



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

Παραδοτέο Π.4.4.3: Αναφορά σχετική με την αξιοποίηση της ενδημικής βιοποικιλότητας και υποβοήθηση ιθαγενών αρπακτικών για την βιολογική καταπολέμηση της μύγας της Μεσογείου
Μεθοδολογία και πρωτόκολλο για την υποβοήθηση της ενδημικής βιοποικιλότητας για την βιολογική καταπολέμηση της μύγας της Μεσογείου

Πληροφορίες για το έγγραφο

Αριθμός παραδοτέου: **Π.4.4.3**

Ενότητα εργασίας: **ΕΕ4**

Επικεφαλής δικαιούχος: **[ΑΠΘ]**

Συγγραφείς: **[Παπαδόπουλος Νίκος, Παράσχος Πρέκας, Βερυκούκη Ελένη, Καραμαούνα Φιλίτσα]**

Έκδοση: **1**

Είδος Παραδοτέου: **[Έκθεση]**

Ημερομηνία παράδοσης: **[15/05/2025]**

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: ΤΑΕDR-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	5
2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	7
2.1	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	7
2.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	7
3	ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	25
4	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι- Βιβλιογραφικές Αναφορές	28

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 Π4.4.3

Στο πλαίσιο της δράσης 4.4.3 του προγράμματος, διερευνάται η αξιοποίηση της ενδημικής βιοποικιλότητας της φυτοκάλυψης οπωρώνων σε συνδυασμό με την ωφέλιμη αρθροποδοπανίδα και κυρίως των εδαφόβιων ιθαγενών αρπακτικών για τη βιολογική καταπολέμηση της μύγας της Μεσογείου. Στόχος αποτελεί η ανάπτυξη ενός πρωτοκόλλου για την ενίσχυση των πληθυσμών των φυσικών εχθρών της μύγας της Μεσογείου μέσα από τη διαχείριση της εδαφοκάλυψης των οπωρώνων.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε μεικτό βιολογικό οπωρώνα στην περιοχή των Κάτω Λεωνίων Μαγνησίας. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 6 δειγματοληψίες με παγίδες pitfall σε διάστημα ενός έτους, μια κάθε δίμηνο, από τον Απρίλιο του 2024 μέχρι και την άνοιξη του 2025. Οι παγίδες παρέμεναν στο έδαφος για 48 ώρες και στη συνέχεια το περιεχόμενο τους αναλυόταν εργαστηριακά ως προς την σύνθεση και την αφθονία των εδαφόβιων αρθροπόδων. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν 7 δειγματοληψίες για τη βιοποικιλότητα της εδαφοκάλυψης και 6 στη κόμη δέντρων.

Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική παρουσία αρπακτικών εδαφόβιων κολεοπτέρων

της οικογένειας Carabidae και Staphylinidae, καθώς και ατόμων της τάξης Araneae που αποτελούν σημαντικούς θηρευτές της μύγας της Μεσογείου. Επίσης αποτυπώθηκε η δυναμική της σχέσης μεταξύ της βλάστησης εδαφοκάλυψης-κόμης οπωροφόρων και ομάδων γενικών θηρευτών (αράχνες, αρπακτικά έντομα) και παρασιτοειδών, οι οποίες δύνανται να περιλαμβάνουν και φυσικούς εχθρούς της μύγας της Μεσογείου. Με βάση αυτά τα αποτελέσματα και σχετική βιβλιογραφία, συντάχθηκε πρωτόκολλο το οποίο περιλαμβάνει προτάσεις εφαρμογής τεχνικών για την υποβοήθηση ενδημικών πληθυσμών αρπακτικών εντόμων ως μέρος ολοκληρωμένων στρατηγικών φυτοπροστασίας.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Η λεκάνη της Μεσογείου αποτελεί μια από τις πλουσιότερες περιοχές παγκοσμίως σε επίπεδο βιοποικιλότητας με υψηλό ποσοστό ενδημικών ειδών και μοναδικά οικοσυστήματα (Fady-Welterlen, 2005). Με τον όρο βιοποικιλότητα αναφερόμαστε στην ποικιλία εντός και μεταξύ των ζωντανών οργανισμών, των συναθροίσεων τους, των βιοκοινοτήτων και των βιοτικών διεργασιών που προκύπτουν φυσικά ή τεχνητά (Myers et al., 2000; Swingland, 2013). Η ενδημική βιοποικιλότητα αποτελεί το θεμέλιο των Μεσογειακών οικοσυστημάτων κατέχοντας κρίσιμο ρόλο στην διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας και της γεωργικής παραγωγικότητας. Στον αγροτικό τομέα, η ένταξη της ενίσχυσης της βιοποικιλότητας στις καλλιεργητικές πρακτικές αποτελεί στρατηγικής σημασίας προσαρμογή στις σύγχρονες συνθήκες (Altieri, 1999). Η υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων μέσω της εντατικοποίησης της γεωργίας, η συρρίκνωση των φυσικών οικοτόπων και η διάδοση των μονοκαλλιεργειών έχουν οδηγήσει τα τελευταία χρόνια σε σημαντική απώλεια της βιοποικιλότητας, με συνέπειες στη λειτουργικότητα και τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα των παραγωγικών συστημάτων (Tilman et al., 2001; Tscharrntke et al., 2005). Στο πλαίσιο αυτό, η αξιοποίηση της τοπικής βιοποικιλότητας με έμφαση σε ωφέλιμα έντομα και μικροοργανισμούς προσφέρει ουσιαστικά πλεονεκτήματα, ενισχύοντας την φυσική άμυνα των καλλιεργειών και την αντίσταση των οικοσυστημάτων απέναντι σε επιζήμιους εχθρούς, μειώνοντας παράλληλα την εξάρτηση από χημικές φυτοπροστατευτικές ουσίες (Power, 2010).

Η μύγα της Μεσογείου, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) χαρακτηρίζεται ως ένας εξαιρετικά πολυφάγος εντομολογικός εχθρός που προσβάλλει πάνω από 300 διαφορετικούς εχθρούς και θεωρείται ένας από τους πιο απειλητικούς εχθρούς της παγκόσμιας βιομηχανίας των φρούτων (Paradopoulos et al., 2023). Η μύγα της Μεσογείου είναι ένα σημαντικό είδος εισβολέας (Paradopoulos et al., 2023). Η εισαγωγή και η μετέπειτα εγκατάσταση του εντόμου σε περιοχές όπου δεν προϋπήρχε κρίνεται ιδιαίτερα δαπανηρή, καθώς προκαλεί εκτεταμένες ζημιές στις υπάρχουσες καλλιέργειες, οδηγώντας σε απώλειες που υπερβαίνουν στις πλείστες των περιπτώσεων το όριο οικονομικής ζημιάς και μειώνουν την εμπορική αξία του παραγόμενου προϊόντος, ενώ οι διαδικασίες σχεδιασμού και υλοποίησης προγραμμάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης για τον παραπάνω εχθρό είναι ιδιαίτερα απαιτητικές (Follett and Neven, 2006).

Μέχρι και πρόσφατα ο έλεγχος των πληθυσμών της μύγας της Μεσογείου βασιζόταν κυρίως στη χρήση εντομοκτόνων, ωστόσο η μονομερής εξάρτηση από τη χρήση εντομοκτόνων οδηγεί στην εμφάνιση σοβαρών μειονεκτημάτων, όπως η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με ρυπογόνες ουσίες και η εμφάνιση ανθεκτικότητας από τα επιζήμια έντομα στις χημικές δραστικές ουσίες (Cruz-Miralles et al., 2022). Επιπρόσθετα, η αδιάκριτη χρήση χημικών σκευασμάτων προκαλεί μείωση των ωφέλιμων οργανισμών, όπως οι επικονιαστές και οι φυσικοί θηρευτές, διαταράσσοντας τις οικολογικές ισορροπίες και περιορίζοντας τις φυσικές ρυθμιστικές διεργασίες (Goulson, 2013). Τα παραπάνω έχουν οδηγήσει στην απαγόρευση της χρήσης αποτελεσματικών συνθετικών εντομοκτόνων με αποτέλεσμα η αντιμετώπιση εντόμων όπως η μύγα της Μεσογείου να καθίσταται ακόμα πιο πολύπλοκη, δύσκολη και δαπανηρή.

Τα τελευταία έτη το ενδιαφέρον έχει στραφεί στην ανάπτυξη μιας σειράς εναλλακτικών και περιβαλλοντικά φιλικών στρατηγικών αντιμετώπισης της μύγας της Μεσογείου στα πλαίσια της Ολοκληρωμένης Αντιμετώπιση Εντομολογικών Εχθρών (IPM) συνδυάζοντας χημικά, βιολογικά και μηχανικά μέσα (Cruz-Miralles et al., 2022). Η ενίσχυση της ενδημικής βιοποικιλότητας και αφθονίας των φυσικών εχθρών σε ένα αγροοικοσύστημα δύναται να συμβάλει στη βιολογική καταπολέμηση των επιβλαβών οργανισμών στόχων (Cruz-Miralles et al., 2022). Μια τέτοια στρατηγική είναι η ενίσχυση των εδαφόβιων θηρευτών του εδάφους, οι οποίοι αποτελούν σημαντική λειτουργική ομάδα εντός των αγροοικοσυστημάτων, ασκώντας πίεση στους οργανισμούς στόχους ρυθμίζοντας έτσι τους πληθυσμούς τους, μέσω της θήρευσης των ανήλικων σταδίων ανάπτυξής τους, όπως προνυμφών και νυμφών (Symondson et al, 2002; Monzo et al., 2008). Στη μύγα της Μεσογείου, τα αναπτυξιακά στάδια που μπορεί να βρεθούν στο έδαφος εκτεθειμένα σε εδαφόβιους θηρευτές είναι:

- της προνύμφης τρίτου σταδίου, κατά την έξοδο της από τον καρπό και την νύμφωσή της στο έδαφος
- της νύμφης
- και του νεοεκκολαφθέντος ενηλίκου (Monzo et al., 2008; Cruz-Miralles et al., 2022).

Οι θηρευτές του εδάφους ανήκουν στα Araneae και στην τάξη των εντόμων Coleoptera (Carabidae, Staphylinidae). Επίσης, ορισμένα έντομα της τάξης Dermaptera και της οικογένειας Formicidae (κοινά μυρμήγκια) (Symondson et al, 2002).

Σκοπός του παρόντος παραδοτέου ήταν η ανάπτυξη και αξιολόγηση ενός πρότυπου πρωτοκόλλου διαχείρισης που θα ενισχύει τη δράση των ιθαγενών εδαφόβιων θηρευτών ως φυσικών εχθρών της μύγας της Μεσογείου, στοχεύοντας στην πρόωθηση βιώσιμων, περιβαλλοντικά φιλικών πρακτικών διαχείρισης των πληθυσμών της. Η μεθοδολογική προσέγγιση του πειράματος βασίστηκε στη χρήση παγίδων εδάφους (pitfall) για την καταγραφή της παρουσίας και της δραστηριότητας των εδαφόβιων θηρευτών. Η προσέγγιση αυτή ευθυγραμμίζεται με τις σύγχρονες αρχές της ολοκληρωμένης διαχείρισης των εντομολογικών εχθρών, στοχεύοντας να συμβάλλει ενεργά στη διαμόρφωση μιας μακροπρόθεσμης ισορροπίας μεταξύ παραγωγικότητας και διατήρησης της ενδημικής βιοποικιλότητας.

Επίσης στόχος του παραδοτέου ήταν η μελέτη της συνολικής βιοποικιλότητας της εδαφοκάλυψης των οπωρώνων και της κόμης των δέντρων και η πιθανή αξιοποίησή της συνδυαστικά με την εδαφόβια ωφέλιμη αρθροποδοπανίδα για την βιολογική καταπολέμηση της μύγας της Μεσογείου.

2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

2.1 Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Εδαφόβια Βιοποικιλότητα

2.1.1 Περιγραφή του πειραματικού αγρού

Η διεξαγωγή του πειράματος πραγματοποιήθηκε σε πιστοποιημένο οργανικό εμπορικά εκμεταλλεύσιμο μεικτό οπωρώνα στην περιοχή του Αγίου Μηνά, στα Κάτω Λεχώνια Μαγνησίας (39.33° βόρειο γεωγραφικό πλάτος, 23.03° γεωγραφικό μήκος). Ο πειραματικός αγρός βρισκόταν 50 μέτρα από την κοντινότερη ακτή και υψομετρικά στο επίπεδο της επιφάνειας της θάλασσας. Ο συγκεκριμένος αγρός αποτελεί τυπικό παράδειγμα μεικτού συστήματος καλλιέργειας, καθώς περιλαμβάνει συγκαλλιέργεια διάφορων ειδών οπωροφόρων δέντρων, όπως πυρηνόκαρπα, γιγαρτόκαρπα και εσπεριδοειδή, τα οποία βρίσκονται σε κοντινές αποστάσεις μεταξύ τους. Τα δέντρα ήταν φυτεμένα σε γραμμική διάταξη (σειρές), ενώ ο ενδιάμεσος χώρος καλύπτονταν από αυτοφυή ποώδη βλάστηση. Ως πρακτική διαχείρισης των ζιζανίων πραγματοποιούνταν χορτοκοπές μόνο μεταξύ των σειρών (Εικόνα 1). Τέλος, το έδαφος των οπωρώνων χαρακτηρίζεται ως αμμώδες με υψηλό pH.



Εικόνα 1: Ο πειραματικός αγρός με διαφορετικά είδη οπωροφόρων δέντρων σε γραμμική διάταξη στα Κάτω Λεχώνια Μαγνησίας.

2.1.2 Κλιματολογικά δεδομένα και παγιοδοθήτηση

Τα κλιματολογικά δεδομένα στην περιοχή των Κάτω Λεχωνίων κατά τη διάρκεια του πειράματος παρουσιάζονται στα Διαγράμματα 1 και 2.



