



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

Παραδοτέο Π.4.1.1: Βιολογικές παράμετροι πληθυσμών αρπακτικών με βελτιωμένη αρμοστικότητα σε εμπορικές ποικιλίες τομάτας και γενοτύπους από Τράπεζες Γενετικού υλικού

Πληροφορίες για το έγγραφο

Αριθμός παραδοτέου: **Π.4.1.1**

Ενότητα εργασίας: **ΕΕ4**

Επικεφαλής δικαιούχος: **ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ**

Συγγραφείς: **Αναστασία Τσαγκαράκου, Μαρία Παππά, Γεώργιος Μπρούφας**

Έκδοση: **1.1**

Είδος Παραδοτέου: **Έκθεση**

Ημερομηνία παράδοσης: **30 - 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: TAEDR-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	3
2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	5
2.1	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	5
2.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	5
3	ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	10
4	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι- Βιβλιογραφικές Αναφορές	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 αλληλούχησης 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 Π4.1.1

Έκθεση αποτελεσματικότητάς/αρμοστικότητας αρπακτικών ακάρεων όπως του *Typhlodromus (Anthoseius) recki* σε διάφορες ποικιλίες τομάτας και γενοτύπους από την συλλογή ποικιλιών τομάτας από Τράπεζες Γενετικού υλικού με διαφορετικές πυκνότητες τύπων τριχών και χημικές ενώσεις

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Η αποτελεσματικότητα της βιολογικής καταπολέμησης στην καλλιέργεια της τομάτας συχνά περιορίζεται από μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά του φυτού-ξενιστή, με κυρίαρχο ρόλο να αποδίδεται στην παρουσία και την πυκνότητα των αδενωδών επιδερμικών τριχών. Οι τρίχες αυτές μπορούν να δυσχεράνουν την εγκατάσταση, την κίνηση και τη θήρευση των αρπακτικών ακάρεων, επηρεάζοντας

αρνητικά την αποτελεσματικότητα της βιολογικής καταπολέμησης (Glas et al., 2012· Van Houten et al., 2013· Paspatis et al., 2021). Παράλληλα, η διαφοροποιημένη ανθεκτικότητα των γενοτύπων τομάτας απέναντι στους φυτοφάγους εχθρούς, και ειδικότερα στον τετράνυχχο *Tetranychus urticae*, δημιουργεί ένα σύνθετο οικολογικό πλαίσιο, στο οποίο η ανάπτυξη του φυτοφάγου αλληλεπιδρά άμεσα με τη δυνατότητα των φυσικών εχθρών να εγκατασταθούν και να ασκήσουν αποτελεσματικό έλεγχο (Kennedy, 2003· Knapp et al., 2018).

Τα προηγούμενα στάδια του έργου (Π3.12.1) κατέδειξαν ότι οι γενότυποι τομάτας παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές ως προς την ευαισθησία ή την ανθεκτικότητά τους στον *T. urticae*, γεγονός που αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την επιτυχία ή την αποτυχία ενός προγράμματος βιολογικού ελέγχου. Σε αυτό το πλαίσιο, η επιλογή κατάλληλων γενοτύπων δεν επηρεάζει μόνο την ανάπτυξη του φυτοφάγου, αλλά και τη συμβατότητα του φυτικού υποστρώματος με τους ωφέλιμους οργανισμούς (Bar & Shtein, 2019· Karabourniotis et al., 2020).

Το αρπακτικό άκαρι *Typhlodromus (Anthoseius) recki* Wainstein (Acari: Phytoseiidae) παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως ενδημικό είδος της Μεσογείου, το οποίο φαίνεται να διαθέτει αυξημένη προσαρμοστικότητα στις επιφάνειες φυτών της οικογένειας Solanaceae. Σε σύγκριση με άλλα εμπορικά είδη Phytoseiidae, το *T. recki* έχει αναφερθεί ότι μπορεί να κινείται αποτελεσματικότερα σε φυτά με υψηλή πυκνότητα τριχών, γεγονός που το καθιστά υποψήφιο για χρήση σε συστήματα ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας στην τομάτα (Tixier et al., 2024· Knapp et al., 2018).

