



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

Παραδοτέο Π.4.3.1: Πρωτόκολλο εξαπόλυσης παρασιτοειδών *Anagyrus vladimiri* για αντιμετώπιση ψευδοκόκκων σε εσπεριδοειδή και πυρηνόκαρπα

Πληροφορίες για το έγγραφο

Αριθμός παραδοτέου: **Π.4.3.1**

Ενότητα εργασίας: **ΕΕ4**

Επικεφαλής δικαιούχος: **ΜΦΙ**

Συγγραφείς: **Πολυξένη Νικολάου, Αικατερίνη Ψωμά, Ειρήνη Αναστασάκη, Γιώργος Παρτσινέβελος, Όλγα Ανεσιτίδου, Σαββίνα Τουφεξή και Παναγιώτης Μυλωνάς**

Έκδοση: **1.1**

Είδος Παραδοτέου: **Έκθεση**

Ημερομηνία παράδοσης: **12.12.2025**

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	ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.
2.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.
3	ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	11
4	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	12

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 (executive summary)

Σε καλλιέργειες εσπεριδοειδών παρουσιάζονται έντονες προσβολές από τον ψευδόκοκκο *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae). Η αντιμετώπιση των προσβολών από ψευδόκοκκο είναι ιδιαίτερα δύσκολη λόγω του υψηλού αναπαραγωγικού δυναμικού τους και της κρυπτικής τους συμπεριφοράς. Για την ολοκληρωμένη διαχείριση πληθυσμών ψευδόκοκκου σε οπωρώνες εσπεριδοειδών διερευνήθηκε η δυνατότητα ενίσχυσης της δράσης του παρασιτοειδούς *Anagyrus vladimiri* σε συνθήκες αγρού με χρήση καίρομονών. Χρησιμοποιήθηκε η φερομόνη φύλου του *Planococcus ficus* που έχει αποδειχθεί ότι έχει προσελκυστική δράση στα ενήλικα άτομα του *A. vladimiri*. Μελετήθηκε η διασπορά των ενηλίκων παρασιτοειδών του *A. vladimiri* στον οπωρώνα και τα ποσοστά παρασιτισμού σε σχέση με τη χωρική τοποθέτηση φερομόνης του *P. ficus* σε διαχυτήρες. Ο τρόπος τοποθέτησης των διαχυτήρων επηρέασε τα ποσοστά παρασιτισμού. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν νέες προσεγγίσεις βιολογικής καταπολέμησης στη διαχείριση του ψευδόκοκκου των εσπεριδοειδών υπό συνθήκες αγρού.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Ο ψευδόκοκκος των εσπεριδοειδών *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) αποτελεί σημαντικό εχθρό των εσπεριδοειδών, καθώς λόγω της τροφικής του δραστηριότητας μειώνεται η παραγωγικότητα των δένδρων και προκαλεί ποιοτική υποβάθμιση του προϊόντος λόγω των μελιτωμάτων που παράγονται στα οποία αναπτύσσονται οι μύκητες της καπνιάς. Το παρασιτοειδές έντομο *Anagyrus vladimiri* (Hymenoptera: Encyrtidae), θεωρείται ιδιαίτερα αποτελεσματικός φυσικός εχθρός του *P. citri*. Παράλληλα, πλήθος μελετών έχει καταδείξει ότι οι φερομόνες των ψευδόκοκκων και άλλα σημειοχημικά μπορούν να λειτουργήσουν ως καίρομόνες για τα παρασιτοειδή, ενισχύοντας την ικανότητά τους να εντοπίζουν τους ξενιστές τους. Ειδικότερα, έχει αποδειχθεί ότι η φερομόνη φύλλου του συγγενικού είδους *Planococcus ficus* δρα ως καίρομόνη για παρασιτοειδή του γένους *Anagyrus*, αυξάνοντας την προσέλκυση και τον προσανατολισμό τους. Με βάση αυτό το εύρημα, διερευνήθηκε κατά πόσο το κύριο συστατικό της φερομόνης του *P. ficus* (lavandulyl senecioate) μπορεί να ενισχύσει την αποτελεσματικότητα παρασιτισμού του *A. vladimiri* στο *P. citri* σε καλλιέργειες εσπεριδοειδών.