Διάγραμμα 1: Μέση θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας στον επιλεγμένο αγρό στα Κάτω Λεχώνια.



Διάγραμμα 2: Μέση σχετική υγρασία κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας στον επιλεγμένο αγρό στα Κάτω Λεχώνια.

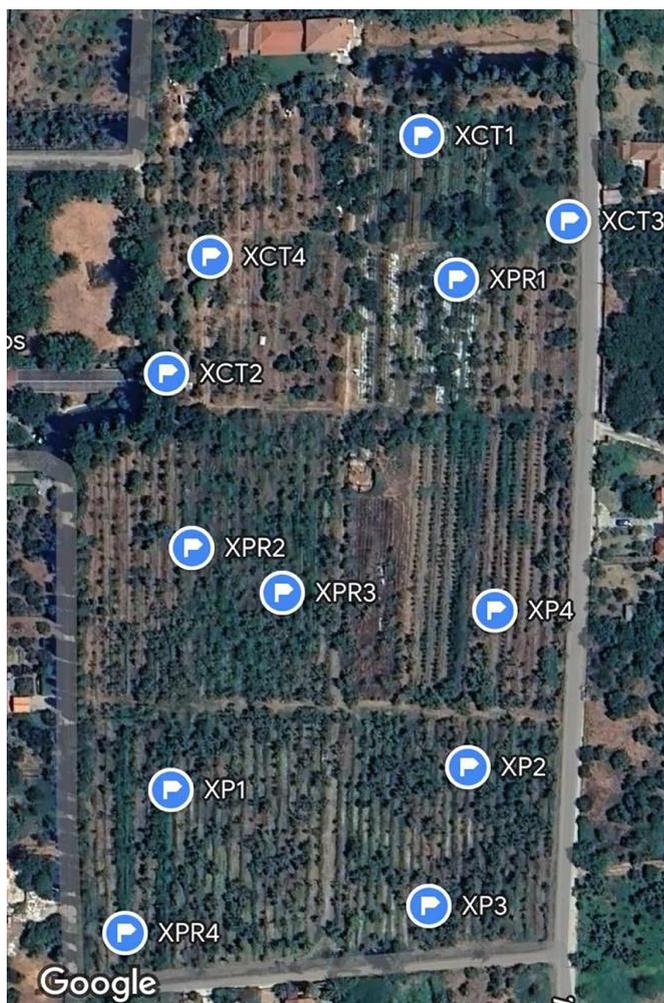
Η καταγραφή της βιοποικιλότητας των εδαφόβιων εντόμων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση παγίδων εδάφους, τύπου Pitfall (Litavský and Prokop, 2023). Κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν συνολικά 6 δειγματοληψίες (Πίνακας 1). Σε κάθε δειγματοληψία τοποθετήθηκαν 12 παγίδες, 4 ανά είδος ξενιστή. Η επιλογή των θέσεων των παγίδων πραγματοποιήθηκε κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να εξετάζεται το σύνολο της έκτασης του οπωρώνα, ενώ απείχαν μεταξύ τους τουλάχιστον 20 μέτρα (Πίνακας 2, Εικόνα 2).

Πίνακας 1: Ημερομηνίες δειγματοληψιών (Ημερομηνία εγκατάστασης των παγίδων, απεγκατάστασης και συλλογής των δειγμάτων).

A/A	Ημερομηνία Εγκατάστασης Παγίδων	Ημερομηνία Απεγκατάστασης Παγίδων
1	8/4/2024	10/4/2024
2	18/6/2024	20/6/2024
3	11/9/2024	13/9/2024
4	19/11/2024	21/11/2024
5	21/1/2025	23/1/2025
6	8/4/2025	10/4/2025

Πίνακας 2: Οι συντεταγμένες και οι κωδικοί των παγίδων pitfall ανά ξενιστή.

A/A	Κωδικό Όνομα Παγίδας	Γεωγραφικό Μήκος	Γεωγραφικό Πλάτος	Ξενιστής
1	ΧΡ1	39°19'09.0"N	23°01'32.2"E	Γιγατόκαρπο
2	ΧΡ2	39°19'07.7"N	23°01'35.3"E	Γιγατόκαρπο
3	ΧΡ3	39°19'06.8"N	23°01'34.0"E	Γιγατόκαρπο
4	ΧΡ4	39°19'08.8"N	23°01'36.6"E	Γιγατόκαρπο
5	ΧΡΡ1	39°19'11.6"N	23°01'38.4"E	Πυρηνόκαρπο
6	ΧΡΡ2	39°19'10.8"N	23°01'34.0"E	Πυρηνόκαρπο
7	ΧΡΡ3	39°19'10.0"N	23°01'34.6"E	Πυρηνόκαρπο
8	ΧΡΡ4	39°19'08.1"N	23°01'30.8"E	Πυρηνόκαρπο
9	ΧCΤ1	39°19'12.9"N	23°01'39.0"E	Εσπεριδοειδές
10	ΧCΤ2	39°19'12.3"N	23°01'34.9"E	Εσπεριδοειδές
11	ΧCΤ3	39°19'11.5"N	23°01'39.9"E	Εσπεριδοειδές
12	ΧCΤ4	39°19'13.0"N	23°01'36.1"E	Εσπεριδοειδές



Εικόνα 2: Τα σημεία τοποθέτησης των παγίδων ανά ομάδα ξενιστή. Με τους κωδικούς XC_ συμβολίζονται τα εσπεριδοειδή, με τους XP_ τα γιγαρτόκαρπα και με τους XPR_ τα πυρηνόκαρπα.

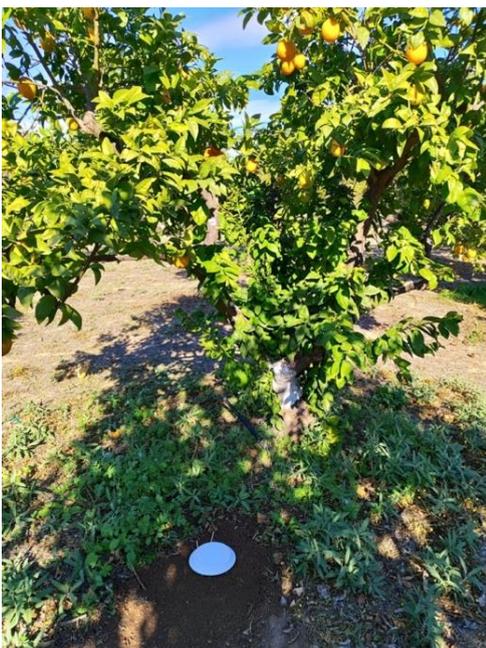
2.1.3 Μέθοδος δειγματοληψίας

Οι παγίδες Pitfall τοποθετήθηκαν σε επιλεγμένες θέσεις κάτω από την κόμη του ξενιστή εντός κοιλότητας που ανοιγόταν στο έδαφος με σκαπτικό εργαλείο. Οι παγίδες αποτελούνταν από ένα πλαστικό κύπελλο το οποίο συμπληρωνόταν μέχρι τη μέση με υγρό μείγμα διαλύματος νερού, προπυρηνογλυκόλης και άοσμου απορρυπαντικού πιάτων. Το χείλος των κυπέλλων τοποθετούνταν προσεκτικά στο επίπεδο του εδάφους, ώστε να εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη είσοδος των εδαφόβιων εντόμων. Για την αποτροπή εισόδου ανεπιθύμητων οργανισμών και αντικειμένων, όπως φύλλα, κλαδιά ή πέτρες, οι παγίδες καλύπτονταν με πλαστικά πιάτα, τα οποία υποστηρίζονταν με 3 ξύλινα στηρίγματα (Εικόνα 3). Σε κάθε δειγματοληψία, οι παγίδες παρέμεναν στον αγρό για 48 ώρες. Στη συνέχεια, το υδατικό περιεχόμενο της παγίδας αφαιρούνταν με σουρωτήρι και τα εδαφόβια έντομα που συλλέγονταν, τοποθετούνταν σε δειγματοληπτικά σακουλάκια, αεροστεγώς κλεισμένα και εν συνεχεία μεταφέρονταν και

αποθηκεύονταν στο εργαστήριο στους 4 °C μέχρι την εξέταση τους.

Η επεξεργασία και αναγνώριση των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο σύμφωνα με την εξής διαδικασία: Το περιεχόμενο κάθε σακούλας, που αντιστοιχούσε σε παγίδα από το χωράφι, τοποθετούνταν αρχικά σε πλαστική σίτα και ξεπλενόταν με νερό, ώστε να απομακρυνθούν ανεπιθύμητα υλικά, όπως χώμα, πετραδάκια και φυτικά υπολείμματα. Στη συνέχεια, τα καθαρισμένα δείγματα μεταφέρονταν σε πλαστικά τρυβλία Petri και εξετάζονταν σε ηλεκτρονικό στερεοσκόπιο. Κατά τη διάρκεια της παρατήρησης, λαμβάνονταν και φωτογραφίες του στερεοσκοπίου, προκειμένου να αποτυπωθούν με μεγαλύτερη ευκρίνεια συγκεκριμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά και να διευκολυνθεί η σύγκρισή τους με εικόνες ειδών από άλλες πηγές. Έπειτα, τα δείγματα διαχωρίζονταν σε ομάδες βάσει του είδους τους, γινόταν καταμέτρηση των ατόμων ανά ομάδα και τοποθετούνταν σε φιαλίδια Falcon με διάλυμα αλκοόλης 70%. Τα φιαλίδια αυτά διατηρούνταν σε ψυγείο για τη διατήρηση αναλλοίωτων αντιπροσωπευτικών ατόμων από κάθε είδος.

Στην παρούσα μελέτη, τα Κολεόπτερα ταξινομήθηκαν σε επίπεδο οικογένειας στο σύνολο των δειγματοληψιών, ενώ τα άτομα της τάξης Araneae μετρήθηκαν στις 5 από τις 6 δειγματοληψίες και ταξινομήθηκαν αντίστοιχα στο επίπεδο της οικογένειας. Τα κοινά μυρμήγκια δε μετρήθηκαν (οικ. Formicidae), καθώς παρόλο που αποτελούν θηρευτές της μύγας της Μεσογείου δύναται να προκαλέσουν υψηλά ποσοστά θνησιμότητας σε ωφέλιμους οργανισμούς σε καλλιέργειες εσπεριδοειδών και μεικτών οπωρώνων (Calabuig et al., 2015).



Εικόνα 3: Παγίδα pitfall τοποθετημένη κάτω από την κόμη εσπεριδοειδούς

2.2 Βιοποικιλότητα εδαφοκάλυψης και κόμης οπωροφόρων δένδρων

Για την καταγραφή της βιοποικιλότητας των ωφέλιμων αρθροπόδων στην αυτοφυή χλωρίδα της εδαφοκάλυψης του οπωρώνα και της κόμης των οπωροφόρων δένδρων πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες αναρρόφησης σε παραπλήσιες ημερομηνίες με αυτές που αφορούσαν την εδαφόβια βιοποικιλότητα και στις ίδιες θέσεις εντός του οπωρώνα. Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκαν 7 δειγματοληψίες στην εδαφοκάλυψη (21/3/2024, 19/4/2024, 26/6/2024, 17/9/2024, 22/11/2024, 29/1/2025 και 12/4/2025) και 6 δειγματοληψίες στην κόμη των δένδρων (19/4/2024, 26/6/2024, 17/9/2024, 22/11/2024, 29/1/2025 και 12/4/2025).

Κατά την επίσκεψη στον οπωρώνα, γινόταν εκτίμηση της ποσοστιαίας αναλογίας των φυτικών ειδών σε επιφάνεια περίπου 2 m², πέριξ του σημείου τοποθέτησης της παγίδας pitfall. Από την επιφάνεια αυτή λαμβανόταν δείγμα με την χρήση δίχρονου βενζινοκίνητου αναρροφητήρα (Echo ES-2400) (4 αναρροφήσεις των 2 δευτερολέπτων/δείγμα) (Karamaouna et al. 2019; Stathakis et al. 2023; Barda et al. 2025). Αντίστοιχο δείγμα λαμβάνονταν και από την κόμη του οπωροφόρου δένδρου που βρίσκονταν στην συγκεκριμένη θέση. Δεν ελήφθησαν δείγματα από τα φυλλοβόλα οπωροφόρα δένδρα (γιγαρτόκαρπα και πυρηνόκαρπα) κατά την περίοδο του ληθάργου. Τα δείγματα αποθηκεύονταν σε πλαστική σακούλα, σημαίνονταν και μεταφέρονταν στο Εργαστήριο Ελέγχου Αποτελεσματικότητας Γεωργικών Φαρμάκων του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου όπου και φυλάσσονταν σε κατάψυξη (-18° C).