Στο παρόν Παραδοτέο διερευνάται η αρμοστικότητα και η αποτελεσματικότητα του *T. recki* σε εμπορικές ποικιλίες (ΔΠΘ) και γενοτύπους τομάτας από την Τράπεζα Γενετικού Υλικού (ΕΛΓΟ). Η αξιολόγηση των εμπορικών ποικιλιών περιλάμβανε (Α) τη χρήση φυλλαρίων τομάτας ως αρένες βιοδοκιμών για την εκτίμηση της θηρευτικής ικανότητας και ωοπαραγωγής νεαρών ενήλικων θηλυκών ατόμων του ακάρεως και (Β) τη χρήση νεαρών σποροφύτων για την εκτίμηση της επιτυχίας εγκατάστασης πληθυσμών του ακάρεως σε ολόκληρα φυτά τομάτας των διαφορετικών ποικιλιών. Στην ΕΛΓΟ τα πειράματα αξιολόγησης έγιναν σε δύο επίπεδα: (Α) η συμβατότητά του με διαφορετικούς γενοτύπους τομάτας σε πειράματα ολόκληρων φυτών προσβεβλημένων από *T. urticae*, και (Β) η αναπαραγωγική του απόδοση και η επιβίωσή του υπό *in vitro* συνθήκες, σε τρυβλία Petri με φυτικό υπόστρωμα προερχόμενο από διαφορετικούς γενοτύπους τομάτας. Η διπλή αυτή προσέγγιση επιτρέπει τη συνδυαστική αξιολόγηση τόσο της λειτουργικής αποτελεσματικότητας του αρπακτικού στο φυτό όσο και της βασικής βιολογικής του απόδοσης ανεξάρτητα από περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Η κατανόηση της τριτροφικής αλληλεπίδρασης φυτού-φυτοφάγου-αρπακτικού αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για τον σχεδιασμό επιτυχημένων στρατηγικών ολοκληρωμένης διαχείρισης εχθρών (IPM). Η ταυτοποίηση γενοτύπων τομάτας που όχι μόνο περιορίζουν την ανάπτυξη των φυτοφάγων αλλά παράλληλα υποστηρίζουν την εγκατάσταση και τη δράση των ωφέλιμων οργανισμών, συνιστά βασικό βήμα προς την ανάπτυξη βιώσιμων αγροοικοσυστημάτων με μειωμένη εξάρτηση από χημικές εισροές (van Lenteren, 2012· Pérez-Hedo et al., 2017).

Στόχος της ενότητας αυτής είναι η διερεύνηση και η βελτίωση της αρμοστικότητας των φυσικών εχθρών, και συγκεκριμένα του *T. recki*, σε διαφορετικούς γενοτύπους τομάτας, με σκοπό την ενίσχυση της αποτελεσματικότητάς του στο πλαίσιο της βιολογικής καταπολέμησης και της ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας.

2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Η ανάπτυξη σημαντικών φυτοφάγων στα διαφορετικούς γενοτύπους τομάτας έδειξε σημαντική επίδραση, επιβεβαιώνοντας ότι ορισμένοι γενότυποι είναι περισσότερο ή λιγότερο ευαίσθητοι στον τετράνυχχο. Στόχος της ενότητας αυτής είναι η βελτιωμένη αρμοστικότητα των ωφέλιμων φυσικών εχθρών σε διαφορετικούς γενοτύπους τομάτας από Τράπεζες Γενετικού υλικού, με σκοπό την ενίσχυση της συμβατότητά τους στο πλαίσιο της βιολογικής καταπολέμησης.

2.1 Υλικά και Μέθοδοι

A. Βιοδοκιμές ΕΛΓΟ

A1. Εφαρμογή σε ολόκληρα φυτά τομάτας

Η συμβατότητα του αρπακτικού *T. recki* με διαφορετικούς γενοτύπους τομάτας αξιολογήθηκε σε ολόκληρα φυτά φυσικά προσβεβλημένα από *T. urticae*. Χρησιμοποιήθηκαν επιλεγμένοι γενότυποι τομάτας που είχαν προηγουμένως αξιολογηθεί ως προς την ανθεκτικότητα στον τετράνυχχο. Σε κάθε φυτό εγκαταστάθηκε πληθυσμός του *T. urticae* και στη συνέχεια εφαρμόστηκε ή όχι το αρπακτικό *T. recki*, δημιουργώντας δύο μεταχειρίσεις (με και χωρίς αρπακτικό) για κάθε γενότυπο. Τα φυτά διατηρήθηκαν υπό ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκηπίου και η εξέλιξη του πληθυσμού του τετράνυχχου παρακολουθήθηκε σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα. Για κάθε φυτό καταγράφηκε ο αριθμός όλων των σταδίων του *T. urticae* και *T. recki*, στο διάστημα 4^{ων} και 3^{ων} εβδομάδων αντίστοιχα, μετά από την απελευθέρωσή τους.