Ο σκοπός του παρόντος παραδοτέου είναι να διευρύνει τις υπάρχουσες γνώσεις σχετικά με την επίδραση σημειοχημικών στη βιολογική καταπολέμηση των ψευδόκοκκων, μελετώντας σε πραγματικές συνθήκες την αποτελεσματικότητα του *A. vladimiri* σε περιβάλλον με παρουσία της φερομόνης του *P. ficus*. Μέσα από αυτή την προσέγγιση μελετώνται οι αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στο έντομο-ξενιστή, στο παρασιτοειδές και στο χημικό σήμα που εκπέμπεται από συγγενές είδος ψευδόκοκκου, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της συμπεριφοράς του παρασιτοειδούς και τη βελτιστοποίηση στρατηγικών ολοκληρωμένης βιολογικής αντιμετώπισης των ψευδόκοκκων των εσπεριδοειδών.

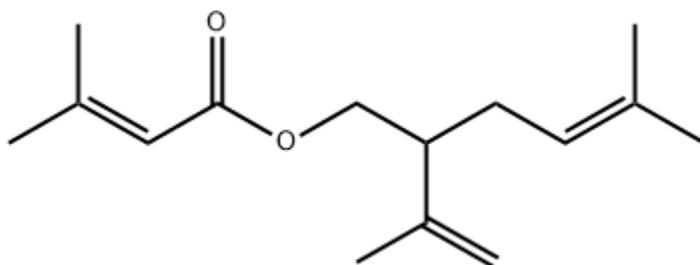
Το παρόν έγγραφο ακολουθεί την παρακάτω δομή:

1. Εισαγωγή και Στόχοι: Παρουσιάζεται το πλαίσιο της έρευνας και οι στόχοι του εγγράφου.
2. Περιγραφή των Εργασιών: 2.1 Υλικά και Μέθοδο, 2.2 Αποτελέσματα και Συζήτηση.
3. Σύνοψη και Συμπεράσματα: Βασικά ευρήματα της έρευνας και σχετικά συμπεράσματα.
4. Παράρτημα: Βιβλιογραφικές αναφορές.

2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

2.1 Υλικά και Μέθοδοι

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε τρεις οπωρώνες εσπεριδοειδών στην περιοχή Κεχριάς Κορινθίας, στο Κονιάρειο Ινστιτούτο Εσπεριδοειδών. Το πείραμα υλοποιήθηκε σε δύο χρονικές περιόδους, τον Μάιο του 2025 και τον Ιούλιο του ίδιου έτους. Χρησιμοποιήθηκε καθαρή ουσία lavandulyl senecioate (Εικόνα 4.3.1-1) ως καιρομόνη για το *Anagyrus vladimiri*. Η πρώτη εφαρμογή πραγματοποιήθηκε στις 15 Μαΐου 2025 (Εικόνα 4.3.1-2). Η πειραματική διάταξη περιλάμβανε δύο μεταχειρίσεις τοποθέτησης της φερομόνης και του μάρτυρα όπου δεν τοποθετήθηκε φερομόνη. Σε όλες τις μεταχειρίσεις (2 θέσεις τοποθέτησης φερομόνης και μάρτυρα) απελευθερώθηκαν στο κέντρο της πειραματικής διάταξης 500 ενήλικα άτομα του *Anagyrus vladimiri* τα οποία προέρχονταν από την εταιρία Koppert Hellas (Εικόνα 4.3.1-3).



Εικόνα 4.3.1- 1: *Levandulyl senecioate*, η φερομόνη του *P. ficus* που λειτουργεί ως καιρομόνη του *A. vladimiri*.

Η τοποθέτηση των διαχυτήρων φερομόνης έγινε σε δύο αποστάσεις, είτε κοντά είτε μακριά από το σημείο εξαπόλυσης του παρασιτοειδούς *Anagyrus vladimiri*.



Εικόνα 4.3.1- 2: Εγκατάσταση του πειράματος και εξαπόλυση *A. vladimiri* σε οπωρώνες του Κονιάρειου Ινστιτούτου Εσπεριδοειδών.