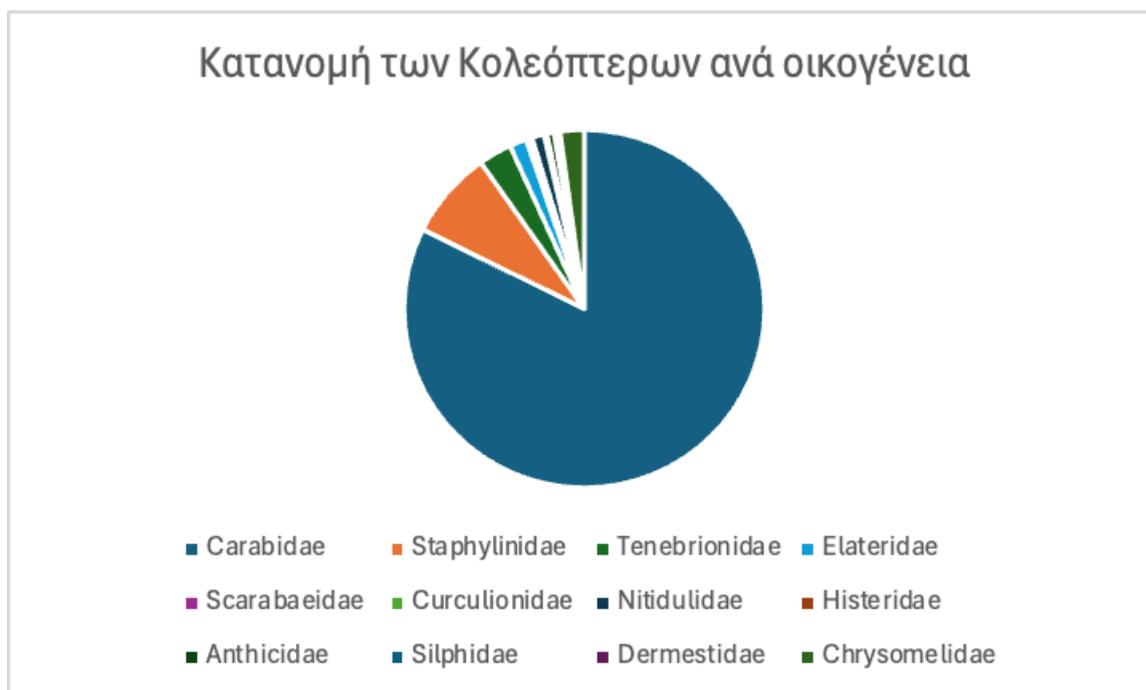
Το περιεχόμενο των δειγμάτων εξετάζονταν με τη βοήθεια στερεοσκοπίου. Τα ωφέλιμα αρθρόποδα (αράχνες, αρπακτικά έντομα και παρασιτοειδή Υμενόπτερα) διαχωρίζονταν από τα υπόλοιπα αρθρόποδα του δείγματος και ακολουθούσε καταμέτρηση και αναγνώρισή τους σε επίπεδο οικογένειας ή και περαιτέρω, εφόσον αυτό ήταν εφικτό.

2.2 Αποτελέσματα και Συζήτηση

3.1 Εδαφόβια Βιοποικιλότητα

Κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών συλλέχθηκε σημαντικός αριθμός κολεοπτέρων, τα οποία ταξινομήθηκαν σε 12 οικογένειες (Διάγραμμα 3). Στο σύνολο των δειγματοληψιών, η πολυπληθέστερη οικογένεια Κολεοπτέρων ήταν αυτή των Carabidae, με συνολικά 911 άτομα συλληφθέντα του συνόλου των 1113 ατόμων στις παγίδες (81,8% του συνολικού αριθμού των κολεοπτέρων που συνελήφθησαν). Ακολουθεί η οικογένεια Staphylinidae με συνολικά 88 άτομα συλληφθέντα στις παγίδες (7,9% του συνολικού αριθμού των κολεοπτέρων). Οι οικογένειες των Carabidae και

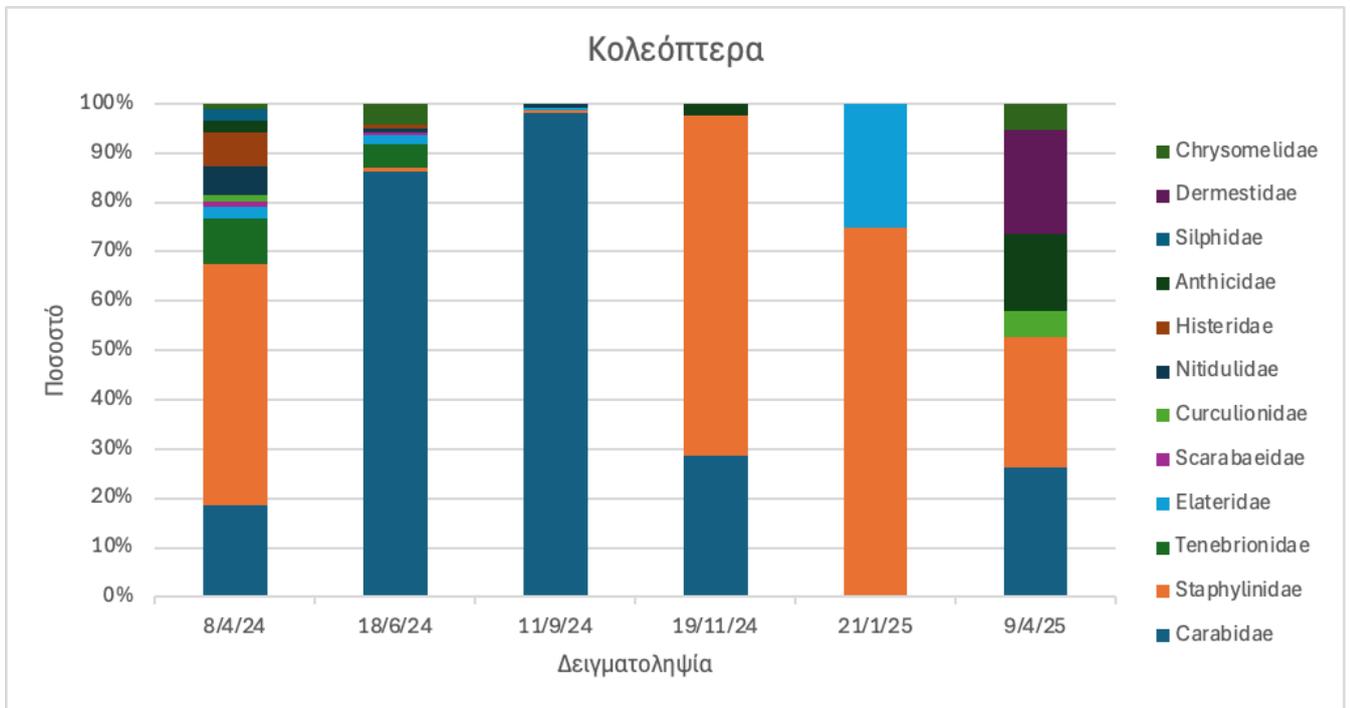
Staphylinidae αποτελούν θηρευτές της μύγας της Μεσογείου και βρεθήκαν στις παγίδες σε ποσοστό 89,7%, ποσοστό το οποίο καταδεικνύει την αυξημένη παρουσία θηρευτών στην πανίδα του εδάφους. Η οικογένεια Tenebrionidae κατέλαβε την τρίτη θέση με ποσοστό 2,96% του συνόλου των συλληφθέντων κολεόπτρων, ενώ ακολουθούν οι Chrysomelidae (2,16%), Elateridae (1,5%), Nitulidae (1,08%), Anthicidae (0,62%), Scarabaeidae και Dermestidae (0,36%), Histeridae(0,27%), Curculionidae και Silphidae (0,17%).



Διάγραμμα 3: Κατανομή των συνολικά συλληφθέντων εντόμων της τάξης των Κολεοπτέρων ανά οικογένεια

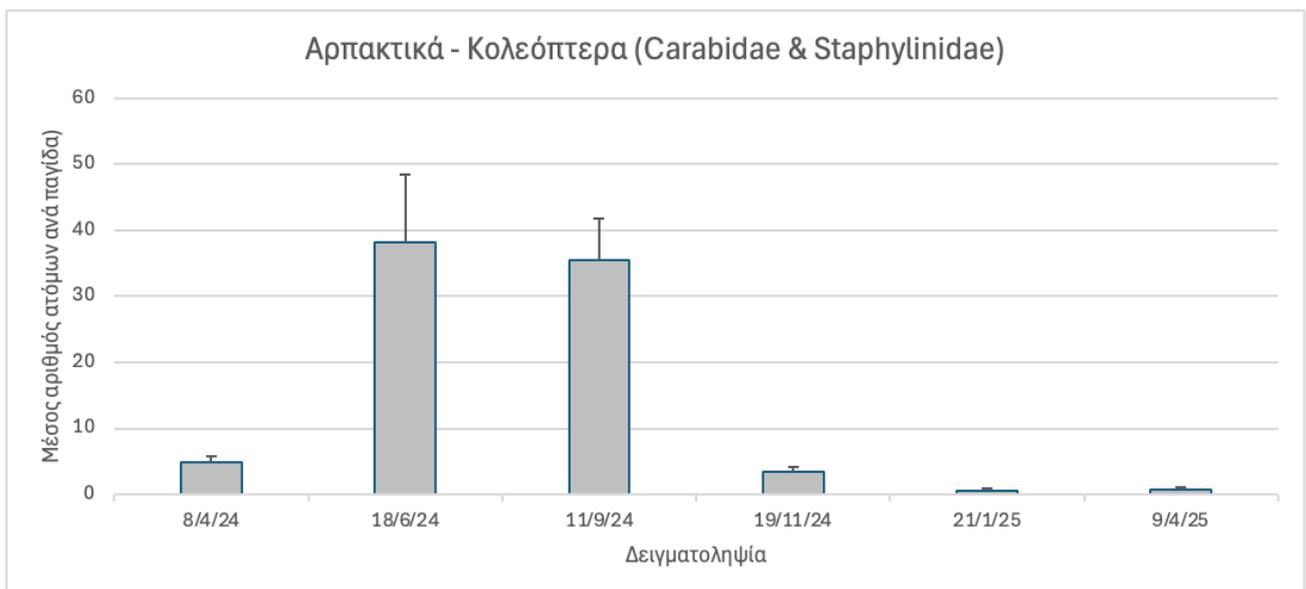
Στο Διάγραμμα 4 παρουσιάζεται η κατανομή των οικογενειών της τάξης των Κολεοπτέρων ανά ημερομηνία δειγματοληψίας. Στην 2^η (18/6/2024) και 3^η (11/9/2024) δειγματοληψία, τα Carabidae καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο ποσοστό εμφάνισης στις παγίδες σε επίπεδα άνω του 85% των συνολικών ατόμων. Αντίθετα στην 1^η (8/4/2024) και 4^η (19/11/2024) δειγματοληψία παρατηρείται μείωση της κυριαρχίας των Carabidae στο έδαφος έναντι των Staphylinidae, τα οποία εμφανίζονται σε ποσοστό 48,3 και 69% αντίστοιχα. Σύμφωνα με το διάγραμμα παρατηρείται σαφής επικράτηση των ατόμων της οικογένειας Carabidae και Staphylinidae σε κάθε δειγματοληψία, γεγονός το οποίο υποδεικνύει την υψηλή παρουσία θηρευτών στην πανίδα του εδάφους. Στην τελευταία δειγματοληψία παρατηρείται ισόνομη ποσοστιαία κατανομή μεταξύ των Carabidae και Staphylinidae (26%) και αυξημένη παρουσία των Dermestidae (21%), Anthicidae (15,8%), Chrysomelidae (5,3%) και Curculionidae

(5,3%) έναντι των υπόλοιπων δειγματοληψιών.



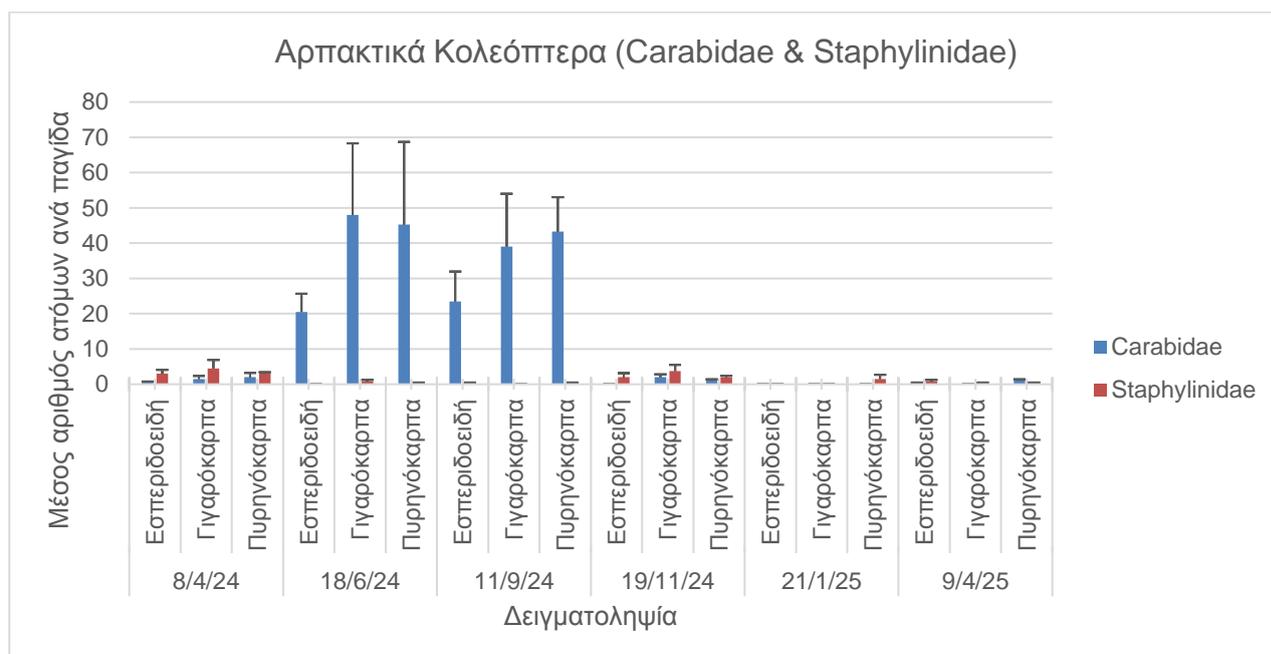
Διάγραμμα 4: Κατανομή των συνολικά συλληφθέντων εντόμων της τάξης των Κολεοπτέρων ανά οικογένεια ανά ημερομηνία δειγματοληψίας

Στο Διάγραμμα 5 καταγράφεται η μέση τιμή της αφθονίας των θηρευτών ανά παγίδα κατά τη διάρκεια του πειράματος. Παρατηρείται σημαντική αύξηση της παρουσίας των αρπακτικών κολεοπτέρων κατά τους θερμότερους μήνες του έτους, ξεπερνώντας τα 30 άτομα ανά παγίδα.



