



Καινοτόμες λύσεις για τη βιώσιμη και περιβαλλοντικά φιλική φυτοπροστασία των οπωροκηπευτικών της Ελλάδας, στην Ευρώπη του μέλλοντος

Παραδοτέο Π.4.7.1: Αξιοποίηση της φυσικής βλάστησης για τη διαχείριση των ζιζανίων

Πληροφορίες για το έγγραφο

Αριθμός παραδοτέου: Π.4.7.1

Ενότητα εργασίας: ΕΕ4

Επικεφαλής δικαιούχος: [ΓΠΑ]

Συγγραφείς: [Ηλίας Τραυλός, Δήμητρα Πετράκη, Ιωάννης Γαζούλης]

Έκδοση: 1.1

Είδος Παραδοτέου: [Έκθεση]

Ημερομηνία παράδοσης: [15/01/2025]

Στοιχεία Πράξης

Τίτλος: Καινοτόμες λύσεις για τη βιώσιμη και περιβαλλοντικά φιλική φυτοπροστασία των οπωροκηπευτικών της Ελλάδας, στην Ευρώπη του μέλλοντος

Τίτλος (EN): InnoPP-Innovations in Plant Protection for sustainable and environmentally friendly pest control

Κωδικός πράξης: ΤΑΕΔΡ-0535675

Ακρωνύμιο έργου: InnoPP

Ημερομηνία έναρξης: 15 Μαΐου 2023

Διάρκεια: 28 Μήνες

Συντονιστής Φορέας: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Συντονιστής/ Επιστημονικός Υπεύθυνος: Ιωάννης Βόντας

Πίνακας Περιεχομένων

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ	4
2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	5
2.1	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	5
2.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	5
3	ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	12
4	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι- Βιβλιογραφικές Αναφορές	13

Περίληψη του Έργου

Το έργο «Καινοτόμες λύσεις για τη βιώσιμη και περιβαλλοντικά φιλική φυτοπροστασία των οπωροκηπευτικών της Ελλάδας, στην Ευρώπη του μέλλοντος» στοχεύει στην ανάπτυξη σύγχρονων και καινοτόμων μεθόδων για την προστασία των καλλιεργειών όπως τα κηπευτικά, τα εσπεριδοειδή και το επιτραπέζιο σταφύλι. Περιλαμβάνει τη δημιουργία προηγμένων διαγνωστικών εργαλείων για την ανίχνευση εχθρών και παθογόνων με τεχνολογίες αιχμής, όπως ηλεκτρονικές παγίδες και βιοαισθητήρες, καθώς και πλατφόρμες αλληλούχισης για τον πλήρη προσδιορισμό των ιωμάτων. Επιπλέον, θα αναπτυχθούν μοντέλα πρόβλεψης επιδημιών και καινοτόμα βιοφυτοπροστατευτικά προϊόντα, τα οποία θα αξιολογηθούν για την ασφάλεια τους σε μη στόχους οργανισμούς. Τέλος, οι νέες τεχνολογίες θα ενσωματωθούν σε συστήματα ολοκληρωμένης διαχείρισης φυτοπροστασίας και θα δοκιμαστούν σε πραγματικές συνθήκες, ενώ θα αξιολογηθούν οι κοινωνικοοικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους.

Σύνοψη της ΕΕ4

Στην ΕΕ4 θα αναπτυχθούν δράσεις που θα ενισχύσουν την αποτελεσματικότητα της βιολογικής καταπολέμησης. Θα γίνει βελτίωση της αρμοστικότητας των ωφέλιμων αρπακτικών και ενίσχυση της δράσης τους, καθώς επίσης και αξιοποίηση της λειτουργικής βιοποικιλότητας για την ανάπτυξη καλύτερα προσαρμοσμένης βιολογικής καταπολέμησης. Θα αναπτυχθούν βελτιωμένα προϊόντα για τη βιολογική καταπολέμηση, θα διερευνηθεί η αξιοποίηση άγριων αυτοφυών φυτών για την ενίσχυση των οικοσυστημικών υπηρεσιών για την αντιμετώπιση επιβλαβών οργανισμών μέσω της βιολογικής καταπολέμησης και θα ενισχυθεί η δράση παρασιτοειδών με χρήση ουσιών φυσικής προέλευσης ή/και «ωφέλιμων ιών». Θα αναπτυχθούν βελτιωμένες μέθοδοι για την αντιμετώπιση των εχθρών μέσω της χρήσης βακτηρίων και μικροοργανισμών. Θα αναπτυχθούν τέλος καινοτόμες μέθοδοι για την αντιμετώπιση των ζιζανίων, μέσω προσεγγίσεων αξιοποίησης της βιοποικιλότητας και καλλιεργητικών πρακτικών.

Συνοπτική παρουσίαση του παραδοτέου Π4.7.1

Σκοπός του παραδοτέου Π4.7.1 είναι η αξιολόγηση της φυσικής βλάστησης ως προς την συμβολή της στην μείωση της πυκνότητας και του δυναμικού αναπαραγωγής των ζιζανίων. Συνοπτικά, τα σημαντικότερα αποτελέσματα του παραδοτέου είναι ότι η υψηλή βιοποικιλότητα μείωσε την πυκνότητα, τη βιομάζα και τη σποροπαραγωγή της κόνυζας (*Conyza* spp.) τόσο σε δενδρώδεις (εσπεριδοειδή) όσο και σε κηπευτικές καλλιέργειες (σπανάκι).