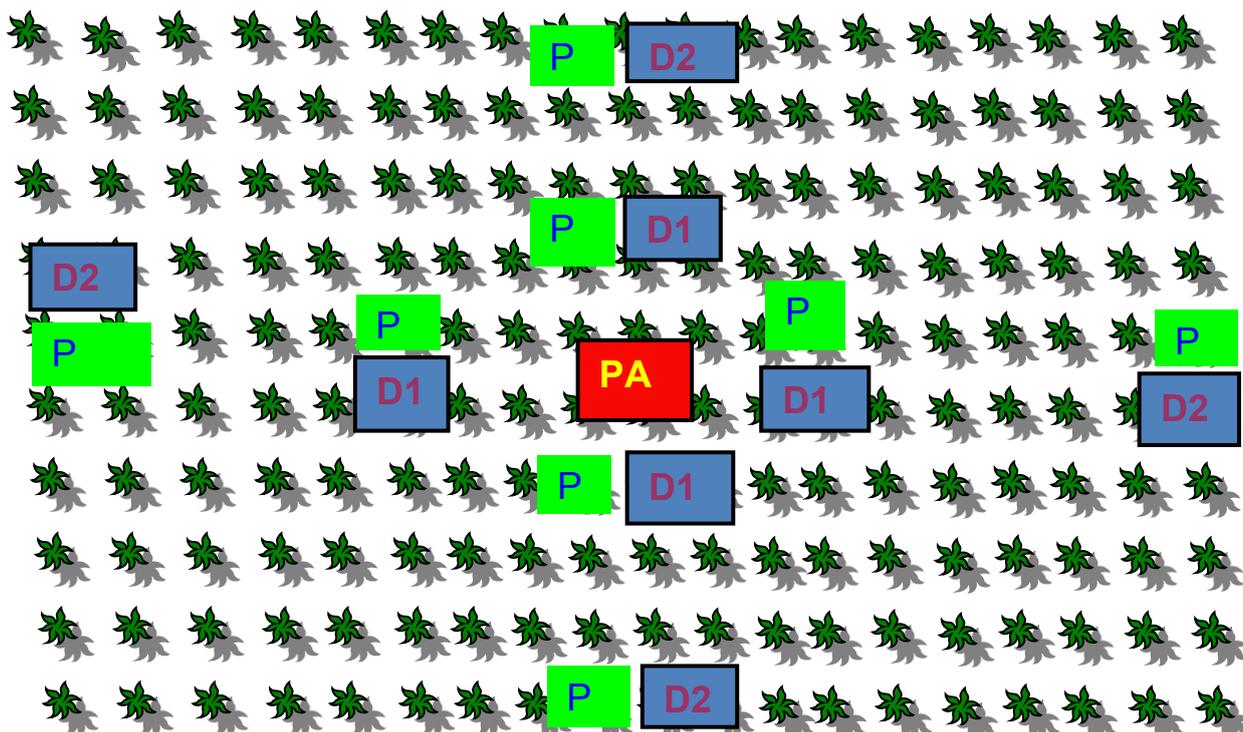
Στην Εικόνα 4.3.1-4 αποτυπώνεται σχηματικά η πειραματική διάταξη. Περιμετρικά του σημείου εξαπόλυσης των παρασιτοειδών (PA) είτε σε κοντινή είτε σε μακρινή απόσταση τοποθετήθηκαν 4 διαχυτήρες με 200 μg *lavandulyl senecioate*, το κύριο συστατικό της φερομόνης του *Planococcus ficus*. Παράλληλα σε κάθε μεταχείριση τοποθετήθηκαν σε κοντινή και μακρινή απόσταση από το σημείο εξαπόλυσης, προσβεβλημένοι κόνδυλοι πατάτας από *P. citri* (Εικόνα 4.3.1-5) που χρησιμοποιήθηκαν ως παγίδες για την εκτίμηση της δραστηριότητας και του παρασιτισμού των ενηλίκων *A. vladimiri* που απελευθερώθηκαν. Μετά από 10 ημέρες, έγινε συλλογή των βλαστών πατάτας και καταμέτρηση των παρασιτισμένων ψευδόκοκκων.