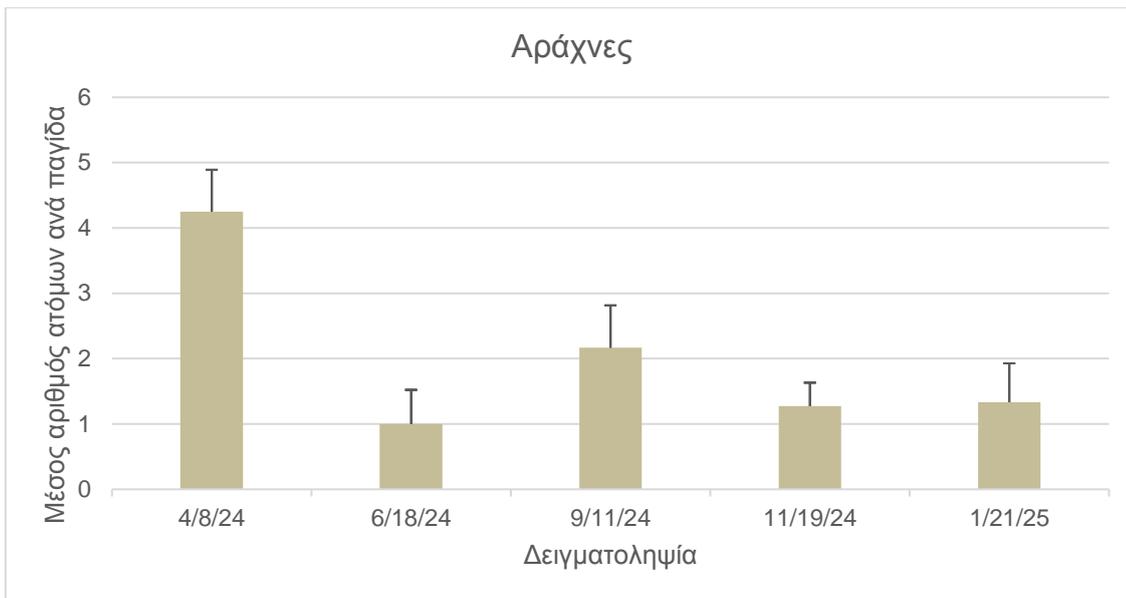
Διάγραμμα 5: Μέση τιμή (+ Τυπικό Σφάλμα (Τ.Σ.)) του αριθμού των αρπακτικών Κολεοπτέρων ανά παγίδα και ημερομηνία δειγματοληψίας

Στο Διάγραμμα 6 δίνεται η αφθονία των αρπακτικών Κολεοπτέρων ανά παγίδα δειγματοληψίας και ξενιστή. Σύμφωνα με αυτό, παρατηρείται αυξημένη παρουσία των Carabidae στο σύνολο των ξενιστών τους θερμότερους μήνες και σαφής επικράτηση έναντι των Staphylinidae.

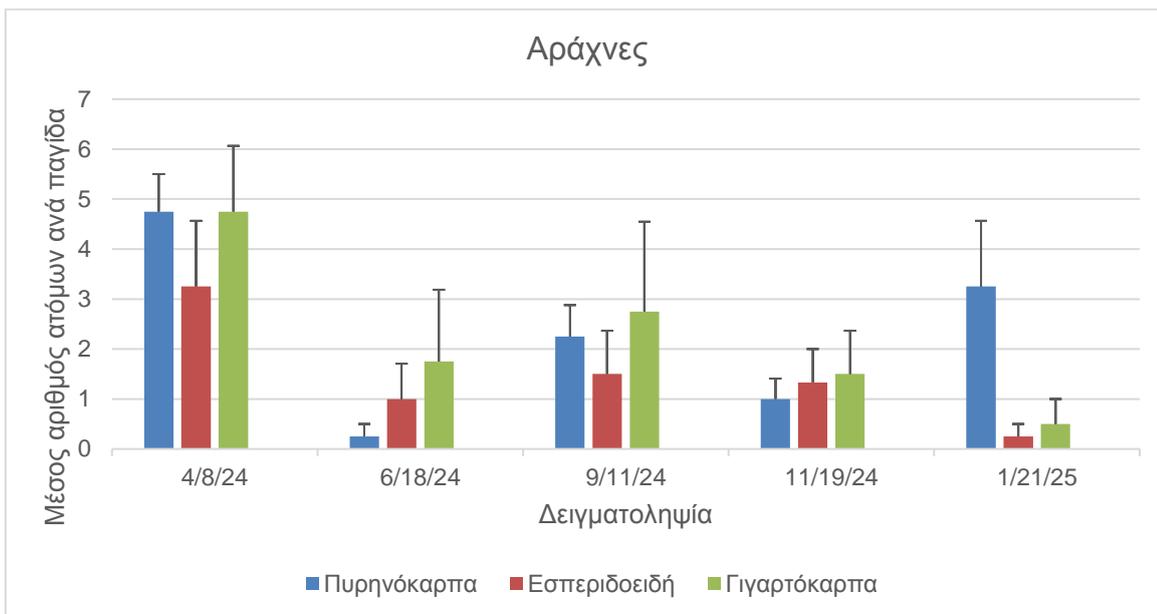


Διάγραμμα 6: Μέση τιμή + Τ.Σ.) του αριθμού των αρπακτικών Κολεοπτέρων (Carabidae και Staphylinidae) ανά παγίδα ανά ξενιστή

Στο Διάγραμμα 7 καταγράφεται η αφθονία των ατόμων της τάξης Araneae ανά παγίδα σε κάθε δειγματοληψία. Σύμφωνα με αυτό, παρατηρείται αυξημένη παρουσία αραχνιδίων κατά την 1^η δειγματοληψία (8/4/2024) με πάνω από 4 άτομα σε κάθε παγίδα. Στη συνέχεια ακολουθεί η 2^η δειγματοληψία (11/9/2024) με περίπου 2 άτομα ανά παγίδα, ενώ ακολουθούν χωρίς διαφορά η 2^η, 4^η και 5^η δειγματοληψία με 1 άτομο ανά παγίδα. Στο Διάγραμμα 8 παρουσιάζεται η αφθονία των ατόμων της τάξης Araneae ανά ξενιστή κατά τη διάρκεια του πειράματος. Στην 1^η δειγματοληψία (8/4/2024) καταγράφηκαν τα περισσότερα άτομα σε κάθε ξενιστή και πιο συγκεκριμένα περισσότερα από 3 άτομα ανά παγίδα σε σχέση με τις υπόλοιπες δειγματοληψίες.



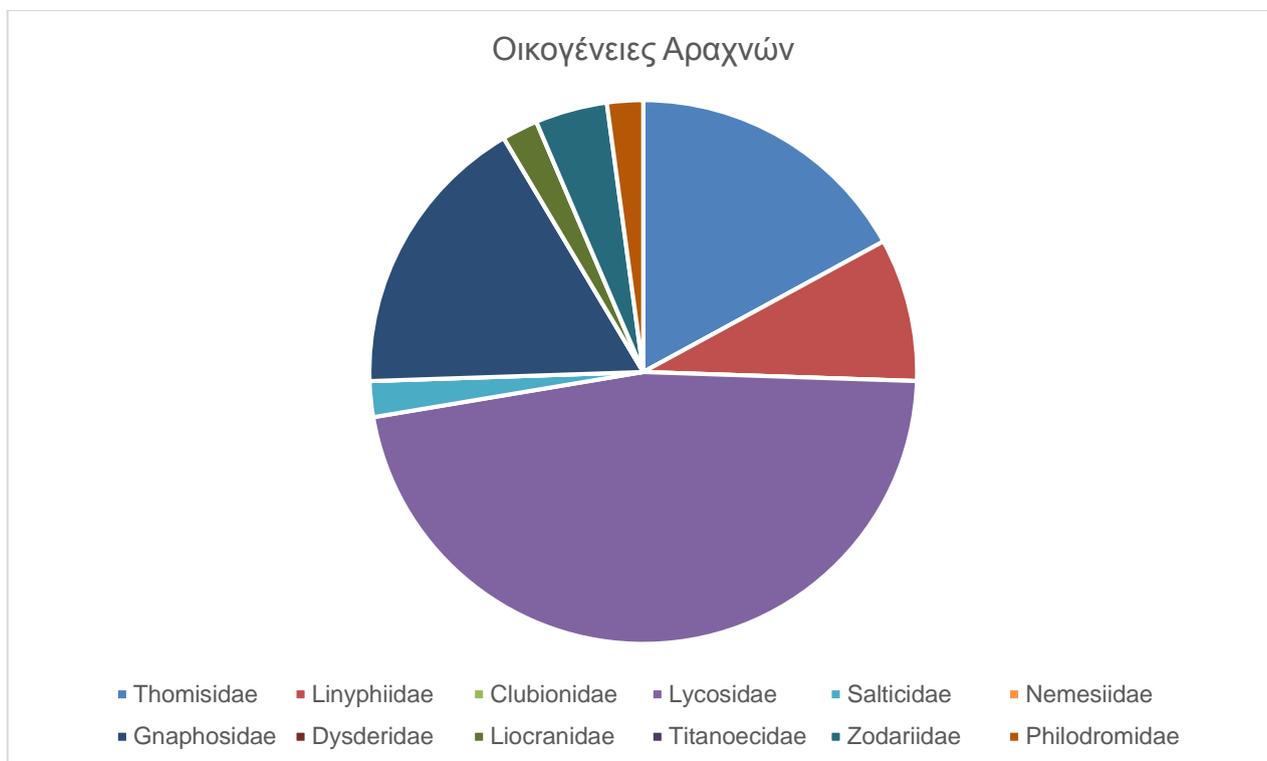
Διάγραμμα 7: Μέση τιμή (+ Τ.Σ.) του αριθμού ατόμων της τάξης Araneae ανά παγίδα



Διάγραμμα 8: Μέση τιμή (+ Τ.Σ.) του αριθμού ατόμων της τάξης Araneae ανά παγίδα ανά ξενιστή

Κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών συλλέχθηκε σημαντικός αριθμός αραχνών από τις παγίδες pitfall, οι οποίες ταξινομήθηκαν σε 12 οικογένειες (Διάγραμμα 9). Στο σύνολο των δειγματοληψιών, η πολυπληθέστερη οικογένεια ήταν των Lycosidae σε ποσοστό 57,1% με συνολικά 64 άτομα συλληφθέντα στις παγίδες στο σύνολο των δειγματοληψιών. Ακολούθησε η οικογένεια Gnaphosidae σε ποσοστό 14,3% και Thomididae (12,5%), ενώ λιγότερες ήταν οι συλλήψεις σε άτομα των οικογενειών Linyphiidae (4,5%), Dysderidae (2,7%), Zodaridae (2,7%), Liocranidae, (1,8%) Titanocidae (0,9%), Philodromidae (0,9%), Nemecidae (0,9%), Salticidae (0,9%) και

Clubionidae (0,9%).

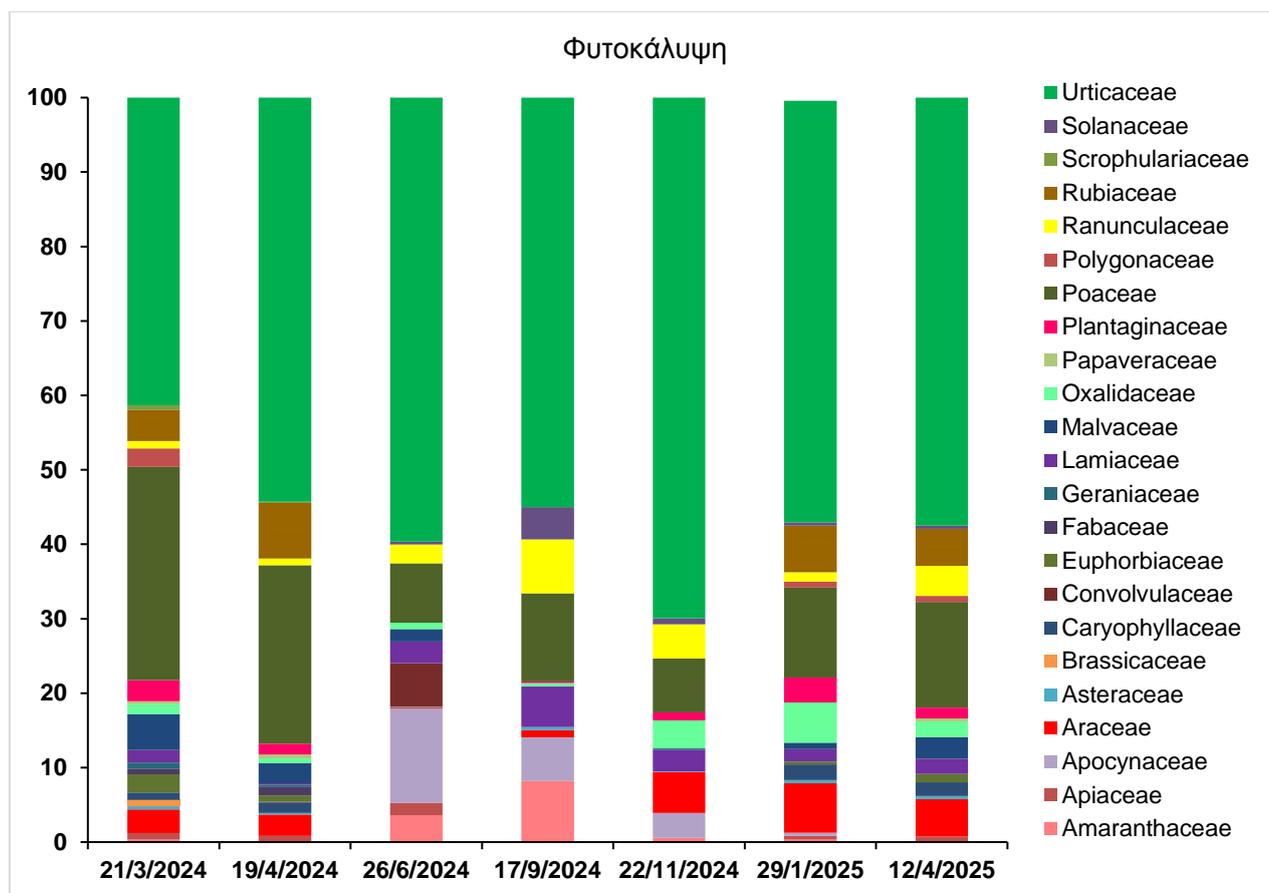


Διάγραμμα 9: Κατανομή των συνολικά συλληφθέντων εντόμων της τάξης Araneae ανά οικογένεια

3.2 Βιοποικιλότητα εδαφοκάλυψης και κόμης οπωροφόρων δένδρων

3.2.1 Φυτοκάλυψη

Η σύνθεση της αυτοφυούς φυτοκάλυψης του οπωρώνα παρουσιάζεται συνολικά για όλη τη διάρκεια των καταγραφών στο Διάγραμμα 10. Σε όλες τις ημερομηνίες καταγραφής απαρτίζεται κυρίως (>40%) από είδη της οικογένειας Urticaceae (*Parietaria judaica*, *Urtrica* sp.) καθώς και από διάφορα αγρωστώδη είδη (Poaceae) ενώ άλλες οικογένειες πλατύφυλλων ανθοφόρων ποωδών φυτών (π.χ. Apiaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae, Geraniaceae, Lamiaceae, Polygonaceae, Ranunculaceae) συμμετέχουν με μικρότερα ποσοστά (Πίνακας 3).



Διάγραμμα 10: Ποσοστιαία αναλογία των οικογενειών αυτοφυών φυτών της εδαφοκάλυψης του μικτού οπωρώνα σε κάθε ημερομηνία καταγραφής, Κάτω Λεχώνια, καλλιεργητική περίοδος 2024-2025.

Πίνακας 3: Αυτοφυή φυτικά είδη που καταγράφηκαν στην εδαφοκάλυψη του οπωρώνα.

Οικογένεια	Είδη
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> sp., <i>Chenopodium album</i>
Apiaceae	<i>Torilis arvensis</i>
Apocynaceae	<i>Araujia sericifera</i> , <i>Cynanchum acutum</i>
Araceae	<i>Arum</i> sp.
Asteraceae	<i>Carduus</i> sp., <i>Erigeron</i> sp., <i>Picris</i> sp., <i>Sonchus oleraceus</i>
Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i>
Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i>
Convolvulaceae	<i>Convolvulus</i> sp.
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia helioscopia</i> , <i>Euphorbia</i> sp.
Fabaceae	<i>Medicago arabica</i> , <i>Trifolium repens</i> , <i>Vicia</i> sp.
Geraniaceae	Μη προσδιορισθέν
Lamiaceae	<i>Ballota nigra</i> , <i>Lamium amplexicaule</i> , <i>Lamium</i> sp.
Malvaceae	<i>Malva</i> sp.
Oxalidaceae	<i>Oxalis pes-caprae</i>
Papaveraceae	<i>Fumaria officinalis</i>

Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp., <i>Veronica</i> sp.
Poaceae	<i>Avena sterilis</i> , <i>Digitaria sanguinalis</i> , <i>Hordeum murinum</i> , <i>Lolium perenne</i> , <i>Sorghum halepense</i>
Polygonaceae	<i>Rumex</i> sp.
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i> , <i>Ranunculus</i> sp.
Rubiaceae	<i>Galium aparine</i>
Scrophulariaceae	<i>Scrophularia</i> sp.
Solanaceae	<i>Solanum chenopodioides</i> , <i>S. nigrum</i>
Urticaceae	<i>Parietaria judaica</i> , <i>Urtica</i> sp.

3.2.2 Ωφέλιμη αρθροποδοπανίδα

Ο μέσος αριθμός αραχνών, αρπακτικών εντόμων και παρασιτοειδών που συλλέχθηκαν από τις δειγματοληψίες αναρρόφησης στην αυτοφυή βλάστηση της εδαφοκάλυψης του οπωρώνα και αντίστοιχα στην κόμη των δένδρων παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 11. Ο μέσος αριθμός των αραχνών στη φυτοκάλυψη διέφερε στον χρόνο με τις υψηλότερες τιμές να παρατηρούνται κατά την περίοδο του θέρους και του φθινοπώρου (Διάγραμμα 11α). Στα δένδρα, ο μεγαλύτερος μέσος αριθμός φυσικών εχθρών καταγράφηκε στα παρασιτοειδή στα εσπεριδοειδή, το φθινόπωρο (Διάγραμμα 11β).

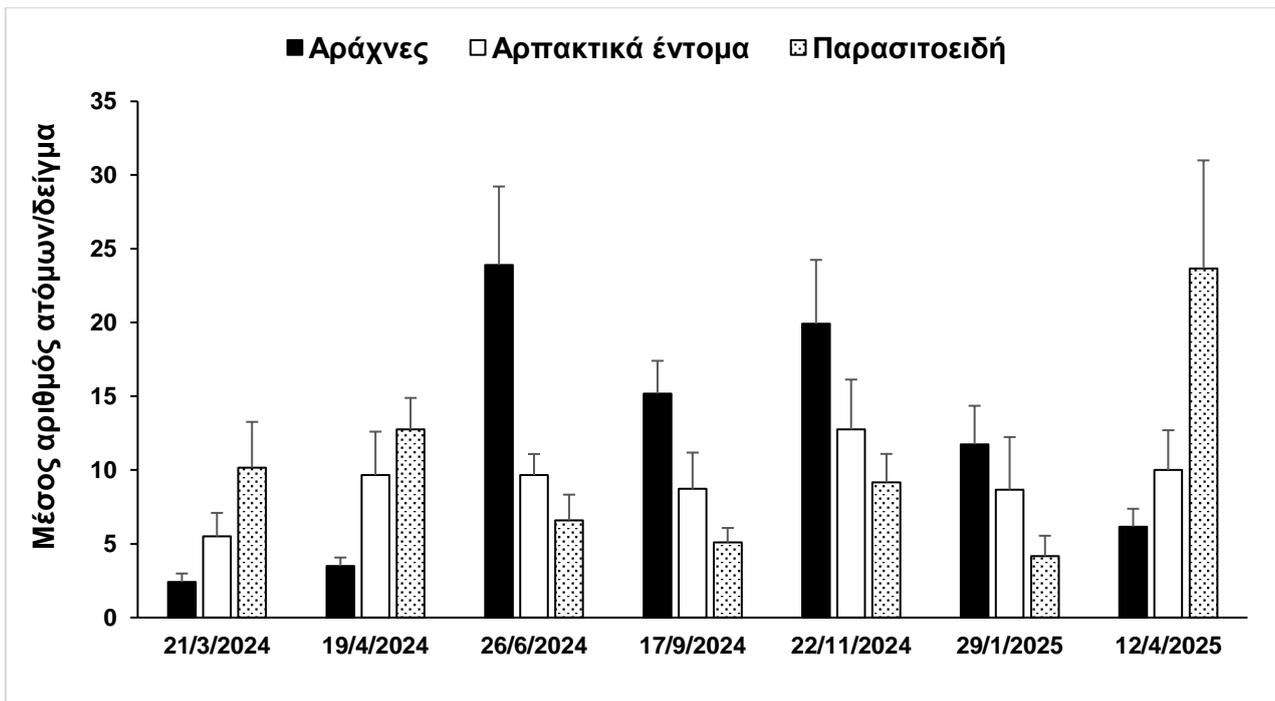
Την άνοιξη καταγράφηκαν στη φυτοκάλυψη κυρίως άτομα της οικογένειας Linyphiidae, ενώ την θερινή δειγματοληψία συλλέχθηκαν άτομα της οικογένειας Thomisidae κατά το μεγαλύτερο ποσοστό. Το φθινόπωρο επικρατούν οι αράχνες της οικογένειας Oxyridae, ενώ η οικογένεια Philodromidae είχε μία σχεδόν σταθερή παρουσία καθόλη την περίοδο των δειγματοληψιών (Διάγραμμα 12α). Αντίστοιχα, οι επικρατέστερες οικογένειες αραχνών στα δένδρα ήταν η Araneidae στα εσπεριδοειδή και πυρηνόκαρπα αρχές φθινοπώρου, η Theridiidae σχεδόν καθόλη την περίοδο των δειγματοληψιών στα εσπεριδοειδή, η Philodromidae κυρίως στα πυρηνόκαρπα την περίοδο της άνοιξης-θέρους και η Salticidae (φθινόπωρο στα εσπεριδοειδή, άνοιξη 2025 στα πυρηνόκαρπα) (Διάγραμμα 12β).

Ο μέσος αριθμός αρπακτικών εντόμων στην αυτοφυή φυτοκάλυψη δεν παρουσίασε διακυμάνσεις μεταξύ των δειγματοληψιών. Τα συλλεχθέντα άτομα ανήκουν κατά κανόνα στα μυρμηγκία (Formicidae), τα οποία είναι σημαντικοί θηρευτές της μύγας της Μεσογείου, και στα Heteroptera (Anthocoridae, Geocoridae, Miridae και Reduviidae), (Διάγραμμα 13α). Τα Staphylinidae στην φυτοκάλυψη ανιχνεύθηκαν σε χαμηλά ποσοστά (5-12%). Από τα αρπακτικά έντομα στα δένδρα, στα φυλλοβόλα την άνοιξη κυριαρχούν τα Cantharidae τα οποία είχαν σημαντική παρουσία μαζί με τα Coniopterygidae και στα εσπεριδοειδή την άνοιξη του 2025. Σε όλα τα δένδρα

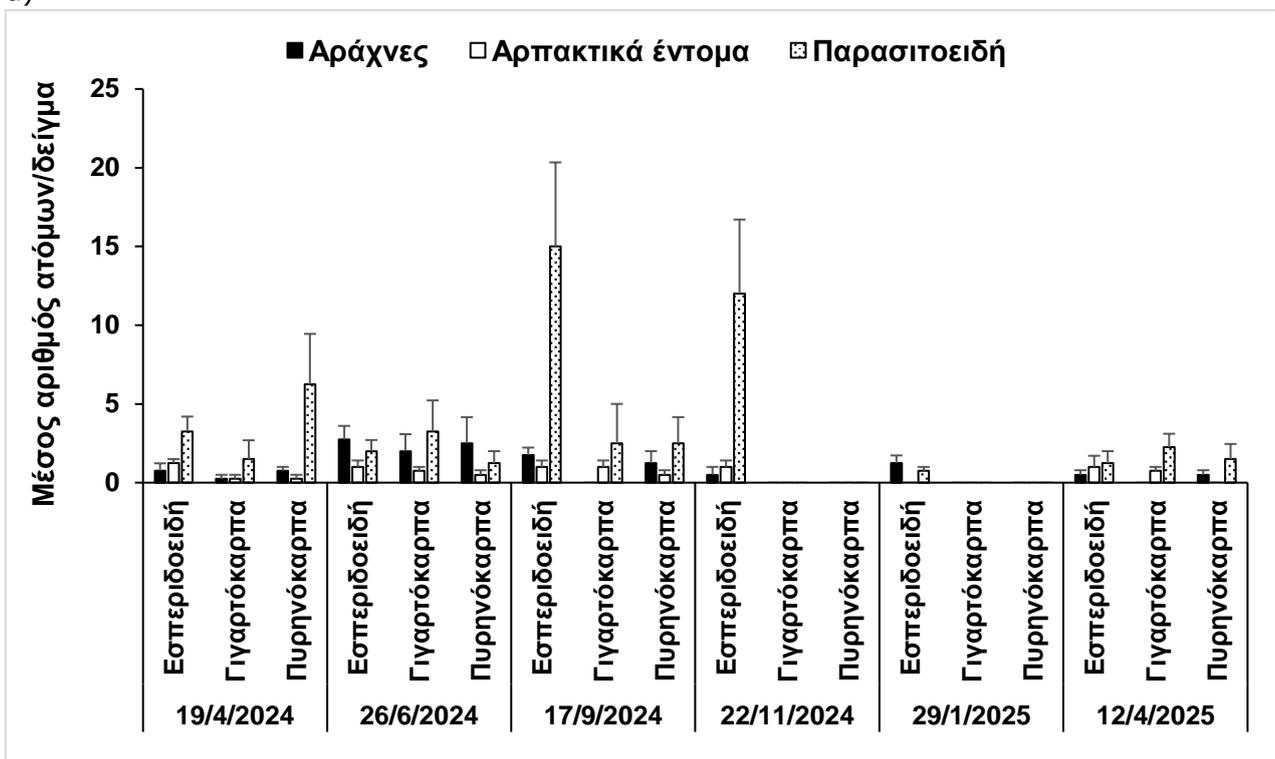
βρέθηκαν αρπακτικά Heteroptera, χρύσωπες και Coccinelidae το θέρος-φθινόπωρο, και Conyopterigidae το φθινόπωρο. Συρφίδες (Syrphidae) και ψαλίδες (Forficulidae) καταγράφηκαν μόνο πάνω στα εσπεριδοειδή την άνοιξη και το θέρος, αντίστοιχα (Διάγραμμα 13β).