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Από την αρχή της άσκησης της γεωργίας, οι παραγωγοί έρχονται αντιμέτωποι με προκλήσεις στις καλλιέργειες τους που αφορούν τη φυτοπροστασία και συγκεκριμένα τη διαχείριση ζιζανίων, εντομολογικών εχθρών και μυκητολογικών προσβολών. Η διαχείριση ζιζανίων είναι καθοριστικής σημασίας τόσο σε καλλιέργειες υπαίθριων κηπευτικών όπου ο ανταγωνισμός από τα ζιζάνια οδηγεί σε σημαντικές απώλειες απόδοσης όσο και σε πολυετείς καλλιέργειες όπου η παρουσία των ζιζανίων δυσχεραίνει τη διαδικασία της συγκομιδής και την εκτέλεση σημαντικών καλλιεργητικών εργασιών. Η διαχείριση των ζιζανίων εξακολουθεί να βασίζεται στη χρήση συνθετικών ζιζανιοκτόνων, με 128 τόνους εμπορικών προϊόντων ζιζανιοκτονίας να πωλούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2014, αριθμός που αντιστοιχεί στο 33% των συνολικών πωλήσεων φυτοπροστατευτικών προϊόντων.

Ωστόσο, παρότι η υπερεξάρτηση της γεωργίας από τα ζιζανιοκτόνα συνεχίζει να υφίσταται, είναι γνωστές οι επιβλαβείς περιβαλλοντικές και οικολογικές επιπτώσεις που σχετίζονται με την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων. Επιπλέον, έχουν ανακαλυφθεί ελάχιστα ζιζανιοκτόνα με διαφορετικούς τρόπους δράσεις τις τελευταίες δεκαετίες και η επαναλαμβανόμενη χρήση δραστικών ουσιών με συγκεκριμένους τρόπους δράσης έχει οδηγήσει στη ραγδαία αύξηση πληθυσμών ζιζανίων με ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα. Το φαινόμενο της ανθεκτικότητας αφορά φυσικά και δυσεξόντωτα, χωροκατακτητικά ζιζάνια-εισβολείς (invasive weeds) που προσαρμόζονται και διασπείρονται όλο και συχνότερα σε διάφορα αγροοικοσυστήματα, προκαλώντας προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον και την οικονομία.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, είναι επιτακτική η ανάγκη μετάβασης σε πιο βιώσιμες στρατηγικές Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Ζιζανίων (ΟΔΖ), που θα περιλαμβάνουν εναλλακτικές αγροοικολογικές προσεγγίσεις διαχείρισης και αναμένεται να οδηγήσουν σε σημαντική μείωση των εισροών σε ζιζανιοκτόνα στη σύγχρονη γεωργία. Μια πολλά υποσχόμενη αγροοικολογική προσέγγιση είναι η ένταξη της βιοποικιλότητας (biodiversity) στα γεωργικά συστήματα. Η βιοποικιλότητα αναφέρεται στην ποικιλία των διαφορετικών ειδών (ζιζανίων, μικροοργανισμών, εντόμων κλπ.) που απαντώνται σε μια τοποθεσία και τη σχετική αφθονία τους. Η βιοποικιλότητα συμβάλλει στην αύξηση οργανικής ουσίας και άνθρακα στο έδαφος καθώς και στην επικονίαση. Παράλληλα, προστατεύει τα οικοσυστήματα από διαταραχές και περιβαλλοντικές αλλαγές ενισχύοντας την ανθεκτικότητά τους.

Στο πλαίσιο της ΟΔΖ, αναπτύσσονται συστήματα διαχείρισης βασισμένα στην ποικιλομορφία των ειδών ζιζανίων, τα οποία αυξάνουν τον αριθμό των οικολογικών αλληλεπιδράσεων. Σύμφωνα με έρευνες, οι αγροί με μεγαλύτερη ποικιλία ζιζανίων ενδέχεται να είναι πιο ανθεκτικοί στην εισβολή από δυσεξόντωτα, χωροκατακτητικά είδη ζιζανίων. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η αξιολόγηση της φυσικής βλάστησης σε διαφορετικά επίπεδα βιοποικιλότητας για την διαχείριση ζιζανίων σε καλλιέργειες υπαίθριων κηπευτικών και σε πολυετείς καλλιέργειες. Συγκεκριμένα, μελετήθηκε η συμβολή της βιοποικιλότητας στη μείωση της πυκνότητας και του δυναμικού αναπαραγωγής του ζιζανίου *Coryza* spp., ενός πολύ σημαντικού και ιδιαίτερα κοινού ζιζανίου στη χώρα μας.

2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

2.1 Υλικά και Μέθοδοι

Κατά την χειμερινή καλλιεργητική περίοδο 2023–2024, εγκαταστάθηκαν πειράματα αγρού σε καλλιέργεια υπαίθριων κηπευτικών, στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (37°59'02.1"N 23°42'09.5"E) και σε πολυετή καλλιέργεια εσπεριδοειδών στην περιοχή του Πύργου, Ηλείας (37°64'42.9"N 21°47'58.0"E), όπου αξιολογήθηκαν διαφορετικά επίπεδα βιοποικιλότητας της αυτοφυούς βλάστησης ως προς την διαχείριση της κόνυζας.

Στον οπωρώνα των εσπεριδοειδών ακολουθήθηκε το πειραματικό σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων (ΤΠΟ) με τρεις επεμβάσεις και τρεις επαναλήψεις. Οι επεμβάσεις ήταν: αυτοφυής βλάστηση με σύνθεση χαμηλής βιοποικιλότητας (low biodiversity), μεσαίας βιοποικιλότητας (moderate biodiversity) και μεγάλης βιοποικιλότητας (high biodiversity). Συγκεκριμένα, έγινε επιλογή σημείων στον οπωρώνα όπου η αυτοφυής βλάστηση είχε τα παραπάνω διαφορετικά επίπεδα σύστασης και ακολούθησε και διαχείριση-τροποποίηση (manipulation) της ζιζανιοχλωρίδας. Οι επεμβάσεις της χαμηλής, μεσαίας και μεγάλης βιοποικιλότητας αποτελούνταν από 3–5, 8–10, και τουλάχιστον 15 είδη ζιζανίων, αντίστοιχα.