Εικόνα 4.3.1- 3: Η εικόνα απεικονίζει μια συσκευασία στην οποία περιέχονται 500 παρασιτισμένες *P.citri* από το *A. vladimiri*.

Το πείραμα επαναλήφθηκε στις 18 Ιουλίου 2025, με εξαπόλυση παρασιτοειδών και τοποθέτηση εκ νέου προσβεβλημένων βλαστών πατάτας. Στους ήδη τοποθετημένους διαχυτήρες προστέθηκαν εκ νέου 200 μg *lavandulyl senecioate*, Η συνολική ποσότητα φερομόνης που χρησιμοποιήθηκε ανά διαχυτήρα ανήλθε στα 400 μg. Μετά από 10 ημέρες συλλέχθηκαν οι προσβεβλημένοι βλαστοί πατάτας και καταμετρήθηκαν τα παρασιτισμένα άτομα ψευδόκοκκου. Υπήρχαν 3 επαναλήψεις σε κάθε πειραματική περίοδο σε μορφή τυχαιοποιημένων ομάδων.

Όλοι οι διαχυτήρες συλλέχθηκαν μετά το τέλος και του δεύτερου πειράματος με στόχο να υπολογισθεί η ποσότητα της φερομόνης που απομακρύνθηκε από τον κάθε διαχυτήρα. Οι διαχυτήρες μετά τη συλλογή τους τοποθετήθηκαν σε γυάλινο δοχείο των 12mL στο οποίο προστέθηκαν και 5mL πεντάνιο. Οι διαχυτήρες αφέθηκαν για 24h ακολούθησε εκχύλιση σε λουτρό υπερήχων για 30 min. Ένα mL του εκχυλίσματος μεταφέρθηκε σε φιαλίδιο προς ανάλυση με αέρια χρωματογραφία σε συνδυασμό με φασματομετρία μάζας (GC/MS). Η ποσοτικοποίηση του *lavandulyl senecioate* πραγμα-



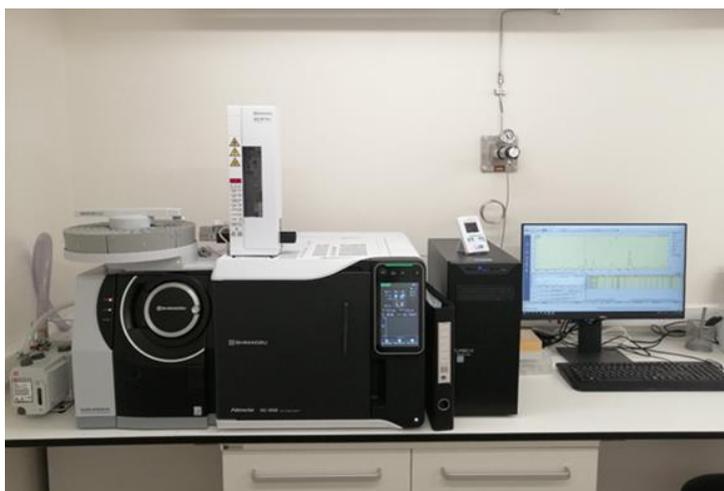
Εικόνα 4.3.1- 4: Απεικόνιση της πειραματικής διάταξης τοποθέτησης των διαχυτήρων φερομόνης είτε κοντά είτε μακριά από το σημείο εξαπόλυσης (D1 = Διανομείς φερομονών σε μικρή απόσταση από το σημείο απελευθέρωσης και D2 σε μεγάλη απόσταση) του παρασιτοειδούς *Anagyrus vladimiri* (PA=Σημείο απελευθέρωσης) και των κονδύλων πατάτας με άτομα *P. citri* (P) για την καταμέτρηση των επιπέδων παρασιτισμού.

τοποιοήθηκε με χρήση εξωτερικής καμπύλης βαθμονόμησης, η οποία δημιουργήθηκε με κατάλληλες αραιώσεις διαλύματος παρακαταθήκης 1000 mg/L.



Εικόνα 4.3.1- 5: Τοποθέτηση προσβεβλημένων κονδύλων πατάτας με άτομα *P. citri* μέσα σε πλαστικά καλάθια, οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν ως παγίδες για την εκτίμηση της δραστηριότητας και του παρασιτισμού των ενηλίκων *A. vladimiri* που απελευθερώθηκαν.

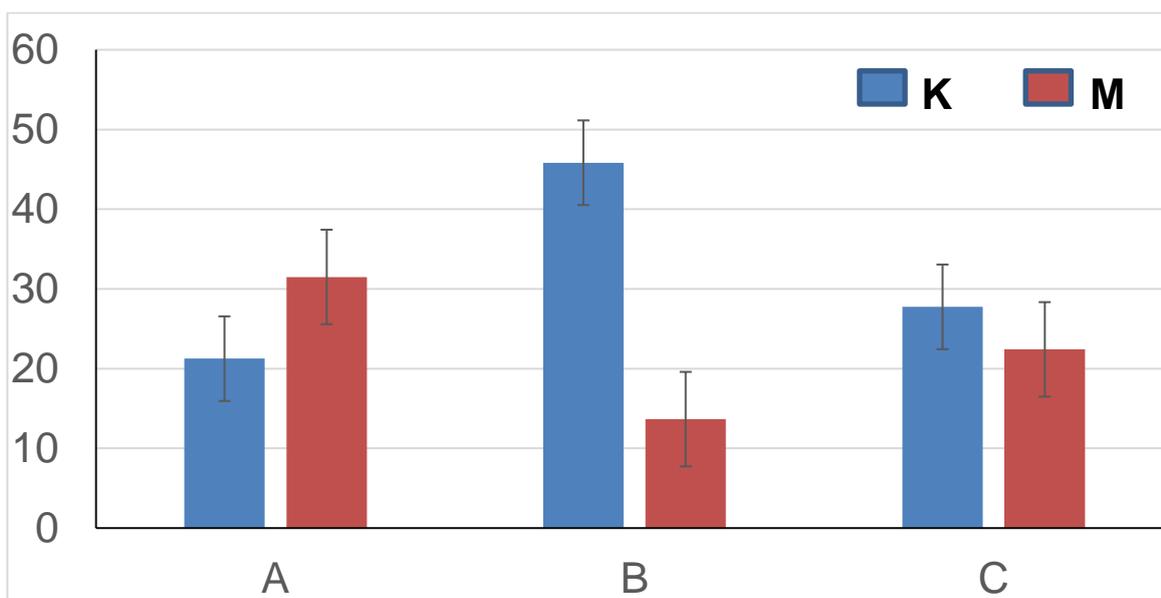
Τα δείγματα αναλύθηκαν με αέριο χρωματογράφο Shimadzu Nexis GC-2030 (Εικόνα 4.3.1-6) συζευγμένο με φασματοόμετρο μάζας QP2020 NX απλού τετραπόλου (Shimadzu, Kyoto, Japan) που είχε εξοπλιστεί με MEGA-5 MS τριχοειδή στήλη (5% diphenyl/95% dimethyl polysiloxane) μήκους 30 m, διαμέτρου 0,25 mm και πάχους 0,25 μm. Ένα μL από κάθε δείγμα εισήχθη στο θάλαμο εξαέρωσης με τη βοήθεια αυτόματου δειγματολήπτη σε θερμοκρασία 250 °C. Το ήλιο (He) χρησιμοποιήθηκε ως φέρον αέριο με σταθερή ροή 1 mL min⁻¹. Το θερμοκρασιακό πρόγραμμα ανάλυσης ξεκινούσε από τους 100 °C με σταδιακό ρυθμό αύξησης 8 °C min⁻¹ έφτανε τους 150°C, έπειτα με ρυθμό 3 °C min⁻¹ έφτανε τους 170°C και στη συνέχεια, με ρυθμό 12 °C min⁻¹ έφτανε την τελική θερμοκρασία των 250 °C όπου παρέμεινε για 3 min. Ο φασματογράφος μάζας λειτουργούσε με πηγή ιονισμού (Electron ionization mode) με ενέργεια ιονισμού -70 eV, νήμα ρεύματος 50 μA και θερμοκρασία της γραμμής μεταφοράς του ανιχνευτή στους 200 °C. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε συνθήκες πλήρους σάρωσης (full scan mode) και καταγράφηκε η περιοχή από 40 έως 300 amu (λόγος μάζας προς φορτίο, m/z). Τα χρωματογραφήματα επεξεργάστηκαν με το λογισμικό LAB solutions (έκδοση 4).