Εικόνα 4.1.1-1. Φυτά τομάτας στο διάστημα 4ων εβδομάδων του πειράματος, πριν τη καταγραφή

A2. Αναπαραγωγική απόδοση και επιβίωση

Στο δεύτερο πείραμα μελετήθηκε αναλυτικά η βιολογία του *T. recki* σε τρεις γενοτύπους τομάτας (G3, G5, G9) υπό in vitro συνθήκες. Χρησιμοποιήθηκαν τρυβλία Petri, στα οποία τοποθετήθηκαν δίσκοι φύλλου από κάθε γενότυπο, ενώ ως τροφή για το αρπακτικό παρέχεται γύρη *Typha angustifolia* (Nutrimite® – Biobest). Σε κάθε τρυβλίο τοποθετήθηκε ένα γονιμοποιημένο θηλυκό άτομο *T. recki* και καταγράφηκε καθημερινά η ημερήσια ωοτοκία και η επιβίωση για διάστημα έως και 10 ημερών.



Εικόνα 4.1.1-2. Τρυβλία Petri με δίσκους φύλλων τομάτας και καθημερινή καταγραφή των αυγών με τη βοήθεια στερεοσκοπίου.

B. Βιοδοκιμές ΔΠΘ

B1. Θηρευτική ικανότητα και ωοπαραγωγή

Για την αξιολόγηση της επίδρασης της ποικιλίας στη θήρευση και ωοπαραγωγή του *T. recki* χρησιμοποιήθηκαν αναπτυγμένα φυλλάρια ως αρένες βιοδοκιμών. Τα φυλλάρια λαμβάνονταν τυχαία από το 3^ο φύλλο, αναπτυγμένων φυτών των διαφορετικών εμπορικών ποικιλιών που αξιολογήθηκαν (Torry, Galilea, Ekstasi, Ace, Belladonna, Dafni, Alliance, Optima, Nissos και Bel Fort). Τα φυτά ήταν ηλικίας 21 ημερών μετά τη μεταφύτευση και διατηρούνταν συνεχώς σε κλιματιζόμενο θάλαμο στους 25°C και φωτοπερίοδο 16:8 (Φ:Σ). Τα φυλλάρια/αρένες βιοδοκιμών διατηρούνταν σε επαφή με διαβρεγμένη μάζα βαμβακιού εντός πλαστικών τρυβλίων Petri. Σε κάθε φυλλάριο μεταφερόταν ατομικά ένα νεαρό ενήλικο θηλυκό του *T. recki*, ηλικίας πέντε έως έξι ημερών, το οποίο είχε προηγουμένως υποβληθεί σε περίοδο νηστείας 24 ωρών. Στην αρένα ως τροφή του θηρευτή παρέχονταν 15 προνύμφες του κοινού τετράνυχου (*Tetranychus urticae*). Μετά τη συμπλήρωση 24 ωρών πραγματοποιούνταν καταγραφή της ωοπαραγωγής και της θήρευσης (κατανάλωση λείας)

B2. Βιοδοκιμές σε φυτά τομάτας

Για την αξιολόγηση της δυνατότητας εγκατάστασης πληθυσμών του ακάρεως στις παραπάνω εμπορικές ποικιλίες πραγματοποιήθηκαν βιοδοκιμές με ολόκληρα νεαρά φυτά σε γλάστρες. Για κάθε ποικιλία χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα φυτά, ηλικίας 3 εβδομάδων. Μετά τη μεταφύτευση και με εκπτυγμένο και το 4^ο πραγματικό φύλλο. Σε κάθε φυτό πραγματοποιήθηκε αρχικά μεταφορά 45 νεαρών ενήλικων θηλυκών άτομα του *T. urticae*, 3 ομάδες των δεκαπέντε ατόμων σε τρία διαφορετικά φυλλάρια στο 2^ο και 3^ο πραγματικό φύλλο κάθε φυτού. Μετά την συμπλήρωση 48 ωρών από την εγκατάσταση του φυτοφάγου ακάρεως ακολούθησε η εισαγωγή του αρπακτικού, με τη μεταφορά δώδεκα νεαρών ενήλικων θηλυκών ατόμων (5-6 ημερών) του *T. recki* σε κάθε φυτό.