Ορισμένα από τα είδη ζιζανίων που παρατηρούνταν με μεγαλύτερη συχνότητα στον οπωρώνα ήταν το καπνόχορτο (*Fumaria officinalis*), το λευκό τριφύλλι (*Trifolium repens*), ο αγριόβικος (*Vicia cracca*), η αγριοβρώμη (*Avena sterilis*), το δωδεκάνθι (*Lamium amplexicaule*), η βερόνικα (*Veronica hederifolia*), το χαμομήλι (*Matricaria chamomilla*), η αγριομαργαρίτα (*Chrysanthemum segetum*), η καφέλλα (*Capsella bursa-pastoris*), το αγριοράδικο (*Cichorium intybus*), η πόα (*Poa annua*), η στελλάρια (*Stellaria media*), ο ζωχός (*Sonchus oleraceus*), η ανθέμιδα (*Anthemis arvensis*), το αγριοκαρότο (*Daucus carota*) κ.α. Όταν τα ζιζάνια ήταν στο στάδιο των 3–4 φύλλων και αφού είχαν επιτευχθεί τα τρία επίπεδα βιοποικιλότητας, σε κάθε πειραματικό τεμάχιο έγινε διασπορά πολλαπλασιαστικού υλικού (σπόρου) του είδους κόνυζας (*Conyza bonariensis*), ενός χωροκατακτητικού ζιζανίου που έχει εισβάλλει τα τελευταία χρόνια στις πολυετείς καλλιέργειες της Ελλάδας και ευρύτερα της Μεσογείου. Τα πειραματικά τεμάχια είχαν 4 m μήκος και 2 m πλάτος και συνολική έκταση 8 m².

Για την καλλιέργεια υπαίθριων κηπευτικών ακολουθήθηκε κοινό πρωτόκολλο πειραματισμού με αυτό που ακολουθήθηκε στα εσπεριδοειδή (ως προς το πειραματικό σχέδιο, τις επεμβάσεις και τις επαναλήψεις). Η σύσταση της ζιζανιοχλωρίδας που διαμορφώθηκε ήταν ανάλογη αυτής του προηγούμενου πειράματος (αντί για τριφύλλι, βερόνικα και δωδεκάνθι υπήρχαν είδη όπως γλυστρίδα, λουβουδιά και ήρα) και επιλέχθηκε ξανά το είδος κόνυζας *Conyza bonariensis*. Για την εγκατάσταση του πειράματος, αρχικά, συγκομίστηκαν σπόροι αυτοφυούς βλάστησης από καλλιέργειες υπαίθριων κηπευτικών στην περιοχή της Αττικής, καθαρίστηκαν και αποθηκεύτηκαν μέχρι την εγκατάσταση του πειράματος. Ακόλουθα, έγιναν επίσης όλες οι απαραίτητες μεταχειρίσεις για τη διακοπή του ληθάργου των σπόρων των ζιζανίων. Η διαφορετική σύνθεση των ζιζανίων καθορίστηκε από τον αριθμό των ειδών που σπάρθηκαν σε κάθε επέμβαση. Οι επεμβάσεις της χαμηλής, μεσαίας και μεγάλης βιοποικιλότητας αποτελούνταν από τρία, επτά, και δώδεκα είδη ζιζανίων, αντίστοιχα.

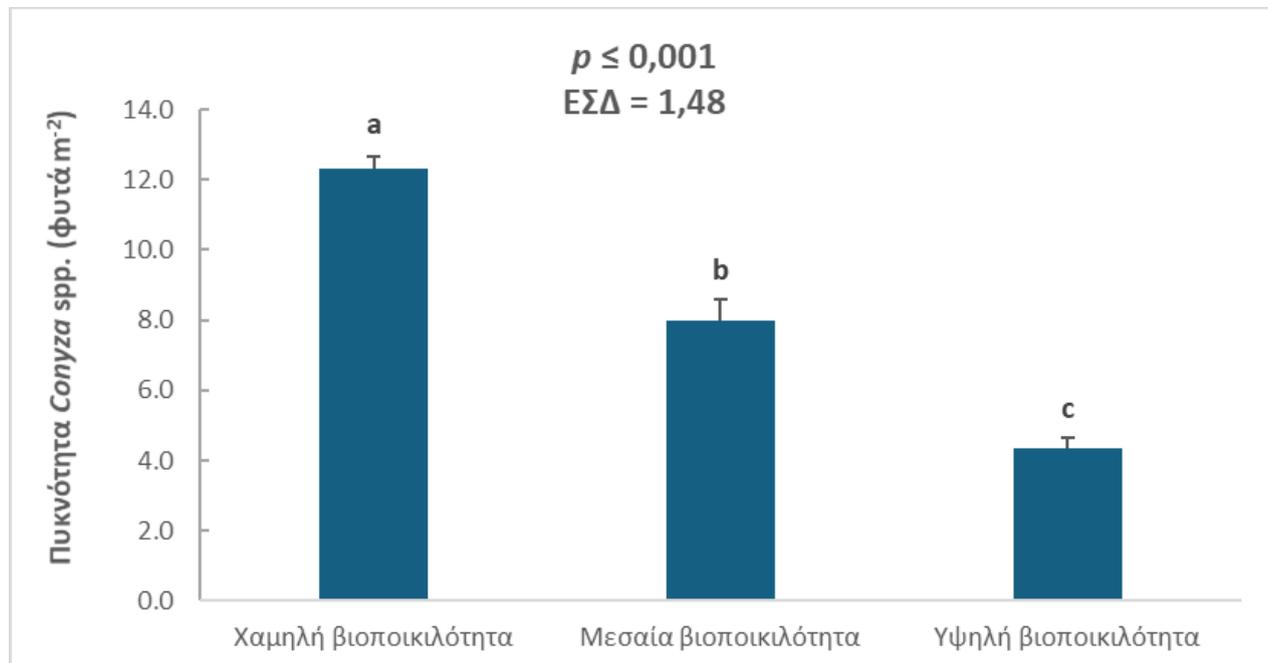
Για την συλλογή των δεδομένων, τέσσερα μεταλλικά πλαίσια (quadrats) επιφάνειας 0,25 m² τοποθετήθηκαν στο κέντρο κάθε πειραματικού τεμαχίου. Και στα δύο