Οι πληθυσμοί των υμενόπτερων παρασιτοειδών στην αυτοφυή βλάστηση διέφεραν στον χρόνο. Την άνοιξη και στο τέλος του φθινοπώρου συλλέχθηκαν κυρίως είδη της οικογένειας Braconidae. Τα Eulophidae είχαν σημαντικό ποσοστό εμφάνισης την άνοιξη και το θέρος ενώ τα Platygastroidea (Platygastriidae, Scelionidae) είχαν σταθερή παρουσία σε όλες τις δειγματοληψίες πλην της πρώτης (Διάγραμμα 14α). Στα δένδρα, επικρατέστερες οικογένειες παρασιτοειδών στα εσπεριδοειδή ήταν η Scelionidae την άνοιξη, η Encyrtidae το θέρος, η Aphelinidae το φθινόπωρο και οι Braconidae-Ichneumonidae-Megaspilidae τον χειμώνα. Στα φυλλοβόλα, μεγαλύτερη παρουσία στα δείγματα είχαν οι οικογένειες Encyrtidae και Platygastriidae (θέρος στα πυρηνόκαρπα, φθινόπωρο στα γιγαρτόκαρπα) και η Megaspilidae στα πυρηνόκαρπα το φθινόπωρο (Διάγραμμα 14β).

Η αναγνώριση ορισμένων δειγμάτων παρασιτοειδών από τις οικογένειες Figitidae (στην αυτοφυή βλάστηση) και Pteromalidae (στην αυτοφυή βλάστηση και στα δένδρα) έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τον προσδιορισμό πιθανών ειδών που είναι γνωστά από τη βιβλιογραφία ότι παρασιτούν τη μύγα της Μεσογείου [π.χ. *Aganaspis daci* (Weld) (Hym.: Figitidae) (Papadopoulos and Katsoyannos, 2003), *Spalangia cameroni* Perkins, *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani) (Hym.: Pteromalidae) (Falcó et al., 2006)].

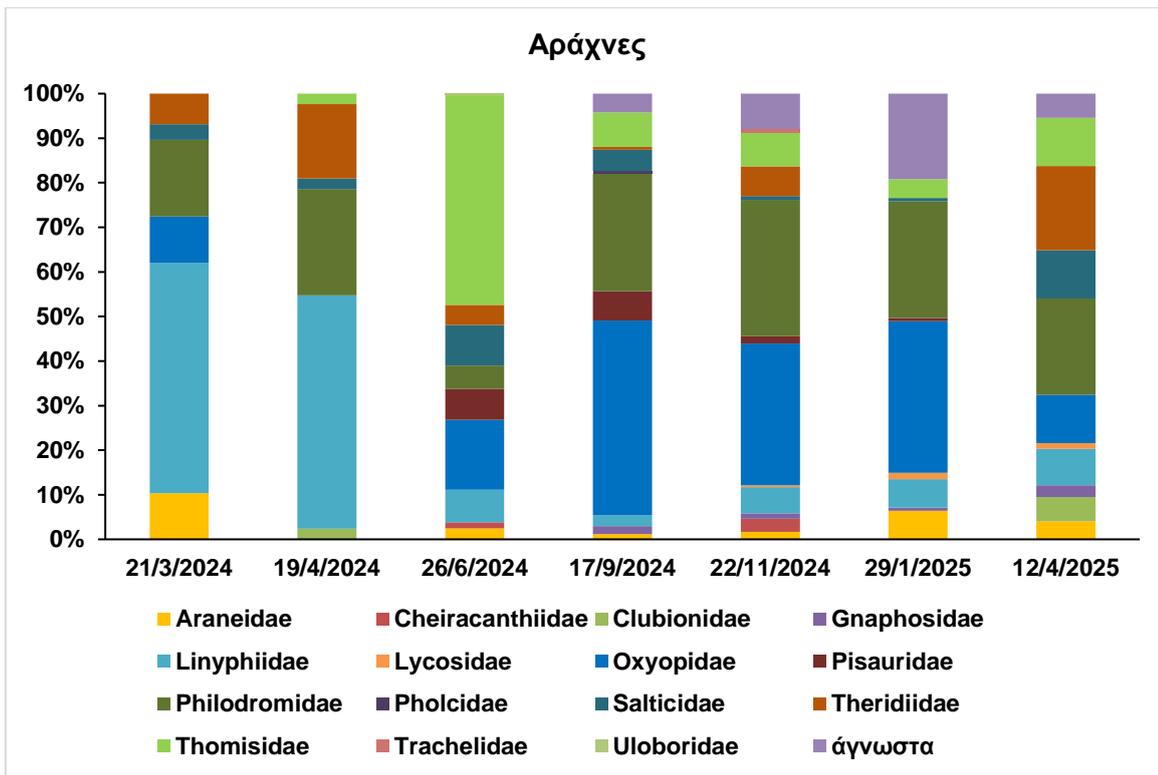


α)

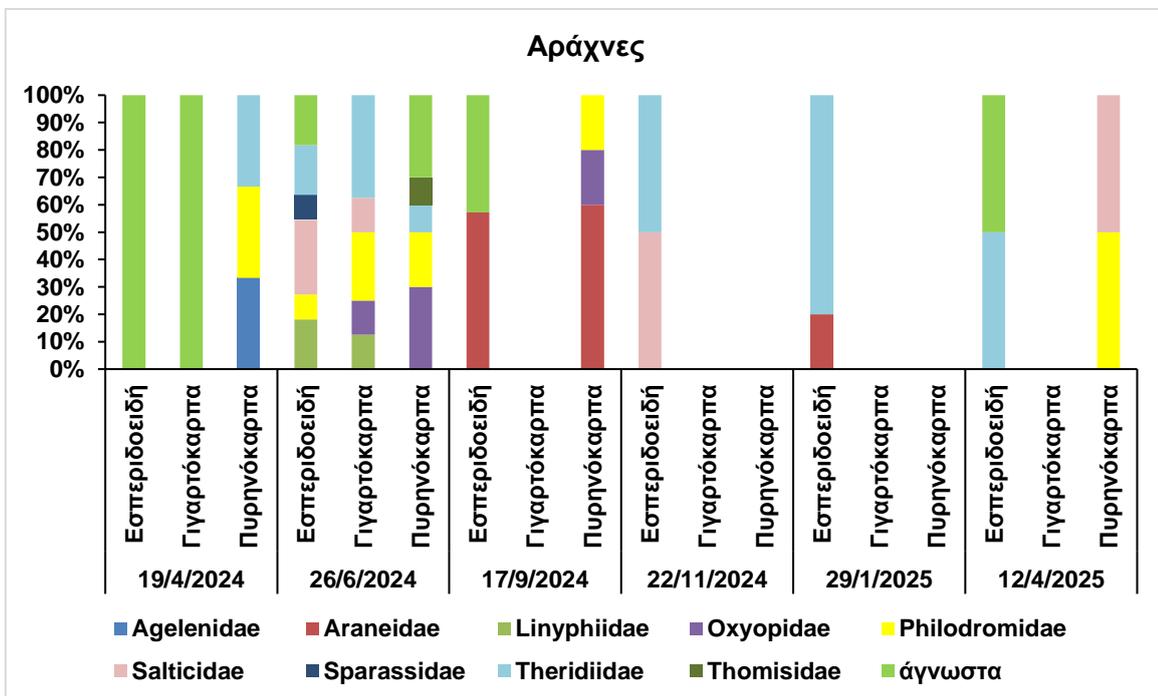


β)

Διάγραμμα 11: Μέσος (+ Τ.Σ.) αριθμός ατόμων αραχνών, αρπακτικών εντόμων και υμενόπτερων παρασιτοειδών που συλλέχθηκαν από α) την αυτοφυή βλάστηση της εδαφοκάλυψης και β) την κόμη των δένδρων μικτού σπρωώνα (εσπεριδοειδή, γιγατόκαρπα, πυρηνόκαρπα) σε κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας, Κάτω Λεχώνια, καλλιεργητική περίοδος 2024-2025.

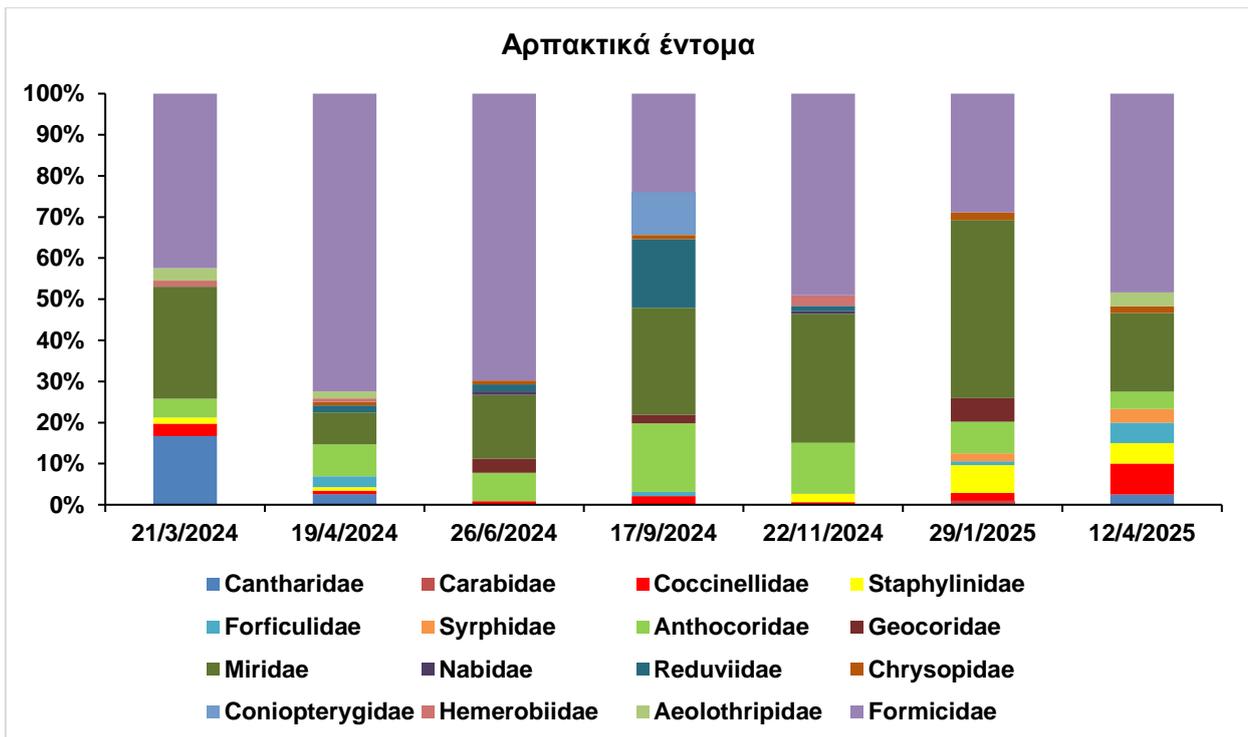


α)

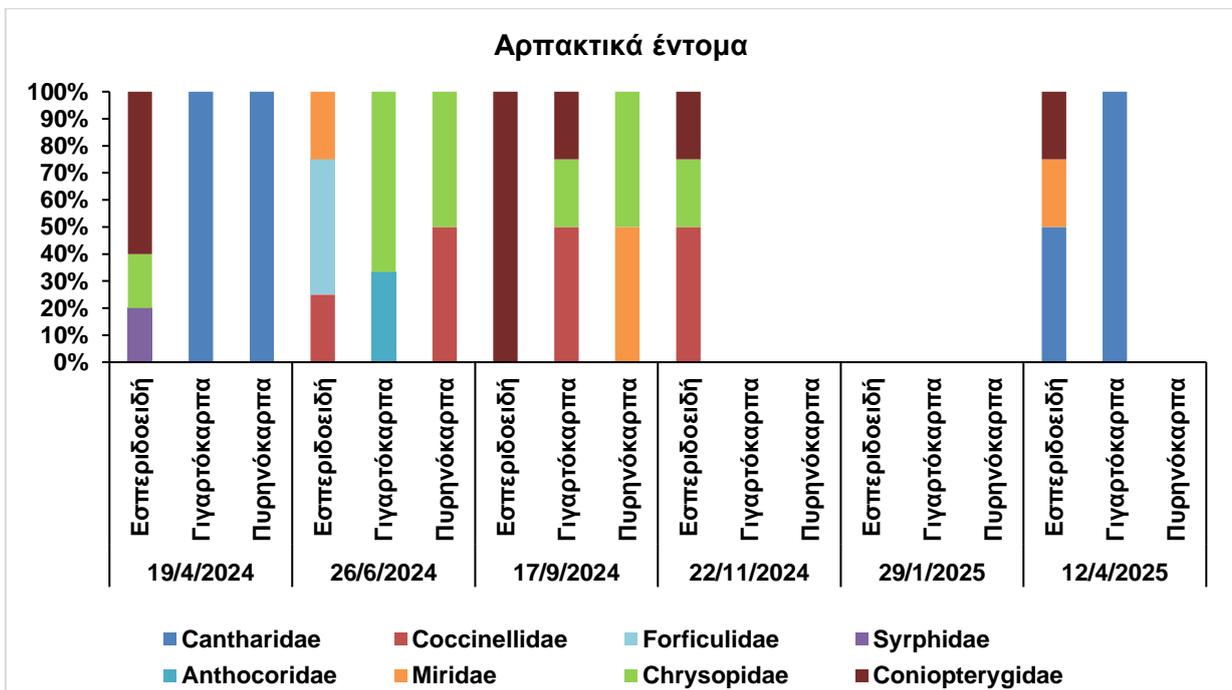


β)

Διάγραμμα 12: Ποσοστιαία αναλογία των οικογενειών αραχνών που συλλέχθηκαν από α) την αυτοφυή βλάστηση της εδαφοκάλυψης και β) την κόμη των δένδρων μικτού σπρωώνα (εσπεριδοειδή, γιγαρτόκαρπα, πυρηνόκαρπα) σε κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας, Κάτω Λεχώνια, καλλιεργητική περίοδος 2024-2025.