Δέκα ημέρες μετά την εισαγωγή του αρπακτικού πραγματοποιήθηκε καταστροφική δειγματοληψία. Κατά τη δειγματοληψία καταγράφηκε ο συνολικός αριθμός αυγών, ανηλικών και ενηλικών ατόμων του *T. recki*. Όλα τα πειράματα διεξήχθησαν σε κλιματιζόμενο θάλαμο στους 25 °C και φωτοπερίοδο 16:8 (Φ:Σ).

2.2 Αποτελέσματα και Συζήτηση

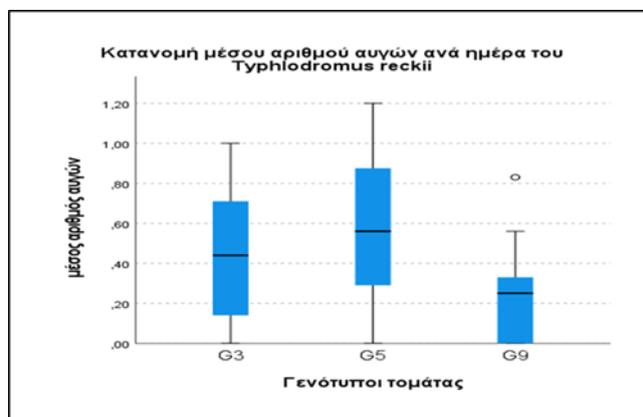
A1. Εφαρμογή σε ολόκληρα φυτά τομάτας

Η ανάλυση έδειξε ότι ο γενότυπος τομάτας επηρέασε σημαντικά την αφθονία του *T. urticae* ($p = 0.004$), επιβεβαιώνοντας ότι ορισμένοι γενότυποι είναι πιο ευαίσθητα ενώ άλλοι εμφανίζουν αυξημένη ανθεκτικότητα. Η παρουσία του αρπακτικού, ως κύριος παράγοντας, δεν είχε από μόνη της στατιστικά σημαντική επίδραση στη μείωση του πληθυσμού του τετράνυχου ($p = 0.203$). Ωστόσο, η σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ γενότυπου και μεταχείρισης ($p = 0.037$) έδειξε ότι η αποτελεσματικότητα του *T. recki* εξαρτάται από τον γενότυπο του φυτού-ξενιστή, υποδηλώνοντας διαφορές στη συμβατότητα φυτού-αρπακτικού.

Σε ορισμένους γενότυπους το αρπακτικό κατάφερε να περιορίσει τον πληθυσμό του *T. urticae*, ενώ σε άλλους η δράση του ήταν περιορισμένη. Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι η φυσιολογία και η επιφανειακή μορφολογία των φυτών επηρεάζουν τη δραστηριότητα και τη συνολική αρμοστικότητα του *T. recki*.

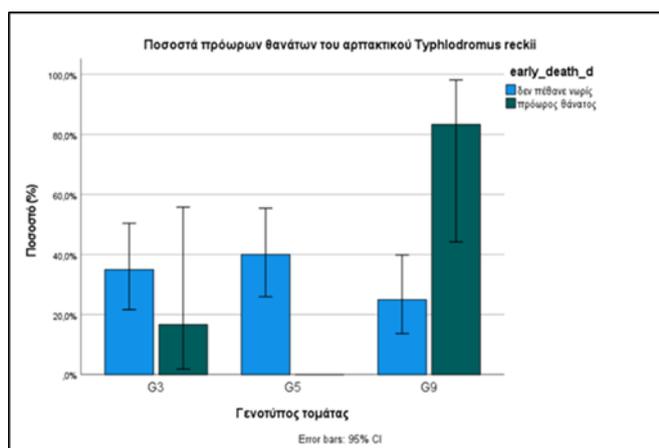
A2. Αναπαραγωγική απόδοση και επιβίωση

Η μέση ημερήσια ωοτοκία του *T. recki* επηρεάστηκε σημαντικά από τον γενότυπο της τομάτας (ANOVA: $p = 0.028$). Ο γενότυπος G5 υποστήριξε τη μεγαλύτερη αναπαραγωγική δραστηριότητα (0,59 αυγά/θηλυκό/ημέρα), ενώ ο G9 εμφάνισε τις χαμηλότερες τιμές (0,25 αυγά/θηλυκό/ημέρα), με τη διαφορά μεταξύ των δύο γενότυπων να είναι στατιστικά σημαντική (Εικ. 4.1.1-3). Ο G3 παρουσίασε ενδιάμεση απόδοση.



Εικόνα 4.1.1-3. Κατανομή του μέσου αριθμού αυγών ανά ημέρα του *T. recki* ανά γενότυπο. Το boxplot αναδεικνύει μεγαλύτερη διασπορά στον G5 και υψηλότερη διάμεσο, ενώ στον G9 παρατηρούνται χαμηλότερες τιμές και outlier. Η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική (ANOVA, $p = 0.028$).

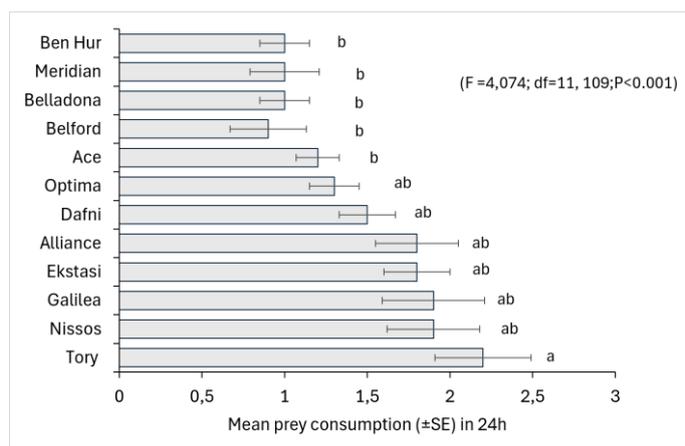
Όσον αφορά τη μακροζωία, καταγράφηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των γενοτύπων (Karlson–Meier, $p = 0.009$). Στον G5, τα θηλυκά παρουσίασαν τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, υπερβαίνοντας τις 10 ημέρες χωρίς πρόωρους θανάτους. Αντίθετα, στον G9 η μέση επιβίωση περιορίστηκε περίπου στις 6 ημέρες, με ποσοστό πρόωρης θνησιμότητας που υπερέβη το 80%. Ο G3 εμφάνισε ενδιάμεση επιβίωση, χωρίς όμως ακραίες τιμές όπως στον G9.



Εικόνα 4.1.1-4. Ποσοστά πρόωρων θανάτων του αρπακτικού *T. recki* ανά γενότυπο τομάτας. Ο γενότυπος G9 εμφάνισε σημαντικά υψηλότερο ποσοστό πρόωρης θνησιμότητας (άνω του 80%), σε αντίθεση με τον G5 που δεν παρουσίασε καθόλου πρόωρους θανάτους. (CI 95%)

B1. Θηρευτική ικανότητα και ωοπαραγωγή

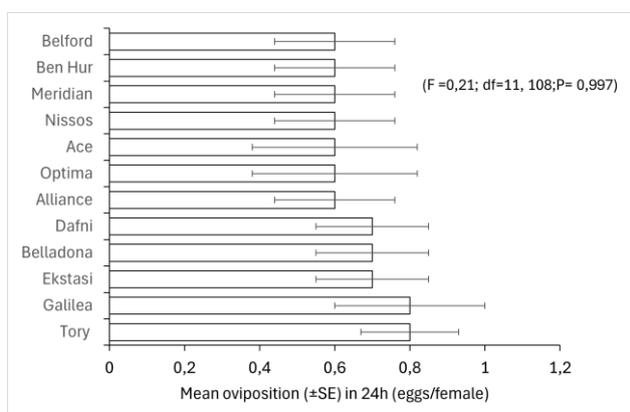
Η θηρευτική ικανότητα των νεαρών ενήλικων θηλυκών του *T. recki*, όπως εκτιμήθηκε από τη μέση κατανάλωση προνυμφών του *T. urticae* σε διάστημα 24 ωρών, επηρεάστηκε σημαντικά από την ποικιλία τομάτας (ANOVA, $F = 4,074$, $df = 11,109$, $P < 0,001$). (Εικόνα 4.1.1-5)



Εικόνα 4.1.1-5. Μέση κατανάλωση λείας (±SE) προνυμφών του *Tetranychus urticae* από νεαρά ενήλικα θηλυκά του *T. recki* σε διάστημα 24 ωρών σε αρένες φυλλαρίων τομάτας διαφορετικών εμπορικών ποικιλιών (Ben Hur, Meridian, Belladona, Belford, Ace, Optima, Dafni, Alliance, Ekstasi, Galilea, Nissos και Tory). Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, σύμφωνα με το κριτήριο πολλαπλών συγκρίσεων Student–Newman–Keuls (SNK) μετά από ανάλυση διακύμανσης (ANOVA, $F = 4,074$, $df = 11,109$, $P < 0,001$).

Η υψηλότερη μέση κατανάλωση λείας καταγράφηκε στην ποικιλία Torry, η οποία διαφοροποιήθηκε στατιστικά από τις ποικιλίες Ben Hur, Meridian, Belladona, Belford και Ace, στις οποίες παρατηρήθηκαν οι χαμηλότερες τιμές θήρευσης. Οι ποικιλίες Galilea, Ekstasi, Alliance, Dafni, Optima και Nissos παρουσίασαν ενδιάμεσες τιμές κατανάλωσης και δεν διαφοροποιήθηκαν στατιστικά ούτε από τις υψηλότερες ούτε από τις χαμηλότερες ομάδες .

Η ωοπαραγωγή του *T. reckii* σε διάστημα 24 ωρών δεν επηρεάστηκε σημαντικά από την ποικιλία τομάτας, καθώς δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ ποικιλιών (ANOVA: $F = 0,21$, $df = 11,108$, $P = 0,997$), υποδηλώνοντας παρόμοια καταλληλότητα αυτών υπόστρωμα ωτοκίας.



Εικόνα 4.1.1-6. Μέση ωοπαραγωγή (\pm SE) νεαρών ενήλικων θηλυκών του *T. recki* σε διάστημα 24 ωρών σε αρένες φυλλαρίων τομάτας διαφορετικών εμπορικών ποικιλιών (Belford, Ben Hur, Meridian, Nissos, Ace, Optima, Alliance, Dafni, Belladona, Ekstasi, Galilea και Torry). Δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ ποικιλιών ως προς την ωοπαραγωγή, σύμφωνα με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA, $F = 0,21$, $df = 11,108$, $P = 0,997$).

Συνολικά, τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών σε αρένες φυλλαρίων δείχνουν ότι η ποικιλία τομάτας επηρεάζει σημαντικά τη θηρευτική ικανότητα όχι όμως την ωοπαραγωγή του *T. recki*, υποδηλώνοντας διαφοροποιήσεις στην καταλληλότητα των ποικιλιών ως υποστρώματα εγκατάστασης και δραστηριότητας του αρπακτικού ακάρεως.

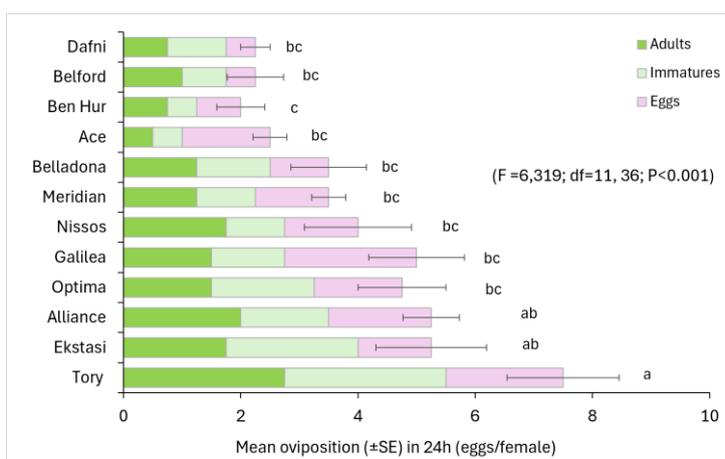
B2. Βιοδοκιμές σε φυτά τομάτας

Η δυνατότητα εγκατάστασης και ανάπτυξης του πληθυσμού του *T. recki* σε ολόκληρα φυτά τομάτας επηρεάστηκε σημαντικά από την ποικιλία, όπως προέκυψε από τον συνολικό αριθμό αυγών, ανήλικων και ενήλικων ατόμων που καταγράφηκαν δέκα ημέρες μετά την εισαγωγή του αρπακτικού στα φυτά των διαφορετικών ποικιλιών (ANOVA, $F = 6,319$, $df = 11,36$, $P < 0,001$). Η υψηλότερη συνολική ωτοκία και πληθυσμιακή πυκνότητα του *T. recki* καταγράφηκε στην ποικιλία Torry, η οποία διαφοροποιήθηκε στατιστικά από όλες τις υπόλοιπες ποικιλίες, υποδεικνύοντας υψηλή καταλληλότητα για την εγκατάσταση και αναπαραγωγή του αρπακτικού.

Στις ποικιλίες Ekstasi και Alliance παρουσιάστηκαν επίσης αυξημένες τιμές συνολικού πληθυσμού του ακάρεως, μη διαφοροποιούμενες σημαντικά από την Torry, αλλά υψηλότερες από τις ποικιλίες με χαμηλότερες τιμές. Οι ποικιλίες Optima, Galilea και

Nissos εμφάνισαν μέτρια επίπεδα εγκατάστασης, ενώ οι χαμηλότερες τιμές συνολικού πληθυσμού του *T. recki* καταγράφηκε στην ποικιλία Ben Hur.

Η κατανομή των σταδίων ανάπτυξης έδειξε ότι στις ποικιλίες με υψηλή συνολική πυκνότητα πληθυσμού παρατηρήθηκε αυξημένη αναλογία αυγών και ανηλίκων, γεγονός που υποδηλώνει ενεργή αναπαραγωγή και επιτυχή εγκατάσταση του αρπακτικού. Αντίθετα, στις ποικιλίες με χαμηλή πληθυσμιακή πυκνότητα υπερίσχυσαν τα ενήλικα άτομα, υποδεικνύοντας περιορισμένη αναπαραγωγική δραστηριότητα και μειωμένη καταλληλότητα των φυτών για τη διατήρηση πληθυσμών του *T. recki*.



Εικόνα 4.1.1-7. Ποσοστά πρόωρων θανάτων του αρπακτικού *T. recki* ανά γενότυπο τομάτας. Ο γενότυπος G9 εμφάνισε σημαντικά υψηλότερο ποσοστό πρόωρης θνησιμότητας (άνω του 80%), σε αντίθεση με τον G5 που δεν παρουσίασε καθόλου πρόωρους θανάτους. (CI 95%)

Συνολικά, τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών σε ολόκληρα φυτά δείχνουν ότι η ποικιλία τομάτας αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την επιτυχή εγκατάσταση, αναπαραγωγή και πληθυσμιακή ανάπτυξη του *T. recki* μετά από εξαπόλυση, με την ποικιλία Torry να εμφανίζει τη μεγαλύτερη δυναμική υποστήριξης πληθυσμών του αρπακτικού.

3 ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα δύο πειράματα καταδεικνύουν ότι η απόδοση και η αποτελεσματικότητα του *T. recki* επηρεάζονται σημαντικά από το γενότυπο της τομάτας. Σε επίπεδο ολόκληρων φυτών, η δράση του αρπακτικού δεν ήταν ομοιόμορφη, αλλά διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ γενοτύπων, γεγονός που συνδέεται με τη διαφοροποιημένη βιολογία του αρπακτικού υπό in vitro συνθήκες. Ο γενότυπος G5 αναδείχθηκε ως ο πλέον συμβατός, υποστηρίζοντας τόσο υψηλή αναπαραγωγική δραστηριότητα όσο και μεγάλη επιβίωση του *T. recki*, στοιχείο που υποδηλώνει ότι αποτελεί κατάλληλο φυτικό υπόστρωμα για την ανάπτυξη και την αποτελεσματική δράση του αρπακτικού. Αντίθετα, ο G9 αποδείχθηκε ακατάλληλος, παρουσιάζοντας χαμηλή ωοτοκία και υψηλή πρόωρη θνησιμότητα των αρπακτικών ατόμων. Ο G3 εμφάνισε ενδιάμεσο επίπεδο συμβατότητας, χωρίς ακραίες τιμές προς οποιαδήποτε κατεύθυνση.

Τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών σε ολόκληρα φυτά εμπορικών ποικιλιών δείχνουν ότι η ποικιλία τομάτας αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την επιτυχή εγκατάσταση,

αναπαραγωγή και ανάπτυξη των πληθυσμών του *T. recki* μετά από εξαπόλυση, με την ποικιλία Torrgy να εμφανίζει τη μεγαλύτερη δυναμική υποστήριξης πληθυσμών του αρπακτικού.

Συνολικά, τα αποτελέσματα υπογραμμίζουν ότι η επιλογή κατάλληλου φυτικού υλικού αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την επιτυχή εγκατάσταση και αξιοποίηση του *T. recki* σε προγράμματα ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας, ενισχύοντας την αποτελεσματικότητα της βιολογικής καταπολέμησης.

4 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Βιβλιογραφικές Αναφορές

1. Bar M, Shtein A (2019). Plant trichomes and the biomechanics of defense in various systems, with Solanaceae as a model. *Botany* 97(12): 651-660. <https://doi.org/10.1139/cjb-2019-0144>
2. Glas, J. J., Schimmel, B. C. J., Alba, J. M., Escobar-Bravo, R., Schuurink, R. C., & Kant, M. R. (2012). "Plant glandular trichomes as targets for breeding or engineering of resistance to herbivores." *International Journal of Molecular Sciences*, 13(12), 17077-17103. <https://doi.org/10.3390/ijms131217077>
3. Karabourniotis G, Liakopoulos G, Nikolopoulos D, Bresta A (2020) Protective and defensive roles of non-glandular trichomes against multiple stresses: structure–function coordination. *J For Res* 31: 1–12. <https://doi.org/10.1007/s11676-019-01034-4>
4. Kennedy, G. G. (2003). "Tomato, pests, parasitoids, and predators: tritrophic interactions involving the genus *Lycopersicon*." *Annual Review of Entomology*, 48(1), 51-72. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.48.091801.112733>
5. Knapp, M., van Houten, Y. M., van Baal, E., & Groot, T. (2018). Use of predatory mites in commercial biocontrol: Current status and future prospects. *Acarologia*, 58(Suppl), 72–82. <https://doi.org/10.24349/acarologia/20184275>
6. Paspati, A., Rambla, J. L., López Gresa, M. P., Arbona, V., Gómez-Cadenas, A., Granell, A., González-Cabrera, J., & Urbaneja, A. (2021). Tomato trichomes are deadly hurdles limiting the establishment of *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). *Biological Control*, 157, 104572. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCONTROL.2021.104572>
7. Pérez-Hedo, M., Suay, R., Alonso, M., Ruocco, M., Giorgini, M., Poncet, C., & Urbaneja, A. (2017). Resilience and robustness of IPM in protected horticulture in the face of potential invasive pests. *Crop Protection*, 97, 119–127. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.001>
8. Tixier, M.-S., Raeckelboom, A., Tabary, L., Navajas, M., & Navia, D. (2024). Ambulatory dispersal of *Typhlodromus (Anthoseius) recki* Wainstein (Acari: Phytoseiidae) along Solanaceae stem. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4223917/v1>
9. Van Houten, Y. M., Glas, J. J., Hoogerbrugge, H., Rothe, J., Bolckmans, K. J. F., Simoni, S., van Arkel, J., Alba, J. M., Kant, M. R., & Sabelis, M. W. (2013). Herbivory-associated degradation of tomato trichomes and its impact on biological control of *Aculops lycopersici*. *Experimental and Applied Acarology* 2012 60:2, 60(2), 127–138. <https://doi.org/10.1007/S10493-012-9638-6>
10. van Lenteren, J. C. (2012). The state of commercial augmentative biological control: Plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl*, 57(1), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s10526-011-9395-1>