πειράματα, η πυκνότητα και η βιομάζα της κόνυζας αξιολογήθηκαν 6 εβδομάδες μετά την σπορά και κατά την ωρίμανση των σπόρων των φυτών αξιολογήθηκε ξανά η βιομάζα. Για την αξιολόγηση της βιομάζας, τα ζιζάνια συλλέχθηκαν στο ύψος του εδάφους, διαχωρίστηκαν ανά είδος και τοποθετήθηκαν σε αριθμημένες πλαστικές σακούλες. Στη συνέχεια, τα δείγματα ζιζανίων ξηράνθηκαν στους 65 °C για 48 h και έπειτα ζυγίστηκαν με ζυγό ακριβείας για τον προσδιορισμό της βιομάζας ζιζανίων τους ανά μονάδα επιφάνειας. Για την αξιολόγηση του δυναμικού αναπαραγωγής, κατά την ωρίμανση των σπόρων της κόνυζας συλλέχθηκαν οι ανθικές κεφαλές και εκτιμήθηκε η παραγωγή σπόρων του ζιζανίου ανά μονάδα επιφάνειας.

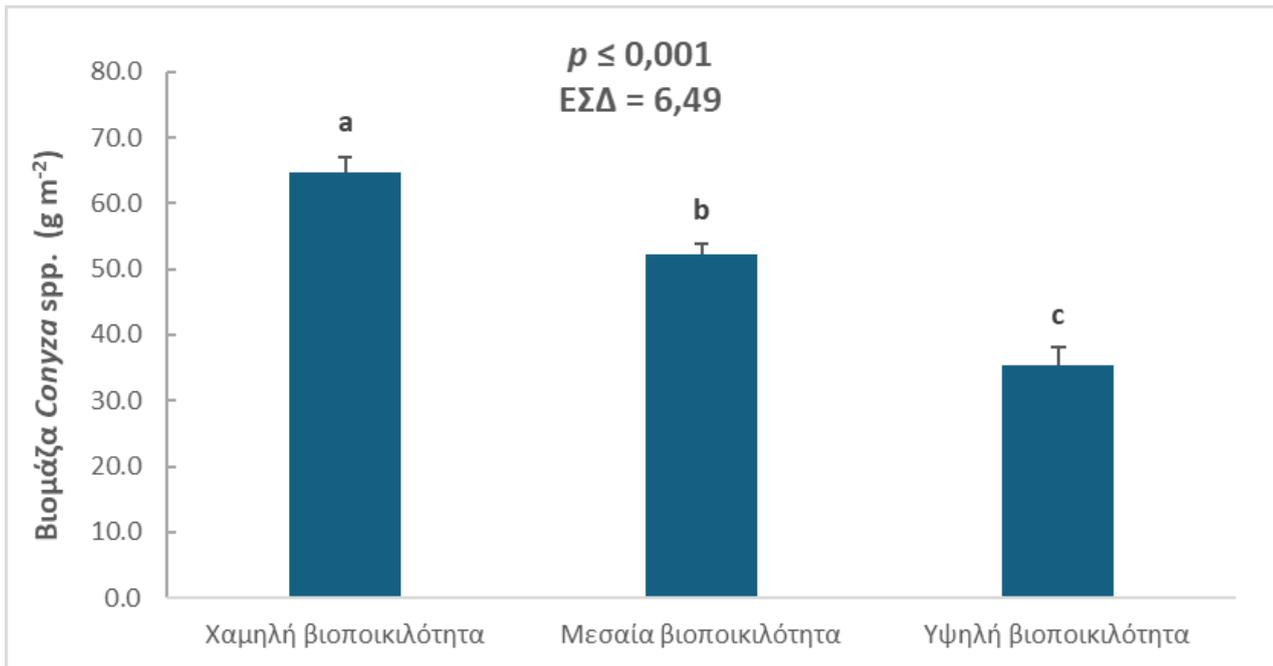
Για όλα τα δεδομένα πραγματοποιήθηκε Ανάλυση της Παραλλακτικότητας (one-way ANOVA) με τις επιδράσεις των επεμβάσεων να θεωρούνται καθορισμένες (fixed effects) και τυχαίες (random effects) αυτές των επαναλήψεων (blocks). Οι μέσοι διαχωρίστηκαν σύμφωνα με τη μέθοδο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (Least Significance Difference; LSD) του Fischer σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Για όλες τις αναλύσεις, χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο Statgraphics Centurion XVI (Statgraphics Technologies, Inc., P.O. Box 134, The Plains, VA 20198, USA)

2.2 Αποτελέσματα και Συζήτηση

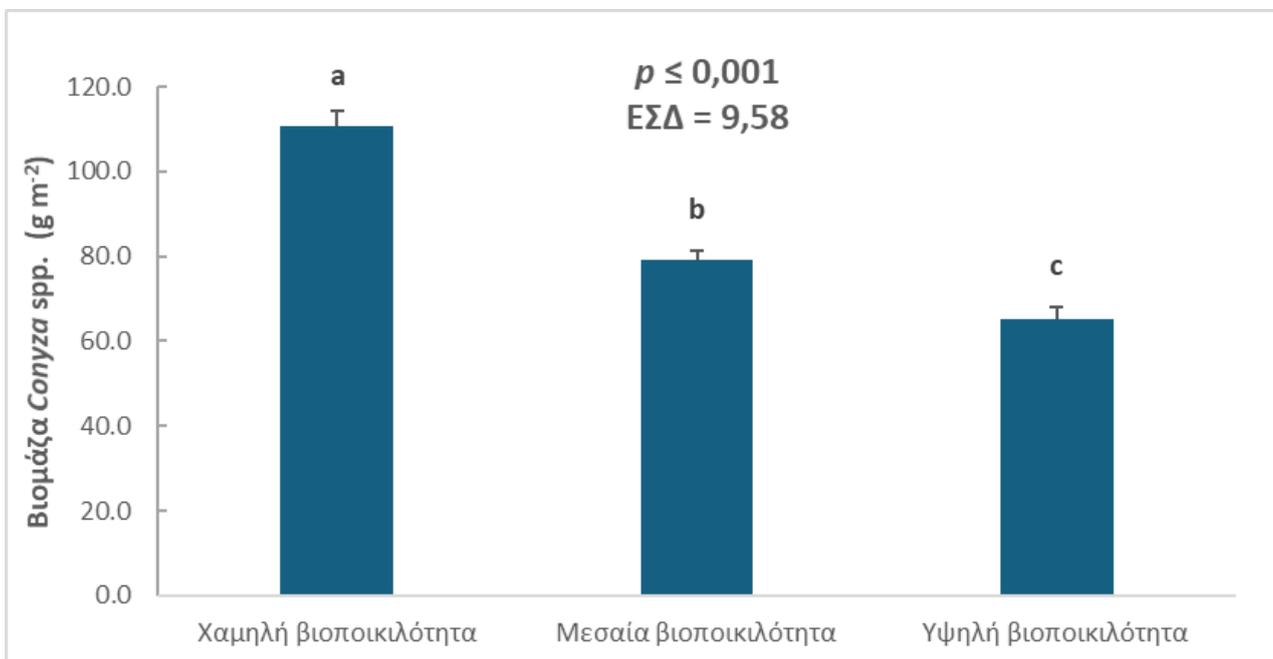
Αξιολόγηση αυτοφυούς βλάστησης για την διαχείριση ζιζανίων σε καλλιέργεια εσπεριδοειδών