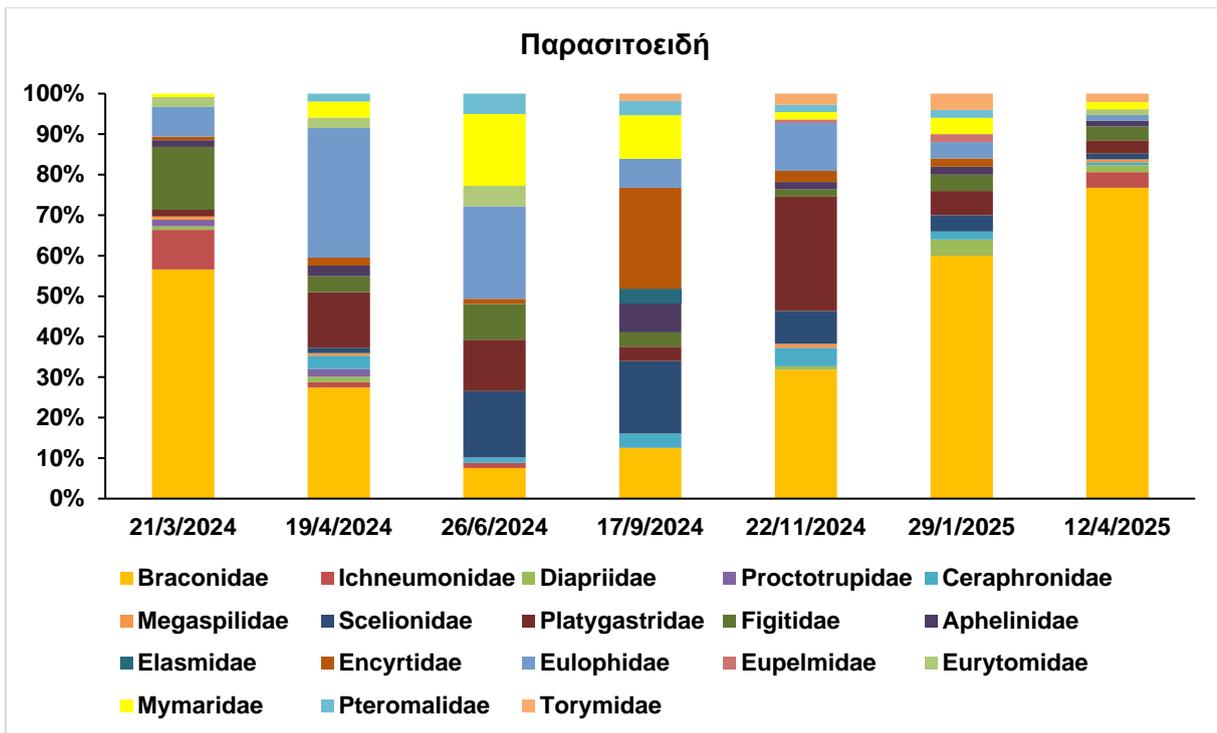


α)

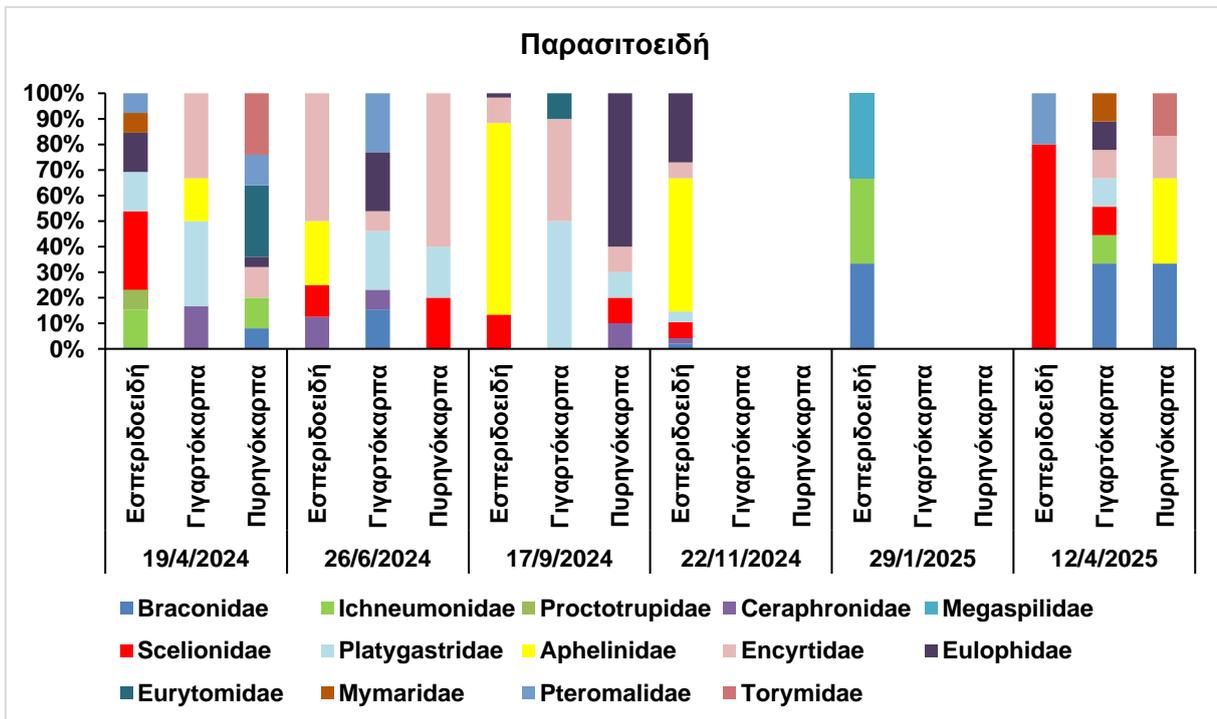


β)

Διάγραμμα 13: Ποσοστιαία αναλογία των οικογενειών αρπακτικών εντόμων που συλλέχθηκαν από α) την αυτοφυή βλάστηση της εδαφοκάλυψης και β) την κόμη των δένδρων μικτού οπωρώνα (εσπεριδοειδή, γιγαρτόκαρπα, πυρηνόκαρπα), Κάτω Λεχώνια, καλλιεργητική περίοδος 2024-2025.



α)



β)

Διάγραμμα 14: Ποσοστιαία αναλογία των οικογενειών υμενόπτερων παρασιτοειδών που συλλέχθηκαν από α) την αυτοφυή βλάστηση της εδαφοκάλυψης και β) την κόμη των δένδρων μικτού οπωρώνα (εσπεριδοειδή, γιγαρτόκαρπα, πυρηνόκαρπα), Κάτω Λεχώνια, καλλιεργητική περίοδος 2024-2025.

3 ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα αναφορά παραδοτέου στοχεύει στη διαμόρφωση ενός πρωτοκόλλου ενίσχυσης της ενδημικής βιοποικιλότητας και υποβοήθησης ιθαγενών αρπακτικών με στόχο την βιολογική καταπολέμηση της μύγας της Μεσογείου. Η χρήση των παγίδων pitfall προτείνονται για την παρακολούθηση της εδαφόβιας βιοποικιλότητας και αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για την ανάπτυξη στρατηγικών βιολογικής καταπολέμησης. Κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών καταγράφηκε σημαντικός αριθμός αρπακτικών Κολεοπτέρων και εδαφόβιων αραχνών. Οι οικογένειες Carabidae και Staphylinidae (Ekschmitt et al., 1997; Urbaneja et al., 2006) και οι εδαφόβιες αράχνες (Ekschmitt et al., 1997; Nyffeler and Sunderland, 2003) παίζουν σημαντικό ρόλο στον βιολογικό έλεγχο των πληθυσμών της μύγας της Μεσογείου, θηρεύοντας κυρίως τα ανήλικα στάδια της (προνύμφες και οι νύμφες) και το στάδιο του νεοεκκολαφθέντος ενηλίκου (Monzo et al., 2008).

Η υιοθέτηση στρατηγικών που στοχεύουν στη μείωση της εξάρτησης από τα χημικά εντομοκτόνα αποτελούν καθοριστικό βήμα προς τη βιώσιμη γεωργία και την ολοκληρωμένη διαχείριση των πληθυσμών των επιζήμιων εντομολογικών εχθρών. Ο περιορισμός της χρήσης μη εκλεκτικών εντομοκτόνων, τα οποία έχουν δυσμενείς επιδράσεις και στους ωφέλιμους οργανισμούς οδηγεί στη φυσική διατήρηση των πληθυσμών των ωφέλιμων οργανισμών. Η εγκατάσταση και η διαχείριση της φυτοκάλυψης αποτελεί σήμερα μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδο για τον έλεγχο των πληθυσμών επιζήμιων εντόμων και εντάσσεται στις τεχνικές της βιολογικής γεωργίας. Πιο συγκεκριμένα, η διατήρηση της αυτοφυούς βλάστησης μεταξύ των δέντρων και εντός των σειρών ευνοούν τους φυσικούς θηρευτών των επιζήμιων εντόμων (Paredes et al., 2015). Η φυτοκάλυψη με το *Festuca arundinacea* L. (Poales:Poaceae) έχει αποδειχθεί ότι ενισχύουν σημαντικά τον φυσικό έλεγχο των ακάρεων και των αφίδων, ενώ αύξησε τους πληθυσμούς των αρπακτικών Κολεοπτέρων (Carabidae και Staphylinidae) και των εδαφόβιων αραχνών σε καλλιέργειες εσπεριδοειδών (Cruz-Miralles et al., 2022). Πρόσφατα ερευνητικά δεδομένα έχουν αποδείξει ότι όταν η φυτοκάλυψη αυτή συνδυάζεται με την εφαρμογή του εντομοπαθογόνου μύκητα *Metarhizium brunneum* μειώνει σε σημαντικό την εμφάνιση των ενηλίκων της μύγας της Μεσογείου, ωστόσο οι αρνητικές επιπτώσεις στην πυκνότητα του πληθυσμού της τάξης των Κολεόπτερων (όχι ωστόσο σε αυτή των Araneae) δε συνίσταται για την υποβοήθηση τους (Cruz-Miralles et al., 2024). Αντίθετα, οι χορτοκοπές και η διαμόρφωση ' ' γυμνού εδάφους ' ' συνδυάστηκαν με την καταστροφή φυσικών καταφυγίων των θηρευτών και την αλλοίωση κατάλληλων

συνθηκών ανάπτυξης, όπως η μείωση των επιπέδων σχετικής υγρασίας υγρασίας. Φυτοκάλυψη με άχυρο ή άλλη ξηρού τύπου βλάστηση, τόσο μεταξύ των γραμμών όσο και εντός της ίδιας σειράς των δέντρων εφαρμόζεται συχνά ως τεχνική ελέγχου των ζιζανίων, πρόληψης της διάβρωσης των εδαφών (Prosdocimi et al., 2016), καθώς και ως μέσο αύξησης της πυκνότητας των θηρευτών ενισχύοντας την αποτελεσματικότητα της φυσικής ρύθμισης των πληθυσμών της μύγας της Μεσογείου (Johnson et al., 2004). Η άροση και γενικότερα η κατεργασία του εδάφους μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την πυκνότητα των πληθυσμών και τη δραστηριότητα των εδαφόβιων Κολεοπτέρων. Για το λόγο αυτό, συνίσταται η συντηρητική άροση με σκοπό αποφυγή του άμεσου θανάτου των εδαφόβιων θηρευτών και της καταστροφής των καταφυγίων τους (Holland and Luff, 2000).

Όσον αφορά στη σύνθεση της ωφέλιμης αρθροποδοπανίδας στην αυτοφυή βλάστηση της εδαφοκάλυψης του οπωρώνα, η παρουσία φυσικών εχθρών (αράχνες, αρπακτικά έντομα, παρασιτοειδή) διέφερε στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου τόσο ως προς τη σχετική αφθονία των ομάδων (αράχνες και παρασιτοειδή) όσο και στην ποικιλότητα των οικογενειών εντός των ομάδων πιθανότητα λόγω διαφορών στη σύνθεση των φυτικών ειδών. Το ίδιο ισχύει και για την ωφέλιμη αρθροποδοπανίδα στα δένδρα, η οποία διέφερε τόσο στο χρόνο όσο και σε σχέση με την ομάδα των οπωροφόρων (εσπεριδοειδή, γιαγαρτόκαρπα, πυρηνόκαρπα) υποδηλώνοντας μια δυναμική σχέση μεταξύ φυσικών εχθρών-φυτικών ειδών.

Από τους γενικούς θηρευτές που καταγράφηκαν κατά μεγαλύτερο ποσοστό στη φυτοκάλυψη ή τα δένδρα, οι αράχνες των οικογενειών Oxyoridae (φυτοκάλυψη), Thomisidae (φυτοκάλυψη), Philodromidae (φυτοκάλυψη και δένδρα) και Salticidae (δένδρα) ανήκουν στους ενεργούς θηρευτές. Οι Linyphiidae (φυτοκάλυψη), Araneidae (δένδρα) και Theridiidae (δένδρα) κάνουν ιστό (Cardoso et al., 2011). Πολλά είδη αραχνών αναφέρονται στη βιβλιογραφία ως θηρευτές εντομολογικών εχθρών στα εσπεριδοειδή, συμπεριλαμβανομένων δίπτερων Tephrididae (fruit flies), αφίδων, αλευρωδών, κοκκοειδών και λεπιδοπτέρων (Cherry and Dowel, 1979; van Den Berg et al., 1992; Smith et al., 1997; Amalin et al., 2001). Οι αράχνες Oxyoridae, με μεγάλο ποσοστό στη φυτοκάλυψη του οπωρώνα το φθινόπωρο, είναι δραστήριες τη νύχτα με λεία ένα μεγάλο εύρος εντομολογικών εχθρών (Bogya, 1999). Οι αράχνες της οικογένειας Thomisidae, με έντονη παρουσία στη φυτοκάλυψη κατά το θέρος, είναι θηρευτές κυρίως τετρανύχων και αφίδων (Bogya, 1999). Από τις αράχνες που καταγράφηκαν στα δένδρα, οι Araneidae (εσπεριδοειδή και πυρηνόκαρπα αρχές φθινοπώρου) παγιδεύουν στον ιστό τους κυρίως δίπτερα και ομόπτερα (Bogya, 1999),

ενώ οι Salticidae (φθινόπωρο στα εσπεριδοειδή, άνοιξη 2025 στα πυρηνόκαρπα) είναι πολυφάγες.