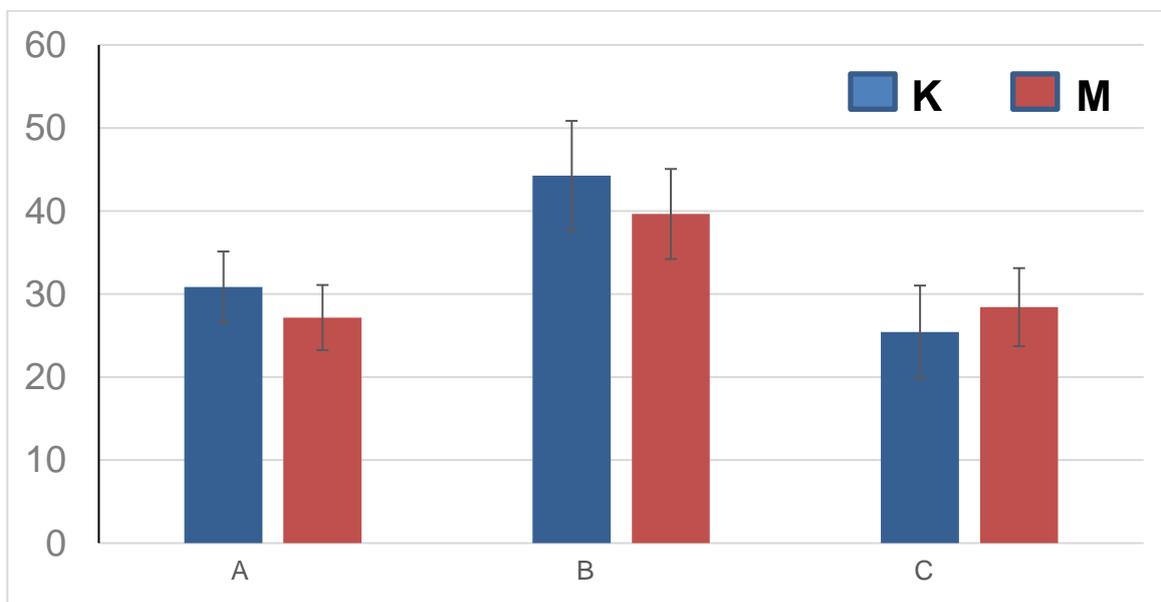
Εικόνα 4.3.1- 6: Αέριος χρωματογράφος Shimadzu Nexis GC-2030 συζευγμένος με φασματοόμετρο μάζας QP2020 NX απλού τετραπόλου.

2.2 Αποτελέσματα και συζήτηση

Τα αποτελέσματα του συνολικού αριθμού παρασιτισμού ανά μεταχείριση και ανά επανάληψη αποτυπώνονται στα διαγράμματα 4.3.1-1 και 4.3.1-2. Η παρουσία της φερομόνης του *Planococcus ficus* επηρέασε ουσιαστικά την αποτελεσματικότητα του παρασιτοειδούς *Anagyrus vladimiri* στον παρασιτισμό του *Planococcus citri*. Η σύγκριση μεταξύ της μεταχείρισης όπου οι διαχυτήρες φερομόνης τοποθετήθηκαν σε άμεση γειτνίαση με το σημείο εξαπόλυσης του παρασιτοειδούς και της μεταχείρισης όπου οι διαχυτήρες τοποθετήθηκαν σε μεγαλύτερη απόσταση ανέδειξε σταθερά υψηλότερα ποσοστά παρασιτισμού στην απομακρυσμένη μεταχείριση και στις δύο χρονικές επαναλήψεις του πειράματος, στις 15 Μαΐου και στις 18 Ιουλίου 2025.



Διάγραμμα 4.3.1- 1: Αποτελέσματα της 1^{ης} μεταχειρίσεως στις 15/5 που αφορούσαν την τοποθέτηση των διαχυτήρων φερομόνης είτε κοντά (K) είτε μακριά (M) από το σημείο εξαπόλυσης του παρασιτοειδούς *Anagrus vladimiri*. A= Διαχυτήρες φερομόνης κοντά στην πηγή εξαπόλυσης, B= Διαχυτήρες φερομόνης μακριά από την πηγή εξαπόλυσης, C= Μάρτυρας.



Διάγραμμα 4.3.1- 2: Αποτελέσματα της 2^{ης} μεταχειρίσεως στις 18/7 που αφορούσαν την τοποθέτηση των διαχυτήρων φερομόνης είτε κοντά (K) είτε μακριά (M) από το σημείο εξαπόλυσης του παρασιτοειδούς *Anagrus vladimiri*. A= Διαχυτήρες φερομόνης κοντά στην πηγή εξαπόλυσης, B= Διαχυτήρες φερομόνης μακριά από την πηγή εξαπόλυσης, C= Μάρτυρας.

Για τη διασφάλιση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε παράλληλα έλεγχος της πραγματικής ποσότητας φερομόνης που εκλύθηκε από τους διαχυτήρες.

Τα αποτελέσματα της χημικής ανάλυσης των διαχυτήρων έδειξαν ότι η ποσότητα *lavandulyl senecioate* που απελευθερώθηκε από τους διαχυτήρες, ανεξαρτήτως μεταχείρισης ή αγροτεμαχίου, κυμάνθηκε μεταξύ 291,3 και 400,0 μg, παρουσιάζοντας μέση τιμή $336,2 \pm 5,0$ μg. Στον Πίνακα 4.3.1-1 παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά

αποτελέσματα από τους τρεις οπωρώνες. Το εύρημα αυτό επιβεβαιώνει ότι οι διαχυτήρες λειτούργησαν σταθερά και ομοιογενώς, ενώ ο ρυθμός έκλυσης του δραστικού συστατικού δεν διαφοροποιήθηκε ουσιαστικά μεταξύ των μεταχειρίσεων. Η ομοιογένεια της χημικής έκλυσης επιτρέπει την ασφαλή απόδοση των διαφορών στον παρασιτισμό σε πραγματικές συμπεριφορικές αντιδράσεις του παρασιτοειδούς και όχι σε διακυμάνσεις της ποσότητας ή της διάρκειας έκλυσης του σημειοχημικού.

Πίνακας 4.3.1-1: Συγκεντρωτικός πίνακας του μέσου όρου της απελευθέρωσης της ένωσης *lavandulyl seneciolate* από τους διαχυτήρες

	Μέση Απελευθέρωση ±SE			
	Κοντά (μg)	Μακριά (μg)	Κοντα (%)	Μακριά (%)
Αγρός 1	339,5±21,1	338,6±3,6	84,9±5,3%	84,7±0,9%
Αγρός 2	339,2±5,5	341,3±18,1	84,8±1,4%	85,3±4,5%
Αγρός 3	343,0±4,7	315,4±11,0	85,7±1,2%	78,9±2,8%

Συνολικά, τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι η φερομόνη του *P. ficus* λειτουργεί ως αποτελεσματικό καϊρομονικό σήμα για το *A. vladimiri* σε εσπεριδοειδώνες και ότι η χωρική διάταξη των διαχυτήρων αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την επιτυχία της μεθόδου. Η απομακρυσμένη τοποθέτηση των διαχυτήρων ενισχύει την ικανότητα του παρασιτοειδούς να εντοπίζει τις αποικίες του *P. citri*, καθιστώντας τη χρήση της φερομόνης μια ιδιαίτερα υποσχόμενη πρακτική για την ενίσχυση των προγραμμάτων βιολογικής καταπολέμησης.