Γράφημα 1. Πυκνότητα (φυτά m⁻²) κόνυζας στην καλλιέργεια εσπεριδοειδών 6 εβδομάδες μετά την σπορά. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.



Γράφημα 2. Βιομάζα (g m⁻²) κόνυζας στην καλλιέργεια εσπεριδοειδών 6 εβδομάδες μετά την σπορά. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων



Γράφημα 3. Βιομάζα (g m⁻²) κόνυζας στην καλλιέργεια εσπεριδοειδών κατά το στάδιο ωρίμανσης. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

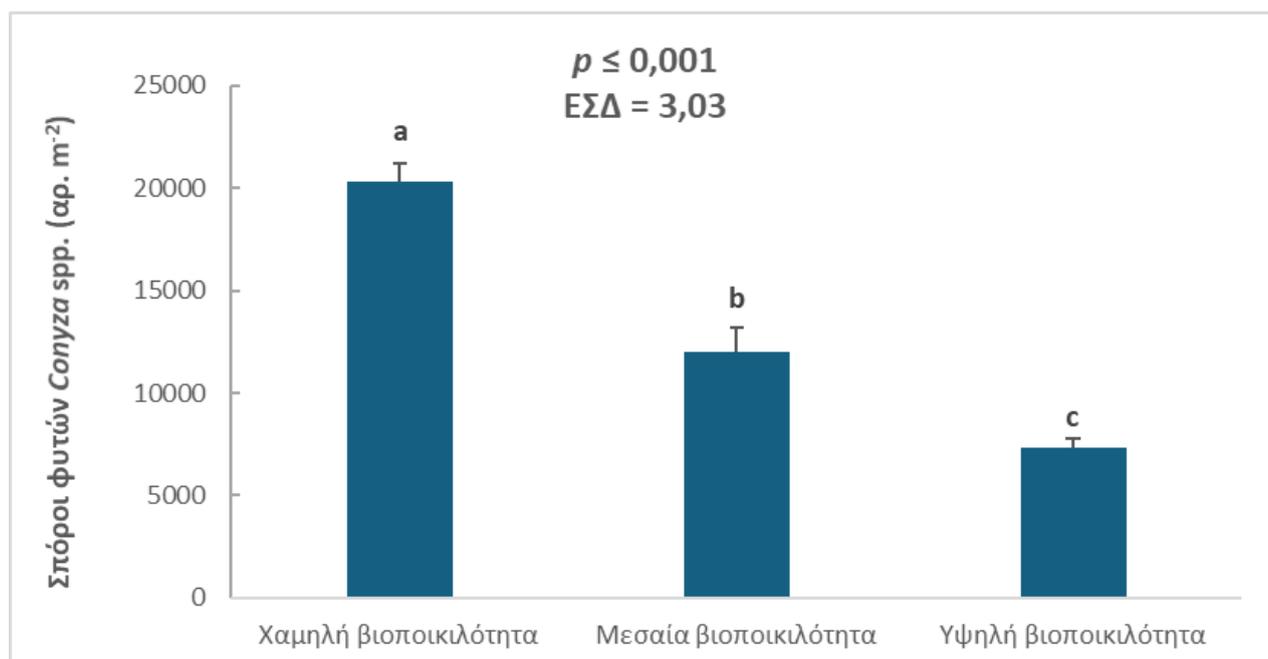
Στην μέτρηση που πραγματοποιήθηκε 6 εβδομάδες μετά την σπορά της κόνυζας, για τον προσδιορισμό της πυκνότητας της, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p \leq 0.001$) μεταξύ των επεμβάσεων της αυτοφυής βλάστησης διαφορετικής σύνθεσης. Ειδικότερα, η επέμβασης της υψηλής βιοποικιλότητας (high biodiversity)

μείωσε την πυκνότητα της κόνουζας κατά 64% σε σχέση με την επέμβαση της χαμηλής βιοποικιλότητας (low biodiversity). Στα πειραματικά τεμάχια της αυτοφυούς βλάστησης με χαμηλή βιοποικιλότητα κατάφεραν να εγκατασταθούν περισσότερα φυτά κόνουζας κατά 35% σε σύγκριση με τα τεμάχια της μεσαίας βιοποικιλότητας (Γράφημα 1).

Επίσης, η βιομάζα της κόνουζας επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά ($p \leq 0.001$) από την αυτοφυή βλάστηση διαφορετικής σύνθεσης. Πιο συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη τιμή της βιομάζας παρατηρήθηκε στην επέμβαση χαμηλής βιοποικιλότητας και η μικρότερη τιμή στην υψηλή βιοποικιλότητα. Η επέμβαση της υψηλής βιοποικιλότητας μείωσε την βιομάζα της κόνουζας κατά 45 και 32% σε σχέση με τις επεμβάσεις της χαμηλής και μεσαίας βιοποικιλότητας, αντίστοιχα (Γράφημα 2).

