματικής περιοχής

Διετές πείραμα αγρού διεξήχθη από το 2020 έως το 2022 (δηλαδή κατά τις καλλιεργητικές περιόδους του 2020–2021 και 2021–2022) στην περιοχή της Βόνιτσας, στη Δυτική Ελλάδα (20°53'05.4"E, 38°53'03.8"N) (Εικόνα 1). Για τη συλλογή ακριβή δεδομένων της περιοχής χρησιμοποιήθηκε το γεωγραφικό σύστημα συντεταγμένων του Παγκόσμιου Γεωδαιτικού Συστήματος 1984 (WGS84).

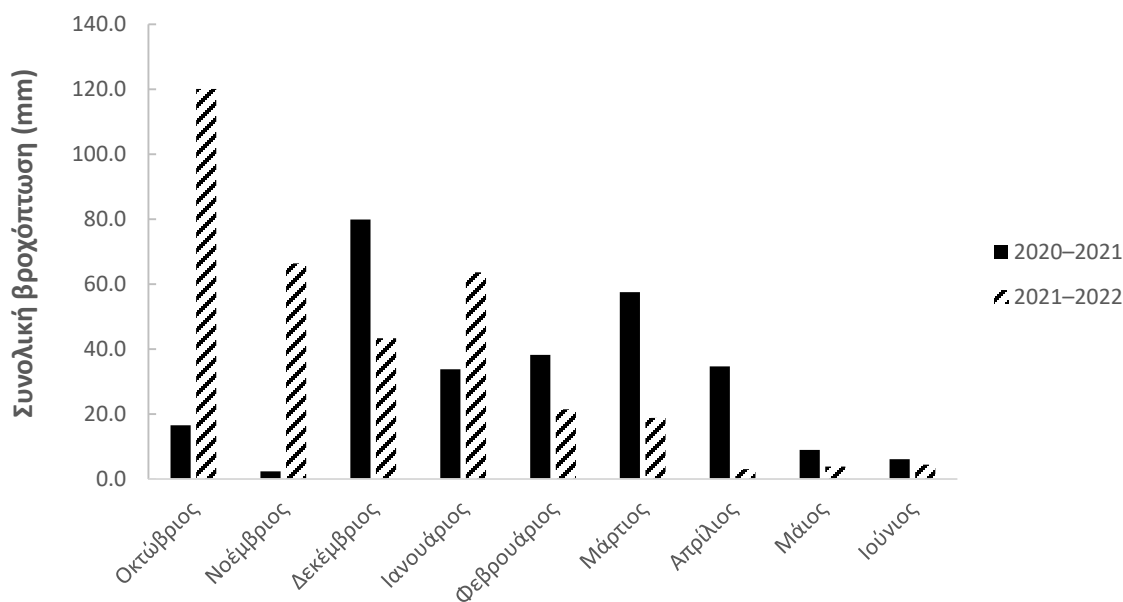


**Εικόνα 1.** Η πειραματική περιοχή στη Βόνιτσα (Δυτική Ελλάδα).

Το έδαφος του πειραματικού αγρού ήταν αργιλοπηλώδες (clay loam; CL). Οι φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους προσδιορίστηκαν ως εξής (από ανάλυση εδαφικών δειγμάτων που λήφθηκαν με κυλινδρικό δειγματολήπτη από 0 έως 15 cm βάθος εδάφους): 36,7% άμμος, 33,7% ιλύς και 29,6% άργιλος, με pH 7,40, περιεκτικότητα σε οργανική ουσία 1,24% και 81 ppm συγκέντρωση ολικού αζώτου. Όσον αφορά τις κλιματολογικές συνθήκες, η μέση μηνιαία θερμοκρασία του αέρα την περίοδο 2020–2021 ήταν ελαφρώς υψηλότερη κατά την περίοδο από τον Οκτώβριο του 2020 έως τον Μάρτιο του 2021 σε σχέση με την αντίστοιχη περίοδο 2021–2022 (Γράφημα 1). Η μηνιαία βροχόπτωση ήταν σημαντικά υψηλότερη όλους τους μήνες από τον Οκτώβριο έως τον Φεβρουάριο την περίοδο 2021–2022 σε σχέση με την περίοδο 2020-2021. Ωστόσο, τον Απρίλιο και τον Μάιο του 2021 παρατηρήθηκαν μεγαλύτερα ύψη βροχόπτωσης από ό,τι τον Απρίλιο και τον Μάιο του 2022 (Γράφημα 2).



**Γράφημα 1.** Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C) στην πειραματική περιοχή κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων 2020-2021 και 2021-2022.



**Γράφημα 2.** Ύψος συνολικής μηνιαίας βροχόπτωσης (mm) στην πειραματική περιοχή κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων 2020-2021 και 2021-2022.

Τα κυρίαρχα είδη ζιζανίων που εμφανίστηκαν στον πειραματικό αγρό ήταν η αγριοβρώμη (*Avena sterilis* L.) και το άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis* L.).

Η αγριοβρώμη ( $2n = 42$ ) είναι ένα ετήσιο χειμερινό ζιζάνιο με μεγάλα φύλλα που μοιάζει μορφολογικά με την καλλιεργούμενη βρώμη (*Avena sativa* L.). Είναι ένα αυτογονιμοποιούμενο είδος με ιδιαίτερα εκτεταμένη εξάπλωση στις χώρες της Μεσογείου (Fernández-Moreno et al. 2016). Στην Ελλάδα, αποτελεί το πιο διαδεδομένο και επιβλαβές ζιζάνιο στα χειμερινά σιτηρά. Η παρουσία της αγριοβρώμης σε μεγάλες πυκνότητες στον αγρό προκαλεί μέσω του ανταγωνισμού προς τις καλλιέργειες πολύ σημαντικές απώλειες στις στρεμματικές αποδόσεις σε χειμερινά σιτηρά αλλά και ψυχανθή ενώ κατά τη συγκομιδή οι σπόροι του ζιζανίου μπορούν να αναμιχθούν με το συγκομιζόμενο προϊόν και να εξαπλωθεί το είδος με τη μετέπειτα χρήση «μολυσμένων» σπορομερίδων (Kanatas & Gazoulis 2022, Kanatas et al. 2020b, Travlos & Giannopolitis 2010). Αξίζει να αναφερθεί ότι τα φυτά συνήθως παράγουν 5 ή περισσότερους βλαστούς (αδέλφια) ανά φυτό έχοντας ως αποτέλεσμα την παραγωγή υψηλού αριθμού παραγωγικών στελεχών ανά μονάδα επιφάνειας (Travlos & Giannopolitis 2010). Σε μελέτες ανταγωνισμού μεταξύ αγριοβρώμης και καλλιεργειών, έχει βρεθεί πως η παρουσία 110 στελεχών αγριοβρώμης  $m^{-2}$  μείωσε την στρεμματική απόδοση σε καρπό του κριθαριού κατά περίπου 10% και κατά 61% τόσο αυτή του σιταριού (*Triticum aestivum* L.) όσο και του τριτικάλε (*x Tritosecale*) (Dhima & Eleftherohorinos 2001). Σημειώνεται πως οι σπόροι της αγριοβρώμης μπορούν να παραμείνουν σε λήθαργο στο έδαφος έως και 5 έτη. Η θερμοκρασία βλάστησης των σπόρων κυμαίνεται από 2 °C έως 30 °C κατ' ανώτατο όριο, με βέλτιστη θερμοκρασία βλάστησης τους 10 °C (Bajwa et al. 2017). Επιπλέον, η βλάστηση των σπόρων είναι υψηλότερη υπό φωτοπερίοδο από ό,τι υπό σταθερό σκοτάδι σε επώαση (Ali et al. 2022). Η αναπαραγωγή του συγκεκριμένου είδους γίνεται μόνο με σπόρους οι οποίοι αναδύονται συνήθως από εδαφικό βάθος 2–5 cm, ιδίως όταν το ύψος βροχόπτωσης υπερβαίνει τα 10 mm (Mahajan & Chauhan 2022).

Το άγριο σινάπι ( $2n = 18$ ) είναι ένα αυτοσυμβίβαστο, εντομόφιλο, ετήσιο, χειμερινό δικοτυλήδονο ζιζάνιο της οικογένειας Brassicaceae με πολύ συχνή παρουσία σε χειμερινές εκτατικές καλλιέργειες στην Ελλάδα (Kanatas & Gazoulis 2022, Kanatas et al. 2020b). Σύμφωνα με πρόσφατα πειράματα που διεξήχθησαν σε ελληνικούς αγρούς χειμερινού σιταριού, είναι ένα πολύ ανταγωνιστικό ζιζάνιο. Η παρουσία του στον αγρό σε πυκνότητα 22 φυτών  $m^{-2}$ , μαζί με άλλα πλατύφυλλα ζιζάνια, μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της απόδοσης έως και 43%, εάν δεν πραγματοποιηθεί έλεγχος των ζιζανίων με εφαρμογή ζιζανιοκτόνων ή μηχανικά μέσα (Warwick et al. 2020). Η εμφάνιση αυτού του ζιζανίου είναι παρόμοια με εκείνη άλλων μικρόκαρπων πλατύφυλλων ζιζανίων και απαιτεί κάποια έκθεση των σπόρων στο φως και επαρκή εδαφική

υγρασία (70% της αγροϋδροχωρητικότητας) (Karkanis et al. 2022). Ο πολλαπλασιασμός και του είδους αυτού γίνεται μόνο με σπόρους οι οποίοι βλαστάνουν σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 1,5 °C έως 48 °C, με τους 20 °C να θεωρείται η καταλληλότερη θερμοκρασία για τη βλάστηση και τη μετέπειτα ανάπτυξη του ριζικού συστήματος (Singh et al. 2022). Οι σπόροι έχουν συνήθως περίοδο λήθαργου μέχρι 2 έτη, αλλά παλαιότερες μελέτες αναφέρουν ότι μπορούν να παραμείνουν βιώσιμοι στο έδαφος έως και 60 έτη (Karkanis et al. 2022). Στην πιο πρόσφατη μελέτη των Singh et al. (2022), η βλάστηση των σπόρων του άγριου σιναπιού ήταν μέγιστη, δηλαδή 52%, από εδαφικό βάθος 1 cm ενώ τα ποσοστά βλάστησης ήταν 29% στην επιφάνεια του εδάφους, 46% σε εδαφικό βάθος 2 cm και 23% σε εδαφικό βάθος 4 cm.

Και τα δύο ζιζάνια εξαπλώθηκαν και κυριάρχησαν στην ευρύτερη γεωργική περιοχή πιθανώς και λόγω της αμειψισποράς που εφαρμόστηκε στην περιοχή αυτή τα τελευταία 10 έτη. Συγκεκριμένα, η μηδική (*Medicago sativa* L.) καλλιεργήθηκε για τρία έτη και ο αραβόσιτος ενσίρωσης (*Zea mays* L.) για τέσσερα έτη. Στη συνέχεια, ο αγρός έμεινε σε αγρανάπαυση για ένα έτος και στη συνέχεια καλλιεργήθηκε ξανά αραβόσιτος ενσίρωσης για δύο επιπλέον έτη (όλες οι καλλιέργειες καλλιεργήθηκαν σύμφωνα με τις καθιερωμένες πρακτικές εδαφοκατεργασίας). Κατά τη διάρκεια όλων των χειμερινών περιόδων, ο αγρός ήταν σε αγρανάπαυση και τα δύο παραπάνω είδη ζιζανίων μπόρεσαν να αναπτυχθούν ανεξέλεγκτα και στη συνέχεια να δημιουργήσουν μια μεγάλη τράπεζα σπόρων, λόγω του πολύ υψηλού δυναμικού σποροπαραγωγής που τα χαρακτηρίζει υπό μη ανταγωνιστικές συνθήκες. Ως παράδειγμα του δυναμικού σποροπαραγωγής της αγριοβρώμης, οι Mahajan & Chauhan (2022) ανέφεραν την παραγωγή περίπου 2.500 σπόρων ανά φυτό σε περιβάλλον με απουσία ανταγωνισμού (Mahajan & Chauhan 2022). Το άγριο σινάπι είναι ένα άλλο είδος με πολύ μεγάλο δυναμικό σποροπαραγωγής καθώς μπορεί να παράγει έως και 3.500 σπόρους ανά φυτό όταν αναπτύσσεται με απουσία ανταγωνισμού (Dezfooli 2000).

### **2.2.2. Πειραματικός σχεδιασμός και διαχείριση πειράματος**

Το λόλιο και το Αλεξανδρινό τριφύλλι καλλιεργήθηκαν είτε ως μονοκαλλιέργειες είτε σε μείγματα συγκαλλιεργείων με διαφορετικές αναλογίες των συγκαλλιεργούμενων ειδών. Σε αυτό το πείραμα αγρού επιλέχθηκαν οι ποικιλίες «Certo» για το λόλιο και «Maremma» για το Αλεξανδρινό τριφύλλι (Mediterranea Sementi Srl., Teramo, Ιταλία), οι οποίες χαρακτηρίζονται από ανθεκτικότητά σε δυσμενείς κλιματικές συνθήκες και μυκητολογικές προσβολές καθώς και από υψηλό δυναμικό απόδοσης σε χορτομάζα η οποία είναι εξαιρετικής ποιότητας.



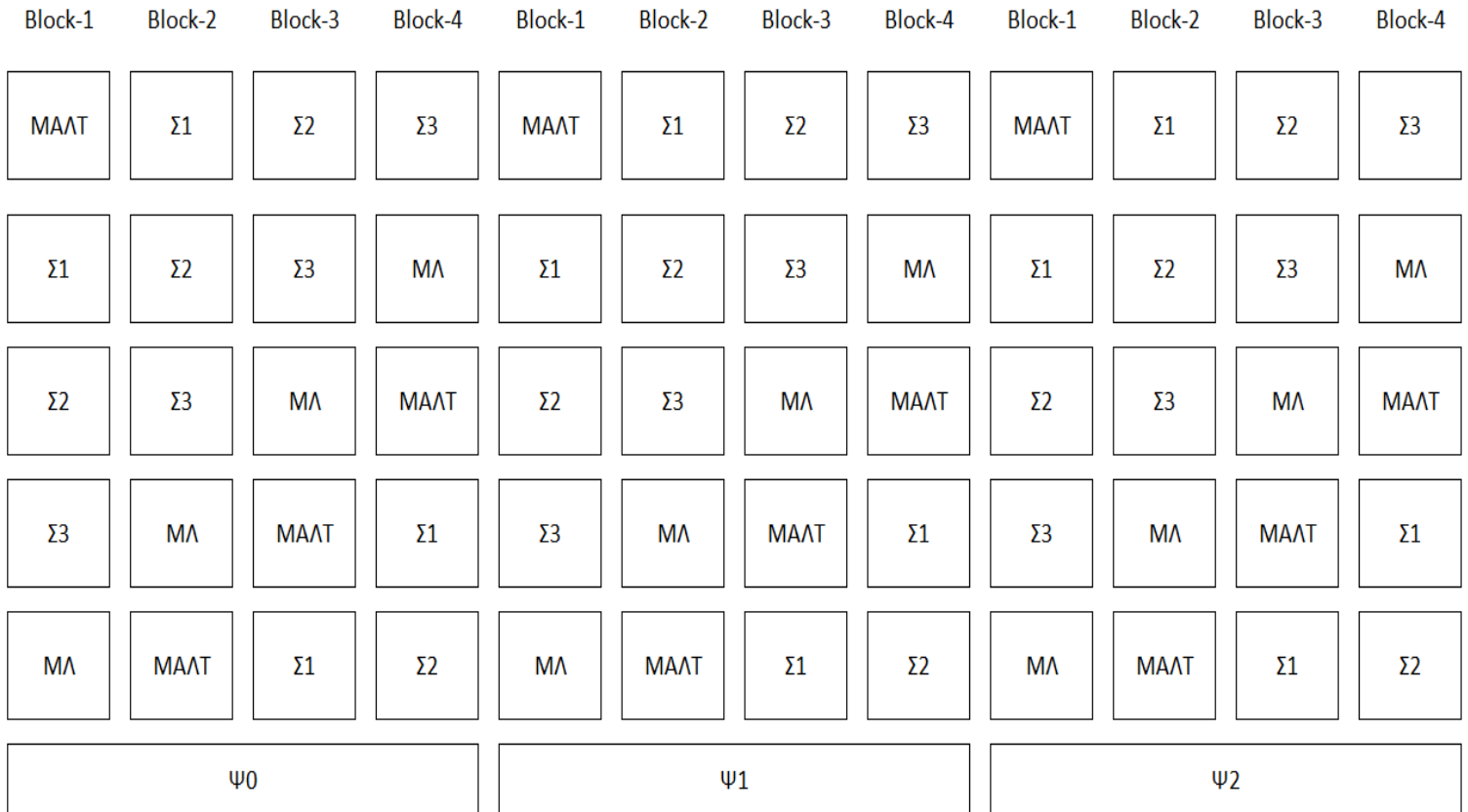
Η ποικιλία *Certo*, η οποία είναι ετήσια και έχει μέτρια πρωιμότητα, είναι ιδανική για συγκαλλιέργεια με σιτηρά, καθώς έχει χαμηλότερο ύψος φυτών και λιγότερο επιθετική ανάπτυξη, μη καταπνίγοντας έτσι την ανάπτυξη των ψυχανθών σε συγκαλλιέργειες (Κανάτας, προσωπική επικοινωνία). Αντίθετα, η ποικιλία *Maremma* παρουσιάζει γρήγορη και όρθια ανάπτυξη και έχει μεγάλο ύψος φυτών, γεγονός που την καθιστά αρκετά ανταγωνιστική σε συγκαλλιέργειες με ετήσια αγρωστώδη συγκριτικά με άλλες ποικιλίες τριφυλλίου (Κανάτας, προσωπική επικοινωνία). Επίσης, σύμφωνα με τον προμηθευτή σπόρων, είναι ιδανική για συμμετοχή σε μίγματα συγκαλλιέργειών με το λόλιο και τη φεστούκα (*Festuca arundinacea* Schreb.), με την αναλογία σπόρων Αλεξανδρινού τριφυλλίου:λόλιου:φεστούκας να ορίζεται σε 30:50:20. Συνοψίζοντας, χρησιμοποιήθηκαν ποικιλίες με τα κατάλληλα χαρακτηριστικά για να διασφαλιστεί ότι το Αλεξανδρινό τριφύλλι στις συγκαλλιέργειες δεν θα καταπνιγόταν από τα φυτά του λόλιου, το οποίο γενικά παρουσιάζει ταχύτερη ανάπτυξη συγκριτικά με τα περισσότερα τριφύλλια.

Για την προετοιμασία της σποροκλίνης, πραγματοποιήθηκε άροση του εδάφους σε βάθος 30 cm στις 18 Οκτωβρίου 2020 και στις 20 Οκτωβρίου 2021, φρεζάρισμα (δύο περάσματα σε βάθος 20 cm) και δισκοσβάρνα στις 2 Νοεμβρίου 2020 και στις 4 Νοεμβρίου 2021, προκειμένου να σπάσουν οι σβώλοι του εδάφους και να επιτευχθεί η δημιουργία μιας επίπεδης και ομοιόμορφης σποροκλίνης. Ο αγρός δεν λιπάνθηκε κατά τη σπορά ούτε μετά την πρώτη συγκομιδή, αλλά η αναβλάστηση των χορτοδοτικών φυτών ενισχύθηκε με αρδεύσεις, όπως περιγράφεται στην ενότητα 3.2.3.

Οι ημερομηνίες σποράς ήταν διαφορετικές ανάλογα με τις διαφορετικές μεταχειρίσεις του παράγοντα της ψευδοσποράς που συμπεριλήφθηκαν στο πειραματικό σχέδιο. Αναφορικά με τον πειραματικό σχεδιασμό, το πείραμα ήταν διπαραγοντικό, και διεξήχθη σύμφωνα με τη διάταξη των υποδιαμεμένων τεμαχίων (split-plot arrangement) και το πειραματικό σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων (ΤΠΟ; Randomized Complete Block Design; RCBD) με τέσσερις επαναλήψεις (blocks). Ο παράγοντας της ψευδοσποράς (Ψ) κατατάχθηκε στα κύρια τεμάχια (main plots) και ο παράγοντας της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΧΚ) κατατάχθηκε στα υποτεμάχια (subplots).

Ο παράγοντας της ψευδοσποράς (Ψ) είχε τρία επίπεδα (Ψ0, Ψ1 και Ψ2) που αναλύονται στην επόμενη παράγραφο ενώ ο παράγοντας της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΧΚ) είχε πέντε επίπεδα (ΜΑΛΤ, Σ1, Σ2, Σ3 και ΜΛ), τρεις διαφορετικές συγκαλλιέργειες Αλεξανδρινού τριφυλλίου-λόλιου

(Σ1, Σ2 και Σ3) και δύο μονοκαλλιέργειες των δύο ειδών (ΜΑΛΤ και ΜΛ) όπως επίσης αναλύεται παρακάτω. Η έκταση του υποτεμαχίου ήταν 12 m<sup>2</sup> (3 m μήκος × 4 m πλάτος) και η έκταση του κύριου τεμαχίου ήταν 240 m<sup>2</sup> (15 m μήκος × 16 m πλάτος). Κάθε υποτεμάχιο επαναλήφθηκε τέσσερις φορές έχοντας ως αποτέλεσμα τη δημιουργία συνολικά 60 υποτεμαχίων και η συνολική πειραματική έκταση 720 m<sup>2</sup>. Μεταξύ των γειτονικών υποτεμαχίων διατηρήθηκαν διάδρομοι πλάτους 0,40 m χωρίς ζιζάνια και καλλιεργούμενα φυτά (Εικόνα 2).



**Εικόνα 2.** Κάτοψη του πειραματικού σχεδιασμού.

Τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο (2021–2022), δηλαδή το έτος επανάληψης του πειράματος, νέα τεμάχια (κύρια τεμάχια και υποτεμάχια) δημιουργήθηκαν σε νέο σημεία της ίδιας γεωργικής περιοχής κατόπιν συνεννόησης με τον ιδιοκτήτη του χωραφίου.

Ο παράγοντας της ψευδοσποράς (Ψ) είχε όπως προαναφέρθηκε τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις οι οποίες συμβολίζονται με τα ακρωνύμια «Ψ0», «Ψ1» και «Ψ2» και επεξηγούνται παρακάτω.

Η μεταχείριση «Ψ0» χρησιμοποιήθηκε ουσιαστικά ως αμεταχείριστος μάρτυρας (untreated control). Διατηρήθηκε δηλαδή το κύριο τεμάχιο Ψ0 όπου έγινε απευθείας σπορά των καλλιεργειών μετά τη προετοιμασία της σποροκλίνης, χωρίς να γίνει ψευδοσπορά και χωρίς να γίνει κάποια επέμβαση προκειμένου να ελεγχθούν τα ζιζάνια. Οι ημερομηνίες σποράς για την μεταχείριση Ψ0 ήταν 3 Νοεμβρίου 2020 και στις 5 Νοεμβρίου 2021. Για τη δεύτερη μεταχείριση του παράγοντα της ψευδοσποράς «Ψ1», η σπορά των καλλιεργούμενων ειδών καθυστέρησε για περίπου μια εβδομάδα μετά την αρχική προετοιμασία της σποροκλίνης προκειμένου τα ζιζάνια να αναδυθούν στην επιφάνεια του εδάφους και να ελεγχθούν με επιφανειακή εδαφοκατεργασία αμέσως πριν τη σπορά (10 Νοεμβρίου 2020 και 11 Νοεμβρίου 2021). Παρόμοια, για τη τρίτη μεταχείριση του παράγοντα της ψευδοσποράς «Ψ2», η σπορά καθυστέρησε για περίπου δύο εβδομάδες μετά τη προετοιμασία της σποροκλίνης προκειμένου και πάλι τα ζιζάνια να εμφανιστούν στον αγρό και έπειτα να εκριζωθούν με επιφανειακή κατεργασία πριν τη σπορά των καλλιεργειών (18 Νοεμβρίου 2020 και 19 Νοεμβρίου 2020).

Στα κύρια τεμάχια Ψ1 και Ψ2, η επιφανειακή εδαφοκατεργασία πραγματοποιήθηκε χειρωνακτικά με σκαλιστήρια σε πολύ μικρό βάθος 3-5 cm για να εκριζωθούν τα νεαρά ζιζάνια. Για την επιφανειακή εδαφοκατεργασία δεν χρησιμοποιήθηκε δισκοσβάρνα γιατί ακόμη και όταν αυτή τοποθετήθηκε όσο το δυνατόν πιο επιφανειακά, το κρίσιμο όριο βάθους εδάφους των 5 cm εξακολουθούσε να ξεπερνιέται. Για την επιτυχία της καλλιεργητικής πρακτικής της ψευδοσποράς, η τελευταία επιφανειακή εδαφοκατεργασία για τον έλεγχο των νεαρών ζιζανίων πριν από τη σπορά πρέπει να πραγματοποιείται σε βάθος εδάφους μεταξύ 3–5 cm και να μην υπερβαίνει το όριο των 5 cm. Εάν το βάθος της εδαφοκατεργασίας υπερβαίνει αυτό το όριο, οι σπόροι των ζιζανίων από κατώτερα εδαφικά στρώματα ωθούνται στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους όπου αναμένεται (οι περισσότεροι εξ' αυτών) να βλαστήσουν εκμηδενίζοντας στην ουσία το όφελος της εφαρμογής της ψευδοσποράς (Merfield 2013, Travlos et al. 2020). Ως εκ τούτου, χρησιμοποιήθηκαν σκαλιστήρια χειρός ώστε το βάθος κατεργασίας να ελέγχεται εύκολα χειροκίνητα «ξύνοντας» ουσιαστικά την επιφάνεια του εδάφους σε πολύ μικρό βάθος.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι στα κύρια τεμάχια Ψ1 και Ψ2, δεν πραγματοποιήθηκαν αρδεύσεις για την υποκίνηση της βλάστησης των σπόρων των ζιζανίων. Η επιφανειακή εδαφοκατεργασία έγινε έπειτα από ελαφρές βροχοπτώσεις, οι οποίες είναι συνήθεις στη Δυτική Ελλάδα στις αρχές–μέσα Οκτωβρίου. Η βροχόπτωση εξασφάλισε

ικανοποιητική εμφάνιση ζιζανίων και στις δύο καλλιεργητικές περιόδους προκειμένου να εφαρμοστεί η ψευδοσπορά.

Ο παράγοντας της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΧΚ) είχε πέντε επίπεδα τα οποία συμβολίζονται με τα ακρωνύμια «ΜΑΛΤ», «Σ1», «Σ2», «Σ3» και «ΜΛ». Σε όλα τα κύρια τεμάχια, οι καλλιέργειες σπάρθηκαν με αποστάσεις 20 cm μεταξύ των γραμμών με τη χρήση σπαρτικής μηχανής χειρός (SJ Expert, Sereba Ebra, Les Grès, Saint-Martin-du-Fouilloux, Γαλλία). Η ποσότητα σποράς προσαρμόστηκε ώστε να επιτευχθούν πέντε διαφορετικές αναλογίες Αλεξανδρινού τριφυλλίου προς λόλιο δημιουργώντας έτσι πέντε διαφορετικά υποτεμάχια. Οι αναλογίες Αλεξανδρινού τριφυλλίου προς λόλιο ήταν 100:0 δηλαδή μονοκαλλιέργεια Αλεξανδρινού τριφυλλίου η οποία συμβολίζεται ως «ΜΑΛΤ», 75:25 δηλαδή η πρώτη συγκαλλιέργεια η οποία συμβολίζεται ως «Σ1», 50:50 δηλαδή η δεύτερη συγκαλλιέργεια η οποία συμβολίζεται ως «Σ2», 25:75 δηλαδή η τρίτη συγκαλλιέργεια η οποία συμβολίζεται ως «Σ3» και 0:100 δηλαδή μονοκαλλιέργεια λόλιου η οποία συμβολίζεται ως «ΜΛ». Σε όλα τα υποτεμάχια, χρησιμοποιήθηκε η ποσότητα σπόρου των 30 kg σπόρου ha<sup>-1</sup> τόσο στις τρεις συγκαλλιέργειες όσο και στις δύο μονοκαλλιέργειες.

Η συγκεκριμένη ποσότητα σπόρου είναι η μέγιστη συνιστώμενη στην Ελλάδα για το Αλεξανδρινό τριφύλλι και η ελάχιστη συνιστώμενη για το λόλιο. Το βάρος των χιλίων σπόρων του Αλεξανδρινού τριφυλλίου και του λόλιου ήταν 3,5 και 3,2 g, αντίστοιχα. Για τη σπορά στα υποτεμάχια των συγκαλλιεργειών, οι ποσότητες σπόρων προσαρμόστηκαν ώστε να αντιστοιχούν στις επιθυμητές αναλογίες, διατηρώντας όμως πάντα σταθερή τη συνολική ποσότητα σπόρου των 30 kg σπόρου ha<sup>-1</sup>. Επομένως, στην πρώτη συγκαλλιέργεια (Σ1), η ποσότητα σπόρου του αλεξανδρινού τριφυλλίου και του λόλιου ήταν 22,5 kg σπόρου ha<sup>-1</sup> και 7,5 kg σπόρου ha<sup>-1</sup>, αντίστοιχα. Στη δεύτερη συγκαλλιέργεια (Σ2), η ποσότητα σπόρου ήταν 15 kg σπόρου ha<sup>-1</sup> για κάθε είδος. Στην τρίτη συγκαλλιέργεια, η ποσότητα σπόρου του αλεξανδρινού τριφυλλίου ήταν 7,5 kg σπόρου ha<sup>-1</sup>, ενώ η ποσότητα σπόρου του λόλιου ήταν 22,5 ποσότητα σπόρου. Το βάθος σποράς σε όλα τα υποτεμάχια ήταν 2 cm. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι για τις συγκαλλιέργειες, πραγματοποιήθηκε μικτή συγκαλλιέργεια στην οποία οι σπόροι των συγκαλλιεργούμενων ειδών σπέρνεται στην ίδια γραμμή καλλιέργειας.

### **2.2.3. Συλλογή δεδομένων**

Η πυκνότητα των ζιζανίων αξιολογήθηκε μία φορά σε κάθε υποτεμάχιο όταν τα φυτά του λόλιου βρίσκονταν περίπου στο μέσο του φαινολογικού σταδίου του αδελφώματος (BBCH: 25) και τα φυτά του αλεξανδρινού τριφυλλίου είχαν σχηματίσει 2–3 πλευρικούς βλαστούς μήκους 0,5 cm

(BBCH 22–23). Οι ακριβείς ημερομηνίες κατά τις οποίες αξιολογήθηκε η πυκνότητα των ζιζανίων ήταν: 18 Δεκεμβρίου 2020 και 21 Δεκεμβρίου 2020. Τα ζιζάνια συλλέχθηκαν από τρία μεταλλικά πλαίσια (quadrat) επιφάνειας  $0,5 \text{ m}^2$  που τοποθετήθηκαν μόνιμα σε κάθε υποτεμάχιο και σημαδεύτηκαν με ξύλινους πασσάλους ύψους 1 m σε κεντρικές περιοχές με ομοιόμορφη ζιζανιοχλωρίδα και μακριά από τα περιθώρια των υποτεμαχίων. Σε κάθε quadrat, τα ζιζάνια εκριζώθηκαν με το χέρι, τοποθετήθηκαν σε αριθμημένες σε σακούλες από σκληρό πλαστικό, μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και ταξινομήθηκαν ανά είδος. Πραγματοποιήθηκε έπειτα η καταμέτρηση των ζιζανίων για την εκτίμηση της πυκνότητας κάθε είδους ανά μονάδα επιφάνειας, συμπεριλαμβανομένων των ειδών που εμφανίζονταν σε μικρές πυκνότητες στον πειραματικό αγρό ( $1-3 \text{ φυτά m}^{-2}$ ). Οι πυκνότητες της αγριοβρώμης και του άγριου σιναπιού είναι τα δεδομένα που παρουσιάζονται αναλυτικά σε επίπεδο είδους ζιζανίου καθώς ήταν τα κυρίαρχα ζιζάνια στον πειραματικό αγρό ( $\geq 90\%$  της συνολικής πυκνότητας ζιζανίων). Για τον υπολογισμό της συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων ανά μονάδα επιφάνειας, αθροίστηκαν οι πυκνότητες όλων των ζιζανίων σε κάθε quadrat.

Οι χορτοδοτικές καλλιέργειες συγκομίστηκαν δύο φορές σε κάθε καλλιεργητική περίοδο. Η συγκομιδή έγινε χειρωνακτικά με δρεπάνι, σε ύψος περίπου 5 cm από την επιφάνεια του εδάφους σε κάθε υποτεμάχιο από τρία σημεία δειγματοληψίας που καθορίστηκαν με ξύλινο quadrat επιφάνειας  $1 \text{ m}^2$ . Η πρώτη συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις 24 Απριλίου 2021 και στις 29 Απριλίου 2022, όταν τα φυτά του αλεξανδρινού τριφυλλίου βρίσκονταν στο φαινολογικό στάδιο της ανθοφορίας (BBCH: 65). Τα φυτικά δείγματα τοποθετήθηκαν σε αριθμημένες σακούλες από σκληρό πλαστικό, μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και ταξινομήθηκαν σε λόλιο, Αλεξανδρινό τριφύλλι και ζιζάνια. Τα φυτικά δείγματα κάθε είδους από κάθε quadrat ξηράνθηκαν στους  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  για 48 ώρες σε κλίβανο (DHG-9025, Knowledge Research S.A., Αθήνα, Ελλάδα) για να προσδιορισθεί έπειτα η ξηρή βιομάζα τους με τη χρήση ψηφιακού ζυγού ακριβείας (KF-H2, Zenith A.E.B.E., Αθήνα, Ελλάδα). Για τη μέτρηση της συνολικής απόδοσης σε χορτομάζα σε κάθε υποτεμάχιο, υπολογίστηκαν τα αθροίσματα της βιομάζας του λόλιου και του Αλεξανδρινού τριφυλλίου. Επίσης, η βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλίου και των ζιζανίων προσδιορίστηκαν ξεχωριστά για κάθε υποτεμάχιο.

Για να ενθαρρυνθεί η αναβλάστηση των χορτοδοτικών ειδών μετά τη πρώτη κοπή, εφαρμόστηκε μια άρδευση με καταιονισμό μετά τη χορτοκοπή και άλλη μία συμπληρωματική μετά από δύο

εβδομάδες (30 mm νερού έκαστη). Επιπλέον, πριν από τις δύο αρδεύσεις, πραγματοποιήθηκε επίσης διαφυλλική εφαρμογή πλήρως υδατοδιαλυτής ουρίας (N-P-K: 46-0-0- ΓΕΩ.Λ.ΙΧ ΕΠΕ, Αθήνα, Ασπρόπυργος, Ελλάδα). Η ουρία εφαρμόστηκε σε συγκέντρωση 0,87% (v/w) με ψεκαστήρα προπιέσεως Gloria® 410 T (Gloria Haus & Gartengerate GMBH, Witten, Γερμανία) που ήταν καλιμπραρισμένη για να μεταφέρει 200 L ha<sup>-1</sup> ψεκαστικού διαλύματος με σταθερή πίεση 300 kPa μέσω ενός ορειχάλκινου κωνικού ακροφυσίου διαμέτρου 2 mm και γωνίας ψεκασμού 80° προκειμένου να τροφοδοτήσει τις καλλιέργειες με 40 kg N ha<sup>-1</sup>. Στις αρχές του καλοκαιριού, συγκεκριμένα στις 10 Ιουνίου 2021 και 14 Ιουνίου 2022, έγινε και η δεύτερη κοπή.

Η συνολική απόδοση χορτομάζας (λόλιο + Αλεξανδρινό τριφύλλι), η βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλίου και η βιομάζα των ζιζανίων αξιολογήθηκαν με τις ίδιες διαδικασίες που ακολουθήθηκαν μετά την πρώτη συγκομιδή. Υπολογίστηκαν επίσης ως αθροίσματα μεταξύ των δύο συγκομιδών τόσο η συνολική χορτομάζα (λόλιο + Αλεξανδρινό τριφύλλι) όσο και η βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλίου. Οι ημερομηνίες εκτέλεσης σημαντικών ενεργειών στον πειραματικό αγρό συνοψίζονται στον παρακάτω συγκεντρωτικό πίνακα (Πίνακας 1).

**Πίνακας 1.** Ημερομηνίες εκτέλεσης σημαντικών ενεργειών στον πειραματικό αγρό.

Ενέργεια	Καλλιεργητική περίοδος	
	2020–2021	2021–2022
Σπορά στα κύρια τεμάχια Ψ0	03/11/2020	05/11/2021
Ζιζανιοκτονία κύρια τεμάχια Ψ1	09/11/2020	09/11/2021
Σπορά στα κύρια τεμάχια Ψ1	10/11/2020	11/11/2021
Ζιζανιοκτονία κύρια τεμάχια Ψ2	17/11/2020	18/11/2021
Σπορά στα κύρια τεμάχια Ψ2	18/11/2020	19/11/2021
Μέτρηση πυκνότητας ζιζανίων	18/12/2020	21/12/2021
Πρώτη κοπή	24/04/2021	29/04/2022
Δεύτερη κοπή	10/06/2021	14/06/2022

Ακολουθεί εικόνα μετά τη συγκομιδή των χορτοδοτικών καλλιεργειών (Εικόνα 3).



**Εικόνα 3.** Συγκομιδή χορτοδοτικών καλλιεργειών.

#### **2.2.4. Στατιστική ανάλυση δεδομένων**

Πρώτιστα ελέγχθηκε και επιβεβαιώθηκε η κανονική κατανομή και η ομοσκεδασιμότητα των δεδομένων με τους ελέγχους Shapiro-Wilk (Shapiro & Wilk 1965) και Levene (Levene 1960), αντίστοιχα. Έπειτα, όλα τα δεδομένα υποβλήθηκαν αρχικά σε Ανάλυση Παραλλακτικότητας τριπλής κατεύθυνσης (3-way Analysis of Variance; ANOVA) όπου ως σταθερές θεωρήθηκαν οι επιδράσεις των παραγόντων της καλλιεργητικής περιόδου (ΚΠ), της ψευδοσποράς (Ψ) και της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΧΚ) ενώ ως τυχαίες επιδράσεις θεωρήθηκαν οι επαναλήψεις (blocks).

Στη περίπτωση όπου οι επιδράσεις του παράγοντα της καλλιεργητικής περιόδου (ΚΠ) ήταν στατιστικά σημαντικές ( $p \leq 0,05$ ) ή αν υπήρχαν σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων της καλλιεργητικής περιόδου και της ψευδοσποράς (ΚΠ  $\times$  Ψ) ή της καλλιεργητικής περιόδου και της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΚΠ  $\times$  ΧΚ), τα δεδομένα αναλύθηκαν εκ νέου

χωριστά για κάθε έτος. Εφόσον όμως οι επιδράσεις της ΚΠ δεν ήταν στατιστικά σημαντικές ( $p \geq 0,05$ ) ή δεν εντοπίστηκαν σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ ΚΠ και Ψ (ΚΠ × Ψ) ή μεταξύ ΚΠ και ΧΚ (ΚΠ × ΧΚ), τα δεδομένα από τις δύο ΚΠ συγχωνεύθηκαν και αναλύθηκαν εκ νέου.

Είτε για τα δεδομένα που αναλύθηκαν για κάθε καλλιεργητική περίοδο είτε για τα συγχωνευμένα δεδομένα μεταξύ των δύο ΚΠ, όλες οι δευτερογενείς αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση ANOVA διπλής κατεύθυνσης (2-way; Ψ × ΧΚ), με τις επιδράσεις των παραγόντων Ψ και ΧΚ να θεωρούνται σταθερές και τις επιδράσεις των επαναλήψεων να θεωρούνται τυχαίες. Οι μέσοι μεταξύ των επιπέδων των παραγόντων που προέκυψαν από την κάθε ανάλυση συγκρίθηκαν μεταξύ τους σύμφωνα με τη μέθοδο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ; Least Significance Difference; LSD) του Fischer σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ .

Πραγματοποιήθηκαν επίσης αναλύσεις συσχέτισης-συμμεταβολής για κάθε ξεχωριστή χορτοδοτική καλλιέργεια (ΧΚ) μεταξύ (α) της συνολικής πυκνότητας ζιζανίων και των ημερών μέχρι τη σπορά στα κύρια τεμάχια της ψευδοσποράς (Ψ) και (β) της απόδοσης σε χορτομάζα κατά τη πρώτη κοπή και των ημερών μέχρι τη σπορά στα κύρια τεμάχια της ψευδοσποράς (Ψ) χρησιμοποιώντας το πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού:

$$y = \alpha x^2 + \beta x + \gamma$$

όπου  $y$  είναι η εξαρτημένη μεταβλητή που αντιπροσωπεύει τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων ή την απόδοση σε χορτομάζα κατά τη πρώτη κοπή και  $x$  είναι η εξαρτημένη μεταβλητή που αντιπροσωπεύει τις ημέρες μέχρι τη σπορά στα κύρια τεμάχια της ψευδοσποράς,  $\alpha$  συντελεστής της παραμέτρου καμπυλότητας ( $x^2$ ),  $\beta$  ο συντελεστής της παραμέτρου γραμμικότητας ( $x$ ) και  $\gamma$  ο σταθερός όρος που ονομάζεται επίσης και ως τομή- $y$  της παραβολής ( $y$ -intercept) όπου η τιμή  $x$  είναι μηδέν, και γραφικά, εδώ το γράφημα τέμνει τον άξονα  $y$ . Για την εκτέλεση των παραπάνω αναλύσεων συσχέτισης-παλινδρόμησης το πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού, αναλύθηκαν χωριστά τα δεδομένα από κάθε συγκαλλιέργεια σε κάθε καλλιεργητική περίοδο. Το στατιστικό πακέτο Statgraphics Centurion XVI (Statgraphics Technologies, Inc., P.O. Box 134, The Plains, VA, USA) χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις αναλύσεις (συμπεριλαμβανομένων όλων των ANOVA και των αναλύσεων συσχέτισης-παλινδρόμησης με βάση το πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού).



## 2.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

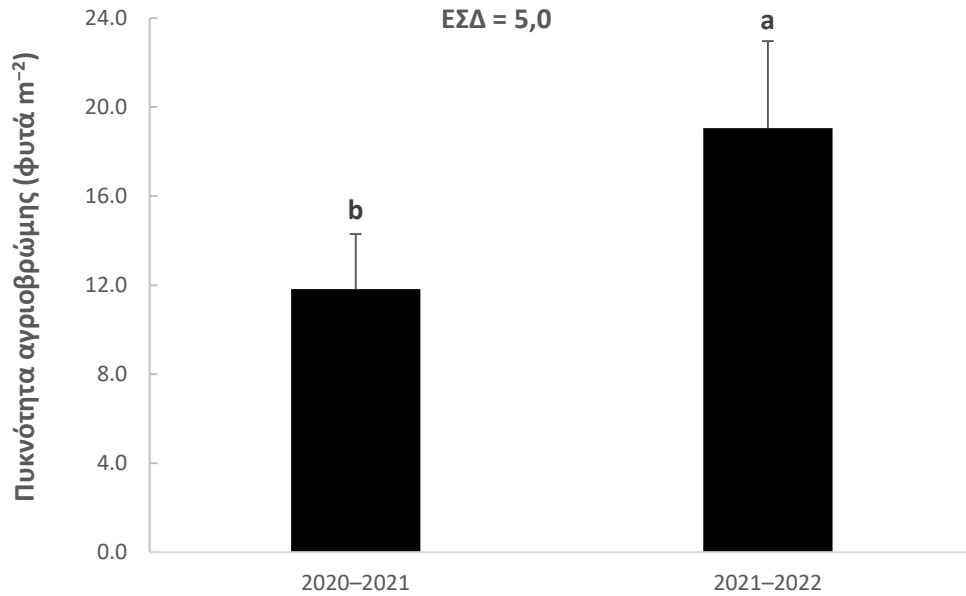
### 2.3.1. Πυκνότητα ζιζανίων

Η πυκνότητα της αγριοβρώμης επηρεάστηκε σημαντικά από τον παράγοντα της καλλιεργητικής περιόδου (ΚΠ) ( $p \leq 0,05$ ), την αλληλεπίδραση καλλιεργητικής περιόδου και ψευδοσποράς (ΚΠ × Ψ) ( $p \leq 0,05$ ), αλλά και από τον παράγοντα της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΧΚ) ( $p \leq 0,001$ ). Επιπλέον, η καλλιεργητική περίοδος (ΚΠ) ( $p \leq 0,05$ ), η ψευδοσπορά (Ψ) ( $p \leq 0,001$ ) και η χορτοδοτική καλλιέργεια (ΧΚ) ( $p \leq 0,01$ ) επηρέασαν την πυκνότητα του άγριου σιναπιού. Η συνολική πυκνότητα των ζιζανίων επηρεάστηκε από τις αλληλεπιδράσεις ΚΠ × Ψ ( $p \leq 0,001$ ) και Ψ × ΧΚ ( $p \leq 0,05$ ) (Πίνακας 2).

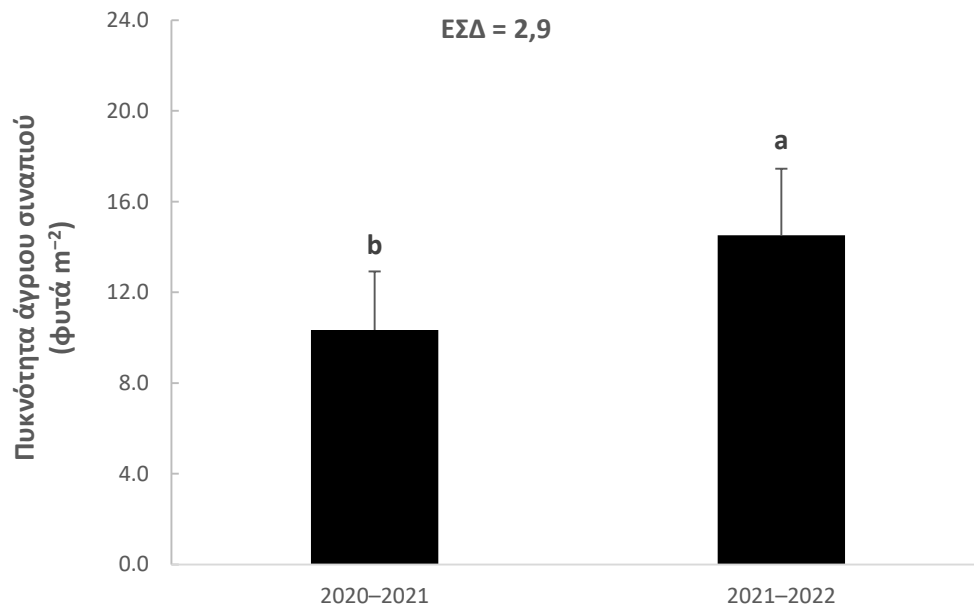
**Πίνακας 2.** Οι επιδράσεις των παραγόντων της καλλιεργητικής περιόδου (ΚΠ), της ψευδοσποράς (Ψ), της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΧΚ) και των αλληλεπιδράσεων ΚΠ × Ψ, ΚΠ × ΧΚ, Ψ × ΧΚ και ΚΠ × Ψ × ΧΚ στη πυκνότητα της αγριοβρώμης, τη πυκνότητα του άγριου σιναπιού και τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων.

ΠΠ	ΒΕ	Πυκνότητα ζιζανίων		
		Αγριοβρώμη	Άγριο σινάπι	Συνολική
Επανάληψη	3			
ΚΠ	1	*	*	***
Σφάλμα (α)	3			
Ψ	2	***	***	***
ΚΠ × Ψ	2	*	0,2534	**
Σφάλμα (β)	12			
ΧΚ	4	***	**	***
ΚΠ × ΧΚ	4	0,9943	0,2856	0,5489
Ψ × ΧΚ	8	0,0622	0,5075	*
ΚΠ × Ψ × ΧΚ	8	0,6526	0,3519	0,3436
Σφάλμα (γ)	72			
Σύνολο	119			

ΠΠ: Πηγή Παραλλακτικότητας, ΒΕ: Βαθμοί Ελευθερίας, Σφάλμα (α): Επανάληψη × ΚΠ, Σφάλμα (β): Επανάληψη × Ψ(ΚΠ), Σφάλμα (γ): Επανάληψη × ΧΚ(Ψ × ΚΠ), \*:  $p \leq 0,05$ , \*\*:  $p \leq 0,01$ , \*\*\*:  $p \leq 0,001$ .

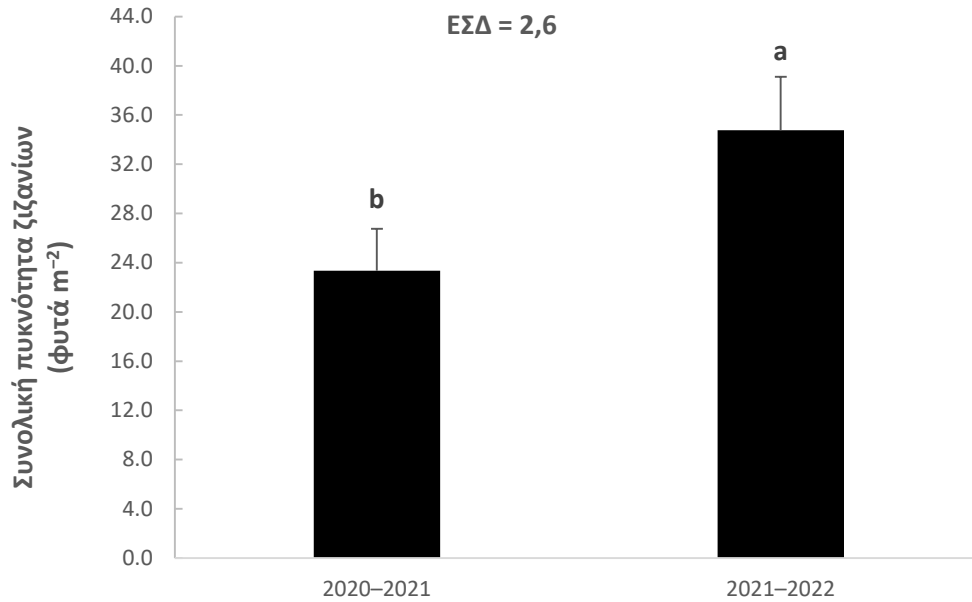


**Γράφημα 3.** Πυκνότητα αγριοβρώμης (φυτά m<sup>-2</sup>) κατά τις δύο διαφορετικές καλλιεργητικές περιόδους (ΚΠ), 2020-2021 και 2021-2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 4.** Πυκνότητα άγριου σιναπιού (φυτά m<sup>-2</sup>) κατά τις δύο διαφορετικές καλλιεργητικές περιόδους (ΚΠ), 2020-2021 και 2021-2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

Συγκεκριμένα, κατά την ΚΠ 2021–2022, η πυκνότητα της αγριοβρώμης ήταν 38% υψηλότερη σε σύγκριση με την ΚΠ 2020–2021 (Γράφημα 3). Αντίστοιχα, το άγριο σινάπι κατέγραψε αύξηση πυκνότητας κατά 28% κατά την ΚΠ 2021–2022 (Γράφημα 4). Η συνολική πυκνότητα των ζιζανίων επίσης αυξήθηκε κατά 32% κατά τη δεύτερη ΚΠ (2021–2022) σε σχέση με την πρώτη (2020–2021) (Γράφημα 5).



**Γράφημα 5.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) κατά τις δύο διαφορετικές καλλιεργητικές περιόδους (ΚΠ), 2020–2021 και 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

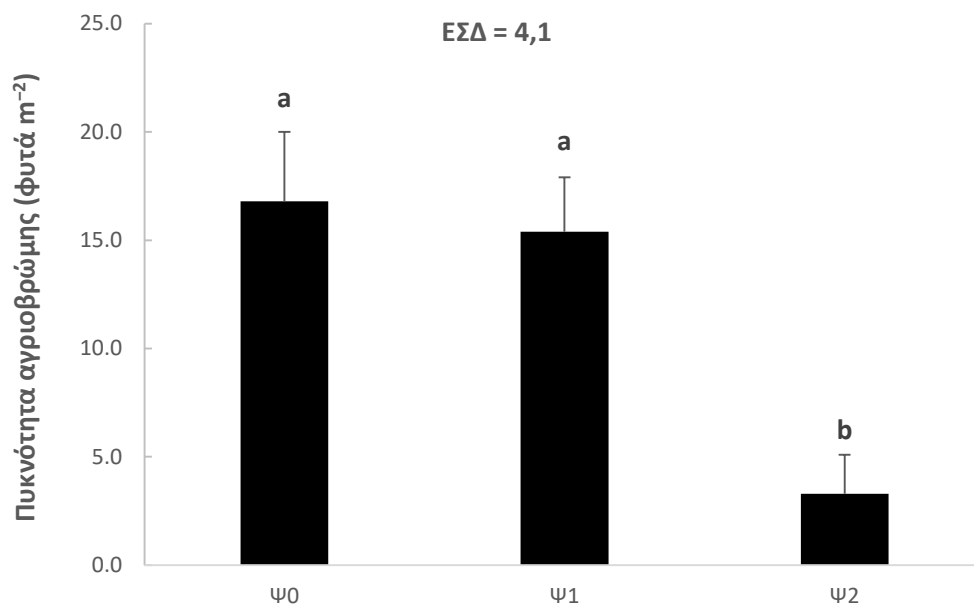
Η ψευδοσπορά (Ψ) επηρέασε σε στατιστικά σημαντικό βαθμό την πυκνότητα της αγριοβρώμης κατά τα δύο έτη του πειράματος ( $p \leq 0,01$ ), ενώ η πυκνότητα του άγριου σιναπιού και η συνολική πυκνότητα των ζιζανίων επηρεάστηκαν επίσης από τον παράγοντα ΚΠ. Ο παράγοντας ΧΚ επηρέασε σημαντικά τόσο την πυκνότητα της αγριοβρώμης όσο και τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων κατά τις δύο ΚΠ ( $p \leq 0,001$ ). Το ίδιο αποδείχθηκε και για την πυκνότητα του άγριου σιναπιού κατά την ΚΠ 2021–2022 ( $p \leq 0,01$ ), σε αντίθεση με την ΚΠ 2020–2021. Στατιστικά σημαντικές  $\Psi \times \text{ΧΚ}$  αλληλεπιδράσεις εντοπίστηκαν για τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων κατά την ΚΠ 2021–2022 (Πίνακας 3).

**Πίνακας 3.** Οι επιδράσεις των παραγόντων της ψευδοσποράς (Ψ), της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΧΚ) και της αλληλεπίδρασης Ψ × ΧΚ στη πυκνότητα της αγριοβρώμης, τη πυκνότητα του άγριου σιναπιού και τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων κατά τις δύο διαφορετικές καλλιεργητικές περιόδους (ΚΠ), 2020–2021 και 2021–2022.

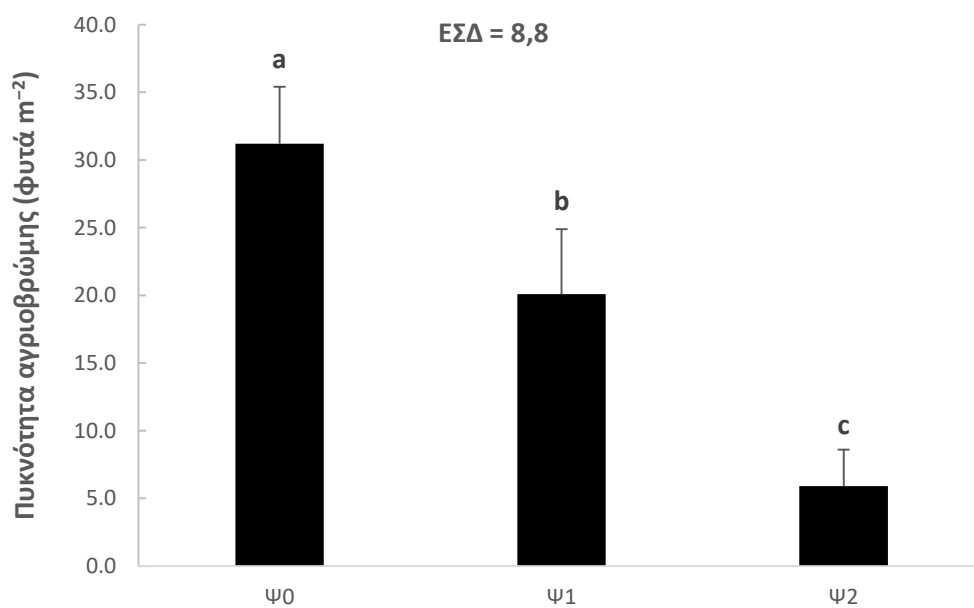
ΠΠ	ΒΕ	Πυκνότητα ζιζανίων					
		Αγριοβρώμη		Άγριο σινάπι		Συνολική	
		2020–2021	2021–2022	2020–2021	2021–2022	2020–2021	2021–2022
Επανάληψη	3						
Ψ	2	***	**	***	***	***	***
Σφάλμα (α)	6						
ΧΚ	4	***	***	0,0823	**	***	***
Ψ × ΧΚ	8	0,2612	0,2420	0,5134	0,3660	0,4324	*
Σφάλμα (β)	36						
Σύνολο	59						

ΠΠ: Πηγή Παραλλακτικότητας, ΒΕ: Βαθμοί Ελευθερίας, Σφάλμα (α): Επανάληψη × Ψ, Σφάλμα (β): Επανάληψη × ΧΚ(Ψ), \*:  $p \leq 0,05$ , \*\*:  $p \leq 0,01$ , \*\*\*:  $p \leq 0,001$ .

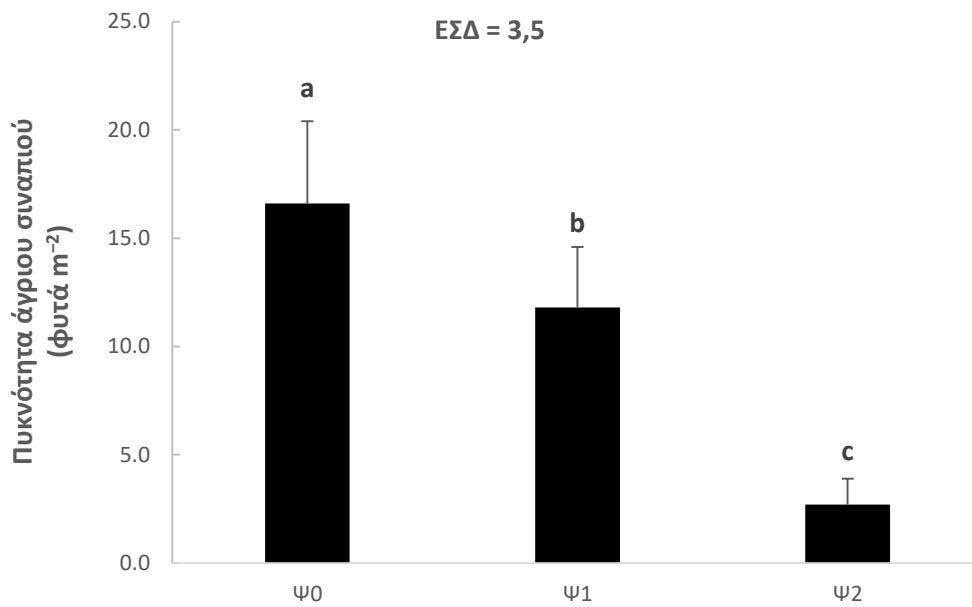
Η πυκνότητα της αγριοβρώμης ήταν χαμηλότερη στα κύρια τεμάχια Ψ2, ενδιάμεση στα Ψ1 και υψηλότερη στα Ψ0 κατά τη διάρκεια των ΚΠ 2020–2021 και 2021–2022 (Γραφήματα 6, 7). Παρόμοιες τάσεις παρατηρήθηκαν επίσης και για την πυκνότητα του άγριου σιναπιού (Γραφήματα 8, 9). Κατά την ΚΠ 2020–2021, η συνολική πυκνότητα ζιζανίων στα κύρια τεμάχια Ψ2 ήταν 18% και 81% χαμηλότερη σε σύγκριση με τα Ψ1 και Ψ0, αντίστοιχα. Η μεταχείριση Ψ1 παρουσίασε μειωμένη πυκνότητα ζιζανίων σε σύγκριση με την Ψ0 (Γράφημα 10). Παρόμοια αποτελέσματα καταγράφηκαν κατά την ΚΠ 2021–2022 (Γράφημα 11). Η πυκνότητα της αγριοβρώμης ήταν σημαντικά χαμηλότερη τόσο κατά την ΚΠ 2020–2021 όσο και κατά την ΚΠ 2021–2022 στα υποτεμάχια Σ2, Σ3 και ΜΛ σε σύγκριση με τα υποτεμάχια ΜΑΛΤ και Σ1 (Γραφήματα 12, 13). Κατά την ΚΠ 2020–2021, το υποτεμάχιο Σ3 είχε τη χαμηλότερη πυκνότητα άγριου σιναπιού, ενώ η υψηλότερη πυκνότητα παρατηρήθηκε στα υποτεμάχια ΜΑΛΤ. Οι ενδιάμεσες τιμές αντιστοιχούσαν στα Σ1, Σ2 και ΜΛ (Γράφημα 14). Κατά τις ΚΠ 2021–2022, οι ΧΚ Σ2, ΜΛ και Σ3 περιόρισαν την πυκνότητα του άγριου σιναπιού σε σύγκριση με τις Σ1 και ΜΑΛΤ (Γράφημα 15).



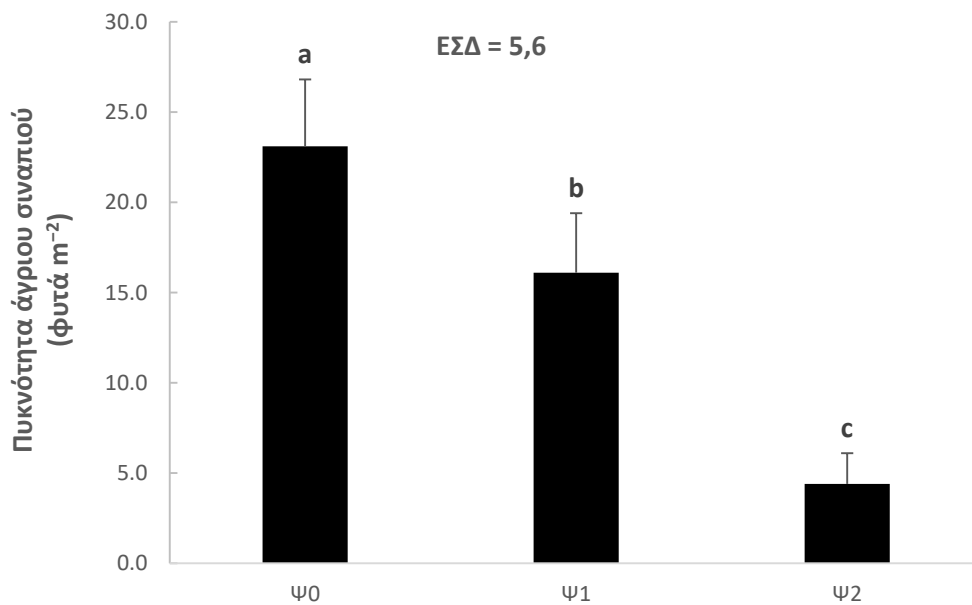
**Γράφημα 6.** Πυκνότητα αγριοβρώμης (φυτά m<sup>-2</sup>) στα κύρια τεμάχια (Ψ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



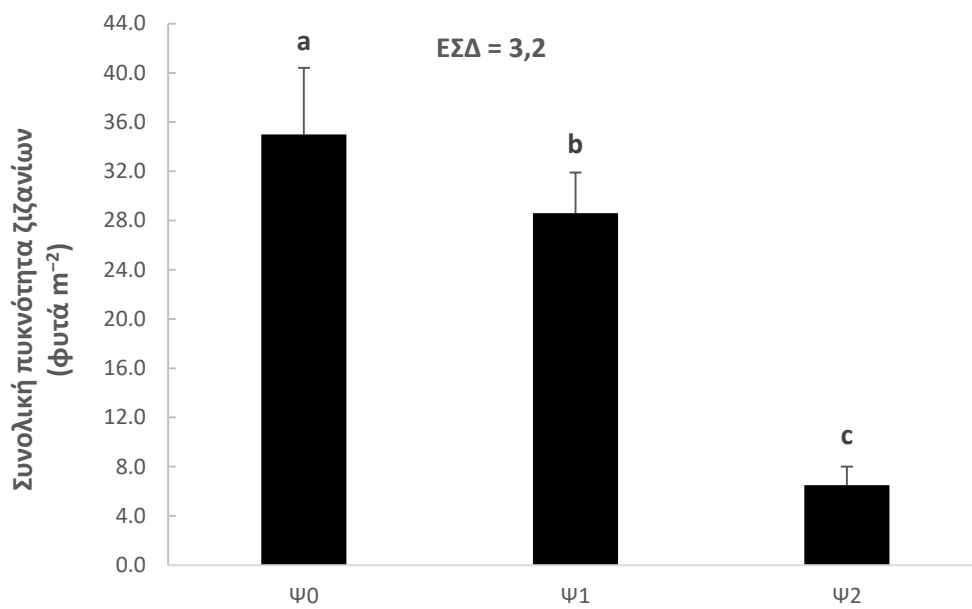
**Γράφημα 7.** Πυκνότητα αγριοβρώμης (φυτά m<sup>-2</sup>) στα κύρια τεμάχια (Ψ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



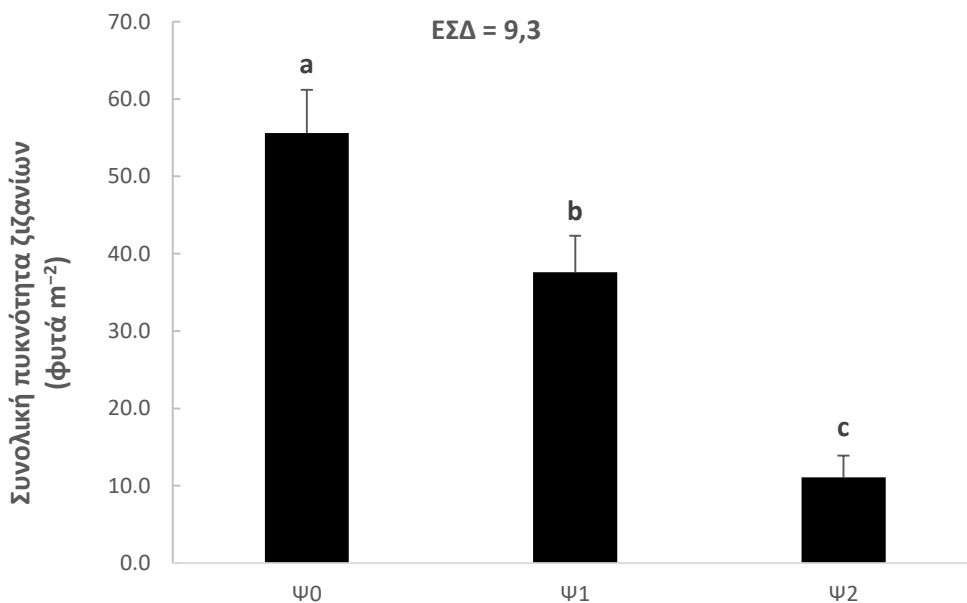
**Γράφημα 8.** Πυκνότητα άγριου σιναπιού (φυτά m<sup>-2</sup>) στα κύρια τεμάχια (Ψ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



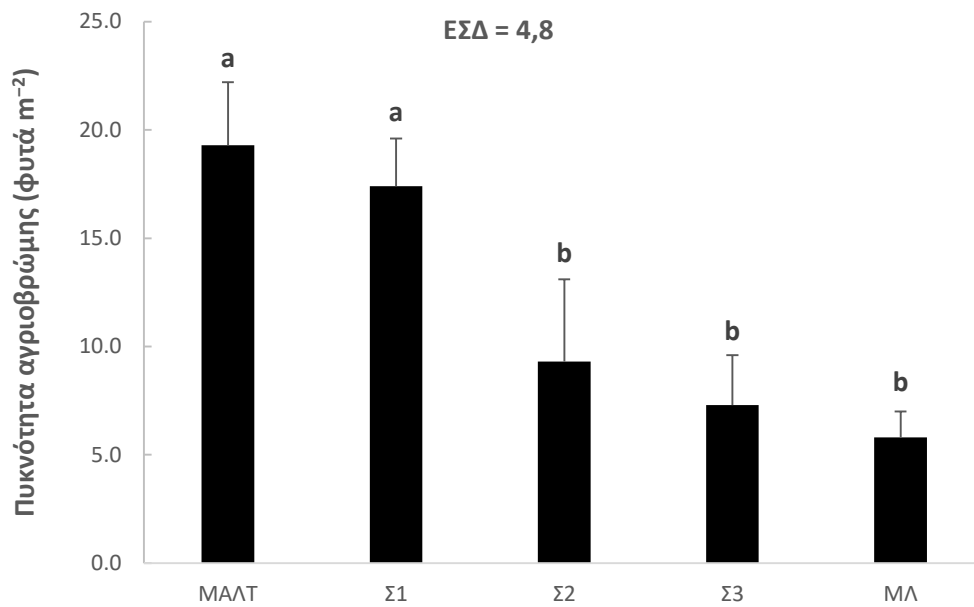
**Γράφημα 9.** Πυκνότητα άγριου σιναπιού (φυτά m<sup>-2</sup>) στα κύρια τεμάχια (Ψ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



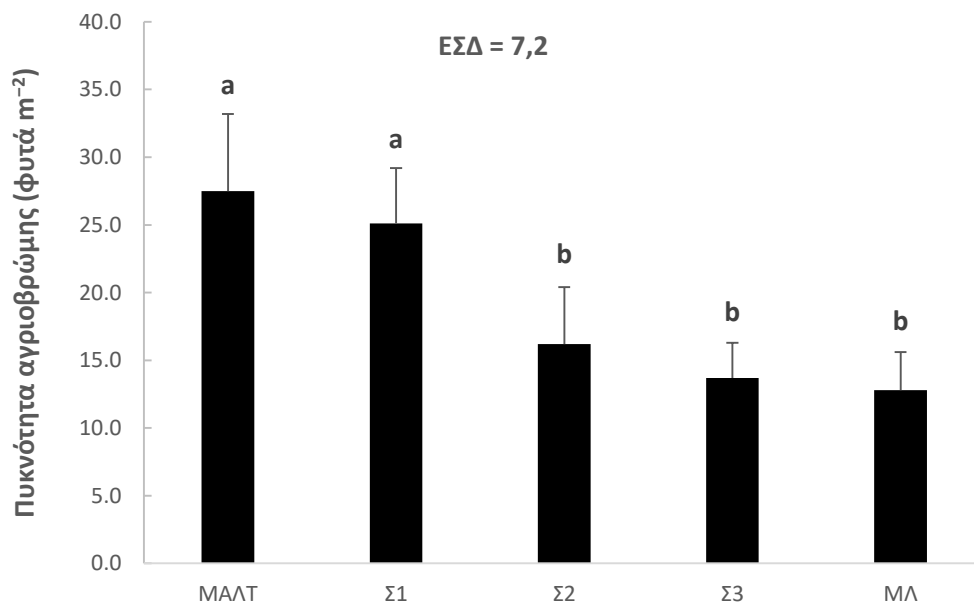
**Γράφημα 10.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) στα κύρια τεμάχια (Ψ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 11.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) στα κύρια τεμάχια (Ψ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

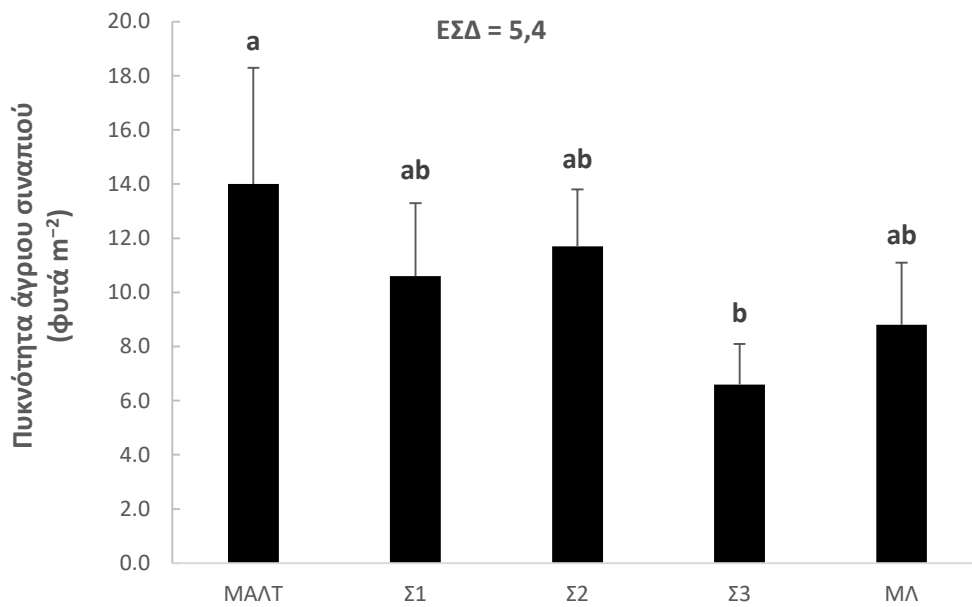


**Γράφημα 12.** Πυκνότητα αγριοβρώμης (φυτά m<sup>-2</sup>) στα υποτεμάχια (ΧΚ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

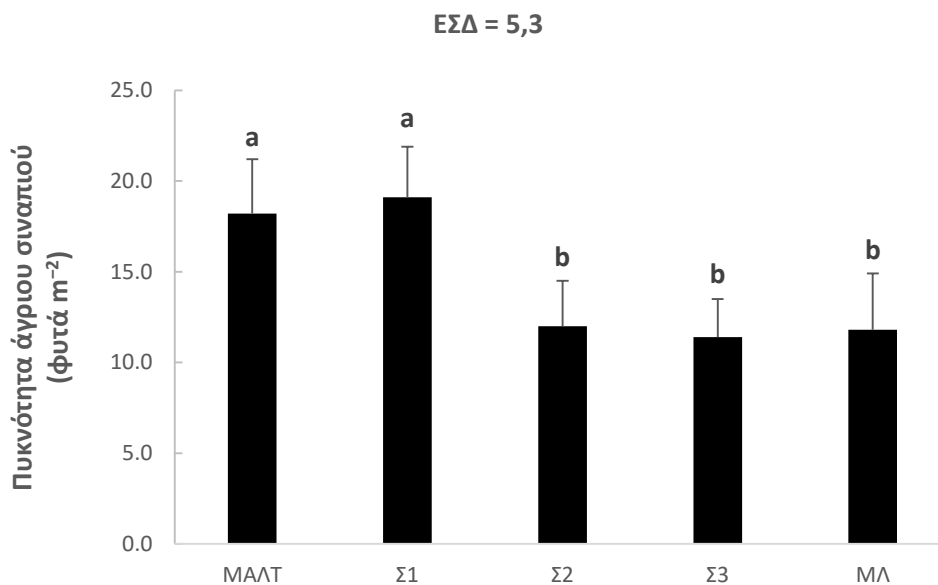


**Γράφημα 13.** Πυκνότητα αγριοβρώμης (φυτά m<sup>-2</sup>) στα υποτεμάχια (ΧΚ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

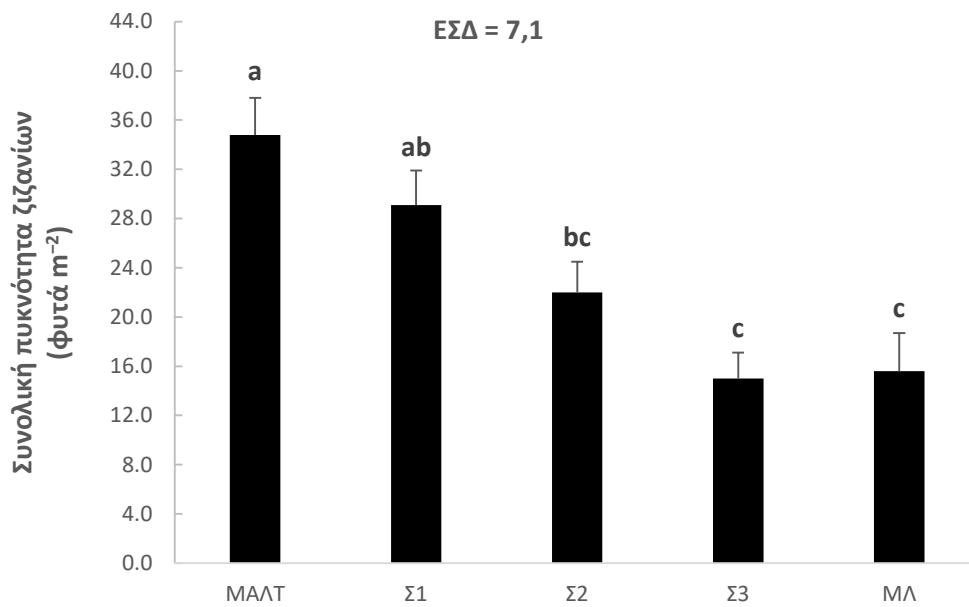




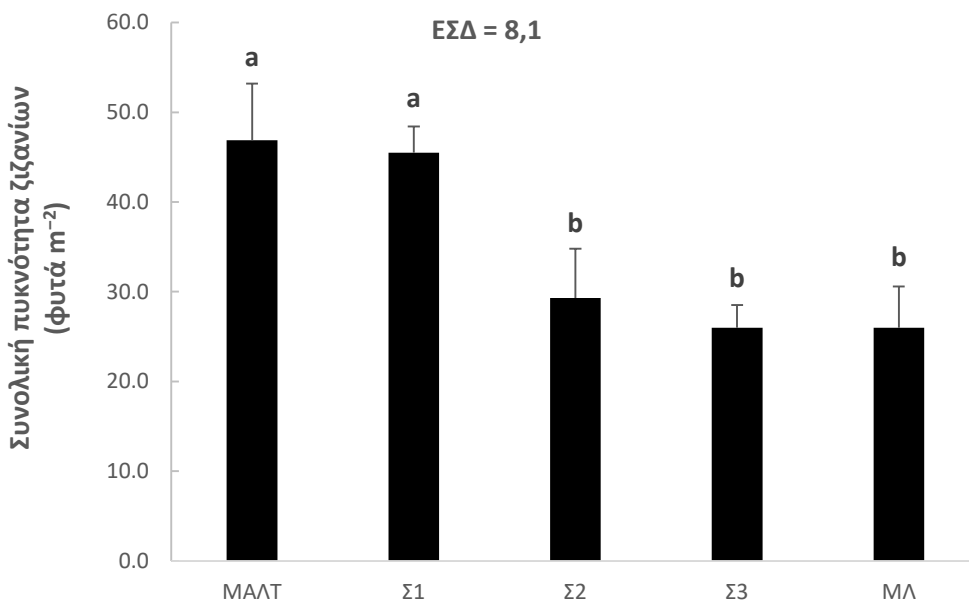
**Γράφημα 14.** Πυκνότητα άγριου σιναπιού (φυτά m<sup>-2</sup>) στα υποτεμάχια (XK) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 15.** Πυκνότητα άγριου σιναπιού (φυτά m<sup>-2</sup>) στα υποτεμάχια (XK) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

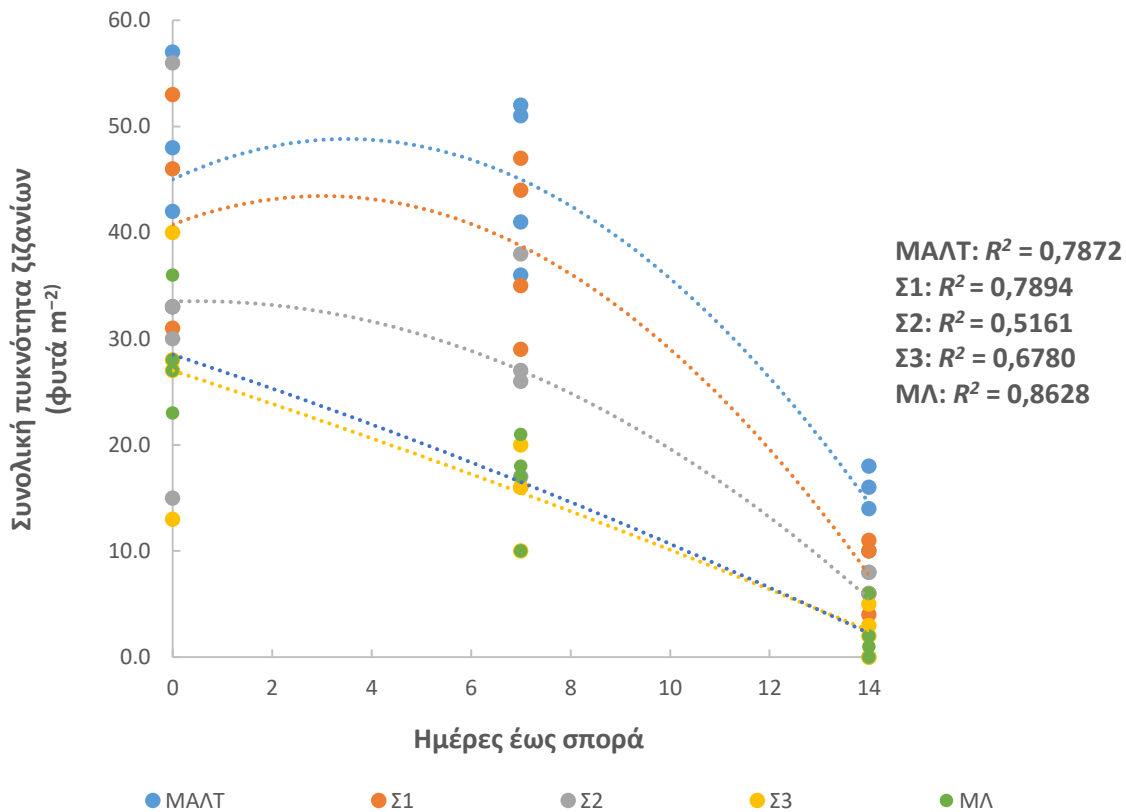


**Γράφημα 16.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) στα υποτεμάχια (ΧΚ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 17.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) στα υποτεμάχια (ΧΚ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

Η συνολική πυκνότητα ζιζανίων μειώθηκε κατά 48% και 56% το 2020–2021 στα υποτεμάχια Σ3 σε σύγκριση με τα Σ1 και το ΜΑΛΤ, αντίστοιχα (Γράφημα 16). Το 2021–2022, οι ΧΚ ΜΛ και η Σ3 μείωσαν τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων κατά 42 και 44% σε σύγκριση με την Σ1 και την ΜΑΛΤ, αντίστοιχα. Επιπλέον, η ΜΛ δεν διέφερε σημαντικά σε σύγκριση με τις Σ2 και Σ3 (Γράφημα 17).