Η παρουσία των αρπακτικών εντόμων στην αυτοφυή φυτοκάλυψη δεν παρουσίασε διακυμάνσεις στο χρόνο, πιθανώς επειδή στην πλειονότητα τα συλλεχθέντα άτομα ήταν μυρμήγκια (Formicidae). Τα μυρμήγκια είναι σημαντικοί θηρευτές της μύγας της Μεσογείου όπως και τα Staphylinidae που καταγράφηκαν στη φυτοκάλυψη σε χαμηλά ποσοστά (5-12%). Τα αρπακτικά Heteroptera (Anthocoridae, Geocoridae, Miridae και Reduviidae) συντελούν στη βιολογική αντιμετώπιση πολλών μαλακόσωμων αρθρόποδων με τα Anthocoridae να θεωρούνται ιδιαίτερα αποτελεσματικοί θηρευτές για τους θρίπες. Από τα αρπακτικά έντομα στα δένδρα, οι χρύσωπες είναι πολυφάγα και αποτελεσματικοί φυσικοί εχθροί των αφίδων και άλλων μαλακόσωμων φυτοφάγων εντόμων (Pappas, et al., 2007). Επίσης τα Coccinelidae και οι προνύμφες των Syrphidae είναι γνωστά αφιδοφάγα αρπακτικά ενώ οι ψαλίδες (Forficulidae) και τα Cantharidae περιλαμβάνουν αρπακτικά αφίδων και άλλων μικρόσωμων εντόμων (Romeu-Dalmau et al., 2012; Rodwell et al., 2018).

Από τις οικογένειες των παρασιτοειδών που εντοπίστηκαν και στην αυτοφυή βλάστηση και στα δένδρα, η Fagitidae και η Pteromalidae έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης για την πιθανότητα να περιλαμβάνουν παρασιτοειδή της μύγας της Μεσογείου (Papadopoulos and Katsoyannos, 2003; Falcó et al., 2006). Επιπλέον, οι οικογένειες Braconidae, Eulophidae με σημαντική παρουσία την άνοιξη και το θέρος έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη βιολογική καταπολέμηση άλλων εντομολογικών εχθρών, π.χ. έναντι αφίδων από τα Braconidae ή έναντι του φυλλοκνίστη *Phyllocnistis citrella* από τα Eulophidae παρασιτοειδή *Citrostichus phyllocnistoides* (Narayanan), *Neochrysocharis formosa* (Westwood) και *Pnigalio* spp. (Karamaouna et al., 2010; Garcia-Mari et al., 2004; Tsagkarakis et al., 2013). Επίσης τα ωοπαρασιτοειδή της οικογένειας Scelionidae παρασιτούν ένα μεγάλο εύρος ειδών από βρωμούσες Pentatomidae (Hemiptera: Pentatomidae) (Samin and Asgari, 2012). Η μεγάλη παρουσία παρασιτοειδών Encyrtidae στα εσπεριδοειδή το θέρος μπορεί να σχετίζεται με διαθέσιμους ξενιστές όπως τον φυλλοκνίστη *P. citrella*, κοκκοειδή και τον ανθοτρήτη *Prays citri* (Lepidoptera: Hyponomeutidae) (Karamaouna et al., 2010).

4 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Πρωτόκολλο υποβοήθησης των ιθαγενών αρπαχτικών της μύγας της Μεσογείου

Μέτρο	Περιγραφή	Σκοπός
Τοποθέτηση παγίδων pitfall	Τοποθέτηση 3-4 παγίδων ανά στρέμμα, ενεργές για 48 ώρες, ανά δίμηνο	Καταγραφή των πληθυσμιακών μεταβολών των εδαφόβιων αρπαχτικών
Αναρροφήσεις	Από την επιφάνεια της αυτοφυούς χλωρίδας λαμβάνεται δείγμα με την χρήση δίχρονου βενζινοκίνητου αναρροφητήρα (Echo ES-2400) - 4 αναρροφήσεις των 2 δευτερολέπτων/δείγμα	Καταγραφή της βιοποικιλότητας των ωφέλιμων αρθροπόδων στην αυτοφυή χλωρίδα
Δημιουργία και διατήρηση κατάλληλης φυτοκάλυψης	Φύτευση <i>Festuca arundinacea</i> L. (Poales:Poaceae και διατήρηση της	Καταφύγιο για αρπαχτικά – ενίσχυση μικροκλίματος
Εφαρμογή εντομοπαθογόνων μύκητων	Εφαρμογή του εντομοπαθογόνου μύκητα <i>Metarhizium brunneum</i>	Συnergιστική δράση με τα εδαφόβια αρπαχτικά στην καταπολέμηση της μύγας της μεσογείου
Μηχανική διαχείριση	Ελάχιστη κατεργασία εδάφους	Προστασία φωλιών αρπαχτικών – αποφυγή θανάτωσης ωφέλιμων
Περιορισμός της χρήσης χημικών	Αποφυγή επεμβάσεων με εντομοκτόνα	Αποφυγή θανάτωσης ωφέλιμων

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Altieri, M. A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. In Invertebrate biodiversity as bioindicators of sustainable landscapes (pp. 19-31). Elsevier.

Amalin, D.M., Reiskind, J., Peña, J.E., McSorley, R. (2001). Predatory Behavior of Three Species of Sac Spiders Attacking Citrus Leafminer. *J. Arachnol.*, 29, 72–81.

Barda, M. S., Karamaouna, F., Kati, V., Stathakis, T. I., Economou, L. P., & Perdakis, D. C. (2025). Flowering plant patches to support the conservation of natural enemies of pests in apple orchards. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 381, 109405.

- Bogya, S. (1999) Spiders (Araneae) as Polyphagous Natural Enemies in Orchards. Ph.D. Thesis, Wageningen University & Research, Wageningen, The Netherlands, 1999.
- Calabuig, A., Garcia-Marí, F., & Pekas, A. (2015). Ants in citrus: impact on the abundance, species richness, diversity and community structure of predators and parasitoids. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 213, 178-185.
- Cardoso, P. Pekár, S. Jocqué, R. Coddington, J.A. (2011). Global Patterns of Guild Composition and Functional Diversity of Spiders. *PLoS ONE*, 6, e21710.
- Cherry, R. and Dowell, R.V. (1979). Predators of Citrus Blackfly [Hom.: Aleyrodidae]. *Entomophaga*, 24, 385–391.
- Cruz-Miralles, J., Garrido-Jurado, I., Yousef-Yousef, M., Ibáñez-Gual, M. V., Dembilio, Ó., Quesada-Moraga, E., & Jaques, J. A. (2024). Compatibility of soil application of *Metarhizium brunneum* and cover crops against *Ceratitis capitata* soil-dwelling stages. *Journal of Pest Science*, 97(3), 1661-1675.
- Cruz-Miralles, J., Guzzo, M., Ibáñez-Gual, M. V., Dembilio, Ó., & Jaques, J. A. (2022). Ground-covers affect the activity density of ground-dwelling predators and their impact on the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. *BioControl*, 67(6), 583-592.
- Ekschmitt, K., Weber, M., & Wolters, V. (1997). Spiders, carabids, and staphylinids: the ecological potential of predatory macroarthropods. In *Fauna in soil ecosystems* (pp. 321-376). CRC Press.
- Fady-Welterlen, B. (2005). Is there really more biodiversity in Mediterranean forest ecosystems?. *Taxon*, 54(4), 905-910.
- Falcó, J.V., Garzón-Luque, E., Pérez-Hinarejos, M., Tarazona, I., Malagón, J., Beitia, F. (2006). Integrated Control in Citrus Fruit Crops. *IOBC wprs Bulletin*, 9(3), 71 – 74.
- Follett, P. A., & Neven, L. G. (2006). Current trends in quarantine entomology. *Annual review of entomology*, 51(1), 359-385.
- Garcia-Marí, F., Vercher, R., Costa-Comelles, J., Marzal, C., Villalba, M. (2004). Establishment of *Citrostichus phyllocnistoides* (Hymenoptera: Eulophidae) as a Biological Control Agent for the Citrus Leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Spain. *Biol. Control*, 29, 215–226.
- Goulson, D. (2013). An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. *Journal of applied Ecology*, 50(4), 977-987.
- Holland, J. M., & Luff, M. L. (2000). The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. *Integrated pest management reviews*, 5(2), 109-129.
- Johnson JM, Hough-Goldstein JA, Vangessel MJ (2004) Effects of straw mulch on pest

insects, predators, and weeds in watermelons and potatoes. *Environ Entomol* 33:1632–1643.

Karamaouna, F., Mylonas, P., Papachristos, D., Kontodimas, D., Michaelakis, A., Kapaxidi, E. (2010). Main Arthropod Pests of Citrus Culture and Pest Management in Greece. In *Integrated Management of Arthropod Pests and Insect Borne Diseases; Ciancio, A., Mukerji, K.G., Eds.; Integrated Management of Plant Pests and Diseases; Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2010; pp. 29–59.*

Karamaouna, F., Kati, V., Volakakis, N., Varikou, K., Garantonakis, N., Economou, L., Birouraki, A., Markellou, E., Liberopoulou, S., Edwards, M., 2019. Ground cover management with mixtures of flowering plants to enhance insect pollinators and natural enemies of pests in olive groves. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 274, 76–89.

Linn, C.A., Griebeler, E.M. (2016). Habitat Preference of German Mantis *religiosa* Populations (Mantodea: Mantidae) and Implications for Conservation. *Environ. Entomol.*, 45, 829–840.

Monzó, C., Mollá, Ó., Castanera, P., & Urbaneja, A. (2008). Activity-density of *Pardosa cribata* in Spanish citrus orchards and its predatory capacity on *Ceratitis capitata* and *Myzus persicae*. *BioControl*, 54, 393-402.

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858.

Nyffeler, M., & Sunderland, K. D. (2003). Composition, abundance and pest control potential of spider communities in agroecosystems: a comparison of European and US studies. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 95(2-3), 579-612.

Papadopoulos, N.T. and Katsoyannos, B.I. (2003). Field parasitism of *Ceratitis capitata* larvae by *Aganaspis daci* in Chios, Greece. *BioControl* 48: 191-195.

Papadopoulos, N. T., Blaauw, B. R., Milonas, P., & Nielsen, A. L. (2023). Biology and Management of Insect Pests. *Peach*, 366-420. GB: CABI.

Pappas, M.L., Broufas, G.D., Koveos, D.S. (2007) Effects of Various Prey Species on Development, Survival and Reproduction of the Predatory Lacewing *Dichochrysa prasina* (Neuroptera: Chrysopidae). *Biol. Control*, 43, 163–170.

Paredes, D., Cayuela, L., Gurr, G. M., & Campos, M. (2015). Is ground cover vegetation an effective biological control enhancement strategy against olive pests?. *PLoS One*, 10(2), e0117265.

Power, A. G. (2010). Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philosophical transactions of the royal society B: biological*

sciences, 365(1554), 2959-2971.

Prosdocimi M, Tarolli P, Cerdà A (2016) Mulching practices for reducing soil water erosion: a review. *Earth-Sci Rev* 161:191–203.

Rodwell, L.E., Day, J.J., Foster, C.W., Holloway, G.J. (2018). Daily Survival and Dispersal of Adult *Rhagozycha fulva* (Coleoptera: Cantharidae) in a Wooded Agricultural Landscape. *Eur. J. Entomol.*, 115, 432–436.

Romeu-Dalmau, C., Piñol, J., Agustí, N. (2012). Detecting Aphid Predation by Earwigs in Organic Citrus Orchards Using Molecular Markers. *Bull. Entomol. Res.*, 102, 566–572.

Samin, N. and Asgari, S. (2012) A study on the fauna of Scelionid wasps (Hymenoptera: Platygastroidea: Scelionidae) in the Isfahan province, Iran. *Arch. Biol. Sci.*, 64, 1073–1077.

Smith, D., Beattie, G.A. Broadley, R., (1997). Citrus Pests and Their Natural Enemies: Integrated Pest Management in Australia, Department of Primary Industries: Brisbane, Australia, 1997.

Stathakis, T., Economou, L., Barda, M., Angelioudakis, T., Kati, V., Karamaouna, F., (2023). Potential of hedgerows with aromatic plants as reservoirs of natural enemies of pests in orange orchards. *Insects* 14 (4), 391.

Symondson, W. O. C., Sunderland, K. D., & Greenstone, M. H. (2002). Can generalist predators be effective biocontrol agents?. *Annual review of entomology*, 47(1), 561-594

Tilman, D., Fargione, J., Wolff, B., D'antonio, C., Dobson, A., Howarth, R., ... & Swackhamer, D. (2001). Forecasting agriculturally driven global environmental change. *science*, 292(5515), 281-284.

Tsagkarakis, A.E., Kalaitzaki, A.P., Lykouressis, D.P. (2013). *Phyllocnistis citrella* and Its Parasitoids in Three Citrus Species in Greece. *Phytoparasitica*, 41, 23–29.

Tscharntke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., & Thies, C. (2005). Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity–ecosystem service management. *Ecology letters*, 8(8), 857-874.

Urbaneja, A., Marí, F. G., Tortosa, D., Navarro, C., Vanaclocha, P., Bagues, L., & Castañera, P. (2006). Influence of ground predators on the survival of the Mediterranean fruit fly pupae, *Ceratitis capitata*, in Spanish citrus orchards. *BioControl*, 51, 611-626.

van den Berg, M.A., Dippenaar-Shoeman, A.S., Deacon, V.E., Anderson, S.H. (1992). Interactions between Citrus Psylla, *Trioza erytreae* (Hem. Triozidae), and Spiders in



Με τη χρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης
NextGenerationEU

an Unsprayed Citrus Orchard in the Transvaal Lowveld. *Entomophaga*, 37, 599–608.