Κατά το στάδιο ωρίμανσης των ζιζανίων, η μεγαλύτερη βιομάζα της κόνουζας εξακολούθησε να παρατηρείται στα τεμάχια της χαμηλής βιοποικιλότητας και οι μέσοι όροι των επεμβάσεων παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ($p \leq 0.001$). Ειδικότερα, η επέμβαση της υψηλής βιοποικιλότητας μείωσε την βιομάζα της κόνουζας κατά 41% και 18% σε σχέση με την χαμηλή και μεσαία βιοποικιλότητα, αντίστοιχα. Παράλληλα, η μεσαία βιοποικιλότητα επίσης μείωσε την ξηρό βάρος του ζιζανίου κατά 28% σε σχέση με την σύνθεση της χαμηλής βιοποικιλότητας (Γράφημα 3).

Σχετικά με την αξιολόγηση του δυναμικού αναπαραγωγής της κόνουζας παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων ($p \leq 0.001$). Τα φυτά κόνουζας των τεμαχίων της χαμηλής βιοποικιλότητας παρήγαγαν συνολικά τον μεγαλύτερο αριθμό σπόρων ενώ τα φυτά της κόνουζας στα τεμάχια της υψηλής βιοποικιλότητας παρήγαγαν τους λιγότερους σπόρους. Η επέμβαση της υψηλής βιοποικιλότητας μείωσε τους σπόρους της κόνουζας κατά 64% σε σχέση με την επέμβαση της χαμηλής βιοποικιλότητας. Τα φυτά στην περίπτωση της μεσαίας βιοποικιλότητας είχαν κατά 40% λιγότερους σπόρους σε σύγκριση με τα φυτά της χαμηλής βιοποικιλότητας (Γράφημα 4).



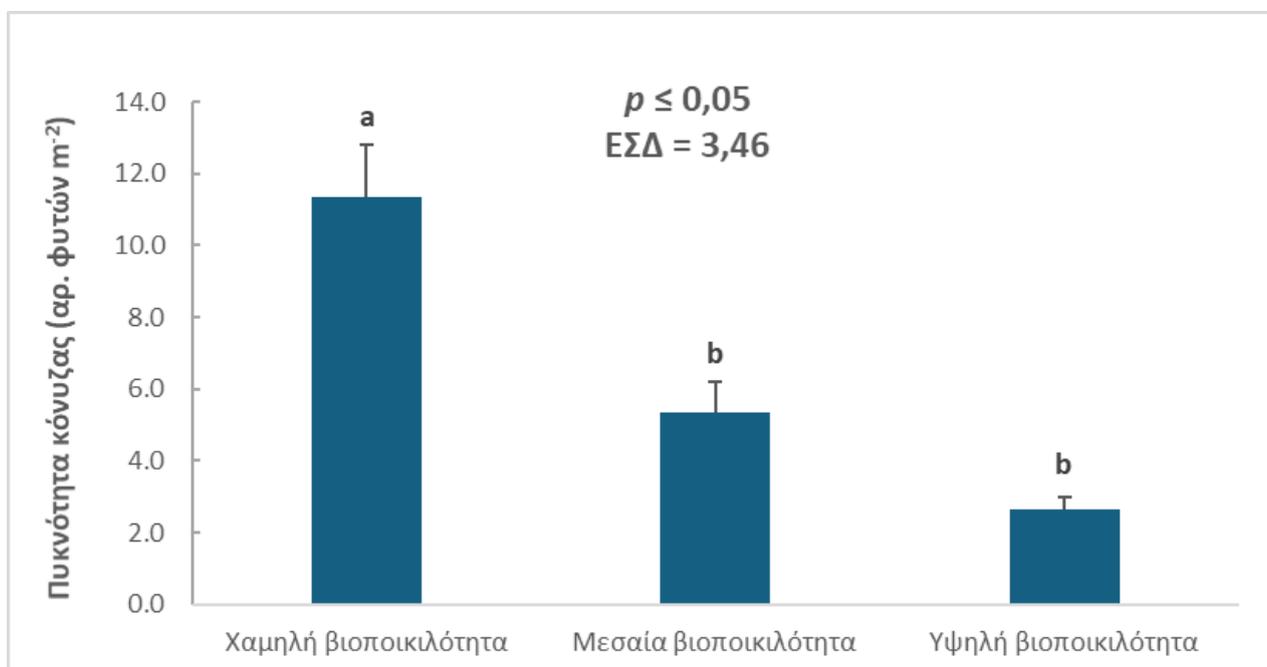
Γράφημα 4. Αριθμός των σπόρων της κόνουζας στην καλλιέργεια εσπεριδοειδών κατά το στάδιο ωρίμανσης. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι

αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

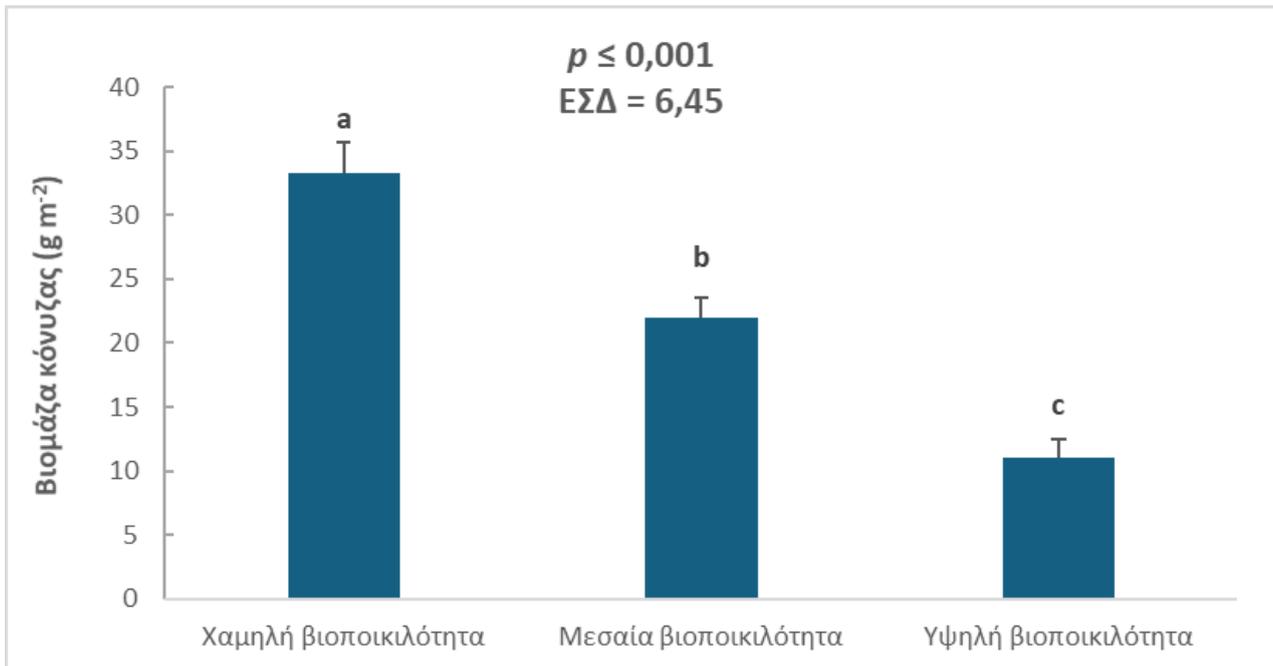
Αξιολόγηση αυτοφυούς βλάστησης για την διαχείριση ζιζανίων σε καλλιέργεια εσπεριδοειδών

Στο σπανάκι, παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σχετικά με την πυκνότητα της κόνουζας ($p \leq 0.05$). Συγκεκριμένα, η επέμβαση της χαμηλής βιοποικιλότητας είχε κατά 52% και 76% περισσότερα φυτά κόνουζας σε σχέση με τις επεμβάσεις της μεσαίας και της μεγάλης βιοποικιλότητας, αντίστοιχα. Κατά την πρώτη μέτρηση πυκνότητας, οι επεμβάσεις της μεσαίας και της μεγάλης βιοποικιλότητας δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (Γράφημα 5).

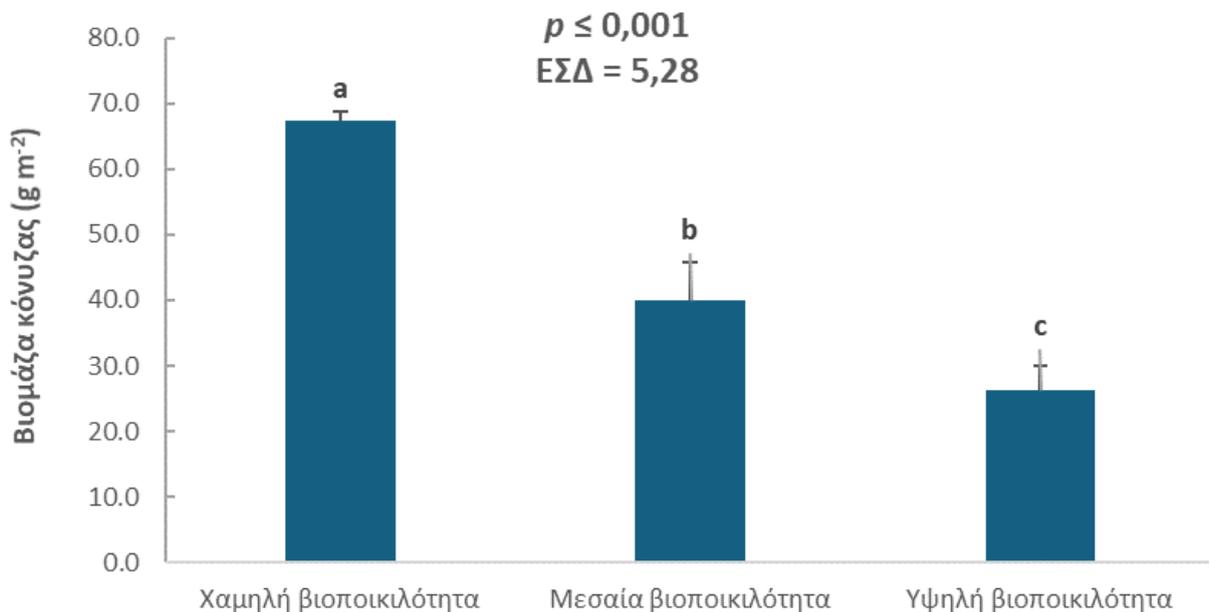
Για την βιομάζα της κόνουζας στην πρώτη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στην καλλιέργεια του σπανακιού οι μέσοι όροι των επεμβάσεων παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ($p \leq 0.001$). Η χαμηλότερη τιμή της βιομάζας παρατηρήθηκε στα τεμάχια όπου υπήρχε υψηλή βιοποικιλότητα ενώ η μεγαλύτερη τιμή της βιομάζας παρατηρήθηκε σε αυτά που είχαν χαμηλή βιοποικιλότητα. Ειδικότερα, η επέμβαση της υψηλής βιοποικιλότητας είχε κατά 67% και 50% λιγότερη βιομάζα κόνουζας σε σύγκριση με τις επεμβάσεις της χαμηλής και της μεσαίας βιοποικιλότητας, αντίστοιχα. Τα φυτά της κόνουζας που βρίσκονταν στα τεμάχια της μεσαίας βιοποικιλότητας είχαν 33% μικρότερη βιομάζα σε σχέση εκείνα που βρίσκονταν στα τεμάχια της χαμηλής βιοποικιλότητας (Γράφημα 6).