3 ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα μελέτη διερεύνησε την επίδραση της φερομόνης φύλου του *Planococcus ficus* στη δραστηριότητα και την αποτελεσματικότητα του παρασιτοειδούς *Anagyrus vladimiri* στον παρασιτισμό του *Planococcus citri* σε εσπεριδοειδώνες. Σε τρεις πειραματικούς οπωρώνες πραγματοποιήθηκαν δύο επαναλήψεις εξαπολύσεων του παρασιτοειδούς σε συνδυασμό με τη χρήση διαχυτήρων φερομόνης τοποθετημένων είτε κοντά είτε σε μεγαλύτερη απόσταση από το σημείο εξαπόλυσης. Παράλληλα, εφαρμόστηκε αναλυτικός έλεγχος της πραγματικής ποσότητας της φερομόνης που εκλύθηκε από τους διαχυτήρες, ώστε να επιβεβαιωθεί η ομοιομορφία απελευθέρωσης φερομόνης στις συνθήκες του πειράματος.

Τα αποτελέσματα των πειραματικών εφαρμογών έδειξαν ότι η απομακρυσμένη τοποθέτηση των διαχυτήρων οδήγησε σε υψηλότερα επίπεδα παρασιτισμού σε σχέση με την κοντινή τοποθέτηση και τον μάρτυρα. Η αντίδραση αυτή υποδηλώνει ότι το *A. vladimiri* χρησιμοποιεί τη φερομόνη του *P. ficus* ως καίρομονικό σήμα μεγάλης εμβέλειας, το οποίο διευκολύνει τον προσανατολισμό του προς περιοχές με υψηλότερη πιθανότητα παρουσίας ξενιστών. Αντίθετα, η εγγύς τοποθέτηση του σήματος φαίνεται να περιορίζει την κινητικότητα του παρασιτοειδούς και να μειώνει την ικανότητά του να διακρίνει χωρικές διαφορές στην ένταση του χημικού ερεθίσματος.

Η ανάλυση των διαχυτήρων μέσω GC/MS επιβεβαίωσε ότι η ποσότητα *lavandulyl senecioate* που απομακρύνθηκε από τους διαχυτήρες είχε μέση τιμή $336,2 \pm 5,0$ μg, αποδεικνύοντας ότι οι διαχυτήρες παρουσίασαν σταθερή και ομοιόμορφη έκλυση ανεξαρτήτως μεταχείρισης ή αγροτεμαχίου. Το γεγονός αυτό ενισχύει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, καθώς οι διαφορές στον παρασιτισμό μπορούν να αποδοθούν σε πραγματική συμπεριφορική ανταπόκριση του παρασιτοειδούς και όχι σε διακυμάνσεις της εκλυόμενης ποσότητας της φερομόνης.

Συνολικά, η μελέτη καταδεικνύει ότι η φερομόνη του *P. ficus* μπορεί να αξιοποιηθεί επιχειρησιακά ως καίρομονική ενίσχυση της δράσης του *A. vladimiri* σε προγράμματα βιολογικής καταπολέμησης του *P. citri*. Η ορθή χωρική διάταξη των διαχυτήρων αποτελεί κρίσιμη παράμετρο για την επιτυχία της μεθόδου, καθώς η απομακρυσμένη τοποθέτηση του σήματος μεγιστοποιεί την ικανότητα του παρασιτοειδούς να εντοπίζει και να παρασιτεί ξενιστές σε μεγαλύτερη έκταση. Η αξιοποίηση των σημειοχημικών ως εργαλείων ενίσχυσης της οικολογικής αποτελεσματικότητας φυσικών εχθρών αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση για την ανάπτυξη πιο στοχευμένων, αποτελεσματικών και περιβαλλοντικά φιλικών στρατηγικών φυτοπροστασίας.

4 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Βιβλιογραφία

- Franco, J. C., Silva, E. B., Cortegano, E., Campos, M., Branco, M. and Zada, A. (2008). Kairomonal response of *Anagyrus pseudococci* to the sex pheromone of *Planococcus ficus*. *Biological Control*, 45, 211–215.
- Zada, A., Dunkelblum, E., Harel, M., Assael, F., Gross, S. and Mendel, Z. (2003). Sex pheromone of the vine mealybug *Planococcus ficus*: synthesis and field evaluation. *Journal of Chemical Ecology*, 29, 819–832.