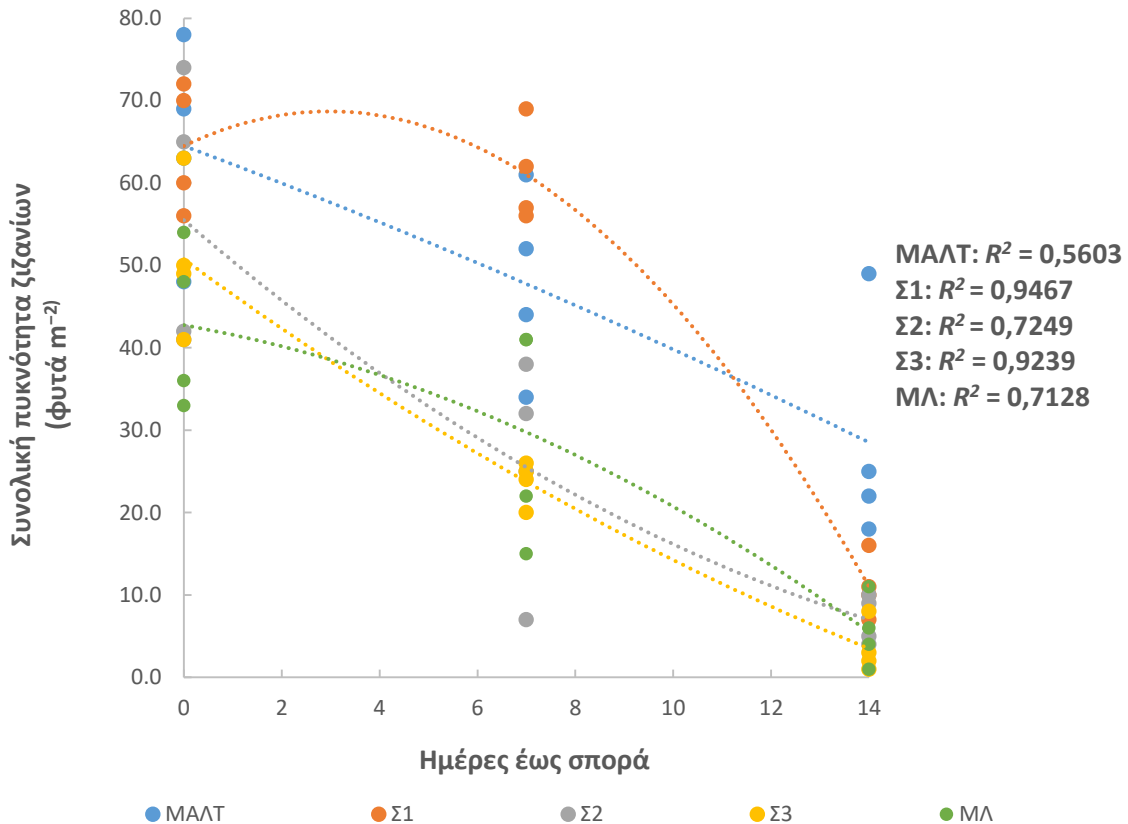


**Γράφημα 18.** Αναλύσεις συσχέτισης-παλινδρόμησης μεταξύ της ( $\gamma$ ) συνολικής πυκνότητας ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) και ( $\chi$ ) των ημερών από την προετοιμασία της σποροκλίνης έως την σπορά στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ) όπως πραγματοποιήθηκαν για όλες της ΧΚ σύμφωνα με το πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού ( $\gamma = \alpha\chi^2 + \beta\chi + \gamma$ ,  $\nu = 12$ ) για την ΚΠ 2020–2021.  $R^2$ : Ποσοστό συσχέτισης.

Αποδείχθηκε επίσης πως καθώς ο αριθμός των ημερών έως τη σπορά αυξήθηκε από 0 έως και 7 και 14 ημέρες στα κύρια τεμάχια  $\Psi$ , η συνολική πυκνότητα των ζιζανίων μειώθηκε, όπως υποδεικνύεται από τις ισχυρές πολυωνυμικές σχέσεις δευτέρου βαθμού μεταξύ της της εξαρτημένης και της ανεξάρτητης μεταβλητής. Αυτό παρατηρήθηκε για όλες τις ΧΚ τόσο κατά την ΚΠ 2020–2021 (Γράφημα 18) όσο και κατά την ΚΠ 2021–2022 (Γράφημα 19).

Αναλυτικά, κατά το 2020–2021, περίπου το 78% της διακύμανσης της συνολικής πυκνότητας ζιζανίων στα υποτεμάχια ΜΑΛΤ και Σ1 οφειλόταν στις ημέρες που πέρασαν έως τη σπορά. Το

ποσοστό συσχέτισης ( $R^2$ ) ήταν χαμηλότερο στα υποτεμάχια Σ2 ( $R^2 = 0,5161$ ) και Σ3 ( $R^2 = 0,6780$ ), αλλά υψηλότερο στα υποτεμάχια ΜΛ ( $R^2 = 0,8628$ ). Τη σεζόν 2021–2022, η συσχέτιση μεταξύ της εξαρτημένης-ανεξάρτητης μεταβλητής (ημέρες μέχρι τη σπορά) ήταν ασθενέστερη στα υποτεμάχια ΜΑΛΤ ( $R^2 = 0,5603$ ) και ΜΛ ( $R^2 = 0,7128$ ), αλλά κάπως ισχυρότερη στα υποτεμάχια Σ2 ( $R^2 = 0,7249$ ). Οι υψηλότερες τιμές  $R^2$  παρατηρήθηκαν για τα υποτεμάχια Σ3 ( $R^2 = 0,9239$ ) και Σ1 ( $R^2 = 0,9467$ ).



**Γράφημα 19.** Αναλύσεις συσχέτισης-παλινδρόμησης μεταξύ της ( $y$ ) συνολικής πυκνότητας ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) και ( $x$ ) των ημερών από την προετοιμασία της σποροκλίνης έως την σπορά στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ) όπως πραγματοποιήθηκαν για όλες της ΧΚ σύμφωνα με το πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού ( $y = \alpha x^2 + \beta x + \gamma$ ,  $\nu = 12$ ) για την ΚΠ 2021–2022.  $R^2$ : Ποσοστό συσχέτισης.

Η επισκόπηση των στατιστικών παραμέτρων για τις αναλύσεις συσχέτισης-παλινδρόμησης για τις δύο πειραματικές χρονιές παρουσιάζεται παρακάτω (Πίνακες 4, 5).

**Πίνακας 4.** Οι τιμές των στατιστικών παραμέτρων των αναλύσεων συσχέτισης-παλινδρόμησης μεταξύ της ( $\gamma$ ) συνολικής πυκνότητας ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) και ( $\chi$ ) των ημερών από την προετοιμασία της σποροκλίνης έως την σπορά στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ) όπως πραγματοποιήθηκαν για όλες της ΧΚ σύμφωνα με το πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού ( $y = \alpha\chi^2 + \beta\chi + \gamma$ ,  $\nu = 12$ ) για την ΚΠ 2020–2021. Τα σφάλματα περιλαμβάνονται στις παρενθέσεις.

ΧΚ	$y = \alpha\chi^2 + \beta\chi + \gamma$						
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$p$ Μοντέλου	$R^2$	ΡΜΤΣ	ΜΑΣ
ΜΑΛΤ	-0,311224 (0,0952685)	2,1787 (1,38822)	45,0 (3,81153)	***	0,787186	7,62306	5,5
Σ1	-0,295918 (0,0994789)	1,78571 (1,44957)	40,75 (3,97998)	***	0,789365	7,95997	6,08333
Σ2	-0,153061 (0,139787)	0,142857 (2,03693)	33,5 (5,59265)	*	0,516096	11,1853	6,5
Σ3	-0,0153061 (0,0863838)	-1,53571 (1,25876)	27,0 (3,45607)	**	0,677968	6,91215	3,75
ΜΛ	-0,0229592 (0,055069)	-1,55357 (0,802446)	28,5 (2,20322)	***	0,862758	4,40643	2,95833

ΡΜΤΣ: Ρίζα μέσου τετραγωνικού σφάλματος, ΜΑΣ: Μέσο Απόλυτο Σφάλμα, \*:  $p \leq 0,05$ , \*\*:  $p \leq 0,01$ , \*\*\*:  $p \leq 0,001$ .  $R^2$ : Ποσοστό συσχέτισης.

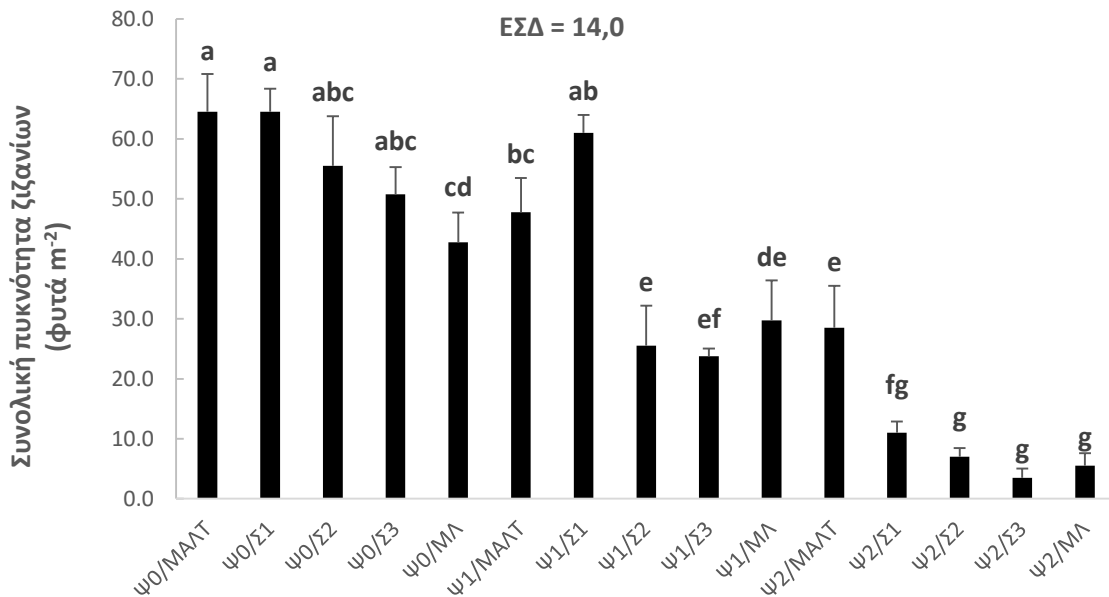
**Πίνακας 5.** Οι τιμές των στατιστικών παραμέτρων των αναλύσεων συσχέτισης-παλινδρόμησης μεταξύ της ( $\gamma$ ) συνολικής πυκνότητας ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) και ( $\chi$ ) των ημερών από την προετοιμασία της σποροκλίνης έως την σπορά στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ) όπως πραγματοποιήθηκαν για όλες της ΧΚ σύμφωνα με το πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού ( $y = \alpha x^2 + \beta x + \gamma$ ,  $\nu = 12$ ) για την ΚΠ 2021–2022. Τα σφάλματα περιλαμβάνονται στις παρενθέσεις.

ΧΚ	$y = \alpha x^2 + \beta x + \gamma$						
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\rho$ Μοντέλου	$R^2$	ΡΜΤΣ	ΜΑΣ
ΜΑΛΤ	-0,0255102 (0,159107)	-2,21429 (2,31845)	64,5 (6,3656)	*	0,560307	12,7312	9,33333
Σ1	-0,47449 (0,0753307)	2,82143 (1,09769)	64,5 (3,01386)	***	0,946661	6,02771	4,5
Σ2	0,117347 (0,155424)	-5,10714 (2,26479)	55,5 (6,21825)	**	0,724911	12,4365	8,66667
Σ3	0,0688776 (0,0719731)	-4,33929 (1,04877)	50,75 (2,87953)	***	0,923898	5,75905	3,41667
ΜΛ	-0,114796 (0,123472)	-1,05357 (1,7992)	42,75 (4,93992)	**	0,712755	9,87983	7,5

ΡΜΤΣ: Ρίζα μέσου τετραγωνικού σφάλματος, ΜΑΣ: Μέσο Απόλυτο Σφάλμα, \*:  $p \leq 0,05$ , \*\*:  $p \leq 0,01$ , \*\*\*:  $p \leq 0,001$ .  $R^2$ : Ποσοστό συσχέτισης.

Όσον αφορά τις στατιστικά σημαντικές επιδράσεις της αλληλεπίδρασης  $\Psi \times \text{ΧΚ}$  στην πυκνότητα των ζιζανίων κατά την ΚΠ 2021–2022, οι συνδυασμοί  $\Psi 2/\Sigma 3$ ,  $\Psi 2/\text{ΜΛ}$  και  $\Psi 2/\Sigma 2$  οδήγησε σε πολύ χαμηλή πυκνότητα ζιζανίων ( $\leq 7$  ζιζάνια  $m^{-2}$ ), ενώ οι αμέσως πιο αποτελεσματικοί συνδυασμοί ψευδοσποράς και χορτοδοτικής καλλιέργειας για τη συμπίεση των ζιζανίων ήταν:  $\Psi 1/\Sigma 3$ ,

Ψ2/ΜΑΛΤ, Ψ1/Σ2 και Ψ1/Σ1. Η συνολική πυκνότητα ζιζανίων ανά μονάδα επιφάνειας έλαβε τις μέγιστες τιμές της ( $\geq 60$  ζιζάνια  $m^{-2}$ ) όταν δεν εφαρμόστηκε ψευδοσπορά και συγκεκριμένα στα υποτεμάχια των αλληλεπιδράσεων Ψ0/ΜΑΛΤ και Ψ0/Σ1 ενώ υψηλές πυκνότητες αντιστοιχούσαν και στον συνδυασμό Ψ1/Σ1. Ωστόσο, χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στα υποτεμάχια των αλληλεπιδράσεων Ψ0/ΜΛ και Ψ0/Σ3 (Γράφημα 20).



**Γράφημα 20.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις Ψ × ΧΚ κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

Ακολουθούν εικόνες από τον πειραματικό αγρό που δείχνουν το ρόλο της καλλιεργητικής πρακτικής της ψευδοσποράς σε συνδυασμό με την καλλιεργητική πρακτική της συγκαλλιέργειας για την διαχείριση των ζιζανίων στις χορτοδοτικές καλλιέργειες του λόλιου και του Αλεξανδρινού τριφυλλιού όπως μελετήθηκαν στο διετές πείραμα αγρού που εγκαταστάθηκε σε γεωργική περιοχή της Δυτικής Ελλάδας (Εικόνες 4–8).



**Εικόνα 4.** Πειραματικό τεμάχιο αλληλεπίδρασης  $\Psi 0/\Sigma 1$  με μεγάλη πυκνότητα ζιζανίων.



**Εικόνα 5.** Πειραματικό τεμάχιο αλληλεπίδρασης  $\Psi 1/\Sigma 2$  με χαμηλότερη πυκνότητα ζιζανίων.





**Εικόνα 6.** Πειραματικό τεμάχιο αλληλεπίδρασης Ψ2/Σ3 με ικανοποιητική παρουσία Αλεξανδρινού τριφυλλιού και ελάχιστα ζιζάνια.

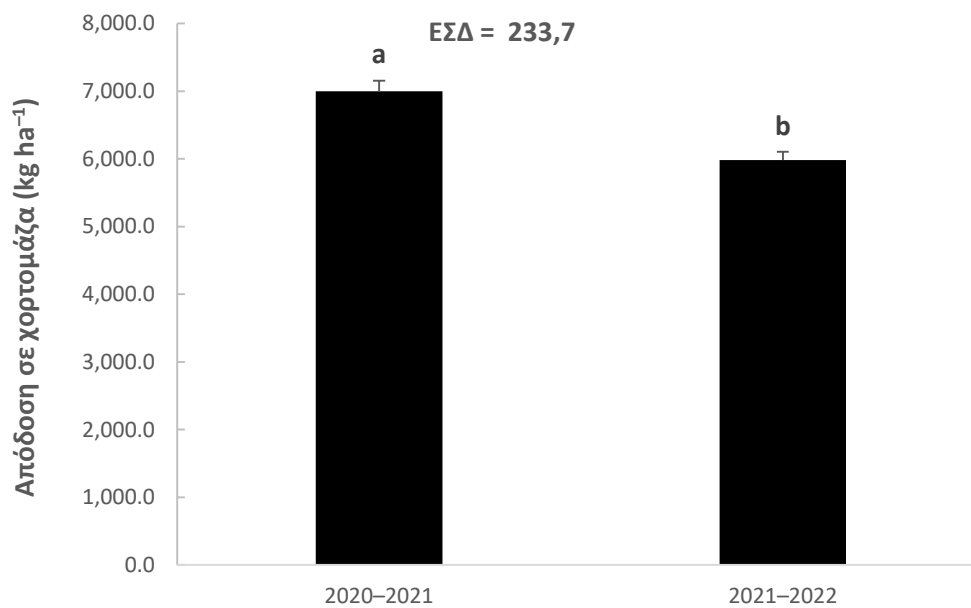


**Εικόνα 7.** Πειραματικό τεμάχιο αλληλεπίδρασης Ψ2/ΜΛ με πολύ μικρή πυκνότητα ζιζανίων.

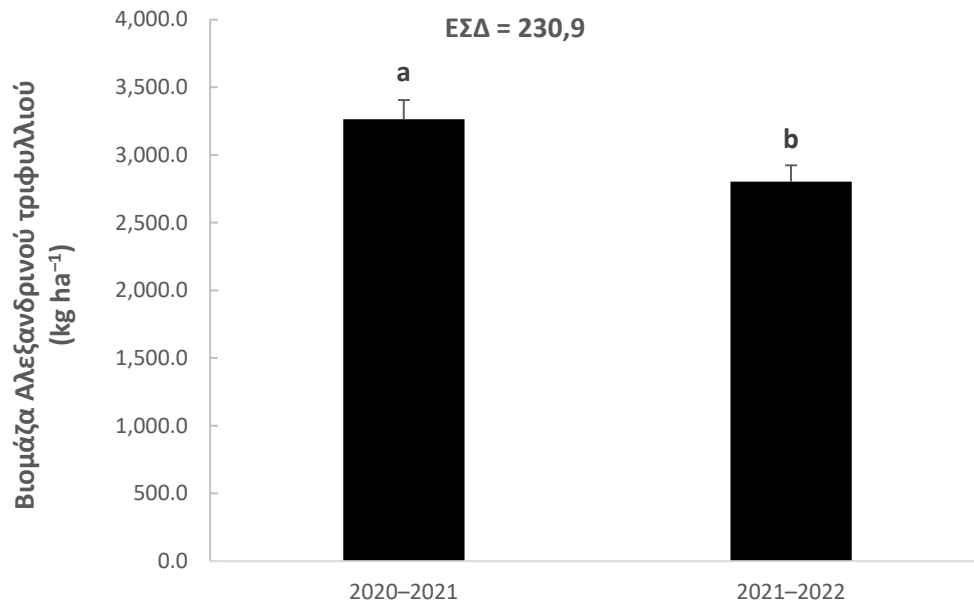


Εικόνα 8. Πειραματικό τεμάχιο αλληλεπίδρασης Ψ2/Σ2 με ελάχιστα ζιζάνια.

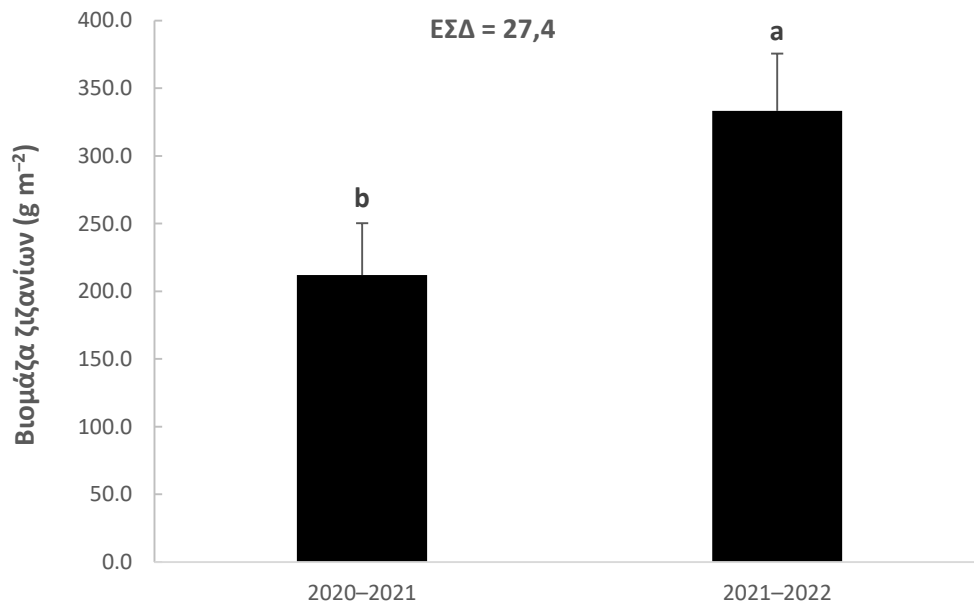
### 2.3.1. Απόδοση σε χορτομάζα – Πρώτη κοπή



Γράφημα 21. Απόδοση σε χορτομάζα (kg ha<sup>-1</sup>) κατά τη πρώτη κοπή κατά τις δύο διαφορετικές καλλιεργητικές περιόδους (ΚΠ), 2020-2021 και 2021-2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 22.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλίου (kg ha<sup>-1</sup>) κατά τη πρώτη κοπή κατά τις δύο διαφορετικές καλλιεργητικές περιόδους (ΚΠ), 2020-2021 και 2021-2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 23.** Βιομάζα ζιζανίων (g m<sup>-2</sup>) κατά τη πρώτη κοπή κατά τις δύο διαφορετικές καλλιεργητικές περιόδους (ΚΠ), 2020-2021 και 2021-2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

**Πίνακας 6.** Οι επιδράσεις των παραγόντων της καλλιεργητικής περιόδου (ΚΠ), της ψευδοσποράς (Ψ), της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΧΚ) και των αλληλεπιδράσεων ΚΠ × Ψ, ΚΠ × ΧΚ, Ψ × ΧΚ και ΚΠ × Ψ × ΧΚ στην απόδοση σε χορτομάζα, τη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλίου (ΑΤ) και τη βιομάζα των ζιζανίων κατά τη πρώτη κοπή.

ΠΠ	ΒΕ	Απόδοση σε χορτομάζα	Βιομάζα ΑΤ	Βιομάζα ζιζανίων
Επανάληψη	3			
ΚΠ	1	***	**	***
Σφάλμα (α)	3			
Ψ	2	***	***	***
ΚΠ × Ψ	2	*	0,3113	*
Σφάλμα (β)	12			
ΧΚ	4	***	**	***
ΚΠ × ΧΚ	4	0,1645	***	0,0553
Ψ × ΧΚ	8	0,5082	***	*
ΚΠ × Ψ × ΧΚ	8	0,3495	0,1067	0,8241
Σφάλμα (γ)	72			
Σύνολο	119			

ΠΠ: Πηγή Παραλλακτικότητας, ΒΕ: Βαθμοί Ελευθερίας, Σφάλμα (α): Επανάληψη × ΚΠ, Σφάλμα (β): Επανάληψη × Ψ(ΚΠ), Σφάλμα (γ): Επανάληψη × ΧΚ(Ψ × ΚΠ), \*:  $p \leq 0,05$ , \*\*:  $p \leq 0,01$ , \*\*\*:  $p \leq 0,001$ .

Κατά την πρώτη συγκομιδή, η απόδοση σε χορτομάζα επηρεάστηκε σημαντικά από τον παράγοντα ΚΠ ( $p \leq 0,001$ ) και την αλληλεπίδραση ΚΠ × Ψ ( $p \leq 0,05$ ). Επιπλέον, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ ΚΠ × ΧΚ και μεταξύ Ψ × ΧΚ επηρέασαν τη βιομάζα του αλεξανδρινού τριφυλλίου σε στατιστικά σημαντικό βαθμό ( $p \leq 0,001$ ). Σημαντικές ήταν ακόμη οι επιδράσεις των παραγόντων Ψ ( $p \leq 0,01$ ) και ΧΚ ( $p \leq 0,001$ ) στην απόδοση σε χορτομάζα και τη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλίου. Τέλος, η συνολική βιομάζα των ζιζανίων καθορίστηκε από τους παράγοντες ΚΠ, Ψ και ΧΚ ( $p \leq 0,001$ ) ενώ τόσο η αλληλεπίδραση ΚΠ × Ψ ( $p \leq 0,01$ ) όσο και η αλληλεπίδραση Ψ × ΧΚ ( $p \leq 0,05$ ) επηρέασαν την παραπάνω παράμετρο (Πίνακας 6). Η απόδοση σε χορτομάζα και η βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλίου ήταν 14% υψηλότερες το 2020–2021 σε σύγκριση με το 2021–2022 (Γραφήματα 21, 22). Αντιθέτως, η βιομάζα των ζιζανίων αυξήθηκε κατά 36% κατά τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο (Γράφημα 23).

Αναφορικά με τις Αναλύσεις Παραλλακτικότητας (ANOVA) που πραγματοποιήθηκαν για την πρώτη συγκομιδή σε κάθε ΚΠ (2020–2021 και 2021–2022), οι παράγοντες Ψ και ΧΚ επηρέασαν σημαντικά την απόδοση σε χορτομάζα, τη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλίου και τη βιομάζα των ζιζανίων ( $p \leq 0,001$ ). Η βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλίου επηρεάστηκε από την αλληλεπίδραση  $\Psi \times \text{ΧΚ}$  κατά την ΚΠ 2020–2021 ( $p \leq 0,01$ ) και 2021–2022 ( $p \leq 0,001$ ; Πίνακας 7).

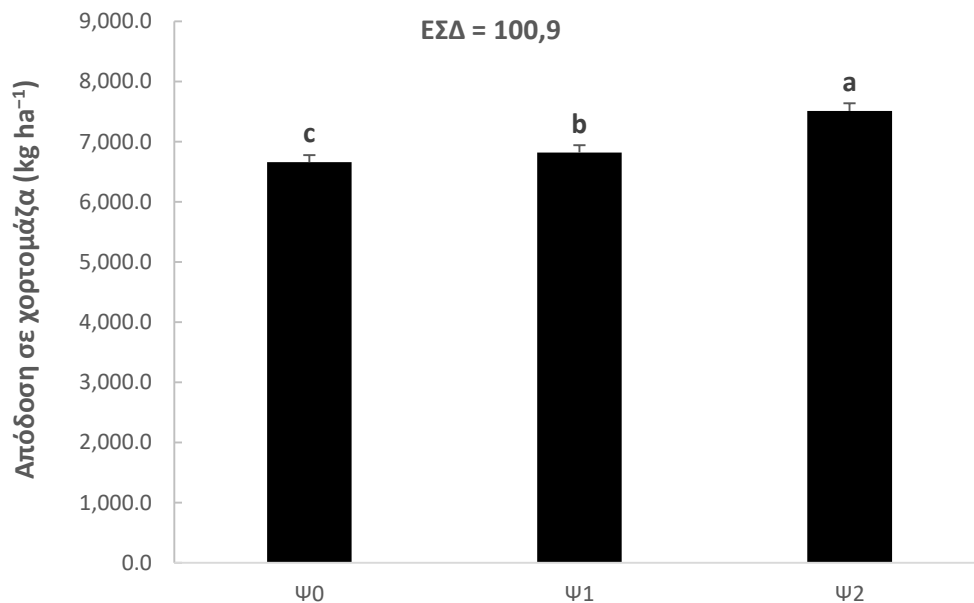
**Πίνακας 7.** Οι επιδράσεις των παραγόντων της ψευδοσποράς (Ψ), της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΧΚ) και της αλληλεπίδρασης  $\Psi \times \text{ΧΚ}$  στην απόδοση σε χορτομάζα, τη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλίου (ΑΤ) και τη βιομάζα των ζιζανίων κατά τη πρώτη κοπή κατά τις δύο διαφορετικές καλλιεργητικές περιόδους (ΚΠ), 2020–2021 και 2021–2022.

ΠΠ	ΒΕ	Απόδοση σε χορτομάζα		Βιομάζα ΑΤ		Βιομάζα ζιζανίων	
		2020–2021	2021–2022	2020–2021	2021–2022	2020–2021	2021–2022
Επανάληψη	3						
Ψ	2	***	***	***	***	***	***
Σφάλμα (α)	6						
ΧΚ	4	***	***	***	***	***	***
Ψ × ΧΚ	8	0,2547	0,5851	***	***	0,4917	0,1190
Σφάλμα (β)	36						
Σύνολο	59						

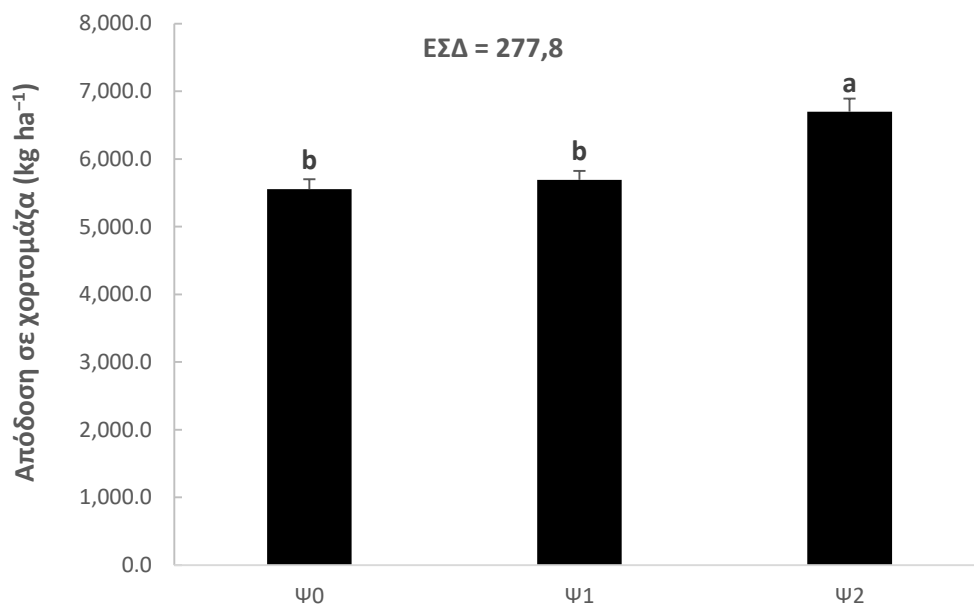
ΠΠ: Πηγή Παραλλακτικότητας, ΒΕ: Βαθμοί Ελευθερίας, Σφάλμα (α): Επανάληψη × Ψ, Σφάλμα (β): Επανάληψη × ΧΚ(Ψ), \*:  $p \leq 0,05$ , \*\*:  $p \leq 0,01$ , \*\*\*:  $p \leq 0,001$ .

Κατά την ΚΠ 2020–2021, η μεταχείριση ψευδοσποράς Ψ2 βελτίωσε την απόδοση σε χορτομάζα κατά 9% και 11% σε σύγκριση με τις μεταχειρίσεις Ψ1 και Ψ0, αντίστοιχα (Γράφημα 24). Κατά την επόμενη ΚΠ, 2021–2022, η μεταχείριση Ψ2 οδήγησε σε 14% και 17% υψηλότερη απόδοση σε σχέση με τις μεταχειρίσεις Ψ1 και Ψ0, αντίστοιχα (Γράφημα 25). Τα κύρια τεμάχια Ψ1 έδωσαν μεγαλύτερες αποδόσεις από τα κύρια τεμάχια Ψ0 και στις δύο ΚΠ. Κατά την πρώτη ΚΠ (2020–2021), η βιομάζα του αλεξανδρινού τριφυλλίου ήταν υψηλότερη στα κύρια τεμάχια Ψ2 από ότι στα Ψ1 και Ψ0 (Γράφημα 26). Κατά την δεύτερη ΚΠ (2021–2022), η μεταχείριση Ψ1 αύξησε τη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλίου κατά 7% σε σύγκριση με την Ψ0 και μείωσε τη βιομάζα ζιζανίων κατά 27% και 34% σε σύγκριση με την Ψ0 κατά τις ΚΠ 2020–2021 και 2021–2022, αντίστοιχα. Η Ψ2 οδήγησε στις χαμηλότερες πυκνότητες ζιζανίων (Γραφήματα 27–29).

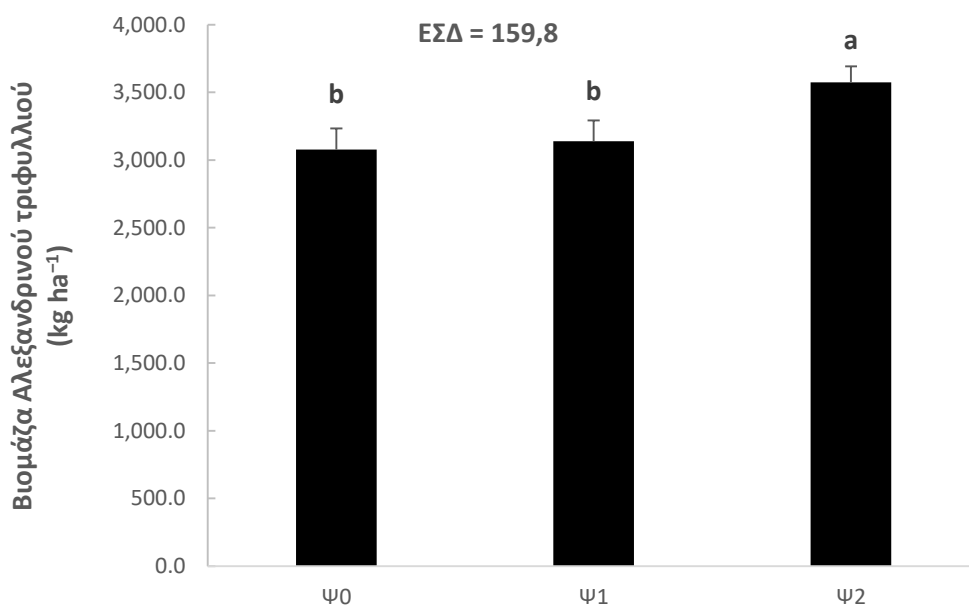
Κατά την ΚΠ 2020–2021, η συγκαλλιέργεια Σ3 οδήγησε σε αύξηση της απόδοσης σε χορτομάζα σε σύγκριση με τη μονοκαλλιέργεια ΜΛ και τη συγκαλλιέργεια Σ2, ενώ οι ΜΛ και Σ2 είχαν υψηλότερη απόδοση από την Σ1. Η χαμηλότερη απόδοση σε χορτομάζα παρατηρήθηκε στα υποτεμάχια της μονοκαλλιέργειας ΜΑΛΤ (Γράφημα 30). Κατά την ΚΠ 2021–2022, η Σ3 παρουσίασε αύξηση της απόδοσης σε χορτομάζα κατά 5%, 9% και 10% σε σύγκριση με τις Σ2, ΜΑΛΤ και Σ1, αντίστοιχα, ενώ η απόδοση σε χορτομάζα της ΜΛ δεν διέφερε σημαντικά από αυτήν της Σ3. Οι Σ2 και ΜΛ επίσης είχαν υψηλότερες αποδόσεις σε σύγκριση με την Σ1 (Γράφημα 31). Για τη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλίου, τα κτηνοτροφικά προϊόντα διέφεραν σημαντικά κατά φθίνουσα σειρά: BCM > ARBC 1 > ARBC 2 > ARBC 3 > ARM κατά τις δύο διαφορετικές ΚΠ (Γραφήματα 32, 33). Η βιομάζα ζιζανίων ήταν 58 και 62% υψηλότερη στα υποτεμάχια ΜΑΛΤ από ό,τι στα υποτεμάχια ΜΛ και Σ3 κατά την πρώτη ΚΠ (2020–2021), αντίστοιχα. Η συγκαλλιέργεια Σ3 μείωσε τη βιομάζα ζιζανίων κατά σχεδόν 50% σε σύγκριση με την Σ1. Επιπλέον, η Σ2 συμπύεσε τη βιομάζα ζιζανίων κατά 35% σε σύγκριση με την μονοκαλλιέργεια ΜΑΛΤ, αλλά δεν διέφερε συγκριτικά με την συγκαλλιέργεια Σ1 (Γράφημα 34). Η βιομάζα ζιζανίων ήταν υψηλότερη στα υποτεμάχια ΜΑΛΤ και Σ1 ( $\geq 450 \text{ g m}^{-2}$ ) και χαμηλότερη στα υποτεμάχια Σ2, ΜΛ και Σ3 ( $215\text{--}268 \text{ g m}^{-2}$ ) κατά την ΚΠ 2021–2022 (Γράφημα 35).



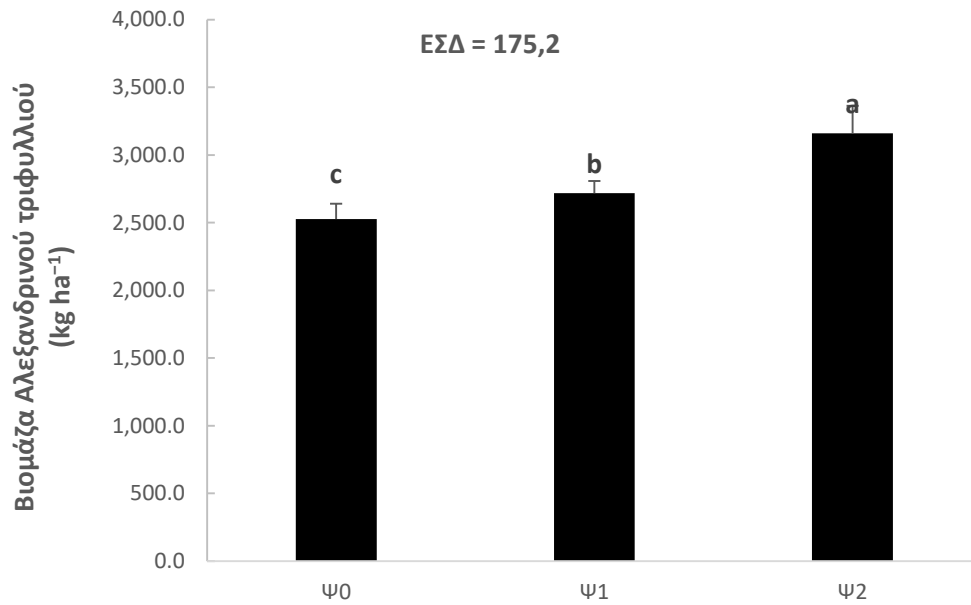
**Γράφημα 24.** Απόδοση σε χορτομάζα ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) κατά τη πρώτη κοπή στα κύρια τεμάχια (Ψ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



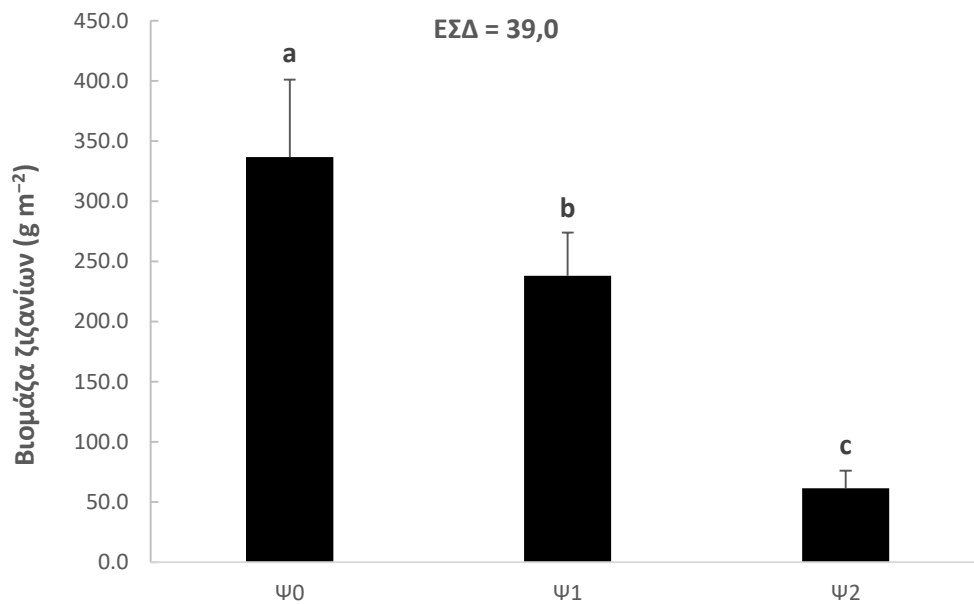
**Γράφημα 25.** Απόδοση σε χορτομάζα (kg ha<sup>-1</sup>) κατά τη πρώτη κοπή στα κύρια τεμάχια (Ψ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 26.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλιού (kg ha<sup>-1</sup>) κατά τη πρώτη κοπή στα κύρια τεμάχια (Ψ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

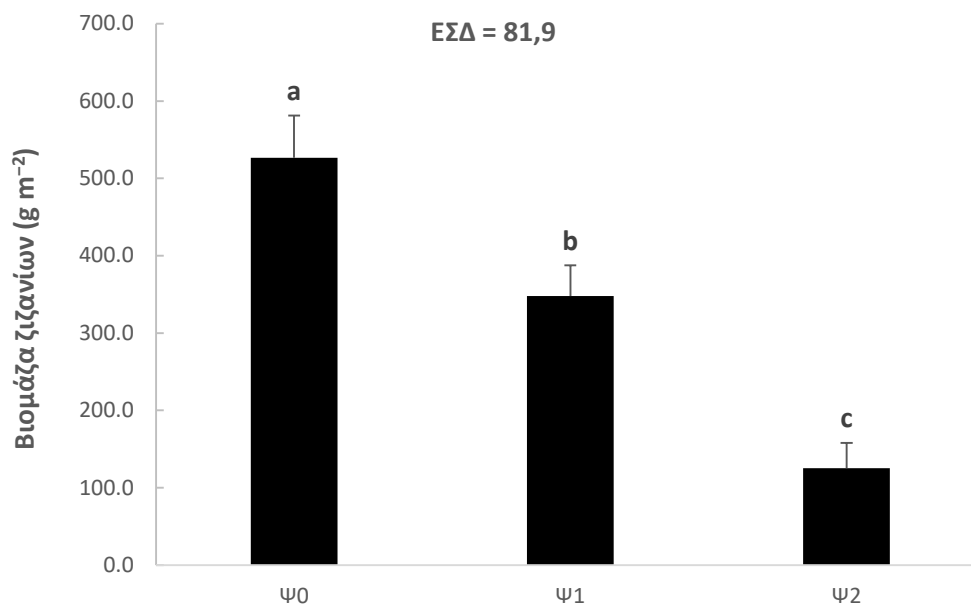


**Γράφημα 27.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλιού (kg ha<sup>-1</sup>) κατά τη πρώτη κοπή στα κύρια τεμάχια (Ψ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

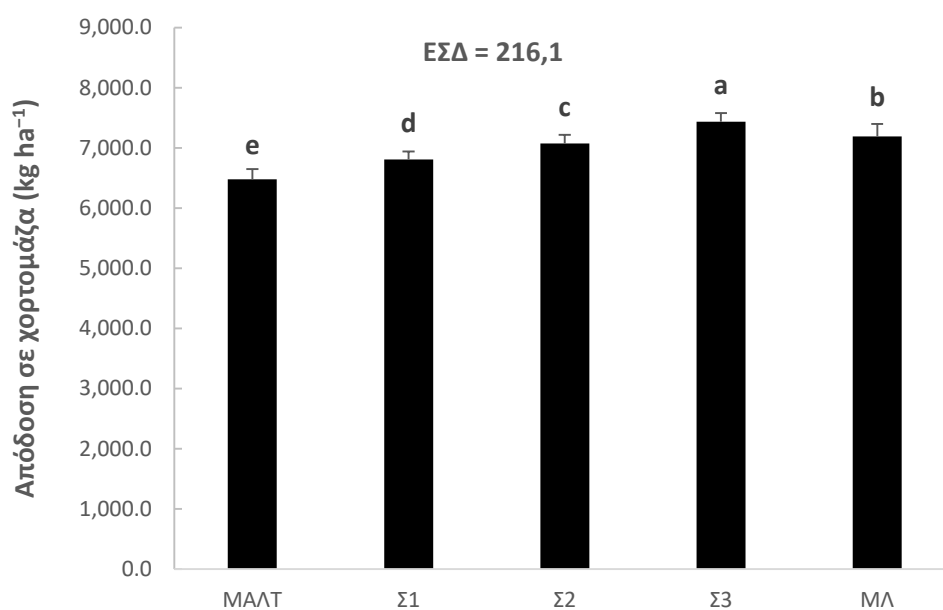


**Γράφημα 28.** Βιομάζα ζιζανίων (g m<sup>-2</sup>) κατά τη πρώτη κοπή στα κύρια τεμάχια (Ψ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

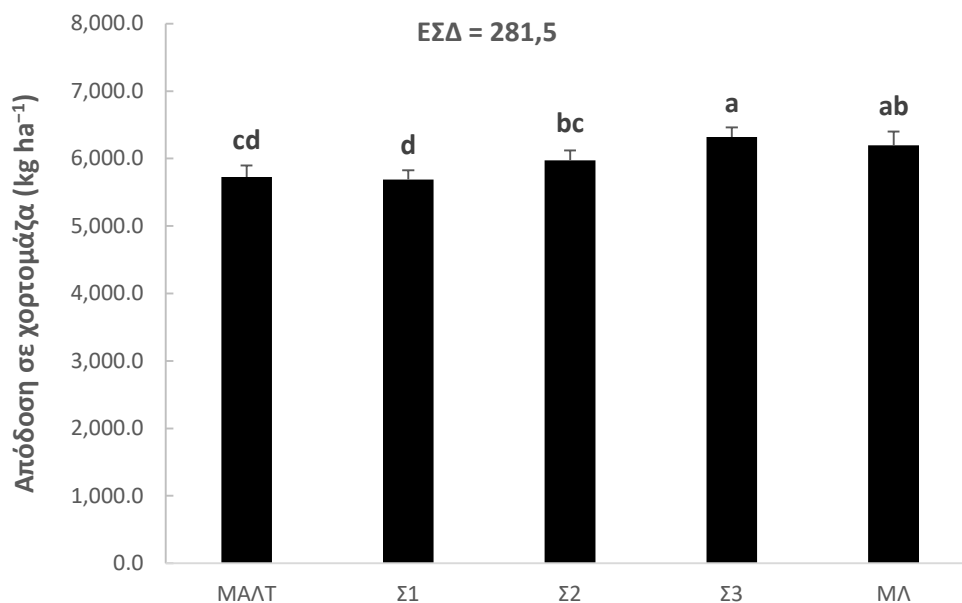




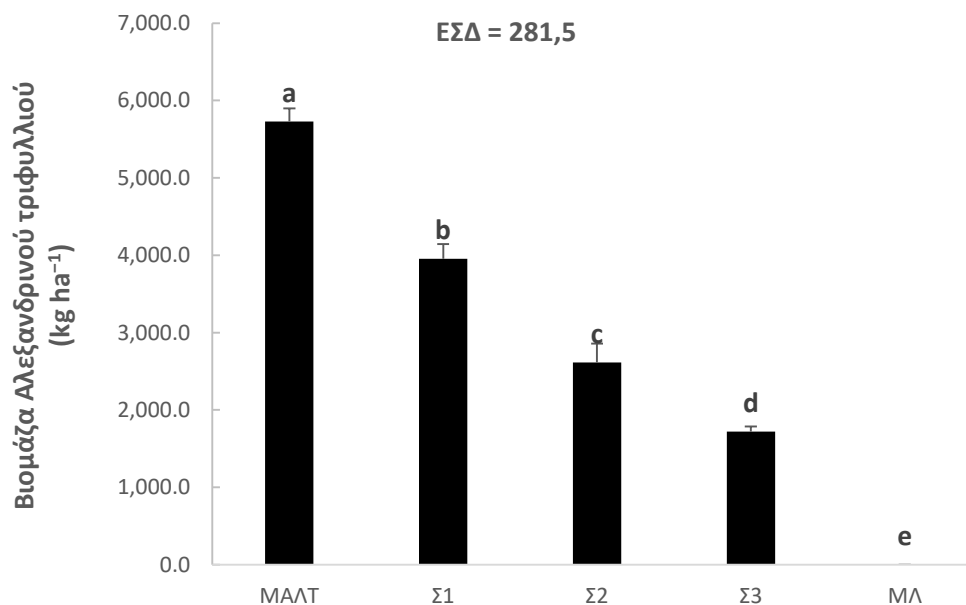
**Γράφημα 29.** Βιομάζα ζιζανίων (g m<sup>-2</sup>) κατά τη πρώτη κοπή στα κύρια τεμάχια (Ψ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



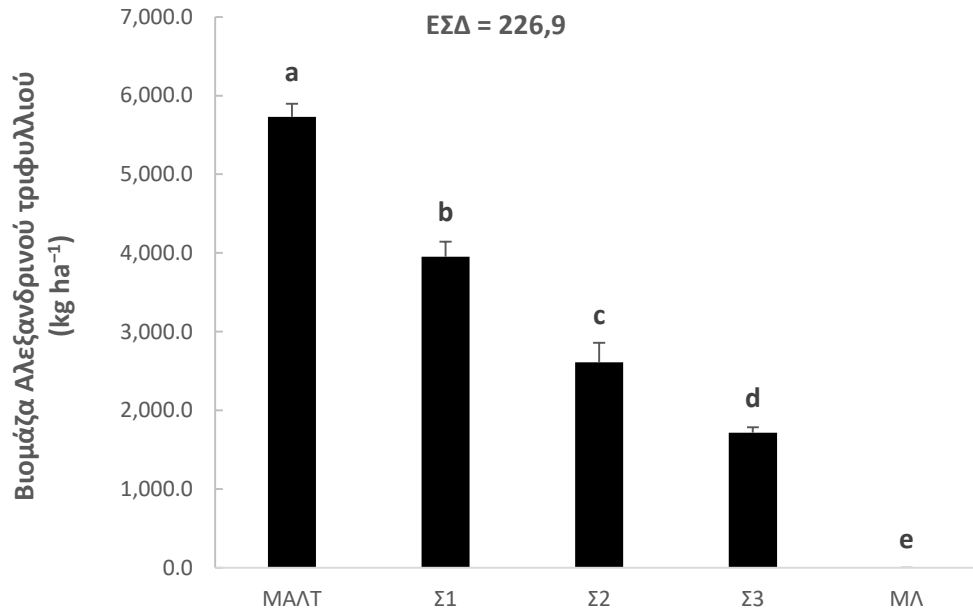
**Γράφημα 30.** Απόδοση σε χορτομάζα (kg ha<sup>-1</sup>) κατά τη πρώτη κοπή στα υποτεμάχια (ΧΚ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



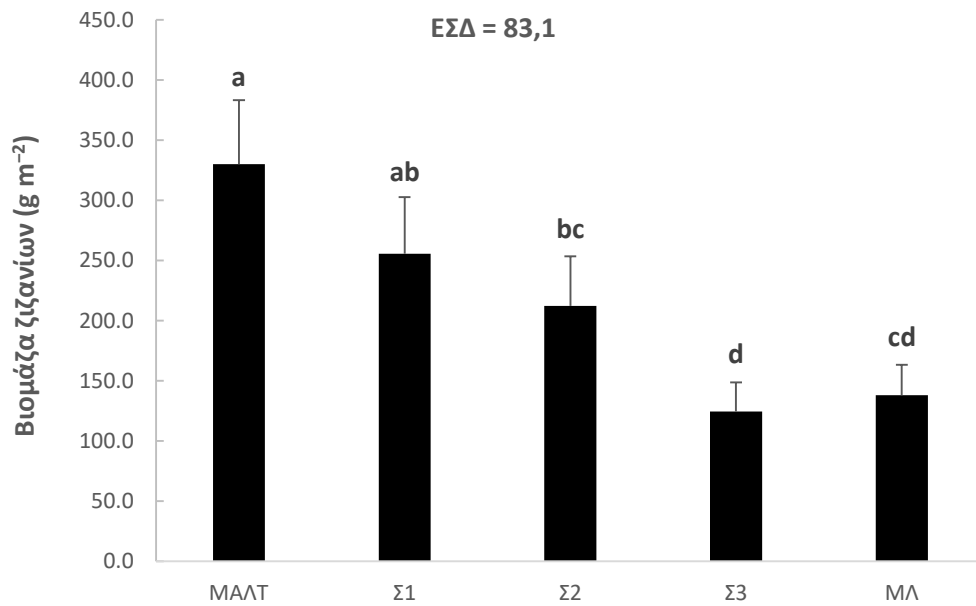
**Γράφημα 31.** Απόδοση σε χορτομάζα (kg ha<sup>-1</sup>) κατά τη πρώτη κοπή στα υποτεμάχια (ΧΚ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



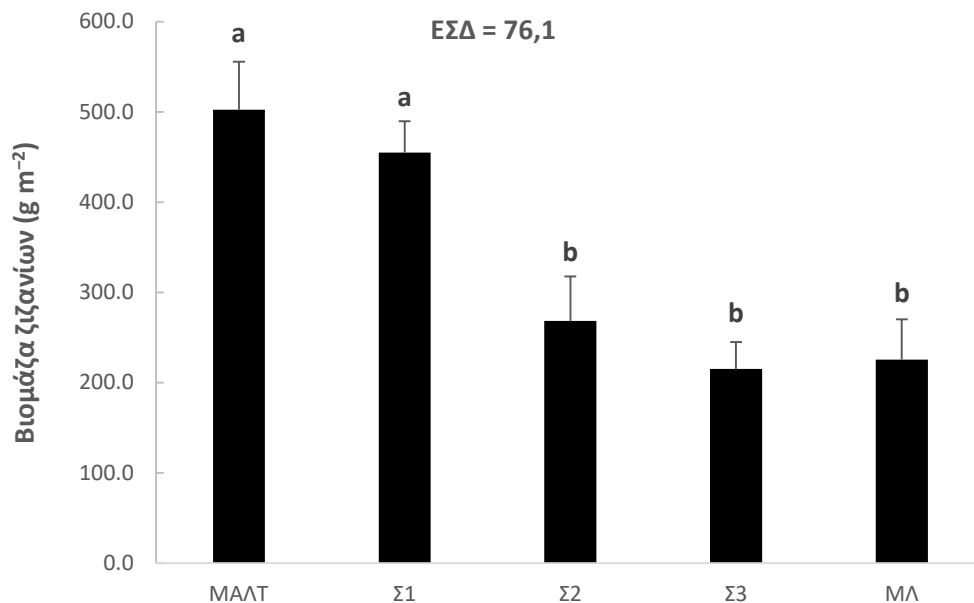
**Γράφημα 32.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλίου (kg ha<sup>-1</sup>) κατά τη πρώτη κοπή στα υποτεμάχια (ΧΚ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



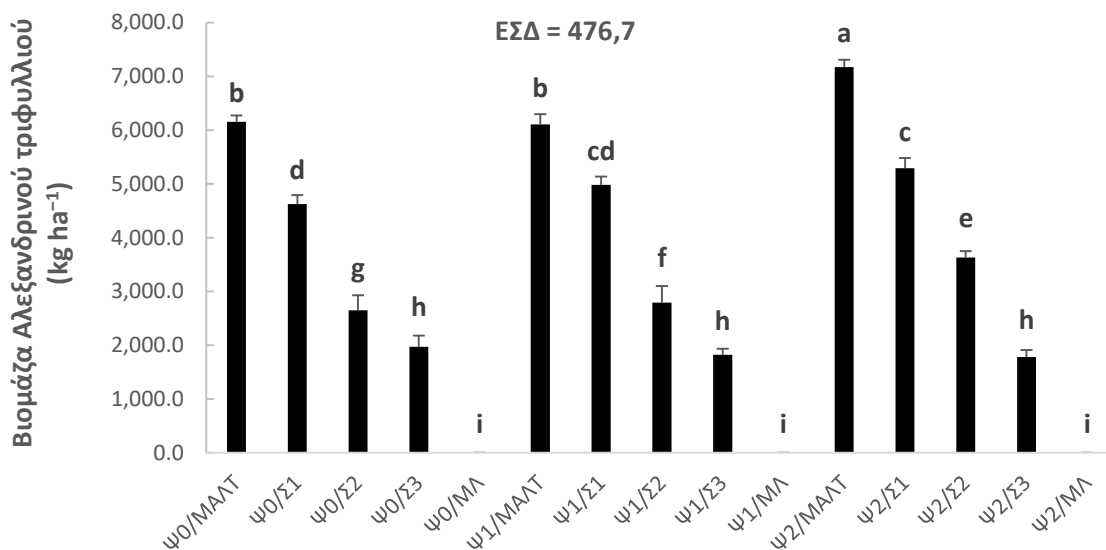
**Γράφημα 33.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλίου (kg ha<sup>-1</sup>) κατά τη πρώτη κοπή στα υποτεμάχια (ΧΚ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



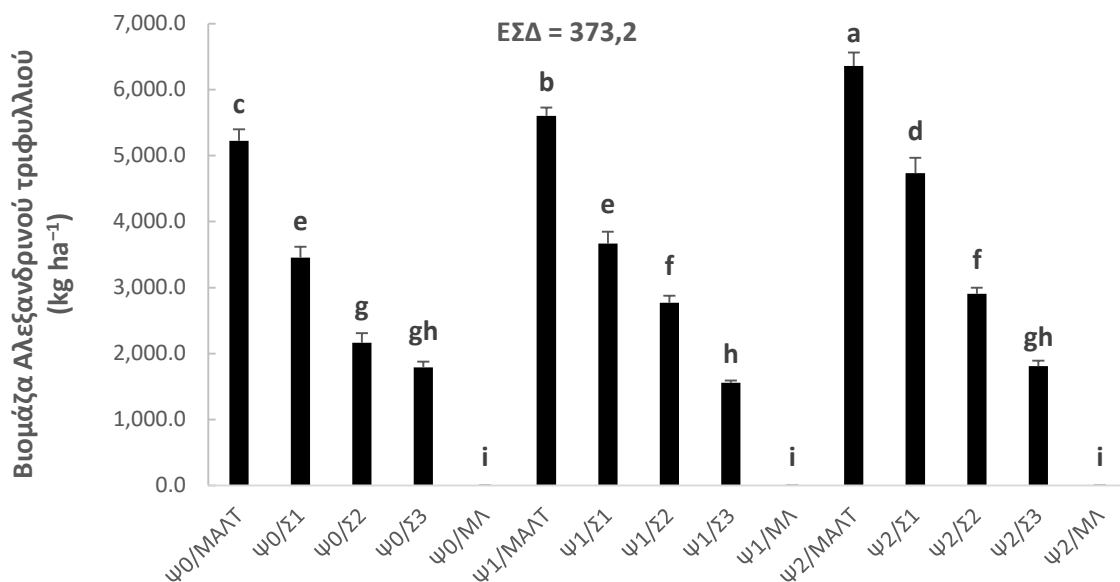
**Γράφημα 34.** Βιομάζα ζιζανίων (g m<sup>-2</sup>) κατά τη πρώτη κοπή στα υποτεμάχια (ΧΚ) κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 35.** Βιομάζα ζιζανίων ( $\text{g m}^{-2}$ ) κατά τη πρώτη κοπή στα υποτεμάχια (ΧΚ) κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



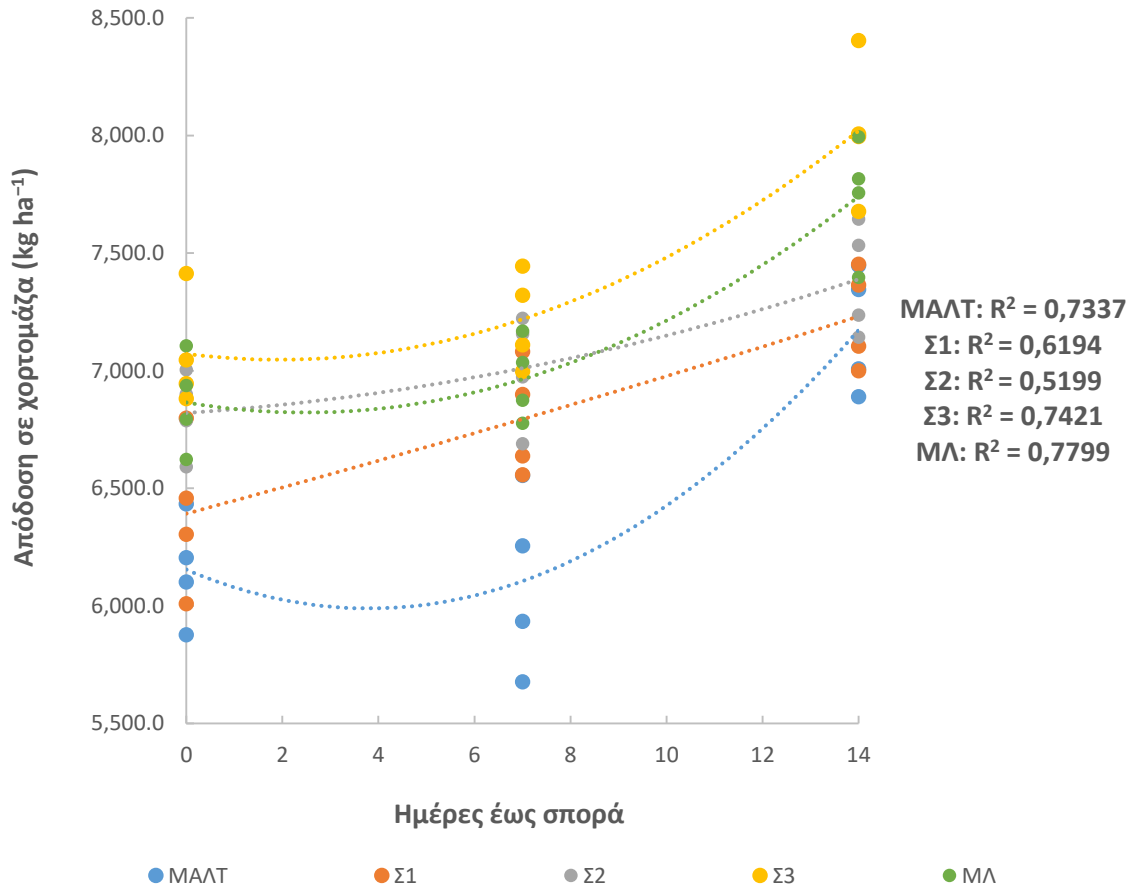
**Γράφημα 36.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλίου ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) κατά τη πρώτη κοπή για τις αλληλεπιδράσεις  $\Psi \times \text{ΧΚ}$  κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 37.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλίου (kg ha<sup>-1</sup>) κατά τη πρώτη κοπή για τις αλληλεπιδράσεις Ψ × ΧΚ κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

Όσον αφορά τις αλληλεπιδράσεις ψευδοσποράς-χορτοδοτικής καλλιέργειας (Ψ × ΧΚ) στη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλίου, ο συνδυασμός Ψ2/MALT παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές κατά τα δύο έτη, ακολουθούμενος από τους συνδυασμούς Ψ1/MALT και Ψ0/MALT (Γραφήματα 36, 37). Ωστόσο, κατά την ΚΠ 2020–2021, ο συνδυασμός Ψ1/MALT οδήγησε σε υψηλότερη βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλίου σε σύγκριση με τον Ψ0/MALT. Επιπλέον, κατά την ΚΠ 2020–2021, οι υπόλοιποι συνδυασμοί ψευδοσποράς-χορτοδοτικής καλλιέργειας παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με την εξής φθίνουσα σειρά: Ψ2/Σ1 ≥ Ψ1/Σ1 > Ψ0/Σ1 > Ψ2/Σ2 > Ψ1/Σ2 > Ψ1/Σ2 > Ψ1/Σ2. Οι χαμηλότερες τιμές αντιστοιχούσαν στους συνδυασμούς Ψ2/Σ3, Ψ1/Σ3 και Ψ0/Σ3. Παρόμοιες διαφορές παρατηρήθηκαν και κατά την ΚΠ 2021–2022.

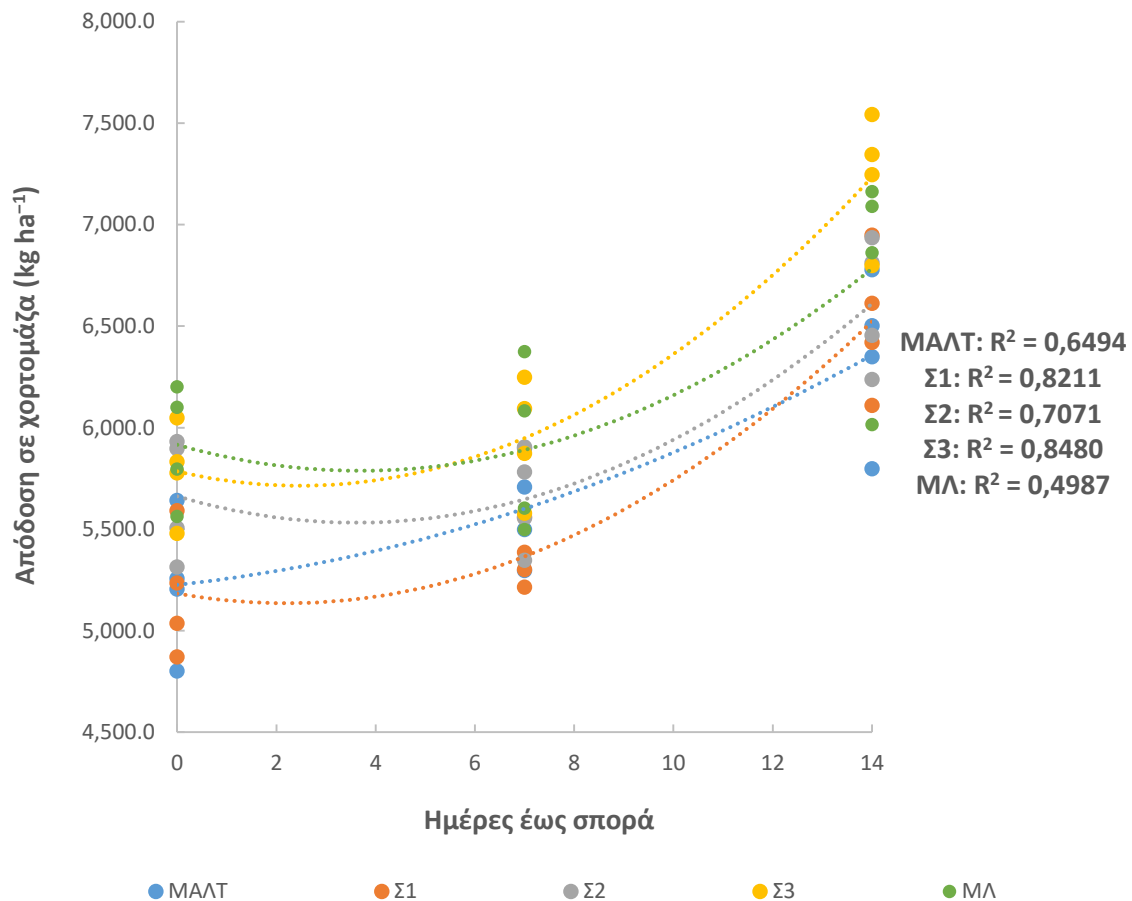
Ένα ακόμη εύρημα ήταν ότι καθώς ο αριθμός των ημερών μεταξύ της προετοιμασίας της σποροκλίνης και της σποράς αυξήθηκε από 0 σε 7 και 14 ημέρες, παρατηρήθηκε αύξηση της απόδοσης σε χορτομάζα, όπως υποδεικνύουν οι ισχυρές πολυωνυμικές σχέσεις δευτέρου βαθμού μεταξύ της εξαρτημένης και της ανεξάρτητης μεταβλητής. Αυτή η τάση επιβεβαιώθηκε για όλες τις ΧΚ στις δύο ΚΠ (Γραφήματα 38, 39).



**Γράφημα 38.** Αναλύσεις συσχέτισης-παλινδρόμησης μεταξύ της ( $y$ ) απόδοσης σε χορτομάζα ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) κατά τη πρώτη κοπή και ( $x$ ) των ημερών από την προετοιμασία της σποροκλίνης έως την σπορά στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ) όπως πραγματοποιήθηκαν για όλες της ΧΚ σύμφωνα με το πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού ( $y = ax^2 + bx + \gamma$ ,  $\nu = 12$ ) για την ΚΠ 2020–2021.  $R^2$ : Ποσοστό συσχέτισης.

Κατά την πρώτη ΚΠ (2020–2021), το ποσοστό συσχέτισης μεταξύ απόδοσης σε χορτομάζα ( $y$ ) και ημερών έως σπορά ( $x$ ) ήταν υψηλότερο στα υποτεμάχια MAAT ( $R^2 = 0,7799$ ) και χαμηλότερο στα υποτεμάχια Σ2 ( $R^2 = 0,5199$ ). Επιπλέον, περίπου το 61% και 74% της διακύμανσης της απόδοσης χορτομάζας μπορούσε να εξηγηθεί από τις ημέρες που πέρασαν μέχρι τη σπορά στα υποτεμάχια Σ1 και Σ3, αντίστοιχα.

Κατά την περίοδο 2021–2022, οι ισχυρότερες συσχετίσεις μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής (απόδοση χορτομάζας) και της ανεξάρτητης μεταβλητής (ημέρες μέχρι τη σπορά) παρατηρήθηκαν για τις συγκαλλιέργειες Σ3 ( $R^2 = 0,8480$ ) και Σ1 ( $R^2 = 0,8211$ ). Η ασθενέστερη συσχέτιση παρατηρήθηκε για την μονοκαλλιέργεια ΜΛ ( $R^2 = 0,4987$ ). Όσον αφορά τις άλλες δύο ΧΚ, οι τιμές του ποσοστού συσχέτισης ( $R^2$ ) ήταν 0,6494 και 0,7071 για τις άλλες δύο ΧΚ, δηλαδή τις MAAT και Σ2, αντίστοιχα.



**Γράφημα 39.** Αναλύσεις συσχέτισης-παλινδρόμησης μεταξύ της ( $\gamma$ ) απόδοσης σε χορτομάζα (kg ha<sup>-1</sup>) κατά τη πρώτη κοπή και ( $\chi$ ) των ημερών από την προετοιμασία της σποροκλίνης έως την σπορά στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ) όπως πραγματοποιήθηκαν για όλες της ΧΚ σύμφωνα με το πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού ( $\gamma = a\chi^2 + b\chi + \gamma$ ,  $\nu = 12$ ) για την ΚΠ 2021–2022.  $R^2$ : Ποσοστό συσχέτισης.

Οι στατιστικές παράμετροι για τις παραπάνω αναλύσεις συσχέτισης-παλινδρόμησης με το πολυωνυμικό μοντέλου δευτέρου βαθμού παρουσιάζονται αναλυτικά και στους παρακάτω συγκεντρωτικούς πίνακες (Πίνακες 8, 9).

**Πίνακας 8.** Οι τιμές των στατιστικών παραμέτρων των αναλύσεων συσχέτισης-παλινδρόμησης μεταξύ της ( $\gamma$ ) απόδοσης σε χορτομάζα ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) κατά τη πρώτη κοπή και ( $\chi$ ) των ημερών από την προετοιμασία της σποροκλίνης έως την σπορά στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ) όπως πραγματοποιήθηκαν για όλες της ΧΚ σύμφωνα με το πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού ( $\gamma = \alpha\chi^2 + \beta\chi + \gamma$ ,  $\nu = 12$ ) για την ΚΠ 2020–2021. Τα σφάλματα περιλαμβάνονται στις παρενθέσεις.

ΧΚ	$y = \alpha x^2 + \beta x + \gamma$						
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$p$ Μοντέλου	$R^2$	ΡΜΤΣ	ΜΑΣ
ΜΑΛΤ	10,1054 (3,83797)	-68,7321 (57,0101)	6.154,2 (149,908)	**	0,733696	299,816	229,433
Σ1	-0,883631 (3,4011)	72,2226 (50,5207)	6.392,42 (132,844)	**	0,619433	265,688	203,508
Σ2	1,11622 (2,80988)	24,9943 (41,7387)	6.820,5 (109,752)	*	0,519988	219,503	169,767
Σ3	5,41726 (3,18812)	-8,07024 (47,3572)	7.071,87 (124,526)	***	0,742067	249,051	175,75
ΜΛ	5,76823 (2,71467)	-18,1552 (40,3244)	6.864,85 (106,033)	***	0,779963	212,066	155,417

ΡΜΤΣ: Ρίζα μέσου τετραγωνικού σφάλματος, ΜΑΣ: Μέσο Απόλυτο Σφάλμα, \*:  $p \leq 0,05$ , \*\*:  $p \leq 0,01$ , \*\*\*:  $p \leq 0,001$ .  $R^2$ : Ποσοστό συσχέτισης.



**Πίνακας 9.** Οι τιμές των στατιστικών παραμέτρων των αναλύσεων συσχέτισης-παλινδρόμησης μεταξύ της ( $\gamma$ ) απόδοσης σε χορτομάζα ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) κατά τη πρώτη κοπή και ( $\chi$ ) των ημερών από την προετοιμασία της σποροκλίνης έως την σπορά στα κύρια τεμάχια ( $\Psi$ ) όπως πραγματοποιήθηκαν για όλες της ΧΚ σύμφωνα με το πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού ( $\gamma = \alpha\chi^2 + \beta\chi + \gamma$ ,  $\nu = 12$ ) για την ΚΠ 2021–2022. Τα σφάλματα περιλαμβάνονται στις παρενθέσεις.

ΧΚ	$\gamma = \alpha\chi^2 + \beta\chi + \gamma$						
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$p$ Μοντέλου	$R^2$	ΡΜΤΣ	ΜΑΣ
ΜΑΛΤ	2,29509 (4,4106)	48,667 (65,5161)	5.225,92 (172,274)	**	0,649415	344,549	236,325
Σ1	8,16473 (3,63014)	-18,6509 (53,923)	5.183,48 (141,791)	***	0,821093	283,581	198,375
Σ2	8,7744 (3,73819)	-55,1131 (55,5279)	5.662,02 (146,011)	**	0,707142	292,021	237,542
Σ3	9,51644 (3,60946)	-29,732 (53,6158)	5.784,27 (140,983)	***	0,847950	281,965	198,642
ΜΛ	7,04449 (4,94244)	-36,7086 (73,4162)	5.915,12 (193,048)	*	0,498709	386,095	280,538

ΡΜΤΣ: Ρίζα μέσου τετραγωνικού σφάλματος, ΜΑΣ: Μέσο Απόλυτο Σφάλμα, \*:  $p \leq 0,05$ , \*\*:  $p \leq 0,01$ , \*\*\*:  $p \leq 0,001$ .  $R^2$ : Ποσοστό συσχέτισης.

### 2.3.2. Απόδοση σε χορτομάζα – Δεύτερη κοπή

Κατά τη δεύτερη συγκομιδή, οι παράγοντες ΚΠ,  $\Psi$  και η αλληλεπίδρασή τους ΚΠ  $\times$   $\Psi$  δεν επηρέασαν την απόδοση σε χορτομάζα ( $p \geq 0,05$ ). Ωστόσο, η απόδοση σε χορτομάζα επηρεάστηκε από τον παράγοντα ΧΚ ( $p \leq 0,001$ ).

Κατά συνέπεια, τα δεδομένα συγχωνεύθηκαν μεταξύ των ΚΠ, αλλά όχι μεταξύ των επιπέδων του παράγοντα  $\Psi$ , λόγω της σημαντικής αλληλεπίδρασης  $\Psi \times \chi\kappa$  ( $p \leq 0,05$ , Πίνακας 10).

**Πίνακας 10.** Οι επιδράσεις των παραγόντων της καλλιεργητικής περιόδου (ΚΠ), της ψευδοσποράς ( $\Psi$ ), της χορτοδοτικής καλλιέργειας ( $\chi\kappa$ ) και των αλληλεπιδράσεων ΚΠ  $\times$   $\Psi$ , ΚΠ  $\times$   $\chi\kappa$ ,  $\Psi \times \chi\kappa$  και ΚΠ  $\times$   $\Psi \times \chi\kappa$  στην απόδοση σε χορτομάζα, τη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλιού (ΑΤ) και τη βιομάζα των ζιζανίων κατά τη πρώτη κοπή.

ΠΠ	ΒΕ	Απόδοση σε χορτομάζα	Βιομάζα ΑΤ	Βιομάζα ζιζανίων
Επανάληψη	3			
ΚΠ	1	0,6476	0,8026	0,6992
Σφάλμα (α)	3			
$\Psi$	2	0,2673	0,9482	0,7776
ΚΠ $\times$ $\Psi$	2	0,6271	0,9719	0,7443
Σφάλμα (β)	12			
$\chi\kappa$	4	***	***	***
ΚΠ $\times$ $\chi\kappa$	4	0,5759	0,2145	0,0553
$\Psi \times \chi\kappa$	8	*	0,1281	0,1989
ΚΠ $\times$ $\Psi \times \chi\kappa$	8	0,2677	0,1724	0,8241
Σφάλμα (γ)	72			
Σύνολο	119			

ΠΠ: Πηγή Παραλλακτικότητας, ΒΕ: Βαθμοί Ελευθερίας, Σφάλμα (α): Επανάληψη  $\times$  ΚΠ, Σφάλμα (β): Επανάληψη  $\times$   $\Psi$ (ΚΠ), Σφάλμα (γ): Επανάληψη  $\times$   $\chi\kappa$ ( $\Psi \times$  ΚΠ), \*:  $p \leq 0,05$ , \*\*:  $p \leq 0,01$ , \*\*\*:  $p \leq 0,001$ .

Η επακόλουθη Ανάλυση Παραλλακτικότητας δύο κατευθύνσεων (two-way ANOVA;  $\Psi \times \chi\kappa$ ) όπου συγχωνεύθηκαν τα δεδομένα μεταξύ των δύο ΚΠ αποκάλυψε σημαντικές επιδράσεις του παράγοντα  $\chi\kappa$  ( $p \leq 0,001$ ) και την αλληλεπίδραση  $\Psi \times \chi\kappa$  ( $p \leq 0,05$ ) στην απόδοση σε χορτομάζα. Η απόδοση σε χορτομάζα δεν διέφερε μεταξύ των επιπέδων του παράγοντα  $\Psi$  ( $p \geq 0,05$ ). Επίσης, η βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλιού καθώς και η βιομάζα των ζιζανίων επηρεάστηκε σε σημαντικά από τον παράγοντα  $\chi\kappa$  ( $p \leq 0,001$ ), αλλά όχι από τους παράγοντες ΚΠ,  $\Psi$  και τις αλληλεπιδράσεις ΚΠ  $\times$   $\Psi$ , ΚΠ  $\times$   $\chi\kappa$ ,  $\Psi \times \chi\kappa$  και ΚΠ  $\times$   $\Psi \times \chi\kappa$  ( $p \geq 0,05$ , Πίνακας 11). Ως εκ τούτου, τα δεδομένα υπολογίστηκαν κατά μέσο όρο για τα δύο επίπεδα του παράγοντα ΚΠ και τα τρία επίπεδα του παράγοντα  $\Psi$  και αναλύθηκαν εκ νέου με Ανάλυση Παραλλακτικότητας μιας

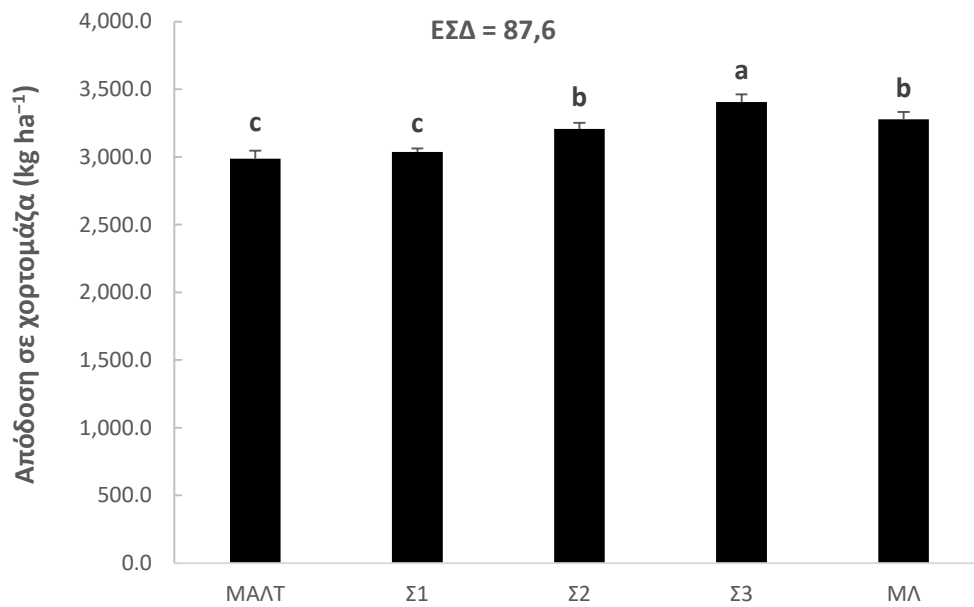
κατεύθυνσης (one-way ANOVA; ΧΚ) για να προσδιοριστούν οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιπέδων του παράγοντα ΧΚ.

**Πίνακας 11.** Οι επιδράσεις των παραγόντων της ψευδοσποράς (Ψ), της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΧΚ) και της αλληλεπίδρασης  $\Psi \times \text{ΧΚ}$  στην απόδοση σε χορτομάζα κατά τη δεύτερη κοπή έπειτα από συγχώνευση των δεδομένων μεταξύ των δύο διαφορετικών καλλιεργητικών περιόδων (ΚΠ), 2020–2021 και 2021–2022.

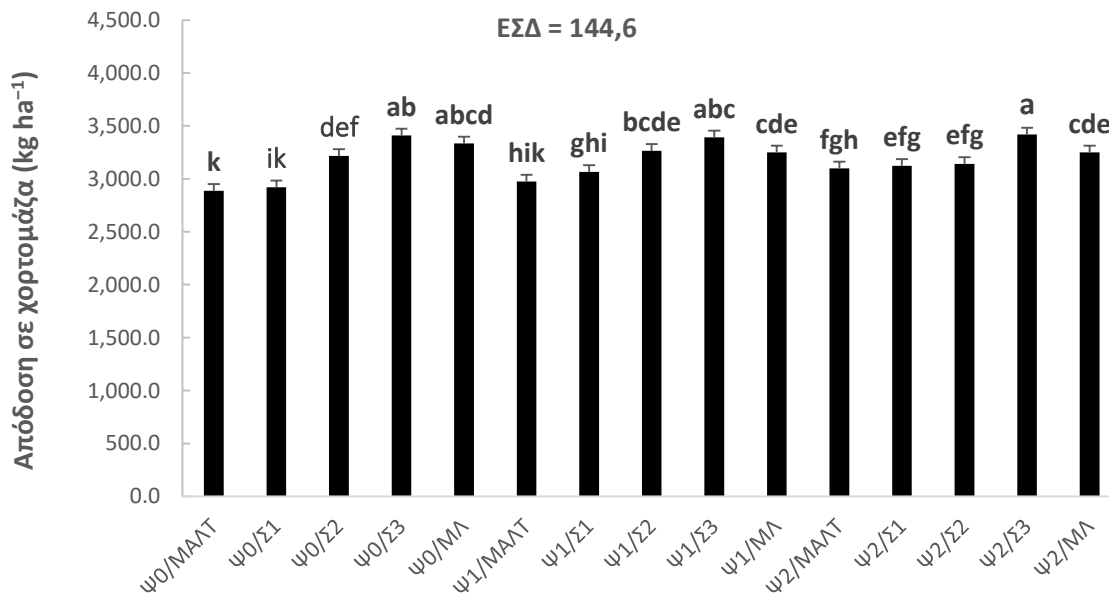
ΠΠ	ΒΕ	Απόδοση σε χορτομάζα
Επανάληψη	3	
Ψ	2	0,2798
Σφάλμα (α)	6	
ΧΚ	4	***
$\Psi \times \text{ΧΚ}$	8	*
Σφάλμα (β)	36	
Σύνολο	59	

ΠΠ: Πηγή Παραλλακτικότητας, ΒΕ: Βαθμοί Ελευθερίας, Σφάλμα (α): Επανάληψη  $\times$  Ψ, Σφάλμα (β): Επανάληψη  $\times$  ΧΚ(Ψ), \*:  $p \leq 0,05$ , \*\*:  $p \leq 0,01$ , \*\*\*:  $p \leq 0,001$ .

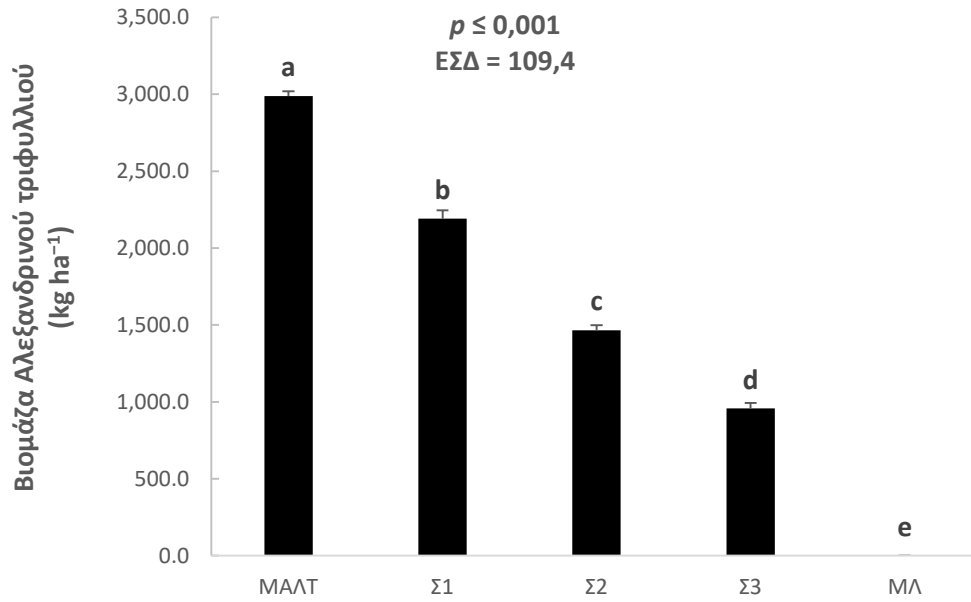
Η απόδοση σε χορτομάζα ήταν 4%, 6%, 11% και 12% υψηλότερη στα υποτεμάχια Σ3 από ό,τι στα υποτεμάχια Σ2, ΜΛ, Σ1 και ΜΑΛΤ, αντίστοιχα. Ακόμη, η μονοκαλλιέργεια ΜΛ παρουσίασε αύξηση στην απόδοση σε χορτομάζα σε σύγκριση με τη συγκαλλιέργεια Σ1 και τη μονοκαλλιέργεια ΜΑΛΤ (Γράφημα 40). Αναφορικά με τις αλληλεπιδράσεις  $\Psi \times \text{ΧΚ}$ , ο συνδυασμός  $\Psi2/\Sigma3$  έδωσε την υψηλότερη απόδοση σε χορτομάζα, ακολουθούμενος από τους  $\Psi0/\Sigma3$ ,  $\Psi1/\Sigma3$  και  $\Psi0/\text{ΜΛ}$ . Οι συνδυασμοί  $\Psi2/\text{ΜΛ}$ ,  $\Psi1/\text{ΜΛ}$  και  $\Psi1/\Sigma2$  ήταν οι επόμενοι συνδυασμοί ψευδοσποράς-χορτοδοτικής καλλιέργειας με τις υψηλότερες αποδόσεις. Οι συνδυασμοί  $\Psi2/\text{ΜΑΛΤ}$ ,  $\Psi2/\Sigma1$  και  $\Psi2/\Sigma2$  είχαν απόδοση μικρότερη από  $3.200 \text{ kg ha}^{-1}$ , ενώ το ίδιο αποτέλεσμα καταγράφηκε και για τον συνδυασμό  $\Psi1/\Sigma1$ . Επιπλέον, οι συνδυασμοί  $\Psi1/\Sigma1$ ,  $\Psi0/\Sigma1$  και  $\Psi0/\text{ΜΑΛΤ}$  είχαν τις χαμηλότερες αποδόσεις σε χορτομάζα (Γράφημα 41).



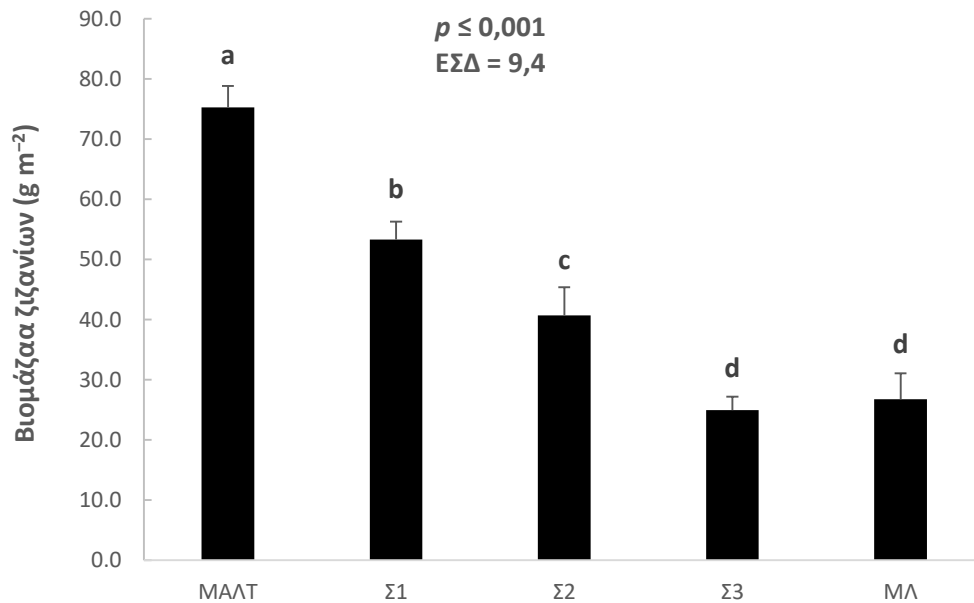
**Γράφημα 40.** Απόδοση σε χορτομάζα (kg ha<sup>-1</sup>) κατά τη δεύτερη κοπή στα υποτεμάχια (ΧΚ) έπειτα από συγχώνευση των δεδομένων μεταξύ των δύο διαφορετικών καλλιεργητικών περιόδων (ΚΠ), 2020–2021 και 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 41.** Απόδοση σε χορτομάζα (kg ha<sup>-1</sup>) κατά τη δεύτερη κοπή για τις αλληλεπιδράσεις Ψ × ΧΚ έπειτα από συγχώνευση των δεδομένων μεταξύ των δύο διαφορετικών καλλιεργητικών περιόδων (ΚΠ), 2020–2021 και 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 42.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλιού (kg ha<sup>-1</sup>) κατά τη δεύτερη κοπή για τις χορτοδοτικές καλλιέργειες (Χ) έπειτα από συγχώνευση των δεδομένων μεταξύ των παραγόντων ΚΠ και Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 43.** Βιομάζα ζιζανίων (g m<sup>-2</sup>) κατά τη δεύτερη κοπή για τις χορτοδοτικές καλλιέργειες (Χ) έπειτα από συγχώνευση των δεδομένων μεταξύ των παραγόντων ΚΠ και Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

Η μονοκαλλιέργεια ΜΑΛΤ παρήγαγε 2.987,5 kg ha<sup>-1</sup> βιομάζας Αλεξανδρινού τριφυλλίου, ενώ η συγκαλλιέργεια Σ1 παρήγαγε 26% λιγότερη. Η συγκαλλιέργεια Σ2 οδήγησε στη παραγωγή σχεδόν του 50% της βιομάζας που παράχθηκε στα υποτεμάχια ΜΑΛΤ. Η συγκαλλιέργεια Σ3 προσέγγισε την παραγωγή 1.000 kg ha<sup>-1</sup> (Γράφημα 42). Η συγκαλλιέργεια Σ3 μείωσε τη βιομάζα των ζιζανίων κατά 47% και 56% σε σύγκριση με την Σ1 και τη μονοκαλλιέργεια ΜΑΛΤ, αντίστοιχα, αλλά δεν διέφερε από τη συγκαλλιέργεια Σ3. Επιπλέον, η Σ1 μείωσε (17%) τη βιομάζα των ζιζανίων συγκριτικά με τη μονοκαλλιέργεια ΜΑΛΤ (Γράφημα 43).

### 2.3.3. Απόδοση σε χορτομάζα – Αθροιστική μεταξύ των δύο κοπών

**Πίνακας 12.** Οι επιδράσεις των παραγόντων της καλλιεργητικής περιόδου (ΚΠ), της ψευδοσποράς (Ψ), της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΧΚ) και των αλληλεπιδράσεων ΚΠ × Ψ, ΚΠ × ΧΚ, Ψ × ΧΚ και ΚΠ × Ψ × ΧΚ στην απόδοση σε χορτομάζα και τη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλίου (ΑΤ), αθροιστικά των δύο κοπών.

ΠΠ	ΒΕ	Απόδοση σε χορτομάζα	Βιομάζα ΑΤ
Επανάληψη	3		
ΚΠ	1	**	*
Σφάλμα (α)	3		
Ψ	2	***	***
ΚΠ × Ψ	2	0,2438	0,4792
Σφάλμα (β)	12		
ΧΚ	4	***	***
ΚΠ × ΧΚ	4	0,3849	***
Ψ × ΧΚ	8	0,3249	***
ΚΠ × Ψ × ΧΚ	8	0,4372	0,0758
Σφάλμα (γ)	72		
Σύνολο	119		

ΠΠ: Πηγή Παραλλακτικότητας, ΒΕ: Βαθμοί Ελευθερίας, Σφάλμα (α): Επανάληψη × ΚΠ, Σφάλμα (β): Επανάληψη × Ψ(ΚΠ), Σφάλμα (γ): Επανάληψη × ΧΚ(Ψ × ΚΠ), \*:  $p \leq 0,05$ , \*\*:  $p \leq 0,01$ , \*\*\*:  $p \leq 0,001$ .

Αθροιστικά μεταξύ των δύο κοπών, ο παράγοντας ΚΠ επηρέασε την απόδοση σε χορτομάζα ( $p \leq 0,01$ ) και τη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλίου ( $p \leq 0,05$ ), ενώ και οι επιδράσεις των παραγόντων Ψ και ΧΚ ήταν σημαντικές ( $p \leq 0,001$ ). Η αλληλεπίδραση Ψ × ΧΚ επηρέασε τη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλίου ( $p \leq 0,001$ ; Πίνακας 12).

Έπειτα από ανάλυση των δεδομένων για κάθε ΚΠ, η απόδοση σε χορτομάζα επηρεάστηκε από τους παράγοντες της Ψ και Χ κατά τις δύο ΚΠ ( $p \leq 0,001$ ). Πρόσθετα, η ψευδοσπορά (Ψ) επηρέασε τη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλιού κατά τις ΚΠ 2020–2021 ( $p \leq 0,001$ ) και 2021–2022 ( $p \leq 0,01$ ). Στατιστικά σημαντικές ήταν και οι επιδράσεις του παράγοντα ΧΚ ( $p \leq 0,001$ ) στην παραπάνω υπό μελέτη παράμετρο όπως και της αλληλεπίδρασης Ψ × ΧΚ ( $p \leq 0,01$ ) στη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλιού και στις δύο ΚΠ (Πίνακας 13).

**Πίνακας 13.** Οι επιδράσεις των παραγόντων της ψευδοσποράς (Ψ), της χορτοδοτικής καλλιέργειας (ΧΚ) και της αλληλεπίδρασης Ψ × ΧΚ στην απόδοση σε χορτομάζα, τη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλιού (ΑΤ) και τη βιομάζα των ζιζανίων, αθροιστικά των δύο κοπών, κατά τις δύο διαφορετικές καλλιεργητικές περιόδους (ΚΠ), 2020–2021 και 2021–2022.

ΠΠ	ΒΕ	Απόδοση σε χορτομάζα		Βιομάζα ΑΤ	
		2020–2021	2021–2022	2020–2021	2021–2022
Επανάληψη	3				
Ψ	2	***	***	***	**
Σφάλμα (α)	6				
ΧΚ	4	***	***	***	***
Ψ × ΧΚ	8	0,2620	0,5424	**	**
Σφάλμα (β)	36				
Σύνολο	59				

ΠΠ: Πηγή Παραλλακτικότητας, ΒΕ: Βαθμοί Ελευθερίας, Σφάλμα (α): Επανάληψη × Ψ, Σφάλμα (β): Επανάληψη × ΧΚ(Ψ), \*:  $p \leq 0,05$ , \*\*:  $p \leq 0,01$ , \*\*\*:  $p \leq 0,001$ .

Η μεταχείριση Ψ2 αύξησε την αθροιστική απόδοση σε χορτομάζα κατά 7% και 17% σε σύγκριση με την Ψ1 κατά την πρώτη και τη δεύτερη ΚΠ, αντίστοιχα. Σε σύγκριση με τα κύρια τεμάχια Ψ0, η απόδοση σε χορτομάζας ήταν 8% υψηλότερη στα κύρια τεμάχια Ψ2 το 2020–2021 και 12% υψηλότερη το 2021–2022 (Γραφήματα 44, 45).

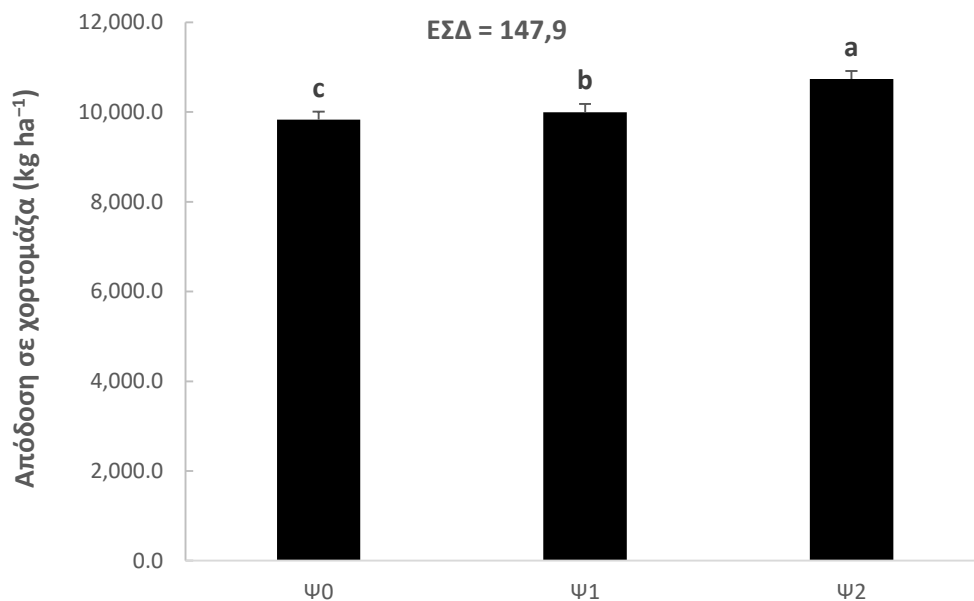
Κατά την ΚΠ 2020–2021, η μεταχείριση Ψ1 βελτίωσε την απόδοση σε χορτομάζα σε σύγκριση με την Ψ0. Όσον αφορά τη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλιού κατά την πρώτη ΚΠ, αυξήθηκε κατά 8% και 10% στα κύρια τεμάχια Ψ2 σε σύγκριση με τα Ψ1 και Ψ0, αντίστοιχα. Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν και κατά τη δεύτερη ΚΠ (Γραφήματα 46, 47).

Κατά την ΚΠ 2020–2021, η συγκαλλιέργεια Σ3 κατέγραψε τις υψηλότερες τιμές με την παραγωγή περισσότερων από 10.840 kg ha<sup>-1</sup> βιομάζας, ακολουθούμενο από τη μονοκαλλιέργεια ΜΛ και τη συγκαλλιέργεια Σ2 μεταξύ των οποίων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η συγκαλλιέργεια Σ1 είχε χαμηλότερη απόδοση σε σχέση με τις υπόλοιπες ΧΚ, ενώ η μονοκαλλιέργεια ΜΑΛΤ ήταν η λιγότερο παραγωγική, με την παραγωγή, αθροιστικά μεταξύ των δύο κοπών, λιγότερων από 9.500 kg ha<sup>-1</sup> βιομάζας (Γράφημα 48).

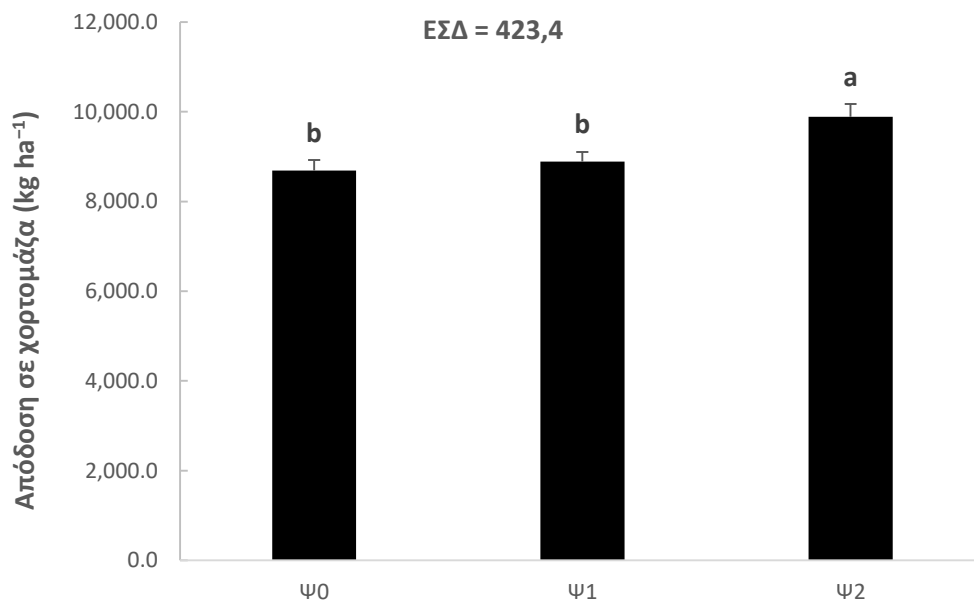
Κατά την επόμενη ΚΠ, 2021–2022, η συγκαλλιέργεια Σ3 κατέγραψε αύξηση της απόδοσης σε χορτομάζα κατά 6%, 10% και 11% σε σύγκριση με τη συγκαλλιέργεια Σ2, τη μονοκαλλιέργεια ΜΑΛΤ, και τη συγκαλλιέργεια Σ1, αντίστοιχα. Παρόλο που η συγκαλλιέργεια Σ2 έτεινε να είναι πιο παραγωγική από τη μονοκαλλιέργεια ΜΛ, η διαφορά μεταξύ τους δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Επίσης, η μονοκαλλιέργεια ΜΛ αύξησε επίσης την απόδοση σε χορτομάζα σε σχέση με τη συγκαλλιέργεια Σ2, τη μονοκαλλιέργεια ΜΑΛΤ και τη συγκαλλιέργεια Σ1. Σε σύγκριση με τη μονοκαλλιέργεια ΜΑΛΤ και τη συγκαλλιέργεια Σ1, η συγκαλλιέργεια Σ2 είχε ως αποτέλεσμα μια μικρή αλλά σημαντική αύξηση της αθροιστικής μεταξύ δύο κοπών απόδοσης σε χορτομάζα, ενώ οι αποδόσεις της μονοκαλλιέργειας ΜΑΛΤ και της συγκαλλιέργεια Σ1 ήταν παρόμοιες (Γράφημα 49).

Επιπλέον, η συγκαλλιέργεια Σ1 παρήγαγε 23% και 30% λιγότερη βιομάζα αλεξανδρινού τριφυλλιού σε σύγκριση με τη μονοκαλλιέργεια ΜΑΛΤ κατά τις ΚΠ 2020–2021 και 2021–2022, αντίστοιχα. Η συγκαλλιέργεια Σ2 παρήγαγε περίπου τη μισή βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλιού από αυτήν που παράχθηκε στα υποτεμάχια ΜΑΛΤ και στις δύο διαφορετικές ΚΠ. Τέλος, η συγκαλλιέργεια Σ3, στην οποία κυριαρχούσαν τα φυτά του λόλιου με αναλογία 75:25 έναντι αυτών του Αλεξανδρινού τριφυλλιού, παρήγαγε τη μικρότερη ποσότητα βιομάζας τους ψυχανθούς και τόσο κατά την ΚΠ 2020–2021 όσο και κατά την 2021–2022 (Γραφήματα 50, 51).

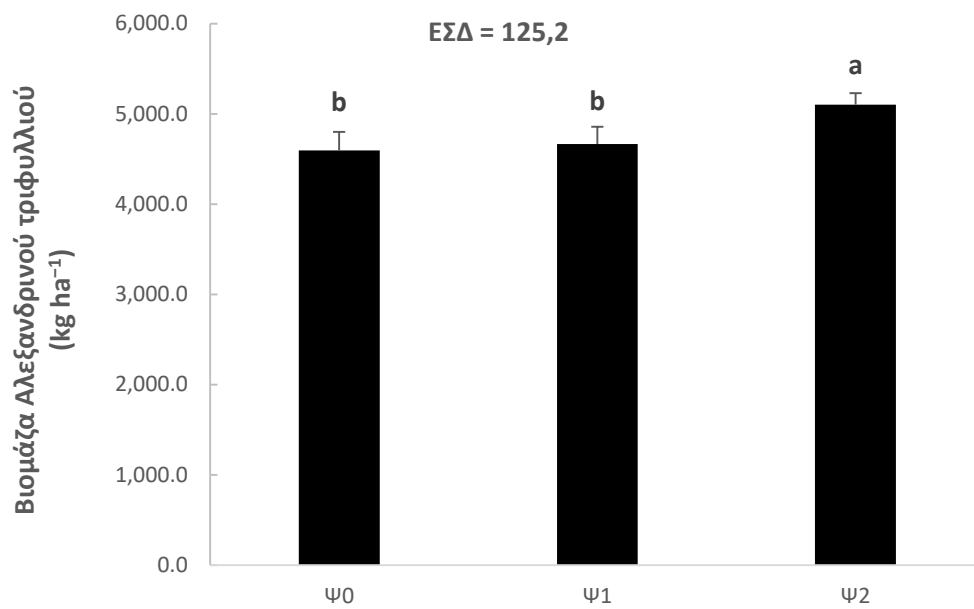




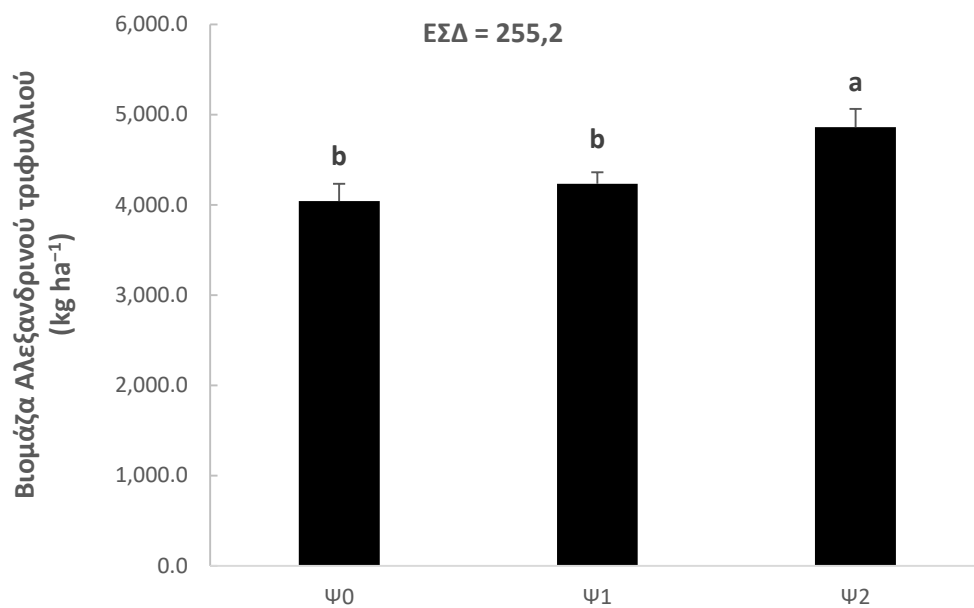
**Γράφημα 44.** Απόδοση σε χορτομάζα (kg ha<sup>-1</sup>) στα κύρια τεμάχια (Ψ), αθροιστικά των δύο κοπών, κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



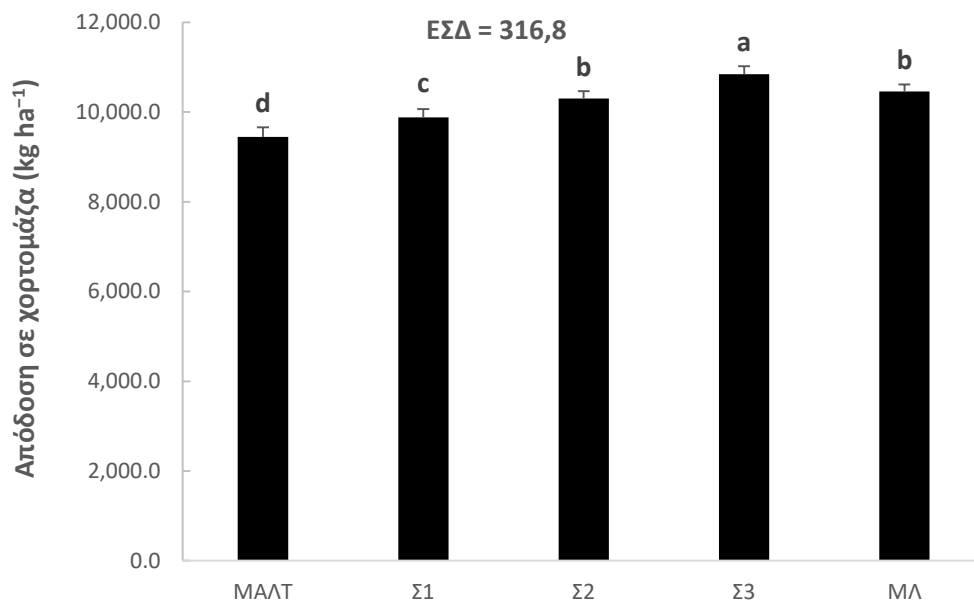
**Γράφημα 45.** Απόδοση σε χορτομάζα (kg ha<sup>-1</sup>) στα κύρια τεμάχια (Ψ), αθροιστικά των δύο κοπών, κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



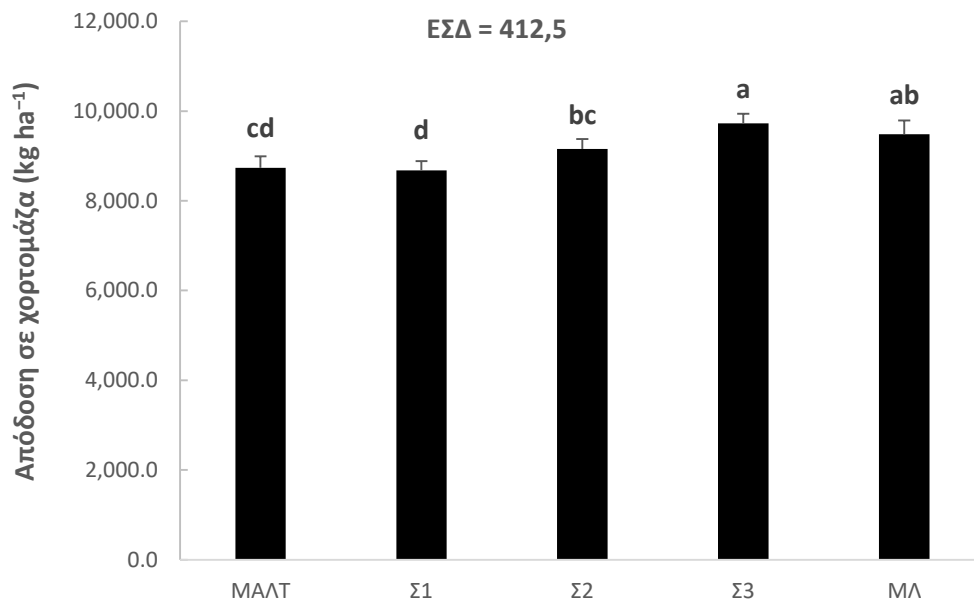
**Γράφημα 46.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλιού (kg ha<sup>-1</sup>) στα κύρια τεμάχια (Ψ), αθροιστικά των δύο κοπών, κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



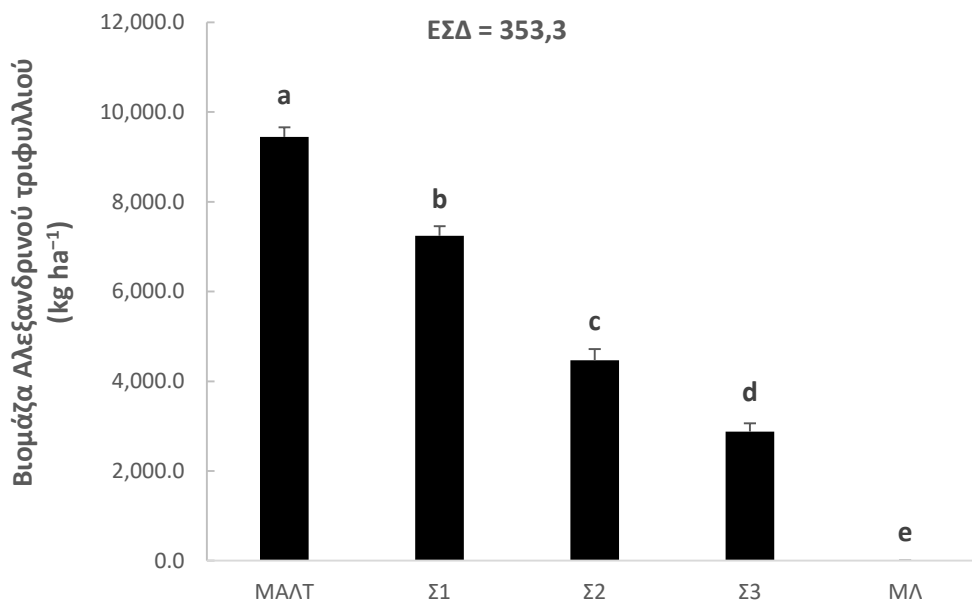
**Γράφημα 47.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλιού (kg ha<sup>-1</sup>) στα κύρια τεμάχια (Ψ), αθροιστικά των δύο κοπών, κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



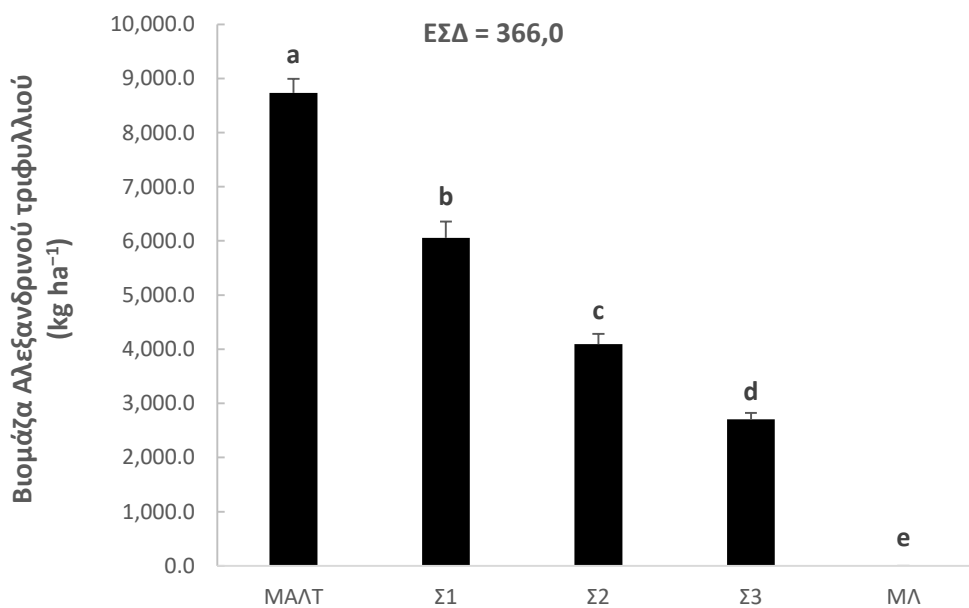
**Γράφημα 48.** Απόδοση σε χορτομάζα (kg ha<sup>-1</sup>) στα υποτεμάχια (ΧΚ), αθροιστικά των δύο κοπών, κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



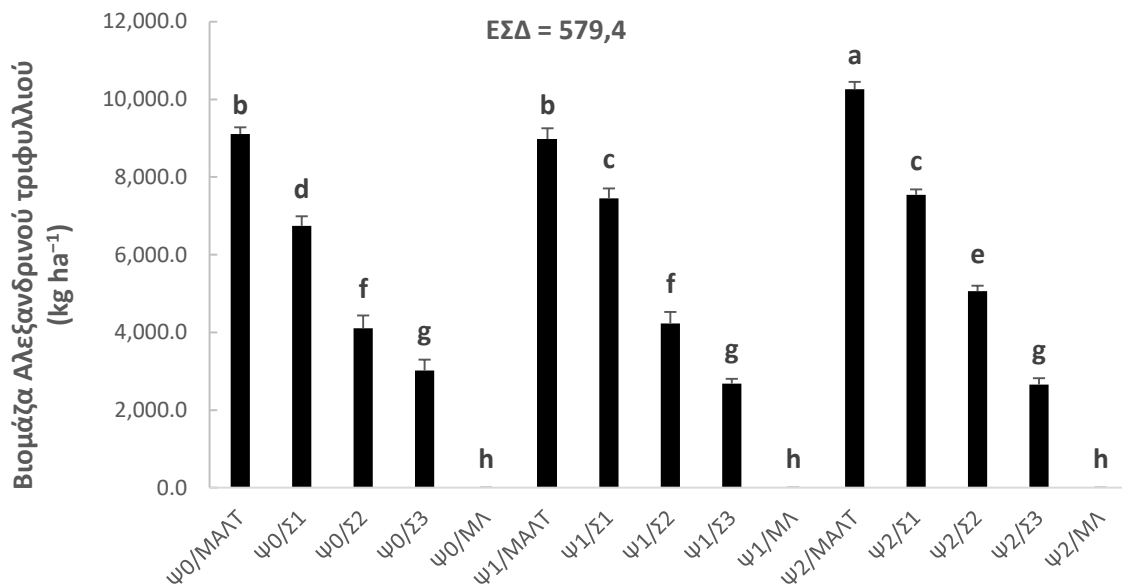
**Γράφημα 49.** Απόδοση σε χορτομάζα (kg ha<sup>-1</sup>) στα υποτεμάχια (ΧΚ), αθροιστικά των δύο κοπών, κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



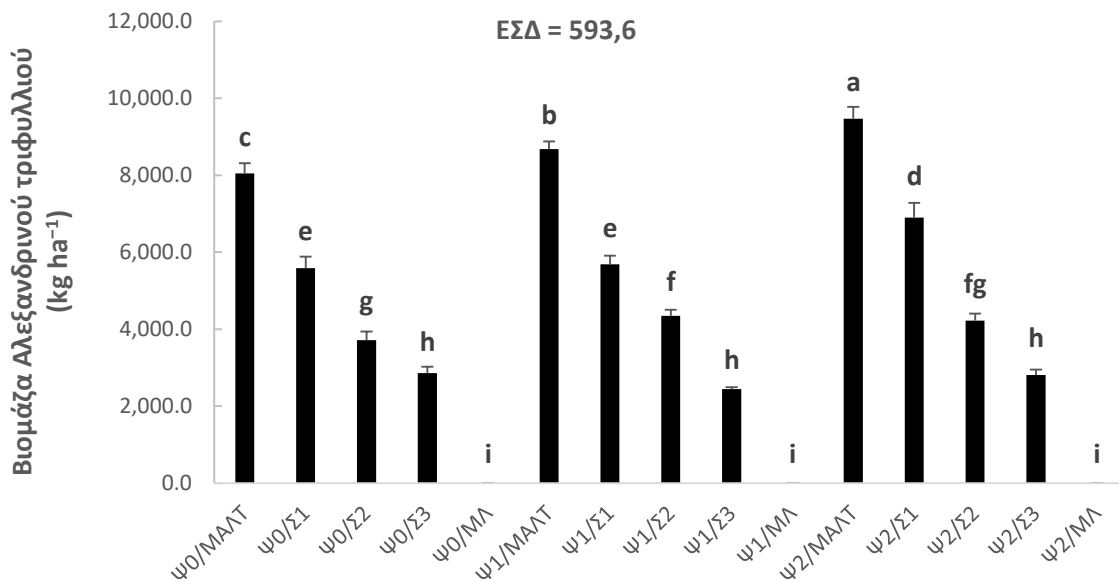
**Γράφημα 50.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλίου (kg ha<sup>-1</sup>) στα κύρια τεμάχια (Ψ), αθροιστικά των δύο κοπών, κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 51.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλίου (kg ha<sup>-1</sup>) στα κύρια τεμάχια (Ψ), αθροιστικά των δύο κοπών, κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 52.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλίου ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $\Psi \times \text{ΧΚ}$ , αθροιστικά των δύο κοπών, κατά την ΚΠ 2020–2021. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 53.** Βιομάζα Αλεξανδρινού τριφυλλίου ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $\Psi \times \text{ΧΚ}$ , αθροιστικά των δύο κοπών, κατά την ΚΠ 2021–2022. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των αλληλεπιδράσεων  $\Psi \times \text{ΧΚ}$  στην αθροιστική μεταξύ των δύο κοπών βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλίου καταδείχθηκαν ήταν οι εξής: ο συνδυασμός  $\Psi 2/\text{ΜΑΛΤ}$  οδήγησε στην υψηλότερη βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλίου, ενώ οι επόμενοι πιο παραγωγικοί συνδυασμοί ήταν οι  $\Psi 1/\text{ΜΑΛΤ}$  και  $\Psi 0/\text{ΜΑΛΤ}$ . Τα αποτελέσματα αυτά αφορούν και τις δύο ΚΠ, 2020–2021 και 2021–2022 (Γραφήματα 52, 53).

Κατά την ΚΠ 2021–2022, ο συνδυασμός  $\Psi 1/\text{ΜΑΛΤ}$  κατέγραψε αύξηση της βιομάζας του Αλεξανδρινού τριφυλλίου σε σύγκριση με τον συνδυασμό  $\Psi 0/\text{ΜΑΛΤ}$ . Κατά την ΚΠ 2020–2021, ο συνδυασμός  $\Psi 2/\Sigma 2$  οδήγησε υψηλότερες τιμές σε σύγκριση με τους συνδυασμούς  $\Psi 1/\Sigma 2$  και  $\Psi 0/\Sigma 2$ , ενώ κατά την ΚΠ 2021–2022 αυτή η διαφορά δεν παρατηρήθηκε σε στατιστικά σημαντικά επίπεδα. Επιπλέον, στις δύο ΚΠ όπου διεξήχθη το πείραμα, οι συνδυασμοί  $\Psi 2/\Sigma 3$ ,  $\Psi 1/\Sigma 2$  και  $\Psi 0/\Sigma 3$  είχαν ως αποτέλεσμα τη παραγωγή χαμηλότερης ποσότητας βιομάζας του Αλεξανδρινού τριφυλλίου συγκριτικά με τους προαναφερθέντες συνδυασμούς.

#### 2.4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μεταχειρίσεις ψευδοσποράς Ψ1 και Ψ2 μείωσε την πυκνότητα της αγριοβρώμης και του άγριου σιναπιού σε σύγκριση με τον μάρτυρα Ψ0 και στις δύο καλλιεργητικές περιόδους. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με πρόσφατες μελέτες σε κριθάρι (*Hordeum vulgare* L.) όπου η ψευδοσπορά μείωσε τη βιομάζα της αγριοβρώμης και του άγριου σιναπιού κατά 67–78% και 89–91%, αντίστοιχα (Kanatas et al., 2020b). Ανάλογα αποτελέσματα έχουν παρατηρηθεί και στην καλλιέργεια της σόγιας (*Glycine max* (L.) Merr.) στη χώρα μας (Kanatas et al., 2020a). Επιπλέον, τα αποτελέσματα του πειράματος αυτά συμφωνούν και με εκείνα των De Cauwer et al. (2021) στο σπανάκι (*Spinacia oleracea* L.), οι οποίοι επίσης ανέφεραν ότι η ψευδοσπορά είναι μια αποτελεσματική αγροοικολογική καλλιεργητική πρακτική για την διαχείριση των ζιζανίων. Σε μια άλλη πρόσφατη μελέτη που διεξήχθη στο σιτάρι (*Triticum aestivum* L.), οι Shahzad et al. (2021) διαπίστωσαν ότι η ψευδοσπορά μείωσε σημαντικά την πυκνότητα και τη βιομάζα των ζιζανίων σε σύγκριση με τον μάρτυρα.

Μια άλλη παρατήρηση ήταν ότι η μεταχείριση Ψ1 μείωσε τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων σε σύγκριση με τον μάρτυρα Ψ0, ωστόσο η μεταχείριση Ψ2 προκάλεσε περαιτέρω μείωση του φορτίου των ζιζανίων σε σύγκριση με την Ψ1. Δηλαδή, καθώς ο αριθμός των ημερών μέχρι τη σπορά αυξήθηκε στα υποτεμάχια Ψ1 και Ψ2, η συνολική πυκνότητα ζιζανίων μειώθηκε. Η εξήγηση για αυτό το αποτέλεσμα βρίσκεται στο ότι όσο περισσότερες ημέρες καθυστερεί η σπορά, τόσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των σπόρων των ζιζανίων που βλαστάνουν από τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους. Επομένως, μεγαλύτερος είναι και ο αριθμός των ζιζανίων που ελέγχονται έπειτα με την επιφανειακή εδαφοκατεργασία πριν τη σπορά της καλλιέργειας απαλλάσσοντας την σε σημαντικό βαθμό από την πίεση των ζιζανίων κατά τα κρίσιμα, για την έκβαση του ανταγωνισμού ζιζανίων-καλλιέργειας, αρχικά στάδια ανάπτυξης της. Το συμπέρασμα αυτό έχει διατυπωθεί και από τις μελέτες των Sindhu et al. (2010) στο ρύζι (*Oryza sativa* L.) οι οποίοι διαπίστωσαν ότι η ψευδοσπορά ήταν πιο αποτελεσματική ως πρακτική διαχείρισης ζιζανίων όταν ο έλεγχος των ζιζανίων γινόταν με επιφανειακή εδαφοκατεργασία έγινε 14 αντί για 7 ημέρες μετά την αρχική προετοιμασία της σποροκλίνης. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφερθεί και από τους Shem-Tov et al. (2006) στο σπανάκι. Ωστόσο, ο ιδανικός χρόνος για τον έλεγχο των ζιζανίων όταν εφαρμόζεται η μέθοδος της ψευδοσποράς θα πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω, καθώς ενδέχεται να επηρεάζεται και από τις ιδιαίτερες εδαφοκλιματικές συνθήκες της κάθε περιοχής (Merfield 2013).

Επιπλέον, καθώς οι μεταχειρίσεις ψευδοσποράς Ψ2 και Ψ1 μείωσαν την πυκνότητα και τη βιομάζα των ζιζανίων σε σύγκριση με τον μάρτυρα Ψ0, οδήγησαν σε υψηλότερες στρεμματικές αποδόσεις σε χορτομάζα, όπως παρατηρήθηκε και σε προηγούμενα πειράματα αγρού (Kanatas et al., 2021b). Μαζί με την αύξηση της απόδοσης σε χορτομάζα, αυξήθηκε επίσης και η βιομάζα του Αλεξανδρινού τριφυλλίου στα υποτεμάχια Ψ1 και ιδιαίτερα στα υποτεμάχια Ψ2. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αυτά πρόσφατου πειραματισμού αγρού στην σουλά (*Hedysarum coronarium* L.), ένα ακόμη ψυχανθές κατάλληλο για παραγωγή χορτονομής για κτηνοτροφή (Gazoulis et al., 2022). Συγκεκριμένα, στην προαναφερθείσα έρευνα, βροχοπτώσεις καθυστέρησαν την εγκατάσταση της καλλιέργειας με αποτέλεσμα τα ζιζάνια να φυτρώσουν και να ελεγχθούν με επιφανειακή εδαφοκατεργασία που έγινε για να σπάσει η εδαφική κρούστα πριν τη σπορά. Εφαρμόστηκε δηλαδή η καλλιεργητική πρακτική της ψευδοσποράς λόγω των απρόβλεπτων κλιματικών συνθηκών που επικράτησαν στον πειραματικό αγρό, μειώνοντας τη βιομάζα των ζιζανίων και αυξάνοντας την παραγωγή βιομάζας για τα φυτά της καλλιέργειας. Παρόμοιες αναφορές προκύπτουν και από τις μελέτες των Mouillon et al. (2020) στον ηλιάνθο (*Helianthus annuus* L.). Αυξημένες στρεμματικές αποδόσεις λόγω της εφαρμογής της ψευδοσποράς αναφέρονται και από πρόσφατες έρευνες στο σιτάρι, το κριθάρι και το σπανάκι (De Cauwer et al. 2021, Naeem et al. 2022, Shahzad et al. 2021). Βέβαια, αν και τα αποτελέσματα αυτά είναι ελπιδοφόρα, σε γεωργικές περιοχές με δυσμενείς καιρικές συνθήκες, η καθυστέρηση της σποράς για την προετοιμασία ψευδοσποράς μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές απώλειες απόδοσης επειδή μειώνεται σημαντικά ο βιολογικός κύκλος της καλλιέργειας όπως έδειξαν οι μελέτες των Rasmussen et al. (2004) στο σιτάρι.

Μια γενική παρατήρηση σχετικά με το φορτίο των ζιζανίων στον πειραματικό αγρό ήταν ότι η πυκνότητα και η βιομάζα των ζιζανίων ήταν σημαντικά υψηλότερες κατά την καλλιεργητική περίοδο 2021–2022 σε σύγκριση με την καλλιεργητική περίοδο 2020–2021, γεγονός που θα μπορούσε να οφείλεται στις υψηλότερες μηνιαίες βροχοπτώσεις που καταγράφηκαν τον Οκτώβριο, τον Νοέμβριο και τον Δεκέμβριο του 2021 σε σύγκριση με τον Οκτώβριο, τον Νοέμβριο και τον Δεκέμβριο του 2022. Θα πρέπει να σημειωθεί για τις χορτοδοτικές καλλιέργειες, ότι κατά τη δεύτερη κοπή, η ψευδοσπορά δεν αναμένεται να προσφέρει κανένα πρόσθετο όφελος στον έλεγχο των ζιζανίων και στην απόδοση σε χορτομάζα, καθώς τα χειμερινά ζιζάνια θερίζονται μαζί με την χορτομάζα και απομακρύνονται από τον αγρό μετά την πρώτη κοπή. Αυτό παρατηρήθηκε και στο παρόν πείραμα όπου νέα καλοκαιρινά ζιζάνια όπως η λουβουδιά (*Chenopodium album* L.) και η πράσινη σετάρια (*Setaria viridis* L.) πήραν τη θέση των



χειμερινών ζιζανίων. Η αλλαγή της σύστασης της ζιζανιοχλωρίδας μεταξύ των κοπών των χορτοδοτικών καλλιεργειών έχει παρατηρηθεί και στη μηδική (Kanatas et al. 2021b). Ωστόσο, οι επιδράσεις της ψευδοσποράς γίνονται αντιληπτές στην συνολική παραγωγή χορτομάζας, αθροιστικά των διαφόρων κοπών που πραγματοποιούνται ανά καλλιεργητική περίοδο.

Όσον αφορά τις επιδράσεις των χορτοδοτικών καλλιεργειών στην πυκνότητα και τη βιομάζα των ζιζανίων, οι συγκαλλιέργειες Σ2 και Σ3 οδήγησαν σε χαμηλότερες τιμές συγκριτικά με την Σ1 λόγω της αυξημένης παρουσίας του λόλιου που είναι ένα είδος με υψηλή ανταγωνιστική ικανότητα έναντι των ζιζανίων, ιδιαίτερα σε σύγκριση με το Αλεξανδρινό τριφύλλι (Ross et al. 2004). Γενικότερα, σε συγκαλλιέργειες ετήσιων αγρωστωδών-ψυχανθών, τα αγρωστώδη είναι συνήθως οι ισχυρότεροι ανταγωνιστές έναντι των ζιζανίων, λόγω της γρηγορότερης βλάστησης και εμφάνισης, της ταχύτερης αρχικής ανάπτυξης, του έντονου αδελφώματος και του εκτεταμένου ριζικού τους συστήματος (Gu et al. 2021). Η μονοκαλλιέργεια λόλιου (ΜΛ) συμπύεσε επίσης τα ζιζάνια περισσότερο από τη μονοκαλλιέργεια του Αλεξανδρινού τριφυλλίου (ΜΑΛΤ) αλλά και από τις συγκαλλιέργειες ARBC 1 και ARBC 2. Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν και με τους MacLaren et al. (2019) οι οποίοι διαπίστωσαν ότι σε κάποιες περιπτώσεις οι μονοκαλλιέργειες συμπιέζουν τα ζιζάνια σε μεγαλύτερο βαθμό από τις συγκαλλιέργειες λόγω της ικανότητά τους να παράγουν περισσότερη βιομάζα. Ωστόσο, η συγκαλλιέργεια Σ3 έδειξε παρόμοια ανταγωνιστικότητα και επίσης ικανοποιητική παραγωγή χορτομάζας. Είναι πιθανό ότι η εν λόγω συγκαλλιέργεια ήταν ιδιαίτερα ανταγωνιστική επειδή το ποσοστό του λόλιου ήταν πολύ υψηλό, ενώ η ταυτόχρονη παρουσία του Αλεξανδρινού τριφυλλίου συνεισέφερε περίπου το 25% της συνολικής κάλυψης του εδάφους. Επιπλέον, η παρουσία του Αλεξανδρινού τριφυλλίου στη συγκαλλιέργεια δημιούργησε ποικιλομορφία μειώνοντας ενδεχομένως το εύρος των θρεπτικών που ήταν διαθέσιμα προς τα ζιζάνια (Florence & McGuire 2020).

Σε κάθε περίπτωση, βέλτιστη διαχείριση ζιζανίων και υψηλότερες αποδόσεις προκύπτουν όταν συνδυάζονται οι καλλιεργητικές πρακτικές της ψευδοσποράς και της συγκαλλιέργειας. Απαιτείται ωστόσο περαιτέρω έρευνα για την βελτιστοποίηση της καλλιεργητικής πρακτικής της ψευδοσποράς σε συνδυασμό με αξιολόγηση και άλλων καλλιεργητικών πρακτικών χαμηλών εισροών για την αγροοικολογική διαχείριση των ζιζανίων και την επίτευξη υψηλότερων σε οικονομικά σημαντικές χορτοδοτικές καλλιέργειες στην περιοχή της Μεσογείου, υπό ποικίλες εδαφοκλιματικές συνθήκες.

### **3. ΔΕΥΤΕΡΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΨΕΥΔΟΣΠΟΡΑΣ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΚΛΕΚΤΙΚΩΝ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ ΓΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΤΟ ΣΚΛΗΡΟ ΣΙΤΑΡΙ (*Triticum durum* Desf.)**

#### **3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΥΠΟΘΕΣΗ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ**

Η επιτυχημένη διαχείριση των ζιζανίων είναι απαραίτητη για την επίτευξη υψηλών στρεμματικών αποδόσεων στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού (*Triticum durum* Desf.) (Carrubba et al. 2020, De Vita et al. 2017, Karkanis et al. 2022, Qasem et al. 2021). Η εφαρμογή εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων αποτελεί την πλέον διαδεδομένη μέθοδο ζιζανιοκτονίας. Οι συνθετικές αυξίνες όπως το 2,4-D (HRAC/WSSA Group 4) ελέγχουν αποτελεσματικά τα πλατύφυλλα ζιζάνια στα χειμερινά σιτηρά, οι αναστολείς του ενζύμου ακέτυλο-συνένζυμο-καρβοξυλάση (ACCase) (HRAC/WSSA Group 1) αποσκοπούν στον έλεγχο των αγρωστωδών ζιζανίων ενώ οι αναστολείς του ενζύμου οξυγαλακτική συνθετάση (ALS) (HRAC/WSSA Group 2) δρουν εναντίον τόσο των πλατύφυλλων όσο και των αγρωστωδών ζιζανίων (Jabran et al. 2017).

Ωστόσο, η υπερβολική χρήση των παραπάνω κατηγοριών εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων για τον έλεγχο των ζιζανίων στο σκληρό σιτάρι και τα χειμερινά σιτηρά ευρύτερα συνδέεται με περιβαλλοντική επιβάρυνση ενώ αυξάνει σημαντικά το ρίσκο της εμφάνισης ανθεκτικών πληθυσμών ζιζανίων (Travlos et al. 2011, Sparangis et al. 2023). Επομένως, κρίνεται απαραίτητη η ενσωμάτωση εναλλακτικών καλλιεργητικών πρακτικών σε συστήματα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Ζιζανίων (ΟΔΖ) για τα χειμερινά σιτηρά. Μια από αυτές, είναι και η εφαρμογή της ψευδοσποράς όπου ο αγρός προετοιμάζεται για σπορά αλλά η σπορά καθυστερεί για ένα χρονικό διάστημα προκειμένου τα ζιζάνια να εμφανιστούν και να ελεγχθούν πριν πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση της καλλιέργειας (Travlos et al. 2020). Ο έλεγχος των ζιζανίων μπορεί να γίνει είτε με επιφανειακή εδαφοκατεργασία είτε με εφαρμογή του μη εκλεκτικού ζιζανιοκτόνου glyphosate (Travlos et al. 2020). Ακόμη, ενδιαφέρον έχει και η αξιολόγηση εναλλακτικών ζιζανιοκτόνων που εφαρμόζονται μεταφυτρωτικά νωρίς και έχουν τόσο μεταφυτρωτική δράση όσο και προφυτρωτική δράση στο έδαφος (Jabran et al. 2017).

Σκοπός του πειράματος ήταν η αξιολόγηση διαφορετικών μεθόδων εφαρμογής της ψευδοσποράς σε συνδυασμό με εναλλακτικά εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα για διαχείριση ζιζανίων στο σκληρό σιτάρι.

## 3.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 3.2.1. Περιγραφή πειραματικών περιοχών

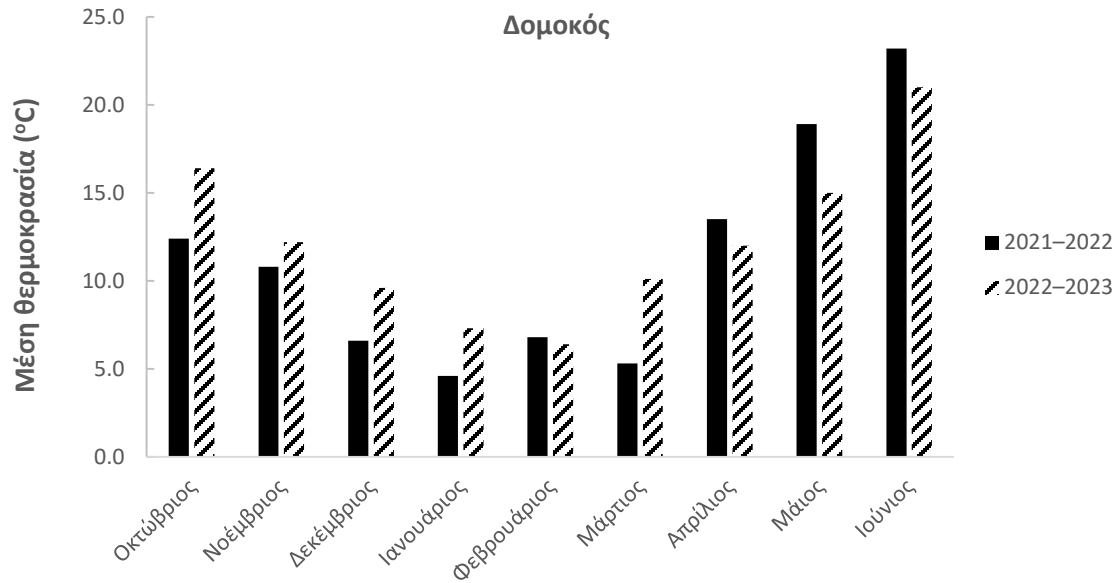
Διετή πειράματα αγρού πραγματοποιήθηκαν κατά τις διαδοχικές καλλιεργητικές περιόδους 2021–2022 και 2022–2023 σε δύο διαφορετικές περιοχές της κεντρικής Ελλάδας. Συγκεκριμένα, ο πρώτος πειραματικός αγρός εγκαταστάθηκε στην περιοχή του Δομοκού (22°17'40.8" Ε, 39°06'16.2"N), ενώ ο δεύτερος πειραματικός αγρός εγκαταστάθηκε στην περιοχή της Αλιάρτου (23°07'20.9"Ε, 38°23'15.3"N) (Εικόνα 9).



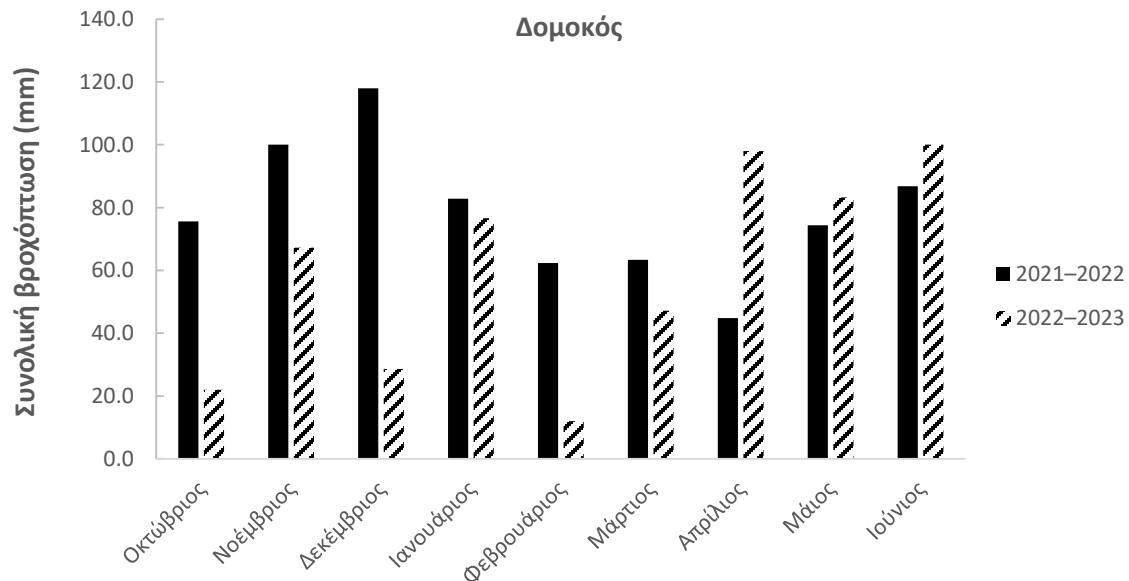
**Εικόνα 9.** Οι πειραματικοί αγροί στον Δομοκό (πάνω εικόνα) και στην Αλίαρτο (κάτω εικόνα).

Το σκληρό σιτάρι και ο ηλίανθος (*Helianthus annuus* L.) ήταν οι προηγούμενες καλλιέργειες στο Δομοκό. Τα κυρίαρχα ζιζάνια ήταν η κολλητσίδα (*Galium aparine* L.), το κουφάγκαθο (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.), η βερόνικα (*Veronica hederifolia* L.) και το άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis* L.). Η βρώμη (*Avena sativa* L.) και το βαμβάκι (*Gossypium hirsutum* L.) ήταν οι προηγούμενες καλλιέργειες στην Αλίαρτο. Το καπνόχορτο (*Fumaria officinalis* L.), η παπαρούνα (*Papaver rhoeas* L.), το πολυκόμπι (*Polygonum aviculare* L.) και το άγριο σινάπι ήταν τα κυρίαρχα ζιζάνια. Το έδαφος ήταν αργιλώδης (C) στον Δομοκό με pH 7,62 και περιεκτικότητα σε οργανική ουσία 2,29%. Η κοκκομετρική σύσταση (0–30 cm) ήταν: 45,4% άμμος, 17,1% ιλύς και 37,5% άργιλος. Το

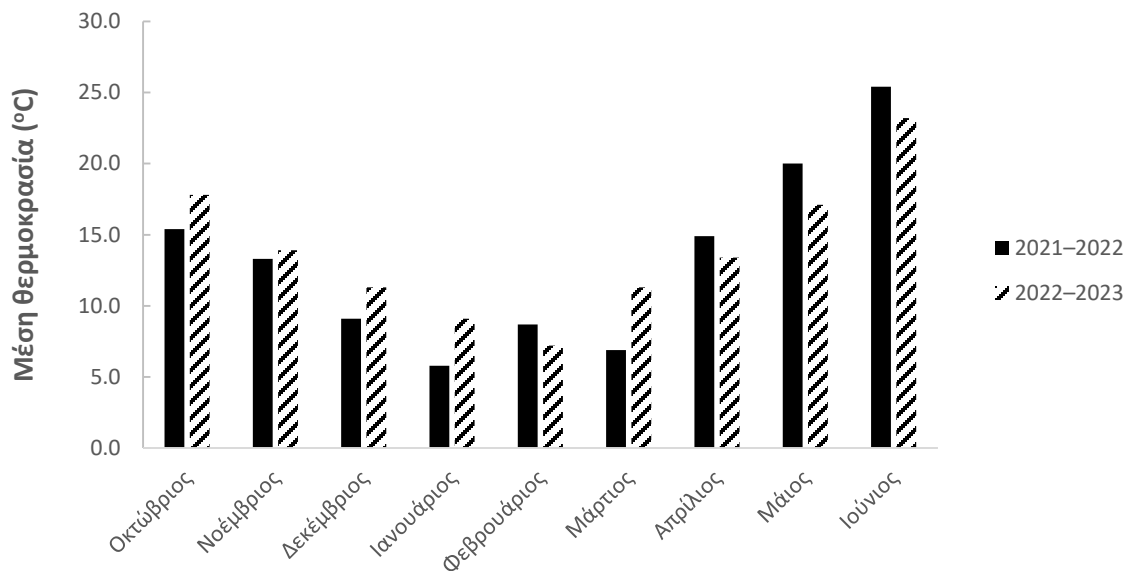
έδαφος ήταν αμμοαργιλώδες (SC) στον Αλίαρτο με pH 7,57 και ποσοστό οργανικής ουσίας 3,36%. Η κοκκομετρική σύσταση (0–30 cm) ήταν: 45,4% άμμος, 17,1% ιλύς και 37,5% άργιλος. Οι κλιματολογικές συνθήκες που επικράτησαν στους δύο πειραματικούς αγρούς από τον Οκτώβριο του 2022 έως τον Ιούνιο του 2023 παρουσιάζονται παρακάτω (Γραφήματα 54–57).



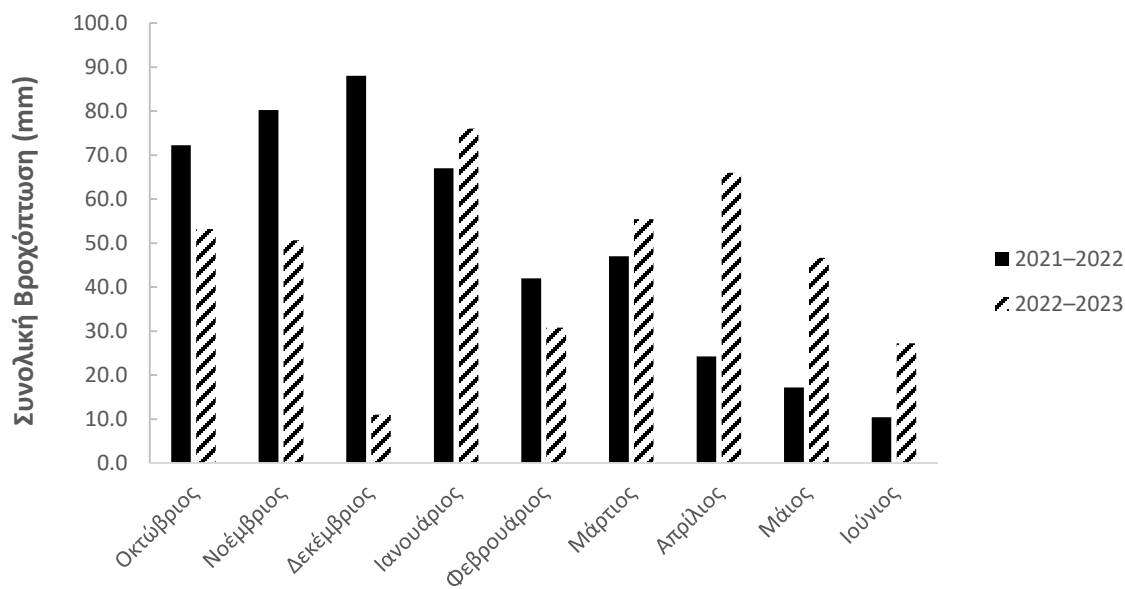
**Γράφημα 54.** Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C) στο Δομοκό κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων 2021–2022 και 2022–2023.



**Γράφημα 55.** Ύψος συνολικής μηνιαίας βροχόπτωσης (mm) στο Δομοκό κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων 2021–2022 και 2022–2023.



**Γράφημα 56.** Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C) στην Αλίαρτο κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων 2021-2022 και 2022-2023.



**Γράφημα 57.** Ύψος συνολικής μηνιαίας βροχόπτωσης (mm) στην Αλίαρτο κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων 2021-2022 και 2022-2023.

### 3.2.2. Πειραματικός σχεδιασμός και διαχείριση πειράματος

Το έδαφος κάθε χωραφιού οργώθηκε σε βάθος 30 cm στα τέλη Σεπτεμβρίου και στη συνέχεια έγιναν δύο περάσματα με καλλιεργητή σε βάθος 20 cm για την προετοιμασία της σποροκλίνης και την ενσωμάτωση της βασικής λίπανσης. Στο Δομοκό, ενσωματώθηκε στο έδαφος πλήρες αζωτοφωσφορούχο λίπασμα 18-23-0 σε δόση 250 kg ha<sup>-1</sup> για να παρέχει στην καλλιέργεια 45 kg N ha<sup>-1</sup> και 57,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Στην Αλίαρτο, ενσωματώθηκε στο έδαφος πλήρες σύμμεικτο λίπασμα 15-15-15 σε δόση 150 kg ha<sup>-1</sup> για να παρέχει στην καλλιέργεια 22,5 kg N ha<sup>-1</sup>, 22,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> και 22,5 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Επίσης, μία εβδομάδα μετά την ενσωμάτωση του λιπάσματος, είχε πραγματοποιηθεί ένα επιπλέον επιφανειακό σβάρνισμα για να σπάσουν οι σβώλοι του εδάφους και να δημιουργηθεί μια ομοιόμορφη σποροκλίνη. Χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες ποικιλίες σκληρού σιταριού που χρησιμοποιούνται από τους ιδιοκτήτες των γεωργικών εκτάσεων και στις δύο περιοχές. Συγκεκριμένα, στο Δομοκό καλλιεργήθηκε η ποικιλία *Maesta* ενώ στην Αλίαρτο η ποικιλία *Marco Aurelio*. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 15 cm και η ποσότητα σπόρου 260 kg ha<sup>-1</sup> και στους δύο πειραματικούς αγρούς.

Και στους δύο πειραματικούς αγρούς δημιουργήθηκε ένα σχέδιο τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων (RCBD) με οκτώ επεμβάσεις και τέσσερις επαναλήψεις (blocks). Ο κατάλογος των επεμβάσεων ήταν ο ίδιος και περιλάμβανε: απευθείας σπορά μετά τη προετοιμασία της σποροκλίνης χωρίς ζιζανιοκτονία (E1; μάρτυρας), απευθείας σπορά και εφαρμογή εκλεκτικού ζιζανιοκτόνου μεταφυτρωτικά νωρίς (E2), ψευδοσπορά με επιφανειακή εδαφοκατεργασία για έλεγχο ζιζανίων πριν τη σπορά (T3), ψευδοσπορά με επιφανειακή εδαφοκατεργασία και εφαρμογή εκλεκτικού ζιζανιοκτόνου μεταφυτρωτικά νωρίς (E4), ψευδοσπορά με εφαρμογή glyphosate σε 720 g a.e. ha<sup>-1</sup> (Roundup Flex®, Bayer Hellas A.B.E.E., Αθήνα, Ελλάδα) για έλεγχο ζιζανίων πριν τη σπορά (E5), ψευδοσπορά με glyphosate σε δόση 720 g a.e. ha<sup>-1</sup> και εφαρμογή εκλεκτικού ζιζανιοκτόνου μεταφυτρωτικά νωρίς (E6), ψευδοσπορά με glyphosate στα 540 g a.e. ha<sup>-1</sup> (E7), και ψευδοσπορά με glyphosate στα 540 g a.e. ha<sup>-1</sup> και εφαρμογή εκλεκτικού ζιζανιοκτόνου μεταφυτρωτικά νωρίς (E8).

Τα πειραματικά τεμάχια είχαν μήκος 4 m, πλάτος 5 m και επιφάνεια 20 m<sup>2</sup> στο Δομοκό. Η συνολική πειραματική έκταση ήταν 640 m<sup>2</sup>. Στην Αλίαρτο, τα πειραματικά τεμάχια είχαν μήκος 3 m και πλάτος 5 m, με αποτέλεσμα η επιφάνεια του πειραματικού τεμαχίου να είναι 15 m<sup>2</sup>. Η συνολική πειραματική έκταση ήταν 480 m<sup>2</sup>. Και στους δύο αγρούς διατηρήθηκαν διάδρομοι πλάτους 40 cm χωρίς ζιζάνια μεταξύ γειτονικών πειραματικών τεμαχίων. Οι ημερομηνίες σποράς

στα πειραματικά τεμάχια E1 και E2 ήταν 18 Νοεμβρίου 2021 και 22 Νοεμβρίου 2022 στον Δομοκό. Στην Αλίαρτο, η σπορά έγινε στις 26 Νοεμβρίου 2021 και 24 Νοεμβρίου 2022.

Αμέσως μετά τον έλεγχο των ζιζανίων στα πειραματικά τεμάχια E3–E8, η σπορά έγινε στις 2 Δεκεμβρίου 2021 και 5 Δεκεμβρίου 2022 στο Δομοκό. Στην Αλίαρτο, η σπορά πραγματοποιήθηκε 8 Δεκεμβρίου 2022 και 7 Δεκεμβρίου 2022. Στα πειραματικά τεμάχια E5–E8, η εφαρμογή glyphosate έγινε σε νεαρά ζιζάνια που είχαν 4–8 πραγματικά φύλλα (BBCH: 14–18) όπως φαίνεται και παρακάτω (Εικόνα 10).



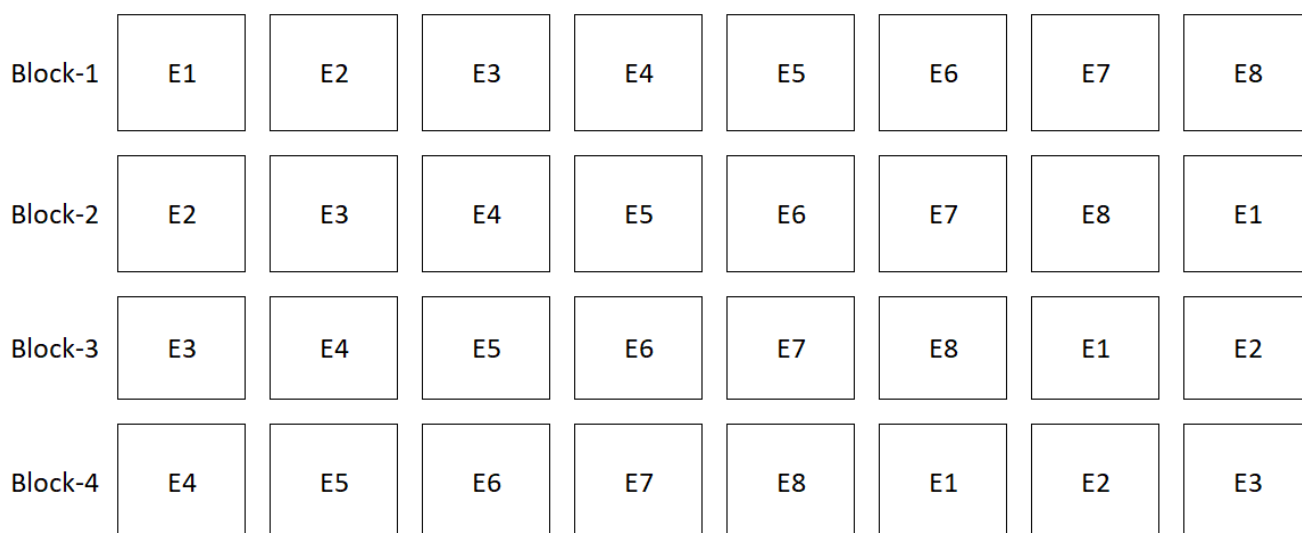
**Εικόνα 10.** Νεαρά ζιζάνια πριν τις εφαρμογές glyphosate.

Το εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο που εφαρμόστηκε μεταφυτρωτικά νωρίς στα πειραματικά τεμάχια E2, E4, E6 και E8 ήταν το μίγμα diflufenican + flufenacet + metribuzin που περιλαμβάνεται στο νέο εμπορικό σκεύασμα Herold Trio® (Bayer Hellas A.B.E.E., Αθήνα, Ελλάδα). Η δόση εφαρμογής του εμπορικού προϊόντος ζιζανιοκτόνου ήταν  $700 \text{ cc ha}^{-1}$ . Οι ακριβείς δόσεις εφαρμογής για τις δραστικές ουσίες diflufenican, το flufenacet και το metribuzin ήταν συγκεκριμένα  $119,7 \text{ g a.i. ha}^{-1}$ ,  $119,7 \text{ g a.i. ha}^{-1}$  και  $445,7 \text{ g a.i. ha}^{-1}$ , αντίστοιχα. Το σκληρό σιτάρι βρισκόταν στο στάδιο ανάπτυξης των τριών πραγματικών φύλλων (BBCH: 13) και οι ακριβείς ημερομηνίες εφαρμογής (και στους δύο αγρούς) ήταν: 28 Ιανουαρίου 2022 και 23 Ιανουαρίου 2023. Τα ζιζανιοκτόνα εφαρμόστηκαν με τη χρήση ψεκαστήρα πλάτης με ηλεκτρική μπαταρία Volpi V. black Elektron (Davide & Luigi Volpi S.p.a., Mantua, Ιταλία), καλμπραρισμένη για να παρέχει  $300 \text{ L ha}^{-1}$  ψεκαστικού διαλύματος μέσω ενός κωνικού ορειχάλκινου ακροφυσίου στη σταθερή πίεση των  $200 \text{ kPa}$  για το glyphosate και  $300 \text{ kPa}$  για το μείγμα diflufenican + flufenacet + metribuzin. Οι επεμβάσεις και οι ημερομηνίες σποράς στα αντίστοιχα πειραματικά τεμάχια συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα για τις δύο περιοχές (Πίνακας 14).

**Πίνακας 14.** Επεμβάσεις και ημερομηνίες σποράς για τις δύο περιοχές ανά καλλιεργητική περίοδο (2021–2022 και 2022–2023).

Επέμβαση	Ημερομηνία σποράς			
	Δομοκός		Αλίαρτος	
	2021–2022	2022–2023	2021–2022	2022–2023
T1	18/11/2021	22/11/2022	26/11/2022	24/11/2022
T2	18/11/2021	22/11/2022	26/11/2022	24/11/2022
T3	02/12/2021	05/12/2022	08/12/2022	07/12/2023
T4	02/12/2021	05/12/2022	08/12/2022	07/12/2023
T5	02/12/2021	05/12/2022	08/12/2022	07/12/2023
T6	02/12/2021	05/12/2022	08/12/2022	07/12/2023
T7	02/12/2021	05/12/2022	08/12/2022	07/12/2023
T8	02/12/2021	05/12/2022	08/12/2022	07/12/2023

Το πειραματικό σχέδιο απεικονίζεται γραφικά επίσης (Εικόνα Ω).



**Εικόνα 11.** Κάτοψη πειραματικού σχεδίου (ίδιο στους δύο πειραματικούς αγρούς).



### 3.2.3. Συλλογή δεδομένων

Και στους δύο αγρούς, η πυκνότητα των ζιζανίων εκτιμήθηκε στις 11 Φεβρουαρίου 2022 και 13 Φεβρουαρίου 2023. Οι μετρήσεις έγιναν σε δύο τετράγωνα μεταλλικά πλαίσια (quadrat) μεγέθους 0,25 m<sup>2</sup> που τοποθετήθηκαν σε κάθε πειραματικό τεμάχιο σε περιοχές με ομοιόμορφη ζιζανιοχλωρίδα και μακριά από τα περιθώρια. Η πυκνότητα των ζιζανίων εκτιμήθηκε εκ νέου στις 15 Απριλίου 2022 και 15 Απριλίου 2023. Επιπλέον, η βιομάζα των ζιζανίων εκτιμήθηκε την ίδια ημέρα. Τα δείγματα των ζιζανίων ξηράνθηκαν σε φούρνο στους 65 °C για 48 ώρες και η βιομάζα τους μετρήθηκε με ψηφιακή ζυγαριά. Η συγκομιδή έγινε στις 19 Ιουνίου 2022 και 17 Ιουνίου 2023 στην Αλίαρτο και στις 18 Ιουνίου 2022 και 19 Ιουνίου 2023 στο Δομοκό. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο, λήφθηκαν στάχεις από μια κεντρική περιοχή 1 m<sup>2</sup> που οριοθετούνταν από ένα ξύλινο quadrat. Ως συστατικά της απόδοσης σε καρπό προσδιορίστηκαν, ο αριθμός των στάχων ανά μονάδα επιφάνειας, ο αριθμός των σπόρων ανά στάχυ και το βάρος 1.000 καρπών για να προσδιοριστεί στη συνέχεια και η τελική απόδοση σε καρπό.

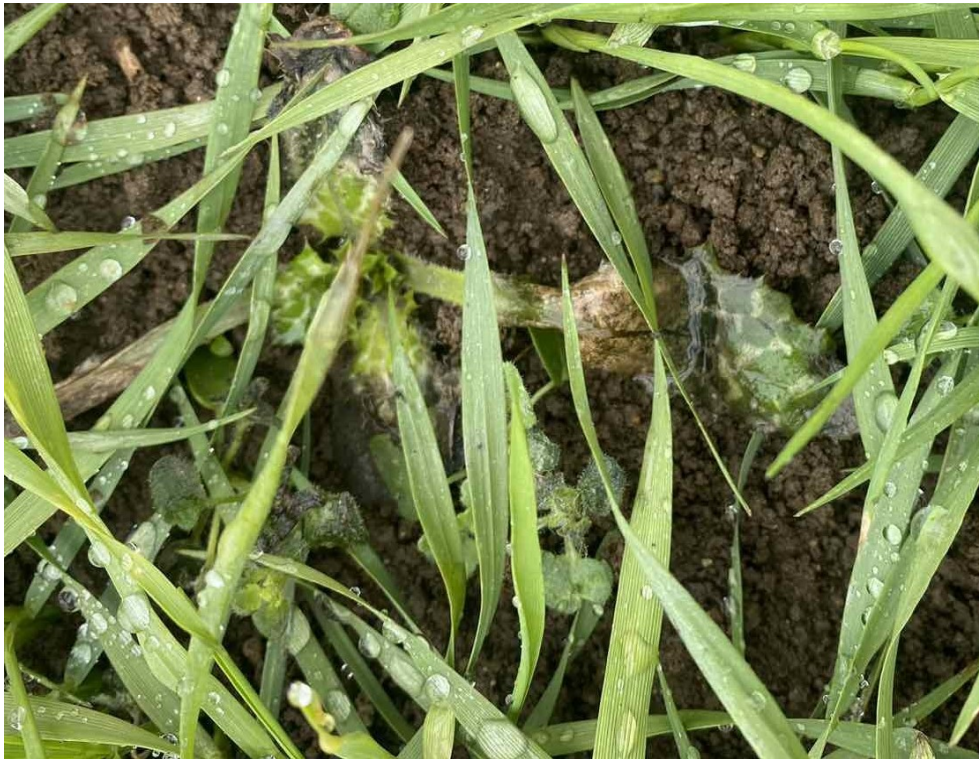
### 3.2.4. Στατιστική ανάλυση δεδομένων

Η κανονική κατανομή των δεδομένων επιβεβαιώθηκε με τη με τον έλεγχο των Shapiro-Wilk (Shapiro & Wilk 1965) ενώ η ομοσκεδασιμότητα επιβεβαιώθηκε με τον έλεγχο του Levene (Levene 1960). Τα δεδομένα αναλύθηκαν ξεχωριστά για κάθε πειραματικό αγρό λόγω των διαφορών που παρατηρήθηκαν στη σύσταση της ζιζανιοχλωρίδας μεταξύ των δύο περιοχών. Διαφορετικής. Πραγματοποιήθηκε Ανάλυση Παραλλακτικότητας διπλής κατεύθυνσης (two-way ANOVA) με τις καλλιεργητικές περιόδους και τις επεμβάσεις να θεωρούνται καθορισμένες επιδράσεις και τις επαναλήψεις (blocks) τυχαίες. Επειδή οι επιδράσεις της καλλιεργητικής περιόδου δεν ήταν στατιστικά σημαντικές ( $p \geq 0,05$ ) και δεν υπήρχαν επίσης σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ καλλιεργητικής περιόδου και επέμβασης ζιζανιοκτονίας ( $p \geq 0,05$ ), όλα τα δεδομένα συγχωνεύθηκαν μεταξύ των δύο καλλιεργητικών περιόδων και υποβλήθηκαν σε μιας κατεύθυνσης (one-way ANOVA). Οι επεμβάσεις θεωρήθηκαν σταθερές επιδράσεις και οι επαναλήψεις ήταν ως τυχαίες. Όλες οι αναλύσεις έγιναν σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Οι πολλαπλές συγκρίσεις μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του τεστ Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ; Least Significant Difference; LSD) του Fischer. Το στατιστικό πακέτο που χρησιμοποιήθηκε για όλες τις αναλύσεις δεδομένων ήταν το Statgraphics Centurion XVI (Statgraphics Technologies, Inc., P.O. Box 134, The Plains, VA, USA).

### 3.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

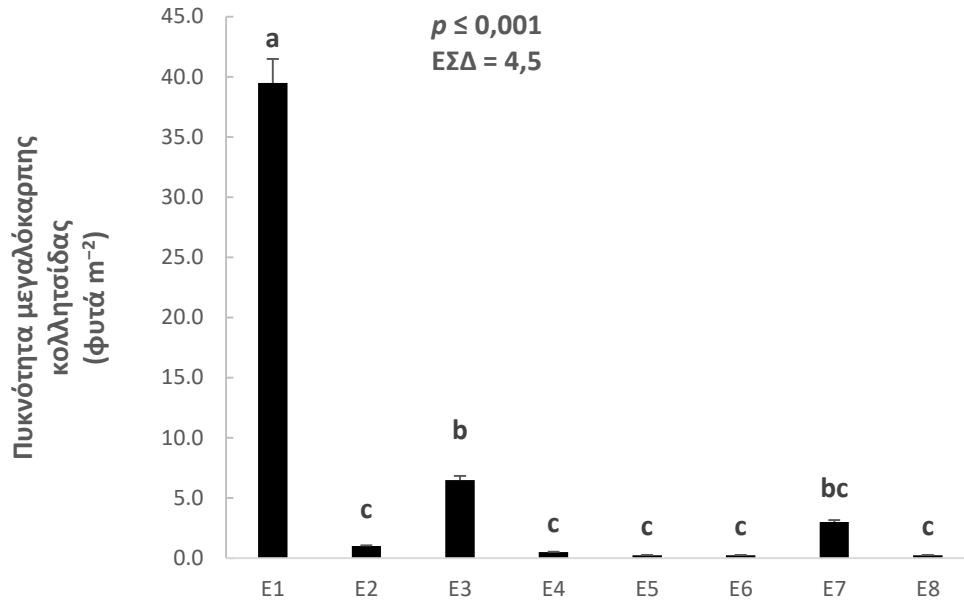
#### 3.3.1. Πυκνότητα ζιζανίων

Στο Δομοκό, οι επεμβάσεις E3 και E7 μείωσαν την πυκνότητα της μεγαλόκαρπης κολλιτσίδας κατά 83% και 92%, αντίστοιχα, σε σύγκριση με τον μάρτυρα E1 (Γράφημα 58). Η αποτελεσματικότητα των δύο παραπάνω επεμβάσεων απέναντι στο κουφάγκαθο ήταν 70% και 80%, αντίστοιχα (Γράφημα 59). Το νέο μείγμα εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων diflufenican + flufenacet + metribuzin (Herold Trio®) που εφαρμόστηκε μεταφυτρωτικά νωρίς ήταν επίσης πολύ αποτελεσματικό στον έλεγχο του κουφάγκαθου στα πειραματικά τεμάχια E2 (Εικόνα 12).

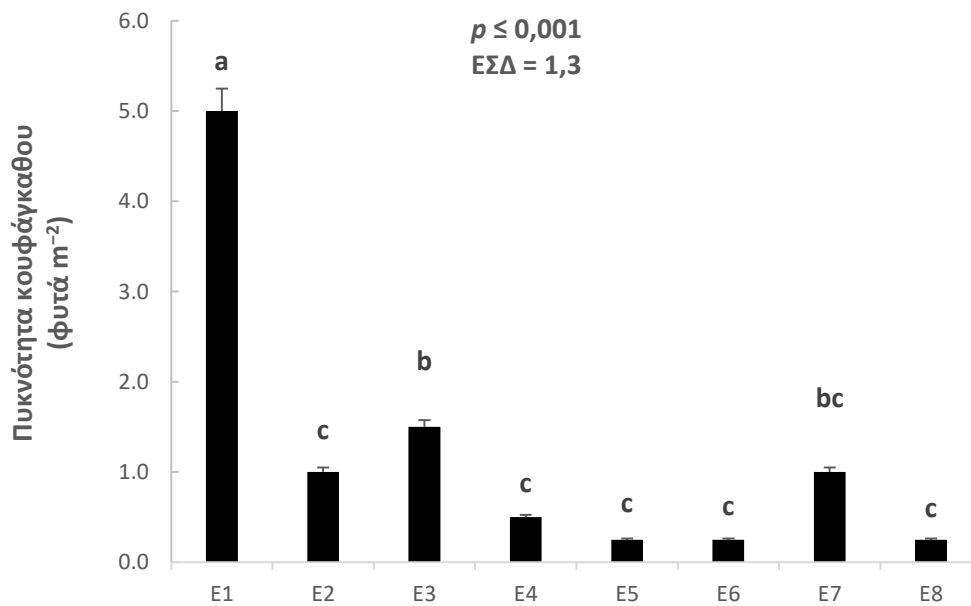


**Εικόνα 12.** Αποτελεσματικός έλεγχος κουφάγκαθου με το νέο μείγμα εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων diflufenican + flufenacet + metribuzin (Herold Trio®) στην περιοχή του Δομοκού.

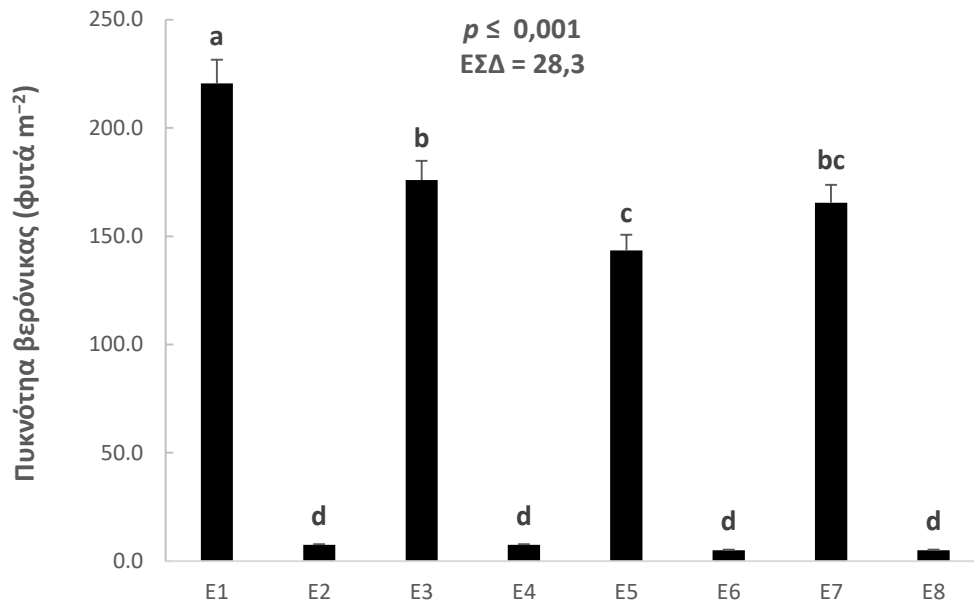
Η ψευδοσπορά με επιφανειακή εδαφοκατεργασία που δεν συνδυάστηκε με εφαρμογή μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (επεμβάσεις E3, E5, E7), είχε ως αποτέλεσμα τον φτωχό έλεγχο της βερόνικας (20–35%), πιθανώς λόγω της όψιμης εμφάνισης αυτού του είδους ζιζανίου αργότερα κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Γράφημα 60). Επίσης, πολύ υψηλή ( $\geq 90\%$ ) ήταν η αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων ψευδοσποράς με εφαρμογή glyphosate μαζί με μεταφυτρωτική ζιζανιοκτονία (E6, E8) στο άγριο σινάπι (Γράφημα 61).



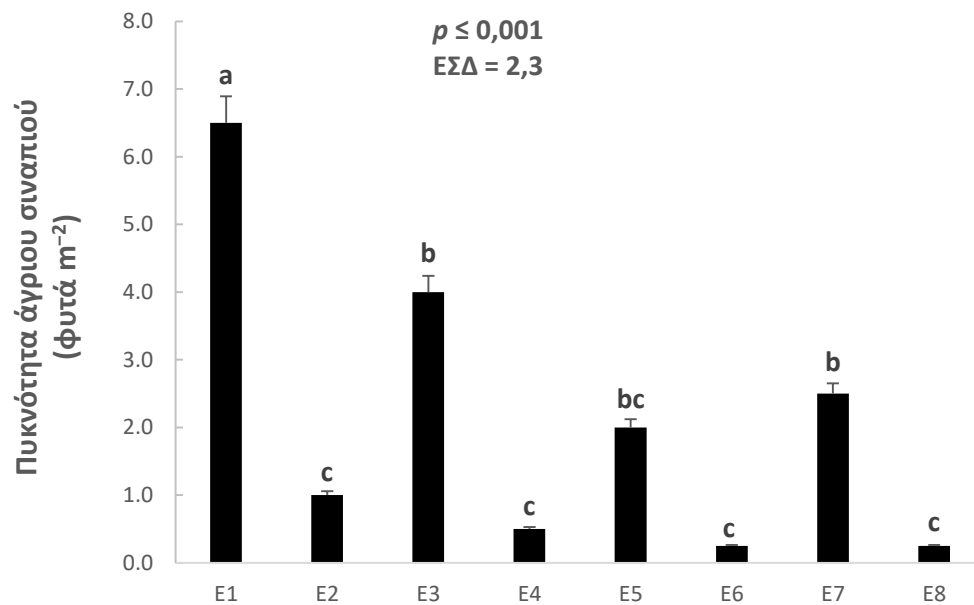
**Γράφημα 58.** Πρώτη μέτρηση της πυκνότητας της μεγαλόκαρπης κολλητσίδας (φυτά m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



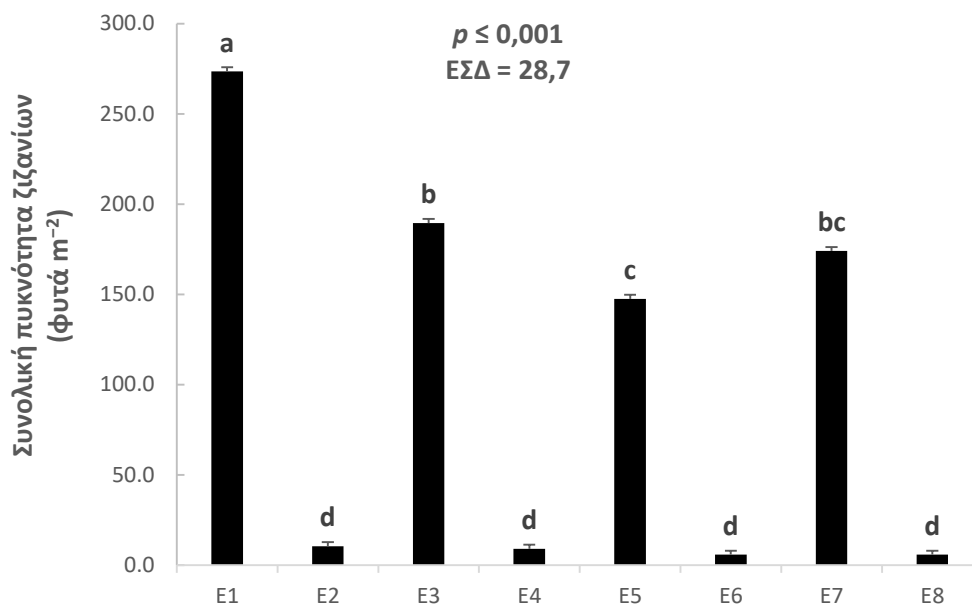
**Γράφημα 59.** Πρώτη μέτρηση της πυκνότητας του κουφάγκαθου (φυτά m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 60.** Πρώτη μέτρηση της πυκνότητας της βερόνικας (φυτά m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

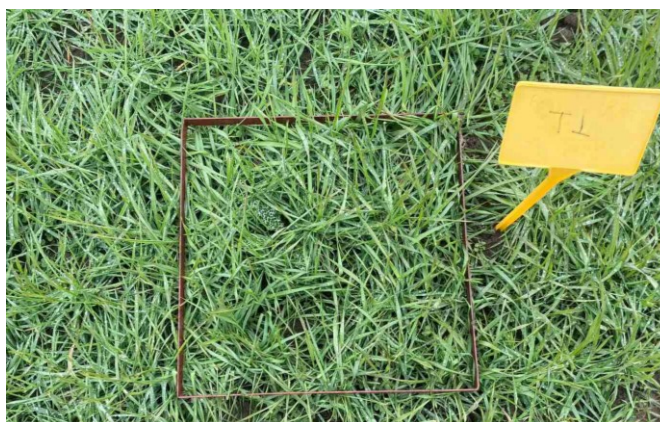


**Γράφημα 61.** Πρώτη μέτρηση της πυκνότητας του άγριου σιναπιού (φυτά m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 62.** Πρώτη μέτρηση της συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

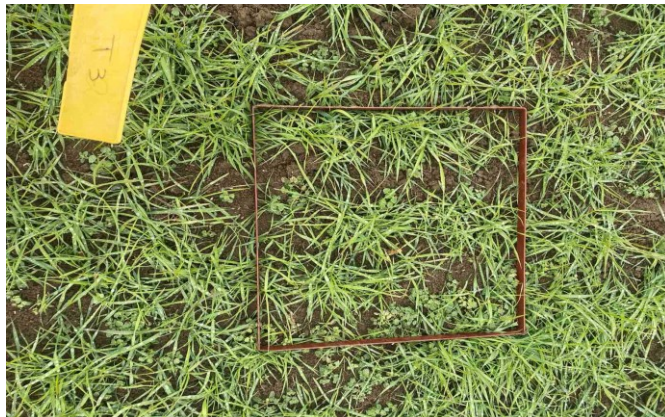
Η συνολική πυκνότητα των ζιζανίων μειώθηκε κατά 30%, 36% και 46% στα πειραματικά τεμάχια E3, E7 και E5, αντίστοιχα, σε σύγκριση με τον μάρτυρα E1 (Γράφημα 62). Ελάχιστα ζιζάνια επιβίωσαν στα πειραματικά τεμάχια E2, E4, E6, και E8 treatments. Εικόνες από τα πειραματικά τεμάχια στον αγρό του Δομοκού παρουσιάζονται παρακάτω (Εικόνες 13–20).



**Εικόνα 13.** Επέμβαση E1 στον Δομοκό.



**Εικόνα 14.** Επέμβαση Ε2 στον Δομοκό.



**Εικόνα 15.** Επέμβαση Ε3 στον Δομοκό.



**Εικόνα 16.** Επέμβαση Ε4 στον Δομοκό.



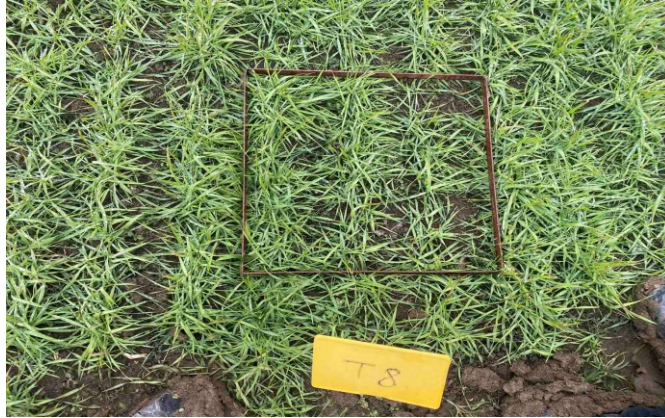
**Εικόνα 17.** Επέμβαση Ε5 στον Δομοκό.



**Εικόνα 18.** Επέμβαση Ε6 στον Δομοκό.



**Εικόνα 19.** Επέμβαση Ε7 στον Δομοκό.

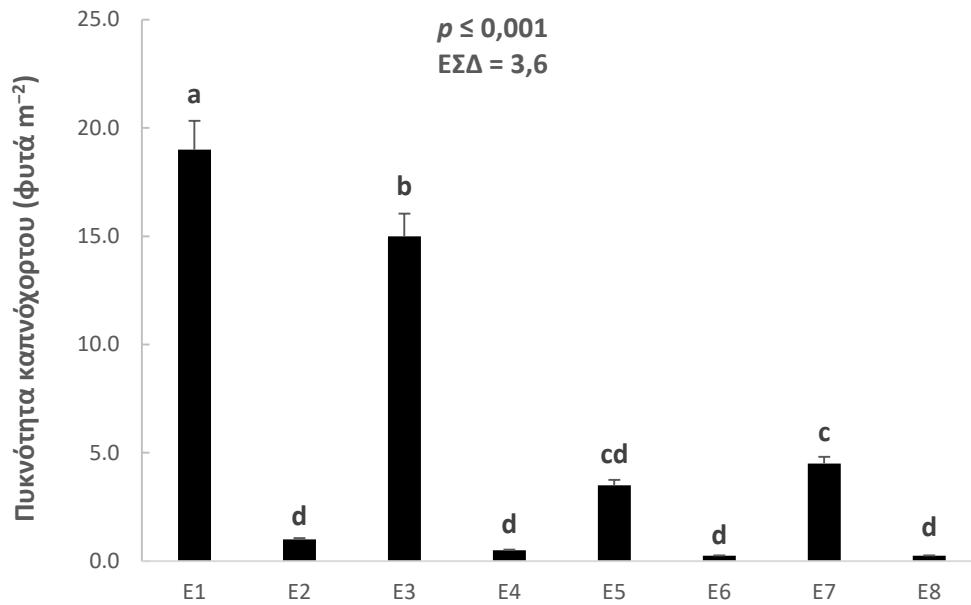


**Εικόνα 20.** Επέμβαση E8 στον Δομοκό.

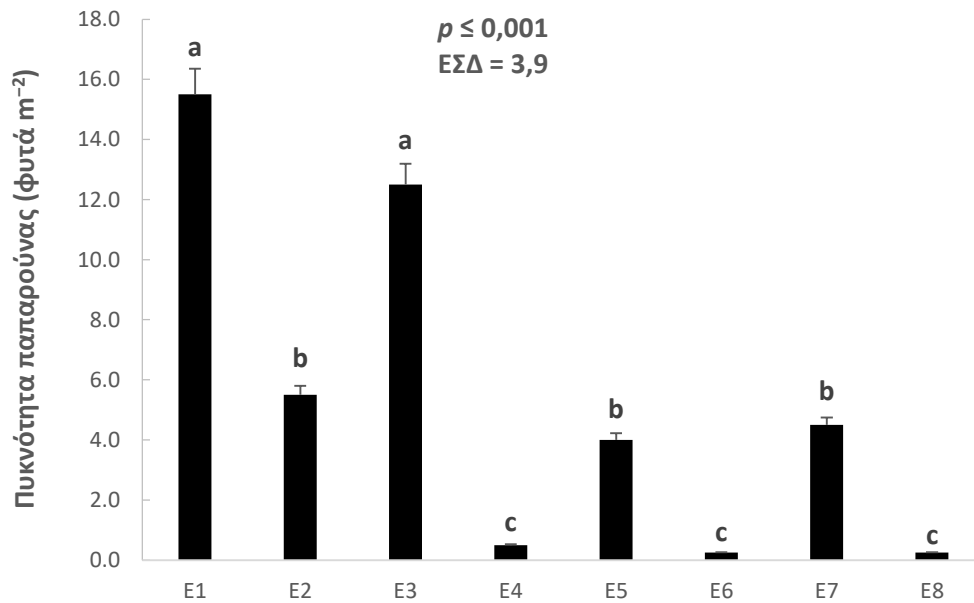
Στην Αλίαρτο, το φορτίο των ζιζανίων ήταν χαμηλότερο, ίσως λόγω του επιφανειακού σκαλίσματος που πραγματοποίησε ο ιδιοκτήτης της γης πριν από την εγκατάσταση του πειράματος το οποίο εκρίζωσε αρκετά νεαρά ζιζάνια (οπτική παρατήρηση). Όσον αφορά τις επιδράσεις των επεμβάσεων στην πυκνότητα των ζιζανίων, στην περιοχή αυτή προέκυψαν παρόμοια αποτελέσματα όπως και στο Δομοκό.

Συγκεκριμένα, οι επεμβάσεις E4, E6 και E8 έδειξαν εξαιρετική ( $\geq 90\%$ ) αποτελεσματικότητα απέναντι στο καπνόχορτο, τη παπαρούνα, το πολυκόμμι και το άγριο σινάπι (Γραφήματα 63–66). Πολύ λίγα ζιζάνια επιβίωσαν σε αυτά τα πειραματικά τεμάχια, όπως φαίνεται και από τη μέτρηση της συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων (Γράφημα 67). Η επέμβαση E2 έδειξε επίσης εξαιρετική αποτελεσματικότητα σε όλα τα είδη με εξαίρεση την παπαρούνα καθώς ορισμένα φυτά βρίσκονταν σε πιο προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης κατά τη στιγμή της εφαρμογής και επιβίωσαν (Αντωνόπουλος και Γαζούλης, οπτική παρατήρηση). Η επέμβαση E3 είχε ως αποτέλεσμα τον περιορισμένο έλεγχο του καπνόχορτου (21%), της παπαρούνας (20%), του πολυκομπίου (31%) και του άγριου σιναπιού (50%). Η επέμβαση E5 ήταν πιο αποτελεσματική από την επέμβαση E3 απέναντι σε όλα τα παραπάνω είδη ζιζανίων. Επιπλέον, η επέμβαση E5 μείωσε τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων κατά 70% και 77% σε σύγκριση με τις επεμβάσεις E3 και E1, αντίστοιχα. Η επέμβαση E7 έδειξε παρόμοια αποτελεσματικότητα με την επέμβαση E5, καθώς η συνολική πυκνότητα ζιζανίων στα πειραματικά τεμάχια E7 (17,0 ζιζάνια  $m^{-2}$ ) δεν διέφερε σε σημαντικό σημείο από την αντίστοιχη που μετρήθηκε στα πειραματικά τεμάχια E5 (13,5 ζιζάνια  $m^{-2}$ ).

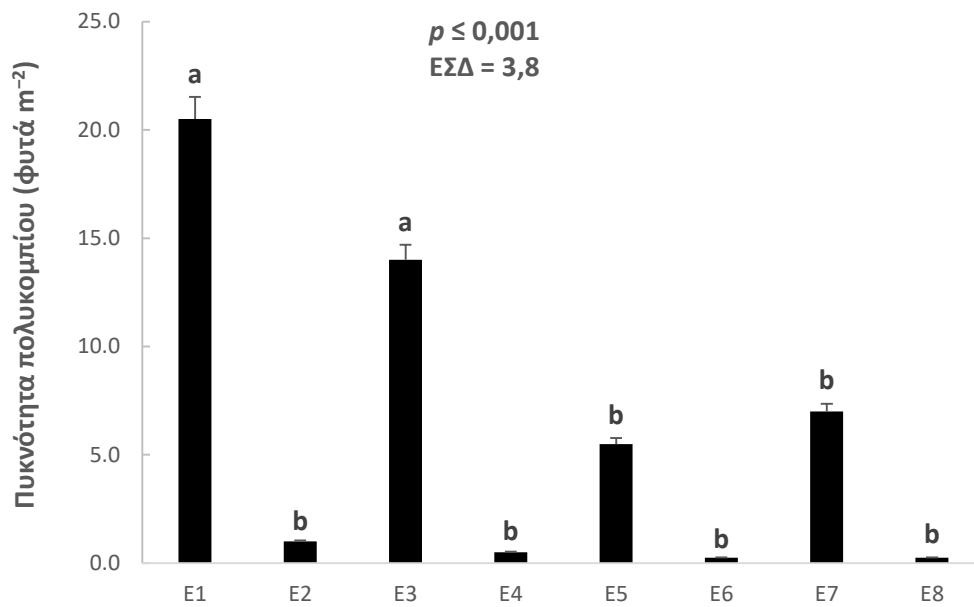




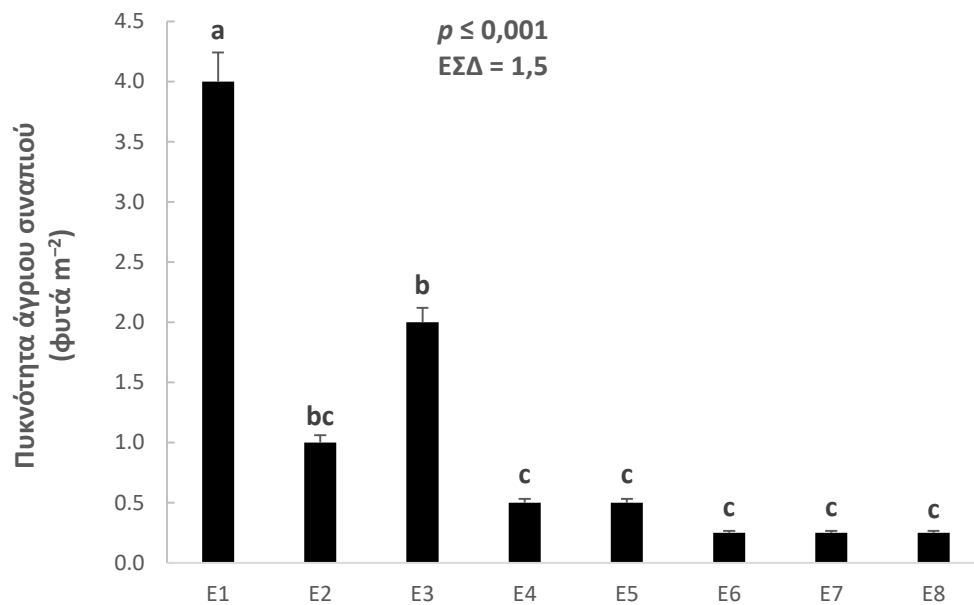
**Γράφημα 63.** Πρώτη μέτρηση της πυκνότητας του καπνόχορτου (φυτά m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



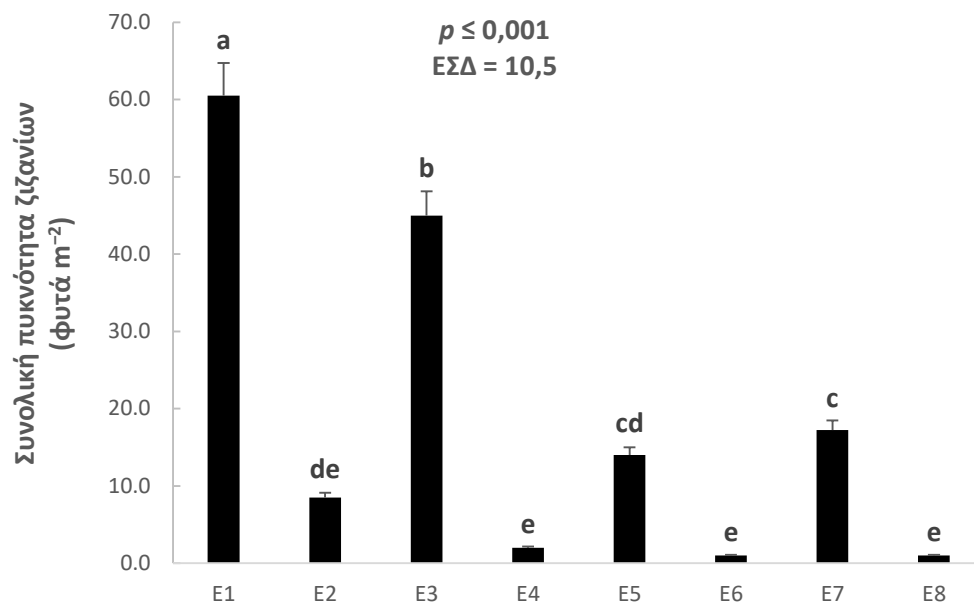
**Γράφημα 64.** Πρώτη μέτρηση της πυκνότητας της παπαρούνας (φυτά m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 65.** Πρώτη μέτρηση της πυκνότητας του πολυκομπίου (φυτά m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 66.** Πρώτη μέτρηση της πυκνότητας του άγριου σιναπιού (φυτά m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 67.** Πρώτη μέτρηση της συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

Εικόνες από τα πειραματικά τεμάχια στον αγρό της Αλιάρτου παρουσιάζονται παρακάτω (Εικόνες 21–28).



**Εικόνα 21.** Επέμβαση E1 στην Αλιάρτο.



**Εικόνα 22.** Επέμβαση E2 στην Αλίαρτο.



**Εικόνα 23.** Επέμβαση E3 στην Αλίαρτο.



**Εικόνα 24.** Επέμβαση E4 στην Αλίαρτο.



**Εικόνα 25.** Επέμβαση Ε5 στην Αλίαρτο.



**Εικόνα 26.** Επέμβαση Ε6 στην Αλίαρτο.

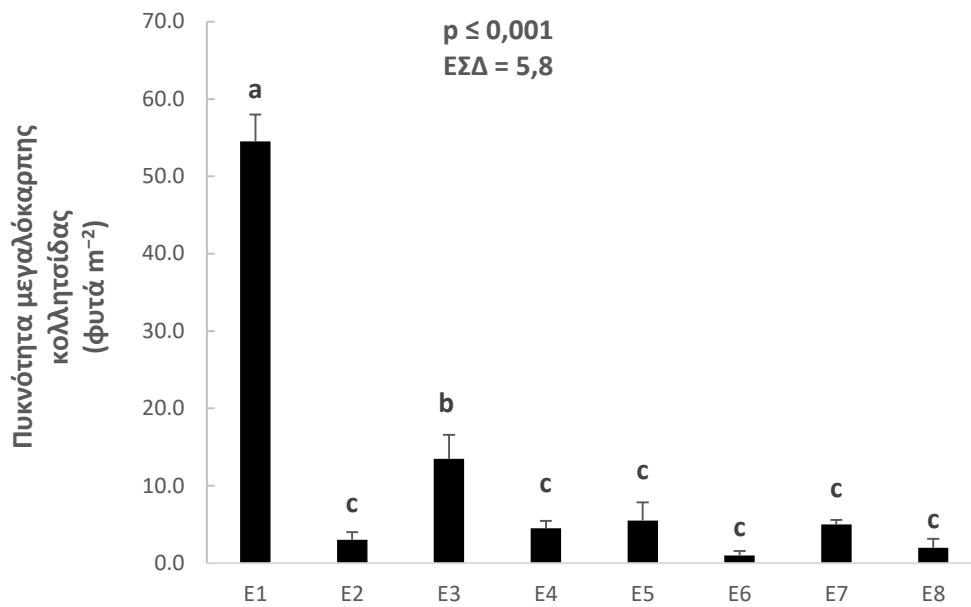


**Εικόνα 27.** Επέμβαση Ε7 στην Αλίαρτο.

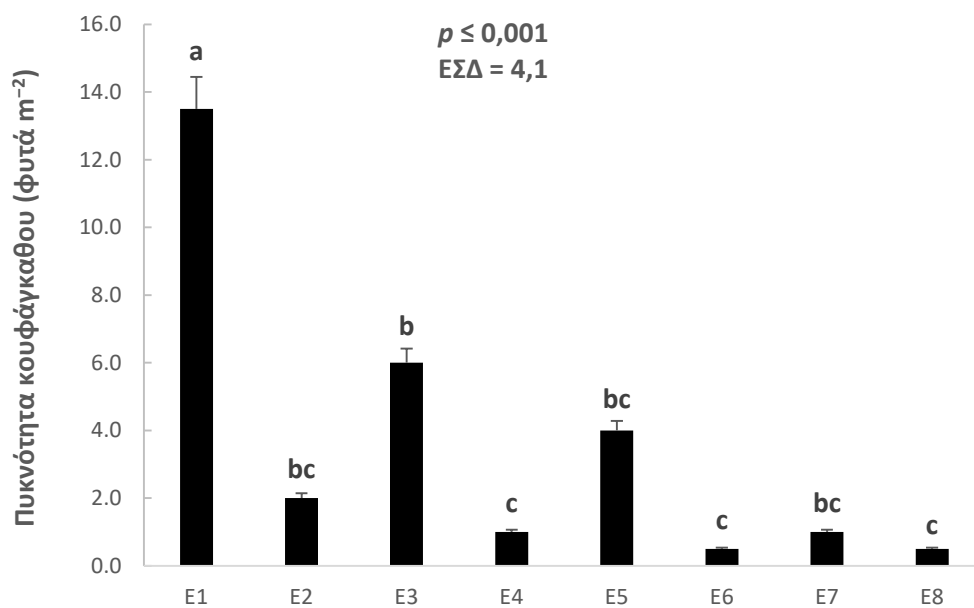


**Εικόνα 28.** Επέμβαση E8 στην Αλίαρτο.

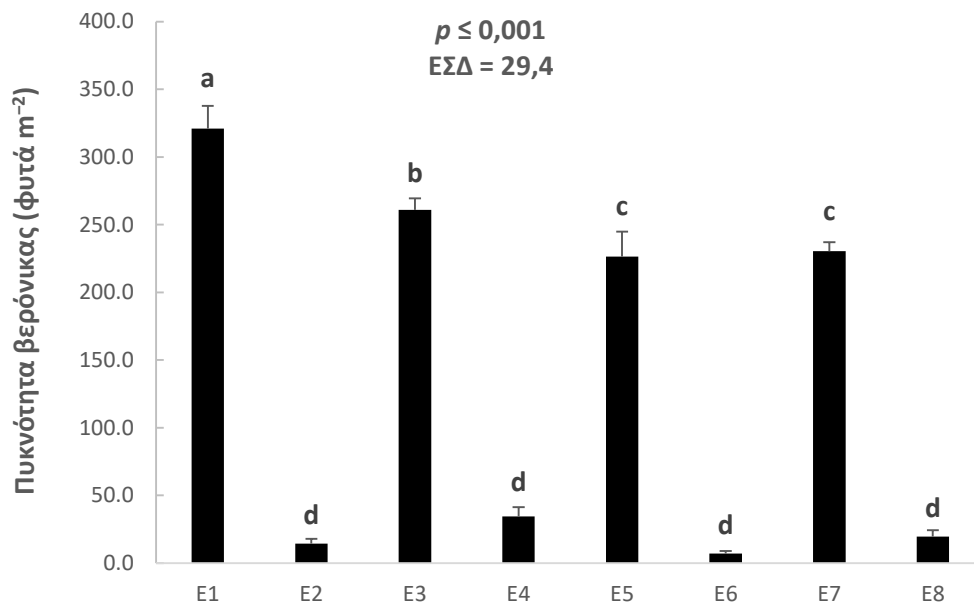
Στη δεύτερη μέτρηση της πυκνότητας των ζιζανίων στο Δομοκό, παρατηρήθηκαν τα εξής αποτελέσματα. Η επέμβαση E3 μείωσε την πυκνότητα της μεγαλόκαρπης κολλητσιίδας κατά 75% σε σύγκριση με τον αμεταχειριστό μάρτυρα (E1). Τιμές μεταξύ 1,0–5,5 φυτών  $m^{-2}$  καταγράφηκαν στα πειραματικά τεμάχια όπου εφαρμόστηκαν οι υπόλοιπες επεμβάσεις (Γράφημα 68). Η πυκνότητα του κουφάγκαθου ήταν είχε μέγιστη τιμή στα πειραματικά τεμάχια του μάρτυρα E1 (13,5 φυτά  $m^{-2}$ ) και ελάχιστη (0,5–1,0 φυτά  $m^{-2}$ ) στα πειραματικά τεμάχια των επεμβάσεων E4, E6 και E8. Οι ενδιάμεσες πυκνότητες αυτού του ζιζανίου αντιστοιχούσαν στις επεμβάσεις E3 και E5 (Γράφημα 69). Ακόμη χαμηλότερες πυκνότητες καταγράφηκαν στα πειραματικά τεμάχια E2 και E7 (1,0–2,0 φυτά  $m^{-2}$ ). Η πυκνότητα της βερόνικας στα πειραματικά τεμάχια του μάρτυρα E1 ήταν πάνω από τον αριθμό των 300 φυτών  $m^{-2}$ . Η επέμβαση E3 μείωσε την πυκνότητα της βερόνικας μόνο κατά 16% σε σύγκριση με την επέμβαση E1. Οι επεμβάσεις E5 και E7 ήταν πιο αποτελεσματικές από την E3, αλλά και πάλι καταγράφηκαν πολύ υψηλές τιμές πυκνότητες για αυτές τις επεμβάσεις. Αντίθετα, οι επεμβάσεις E2, E4, E6 και E8 οδήγησαν στις χαμηλότερες πυκνότητες της βερόνικας (Γράφημα 70). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και για την πυκνότητα του άγριου σιναπιού (Γράφημα 71). Οι επεμβάσεις E4, E6 και E8 σχεδόν εξάλειψαν το ζιζάνιο αυτό από στα πειραματικά τεμάχια όπου εφαρμόστηκαν. Τέλος, η επέμβαση E3 μείωσε τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων σε σύγκριση με τον μάρτυρα E1. Επιπλέον, οι επεμβάσεις E5 και E7 οδήγησαν σε χαμηλότερη πυκνότητα ζιζανίων σε σύγκριση με την επέμβαση E3. Οι επεμβάσεις E2, E4, E6 και E8 ήταν οι πλέον αποτελεσματικές σε αυτόν τον πειραματικό αγρό οδηγώντας σε πολύ μικρές τιμές συνολικής πυκνότητας ζιζανίων ανά μονάδα επιφάνειας (Γράφημα 72).



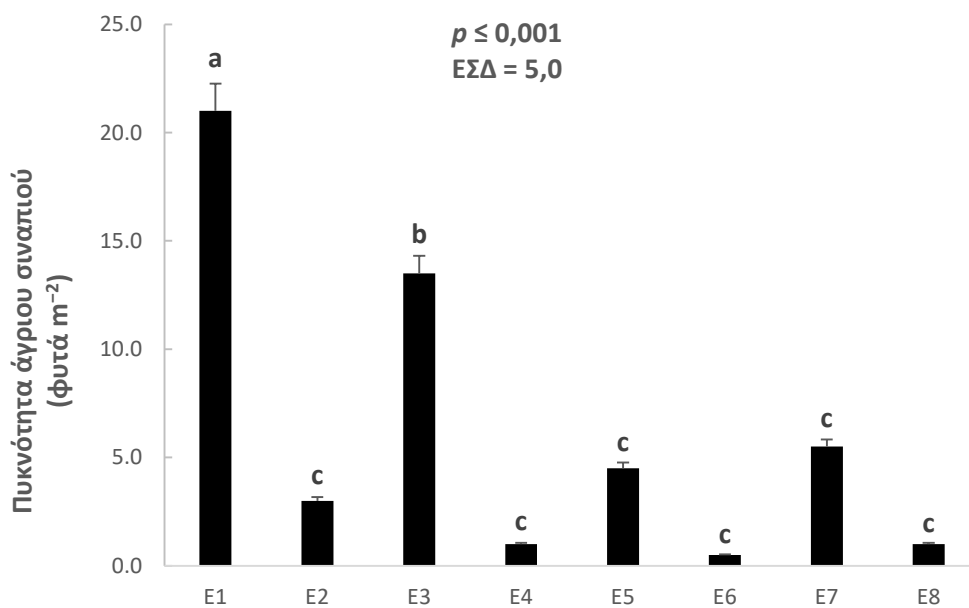
**Γράφημα 68.** Δεύτερη μέτρηση της πυκνότητας της μεγαλόκαρπης κολλητσίδας (φυτά m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 69.** Δεύτερη μέτρηση της πυκνότητας του κουφάγκαθου (φυτά m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

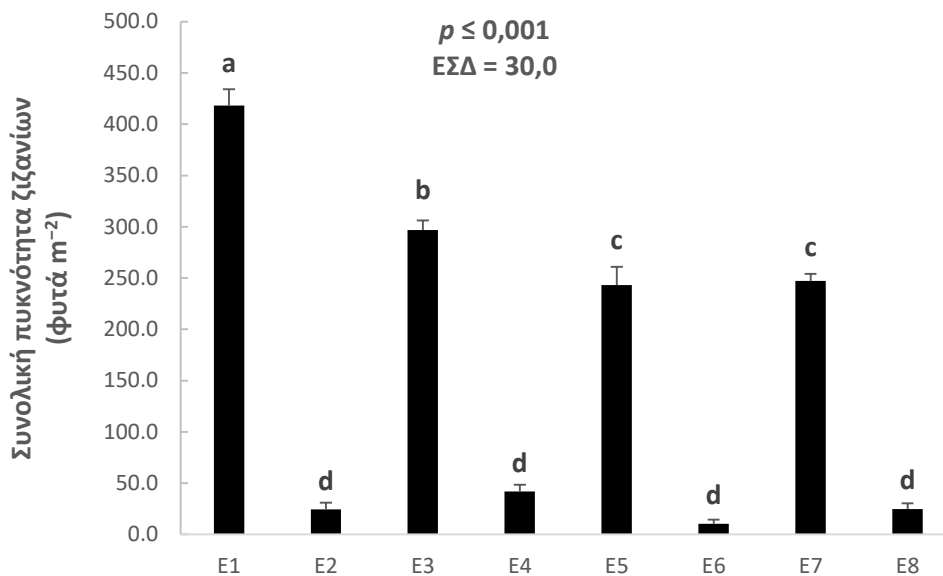


**Γράφημα 70.** Δεύτερη μέτρηση της πυκνότητας της βερόνικας (φυτά m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



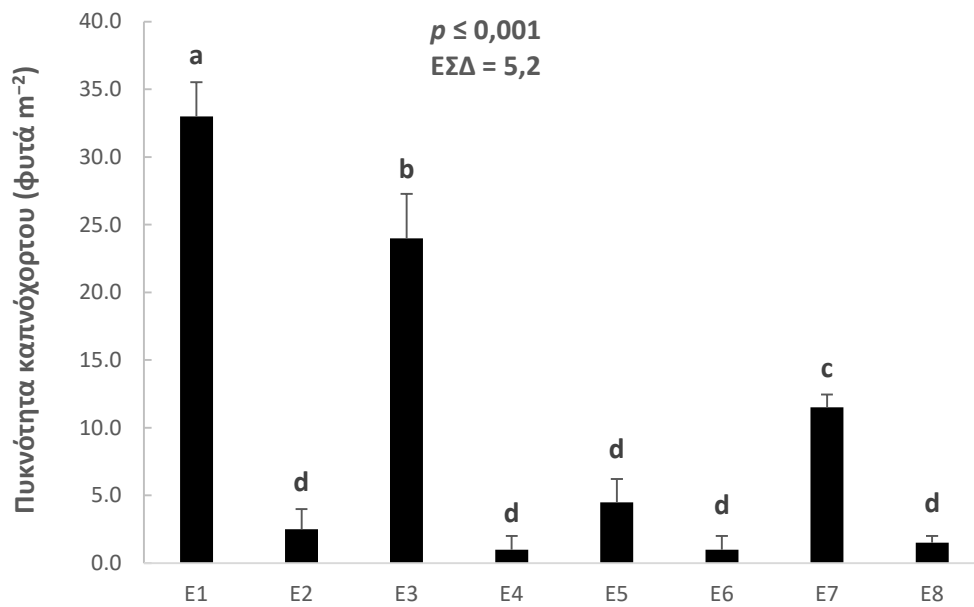
**Γράφημα 71.** Δεύτερη μέτρηση της πυκνότητας του άγριου σιναπιού (φυτά m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



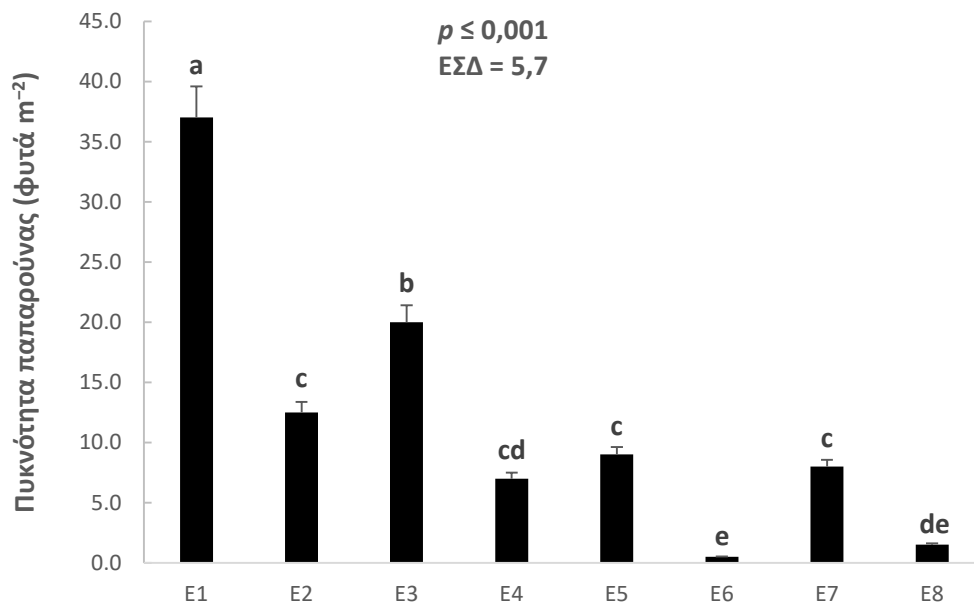


**Γράφημα 72.** Δεύτερη μέτρηση της συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

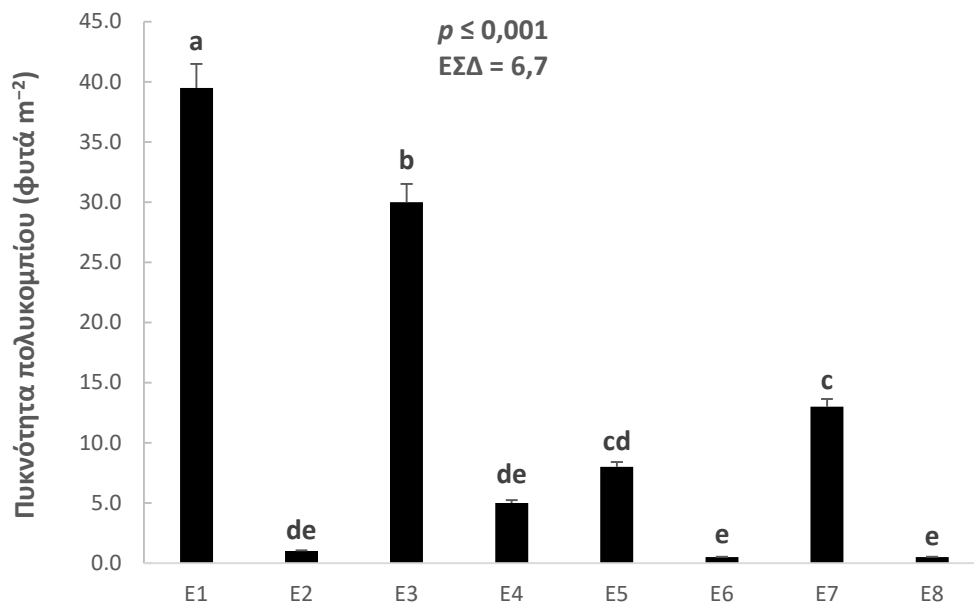
Στη δεύτερη μέτρηση πυκνότητας ζιζανίων στην Αλίαρτο, οι επεμβάσεις E3, E7 και E5 περιόρισαν κατά 27%, 65% και 86% την πυκνότητα του καπνόχορτου σε σύγκριση με τον μάρτυρα E1, ενώ όλες οι άλλες επεμβάσεις είχαν εξαιρετική αποτελεσματικότητα (92–100%; Γράφημα 73). Οι επεμβάσεις E6 και E8 οδήγησαν σε σχεδόν πλήρη έλεγχο της παπαρούνας ενώ και η E3 μείωσε την πυκνότητα της σε σύγκριση με τον μάρτυρα (T1). Η πυκνότητα του ζιζανίου αυτού μειώθηκε περαιτέρω στα πειραματικά τεμάχια E2, E4 και E7 (Γράφημα 74). Η πυκνότητα του πολυκομπίου ήταν 39,5 φυτά m<sup>-2</sup> στα πειραματικά τεμάχια E1 και σχεδόν εξαλείφθηκε σε αυτά των επεμβάσεων E6 και E8. Η επέμβαση E2 παρουσίασε επίσης πολύ υψηλή αποτελεσματικότητα (95%) ενώ η επέμβαση E5 ήταν λιγότερο αποτελεσματική (Γράφημα 75). Σε σύγκριση με τον μάρτυρα (E1), η πυκνότητα του άγριου σιναπιού ήταν σχεδόν 50% χαμηλότερη για την επέμβαση E3. Τα πειραματικά τεμάχια E5 και E7 είχαν πυκνότητα 3,5 φυτών m<sup>-2</sup> ενώ 1,5 φυτά m<sup>-2</sup> επιβίωσαν στα E2 και E4. Οι επεμβάσεις E6 και E8 ήταν και πάλι οι πιο αποτελεσματικές (Γράφημα 76). Η συνολική πυκνότητα των ζιζανίων μειώθηκε κατά 37% στα πειραματικά τεμάχια E3 σε σύγκριση με τις τιμές που καταγράφηκαν για τον μάρτυρα E1. Η επέμβαση E7 μείωσε τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων κατά 50% περίπου σε σύγκριση με την επέμβαση E3. Χαμηλότερες πυκνότητες ζιζανίων παρατηρήθηκαν στα πειραματικά τεμάχια E5, E2 και E4. Τέλος, οι επεμβάσεις E8 και E6 οδήγησαν στις χαμηλότερες τιμές (4,0–5,0 ζιζάνια m<sup>-2</sup>) (Γράφημα 77).



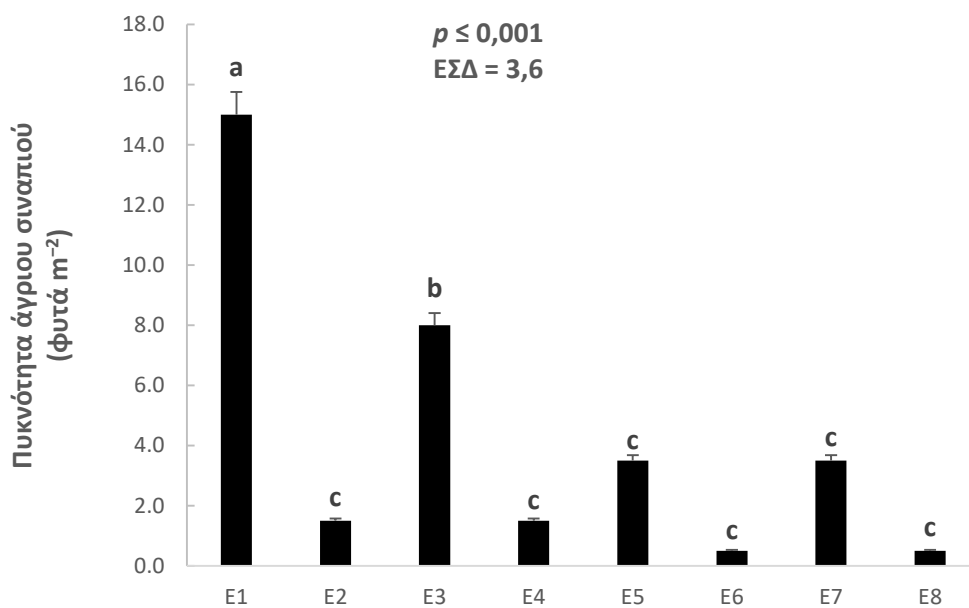
**Γράφημα 73.** Δεύτερη μέτρηση της πυκνότητας του καπνόχορτου (φυτά m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



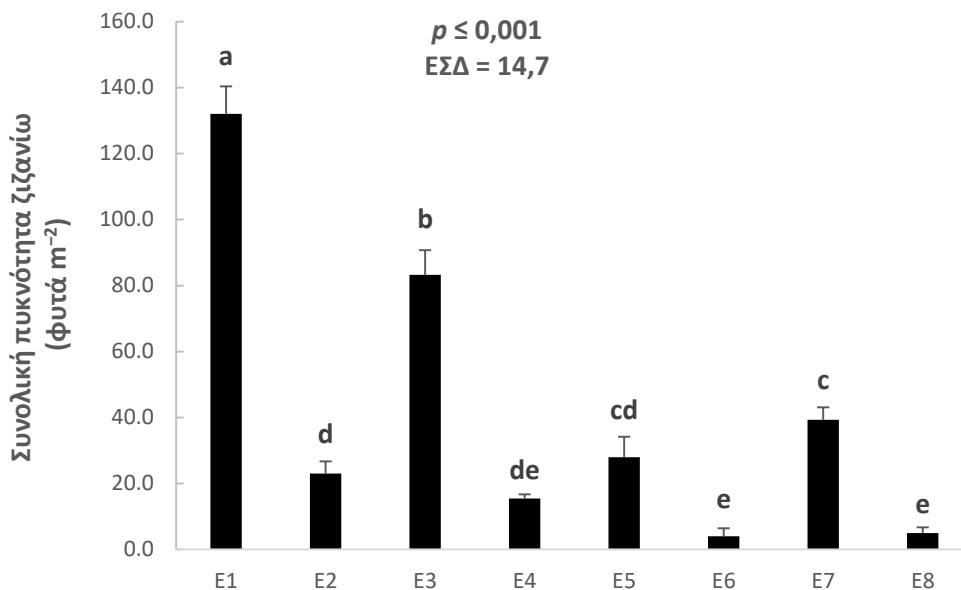
**Γράφημα 74.** Δεύτερη μέτρηση της πυκνότητας της παπαρούνας (φυτά m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 75.** Δεύτερη μέτρηση της πυκνότητας του πολυκομπίου (φυτά m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



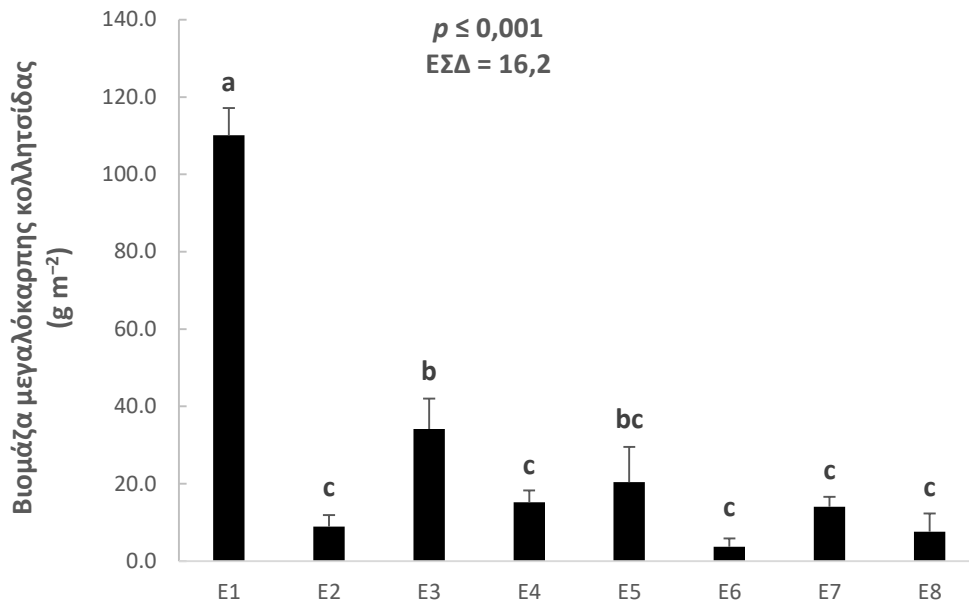
**Γράφημα 76.** Δεύτερη μέτρηση της πυκνότητας του άγριου σιναπιού (φυτά m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



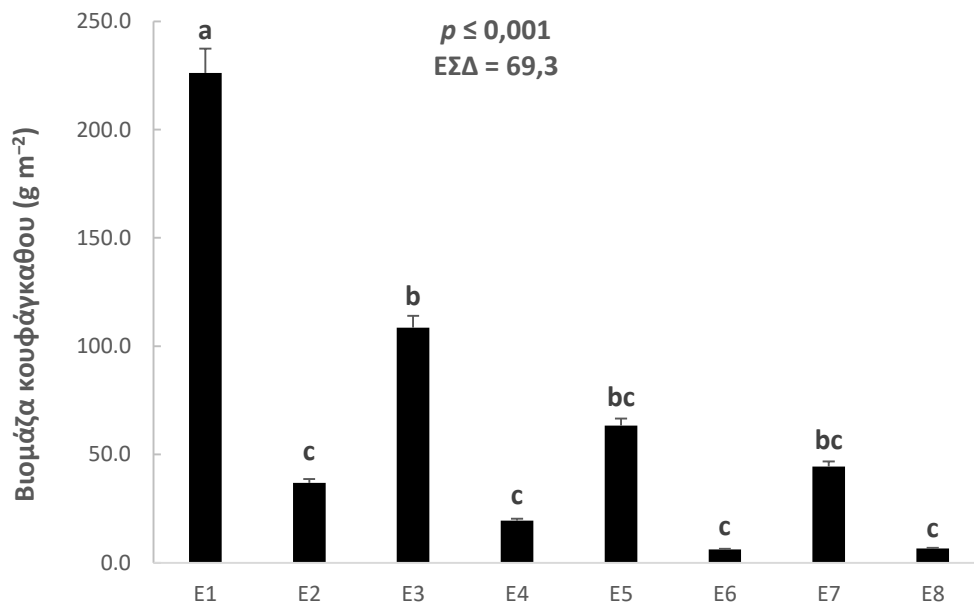
**Γράφημα 77.** Δεύτερη μέτρηση της συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

### 3.3.2. Βιομάζα ζιζανίων

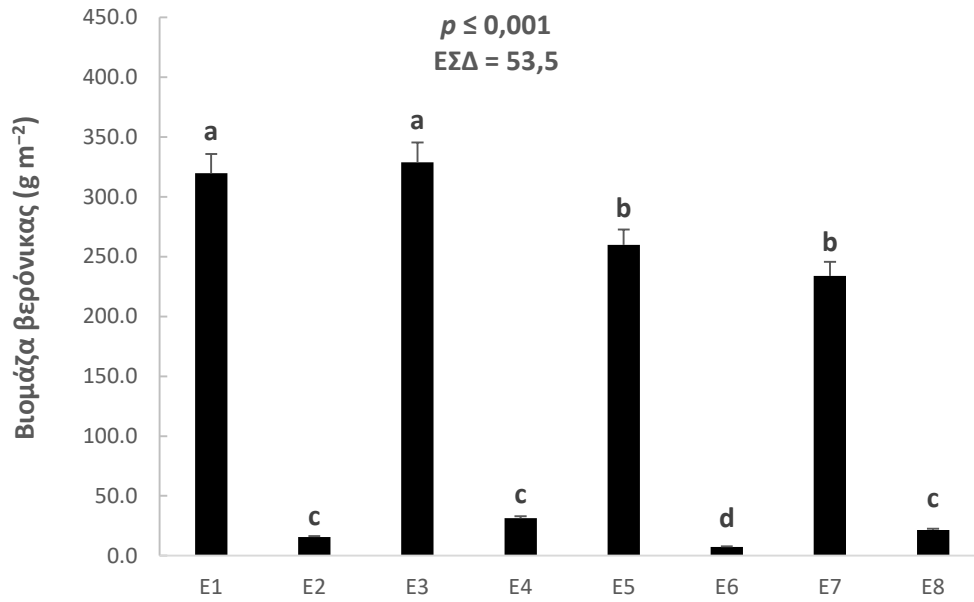
Στο Δομοκό, οι επεμβάσεις T2, T6 και T8 οδήγησαν στη χαμηλότερη βιομάζα της μεγαλόκαρπης κολλητοσίδας (3,7–8,9 g m<sup>-2</sup>) ενώ υψηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν για τις επεμβάσεις E4, E5 και E7 (14,1–20,7 g m<sup>-2</sup>) (Γράφημα 78). Οι επεμβάσεις E3 και E5 μείωσαν τη βιομάζα του κουφάγκαθου κατά 69% και 81% σε σύγκριση με τον μάρτυρα E1 (226,1 g m<sup>-2</sup>). Η βιομάζα αυτού του είδους μειώθηκε σε 108,6 g m<sup>-2</sup> στα πειραματικά τεμάχια E3 και ήταν ακόμη χαμηλότερη στα E5 και E7. Οι επεμβάσεις E2 και E4 μείωσαν τη βιομάζα του κουφάγκαθου κατά 83% και 92%, αντίστοιχα, σε σύγκριση με τον αμεταχειριστό μάρτυρα E1 (Γράφημα 79). Οι ελάχιστες τιμές παρατηρήθηκαν στα πειραματικά τεμάχια E6 και E8 (< 10 g m<sup>-2</sup>). Η βιομάζα της βερόνικας δεν διέφερε μεταξύ των επεμβάσεων E1 και T3. Οι επεμβάσεις E5 και E7 μείωσαν τη βιομάζα αυτού του ζιζανιού σε σύγκριση με αυτές τις μεταχειρίσεις (Γράφημα 80). Οι E2, E4, E6 και E8 έδειξαν πολύ υψηλή αποτελεσματικότητα (≥ 90%). Η βιομάζα του άγριου σιναπιού ακολούθησε τη φθίνουσα σειρά: E1 > E3 > E7 ≥ E5 ≥ E2 ≥ E4 ≥ E8 ≥ E6 (Γράφημα 81). Επιπλέον, οι επεμβάσεις E3, E5 και E7 μείωσαν τη συνολική βιομάζα των ζιζανίων κατά 33%, 56% και 60%, αντίστοιχα, σε σύγκριση με τον μάρτυρα E1. Οι υπόλοιπες τέσσερις επεμβάσεις (E2, E4, E6 και E8) μείωσαν τη συνολική βιομάζα των ζιζανίων κατά 88–97% σε σύγκριση με τον μάρτυρα E1 (Γράφημα 82).



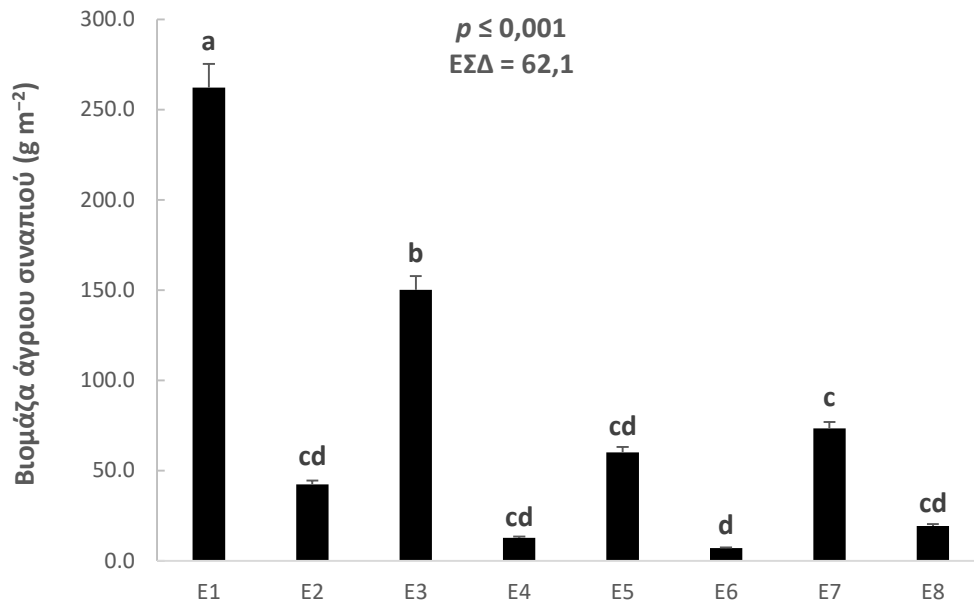
**Γράφημα 78.** Βιομάζα μεγαλόκαρπης κολλητσιίδας (g m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



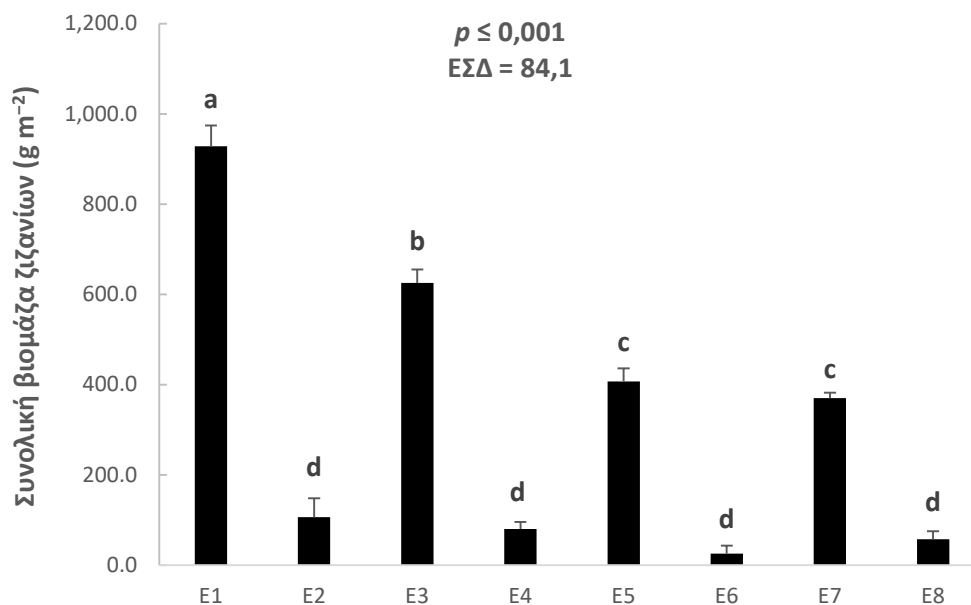
**Γράφημα 79.** Βιομάζα κουφάγκαθου (g m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 80.** Βιομάζα βερόνικας (g m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

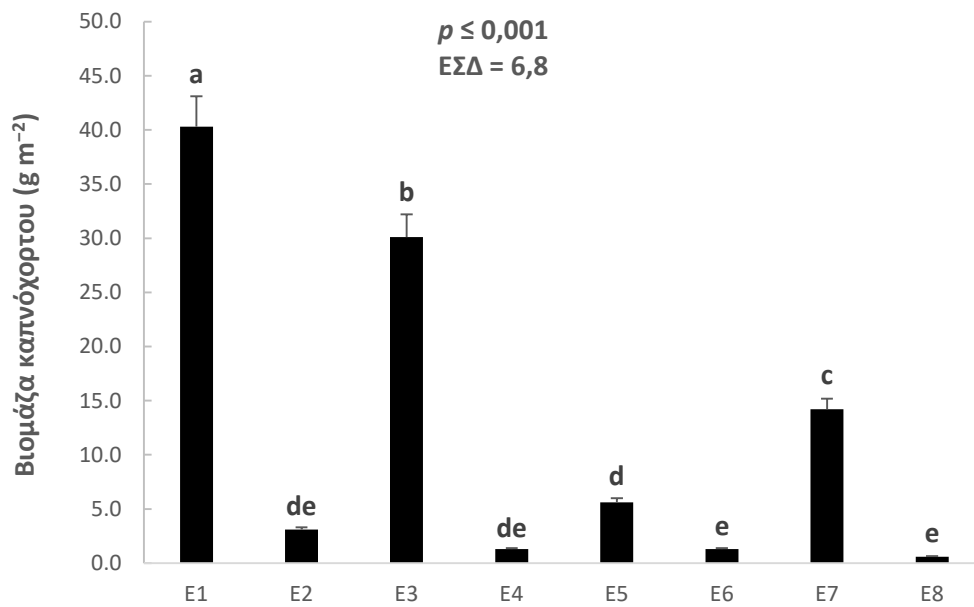


**Γράφημα 81.** Βιομάζα άγριου σιναπιού (g m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

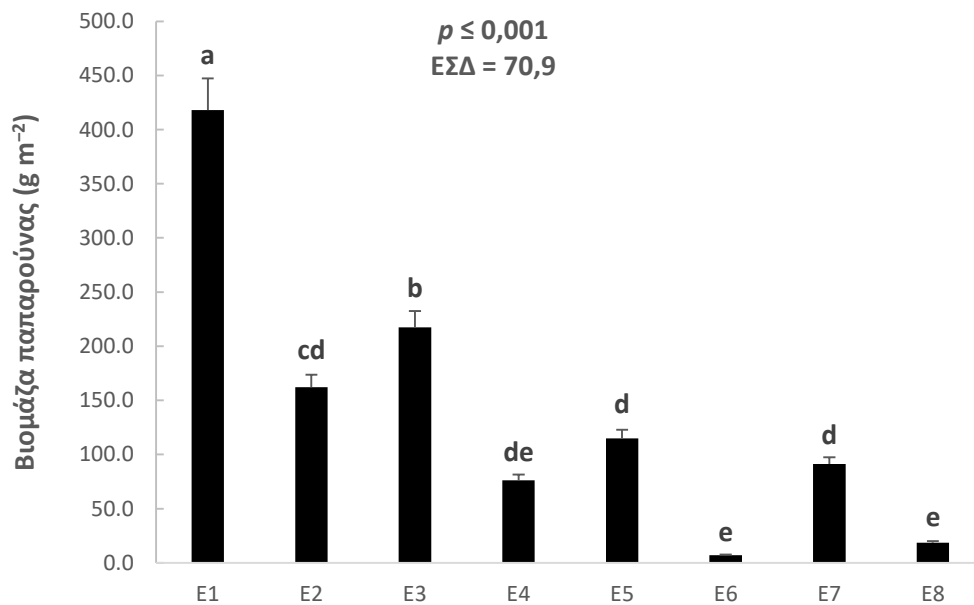


**Γράφημα 82.** Συνολική βιομάζα ζιζανίων (g m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

Στην Αλίαρτο, η επέμβαση E8 ελαχιστοποίησε τη βιομάζα του καπνόχορτου (0,6 g m<sup>-2</sup>). Επίσης, η βιομάζα του είδους αυτού ήταν επίσης πολύ χαμηλή στα πειραματικά τεμάχια των επεμβάσεων E5 (5,6 g m<sup>-2</sup>), E2 (3,1 g m<sup>-2</sup>), E4 (1,5 g m<sup>-2</sup>) και E6 (1,3 g m<sup>-2</sup>). Η επέμβαση E3 επέφερε μόνο μια μικρή μείωση (25%) σε σχέση τον μάρτυρα E1 (Γράφημα 83). Οι επεμβάσεις E2, E5, E7 και E4 μείωσαν το ξηρό βάρος της παπαρούνας ανά μονάδα επιφάνειας κατά 61%, 73%, 78% και 82%, αντίστοιχα, σε σύγκριση με τον μάρτυρα E1. Οι επεμβάσεις E6 και E8 ήταν οι πλέον αποτελεσματικές (Γράφημα 84). Οι τιμές βιομάζας για το πολυκόμμι ήταν μέγιστες στα πειραματικά τεμάχια E1 και E3 και χαμηλότερες στα πειραματικά τεμάχια E5 και E7. Οι επεμβάσεις E2 και E4 ήταν ακόμη πιο αποτελεσματικά. Ακόμη, η βιομάζα αυτού του ζιζανίου έπεσε κάτω από το όριο των 5,0 g m<sup>-2</sup> στα πειραματικά τεμάχια E6 και E8 (Γράφημα 85). Η βιομάζα του άγριου σιναπιού μειώθηκε κατά περισσότερο από 50% στα πειραματικά τεμάχια E3 σε σχέση με τα αντίστοιχα του μάρτυρα E1. Επιπλέον, οι επεμβάσεις E5 και E7 μείωσαν την παραγωγή βιομάζας του άγριου σιναπιού κατά 50% περίπου σε σύγκριση με την E3. Οι επεμβάσεις E2 και E4 οδήγησαν σε ακόμη χαμηλότερες τιμές βιομάζας, ενώ οι επεμβάσεις E6 και E8 εξάλειψαν σχεδόν τη βιομάζα του ζιζανίου (Γράφημα 86). Η συνολική βιομάζα ζιζανίων ακολούθησε την φθίνουσα σειρά: E1 ≥ E3 ≥ E7 ≥ E5 ≥ E2 ≥ E4 ≥ E8 ≥ E6 (Γράφημα 87). Τα αποτελέσματα αυτά φανέρωσαν την εξαιρετική αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων E8 και E6.

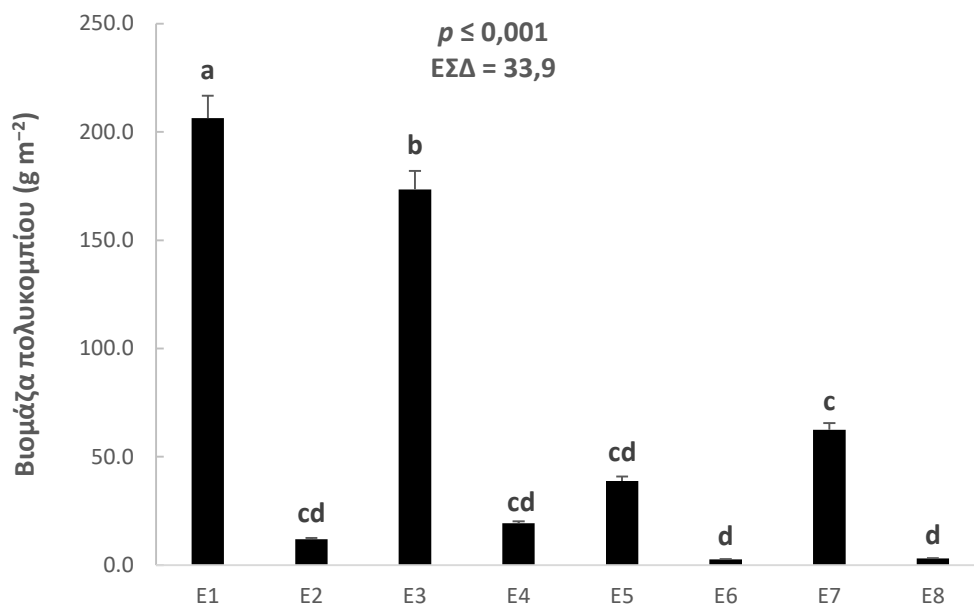


**Γράφημα 83.** Βιομάζα καπνόχορτου ( $\text{g m}^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

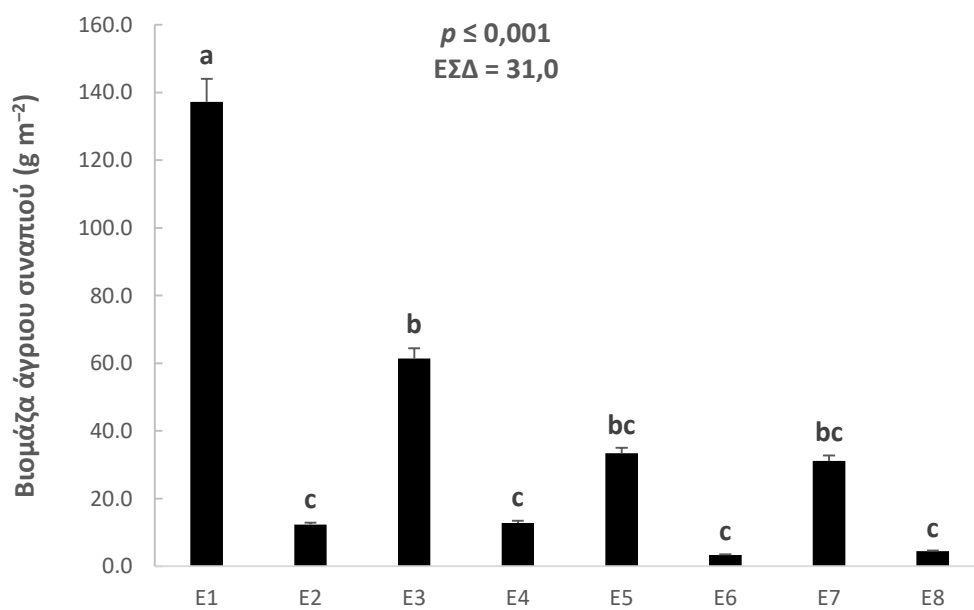


**Γράφημα 84.** Βιομάζα παπαρούνας ( $\text{g m}^{-2}$ ) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

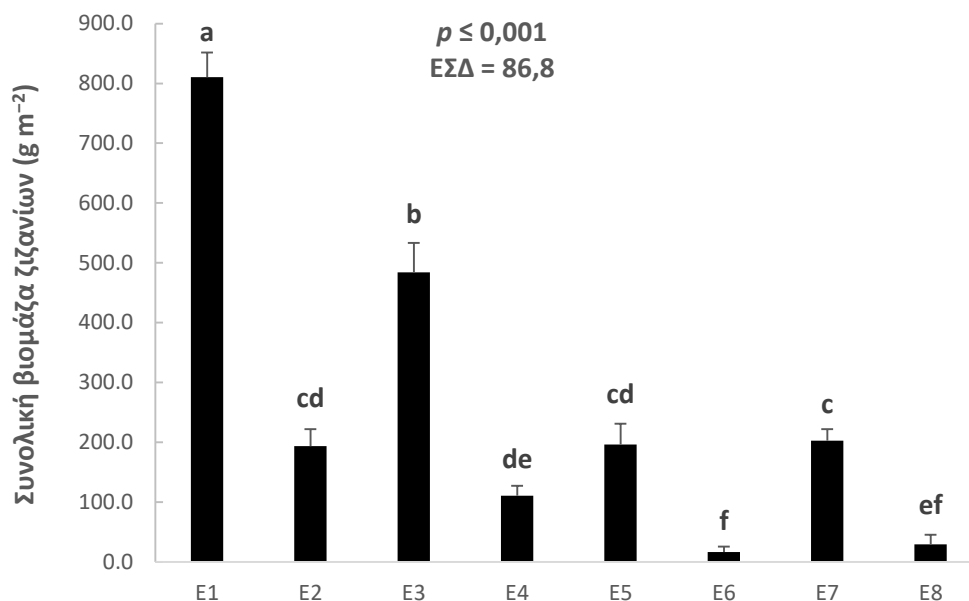




**Γράφημα 85.** Βιομάζα πολυκομπιού (g m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



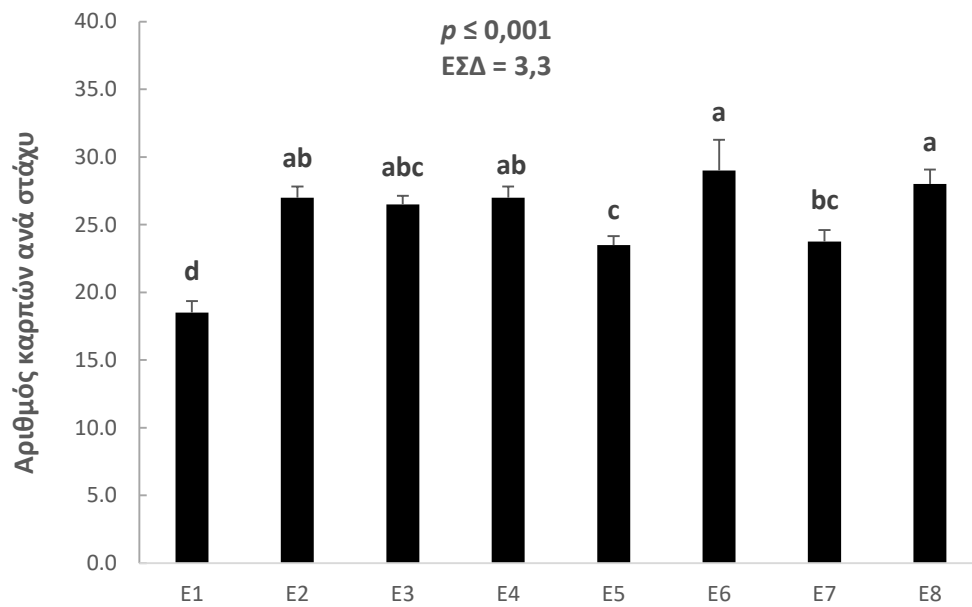
**Γράφημα 86.** Βιομάζα άγριου σιναπιού (g m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



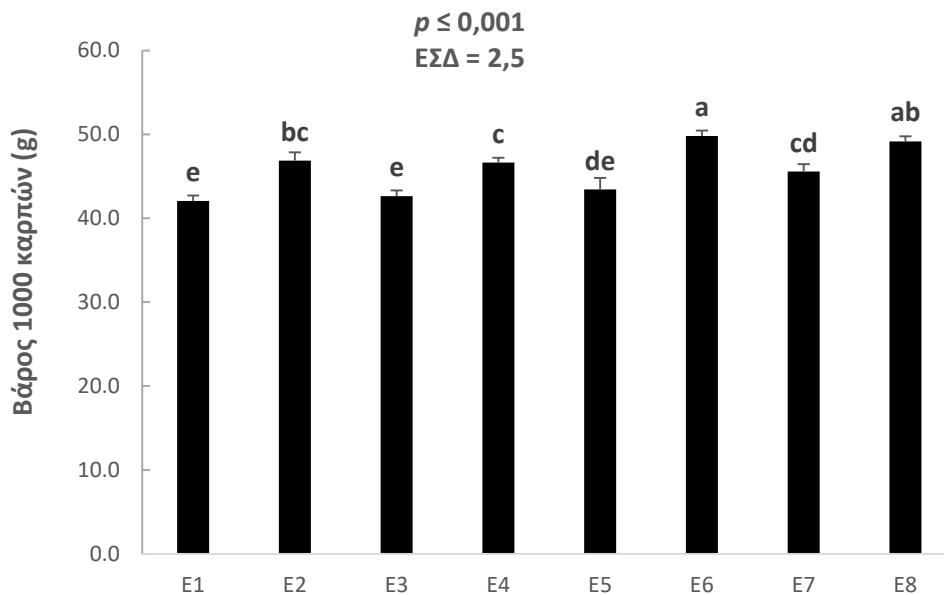
**Γράφημα 87.** Συνολική βιομάζα των ζιζανίων (g m<sup>-2</sup>) στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

### 3.3.3. Απόδοση σε καρπό και συστατικά της

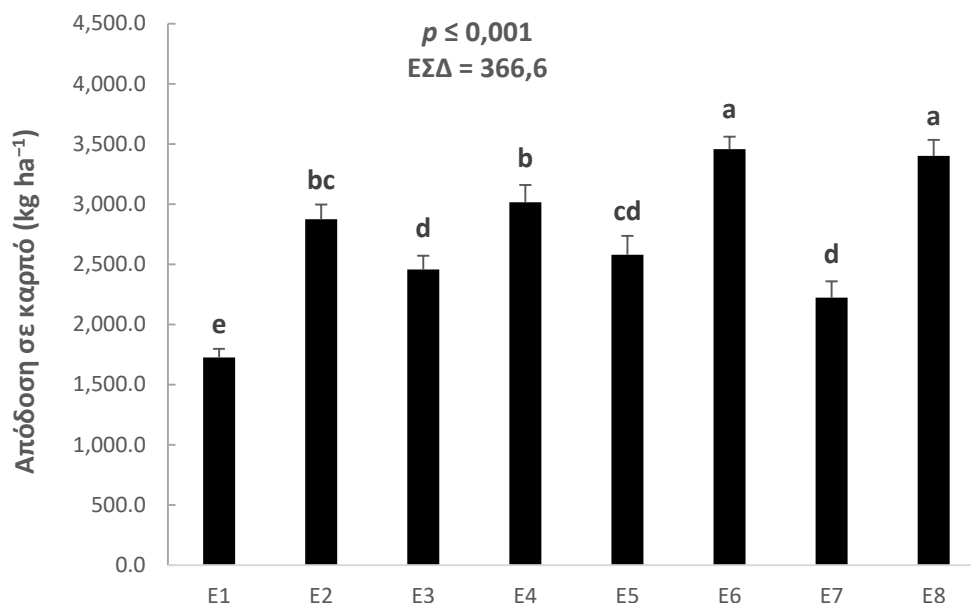
Στο Δομοκό, ο αριθμός των στάχων ανά μονάδα επιφάνειας δεν επηρεάστηκε από τον παράγοντα της επέμβασης ( $p \geq 0,05$ ). Ο αριθμός των καρπών ανά στάχυ ήταν μέγιστος στα πειραματικά τεμάχια των επεμβάσεων E6 και E8 (29,0 και 28,0 καρποί ανά στάχυ, αντίστοιχα). Ακολούθησαν οι επεμβάσεις E2, E3, E4 και E7 (Γράφημα 88). Τα πειραματικά τεμάχια E5 παρήγαγαν κατά μέσο όρο 23,5 καρπούς ανά στάχυ, τιμή χαμηλότερη σε σύγκριση με τις αντίστοιχες των πειραματικών τεμαχίων E2, E3 και E4, αλλά υψηλότερη από αυτήν του αμεταχειρίστου μάρτυρα E1. Επιπλέον, το βάρος 1.000 καρπών ήταν μέγιστο στα πειραματικά τεμάχια E6 και E8 (> 49,0 g), ενώ ήταν ελάχιστο στα πειραματικά τεμάχια E3 και E1 (< 43,0 g). Το βάρος 1.000 καρπών για την επέμβαση E5 ήταν 43,4 g. Ενδιάμεσες τιμές αντιστοιχούσαν στις επεμβάσεις E2, E4 και E7 (Γράφημα 89). Αναφορικά με την τελική απόδοση της καλλιέργειας σε καρπό, η επέμβαση E6 είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της κατά 50% σε σύγκριση με τον μάρτυρα E1. Παρόμοια ήταν η παραγωγικότητα του σκληρού σιταριού στα πειραματικά τεμάχια E8 (5.047,8 kg ha<sup>-1</sup>). Οι επεμβάσεις E2 και E4 οδήγησαν σε χαμηλότερες αποδόσεις σε σύγκριση με τις E6 και E8. Ακόμη χαμηλότερες αποδόσεις καταγράφηκαν στα τεμάχια E3, E5 και E7, που ήταν όμως υψηλότερες από αυτή των πειραματικών τεμαχίων E1 (Γράφημα 90).



**Γράφημα 88.** Αριθμός καρπών ανά στάχυ του σκληρού σιταριού στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

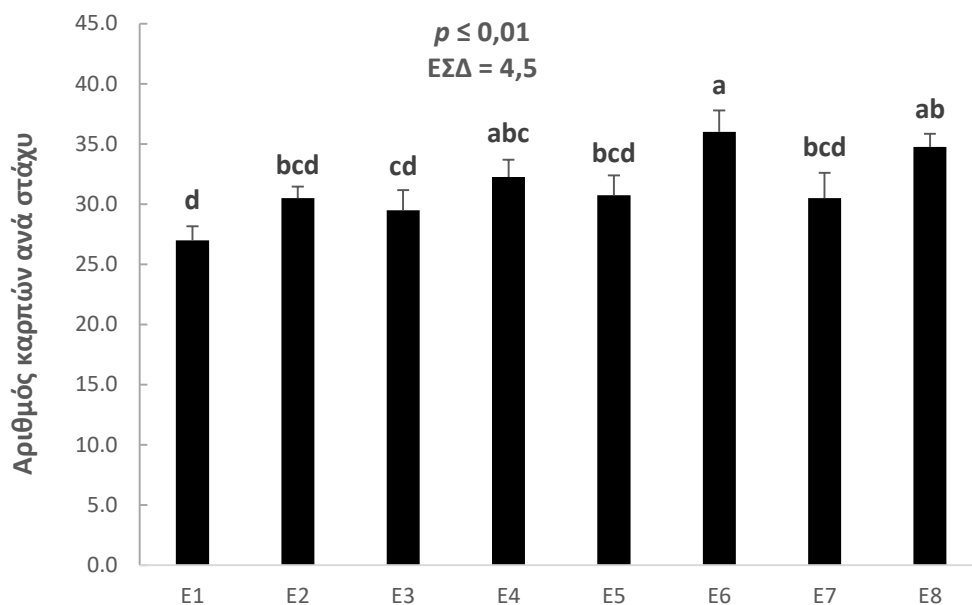


**Γράφημα 89.** Βάρος 1000 καρπών (g) του σκληρού σιταριού στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

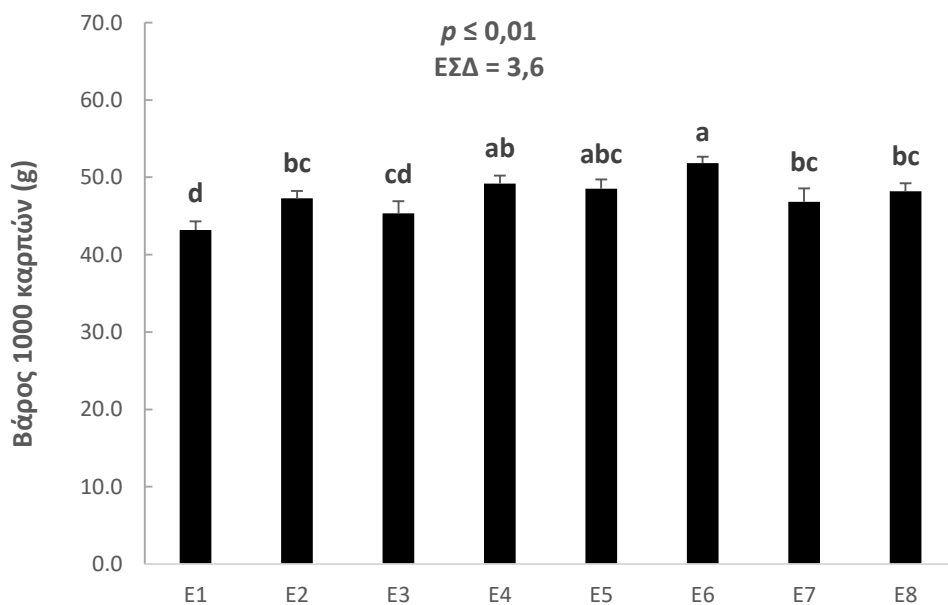


**Γράφημα 90.** Απόδοση σε καρπό (kg ha<sup>-1</sup>) του σκληρού σιταριού στον πειραματικό αγρό του Δομοκού. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

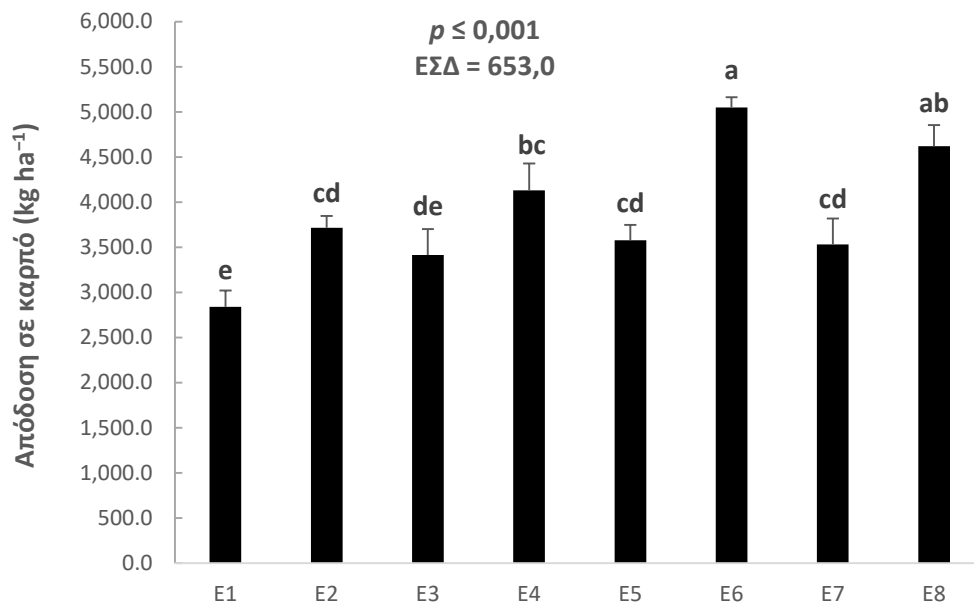
Στην Αλίαρτο, ο αριθμός των στάχων ανά μονάδα επιφάνειας δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τις επεμβάσεις ζιζανιοκτονίας ( $p \geq 0,05$ ). Η επέμβαση E6 αύξησε τον αριθμό των καρπών ανά στάχυ κατά 18% και 25% σε σύγκριση με τις επεμβάσεις E3 και E1 (μάρτυρας), αντίστοιχα. Η επέμβαση E8 οδήγησε στην παραγωγή 34,8 καρπών ανά στάχυ, η αριθμητικά δεύτερη μεγαλύτερη τιμή έπειτα από αυτήν που αντιστοιχεί στην επέμβαση E6 (36, καρποί ανά στάχυ). Ενδιάμεσες τιμές προέκυψαν για τις επεμβάσεις E2, E4, E5 και E7 (Γράφημα 91). Ακόμη, το βάρος των 1.000 καρπών ακολούθησε την αύξουσα σειρά:  $E1 \leq E3 \leq E7 \leq E2 \leq E8 \leq E5 \leq E6$  (Γράφημα 92). Η τελική απόδοση σε καρπό του σκληρού σιταριού ήταν υψηλότερη στα πειραματικά τεμάχια των επεμβάσεων E6 (5.047,8 kg ha<sup>-1</sup>) και E8 (4.618,9 kg ha<sup>-1</sup>), ενώ ήταν χαμηλότερη στα πειραματικά τεμάχια της επέμβασης E1. Η επέμβαση E3 πέτυχε μόνο μια μικρή αύξηση της απόδοσης σε σύγκριση με τον μάρτυρα E1. Οι επεμβάσεις E2, E7 και E5 οδήγησαν σε αριθμητικά μεγαλύτερες στρεμματικές αποδόσεις συγκριτικά με την επέμβαση E3, αλλά οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Τέλος, η επέμβαση E4 παρουσίασε την τρίτη μεγαλύτερη απόδοση σε καρπό σε σχέση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις σε αυτόν τον πειραματικό αγρό (Γράφημα 93).



**Γράφημα 91.** Αριθμός καρπών ανά στάχυ του σκληρού σιταριού στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 92.** Βάρος 1000 καρπών (g) του σκληρού σιταριού στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 93.** Απόδοση σε καρπό (kg ha<sup>-1</sup>) του σκληρού σιταριού στον πειραματικό αγρό της Αλιάρτου. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

### 3.4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα του διετούς πειραματισμού σε δύο διαφορετικές περιοχές της Στερεάς Ελλάδας έδειξαν πως η ψευδοσπορά είναι μια αποτελεσματική καλλιεργητική πρακτική για επιτυχημένη διαχείριση ζιζανίων και υψηλότερες αποδόσεις στο σκληρό σιτάρι. Σε κάποιες περιπτώσεις, η εφαρμογή glyphosate φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματική από την επιφανειακή εδαφοκατεργασία. Αυτό πιθανόν οφείλεται στο ότι η εδαφοκατεργασία όσο επιφανειακά και να πραγματοποιηθεί μπορεί πάντα να επαναφέρει νέους σπόρους ζιζανίων σε θέσεις που είναι ιδανικές για βλάστηση στο προφίλ του εδάφους. Ανάλογα αποτελέσματα αναφέρονται και από τους Shahzad et al. (2021) στο μαλακό σιτάρι και τους Naeem et al. (2022) στο κριθάρι.

Σε κάθε περίπτωση όμως, τα ζιζάνια που εμφανίζονται όψιμα στην καλλιεργητική περίοδο και δεν ελέγχονται πριν τη σπορά εξακολουθούν να ανταγωνίζονται με την καλλιέργεια μειώνοντας το παραγωγικό δυναμικό της. Επομένως, βέλτιστα αποτελέσματα επιτυγχάνονται όταν η ψευδοσπορά συνδυάζεται με εφαρμογή εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων που ελέγχουν και τα πιο όψιμα «κύματα» βλάστησης των ζιζανίων όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενες μελέτες στο κριθάρι (Kanatas et al. 2020b). Έτσι, τα εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα ενισχύουν τα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή της καλλιεργητικής πρακτικής της ψευδοσποράς αποδυναμώνοντας περαιτέρω την τράπεζα σπόρων των ζιζανίων στο έδαφος (Merfield 2013).

Ένα ακόμη εύρημα ήταν ότι στα πειραματικά τεμάχια όπου έγινε ψευδοσπορά, η εφαρμογή glyphosate στη μειωμένη δόση των  $540 \text{ g a.e. ha}^{-1}$  περιόρισε σημαντικά τη πυκνότητα και βιομάζα επιβλαβών ζιζανίων όντας παράλληλα σε πλήρη αρμονία με τους στόχους της Πράσινης Συμφωνίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) για τη μείωση των εισροών φυτοφαρμάκων στη γεωργία κατά τουλάχιστον 50% έως το 2030 (Fuchs et al. 2020).

Συνεπώς, εκτός των άλλων οφελών, η ψευδοσπορά δημιουργεί μια νέα προοπτική για τη χρήση του glyphosate στις αροτραίες καλλιέργειες προσφέροντας στους παραγωγούς ένα νέο εργαλείο για τον έλεγχο των ζιζανίων. Αυτό είναι αρκετά σημαντικό, δεδομένου ότι το glyphosate έχει διαφορετικό τρόπο δράσης σε σύγκριση με τα συμβατικά εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα που τείνουν να καθίστανται αναποτελεσματικά μακροπρόθεσμα λόγω της αύξησης της εμφάνισης ανθεκτικών πληθυσμών ζιζανίων (Heap 2024).

#### 4. ΤΡΙΤΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ – ΨΕΥΔΟΣΠΟΡΑ ΚΑΙ ΜΕΙΩΜΕΝΕΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΓΡΑΜΜΩΝ ΓΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΚΕΝΑΦ (*Hibiscus cannabinus* L.)

##### 4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΥΠΟΘΕΣΗ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Το κενάφ (*Hibiscus cannabinus* L.) είναι ένα ετήσιο δικοτυλήδονο φυτό με C3 φωτοσυνθετική οδό που ανήκει στη βοτανική οικογένεια Malvaceae στο τμήμα Furcaria, και έχει στενή βοτανική συγγένεια με το βαμβάκι (*Gossypium hirsutum* L.) και τη μπάμια (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) (Alexoroulou et al. 2013). Καταγόμενο από την Αφρική, καλλιεργείται την εαρινή καλλιεργητική περίοδο σε τροπικές, υποτροπικές και εύκρατες περιοχές (Corinzia et al. 2022, Falasca et al., 2014, Vayabari et al. 2023).

Το κενάφ είναι μία από τις πιο υποσχόμενες μη τροφικές καλλιέργειες πολλαπλών χρήσεων που μπορεί να προσαρμοστεί σε διάφορα περιβάλλοντα και να παράγει μεγάλες ποσότητες βιομάζας. Στις μεσογειακές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.), έχουν επιτευχθεί αποδόσεις 15–20 t ha<sup>-1</sup> ξηρής βιομάζας στελέχους (Corinzia et al. 2022, Danalatos & Archontoulis 2010, Patanè & Cosentino 2013). Τα στελέχη αποτελούνται από ένα εσωτερικό ξυλώδη πυρήνα και ένα εξωτερικό ινώδες φλοιό. Οι ίνες στον εξωτερικό φλοιό αποτελούν το 30–40% του ξηρού ώριμου στελέχους και το υπόλοιπο ποσοστό αναλογεί στις ίνες του πυρήνα που βρίσκονται εσωτερικά (Alexoroulou et al. 2000; Alexoroulou et al. 2013). Οι ίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή χαρτοπολτού (ιδίως οι ίνες του εξωτερικού φλοιού), ως κατασκευαστικό υλικό ή υλικό στρωμνής, απορροφητικά υλικά κ.α. (Alexoroulou et al. 2015). Επιπλέον, η βιομάζα του κενάφ είναι κατάλληλη ως πρώτη ύλη για τη παραγωγή βιοκαυσίμων και βιοενέργειας (Berti et al. 2013, Park et al. 2021).

Οι επιδράσεις διαφόρων αγρονομικών πρακτικών στην ανάπτυξη και την παραγωγή βιομάζας του κενάφ έχουν μελετηθεί ευρέως τα τελευταία χρόνια (Alexoroulou et al. 2015). Οι Danalatos & Archontoulis (2010) έδειξαν ότι τα φυτά του κενάφ που αρδεύονται πλήρως είναι πιο παραγωγικά από τα φυτά που καλλιεργούνται υπό συνθήκες ελλειμματικής άρδευσης. Οι ίδιοι συγγραφείς συνιστούν τη σπορά γύρω στα μέσα Μαΐου για την επίτευξη μέγιστων αποδόσεων. Οι Manzanares et al. (1997) ανέφεραν ότι η σπορά τον Μάιο και τον Ιούνιο είχε ως αποτέλεσμα παρόμοιες αποδόσεις των στελεχών σε βιομάζα, αλλά και ότι οψιμότερες εποχές σποράς περιόρισαν τις αποδόσεις. Οι Cosentino et al. (2004) κατέγραψαν υψηλότερες αποδόσεις όταν η σπορά έγινε στις αρχές Ιουνίου σε σύγκριση με τη σπορά στις αρχές Ιουλίου. Οι Tigka et al. (2013)



ανέφεραν αύξηση των αποδόσεων με την αύξηση της αζωτούχου λίπανσης ή μετά από την καλλιέργεια χειμερινών ψυχανθών ως καλλιέργειες κάλυψης, που έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν ατμοσφαιρικό άζωτο ( $N_2$ ) βελτιώνοντας τη γονιμότητα του εδάφους. Οι Berti et al. (2013) κατέγραψαν υψηλότερες αποδόσεις βιομάζας για το κενάφ που σπάρθηκε σε στενότερες αποστάσεις μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας (30 cm) σε σύγκριση με τη σπορά σε γραμμές που είχαν μεγαλύτερες αποστάσεις μεταξύ τους (60 cm). Οι ίδιοι ερευνητές παρατήρησαν υψηλότερες αποδόσεις όταν ο πληθυσμός της φυτείας κενάφ αυξήθηκε από τα 4–8 φυτά  $m^2$  στα 16–32 φυτά  $m^2$ .

Σε αντίθεση με άλλες αγρονομικές πρακτικές, η διαχείριση των ζιζανίων παραμένει ένας ανεξερεύνητος ερευνητικός κλάδος σε αυτή τη νέα δυναμική βιομηχανική καλλιέργεια. Τα φυτά του κενάφ έχουν μεγάλο ύψος και ταχύ ρυθμό ανάπτυξης και ανταγωνίζονται επαρκώς τα ζιζάνια μόλις η φυτεία «κλείσει» και σκιάσει το έδαφος (Alexoroulou et al. 2015). Ωστόσο, ο ανταγωνισμός των ζιζανίων μέχρι αυτό το στάδιο ανάπτυξης μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την επιτυχή εγκατάσταση μιας πυκνής φυτείας και κατά συνέπεια την ανάπτυξη και την απόδοση της καλλιέργειας. Οι Kuchinda et al. (2001) ανέφεραν ότι το κενάφ πρέπει να διατηρείται καθαρό από ζιζάνια για 6 εβδομάδες μετά τη σπορά για να αποφευχθούν απώλειες (31–51%) απόδοσης σε βιομάζα. Οι Alexoroulou et al. (2015) συνιστούν μηχανικό έλεγχο ζιζανίων όταν το κενάφ έχει ύψος 15 cm ψηλό και τα ζιζάνια βρίσκονται μεταξύ βλάστησης και του σταδίου ανάπτυξης των δύο πραγματικών φύλλων (BBCH: 10–12). Σε κάποιες μελέτες, έχουν αναφερθεί εφαρμογές προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων εδάφους (Baldwin & Graham 2006, Bourguignon et al. 2019). Άλλοι ερευνητές διατήρησαν τους πειραματικούς τους αγρούς καθαρούς από ζιζάνια με τακτικά βοτανίσματα (Alexoroulou et al. 2000; Corinzia et al. 2022).

Όλες αυτές οι πληροφορίες καταδεικνύουν την ανάγκη που υπάρχει για διαχείριση των ζιζανίων στα πρώιμα στάδια ανάπτυξης του κενάφ. Όσον αφορά τις διαθέσιμες επιλογές, προς το παρόν δεν υπάρχουν εγκεκριμένα προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα για εκλεκτικό έλεγχο ζιζανίων στην καλλιέργεια αυτή στην Ε.Ε. Επιπλέον, η αντίδραση του κενάφ σε ζιζανιοκτόνα που είναι εγκεκριμένα για εφαρμογές στο βαμβάκι και τη μπάμια δεν έχει μελετηθεί σε Ευρωπαϊκές εδαφοκλιματικές συνθήκες. Επομένως, η έρευνα πρέπει αρχικά να εστιάσει σε εναλλακτικές πρακτικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διαχείριση ζιζανίων, όπως η εγκατάσταση της καλλιέργειας με μειωμένες αποστάσεις μεταξύ των γραμμών. Η εν λόγω καλλιεργητική πρακτική επιταχύνει το «κλείσιμο» της φυτείας περιορίζοντας τη διείσδυση φωτός στους χώρους μεταξύ

των γραμμών, μειώνοντας τη βλάστηση των σπόρων των ζιζανίων καθώς και την ανάπτυξη των νεαρών ζιζανίων που ήδη έχουν αναδυθεί (Bradley 2006). Υπάρχουν πολλά παραδείγματα στη διεθνή βιβλιογραφία μείωσης του φορτίου των ζιζανίων στο βαμβάκι και άλλες καλλιέργειες χρησιμοποιώντας μειωμένες αποστάσεις μεταξύ των γραμμών των γραμμών της καλλιέργειας, όπως συνοψίζονται στη πρόσφατα δημοσίευση των Travlos et al. (2023). Ωστόσο, υπάρχει ένα κενό στην έρευνα σχετικά με τη χρήση αυτής της αγρονομικής πρακτικής για τη διαχείριση ζιζανίων συγκεκριμένα στο κενάφ.

Η τεχνική της ψευδοσποράς είναι μία ακόμη καλλιεργητική πρακτική που μπορεί ενδεχομένως να χρησιμοποιηθεί για διαχείριση ζιζανίων στο κενάφ. Όταν εφαρμόζεται η ψευδοσπορά, η σπορά καθυστερεί μετά την προετοιμασία της σποροκλίνης, για να επιτραπεί η εμφάνιση των ζιζανίων. Η εμφάνιση των ζιζανίων ενισχύεται περαιτέρω από την άρδευση ή από τυχαίες βροχοπτώσεις (Merfield 2013). Έπειτα, ο έλεγχος των ζιζανίων πραγματοποιείται μετά την εμφάνισή τους και πριν από τη σπορά, είτε με επιφανειακή εδαφοκατεργασία (βάθος 10 cm) είτε με εφαρμογή του μη εκλεκτικού ζιζανιοκτόνου glyphosate (Travlos et al. 2020). Μπορεί επίσης να γίνει σπορά της καλλιέργειας με σπαρτική μηχανή και στη συνέχεια, πριν την εμφάνιση της καλλιέργειας, να εφαρμοστεί το μη εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο (Merfield 2013). Η επιλογή μεταξύ των δύο μεθόδων (επιφανειακή εδαφοκατεργασία ή εφαρμογή glyphosate) εξαρτάται από τη σύνθεση της ζιζανιοχλωρίδας στον αγρό και τον χρόνο που μεσολαβεί μεταξύ της αρχικής προετοιμασίας της σποροκλίνης και της στιγμής ελέγχου των ζιζανίων πριν από τη σπορά. Έχει αποδειχθεί σε διάφορες εαρινές εκτατικές καλλιέργειες πως η τεχνική της ψευδοσποράς μειώνει το φορτίο των ζιζανίων κατά τα πρώιμα στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας αυξάνοντας τις στρεμματικές αποδόσεις (Kanatás et al. 2020a, b, Dogan et al. 2009; Singh et al. 2018). Επίσης, και η ψευδοσπορά μειώνει και τη δυναμική της τράπεζας των σπόρων των ζιζανίων στο έδαφος (Travlos et al. 2020).

Ωστόσο, ο ρόλος της ψευδοσποράς για την διαχείριση ζιζανίων στο κενάφ δεν έχει ακόμη διερευνηθεί. Με βάση τα ερευνητικά κενά που έχουν αναφερθεί, ο κύριος σκοπός αυτού του πειράματος ήταν να αξιολογηθεί η σπορά με μειωμένες αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σε συνδυασμό με διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής της ψευδοσποράς για διαχείριση ζιζανίων στο κενάφ. Ένας άλλος στόχος ήταν η αξιολόγηση των συνδυαστικών επίδρασης των παραπάνω αγρονομικών πρακτικών στην ανάπτυξη και στις παραμέτρους βιομάζας της καλλιέργειας.

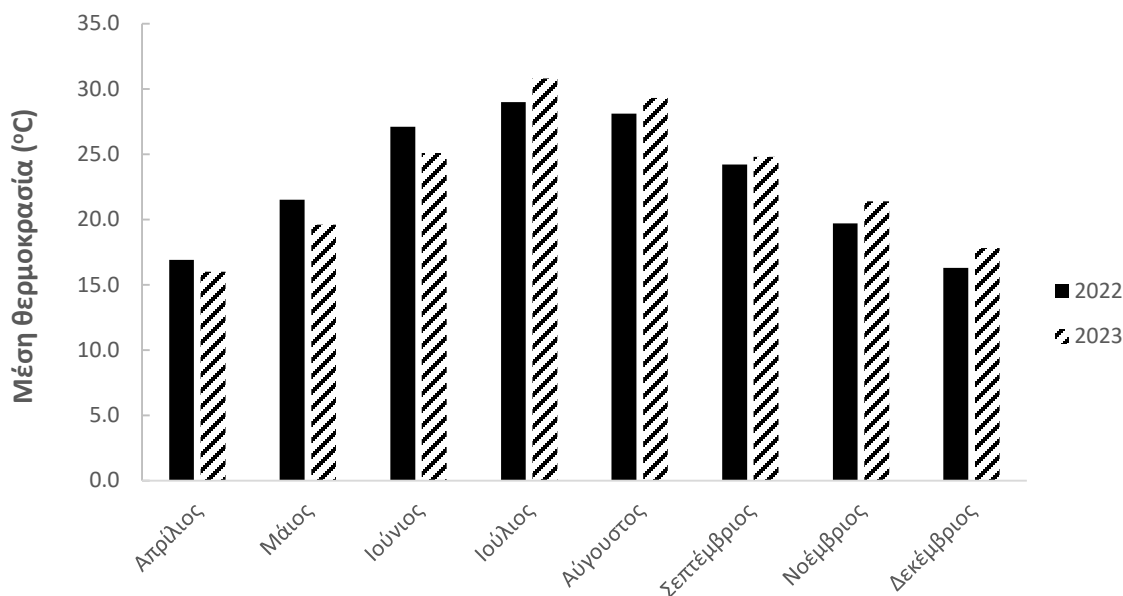
## 4.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 4.2.1. Περιγραφή πειραματικής περιοχής

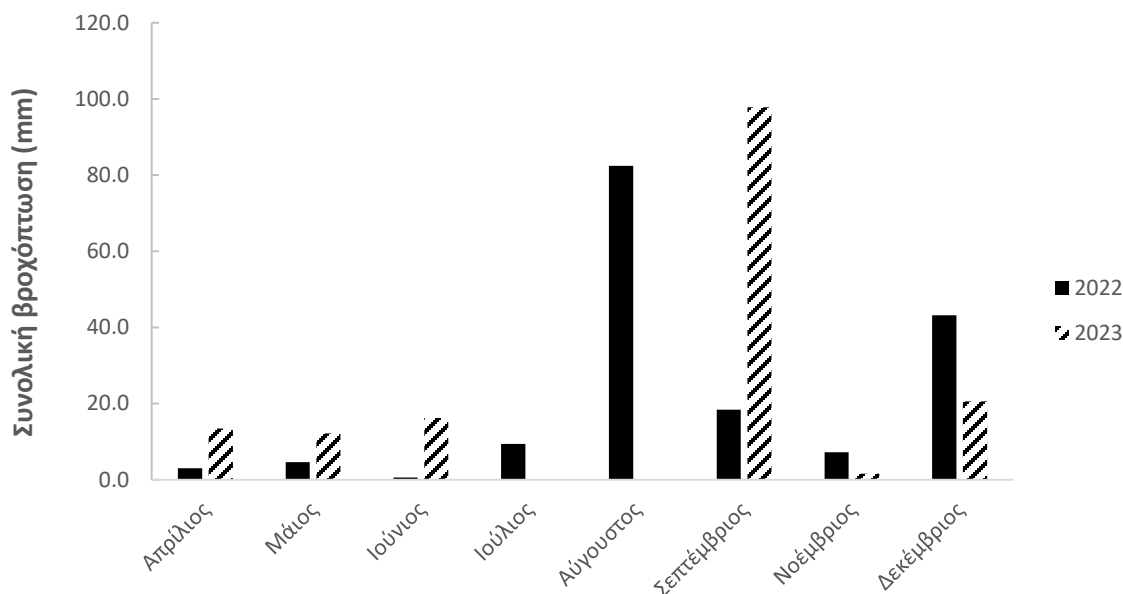
Διετές πείραμα αγρού διεξήχθη το 2022 και επαναλήφθηκε το 2023 στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (23°42'09.3" Ε, 37°59'01.6" Ν, Εικόνα 29). Και τα δύο έτη το πείραμα διεξήχθη από τον Απρίλιο έως τον Νοέμβριο.



**Εικόνα 29.** Ο πειραματικός αγρός του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γ.Π.Α.



**Γράφημα 94.** Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C) στην πειραματική περιοχή κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων 2022 και 2023.



**Γράφημα 95.** Ύψος συνολικής μηνιαίας βροχόπτωσης (mm) στην πειραματική περιοχή κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων 2022 και 2023.

Η μέση μηνιαία θερμοκρασία ήταν υψηλότερη τον Απρίλιο, τον Μάιο και τον Ιούνιο του 2022 από ό,τι τους αντίστοιχους μήνες του 2023. Αντίστροφη τάση μεταξύ των δύο ετών παρατηρήθηκε από τον Ιούλιο έως τον Νοέμβριο. Ο Ιούλιος του 2023 ήταν ο θερμότερος μήνας

καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου με μέση μηνιαία θερμοκρασία 30,8 °C. Ο ψυχρότερος μήνας ήταν ο Απρίλιος 2023 με μέση μηνιαία θερμοκρασία 16,0 °C (Γράφημα 94).

Η βροχόπτωση ήταν υψηλότερη κατά τους τρεις πρώτους μήνες του πειράματος το 2023 από ό,τι το 2022. Δεν υπήρξε καθόλου βροχόπτωση τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2023, σε αντίθεση με τον Ιούλιο του 2022 και ιδιαίτερα τον Αύγουστο του 2023, όπου το ύψος βροχόπτωσης ήταν 82,4 mm. Αξιοσημείωτη ήταν και η ποσότητα βροχόπτωσης τον Σεπτέμβριο του 2023, η οποία ήταν υψηλότερη από τα 18,4 mm του Σεπτεμβρίου 2022. Τον Οκτώβριο, υπήρξαν πολύ λίγες βροχοπτώσεις χαμηλής έντασης και στα δύο έτη (Γράφημα 95).

Το έδαφος του πειραματικού αγρού χαρακτηρίστηκε ως αργιλοπηλώδες (CL) και η κοκκομετρική σύσταση του ήταν (0–30 cm): 44,8% άμμος, 29,1% άργιλος και 26,3% ιλύς, με pH 7,3 και περιεκτικότητα σε οργανική ουσία 1,6%. Το κριθάρι (*Hordeum vulgare* L.), η ελαιοκράμβη (*Brassica napus* L.) και το σκληρό σιτάρι (*Triticum durum* Desf.) ήταν οι προηγούμενες καλλιέργειες τα τελευταία 3 χρόνια. Κατά τις θερινές περιόδους των τελευταίων ετών, το χωράφι είχε σημαντικές πυκνότητες τόσο ετησίων όσο και πολυετών εαρινών ζιζανίων. Η λουβουδιά (*Chenopodium album* L.), το τραχύ βλήτο (*Amaranthus retroflexus* L.) και η αντράκλα (*Portulaca oleracea* L.) ήταν τα κυρίαρχα πλατύφυλλα ζιζάνια. Η μουχρίτσα (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.) και η πράσινη σετάρια (*Setaria viridis* (L.) P.Beauv.) ήταν τα κυρίαρχα αγρωστώδη ζιζάνια. Τα κυρίαρχα πολυετή ζιζάνια ήταν η πορφυρή κύπερη (*Cyperus rotundus* L.) και ο γερμανός (*Solanum elaeagnifolium* Cav.). Αυτά τα ζιζάνια συζητούνται λεπτομερώς παρακάτω, καθώς η εμφάνισή τους καθόρισε τον πειραματικό σχεδιασμό της παρούσας μελέτης.

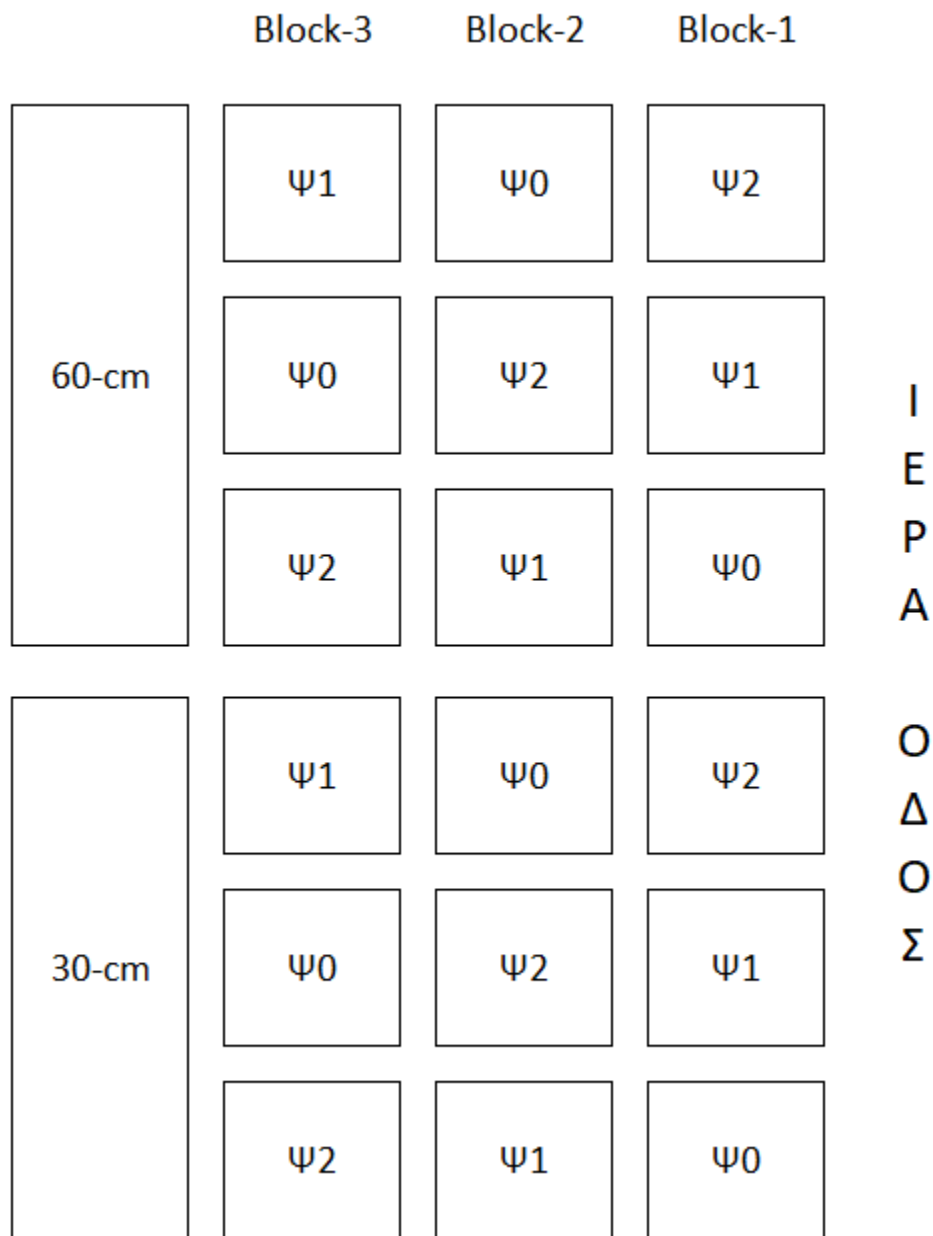
Η πορφυρή κύπερη είναι πολυετές ζιζάνιο με όρθια ανάπτυξη, ύψους έως 40 cm, λεία φυλλική επιφάνεια και ινώδες ριζικό σύστημα που αναπαράγεται μέσω ενός εκτεταμένου, διακλαδισμένου δικτύου υπογείων ριζωμάτων με κονδυλώδη βάση (Stoller & Sweet 1987). Λόγω της πολυετούς φύσης και της προσαρμοστικότητάς της, ευδοκιμεί σε διάφορες εδαφοκλιματικές συνθήκες και μπορεί να προκαλέσει σοβαρότατες απώλειες απόδοσης σε οποιαδήποτε καλλιέργεια (Peerzada 2017). Ο γερμανός είναι ένα βαθύρριζο, αγκαθωτό, ποώδες (με εξαίρεση την ξύλινη βάση) φυτό που φτάνει έως και 1 m σε ύψος και αναπαράγεται τόσο με σπόρους που περιέχονται σε μικρούς καρπούς, όσο και με ένα εκτεταμένο βαθύ κεντρικό ριζικό σύστημα με δευτερεύουσες πλάγιες ρίζες με εξαιρετική ικανότητα αναβλάστησης (Roberts & Florentine 2022). Ενδημικό είδος του Μεξικού και των ΗΠΑ, ο γερμανός αποτελεί ένα από τα πιο διαβόητα χωροκατακτητικά αλλόχθονα είδη στις Μεσογειακές χώρες που είναι καταχωρημένο στην

κατηγορία φυτών-εισβολών A2 από τον Ευρωπαϊκό και Μεσογειακό Οργανισμό Προστασίας των Φυτών (EPPO) από το 2006.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι και τα δύο είδη, όταν εγκατασταθούν σε μια γεωργική έκταση, είναι πολύ δύσκολο να καταπολεμηθούν. Επομένως, γίνεται αντιληπτό πως για τον έλεγχο τους είναι απαραίτητες οι πρακτικές Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Ζιζανίων (ΟΔΖ) που περιλαμβάνουν εφαρμογές διασυστηματικών ζιζανιοκτόνων που μπορούν να μεταφερθούν στα υπόγεια όργανα των παραπάνω ζιζανίων, σε συνδυασμό πάντα και με άλλες καλλιεργητικές πρακτικές που βελτιώνουν την ανταγωνιστική ικανότητα των καλλιεργειών (Peerzada 2017, Roberts & Florentine 2022).

#### **4.2.2. Πειραματικός σχεδιασμός και διαχείριση πειράματος**

Εφαρμόστηκε το πειραματικό σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων (Randomized Complete Block Design) με τρεις επαναλήψεις (blocks) που διατάχθηκε σύμφωνα με τη διάταξη των υποδιαιρεμένων τεμαχίων (split-plot) με δύο πειραματικούς παράγοντες. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας του κενάφ ήταν ο παράγοντας των κύριων τεμαχίων και η ψευδοσπορά ήταν ο παράγοντας που κατατάχθηκε στα υποδιαιρεμένα τεμάχια (Εικόνα 30). Οι δύο διαφορετικές αποστάσεις γραμμών στα κύρια τεμάχια ήταν: 60-cm και 30-cm. Οι τρεις μεταχειρίσεις ψευδοσποράς στα υποτεμάχια ήταν: Ψ0, Ψ1 και Ψ2. Το πειραματικό σχέδιο είχε συνολικά 18 πειραματικές μονάδες, δηλαδή τρία υποτεμάχια, τα οποία επαναλήφθηκαν τρεις φορές σε καθένα από τα δύο κύρια τεμάχια. Τα υποτεμάχια είχαν μήκος 2 m, πλάτος 4 m ΚΑΙ επομένως συνολικό μέγεθος 8 m<sup>2</sup>. Το μέγεθος κάθε κύριου τεμαχίου ήταν 72 m<sup>2</sup> (6 m μήκος × 12 m πλάτος). Στο κύριο τεμάχιο με την μεγαλύτερη απόσταση γραμμών, 60-cm, τα υποτεμάχια είχαν έξι γραμμές κενάφ. Στο κύριο τεμάχιο με απόσταση γραμμών 30-cm, υπήρχαν 12 γραμμές κενάφ σε κάθε υποτεμάχιο. Η συνολική πειραματική έκταση ήταν 144 m<sup>2</sup> με μήκος 6 m και πλάτος 24 m. Διάδρομοι χωρίς ζιζάνια και φυτά κενάφ διατηρήθηκαν με τακτικά βοτανίσματα μεταξύ των γειτονικών υποτεμαχίων (1 m) και των δύο κύριων τεμαχίων (3 m).



**Εικόνα 30.** Κάτοψη του πειραματικού σχεδιασμού.

Το 2022, η προετοιμασία της σποροκλίνης περιλάμβανε άροση στα τέλη φθινοπώρου (30 cm βάθος) και δύο φρεζαρίσματα (20 cm βάθος) στα μέσα Απριλίου πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας για να σπάσει τους σβόλους του εδάφους και να προετοιμάσει μία σταθερή σποροκλίνη για την σπορά. Το 2023, η προετοιμασία της σποροκλίνης περιλάμβανε ένα πέρασμα με καλλιεργητή και φρεζάρισμα (20 cm βάθος). Το φυτικό υλικό που επιλέχθηκε στην παρούσα μελέτη ήταν η ποικιλία κενάφ *HC-2*, η οποία αναπτύχθηκε από το Bangladesh Jute Research

Institute (BJRI) και κυκλοφόρησε το 1977. Η ποικιλία αυτή έχει βιολογικό κύκλο 140–150 ημερών για την ωρίμανση το στελέχους και 180 ημερών για την ωρίμανση των σπόρων. Τα φυτά χαρακτηρίζονται από ταχεία ανάπτυξη και είναι ανεκτικά στη περίσσεια εδαφικής υγρασίας.

Για τον προσδιορισμό των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας στα κύρια τεμάχια, χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικοί αυτοσχέδιοι μεταλλικοί γραμμοχαράκτες. Οι γραμμοχαράκτες είχαν μεταλλικές άκρες (σε σχήμα ισόπλευρων τριγώνων) με μήκος πλευράς 5 cm. Στα κύρια τεμάχια με 60 cm απόσταση μεταξύ των γραμμών, ο γραμμοχαράκτης που χρησιμοποιήθηκε είχε 3 μεταλλικές άκρες σε απόσταση 60 cm μεταξύ τους. Στα κύρια τεμάχια με απόσταση 30 cm μεταξύ των γραμμών, ο γραμμοχαράκτης που χρησιμοποιήθηκε είχε 6 μεταλλικές άκρες σε απόσταση 30 cm μεταξύ τους. Για το σχηματισμό των γραμμών και στις δύο περιπτώσεις, οι μεταλλικές άκρες τοποθετήθηκαν στο έδαφος σε βάθος 2–3 cm και οι γραμμοχαράκτες μετακινήθηκαν υπό γωνία περίπου 45° προς το έδαφος μέχρι το τέλος του κάθε υποτεμαχίου.

Το glyphosate (WSSA/HRAC Group 9) ήταν το μη εκλεκτικό μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο που χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο των ζιζανίων στα υποτεμάχια όπου πραγματοποιήθηκε ψευδοσπορά. Το glyphosate δρα παρεμποδίζοντας το ένζυμο 5-ενολοπυροσταφυλοσικιμική-3-φωσφορική συνθάση (EPSPS) και αναστέλλοντας έτσι τη βιοσύνθεση αρωματικών οξέων στα ζιζάνια όπου εφαρμόζεται. Πρόκειται για μια δραστική ουσία που είναι πολύ αποτελεσματική στην καταπολέμηση τόσο των ετήσιων όσο και των πολυετών ειδών ζιζανίων, καθώς χαρακτηρίζεται από ταχεία πρόσληψη από την περιοχή του φυλλώματος του φυτού και εξαιρετική διασυστηματική μετακίνηση σε μεριστωματικούς ιστούς, νεαρές ρίζες και φύλλα, υπόγεια αποθηκευτικά όργανα και κάθε άλλο ενεργά αναπτυσσόμενο φυτικό ιστό ή όργανο (Duke & Powles 2008). Ως εκ τούτου, επιλέχθηκε στην παρούσα μελέτη λόγω της ικανότητάς του να μετακινείται στα υπόγεια βλαστικά αναπαραγωγικά όργανα των πολυετών ζιζανίων που ήταν κυρίαρχα στον πειραματικό μας αγρό, δηλαδή την πορφυρή κύπερη και τον Γερμανό.

Στα υποτεμάχια Ψ0, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες, οι σπόροι κενάφ σπάρθηκαν στο έδαφος αμέσως μετά την προετοιμασία της σποροκλίνης και τα ζιζάνια αναπτύχθηκαν χωρίς να ελεγχθούν καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Οι ημερομηνίες σποράς ήταν 13 Απριλίου 2022 και 15 Απριλίου 2023, με ποσότητα σπόρου 10 kg ha<sup>-1</sup> και βάθος σποράς 2 cm. Η σπαρτική μηχανή χειρός Pannon K1 (Pannon Machine and Equipment Manufacturer, Ltd. Liability Co., Vecsés, Ουγγαρία) χρησιμοποιήθηκε για τη σπορά έπειτα από ρύθμιση της ποσότητας



σπόρου και του βάθους σποράς. Η ποσότητα σπόρου, το βάθος σποράς και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για τη σπορά διατηρήθηκαν και στα υποτεμάχια Ψ1 και Ψ2. Στα υποτεμάχια Ψ1, η σπορά καθυστέρησε τρεις εβδομάδες μετά την προετοιμασία της σποροκλίνης. Μετά από αυτό το διάστημα, το glyphosate εφαρμόστηκε για τον έλεγχο των νεαρών ζιζανίων στις 7 Μαΐου 2022 και στις 7 Μαΐου 2023. Το χρονικό διάστημα μεταξύ της αρχικής προετοιμασίας της σποροκλίνης και της εφαρμογής του glyphosate ήταν έξι εβδομάδες στα υποτεμάχια Ψ2. Οι ημερομηνίες των εφαρμογών glyphosate ήταν 26 Μαΐου 2022 και 27 Μαΐου 2023.

Στα υποτεμάχια Ψ1 και Ψ2, η σπορά καθυστέρησε για μια επιπλέον εβδομάδα μετά την εφαρμογή glyphosate, ώστε να επιτραπεί η πρόσληψη του ζιζανιοκτόνου από τα ζιζάνια και η μετακίνηση του στους φυτικούς ιστούς τους. Μετά από αυτό το χρονικό διάστημα, οι φυσιολογικές λειτουργίες των ζιζανίων που δέχθηκαν τις εφαρμογές είχαν σταματήσει και τα συμπτώματα του glyphosate άρχισαν να εμφανίζονται. Τα ζιζάνια είχαν ήδη παρουσιάσει το σύμπτωμα της επιναστίας (οπτική παρατήρηση) και η παρουσία τους δεν μπορούσε πλέον να εμποδίσει τη κίνηση του γραμμοχαράκτη για τον σχηματισμό των γραμμών της καλλιέργειας. Ως εκ τούτου, το 2022, το κενάφ σπάρθηκε στις 15 Μαΐου και στις 2 Ιουνίου στα υποτεμάχια Ψ1 και Ψ2, αντίστοιχα. Το 2023, οι ημερομηνίες σποράς ήταν 14 Μαΐου για τα υποτεμάχια Ψ1 και 4 Ιουνίου για τα υποτεμάχια Ψ2. Εφαρμόστηκε επιφανειακή αζωτούχος λίπανση για τη παροχή 75 kg N ha<sup>-1</sup> όταν τα φυτά του κενάφ είχαν ύψος 40-50 cm και η άρδευση έγινε με σύστημα στάγδην άρδευσης καλύπτοντας, μαζί με τις βροχοπτώσεις, τις ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό με βάση την εξατμισοδιαπνοή της κατά τα δύο καλλιεργητικά έτη. Κατά τη διάρκεια του πειράματος δεν εντοπίστηκαν ούτε μυκητολογικές ασθένειες ούτε προσβολές από εχθρούς.

Δεδομένης της πολύ περιορισμένης βροχόπτωσης στα μέσα Απριλίου τόσο κατά το 2022 όσο και κατά το 2023, η άρδευση ήταν απαραίτητη για την εμφάνιση και ανάπτυξη των ζιζανίων στα υποτεμάχια Ψ1 και Ψ2. Ένας αρδευτικός πύραυλος τοποθετήθηκε στο κέντρο κάθε κύριου τεμαχίου για την άρδευση του χωραφιού την ημέρα μετά την αρχική προετοιμασία της σποροκλίνης. Πραγματοποιήθηκαν δύο αρδεύσεις με διαφορά πέντε ημερών. Αυτές οι πρώτες αρδεύσεις είχαν επίσης ως στόχο να παρέχουν στους σπόρους του κενάφ επαρκή εδαφική υγρασία για βλάστηση στα υποτεμάχια Ψ0. Μία εβδομάδα αργότερα, τα υποτεμάχια Ψ1 και Ψ2 δέχθηκαν δύο ακόμη αρδεύσεις σε ίδια διαστήματα με κατάκλυση που πραγματοποιήθηκε προσεκτικά με λάστιχο κήπου. Τα ίδια πειραματικά τεμάχια έλαβαν μια τελική άρδευση με

κατάκλυση τρεις ημέρες πριν από την εφαρμογή του glyphosate, ώστε να διασφαλιστεί ότι τα ζιζάνια δεν θα ήταν στρεσαρισμένα λόγω ξηρασίας κατά τη στιγμή του ψεκασμού.

Το glyphosate (Roundup® Ultra, Bayer Hellas A.B.E.E., Αθήνα, Ελλάδα) εφαρμόστηκε στη δόση των 2.700 g a.e. ha<sup>-1</sup> με ηλεκτρική ψεκαστήρα μπαταρίας Volpi V. black Elektron (Davide & Luigi Volpi S.p.a., Μάντοβα, Ιταλία), καλιμπραρισμένη για την παροχή 300 L ha<sup>-1</sup> ψεκαστικού διαλύματος μέσω ενός κωνικού ορειχάλκινου ακροφυσίου σε σταθερή πίεση 200 kPa. Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε το μεσημέρι (12:00–13:00) σε ηλιόλουστες ημέρες με πολύ χαμηλή ταχύτητα ανέμου (1–2 km h<sup>-1</sup>).

Ο χρόνος εφαρμογής του glyphosate τρεις και έξι εβδομάδες μετά την προετοιμασία του της σποροκλίνης και την έναρξη της εμφάνισης των ζιζανίων επιλέχθηκε με βάση τον βιολογικό κύκλο της πορφυράς κύπερης και του γερμανού. Ανάλογα με τις εδαφοκλιματικές συνθήκες, και τα δύο αυτά είδη ζιζανίων βρίσκονται πριν ή κατά το στάδιο της ανθοφορίας 3 έως 6 εβδομάδες μετά την εμφάνιση τους. Όταν εφαρμοστεί το glyphosate σε αυτά τα φαινολογικά στάδια είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό (Peerzada 2017, Roberts & Florentine 2022). Επιπλέον, όταν έγιναν οι εφαρμογές glyphosate, τα περισσότερα ετήσια ζιζάνια βρίσκονταν στο στάδιο της ταχείας βλαστικής τους ανάπτυξης και ήταν επίσης πολύ ευαίσθητα στο ζιζανιοκτόνο.

#### 4.2.3. Συλλογή δεδομένων

Ο Δείκτης Βλάστησης Κανονικοποιημένης Διαφοράς (Normalized Difference Vegetation Index; NDVI), η πυκνότητα και η βιομάζα των ζιζανίων ήταν οι ζιζανιολογικές παράμετροι που αξιολογήθηκαν κατά τις δύο καλλιεργητικές περιόδους (2022 και 2023). Όλες οι αξιολογήσεις πραγματοποιήθηκαν σε τέσσερα μεταλλικά πλαίσια (quadrat) έκτασης 0,25 m<sup>2</sup>, τα οποία τοποθετήθηκαν σε κάθε πειραματική μονάδα σε περιοχές με ομοιόμορφη ζιζανιοχλωρίδα και μακριά από τα περιθώρια και «μαρκαρίστηκαν» με ξύλινους πασσάλους ύψους 1 m. Ο δείκτης NDVI των ζιζανίων μετρήθηκε χρησιμοποιώντας έναν φορητό οπτοηλεκτρονικό αισθητήρα χειρός Trimble® GreenSeeker® (Trimble Agriculture Division, Westminster, CO, ΗΠΑ). Ο αισθητήρας διαθέτει αυτόνομο φωτισμό στις φασματικές περιοχές του ερυθρού (Red) και του εγγύς υπερέρυθρου (NIR) όπου μετρά την ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας σύμφωνα με την εξίσωση:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Λόγω του τρόπου υπολογισμού του NDVI, η επιδείνωση της υγείας της βλάστησης μπορεί να ανιχνευθεί από μειωμένες τιμές του δείκτη (Tremblay et al. 2009). Ο αισθητήρας μετρά την πράσινη περιοχή της φυλλικής επιφάνειας των φυτών και εμφανίζει χαμηλότερες τιμές όταν εμφανίζονται χλωρωτικά συμπτώματα στη φυλλική επιφάνεια των ζιζανίων που έχουν δεχθεί εφαρμογή ζιζανιοκτόνου. Η μέτρηση του δείκτη NDVI έχει αποδειχθεί ότι είναι μια αξιόπιστη, μη καταστροφική εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων από δύο έως και 5–6 εβδομάδες μετά την εφαρμογή (Kanatats et al. 2021a). Εκτός από την επίδραση των ζιζανιοκτόνων, το χαμηλό NDVI μπορεί επίσης να αποδοθεί σε χαμηλή πυκνότητα και βιομάζα ζιζανίων, καθώς ο αισθητήρας «σκανάρει» περιοχές γυμνού εδάφους χωρίς ζιζάνια με θετικές τιμές κοντά στο μηδέν.

Στο πείραμά μας, ο δείκτης NDVI μετρήθηκε το μεσημέρι (12:00–14:00) σε ηλιόλουστες ημέρες χωρίς βροχόπτωση. Ο οπτοηλεκτρονικός αισθητήρας τοποθετήθηκε σε ύψος 40 cm πάνω από το φύλλωμα των ζιζανίων σε κάθε quadrat για τη σάρωση της πράσινης περιοχής της φυλλικής επιφάνειας των ζιζανίων. Στα υποτεμάχια Ψ1 και Ψ2, οι αξιολογήσεις του δείκτη NDVI πραγματοποιήθηκαν δύο, τρεις, τέσσερις και πέντε εβδομάδες μετά την εφαρμογή glyphosate (A1, A2, A3 και A4, αντίστοιχα). Αυτές οι χρονικές στιγμές συνέπεσαν με μία, δύο, τρεις και τέσσερις εβδομάδες μετά τη σπορά του κενάφ. Στα υποτεμάχια Ψ0 (αμεταχειρίστος μάρτυρας), ο δείκτης NDVI μετρήθηκε επίσης τέσσερις φορές, μία, δύο, τρεις και τέσσερις εβδομάδες μετά τη σπορά (A1, A2, A3 και A4, αντίστοιχα).

Στις ίδιες περιοχές δειγματοληψίας, τα ζιζάνια συγκομίστηκαν επτά εβδομάδες μετά την εφαρμογή του glyphosate στα υποτεμάχια Ψ1 και Ψ2, δηλαδή έξι εβδομάδες μετά τη σπορά του κενάφ. Τα ζιζάνια συγκομίστηκαν επίσης έξι εβδομάδες μετά τη σπορά στα υποτεμάχια Ψ0. Τα ζιζάνια συλλέχθηκαν με το χέρι, τοποθετήθηκαν σε αριθμημένες πλαστικές σακούλες και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο, όπου διαχωρίστηκαν και ταξινομήθηκαν ανά είδος και έπειτα μετρήθηκε η πυκνότητά τους ανά μονάδα επιφάνειας. Τα δεδομένα πυκνότητας παρουσιάζονται ανά είδος για τα πολυετή ζιζάνια που κυριάρχησαν στον αγρό, δηλαδή τη πορφυρή κύπερη και τον Γερμανό. Σχετικά με τα ετήσια είδη, τα δεδομένα πυκνότητας χωρίστηκαν σε δύο υποκατηγορίες: ετήσια αγρωστώδη ζιζάνια και ετήσια πλατύφυλλα ζιζάνια. Τα δεδομένα για την πυκνότητα των ετήσιων αγρωστωδών και των ετήσιων πλατύφυλλων δεν παρουσιάστηκαν σε επίπεδο είδους, καθώς τα περισσότερα είδη δεν είχαν ομοιόμορφη παρόντα σε όλες τις πειραματικές μονάδες. Οι πυκνότητες όλων των κατηγοριών ζιζανίων αθροίστηκαν για τον

υπολογισμό της συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων ανά μονάδα επιφάνειας. Δύο άλλα πολυετή ζιζάνια που εμφανίστηκαν σποραδικά σε κηλίδες σε ορισμένες πειραματικές μονάδες, και συγκεκριμένα ο βέλιουρας (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) και η αγριάδα (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), συμπεριλήφθηκαν στις μετρήσεις της συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων. Οι ίδιες ταξινομήσεις χρησιμοποιήθηκαν επίσης για την αξιολόγηση της βιομάζας των ζιζανίων ανά μονάδα επιφάνειας. Μετά τη μέτρηση της πυκνότητας, τα δείγματα ξηράθηκαν σε φούρνο σε θερμοκρασία αέρα 65 °C μέχρι να αποκτήσουν σταθερό βάρος. Το ξηρό βάρος των ταξινομημένων δειγμάτων των ζιζανίων μετρήθηκε χρησιμοποιώντας ψηφιακή ζυγαριά.

Όσον αφορά τις παραμέτρους του κενάφ, για να εκτιμηθεί η επιτυχία της εγκατάστασης της φυτείας, μετρήθηκαν οι αρχικές και τελικές πυκνότητες του κενάφ. Ο αρχικός πληθυσμός του κενάφ μετρήθηκε πέντε εβδομάδες μετά τη σπορά σε δύο κεντρικές περιοχές 1 m<sup>2</sup> σε κάθε υποτεμάχιο. Οι περιοχές δειγματοληψίας καθορίστηκαν με τη χρήση ενός ξύλινου τετράγωνου πλαισίου έκτασης 1 m<sup>2</sup>. Ο τελικός πληθυσμός του κενάφ μετρήθηκε κατά τη συγκομιδή με την ίδια διαδικασία. Το ποσοστό εγκατάστασης εκφράστηκε ως το ποσοστό του λόγου μεταξύ της αρχικής και της τελικής πυκνότητας του κενάφ κατά τη συγκομιδή.

Η συγκομιδή του κενάφ πραγματοποιήθηκε στο φαινολογικό στάδιο της ωρίμανσης των λοβών, όταν τα στελέχη του κενάφ είχαν αποφυλλωθεί. Σε ημέρες χωρίς βροχοπτώσεις, τα στελέχη κόπηκαν στο επίπεδο του εδάφους με τη χρήση ενός βενζινοκίνητου αλυσοπρίονου Husqvarna® 120 Mark II (Husqvarna AB (publ), Στοκχόλμη, Σουηδία) από δύο κεντρικά σημεία δειγματοληψίας έκτασης 1 m<sup>2</sup> σε κάθε πειραματική μονάδα. Οι ημερομηνίες συγκομιδής στα Ψ0 ήταν η 21η Οκτωβρίου 2022 και η 16η Οκτωβρίου 2023. Τα υποτεμάχια Ψ1 συγκομίστηκαν στις 5 Νοεμβρίου 2022 και στις 8 Νοεμβρίου 2023. Στα υποτεμάχια Ψ2, η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις 11 Νοεμβρίου 2022 και στις 9 Νοεμβρίου 2023. Μετά τη συγκομιδή, όπως προαναφέρθηκε, καταμετρήθηκε ο τελικός αριθμός των φυτών του κενάφ, το μέσο ύψος του στελέχους τους και η διάμετρος της βάσης του στελέχους των συγκομισθέντων φυτών. Το ύψος του στελέχους μετρήθηκε με μετροταινία που τοποθετήθηκε από την άκρη έως τη βάση του στελέχους (σημείο συγκομιδής) ενώ η διάμετρος του στελέχους μετρήθηκε με παχύμετρο που τοποθετήθηκε στη βάση του.

Τα στελέχη που συλλέχθηκαν αεροξηράθηκαν σε φούρνο στους 65°C μέχρι να αποκτήσουν σταθερό βάρος και στη συνέχεια η απόδοση σε ξηρή βιομάζα του στελέχους ανά μονάδα επιφάνειας μετρήθηκε με ψηφιακή ζυγαριά ακριβείας.

Οι ημερομηνίες εκτέλεσης των σημαντικών ενεργειών που πραγματοποιήθηκαν στον πειραματικό αγρό στις δύο καλλιεργητικές περιόδους (2022 και 2023) συνοψίζονται παρακάτω (Πίνακας 15).

**Πίνακας 15.** Ημερομηνίες εκτέλεσης σημαντικών ενεργειών στον πειραματικό αγρό.

Ενέργεια	Ψ0		Ψ1		Ψ2	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Σπορά	13 Απριλίου	15 Απριλίου	15 Μαΐου	14 Μαΐου	2 Ιουνίου	4 Ιουνίου
Εφαρμογή glyphosate	-	-	7 Μαΐου	7 Μαΐου	26 Μαΐου	27 Μαΐου
NDVI ζιζανίων (A1)	20 Απριλίου	24 Απριλίου	21 Μαΐου	22 Μαΐου	9 Ιουνίου	12 Ιουνίου
NDVI ζιζανίων (A2)	27 Απριλίου	30 Απριλίου	28 Μαΐου	31 Μαΐου	16 Ιουνίου	20 Ιουνίου
NDVI ζιζανίων (A3)	6 Μαΐου	8 Μαΐου	3 Ιουνίου	7 Ιουνίου	23 Ιουνίου	28 Ιουνίου
NDVI ζιζανίων (A4)	13 Μαΐου	15 Μαΐου	10 Ιουνίου	15 Ιουνίου	1 Ιουλίου	5 Ιουλίου
Συλλογή ζιζανίων	28 Μαΐου	1 Ιουνίου	24 Ιουνίου	30 Ιουνίου	16 Ιουλίου	20 Ιουλίου
Συγκομιδή κενάφ	21 Οκτωβρίου	16 Οκτωβρίου	5 Νοεμβρίου	8 Νοεμβρίου	11 Νοεμβρίου	9 Νοεμβρίου

#### 4.2.4. Στατιστική ανάλυση δεδομένων

Η κανονική κατανομή όλων των δεδομένων επιβεβαιώθηκε με τη δοκιμασία των Shapiro-Wilk (Shapiro & Wilk 1965) και η ομοσκεδασιμότητα τους ελέγχθηκε με τη δοκιμασία του Levene (Levene 1960). Όλα τα δεδομένα υποβλήθηκαν σε Ανάλυση Παραλλακτικότητας τριπλής κατεύθυνσης (three-way ANOVA) στην οποία οι επιδράσεις του έτους (E) (2022 και 2023), της απόστασης μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας (ΑΓ) (60-cm και 30-cm) και της ψευδοσποράς (Ψ) (Ψ0, Ψ1 και Ψ2) στις παραμέτρους των ζιζανίων και του κενάφ θεωρήθηκαν σταθερές, ενώ οι επιδράσεις των επαναλήψεων (blocks) θεωρήθηκαν τυχαίες. Όλες οι ANOVA πραγματοποιήθηκαν με επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Οι πολλαπλές συγκρίσεις μεταξύ των μέσων πραγματοποιήθηκαν με τη μέθοδο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ; Least Significance Difference; LSD) του Fischer.

### 4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 4.3.1. NDVI ζιζανίων

Η ψευδοσπορά (Ψ) ήταν ο μόνος παράγοντας που επηρέασε τον δείκτη NDVI των ζιζανίων στις τρεις πρώτες αξιολογήσεις του ( $p \leq 0,001$ , A1, A2 και A3). Στην τέταρτη αξιολόγηση του δείκτη NDVI (A4), στατιστικά σημαντικές ήταν οι επιδράσεις του παράγοντας της απόστασης μεταξύ των γραμμών (ΑΓ) της καλλιέργειας ( $p \leq 0,05$ ), της ψευδοσποράς (Ψ) ( $p \leq 0,001$ ) και της αλληλεπίδρασης τους ΑΓ × Ψ ( $p \leq 0,05$ ) (Πίνακας 16).

**Πίνακας 16.** Οι επιδράσεις του έτους (Ε), των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών (ΑΓ), της ψευδοσποράς (Ψ) και των αλληλεπιδράσεων Ε × ΑΓ, Ε × Ψ, ΑΓ × Ψ και Ε × ΑΓ × Ψ στις τιμές του δείκτη NDVI των ζιζανίων σε τέσσερις αξιολογήσεις του (Α1, Α2, Α3 και Α4).

ΠΠ	ΒΕ	NDVI ζιζανίων							
		Α1		Α2		Α3		Α4	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Επανάληψη	2								
Ε	1	0,39	0,5973	0,03	0,8740	0,07	0,8218	0,33	0,6231
Σφάλμα (α)	2								
ΑΓ	1	0,25	0,6455	0,10	0,7633	2,49	0,1894	11,90	*
Ε × ΑΓ	1	0,11	0,7572	0,42	0,5543	0,37	0,5763	1,87	0,2434
Σφάλμα (β)	4								
Ψ	2	228,78	***	558,16	***	806,75	***	1,071,76	***
Ε × Ψ	2	1,31	0,2970	0,17	0,8437	0,05	0,9511	0,25	0,7798
ΑΓ × Ψ	2	0,32	0,7315	0,20	0,8225	0,62	0,5522	3,72	*
Ε × ΑΓ × Ψ	2	0,55	0,5890	0,16	0,8546	0,09	0,9162	2,64	0,1018
Σφάλμα (γ)	16								
Σύνολο	35								

ΠΠ: Πηγή Παραλλακτικότητας, ΒΕ: Βαθμοί Ελευθερίας, Σφάλμα (α): Επανάληψη × Ε, Σφάλμα (β): Επανάληψη × ΑΓ(Ε), Σφάλμα (γ): Επανάληψη × Ψ(ΑΓ × Ε), \*:  $p \leq 0,05$ , \*\*:  $p \leq 0,01$ , \*\*\*:  $p \leq 0,001$ .

Στην πρώτη αξιολόγηση Α1, ο δείκτης NDVI των ζιζανίων ήταν πάνω από 0,60 στα υποτεμάχια Ψ0 και κάτω από 0,25 στα υποτεμάχια Ψ1 και Ψ2 (Γράφημα 96).

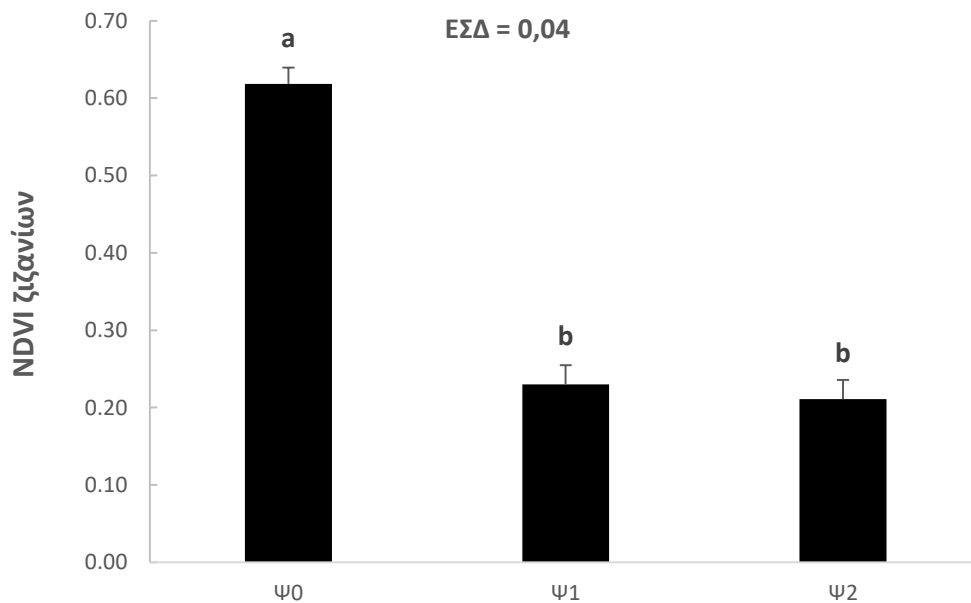
Στη δεύτερη αξιολόγηση (A2), ο δείκτης NDVI στα υποτεμάχια Ψ1 παρέμεινε χαμηλότερος από ό,τι στα υποτεμάχια Ψ0, με τα υποτεμάχια Ψ2 να παρουσιάζει τις χαμηλότερες τιμές (Γράφημα 97).

Παρόμοια αποτελέσματα καταγράφηκαν και στην A3 (Γράφημα 98).

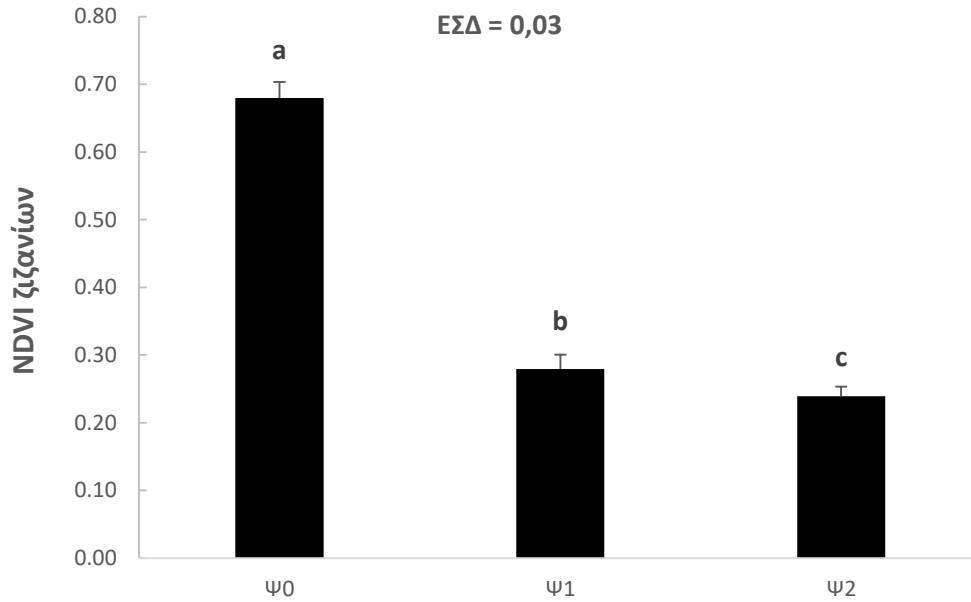
Στην τελική αξιολόγηση A4, η μεγάλη απόσταση μεταξύ των γραμμών (60-cm) έδωσε υψηλότερο NDVI ζιζανίων συγκριτικά με τη μειωμένη απόσταση μεταξύ των γραμμών (30-cm) και η διαφορά ήταν σημαντική (Γράφημα 99).

Ο NDVI των ζιζανίων ήταν 0,78 στα υποτεμάχια Ψ0, 0,45 στα Ψ1 και η χαμηλότερη τιμή ήταν 0,36 στα υποτεμάχια Ψ2 (Γράφημα 100).

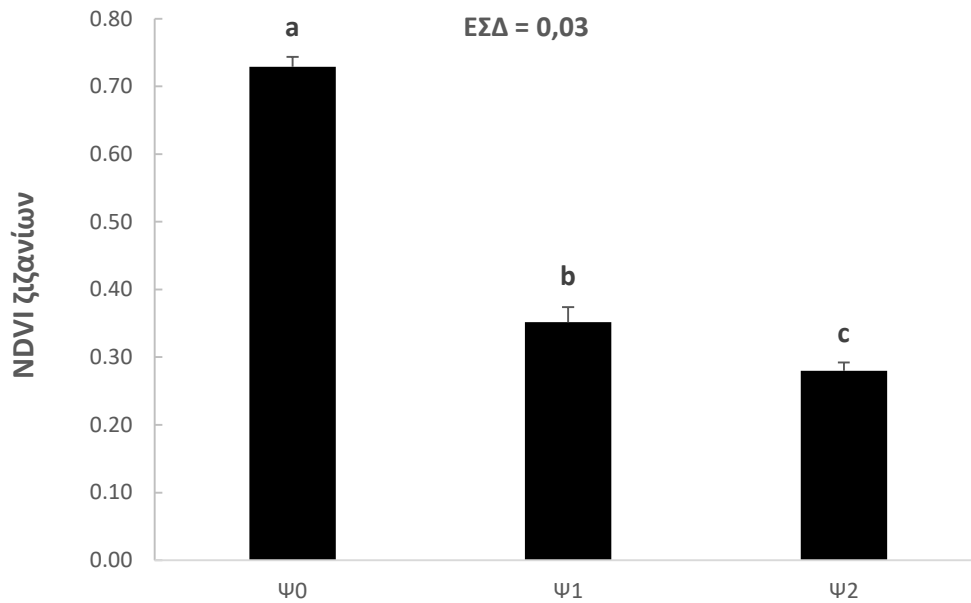
Οι διαφορές μεταξύ των αλληλεπιδράσεων ΑΓ × Ψ ακολούθησαν τη παρακάτω φθίνουσα σειρά: 60-cm/Ψ0 > 30-cm/Ψ0 > 60-cm/Ψ1 ≥ 30-cm/Ψ1 > 60-cm/Ψ2 ≥ 30-cm/Ψ2 (Γράφημα 101).



**Γράφημα 96.** Πρώτη αξιολόγηση του NDVI των ζιζανίων στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

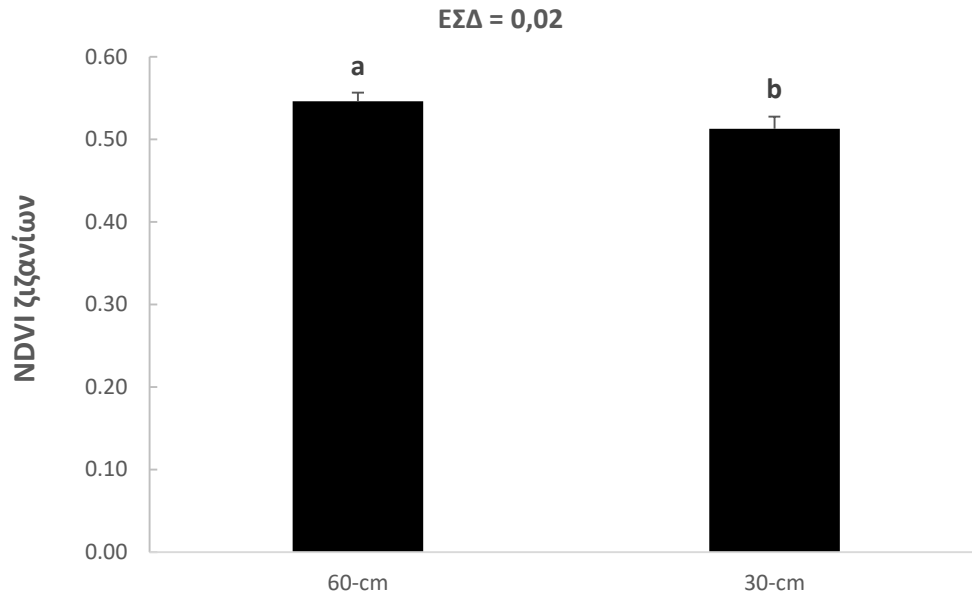


**Γράφημα 97.** Δεύτερη αξιολόγηση του NDVI των ζιζανίων στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

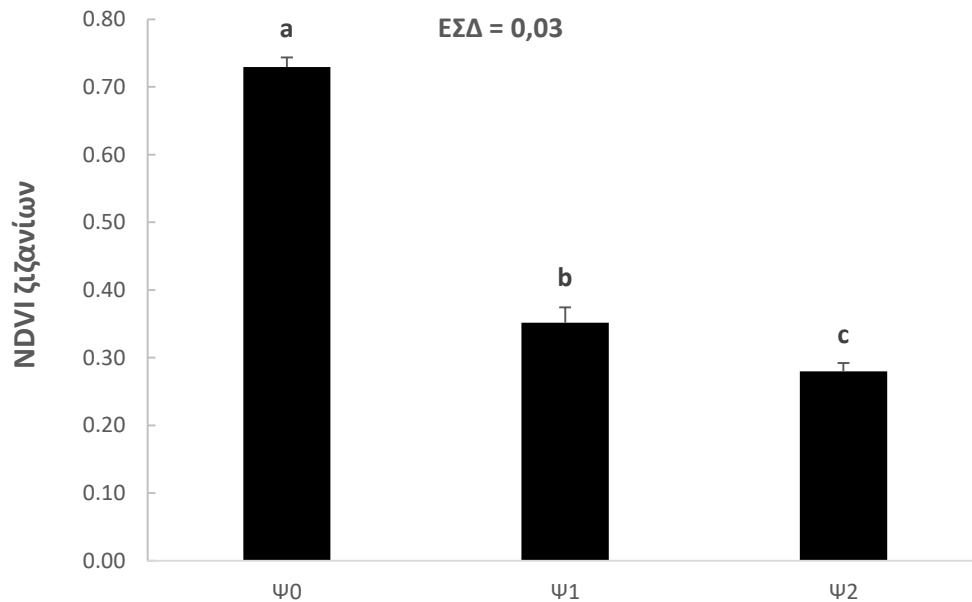


**Γράφημα 98.** Τρίτη αξιολόγηση του NDVI των ζιζανίων στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

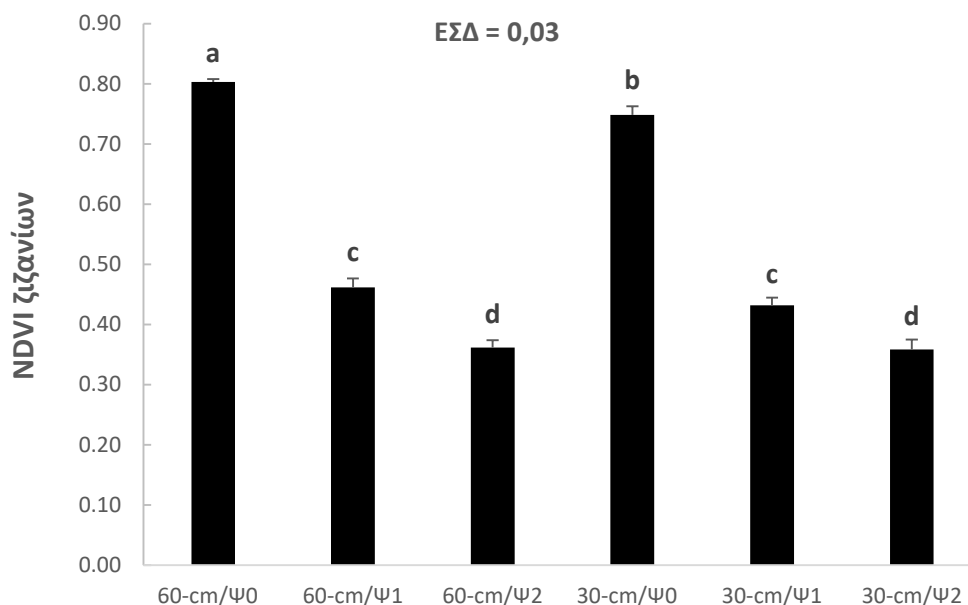




**Γράφημα 99.** Τέταρτη αξιολόγηση του NDVI των ζιζανίων στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 100.** Τέταρτη αξιολόγηση του NDVI των ζιζανίων στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 101.** Τέταρτη αξιολόγηση του NDVI των ζιζανίων για τις αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

#### 4.3.2. Πυκνότητα ζιζανίων

Η πυκνότητα της πορφυρής κύπερης διέφερε σημαντικά μεταξύ των ετών ( $p \leq 0,01$ ). Η επίδραση του έτους (E) ήταν σημαντική στην πυκνότητα του γερμανού ( $p \leq 0,05$ ), στην πυκνότητα των ετήσιων ζιζανίων (αγρωστώδη και πλατύφυλλα;  $p \leq 0,05$ ) και στη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων ( $p \leq 0,001$ ). Η απόσταση μεταξύ των γραμμών (ΑΓ) επηρέασε την πυκνότητα της πορφυρής κύπερης ( $p \leq 0,001$ ), του γερμανού ( $p \leq 0,001$ ), των ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων ( $p \leq 0,01$ ), των ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων ( $p \leq 0,01$ ) και τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων ( $p \leq 0,001$ ). Όλες οι παραπάνω παράμετροι επηρεάστηκαν από την ψευδοσπορά (Ψ) ( $p \leq 0,001$ ). Η αλληλεπίδραση E × ΑΓ επηρέασε την πυκνότητα των ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων ( $p \leq 0,05$ ) και τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων ( $p \leq 0,001$ ). Η αλληλεπίδραση E × Ψ άσκησε σημαντική επίδραση στην πυκνότητα και των δύο πολυετών ζιζανίων (πορφυρή κύπερη;  $p \leq 0,001$ , γερμανός;  $p \leq 0,05$ ). Η αλληλεπίδραση αυτή επηρέασε επίσης την πυκνότητα των ετήσιων αγρωστωδών, ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων και τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων ( $p \leq 0,001$ ). Βρέθηκε και σημαντική αλληλεπίδραση ΑΓ × Ψ στη συνολική πυκνότητα ζιζανίων ( $p \leq 0,001$ ) και την πυκνότητα της πορφυρής κύπερης ( $p \leq 0,001$ ), του γερμανού ( $p \leq 0,01$ ), των ετήσιων αγρωστωδών ( $p \leq 0,001$ ) και των ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων ( $p \leq 0,05$ ).

**Πίνακας 17.** Οι επιδράσεις του έτους (Ε), των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών (ΑΓ), της ψευδοσποράς (Ψ) και των αλληλεπιδράσεων Ε × ΑΓ, Ε × Ψ, ΑΓ × Ψ και Ε × ΑΓ × Ψ στην πυκνότητα της πορφυρής κύπερης, του γερμανού, των ετησίων αγρωστώδων και πλατύφυλλων ζιζανίων και τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων.

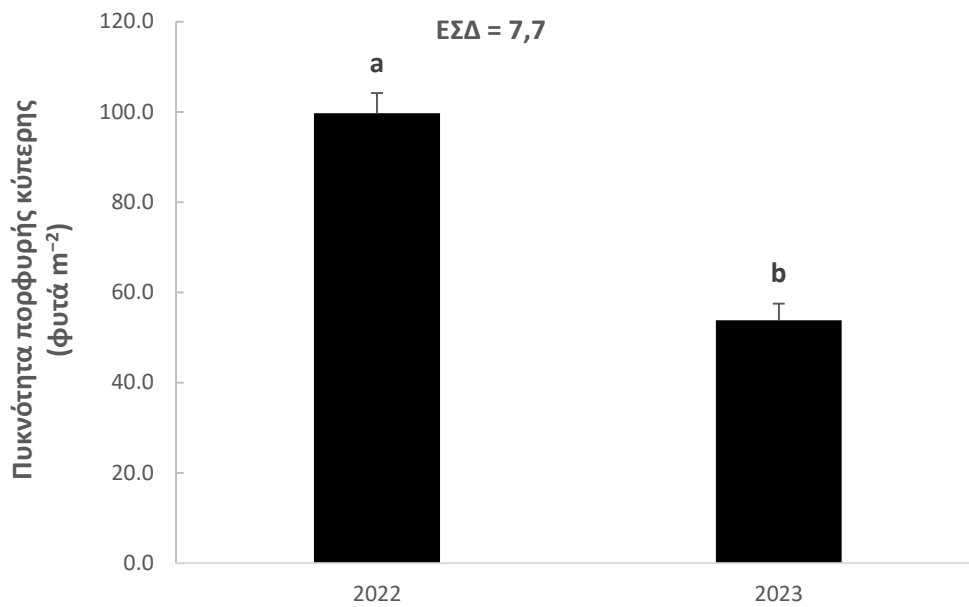
ΠΠ	ΒΕ	Πυκνότητα ζιζανίων									
		Πολυετή ζιζάνια				Ετήσια ζιζάνια				Συνολική	
		Πορφυρή κύπερη		Γερμανός		Αγρωστώδη		Πλατύφυλλα		F	p
		F	p	F	p	F	p	F	p		
Επανάληψη	2										
Ε	1	664,34	**	23,98	*	48,20	*	41,67	*	159,38	***
Σφάλμα (α)	2										
ΑΓ	1	234,16	***	84,65	***	22,08	**	38,69	***	214,61	***
Ε × ΑΓ	1	4,97	0,0897	3,58	0,1315	7,20	0,0550	7,83	*	23,13	***
Σφάλμα (β)	4										
Ψ	2	1.423,28	***	70,19	***	84,39	***	135,66	***	950,76	***
Ε × Ψ	2	39,19	***	3,72	*	6,25	***	1,45	0,2627	19,38	***
ΑΓ × Ψ	2	94,61	***	9,80	**	15,21	***	4,06	*	52,86	***
Ε × ΑΓ × Ψ	2	0,30	0,7428	0,55	0,5892	0,82	0,4599	1,89	0,1839	2,29	0,1339
Σφάλμα (γ)	16										
Σύνολο	35										

ΠΠ: Πηγή Παραλλακτικότητας, ΒΕ: Βαθμοί Ελευθερίας, Σφάλμα (α): Επανάληψη × Ε, Σφάλμα (β): Επανάληψη × ΑΓ(Ε), Σφάλμα (γ): Επανάληψη × Ψ(ΑΓ × Ε), \*:  $p \leq 0,05$ , \*\*:  $p \leq 0,01$ , \*\*\*:  $p \leq 0,001$ .

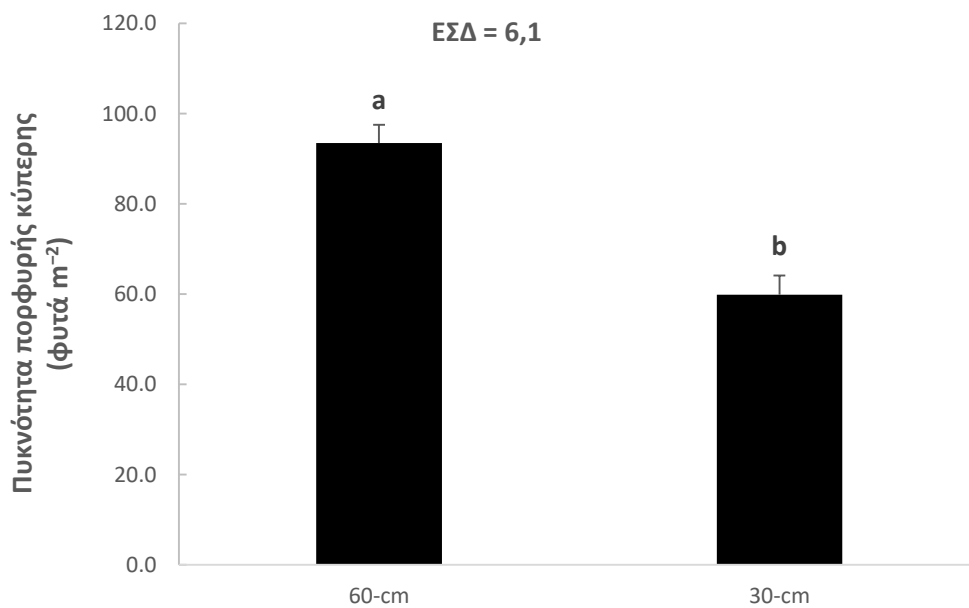
Η πυκνότητα της πορφυρής κύπερης ήταν 99,7 φυτά  $m^{-2}$  το 2022 και 53,8 φυτά  $m^{-2}$  το 2023 (Γράφημα 102). Η μειωμένη ΑΓ (30-cm) μείωσε κατά 36% τη πυκνότητα του ζιζανίου σε σύγκριση με τη μεγαλύτερη ΑΓ (60-cm) (Γράφημα 103). Κατά μέσο όρο, περίπου 175 φυτά  $m^{-2}$  αναπτύχθηκαν στα υποτεμάχια Ψ0, ενώ η πυκνότητα του είδους έπεσε κάτω από 40 φυτά  $m^{-2}$

στα υποτεμάχια  $\Psi_1$  και κάτω από 20 φυτά  $m^{-2}$  στα υποτεμάχια  $\Psi_2$  (Γράφημα 104). Όσον αφορά την αλληλεπίδραση  $E \times \Psi$  (Γράφημα 105), η πυκνότητα της πορφυρής κύπερης στα υποτεμάχια  $\Psi_0$  ήταν 36% χαμηλότερη το 2023 (2023/ $\Psi_0$ ) από ό,τι το 2022 (2022/ $\Psi_0$ ). Η πορφυρή κύπερη είχε ακόμη χαμηλότερη πυκνότητα στα υποτεμάχια  $\Psi_1$  το 2022 (2022/ $\Psi_1$ ; 55,2 φυτά  $m^{-2}$ ) και το 2023 (2023/ $\Psi_1$ ; 19,0 φυτά  $m^{-2}$ ). Η μεταχείριση  $\Psi_2$  είχε πυκνότητα 29,5 φυτά  $m^{-2}$  το 2022 (2022/ $\Psi_2$ ), τιμή υψηλότερη από της αλληλεπίδρασης 2023/ $\Psi_1$  και χαμηλότερη από της 2022/ $\Psi_1$ . Μόνο 6,0 φυτά  $m^{-2}$  επιβίωσαν από την εφαρμογή του glyphosate στα υποτεμάχια  $\Psi_2$  κατά το δεύτερο έτος του πειράματος (2023/ $\Psi_2$ ). Οι υψηλότερες τιμές πυκνότητας των αλληλεπιδράσεων  $AG \times \Psi$  αντιστοιχούσαν στον συνδυασμό 60-cm/ $\Psi_0$ . Αντίθετα, οι αλληλεπιδράσεις 60-cm/ $\Psi_2$  και 30-cm/ $\Psi_2$  έδειξαν τη μέγιστη αποτελεσματικότητα αφού επιβίωσαν λιγότερα από 20 φυτά  $m^{-2}$  σε αυτές τις πειραματικές μονάδες. Ενδιάμεσες τιμές καταγράφηκαν στις πειραματικές μονάδες 60-cm/ $\Psi_1$  (42,2 φυτά  $m^{-2}$ ) και 30-cm/ $\Psi_1$  (32,0 φυτά  $m^{-2}$ ). Επιπλέον, μεγάλες τιμές πυκνότητας σημειώθηκαν στις πειραματικές μονάδες 30-cm/ $\Psi_0$  (Γράφημα 106).

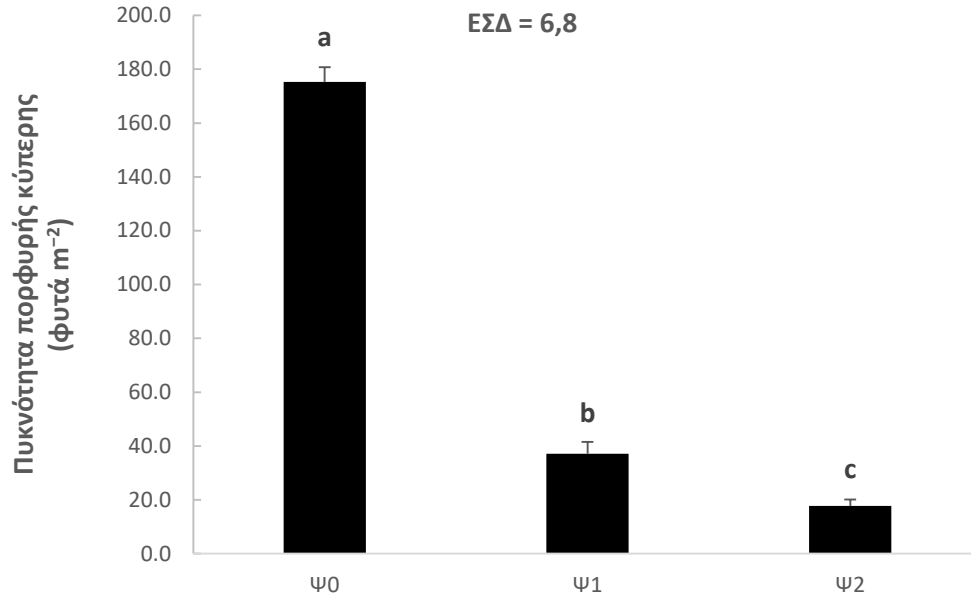
Η πυκνότητα του γερμανού ήταν υψηλότερη το 2022 από ό,τι το 2023 (Γράφημα 107). Η μειωμένη  $AG$  30-cm μείωσε την πυκνότητα του ζιζανίου κατά περίπου 50% σε σύγκριση με την 60-cm (Γράφημα 108). Η μεταχείριση  $\Psi_1$  μείωσε την πυκνότητα του είδους κατά 47% σε σύγκριση με την  $\Psi_0$ . Η  $\Psi_2$  μείωσε την πυκνότητα του γερμανού κατά 58% και 78% σε σύγκριση με τις  $\Psi_1$  και  $\Psi_0$ , αντίστοιχα (Γράφημα 109). Όσον αφορά την αλληλεπίδραση  $E \times \Psi$  (Γράφημα 110), τα υποτεμάχια  $\Psi_0$  είχαν την υψηλότερη πυκνότητα ( $\geq 27-30$  φυτά  $m^{-2}$ ) και τα δύο έτη (2022/ $\Psi_0$  και 2023/ $\Psi_0$ ). Χαμηλότερος αριθμός φυτών (18,7 φυτά  $m^{-2}$ ) αντιστοιχούσε στην αλληλεπίδραση 2022/ $\Psi_1$ . Οι χαμηλότερες πυκνότητες αυτού του ζιζανίου (5–8 φυτά  $m^{-2}$ ) αντιστοιχούσαν στις αλληλεπιδράσεις 2022/ $\Psi_2$ , 2023/ $\Psi_1$ , 2023/ $\Psi_2$ . Αναφορικά με τις αλληλεπιδράσεις  $AG \times \Psi$ , ο συνδυασμός 60-cm/ $\Psi_0$  ήταν ο λιγότερο αποτελεσματικός για την καταπολέμηση του ζιζανίου σε αντίθεση με τις αλληλεπιδράσεις 30-cm/ $\Psi_2$ , 30-cm/ $\Psi_1$  και 60-cm/ $\Psi_1$  που έδειξαν μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Επιπλέον, παρατηρήθηκε μέτριος έλεγχος του γερμανού στις πειραματικές μονάδες 30-cm/SSB-0 και 60-cm/SSB-1 (Γράφημα 111).



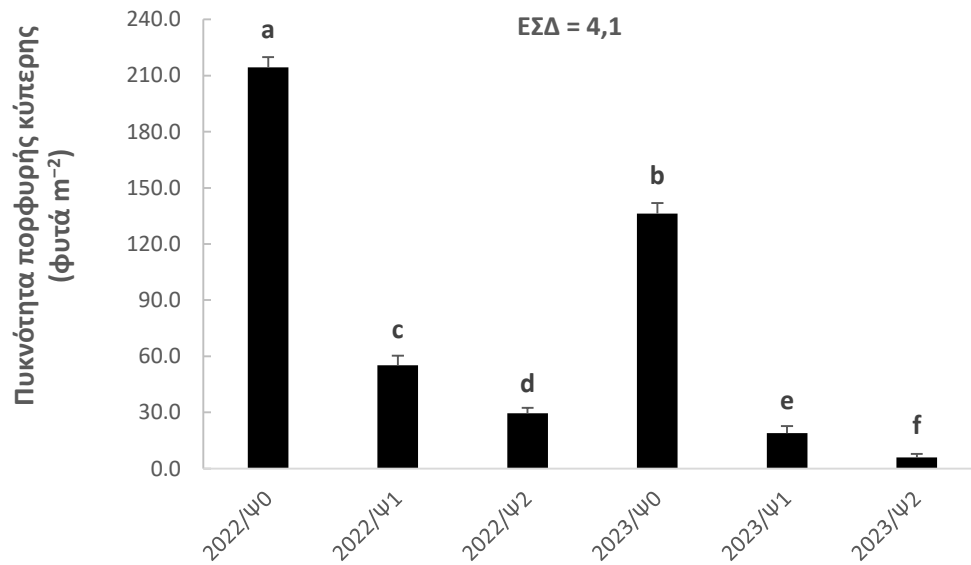
**Γράφημα 102.** Πυκνότητα πορφυρής κύπερης (φυτά m<sup>-2</sup>) το 2022 και το 2023. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



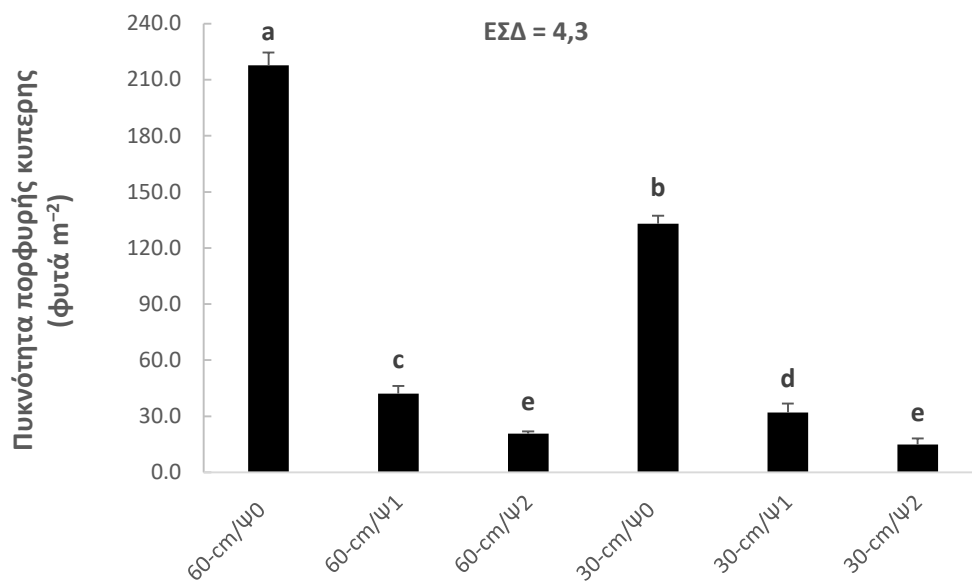
**Γράφημα 103.** Πυκνότητα πορφυρής κύπερης (φυτά m<sup>-2</sup>) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



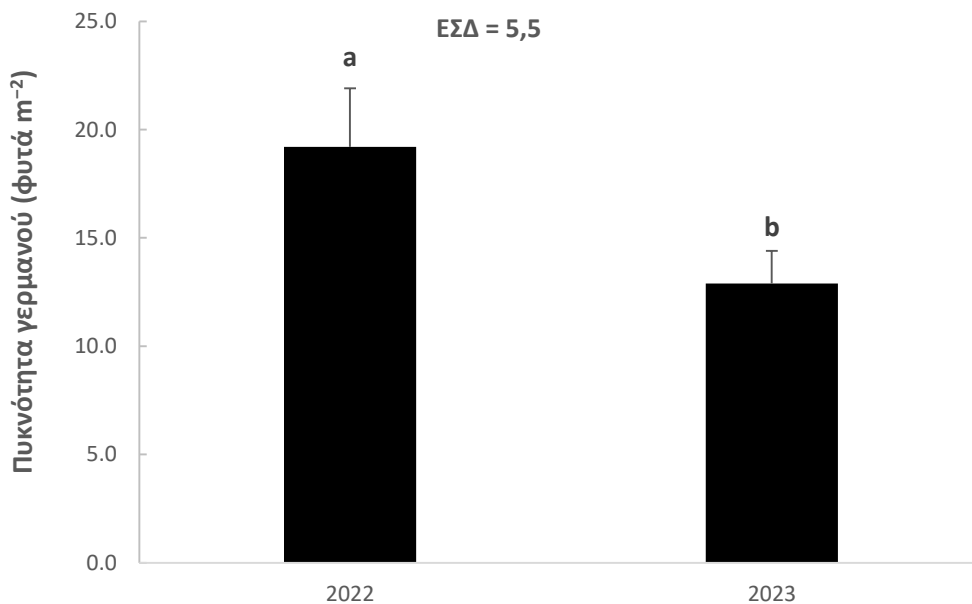
**Γράφημα 104.** Πυκνότητα πορφύρας κύπερης (φυτά m<sup>-2</sup>) στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



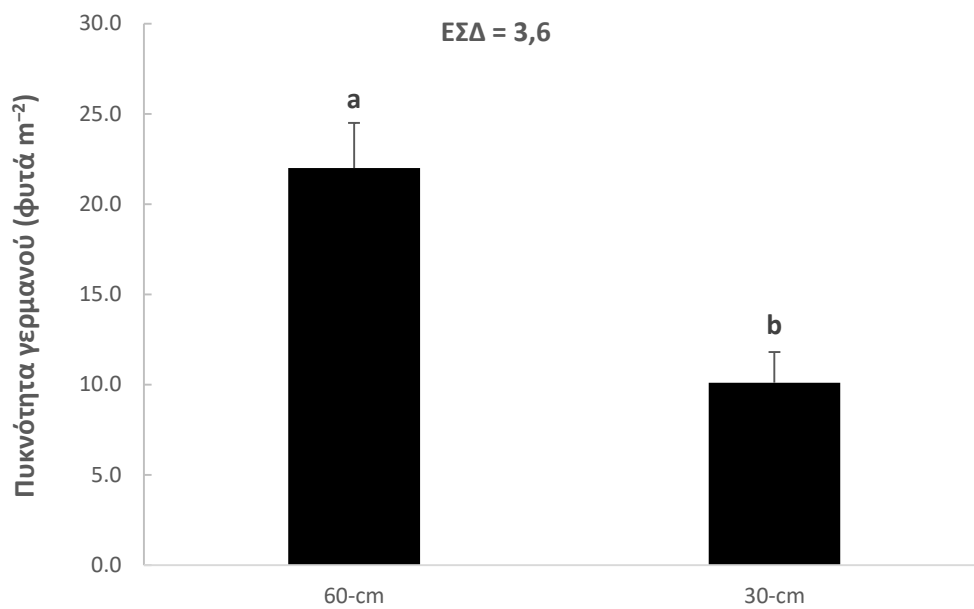
**Γράφημα 105.** Πυκνότητα πορφύρας κύπερης (φυτά m<sup>-2</sup>) για τις αλληλεπιδράσεις Ε × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



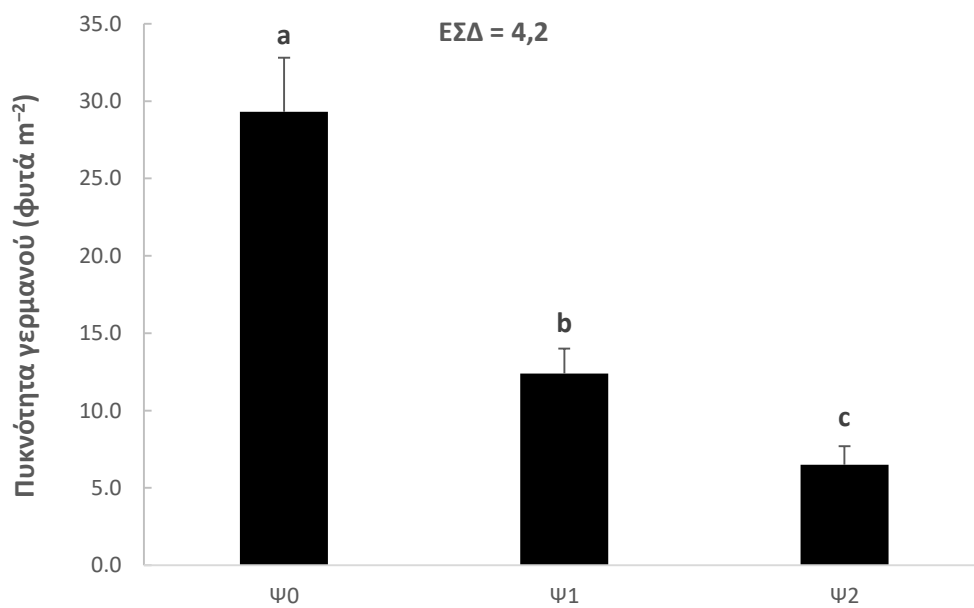
**Γράφημα 106.** Πυκνότητα πορφύρης κύπερης (φυτά m<sup>-2</sup>) για τις αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 107.** Πυκνότητα γερμανού (φυτά m<sup>-2</sup>) το 2022 και το 2023. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

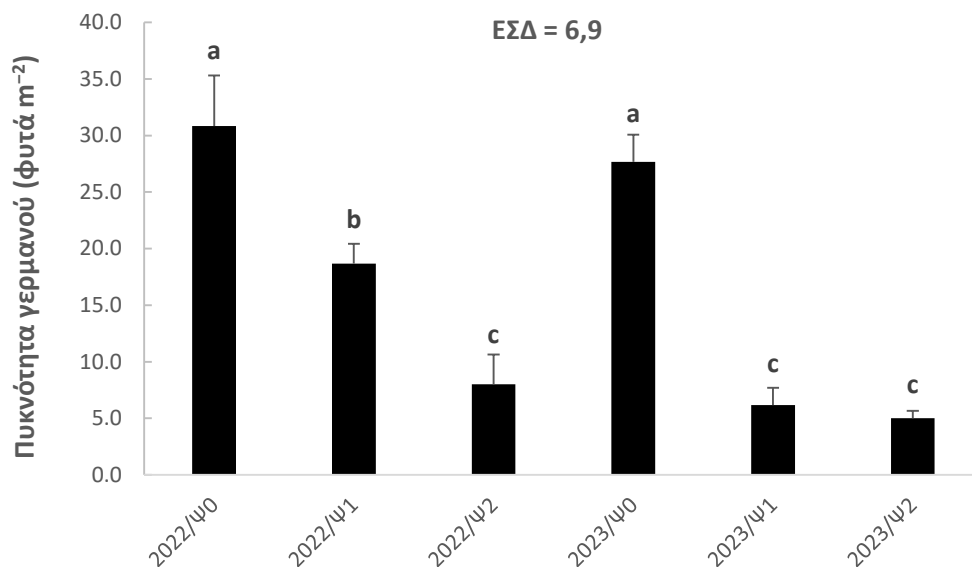


**Γράφημα 108.** Πυκνότητα γερμανού (φυτά m<sup>-2</sup>) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

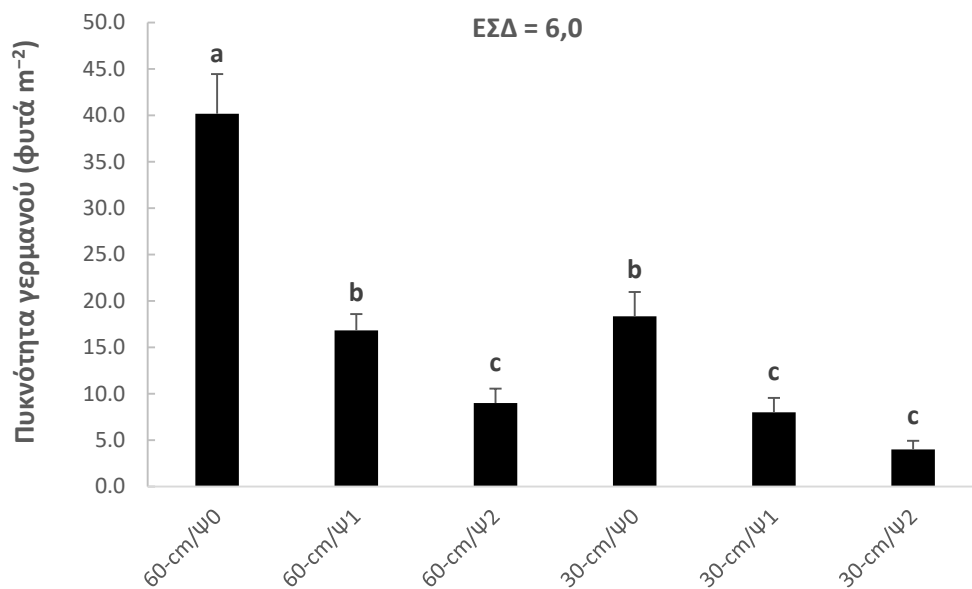


**Γράφημα 109.** Πυκνότητα γερμανού (φυτά m<sup>-2</sup>) στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.





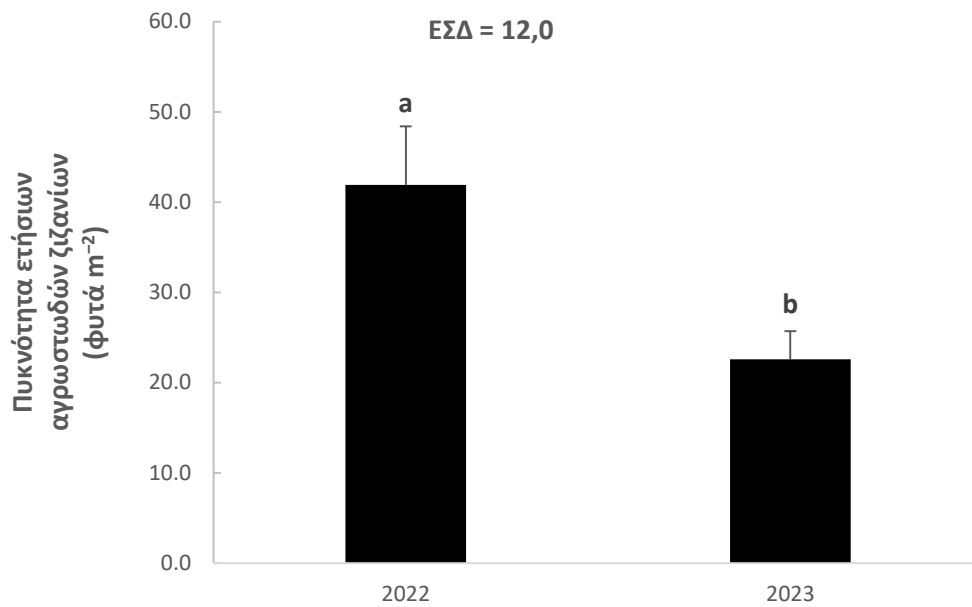
**Γράφημα 110.** Πυκνότητα γερμανού (φυτά m<sup>-2</sup>) για τις αλληλεπιδράσεις Ε × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



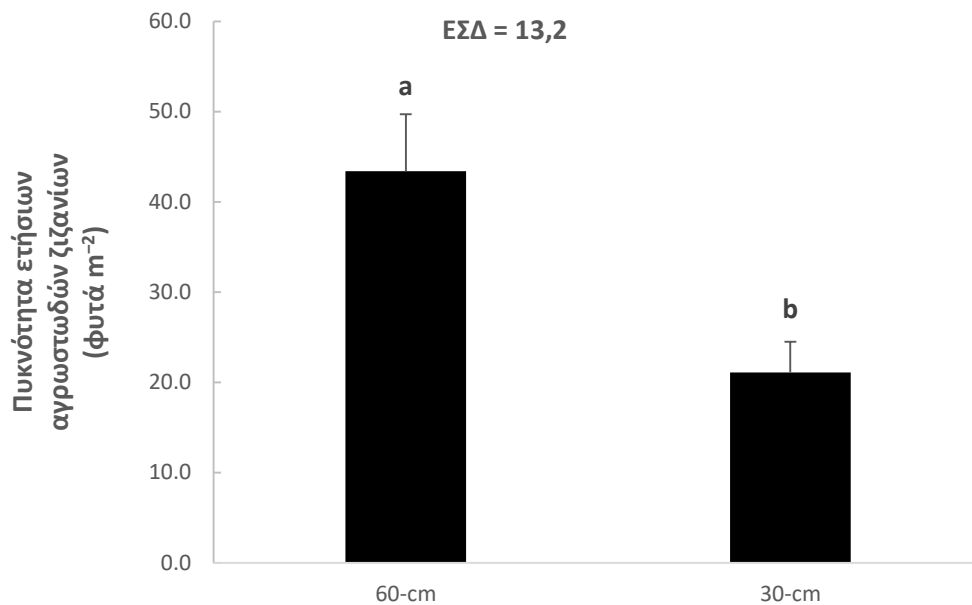
**Γράφημα 111.** Πυκνότητα γερμανού (φυτά m<sup>-2</sup>) για τις αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

Σε σύγκριση με το 2023, η πυκνότητα των ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων μειώθηκε κατά 46% το 2022 (Γράφημα 112). Η μειωμένη ΑΓ 30-cm μείωσε την εμφάνιση των ετήσιων αγρωστωδών κατά το ήμισυ σε σύγκριση με την 60-cm (Γράφημα 113). Τα επίπεδα του παράγοντα της ψευδοσποράς διέφεραν με την ακόλουθη φθίνουσα σειρά:  $\Psi_0 > \Psi_1 > \Psi_2$  (Γράφημα 114). Επιπλέον, ο συνδυασμός 2022/ $\Psi_0$  ήταν η αλληλεπίδραση  $E \times \Psi$  με τη μεγαλύτερη πυκνότητα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων ( $> 75$  φυτά  $m^{-2}$ ). Στα υποτεμάχια  $\Psi_0$  το 2023 (2023/ $\Psi_0$ ), υπήρχαν λιγότερα ετήσια αγρωστώδη ( $< 43$  φυτά  $m^{-2}$ ). Ακόμη χαμηλότερες τιμές αντιστοιχούσαν στις αλληλεπιδράσεις 2022/ $\Psi_1$  και 2023/ $\Psi_1$  (Γράφημα 115). Η μεταχείριση  $\Psi_2$  είχε ως αποτέλεσμα τη χαμηλότερη πυκνότητα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων (7,5–17,1 φυτά  $m^{-2}$ ) τόσο το 2022 (2022/ $\Psi_2$ ) όσο και το 2023 (2023/ $\Psi_2$ ). Σχετικά με την αλληλεπίδραση ΑΓ  $\times$   $\Psi$ , οι συνδυασμοί 30-cm/ $\Psi_0$  μείωσαν την πυκνότητα των ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων κατά 55% σε σύγκριση με τον 60-cm/ $\Psi_0$ . Ο συνδυασμός 60-cm/ $\Psi_1$  έτεινε να μειώσει περαιτέρω πυκνότητα των ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων. Οι συνδυασμοί 30-cm/ $\Psi_1$  και 60-cm/ $\Psi_2$  είχαν 19,8 και 17,5 ετήσια αγρωστώδη ζιζάνια  $m^{-2}$ , στις αντίστοιχες πειραματικές μονάδες. Οι χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν για τον συνδυασμό 30-cm/ $\Psi_2$  (Γράφημα 116).

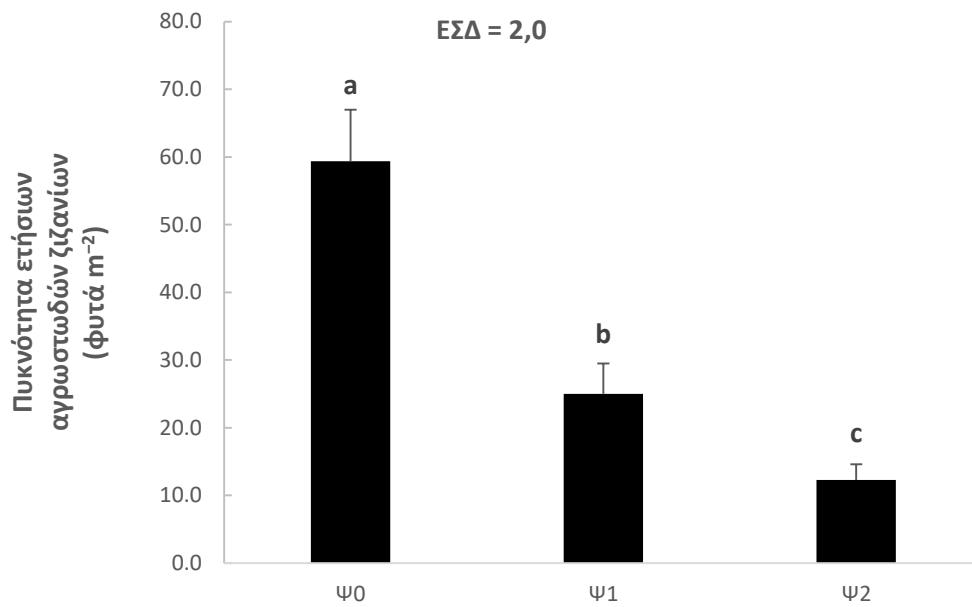
Λιγότερα (28%) ετήσια πλατύφυλλα ζιζάνια υπήρχαν στον πειραματικό αγρό κατά το πρώτο πειραματικό έτος (Γράφημα 117). Η πυκνότητα των ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων ήταν 40% χαμηλότερη στα κύρια τεμάχια με τη μειωμένη ΑΓ 30-cm (Γράφημα 118). Τα υποτεμάχια  $\Psi_0$  είχαν την υψηλότερη πυκνότητα ετήσιων πλατύφυλλων, ενώ οι χαμηλότερες τιμές πυκνότητας παρατηρήθηκαν στα υποτεμάχια  $\Psi_2$ . Οι ενδιάμεσες τιμές αντιστοιχούσαν στα υποτεμάχια  $\Psi_1$  (Γράφημα 119). Διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των αλληλεπιδράσεων  $E \times$  ΑΓ (Γράφημα 120). Στα κύρια τεμάχια με ΑΓ 60-cm, η πυκνότητα των ετήσιων πλατύφυλλων ήταν κατά 35% χαμηλότερη το 2023 (2023/60-cm) από ό,τι το 2022 (2022/60-cm). Επιπλέον, τα ετήσια πλατύφυλλα είχαν μικρότερη πυκνότητα σε κύρια τεμάχια με ΑΓ 30-cm το 2022 (2022/30-cm) και ακόμη μικρότερη το 2023 (2023/30-cm). Η αλληλεπίδραση ΑΓ  $\times$   $\Psi$  επηρέασε επίσης πυκνότητα των ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων ανά μονάδα επιφάνειας. Συγκεκριμένα, οι σημαντικές διαφορές μεταξύ των αλληλεπιδράσεων ΑΓ  $\times$   $\Psi$  ακολούθησαν την εξής φθίνουσα σειρά: 60-cm/ $\Psi_0 > 30$ -cm/ $\Psi_0 > 60$ -cm/ $\Psi_1 > 30$ -cm/ $\Psi_1 \geq 60$ -cm/ $\Psi_2 > 30$ -cm/ $\Psi_2$  (Γράφημα 121).



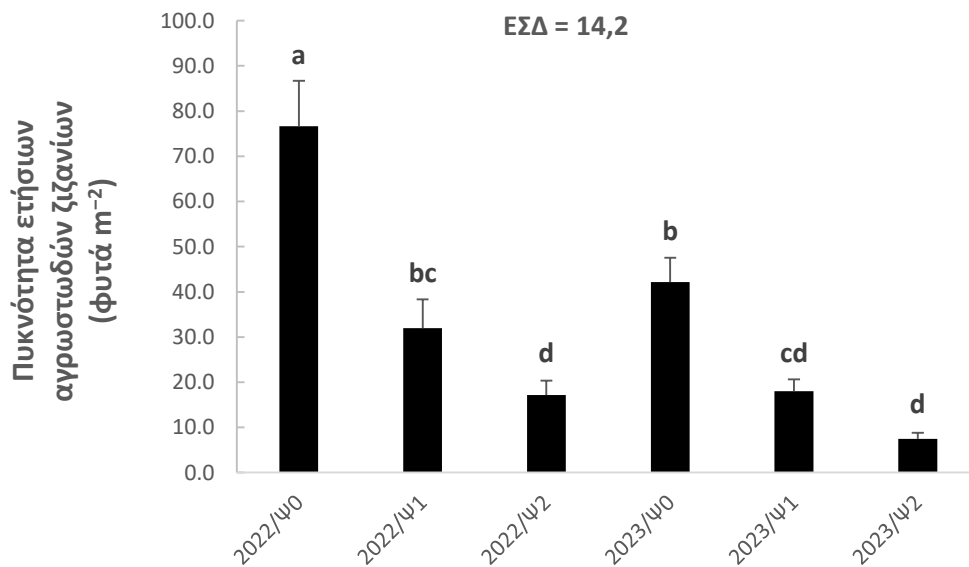
**Γράφημα 112.** Πυκνότητα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) το 2022 και το 2023. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



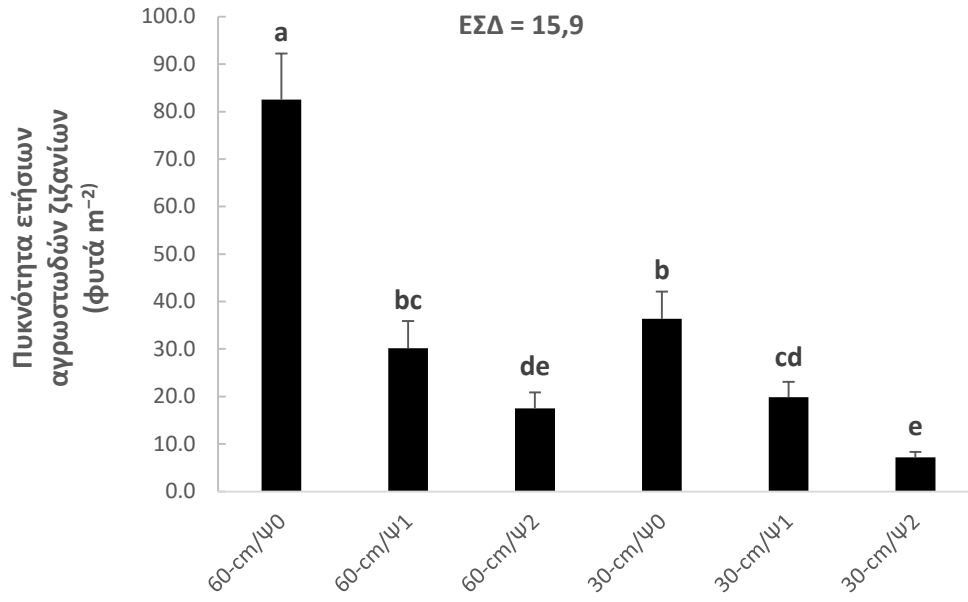
**Γράφημα 113.** Πυκνότητα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



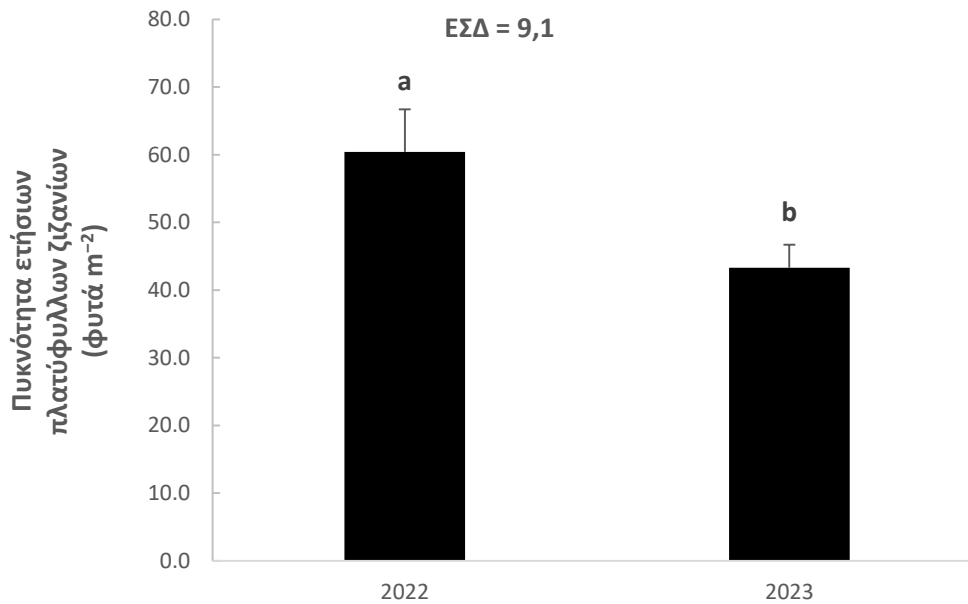
**Γράφημα 114.** Πυκνότητα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



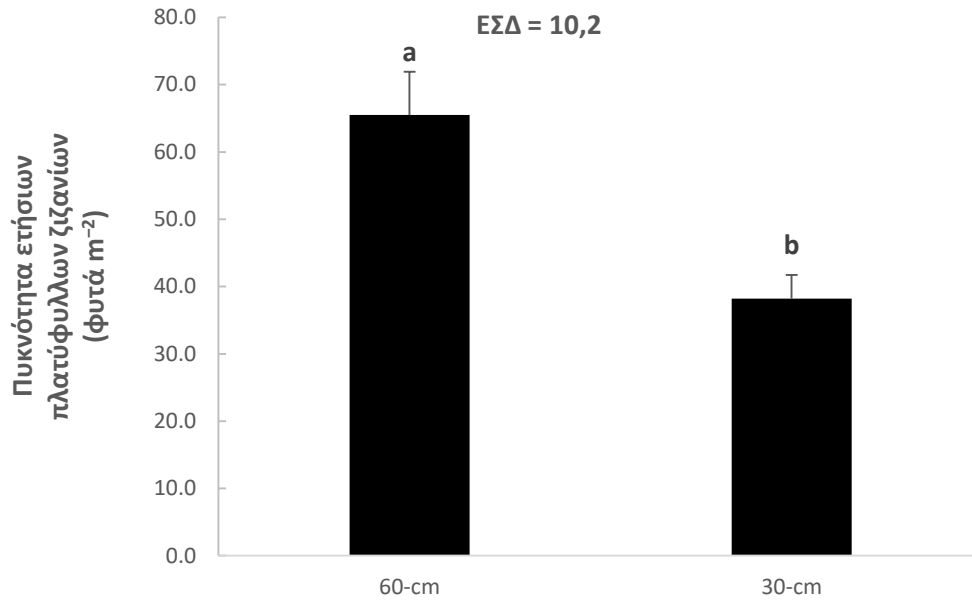
**Γράφημα 115.** Πυκνότητα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) για τις αλληλεπιδράσεις E × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



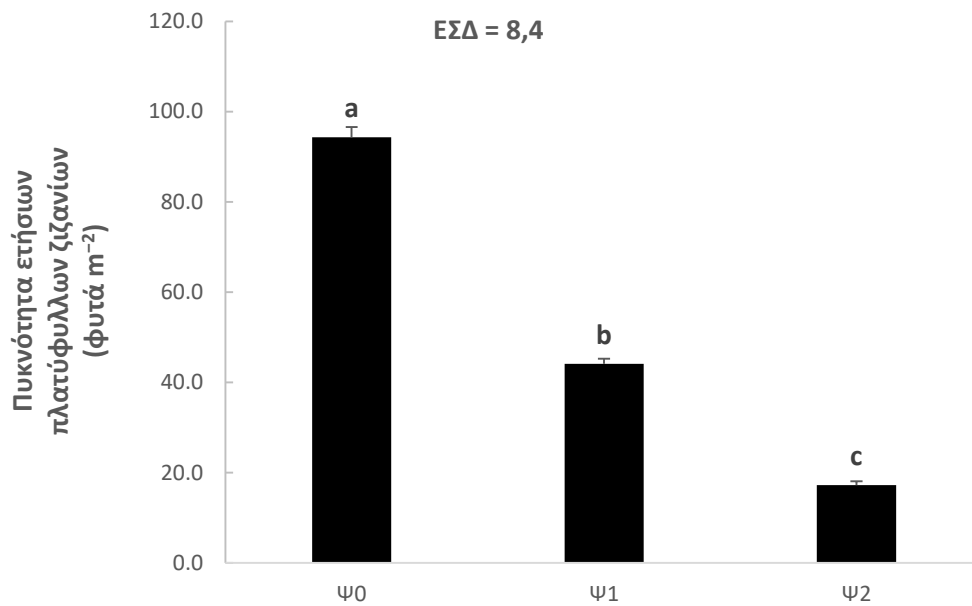
**Γράφημα 116.** Πυκνότητα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) για τις αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



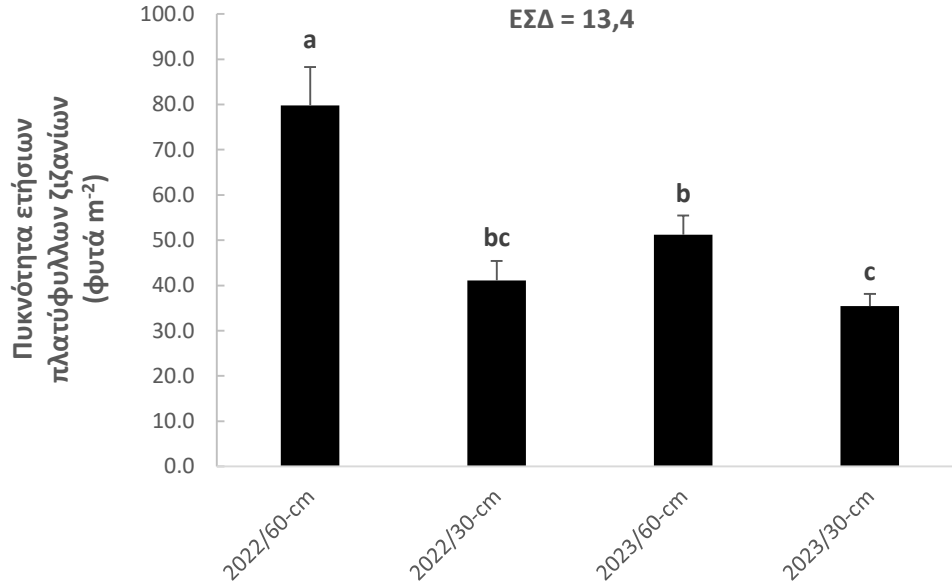
**Γράφημα 117.** Πυκνότητα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) το 2022 και το 2023. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



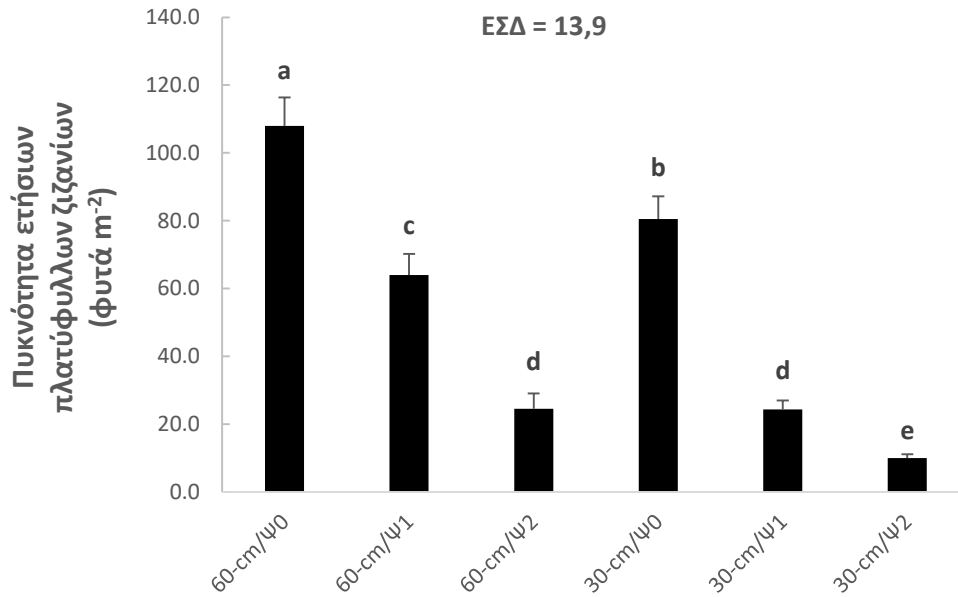
**Γράφημα 118.** Πυκνότητα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 119.** Πυκνότητα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

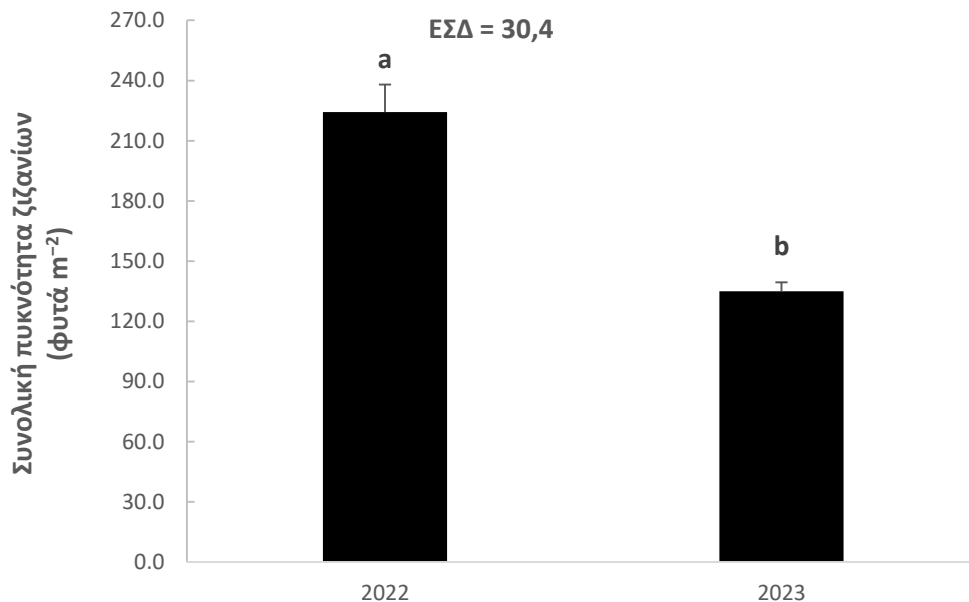


**Γράφημα 120.** Πυκνότητα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) για τις αλληλεπιδράσεις E × ΑΓ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



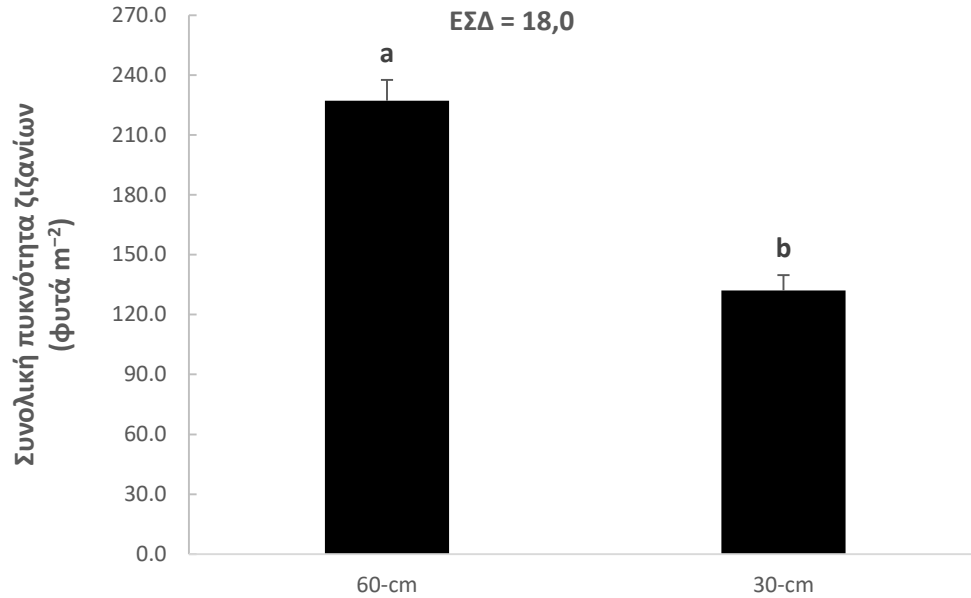
**Γράφημα 121.** Πυκνότητα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) για τις αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

Η συνολική πυκνότητα ζιζανίων ήταν χαμηλότερη το 2022 από ό,τι το 2023 (Γράφημα 122). Σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε μεταξύ των κυρίων τεμαχίων ΑΓ (30-cm: 132,1 ζιζάνια  $m^{-2}$ , 60-cm: 227,2 ζιζάνια  $m^{-2}$ ) (Γράφημα 123). Η μεταχείριση Ψ1 προκάλεσε 66% μείωση της συνολικής πυκνότητας ζιζανίων σε σύγκριση με την Ψ0. Η Ψ2 μείωσε τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων κατά 53% σε σύγκριση με την Ψ1. Η διαφορά μεταξύ Ψ0 και Ψ2 ήταν επίσης πολύ μεγάλη (84%) (Γράφημα 124). Σχετικά με την αλληλεπίδραση Ε × ΑΓ, η πυκνότητα ζιζανίων ήταν υψηλότερη για τον συνδυασμό 2022/60-cm, χαμηλότερη για τον 2023/30-cm και ενδιάμεση για τους συνδυασμούς 2023/60-cm και 2022/30-cm (Γράφημα 125). Η αλληλεπίδραση Ε × Ψ με την υψηλότερη πυκνότητα ζιζανίων ήταν η 2022/Ψ0, ακολουθούμενη από τις 2023/Ψ0 και 2022/Ψ1. Η συνολική πυκνότητα ζιζανίων συνέχισε να μειώνεται στα υποτεμάχια Ψ2 το 2022 (2022/Ψ2) και στα υποτεμάχια Ψ1 το 2023 (2023/Ψ1). Η χαμηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στα υποτεμάχια Ψ2 το 2023 (2023/Ψ2) (Γράφημα 126). Η αλληλεπίδραση Ε × Ψ με την ελάχιστη πυκνότητα ζιζανίων ήταν η 30 cm/Ψ2. Οι συνδυασμοί 60-cm/Ψ2 και 30-cm/Ψ1 ήταν λιγότερο αποτελεσματικοί, αλλά επίσης οδήγησαν σε σημαντική μείωση του φορτίου των ζιζανίων σε σύγκριση με τον 60-cm/Ψ1. Αντίθετα, η συνολική πυκνότητα ζιζανίων ήταν μέγιστη στις πειραματικές μονάδες 60-cm/Ψ0 και έπειτα στις 30 cm/Ψ0 (Γράφημα 127).

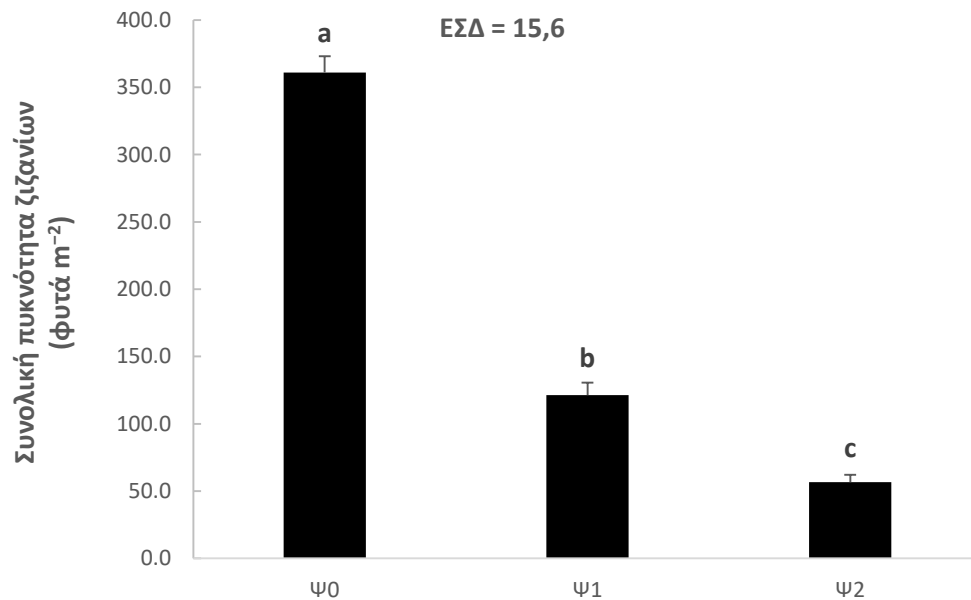


**Γράφημα 122.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά  $m^{-2}$ ) το 2022 και το 2023. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

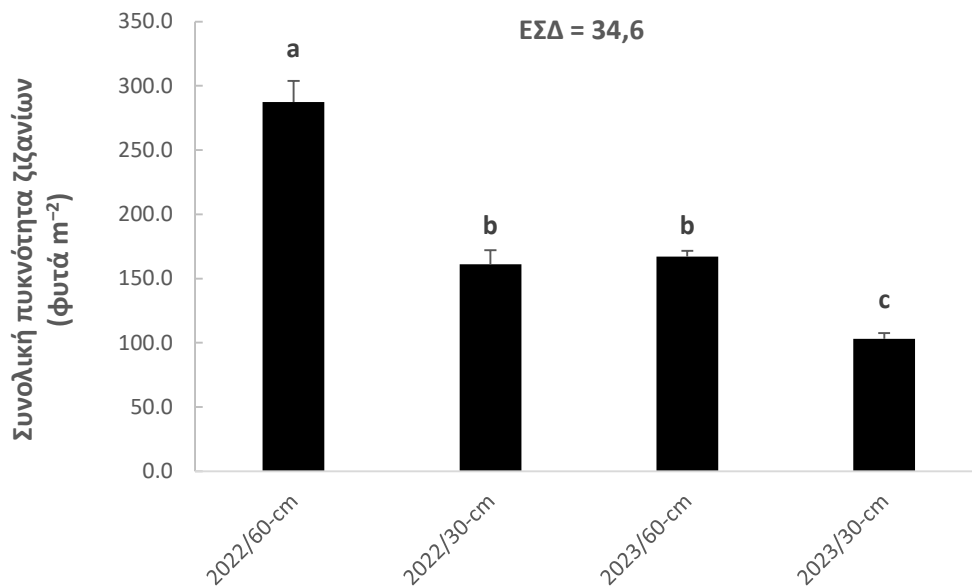




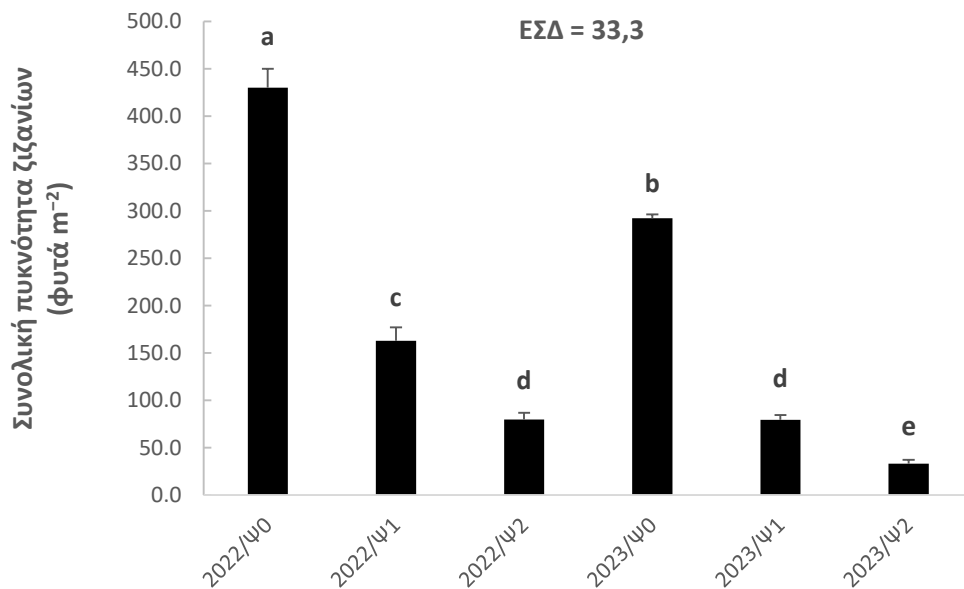
**Γράφημα 123.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



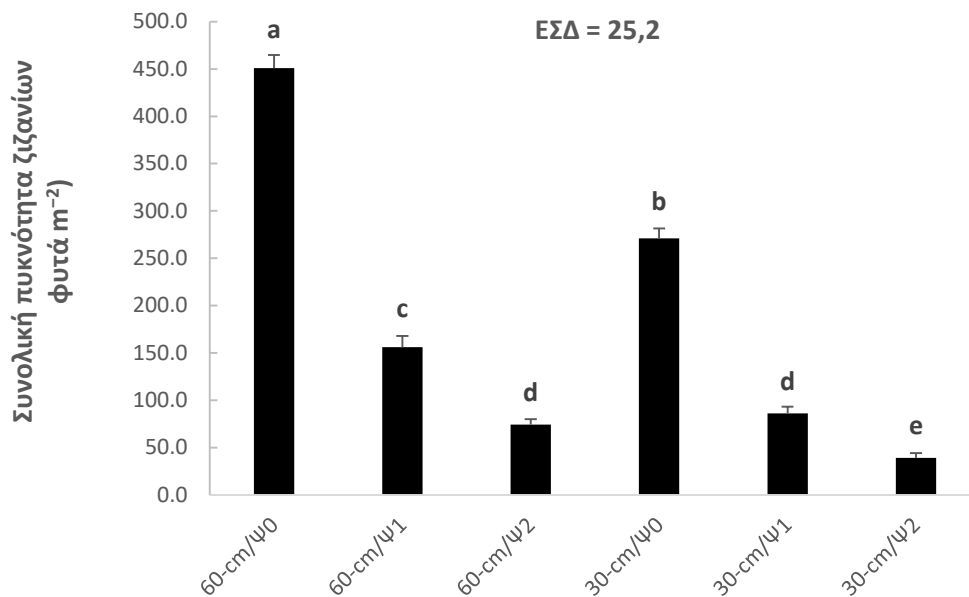
**Γράφημα 124.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 125.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) για τις αλληλεπιδράσεις E × ΑΓ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 126.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) για τις αλληλεπιδράσεις E × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 127.** Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά m<sup>-2</sup>) για τις αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

#### 4.3.3. Βιομάζα ζιζανίων

Τα έτη (E) επηρέασαν τη βιομάζα της πορφυρής κύπερης ( $p \leq 0,01$ ), του γερμανού ( $p \leq 0,05$ ), των ετήσιων αγρωστωδών ( $p \leq 0,01$ ), των ετήσιων πλατύφυλλων ( $p \leq 0,05$ ), καθώς και τη συνολική βιομάζα των ζιζανίων ( $p \leq 0,01$ ). Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών (ΑΓ) επηρέασε τη βιομάζα της πορφυρής κύπερης ( $p \leq 0,01$ ) και όλων των υπόλοιπων κατηγοριών ζιζανίων που μελετήθηκαν ( $p \leq 0,001$ ). Η επιρροή της ψευδοσποράς (Ψ) στη βιομάζα όλων των ζιζανίων ήταν καθοριστική ( $p \leq 0,001$ ). Η βιομάζα των ετήσιων ζιζανίων, δηλαδή των αγρωστωδών και των πλατύφυλλων, επηρεάστηκε από την αλληλεπίδραση E × ΑΓ ( $p \leq 0,001$ ), όπως και η συνολική βιομάζα των ζιζανίων ( $p \leq 0,01$ ). Η αλληλεπίδραση E × Ψ παρουσίασε σημαντικές επιδράσεις στη βιομάζα του γερμανού ( $p \leq 0,001$ ) και στη βιομάζα των ετήσιων αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων ( $p \leq 0,05$ ). Επιπλέον, η αλληλεπίδραση αυτή είχε σημαντική επίδραση στη συνολική βιομάζα των ζιζανίων ( $p \leq 0,05$ ). Σημαντικές αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ παρατηρήθηκαν για τη βιομάζα των πολυετών ζιζανίων, δηλαδή της πορφυρής κύπερης ( $p \leq 0,01$ ) και του γερμανού ( $p \leq 0,05$ ). Η αλληλεπίδραση ΑΓ × Ψ επηρέασε επίσης τη βιομάζα των ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων ( $p \leq 0,001$ ), των ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων ( $p \leq 0,05$ ) και της συνολική βιομάζα των ζιζανίων ( $p \leq 0,01$ ) (Πίνακας 18).

**Πίνακας 18.** Οι επιδράσεις του έτους (Ε), των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών (ΑΓ), της ψευδοσποράς (Ψ) και των αλληλεπιδράσεων Ε × ΑΓ, Ε × Ψ, ΑΓ × Ψ και Ε × ΑΓ × Ψ στην βιομάζα της πορφυρής κύπερης, του γερμανού, των ετησίων αγρωστώδων και πλατύφυλλων ζιζανίων και τη συνολική βιομάζα ζιζανίων.

ΠΠ	ΒΕ	Βιομάζα ζιζανίων									
		Πολυετή ζιζάνια				Ετήσια ζιζάνια				Συνολική	
		Πορφυρή κύπερη		Γερμανός		Αγρωστώδη		Πλατύφυλλα		F	p
		F	p	F	p	F	p	F	p		
Επανάληψη	2										
Ε	1	131,05	**	25,18	*	123,00	**	18,83	*	123,23	**
Σφάλμα (α)	2										
ΑΓ	1	22,29	**	125,91	***	145,96	***	258,37	***	393,09	***
Ε × ΑΓ	1	6,01	0,0704	1,44	0,2961	77,42	***	35,02	***	54,69	**
Σφάλμα (β)	4										
Ψ	2	281,48	***	99,29	***	106,74	***	288,27	***	410,92	***
Ε × Ψ	2	1,01	0,3857	18,79	***	3,92	*	5,88	*	6,01	*
ΑΓ × Ψ	2	7,52	**	4,08	*	10,09	***	5,45	*	10,61	**
Ε × ΑΓ × Ψ	2	1,14	0,3455	0,69	0,5162	1,05	0,3744	0,68	0,5205	0,23	0,7997
Σφάλμα (γ)	16										
Σύνολο	35										

ΠΠ: Πηγή Παραλλακτικότητας, ΒΕ: Βαθμοί Ελευθερίας, Σφάλμα (α): Επανάληψη × Ε, Σφάλμα (β): Επανάληψη × ΑΓ(Ε), Σφάλμα (γ): Επανάληψη × Ψ(ΑΓ × Ε), \*:  $p \leq 0,05$ , \*\*:  $p \leq 0,01$ , \*\*\*:  $p \leq 0,001$ .

Η βιομάζα της πορφυρής κύπερης μειώθηκε από  $36,8 \text{ g m}^{-2}$  το 2022 σε  $17,8 \text{ g m}^{-2}$  το 2023 (Γράφημα 128). Η μειωμένη ΑΓ (30-cm) μείωσε σημαντικά το ξηρό βάρος αυτού του ζιζανίου σε σύγκριση με την μεγαλύτερη ΑΓ (60-cm) (Γράφημα 129). Η μεταχείριση Ψ1 μείωσε τη βιομάζα της πορφυρής κύπερης κατά 71% σε σύγκριση με την Ψ0. Η Ψ2 έδωσε τις χαμηλότερες τιμές (Γράφημα 130).

Η αλληλεπίδραση ΑΓ × Ψ με την υψηλότερη βιομάζα της πορφυρής κύπερης ήταν Η 60-cm/Ψ0 ( $64,5 \text{ g m}^{-2}$ ), ακολουθούμενη από την 30-cm/Ψ0 ( $47,7 \text{ g m}^{-2}$ ). Ο συνδυασμός 60-cm/Ψ1 μείωσε τη βιομάζα αυτού του είδους κατά 62% σε σύγκριση με τον συνδυασμό 30-cm/Ψ0. Οι τιμές ήταν ακόμη χαμηλότερες στις πειραματικές μονάδες 30-cm/SSB-1 και μειώθηκαν επιπλέον στις πειραματικές μονάδες 60-cm/Ψ2 και 30-cm/Ψ2 (Γράφημα 131).

Το ξηρό βάρος του γερμανού ανά μονάδα επιφάνειας ήταν χαμηλότερο κατά το δεύτερο έτος του πειράματος (2023) από ό,τι κατά το πρώτο έτος (2022) (Γράφημα 132). Στα κύρια τεμάχια με ΑΓ 30-cm, η βιομάζα του ζιζανίου μειώθηκε κατά 46 % σε σύγκριση με τα κύρια τεμάχια με την ΑΓ 60-cm (Γράφημα 133). Επιπλέον, η μεταχείριση Ψ2 μείωσε τη βιομάζα του γερμανού κατά 29% και 68 % σε σύγκριση με τις Ψ1 και Ψ0, αντίστοιχα. Σε σύγκριση με την Ψ0, η μείωση της βιομάζας του είδους στα υποτεμάχια Ψ1 ήταν 54% (Γράφημα 134).

Αναφορικά με τις αλληλεπιδράσεις Ε × Ψ, τα υποτεμάχια Ψ0 παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές βιομάζας του ζιζανίου τόσο το 2022 (2022/Ψ0) όσο και το 2023 (2023/Ψ0). Χαμηλότερη βιομάζα αντιστοιχούσε στην αλληλεπίδραση 2022/Ψ1 και ακόμη χαμηλότερη στην 2022/Ψ2 (Γράφημα 135). Επιπλέον, οι χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στα υποτεμάχια Ψ1 το 2023 (2023/Ψ1:  $15,8 \text{ g m}^{-2}$ ) και στα υποτεμάχια Ψ2 το 2023 (2023/Ψ2:  $12,8 \text{ g m}^{-2}$ ). Όσον αφορά τις αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ, η βιομάζα του γερμανού μειώθηκε από  $86,6 \text{ g m}^{-2}$  σε  $15,0 \text{ g m}^{-2}$  με την ακόλουθη φθίνουσα σειρά: 60-cm/Ψ0 > 30-cm/Ψ0 ≥ 60-cm/Ψ1 > 60-cm/Ψ2 ≥ 30-cm/Ψ1 ≥ 30-cm/Ψ2 (Γράφημα 136).

Τα ετήσια αγρωστώδη ζιζάνια συσώρευσαν 43% λιγότερη βιομάζα το 2023 από ό,τι το 2022 (Γράφημα 137) και 54% λιγότερη βιομάζα στα κύρια τεμάχια με ΑΓ 30-cm από ό,τι στα κύρια αγροτεμάχια με ΑΓ 60-cm (Γράφημα 138). Όσον αφορά τις διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων ψευδοσποράς, η Ψ1 μείωσε τη βιομάζα των ετήσιων αγρωστωδών κατά 67% σε σύγκριση με την Ψ0, ενώ η Ψ2 την περιόρισε κατά 45% και 82% σε σύγκριση με την Ψ1 και την Ψ0, αντίστοιχα (Γράφημα 139).

Σχετικά με τις αλληλεπιδράσεις E × ΑΓ, η βιομάζα των ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων ήταν υψηλότερη για τον συνδυασμό 2022/60-cm από ό,τι για τους 2023/60-cm, 2023/30-cm και 2022/30-cm (Γράφημα 140). Υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των αλληλεπιδράσεων E × Ψ (Γράφημα 141). Στα υποτεμάχια Ψ0, η βιομάζα των ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων μειώθηκε κατά 38% το 2023 σε σύγκριση με το 2022. Το 2022, η μεταχείριση Ψ1 (2022/Ψ1) μείωσε τη βιομάζα των ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων κατά 66% σε σύγκριση με την Ψ0 το 2022 (2022/Ψ0) και κατά 45% σε σύγκριση με το μάρτυρα Ψ0 το 2023 (2023/Ψ0). Το 2022, τα ετήσια αγρωστώδη στα υποτεμάχια Ψ2 (2022/Ψ2) παρήγαγαν ακόμη λιγότερη βιομάζα. Τέλος, οι μικρότερες τιμές παρατηρήθηκαν για τις αλληλεπιδράσεις ήταν 2023/Ψ1 και 2023/Ψ2.

Όσον αφορά τις αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ, τα ετήσια αγρωστώδη ζιζάνια συσσωρεύσαν πάνω από 50 g m<sup>-2</sup> βιομάζας στις πειραματικές μονάδες 60-cm/Ψ0. Στις πειραματικές μονάδες 30-cm/Ψ2 η βιομάζα ήταν αμελητέα (< 3 g m<sup>-2</sup>). Μετά τις αλληλεπιδράσεις 30-cm/Ψ2, η 30-cm/Ψ1 ήταν η αυτή που περιόρισε στο μέγιστο τη βιομάζα των ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων. Η αλληλεπίδραση 60-cm/Ψ2 είχε παρόμοια αποτελεσματικότητα. Οι λιγότερο αποτελεσματικοί συνδυασμοί ήταν οι 60-cm/Ψ0, 30-cm/Ψ0 και 60-cm/Ψ1. Η αλληλεπίδραση 60-cm/Ψ1 οδήγησε σε 35% χαμηλότερη βιομάζα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων σε σύγκριση με την 30-cm/Ψ0 (Γράφημα 142).

Η βιομάζα των ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων μειώθηκε κατά 23% το 2023 σε σύγκριση με το 2022 (Γράφημα 143), κατά 45% λόγω της μείωσης της απόστασης μεταξύ των γραμμών του κενάφ από 60 cm σε 30 cm (Γράφημα 144). Η μεταχείριση Ψ1 μείωσε τη βιομάζα των ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων κατά 5% σε σύγκριση με την Ψ0. Επιπλέον, η Ψ2 περιόρισε τη συσώρευση ξηρής βιομάζας των ετήσιων πλατύφυλλων ειδών κατά 72% και 88% σε σύγκριση με τις μεταχειρίσεις Ψ1 και Ψ0, αντίστοιχα (Γράφημα 145).

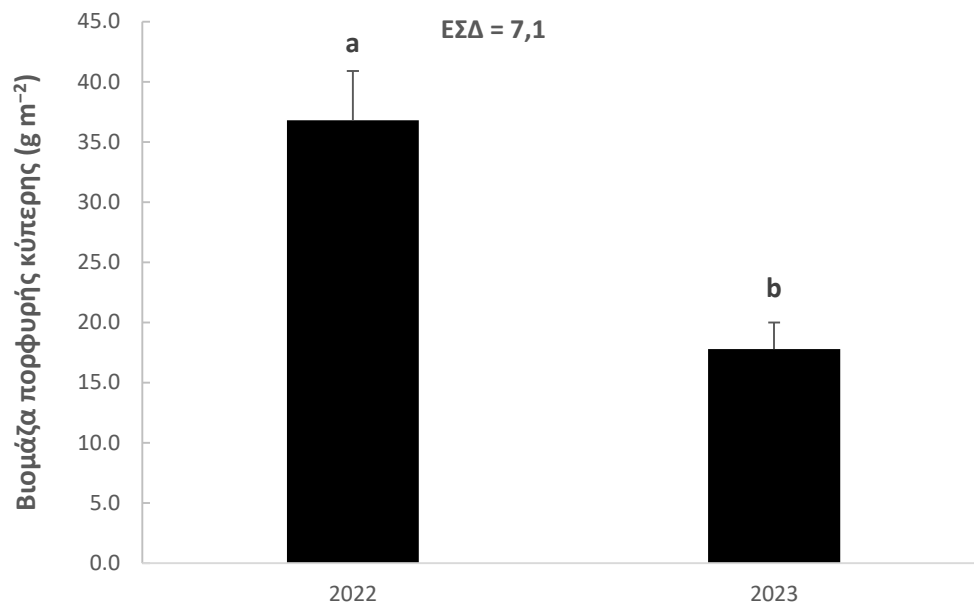
Η παραπάνω παράμετρος αυτή διαφοροποιήθηκε και μεταξύ των επιπέδων της αλληλεπίδρασης E × ΑΓ, καθώς οι τιμές της ήταν υψηλότερες στις πειραματικές μονάδες 2022/60-cm και χαμηλότερες στις πειραματικές μονάδες 2023/30-cm. Η συμπίεση των ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων ήταν συγκρίσιμη κατά τα δύο έτη στα κύρια τεμάχια με ΑΓ 30-cm (αλληλεπιδράσεις 2022/30-cm και 2023/30-cm). Ενδιάμεσες τιμές βιομάζας βρέθηκαν για την αλληλεπίδραση 2023/60-cm (Γράφημα 146).

Οι αλληλεπιδράσεις  $E \times \Psi$  διέφεραν με την ακόλουθη φθίνουσα σειρά:  $2022/\Psi_0 \geq 2023/\Psi_0 > 2022/\Psi_1 > 2023/\Psi_1 \geq 2022/\Psi_2 \geq 2023/\Psi_2$  (Γράφημα 147). Η επιρροή της αλληλεπίδρασης  $AG \times \Psi$  ήταν επίσης σημαντική. Συγκεκριμένα, ο συνδυασμός 30-cm/ $\Psi_2$  σχεδόν εξάλειψε τη βιομάζα των ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων, ενώ τιμές άνω των  $90 \text{ g m}^{-2}$  βρέθηκαν στις πειραματικές μονάδες 60-cm/ $\Psi_0$ . Σε σύγκριση με τον συνδυασμό 60-cm/ $\Psi_0$ , διαπιστώθηκε μείωση κατά 30% περίπου στις πειραματικές μονάδες 30-cm/ $\Psi_0$ . Ο συνδυασμός 60-cm/ $\Psi_1$  οδήγησε σε χαμηλότερες τιμές σε σχέση με τον 30-cm/ $\Psi_0$ . Ακόμη μεγαλύτερη συμπίεση της βιομάζας των ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων διαπιστώθηκε στις πειραματικές μονάδες 60-cm/ $\Psi_2$  και 30-cm/ $\Psi_1$  (Γράφημα 148).

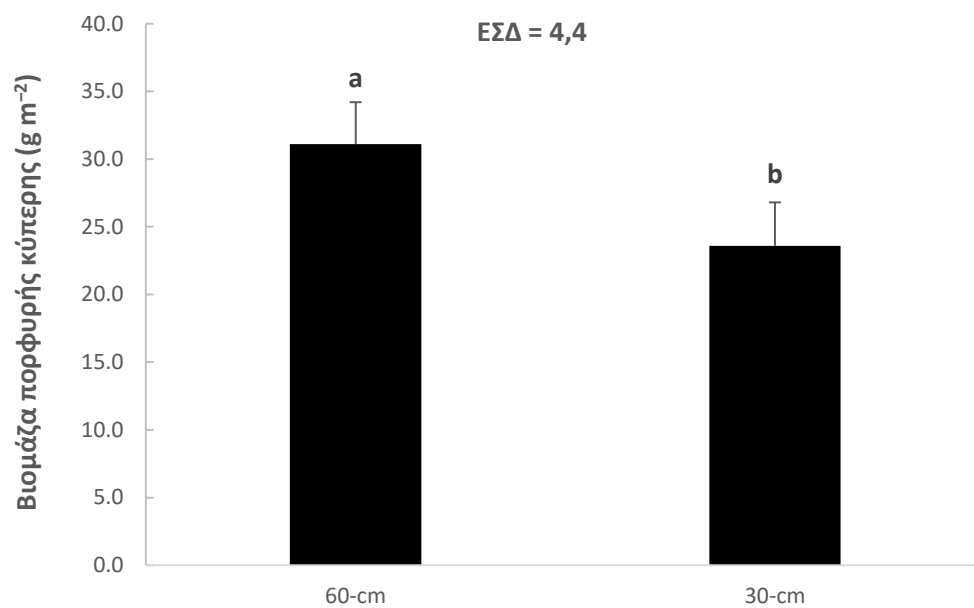
Σε σύγκριση με το 2022, η συνολική βιομάζα ζιζανίων ήταν 33% χαμηλότερη το 2023 (Γράφημα 149). Η παράμετρος αυτή μειώθηκε 42% όταν η απόσταση μεταξύ των γραμμών του κενάφ μειώθηκε από 60 cm σε 30 cm (Γράφημα 150). Η μεταχείριση  $\Psi_2$  πέτυχε μείωση της συνολικής βιομάζας ζιζανίων κατά 80% σε σύγκριση με την  $\Psi_0$ . Επιπλέον, η  $\Psi_2$  μείωσε τη βιομάζα ζιζανίων κατά περίπου 50% σε σύγκριση με την  $\Psi_1$ . Υπήρξε επίσης σημαντική διαφορά μεταξύ  $\Psi_0$  και  $\Psi_1$ . Τέλος, η μεταχείριση ψευδοσποράς  $\Psi_1$  περιόρισε τη συνολική παραγωγή βιομάζας ζιζανίων ανά μονάδα επιφάνειας κατά 60% σε σύγκριση με την  $\Psi_0$  (Γράφημα 151).

Όσον αφορά την αλληλεπίδραση  $E \times AG$ , η συνολική βιομάζα των ζιζανίων είχε τις χαμηλότερες τιμές της στις πειραματικές μονάδες 2023/30-cm ( $84,8 \text{ g m}^{-2}$ ) και τις υψηλότερες στις πειραματικές μονάδες 2022/60 cm ( $207,7 \text{ g m}^{-2}$ ). Ενδιάμεσες τιμές (περίπου  $110\text{-}130 \text{ g m}^{-2}$ ) αντιστοιχούσαν για τους συνδυασμούς 2023/60-cm και 2022/30-cm (Γράφημα 152). Αναφορικά με τις αλληλεπιδράσεις  $E \times \Psi$  παρατηρήθηκαν οι ακόλουθες διαφορές:  $2022/\Psi_0 > 2023/\Psi_0 > 2022/\Psi_1 > 2022/\Psi_2 \geq 2023/\Psi_1 > 2023/\Psi_2$  (Γράφημα 153).

Για τις αλληλεπιδράσεις  $AG \times \Psi$  παρατηρήθηκε ότι ο συνδυασμός 30-cm/ $\Psi_0$  μείωσε το ξηρό βάρος των ζιζανίων ανά μονάδα επιφάνειας κατά 34% σε σύγκριση με τον 60-cm/ $\Psi_0$ . Η μείωση της βιομάζας των ζιζανίων βελτιώθηκε περαιτέρω στις πειραματικές μονάδες 60-cm/ $\Psi_1$  και ακόμη περισσότερο στις 60-cm/ $\Psi_2$  και 30-cm/ $\Psi_1$ . Ο συνδυασμός 30-cm/ $\Psi_2$  ήταν αυτός που περιόρισε τη συνολική παραγωγή βιομάζας των ζιζανίων στο μέγιστο βαθμό, δηλαδή 48% σε σύγκριση με τον 30-cm/ $\Psi_1$  έως σχεδόν 90% σε σύγκριση με τον 60-cm/ $\Psi_0$  (Γράφημα 154).

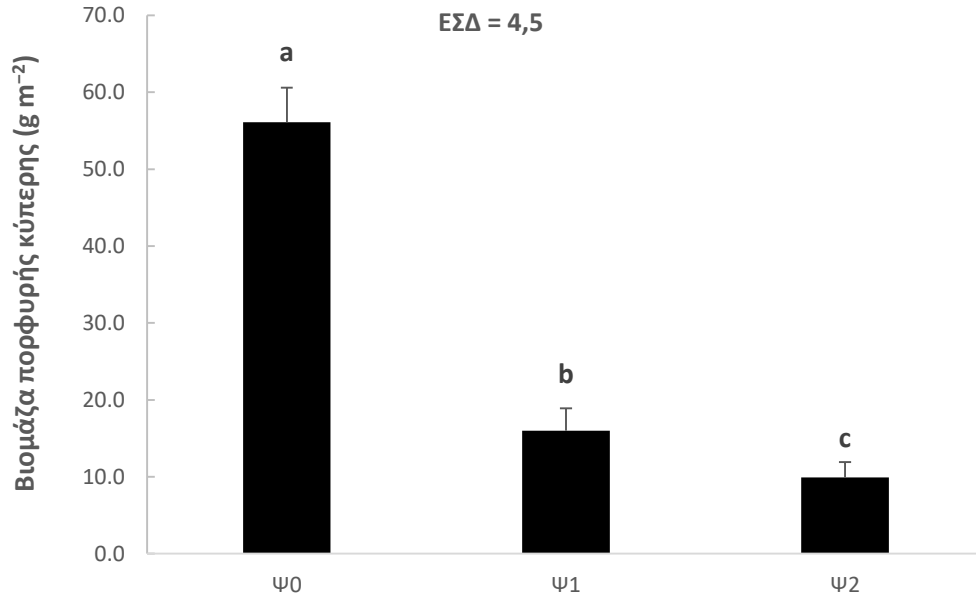


**Γράφημα 128.** Βιομάζα πορφυρής κύπερης ( $\text{g m}^{-2}$ ) το 2022 και το 2023. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

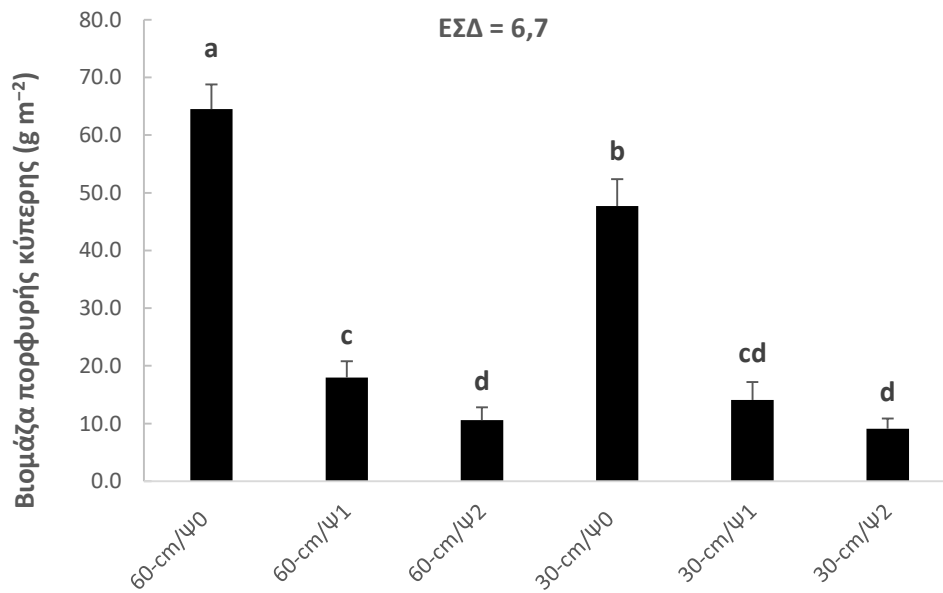


**Γράφημα 129.** Βιομάζα πορφυρής κύπερης ( $\text{g m}^{-2}$ ) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

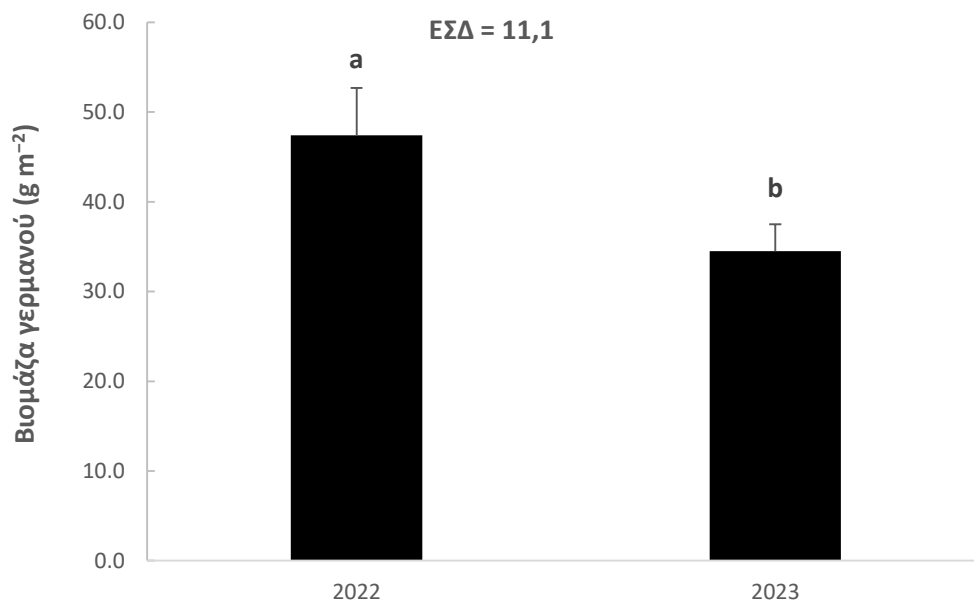




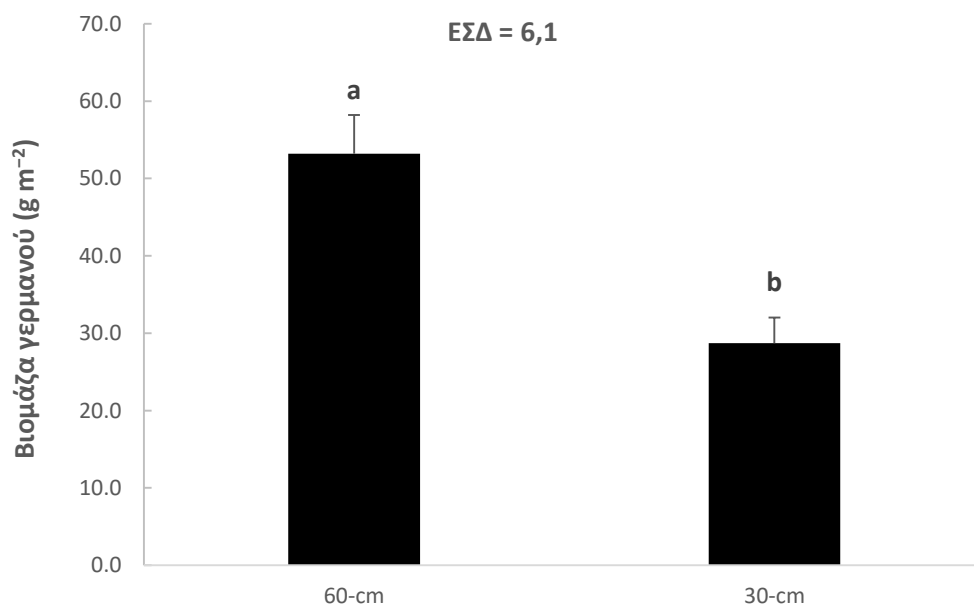
**Γράφημα 130.** Βιομάζα πορφυρής κύπερης ( $\text{g m}^{-2}$ ) στα υποτεμάχια ( $\Psi$ ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



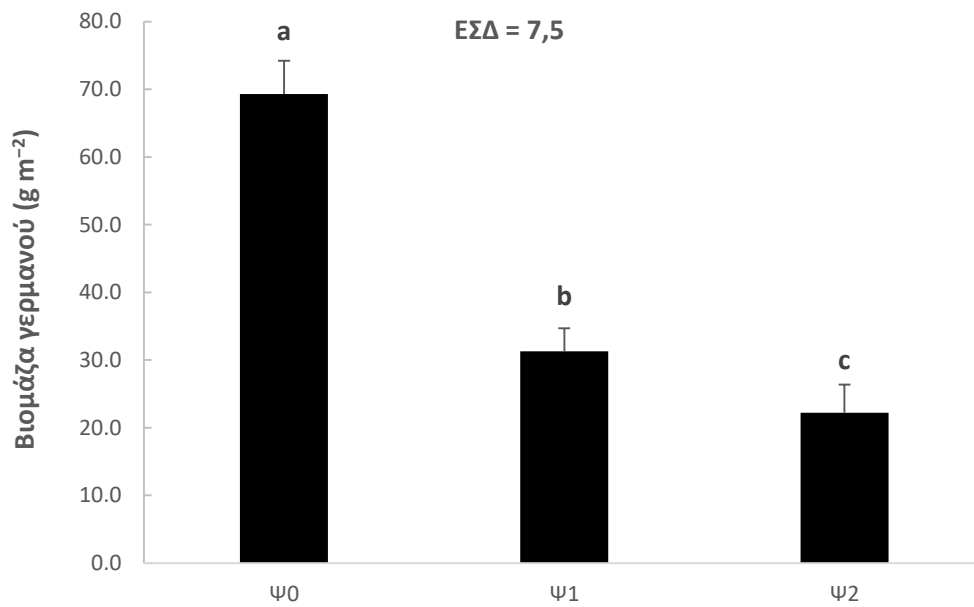
**Γράφημα 131.** Βιομάζα πορφυρής κύπερης ( $\text{g m}^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



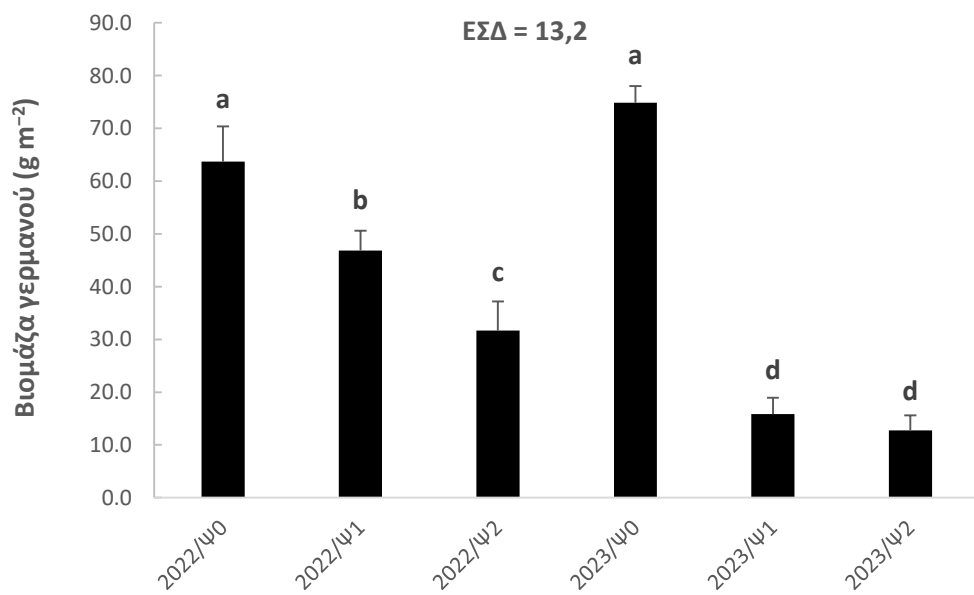
**Γράφημα 132.** Βιομάζα γερμανού (g m<sup>-2</sup>) το 2022 και το 2023. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



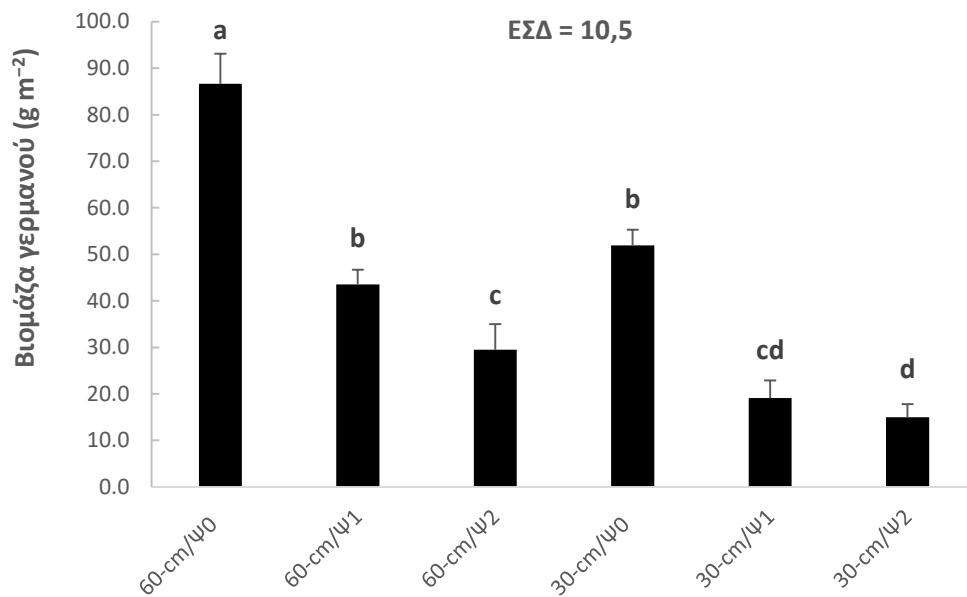
**Γράφημα 133.** Βιομάζα γερμανού (g m<sup>-2</sup>) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



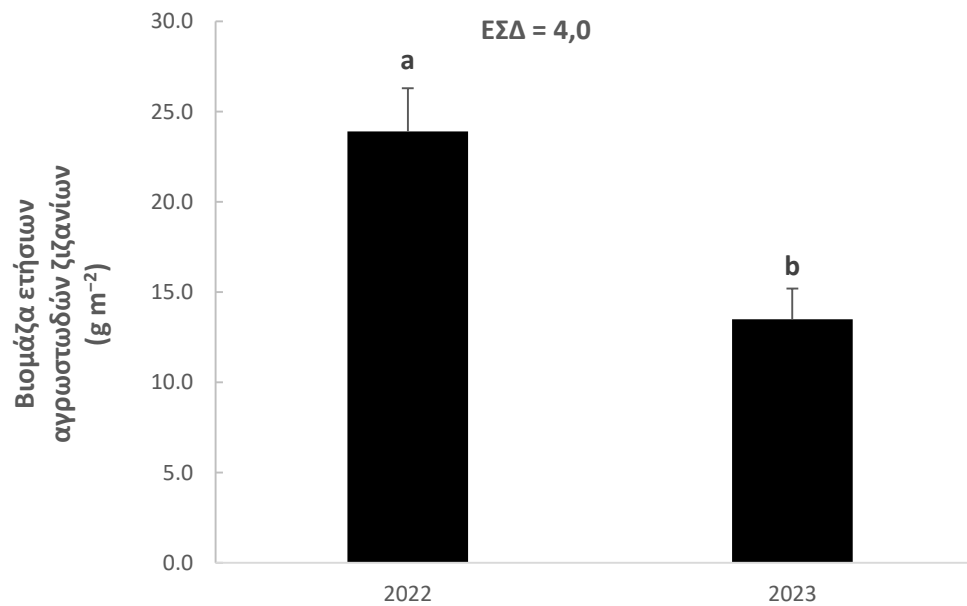
**Γράφημα 134.** Βιομάζα γερμανού (g m<sup>-2</sup>) στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



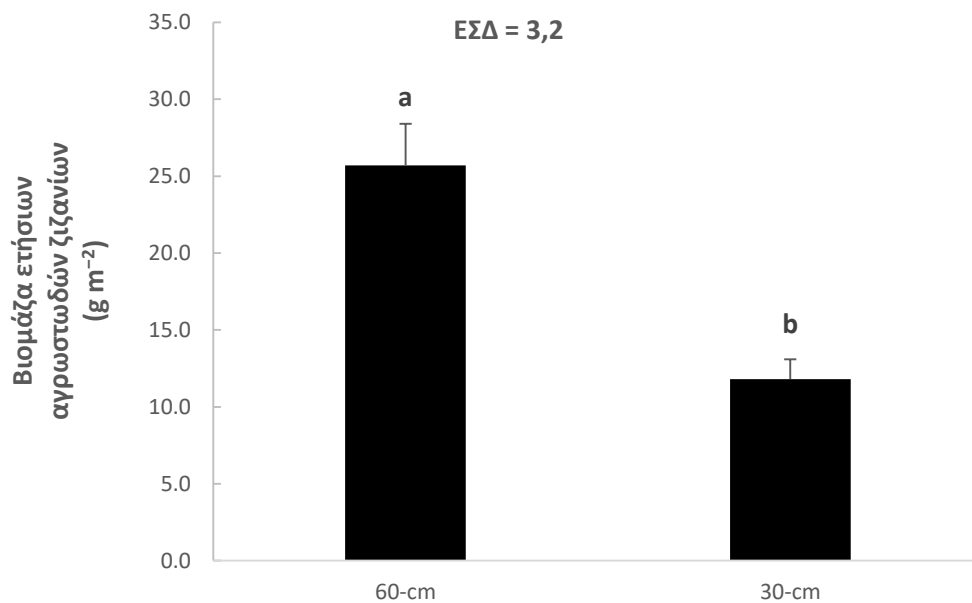
**Γράφημα 135.** Βιομάζα γερμανού (g m<sup>-2</sup>) για τις αλληλεπιδράσεις E × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



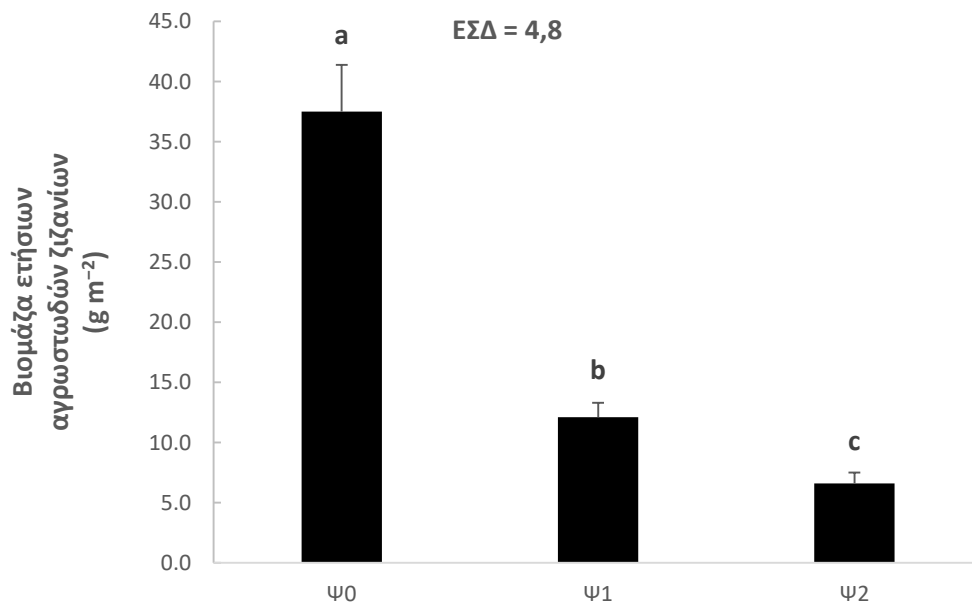
**Γράφημα 136.** Βιομάζα γερμανού ( $\text{g m}^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



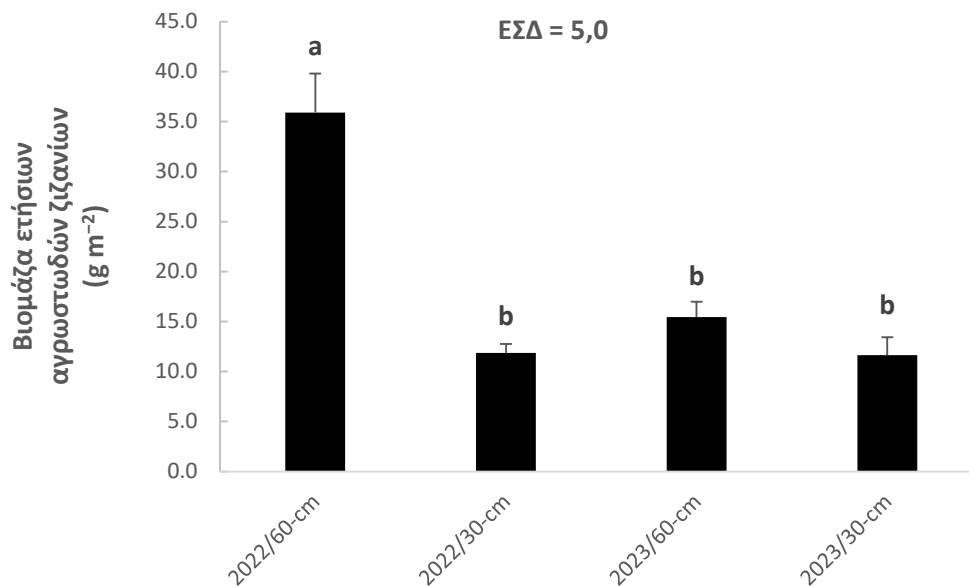
**Γράφημα 137.** Βιομάζα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων ( $\text{g m}^{-2}$ ) το 2022 και το 2023. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



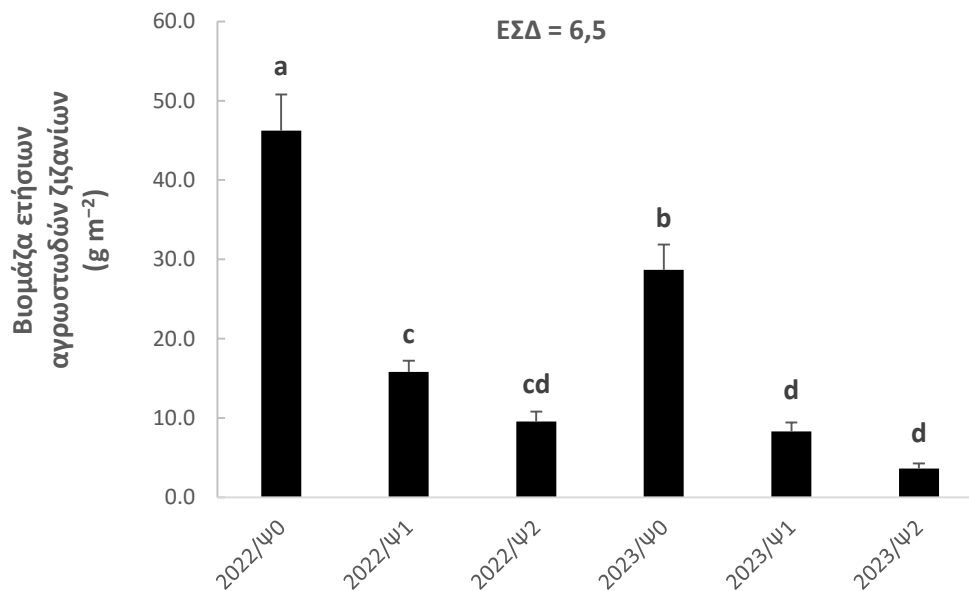
**Γράφημα 138.** Βιομάζα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων ( $\text{g m}^{-2}$ ) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



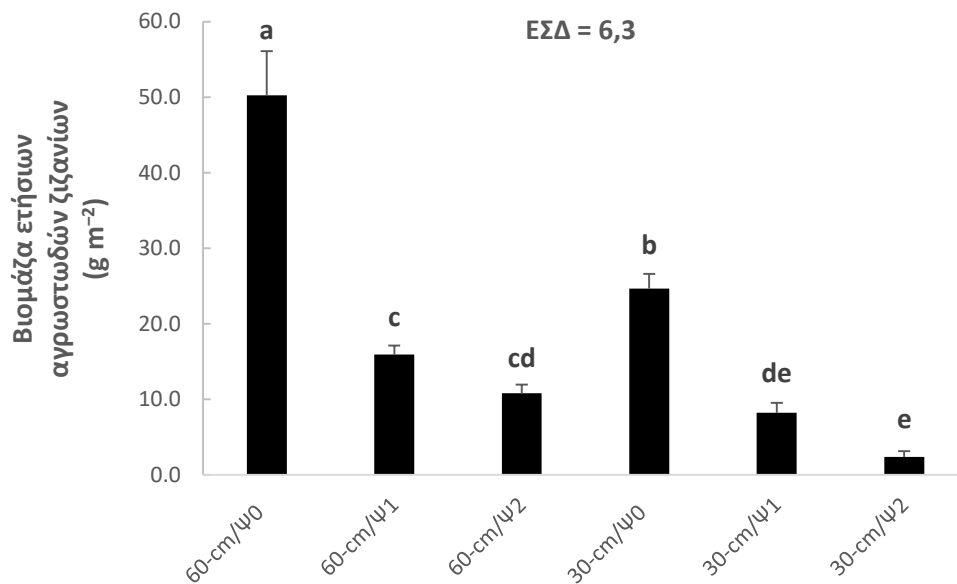
**Γράφημα 139.** Βιομάζα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων ( $\text{g m}^{-2}$ ) στα υποτεμάχια ( $\Psi$ ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



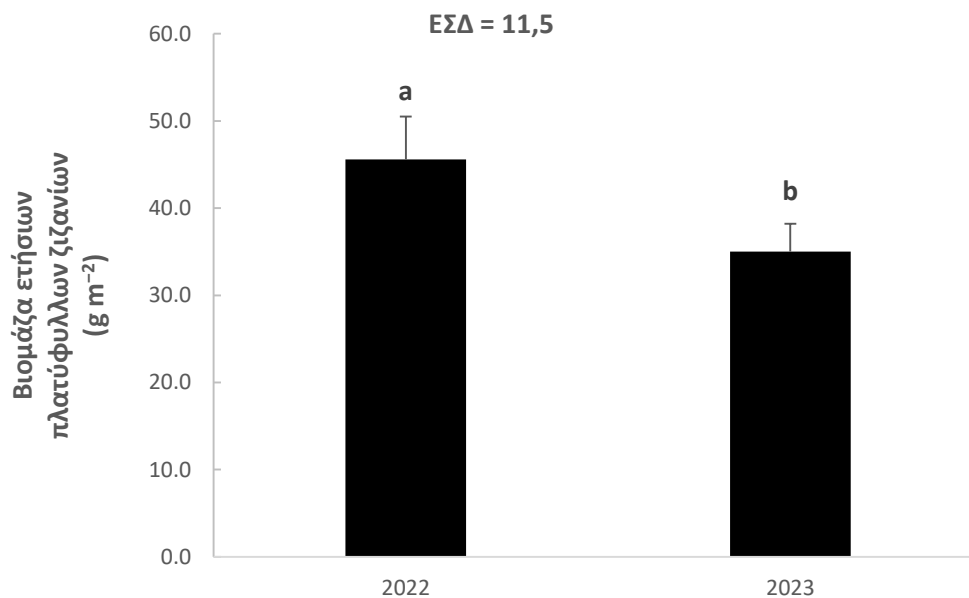
**Γράφημα 140.** Βιομάζα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων (g m<sup>-2</sup>) για τις αλληλεπιδράσεις E × ΑΓ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



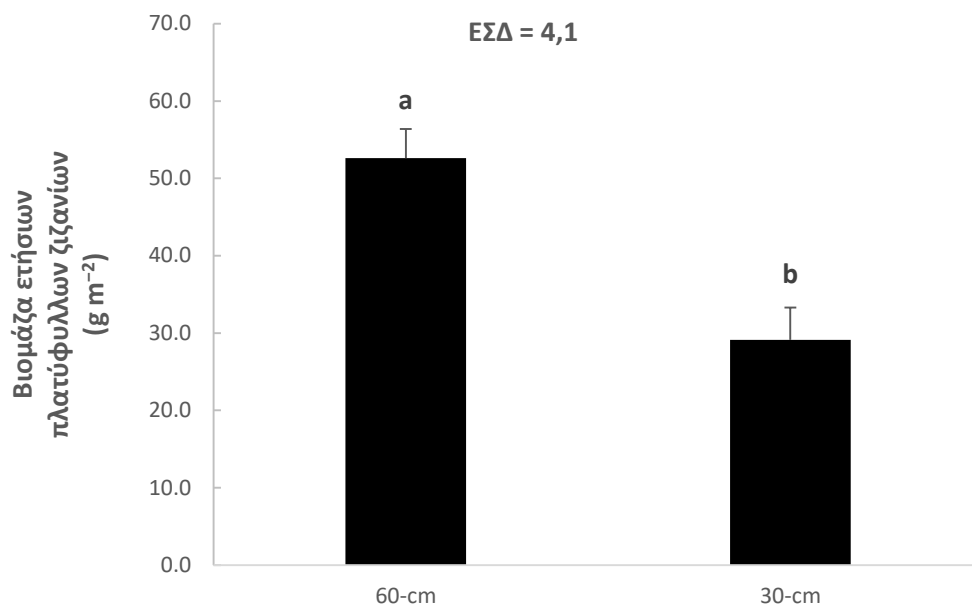
**Γράφημα 141.** Βιομάζα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων (g m<sup>-2</sup>) για τις αλληλεπιδράσεις E × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



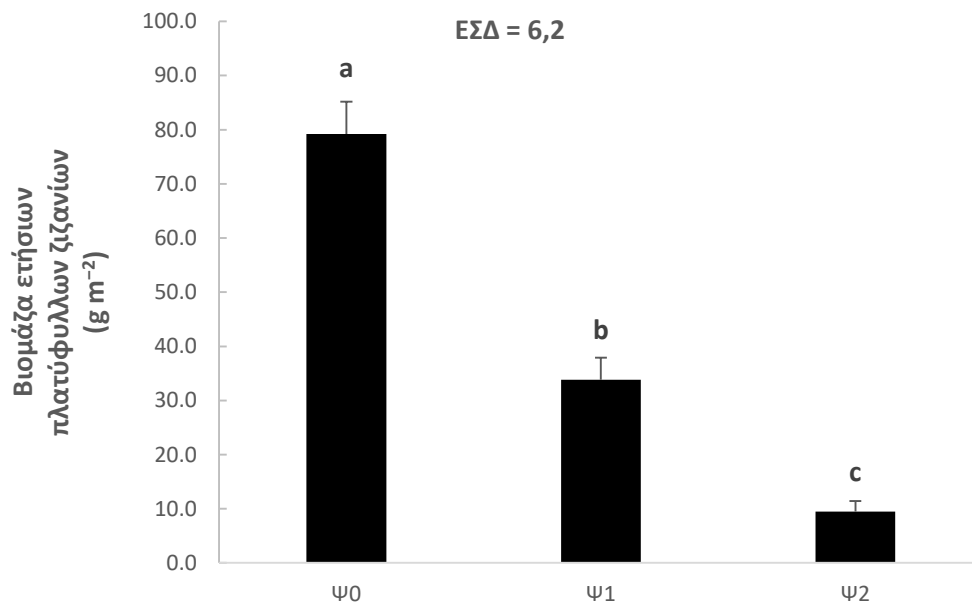
**Γράφημα 142.** Βιομάζα ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων ( $\text{g m}^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 143.** Βιομάζα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων ( $\text{g m}^{-2}$ ) το 2022 και το 2023. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

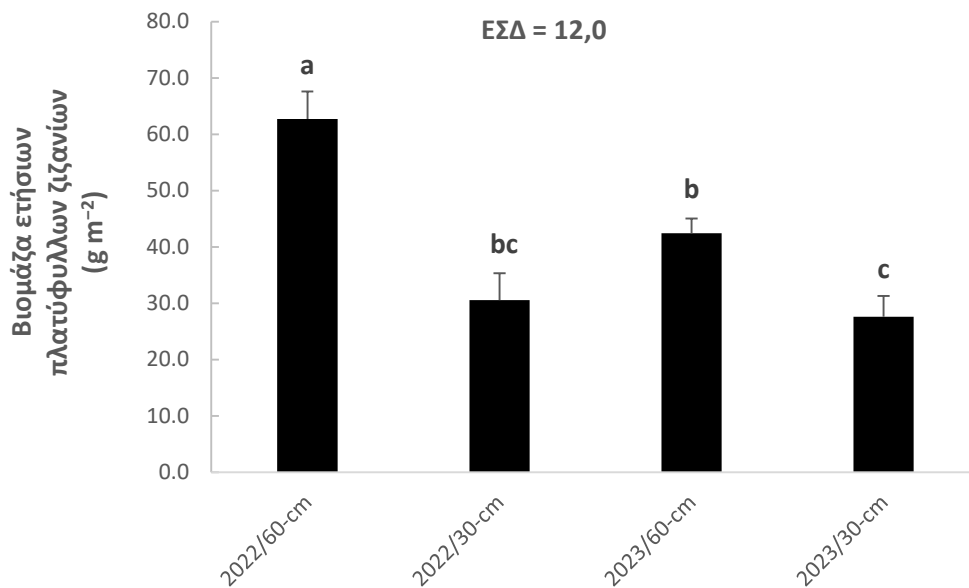


**Γράφημα 144.** Βιομάζα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων (g m<sup>-2</sup>) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

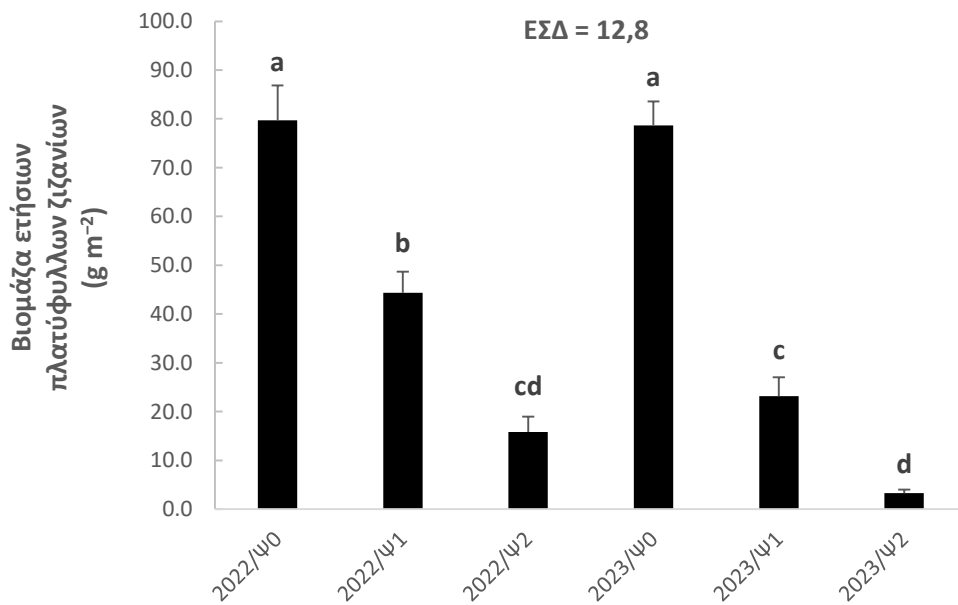


**Γράφημα 145.** Βιομάζα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων (g m<sup>-2</sup>) στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

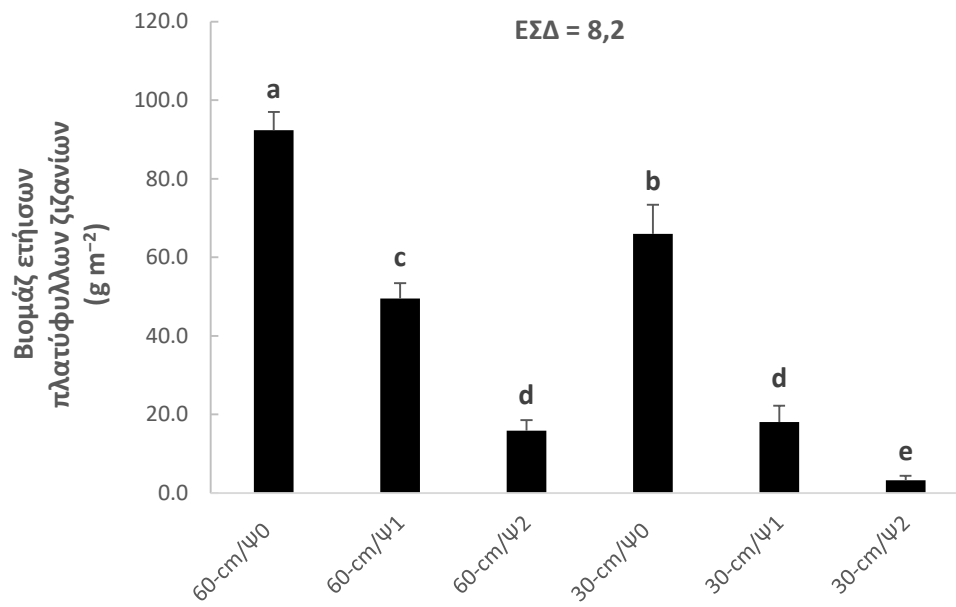




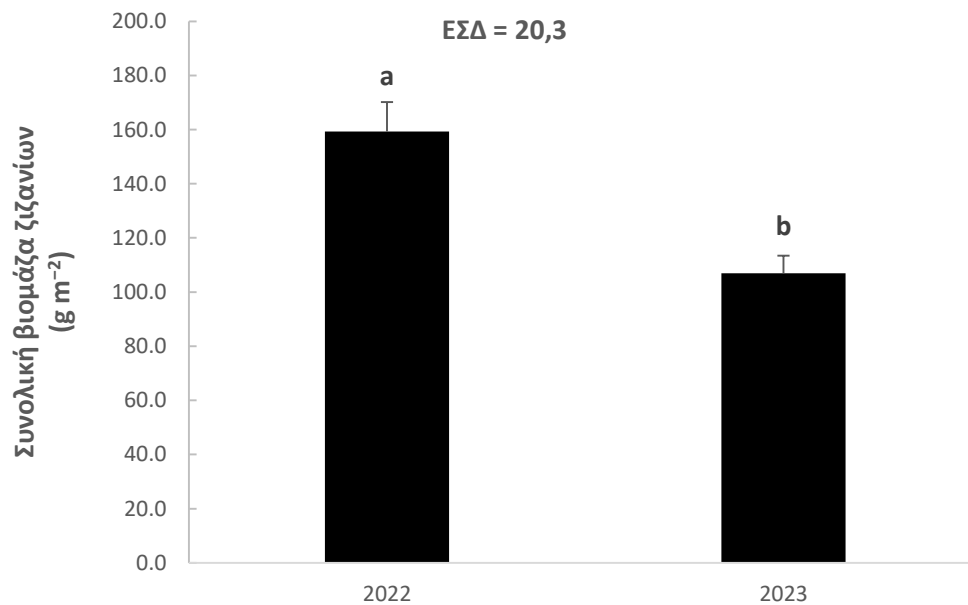
**Γράφημα 146.** Βιομάζα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων ( $\text{g m}^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $E \times A$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



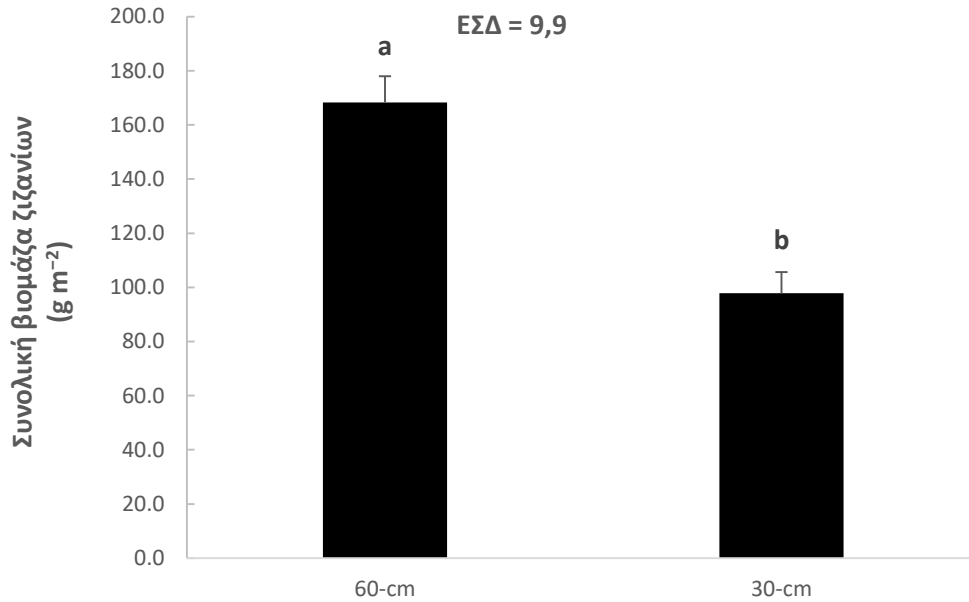
**Γράφημα 147.** Βιομάζα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων ( $\text{g m}^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις  $E \times \Psi$ . Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



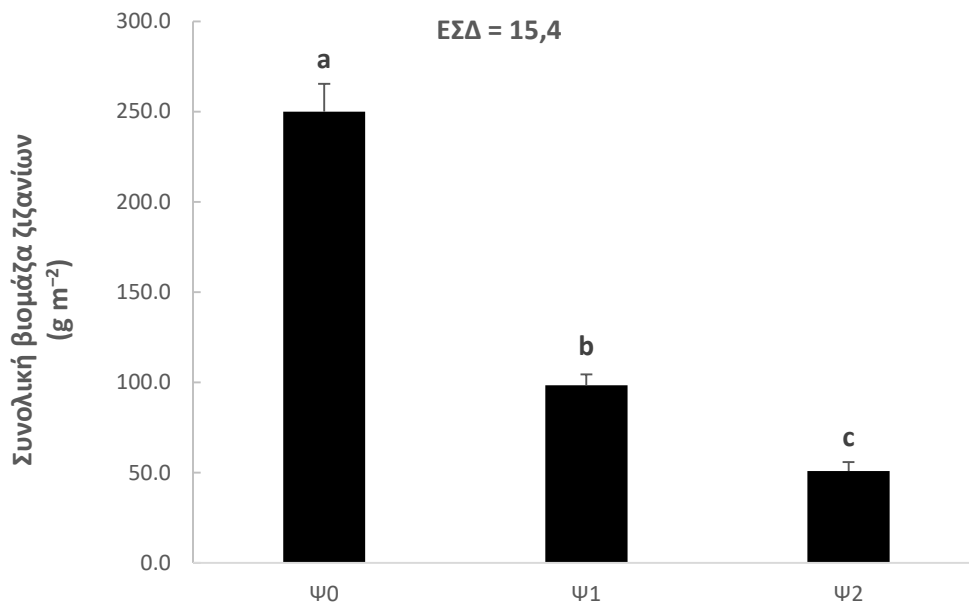
**Γράφημα 148.** Βιομάζα ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων ( $\text{g m}^{-2}$ ) για τις αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



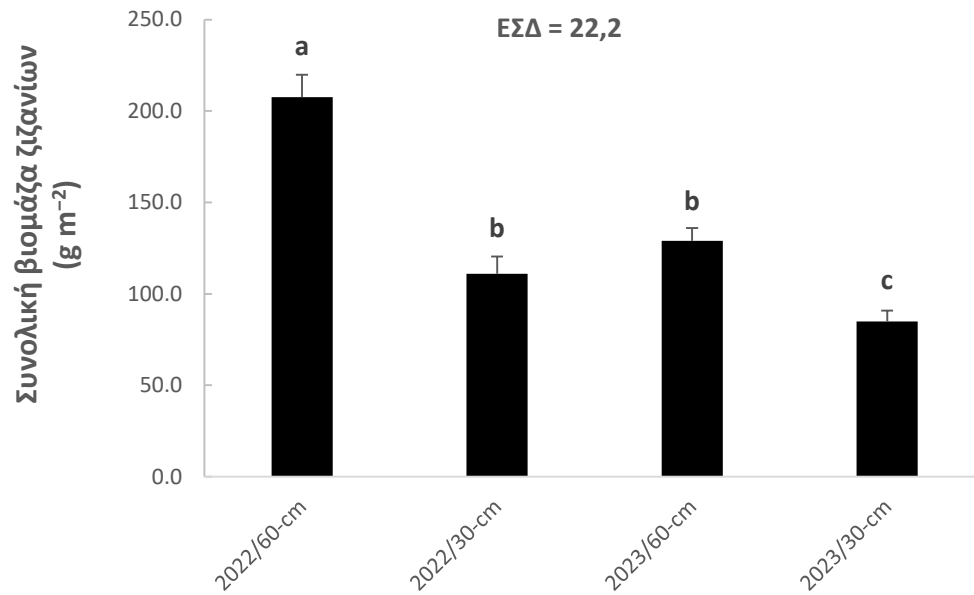
**Γράφημα 149.** Συνολική βιομάζα ζιζανίων ( $\text{g m}^{-2}$ ) το 2022 και το 2023. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



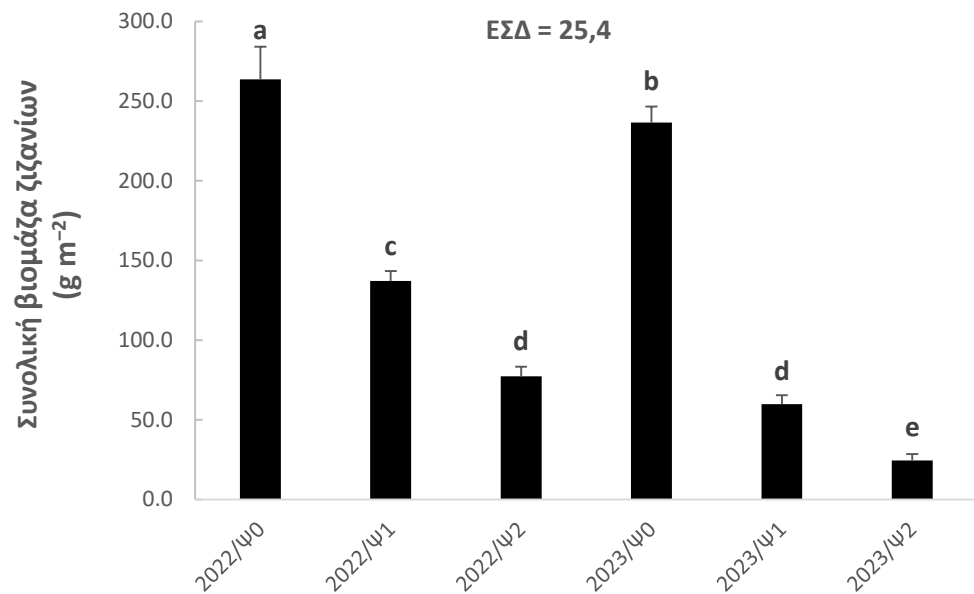
**Γράφημα 150.** Συνολική βιομάζα ζιζανίων (g m<sup>-2</sup>) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



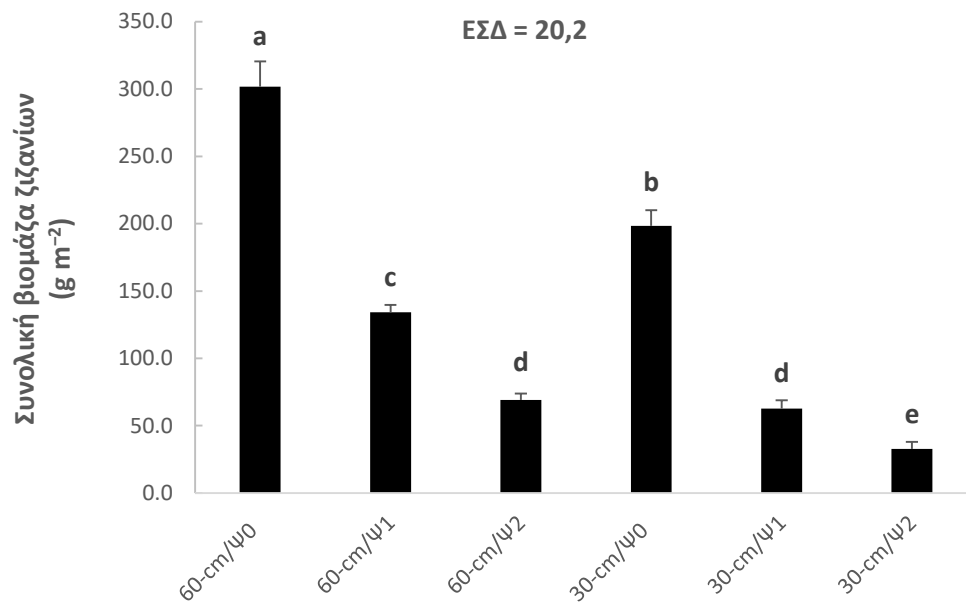
**Γράφημα 151.** Συνολική βιομάζα ζιζανίων (g m<sup>-2</sup>) στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 152.** Συνολική βιομάζα ζιζανίων (g m<sup>-2</sup>) για τις αλληλεπιδράσεις E × ΑΓ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 153.** Συνολική βιομάζα ζιζανίων (g m<sup>-2</sup>) για τις αλληλεπιδράσεις E × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 154.** Συνολική βιομάζα ζιζανίων (g m<sup>-2</sup>) για τις αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

#### 4.3.4. Παράμετροι ανάπτυξης του κενάφ και τελική απόδοση του στελέχους σε βιομάζα

Ισχυρή επίδραση στην τελική πυκνότητα του κενάφ κατά την συγκομιδή και στο τελικό ποσοστό επιτυχίας εγκατάστασης της φυτείας είχαν οι παράγοντες των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας (ΑΓ), της ψευδοσποράς (Ψ) καθώς και η αλληλεπίδραση τους ΑΓ × Ψ.

Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας (ΑΓ) είχαν επίσης σημαντική επίδραση στο ύψος των φυτών ( $p \leq 0,001$ ), στη διάμετρο του στελέχους ( $p \leq 0,05$ ) και στην τελική απόδοση του στελέχους σε βιομάζα ( $p \leq 0,001$ ). Η ψευδοσπορά (Ψ) επηρέασε επίσης όλες τις παραπάνω παραμέτρους σε στατιστικά σημαντικό βαθμό ( $p \leq 0,001$ ). Εντοπίστηκε τέλος και μια στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών και της ψευδοσποράς (ΑΓ × Χ) αναφορικά με την τελική απόδοση βιομάζας του στελέχους ( $p \leq 0,05$ ).

Καμία από τις παραπάνω παραμέτρους του κενάφ δεν επηρεάστηκαν από τον παράγοντα του έτους και τις αλληλεπιδράσεις του με τους παράγοντες των κύριων τεμαχίων και των υποτεμαχίων (Πίνακας 19).

**Πίνακας 19.** Οι επιδράσεις του έτους (Ε), των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών (ΑΓ), της ψευδοσποράς (Ψ) και των αλληλεπιδράσεων Ε × ΑΓ, Ε × Ψ, ΑΓ × Ψ και Ε × ΑΓ × Ψ στην τελική πυκνότητα του κενάφ, του ποσοστού επιτυχίας εγκατάστασης της φυτείας, του μέσου ύψους των φυτών της καλλιέργειας, τη διάμετρο της βάσης του στελέχους και την τελική απόδοση του στελέχους σε βιομάζα.

ΠΠ	ΒΕ	Τελική		Ποσοστό		Μέσο		Διάμετρος		Απόδοση	
		πυκνότητα		Επιτυχίας		ύψους		βάσης		Βιομάζας	
		φυτείας		εγκατάστασης		φυτών		στελέχους		στελέχους	
		F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Επανάληψη	2										
Ε	1	0,18	0,7157	0,35	0,6132	2,74	0,2399	0,01	0,9585	0,10	0,7803
Σφάλμα (α)	2										
ΑΓ	1	1.384,97	***	28,31	***	174,28	***	15,06	*	345,60	***
Ε × ΑΓ	1	0,03	0,8722	6,66	0,0613	0,97	0,3794	0,07	0,7996	1,13	0,3469
Σφάλμα (β)	4										
Ψ	2	228,18	***	564,73	***	40,44	***	16,20	***	34,77	***
Ε × Ψ	2	1,07	0,3660	1,59	0,2342	0,70	0,5090	0,02	0,9820	1,25	0,3135
ΑΓ × Ψ	2	13,39	***	6,25	***	0,81	0,4609	1,73	0,2093	3,66	*
Ε × ΑΓ × Ψ	2	1,99	0,1686	0,24	0,7924	1,22	0,3201	1,05	0,3737	0,13	0,8838
Σφάλμα (γ)	16										
Σύνολο	35										

ΠΠ: Πηγή Παραλλακτικότητας, ΒΕ: Βαθμοί Ελευθερίας, Σφάλμα (α): Επανάληψη × Ε, Σφάλμα (β): Επανάληψη × ΑΓ(Ε), Σφάλμα (γ): Επανάληψη × Ψ(ΑΓ × Ε), \*:  $p \leq 0,05$ , \*\*:  $p \leq 0,01$ , \*\*\*:  $p \leq 0,001$ .

Κατά τη συγκομιδή, η τελική πυκνότητα του κενάφ αυξήθηκε σημαντικά από 23,8 φυτά  $m^{-2}$  σε 47,9 φυτά  $m^{-2}$  με τη μείωση της απόστασης μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας από 60 cm σε 30 cm (Γράφημα 155). Η τελική πυκνότητα του κενάφ ήταν 38–40% χαμηλότερη στα υποτεμάχια Ψ0 (25,0 φυτά  $m^{-2}$ ) σε σύγκριση με τις τιμές που καταγράφηκε στα υποτεμάχια Ψ1 (40,8 φυτά

$m^{-2}$ ) και στα υποτεμάχια  $\Psi_2$  (41,9 φυτά  $m^{-2}$ ). Τα υποτεμάχια  $\Psi_1$  και  $\Psi_2$  δεν διέφεραν σε στατιστικά σημαντικό βαθμό μεταξύ τους (Γράφημα 156).

Αναλύοντας τις διαφορές μεταξύ των αλληλεπιδράσεων  $ΑΓ \times \Psi$ , προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα (Γράφημα 157). Ο συνδυασμός 30-cm/ $\Psi_2$  αύξησε την τελική πυκνότητα του κενάφ κατά 38%, 50% και 73% σε σύγκριση με τους συνδυασμούς 30-cm/ $\Psi_0$  και 60-cm/ $\Psi_0$ , αντίστοιχα. Η πυκνότητα κενάφ για τον συνδυασμό 30-cm/ $\Psi_1$  ήταν παρόμοια με εκείνη του που παρατηρήθηκε για τον συνδυασμό 30-cm/ $\Psi_2$ . Η τελική πυκνότητα της φυτείας ήταν η ίδια για τους συνδυασμούς 30-cm/ $\Psi_0$  και 60-cm/ $\Psi_2$  (28,0 φυτά  $m^{-2}$ ). Επιπρόσθετα, η αλληλεπίδραση 30-cm/ $\Psi_0$  αύξησε την τελική πυκνότητα του κενάφ κατά 55% σε σύγκριση με την αλληλεπίδραση 60-cm/ $\Psi_0$ .

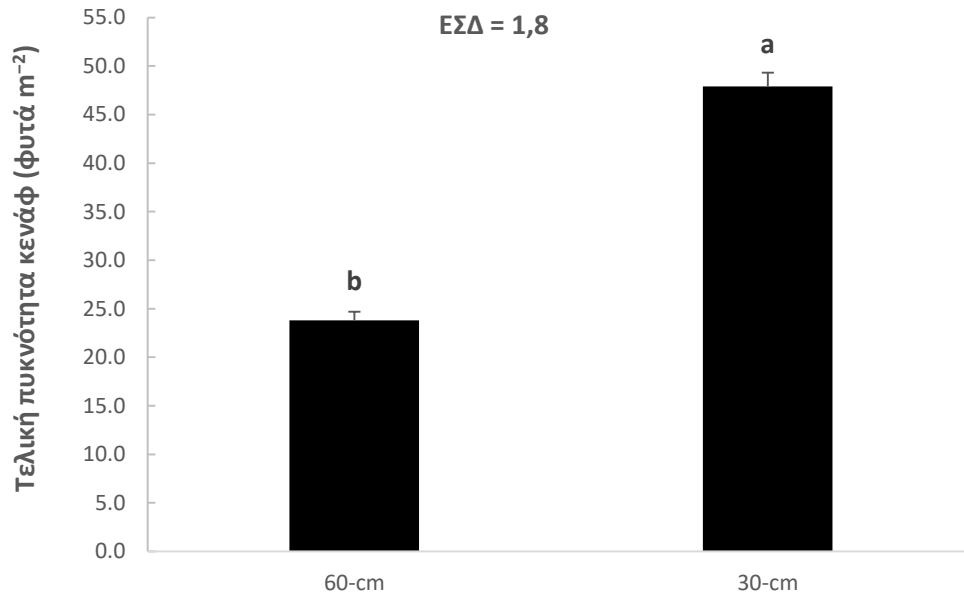
Το ποσοστό επιτυχίας εγκατάστασης της φυτείας ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερο στα κύρια τεμάχια με  $ΑΓ$  30-cm σε σύγκριση με τα κύρια τεμάχια με  $ΑΓ$  60-cm (Γράφημα 158). Το ποσοστό εγκατάστασης στα υποτεμάχια  $\Psi_0$  ήταν μόλις το 46,1%, ενώ ήταν πάνω από 75% στα υποτεμάχια  $\Psi_1$  και  $\Psi_2$  (Γράφημα 159). Αναφορικά με την αλληλεπίδραση  $ΑΓ \times \Psi$ , οι συνδυασμοί 30-cm/ $\Psi_2$ , 30-cm/ $\Psi_1$ , 60-cm/ $\Psi_2$  και 60-cm/ $\Psi_1$  οδήγησαν στα υψηλότερα ποσοστά εγκατάστασης (>75%), χωρίς να παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Χαμηλότερο ποσοστό (49,8%) αντιστοιχούσε στις πειραματικές μονάδες 30-cm/ $\Psi_0$  ενώ το χαμηλότερο ποσοστό από όλες τις αλληλεπιδράσεις (42,3%) αντιστοιχούσε στις πειραματικές μονάδες 60-cm/ $\Psi_0$  (Γράφημα 160).

Τα φυτά του κενάφ ήταν οριακά (6%) ψηλότερα στα κύρια τεμάχια με 60 cm απόσταση μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας από ότι στα κύρια τεμάχια με 30 cm απόσταση μεταξύ των γραμμών (Γράφημα 161). Όσον αφορά τις διαφορές μεταξύ των επιπέδων του παράγοντα της ψευδοσποράς, το μέσο ύψος των φυτών ακολούθησε την εξής αύξουσα σειρά:  $\Psi_2 > \Psi_1 > \Psi_0$  (Γράφημα 162). Ακόμη, η  $ΑΓ$  60-cm αύξησε τη διάμετρο της βάσης του στελέχους σε σύγκριση με την  $ΑΓ$  30-cm (Γράφημα 163). Τα υποτεμάχια  $\Psi_0$  και  $\Psi_1$  σημείωσαν τις υψηλότερες τιμές, ενώ τα υποτεμάχια  $\Psi_2$  σημείωσαν τις χαμηλότερες (Γράφημα 164).

Η μειωμένη απόσταση μεταξύ των γραμμών (30-cm) αύξησε την απόδοση του στελέχους σε βιομάζα κατά 36% σε σύγκριση με την μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ των γραμμών (60-cm) (Γράφημα 165). Τα υποτεμάχια  $\Psi_1$  έδωσαν υψηλότερη παραγωγή βιομάζας κατά 6% και 22% σε σύγκριση με τα υποτεμάχια  $\Psi_2$  και  $\Psi_0$ , αντίστοιχα. Τέλος, η μεταχείριση ψευδοσποράς  $\Psi_2$

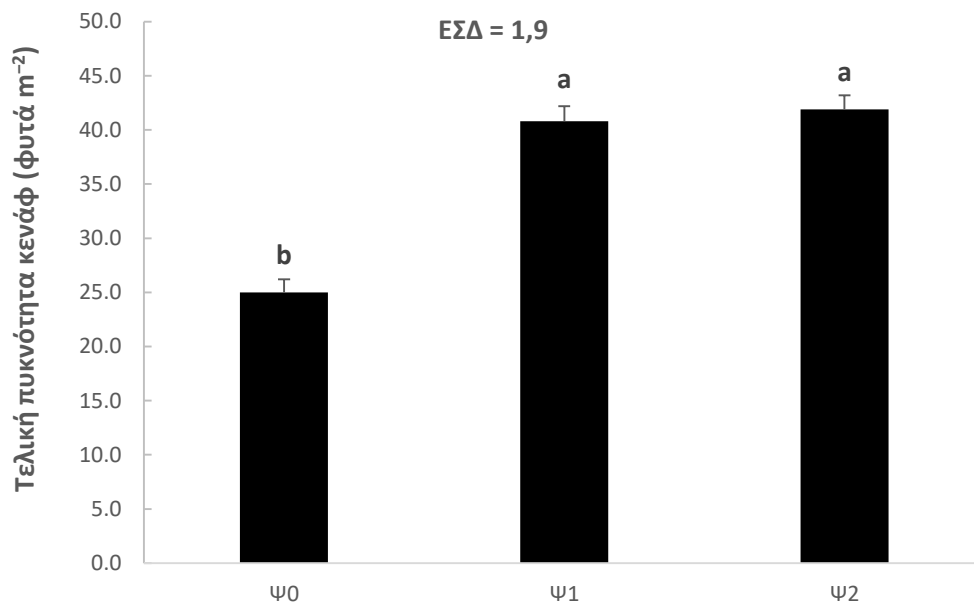
οδήγησε σε 16% υψηλότερη παραγωγή βιομάζας σε σύγκριση με τον αμεταχειρίστο μάρτυρα  $\Psi 0$  (Γράφημα 166).

Για την αλληλεπίδραση  $ΑΓ \times \Psi$ , παρατηρήθηκαν τα παρακάτω αποτελέσματα (Γράφημα 167). Οι υψηλότερες αποδόσεις ξηρής βιομάζας του στελέχους καταγράφηκαν για τις αλληλεπιδράσεις 30-cm/ $\Psi 1$  και 30-cm/ $\Psi 2$  ( $\geq 18,4 \text{ t ha}^{-1}$ ). Η αλληλεπίδραση με την αμέσως υψηλότερη απόδοση ήταν η 30-cm/ $\Psi 0$  ( $16,0 \text{ t ha}^{-1}$ ). Επιπλέον, ο συνδυασμός 60-cm/ $\Psi 1$  οδήγησε σε 17% χαμηλότερη απόδοση σε σύγκριση με τον συνδυασμό 30-cm/ $\Psi 0$  και 14% υψηλότερη απόδοση σε σύγκριση με τον συνδυασμό 60-cm/ $\Psi 2$ . Ο λιγότερο παραγωγικός συνδυασμός μεταξύ των δύο παραγόντων ( $ΑΓ \times \Psi$ ) ήταν ο 60-cm/ $\Psi 0$  ( $< 9,0 \text{ t ha}^{-1}$ ).

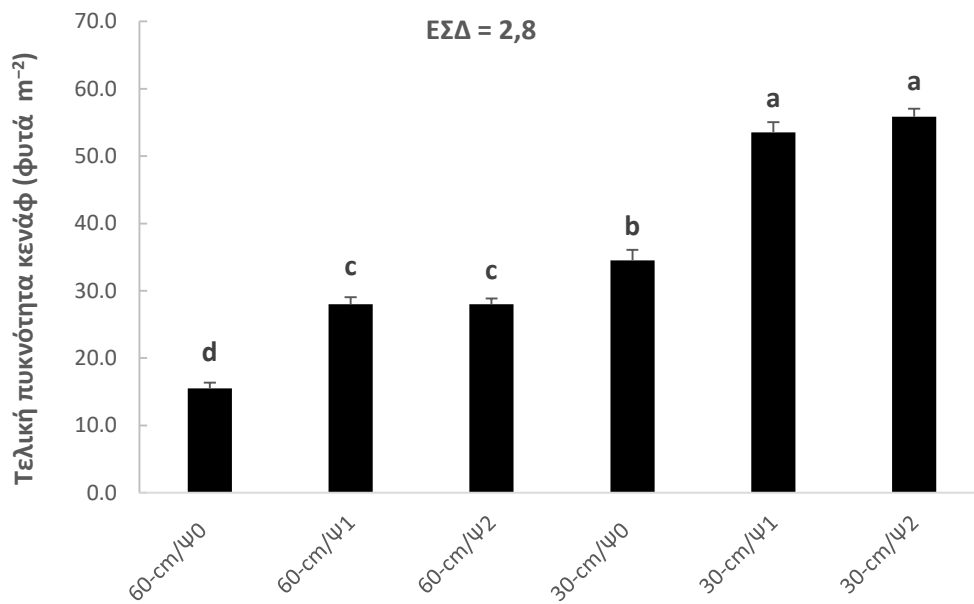


**Γράφημα 155.** Τελική πυκνότητα κενάφ (φυτά  $m^{-2}$ ) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ) κατά τη συγκομιδή. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

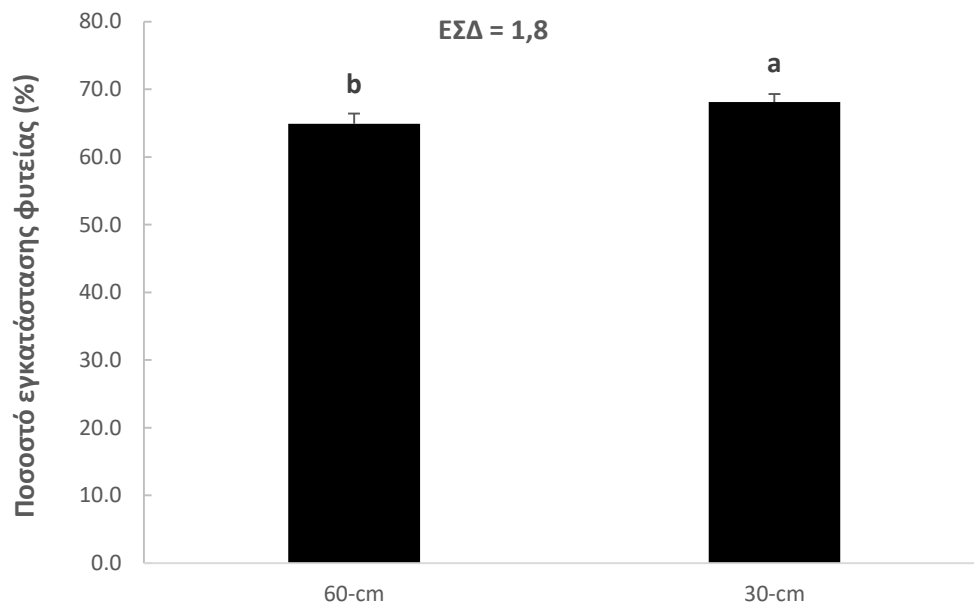




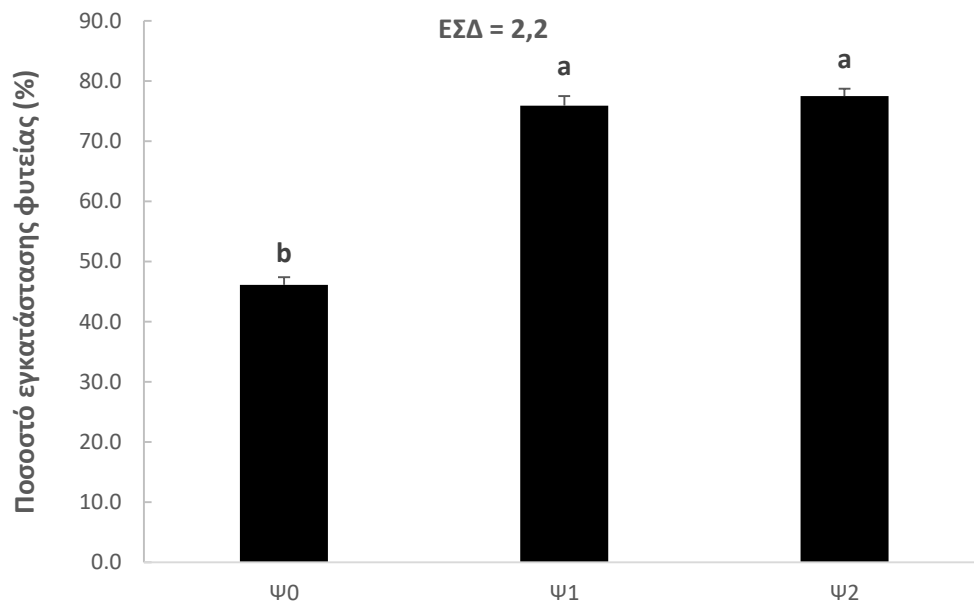
**Γράφημα 156.** Τελική πυκνότητα κενάφ (φυτά m<sup>-2</sup>) στα υποτεμάχια (Ψ) κατά τη συγκομιδή. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



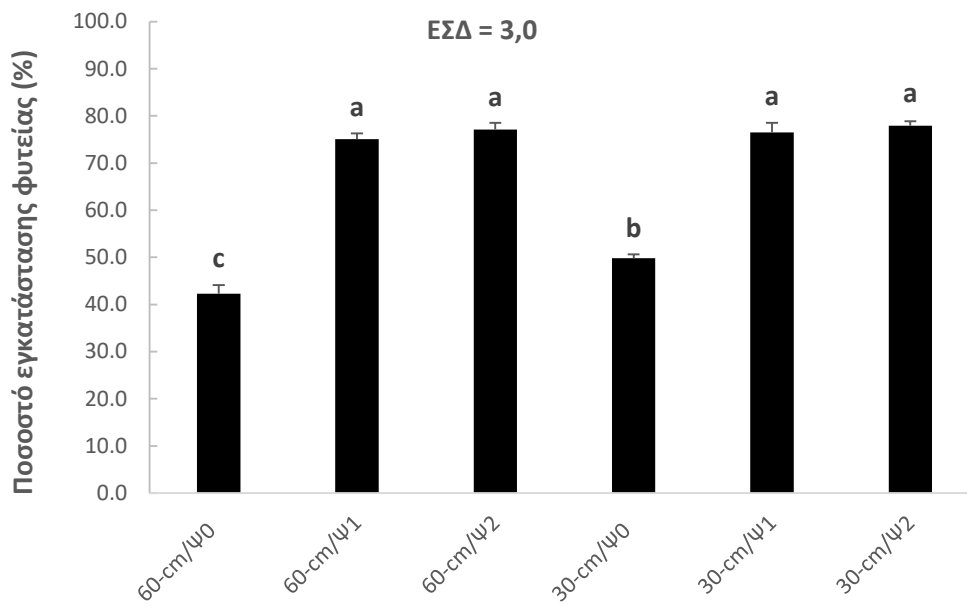
**Γράφημα 157.** Τελική πυκνότητα κενάφ (φυτά m<sup>-2</sup>) για τις αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ κατά τη συγκομιδή. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



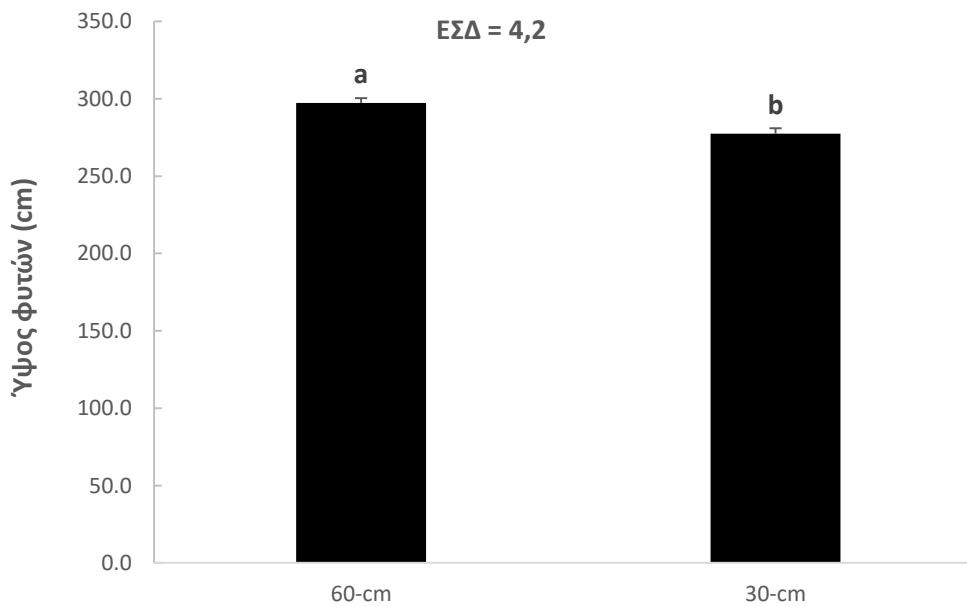
**Γράφημα 158.** Ποσοστό επιτυχίας εγκατάστασης φυτείας (%) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



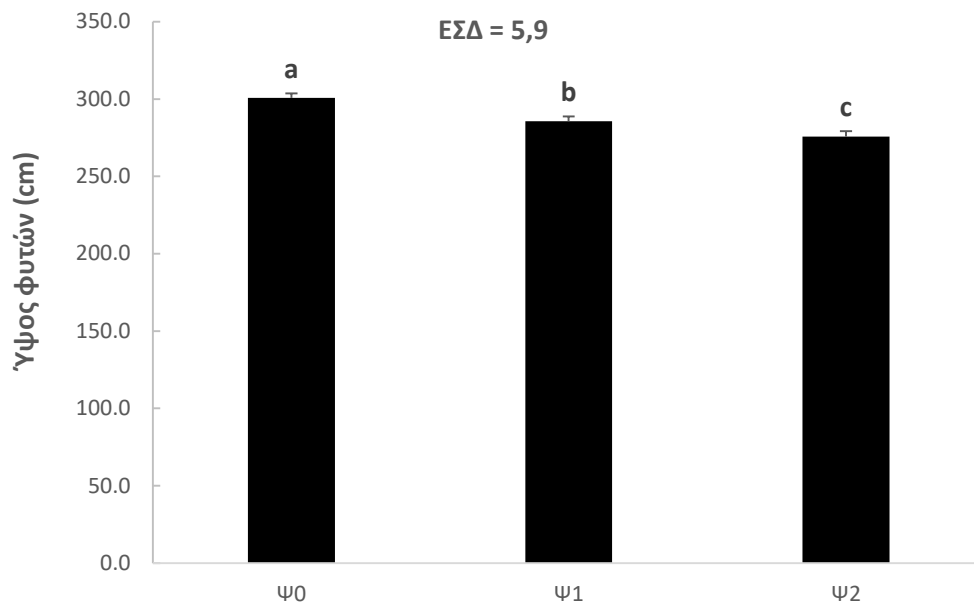
**Γράφημα 159.** Ποσοστό επιτυχίας εγκατάστασης φυτείας (%) στα υποτεμάχια (Ψ). Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



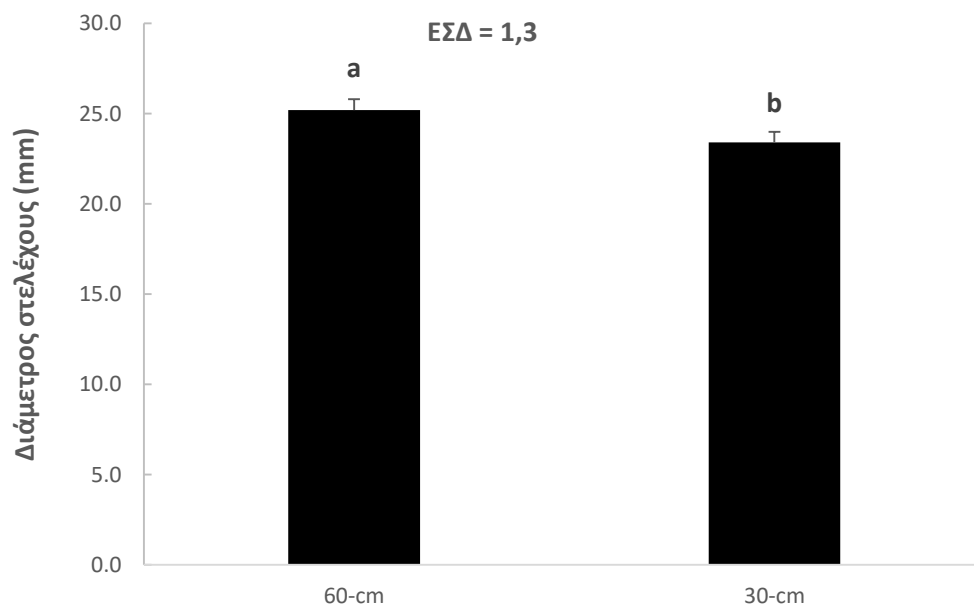
**Γράφημα 160.** Ποσοστό επιτυχίας εγκατάστασης φυτείας (%) για τις αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



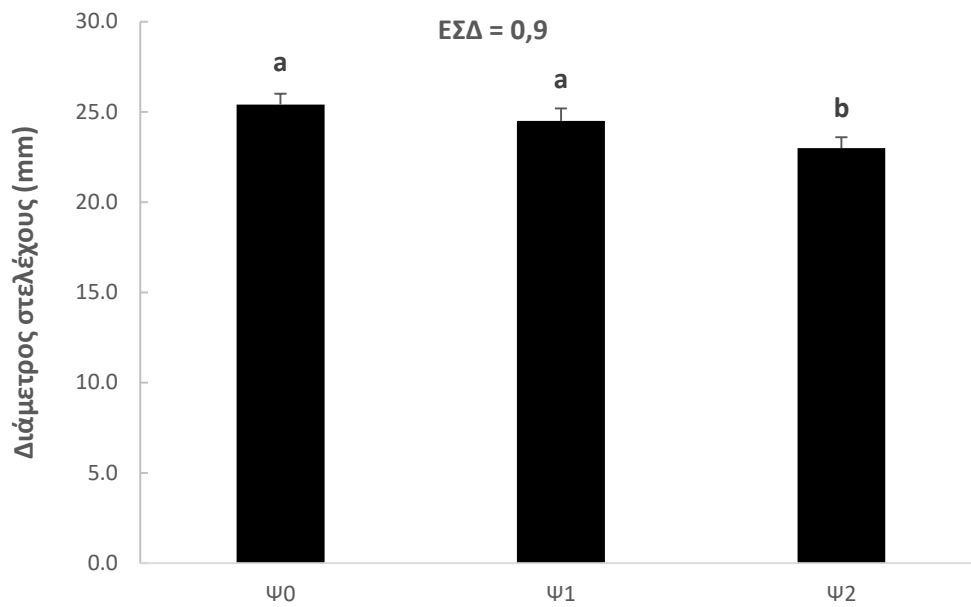
**Γράφημα 161.** Μέσο ύψος κενάφ (cm) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ) κατά τη συγκομιδή. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



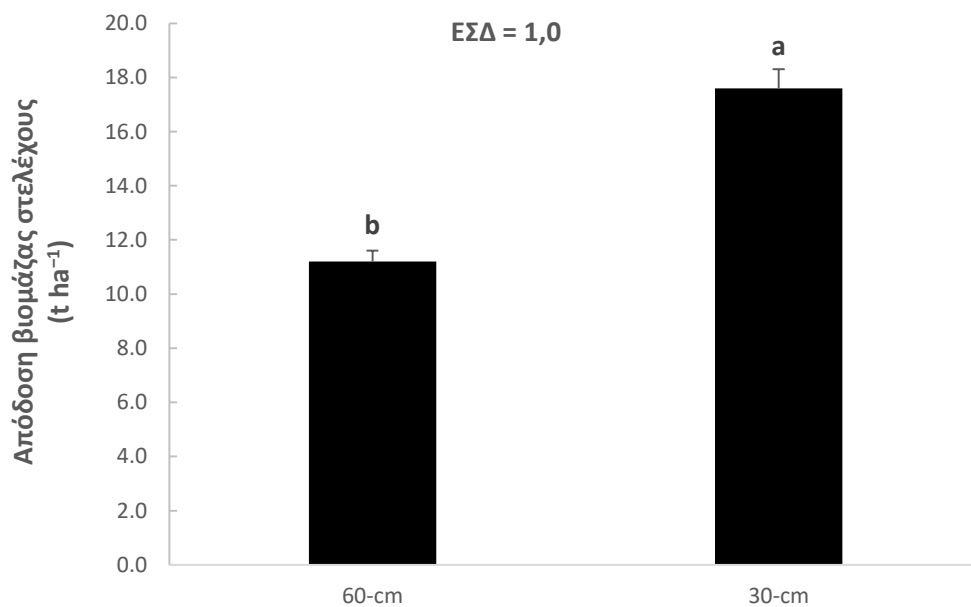
**Γράφημα 162.** Μέσο ύψος κενάφ (cm) στα υποτεμάχια (Ψ) κατά τη συγκομιδή. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



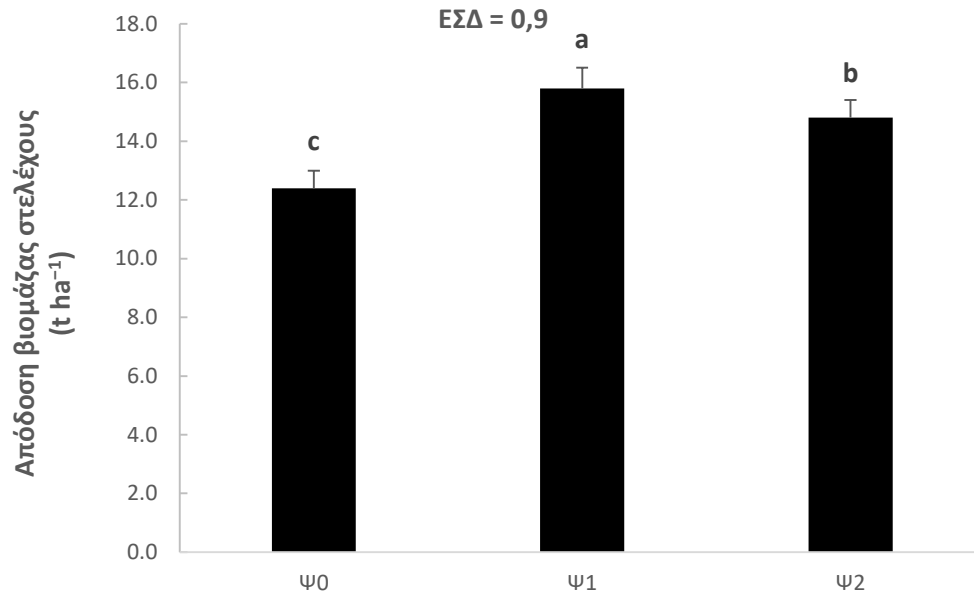
**Γράφημα 163.** Διάμετρος βάσης στελέχους (mm) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ) κατά τη συγκομιδή. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



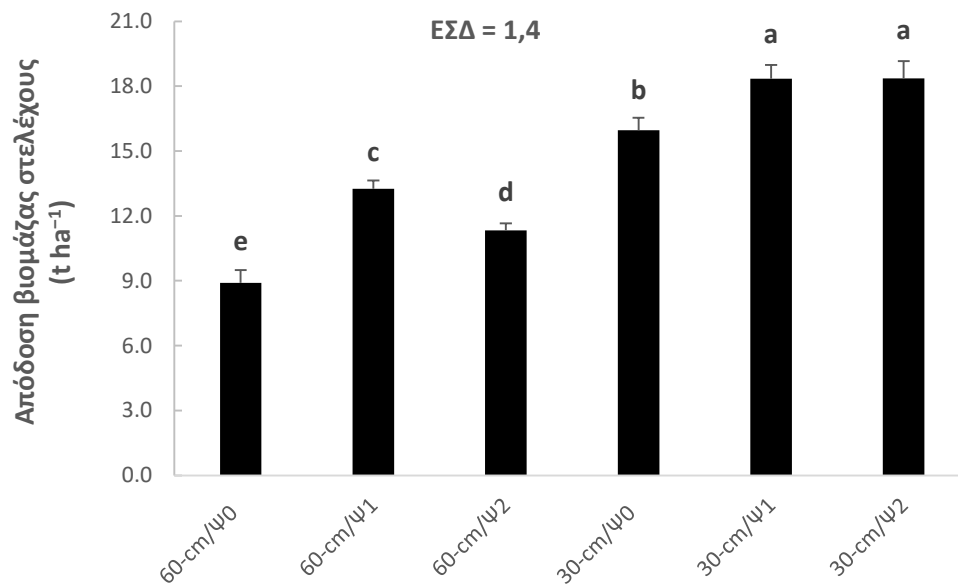
**Γράφημα 164.** Διάμετρος βάσης στελέχους (mm) στα υποτεμάχια (Ψ) κατά τη συγκομιδή. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 165.** Απόδοση του στελέχους σε ξηρή βιομάζα (t ha<sup>-1</sup>) στα κύρια τεμάχια (ΑΓ) κατά τη συγκομιδή. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 166.** Απόδοση του στελέχους σε ξηρή βιομάζα (t ha<sup>-1</sup>) στα υποτεμάχια (Ψ) κατά τη συγκομιδή. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



**Γράφημα 167.** Απόδοση του στελέχους σε ξηρή βιομάζα (t ha<sup>-1</sup>) για τις αλληλεπιδράσεις ΑΓ × Ψ κατά τη συγκομιδή. Τα διαφορετικά αγγλικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι κάθετες ράβδοι υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.

Ακολουθούν εικόνες από τον πειραματικό αγρό (Εικόνες 31–38).



**Εικόνα 31.** Κύριο τεμάχιο με ΑΓ 30-cm. Μάρτυρας Ψ0 με μεγάλη πυκνότητα ζιζανίων.



**Εικόνα 32.** Κύριο τεμάχιο με ΑΓ 30-cm. Απεικονίζονται τα υποτεμάχια Ψ2 (μπροστά), Ψ0 (δεξιά) και Ψ1 (αριστερά).



**Εικόνα 33.** Υποτεμάχιο Ψ2 σε κύριο τεμάχιο με ΑΓ 30-cm πριν τη σπορά.



**Εικόνα 34.** Υποτεμάχιο Ψ1 σε κύριο τεμάχιο με ΑΓ 30-cm.





**Εικόνα 35.** Υποτεμάχιο Ψ1 σε κύριο τεμάχιο με ΑΓ 60-cm.



**Εικόνα 36.** Κύριο τεμάχιο με ΑΓ 60-cm. Απεικονίζεται ο μάρτυρας Ψ0.



**Εικόνα 37.** Υποτεμάχιο Ψ2 σε κύριο τεμάχιο με ΑΓ 60-cm πριν τη σπορά.



**Εικόνα 38.** Υποτεμάχιο Ψ0 σε κύριο τεμάχιο με ΑΓ 60-cm με μεγάλο φορτίο ζιζανίων.

#### 4.4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ψευδοσπορά με εφαρμογή glyphosate ήταν αποτελεσματική για τον έλεγχο των ζιζανίων στην καλλιέργεια του κενάφ περιορίζοντας την πυκνότητα, τη βιομάζα τους και τις τιμές του δείκτη NDVI των ζιζανίων. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αντίστοιχα άλλων ερευνητών σε σημαντικές εαρινές εκτατικές καλλιέργειες όπως των Dogan et al. (2009) στο βαμβάκι, Kanatas et al. (2020a) στη σόγια και Singh et al. (2018) στο ρύζι. Σημαντικό εύρημα ήταν πως η καθυστέρηση της σποράς για μερικές επιπλέον εβδομάδες οδήγησε σε ακόμη καλύτερο έλεγχο ζιζανίων στα υποτεμάχια Ψ2 καθώς περισσότερα ζιζάνια εμφανίστηκαν στον αγρό και αναπτύχθηκαν μέχρι να δεχθούν εφαρμογή glyphosate. Ανάλογες ήταν και οι παρατηρήσεις των Sindhu et al. (2010) στο ρύζι.

Επιπλέον, φαίνεται σαφές πως η ψευδοσπορά δίνει τη δυνατότητα εφαρμογής του glyphosate για τον έλεγχο δυσεξόντωτων πολυετών ζιζανίων όπως η πορφυρή κύπερη και ο γερμανός που ελέγχονται πολύ δύσκολα αφού εγκατασταθούν σε μια εκάστοτε γεωργική περιοχή (Peerzada 2017, Roberts & Florentine, 2022). Η ψευδοσπορά επίσης φάνηκε πως λειτουργεί συνεργιστικά με καλλιεργητικές πρακτικές που βελτιώνουν την ανταγωνιστική ικανότητα του κενάφ όπως η μείωση των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας. Οι μειωμένες αποστάσεις γραμμών επισημαίνονται στη διεθνή βιβλιογραφία ως μια πολύ αποτελεσματική καλλιεργητική πρακτική για τη συμπίεση των ζιζανίων (Bradley 2006, Travlos et al. 2023).

Ωστόσο στο κενάφ όμως φαίνεται πως η ψευδοσπορά είναι ιδανικά να πραγματοποιηθεί με έλεγχο ζιζανίων μόλις τρεις εβδομάδες μετά τη προετοιμασία της σποροκλίνης. Σε αυτή την περίπτωση, όπως στα υποτεμάχια Ψ1 του πειράματος αυτού, μπορεί να επιτυγχάνεται ο έλεγχος μόνο του αρχικού κύματος βλάστησης των ζιζανίων όμως η καλλιέργεια του κενάφ φτάνει στο μέγιστο του παραγωγικού δυναμικού της καθώς έχει μεγαλύτερη διάρκεια βιολογικού κύκλου σε σύγκριση με την περίπτωση που η σπορά καθυστερεί έξι εβδομάδες (υποτεμάχια Ψ2).

Είναι απαραίτητος όμως ο έλεγχος των ζιζανίων ακόμη και σε αυτήν την πολύ ανταγωνιστική καλλιέργεια καθώς τα ζιζάνια ανταγωνίζονται το κενάφ κατά τα νεαρά στάδια ανάπτυξης τους παρεμποδίζοντας την επιτυχή εγκατάσταση της φυτείας (Gazoulis et al. 2021b). Ακόμη ο ανταγωνισμός των ζιζανίων προκαλεί και κάποια μείωση στην απόδοση του κενάφ σε βιομάζα όπως φαίνεται τόσο από την παρούσα μελέτη όσο και σε αυτή των Kuchinda et al. (2001). Σε κάθε περίπτωση, η υψηλότερη παραγωγή βιομάζας στα υποτεμάχια Ψ0 συμφωνεί με τα αποτελέσματα των Manzanares et al. (1997) στην ίδια καλλιέργεια. Ακόμη, οι υψηλότερες

αποδόσεις του κενάφ σε βιομάζα λόγω της μείωσης μεταξύ των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας από 60 cm σε 30 cm συμφωνούν με τους Baldwin & Graham (2006) και τους Berti et al. (2013).

Περαιτέρω πειραματισμός αγρού απαιτείται για την αξιολόγηση διαφόρων μεθόδων εφαρμογής της καλλιεργητικής πρακτικής της ψευδοσποράς σε συνδυασμό πάντα και με άλλες μη χημικές μεθόδους για Ολοκληρωμένη Διαχείριση Ζιζανίων (ΟΔΖ) στο κενάφ με σκοπό την απαλλαγή της καλλιέργειας από ζιζάνια κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης, την επιτυχημένη εγκατάσταση της φυτείας και την επίτευξη υψηλών αποδόσεων. Ακόμη, η ανάπτυξη συστημάτων ΟΔΖ με βάση τη ψευδοσπορά οφείλει να δοκιμασθεί υπό ποικίλες εδαφοκλιματικές συνθήκες και σε άλλες μη τροφικές καλλιέργειες με πολλαπλές βιομηχανικές-ενεργειακές χρήσεις.

## 5. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα διετούς πειραματισμού αγρού που διεξήχθησαν σε τρεις διαφορετικές καλλιέργειες προκύπτουν τα εξής κύρια συμπεράσματα. Αρχικά, αναφορικά με τον τρόπο εφαρμογής της ψευδοσποράς, φαίνεται ότι η επιλογή μεταξύ επιφανειακής εδαφοκατεργασίας και εφαρμογής διασυστηματικών μη εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων εξαρτάται άμεσα από τη σύσταση της ζιζανιοχλωρίδας. Εφόσον κυριαρχούν στον αγρό ετήσια ζιζάνια, η επιφανειακή εδαφοκατεργασία αναμένεται να επιτύχει επαρκή έλεγχο ζιζανίων ενώ αν κυριαρχούν πολυετή ζιζάνια η χημική ζιζανιοκτονία είναι η πλέον ενδεδειγμένη επιλογή. Επίσης φαίνεται πως όσο αυξάνεται το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ της προετοιμασίας της σποροκλίνης και του ελέγχου των ζιζανίων πριν τη σπορά, τόσο αυξάνεται και η αποτελεσματικότητα της ψευδοσποράς. Σε κάθε περίπτωση όμως, βέλτιστα αποτελέσματα επιτυγχάνονται όταν η ψευδοσπορά συνδυάζεται είτε με άλλες καλλιεργητικές πρακτικές που αυξάνουν την ανταγωνιστικότητα των καλλιεργειών όπως η μείωση των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας, η συγκαλλιέργεια κ.α. είτε με λελογισμένη πάντα χρήση εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων. Τα αποτελέσματα της παρούσας Διδακτορικής Διατριβής ενδέχεται να συμβάλλουν ενεργά στη βελτιστοποίηση της καλλιεργητικής πρακτικής της ψευδοσποράς για διαχείριση ζιζανίων σε φυτά μεγάλης καλλιέργειας. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού όμως απαιτείται περαιτέρω πειραματισμός πεδίου σε ένα ευρύτερο φάσμα καλλιεργειών, ζιζανίων και εδαφοκλιματικών συνθηκών.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Akhter, M. J., Kudsk, P., Mathiassen, S. K., & Melander, B. (2021). Rattail fescue (*Vulpia myuros*) interference and seed production as affected by sowing time and crop density in winter wheat. *Weed Science*, 69(1), 52-61. <https://doi.org/10.1017/wsc.2020.84>
- Aktar, W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, 2(1), 1-12. <https://doi.org/10.2478/v10102-009-0001-7>
- Alba, O. S., Syrový, L. D., Duddu, H. S., & Shirliff, S. J. (2020). Increased seeding rate and multiple methods of mechanical weed control reduce weed biomass in a poorly competitive organic crop. *Field Crops Research*, 245, 107648. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.107648>
- Alexopoulou, E., Christou, M., Mardikis, M., & Chatziathanassiou, A. (2000). Growth and yields of kenaf varieties in central Greece. *Industrial Crops and Products*, 11(2-3), 163-172. [https://doi.org/10.1016/S0926-6690\(99\)00064-3](https://doi.org/10.1016/S0926-6690(99)00064-3)
- Alexopoulou, E., Li, D., Papatheohari, Y., Siqi, H., Scordia, D., & Testa, G. (2015). How kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) can achieve high yields in Europe and China. *Industrial Crops and Products*, 68, 131-140. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.10.027>
- Alexopoulou, E., Papatheohari, Y., Christou, M., Monti, A. (2013). Origin, Description, Importance, and Cultivation Area of Kenaf. In: Monti, A., Alexopoulou, E. (eds) Kenaf: A Multi-Purpose Crop for Several Industrial Applications. Green Energy and Technology. Springer, London. [https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5067-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5067-1_1)
- Ali, M., Suthar, P. C., Williams, A., Widderick, M., & Adkins, S. W. (2022). Germination behaviour of *Avena sterilis* subsp. *ludoviciana* under a range of light and temperature regimes. *Crop and Pasture Science*, 73(12), 1395–1405. <https://doi.org/10.1071/CP22074>
- Bajwa, A. A., Akhter, M. J., Iqbal, N., Peerzada, A. M., Hanif, Z., Manalil, S., ... & Chauhan, B. S. (2017). Biology and management of *Avena fatua* and *Avena ludoviciana*: two noxious weed species of agro-ecosystems. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 19465–19479. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9810-y>
- Bajwa, A. A., Walsh, M., & Chauhan, B. S. (2017). Weed management using crop competition in Australia. *Crop Protection*, 95, 8-13. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.08.021>
- Baker, H. G. (1974). The evolution of weeds. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5(1), 1–24. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.05.110174.000245>
- Baldwin, B. S., & Graham, J. W. (2006). Population density and row spacing effects on dry matter yield and bark content of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). *Industrial Crops and Products*, 23(3), 244-248. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2005.06.005>
- Barrett, S. H. (1983). Crop mimicry in weeds. *Economic Botany*, 37(3), 255-282. <https://doi.org/10.1007/BF02858881>

- Bastiaans, L., Paolini, R., & Baumann, D. T. (2008). Focus on ecological weed management: what is hindering adoption?. *Weed Research*, 48(6), 481–491. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2008.00662.x>
- Berti, M., Kamireddy, S., & Ji, Y. (2013). Row Spacing Affects Biomass Yield and Composition of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) as a Lignocellulosic Feedstock for Bioenergy. *Journal of Sustainable Bioenergy Systems*, 3, 68-73. <http://dx.doi.org/10.4236/jsbs.2013.31009>
- Blackshaw, R. E., Anderson, R. L., & Lemerle, D. E. I. R. D. R. E. (2007). Cultural weed management. *Non-Chemical Weed Management: Principles, Concepts and Technology*, Wallingford, UK: CAB International, 35-48.
- Bourguignon, M., Moore, K. J., Lenssen, A. W., & Baldwin, B. S. (2019). Agricultural Practices for Growing Kenaf in Iowa: I. Morphology, Stem, and Fiber Yield. *Agronomy Journal*, 111(3), 1118-1127. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.07.0443>
- Boyd, N. S., Brennan, E. B., & Fennimore, S. A. (2006). Stale seedbed techniques for organic vegetable production. *Weed Technology*, 20(4), 1052-1057. <https://doi.org/10.1614/WT-05-109.1>
- Bradley, K. W. (2006). A review of the effects of row spacing on weed management in corn and soybean. *Crop Management*, 5(1), 1-10. <https://doi.org/10.1094/CM-2006-0227-02-RV>
- Cannon, N. D., Kamalongo, D. M., & Conway, J. S. (2020). The effect of bi-cropping wheat (*Triticum aestivum*) and beans (*Vicia faba*) on forage yield and weed competition. *Biological Agriculture & Horticulture*, 36(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/01448765.2019.1636717>
- Carrubba, A., Labruzzo, A., Comparato, A., Muccilli, S., & Spina, A. (2020). Use of plant water extracts for weed control in durum wheat (*Triticum turgidum* L. Subsp. *durum* Desf.). *Agronomy*, 10(3), 364. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030364>
- Chauhan, B. S. (2020). Grand challenges in weed management. *Frontiers in Agronomy*, 1, 3. <https://doi.org/10.3389/fagro.2019.00003>
- Corinzia, S. A., Scordia, D., D’Agosta, G., Cosentino, S. L., & Patanè, C. (2022). LAI and biomass of kenaf as affected by sowing time and plant density: A simple model simulates the time course in a Mediterranean environment. *Industrial Crops and Products*, 184, 114995. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114995>
- Danalatos, N. G., & Archontoulis, S. V. (2010). Growth and biomass productivity of kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) under different agricultural inputs and management practices in central Greece. *Industrial Crops and Products*, 32(3), 231-240. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.04.013>
- Dass, A., Shekhawat, K., Choudhary, A. K., Sepat, S., Rathore, S. S., Mahajan, G., & Chauhan, B. S. (2017). Weed management in rice using crop competition-a review. *Crop protection*, 95, 45-52. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.08.005>

Datta, A., Ullah, H., Tursun, N., Pornprom, T., Knezevic, S. Z., & Chauhan, B. S. (2017). Managing weeds using crop competition in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. *Crop protection*, 95, 60-68. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.09.005>

Davis, A. S. (2010). Cover-crop roller-crimper contributes to weed management in no-till soybean. *Weed Science*, 58(3), 300-309. <https://doi.org/10.1614/WS-D-09-00040.1>

Davis, A. S., & Frisvold, G. B. (2017). Are herbicides a once in a century method of weed control?. *Pest management science*, 73(11), 2209-2220. <https://doi.org/10.1002/ps.4643>

De Cauwer, B., Delanote, L., Devos, M., De Ryck, S., & Reheul, D. (2020). Optimisation of weed control in organic processing spinach (*Spinacia oleracea* L.): Impacts of cultivar, seeding rate, plant spacing and integrated weed management strategy. *Agronomy*, 11(1), 53. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010053>

De Vita, P., Colecchia, S. A., Pecorella, I., & Saia, S. (2017). Reduced inter-row distance improves yield and competition against weeds in a semi-dwarf durum wheat variety. *European Journal of Agronomy*, 85, 69-77. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.02.003>

Dezfooli, A. (2000) *Competition between wild mustard (Sinapis arvensis L.) and spring wheat (Triticum aestivum L.)*. MSc thesis, University of Guelph, Ontario, Canada. Online: <https://atrium.lib.uoguelph.ca/server/api/core/bitstreams/b987831d-f4a1-497c-b5d0-76e567602232/content>

Dhima, K. V., & Eleftherohorinos, I. G. (2001). Influence of nitrogen on competition between winter cereals and sterile oat. *Weed Science*, 49(1), 77-82. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2001\)049\[0077:IONOCB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2001)049[0077:IONOCB]2.0.CO;2)

Dhima, K. V., Vasilakoglou, I. B., Eleftherohorinos, I. G., & Lithourgidis, A. S. (2006). Allelopathic potential of winter cereals and their cover crop mulch effect on grass weed suppression and corn development. *Crop science*, 46(1), 345-352. <https://doi.org/10.2135/cropsci2005-0186>

Doğan, M. N., Jabran, K., & Unay, A. (2014). Integrated weed management in cotton. *Recent Advances in Weed Management*, 197-222. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1019-9\\_9](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1019-9_9)

Dogan, M. N., Ünay, A., Boz, Ö., & Ögüt, D. (2009). Effect of pre-sowing and pre-emergence glyphosate applications on weeds in stale seedbed cotton. *Crop Protection*, 28(6), 503-507. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.01.013>

Dowling, A., Sadras, V. O., Roberts, P., Doolette, A., Zhou, Y., & Denton, M. D. (2021). Legume-oilseed intercropping in mechanised broadacre agriculture—a review. *Field crops research*, 260, 107980. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107980>

Duke, S. O., & Powles, S. B. (2008). Glyphosate: a once-in-a-century herbicide. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 64(4), 319-325. <https://doi.org/10.1002/ps.1518>

Falasca, S. L., Ulberich, A. C., & Pitta-Alvarez, S. (2014). Possibilities for growing kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) in Argentina as biomass feedstock under dry-subhumid and semiarid climate conditions. *Biomass and Bioenergy*, 64, 70-80. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.03.031>



- Fernández-Moreno, P. T., Alcantara-De La Cruz, R., Cruz-Hipólito, H. E., Rojano-Delgado, A. M., Travlos, I., & De Prado, R. (2016). Non-target site tolerance mechanisms describe tolerance to glyphosate in *Avena sterilis*. *Frontiers in Plant Science*, *7*, 212185. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01220>
- Florence, A. M., & McGuire, A. M. (2020). Do diverse cover crop mixtures perform better than monocultures? A systematic review. *Agronomy Journal*, *112*(5), 3513-3534. <https://doi.org/10.1002/agj2.20340>
- Fuchs, R., Brown, C., & Rounsevell, M. (2020). Europe's Green Deal offshores environmental damage to other nations. *Nature*, *586*(7831), 671-673. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-02991-1>
- García de Arévalo, R. C., Sánchez, M. A., & Algarra, P. H. (1994). Response to N-fertilizer of Italian ryegrass grown alone and in mixture with berseem clover under continental irrigated Mediterranean conditions. *Fertilizer Research*, *39*, 105–112. <https://doi.org/10.1007/BF00750909>
- Gazoulis, I., Kanatas, P., & Antonopoulos, N. (2021a). Cultural practices and mechanical weed control for the management of a low-diversity weed community in spinach. *Diversity*, *13*(12), 616. <https://doi.org/10.3390/d13120616>
- Gazoulis, I., Kanatas, P., Antonopoulos, N., Tataridas, A., & Travlos, I. (2022). Narrow row spacing and cover crops to suppress weeds and improve sulla (*Hedysarum coronarium* L.) biomass production. *Energies*, *15*(19), 7425. <https://doi.org/10.3390/en15197425>
- Gazoulis, I., Kanatas, P., Papastylianou, P., Tataridas, A., Alexopoulou, E., & Travlos, I. (2021). Weed management practices to improve establishment of selected lignocellulosic crops. *Energies*, *14*(9), 2478. <https://doi.org/10.3390/en14092478>
- Giambalvo, D., Ruisi, P., Di Miceli, G., Frenda, A. S., & Amato, G. (2011). Forage production, N uptake, N<sub>2</sub> fixation, and N recovery of berseem clover grown in pure stand and in mixture with annual ryegrass under different managements. *Plant and Soil*, *342*, 379–391. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0703-9>
- Giannessi, L. P. (2013). The increasing importance of herbicides in worldwide crop production. *Pest management science*, *69*(10), 1099-1105. <https://doi.org/10.1002/ps.3598>
- Glaze-Corcoran, S., Hashemi, M., Sadeghpour, A., Jahanzad, E., Afshar, P. K., Liu, X., et al. Understanding intercropping to improve agricultural resiliency and environmental sustainability. In *Advances in Agronomy*; Sparks, D. L., Ed. Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2020, *Volume 162*, pp. 199–256. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2020.02.004>
- Gu, C., Bastiaans, L., Anten, N. P., Makowski, D., & van Der Werf, W. (2021). Annual intercropping suppresses weeds: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *322*, 107658. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107658>

Hall, D. D., Cromwell, G. L., & Stahly, T. S. (1991). Effects of dietary calcium, phosphorus, calcium: phosphorus ratio and vitamin K on performance, bone strength and blood clotting status of pigs. *Journal of Animal Science*, 69(2), 646–655. <https://doi.org/10.2527/1991.692646x>

Hasanuzzaman, M., Mohsin, S. M., Bhuyan, M. B., Bhuiyan, T. F., Anee, T. I., Masud, A. A. C., & Nahar, K. (2020). Phytotoxicity, environmental and health hazards of herbicides: challenges and ways forward. In *Agrochemicals detection, treatment and remediation* (pp. 55-99). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-103017-2.00003-9>

Heap, I. (2024). The International Herbicide-Resistant Weed Database. Online. Tuesday, June 4, 2024. [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org)

Hilhorst, H. W. (1998). The regulation of secondary dormancy. The membrane hypothesis revisite. *Seed Science Research*, 8(2), 77-90. <https://doi.org/10.1017/S0960258500003974>

Holzner, W., & Immonen, R. (1982). The agrestal weed flora and vegetation of the world. *Biology and Ecology of Weeds*, 203-226.

Hufnagel, J., Reckling, M., & Ewert, F. (2020). Diverse approaches to crop diversification in agricultural research. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 40(2), 14. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00617-4>

Hurley, T. M., & Frisvold, G. (2016). Economic barriers to herbicide-resistance management. *Weed Science*, 64(S1), 585-594. <https://doi.org/10.1614/WS-D-15-00046.1>

Ighalo, J. O., Adeniyi, A. G., & Adelodun, A. A. (2021). Recent advances on the adsorption of herbicides and pesticides from polluted waters: performance evaluation via physical attributes. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 93, 117-137. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2020.10.011>

Jabran, K., Mahmood, K., Melander, B., Bajwa, A. A., Kudsk, P. Chapter three—Weed dynamics and management in wheat. In *Advances in Agronomy*, Sparks, D. L., (Ed.) Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2017, Volume 145, pp. 97–166. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2017.05.002>

Jensen, P. K. (2019). Use of integrated weed management tools in crop rotations with grass seed production. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 69(3), 209-218. <https://doi.org/10.1080/09064710.2018.1530295>

Johnson, W. C., & Mullinix, B. G. (1995). Weed management in peanut using stale seedbed techniques. *Weed Science*, 43(2), 293-297. <https://doi.org/10.1017/S0043174500081200>

Jørgensen, L. N., Noe, E., Langvad, A. M., Jensen, J. E., Ørum, J. E., & Rydahl, P. (2007). Decision support systems: barriers and farmers' need for support. *EPPO bulletin*, 37(2), 374-377. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2007.01145.x>

Kanatas, P. J., & Gazoulis, I. (2022). The integration of increased seeding rates, mechanical weed control and herbicide application for weed management in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Phytoparasitica*, 50(1), 255–267. <https://doi.org/10.1007/s12600-021-00955-3>

Kanatas, P. J., Travlos, I. S., Gazoulis, J., Antonopoulos, N., Tsekoura, A., Tataridas, A., & Zannopoulos, S. (2020b). The combined effects of false seedbed technique, post-emergence chemical control and cultivar on weed management and yield of barley in Greece. *Phytoparasitica*, *48*, 131–143. <https://doi.org/10.1007/s12600-020-00783-x>

Kanatas, P., Antonopoulos, N., Gazoulis, I., & Travlos, I. S. (2021). Screening glyphosate-alternative weed control options in important perennial crops. *Weed Science*, *69*(6), 704–718. <https://doi.org/10.1017/wsc.2021.55>

Kanatas, P., Gazoulis, I., & Travlos, I. (2021b). Irrigation timing as a practice of effective weed management in established alfalfa (*Medicago sativa* L.) crop. *Agronomy*, *11*(3), 550. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030550>

Kanatas, P., Travlos, I., Papastylianou, P., Gazoulis, I., Kakabouki, I., & Tsekoura, A. (2020a). Yield, quality and weed control in soybean crop as affected by several cultural and weed management practices. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, *48*(1), 329–341. <https://doi.org/10.15835/nbha48111823>

Karkanis, A., Angou, A., Athanasiadou, D., Giannoulis, K. D., Askianaki, R., Kousi, N., ... & Karamoutis, C. (2022). Using post-emergence herbicides in combination with the sowing date to suppress *Sinapis arvensis* and *Silybum marianum* in durum wheat. *Agronomy*, *12*(10), 2583. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102583>

Kaur, S., Kaur, R., & Chauhan, B. S. (2018). Understanding crop-weed-fertilizer-water interactions and their implications for weed management in agricultural systems. *Crop Protection*, *103*, 65–72. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.09.011>

Kavut, Y. (2019). Effects of seeding pattern and harvest date of Persian clover and annual ryegrass on hay yield and quality in a Mediterranean environment. *Turkish Journal of Field Crops*, *24*(2), 245–251. <https://doi.org/10.17557/tjfc.655175>

Knezevic, S. Z. (2014). Integrated weed management in soybean. *Recent Advances in Weed Management*, 223–237. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1019-9\\_10](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1019-9_10)

Korres, N. E. (2018). Agronomic weed control: A trustworthy approach for sustainable weed management. In *Non-chemical weed control* (pp. 97–114). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809881-3.00006-1>

Kuchinda, N. C., Ndahi, W. B., Lagoke, S. T. O., & Ahmed, M. K. (2001). The effects of nitrogen and period of weed interference on the fibre yield of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) in the northern Guinea Savanna of Nigeria. *Crop Protection*, *20*(3), 229–235. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00138-1](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00138-1)

Levene, H. Robust tests of equality of variances. In *Contributions to Probability and Statistics, Essays in Honor of Harold Hoteling*. Olkin, I., Ghurye, S.G., Hoeffding, W., Madow, W.G., & Mann, H.B. (Eds.), Stanford University Press: Stanford, CA, USA, 1960; pp. 278–292. [https://books.google.gr/books/about/Contributions to Probability and Statistics.html?id=ZUSsA-AAAAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.gr/books/about/Contributions%20to%20Probability%20and%20Statistics.html?id=ZUSsA-AAAAAJ&redir_esc=y)

- Lithourgidis, A. S., Dordas, C. A., Damalas, C. A., & Vlachostergios, D. (2011). Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. *Australian Journal of Crop Science*, 5(4), 396–410. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.281409060336481>
- MacLaren, C., Swanepoel, P., Bennett, J., Wright, J., & Dehnen-Schmutz, K. (2019). Cover crop biomass production is more important than diversity for weed suppression. *Crop Science*, 59(2), 733–748. <https://doi.org/10.2135/cropsci2018.05.0329>
- Mahajan, G., & Chauhan, B. S. (2021). Seed longevity and seedling emergence behavior of wild oat (*Avena fatua*) and sterile oat (*Avena sterilis* ssp. *ludoviciana*) in response to burial depth in eastern Australia. *Weed Science*, 69(3), 362–371. <https://doi.org/10.1017/wsc.2021.7>
- Maitra, S., Hossain, A., Brestic, M., Skalicky, M., Ondrisik, P., Gitari et al. (2021). Intercropping—A low input agricultural strategy for food and environmental security. *Agronomy*, 11(2), 343. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020343>
- Manalil, S., Coast, O., Werth, J., & Chauhan, B. S. (2017). Weed management in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) through weed-crop competition: A review. *Crop Protection*, 95, 53-59. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.08.008>
- Manzanares, M., Tenorio, J. L., & Ayerbe, L. (1997). Sowing time, cultivar, plant population and application of N fertilizer on Kenaf in Spain's central plateau. *Biomass and Bioenergy*, 12(4), 263-271. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(96\)00078-5](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(96)00078-5)
- Mariotti, M., Masoni, A., Ercoli, L., & Arduini, I. (2006). Forage potential of winter cereal/legume intercrops in organic farming. *Italian Journal of Agronomy*, 1(3), 403–412. <https://doi.org/10.4081/ija.2006.403>
- Marshall, E. J. P. (2003). The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research*, 43, 77-89.
- Meiss, H., Médiène, S., Waldhardt, R., Caneill, J., & Munier-Jolain, N. (2010). Contrasting weed species composition in perennial alfalfas and six annual crops: implications for integrated weed management. *Agronomy for Sustainable Development*, 30, 657–666. <https://doi.org/10.1051/agro/2009043>
- Merfield, C. N. (2013). False and Stale Seedbeds: The most effective non-chemical weed management tools for cropping and pasture establishment. Lincoln, New Zealand: The BHU Future Farming Centre: 23. Online: <https://www.merfield.com/research/2015/false-and-stale-seedbeds--the-most-effective-non-chemical-weed-management-tools-for-cropping-and-pasture-establishment-2015-ffc-merfield.pdf>
- Mhlanga, B., Chauhan, B. S., & Thierfelder, C. (2016). Weed management in maize using crop competition: A review. *Crop Protection*, 88, 28-36. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.05.008>
- Montull, J. M., Taberner, A., Bøjer, O., & Rydahl, P. (2020). IPMwise: a decision support system for multispecies weed control in cereal crops. *Decision Support Systems for Weed Management*, 279-298. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-44402-0\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-030-44402-0_13)

Mouillon, P., Caldwell, B. A., Cordeau, S., Pelzer, C. J., Wayman, S., & Ryan, M. R. (2020). Crop density affects weed suppression in organically managed Sunflower. *Agronomy Journal*, 112(1), 450-457. <https://doi.org/10.1002/agj2.20059>

Myers, J. H., Rose, G., Odell, E., Zhang, P., Bui, A., & Pettigrove, V. (2022). Household herbicide use as a source of simazine contamination in urban surface waters. *Environmental Pollution*, 299, 118868. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.118868>

Naeem, M., Minhas, W. A., Hussain, S., Ul-Allah, S., Farooq, M., Farooq, S., & Hussain, M. (2022). Barley-based cropping systems and weed control strategies influence weed infestation, soil properties and barley productivity. *Agriculture*, 12(4), 487. <https://doi.org/10.3390/agriculture12040487>

Oerke, E. C., & Dehne, H. W. (2004). Safeguarding production—losses in major crops and the role of crop protection. *Crop Protection*, 23(4), 275–285. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2003.10.001>

Papastylianou, I. (2004). Effect of rotation system and N fertilizer on barley and vetch grown in various crop combinations and cycle lengths. *The Journal of Agricultural Science*, 142(1), 41–48. <https://doi.org/10.1017/S0021859604004009>

Patanè, C., & Cosentino, S. L. (2013). Yield, water use and radiation use efficiencies of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) under reduced water and nitrogen soil availability in a semi-arid Mediterranean area. *European Journal of Agronomy*, 46, 53-62. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.12.002>

Peerzada, A. M. (2017). Biology, agricultural impact, and management of *Cyperus rotundus* L.: the world's most tenacious weed. *Acta Physiologiae Plantarum*, 39(12), 270. <https://doi.org/10.1007/s11738-017-2574-7>

Peerzada, A. M., Ali, H. H., & Chauhan, B. S. (2017). Weed management in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] using crop competition: A review. *Crop protection*, 95, 74-80. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.04.019>

Perotti, V. E., Larran, A. S., Palmieri, V. E., Martinatto, A. K., & Permingeat, H. R. (2020). Herbicide resistant weeds: A call to integrate conventional agricultural practices, molecular biology knowledge and new technologies. *Plant Science*, 290, 110255. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.110255>

Place, G. T., Reberg-Horton, S. C., & Jordan, D. L. (2010). Interaction of cultivar, planting pattern, and weed management tactics in peanut. *Weed science*, 58(4), 442-448. <https://doi.org/10.1614/WS-D-10-00012.1>

Qasem, J. R. (2021). Competition of weeds dominated by wild oat (*Avena sterilis* L.) in wheat (*Triticum durum* Desf.) in Jordan. *Agronomy*, 11(9), 1816. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091816>

Radosevich, S. R., Holt, J. S., & Ghersa, C. (1997). *Weed ecology: implications for management*. John Wiley & Sons.

Raffaelli, M., Bàrberi, P., Peruzzi, A., & Ginanni, M. (2002). Options for mechanical weed control in grain maize—effects on weeds. In *Proceedings of 5th EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control* (pp. 147-152).

Rao, V. S. (2000). *Principles of weed science*. CRC Press.

Rasmussen, I. A. (2004). The effect of sowing date, stale seedbed, row width and mechanical weed control on weeds and yields of organic winter wheat. *Weed research*, 44(1), 12–20. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2003.00367.x>

Reuss, S. A., Buhler, D. D., & Gunsolus, J. L. (2001). Effects of soil depth and aggregate size on weed seed distribution and viability in a silt loam soil. *Applied Soil Ecology*, 16(3), 209-217. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(00\)00115-3](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(00)00115-3)

Roberts, J., & Florentine, S. (2022). Biology, distribution and management of the globally invasive weed *Solanum elaeagnifolium* Cav. (silverleaf nightshade): a global review of current and future management challenges. *Weed Research*, 62(6), 393-403. <https://doi.org/10.1111/wre.12556>

Ross, S. M., King, J. R., O'Donovan, J. T., & Spaner, D. (2004). Forage potential of intercropping berseem clover with barley, oat, or triticale. *Agronomy Journal*, 96(4), 1013–1020. <https://doi.org/10.2134/agronj2004.1013>

Salama, H. S. A. (2015). Interactive effect of forage mixing rates and organic fertilizers on the yield and nutritive value of berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) and annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.). *Agricultural Sciences*, 6(4), 415. <http://dx.doi.org/10.4236/as.2015.64041>

Salama, H. S. A. (2020). Mixture cropping of berseem clover with cereals to improve forage yield and quality under irrigated conditions of the Mediterranean basin. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(2), 159–167. <https://doi.org/10.1016/j.aogas.2020.09.001>

Sardana, V., Mahajan, G., Jabran, K., & Chauhan, B. S. (2017). Role of competition in managing weeds: An introduction to the special issue. *Crop Protection*, 95, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.09.011>

Scavo, A., & Mauromicale, G. (2020). Integrated weed management in herbaceous field crops. *Agronomy*, 10(4), 466. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040466>

Shahzad, M., Hussain, M., Jabran, K., Farooq, M., Farooq, S., Gašparovič, K., et al. (2021). The impact of different crop rotations by weed management strategies' interactions on weed infestation and productivity of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agronomy*, 11(10), 2088. <https://doi.org/10.3390/agronomy11102088>

Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3-4), 591–611. <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>

Sharma, G., Shrestha, S., Kunwar, S., & Tseng, T. M. (2021). Crop diversification for improved weed management: A review. *Agriculture*, 11(5), 461. <https://doi.org/10.3390/agriculture11050461>

Shem-Tov, S., Fennimore, S. A., & Lanini, W. T. (2006). Weed management in lettuce (*Lactuca sativa*) with preplant irrigation. *Weed technology*, 20(4), 1058–1065. <https://doi.org/10.1614/WT-05-085.1>

Shem-Tov, S., Fennimore, S. A., & Lanini, W. T. (2006). Weed management in lettuce (*Lactuca sativa*) with preplant irrigation. *Weed technology*, 20(4), 1058–1065. <https://doi.org/10.1614/WT-05-085.1>

Silvertown, J., & Charlesworth, D. (2009). Introduction to plant population biology. John Wiley & Sons.

Sindhu, P. V., Thomas, C. G., & Abraham, C. T. (2010). Seedbed manipulations for weed management in wet seeded rice. *Indian Journal of Weed Science*, 42(3&4), 173–179. Online: <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijws&volume=42&issue=3and4&article=008>

Sindhu, P. V., Thomas, C.G., & Abraham, C. T. (2010). Seedbed Manipulations for Weed Management in Wet Seeded Rice. *Indian Journal of Weed Science* 42, 173-179.

Singh, A., Mahajan, G., & Chauhan, B. S. (2022). Germination ecology of wild mustard (*Sinapis arvensis*) and its implications for weed management. *Weed Science*, 70(1), 103–111. <https://doi.org/10.1017/wsc.2021.66>

Singh, M., Bhullar, M. S., & Gill, G. (2018). Integrated weed management in dry-seeded rice using stale seedbeds and post sowing herbicides. *Field Crops Research*, 224, 182-191. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.03.002>

Smith, R. G., Warren, N. D., & Cordeau, S. (2020). Are cover crop mixtures better at suppressing weeds than cover crop monocultures? *Weed Science*, 68(2), 186–194. <https://doi.org/10.1017/wsc.2020.12>

Sønderskov, M., Fritzsche, R., de Mol, F., Gerowitt, B., Goltermann, S., Kierzek, R., ... & Rydahl, P. (2015). DSSHerbicide: Weed control in winter wheat with a decision support system in three South Baltic regions—Field experimental results. *Crop Protection*, 76, 15-23. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.06.009>

Sparangis, P., Efthimiadou, A., Katsenios, N., & Karkanis, A. (2023). Control of Resistant False Cleavers (*Galium spurium* L.) Population to ALS-Inhibiting Herbicides and Its Impact on the Growth and Yield of Durum Wheat. *Agronomy*, 13(4), 1087. <https://doi.org/10.3390/agronomy13041087>

Stoller, E. W., & Sweet, R. D. (1987). Biology and life cycle of purple and yellow nutsedges (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). *Weed Technology*, 1(1), 66-73. <https://doi.org/10.1017/S0890037X0002916X>

Stoltz, E., & Nadeau, E. (2014). Effects of intercropping on yield, weed incidence, forage quality and soil residual N in organically grown forage maize (*Zea mays* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.). *Field Crops Research*, 169, 21–29. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.09.004>

- Storkey, J., & Neve, P. (2018). What good is weed diversity? *Weed Research*, 58(4), 239–243. <https://doi.org/10.1111/wre.12310>
- Tautges, N. E., Goldberger, J. R., & Burke, I. C. (2016). A survey of weed management in organic small grains and forage systems in the northwest United States. *Weed science*, 64(3), 513–522. <https://doi.org/10.1614/WS-D-15-00186.1>
- Tigka, E. L., Beslemes, D. F., Danalatos, N. G., & Tzortzios, S. (2013). Evaluation of cover-cropping managements on productivity and N-utilization efficiency of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.), under different nitrogen fertilization rates and soil types. *European Journal of Agronomy*, 46, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.11.004>
- Travlos, I. S., & Giannopolitis, C. N. (2010). Assessment of distribution and diversity of *Avena sterilis* L. and *Avena fatua* L. in cereal crops of Greece based on a 3-year survey and selected morphological traits. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57, 337–341. <https://doi.org/10.1007/s10722-010-9535-y>
- Travlos, I. S., Giannopolitis, C. N., & Economou, G. (2011). Diclofop resistance in sterile wild oat (*Avena sterilis* L.) in wheat fields in Greece and its management by other post-emergence herbicides. *Crop Protection*, 30(11), 1449-1454. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.07.001>
- Travlos, I., Gazoulis, I., Kanatas, P., Tsekoura, A., Zannopoulos, S., & Papastylianou, 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. *Frontiers in Agronomy*, 2, 1. <https://doi.org/10.3389/fagro.2020.00001>
- Travlos, I., Gazoulis, I., Simić, M., & Kanatas, P. (2023). The Underestimated Role of Cultural Practices in Ecologically Based Weed Management Approaches. *Ecologically-Based Weed Management: Concepts, Challenges, and Limitations*, 75-92. <https://doi.org/10.1002/9781119709763.ch5>
- Tremblay, N., Wang, Z., Ma, B. L., Belec, C., & Vigneault, P. (2009). A comparison of crop data measured by two commercial sensors for variable-rate nitrogen application. *Precision Agriculture*, 10, 145-161. <https://doi.org/10.1007/s11119-008-9080-2>
- van der Meulen, A., & Chauhan, B. S. (2017). A review of weed management in wheat using crop competition. *Crop Protection*, 95, 38-44. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.08.004>
- Vasilakoglou, I., & Dhima, K. (2008). Forage yield and competition indices of berseem clover intercropped with barley. *Agronomy Journal*, 100(6), 1749–1756. <https://doi.org/10.2134/agronj2008.0205>
- Vayabari, D. A., Ilham, Z., Md Saad, N., Usuldin, S. R. A., Norhisham, D. A., Abd Rahim, M. H., & Wan-Mohtar, W. A. A. Q. I. (2023). Cultivation strategies of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) as a future approach in Malaysian agriculture industry. *Horticulturae*, 9(8), 925. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9080925>



Warwick, S. I., Beckie, H. J., Thomas, A. G., & McDonald, T. (2000). The biology of Canadian weeds. 8. *Sinapis arvensis* L. (updated). *Canadian Journal of Plant Science*, 80(4), 939–961. <https://doi.org/10.4141/P99-139>

Wilson, J. S., & Worsham, A. D. (1988). Combinations of nonselective herbicides for difficult to control weeds in no-till corn, *Zea mays*, and soybeans, *Glycine max*. *Weed Science*, 36(5), 648-652. <https://doi.org/10.1017/S0043174500075561>

Yucel, C., Inal, I., Yucel, D., & Hatipoglu, R. (2018). Effects of mixture ratio and cutting time on forage yield and silage quality of intercropped berseem clover and Italian ryegrass. *Legume Research*, 41(6), 846–853. <http://dx.doi.org/10.18805/LR-400>