Γράφημα 5. Πυκνότητα (φυτά m⁻²) κόνουζας στην καλλιέργεια υπαίθριων κηπευτικών 6 εβδομάδες μετά την σπορά. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.



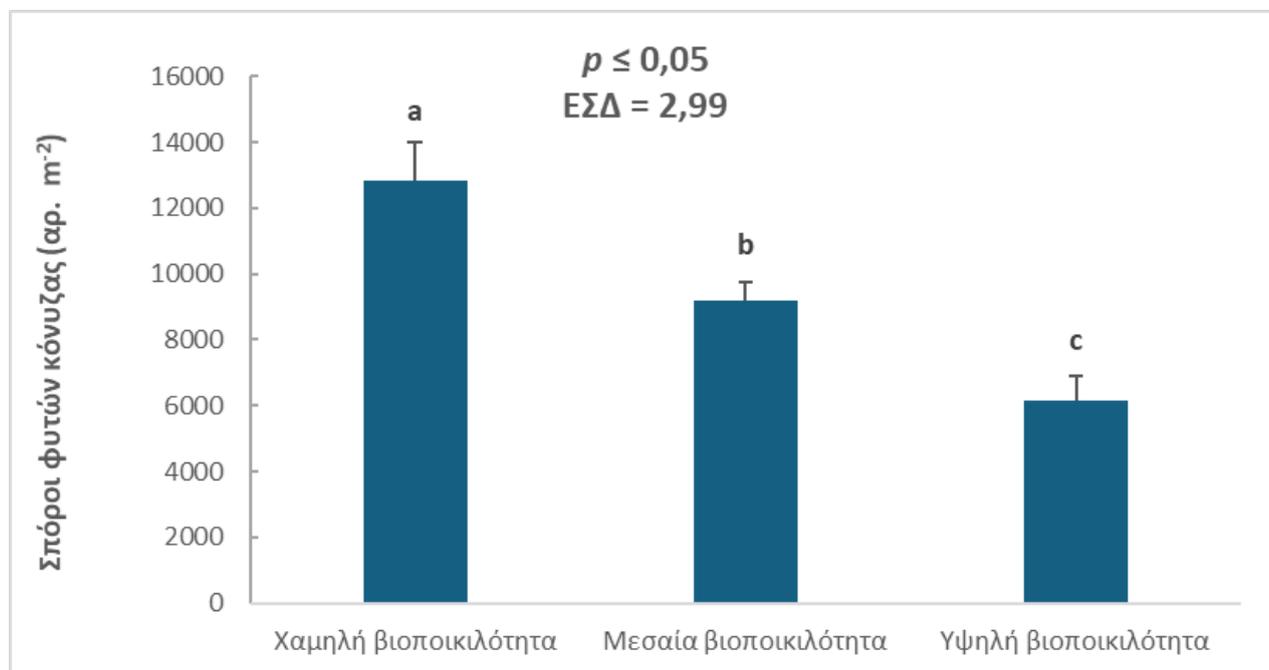
Γράφημα 6. Βιομάζα (g m⁻²) κόνυζας στην καλλιέργεια υπαίθριων κηπευτικών 6 εβδομάδες μετά την σπορά. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.



Γράφημα 7. Βιομάζα (g m⁻²) κόνυζας στην καλλιέργεια υπαίθριων κηπευτικών κατά το στάδιο ωρίμανσης. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Στην μέτρηση που πραγματοποιήθηκε κατά το στάδιο ωρίμανσης των ζιζανίων παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στα φυτά της κόνυζας ανάλογα με την επέμβαση ($p \leq 0.001$). Η μεταχείριση της υψηλής βιοποικιλότητας μείωσε την βιομάζα της

κόνυζας κατά 61% και 34% σε σχέση με την χαμηλή και τη μεσαία βιοποικιλότητα, αντίστοιχα. Τα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε η επέμβαση της μεσαίας βιοποικιλότητας είχαν 41% λιγότερη βιομάζα κόνυζας σε σύγκριση με τα τεμάχια της χαμηλής βιοποικιλότητας (Γράφημα 7).



Γράφημα 8. Αριθμός των σπόρων της κόνυζας στην καλλιέργεια υπαίθριων κηπευτικών κατά το στάδιο ωρίμανσης. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Τέλος, παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, όσο αναφορά τον αριθμό των σπόρων της κόνυζας ($p \leq 0.05$). Τα φυτά της κόνυζας που βρίσκονταν στα τεμάχια της υψηλής βιοποικιλότητας παρήγαγαν κατά 51% και 32% λιγότερους σπόρους σε σύγκριση με τα φυτά που βρίσκονταν στα τεμάχια της χαμηλής και της μεσαίας βιοποικιλότητας, αντίστοιχα. Η μεσαία βιοποικιλότητα μείωσε την παραγωγή των σπόρων της κόνυζας κατά 28% σε σχέση με την χαμηλή βιοποικιλότητα (Γράφημα 8).

3 ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η αξιοποίηση της βιοποικιλότητας έναντι δυσεξόντοτων και χωροκατακτητικών ζιζανίων είναι μια υποσχόμενη και φιλική προς το περιβάλλον μέθοδος που μπορεί να ενσωματωθεί σε συστήματα ολοκληρωμένης διαχείρισης των ζιζανίων.

- Αποτελεί μια πρακτική διαχείρισης των ζιζανίων εξίσου αποτελεσματική τόσο σε πολυετείς καλλιέργειες όσο και σε καλλιέργειες υπαίθριων κηπευτικών.
- Η επέμβαση της υψηλής βιοποικιλότητας μείωσε τη πυκνότητα, τη βιομάζα και τη σποροπαραγωγή της κόνουζας τόσο στην καλλιέργεια των εσπεριδοειδών όσο και στην καλλιέργεια του σπανακιού.
- Απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την αξιοποίηση της βιοποικιλότητας για διαχείριση ζιζανίων σε περισσότερες καλλιέργειες και ποικίλες εδαφοκλιματικές συνθήκες.

4 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι