



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΜΣ: «Επιστήμες και Συστήματα Φυτικής Παραγωγής»

Κατεύθυνση: Φυτοπροστασία και Περιβάλλον

Μεταπτυχιακή διατριβή

«Οσφρητική απόκριση των αρπακτικών εντόμων *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) και *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Hemiptera: Miridae) μεταξύ τομάτας και του αυτοφυούς φυτού-ξενιστή τους *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter (Asteraceae) στην παρουσία και στην απουσία του φυτοφάγου εντόμου *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)»

ΣΩΤΗΡΑΣ ΜΑΡΙΟΣ-ΙΩΑΝΝΗΣ Ν.

ΑΘΗΝΑ, 2019

Περδίκης Διονύσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής Γ.ΠΑ. (Επιβλέπων)



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΜΣ: «Επιστήμες και Συστήματα Φυτικής Παραγωγής»

Κατεύθυνση: Φυτοπροστασία και Περιβάλλον

Μεταπτυχιακή διατριβή

«Οσφρητική απόκριση των αρπακτικών εντόμων *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) και *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Hemiptera: Miridae) μεταξύ τομάτας και του αυτοφυούς φυτού-ξενιστή τους *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter (Asteraceae) στην παρουσία και στην απουσία του φυτοφάγου εντόμου *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)»

«Olfactory responses of *Macrolophus pygmaeus* (Rambur), *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Hemiptera: Miridae) between tomato and *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter (Asteraceae) with or without *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) »

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Περδίκης Διονύσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής Γ.Π.Α. (Επιβλέπων)

Παπαδούλης Γεώργιος, Καθηγητής Γ.Π.Α. (Μέλος)

Φαντινού Αργυρώ, Καθηγήτρια Γ.Π.Α. (Μέλος)

ΣΩΤΗΡΑΣ ΜΑΡΙΟΣ/ΙΩΑΝΝΗΣ

ΑΘΗΝΑ, 2019

Εσείς που ανάβετε κεριά για να λυτρωθείτε
μη ξεχνάτε πως με κάψατε.

Σώτηρας Μ.Ι.

Αφιερωμένο στην πολυαγαπημένη μου αείμνηστη Αντωνίου Πολύμνια
(Αναπλ. Καθηγήτρια Φυτοπαθολογίας Γ.Π.Α.)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα	5
Ευχαριστίες	7
Περιεχόμενα Εικόνων	8
Κατάλογος Γραφημάτων	10
Κατάλογος Πινάκων	14
Περίληψη	15
Abstract	17
Κεφάλαιο 1	18
1.1. Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση (I.P.M.)	18
1.2. Βιολογική αντιμετώπιση	19
1.3. Οικογένεια Miridae	25
1.3.1. Το αρπακτικό <i>Nesidiocoris tenuis</i> (Reuter)	26
1.3.2. Το αρπακτικό <i>Macrolophus pygmaeus</i> (Rambur)	30
1.4. Ο υπονομευτής της τομάτας <i>Tuta absoluta</i>	36
1.4.1. Εφαρμογή του <i>Macrolophus pygmaeus</i> και του <i>Nesidiocoris tenuis</i> για την αντιμετώπιση του <i>Tuta absoluta</i>	43
1.5. Φυτά-ξενιστές και είδη φυτικής τροφής	45
1.5.1. <i>Dittrichia Viscosa</i> (Asteraceae)	47
1.6. Τα αισθητήρια συστήματα οσφρητικής απόκρισης στα Miridae	48
1.6.1. Χαρακτηριστικά των οσφρητικών αισθητηρίων	48
1.6.2. Τρόποι Λειτουργίας των Αισθητηρίων	49
1.6.3. Σχέσεις μεταξύ φυτών, φυτοφάγων εντόμων και των θηρευτών τους	51
1.7. Η παραγωγή των φυτικών πτητικών ενώσεων	53
1.8. Οσφρητική απόκριση εντόμων	55
1.9. Σκοπός	57
Κεφάλαιο 2	59
2.1. Υλικά και Μέθοδοι	59
2.1.1. Βιολογικό Υλικό	59
2.1.2. Μετρητής οσφρητικής απόκρισης ολφακτόμετρο (4-choice olfactometer)	60
2.1.2.1 Τετραπλής επιλογής ολφακτόμετρο (4-choice olfactometer)	61
2.2. Πειραματική Διαδικασία	62
2.2.1. Διαδικασία Επιλογής εντόμων	62
2.2.2 Μεθοδολογία	63
2.3. Στατιστική Επεξεργασία Δεδομένων	65
Κεφάλαιο 3	66
3.1. Αποτελέσματα	66
3.1.1. Οσφρητική απόκριση και χρόνος απόκρισης του <i>Macrolophus pygmaeus</i>	66
3.1.1.1. Φύλλα τομάτας x Αέρας (διπλή επιλογή)	67
3.1.1.2. Φύλλα τομάτας με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Αέρας (διπλή επιλογή)	68
3.1.1.3. Φύλλα τομάτας με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i> L ₁ -L ₂ x Αέρας (διπλή επιλογή)	69
3.1.1.4. Φύλλα <i>D. viscosa</i> x Αέρας (διπλή επιλογή)	70
3.1.1.5. Φύλλα τομάτας με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Φύλλα τομάτας με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i> L ₁ -L ₂ x Αέρας (τριπλή επιλογή)	71
3.1.1.6. Φύλλα <i>D. viscosa</i> με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Φύλλα τομάτας x Αέρας (τριπλή επιλογή)	72
3.1.1.7. Φύλλα τομάτας με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Φύλλα τομάτας x Αέρας (τριπλή επιλογή)	73
3.1.1.8. Φύλλα <i>D. viscosa</i> x Φύλλα τομάτας x Αέρας (τριπλή επιλογή)	74
3.1.1.9. Φύλλα <i>D. viscosa</i> x Φύλλα τομάτας με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Αέρας (τριπλή επιλογή)	75
3.1.1.10. Φύλλα <i>D. viscosa</i> x Φύλλα τομάτας με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i> L ₁ -L ₂ x Αέρας (τριπλή επιλογή)	76
3.1.1.11. Φύλλα <i>D. viscosa</i> με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Φύλλα τομάτας με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Αέρας (τριπλή επιλογή)	77

3.1.1.12. Φύλλα <i>D. viscosa</i> με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Φύλλα <i>D. viscosa</i> με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Αέρας (τριπλή επιλογή)	78
3.1.2. Οσφρητική απόκριση και χρόνος απόκρισης του <i>Nesidiocoris tenuis</i>	78
3.1.2.1. Φύλλα τομάτας x Αέρας (διπλή επιλογή)	79
3.1.2.2. Φύλλα τομάτας με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Αέρας (διπλή επιλογή)	80
3.1.2.3. Φύλλα τομάτας με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i> L ₁ -L ₂ x Αέρας (διπλή επιλογή)	81
3.1.2.4. Φύλλα <i>D. viscosa</i> x Αέρας (διπλή επιλογή)	82
3.1.2.5. Φύλλα τομάτας με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Φύλλα τομάτας με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i> L ₁ -L ₂ x Αέρας (τριπλή επιλογή)	83
3.1.2.6. Φύλλα <i>D. viscosa</i> με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Φύλλα τομάτας x Αέρας (τριπλή επιλογή)	84
3.1.2.7. Φύλλα τομάτας με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Φύλλα τομάτας x Αέρας (τριπλή επιλογή)	85
3.1.2.8. Φύλλα <i>D. viscosa</i> x Φύλλα τομάτας x Αέρας (τριπλή επιλογή)	86
3.1.2.9. Φύλλα <i>D. viscosa</i> x Φύλλα τομάτας με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Αέρας (τριπλή επιλογή)	87
3.1.2.10. Φύλλα <i>D. viscosa</i> x Φύλλα τομάτας με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i> L ₁ -L ₂ x Αέρας (τριπλή επιλογή)	88
3.1.2.11. Φύλλα <i>D. viscosa</i> με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Φύλλα τομάτας με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Αέρας (τριπλή επιλογή)	89
3.1.2.12. Φύλλα <i>D. viscosa</i> με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Φύλλα <i>D. viscosa</i> με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Αέρας (τριπλή επιλογή)	90
3.1.3. Συγκριτικοί πίνακες μέσων όρων ποσοστών οσφρητικής απόκρισης και μέσων όρων χρόνου απόκρισης των εντόμων <i>Nesidiocoris tenuis</i> και <i>Macrolophus pygmaeus</i>	93
Κεφάλαιο 4: Συζήτηση και Συμπεράσματα	97
4.1. Συζήτηση	97
4.2 Συμπεράσματα	101
Κεφάλαιο 5: Βιβλιογραφία	102
5.1 Ξενόγλωσση	102
2.2 Ελληνική	113

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά :

- Τον Αναπληρωτή Καθηγητή Περδίκη Διονύσιο για την ανάθεση, επίβλεψη, υπομονή και συμπαράσταση κατά την εκπόνηση και την συγγραφή της παρούσας μελέτης καθώς και για την βαθμολόγησή της. Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω τον Καθηγητή Παπαδούλη Γεώργιο και την Καθηγήτρια Φαντινού Αργυρώ για την ανάγνωση και βαθμολόγηση της παρούσας εργασίας.
- Τη Δερβισόγλου Σοφία για την παροχή φυτικού υλικού τομάτας και των πρώτων εκτροφών των εντόμων.
- Τον Αλέρτα Παναγιώτη για την παροχή φυτικού υλικού τομάτας και για τη συνεργασία στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών.
- Την οικογένειά μου για την αγάπη τους, την υπομονή τους και τη στήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια.
- Τη γυναίκα μου Γιαννοπούλου Ευρυδίκη για τη βοήθειά της και τη συμπαράστασή της στις δύσκολες στιγμές.

Περιεχόμενα Εικόνων

Εικόνα 1. Ενήλικο άτομο (ακμαίο) <i>Nesidiocoris tenuis</i> , (Φωτογραφία από το Εργ. Ζωολογίας and Εντομολογίας, Σώτηρας Μ./Ι., 2019).	26
Εικόνα 2. Στάδια βιολογικού κύκλου του <i>Nesidiocoris tenuis</i> στην τομάτα σε θερμοκρασία 25° C και σχετική υγρασία 75% (El- Dessouki et. al., 1976).	27
Εικόνα 3. Ενήλικο άτομο (ακμαίο) και νύμφη 5 ^{ης} ηλικίας <i>Nesidiocoris tenuis</i> , (Φωτογραφία από το Εργ. Ζωολογίας and Εντομολογίας, Σώτηρας Μ./Ι., 2019).	28
Εικόνα 4. . Νεκρωτικοί δακτύλιοι σε στέλεχος τομάτας εξαιτίας της μύζησης φυτικού χυμού από άτομα του <i>N. Tenuis</i> , (Φωτογραφία από το Εργ. Ζωολογίας και Εντομολογίας, Σώτηρας Μ./Ι., 2019).	29
Εικόνα 5. Ενήλικο άτομο (ακμαίο) <i>Macrolophus pygmaeus</i> (Rambur), (Koppert Biological Systems)	31
Εικόνα 6. A : Ωό <i>Macrolophus pygmaeus</i> (Rambur) με το γυαλιστερό κάλυμμα και το αναπνευστικό του κεράτιο, (Koppert Biological System),	32
Εικόνα 6. B : Άτομο <i>Macrolophus pygmaeus</i> (Rambur) 5 ^{ης} νυμφικής ηλικίας, (Koppert Biological Systems)	32
Εικόνα 7. Ενήλικο άτομο (ακμαίο) <i>Macrolophus pygmaeus</i> (Rambur) που καταναλώνει ωά, (https://www.entocare.nl/control-agents/whitefly-control-agents/macrolophus-pygmaeus/?lang=en)	34
Εικόνα 8. Ενήλικο άτομο (ακμαίο) του <i>Tuta absoluta</i> , (www.tutaabsoluta.com).	37
Εικόνα 9. . Ωό του <i>Tuta absoluta</i> A, B, (A: Φωτογραφία από το Εργ. Ζωολογίας & Εντομολογίας, Σώτηρας Μ./Ι., (2019) και B: Φωτογραφία από το http://www.nbair.res.in/insectpests/images/Tuta-absoluta24.jpg).	38
Εικόνα 10. Τα τέσσερα προνυμφικά στάδια του <i>Tuta absoluta</i> , (Τσιρίκος Ε., 2016).	39
Εικόνα 11. A: Η νύμφη του <i>Tuta absoluta</i> , (www.tutaabsoluta.com), B : Η παρασιτισμένη νύμφη του <i>Tuta absoluta</i> , (Εργ. Εντομολογίας & Ζωολογίας Σώτηρας Μ./Ι., 2019).	39
Εικόνα 12. Προσβολή καρπού τομάτας από το <i>Tuta absoluta</i> , (http://agroselida.blogspot.com/2016/10/blog-post_33.html)	42
Εικόνα 13. Προσβολή καρπού τομάτας από το <i>Tuta absoluta</i> , (www.tutaabsoluta.com),	43
Εικόνα 14. Η μεγάλη ακουζιά <i>Dittrichia viscosa</i> , (http://www.flowersinIsrael.com/Inulaviscosa_page.htm)	47
Εικόνα 15. Σχέδιο ενός οσφρητικού αισθητηρίου, με ένα (sense c) αίσθητήριο κύτταρο και δύο διαπλαστικά (tri c, tor c). epi c= κύτταρο επιθηλίου, is= εσωτερικό διάφραγμα του δενδρίτη του αισθητηρίου κυττάρου, mit=μιτοχονδρια. B: Τύποι οσφρητικών αισθητηρίων a	49

) sensillum triccodeum, b) sensillum basiconicum, c) sensillum soeloconicum d) sensillum ampullaceum, e) sensillum placodeum. (πτυχιακή μελέτη Χαρβαλάκης Γ. , 2019)

Εικόνα 16. Εκτροφή του *Nesidiocoris tenuis* με το σκείασμα της εταιρίας Koppert Biological Systems με εμπορικό όνομα «Entofood» A,B, (Εργ. Ζωολογίας και Εντομολογίας Σώτηρας Μ./Ι., 2019). **60**

Εικόνα 17. Διαγραμματική απεικόνιση του τετραπλούς επιλογής ολαφακτόμετρου (4-Choice Olfactometer), (ARS, Gainesville, Florida). **61**

Εικόνα 18. Διαγραμματική απεικόνιση της απόκρισης (επιλογής) του επιλεγμένου εντόμου στο πεδίο εκτροφής του τετραπλούς επιλογής ολαφακτόμετρου (4-Choice Olfactometer), (ARS, Gainesville, Florida). **65**

Κατάλογος Γραφημάτων

- Γράφημα 1.** Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων ποσοστών απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* 66 σε ρεύμα οσμής **φύλλων τομάτας και** σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (**Αέρας**), στο χρονικό διάστημα των 20 min.
- Γράφημα 2.** Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* 67 σε ρεύμα οσμής **φύλλου τομάτας και** σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (**Αέρας**), στο χρονικό διάστημα των 20 min.
- Γράφημα 3.** Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων ποσοστών απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* 67 σε ρεύμα οσμής **φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta*** και σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (**Αέρας**), στο χρονικό διάστημα των 20 min.
- Γράφημα 4.** Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* 68 σε ρεύμα οσμής **φύλλου τομάτας με ωά *T. absoluta*** και σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (**Αέρας**),
- Γράφημα 5.** Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων ποσοστών απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* 68 σε ρεύμα οσμής **φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta*** και σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (**Αέρας**), στο χρονικό διάστημα των 20 min. στο χρονικό διάστημα των 20 min
- Γράφημα 6.** Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* 69 σε ρεύμα οσμής **φύλλου τομάτας με προνύμφη *T. absoluta*** και σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (**Αέρας**), στο χρονικό διάστημα των 20 min.
- Γράφημα 7.** Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων ποσοστών απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* 69 σε ρεύμα οσμής **φύλλων *D. viscosa*** και σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (**Αέρας**), στο χρονικό διάστημα των 20 min. Ποσοστ
- Γράφημα 8.** Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* 70 σε ρεύμα οσμής **φύλλων *D. viscosa*** και σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (**Αέρας**), στο χρονικό διάστημα των 20 min.
- Γράφημα 9.** Συγκριτική απεικόνιση των ποσοστών απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα 70 οσμής **φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta*** και **φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta*** και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (**Αέρας**), στο χρονικό διάστημα των 20 min.
- Γράφημα 10.** Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* 71 σε ρεύμα οσμής **φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta*** και **φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta*** και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (**Αέρας**), στο χρονικό διάστημα των 20 min
- Γράφημα 11.** Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων ποσοστών απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής **φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta*** και **φύλλων τομάτας και** ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (**Αέρας**), στο χρονικό διάστημα των 20 min. 71
- Γράφημα 12.** Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* 72 σε ρεύμα οσμής **φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta*** και **φύλλων τομάτας και** ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (**Αέρας**), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

- Γράφημα 40.** Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *N.tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* και φύλλων τομάτας και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min. 86
- Γράφημα 41.** Συγκριτική απεικόνιση των ποσοστών απόκρισης ♀ *N. tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* και φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min. 87
- Γράφημα 42.** Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *N.tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* και φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min. 87
- Γράφημα 43.** Συγκριτική απεικόνιση των ποσοστών απόκρισης ♀ *N.tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* και φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min. 88
- Γράφημα 44.** Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *N.tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* και φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min. 88
- Γράφημα 45.** Συγκριτική απεικόνιση των ποσοστών απόκρισης ♀ *N.tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* και φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min. 89
- Γράφημα 46.** Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *N.tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* και φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min 89
- Γράφημα 47.** Συγκριτική απεικόνιση των ποσοστών απόκρισης ♀ *N. tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* και φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min. 90
- Γράφημα 48.** Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *N. tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* και φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min. 90

Κατάλογος Πινάκων

- Πίνακας 1.** Μέσοι όροι ποσοστών απόκρισης του *Nesidicoris tenuis* και του *Macrolophus pygmaeus* (διπλών επιλογών). Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν σε κάθε μεταχείριση, ενώ μέσοι όροι που ακολουθούνται από ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ των μεταχειρίσεων σε κάθε είδος αρπακτικού. **91**
- Πίνακας 2.** Μέσοι όροι χρόνων απόκρισης του *Nesidicoris tenuis* και του *Macrolophus pygmaeus* (διπλών επιλογών). Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν σε κάθε μεταχείριση. **92**
- Πίνακας 3.** Μέσοι όροι ποσοστών απόκρισης του *Nesidicoris tenuis* και του *Macrolophus pygmaeus* (τριπλών επιλογών). Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν σε κάθε μεταχείριση, ενώ μέσοι όροι που ακολουθούνται από ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ των μεταχειρίσεων σε κάθε είδος αρπακτικού, τα ελληνικά γράμματα δηλώνουν διαφορές μεταξύ των δύο αρπακτικών στην κάθε μεταχείριση. **93**
- Πίνακας 4 .** Μέσοι όροι χρόνων απόκρισης του *Nesidicoris tenuis* και του *Macrolophus pygmaeus* (τριπλών επιλογών). Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν σε κάθε μεταχείριση. **95**

Περίληψη

Τα αρπακτικά *N. tenuis* και *M. pygmaeus* είναι οι κύριοι φυσικοί εχθροί του *T. absoluta*. Στην προσπάθεια για την καλύτερη κατανόηση της δυνατότητάς τους να αποικίζουν προσβεβλημένα φυτά τομάτας, στη σύγκριση μεταξύ τους αλλά και με άλλα ωφέλιμα έντομα και στην καλύτερη αξιοποίησή τους σε προγράμματα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης έχει σημασία η εκτίμηση της προτίμησής τους σε φυτά τομάτας που έχουν προσβληθεί ή όχι, από το *T. absoluta*. Επίσης, μεγάλη σημασία στην ανάπτυξη μεθοδολογιών αξιοποίησης των *N. tenuis* και *M. pygmaeus* σε προγράμματα διατήρησης των πληθυσμών τους με τη χρήση εναλλακτικών φυτών-ξενιστών έχει και η μελέτη της δυνατότητάς τους να μετακινούνται και να αποικίζουν τις καλλιέργειες τομάτας από το αυτοφυές φυτό-ξενιστή τους, *D. viscosa*. Σχετικές μελέτες έχουν δείξει ότι το *N. tenuis* και το *M. pygmaeus* προσελκύστηκαν σημαντικά από τα φυτά τομάτας που είχαν προσβληθεί από προνύμφες *T. absoluta* ενώ το *M. pygmaeus* προσελκύνθηκε από την τομάτα συγκριτικά με το *D. viscosa*. Οι μελέτες αυτές ωστόσο δεν εκτίμησαν εάν τα είδη αυτά των αρπακτικών προσελκύονται από την τομάτα με λεία πιο έντονα σε σχέση με το *D. viscosa*. Επιπροσθέτως, βασίζονται στη χρήση του ολφακτομέτρου «Υ» όπου το υπό μελέτη έντομο δύναται να επιλέξει μεταξύ δύο πηγών ερεθισμάτων. Σε αυτή την εργασία, μελετήθηκε η ελκυστικότητα των φυτών τομάτας με απουσία ή/και παρουσία θηράματος (ωά ή προνύμφες *T. absoluta*) και φυτών *D. viscosa* με απουσία ή/και παρουσία θηράματος (ωά *T. absoluta*) σε θηλυκά *N. tenuis* και σε θηλυκά *M. pygmaeus* (12 μεταχειρίσεις) καθώς και οι χρόνοι απόκρισής τους. Η διεξαγωγή των πειραμάτων με τη χρήση ενός τετραπλούς επιλογής ολφακτομέτρου (4-Choice Olfactometer) που επιτρέπει τη σύγκριση περισσότερων από δύο πηγών οσφρητικών ερεθισμάτων (διπλής και τριπλής επιλογής). Αυτό που δεν έχει μελετηθεί σε προηγούμενες εργασίες, και καταγράφηκε στην παρούσα μελέτη, είναι εάν ο χρόνος που χρειάζεται το έντομο για κάνει την επιλογή του μπορεί να μας δώσει κάποιες χρήσιμες πληροφορίες ως ένα ακόμη στοιχείο για την σχετική προσελκυστικότητα μεταξύ των ερεθισμάτων ή την σύγκριση της απόκρισης μεταξύ διαφορετικών ειδών εντόμων. Στην επέμβαση **φύλλων Τομάτας x φύλλα *D. viscosa* x Αέρα** το ποσοστό απόκρισης για το *M. pygmaeus* ήταν μεγαλύτερο για τα φύλλα τομάτας ακολουθούμενο από τα φύλλα *D. viscosa* και τον αέρα, (55 %, 41,88% και 5,76%, αντίστοιχα), με σημαντικές διαφορές μεταξύ και των τριών πηγών οσμών. Το αρπακτικό *N. tenuis* δεν διέφερε στατιστικά στην επιλογή απόκρισης στα φύλλα *D. viscosa* (46,8%) και στα φύλλα τομάτας (44,83%). Στις επεμβάσεις **φύλλων Τομάτας με ωά *T. absoluta* x Τομάτα x Αέρα** και **φύλλων Τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* x Τομάτα x Αέρα** βρέθηκαν σημαντικές διαφορές για το *M. pygmaeus* επιλέγοντας τα φύλλα τομάτας με

παρουσία θηράματος (ωά ή προνύμφες) έναντι των υγιών φυτών τομάτας σε ποσοστά 64,58% (ωά) και 65,63% (προνύμφες) σε σύγκριση με 28,96% (τομάτα) και 25% (τομάτα), αντίστοιχα. Το *N. tenuis* όμως δεν έδειξε προτίμηση (προνύμφες *T. absoluta* 50%, φύλλα τομάτας 54,9%, φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta* 43,14%). Στην επέμβαση **φύλλων *D. viscosa* x φύλλα Τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* x Αέρας** υπήρξε στατιστική διαφορά στο ποσοστό απόκρισης των θηλυκών *M. pygmaeus* μεταξύ των φύλλων *D. viscosa* (42,46%) και των φύλλων τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* (51,29 %). Αντιθέτως, στην περίπτωση του *N. tenuis* υπήρξε σημαντική μεγαλύτερη προτίμηση για τα φύλλα *D. viscosa* (56,33%) σε σχέση με τα φύλλα τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* (40,5 %). Συμπερασματικά, η μελέτη της οσφρητικής απόκρισης με τη χρήση του ολφακτομέτρου με το τετραπλής επιλογής ολφακτόμετρο (4-Choice Olfactometer) έδωσε πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα. Το *M. pygmaeus*, μεταξύ τομάτας και *D. viscosa*, επέλεξε σημαντικά περισσότερο το φύλλο τομάτας ενώ το *N. tenuis* το *D. viscosa*. Επιπλέον, το *M. pygmaeus*, είχε μεγαλύτερο ποσοστό απόκρισης σε φύλλα με προνύμφες ή με ωά *T. absoluta* σε σχέση με το *N. tenuis*. Τέλος, το χρονικό διάστημα οσφρητικής απόκρισης που χρειάστηκε το *M. pygmaeus* ήταν σημαντικά μικρότερο σε σύγκριση με αυτό του *N. tenuis*.

Λέξεις-κλειδιά: Εντομολογία, Οσφρητική απόκριση, Ολφακτόμετρο (4-Choice Olfactometer), *Macrolophus pygmaeus*, *Nesidiocoris tenuis*, *Tuta absoluta*

ABSTRACT

The omnivorous predators *N. tenuis* and *M. pygmaeus* are important natural enemies of *T. absoluta*. In the effort for a better understanding of their ability to colonize infested tomato plants, and finally in their more efficient utilization in IPM it is important to evaluate their comparable preference between infested and not infested tomato plants by *T. absoluta*. This kind of studies will deliver also useful information to be applied in conservation programs of *N. tenuis* and *M. pygmaeus* populations using alternative host-plants such as their native host-plant, *D. viscosa*. Previous studies have shown that *N. tenuis* and *M. pygmaeus* were attracted by tomato plants that were infested with *T. absoluta* larvae while *M. pygmaeus* was attracted more by tomato compared to *D. viscosa*. In addition, they are based on the use of the ' Y ' olfactometer where the insect under study can choose between two sources of odour stimuli. In this work, the attractiveness of tomato plants in the absence and/or presence of prey (eggs or *T. absoluta* larvae) and *D. Viscosa* plants with absence and/or presence of *T. absoluta* eggs was studied using females of *N. tenuis* and *M. pygmaeus* (12 treatments), in addition, the time for their response was recorded per female. In the experiments a four-Choice Olfactometer was used that allows the comparison of more than two sources of olfactory stimuli, which has not been studied previously. The time it takes the insect to make its choice can give us some useful information as another element for evaluating the relative attractiveness between different insect species. According to the results, in the treatment of "Tomato leaves x leaves *D. viscosa* x Air" the response rate for *M. pygmaeus* was greater for the tomato leaves followed by *D. Viscosa* leaves and air, (55%, 41.88% and 5.76%, respectively), with significant differences between all three sources of odours. In the case of *N. tenuis* no statistically significant differences were recorded between the *D. Viscosa* leaves (46.8%) and tomato leaves (44.83%). In the treatments "Tomato leaf with *T. absoluta* eggs x Tomato x Air" and "Tomato leaf with larvae *T. absoluta* x Tomato x Air" *M. pygmaeus* selected significantly more frequently the tomato leaves in the presence of eggs or larvae as compared to healthy tomato leaves at a rate of 64.58% (eggs) and 65.63% (larvae) to 28.96% (tomato) and 25% (tomato), respectively. *N. tenuis* did not show a preference (larvae *T. absoluta* 50%, tomato leaves 54.9%, tomato leaves with eggs of *T. absoluta* 43.14%). There was a significant difference in the response rate of *M. pygmaeus* between the leaves of *D. viscosa* (42.46%) and tomato leaves with *T. absoluta* larvae (51.29%). On the contrary, in the case of *N. tenuis* there was a significant greater preference for *D. viscosa* leaves (56.33%) in comparison to tomato leaves with larvae of *T. absoluta* (40.5%). In conclusion, the study of the olfactory response with the use of a four-chamber Olfactometer has given very satisfactory results. Between tomato and *D. viscosa* *M. pygmaeus* choose considerably more the tomato leaf, while *N. tenuis* showed a preference for the leaf of *D. viscosa*. In addition, *M. pygmaeus*, had a higher rate of response to leaves with larvae or with eggs of *T. absoluta* compared to *N. tenuis*. Finally, the time required by *M. pygmaeus* to respond was considerably lower compared to that of *N. tenuis*.

Key-words: Entomology, olfactory response, 4-Choice Olfactometer, *Macrolophus pygmaeus*, *Nesidiocoris tenuis*, *Tuta absoluta*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

1.1. Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση (I.P.M.)

Η ανάπτυξη και η εφαρμογή εναλλακτικών μεθόδων φυτοπροστασίας καθώς και η χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων με τρόπο ορθολογικό με σκοπό τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων ορίζεται ως Ολοκληρωμένη Αντιμετώπιση ή/και Ολοκληρωμένη Διαχείριση (Integrated Pest Management, I.P.M.). Σημαντικότερο ρόλο στη φυτοπροστασία αποτελούν τα χημικά εντομοκτόνα έχοντας ως γνώμονα τα εξής :

- Την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση των διαθέσιμων εναλλακτικών μεθόδων φυτοπροστασίας σε συνδυασμό με τη χρήση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων καθώς και με τις ελάχιστες δυνατές αρνητικές επιπτώσεις τους στον άνθρωπο (καλλιεργητή, καταναλωτή), στο αγροοικοσύστημα και γενικότερα στο περιβάλλον.
- Την έρευνα, με σκοπό την σταδιακή αντικατάσταση των φυτοφαρμάκων μέσω της εύρεσης εναλλακτικών μεθόδων φυτοπροστασίας για ένα καλύτερο οικολογικό και οικονομικό αποτέλεσμα.

Επιβάλλεται να διερευνηθούν οι οικολογικοί παράγοντες, οι καλλιεργητικές τεχνικές, οι ιδιότητες των καλλιεργούμενων φυτών και των εχθρών τους για επιτυχημένη ολοκληρωμένη αντιμετώπιση. Το σύνολο των μεθόδων αντιμετώπισης των εχθρών αυτών να είναι τεχνικά και οικονομικά εφικτές έτσι ώστε οι χειρισμοί του καλλιεργητή στο αγροοικοσύστημα να εξασφαλίζουν την προστασία της παραγωγής με τρόπο οικονομικά ικανοποιητικό και οικολογικά αποδεκτό.

Επιδιώκεται η μικρότερη δυνατή διατάραξη του αγροοικοσυστήματος με σκοπό τη διατήρηση, όσο είναι εφικτό, των φυσικών μηχανισμών που ελέγχουν τους πληθυσμούς των ζημιογόνων ειδών για τη γεωργία. Όταν η χρήση φυτοφαρμάκου κρίνεται αναγκαία επιλέγεται το περισσότερο εκλεκτικό, αν είναι δυνατό, έτσι ώστε να επιτευχθεί η μείωση του πληθυσμού του φυτοπαράσιτου.

Στην ολοκληρωμένη αντιμετώπιση οι μέθοδοι εφαρμογής είναι οι κάτωθι :

- Βιολογική αντιμετώπιση. Πρόκειται για τη διατήρηση ιθαγενών ωφέλιμων εντόμων ή/και εξαπολύσεις ωφέλιμων ώστε να αυξηθεί ο πληθυσμός των ήδη υπαρχόντων εντόμων ή/και να εγκατασταθούν επιτυχημένα στην καλλιέργεια.
- Βιοτεχνικές μέθοδοι. Μέθοδοι που εφαρμόζονται κυρίως με παγίδες που εκμεταλλεύονται χαρακτηριστικά συμπεριφοράς των εντόμων. Διαφορετικοί τύποι παγίδων προσέλκυσης εντόμων με οπτικά, τροφικά ή/και οσφρητικά ερεθίσματα διατίθενται στην αγορά.
- Γενετικές μέθοδοι. Μέθοδοι που στοχεύουν στη μείωση του αναπαραγωγικού δυναμικού το οποίο επιτυγχάνεται μέσω της μαζικής εκτροφής και στείρωσης βλαβερών εντόμων και της εξαπόλυσή τους ώστε τα εξαπολυμένα άτομα να συζευχθούν με εκείνα του άγριου πληθυσμού και να μην δώσουν απογόνους.
- Καλλιεργητικά μέτρα. Αφορούν τη χρήση ανθεκτικών ή μερικώς ανθεκτικών ποικιλιών, καλλιέργεια σε κατάλληλες περιοχές, και την εφαρμογή καλών καλλιεργητικών πρακτικών π.χ. την διατήρηση αυτοφυών φυτών με σκοπό την διατήρηση των πληθυσμών των ωφελίμων εντόμων καθώς και την αμειψισπορά.

Στην ολοκληρωμένη αντιμετώπιση η χρήση γεωργικών φαρμάκων θα πρέπει να εφαρμόζεται μόνο όταν οι προηγούμενες μέθοδοι δε φέρουν αποτέλεσμα και η πυκνότητα πληθυσμού του ζημιογόνου είδους βρίσκεται στα όρια οικονομικής ζημιάς. Τα παρασιτοκτόνα επιλέγονται με γνώμονα τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους που σχετίζονται με την εκλεκτικότητά τους, τη μόλυνση του εδάφους και των νερών, την περιορισμένη τοξικότητά τους στον άνθρωπο και τα ζώα καθώς και τη χρονική διάρκεια δράσης (Κωβαίος και Μπρούφας, 2001).

1.2. Βιολογική αντιμετώπιση

Η εφαρμογή βιολογικών παραγόντων (φυσικών εχθρών) που πραγματοποιείται στοχεύοντας τη μείωση των πληθυσμών των εντόμων και άλλων εχθρών των φυτών ορίζεται ως Βιολογική αντιμετώπιση. Οι βιολογικοί παράγοντες μπορούν να επιτύχουν τη μείωση του πληθυσμού ενός συγκεκριμένου είδους σε τέτοια επίπεδα που θα το καταστήσουν λιγότερο ή/και καθόλου επιζήμιο σε σχέση με τη μη χρησιμοποίησή τους (van Driesche and Bellows 1996, Λυκουρέσης 2000). Κάθε μεθοδολογία αντιμετώπισης όπως και η βιολογική διαθέτει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, τα κύρια στη βιολογική αντιμετώπιση έχουν ως εξής :

Πλεονεκτήματα

- Μειωμένη έκθεση του γεωργού σε επικίνδυνες ουσίες όπως τα φυτοφάρμακα.
- Παραγωγή προϊόντων άνευ υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων, ασφαλής χρήση για τους καταναλωτές.
- Δεν αναπτύσσεται ανθεκτικότητα από τους ζημιογόνους οργανισμούς.
- Σεβασμός προς το περιβάλλον.

Μειονεκτήματα

- Σε οργανισμούς που δεν αποτελούν στόχο δύναται να υπάρξουν πιθανές επιπτώσεις.
- Αργή δράση συγκριτικά με τα εντομοκτόνα.

Μπορεί να υπάρξουν πιθανές παράπλευρες περιβαλλοντικές επιπτώσεις των εισαχθέντων οργανισμών σε οργανισμούς μη-στόχους το οποίο ωστόσο δεν αποτελεί σημαντικό μειονέκτημα όσον αφορά τη βιολογική αντιμετώπιση γιατί έχει σημειωθεί σε πολύ σπάνιες περιπτώσεις. Η αντιμετώπιση του επιτυγχάνεται ακολουθώντας ειδικά πρωτόκολλα που αφορούν την εισαγωγή και εξαπόλυση φυσικών εχθρών (κυρίως εντόμων) που έχουν συνταχθεί από διεθνείς οργανισμούς όπως :

- τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO 1996, 2005),
- την Ευρωπαϊκή και Μεσογειακή Οργάνωση για την Προστασία των Φυτών (EPPO, 1999, 2001, 2002)
- και τον Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ 2004).

Οι ιδιότητες για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα των ιδανικών βιολογικών παραγόντων (φυσικών εχθρών) στη βιολογική αντιμετώπιση είναι :

- i. Η εξειδίκευση τους ως προς το επιβλαβές έντομο,
- ii. Ο συγχρονισμός του βιολογικού κύκλου τους με αυτόν του επιβλαβούς εντόμου,
- iii. Η υψηλή αναπαραγωγική ικανότητά τους,
- iv. Η υψηλή ικανότητα αναζήτησης,
- v. Η ικανότητα μετακίνησης και διασποράς,
- vi. Η ευκολία χειρισμού τους και μαζικής παραγωγής τους

και η συνδυαστικότητα σε σχέση με τις καλλιεργητικές πρακτικές.

Τρεις είναι οι μέθοδοι της βιολογικής αντιμετώπισης και η κάθε μία από αυτές περιλαμβάνει μια ακολουθία ενεργειών :

A. Κλασική βιολογική αντιμετώπιση :

- i. Προσδιορισμός του εισελθόντος ζημιογόνου εντόμου καθώς και η εξακρίβωση του τόπου προέλευσής του.
- ii. Διερεύνηση, καταγραφή και εκτίμηση των φυσικών του εχθρών που έχει από τον τόπο προέλευσής του.
- iii. Εισαγωγή, μαζική εκτροφή και απελευθέρωση του(ων) κατάλληλου(ων) φυσικού(ων) εχθρού(ων).
- iv. Μη εφαρμογή επιβλαβών επεμβάσεων μετά την εξαπόλυση του(ς) και πραγματοποίηση ελέγχων για την εγκατάστασή του(ς).
- v. Παρακολούθηση και αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς του(ς) μετά την εγκατάστασή του(ς) (Λυκουρέσης, 1995).

B. Μαζική παραγωγή και απελευθέρωση

Η μαζική απελευθέρωση εφαρμόζεται με περιοδικές εξαπολύσεις, μη περιοδικές (συχνές) εξαπολύσεις, συμπληρωματικές εξαπολύσεις και εξαπολύσεις υπερβολικά μεγάλου αριθμού ατόμων. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται, στις καλλιέργειες υπό κάλυψη αλλά και σε άλλες καλλιέργειες όπως τα εσπεριδοειδή, με επιτυχία για την αντιμετώπιση των ζημιογόνων εντόμων. Οι ενέργειες αυτές αποσκοπούν στη μείωση των πληθυσμών των εντομών-εχθρών κάτω του οικονομικού ορίου και όχι στη διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ του εντόμου-εχθρού και βιολογικού παράγοντα για μεγάλο χρονικό διάστημα (van Lentreren 1986).

Γ. Διατήρηση και αύξηση της δράσης των υπαρχόντων φυσικών εχθρών με εφαρμογή κατάλληλων χειρισμών στο αγροοικοσύστημα (Conservation Biological Control)

Σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν τα αυτοφυή φυτά-ξενιστές τα οποία είναι κύρια συστατικά των αγροοικοσυστημάτων διότι συμβάλλουν στη διατήρηση και στην αφθονία των φυσικών εχθρών. Η αιτία είναι κυρίως ότι οι φυσικοί εχθροί τρέφονται από τα άνθη (γύρη, νέκταρ) ή/και βρίσκουν εναλλακτικά είδη ξενιστών ή θηράματος στα αυτοφυή φυτά-ξενιστές. Τα αυτοφυή φυτά-ξενιστές προσφέρουν καταφύγια και θέσεις διαχείμασης στους φυσικούς εχθρούς. Η διατήρηση αυτοφυών φυτών-ξενιστών περιμετρικά των καλλιεργειών συμβάλλει

σημαντικά στην επιτυχημένη εγκατάσταση των φυσικών εχθρών προσφέροντας τους προστασία από επιβλαβή έντομα.

Οι κατηγορίες οργανισμών που χρησιμοποιούνται ως βιολογικοί παράγοντες είναι:

- ❖ **Αρπακτικά:** Στην κατηγορία αυτή υπάγονται έντομα, ακάρεα κ.ά. Το μέγεθός τους είναι συνήθως μεγαλύτερο από το θήραμά τους και για να ολοκληρωθεί ο βιολογικός τους κύκλος απαιτείται να τραφούν με περισσότερα του ενός άτομα της θηράματος τους (prey). Στις κυριότερες τάξεις αρπακτικών εντόμων ανήκουν: Coleoptera, Hemiptera, Diptera και τα Neuroptera.
- ❖ **Παρασιτοειδή έντομα:** Το μέγεθος τους συνήθως είναι ίδιο με αυτό του ξενιστή και για την ολοκλήρωση του βιολογικού τους κύκλου απαιτείται ένα μόνο άτομο αυτού (Λυκουρέσης, 1995). Τα περισσότερα παρασιτοειδή (78% περίπου του συνόλου τους) συναντώνται στην τάξη Hymenoptera (υπόταξη Apocrita) σε αρκετές οικογένειες όπως: Eulophidae, Encyrtidae, Chalcididae, Pteromalidae, Aphelinidae, Trichogrammatidae, Ichneumonidae, Braconidae.
- ❖ **Παθογόνοι μικροοργανισμοί:** Αναπτύσσονται στο εσωτερικό συνήθως του προς αντιμετώπιση οργανισμού και είναι μύκητες, βακτήρια, ιοί, και πρωτόζωα. Διασπείρονται συχνά και χρησιμοποιούνται με τα συνήθη ψεκαστικά μηχανήματα και για αυτό χρησιμοποιείται ο όρος μικροβιακά εντομοκτόνα. Γνωστά παραδείγματα εφαρμογής εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών είναι το βακτήριο *Bacillus thuringiensis* (Βάκιλλος της Θουριγγίας) που χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση προνυμφών λεπιδοπτέρων, διπτέρων και κολεοπτέρων. Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε συνθήκες εργαστηρίου, σε πειραματικούς αγρούς καθώς και σε θερμοκήπια στην Ισπανία έδειξαν πως τέτοια σκευάσματα δύναται να ελέγξουν αποτελεσματικά τους πληθυσμούς του *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Παρατηρήθηκαν υψηλά επίπεδα θνησιμότητας σε όλες τις προνυμφικές ηλικίες όταν εφαρμόστηκαν ψεκασμοί με σκευάσματα *B. thuringiensis*. Εβδομαδιαίοι ψεκασμοί σε διάφορες συγκεντρώσεις και με διαφορετικά σκευάσματα (π.χ 180 MUI/l ή 2g/L, 90 MUI/l εκατομμύρια διεθνών μονάδων) έδειξαν μείωση των ζημιών ακόμα και κατά 90% συγκριτικά με τους πειραματικούς-αγρούς μάρτυρες, σε διάφορα επίπεδα προσβολής ακόμα και όταν ήταν πολύ υψηλά (10 προνυμφικές στοές ανα φύλλο) (Ladurner et. al., 2011). Μεταξύ των διαφορετικών σκευασμάτων παρατηρούνται και διαφορετικά ποσοστά αποτελεσματικότητας

εξαιτίας της μεγάλης παραλλακτικότητας στις συγκεντρώσεις ώστε να επιτευχθούν για κάθε σκεύασμα τα ίδια ποσοστά θνησιμότητας του εντόμου (Askew et. al., 2001). Η αποτελεσματικότητα ενός στελέχους B.t. συγκριτικά με το έντομο στόχο εξαρτάται από τον πρωτεϊνικό του χαρακτήρα, από την αναλογία των τοξινών στο σκεύασμα αλλά και από τις ίδιες τις βοηθητικές ουσίες αυτού (Caballero et. al., 2001). Σύμφωνα με τους Torres et. al. (2009), ο συνδυασμός σκευασμάτων B.t. με τον εντομοπαθογόνο μύκητα *B. Bassiana* αύξησε τα ποσοστά θνησιμότητας του *T. absoluta* σε φυτά τομάτας όταν εφαρμόστηκαν συνδυαστικά τα παθογόνα συγκριτικά με την ξεχωριστή εφαρμογή τους μέσω του ψεκάσμου. Κυκλοφορούν πλέον αρκετά σκευάσματα στο εμπόριο που βασίζονται σε βακτήρια, μύκητες, ιούς και νηματώδεις. Οι Mascarin et. al. (2010) παρατήρησαν ότι ένας ιός του γένους *granulovirus* (PhorGV) που είχε απομονωθεί στη Βραζιλία από το *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), όταν εφαρμόστηκε με ψεκάσμο σε προνύμφες του *T. absoluta* πρώτης ηλικίας προκάλεσε υψηλά ποσοστά θνησιμότητας με στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε σχέση με μάρτυρες. Οι Batalla-Carrera et. al. (2010) και οι Garcia-del-Pino et. al. (2011), παρατήρησαν υψηλή θνησιμότητα στις προνύμφες του *T. absoluta* (76%-100%) και χαμηλή θνησιμότητα στις νύμφες του εντόμου (κάτω από 10%) όταν αυτές ψεκάστηκαν με διάλυμα συγκεντρώσεως 1000 μολυσματικών προνυμφών νηματωδών /ml, για κάθε είδος ξεχωριστά. Αντίστοιχα αποτελέσματα βρέθηκαν και σε άλλη μελέτη στην οποία οι Jacobson and Martin (2011) εφάρμοσαν τους νηματώδεις *S. feltiae* και *S. carrocapsae* και προκλήθηκε 100% θνησιμότητα σε προνύμφες 1^{ης} ηλικίας 6 ημέρες μετά τον ψεκάσμο.

Σχετικά με την κατηγορία των αρπακτικών εντόμων, στην τάξη Hemiptera ανήκει ένας μεγάλος αριθμός Οικογενειών αρπακτικών ειδών όπως: Anthocoridae, Miridae, Pentatomidae, Nabidae, Lygaeidae και Reduviidae (Λυκουρέσης 1995, 2000), τα οποία συναντώνται αρκετά στα αγροοικοσυστήματα και δύνανται να αποτελέσουν σημαντικούς παράγοντες βιολογικής αντιμετώπισης. Τα αρπακτικά είδη της τάξης Hemiptera τρέφονται με σημαντικούς εχθρούς των καλλιεργειών όπως αλευρώδεις, ψύλλες, αφίδες, θρίπες, ωά, προνύμφες λεπιδοπτέρων κ.α. Τα ατελή στάδια τους και τα ακμαία τρέφονται με έντομα-εχθρούς, καταναλώνοντας μεγάλο αριθμό ατόμων. Σε περιόδους απουσίας θηράματος μερικά είδη δύνανται να τραφούν και με φυτικό χυμό ή γύρη, και αυτό αποτελεί μια πολύ

σημαντική ιδιότητα που τους δίνει το πλεονέκτημα της επιβίωσης και εγκατάστασης ακόμη και πριν την εμφάνιση της θηράματος ή όταν η λεία βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα (Ehler and Miller 1978; Luff 1983; Bugg et. al. 1987; Ehler 1990). Σε αυτή τη μελέτη θα ασχοληθούμε εκτενέστερα με δύο είδη αυτής της κατηγορίας από την οικογένεια Miridae, το *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Hemiptera: Miridae) και το *Macrolophus pygmaeus* (Rambur).

1.3. Οικογένεια Miridae

Η οικογένεια Miridae αποτελεί την πολυπληθέστερη οικογένεια των ετεροπτέρων καθώς περιλαμβάνει 1.200 γένη και περισσότερα από 10.000 είδη εντόμων (Schuh and Slater, 1995). Στη φύση ο αριθμός των ειδών που ανήκει σε αυτή την οικογένεια δύναται να φθάσει έως και τα 20.000 (Henry and Wheeler, 1988). Σε 25 γένη υπάρχουν είδη που συμπεριφέρονται ως γενικευμένοι θηρευτές εν αντιθέσει με την πλειονότητα των ειδών που συμπεριφέρονται ως φυτοφάγα.

Μαλακόσωμα είναι τα έντομα που συναντώνται σε αυτή την οικογένεια με μήκος σώματος (2-15mm) και σχήμα στενό-ωοειδές ή επίμηκες. Διαθέτουν ποικιλία χρωμάτων, έντονων και λαμπερών με συνηθέστερο χρώμα το πράσινο, μαύρο ή/και καστανό ενώ συναντάται το ερυθρό, το πορτοκαλί και το λευκό ανά περιοχές. Η κεφαλή τους έχει σχήμα τριγωνικό με κεραίες οι οποίες αποτελούνται από 4 άρθρα (το 3^ο και 4^ο άρθρο είναι μικρότερο σε διάμετρο από το 2^ο άρθρο). Σύνθετοι είναι οι οφθαλμοί τους και το ρύγχος τους αποτελείται από 4 άρθρα. Το πρόνωτό τους έχει τραπεζοειδές σχήμα με όχι και τόσο καλά ανεπτυγμένο δακτύλιο στην πρόσθια πλευρά του. Δύο ανυψωμένες αλλά μη ευδιάκριτες περιοχές υπάρχουν στο νωτιαίο πρόσθιο τμήμα του προνώτου. Το επιθωράκιο έχει σχήμα τριγωνικό και το πρόσθιο μέρος του επικαλύπτεται από την οπίσθια πλευρά του προνώτου. Διακρίνονται τέσσερα τμήματα - περιοχές στα ημιέλυτρα: το *clavus*, το *corium*, το *cuneus* και το μεμβρανώδες τμήμα. Πολύ καλά ανεπτυγμένο στα είδη της οικογένειας Miridae είναι το *cuneus* το οποίο είναι ένα τριγωνικό τμήμα στο οπίσθιο τμήμα του *corium*. Το μεμβρανώδες τμήμα των ημιελύτρων αποτελείται από δύο ευμεγέθη κύτταρα με το εσωτερικό να είναι μεγαλύτερο.

Η πλειονότητα αυτών, ως αρπακτικά είδη, φέρουν μακριούς πόδες και συνήθως έχουν ταρσούς με τρία άρθρα. Βοηθητικά όργανα σύζευξης του αρσενικού είναι τα παράμερα (*paramers*) τα οποία είναι ανομοιόμορφα ανεπτυγμένα με το αριστερό να είναι

πάντα περισσότερο ανεπτυγμένο από το δεξιό. Το θηλυκό φέρει ωοθήτη πριονωτό για την εναπόθεση ωών εντός των φυτικών ιστών (Schuh and Slater, 1995). Τα συναντάμε στην Εύκρατη ζώνη και διαχειμάζουν είτε στο στάδιο του ωού είτε ως ενήλικα. Εμφανίζουν μία γενιά/έτος ή/και περισσότερες αναλόγως το είδος. Τα μονοκυκλικά είδη παρουσιάζουν εξειδίκευση ως προς τα φυτά-ξενιστές. Τα είδη με δύο γενιές είναι μονοφάγα ενώ όσα εμφανίζουν περισσότερες γενιές/έτος είναι πολυφάγα με χαρακτηριστικό παράδειγμα το γένος *Lygus*. Ο βιολογικός τους κύκλος ολοκληρώνεται σε διάστημα 6 εβδομάδων (το μέγιστο) και η ατελής του μορφή διέρχεται από 5 νυμφικές ηλικίες μέχρι να εμφανιστεί το ακμαίο (Wheeler and Henry, 1992).

Μεγάλη ποικιλία παρουσιάζουν οι τροφικές προτιμήσεις των ειδών της οικογένειας Miridae. Φυτοφάγα είδη είναι η πλειονότητα των ειδών της οικογένειας αυτής στα οποία συμπεριλαμβάνονται ορισμένοι σημαντικοί εχθροί των καλλιεργειών όπως το *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) το οποίο συναντάται σε καλλιέργειες ρυζιού, βαμβακιού αλλά και αρκετών κηπευτικών και φρούτων όπως και το *Calocoris trivialis* (Costa), υπάρχουν όμως αρκετά αρπακτικά τα οποία αντιπροσωπεύουν το 1/3 των ειδών περίπου που έχουν μελετηθεί (Alomar and Wiedenmann 1996). Οι διατροφικές συνήθειες των ειδών της οικογένειας Miridae ποικίλουν, συναντώνται είδη μυκητοφάγα και είδη που παρουσιάζουν συμπεριφορά πολυφαγίας δηλαδή τρέφονται και από το φυτό αλλά και από τους ζωικούς οργανισμούς. Η ύπαρξη σημαντικών αρπακτικών εντόμων στην οικογένεια Miridae την κάνει ιδιαίτερως σημαντική στη Βιολογική Αντιμετώπιση και στη Βιολογική Διαχείριση των καλλιεργειών.

1.3.1. Το αρπακτικό *Nesidiocoris tenuis* (Reuter)

Ένα από τα πλέον σημαντικά πολυφάγα έντομα που ανήκουν στην οικογένεια Miridae είναι το *N. tenuis* (Εικόνα 1.) και ταξινομείται ως εξής :

1. **Τάξη:** Hemiptera
2. **Υποτάξη:** Heteroptera
3. **Υπεροικογένεια:** Miridoidea

4. **Οικογένεια:** Miridae
5. **Υποοικογένεια:** Bryocorinae
6. **Φυλή:** Dicyphini
7. **Γένος:** *Nesidiocoris*
8. **Είδος:** *Nesidiocoris tenuis*.

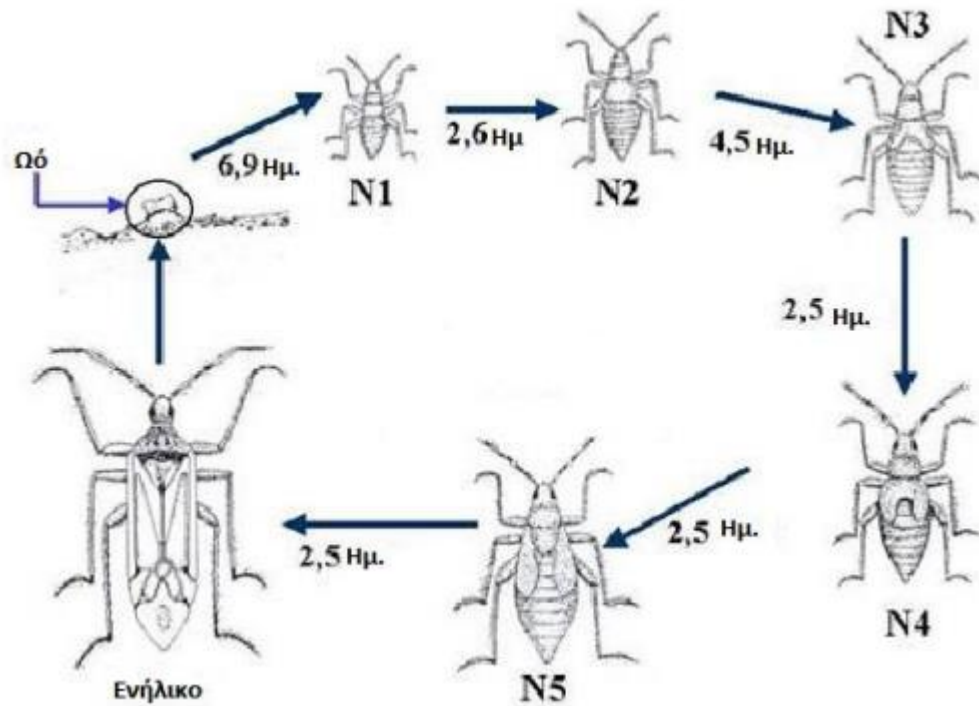
Συναντάται σε σολανώδη αυτοφυή και καλλιεργούμενα φυτά και κυρίως στην τομάτα σε υψηλά πληθυσμιακά επίπεδα (Alomar and Goula, 2002). Σε αυτοφυή φυτά έχουν καταγραφεί ατελή και ακμαία στάδια του (El-Dessouki et. al. 1976), συναντάται στο *Dittrichia viscosa* (Asteraceae), στο *Solanum nigrum* (Solanaceae) (Alomar et. al. 1994), στο *Ecballium elaterium* (Cucurbitaceae) στην Πελοπόννησο (Lykouressis et. al. 2000).



Εικόνα 1. Ενήλικο άτομο (ακμαίο) *Nesidiocoris tenuis*, (Φωτογραφία από το Εργ. Ζωολογίας and Εντομολογίας, Σώτηρας Μ./Ι., 2019).

Μορφολογία

Το *Nesidiocoris tenuis* είναι ημιμετάβολο έντομο με πέντε νυμφικά στάδια όπως και τα υπόλοιπα είδη της οικογένειας Miridae (**Εικόνα 2.**). Το σώμα του είναι ανοικτό πράσινο έως πράσινο με μαύρες ή καστανές περιοχές, με μήκος περίπου 3,5-4,5mm και επίμηκες (Goula & Alomar, 1994). Διαθέτει στο πίσω μέρος της κεφαλής μαύρη ευδιάκριτη ταινία, στις πτέρυγες σκούρες περιοχές και στα άρθρα των κεραίων μαύρες περιοχές τόσο στις νύμφες όσο και στα ακμαία με λίγα μικρά σκουρόχρωμα τριχίδια (Tariá & Tellez, 2006). Οι οφθαλμοί των νυμφών και των ακμαίων βρίσκονται στο πλάγιο της κεφαλής και έχουν βαθύ κόκκινο χρώμα. Το ακμαίο θηλυκό φέρει εσωτερικά στο κάτω μέρος της κοιλίας ωοθήτη μαύρου χρώματος, ο οποίος εμφανίζεται ως ανεστραμμένο «Τ» (**Εικόνα 3.**).



Εικόνα 2. Στάδια βιολογικού κύκλου του *Nesidiocoris tenuis* στην τομάτα σε θερμοκρασία 25°C και σχετική υγρασία 75% (El- Dessouki et. al., 1976).

Τοποθετεί το ωό μέσα στο φυτικό ιστό (μονήρη στους βλαστούς) για να εξασφαλιστεί η κατάλληλη υγρασία. Το μόνο μέρος που διακρίνεται από το ωό και εμφανίζεται ως μικρό εξόγκωμα με δύο κορυφές είναι το αναπνευστικό κεράτιο.

Οι νύμφες του *Nesidiocoris tenuis* μορφολογικά διαφέρουν ως προς το μέγεθος, διαθέτουν σκούρες περιοχές στις κεραίες, διαχωρίζεται το πράσινο και το πιο ανοιχτό πράσινο έως κίτρινο χρώμα στα κοιλιακά τμήματα. Επιπλέον στα άκρα των πτεροθηκών στο 4^ο και 5^ο στάδιο έχουν σκούρο καστανό χρώμα.



Εικόνα 3. Ενήλικο άτομο (ακμαίο) και νύμφη 5^{ης} ηλικίας *Nesidiocoris tenuis*, (Φωτογραφία από το Εργ. Ζωολογίας and Εντομολογίας, Σώτηρας Μ./Ι., 2019).

Βιολογικός κύκλος

Η μέση διάρκεια των σταδίων : του ωού, των νυμφών, των ενήλικων αρσενικών, των ενήλικων θηλυκών, η περίοδος προ-ωοτοκίας και ο πλήρης βιολογικός κύκλος ζωής διαφόρων εποχιακών γενεών στο εργαστήριο σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 17,4 °C έως 28,2 °C και σχετικές υγρασίες κυμαινόμενες από 55,1 έως 64,7 % ήταν 9,78-19,2, 16,5-22,79, 6,4-10,2, 8,62-11,5, 2,2-3,43, 4,33-6,21 και 31,0-48,44 ημέρες, αντίστοιχα. Ο μέσος αριθμός των εκκολαφθέντων θηλυκών νυμφών ήταν 5,43-8,0 ημέρες (El- Dessouki et. al., 1976). Το χρονικό διάστημα επώασης του ωού είναι 6-7 ημέρες σε συνθήκες 25°C. Συγκριτικά με τα υπόλοιπα στάδια της νύμφης, το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα καταλαμβάνει η 2^η νυμφική ηλικία (El- Dessouki et. al., 1976), (**Εικόνα 2**).

Συμπτωματολογία

Θεωρείται ένας από τους σημαντικούς φυσικούς εχθρούς αρκετών εντόμων και αρθροπόδων. Το *N. tenuis*, όπως και άλλα είδη της ίδιας οικογένειας, τρέφεται με νύμφες εντόμων ή/και μαλακόσωμα ακμαία (Arnó et. al., 2009; Urbaneja et. al., 2009). Δύναται να τραφεί απομυζώντας φυτικούς χυμούς εάν η λεία του είναι περιορισμένη ή απουσιάζει ολοκληρωτικά (Lykouressis et. al. 2000) και μπορεί να προκληθεί επιβράδυνση της ανάπτυξης του φυτού της τομάτας ή/και ανθόπτωση (Perdikis et. al. 2009). Μυζώντας χυμούς από τους

νεαρούς βλαστούς ή/και το μίσχο των ανθέων, μπορεί να δημιουργήσει νεκρωτικούς δακτυλίους (Εικόνα 10) και ανθόπτωση (Calvo & Urbaneja, 2003; Tapia & Tellez, 2006; Perdakis et. al., 2009; Calvo et. al., 2009; Castañé, 2011).



Εικόνα 4. Νεκρωτικοί δακτύλιοι σε στέλεχος τομάτας εξαιτίας της μύζησης φυτικού χυμού από άτομα του *N. tenuis*, (Φωτογραφία από το Εργ. Ζωολογίας και Εντομολογίας, Σώτηρας Μ./Ι., 2019).

Επιδρά αρνητικά στη φυσιολογία του φυτού και προκαλεί μικρή μείωση της παραγωγής τόσο σε υπαίθριες όσο και σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Η συνέπεια αυτή είναι αποτέλεσμα συνθηκών πολύ υψηλής πληθυσμιακής πυκνότητας του εντόμου σε συνδυασμό με τη μη ύπαρξη θηράματος του, οπότε η διατροφή στηρίζεται αποκλειστικά από τους χυμούς του φυτού-ξενιστή. Η ύπαρξη ατόμων *N. tenuis* λιγότερων από 0,65/φύλλο, δεν προκαλεί καμία απολύτως μείωση της παραγωγής ανεξάρτητα από τον πληθυσμό του αλευρώδη. Αντιθέτως η εμφάνιση νεκρωτικών δακτυλίων και ζημίας εξαρτάται από τον πληθυσμό των αλευρωδών που υπάρχουν στην καλλιέργεια όταν η ύπαρξη ατόμων *N. tenuis* είναι πάνω από 0,65 /φύλλο (Sánchez, 2009), (**Εικόνα 4**). Οι νεκρωτικοί δακτύλιοι που προκαλούνται από τη μύζηση του *N. tenuis* δύναται να επουλωθούν από το ίδιο το φυτό και να εξαφανιστούν μετά από το χρονικό διάστημα μερικών ημερών (Arnó et. al., 2009).

Στην καλλιέργεια της τομάτας από τις αρχές της καλλιεργητικής περιόδου το *N. tenuis* αναπτύσσει γρήγορα υψηλούς πληθυσμούς (Goula and Alomar, 1994). Οι νύμφες όλων των ηλικιών καθώς και τα ακμαία έντομα τρέφονται από φυτικούς χυμούς και λεία. Το έντομο όταν εντοπίσει τη λεία του την προσεγγίζει, τη νύσσει με το ρύγχος του και μυζά όλο το περιεχόμενό της. Στον έλεγχο των αλευρωδών σε καλλιέργειες τομάτας το *N. tenuis*

αποτελεί σημαντικό βιολογικό παράγοντα (Alomar et. al., 2002; Sánchez et. al., 2008; Urbaneja et. al., 2009; Calvo et. al., 2009; Perdakis et. al., 2009). Η εξαπόλυσή του σε καλλιέργειες τομάτας έδωσε εξαιρετικά αποτελέσματα στον έλεγχο προσβολών από το *T. absoluta* (Mollá et. al., 2009; Arnó et. al., 2009).

1.3.2. Το αρπακτικό *Macrolophus pygmaeus* (Rambur)

Στην οικογένεια Miridae άλλο ένα από τα πολυφάγα που ανήκουν σε αυτή είναι το *M. pygmaeus* το οποίο ταξινομείται ως εξής :

1. **Τάξη:** Hemiptera
2. **Υποτάξη:** Heteroptera
3. **Υπεροικογένεια:** Miridoidea
4. **Οικογένεια:** Miridae
5. **Υποοικογένεια:** Bryocorinae
6. **Φυλή:** Dicyphini
7. **Γένος:** *Macrolophus*
8. **Είδος:** *Macrolophus pygmaeus* (Rambur)

Το *M. pygmaeus* είναι ιθαγενές έντομο της λεκάνης της Μεσογείου. Έχει καταγραφεί στον Ελλαδικό χώρο σε μεγάλους πληθυσμούς σε κηπευτικά φυτά όπως την τομάτα, το αγγούρι, την μελιτζάνα, την πιπεριά, το φασόλι, το κολοκύθι (Lykouressis et. al. 2000) καθώς και πολλά άλλα αυτοφυή φυτά (**Εικόνα 5.**).



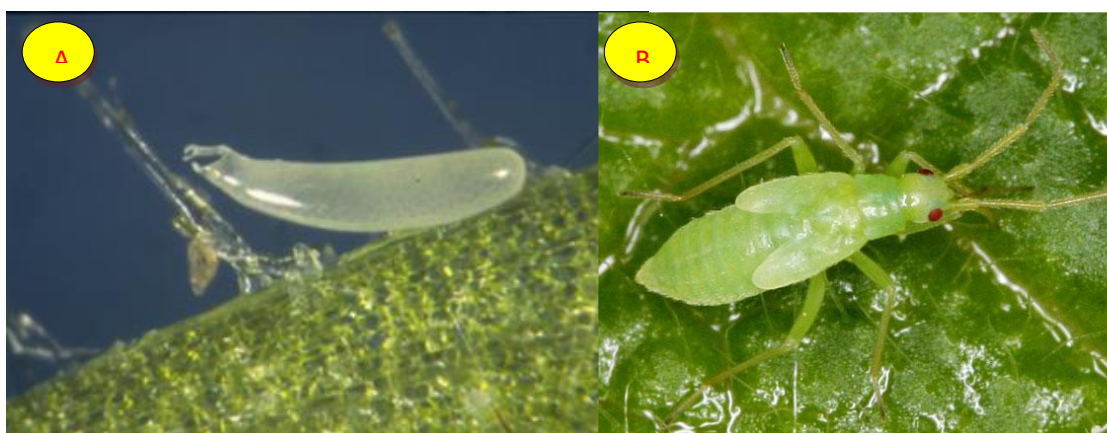
Εικόνα 5. Ενήλικο άτομο (ακμαίο) *Macrolophus pygmaeus* (Rambur), (Koppert Biological Systems)

Μορφολογία

Τα ενήλικα του γένους *Macrolophus* έχουν σώμα επίμηκες μήκους περίπου 4-5mm και ανοιχτό πράσινο χρωματισμό. Το χρώμα τους τα καθιστά δυσδιάκριτα αρκετές φορές όταν βρίσκονται πάνω σε φύλλα ή στο βλαστό των φυτών. Οι οφθαλμοί τους έχουν χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα και οι κεραίες τους κιτρινοπράσινο, με μαύρο πρώτο άρθρο (συνήθως). Επιπλέον, χαρακτηριστικό γνώρισμα του γένους αποτελεί και η παρουσία δύο μαύρων επιμηκών ταινιών, κυμαινόμενου πλάτους ανάλογα με το είδος, οι οποίες ξεκινούν πίσω από τους οφθαλμούς και καταλήγουν στην αρχή του pronώτου. Εύκολη είναι η διάκριση των δύο φύλων μεταξύ τους καθώς το θηλυκό να είναι λίγο μεγαλύτερο σε μέγεθος και διαθέτει μεγαλύτερη κοιλία με ευδιάκριτο ωσθήτη. Τα ωά είναι υπόλευκα, επιμήκη και στρογγυλεμένα στο ένα άκρο, ενώ το άλλο είναι επίπεδο, (αυτό στην επιφάνεια του φυτού) και έχουν μήκος περίπου 800μm (Perdikis and Lykouressis, 2001-2002), (**Εικόνα 6Α.**) .

Οι πέντε νυμφικές ηλικίες ξεχωρίζουν μεταξύ τους κυρίως από την απουσία ή παρουσία και το μέγεθος των καταβολών των πτερύγων, το μήκος του σώματος και το σχετικό μήκος των άρθρων της κεραίας. Αναλυτικότερα, μικρότερες σε μέγεθος είναι οι νύμφες 1^{ης} ηλικίας από τα υπόλοιπες προνυμφικές ηλικίες αλλά μοιάζουν μορφολογικά με τις νύμφες 2^{ης} ηλικίας. Διαθέτουν επίμηκες σχήμα, είναι λευκού σχεδόν χρώματος που σε μικρό χρονικό διάστημα γίνεται ανοιχτό κίτρινο χρώμα με κόκκινους οφθαλμούς. Η μόνη διαφορά που μας επιτρέπει τη διάκριση τους αποτελεί η σχέση μήκους μεταξύ του 3^{ου} και 4^{ου} άρθρου της κεραίας επειδή το 4^ο άρθρο έχει μήκος διπλάσιο από το 3^ο. Οι νύμφες 3^{ης} ηλικίας διαθέτουν επίμηκες σχήμα

και χρώμα ανοικτό κίτρινο ενώ ο θώρακας και η κοιλία φέρουν ανοικτό πράσινο χρώμα. Οι πτεροθήκες αρχίζουν να εμφανίζονται και οι οφθαλμοί είναι χρώματος βαθέος κόκκινου. Οι νύμφες 4^{ης} ηλικίας διαθέτουν σχήμα απιοειδές με κοιλία πλατύτερη συγκριτικά με τα προηγούμενα στάδια ενώ το σώμα αποκτά πρασινωπό χρώμα με πτεροθήκες περισσότερο αναπτυγμένες μήκους έως το μέσο του 2^{ου} κοιλιακού τμήματος. Οι οφθαλμοί έχουν βαθύ κόκκινο χρώμα. Οι νύμφες 5^{ης} ηλικίας είναι απιόμορφες με πλατύτερη κοιλία, (**Εικόνα 6B**). Ανοικτό ή και βαθύ πράσινο χρωματισμό έχει ο θώρακας και η κοιλία, με οφθαλμούς να διατηρούν το βαθύ κόκκινο χρώμα τους. Οι πτεροθήκες έχουν αναπτυχθεί με μήκος έως το 4^ο και 5^ο κοιλιακό τμήμα (Perdikis and Lykouressis, 2002).



Εικόνα 6. A : Ωό *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) με το γυαλιστερό κάλυμμα και το αναπνευστικό του κεράτιο, (Koppert Biological System), **Εικόνα 6. B :** άτομο *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) 5^{ης} νυμφικής ηλικίας, (Koppert Biological Systems)

Το ενήλικο του *M. pygmaeus* φέρει λεπτή ταινία πίσω από τους οφθαλμούς ενώ το πρώτο άρθρο της κεραίας του είναι ομοιόμορφα μαύρο με ελαφρώς μεγαλύτερη διάμετρο από τα υπόλοιπα. Ανοικτό κίτρινο χρώμα φέρουν οι κεραίες και οι οφθαλμοί σκούρο ερυθρό. Το ρύγχος φέρεται κάτω από το σώμα, είναι χρώματος ανοικτού κίτρινου και με την κορυφή του τελευταίου άρθρου του καστανή. Οι κνήμες έχουν ανοικτό κίτρινο χρώμα, ενώ το άκρο τους είναι σκούρο καστανό. Επί του νώτου φέρει μαύρη κηλίδα στο οπίσθιο άκρο του clonus των ελύτρων. Το θηλυκό φέρει πριονωτό ωοθέτη (Περδίκης 2000).

Βιολογικός κύκλος

Το θηλυκό του *M. pygmaeus* εγκαθιστά τα ωά του μεμονωμένα εντός του φυτικού ιστού, ως επί των πλείστον στο στέλεχος του φυτού αλλά δύναται και στο μίσχο ή στο κεντρικό νεύρο του φύλλου. Το ορατό τμήμα του ωού που έχει εναποτεθεί στην επιφάνεια του φυτικού ιστού είναι το γυαλιστερό του κάλυμμα καθώς και το αναπνευστικό του κεράτιο. Διακρίνονται, τα

ωά, εξωτερικά του στελέχους μέσω του τρισχιδούς αναπνευστικού κερατίου τους (Perdikis and Lykouressis 2001-2002).

Το *M. pygmaeus* είναι ένα πολυφάγο αρπακτικό εντόμων εχθρών κηπευτικών καλλιεργειών όπως : οι αλευρώδεις (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood, *Bemisia tabaci* Gennadius– (Hemiptera: Aleyrodidae)), οι αφίδες (*Myzus persicae* (Sulzer), *Macrosiphum euphorbiae* Thomas (Hemiptera: Aphididae)) (Lykouressis et. al., 1999-2000), οι θρίπες (*Thrips tabaci*, Lindeman *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae)) (Montserrat et. al., 2000; Bonato et. al., 2006), αλλά και σε πληθυσμούς ακάρεων, ιδίως στον δίστικτο τετράνυχο (*Tetranychus urticae* Koch, Prostigmata: Tetranychidae) (Enkegaard, 2001; Maleki et. al., 2006). Τρέφεται επιπλέον με Lepidoptera, όπως το *Tuta absoluta* και Δίπτερα, *Liriomyza* spp., (Fauvel et. al. 1987, Foglar et. al., 1990; Arnó et. al. 2003). Καταναλώνει ωά και νεαρές προνύμφες του υπονομευτή της τομάτας *T. absoluta* (Εικόνα 7.). Αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα βιολογικού ελέγχου των προσβολών του *T. absoluta* τόσο σε θερμοκηπιακές όσο και σε υπαίθριες καλλιέργειες (Urbaneja et. al., 2001 Arnó et. al., 2009; Molla et. al., 2009). Σύμφωνα με τους Urbaneja et. al., (2008) και Arnó et. al., (2009) προτιμά κυρίως τα ωά και τις προνύμφες των τριών πρώτων ηλικιών (κυρίως της πρώτης ηλικίας). Σε πειραματική μελέτη στην Ιταλία τοποθετήθηκαν σε κλωβό δυο φυτά τομάτας και 10 *T. absoluta* και ελευθερώθηκαν 5 ζεύγη *M. pygmaeus*, έπειτα από δυο εβδομάδες καταγράφηκαν τα ζώντα και νεκρά άτομα. Τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση του πληθυσμού *T. absoluta* κατά 87% (Nannini 2009). Επιπλέον έχει μελετηθεί στο εργαστήριο ότι μπορεί να τραφεί και με ωά όπως του λεπιδόπτερου *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae).



Εικόνα 7. Ενήλικο άτομο (ακμαίο) *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) που καταναλώνει ωά, (<https://www.entocare.nl/control-agents/whitefly-control-agents/macrolophus-pygmaeus/?lang=en>)

Σημαντικό πλεονεκτήματα του *M. pygmaeus* αποτελεί το γεγονός ότι με απουσία θηράματος μπορεί να επιβιώσει και να ολοκληρώσει την ανάπτυξη του μυζώντας χυμούς από το φυτό ξενιστή για σημαντικό χρονικό διάστημα δίχως να του προκαλεί προβλήματα (Perdikis et. al., 2000). Η μελιτζάνα αποτελεί το καλύτερο φυτό ξενιστή του *M. pygmaeus* επειδή η ανάπτυξη του ολοκληρώνεται σε μικρότερο χρονικό διάστημα στην απουσία θηράματος σε σύγκριση με άλλα φυτά (Perdikis and Lykouressis, 2004). Επιπλέον το *M. pygmaeus* μπορεί να συμπληρώσει την ανάπτυξη του τρεφόμενο αποκλειστικά με γύρη (Perdikis and Lykouressis, 2000).

Η αρπακτικότητα των θηλυκών σε σχέση με τα αρσενικά βρέθηκε ότι είναι σχεδόν διπλάσια. Οι νύμφες 5^{ης} ηλικίας έχουν μεγαλύτερο ρυθμό αρπακτικότητας από τις νεότερες ηλικίες. Σύμφωνα με τους Perdakis and Lykouressis, (1997, 2002), για την ανάπτυξη του *M. pygmaeus*, αποδεικνύεται ότι το ευνοϊκότερο είδος θηράματος είναι το *T. vaporariorum* και ακολουθεί το *M. persicae*, το *M. euphorbiae*, το *A. gossypii*, το *T. urticae*.

Το αρπακτικό αναζητά το θήραμα του φέρνοντας ανάμεσα στους πρόσθιους πόδες του το ρύγχος και σε κάθετη σχεδόν θέση προς τη φυτική επιφάνεια. Κινεί το ρύγχος πάνω-κάτω για να αγγόξει τη λεία του. Σε ταυτόχρονη κίνηση με το ρύγχος το αρπακτικό κινεί τις κεραίες του, οι οποίες έχουν θέση εμπρός. Η διάρκεια της μύζησης του θηράματος είναι μικρή, κυμαίνεται έως μερικά λεπτά. Όταν τελειώσει η διαδικασία η νωτιαία και η κοιλιακή

επιφάνεια έχουν ενωθεί πλήρως και οι πλευρικές επιφάνειες είναι όρθιες. Σύμφωνα με τους Perdikis and Lykouressis (2001-2002) η αρπακτική ικανότητα του *M. pygmaeus* προσδιορίζεται από τον αριθμό των μυζημένων αφιδών έναντι των ζωντανών. Οι Fantinou et. al. (2008) εξέτασαν τη θηρευτική ικανότητα του αρπακτικού σε σχέση με την πυκνότητα ή το μέγεθος του θηράματός τους. Στο πείραμα μελετήθηκε η μέση κατανάλωση αφιδών *M. persicae* όλων των νυφικών σταδίων σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Παρατηρήθηκε ότι το αρπακτικό εγκατέλειπε συχνότερα το θήραμα στις εξής περιπτώσεις: στα μεγαλύτερα νυμφικά στάδια το θήραμα εγκατελειπόταν όταν αυτό είχε αυξημένο μέγεθος καθώς και όταν βρισκόταν σε μη προτιμώμενο νυμφικό στάδιο. Τα αρπακτικά δεν επιδείκνυαν επιλεκτική συμπεριφορά όταν η θερμοκρασία ήταν χαμηλή, θανάτωναν μεγάλο τμήμα των θηραμάτων τους χωρίς απαραίτητως να τα καταναλώνουν. Ωστόσο δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση όταν αυξήθηκε η πυκνότητα του θηράματος. Αντίθετα παρατηρήθηκε συσχέτιση στις ενδιάμεσες πυκνότητες θηράματος που αφορούσε το επίπεδο θερμοκρασίας και το νυμφικό στάδιο του θηράματος.

Το *M. pygmaeus* μπορεί να ολοκληρώσει την ανάπτυξή του σε σημαντικό εύρος θερμοκρασιών από 15-30°C, ενώ στους 27,5°C έχει την μικρότερη διάρκεια νυμφικής ανάπτυξης (Perdikis and Lykouressis, 1999; 2000). Εξαιτίας της ιδιότητας του να εγκαθίσταται μπορεί να αναπτύσσεται και να ωοτοκεί απουσία θηράματος και σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες δύναται νωρίς στην καλλιεργητική περίοδο να χρησιμοποιηθεί για τον βιολογικό έλεγχο αφιδών και αλευρωδών στις καλλιέργειες κηπευτικών. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα μελέτης που αφορούσε την επίδραση της θερμοκρασίας στην εμβρυακή και νυμφική ανάπτυξη καθώς και στην περίοδο προωτοκίας του *M. pygmaeus*, βρέθηκε ότι το κατώτερο όριο θερμοκρασίας για την ανάπτυξη νυμφών του αρπακτικού αυτού είναι 8,74°C και 9,19°C στην παρουσία και 8,21°C και 9,29 °C στην απουσία θηράματος, στην μελιτζάνα έχοντας ως λεία το *M. persicae* και στην τομάτα με λεία το *T. vaporariorum* αντίστοιχα (Perdikis and Lykouressis 2002). Οι Hommes and Horst (2002) για το βιολογικό έλεγχο εντόμων-εχθρών όταν οι θερμοκρασίες είναι γύρω στους 20°C συστήνουν τη χρήση ιθαγενών *M. pygmaeus* της Γερμανίας ενώ για θερμοκρασίες γύρω στους 25°C συστήνουν τη χρήση κάποιας φυλής *M. pygmaeus* προσαρμοσμένης στις κλιματολογικές συνθήκες των Μεσογειακών χωρών.

Το *M. pygmaeus* μπορεί να τρέφεται με φυτικό χυμό αλλά δε φαίνεται να προκαλεί ζημιές στα καλλιεργούμενα φυτά. Επιβεβαιώνεται το συμπέρασμα αυτό από μελέτες που

πραγματοποιήθηκαν και αφορούσαν την εποχιακή εμφάνιση του *M. pygmaeus* σε καλλιέργειες βιομηχανικής και επιτραπέζιας τομάτας, αν και προς το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου οι πληθυσμοί του αρπακτικού αυτού ήταν υψηλοί και παρόλο που οι πληθυσμοί των αφίδων εκείνη την περίοδο κυμαίνονταν σε πολύ χαμηλά επίπεδα, δεν παρατηρήθηκε καμία ζημία ούτε επί των καρπών ούτε και γενικότερα επί των φυτών τομάτας (Lykouressis et. al., 1999-2000).

Τα αρπακτικά *N. tenuis* και *M. pygmaeus* όταν είχαν ήδη εγκατασταθεί σε καλλιέργειες τομάτας, μπορούσαν να μειώσουν τα επίπεδα των προσβολών του *T. absoluta* έως και 75% και 97% αντίστοιχα, συγκριτικά με τους πειραματικούς αγρούς-μάρτυρες (Molla' et. al., 2009).

1.4. Ο υπονομευτής της τομάτας *Tuta absoluta*

Τάξη: Lepidoptera

Υπεροικογένεια: Gelechioidea

Οικογένεια: Gelechiidae

Υποοικογένεια: Gelechiinae

Φυλή: Gelechiini

Γένος: *Tuta*

Είδος: *Tuta absoluta*

Το *T. absoluta* αποτελεί μία από τις σοβαρότερες γεωργικές απειλές για την παραγωγή τόσο των υπαίθριων όσο και των θερμοκηπιακών καλλιεργειών τομάτας σε παγκόσμιο επίπεδο (EPPO, 2006), (**Εικόνα 8**). Το *T. absoluta* περιγράφηκε αρχικά το 1917 από τον Meyrick ως *Phthorimaea absoluta* (Meyrick, 1917), με βάση άτομα που συλλέχθηκαν από το Huancayo στο Περού. Το δείγμα αυτό εκτίθεται στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας του Λονδίνου στο Ηνωμένο Βασίλειο. Η κατάταξη αυτού του είδους έχει αλλάξει τρεις φορές: ο Clarke (1962) άλλαξε το γένος σε *Gnorimoschema* Busck 1900. Το 1967, ο Ronolny, εφαρμόζοντας ταξονομικούς χαρακτήρες βασιζόμενους στα γεννητικά όργανα, τοποθέτησε το είδος στο γένος *Scrobipalpus* Ronolny 1964. Μετά τη διάκριση το γένος μετονομάστηκε **Tuta** (Ronolny, 1987). Οι διεθνείς ονομασίες με τις οποίες συναντάμε το συγκεκριμένο έντομο είναι tomato borer ή tomato leaf miner καθώς και South American tomato pinworm ή South American moth σύμφωνα με τον EPPO (2005).

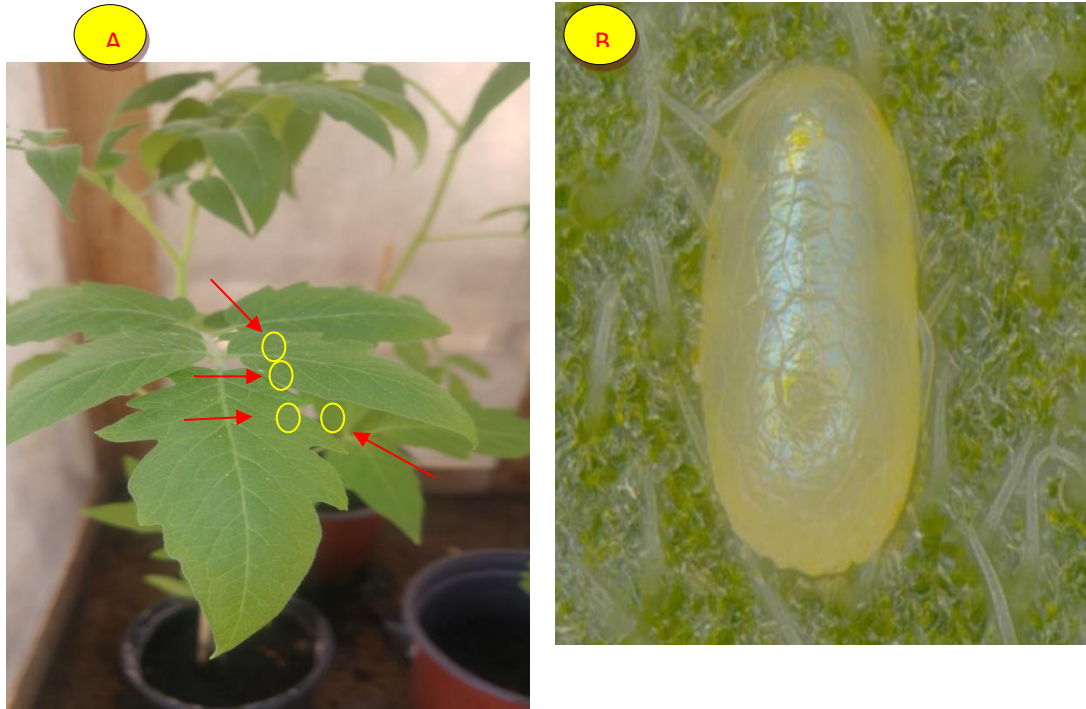


Εικόνα 8. Ενήλικο άτομο (ακμαίο) του *Tuta absoluta*, (www.tutaabsoluta.com).

Μορφολογία

Το *T. absoluta* είναι ένα λεπιδόπτερο, ολομετάβολο έντομο με σταχτοκαφετί χρώμα. Τα στάδια του βιολογικού του κύκλου είναι : α. ωό, β. προνύμφη, γ. νύμφη, δ. ενήλικο έντομο. Ο βιολογικός κύκλος του εντόμου διαρκεί περίπου 30 ημέρες ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν και σε διάρκεια ενός έτους μπορεί να έχει 10 με 12 γενεές ανάλογα με τη διαθέσιμη τροφή.

Σύμφωνα με τον EPPO (2005) τα ωά του *T. absoluta* χαρακτηρίζονται ως μικρά σε μέγεθος με μέσο μήκος 0,35mm και μέσο πλάτος 0,21mm, έχουν σχήμα κυλινδρικό, χρώμα λευκόχρυσο και κρεμώδη υφή (**Εικόνα 9**). Η εναπόθεση των ωών από το ενήλικο έντομο γίνεται συνήθως στην κάτω επιφάνεια του φύλλου του ξενιστή φυτού και η εκκόλαψη διαρκεί 4 έως 5 ημέρες.



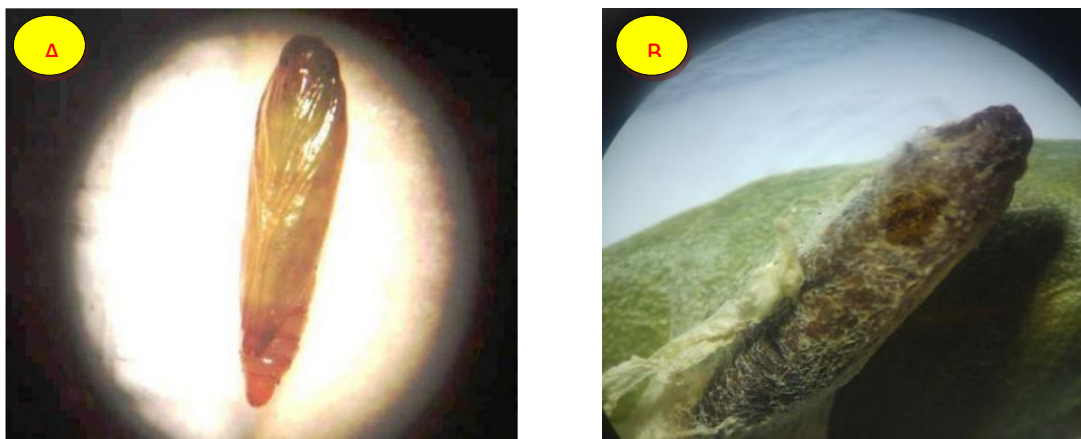
Εικόνα 9. Ωό του *Tuta absoluta* **A, B**, (**A**: Φωτογραφία από το Εργ. Ζωολογίας & Εντομολογίας, Σώτηρας Μ./Ι., (2019) και **B**: Φωτογραφία από το <http://www.nbair.res.in/insectpests/images/Tuta-absoluta24.jpg>).

Η χρονική διάρκεια από το στάδιο της προνύμφης μέχρι το στάδιο της νύμφης, σύμφωνα με τον ΕΡΡΟ (2005), είναι 13 με 15 ημέρες και διακρίνεται σε 4 ηλικίες : L₁, L₂, L₃, L₄, (**Εικόνα 10**). Στην L₁ και L₂ ηλικία η προνύμφη έχει μέσο μήκος 0,8 με 0,9 mm και είναι χρώματος ημιδιάφανου, λευκού κρεμώδους έως κιτρινωπού. Στο L₃ και L₄ έχει μήκος που μπορεί να φτάσει και τα 7,5 mm και χρώματος που ποικίλλει από σκούρο πράσινο έως ρόδινο-πορτοκαλί ανάλογα με τη διατροφή. Σε όλα τα στάδια της προνύμφης το χρώμα της κεφαλής είναι σκούρο καφέ και στον προθώρακα έχει ένα στίγμα χρώματος μαύρου το οποίο διαχωρίζει την κεφαλή από το υπόλοιπο σώμα (ΕΡΡΟ, 2005).



Εικόνα 10. Τα τέσσερα προνυμφικά στάδια του *Tuta absoluta*, (Τσιρίκος Ε., 2016).

Η νύμφη έχει μήκος που κυμαίνεται από 5-6 mm, σχήμα επίμηκες (με το σημείο όπου βρίσκεται η κεφαλή να είναι πιο πλατύ και κατόπιν στενεύει κατά μήκος) και χρώμα από ιριδίζον πράσινο έως χρυσο καστανό (EPPO, 2005), (**Εικόνα 11**). Η χρονική διάρκεια από το στάδιο της νύμφης έως το στάδιο του ακμαίου εντόμου είναι 9 με 11 ημέρες. Οι νύμφες συνήθως προστατεύονται από ένα λεπτό μετάξινο βομβύκιο το οποίο καλύπτεται από τεμαχίδια εδάφους, όταν νυμφώνονται στο έδαφος.



Εικόνα 11. A: Η νύμφη του *Tuta absoluta*, (www.tutaabsoluta.com), B : Η παρασιτισμένη νύμφη του *Tuta absoluta*, (Εργ. Εντομολογίας & Ζωολογίας Σώτηρας Μ./Ι., 2019).

Το ενήλικο έντομο *T. absoluta* , σύμφωνα με τον EPPO (2005), έχει μέσο μήκος 6-7 mm, μέσο άνοιγμα πτερυγών 10 mm, διαθέτει νηματοειδείς κεραίες και φέρει τεφρόγκριζες πτέρυγες. Κηλίδες μαύρου χρώματος εμφανίζονται στις πρόσθιες πτέρυγες, ενώ τα θηλυκά είναι

μεγαλύτερα σε μέγεθος από τα αρσενικά και τα αρσενικά έχουν ελαφρώς πιο σκούρα απόχρωση από τα θηλυκά έντομα (Tropea et. al., 2012).

Βιολογικός κύκλος

Η ωοθεσία των ενηλίκων του *T. absoluta* γίνεται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων, στους βλαστούς και λιγότερο συχνά επάνω στους καρπούς των φυτών - ξενιστών. Αφού εκκολαφθούν, οι νεαρές προνύμφες τρέφονται ορύσσοντας στοές διατρυπώντας τα φύλλα, τους βλαστούς και τους καρπούς. Οι προνύμφες εκκολάπτονται συνήθως πρωινές ώρες, περιπλανιούνται για 5-40 λεπτά, και ξεκινούν τη διαδικασία να ορύσσουν στοές. Οι προνύμφες πρώτης (L_1) και δεύτερης ηλικίας (L_2), τρέφονται ορύσσοντας στοές εντός του φυτού ενώ της τρίτης και τέταρτης ηλικίας αποσύρονται από τις αρχικές τους στοές με σκοπό την εύρεση νέων θέσεων για να τραφούν ορύσσοντας εκ νέου στοές. Οι προνύμφες τρέφονται σχεδόν ακατάπαυστα και δεν διαπαύουν από τη στιγμή που η διαθεσιμότητα της τροφής και οι κλιματικές συνθήκες είναι κατάλληλες. Η νύμφωση λαμβάνει χώρα στο έδαφος κυρίως αλλά και στα φύλλα, σύμφωνα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, και σπανιότερα σε προφυλαγμένες θέσεις όπως στις μασχάλες των φυτών ή στους βλαστούς ή/και στους καρπούς. Τα ενήλικα παραμένουν κρυμμένα κατά τη διάρκεια της ημέρας ανάμεσα στη βλάστηση και δραστηριοποιούνται τη νύχτα (Ναβροζίδης και Ανδρεάδης, 2012). Το *T. absoluta* εμφανίζει νυκτόβια συμπεριφορά (Fernandez and Montagne, 1990; UchoFernandes et. al., 1995).

Ο υπονομευτής της τομάτας *T. absoluta* παρουσιάζει έντονη ικανότητα προσαρμογής σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών. Ο βιολογικός του κύκλος, από ωό έως ενήλικο, ολοκληρώνεται σε 76,3 ημέρες στους 14 °C, σε 31,8 ημέρες στους 19,7 °C, και στις 23,8 ημέρες στους 27,1 °C. Το κατώτερο θερμοκρασιακό όριο ανάπτυξης για τα ωά, τις προνύμφες και τις νύμφες του *T. absoluta* βρέθηκε στους $6,9 \pm 0,5$, $7,6 \pm 0,1$ και $9,2 \pm 1,0$ °C αντίστοιχα. Ο μέσος όρος, συμπεριλαμβανομένων όλων των σταδίων, του κατώτερου ορίου ανάπτυξης είναι $8,2 \pm 0,2$ °C. Σύμφωνα με τα δεδομένα αυτά η θερμική σταθερά για τα ωά, τις προνύμφες και νύμφες είναι $103 \pm 1,4$, $238,5 \pm 0,5$, και $117 \pm 5,3$ ημεροβαθμοί (DD), αντίστοιχα, συνεπώς το έντομο για να ολοκληρώσει την ανάπτυξη του απαιτεί $453,6 \pm 3,9$ ημεροβαθμούς (Barrientos et. al., 1998; Martins et. al., 2016). Το *T. absoluta* εντοπίστηκε σε υπαίθριες καλλιέργειες σε υψόμετρο 1000 m και στο Περού στα 3500 m (Desneux, 2010). Παρατηρήθηκαν 10-12

γενιές/έτος στη νότια Αμερική, με ύπαρξη διαθέσιμης τροφής, εν αντιθέσει με την Αργεντινή που ποτέ δεν έχουν παρατηρηθεί πάνω από 5 γενιές/έτος (EPPO, 2005; Korycinska and Moran, 2009). Οι Sannino and Espinosa (2010) στη Μεσόγειο, παρατήρησαν στην Ιταλία 9 γενιές/έτος, ενώ στην Ισπανία δύναται το έντομο να έχει ακόμα και 13 γενιές/έτος (Vercher et. al., 2010). Διαχειμάζει είτε ως ωό είτε ως νύμφη είτε ως ενήλικο, με συνηθέστερη διαχειμάζουσα μορφή αυτή της νύμφης σε περιοχές με ψυχρότερα κλίματα (Sannino and Espinosa, 2010). Σε περιοχές της Μεσογείου παρατηρούνται ενήλικα ακόμα και ολόκληρο το έτος εξαιτίας του ζεστού κλίματος (Vercher et. al., 2010). Η εξήγηση του φαινομένου αυτού είναι η εκτοθερμική φύση που έχουν τα έντομα διότι οι φυσιολογικές, βιοχημικές και μεταβολικές λειτουργίες τους εξαρτώνται από τη θερμοκρασία (Sgolastra et. al., 2011). Οι μεταβολικές τους λειτουργίες σε χαμηλές θερμοκρασίες μειώνουν τους ρυθμούς ανάπτυξής τους και συνεπώς ο χρόνος ανάπτυξης τους αυξάνεται (Damos and Savoroulou-Soultani 2012).

Αναπαραγωγή

Η χρονική διάρκεια από την εμφάνιση των ενηλίκων έως και τη σύζευξη τους χαρακτηρίζεται πολύ σύντομη, συγκεκριμένα μερικές ώρες για το αρσενικό και για το θηλυκό έως 20-22 ώρες. Συζευγνύονται μια φορά την ημέρα τα θηλυκά και κατά τη διάρκεια της ζωής τους μέχρι και 6 φορές. Οι συζεύξεις του *T. absoluta* παρατηρήθηκαν τις απογευματινές ώρες έως και τη δύση του ηλίου. Η χρονική διάρκεια σύζευξης διαρκεί περίπου 4 -5ώρες. Η επιβίωση των θηλυκών κυμαίνεται από 10 έως 15 ημέρες, ενώ για τα αρσενικά 6-7 ημέρες (Estay, 2000). Τα θηλυκά εκμεταλλευόμενα τις περισσότερες ημέρες επιβίωσης από τα αρσενικά διαθέτουν αρκετό χρόνο για να ωριμάσουν αναπαραγωγικώς έως να εμφανιστούν τα αρσενικά (Fernandez and Montagne, 1990). Ύστερα από τις πρώτες συζεύξεις ο μεγαλύτερος αριθμός ωών εναποτίθεται εντός 7 ημερών. Ένα θηλυκό κατά τη διάρκεια της ζωής του μπορεί να εναποθέσει μέχρι και 260 ωά στους 30°C. Δύναται έως και το 70% των ωών του να τα εναποθέσει από τις απογευματινές ώρες έως και τις πρωινές ώρες λίγο πριν την ανατολή (Ucho-Fernandes et. al., 1995; Martins et. al., 2016). Το θηλυκό τοποθετεί μεμονωμένα ή σε δυάδες ή/και κατά μικρές ομάδες τα ωά του σε νεαρά φύλλα κυρίως (73%), λιγότερο συχνά σε βλαστούς (21%), σε σέπαλα (5%) και σε πράσινους καρπούς (1%) (Estay, 2000).

Συμπτωματολογία

Το φυτό προσβάλλεται από τις προνύμφες του *T. absoluta* σε όλα του τα στάδια, από το στάδιο του σποροφύτου έως και της ωρίμανσης (IRAC, 2011). Η πληθυσμιακή κατανομή του *T. absoluta* επάνω στο φύλλωμα του φυτού είναι άμεσα συνδεδεμένη με το στάδιο ανάπτυξης του εντόμου και με το φαινολογικό στάδιο του ίδιου του φυτού. Οι προνυμφικές στοές συνδέονται με ανεπτυγμένα φύλλα περί το μέσο του ύψους του φυτού, ενώ η ωτοκία του με ανεπτυγμένα φύλλα στην κορυφή του φυτού (Gomide et. al., 2001). Οι συγγραφείς αυτοί θεωρούν πως η εκτίμηση της ζημίας με βάση την καταμέτρηση των ωών στα φύλλα είναι δυνατή. Οι επιλεγμένες θέσεις ωτοκίας πριν την ανθοφορία ήταν κυρίως στην κάτω επιφάνεια νεαρών φύλλων της κορυφής. Μετά την άνθηση δεν παρατήρησαν σημαντικές διαφορές στις θέσεις ωτοκίας συγκριτικά με την άνω και κάτω επιφάνεια των φύλλων, ούτε και στον αριθμό των ωών μεταξύ κορυφής και του μέσου τμήματος του φυτού. Ομοιόμορφη κατανομή εμφανίζουν σε όλα τα φαινολογικά στάδια του φυτού οι πρώτες τρεις προνυμφικές ηλικίες μεταξύ του κορυφαίου και του μέσου τμήματος του φυτού, εν αντιθέσει με τις προνύμφες της τέταρτης ηλικίας (L_4) οι οποίες ισοκατανέμονται σε ολόκληρη την κόμη του φυτού ακόμη και του κατώτερου τμήματός του (Torres et. al., 2001).



Εικόνα 12. Προσβολή καρπού τομάτας από το *Tuta absoluta*, (http://agroselida.blogspot.com/2016/10/blog-post_33.html)

Το φύλλωμα της τομάτας καταστρέφεται με τη διάνοιξη στοών στο μεσόφυλλο (μέσω του οποίου τρέφονται οι προνύμφες) και επηρεάζεται δυσμενώς η φωτοσυνθετική ικανότητα του φυτού. Η δημιουργία στοών σε βλαστούς δεν είναι τόσο συχνή, οι προνύμφες εισέρχονται από την κορυφή του φυτού και διανοίγουν κατά μήκος στοές στους βλαστούς μειώνοντας ή/και αναστέλλοντας την ανάπτυξη του φυτού έως και την πρόκληση της νέκρωσής του, (Εικόνα 13.). Το *T. absoluta* σε όλα τα φαινολογικά στάδια καταστρέφει τους ιστούς του φυτού. Οι καρποί προσβάλλονται από αμέσως μετά την καρπόδεση και οι οπές που δημιουργούν οι προνύμφες δύνανται να προσκαλέσουν και δευτερογενείς προσβολές από

φυτοπαθογόνους μικροοργανισμούς, (Εικόνα 12Α.). Οι προνύμφες δύναται να εισέλθουν εντός των καρπών ακριβώς κάτω από τα σέπαλα, συνεπώς η διαδικασία της αρχικής εκτίμησης της προσβολής των καρπών να είναι πολύ δύσκολη, (Εικόνα 12Β.). Σημαντικό πρόβλημα αποτελεί η καταστροφή του κορυφαίου μεριστώματος σε νεαρά φυτά, που σηματοδοτεί και την αναστολή της ανάπτυξής τους. Οι προσβολές των καρπών μειώνουν όχι μόνο την επιθυμητή εμφάνισή τους αλλά και την εμπορική αξία τους. Οι μετασυλλεκτικές προσβολές δύναται να φέρουν ως αποτέλεσμα την απόρριψη μεγάλων φορτίων τομάτας (Desneux et. al., 2011). Το *T. absoluta* μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα σε τομάτες με προορισμό είτε την απευθείας κατανάλωση τους είτε τη μεταποίηση και μπορεί να προκαλέσει απώλειες ύψους 80-100% (Lopez 1991; Arablaza 1992).



Εικόνα 13. Προσβολή βλαστού τομάτας από το *Tuta absoluta*, (www.tutaabsoluta.com.)

1.4.1. Εφαρμογή του *Macrolophus pygmaeus* και του *Nesidiocoris tenuis* για την αντιμετώπιση του *Tuta absoluta*

Μελέτες έδειξαν ικανοποιητικό ποσοστό κατανάλωσης και ανάπτυξης των αρπακτικών *N. tenuis* και *M. pygmaeus* με προτίμηση στις προνύμφες του *T. absoluta* ενώ μικρότερη στα ωά *T. absoluta* (Lins et. al. 2014; Naselli et. al., 2016; Sharifian et. al. 2016). Σε αντίστοιχες μελέτες παρατηρήθηκε ότι είτε αρσενικά είτε θηλυκά των θηρευτών ήταν σε θέση να καταναλώσουν περισσότερα από 30 ωά *T. absoluta* καθημερινά. Αυτές οι τιμές υπερβαίνουν εκείνες που έχουν αναφερθεί αντιστοίχως σε παρόμοιες μελέτες όπου τα αρπακτικά κατανάλωναν ωά λεπιδόπτερων άλλων ειδών, όπως τα *Heliothis armigera* (Esper) ή *Chrysodeixis chalcites* (Esper) (Lepidoptera: Noctuidae) (περίπου 20 ωά) (Devi et. al. 2002). Αυτές οι διαφορές θα

μπορούσαν να αποδοθούν στο μικρότερο μέγεθος ωών του *T. absoluta* [μήκος 0,36 mm και διάμετρος 0,22 mm (EPPO 2006)], σε σύγκριση με τα ωά Noctuidae, τα οποία είναι περίπου 0,5 mm σε διάμετρο (Nurindah et. al., 1999). Η κατανάλωση προνυμφών αυξήθηκε όταν προσφέρθηκαν προνύμφες πρώτων ηλικιών (περίπου 2 προνύμφες / ημέρα). Οι Arno et. al. (2003) αναφέρουν ότι το *M. caliginosus* κατανάλωνε περίπου 2,6 προνύμφες του *L. trifolii* δεύτερης και τρίτης ηλικίας/ ημέρα. Αυτό μπορεί να ερμηνεύεται από το γεγονός ότι οι προνύμφες πρώτης και δεύτερης ηλικίας του *T. absoluta* έχουν παρόμοιο μέγεθος με τις προνύμφες δεύτερης και τρίτης ηλικίας του *L. trifolii*.

Τα αρπακτικά *N. tenuis* και *M. pygmaeus* όταν είχαν ήδη εγκατασταθεί σε καλλιέργειες τομάτας, μπορούσαν να μειώσουν τα επίπεδα των προσβολών έως και 75% και 97% αντίστοιχα, συγκριτικά με τους πειραματικούς αγρούς-μάρτυρες (Molla et. al., 2009). Το αναπαραγωγικό δυναμικό του *M. pygmaeus* έχοντας αποκλειστική τροφή το *T. absoluta* σε φυτά τομάτας (σε εργαστηριακές συνθήκες) είναι χαμηλό και δεν ήταν ικανό να οδηγήσει σε σταθερή εγκατάσταση πληθυσμών του, σύμφωνα με τους Mollá et. al. (2014). Αντίστοιχες παρατηρήσεις σημειώθηκαν σε πειραματικούς αγρούς σε θερμοκήπια (Bompard et. al., 2013). Στη Σαρδηνία, σε θερμοκήπια βρήκαν πως η εβδομαδιαία απελευθέρωση 2 *M. pygmaeus* / m² κατάφερε να μειώσει σημαντικά τις πυκνότητες πληθυσμών του *T. absoluta* (Nannini et. al., 2012). Αντίστοιχες εξαπολύσεις 1-2 ενηλίκων *M. pygmaeus* / m² έχουν πραγματοποιηθεί σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες στην Βορειο-Ανατολική Ισπανία που το *T. absoluta* προκαλεί σημαντικές απώλειες (Urbaneja et. al., 2012). Το *M. pygmaeus* και το *N. tenuis* χρειάζονται ως τροφή τα ωά *E. kuehniella* σε καλλιέργειες μαζικής παραγωγής και θα είναι χρήσιμο για τους ερευνητές και τους εμπορικούς παραγωγούς να βελτιστοποιούν την καθημερινή απαίτηση σε ωά-θηράματα για την επιτυχημένη εγκατάσταση τους. Η ερμηνεία της σχέσης αρπακτικών-θηραμάτων αποτελεί κύριο στόχο του βιολογικού ελέγχου των επιβλαβών οργανισμών και ένας σημαντικός παράγοντας αυτής της σχέσης είναι ο ρυθμός τροφοδότησης των θηρευτών με το θήραμα (Sharifian et. al., 2016). Σύμφωνα με τους Trottin-Caudal et. al. (2012), το *M. pygmaeus* δύναται να απελευθερωθεί πρώιμα στις καλλιέργειες με εφαρμογή σκευασμάτων με ωά *E. kuehniella*, για την πρώιμη και επιτυχημένη εγκατάσταση των πληθυσμών. Οι Perdikis et. al. (2015), έδειξαν ότι για την επιτυχημένη εγκατάσταση του *N. tenuis*, η εξαπόλυση του στο φυτώριο δίνει σημαντικό πλεονέκτημα και για την επιτυχημένη εγκατάσταση του κατά τη μεταφύτευση των φυτών στον αγρό.

Αξίζει να σημειωθεί ότι σε απουσία θηραμάτων, προκαλεί μικρή πιθανότητα ζημιάς στο φυτό (Arnó et. al., 2006; Perdikis et. al., 2009). Με τους Arnó et. al., (2006) και Perdikis et. al., (2009) συμφωνούν και οι Calvo et. al. (2009) οι οποίοι έδειξαν ότι πέρα από τις ζημιές που μπορούν να προκληθούν και σε νεαρή βλάστηση δημιουργώντας νεκρωτικούς δακτυλίους με την αύξηση της θηράματος τα συμπτώματα μειώνονται σημαντικά. Η συμπεριφορά της ζωοφυτοφαγίας των αρπακτικών *N. tenuis* επηρεάζεται από την ύπαρξη, την πυκνότητα, τη διατροφική αξία, την ποικιλία των θηραμάτων καθώς και από τις θερμοκρασιακές συνθήκες.

Αποτελέσματα για τον ενδοσυντεχνιακό ανταγωνισμό μεταξύ των δύο Miridae, μόνο στην απουσία θηραμάτων ανέφεραν ελάχιστες αρνητικές συνέπειες στην επιβίωση νεαρών νυμφών κυρίως του *M. pygmaeus*. Τα θηλυκά των δύο ειδών όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμοι πληθυσμοί θηραμάτων και έρχονται σε επαφή μεταξύ τους, καταλαμβάνουν διαφορετικά μέρη επί του φυτού, με το *N. tenuis* να συναντάται στο κορυφαίο τμήμα και το *M. pygmaeus* λίγο πιο κάτω (Perdikis et. al., 2014).

1.5. Φυτά-ξενιστές και είδη φυτικής τροφής

Θετικά αποτελέσματα έχει η ζωοφυτοφαγία καθώς το *M. pygmaeus* και το *N. tenuis* μπορεί να επιβιώσουν και να αναπτυχθούν στις περιπτώσεις απουσίας θηράματος-θηράματος (Perdikis and Lykouressis, 2000; De Puyssseleyr, 2013). Το φυτό προσφέρει το απαραίτητο νερό αλλά και τα θρεπτικά υλικά που είναι χρήσιμα για την ανάπτυξη και την ενηλικίωση των εντόμων, όμως αυτό επιτυγχάνεται μόνο σε συγκεκριμένα φυτικά είδη, ή/και με συγκεκριμένες τροφές φυτικής προέλευσης (Lucas and Alomar, 2001).

Σύμφωνα με τους El-Desouki et. al. (1976) και τους Lykouressis et. al. (2000), στο *M. pygmaeus* και στο *N. tenuis* έχει καταγραφεί η κοινή τους παρουσία σε διάφορα αυτοφυή φυτά-ξενιστές είδη της οικογένειας Solanaceae καθώς και στο *Ecballium elaterium* (Cucurbitaceae). Συγκεκριμένα έχουν εντοπιστεί σε αυτοφυή φυτά-ξενιστές *Dittrichia viscosa* (Asteraceae) και *Solanum nigrum* (Solanaceae) (Alomar et. al., 1994). Όσον αφορά το εύρος των ξενιστών, η φυλή Dicyrhiini παρουσιάζει προτίμηση σε φυτά που διαθέτουν αδενώδη και κολλώδη τριχώματα και η πλειονότητα από αυτά τα είδη ανήκουν στις οικογένειες Solanaceae, Lamiaceae, Geraniaceae (Tavella and Goula, 2001; Ingegno et. al., 2008). Το *N. tenuis* συναντάται στο *D. viscosa*, στο *S. nigrum* (Alomar et. al. 1994), στο *E. elaterium* στην Πελοπόννησο (Lykouressis et. al. 2000). Τα *Calendula officinalis*, *Salvia officinalis*, *Parietaria*

officinalis, *Capsicum annuum*, *Solanum lycopersicum*, *Solanum nigrum*, έχουν καταγραφεί ως φυτά-ξενιστές του *M. pygmaeus*. Αποτελέσματα σε συνθήκες εργαστηρίου με ολφακτομετρικές μετρήσεις έδειξαν ότι το φυτό *P. officinalis* ήταν το λιγότερο ελκυστικό συγκριτικά με τα υπόλοιπα φυτά-ξενιστές που αναφέρθηκαν (Ingegno 2011).

Σύμφωνα με τους Perdikis and Lykouressis (1997), (1999), (2000), Tavella and Arzone (1996) έχει βρεθεί πως είδη *Macrolophus* μπορούν να αναπτυχθούν όταν τους προσφέρονται φύλλα : τομάτας, μελιτζάνας, πιπεριάς, αγγουριάς, και φύλλα κουκιού, καρπουζιού και φασολιού. Οι νύμφες μπορούν να ενηλικιωθούν τρεφόμενες αποκλειστικά με φυτικούς χυμούς και μάλιστα με ικανοποιητικό ποσοστό επιβίωσης (Perdikis and Lykouressis 2000; 2004; Lykouressis et. al. 2008). Η ενηλικίωση τους όμως όταν τους προσφέρονται ως τροφή φύλλα κινέζικου λάχανου, λάχανου, λάχανου Βρυξελλών είναι αδύνατη (Hatherly et. al., 2009). Οι Torreno and Megallona (1994), έδειξαν ότι η αναπαραγωγική ικανότητα και η μακροβιότητα του *N. tenuis* ήταν μεγαλύτερη όταν είχε τραφεί με φυτικό χυμό από φύλλα καπνού και παράλληλα με προνύμφες λεπιδοπτέρων σε σχέση με αποκλειστική τροφή το φυτικό χυμό. Οι Libutan and Bernardo (1995) σε συναφή μελέτη παρατήρησαν ότι η διάρκεια ανάπτυξης του *N. tenuis* ήταν μικρότερη όταν τράφηκε με ωά λεπιδοπτέρων συγκριτικά με το φυτικό χυμό ως αποκλειστική τροφή. Συμπερασματικά από μελέτες επιβεβαιώνεται ότι η διάρκεια ανάπτυξης των εντόμων ήταν μεγαλύτερη με αποκλειστικά φυτική διατροφή και το μέγεθος των ενηλίκων ήταν μικρότερο, σε αντίθεση όμως με τις περιπτώσεις παρουσίας θηράματος.

Έχουν εντοπιστεί ενήλικα *M. pygmaeus* σε άνθη του *E. elaterium* και αρκετές φορές σε άνθη πιπεριάς. Παρατηρήθηκε από τον Perdikis (1999) σε τρυβλία ότι το έντομο δύναται να αναπτυχθεί πλήρως με πρόσθετη τροφή γύρης μελισσών αλλά και με στήμονες πλήρως ανθισμένου *E. elaterium* , χωρίς την προσθήκη άλλης φυτικής προέλευσης τροφής ή θηραμάτων. Οι Urbaneja et. al. (2012) παρατήρησαν ότι η προσθήκη ζάχαρης θα μπορούσε να υποκαταστήσει τα ωά του *E. kuehniella* για την εγκατάσταση του *N. tenuis* σε καλλιέργεια αποτελέσματος εισηγείται την πιθανή αποτελεσματικότητα των φυσικών σακχάρων όπως το νέκταρ και τα μελιτώματα.

1.5.1. *Dittrichia viscosa* (Asteraceae)

Το *Dittrichia viscosa* (L.) W. Greuter (*Inula viscosa* (L.) Aiton) (Asteraceae) είναι γνωστό με πολλά ονόματα όπως μεγάλη ακονυζιά, ψίλυθρο, ψυλλήθρα, κόνουζα, ίνουλα, κονυζιά κ.ά, (Εικόνα 14). Προέρχεται από χώρες της λεκάνης της Μεσογείου αλλά συναντάται επίσης και

σε άλλες ηπείρους που έχουν ζεστό κλίμα. Είναι θαμνώδες πολυετές φυτό με κολλώδη βλαστό μήκους 40-100 cm. Τα φύλλα έχουν έντονες εγκολπώσεις με πυκνό τρίχωμα και κολλώδεις εκκρίσεις, το σχήμα τους είναι λογχοειδές και οξυκατάληκτα. Την περίοδο του Αυγούστου - Νοεμβρίου ανθίζει και οι ταξιανθίες του φέρουν κίτρινο χρώμα. Ο πολλαπλασιασμός του επιτυγχάνεται κυρίως με σπόρο, ο τρόπος αυτός του επιτρέπει την γρήγορη διάδοση και εγκατάσταση του σε μεγάλες εκτάσεις (CRC Australian Weed Management, 2003). Φύεται σε πετρώδεις περιοχές, πρανή δρόμων, και σε εκτάσεις που δεν καλλιεργούνται και δεν μπορούν να δεχθούν καλλιεργητική φροντίδα. Εγκαθίσταται εύκολα και γρήγορα σε πυρόπληκτες περιοχές. Η υγρασία βοηθά στην ανάπτυξη του καθώς και η εγκατάσταση του σε αμμώδη και αμμοπηλώδη εδάφη (Meikle, 1977; 1985).



Εικόνα 14. Η μεγάλη ακουζιά *Dittrichia viscosa*,
(http://www.flowersinisrael.com/inulaviscosa_page.htm)

Διαθέτει αλληλοπαθητικές ιδιότητες εξαιτίας των αλκαλοειδών που εκκρίνει και παρεμποδίζει την εγκατάσταση και εξάπλωση άλλων φυτών σε σημεία γειτονικά στις περιοχές που έχει ήδη εγκατασταθεί. Διαθέτει έντονη οσμή και συμπεριλαμβάνεται στα μελισσοκομικά και φαρμακευτικά φυτά. Χρησιμοποιούνταν ως αφέψημα στην αρχαιότητα με σκοπό να καταπραΰνει μυϊκούς πόνους. Αναφέρεται σε μελέτες ότι διαθέτει εντομοκτόνες ιδιότητες.

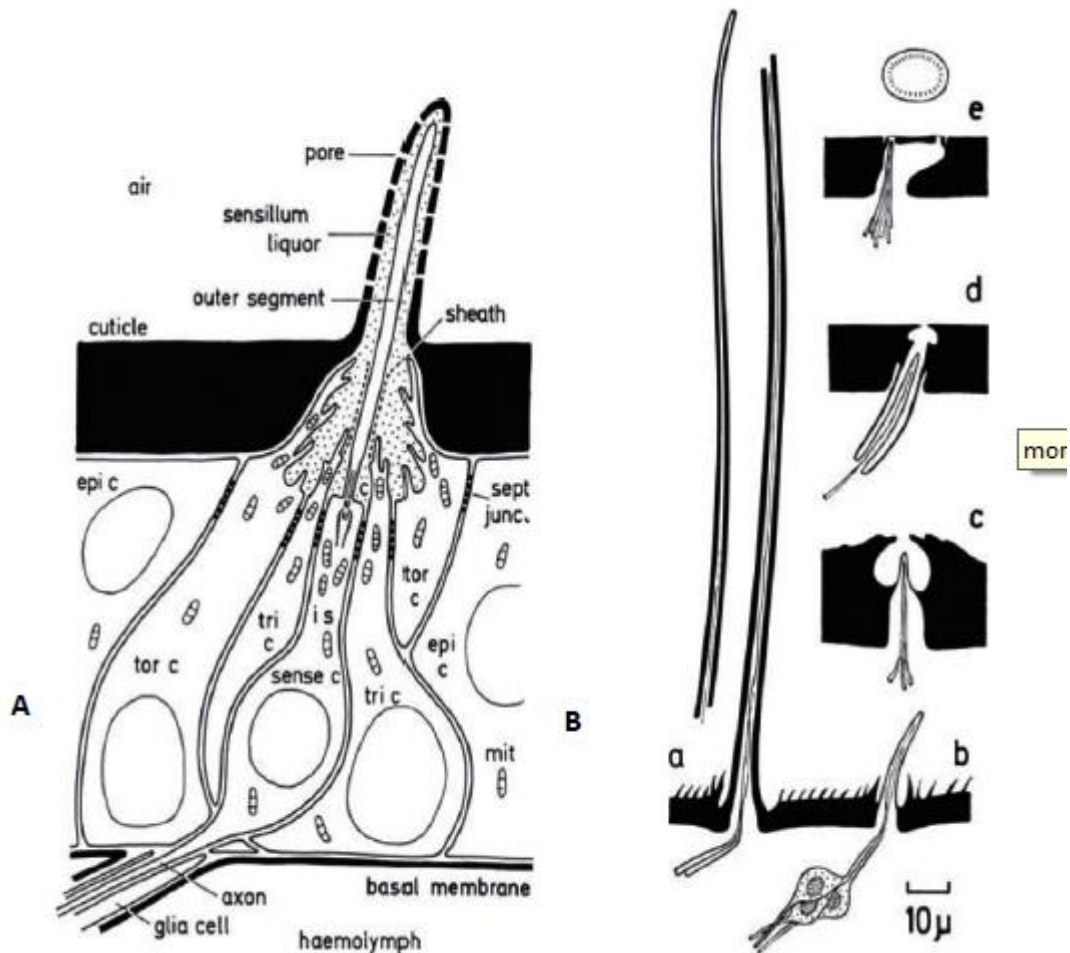
1.6. Τα αισθητήρια συστήματα οσφρητικής απόκρισης στα Miridae

Τα έντομα έχουν αναπτύξει το οσφρητικό σύστημα τους για να μπορούν να αντιλαμβάνονται, να διακρίνουν και να ξεχωρίζουν τα διάφορα χημικά ερεθίσματα από το περιβάλλον τους. Παρατηρήθηκε για πρώτη φορά από το Mayer (1968) η οσφρητική απόκριση εντόμου, του *Triatoma infestans* (Klug) (Hemiptera: Reduviidae), στην ανθρώπινη αναπνοή. Το *Oncopeltus fasciatus* (Dallas) (Lygaeidae, Hemiptera), φέρει κύτταρα με οσφρητικούς υποδοχείς στις κεραίες, τα οποία ανταποκρίνονται σε οσμές φυτών ξενιστών (Pantie and Feir, 1976). Το *M. pygmaeus* φέρει στις κεραίες του πολλά είδη αισθητήριων οργάνων που έχουν σχέση με την ανίχνευση φυτικών πτητικών ενώσεων. Σε ολφακτομετρικές μελέτες βρέθηκε ότι μέσω των κεραιών τους δύναται να ξεχωρίσουν ρεύματα αέρα που αφορούν υγιή και προσβεβλημένα φυτά (Moayeri et. al. 2007, Ingegno et. al. 2011). Ίσως αποτελεί πιθανή εξήγηση για το αρκετά μεγάλο μήκος των κεραιών κάποιων εντόμων η αυξημένη επιφάνεια που είναι διαθέσιμη για αισθητήρια όργανά τους. Πιθανό υποστηρικτικό επιχείρημα για τα προαναφερθέντα αποτελεί το *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvis) (Hemiptera: Miridae) διότι τα ενήλικά του εξαρτώνται σημαντικά από αυτά τα αισθητήρια όργανα για να καταφέρουν να συζευχθούν και να εντοπίσουν κατάλληλες θέσεις ωοτοκίας αλλά και φυτά-ξενιστές. Σε αντίθεση, οι νύμφες του εντόμου διαθέτουν μικρότερου μήκους κεραίες και με λιγότερα αισθητήρια κάτι που πιθανότατα οφείλεται στο ότι δε χρειάζεται να αναζητήσουν θέσεις ωοτοκίας ή/και να συζευχθούν. Σύμφωνα με τους Schneider (1964), Slifer (1970) και Zacharuk (1980), τα περισσότερα έντομα που φέρουν μακρύτερα τμήματα βάσεων στις κεραίες τους διαθέτουν και λιγότερα αισθητήρια τμήματα συγκριτικά με τα περιφεριακά τμήματα τα οποία φέρουν περισσότερα είδη αισθητήριων οργάνων.

1.6.1. Χαρακτηριστικά των οσφρητικών αισθητηρίων

Τα οσφρητικά κύτταρα των κεραιών, αποτελούν μια σημαντική κατηγορία αισθητηρίων κυττάρων. Τα κυτταρικά σώματα αποτελούν κομμάτι του επιθηλίου της κεραίας και μέσω του άξονος του νευρώνα τους συνδέονται με τον δευτερεγκέφαλο ή δευτεροσέρβερο του εντόμου. (Steinbrecht, 1969a). Ο περιφερικός δενδρίτης των οσφρητικών αισθητήριων κυττάρων βρίσκεται εντός των οσφρητικών τριχών που είναι εκτεθειμένες στον αέρα. Τα τριχίδια μαζί με το σύνολο των αισθητήριων κύτταρων στη βάση τους, αποτελούν τα αισθητήρια όργανα των κεραιών (sensilla) (Henke & Ronsch, 1951). Η εξωτερική μορφολογία των δερμικών κομματιών των οσφρητικών αισθητηρίων της κεραίας ποικίλει, στα διάφορα είδη εντόμων αλλά και πάνω στην ίδια την κεραία. Συγκεκριμένα οι πιο ευαίσθητες σε ερεθίσματα κεραίες έχουν λεπτές και επιμήκεις τρίχες ακόμα και με μήκος εκατοντάδων μικρών ,τα τριχοειδή αισθητήρια(sensilla trichodea). Οι τρίχες αυτές δίνουν στα έντομα ένα μεγαλύτερο δυναμικό «φιλτραρίσματος» μορίων, σε σχέση με άλλες πολύ μικρότερες σε μήκος αισθητήριες τρίχες που υπάρχουν στην κεραία (τα sensilla basiconica). Στα οσφρητικά αισθητήρια είναι ενσωματωμένο εξωτερικά ένα σύστημα πόρων που θεωρείται πως αποτελεί τη διαδρομή εισόδου των μορίων του αέρα, προς την οσφρητική τρίχα (Adam & Delbruck, 1968.), (Εικόνα 15.). Οσφρητικές τρίχες με μεγάλη επιφάνεια έχουν συνήθως στη βάση τους 1-3 αισθητήρια κύτταρα, ενώ μικρότερης επιφάνειας αισθητήρια όργανα, έχουν συνήθως ακόμα και 30 αισθητήρια κύτταρα στη βάση τους. Απο ερευνητικές ηλεκτροφυσιολογικές εργασίες έχει αποδειχθεί πως τα διαφορετικά κύτταρα στο ίδιο αισθητήριο όργανο έχουν και ένα διαφορετικό φάσμα αναγνώρισης οσμών, ανάλογα με τους υποδοχείς τους.(Schneider et. al. 1964; Kaissling & Renner,1968) . Τα περισσότερα οσφρητικά κύτταρα θεωρούνται «εξειδικευμένα». Σε αυτά τα εξειδικευμένα κύτταρα ανήκουν π.χ κύτταρα με υποδοχείς σεξουαλικών φερομονών, με υποδοχείς τροφικών ερεθισμάτων, καθώς και υποδοχείς

διοξειδίου του άνθρακα και υγρασίας .Πολλοί διαφορετικοί τύποι τέτοιων κυττάρων γίνεται να συνυπάρχουν σε μία κεραία αλλά ακόμα και στο ίδιο αισθητήριο.(Kaissling 1971).



Εικόνα 15. Σχέδιο ενός οσφρητικού αισθητηρίου, με ένα (sense c) αίσθητήριο κύτταρο και δύο διαπλαστικά (tri c, tor c). epi c= κύτταρο επιθηλίου, is= εσωτερικό διάφραγμα του δενδρίτη του αισθητηρίου κυττάρου, mit=μιτοχονδρία. **B:** Τύποι οσφρητικών αισθητηρίων a) sensillum trichodeum, b) sensillum basiconicum, c) sensillum soeloconicum d) sensillum ampullaceum, e) sensillum placodeum. (πτυχιακή μελέτη Χαρβαλάκης Γ. , 2019)

Στη διατροφή των εντόμων εξελίχθηκαν τα οσφρητικά συστήματα που συμμετέχουν, στον τύπο ανίχνευσης εξωτερικών φυτικών σημάτων για τον προσανατολισμό και την αποδοχή του φυτού ξενιστή (αισθητήρια κεραιών) και στον τύπο αναγνώρισης εσωτερικών φυτικών σημάτων για τον έλεγχο του σημείου διατροφής στους ιστούς του φυτού (αισθητήρια στυλέτου). Τα έντομα είναι πιθανόν ότι δύνανται να αντιληφθούν οσφρητικά, γευστικά, και μηχανικά σήματα. Η λειτουργικότητα των κεραιών των εντόμων είναι για τον προσανατολισμό τους σε φυτά-ξενιστές αλλά και για την εξερεύνηση της επιφάνειας στην οποία τα έντομα καταφτάνουν. Υπάρχει βέβαια, μεγάλη ποικιλότητα στα αισθητήρια συστήματα των εντόμων μεταξύ των διαφόρων τάξεων και υποτάξεων και συγκεκριμένα μεταξύ των Ετερόπτερων και των άλλων Ημιπτέρων. Τα Heteroptera θεωρείται πως έχουν

μεγαλύτερη ευαισθησία, εξαιτίας των μεγαλύτερων κεραιών τους, συγκριτικά με τα Ημίπτερα. Σύμφωνα με τους Visser (1986) και Christensen and Hildebrand (2002) οι λειτουργίες των οσφρητικών υποδοχέων και του κεντρικού νευρικού συστήματος για τη διαδικασία ανίχνευσης του φυτού ξενιστή είτε του εντόμου θηράματος, περιέχουν αρκετά βήματα.

1.6.2. Τρόπος λειτουργίας των αισθητηρίων

Οι υδρόφοβες αρωματικές ουσίες επιβάλλεται να προσπελάσουν την υδατώδη λέμφο των αισθητήριων υποδοχέων για να ενεργοποιηθούν οι οσφρητικοί νευρώνες. Σε μεγάλες ποσότητες στη λέμφο των αισθητήριων υποδοχέων βρίσκονται οι ευδιάλυτες πρωτεΐνες πρόσδεσης-αρωματικών ουσιών (Odorant-Binding Proteins, OBPs) οι οποίες είναι στενά συνδεδεμένες με τη διαδικασία της διάλυσης και της μεταφοράς λιπόφιλων ουσιών από τη λέμφο των αισθητηρίων μέχρι τους οσφρητικούς υποδοχείς στις δενδριτικές μεμβράνες των οσφρητικών νευρώνων (Kaissling et. al., 1991; Van denBerg and Ziegelberger, 1991; Pelosi et. al., 2006; Leal, 2012; Kaissling, 2013). Έχει μελετηθεί η έκφραση των OBPs σε διαφορετικούς τύπους αισθητήριων κεραιών καθώς και η σχέση της έκφρασης αυτής με τα ευαίσθητα σε φερομόνες τριχοδειδή αισθητήρια (sensila trichodea) (Steinbrecht et. al., 1995; Shanbhag et. al., 2001; Zhang et. al., 2001). Οι Liu et. al., (2010) παρατήρησαν ότι τα επίπεδα της έκφρασης των OBP έχουν σχέση και με τα επίπεδα διατροφής των εντόμων, συγκεκριμένα αυξάνονται σε περιπτώσεις νηστείας των εντόμων τα επίπεδα της μεταγραφής των γονιδίων για τις πρωτεΐνες αυτές. Συνεπώς τα είδη των αισθητηρίων που υπάρχουν στις κεραιές των εντόμων είναι πολλά, έτσι εκτός από το ρόλο της αναγνώρισης και της διάκρισης ουσιών, μεταφέρουν και τα υδρόφοβα μόρια στους οσφρητικούς υποδοχείς με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ευαισθησία του οσφρητικού τους συστήματος (Leal, 2012).

Στο εσωτερικό του εγκεφάλου των εντόμων, οι εσωτερικές διεργασίες που διεξάγονται δεν είναι ακόμη πλήρως κατανοητές, όμως οι αποφάσεις που εκτελούνται ως αποτέλεσμα της λήψης των πληροφοριών που λαμβάνουν από το οσφρητικό σύστημα, δύναται εμμέσως να κατανοηθούν (Bruce et. al., 2005; Guerrieri et. al., 2005). Εφαρμόστηκε η χρήση των τεχνικών του αέριου χρωματογράφου και ηλεκτροαντενογραφήματος (GC-EAG) σε αρκετές μελέτες, όμως οι τεχνικές EAG υποδεικνύουν ότι το έντομο αντιλαμβάνεται τις πτητικές ενώσεις χωρίς όμως να είναι απαραίτητο πως θα αντιδράσει μέσω κάποιας απόκρισης-επιλογής, που να έχει ενδιαφέρον. Οι Silbering et. al. (2008) υποστηρίζουν ότι τα αισθητήρια συστήματα των εντόμων είναι τα πρωτεύοντα φίλτρα των εξωτερικών ερεθισμάτων του άμεσου

περιβάλλοντος τους. Συνεπώς, είναι αδύνατον να μπορεί να αντιλαμβάνεται όλα τα πτητικά μόρια ένα είδος εντόμου παρά μόνο τα πτητικά μόρια που δίνουν πληροφορίες στο έντομο (Visser 1986). Από τους Ingegno et. al. (2011), (2013), τους Moayeri et. al. (2007) και τους Sanchez et. al. (2004) πραγματοποιήθηκαν μελέτες με οσφρητικές (ολφακτομετρικές) αποκρίσεις πολλαπλών επιλογών έτσι ώστε να εκτιμηθεί η προτίμηση των φυτών ξενιστών αρκετών ειδών της φυλής Diciphini όπως τα *D. errans*, *D. hesperus*, και *M. pygmaeus*.

1.6.3. Σχέσεις μεταξύ φυτών, φυτοφάγων εντόμων και των θηρευτών τους.

Κάθε είδος έχει αναπτύξει υψηλά εξειδικευμένες στρατηγικές άμυνας και επίθεσης εξαιτίας του διαρκούς ανταγωνισμού για επιβίωση μεταξύ των φυτών, των φυτοφάγων εντόμων και των φυσικών εχθρών τους (Reddy and Guerrero, 2010). Τα φυτά εξέλιξαν μηχανισμούς εναντίον δυνητικών φυτοφάγων εχθρών τους με μεγάλη πολυπλοκότητα λόγω των πολλαπλών αλληλεπιδράσεων τους με φυτοφάγα είδη (Poelman et. al., 2008; Dicke et. al., 2009). Μέσω ενός χημικού τριτροφικού επιπέδου οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ φυτοφάγων εντόμων, των φυτών ξενιστών τους καθώς και των φυσικών εχθρών τους γίνονται πιο εύκολα κατανοητές (Tarifa et. al., 2010).

Σύμφωνα με τους Inbar and Erling (2008), μεταξύ των παραγόντων που επηρεάζουν τη συμπεριφορά ανίχνευσης των θηρευτών (ή παρασιτοειδών), περιλαμβάνονται το περιβάλλον, η καλλιέργεια, τα χαρακτηριστικά των φυτών ξενιστών, αλλά και τα ίδια χαρακτηριστικά αυτών. Κατά τη διαδικασία της ανίχνευσης ο θηρευτής έρχεται σε επαφή με μια ποικιλία σημάτων και ερεθισμάτων, τα περισσότερα από αυτά είναι έμμεσα και σχετίζονται και με την απόσταση των ξενιστών. Τα χημικά ερεθίσματα σε μεγάλες αποστάσεις δίνουν μόνο την πληροφορία της διαθεσιμότητας ενός περιβάλλοντος καθώς και την πιθανότητα ύπαρξης των κατάλληλων φυτών-ξενιστών ή ακόμα και των θηραμάτων τους. Όταν πλησιάζουν οι θηρευτές τα φυτά-ξενιστές, λαμβάνουν διαφορετικά σημειοχημικά ερεθίσματα π.χ. από την παρουσία και δραστηριότητα των ξενιστών, από τα τραυματισμένα φυτά, κ.α. τα οποία τους δίνουν ένα πολύ πιο άμεσο και ασφαλές σήμα για την τοποθεσία και τη διαθεσιμότητα του ξενιστή τους (Dixon 2000; Orpenheim and Gould 2002; De Boer and Dicke 2006). Ο φυσικός εχθρός, εκμεταλλεύεται τα σημειοχημικά και τα οπτικά ερεθίσματα και μεγιστοποιεί την επιτυχία της αναζήτησης του. Οι Dicke (1994) και Dicke and Loon (2000) παρατήρησαν ότι θηρευτές εκμεταλλεύονται τις εναλλαγές στο πτητικό προφίλ των φυτών μετά από την προσβολή αυτών από τα φυτοφάγα έντομα με σκοπό τον εντοπισμό

των κατάλληλων θηραμάτων. Τα πτητικά των φυτών αποτελούν τα ερεθίσματα που λαμβάνουν τα φυτοφάγα έντομα τα οποία μεσολαβούν στη σχέση μεταξύ θηράματος και θηρευτή (Reddy et. al. 2002; Hatano et. al. 2008). Οι φυσικοί εχθροί όμως, πιθανόν να έχουν και την ικανότητα συνειρμικής μάθησης και να αναγνωρίζουν τους συνδυασμούς χημικών ή/και οπτικών ερεθισμάτων, προκειμένου να μεγιστοποιήσουν την επιτυχία αναζήτησης της τροφής (Costa and Reeve, 2011; Reddy and Raman, 2011). Μελέτες έδειξαν διαφορές στις εκπομπές των πτητικών ουσιών φασολιών μηχανικά τραυματισμένων σε σχέση με αυτά με τραυματισμούς από φυτοφάγα είδη (Shimoda et. al. 2002; Mithofer et. al. 2005). Οι Shiojiri et. al. (2000) και οι Reddy et. al. (2002), όπως και οι περισσότερες σχετικές έρευνες, υποστηρίζουν ότι το φυτό σε αυτά τα τριτροφικά επίπεδα διαδραματίζει το σημαντικότερο ρόλο στις χημικές αλληλεπιδράσεις.

Οι διατροφικές συνήθειες των ζωοφυτοφάγων εντόμων έχουν χαρακτηριστικά που σχετίζονται με φυτοφάγα όσο και με τα αυστηρώς ζωοφάγα έντομα, με αποτέλεσμα να αποκρίνονται σε πτητικά που εκπέμπονται, τόσο από υγιή όσο και από προσβεβλημένα φυτά (Ingegno et. al. 2011; Lins et. al. 2014). Τα ζωοφυτοφάγα Miridae, όπως και τα φυτοφάγα έντομα διαθέτουν περιορισμένο εύρος φυτών-ξενιστών. Η θρεπτική αξία από τη διατροφή των φυτών σε αυτήν την οικογένεια δεν έχει την ίδια σημασία συγκριτικά με τη διατροφή με θηράματα. Τα φυτά εκλύουν πτητικές ουσίες που εμφανίζουν ποικιλία, τόσο ποσοτική όσο και ποιοτική διότι εξαρτάται από το φυτικό είδος καθώς και από το είδος-εχθρό που τρέφεται από το φυτό αυτό οπότε και παράγονται πτητικές ουσίες που προσελκύουν θηρευτές (Pari and Tumlinson, 1999; Dudareva et. al., 2006). Αρκετά περίπλοκες στα ζωοφυτοφάγα Miridae είναι οι τριτροφικού επιπέδου αλληλεπιδράσεις οι οποίες ρυθμίζουν τις σχέσεις μεταξύ φυτού, εχθρού-θηράματος και αρπακτικού. Την άνοιξη τα αρπακτικά αυτά έντομα, ιδίως τα αναπαραγωγικώς ώριμα θηλυκά, μετακινούνται από τα χειμερινά τους καταφύγια σε φυτά τομάτας, και αν δεν ενοχληθούν από χημικά, εγκαθίστανται με αποτέλεσμα τη σημαντική τους συμβολή στη διαχείριση των εχθρών της καλλιέργειας σε περιπτώσεις πληθυσμιακών εξάρσεων των εχθρών (Tavella et. al., 1997). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των ερευνών των Alomar et. al. (2002) και των Ingegno et. al. (2009) είναι πιθανό η πρόωμη εγκατάσταση σε καλλιέργειες τομάτας να εξαρτάται και από την ύπαρξη άλλων φυσικών ξενιστών φυτών. Σε περιβάλλοντα που η πλειονότητα των φυτικών ειδών δεν είναι ξενιστές για είδη *Macrolophus*, χρησιμοποιούνται οπτικά αλλά και οσφρητικά ερεθίσματα για τον προσανατολισμό των εντόμων και για την εξεύρεση άλλων κατάλληλων ξενιστών.

1.7. Η παραγωγή των φυτικών πτητικών ενώσεων

Τα φυτά για να προστατευτούν από τα φυτοφάγα έντομα εκλύουν πτητικές ενώσεις οι οποίες προσελκύουν τους εχθρούς των φυτοφάγων εντόμων, όπως παρασιτοειδή υμενόπτερα, αρθρόποδα θηρευτές ακόμα και εντομοφάγα πτηνά (Unsicker et. al., 2009). Η φυτοφαγία προκαλεί την απελευθέρωση πτητικών ενώσεων HIPVs και κάτω από το έδαφος (Herbivore induced plant volatiles) προσελκύνοντας εχθρούς των φυτοφάγων. Μειώνεται ή/και ακόμα εξαφανίζεται η πίεση των φυτοφάγων εξαιτίας της προσέλκυσης των φυσικών εχθρών, μέσω των τραυματισμένων φυτών, με τη διαδικασία της πληροφόρησης των φυσικών εχθρών για τη θέση διατροφής των φυτοφάγων (Kessler and Baldwin, 2001; Sznajder et. al., 2010). Οι Kessler and Baldwin (2001) και Sznajder et. al. (2010) θεωρούν ότι οι θηρευτές εξελίσσονται γενετικά και μπορούν να διακρίνουν τις πτητικές ενώσεις που παράγονται λόγω φυτοφαγίας. Θεωρείται ότι τα άτομα που αντιδρούσαν στις πτητικές ουσίες επιδείκνυαν υψηλότερη ευρωστία σε αντίθεση με τους μη αποκριτές θηρευτές.

Οι πτητικές ενώσεις που απελευθερώνεται ως αντίδραση της διατροφής φυτοφάγων εντόμων δεν είναι όμοιες με αυτές που απελευθερώθηκαν κατά την πρόκληση μηχανικού τραυματισμού των ιστών του φυτού (Dicke, 1996). Πέρα από τα νύγματα και τις θραύσεις των φυτικών ιστών, τα έντομα με μασητικού αλλά και με μυζητικού τύπου στοματικά μόρια, παράγουν εκκρίσεις στη σιελό τους οι οποίες έρχονται σε επαφή με τους τραυματισμένους ιστούς. Οι εκκρίσεις περιέχουν ουσίες οι οποίες προωθούν την επαγόμενη από φυτοφάγα, παραγωγή πτητικών ουσιών, ανεξαρτήτως αν αυτές εφαρμόζονται απευθείας στο φυτό ή συνδυάζονται με μηχανική ζημιά (Turlings et. al., 1990; Mattiacci et. al., 1995; Alborn et. al., 1997). Έτσι εξηγείται βιοχημικά η διαφοροποίηση των αποτελεσμάτων παραγωγής πτητικών ουσιών στο φυτό μεταξύ των περιπτώσεων φυτοφαγίας και μηχανικής ζημιάς. Διαφορετικά μεταβολικά μονοπάτια άμυνας του φυτού επάγουν τα φυτοφάγα έντομα με μυζητικού τύπου στοματικά μόρια συγκριτικά με τα φυτοφάγα έντομα με μασητικού τύπου στοματικά μόρια (Walling, 2000; Kempema et. al., 2007; Zhang et. al., 2009, 2013). Η καταστροφή των μεμβρανών των φυτικών κυττάρων μέσω μάσησης απελευθερώνει λινολενικό οξύ, όπου μέσω της κατάλυσης του από λιποξυγενάσες, βιοσυνθέτει διάφορα είδη πτητικών ουσιών (Shen et. al., 2014). Η εκπομπή επαγόμενων πτητικών ουσιών από φυτοφαγία, σύμφωνα με τους Ament et. al. (2004), μάλλον ρυθμίζεται από το μεταβολικό βιοχημικό μονοπάτι του ιασμονικού οξέος. Έντομα με μυζητικού τύπου στοματικά μόρια όπως οι αλευρώδεις ή οι αφίδες ενεργοποιούν μέσω της διατροφής τους κυρίως τους μηχανισμούς άμυνας του φυτού μέσω του μονοπατιού του σαλικυλικού οξέος (Kempema et. al., 2007; Zarate et. al., 2007;

Stam et. al., 2014). Οι Farmer and Ryan (1992) μελέτησαν τη λειτουργία του ιασμονικού οξέος και των διαφόρων παραγώγων του στην άμυνα των φυτών, οι οποίοι συνέδεσαν τη βιοσύνθεση των μεταβολιτών του ιασμονικού (μέσω τραυματισμού των ιστών από έντομα) με την επαγωγή έκφρασης γονιδίων που αναστέλουν τη δράση των πρωτεασών, το οποίο δυσκολεύει τη διατροφή των εντόμων από το φυτό. Τα στάδια που περιλαμβάνει το επαγόμενο σήμα άμυνας μέσω του μονοπατιού βιοσύνθεσης ιασμονικού οξέος είναι : η «αντίληψη» του τραυματισμού των ιστών και η μεταγωγή του σήματος άμυνας σε τοπικό επίπεδο αλλά και διασυστηματικά σε ολόκληρο το φυτό, η βιοσύνθεση του ιασμονικού οξέος, η αντίδραση του φυτού στη βιοσύνθεση του ιασμονικού, και η ενσωμάτωση του σήματος του ιασμονικού στην ορμονική ισορροπία του φυτού και στη συνεργιστική του δράση με το αιθυλένιο. Η εξωτερική εφαρμογή του ιασμονικού οξέος σε φυτά επάγει και αρκετά άλλα βιοσυνθετικά μονοπάτια τα οποία ευθύνονται για την παραγωγή ενός μείγματος πτητικών ουσιών, που διαθέτουν σε πολύ υψηλό βαθμό ίδια σύσταση με το μείγμα πτητικών μετά από φυτοφαγία (Boland et. al., 1999; Dicke et. al., 1999; Gols et. al., 1999). Τα τερπενοειδή είναι μια σημαντική ομάδα φυτικών πτητικών ενώσεων, τα οποία παράγονται μέσω της φυτοφαγίας και η βιοσύνθεση τους επάγεται μέσω του βιοχημικού μονοπατιού του ιασμονικού οξέος.

1.8. Οσφρητική απόκριση εντόμων

Οι φυσικοί εχθροί δύναται να προσελκύνονται από φυτά με επαγόμενη ή όχι παραγωγή πτητικών οργανικών ενώσεων (volatile organic compounds (VOCs)). Τα φυτικά είδη παρουσιάζουν μεταβλητή ικανότητα στο να «επικοινωνούν» με φυτοφάγα ή ωφέλιμα έντομα. Οι σχετιζόμενοι με φυτοφάγους διεγέρτες ή παράγοντες που προκαλούνται από τραύματα τα οποία προκλήθηκαν από έντομα επιτρέπουν στα φυτά να ανταποκρίνονται σε επιθέσεις εντόμων (Bonaventure et. al., 2011). Τα φυτά αντιδρούν ενεργοποιώντας

βιοχημικά μονοπάτια που οδηγούν σε άμεση και έμμεση ενεργοποίηση μηχανισμών άμυνας. Περιλαμβάνουν μεταγραφικές μεταβολές των γονιδίων που εμπλέκονται στη βιοσύνθεση των φυτοορμονών με εκπομπές VOCs που προσελκύουν φυσικούς εχθρούς και απωθούν τα φυτοφάγα έντομα (Thaler et. al., 2002; De Vos et. al., 2005; Ponzio et. al., 2013; Perez-Hedo et. al. 2015). Η παραγωγή πτητικών οργανικών ενώσεων, που λειτουργούν ως προσελκυστικά για τους φυσικούς εχθρούς αρθροπόδων, έχει διερευνηθεί ιδιαίτερα σε σχέση με τα φυτικά πτητικά που προκαλούνται από φυτοφάγα (herbivore-induced plant volatiles HIPVs), τα περισσότερα από τα οποία είναι τερπενοειδή, παράγωγα λιπαρών οξέων, φαινυλοπροπανοειδή και βενζονοειδή (Dicke and Sabelis, 1988).

Το *T. absoluta* από την είσοδό του στην Ευρώπη έχει καταστεί ως ένα από τα πιο επιβλαβή έντομα της τομάτας (Desneux et. al., 2011). Η εκτεταμένη χρήση των εντομοκτόνων οδήγησε στην ανάπτυξη φαινομένων ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα (Campos et. al., 2015, Roditakis et. al., 2015) και με αρκετές παρενέργειες σε αρθρόποδα που δεν είναι στόχοι (Biondi et. al. 2015). Έτσι, διάφοροι γενικοί φυσικοί εχθροί που τροφοδοτούν και αναπτύσσονται σε αυτό το νέο ξενιστή/θήραμα έχουν μελετηθεί και αξιοποιηθεί ως βιώσιμα εργαλεία ελέγχου (Urbaneja et. al., 2012; Bompard et. al., 2013; Zappala et. al., 2013; Zohreh et. al., 2016). Μεταξύ αυτών, το αρπακτικό *N. tenuis* διαδραματίζει έναν πολύπλευρο ρόλο καθότι μπορεί να αντιπνίξει αλευρώδεις, θρίπες, λυριόμυζες, αφίδες, ακάρεα και λεπιδόπτερα (Molla et. al.. 2011; Calvo et. al.. 2012; Zappala et. al.. 2012a; Biondi et. al.. 2013b; Perez-Hedo and Urbaneja, 2015). Η ικανότητα αυτού του είδους εντόμου να χρησιμοποιεί πτητικά από φυτά ντομάτας που έχουν προσβληθεί από *T. absoluta* παρουσιάστηκε πρόσφατα (Lins et. al., 2014). Εντούτοις, το *N. tenuis* μπορεί να μετατραπεί σε φυτοφάγο, υπεύθυνο για βλάβη στα φυτά τομάτας μέσω της διατροφικής δραστηριότητάς του, η οποία προκαλεί νεκρωτικούς δακτυλίους. Εν τούτοις, αυτή η τροφική δραστηριότητα αποδείχθηκε επίσης ότι ενεργοποιεί την άμυνα των φυτών έναντι των κύριων εντόμων-εχθρών τους (Perez-Hedo et. al., 2015; Naselli et. al., 2016).

Δύναται να χρησιμοποιηθούν, εναλλακτικά, μη καλλιεργήσιμα φυτά σε προγράμματα βιολογικής και ολοκληρωμένης καταπολέμησης των παρασίτων για την τομάτα είτε ως φυτά τράπεζες (banker plants), για την προώθηση της παρουσίας και της εγκατάστασης θηρευτών μέσα ή κοντά στην καλλιέργεια ή/και ως φυτά παγίδευσης (trap plants), για να διαταράξουν την παρουσία και επομένως να μετριασθούν οι βλάβες που προκαλούνται στην καλλιέργεια από το *N. tenuis* όταν οι πληθυσμοί των θηραμάτων είναι μειωμένοι (De Backer et. al., 2014; Parolin et. al., 2014; Biondi et. al., 2016).

Το αυτοφυές φυτό *D. viscosa* συναντάται πολύ συχνά στην περιοχή της Μεσογείου και είναι γνωστό ως φαρμακευτικό φυτό και για τον πλούτο του στις τερπενοειδείς ενώσεις (Perez-Alonso et. al., 1996) και αποτελεί φυσικό καταφύγιο για τα έντομα της οικ. Miridae (Alomar et. al., 2002; Perdakis et. al., 2007; Cano et. al., 2009). Οι Biondi et. al. (2016), σε πρόσφατη εργαστηριακή μελέτη αξιολόγησαν την προτίμηση ωτοκίας του *N. tenuis* μεταξύ της τομάτας, του *D. viscosa* και του *S. indicum*. Το *S. indicum* αποδείχθηκε ο αγαπημένος ξενιστής τόσο για τη διατροφή όσο και για την ωοαπόθεση.

Σύμφωνα με την ανάλυση των πτητικών οσμών φυτών τομάτας, *D. viscosa* και *S. indicum* από τους Naselli et. al. (2016) και Ingegno et. al. (2016), οι Naselli et. al. (2016) έδειξαν ότι υπήρξε έντονη προτίμηση για τα πτητικά που εκπέμπονται από *S. indicum* έναντι αυτών που εκπέμπονται από *D. viscosa* και από φυτά τομάτας με ή / και χωρίς λεία (ωά ή προνύμφες *T. absoluta*). Η ανάλυση των πτητικών αποκάλυψε χαμηλότερη πολυπλοκότητα για *S. indicum* σε σύγκριση με τα άλλα φυτά που εξετάστηκαν. Μεταξύ των VOCs, οι πιο αντιπροσωπευτικές κλάσεις για όλα τα δείγματα φυτών τομάτας και *D. viscosa* ήταν μονοτερπένια υδρογονανθράκων και υδρογονανθρακικά σεσκιτερπένια. Τα τερπένια είναι σημαντικοί HIPVs που εμπλέκονται στην άμεση και έμμεση φυτική άμυνα έναντι των φυτοφάγων (Bukovinszky et. al., 2005; Dicke 2009; Gols et. al., 2011). Το *S. indicum* έδειξε ότι εκπέμπει (i) χαμηλότερα επίπεδα τερπένων υδρογονανθράκων, τα οποία είναι γνωστό ότι έχουν απωθητικές ιδιότητες έναντι επιβλαβών εντόμων (Nerio et. al., 2010) και (ii) υψηλότερη συγκέντρωση από οξυγνομένα μονοτερπένια και ενώσεις GLV, όπως οι αλειφατικές ενώσεις, οι οποίες έχουν αποδειχθεί ότι έχουν ρόλο στην προσέλκυση θηρευτών εντόμων Miridae (Halitschke et. al., 2008).

1.9. Σκοπός

Τα αρπακτικά *N. tenuis* και *M. pygmaeus* είναι οι κύριοι φυσικοί εχθροί του *T. absoluta*. Στην προσπάθεια για την καλύτερη κατανόηση της δυνατότητάς τους να αποικίζουν προσβεβλημένα φυτά τομάτας, στην σύγκριση μεταξύ τους αλλά και με άλλα ωφέλιμα και τελικά στην καλύτερη αξιοποίησή τους σε προγράμματα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης έχει σημασία η εκτίμηση της προτίμησης που δείχνουν σε φυτά τομάτας που έχουν προσβληθεί ή όχι, από το *T. absoluta*. Μελέτες έχουν δείξει ότι το *N. tenuis* και το *M. pygmaeus* σε καλλιέργειες τομάτας, μπορούσαν να μειώσουν τα επίπεδα των προσβολών από το *T. absoluta* έως και 75% και 97% αντίστοιχα, συγκριτικά με τους πειραματικούς αγρούς-μάρτυρες (Molla et. al., 2009). Επίσης, μεγάλη σημασία στην ανάπτυξη μεθοδολογιών

αξιοποίησης των *N. tenuis* και *M. pygmaeus* σε προγράμματα διατήρησης των πληθυσμών τους με τη χρήση εναλλακτικών φυτών-ξενιστών έχει και η μελέτη της δυνατότητάς τους να μετακινούνται και να αποικίζουν τις καλλιέργειες τομάτας από το αυτοφυές φυτό-ξενιστή τους, *D. viscosa*.

Σχετικές μελέτες έχουν δείξει ότι το *N. tenuis* και το *M. pygmaeus* προσελκύστηκαν σημαντικά από τα φυτά τομάτας που είχαν προσβληθεί από προνύμφες *T. absoluta* και όχι από εκείνα που είχαν μολυνθεί με ωά (Lins et. al. 2014 ; Naselli et. al., 2016 ; Sharifian et. al. 2016). Επιπλέον, η διπλή επιλογή ήταν ανάμεσα σε φυτά τομάτας x φυτά τομάτας με παρουσία θηράματος (ωά ή προνύμφη) και φυτά τομάτας x *D. viscosa*, το *N. tenuis* δεν έδειξε καμία προτίμηση (Naselli et. al., 2016) ενώ το *M. pygmaeus* προσελκύνθηκε από την τομάτα συγκριτικά με το *D. viscosa*. Οι μελέτες αυτές ωστόσο δεν εκτίμησαν εάν τα είδη αυτά των αρπακτικών προσελκύονται από την τομάτα με λεία πιο έντονα σε σχέση με το *D. viscosa*. Επίσης βασίζονται στη χρήση του ολφακτομέτρου όπου το υπό μελέτη έντομο δύναται να επιλέξει μεταξύ δύο πηγών ερεθισμάτων.

Σε αυτή την εργασία, μελετήθηκε η ελκυστικότητα των φυτών τομάτας με απουσία ή/και παρουσία θηράματος (ωά ή προνύμφες *T. absoluta*) και φυτών *D. viscosa* με απουσία ή/και παρουσία θηράματος (ωά ή προνύμφες *T. absoluta*) σε θηλυκά *N. tenuis* και σε θηλυκά *M. pygmaeus* καθώς και οι χρόνοι απόκρισής τους με τη διεξαγωγή πειραμάτων διπλής και τριπλής επιλογής με χρήση ενός τετραπλούς επιλογής ολφακτόμετρου (4-Choice Olfactometer) που επιτρέπει την σύγκριση περισσότερων των δύο πηγών οσφρητικών ερεθισμάτων. Αυτό που δεν έχει μελετηθεί σε προηγούμενες εργασίες, και καταγράφηκε στην παρούσα μελέτη, είναι ο χρόνος που χρειάζεται το έντομο για κάνει την επιλογή του που μπορεί να μας δώσει κάποιες χρήσιμες πληροφορίες ως ένα ακόμη στοιχείο για την σχετική προσελκυστικότητα μεταξύ των ερεθισμάτων ή τη σύγκριση της απόκρισης μεταξύ διαφορετικών ειδών εντόμων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1. Υλικά και Μέθοδοι

2.1.1. Βιολογικό υλικό

Στην πειραματική διαδικασία και για τις εκτροφές των εντόμων χρησιμοποιήθηκαν φυτά τομάτας «ΕΛΠΙΔΑ» F₁. Η σπορά των φυτών γινόταν είτε σε δίσκους σποράς, είτε σε γλαστρίδια μικρών διαστάσεων (10 cm x 8 cm) με μείγμα περλίτη-τύρφης αναλογίας 1: 5 . Η ανάπτυξη των φυτών πραγματοποιήθηκε σε συνθήκες ρυθμιζόμενης θερμοκρασίας στους εντομολογικούς κλωβούς και σε φυσικές συνθήκες φωτισμού στο θερμοκήπιο του Εργαστηρίου Γεωργικής Ζωολογίας and Εντομολογίας του Γ.Π.Α. Η άρδευση των φυτών γινόταν 2 φορές/ εβδομάδα αλλά με καθημερινό έλεγχο για τυχόν φυτοπαθολογικές ή/και εντομολογικές προσβολές, ή τυχόν άλλα προβλήματα. Τα φυτά που χρησιμοποιήθηκαν για τις εκτροφές είχαν εκπτύξει το 5^ο πραγματικό φύλλο τους, ενώ για τις μετρήσεις των οσφρητικών αποκρίσεων χρησιμοποιήθηκαν φυτά τα οποία είχαν 3 έως 5 φύλλα.

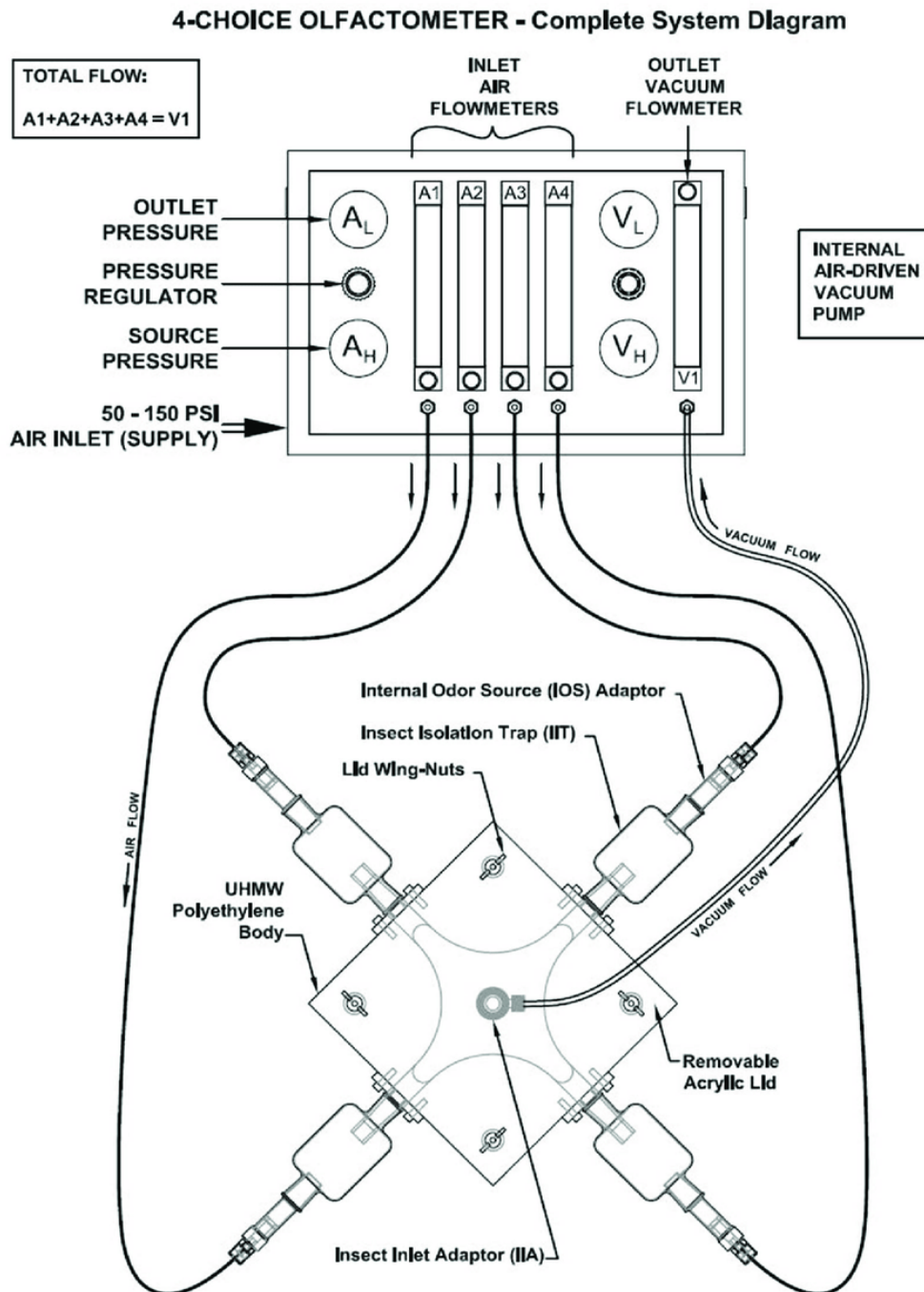
Οι εκτροφές του *N. tenuis* και του *M. pygmaeus*, διατηρούνταν σε φυτά τομάτας σε ξύλινους εντομολογικούς κλωβούς διαστάσεων 100 X 80 X 70cm στο θερμοκήπιο. Η προέλευση του *M. pygmaeus* και του *N. tenuis* ήταν από την Koppert Biological Systems. Τα έντομα διατρέφονταν με μείγμα ωών *E. kuehniella* με κύστες καρκινοειδών του γένους *Artemia* sp. (Branchiopoda: Artemiidae) που περιείχε το σκεύασμα με εμπορικό όνομα «Entofood» της εταιρίας Koppert Biological Systems (**Εικόνα 16**). Στην άνω φυλλική επιφάνεια των φυτών απλωνόταν η τροφή σε κατάλληλες ποσότητες κάθε 3 έως 4 ημέρες. Η άρδευση των φυτών πραγματοποιούταν τακτικώς αλλά με καθημερινό έλεγχο για τυχόν φυτοπαθολογικές ή/και εντομολογικές προσβολές και για επίβλεψη της εκτροφής. Η ρυθμιζόμενη θερμοκρασία στο κλιματιστικό του θερμοκήπιου καθόλη τη διάρκεια των πειραμάτων ήταν στους 25 °C. Στο εντομοτροφείο του εργαστηρίου πραγματοποιήθηκε η εκτροφή του *T. absoluta*, σε πλαστικό κλωβό μικρών διαστάσεων, και οι προνύμφες του εντόμου είχαν μια συνεχόμενη παροχή φυταρίων τομάτας, 5 και άνω πραγματικών φύλλων. Οι προνύμφες αναπτύχθηκαν σε θερμοκρασίες των 25 ± 0,5°C και σε φωτοπερίοδο φωτός : σκότους 16:8 ωρών.



Εικόνα 16. Εκτροφή του *Nesidiocoris tenuis* με το σκεύασμα της εταιρίας Koppert Biological Systems με εμπορικό όνομα «Entofood» A,B, (Εργ. Ζωολογίας και Εντομολογίας Σώτηρας Μ./Ι., 2019).

2.1.2. Μετρητής οσφρητικής απόκρισης ολφακτόμετρο (4-Choice Olfactometer)

Για να μελετηθεί η οσφρητική απόκριση των θηλυκών *N. tenuis* και *M. pygmaeus* μεταξύ τομάτας και του αυτοφυούς φυτού-ξενιστή τους *D. viscosa* στην παρουσία και στην απουσία του φυτοφάγου εντόμου *T. absoluta* χρησιμοποιήθηκε το τετραπλής επιλογής ολφακτόμετρο (4-Choice Olfactometer), κατάλληλος για πειράματα βιοδοκιμής διπλής επιλογής και τριπλής επιλογής (Analytical Research Systems, Gainesville, Florida, USA, Model #OLFM-4C-2440PE) (Εικόνα 17).



Εικόνα 17. Διαγραμματική απεικόνιση του τετραπλούς επιλογής ολφακτόμετρου (4-Choice Olfactometer), (ARS, Gainesville, Florida).

2.1.2.1 Τετραπλής επιλογής ολφακτόμετρο (4-Choice Olfactometer)

Το τετραπλής επιλογής ολφακτόμετρο (**4-Choice Olfactometer**) αποτελείται από : το πεδίο εκτροφής, διαστάσεων 30,48 χ 30,48 χ 2,54 cm, η οποία καλύπτεται με αφαιρούμενο καπάκι. Διαθέτει τέσσερις θύρες εξόδου συνδεδεμένες πλευρικά με τέσσερις θαλάμους πηγής οσμής και μια κοιλότητα εισόδου για την εισαγωγή του επιλεγμένου εντόμου. Κάθε πλευρική θυρίδα εξόδου συνδέεται με την εσωτερική πηγή οσμής (internal odour source = IOS) και με

μια παγίδα απομόνωσης γυαλιού (insect isolation trap = IIT). Η πηγή οσμής συνδέεται με ένα σύστημα παροχής αέρα το οποίο αντλεί υγρό αέρα μέσα από τις πηγές οσμής στο πεδίο εκτροφής και ένα vacuum στο θάλαμο εισόδου εντόμων για να παρέχει ομοιόμορφη ροή αέρα σε όλη στο πεδίο εκτροφής. Ο ρυθμός παροχής αέρα ήταν 7,2 λίτρα / λεπτό. Ο αέρας από όλες τις πηγές οσμής κατευθύνεται στο θάλαμο εισόδου των εντόμων χρησιμοποιώντας ένα μηχανισμό αναρρόφησης κενού και με αυτό τον τρόπο το έντομο που έχει επιλεγεί έρχεται σε επαφή με τις οσμές που προέρχονται από τους διαφορετικούς θαλάμους, επιτρέποντάς του να κάνει μια επιλογή.

2.2. Πειραματική διαδικασία

2.2.1. Απόκριση των αρπακτικών σε πτητικά ερεθίσματα με τη χρήση ολφασκόμετρου

Σε κάθε μεταχείριση χρησιμοποιήθηκαν θηλυκά άτομα *N. tenuis* και θηλυκά άτομα *M. rygmaeus* ηλικίας 6 ημερών. Για τη συλλογή των παραπάνω εντόμων, 1 εβδομάδα νωρίτερα γινόταν συλλογή 90-100 νυμφών 5ης ηλικίας με αυτοσχέδιο εντομολογικό αναροφητήρα, από την εκτροφή. Οι νύμφες τοποθετούνταν σε κλωβό διαστάσεων 40 X 50 X 40 cm που περιείχε φυτά τομάτας τα οποία είχαν άφθονη τροφή ENTOFOOD (Koppert Biological Systems). Γινόταν καταμέτρηση των αρσενικών και θηλυκών που εμφανίζονταν καθημερινά έως ότου να καταμετρηθούν 55-57 θηλυκά άτομα *N. tenuis* and 38 θηλυκά άτομα *M. rygmaeus* εντός 5 ημερών. Ύστερα από τη συλλογή τους, τοποθετούνταν ξεχωριστά σε τρυβλία Petri, στα οποία υπήρχε ενυδατωμένο τεμάχιο βάμβακος και ένα φυλλάριο τομάτας χωρίς την ύπαρξη θηράματος. Ακολούθως τα τρυβλία αυτά με τη χρήση parafilm σφραγίζονταν εξωτερικά, και μεταφέρονταν σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών σταθερής θερμοκρασίας 25 ± 0.5 °C, 65% Σ.Υ και φωτοπεριόδου 16:8 ωρών (Φ:Σ), για 24 ώρες. Έπειτα, σε 24 ώρες, χρησιμοποιούνταν στα πειράματα. Για κάθε έναν ολφασκόμετρικό χειρισμό (μεταχείριση) χρησιμοποιούνταν 2 ή 3 ομάδες θηλυκών, με κάθε ένα θηλυκό να αποτελεί και 1 επανάληψη.

Για τις μεταχειρίσεις που χρησιμοποιήθηκαν φυτά προσβεβλημένα με προνύμφες *T. absoluta* ως πηγές οσμών, ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία: 2 εβδομάδες πριν τις μεταχειρίσεις εισήχθηκαν στον κλωβό εκτροφής *T. absoluta* φυτά 3 πραγματικών φύλλων και ύστερα από 1-2 ημέρες πραγματοποιήθηκε καταμέτρηση των ωών που είχαν εν τω μεταξύ εναποτεθεί σε αυτά. Ακολούθως με τη χρήση λεπτού πινέλου αφαιρέθηκαν τα περίσσεια ωά έτσι ώστε σε

κάθε φυτό να παραμείνουν 20-30 ώα συνολικά. Τα φυτά τοποθετήθηκαν σε πλαστικούς κλωβούς διαμέτρου 30 cm και διατηρήθηκαν στο εντομοτροφείο στις προαναφερθείσες συνθήκες. Μετά από χρονικό διάστημα 6 ημερών οι προνύμφες είχαν εκκολαφθεί και είχαν δημιουργήσει στοές και τότε τα φύλλα χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διαδικασία. Στους θαλάμους πηγών οσμής του ολφακτόμετρου τοποθετήθηκαν τα 3 φύλλα τομάτας ή *D. viscosa* είτε με είτε χωρίς την παρουσία θηράματος. Ως λεία χρησιμοποιήθηκαν 4 ώα ή 4 προνύμφες *T. absoluta* για την τομάτα και ώα *T. absoluta* για το *D. viscosa*.

- ❖ Συγκεκριμένα μελετήθηκε η οσφρητική απόκριση του *M. pygmaeus* και του *N. tenuis* μεταξύ:
 - i. **Φύλλων Τομάτας x Αέρα (κενή φιάλη)** (διπλή επιλογή)
 - ii. **Φύλλων Τομάτας με ώα *T. absoluta* x Αέρα** (διπλή επιλογή)
 - iii. **Φύλλων Τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* L₁-L₂ x Αέρα** (διπλή επιλογή)

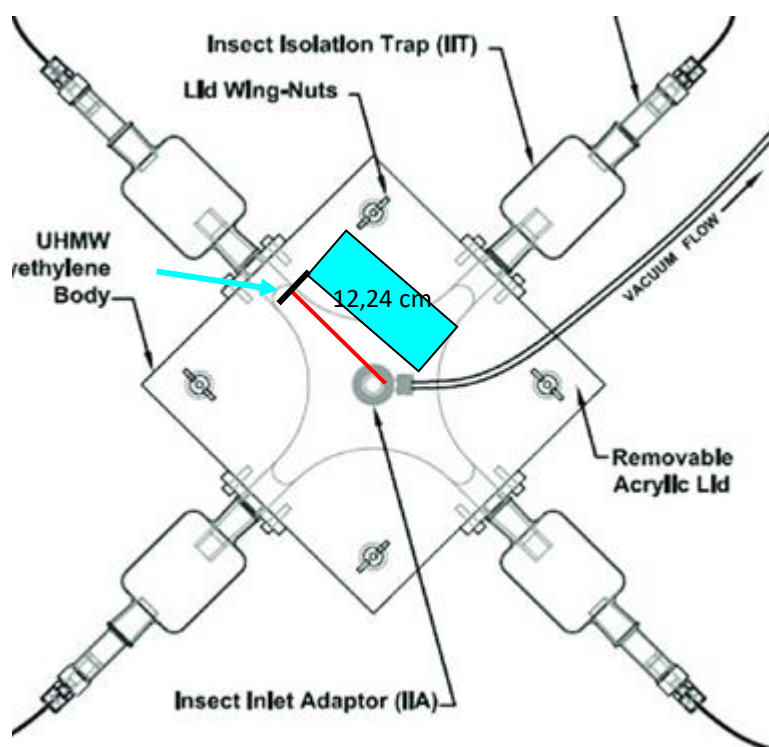
 - iv. **Φύλλων *D. viscosa* vs Αέρα** (διπλή επιλογή)
 - v. **Φύλλων Τομάτας με ώα *T. absoluta* x Φύλλα Τομάτας x Αέρας** (τριπλή επιλογή)
 - vi. **Φύλλων Τομάτας με ώα *T. absoluta* x Φύλλα Τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* L₁-L₂ x Αέρας** (τριπλή επιλογή)
 - vii. **Φύλλων Τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* L₁-L₂ x Φύλλων Τομάτας x Αέρας** (τριπλή επιλογή)
 - viii. **Φύλλων *D. viscosa* x Φύλλα Τομάτας x Αέρας** (τριπλή επιλογή)
 - ix. **Φύλλων *D. viscosa* x Φύλλα Τομάτας με ώα *T. absoluta* x Αέρας** (τριπλή επιλογή)
 - x. **Φύλλων *D. viscosa* x Φύλλα Τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* L₁-L₂ x Αέρας** (τριπλή επιλογή)
 - xi. **Φύλλων *D. viscosa* με ώα *T. absoluta* x Φύλλα Τομάτας με ώα *T. absoluta* x Αέρας** (τριπλή επιλογή)
 - xii. **Φύλλων *D. viscosa* με ώα *T. absoluta* x Φύλλα Τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* L₁-L₂ x Αέρας** (τριπλή επιλογή)

2.2.2. Μεθοδολογία

Προτού διεξαχθούν οι μετρήσεις του πειράματος είχε εφαρμοστεί σχολαστικός καθαρισμός των θαλάμων πηγών οσμής, των σωληνώσεων και στο πεδίο εκτροφής με τα εξής : ουδέτερο σαπούνι και ακολούθως εκπλύσεις με αιθυλική αλκοόλη (συμπεριλαμβανομένων των ροομέτρων). Τα όργανα προτού χρησιμοποιηθούν στέγνωναν για 1 ώρα τουλάχιστον και έπειτα ακολουθούσε η σύνδεσή τους. Ύστερα, μέσω της συνεχόμενης φιλτραρισμένης ροής αέρα στην μέγιστη παροχή της αντλίας (7,2 L / min), χωρίς τη σύνδεση των θαλάμων πηγών οσμής, απομακρύνονταν υπολείμματα ρύπων ,οσμών και αλκοόλης που μπορεί να υπήρχαν. Ακολούθως προσθετόταν απιονισμένο νερό στο φίλτρο άνθρακα έως η Σ.Υ. εντός της συσκευής να φτάσει στο 65%. Έπειτα γινόταν η σύνδεση των θαλάμων πηγών οσμής και το ερμητικό σφράγισμα τους. Κατά τη διάρκεια των μεταχειρίσεων η θερμοκρασία περιβάλλοντος ήταν στους $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$, ρυθμισμένη μέσω κλιματιστικού, και η σχετική υγρασία εντός του ολφακτομέτρου $65 \pm 10\%$. Στο πεδίο εκτροφής η ροή του αέρα ρυθμιζόταν στα 900 ml/ min, μέσω των βαλβίδων των προσαρμοσμένων ροομέτρων. Το ολφακτόμετρο βρισκόταν εντός πλαστικού επενδεδυμένου με μαύρο ύφασμα κλωβού (με ανοιχτή οροφή για φωτισμό) με σκοπό να αποκλειστούν τα υπό μελέτη έντομα από πιθανά εξωτερικά ερεθίσματα.

Σε κάθε μεταχείριση του *N. tenuis* χρησιμοποιούνταν 3 ομάδες εντόμων η κάθε μία με 18-19 άτομα, ενώ στην του *M. pygmaeus* χρησιμοποιούνταν 2 ομάδες με 19 άτομα/ομάδα. Τα έντομα τοποθετούνταν με τη βοήθεια του εντομολογικού αναρροφητήρα πολύ προσεκτικά στο άνοιγμα του πεδίου εκτροφής. Ύστερα από την τοποθέτηση της ομάδας, ξεκινούσε η διαδικασία της χρονομέτρησης. Ως μέγιστη διάρκεια αναμονής έως την απόκριση είχε τεθεί το χρονικό διάστημα των 20 min. Σύμφωνα με τις μελέτες των McGregor (2004), Moyaeri et. al. (2006), Ingegno et. al. (2011) και Lins et. al. (2014), οι χρόνοι αναμονής σε ολφακτόμετρα σωληνοειδούς τύπου Υ για έντομα της φυλής *Dichyphini*, κυμαίνονταν από 5 min έως και 20 min. Στο χρονικό διάστημα των 20 min πραγματοποιούνταν παρατηρήσεις της συμπεριφοράς και της επιλογής των εντόμων. Ένα έντομο για να θεωρηθεί πως αποκρίθηκε (δηλαδή επέλεξε) έπρεπε να περπατήσει τουλάχιστον 12,24 cm, σε ένα από τους θαλάμους πηγών οσμής (**Εικόνα 18.**) και μέχρι να ξεπεράσει την πολύ λεπτή γραμμή μαύρου χρώματος , που είχε σχεδιαστεί. Σε περίπτωση που στο χρονικό διάστημα των 20 min δεν είχε αποκριθεί (επιλέξει) οριζόταν ως μη αποκριτής (n.c. = no choice) και δε συμπεριλαμβάνονταν στις στατιστικές αναλύσεις των αποκριθέντων εντόμων. Επίσης καταγραφόταν και ο χρόνος απόκρισης του κάθε θηλυκού από την αρχή του πειράματος. Κάθε θηλυκό άτομο χρησιμοποιήθηκε μόνο μια φορά. Ο καθαρισμός του πεδίου εκτροφής γινόταν κάθε φορά

μετά το τέλος της μέτρησης της κάθε ομάδας της αντίστοιχης μεταχείρισης με πλύσιμο και έκπλυση με αιθυλική αλκοόλη, και ύστερα στέγνωμά του. Επιπροσθέτως σε κάθε ομάδα της αντίστοιχης μεταχείρισης εκτός από την έκπλυση εφαρμοζόταν και αλλαγή θέσεων των θαλάμων πηγών οσμής, με σκοπό τη μείωση πιθανών σφαλμάτων εξαιτίας των οσμών που ίσως να είχαν παραμείνει σε σημεία των σωληνώσεων.



Εικόνα 18. Διαγραμματική απεικόνιση της απόκρισης (επιλογής) του επιλεγμένου εντόμου στο πεδίο εκτροφής του τετραπλούς επιλογής ολφακτόμετρου (4-Choice Olfactometer), (ARS, Gainesville, Florida).

2.3. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με τη δοκιμασία του χ^2 για να ελεγχθεί η υπόθεση ότι η διακύμανση των επιλογών των εντόμων ανάμεσα στις δύο πηγές οσμών παρέκκλινε από τη μηδενική υπόθεση σύμφωνα με την οποία οι δύο πηγές των οσμών θα επιλέγονταν με ίδια συχνότητα από τα έντομα, στις διπλές επιλογές βιοδοκιμής. Ενώ για τις τριπλές επιλογές βιοδοκιμής χρησιμοποιήθηκε η παραμετρική στατιστική διαδικασία μεθοδολογία του Student's t-test, με τη χρήση του πακέτου JMP με $p \leq 0,05$. Ο χρόνος απόκρισης επίσης αναλύθηκε με μονοπαραγοντική Ανάλυση Διασποράς. Η σύγκριση των μέσων έγινε επίσης με τη μέθοδο Student's t-test, με τη χρήση του πακέτου JMP.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

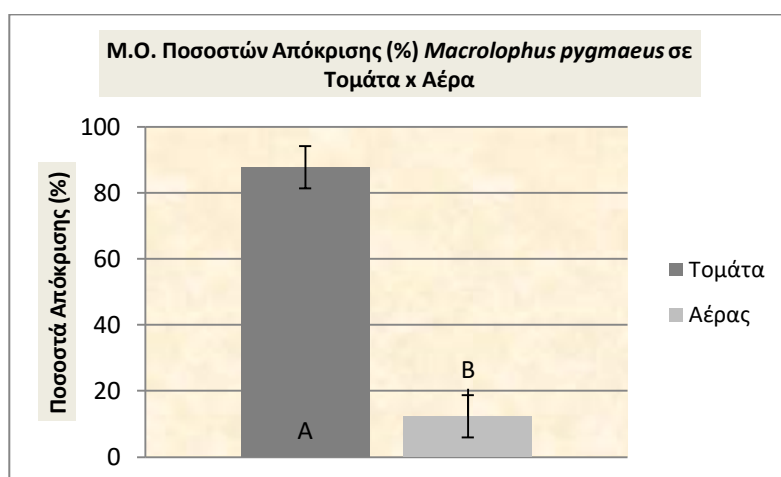
3.1.1. ΟΣΦΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΤΟΥ *MACROLOPHUS PYGMAEUS*

3.1.1.1. Φύλλα Τομάτας x Αέρα (διπλή επιλογή)

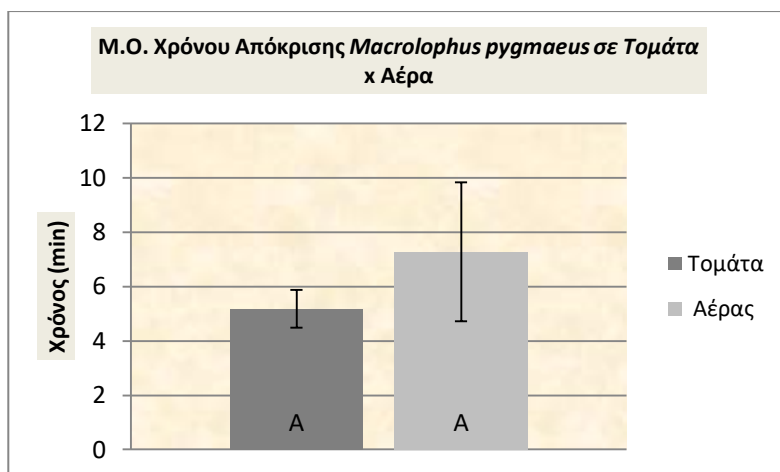
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογή των δύο πηγών οσμών και συγκεκριμένα το ποσοστό απόκρισης των ♀ *M. pygmaeus* στα φύλλα τομάτας ήταν το **87,68 %** εν αντιθέσει με τον αέρα που κυμάνθηκε στο **12,32 %** (**Γράφημα 1**). Από τα 38 ♀ *M. pygmaeus*, τα 29 αποκρίθηκαν-επέλεξαν τα φύλλα τομάτας, τα 4 τον αέρα και τα υπόλοιπα 5 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό **13,16%**.

Γενικά, στις περισσότερες μεταχειρίσεις η κίνηση των θηλυκών πολλές φορές σταματούσε μόλις ξεπερνούσαν τη γραμμή επιλογής και παρέμεναν ακίνητα μέχρι να κινηθούν ξανά. Τα έντομα μη-αποκριτές έμεναν σχεδόν ακίνητα για όλο το χρονικό διάστημα των 20 min.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές όσον αφορά το χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των δύο πηγών οσμών (**Γράφημα 2**).



Γράφημα 1. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων ποσοστών απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλων τομάτας και σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (**Αέρας**), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

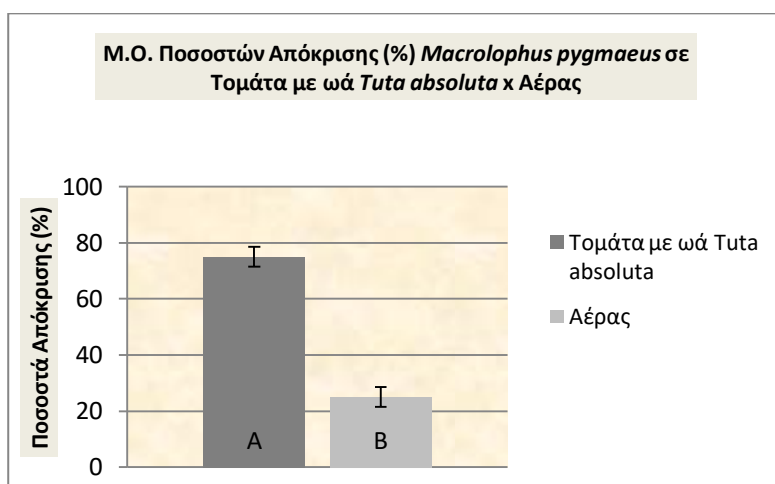


Γράφημα 2. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *M. ruginervis* σε ρεύμα οσμής φύλλου τομάτας και σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

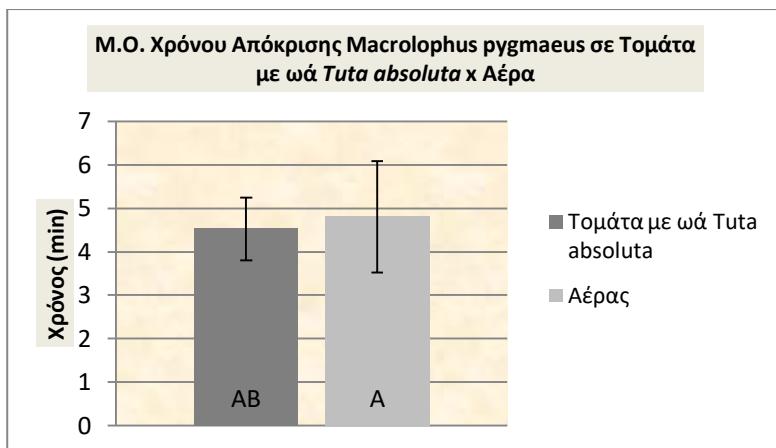
3.1.1.2. Φύλλα Τομάτας με ωά *T. absoluta* x Αέρα (διπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογή των δύο πηγών οσμών και συγκεκριμένα το ποσοστό απόκρισης των ♀ *M. ruginervis* στα φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta* ήταν το **75,02 %** εν αντιθέσει με τον αέρα που κυμάνθηκε στο **25 %** (Γράφημα 3). Από τα 38 ♀ *M. ruginervis*, τα 21 αποκρίθηκαν-επέλεξαν την τομάτα με ωά *T. absoluta*, τα 7 τον αέρα και τα υπόλοιπα 10 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό **26,32%**.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές όσον αφορά το χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των δύο πηγών οσμών (Γράφημα 4).



Γράφημα 3. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων ποσοστών απόκρισης ♀ *M. ruginervis* σε ρεύμα οσμής φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

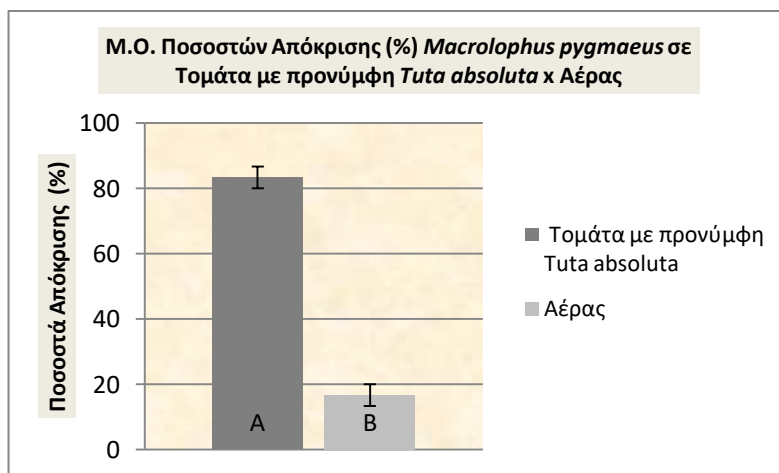


Γράφημα 4. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλου τομάτας με ωά *T. absoluta* και σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

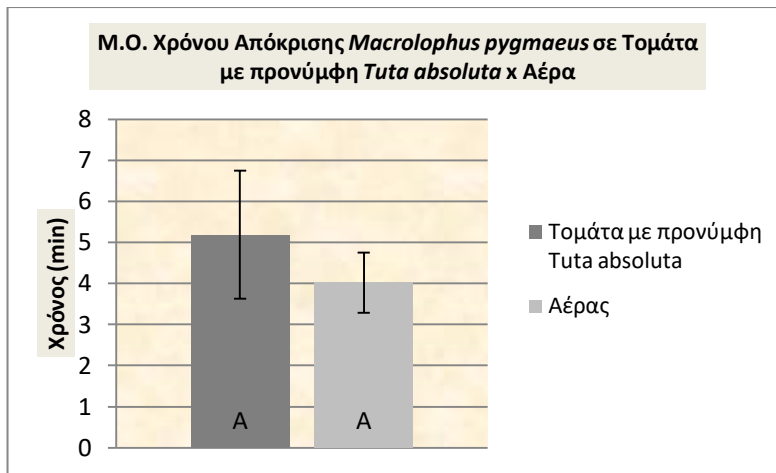
3.1.1.3. Φύλλα Τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* L₁-L₂ x Αέρας (διπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογή των δύο πηγών οσμών και συγκεκριμένα το ποσοστό απόκρισης των ♀ *M. pygmaeus* στα φύλλα τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* ήταν το **83,33 %** εν αντιθέσει με τον αέρα που κυμάνθηκε στο **12,32%** (Γράφημα 5). Από τα 38 ♀ *M. pygmaeus*, τα 25 αποκρίθηκαν-επέλεξαν την τομάτα με προνύμφη *T. absoluta*, τα 5 τον αέρα και τα υπόλοιπα 8 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό **21,05%**.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές όσον αφορά το χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των δύο πηγών οσμών (Γράφημα 6).



Γράφημα 5. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων ποσοτών απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

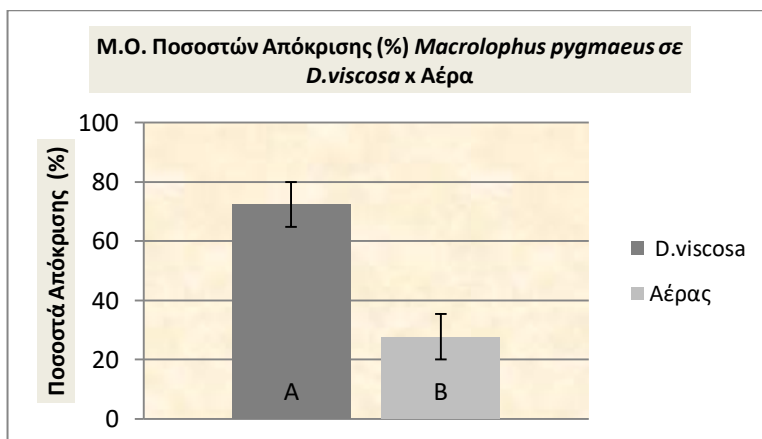


Γράφημα 6. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλου τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

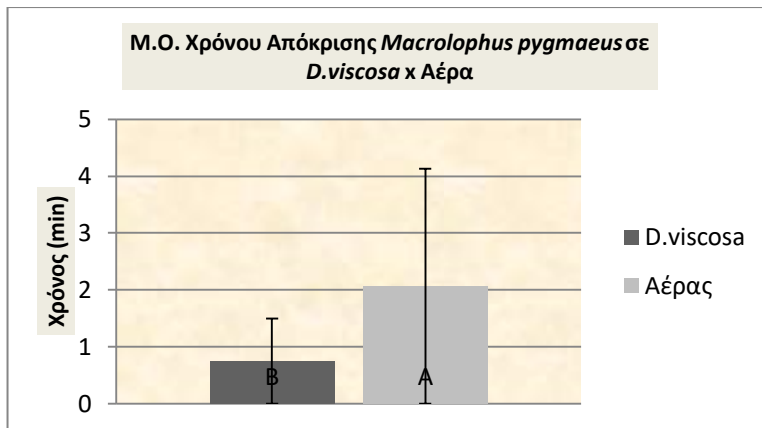
3.1.1.4. Φύλλα *D. viscosa* x Αέρας (διπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογ των δύο πηγών οσμών και συγκεκριμένα το ποσοστό απόκρισης των ♀ *M. pygmaeus* στα φύλλα *D. viscosa* ήταν το **72,35%** εν αντιθέσει με τον αέρα που κυμάνθηκε στο **27,65%** (Γράφημα 7). Από τα 38 ♀ *M. pygmaeus*, τα 23 αποκρίθηκαν-επέλεξαν τα φύλλα *D. viscosa*, τα 9 τον αέρα και τα υπόλοιπα 6 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό **15,79%**.

Παρατηρήθηκαν επιπλέον, σημαντικές στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των δύο πηγών οσμών και συγκεκριμένα τα ♀ *M. pygmaeus* επέλεξαν τα φύλλα *D. viscosa* σε χρονικό διάστημα 4,72 min ενώ του αέρα σε 9,55 min (Γράφημα 8).



Γράφημα 7. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων ποσοστών απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D. viscosa* και σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

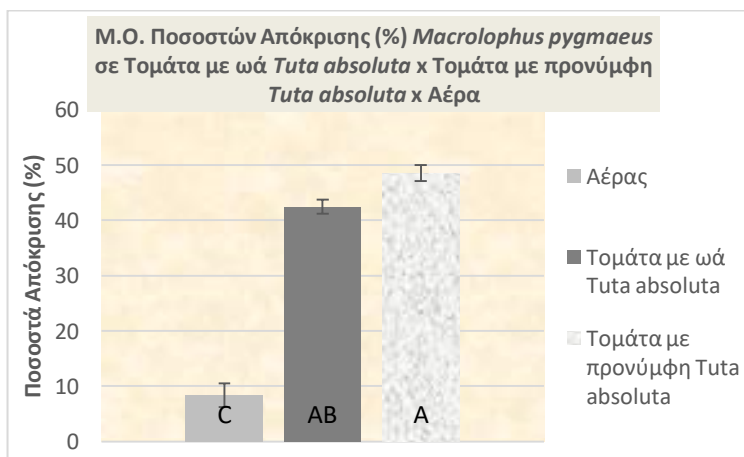


Γράφημα 8. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* και σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

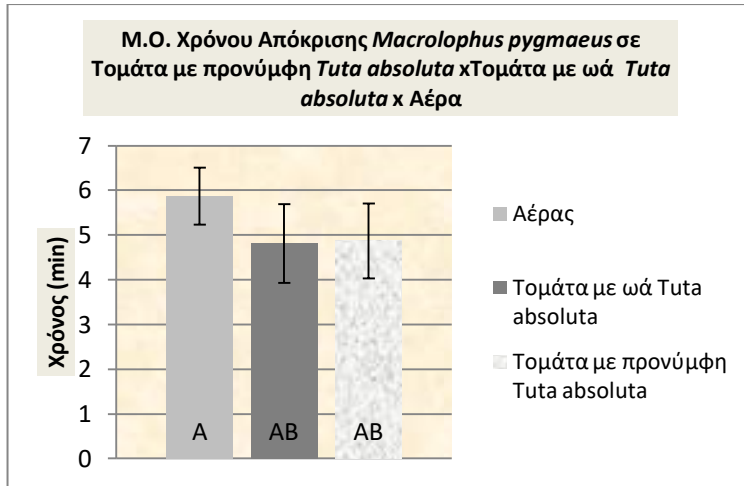
3.1.1.5. Φύλλα Τομάτας με ωά *T. absoluta* x Φύλλα Τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* L₁-L₂ x Αέρας (τριπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογή των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα το ποσοστό απόκρισης των ♀ *M. pygmaeus* στα φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta* (42,96 %) και στα φύλλα τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* (48,53 %) σε σχέση με τον αέρα (8,93%) (Γράφημα 9). Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και των φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta*. Από τα 38 ♀ *Macrolophus pygmaeus*, τα 14 επέλεξαν την τομάτα με τα ωά *Tuta absoluta*, τα 16 επέλεξαν την τομάτα με προνύμφη *Tuta absoluta*, τα 5 τον αέρα και τα υπόλοιπα 3 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό 8,39%.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των τριών πηγών οσμών (Γράφημα 10).



Γράφημα 9. Συγκριτική απεικόνιση των ποσοστών απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

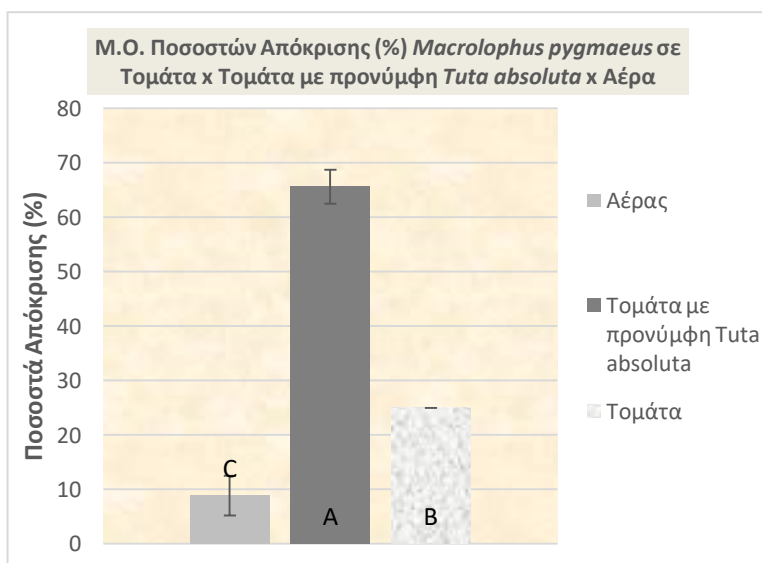


Γράφημα 10. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

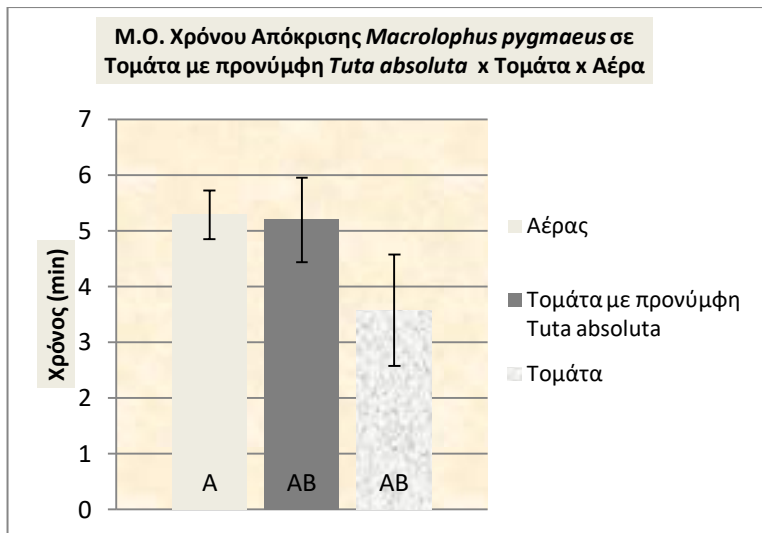
3.1.1.6. Φύλλα Τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* L₁-L₂ x Φύλλα Τομάτας x Αέρας (τριπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογή των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα στο ποσοστό απόκρισης των ♀ *M. pygmaeus* στα φύλλα τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* (65,63 %) και στα φύλλα τομάτας (25 %) σε σχέση με τον αέρα (8,88%) (Γράφημα 11). Επιπλέον, σημαντική στατιστική διαφορά υπήρξε και μεταξύ των φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* (65,63 %) και των φύλλων τομάτας (25 %). Από τα 38 ♀ *M. pygmaeus*, τα 21 επέλεξαν την τομάτα με την προνύμφη *T. absoluta*, τα 8 επέλεξαν την τομάτα, τα 3 τον αέρα και τα υπόλοιπα 6 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό 15,79%.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των τριών πηγών οσμών (Γράφημα 12).



Γράφημα 11. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων ποσοστών απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και φύλλων τομάτας και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

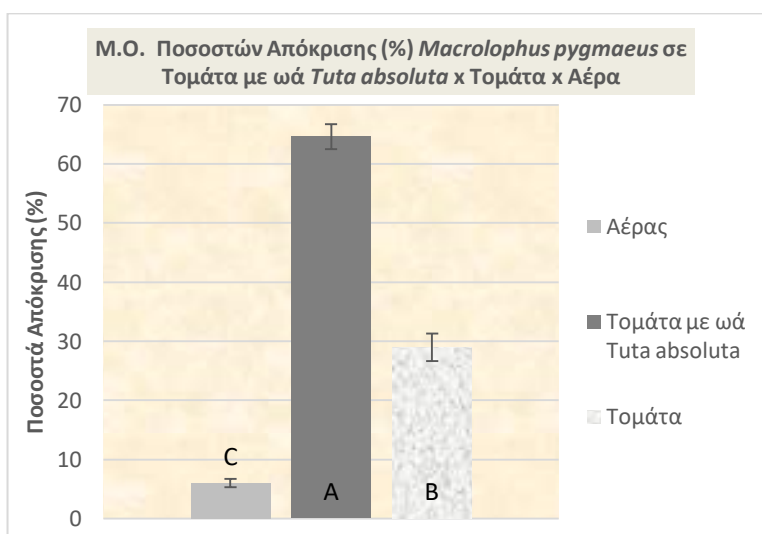


Γράφημα 12. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και φύλλων τομάτας και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

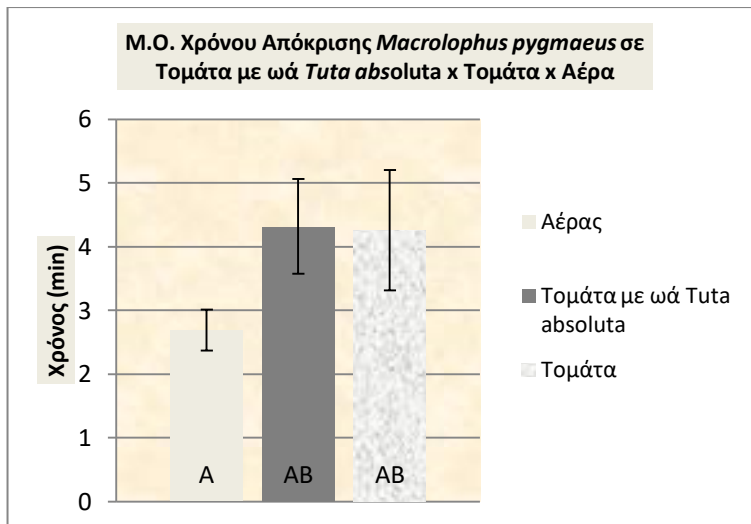
3.1.1.7. Φύλλα Τομάτας με ωά *Tuta absoluta* x Φύλλα Τομάτας x Αέρας (τριπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογή των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα στο ποσοστό απόκρισης των ♀ *M. pygmaeus* στα φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta* (64,58 %) και στα φύλλα τομάτας (28,96 %) σε σχέση με τον αέρα (5,96%) (Γράφημα 13). Επιπροσθέτως, σημαντική στατιστική διαφορά υπήρξε και μεταξύ των φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* (64,58 %) και των φύλλων τομάτας (28,96 %). Από τα 38 ♀ *M. pygmaeus*, τα 20 επέλεξαν την τομάτα με τα ωά *T. absoluta*, τα 9 επέλεξαν την τομάτα, τα 2 τον αέρα και τα υπόλοιπα 7 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό 18,42%.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των τριών πηγών οσμών (Γράφημα 14).



Γράφημα 13. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων ποσοστών απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και φύλλων τομάτας και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

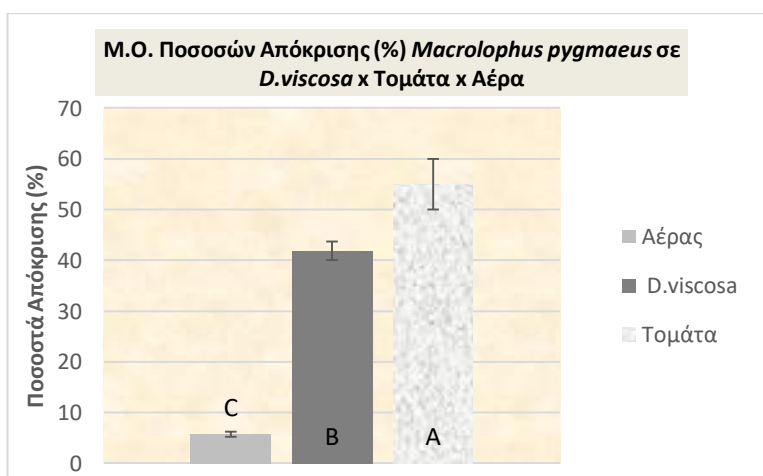


Γράφημα 14. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και φύλλων τομάτας και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

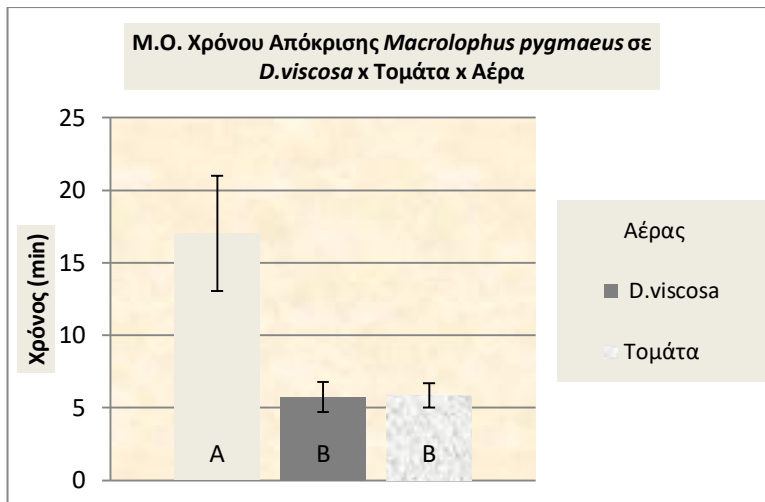
3.1.1.8. Φύλλα *D. viscosa* x Φύλλα Τομάτας x Αέρας (τριπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογή των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα στο ποσοστό απόκρισης των ♀ *M. pygmaeus* στα φύλλα *D. viscosa* (41,88%) και στα φύλλα τομάτας (55 %) σε σχέση με τον αέρα (5,76%) (Γράφημα 15). Επιπροσθέτως, σημαντική στατιστική διαφορά υπήρξε και μεταξύ των φύλλων *D. viscosa* (41,88%) και των φύλλων τομάτας (55 %). Από τα 38 ♀ *M. pygmaeus*, τα 13 επέλεξαν τα φύλλα *D. viscosa* (41,88%), τα 17 επέλεξαν την τομάτα, το 1 τον αέρα και τα υπόλοιπα 7 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό 18,42%.

Παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα τα ♀ *M. pygmaeus* επέλεξαν τα φύλλα *D. viscosa* σε χρονικό διάστημα 5,77 min και τα φύλλα τομάτας σε 5,86 min σε σχέση με του αέρα που ήταν 17,01 min (Γράφημα 16). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης μεταξύ των φύλλων *D. viscosa* και των φύλλων τομάτας.



Γράφημα 15. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων ποσοστών απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D. viscosa* και φύλλων τομάτας και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

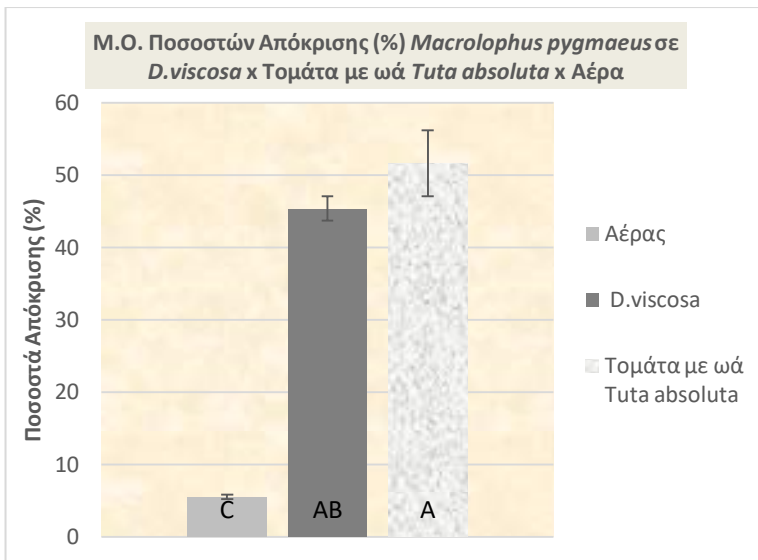


Γράφημα 16. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* και φύλλων τομάτας και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

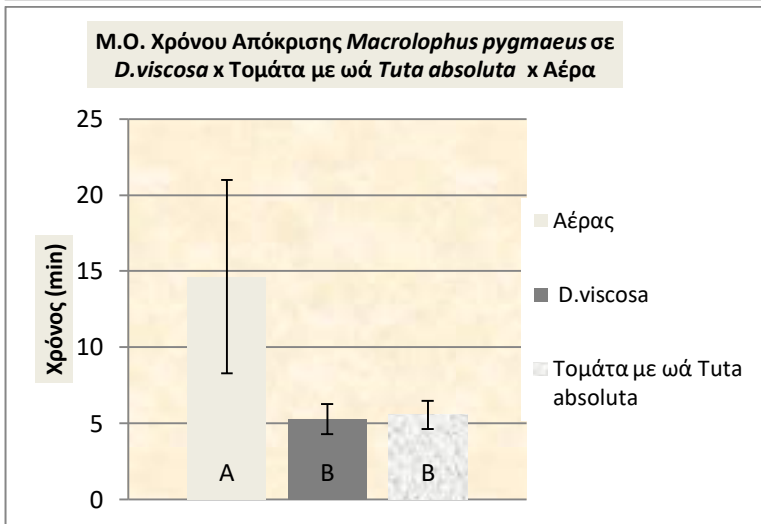
3.1.1.9. Φύλλα *D.viscosa* x Φύλλα Τομάτας με ωά *Tuta absoluta* x Αέρας (τριπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογή των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα στο ποσοστό απόκρισης των ♀ *M. pygmaeus* στα φύλλα *D.viscosa* (45,4%) και στα φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta* (51,65 %) σε σχέση με τον αέρα (5,57%) (Γράφημα 17). Επιπροσθέτως, δεν υπήρξε στατιστική διαφορά μεταξύ των φύλλων *D.viscosa* και των φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta*. Από τα 38 ♀ *M. pygmaeus*, τα 15 επέλεξαν τα φύλλα *D.viscosa*, τα 17 επέλεξαν την τομάτα με ωά *T.absoluta*, το 1 τον αέρα και τα υπόλοιπα 5 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό **13,16%**.

Παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα τα ♀ *M.pygmaeus* επέλεξαν τα φύλλα *D.viscosa* σε χρονικό διάστημα 5,28 min και τα φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta* σε 5,55 min σε σχέση με του αέρα που ήταν 14,63 min (Γράφημα 18). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης μεταξύ των φύλλων *D.viscosa* και των φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta*.



Γράφημα 17. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων ποσοστών απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D. viscosa* και φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

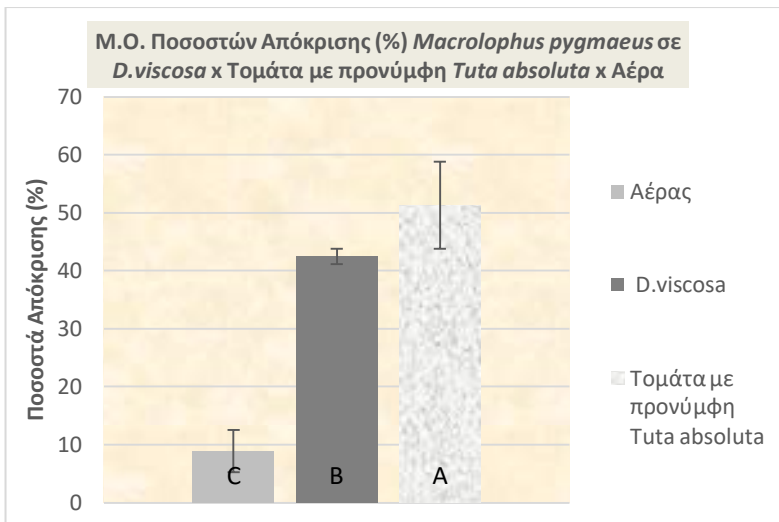


Γράφημα 18. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D. viscosa* και φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

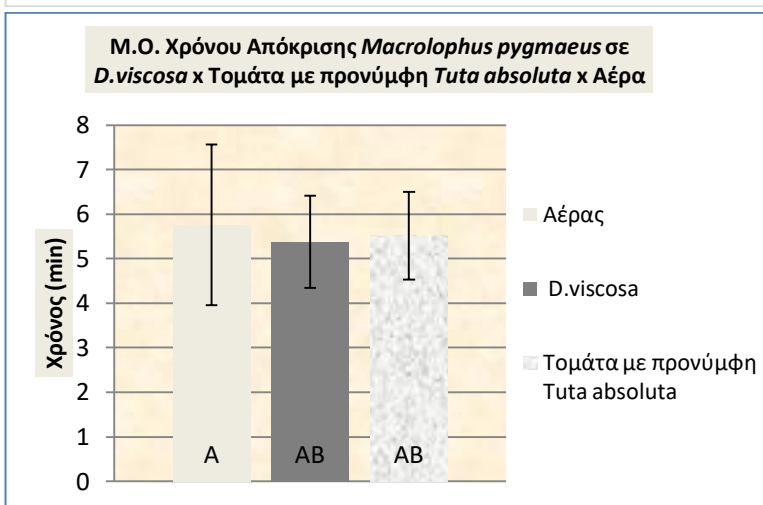
3.1.1.10. Φύλλα *D. viscosa* x Φύλλα Τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* L₁-L₂ x Αέρας (τριπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογή των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα στο ποσοστό απόκρισης των ♀ *M. pygmaeus* στα φύλλα *D. viscosa* (42,46%) και στα φύλλα τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* (51,29 %) σε σχέση με τον αέρα (8,88%) (Γράφημα 19). Επιπροσθέτως, υπήρξε στατιστική διαφορά μεταξύ των φύλλων *D. viscosa* (42,46%) και των φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* (51,29 %). Από τα 38 ♀ *M. pygmaeus*, τα 14 επέλεξαν τα φύλλα *D. viscosa*, τα 17 επέλεξαν την τομάτα με ωά *T. absoluta*, τα 2 τον αέρα και τα υπόλοιπα 5 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό 13,16%.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο μέσο όρο χρόνου απόκρισης των εντόμων μεταξύ των τριών πηγών οσμών (Γράφημα 20).



Γράφημα 19. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων ποσοστών απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D. viscosa* και φύλλων τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

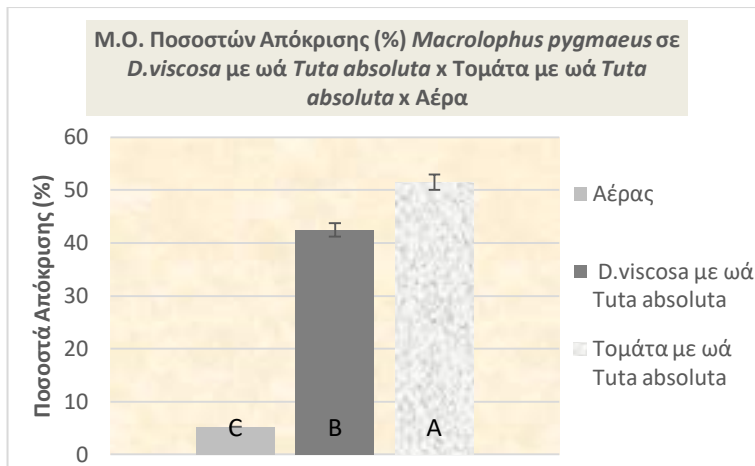


Γράφημα 20. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D. viscosa* και φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

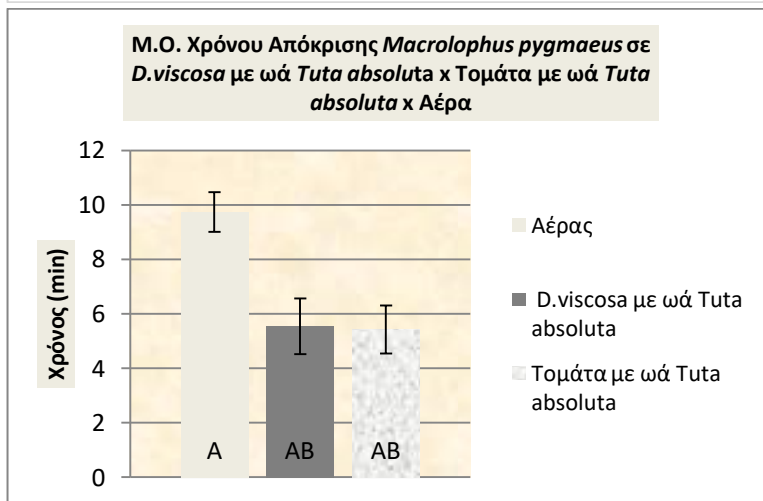
3.1.1.11. Φύλλα *D. viscosa* με ωά *T. absoluta* x Φύλλα Τομάτας με ωά *T. absoluta* x Αέρας (τριπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογή των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα στο ποσοστό απόκρισης των ♀ *M. pygmaeus* στα φύλλα *D. viscosa* με ωά *T. absoluta* (42,46%) και στα φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta* (51,47 %) σε σχέση με τον αέρα (5,26%) (Γράφημα 21). Επιπροσθέτως, υπήρξε στατιστική διαφορά μεταξύ των φύλλων *D. viscosa* με ωά *T. absoluta* (42,46%) και των φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* (51,47 %). Από τα 38 ♀ *M. pygmaeus*, τα 14 επέλεξαν τα φύλλα *D. viscosa* με ωά *T. absoluta*, τα 17 επέλεξαν την τομάτα με ωά *T. absoluta*, τα 2 τον αέρα και τα υπόλοιπα 5 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό 13,16%.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των τριών πηγών οσμών (Γράφημα 22).



Γράφημα 21. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων ποσοστών απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* και φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

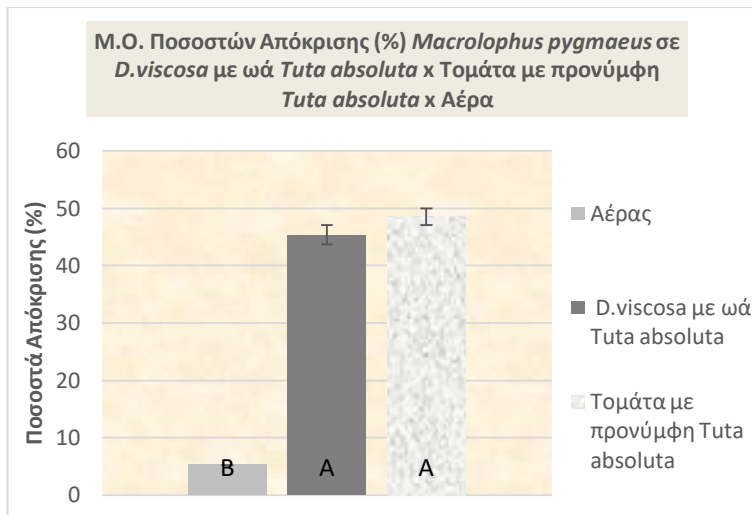


Γράφημα 22. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

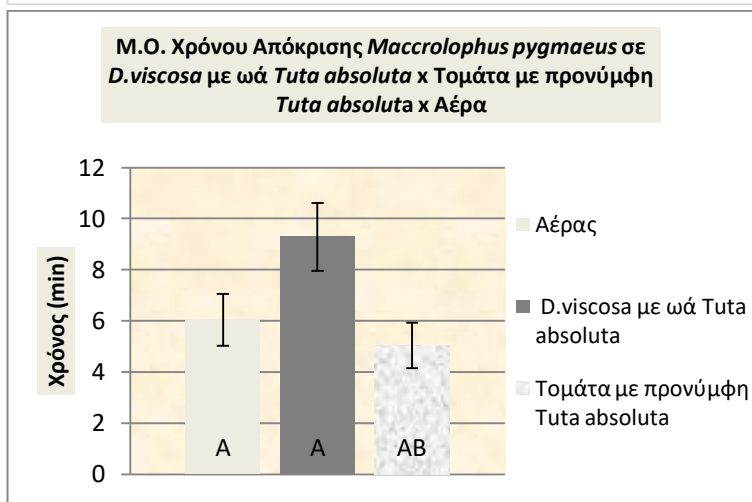
3.1.1.12. Φύλλα *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* x Φύλλα Τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* L₁-L₂ x Αέρας (τριπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογή των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα στο ποσοστό απόκρισης των ♀ *M. pygmaeus* στα φύλλα *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* (45,40%) και στα φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta* (48,53 %) σε σχέση με τον αέρα (5,26%) (Γράφημα 19). Δεν υπήρξε στατιστική διαφορά μεταξύ των φύλλων *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* και των φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta*. Από τα 38 ♀ *M.pygmaeus*, τα 15 επέλεξαν τα φύλλα *D.viscosa* με ωά *T. absoluta*, τα 16 επέλεξαν την τομάτα με ωά *T. absoluta*, τα 2 τον αέρα και τα υπόλοιπα 5 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό **13,16%**.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των τριών πηγών οσμών (Γράφημα 20).



Γράφημα 23. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων ποσοστών απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* και φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.



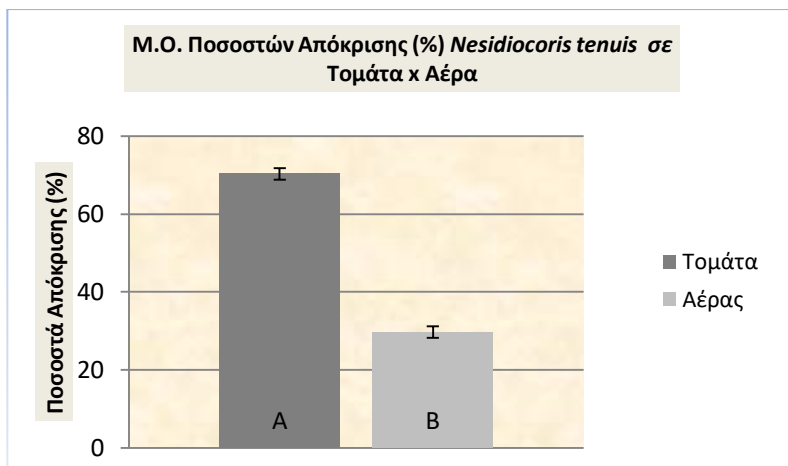
Γράφημα 24. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *M. pygmaeus* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* και φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

3.1.2. Οσφρητική απόκριση και Χρόνος απόκρισης του *Nesidiocoris tenuis*

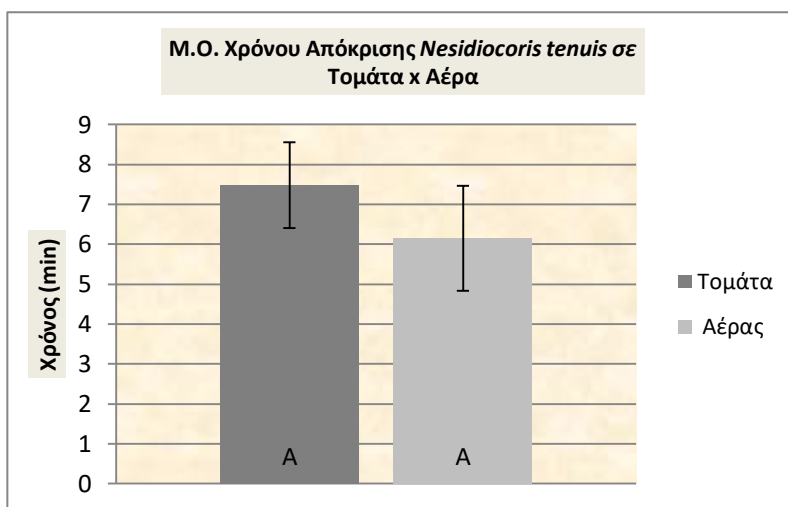
3.1.2.1. Φύλλα Τομάτας x Αέρας (διπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογ των δύο πηγών οσμών και συγκεκριμένα το ποσοστό απόκρισης των ♀ *N. tenuis* στα φύλλα τομάτας ήταν το **71,81 %** εν αντιθέσει με τον αέρα που κυμάνθηκε στο **28,94 %** (Γράφημα 25). Από τα 53 ♀ *N. tenuis*, τα 34 αποκρίθηκαν-επέλεξαν τα φύλλα τομάτας, τα 12 τον αέρα και τα υπόλοιπα 7 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό **11,32%**.

Δεν παρατηρήθηκαν όμως, στατιστικές σημαντικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των δύο πηγών οσμών (Γράφημα 26).



Γράφημα 25. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων ποσοστών απόκρισης ♀ *N. tenuis* σε ρεύμα οσμής **φύλλων τομάτας και** σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (**Αέρας**), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

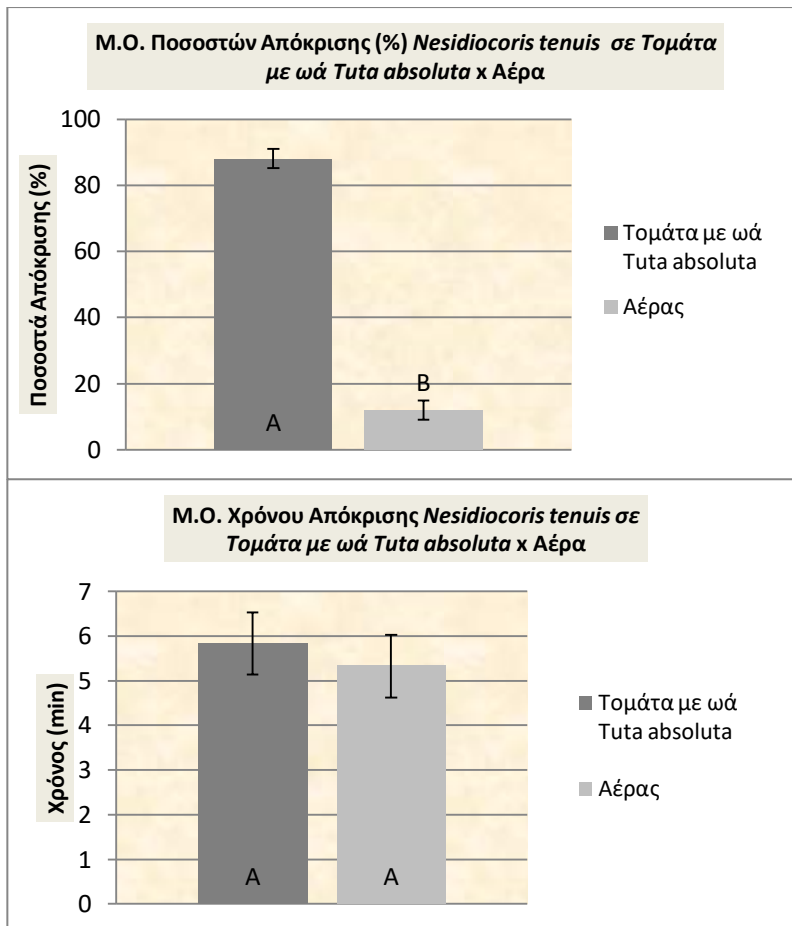


Γράφημα 26. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης *N. tenuis* σε ρεύμα οσμής **φύλλου τομάτας και** σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (**Αέρας**), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

3.1.2.2. Φύλλα Τομάτας με ωά *T. absoluta* x Αέρας (διπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογτων δύο πηγών οσμών και συγκεκριμένα το ποσοστό απόκρισης των ♀ *N. tenuis* στα φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta* ήταν το **88,06 %** εν αντιθέσει με τον αέρα που κυμάνθηκε στο **11,9 %** (**Γράφημα 27**). Από τα 56 ♀ *N. tenuis*, τα 43 αποκρίθηκαν-επέλεξαν τα φύλλα τομάτας με τα ωά *T. absoluta*, τα 6 τον αέρα και υπόλοιπα 7 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό **12,28%**.

Δεν παρατηρήθηκαν όμως, στατιστικές σημαντικές διαφορές όσον αφορά το μέσο όρο χρόνου απόκρισης των εντόμων μεταξύ των δύο πηγών οσμών (**Γράφημα 28**).



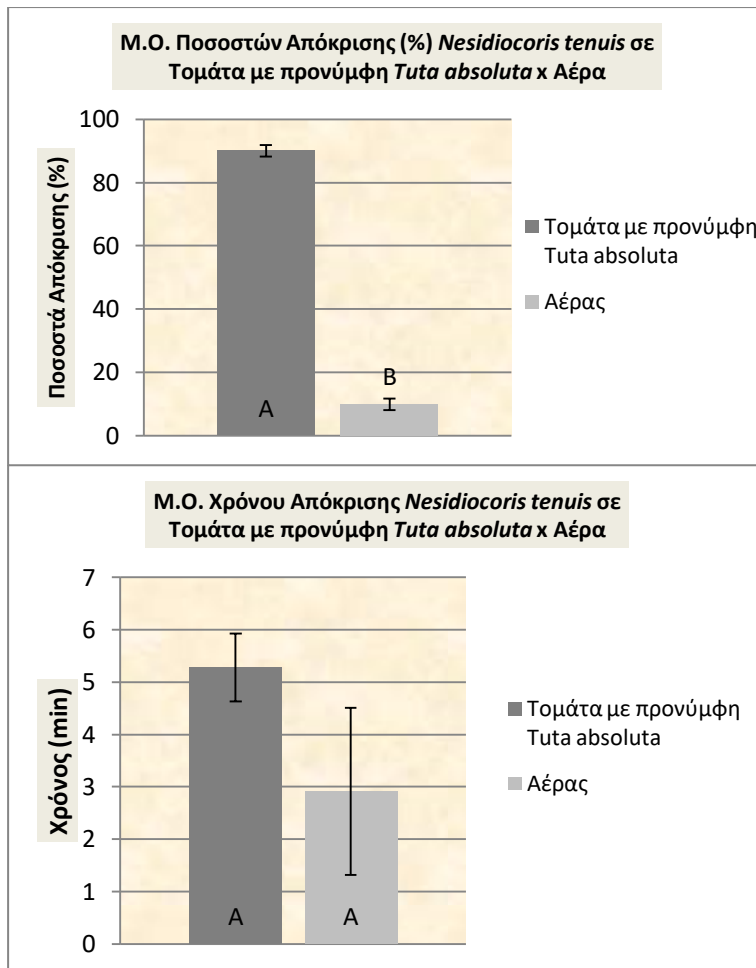
Γράφημα 27. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων ποσοστών απόκρισης ♀ *N. tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

Γράφημα 28. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *N. tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

3.1.2.3. Φύλλα Τομάτας με προνύμφη *Tuta absoluta* L₁-L₂ x Αέρας (διπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογ των δύο πηγών οσμών και συγκεκριμένα το ποσοστό απόκρισης των ♀ *N. tenuis* στα φύλλα τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* L₁-L₂ ήταν το **90,07 %** εν αντιθέσει με τον αέρα που κυμάνθηκε στο **9,93 %** (Γράφημα 29). Από τα 57 ♀ *N. tenuis*, τα 45 αποκρίθηκαν-επέλεξαν τα φύλλα τομάτας με την προνύμφη *Tuta absoluta*, τα 5 τον αέρα και υπόλοιπα 7 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό **12,28%**.

Δεν παρατηρήθηκαν όμως, στατιστικές σημαντικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των δύο πηγών οσμών (Γράφημα 30).



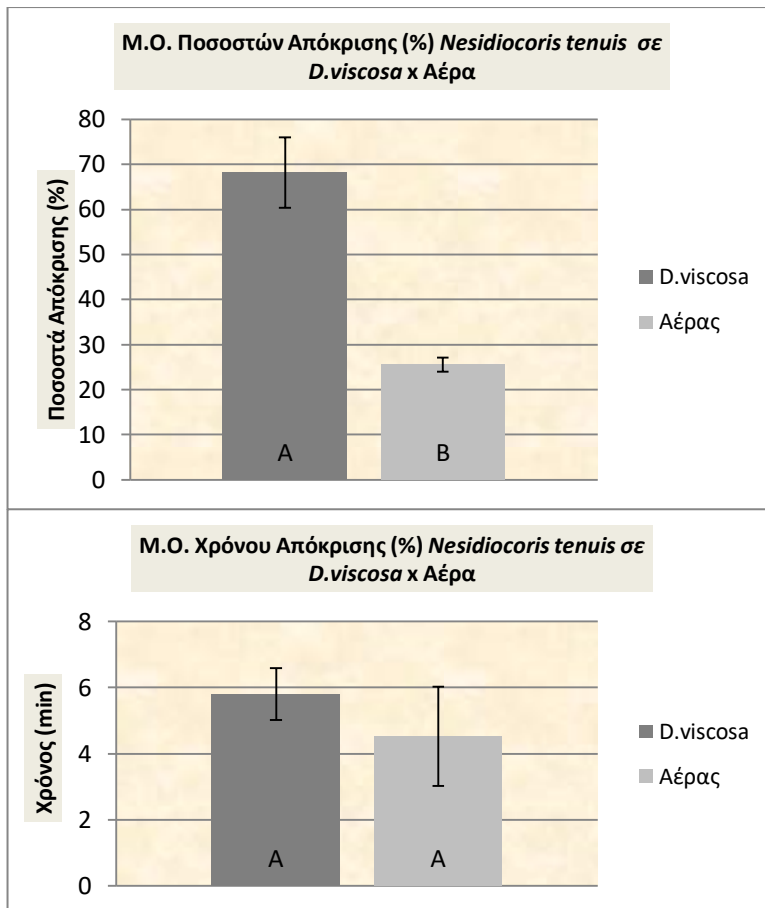
Γράφημα 29. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων ποσοστών απόκρισης ♀ *N. tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

Γράφημα 30. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *N. tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

3.1.2.4. Φύλλα *D.viscosa* x Αέρας (διπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογ των δύο πηγών οσμών και συγκεκριμένα το ποσοστό απόκρισης των ♀ *N. tenuis* στα φύλλα *D.viscosa* ήταν το **68,18 %** εν αντιθέσει με τον αέρα που κυμάνθηκε στο **25,5 % (Γράφημα 31)**. Από τα 57 ♀ *N. tenuis*, τα 32 αποκρίθηκαν-επέλεξαν τα φύλλα *D.viscosa*, τα 11 τον αέρα και υπόλοιπα 14 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό **24,56%**.

Δεν παρατηρήθηκαν ωστόσο στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των δύο πηγών οσμών (Γράφημα 32).



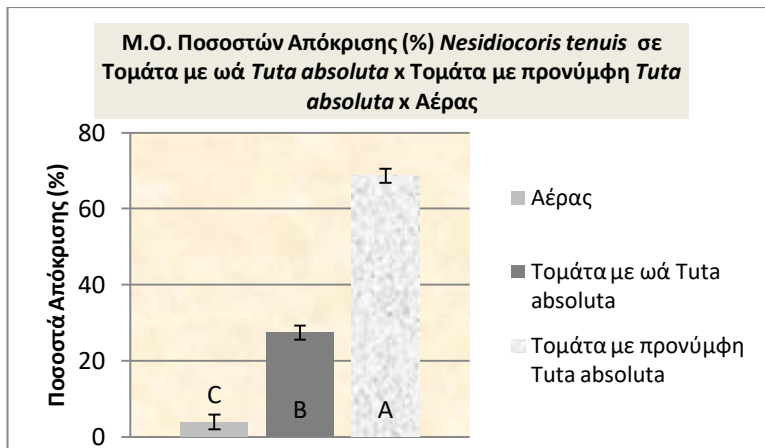
Γράφημα 31. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων ποσοστών απόκρισης ♀ *N. tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D. viscosa* και σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

Γράφημα 32. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *N. tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D. viscosa* και σε ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

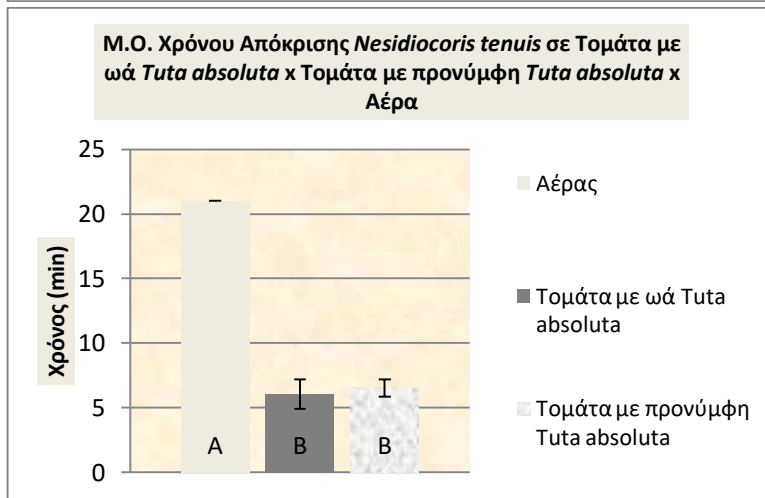
3.1.2.5. Φύλλα Τομάτας με ωά *Tuta absoluta* x Φύλλα Τομάτας με προνύμφη *Tuta absoluta* L₁-L₂ x Αέρας (τριπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογή των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα το ποσοστό απόκρισης των ♀ *N. tenuis* στα φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta* (27,45 %) και στα φύλλα τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* (68,63 %) σε σχέση με τον αέρα (3,92%) (Γράφημα 33). Επιπλέον, υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* (27,45 %) και των φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* (68,63 %). Από τα 57 ♀ *N. tenuis*, τα 14 επέλεξαν την τομάτα με τα ωά *T. absoluta*, τα 35 επέλεξαν την τομάτα με προνύμφη *T. absoluta*, τα 2 τον αέρα και τα υπόλοιπα 6 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό 10,53%.

Παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα τα ♀ *Nesidiocoris tenuis* επέλεξαν τα φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta* σε χρονικό διάστημα 6,04 min και τα φύλλα τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* σε 6,54 min σε σχέση με του αέρα που ήταν 21 min (Γράφημα 34). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης μεταξύ των φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και των φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta*.



Γράφημα 33. Συγκριτική απεικόνιση των ποσοστών απόκρισης ♀ *N.tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

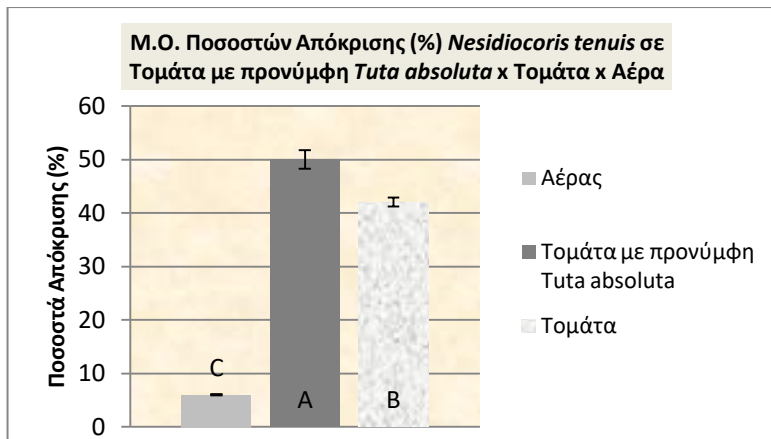


Γράφημα 34. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *N.tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

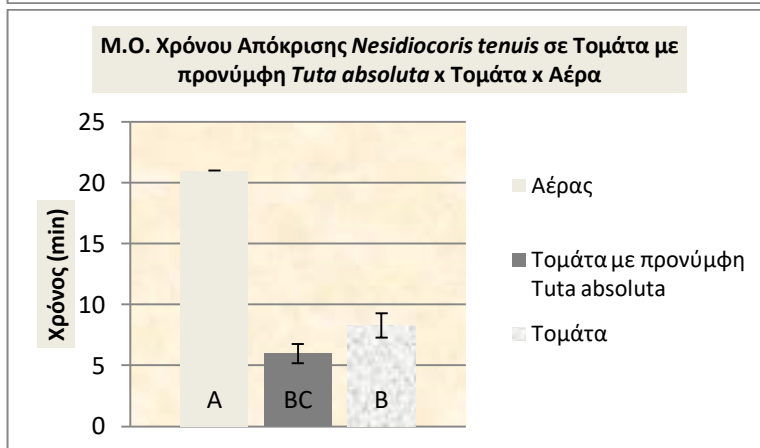
3.1.2.6. Φύλλα Τομάτας με προνύμφη *Tuta absoluta* L₁-L₂ x Φύλλας Τομάτα x Αέρας (τριπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογή των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα το ποσοστό απόκρισης των ♀ *N.tenuis* στα φύλλα τομάτας με προνύμφη *T.absoluta* L₁-L₂ (50 %) και στα φύλλα τομάτας (42,3 %) σε σχέση με τον αέρα (6%) (Γράφημα 35). Επιπλέον, υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* L₁-L₂ (27,45 %) και των φύλλων τομάτας (68,63 %). Από τα 57 ♀ *N.tenuis*, τα 26 επέλεξαν τα φύλλα τομάτας με την προνύμφη *T. absoluta* L₁-L₂, τα 21 επέλεξαν τα φύλλα τομάτας, τα 3 τον αέρα και τα υπόλοιπα 7 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό 12,28%.

Παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα τα ♀ *N. tenuis* επέλεξαν τα φύλλα τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* L₁-L₂ σε χρονικό διάστημα 5,98 min και τα φύλλα τομάτας σε 8,28 min σε σχέση με του αέρα που ήταν 21 min (Γράφημα 36). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης μεταξύ των φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* L₁-L₂ και των φύλλων τομάτας.



Γράφημα 35. Συγκριτική απεικόνιση των ποσοστών απόκρισης ♀ *N.tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και φύλλων τομάτας και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

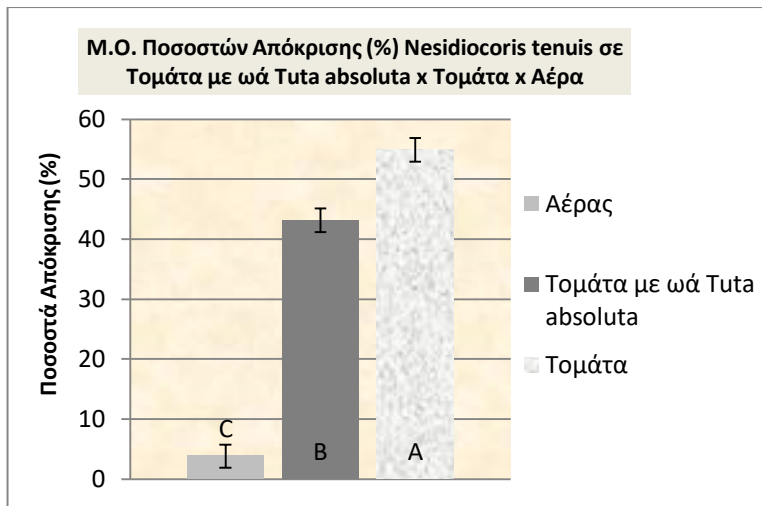


Γράφημα 36. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *N.tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και φύλλων τομάτας και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

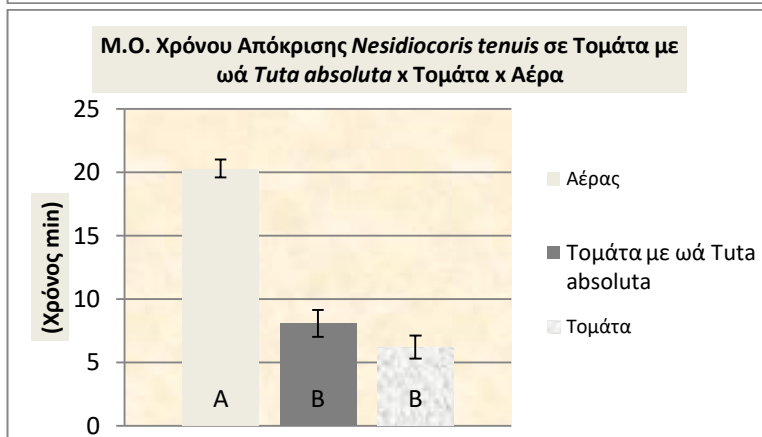
3.1.2.7. Φύλλα Τομάτας με ωά *Tuta absoluta* vs Φύλλα Τομάτας vs Αέρας (τριπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογή των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα το ποσοστό απόκρισης των ♀ *N. tenuis* στα φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta* (**43,14 %**) και στα φύλλα τομάτας (**54,9 %**) σε σχέση με τον αέρα (**3,81 %**) (Γράφημα 37). Επιπλέον, υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* (**43,14 %**) και των φύλλων τομάτας (**54,9 %**). Από τα 57 ♀ *N. tenuis*, τα 22 επέλεξαν τα φύλλα τομάτας με την προνύμφη *T. absoluta*, τα 28 επέλεξαν τα φύλλα τομάτας, τα 2 τον αέρα και τα υπόλοιπα 5 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό **12,28%**.

Παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο μέσο όρο χρόνου απόκρισης των εντόμων μεταξύ των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα τα ♀ *Nesidocoris tenuis* επέλεξαν τα φύλλα τομάτας με ωά *Tuta absoluta* σε χρονικό διάστημα 8,07 min και τα φύλλα τομάτας σε 6,2 min σε σχέση με του αέρα που ήταν 20,28 min (Γράφημα 38). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο μέσο όρο χρόνου απόκρισης μεταξύ των φύλλων τομάτας με ωά *Tuta absoluta* και των φύλλων τομάτας.



Γράφημα 37. Συγκριτική απεικόνιση των ποσοστών απόκρισης ♀ *N.tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και φύλλων τομάτας και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

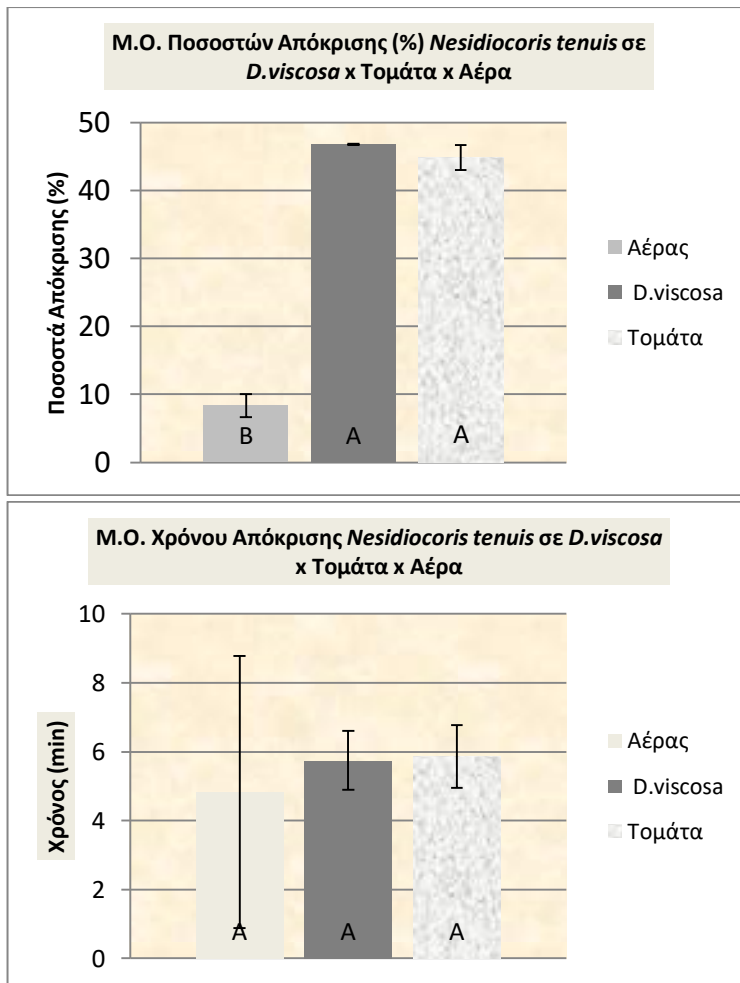


Γράφημα 38. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *N.tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και φύλλων τομάτας και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

3.1.2.8. Φύλλα *D.viscosa* x Φύλλα Τομάτας x Αέρας (τριπλή επιλογή).

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογή των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα στο ποσοστό απόκρισης των ♀ *N. tenuis* στα φύλλα *D.viscosa* (46,8%) και στα φύλλα τομάτας (44,83 %) σε σχέση με τον αέρα (8,37%) (Γράφημα 39). Επιπροσθέτως, δεν υπήρξε στατιστική διαφορά μεταξύ των φύλλων *D.viscosa* και των φύλλων τομάτας. Από τα 57 ♀ *N. tenuis*, τα 22 επέλεξαν τα φύλλα *D.viscosa*, τα 21 επέλεξαν την τομάτα, τα 4 τον αέρα και τα υπόλοιπα 10 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό 17,54%.

Δεν παρατηρήθηκαν ωστόσο στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των τριών πηγών οσμών (Γράφημα 40).



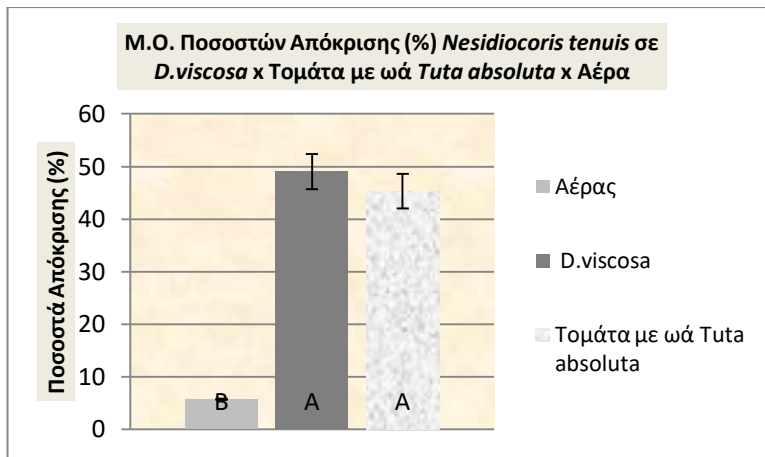
Γράφημα 39. Συγκριτική απεικόνιση των ποσοστών απόκρισης ♀ *N.tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* και φύλλων τομάτας και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

Γράφημα 40. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *N.tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* και φύλλων τομάτας και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

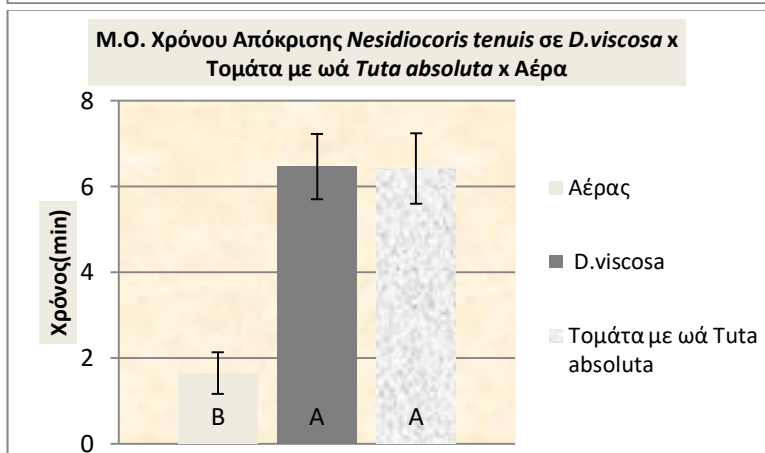
3.1.2.9. Φύλλα *D.viscosa* vs Φύλλα Τομάτας με ωά *T. absoluta* vs Αέρας (τριπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογή των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα στο ποσοστό απόκρισης των ♀ *N. tenuis* στα φύλλα *D.viscosa* (49,02%) και στα φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta* (45,32 %) σε σχέση με τον αέρα (5,66%) (Γράφημα 41.). Επιπροσθέτως, δεν υπήρξε στατιστική διαφορά μεταξύ των φύλλων *D.viscosa* και των φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta*. Από τα 57 ♀ *N. tenuis*, τα 26 επέλεξαν τα φύλλα *D.viscosa*, τα 24 επέλεξαν την τομάτα με ωά *T.absoluta*, τα 3 τον αέρα και τα υπόλοιπα 4 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό **7,01%**.

Παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα τα ♀ *N.tenuis* επέλεξαν τα φύλλα *D.viscosa* σε χρονικό διάστημα 6,46 min και τα φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta* σε 6,41 min σε σχέση με του αέρα που ήταν 20,28 min (Γράφημα 42.). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης μεταξύ των φύλλων *D.viscosa* και των φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta*.



Γράφημα 41. Συγκριτική απεικόνιση των ποσοστών απόκρισης ♀ *N. tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* και φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

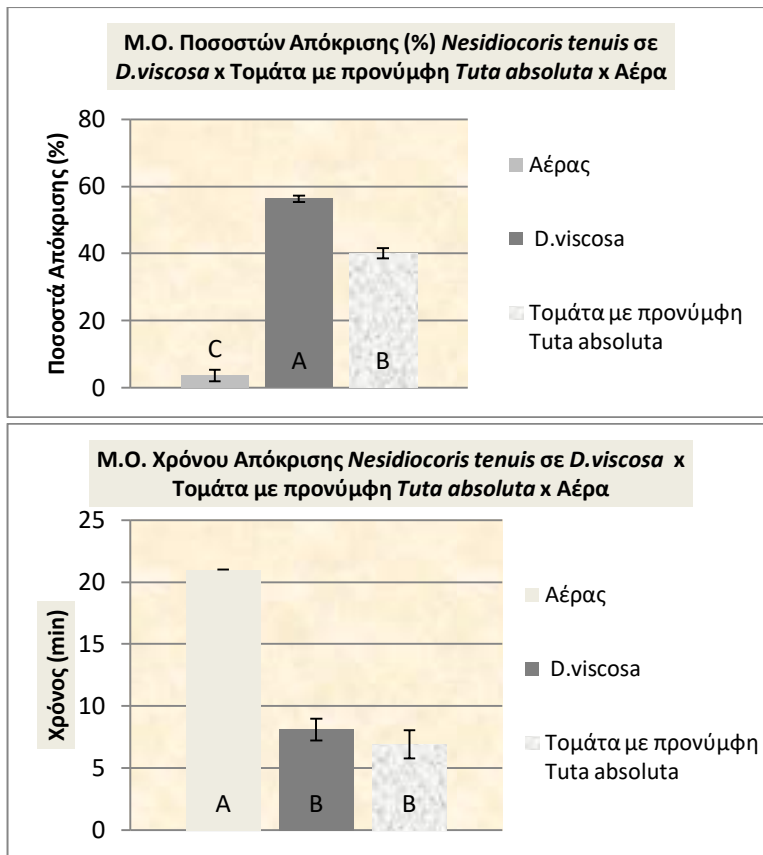


Γράφημα 42. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *N. tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* και φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

3.1.2.10. Φύλλα *D.viscosa* x Φύλλα Τομάτας με προνύμφη *Tuta absoluta* L₁-L₂ x Αέρας (τριπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογή των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα στο ποσοστό απόκρισης των ♀ *N. tenuis* στα φύλλα *D.viscosa* (56,33%) και στα φύλλα τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* (40,5 %) σε σχέση με τον αέρα (3,6%) (**Γράφημα 43**). Επιπλέον υπήρξε στατιστική διαφορά μεταξύ των φύλλων *D.viscosa* (56,33%) και των φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* (40,5 %). Από τα 57 ♀ *Nesidiocoris tenuis*, τα 31 επέλεξαν τα φύλλα *D.viscosa*, τα 22 επέλεξαν την τομάτα με προνύμφη *T. absoluta*, τα 2 τον αέρα και τα υπόλοιπα 2 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό **3,6 %**.

Παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα τα ♀ *N. tenuis* επέλεξαν τα φύλλα *D.viscosa* σε χρονικό διάστημα 8,13 min και τα φύλλα τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* σε 6,92 min σε σχέση με του αέρα που ήταν 21 min (**Γράφημα 44**). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης μεταξύ των φύλλων *D.viscosa* και των φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta*.



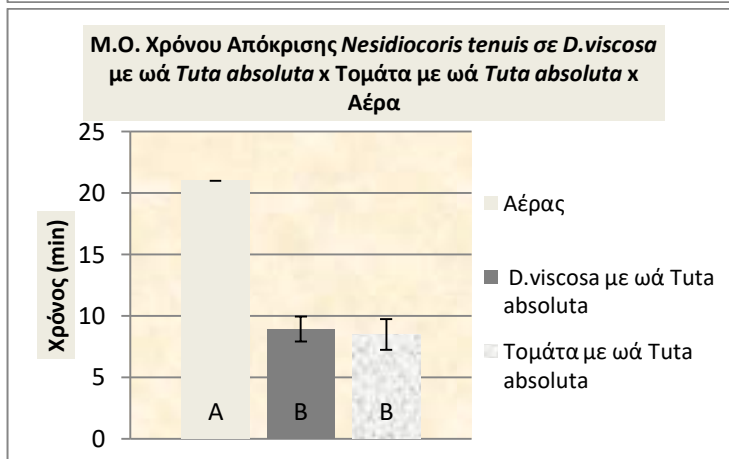
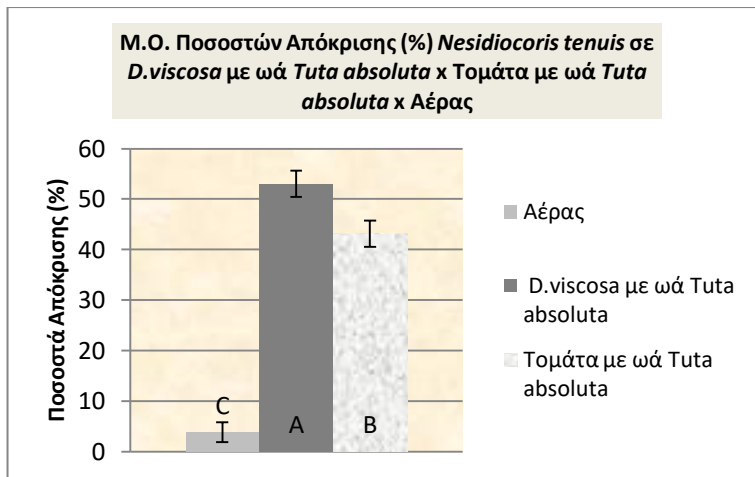
Γράφημα 43. Συγκριτική απεικόνιση των ποσοστών απόκρισης ♀ *N.tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* και φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

Γράφημα 44. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *N.tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* και φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

3.1.2.11. Φύλλα *D.viscosa* με ωά *Tuta absoluta* x Φύλλα Τομάτας με ωά *Tuta absoluta* x Αέρας (τριπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογή των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα στο ποσοστό απόκρισης των ♀ *N.tenuis* στα φύλλα *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* (54,04%) και στα φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta* (44 %) σε σχέση με τον αέρα (3,92%) (Γράφημα 45.). Επιπροσθέτως υπάρχει στατιστική διαφορά μεταξύ των φύλλων *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* (54,04%) και των φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* (44 %). Από τα 57 ♀ *N. tenuis*, τα 27 επέλεξαν τα φύλλα *D.viscosa* με ωά *T. absoluta*, τα 22 επέλεξαν την τομάτα με ωά *T. absoluta*, τα 2 τον αέρα και τα υπόλοιπα 6 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό **14,04 %**.

Παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα τα ♀ *N. tenuis* επέλεξαν τα φύλλα *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* σε χρονικό διάστημα 8,92 min και τα φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta* σε 8,5 min σε σχέση με του αέρα που ήταν 21 min (Γράφημα 46.). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης μεταξύ των φύλλων *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* και των φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta*.



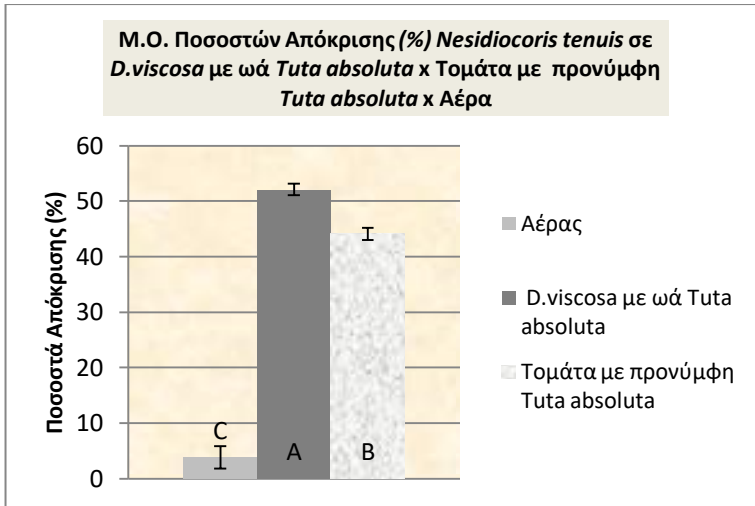
Γράφημα 45. Συγκριτική απεικόνιση των ποσοστών απόκρισης ♀ *N.tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* και φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

Γράφημα 46. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *N.tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* και φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

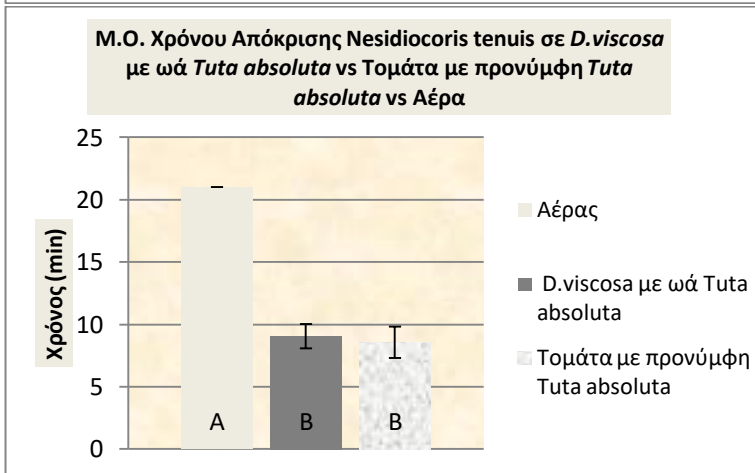
3.1.2.12. Φύλλα *D.viscosa* με ωά *Tuta absoluta* x Φύλλα Τομάτας με προνύμφη *Tuta absoluta* L₁-L₂ x Αέρας (τριπλή επιλογή)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επιλογή των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα στο ποσοστό απόκρισης των ♀ *N. tenuis* στα φύλλα *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* (52,09%) και στα φύλλα τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* (44,1 %) σε σχέση με τον αέρα (3,81%) (Γράφημα 47). Επίσης υπάρχει στατιστική διαφορά μεταξύ των φύλλων *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* (52,09%) και των φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* (44,1 %). Από τα 57 ♀ *N. tenuis*, τα 26 επέλεξαν τα φύλλα *D.viscosa* με ωά *T. absoluta*, τα 22 επέλεξαν την τομάτα με προνύμφη *T. absoluta*, τα 2 τον αέρα και τα υπόλοιπα 7 δεν αποκρίθηκαν, ποσοστό 15,79 %.

Παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης των εντόμων μεταξύ των τριών πηγών οσμών και συγκεκριμένα τα ♀ *N. tenuis* επέλεξαν τα φύλλα *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* σε χρονικό διάστημα 9,06 min και τα φύλλα τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* σε 8,57 min σε σχέση με του αέρα που ήταν 21 min (Γράφημα 48). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο χρόνο απόκρισης μεταξύ των φύλλων *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* και των φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta*.



Γράφημα 47. Συγκριτική απεικόνιση των ποσοστών απόκρισης ♀ *N. tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* και φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.



Γράφημα 48. Συγκριτική απεικόνιση των μέσων όρων χρόνου απόκρισης ♀ *N. tenuis* σε ρεύμα οσμής φύλλων *D.viscosa* με ωά *T. absoluta* και φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και ρεύμα αέρα από άδειο δοχείο (Αέρας), στο χρονικό διάστημα των 20 min.

3.1.3. Συγκριτικοί πίνακες μέσω όρων ποσοστών οσφρητικής απόκρισης και μέσω όρων χρόνου απόκρισης των εντόμων *Nesidicoris tenuis* και *Macrolophus pygmaeus*

Πίνακας 1. Μέσοι όροι ποσοστών απόκρισης του *Nesidicoris tenuis* και του *Macrolophus pygmaeus* (διπλών επιλογών). Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν σε κάθε μεταχείριση, ενώ μέσοι όροι που ακολουθούνται από ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ των μεταχειρίσεων σε κάθε είδος αρπακτικού.

Είδος	Επέμβαση	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) Τομάτα	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) Τομάτα με ωά <i>Tuta absoluta</i>	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) Τομάτα με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i>	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) <i>D.viscosa</i>	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) Αέρα	Μ.Ο. Ποσοστών (%) N.C.
<i>Nesidicoris tenuis</i>	Τομάτα x Αέρας	71,81±1,53Aβ	-	-	-	28,94±1,53B	11,32
<i>Nesidicoris tenuis</i>	Τομάτα με ωά <i>Tuta</i> x Αέρας	-	88,06 ±2,9Aα	-	-	11,9±2,9B	12,28
<i>Nesidicoris tenuis</i>	Τομάτα με Προνύμφη <i>Tuta</i> x Αέρας	-	-	90,07±1,84Aα	-	9,93±1,84B	12,28
<i>Nesidicoris tenuis</i>	<i>D.viscosa</i> x Αέρα	-	-	-	68,18±7,8Aα	25,55±1,61B	24,56
<i>Macrolophus pygmaeus</i>	Τομάτα x Αέρας	87,68±6,43Aα	-	-	-	12,32±6,43B	13,16
<i>Macrolophus pygmaeus</i>	Τομάτα με ωά <i>Tuta</i> x Αέρας	-	75,02±3,57Aα	-	-	25±3,57B	26,32
<i>Macrolophus pygmaeus</i>	Τομάτα με Προνύμφη <i>Tuta</i> x Αέρας	-	-	83,33±3,33Aα	-	16,67±3,33B	21,05
<i>Macrolophus pygmaeus</i>	<i>D.viscosa</i> x Αέρα	-	-	-	72,35±7,65Aα	27,65±7,65B	15,79

Πίνακας 2. Μέσοι όροι χρόνων απόκρισης του *Nesidiocoris tenuis* και του *Macrolophus pygmaeus* (διπλών επιλογών). Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν σε κάθε μεταχείριση.

Είδος	Επέμβαση	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης Τομάτας	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης Τομάτας με ωά <i>Tuta absoluta</i>	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης Τομάτας με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i>	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης <i>D. viscosa</i>	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης <i>D. viscosa</i> με ωά <i>Tuta absoluta</i>	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης Αέρα
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	Τομάτα x Αέρας	7,48±1,10Αβ	-	-	-	-	6,15±1,31Α
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	Τομάτα με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Αέρας	-	5,83±0,70Αα	-	-	-	5,33±1,07Α
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	Τομάτα με Προνύμφη <i>Tuta absoluta</i> vs Αέρας	-	-	5,28±0,64Αα	-	-	2,91±1,59Α
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	<i>D.viscosa</i> x Αέρα	-	-	-	5,81±0,79Αα	-	4,52±1,50Α
<i>Macrolophus pygmaeus</i>	Τομάτα x Αέρας	5,19±0,70Αα	-	-	-	-	7,28±2,55Α
<i>Macrolophus pygmaeus</i>	Τομάτα με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Αέρας	-	4,52±0,71Αα	-	-	-	4,80±1,28Α
<i>Macrolophus pygmaeus</i>	Τομάτα με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i> x Αέρας	-	-	5,18±0,69Αα	-	-	4,02±1,56Α
<i>Macrolophus pygmaeus</i>	<i>D.viscosa</i> x Αέρα	-	-	-	4,72±0,75Βα	-	9,55±2,06Α

Πίνακας 3. Μέσοι όροι ποσοστών απόκρισης του *Nesidiocoris tenuis* και του *Macrolophus pygmaeus* (τριπλών επιλογών). Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν σε κάθε μεταχείριση, ενώ μέσοι όροι που ακολουθούνται από ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ των μεταχειρίσεων σε κάθε είδος αρπακτικού, τα ελληνικά γράματα δηλώνουν διαφορές μεταξύ των δύο αρπακτικών στην κάθε μεταχείριση.

Είδος	Επέμβαση	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) Τομάτα	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) Τομάτα με ωά <i>Tuta absoluta</i>	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) Τομάτα με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i>	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) <i>D.viscosa</i>	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) <i>D.viscosa</i> με ωά <i>Tuta absoluta</i>	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) Αέρα	Μ.Ο. Ποσοστών (%) N.C.
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	Τομάτα με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Τομάτα	54,9±1,96Aαα	43,14±1,96Bαβ	-	-	-	3,81±191C	10,53
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	Τομάτα με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Τομάτα με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i>	-	27,45±1,85Bbβ	68,63±1,85Aαα	-	-	3,92±1,96C	14,04
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	Τομάτα με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i> x Τομάτα	42,03±0,86Bbα	-	50±1,7Abβ	-	-	6±0,123C	12,28
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	<i>D.viscosa</i> x Τομάτα	44,83±1,83Aαα	-	-	46,8±0,13Aαα	-	8,37±1,7B	17,54
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	<i>D.viscosa</i> vs Τομάτα με ωά <i>Tuta absoluta</i>	-	45,32±3,32Aαβ	-	49,02±3,35Aαα	-	5,66±0,11B	7,018
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	<i>D.viscosa</i> x Τομάτα με Προνύμφη <i>Tuta absoluta</i>	-	-	40,5±1,61Bcβ	56,33±1,61Aαα	-	3,6±1,8C	7,018
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	<i>D.viscosa</i> με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Τομάτα με ωά <i>Tuta absoluta</i>	-	43±12,61Bαβ	-	-	53,06±2,61Aαα	3,92±1,96C	14,04
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	<i>D.viscosa</i> με ωά <i>Tuta</i> x Τομάτα με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i>	-	-	44,1±1,04Bαα	-	52,09±1,04Aαα	3,81±2,03C	15,79
<i>Macrolophus pygmaeus</i>	Τομάτα με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Τομάτα	28,96±2,3Bbβ	64,58±2,08Aαα	-	-	-	5,96±0,70C	18,42

<i>Macrolophus pygmaeus</i>	Τομάτα με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Τομάτα με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i>	-	42,46±1,82ABα	48,53±1,47Abβ	-	-	8,39±2,14C	13,16
<i>Macrolophus pygmaeus</i>	Τομάτα με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i> x Τομάτα	25±0Bbβ	-	65,63±3,13Aα	-	-	8,88±3,62C	15,79
<i>Macrolophus pygmaeus</i>	<i>D.viscosa</i> x Τομάτα	55±5Aα	-	-	41,88±1,88Bbβ	-	5,76±0,5C	18,42
<i>Macrolophus pygmaeus</i>	<i>D.viscosa</i> x Τομάτα με ωά <i>Tuta absoluta</i>	-	51,65±4,6Aα	-	45,4±1,65ABα	-	5,57±0,31C	13,16
<i>Macrolophus pygmaeus</i>	<i>D.viscosa</i> x Τομάτα με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i>	-	-	51,29±7,54Aα	42,46±1,3Bbβ	-	8,88±3,62C	13,16
<i>Macrolophus pygmaeus</i>	<i>D.viscosa</i> με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Τομάτα με ωά <i>Tuta absoluta</i>	-	51,47±1,47Aα	-	-	42,46±1,29Baβ	5,26±0C	13,16
<i>Macrolophus pygmaeus</i>	<i>D.viscosa</i> με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Τομάτα με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i>	-	-	48,53±1,47Aα	-	45,40±1,65Aαβ	5,26±0B	13,16

Πίνακας 4. Μέσοι όροι χρόνων απόκρισης του *Nesidicoris tenuis* και του *Macrolophus pygmaeus* (τριπλών επιλογών). Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν σε κάθε μεταχείριση.

Είδος	Επέμβαση	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης Τομάτας	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης Τομάτας με ωά <i>Tuta absoluta</i>	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης Τομάτας με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i>	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης <i>D. viscosa</i>	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης <i>D. viscosa</i> με ωά <i>Tuta absoluta</i>	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης Αέρα
<i>Nesidicoris tenuis</i>	Τομάτα με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Τομάτα	6,2±0,89Bβ	8,07±1,05Bβ	-	-	-	20,28±0,71A
<i>Nesidicoris tenuis</i>	Τομάτα με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Τομάτα με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i>	-	6,04±1,13Bα	6,54±0,66Bβ	-	-	21±0A
<i>Nesidicoris tenuis</i>	Τομάτα με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i> x Τομάτα	8,28±1,01Bβ	-	5,98±0,78BCα	-	-	21±0A
<i>Nesidicoris tenuis</i>	<i>D.viscosa</i> x Τομάτα	5,87±0,91Aα	-	-	5,74±0,85Aα	-	4,82±3,95A
		-	6,41±0,82Aα	-	6,46±0,75Aα	-	1,65±0,48B

Nesidiocoris tenuis	D.viscosa x Τομάτα με ωά <i>Tuta absoluta</i>						
Nesidiocoris tenuis	D.viscosa x Τομάτα με Προνύμφη <i>Tuta absoluta</i>	-	-	6,92±1,12Bα	8,13±0,87Bβ	-	21±0A
Nesidiocoris tenuis	D.viscosa με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Τομάτα με ωά <i>Tuta absoluta</i>	-	8,5±1,26Bβ	-	-	8,92±1Bβ	21±0A
Nesidiocoris tenuis	D.viscosa με ωά <i>Tuta</i> x Τομάτα με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i>	-	-	8,57±1,25BBβ	-	9.06±0,96Bβ	21±0A
Macrolophus pygmaeus	Τομάτα με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Τομάτα	4,26±0,95Aα	4,31±0,74Aα	-	-	-	2,69±0,46A
Macrolophus pygmaeus	Τομάτα με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Τομάτα με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i>	-	4,81±0,88Aα	4,87±0,84Aα	-	-	5,87±0,64A
Macrolophus pygmaeus	Τομάτα με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i> x Τομάτα	3,58±0,95Aα	-	5,19±0,76Aα	-	-	5,29±0,43A
Macrolophus pygmaeus	D.viscosa x Τομάτα	5,86±0,85Bα	-	-	5,77±1,04Bα	-	17,01±3,9A
Macrolophus pygmaeus	D.viscosa x Τομάτα με ωά <i>Tuta absoluta</i>	-	5,55±0,94Bα	-	5,28±3,91Bα	-	14,63±6,37A
Macrolophus pygmaeus	D.viscosa x Τομάτα με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i>	-	-	5,51±0,99Aα	5,37±1,04Aα	-	5,76±1,80A
Macrolophus pygmaeus	D.viscosa με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Τομάτα με ωά <i>Tuta absoluta</i>	-	5,42±3,66Bα	-	-	5,55±1,02Aα	9,73±0,73A
Macrolophus pygmaeus	D.viscosa με ωά <i>Tuta absoluta</i> x Τομάτα με προνύμφη <i>Tuta absoluta</i>	-	-	5,03±0,9Aα	-	9,29±1,33Aβ	6,04±1,02A

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1. Συζήτηση

Η οσφρητική απόκριση με τη χρήση του ολφακτομέτρου με το τετραπλής επιλογής ολαφακτόμετρο (**4-Choice Olfactometer**) δεν έχει μελετηθεί στο παρελθόν για αρπακτικά *Miridae* αν και προσφέρει τη δυνατότητα να συγκριθούν περισσότερες των δύο οσφρητικών ερεθισμάτων και με παράλληλη χρήση μάρτυρα ή μαρτύρων για περισσότερο αντικειμενικά αποτελέσματα. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης συμφωνούν με τις εργασίες των Ingegno et. al. (2011) και Lins et. al. (2014) (που χρησιμοποίησαν ολφακτόμετρο σωληνοειδούς τύπου Y).

Συγκεκριμένα, τα αρπακτικά στις βιοδοκιμές με τα φύλλα των δύο φυτικών ειδών που δοκιμάστηκαν, **Τομάτας και *D. Viscosa***, προσελκύνθηκαν οσφρητικά. Στην επέμβαση **φύλλων Τομάτας x Αέρα** η προσέλκυση των θηλυκών *M. pygmaeus* στα φύλλα τομάτας ήταν **87,68 %** που βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερη σε σχέση με το *N. tenuis* (**71,81 %**). Αντίστοιχα αποτελέσματα για το *M. pygmaeus* με ολφακτόμετρο σωληνοειδούς τύπου Y αναφέρονται και από τους Ingegno et. al. (2011) και Lins et. al. (2014), ότι δηλαδή τα θηλυκά *M. pygmaeus* προσελκύνθηκαν ισχυρά από τα πτηνικά υγιών φυτών τομάτας. Αποτελέσματα παρόμοια σε σχέση με την οσφρητική απόκριση του *N. tenuis* έδειξαν οι Naselli et. al. (2016). Σε μελέτη οσφρητικής απόκρισης παρατηρήθηκε ότι η απόκριση των θηλυκών *M. pygmaeus* ήταν 76% και των θηλυκών *N. tenuis* 93.1% (Lins et. al., 2014). Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν την απόκριση των δύο ειδών στα φύλλα τομάτας, ωστόσο διαφορές υπάρχουν μεταξύ των εργασιών που πιθανώς να οφείλονται σε διαφορές στα φυτά της τομάτας ή και στις ιδιότητες των εντόμων που χρησιμοποιήθηκαν (περιοχή καταγωγής, συνθήκες εκτροφής κ. ά.). Η προσέλκυση των αρπακτικών από τα φυτά ξενιστές πιθανόν να οφείλεται την ενδεχόμενη φυτοφαγία τους.

Στην επέμβαση **φύλλων *D. viscosa* x Αέρα** βρέθηκε ότι το ποσοστό απόκρισης των θηλυκών *M. pygmaeus* στα φύλλα *D. viscosa* ήταν παρόμοιο με αυτό του *N. tenuis* (**72,35 % και 68,18 %**, **αντίστοιχα**). Παρόμοια αποτελέσματα για την οσφρητική απόκριση του *N. tenuis* σε φύλλα *D. viscosa* x Αέρα έδειξαν και οι Naselli et. al. (2016). Ωστόσο, στην παρούσα μελέτη βρέθηκε επίσης ότι τα θηλυκά του *M. pygmaeus* αποκρίθηκαν επιλέγοντας τα φύλλα *D. viscosa* σε σημαντικά συντομότερο χρονικό διάστημα (4,72 min) σε σχέση με τον αέρα (9,55 min). Στην ίδια επέμβαση με το *N. tenuis* δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές που να αφορούν στον μέσο χρόνο απόκρισής του.

Στην επέμβαση **φύλλων Τομάτας x φύλλα *D. viscosa* x Αέρα** το ποσοστό απόκρισης για το *M. pygmaeus* ήταν μεγαλύτερο για τα φύλλα τομάτας ακολουθούμενο από τα φύλλα *D. viscosa* και τον αέρα, (55 %, 41,88% και 5,76%, αντίστοιχα), με σημαντικές διαφορές μεταξύ και των τριών πηγών οσμών. Το αρπακτικό *N. tenuis* δεν διέφερε στατιστικά στην επιλογή απόκρισης στα φύλλα *D. viscosa* (46,8%) και στα φύλλα τομάτας (44,83%). Στους χρόνους απόκρισης δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντική διαφορά και τα δύο αρπακτικά. Αποτελέσματα παρόμοια με τα δικά μας για το αρπακτικό *N. tenuis* έδειξαν και οι Naselli et. al. (2016). Επομένως, το *M. pygmaeus* φαίνεται να επιλέγει περισσότερο και πιο γρήγορα το φύλλο της τομάτας σε σχέση με το *N. Tenuis* ενώ το *N. tenuis* επιλέγει στον ίδιο βαθμό το

φύλλο της τομάτας και το φύλλο του *D. viscosa*. Η προσέλκυση εντόμων *M. Pygmaeus* από τα φύλλα τομάτας συγκριτικά με τα φύλλα *D. viscosa* είναι πιθανό να οφείλεται στην εξοικείωση τους στα οσφρητικά ερεθίσματα της τομάτας.

Στις παραπάνω επεμβάσεις τα αρπακτικά έδειξαν προτίμηση στα φύλλα τομάτας και *D. viscosa* έναντι του αέρα, εξαιτίας της παραγωγής πτητικών οργανικών ενώσεων (volatile organic compounds (VOCs)) από τα φύλλα. Παρατηρήθηκε ότι μεταξύ των VOCs, οι πιο αντιπροσωπευτικές κλάσεις φυτών τομάτας και *D. viscosa* ήταν μονοτερπένια υδρογονανθράκων και υδρογονανθρακικά σεσκιτερπένια (Ingegno et. al., 2011; Naselli et. al., 2016). Φυτά τομάτας και *D. viscosa* είναι πλούσια σε αδενικά τριχώματα (Besser et. al., 2009; Kang et. al., 2010). Τα αδενικά τριχώματα είναι φυτικές δομές πλούσιες σε χημικές ενώσεις, όπως τερπενοειδή και συγκολλητικές ουσίες, χρήσιμες στην άμυνα φυτών κατά των φυτοφάγων (Sugiura and Yamazaki, 2006; Wheeler and Krimmel, 2015).

Συγκρίνοντας τα ποσοστά οσφρητικής απόκρισης μεταξύ των επεμβάσεων **φύλλων Τομάτας x Αέρα, φύλλων *D. viscosa* x Αέρα και φύλλων *D. viscosa* x φύλλα Τομάτας x Αέρα** και για τα δύο αρπακτικά, παρατηρήσαμε ότι γενικά, ήταν μεγαλύτερα τα ποσοστά στα φύλλα τομάτας συγκριτικά με τα φύλλα *D. viscosa*. Οι Naselli et. al. (2016) πραγματοποίησαν αέρια χρωματογραφία σε φυτά τομάτας, σε *D. viscosa* και σε άλλα φυτά, και βρήκαν ότι τα μονοτερπένια υδρογονανθράκων ήταν ποσοτικά η πλέον άφθονη κατηγορία ενώσεων στην τομάτα, ακολουθούμενη από οξυγονωμένα μονοτερπένια. Η υψηλότερη συγκέντρωση από οξυγονωμένα μονοτερπένια έχει αποδειχθεί ότι έχει σημαντικό ρόλο στην προσέλκυση αρπακτικών Miridae (Halitschke et. al., 2008). Τα μονοτερπένια που υπάρχουν στα δείγματα τομάτας, εντοπίστηκαν επίσης και στο *D. viscosa*, αλλά η συνολική τους ποσότητα ήταν χαμηλότερη. Τα χαμηλότερα επίπεδα μονοτερπενίων είναι γνωστό ότι έχουν απωθητικές ιδιότητες έναντι φυτοφάγων εντόμων (Nerio et. al., 2010).

Στην επέμβαση **φύλλων Τομάτας με ωά *T. absoluta* x Αέρα**, παρατηρήθηκε σημαντική προτίμηση σε σχέση με τον αέρα και για τα δύο είδη αρπακτικών. Δεν υπήρξε διαφορά στο χρόνο απόκρισης μεταξύ των δύο πηγών οσμών για το κάθε είδος αρπακτικού. Η εναπόθεση ωών από τα φυτοφάγα μπορεί να τροποποιήσει την χημική επίδραση της επιφάνειας του φυτού και να αλλάξει την εκπομπή των πτητικών, ευωμώντας την παραγωγή πτητικών που προκαλούνται από την ωοαπόθεση (oviposition-induced plant volatiles OIPVs) τα οποία χρησιμοποιούνται από μερικούς φυσικούς εχθρούς για να εντοπίσουν τους ξενιστές/λεία τους (Fatouros et. al., 2012).

Στην επέμβαση **φύλλων Τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* x Αέρα**, επίσης καταγράφηκε σημαντική προτίμηση σε σχέση με τον αέρα και για τα δύο είδη αρπακτικών. Τα αποτελέσματα προσελυστικότητας των δύο είδη εντόμων από προνύμφες *T. absoluta* έρχονται σε συμφωνία και με τις μελέτες των Lins et. al. (2014) και Naselli et. al. (2016). Οι Naselli et. al. (2016) έκαναν ανάλυση του πτητικού περιβάλλοντος των φυτών που προσβλήθηκαν από προνύμφες *T. absoluta* και έδειξαν σημαντική αύξηση στην παραγωγή πτητικών, ιδιαίτερα μονοτερπενίων b-Phellandrene και Sabinene. Ενισχύεται η θέση αυτή από τους Lins et. al. (2014) και Silva et. al. (2017), σύμφωνα με τους οποίους τα φυτά τομάτας απευθείας μετά από ζημιά που θα προκληθεί στους ιστούς τους από φυτοφάγα έντομα με μασητικού τύπου στοματικά μόρια όπως το *T. absoluta*, παρουσιάζουν μια επιπρόσθετη

έκλυση πτητικών μεταβολικών λιπαρών οξέων, ως αποτέλεσμα καταβολισμού διαφόρων λιπιδίων.

Είναι ενδιαφέρον ότι όταν συγκρίνονται τα φυτά που φέρουν ωά ή έχουν προσβληθεί από προνύμφες, το *N. tenuis* προσελκυστηκε περισσότερο από τα φυτά τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* (68,63%) σε σχέση με φυτά με ωά (27,45%) εν αντιθέσει με το *M. pygmaeus* που δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές. Η προσελκυστικότητα του *N. tenuis* μπορεί να οφείλεται στη συνολικά μικρότερη ποσότητα πτητικών που παράγονται από τα φυτά με ωά *T. absoluta*. Οι Naselli et. al. (2016) έδειξαν ότι το περιβάλλον φυτών τομάτας που είχαν προσβληθεί από προνύμφες *T. absoluta* ήταν πολύ πλουσιότερο σε VOCs (8,33 lg / 4L), σε σύγκριση με αυτό φυτών τομάτας χωρίς προσβολή (5,79 lg / 4L), φυτών τομάτας με ωά *T. absoluta* (5,38 lg / 4L), και φυτών *D. viscosa* χωρίς προσβολή (2,61 lg / 4L). Επίσης οι πτητικές ενώσεις που απελευθερώνονται όταν συμβαίνει ένα τραύμα σε φυτικούς ιστούς διεγείρουν την απόκριση του *M. pygmaeus* και του *N. tenuis* (Allmann and Baldwin 2010; Williams et. al. 2015, De Backer et. al., 2016).

Στις επεμβάσεις **φύλλων Τομάτας με ωά *T. absoluta* x Τομάτα x Αέρα** και **φύλλων Τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* x Τομάτα x Αέρα** βρέθηκαν σημαντικές διαφορές για το *M. pygmaeus* επιλέγοντας τα φύλλα τομάτας με παρουσία θηράματος (ωά ή προνύμφες) έναντι των υγιών φυτών τομάτας σε ποσοστά 64,58% (ωά) και 65,63% (προνύμφες) σε σύγκριση με 28,96% (τομάτα) και 25% (τομάτα), αντίστοιχα. Το *N. tenuis* όμως δεν έδειξε προτίμηση (προνύμφες *T. absoluta* 50%, φύλλα τομάτας 54,9%, φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta* 43,14%). Σημαντική διαφορά αποτέλεσε στις επεμβάσεις αυτές και το υψηλότερο ποσοστό του *M. pygmaeus* συγκριτικά με το *N. tenuis*, ειδικότερα για την προτίμησή του στα φύλλα τομάτας με προνύμφες *T. absoluta*. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αυτά των Lins et. al. (2014) οι οποίοι έδειξαν ότι τόσο το *M. pygmaeus* όσο και το *N. tenuis* προσελκύνονται περισσότερο από φυτά με προνύμφες *T. absoluta* σε σχέση με υγιή φυτά. Στις μελέτες τους, οι Lins et. al. (2014) και Silva et. al. (2017), έδειξαν ότι τα φυτά τομάτας που ήταν τραυματισμένα από προνύμφες *T. absoluta* είχαν 10 φορές υψηλότερα επίπεδα εκπομπής πτητικών ενώσεων σε σχέση με φυτά υγιή. Ο Molla (2013) έδειξε ότι το *N. tenuis* ανταποκρίθηκε σε πτητικά από φυτά τομάτας που είχαν υψηλό αριθμό ωών *T. absoluta*. Ωστόσο, οι Naselli et. al. (2016) δεν διαπίστωσαν σημαντικές διαφορές στην προτίμηση του *N. tenuis* για φυτά τομάτας με ωά σε σύγκριση με υγιές φυτό.

Στην επέμβαση **φύλλων *D. viscosa* x φύλλα Τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* x Αέρας** υπήρξε στατιστική διαφορά στο ποσοστό απόκρισης των θηλυκών *M. pygmaeus* μεταξύ των φύλλων *D. viscosa* (42,46%) και των φύλλων τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* (51,29 %). Αντιθέτως, στην περίπτωση του *N. tenuis* υπήρξε σημαντική μεγαλύτερη προτίμηση για τα φύλλα *D. viscosa* (56,33%) σε σχέση με τα φύλλα τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* (40,5 %). Επίσης το *N. tenuis*, έδειξε στατιστικώς μεγαλύτερη προτίμηση για φύλλα *D. viscosa* με ωά *T. absoluta* σε σχέση με φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta*. Αντίστροφα ήταν τα αποτελέσματα για το *M. pygmaeus*. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα προηγούμενα που αφορούσαν στα φύλλα τομάτας και *D. viscosa* χωρίς λεία σε σχέση με τον αέρα, και δείχνουν μια ισχυρή προτίμηση του *N. tenuis* για το *D. viscosa* ακόμη και όταν τα φυτά τομάτας έχουν προσβληθεί από προνύμφες του *T. absoluta*, ενώ το *M. pygmaeus* προτιμά την τομάτα. Αυτή η διαφορά θα πρέπει να μελετηθεί περισσότερο ειδικά σε

προγράμματα αξιοποίησης του *D. viscosa* για την διατήρηση και αύξηση των πληθυσμών των δύο ειδών αρπακτικών και τον αποικισμό γειτονικών καλλιεργειών τομάτας καθώς το *N. tenuis* ίσως να έχει μειωμένη ικανότητα μετακίνησης προς τα φυτά τομάτας από το *D. viscosa*.

Στην μελέτη αυτή καταγράφηκε και ο χρόνος που χρειάστηκε το κάθε άτομο να αποκριθεί και να επιλέξει. Σύμφωνα με την έρευνα της βιβλιογραφίας που πραγματοποιήσαμε καταγραφή του χρόνου απόκρισης δεν έχει χρησιμοποιηθεί σε προηγούμενες μελέτες οσφρητικής απόκρισης εντόμων. Ωστόσο, η διάρκεια αυτή μπορεί να προσφέρει σημαντικές πληροφορίες χρήσιμες στην συγκριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων με ολφακτόμετρο. Γενικά, ο χρόνος επιλογής του αέρα σχεδόν σε όλες τις επεμβάσεις ήταν πάντοτε σημαντικά μεγαλύτερος σε σχέση με τις άλλες πηγές οσμών. Επίσης, φαίνεται να υπάρχει μια αρνητική συσχέτιση μεταξύ του χρόνου απόκρισης και του ποσοστού της, δηλαδή μειωμένα ποσοστά απόκρισης συνήθως οφείλονται σε έντομα που αργούν να επιλέξουν. Αυτά τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν ότι τα έντομα μάλλον αντιλαμβάνονται ότι είναι μειωμένη ή μειώνεται η συγκέντρωση πτητικών προς την κατεύθυνση που κινούνται.

Το χρονικό διάστημα οσφρητικής απόκρισης που χρειάστηκε το *M. pygmaeus* έναντι του *N. tenuis* ήταν σημαντικά μικρότερο, κάτι που πιθανώς να οφείλεται στην καλύτερη ή/και γρηγορότερη επεξεργασία των συγκεκριμένων πτητικών οσμών. Αυτό το αποτέλεσμα ίσως δείχνει ότι το *M. pygmaeus* αντιδρώντας γρηγορότερα ίσως έχει ένα συγκριτικό πλεονέκτημα σε σχέση με το *N. tenuis* στον αποικισμό των προσβεβλημένων φυτών τομάτας από *T. absoluta* ή και στην εύρεση και κατανάλωση της θηράματος του.

4.2. Συμπεράσματα

- ❖ Η μελέτη της οσφρητικής απόκρισης με τη χρήση του τετραπλούς επιλογής ολαφακτόμετρου (**4-Choice Olfactometer**) έδωσε πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα.
- ❖ Μεταξύ τομάτας και *D. viscosa*, το *M. pygmaeus* επιλέγει περισσότερο την τομάτα ενώ το *N. tenuis* το *D. viscosa*.
- ❖ Το *M. pygmaeus* είχε μεγαλύτερο ποσοστό απόκρισης σε φύλλα με προνύμφες ή με ωά *T. absoluta* σε σχέση με το *N. tenuis*.
- ❖ Το χρονικό διάστημα οσφρητικής απόκρισης που χρειάστηκε το *M. pygmaeus* ήταν σημαντικά μικρότερο σε σύγκριση με αυτό του *N. tenuis*.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1. Βιβλιογραφία

5.1.1. Ξενόγλωσση

- ❖ Alborn, H.T., Turlings, T.C.J., Jones, T.H., Stenhagen, G., Loughrin, J.H., Tumlinson, J.H. (1997). An elicitor of plant volatiles from beet armyworm oral selections. *Science* 276, pp. 945-949
- ❖ Alomar, O., Goula, M. and Albajes, R. 1994. Mirid bugs for biological control: identification, survey in non-cultivated winter plants and colonization of tomato fields. *Bulletin IOBC/WPRS*, 17(5): 217-223
- ❖ Alomar, O., Goula, M. & Albajes, R. (2002) Colonisation of tomato fields by predatory mirid bugs (Hemiptera: Heteroptera) in northern Spain. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 89, 105–115.
- ❖ Alomar, O. and Wiedenmann, R.N. 1996. Zoophytophagous Heteroptera: Implications for Life History and Integrated pest Management. *Proceedings Thomas Say Publications in Entomology: Lanham MD*. 1-202.
- ❖ Arno J, Alonso E, Gabarra R, Castane C, Hanafi A. (2003). Role of the parasitoid *Diglyphus isaea* (Walker) and the predator *Macrolophus caliginosus* Wagner in the control of leafminers. *Bull OILB SROP*. 26:79–84
- ❖ Arnó, J., Sorridas, R., Prat, M., Montse, M., Pozo, C., Rodriguez, D., Garreta, A., Gomez, A. and Gabarra, R. (2009) *Tuta absoluta*, a new pest in IPM tomatoes in the northeast of Spain. *IOBC/WPRS Bulletin*, 49, 203-208.
- ❖ Apablaza J, 1992. La polilla del tomate y su manejo. *Tattersal* 79, 12–13.
- ❖ Barrientos ZR, Apablaza HJ, Norero AS, Estay PP (1998) Temperaturabase y constante térmica de desarrollo de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Cienc Investig Agrar* 25:133–137 (Ισπανικά)
- ❖ Biondi A, Chaillieux A, Lambion J, Han P, Zappala ` L, Desneux N (2013b) Indigenous natural enemies attacking *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in southern France. *Egypt J Biol Pest Control* 23:117–121
- ❖ Biondi A, Zappala ` L, Desneux N, Aparo A, Siscaro G, Rapisarda C, Martin T, Tropea Garzia G (2015) Potential toxicity of acypermethrin-treated net on *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *J Econ Entomol* 108(3):1191–1197
- ❖ Biondi A, Zappala ` L, Di Mauro A, Tropea Garzia G, Russo A, Desneux N, Siscaro G (2016) Can alternative host plant and prey affect phytophagy and biological control by the zoophytophagous mirid *Nesidiocoris tenuis*? *Biocontrol* 61:79–90
- ❖ Bompard A, Jaworski CC, Bearez P, Desneux N (2013) Sharing a predator: can an invasive alien pest affect the predation on a local pest? *Popul Ecol* 55:433–440

- ❖ Bonato, O., Couton, L., Fargues, J. (2006) Feeding preference of *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae) on *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) J. Econ. Entomol. 99 (4):1143-1151.
- ❖ Bonaventure G, Van Doorn A, Baldwin IT (2011) Herbivore-associated elicitors: FAC signaling and metabolism. Trends Plant Sci 16(6):294–299
- ❖ Braham M. & Hajji L., 2012. Management of *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) with Insecticides on Tomatoes, Insecticides - Pest Engineering, Available from: <http://www.intechopen.com/books/insecticides-pest-engineering/managementof-tutaabsoluta-lepidoptera-gelechiidae-with-insecticides-on-tomatoes>, pp. 333-354.
- ❖ Bugg, R.L., Ehler, L.E., Wilson, L.T., 1987. Effect of common knotweed (*Polygonum aviculare*) on abundance and efficiency of insect predators of crop pests. Hilgardia 55, 1–52.
- ❖ Calvo, J. & Urbaneja, A. (2003) *Nesidiocoris tenuis* (Het.: Miridae) en tomate: Amigo o enemigo? Almeria Verde, 4, 21-23.
- ❖ Calvo, J., Bolckmans, K., Stansly, P.A. & Urbaneja, A. (2009) Predation by *Nesidiocoris tenuis* on *Bemisia tabaci* and injury to tomato. BioControl, 54, 237- 246.
- ❖ Calvo FJ, Soriano J, Bolckmans K, Belda JE (2012) A successful method for whitefly and *Tuta absoluta* control in tomato. Evaluation after two years of application in practice. IOBC/ WPRS Bull 80:237–244
- ❖ Campos MR, Silva TB, Silva WM, Silva JE, Siqueira HA (2015) Spinosyn resistance in the tomato borer *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). J Pest Sci 88:405–412
- ❖ Cano M, Vila E, Janssen D, Bretones G, Salvador E, Lara L, Tellez M (2009) Selection of refuges for *Nesidiocoris tenuis* (Het.: Miridae) and *Orius laevigatus* (Het.: Anthracoridae): virus reservoir risk assessment. IOBC/WPRS Bull 49:281–286
- ❖ Castañé, C., Arnó, J., Gabarra, R. & Alomar, O. (2011) Plant damage to vegetable crops by zoophytophagous mirid predators. Biological Control, 59, 22-29.
- ❖ Clarke JF, 1962. New species of microlepidoptera from Japan. Entomological News, 73:102
- ❖ **Damos, P.** and Savopoulou-Soultani M.(2012).Temperature driven models for Insect development and Vital Thermal Requirements, **Psyche**, 2012, pp. 1-13.
- ❖ De Backer L, Caparros Megido R, Haubruge E, Verheggen F (2014) *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) as an efficient predator of the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) in Europe. A review. Biotechnol Agron Soc Environ 18:536–543.

- ❖ De Boer, J. G., & Dicke, M. (2006). Olfactory learning by predatory arthropods. *Animal Biology*, 56(2), 143-155. <https://doi.org/10.1163/15707560677730422>
- ❖ De Puyseleir, V., De Man S., Höfte, M., De Clercq, P., (2013). Plantless rearing of the zoophytophagous bug *Nesidiocoris tenuis* *BioControl* 58, 205-213
- ❖ Desneux N, Luna MG, Guillemaud T, Urbaneja A. 2011. The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: the new threat to tomato world production. *J Pest Sci.* 84:403–408
- ❖ Desneux N, Wajnberg E, Wyckhuys KA, Burgio G, Arpaia S, Narva ´ez-Vasquez CA, Gonza ´lez-Cabrera J, Ruescas DC, Tabone E, Frandon J (2010) Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *J Pest Sci* 83:197–215
- ❖ Devi PK, Yadav DN, Anand J, 2002. Role of *Nesidiocoris tenuis reuter* (Hemiptera: Miridae) in natural suppression of tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Pest Manage. Hortic. Ecosyst.* 8, 109–113.
- ❖ De Vos M, Van Oosten VR, Van Poecke RMP, Van Pelt JA, Pozo MJ, Mueller MJ, Buchala AJ, Me ´traux JP, Van Loon LC, Dicke M, Pieterse CMJ (2005) Signal signature and transcriptome changes of *Arabidopsis* during pathogen and insect attack. *Mol Plant Microbe Interact* 18(9):923–937
- ❖ Dicke M, Sabelis MW (1988) How plants obtain predatory mites as bodyguards. *Neth J Zool* 38:148–165.
- ❖ Dicke M, (1999) Are herbivore-induced plant volatiles reliable indicators of herbivore identity to foraging carnivorous arthropods? *Entomol. Exp. Appl.* 91, 131–142.
- ❖ Dicke M, Loon JJA (2000) Multitrophic effects of herbivore-induced plant volatiles in an evolutionary context. *Entomol Exp Appl* 97:237–249.
- ❖ Dicke M, Hilker M, (2003) Induced plant defences: from molecular biology to evolutionary ecology. *Basic Appl. Ecol.* 4, 3–14.
- ❖ Ehler, L.E., 1990. Introduction strategies in biological control of Insects. In: Mackauer, M., Ehler, L.E., Roland, J. (Eds.), *Critical Issues in Biological Control*. Intercept, Andover, pp. 111–134
- ❖ Ehler, L.E. and J.C. Miller. 1978. Biological control in temporary agroecosystems. *Entomophaga*, 23: 207-212.
- ❖ El-Dessouki, S.A., El-Kifl, A.H. and Helal, H.A., 1976. Life cycle, host plants and symptoms of damage of the tomato bug, *Nesidiocoris tenuis* Reut. (Heteroptera: Miridae), in Egypt. *Journal of Plant Disease and Protection* 83(4), 204–220.

- ❖ Enkegaard, A., Brødsgaard, H.F., Hansen, D.L. (2001) *Macrolophus caliginosus*: Functional response to whiteflies and preference and switching capacity between whiteflies and spider mites. *Entomol. Exp. Applic.* 101: 81-88.
- ❖ EPPO. 2005. *Tuta absoluta*. Data sheets on quarantine pests. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 35: 434–435.
- ❖ EPPO 2006. European and Mediterranean Plant Protection Organization. Data sheets on quarantine pests. *Tuta absoluta* WWW document]. URL http://www.eppo.org/QUARANTINE/insects/Tuta_absoluta/DSGNORAB.pdf.
- ❖ ESTAY P.,(2000). Polilla del Tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) [documento on-line]: <http://alerce.inia.cl/docs/Informativos/Informativo09.pdf> (visionato Feb 2012).
- ❖ Fantinou AA, Perdikis DC, Labropoulos PD, Maselou DA. 2009. Preference and consumption of *Macrolophus pygmaeus* preying on mixed instar assemblages of *Myzus persicae*. *Biol Control*. 51:76–80.
- ❖ Fantinou AA, Perdikis DC, Maselou DA, Labropoulos PD. 2008. Prey killing without consumption: does *Macrolophus pygmaeus* show adaptive foraging behaviour? *Biol Control*. 47:187–193
- ❖ Farmer, E.E., Ryan, C.A., (1992). Octadecanoid Precursors of Jasmonic Acid Activate the Synthesis of Wound-Inducible Proteinase Inhibitors. *The Plant Cell*, Vol. 4, 129-134.
- ❖ Fauvel, G., Malausa, J., Kaspar, B., (1987). Etude´ en laboratoire des principales caracteristiques biologiques de *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae). *Entomophaga* 32, 529–543
- ❖ Fernandez S, Montagne A (1990) Biología del minador del tomate, *Scrobipalpula absoluta*(Meyick). *Bol Entomol Venez N S* 5:89–99
- ❖ Foglar, H., J. Malausa and E Wajnberg. 1990. The functional response and preference of *Macrolophus caliginosus* (Hemiptera :Miridae) for two of its prey: *Myzus persicae* and *Tetranychus urticae*. *Entomophaga*,35:465-474.

- ❖ Gomide EVA, Vilela EF & Picanc_o M (2001) Comparison of sampling procedures for *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera:Gelechiidae) in tomato crop]. *Neotropical Entomology* 30, 697– 705(in Portuguese).
- ❖ Goula, M. & Alomar, O. (1994) Míridos (Heteroptera Miridae) de interés en el control integrado de plagas en el tomate. Guía para su identificación. *Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas*, 20, 131–143.
- ❖ Henry, T. J. and Wheeler, J. 1988. Family Miridae Hahn. In: Henry, T. J. & Froeschner, R. C. (Eds), *Catalog of the Heteroptera, or true bugs of Canada and the continental United States*. E. J. Brill, Leiden, pp. 251–507.
- ❖ Hommes, M. and S. ter Horst. 2002. Development and life-span of *Macrolophus pygmaeus* Rambur at different temperatures and influence of host plants and prey. *IOBC/WPRS* 25(1):103-106
- ❖ Ingegno BL, Goula M, Navone P, Tavella L (2008) Distribution and host plants of the genus *Dicyphus* in the Alpine valleys of NW Italy. *Bull Insectol* 61:139–140
- ❖ Ingegno BL, Pansa MG, Tavella L (2011) Plant preference in the zoophytophagous generalist predator *Macrolophus pygmaeus* (Heteroptera: Miridae). *Biol Control* 58:174–181
- ❖ IRAC, 2011, *Tuta absoluta-The Tomato Leafminer or Tomato Borer: Recommendations for sustainable and effective resistance management*. <http://www.iraconline.org/documents/tuta-absolutairm-booklet/>. Accessed Oct 2015
- ❖ Kessler, A. & Baldwin, I., (2001). Defensive Function of Herbivore-Induced Plant Volatile Emissions in Nature. *Science*, Vol. 291, Issue 5511, pp. 2141-2144
- ❖ Korycinska, A. and Moran, H. (2009). South American tomato moth *Tuta absoluta*. *Plant pest notice No 56*. Food and Environment Research Agency, www.defra.gov.uk/fera
- ❖ Leal,W.S. (2012) Odorant reception in insects: roles of receptors, binding proteins, and degrading enzymes. *Annu Rev Entomol* 58: 373–391

- ❖ Libutan, G.M., Bernardo, E.N. (1995). The host preference of caspid bug, *Cyrtopeltis tenuis*(sic) Reuter (Hemiptera, Miridae). *Phillipp. Entomol.* (9), pp. 567-586.

- ❖ Lins JCJ, van Loon JJA, Bueno VHP, Lucas-Barbosa D, Dicke M, van Lenteren JC (2014) Response of the zoophytophagous predators *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis* to volatiles of uninfested plants and to plants infested by prey or conspecifics. *Biocontrol* 59(6):707–718

- ❖ Lopez E, 1991. Polilla del tomate: Problema crítico para la rentabilidad del cultivo de verano. *Empresa y Avance Agrícola* 1, 6–7.

- ❖ Luff M.L. 1983. The potential of predators for pest control. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 10: 159-181.

- ❖ LUCAS É. & ALOMAR O. 2001: *Macrolophus caliginosus* (Wagner) as an intraguild prey for the zoophytophagous *Dicyphus tamaninii* Wagner (Heteroptera: Miridae). *Biol. Control.* 20: 147–152.

- ❖ Lykouressis D., Giatropoulos A., Perdikis D. & Favas C., (2008) Assessing the suitability of noncultivated plants and associated insect prey as food sources for the omnivorous predator *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae). *Biol. Control.*, 44(2), 142-148.

- ❖ Lykouressis, D.P., Perdikis, D.Ch., Chalkia, Ch.A. (1999-2000) The effects of natural enemies on aphid populations on processing tomato. *Entomologia Hellenica* 13: 3542.

- ❖ Lykouressis, D., Perdikis, D. and Tsagarakis, A. 2000. Polyphagous mirids in Greece: Host plants and abundance in traps placed in some crops. *Bolletino Laboratorio di Entomologia Agraria _Fillippo Silvestri'*, 56: 57-68.

- ❖ Maleki, F., Ashouri, A., Mohaghegh, J., Bandani, A.R. (2006) Effect of some diets on *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Hemiptera: Miridae) fitness under laboratory conditions. *Commun. Agric. Appl. Biol. Sci.* 71(2 Pt B): 393-397.

- ❖ Martins J, M. C. Picanco, L. Bacci, R. N. C. Guedes ,P. A. Santana Jr.,D. O. Ferreira, M. Chediak (2016) Life table determination of thermal requirements of the tomato borer *Tuta absoluta*. *Journal of Pest Science* September 2016, Volume 89, Issue 4, pp 897–908

- ❖ Molla ´ O, Gonzalez-Cabrera J, Urbaneja A (2011) The combined use of *Bacillus thuringiensis* and *Nesidiocoris tenuis* against the tomato borer *Tuta absoluta*. *Biocontrol* 56(6):883–891

- ❖ Mollá, O., Monton, H., Vanaclocha, P., Beitia, F. & Urbaneja, A. (2009) Predation by the mirids *Nesidiocoris tenuis* and *Macrolophus pygmaeus* on the tomato borer *Tuta absoluta*. *IOBC/WPRS Bulletin*, 49, 209-214.
- ❖ Mollá O, Biondi A, Alonso-Valiente M, Urbaneja A (2014) A comparative life history study of two mirid bugs preying on *Tuta absoluta* and *Ephestia kuehniella* eggs on tomato crops: implications for biological control. *Biocontrol*.
- ❖ Moayeri H..R.S., Ahmad Ashouri Henrik, F. Brødsgaard, Annie Enkegaard (2007) Males of the predatory mirid bug *Macrolophus caliginosus* exploit plant volatiles induced by conspecifics as a sexual synomone. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2007.00523.x>.
- ❖ Nannini M, (2009). Preliminary evaluation of *Macrolophus pygmaeus* potential for control of *Tuta absoluta*. *IOBC/WPRSBull* 49:215–218
- ❖ Naselli M., Zappala L., Gugliuzzo A., Tropea Garzia G., Biondi A., Rapisarda C., Cincotta F., Condurso C., Verzera A., Siscaro G. (2017). Olfactory response of the zoophytophagous mirid *Nesidiocoris tenuis* to tomato and alternative host plants. *Arthropod-Plant Interactions* 11:121–131
- ❖ Naselli M, Urbaneja A, Siscaro G, Jaques JA, Zappala `L, Flors V, Pe ´rez-Hedo M (2016) Stage-related defense response induction in tomato plants by *Nesidiocoris tenuis*. *Int J Mol Sci* 17:1210. doi:10.3390/ijms17081210
- ❖ Nurindah B, Cribb BW, Gordh G, 1999. Influence of rearing hosts on host size acceptance by *Trichogramma australicum*. *Biocontrol* 44, 129–141.
- ❖ Parolin P, Bresch C, Poncet C, Desneux N (2014) Introducing the term ‘Biocontrol Plants’ for integrated pest management. *Sci Agric* 71:77–80
- ❖ Perdikis D.Ch. 2002. A method for laboratory studies on the polyphagous predator *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Hemiptera: Miridae). *Journal of Economic Entomology* 95: 44-49.
- ❖ Perdikis D. and Arvaniti K.. (2016). Nymphal development on plant vs. leaf with and without prey for two omnivorous predators: *Nesidiocoris tenuis* (Reuter, 1895) (Hemiptera: Miridae) and *Dicyphus errans* (Wolff, 1804) (Hemiptera: Miridae) . *Entomologia Generallis* Vol. 35, Issue 4, 297-306.

- ❖ Perdikis D., Arvaniti K., Paraskevopoulos A., Grigoriou A.(2015) Pre-plant release enhanced the earlier establishment of *Nesidiocoris tenuis* in open field tomato. *Entomologica Hellenica*,24,11-21
- ❖ Perdikis, D., Fantinou A.A., N. Garantonakis, P. Kitsis, D. Maselou and S. Panagakis. (2009). Studies on the damage potential of the predator *Nesidiocoris tenuis* on tomato plants. *Bulletin of Insectology* 62: 41-46
- ❖ Perdikis D, Favas C, Lykouressis D, Fantinou A (2007) Ecological relationships between non cultivated plants and insect predators in agroecosystems: the case of *Dittrichia viscosa* (Asteraceae) and *Macrolophus melanotoma* (Hemiptera: Miridae). *Acta Oecol* 31:299–306
- ❖ Perdikis D.Ch., E. Lucas , N. Garantonakis , A. Giatropoulos , P. Kitsis , D. Maselou, S. Panagakis , P. Lampropoulos , A. Paraskevopoulos d , D. Lykouressis a , A. Fantinou c (2014). Intraguild predation and sublethal interactions between two zoophytophagous mirids, *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis*. *Biological Control*, 70, 35-41
- ❖ Perdikis D.Ch. and D.P. Lykouressis. (1997). Rate of development and mortality of nymphal stages of the predator *Macrolophus pygmaeus* Rambur feeding on various preys and host plants. *IOBC/WPRS*, 20(4): 241-248.
- ❖ Perdikis, D. and Lykouressis, D. (2000) Effects of various items, host plants and temperatures on the development and survival of *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Hemiptera: Miridae). *Biol. Control* 17: 55-60.
- ❖ Perdikis, D. and Lykouressis, D. (2001-2002) Description of the egg and nymphal Instars of *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Hemiptera: Miridae). *Entomologia Hellenica* 14: 32-40.
- ❖ Perdikis, D.Ch., Lykouressis, D.P., (2002). Life table and biological characteristics of *Macrolophus pygmaeus* when feeding on *Myzus persicae* and *Trialeurodes vaporariorum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 102, 261–272.
- ❖ Perdikis D. and Lykouressis D. (2004). *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae) population parameters and biological characteristics when feeding on eggplant and tomato without prey. *Journal of Economic Entomology* 97: 1291-1298.

- ❖ Pe ´rez-Alonso MJ, Velasco-Negueruela A, Duru ME, Harmandar M, Garc ´a Vallejo MC (1996) Composition of the volatile oil from the aerial parts of *Inula viscosa* (L.) Aiton. *Flavour Fragr J* 11:349–351
- ❖ Pe ´rez-Hedo M, Urbaneja A (2015) Prospects for predatory mirid bugs as biocontrol agents of aphids in sweet peppers. *J Pest Sci* 88:65–73.
- ❖ Pe ´rez-Hedo M, Urbaneja-Bernat P, Jaques JA, Urbaneja A (2015) Defensive plant responses induced by *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae) on tomato plants. *J Pest Sci* 88:543–554
- ❖ Ponzio C, Gols R, Pieterse CMJ, Dicke M (2013) Ecological and phytohormonal aspects of plant volatile emission in response to single and dual infestations with herbivores and phytopathogens. *Funct Ecol* 27:587–598
- ❖ Povolny D, 1987. Gnorimoschemini of Southern South America III: the Scrobipalpuloid genera (Insecta, Lepidoptera: Gelechiidae). *Steenstrupia*, 13(1):1-91
- ❖ Povolny D, 1994. Gnorimoschemini of South America VI: identification keys checklist of Neotropical taxa and general considerations (Insecta, Lepidoptera, Gelechiidae). *Steenstrupia*, 20(1):1-42..
- ❖ Roditakis E, Papachristos D, Roditakis NE (2010) Current status of tomato leafminer *Tuta absoluta* in Greece. *EPPA Bulletin* 40: 163- 166.
- ❖ Roditakis E, Vasakis E, Grispou M, Stavrakaki M, Nauen R, Gravouil M, Bassi A (2015) First report of *Tuta absoluta* resistance to diamide insecticides. *J Pest Sci* 88:9–16
- ❖ S´anchez, J.A. (2009) Density thresholds for *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae) in tomato crops. *Biological Control*, 51, 493-498.
- ❖ S´anchez, J.A., Lacasa, A. (2008) Impact of the zoophytophagous plant bug *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae) on tomato yield. *J Econ Entomol* 101(6):1864–1870
- ❖ S´anchez, J.A., L´opez, J.C.E., La Spina, M., Mengual, M., Monserrat, A. & Lacasa, A. (2008) Benefits and Damage of *Nesidiocoris tenuis* in Tomato Crops. Mason, P.G., Gillespie, D.R., Vincent, C. (Eds.). *Proceedings of ISBCA 3 (International Symposium on Biological Control of Arthropods)* Christchurch, New Zealand.

- ❖ SANNINO L., ESPINOSA B., 2010 – Tuta absoluta, guida alla conoscenza e recenti acquisizioni per una corretta difesa. - L'Informatore Agrario, 66 (46) Supplemento 1: 1-113.
- ❖ Schuh, R. T. and J. A. Slater. 1995. True Bugs of the World (Hemiptera: Heteroptera). Classification and Natural History. Cornell University Press, Ithaca, New York. xii + 338 pp.
- ❖ Sgolastra F, Kemp WP, Buckner JS, Pitts-Singer TL, Maini S, Bosch J (2011) The long summer: pre-wintering temperatures affect metabolic expenditure and winter survival in a solitary bee. *J Insect Physiol* 57:1651–1659
- ❖ Sznajder, B., Sabelis, M.W., Egas, M. (2010). Response of predatory mites to a herbivore-induced plant volatile: genetic variation for context-dependent behaviour. *Journal of Chemical Ecology* 36(7):680-8.
- ❖ Tapia, G.M & Téllez, M.M. (2006) *Nesidiocoris tenuis* Reuter un depredador polífago hortícola. *horticom news* (07/04/06) <http://www.horticom.com/pd/article.php?sid=63941>.
- ❖ Tavella L, Goula M (2001) Dicyphini collected in horticultural areas of north-western Italy (Heteroptera Miridae). *Boll Zool Agric Bach* 33(1):93–102
- ❖ Thaler JS, Farag MA, Pare ´ PW, Dicke M (2002) Jasmonate deficient plants have reduced direct and indirect defences against herbivores. *Ecol Lett* 5(6):764–774
- ❖ Torres JB, Faria CA, Evangelista Jr WS & Pratisoli D (2001) Within plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology. *International Journal of Pest Management* 47, 173–178.
- ❖ Tropea Garzia G, Siscaro G, Biondi A, Zappala ` L (2012) *Tuta absoluta*, an exotic invasive pest from South America now in the EPPO region: biology, distribution and damage. *Bull EPPO* 42:205–210
- ❖ Trottin-Caudal Y., Baffert V., Leyre J-M, Hulas N., 2012, Experimental studies on *Tuta absoluta* (Meyrick) in protected tomato crops in France: biological control and integrated crop protection, *42:234-240*.
- ❖ Uchoa-Fernandes, M. A. ; Lucia, T. M. C. della ; Vilela, E. F. (1995). Mating, oviposition and pupation of *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyr.) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Vol.24 No.1 pp.159-164 ref.9

- ❖ Unsicker, S.B., Kunert, G. & Gershenson, J. (2009). Protective perfumes: the role of vegetative volatiles in plant defense against herbivores. *Current Opinion in Plant Biology*, Vol.12, Issue 4, p. 479-485.
- Urbaneja A, Desneux N, Gabarra R, Arno J, González-Cabrera J, Mafra Neto A (2013). Biology, ecology and management of the South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*. *Potential Invasive Pests Agric Crops*. 3: 98.
- ❖ Urbaneja A, Desneux N (2013) Natural enemies of the South American moth, *Tuta absoluta*, in Europe, North Africa and Middle East, and their potential use in pest control strategies. *J Pest Sci* 86:635–647
- ❖ Urbaneja A, González-Cabrera J, Arnó J, Gabarra R. (2012). Prospects for the biological control of *Tuta absoluta* in tomatoes of the Mediterranean basin. *Pest Manage Sci*. 68:1215–122.
- ❖ Urbaneja A, Montoín H, Molla O (2009) Suitability of the tomatoborer *Tuta absoluta* as prey for *Macrolophus caliginosus* and *Nesidiocoris tenuis*. *J Appl Entomol* 133:292–296.
- ❖ Urbaneja A, Vercher R, Navarro V, Porcuna JL, García-Marí F, (2007). La polilla del tomate, *Tuta absoluta*. *Phytoma Esp*. 194, 16–24.
- ❖ Urbaneja A, Tapia G, Stansly P, 2005. Influence of host plant and prey availability on developmental time and survivorship of *Nesidiocoris tenuis* (Het.: Miridae). *Biocontrol Sci. Technol*. 15, 513–518.
- ❖ Urbaneja A, Tapia G, Fernández E, Sánchez E, Contreras J, Gallego A, Bielza P, 2003. Influence of the prey on the biology of *Nesidiocoris tenuis* (Hem.: Miridae). *Bull. OILB/SROP* 26, 159.
- ❖ van Damme V, Berkvens N, Moerkens R, Berckmoes E, Wittemans L et. al. (2015) Overwintering potential of the invasive leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) as a pest in greenhouse tomato production in Western Europe. *J Pest Sci* 88(3):533–541
- ❖ Van Driesche, R.G. & Bellows, T.S. (1996). *Biological Control*. New York: Chapman & Hall.
- ❖ van Lenteren, J.C. 1986. Parasitoids in the greenhouse: successes with seasonal inulative release systems, In: *Insect Parasitoids* (ed. By J. Waage and D. Greathed), pp. 371-374, Academic Press, London.

- ❖ Vercher R, Calabuig A & Felipe C (2010) Ecology, sampling and economic threshold of *Tuta absoluta* (Meyrick)]. *Phytoma España* 217, 23–26 (in Spanish).
- ❖ Walling, L. (2000). The Myriad Plant Responses to Herbivores. *Journal of Plant Growth Regulation*, Volume 19, [Issue 2](#), pp 195–216
- ❖ Wheeler, A. G. Jr. & Henry, T. J. 1992. A synthesis of the Holarctic Miridae (Heteroptera): distribution, biology, and origin, with emphasis on North America. Entomological Society of America, Lanham, Maryland, 282 pp.
- ❖ Zappala ` L, Siscaro G, Biondi A, Molla ´ O, Gonzalez-Cabrera J, Urbaneja A (2012a) Efficacy of sulphur on *Tuta absoluta* and its side effects on the predator *Nesidiocoris tenuis*. *J Appl Entomol* 136:401–409
- ❖ Zappala ` L, Biondi A, Alma A, Al-Jboory IJ, Arno ´ J et. al. (2013) Natural enemies of the South American moth, *Tuta absoluta*, in Europe, North Africa and Middle-East, and their potential use in pest control strategies. *J Pest Sci* 86:635–647
- ❖ Zohreh S, Fatemeh Y, Arash R, Zandi SN (2016) Functional responses of *Orius albidipennis* Reuter (Hemiptera, Anthocoridae) to *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera, Gelechiidae) on two tomato cultivars with different leaf morphological characteristics. *Entomol Gen* 36:127–136

5.1.2. Ελληνική

- ❖ Κωβαίος, Δ.Σ. και Γ.Δ. Μπρούφας, 2001. Παρασιτοκτόνα και ωφέλιμοι οργανισμοί, Αξιολόγηση της τοξικότητας ορισμένων εντομοκτόνων σε ένα άρπαγα που απαντάται σε ροδακινίες στην Ελλάδα. *Γεωργία-Κτηνοτροφία* 6: 22-25.
- ❖ Λυκουρέσης, Δ.Π. 1995. Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση εντόμων-εχθρών καλλιεργειών. Πανεπιστημιακές παραδόσεις. Σελ 108
- ❖ Λυκουρέσης, Δ.Π. 2000. Βιολογική καταπολέμηση εντόμων-εχθρών των φυτών. Σελ 55
- ❖ Ναβροζίδης ,Ε. Και Ανδρεάδης, Σ. (2012).Ειδική Γεωργική Εντομολογία, Θεσσαλονικη, Εκδόσεις Public City, σελ. 233-237.
- ❖ Πέκας Α. (2009). Βιολογική καταπολέμηση στη Γεωργία: πραγματικότητα ή ουτοπία; *Γεωργία – Κτηνοτροφία*, τεύχος 7.

- ❖ Περδίκης, Χ. Δ. 2000. Μελέτη των βιολογικών παραμέτρων και των τροφικών προτιμήσεων του πολυφάγου αρπακτικού *Macrolophus pygmaeus* Rambur. Διδακτορική διατριβή, Αθήνα, σελ. 351
- ❖ Ψαρουδάκη Σταυρούλα, (2013). Επίδραση Γεωργικών Φαρμάκων στα αρπακτικά αρθρόποδα *Iphiseius degenerans* (Acari: Phytoseiidae) και *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae), μεταπτυχιακή μελέτη.