



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

ΠΜΣ: «Επιστήμες & Συστήματα Φυτικής Παραγωγής»

Κατεύθυνση Φυτοπροστασία & Περιβάλλον

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Οσφρητική απόκριση του αρπακτικού εντόμου *Macrolophus melanotoma* (Costa) (Hemiptera: Miridae) μεταξύ τομάτας και του αυτοφνούς φυτού-ξενιστή του *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter (Asteraceae) στην παρουσία και στην απουσία του φυτοφάγου εντόμου *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)»



**ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ Π. ΑΛΕΡΤΑΣ
ΑΘΗΝΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2019
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΠΕΡΔΙΚΗΣ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Όσφρητική απόκριση του αρπακτικού εντόμου *Macrolophus melanotoma* (Costa) (Hemiptera: Miridae) μεταξύ τομάτας και του αυτοφυούς φυτού-ξενιστή του *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter (Asteraceae) στην παρουσία και στην απουσία του φυτοφάγου εντόμου *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)»

«Olfactory responses of *Macrolophus melanotoma* (Costa) (Hemiptera: Miridae) between its main non-crop host plant *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter (Asteraceae) and tomato with presence or absence of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) »

Παναγιώτης Π. Αλέρτας

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

**Περδίκης Διονύσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής (Επιβλέπων)
Παπαδούλης Γεώργιος, Καθηγητής (Μέλος)
Φαντινού Αργυρώ, Καθηγήτρια (Μέλος)**

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	5
Λίστα εικόνων.....	6
Κατάλογος Πινάκων	8
Κατάλογος Ιστογραμμάτων.....	9
Περίληψη.....	11
Abstract	13
1. Εισαγωγή	15
1.1. Βιολογική αντιμετώπιση	15
1.2. Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση (I.P.M.).....	17
1.2.1. Θήρευση-Κατηγορίες θηρευτών	19
1.3. Αρπακτικά της Οικογένειας Miridae	21
1.3.1. Γένος <i>Macrolophus</i>	23
1.3.2. Διάκριση των ειδών <i>M. pygmaeus</i> και <i>M. melanotoma</i>	32
1.4. Οι επιδράσεις των αυτοφυών φυτών στους φυσικούς εχθρούς.....	35
1.4.1 Αυτοφυή φυτά που σχετίζονται με τα είδη <i>Macrolophus</i>	35
1.5 <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick 1917)	37
1.5.1 Ταξινόμηση.....	37
1.5.2 Μορφολογία.....	38
1.5.3 Βιολογία του εντόμου	42
1.5.4 Συμπτώματα προσβολής από το <i>T. absoluta</i>	43
1.5.5 Εφαρμογή του <i>M. pygmaeus</i> για την αντιμετώπιση του <i>T. absoluta</i>	44
1.6. Ο ρόλος των αισθητηρίων οργάνων των εντόμων στη θήρευση	45
1.6.1. Τα αισθητήρια συστήματα οσφρητικής απόκρισης στα Miridae	47
1.6.3. Ο ρόλος των αυτοφυών φυτών στην αντιμετώπιση του <i>T. absoluta</i>	50
2. Σκοπός	52
3. Υλικά & Μέθοδοι.....	54
3.1. Βιολογικό υλικό.....	54
3.2. Μετρητής οσφρητικής απόκρισης ολοφακτόμετρο (4-Choice Olfactometer)	55
3.2.1. Τετραπλής Επιλογής ολφακτόμετρο (4-Choice Olfactometer)	56
3.3. Πειραματική διαδικασία	57
3.3.1. Διαδικασία επιλογής εντόμων	57
3.3.2. Μεθοδολογία	58

3.3.3.	Στατιστική επεξεργασία δεδομένων.....	60
4.	Αποτελέσματα	61
4.1.	Οσφρητική απόκριση του αρπακτικού <i>M. Melanotoma</i>	61
4.1.1.	Φύλλα Τομάτας × Αέρα (διπλή επιλογή).....	61
4.1.2.	Φύλλα Τομάτας με ωά <i>T. absoluta</i> × Αέρα (διπλή επιλογή).....	62
4.1.3.	Φύλλα τομάτας με προνύμφες <i>T. absoluta</i> L1-L2 × Αέρα (διπλή επιλογή)	64
4.1.4.	Φύλλα Τομάτας με ωά <i>T. absoluta</i> × Φύλλα Τομάτας × Αέρας (τριπλή επιλογή) 65	
4.1.5.	Τομάτας με ωά <i>T. absoluta</i> × Φύλλα Τομάτας με προνύμφες <i>T. absoluta</i> L1-L2 × Αέρας (τριπλή επιλογή)	67
4.1.6.	Φύλλα Τομάτας με προνύμφες <i>T. absoluta</i> L1-L2 × Φύλλα Τομάτας × Αέρας (τριπλή επιλογή) 69	
4.1.7.	Φύλλα <i>D. viscosa</i> × Αέρα (διπλή επιλογή).....	70
4.1.8.	Φύλλα <i>D. viscosa</i> × Φύλλα Τομάτας × Αέρας (τριπλή επιλογή)	72
4.1.9.	Φύλλα <i>D. viscosa</i> × Φύλλα Τομάτας με ωά <i>T. absoluta</i> × Αέρας (τριπλή επιλογή) 73	
4.1.10.	Φύλλα <i>D. viscosa</i> × Φύλλα Τομάτας με προνύμφες <i>T. absoluta</i> L1-L2 × Αέρας	75
4.1.11.	Φύλλα <i>D. viscosa</i> με ωά <i>T. absoluta</i> × Φύλλα Τομάτας με ωά <i>T. absoluta</i> × Αέρας 76	
4.1.12.	Φύλλα <i>D. viscosa</i> με ωά <i>T. absoluta</i> × Φύλλα Τομάτας με προνύμφες <i>T. absoluta</i> 78	
5.	Συζήτηση	82
6.	Συμπεράσματα.....	84
7.	Βιβλιογραφία	85

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά :

- Τον Αναπληρωτή Καθηγητή Περδίκη Διονύσιο για την ανάθεση, επίβλεψη, και καθοδήγηση 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, σχολιασμό και βαθμολόγηση της παρούσας εργασίας.
- Την Πατούλη Αικατερίνη για την συμπαράσταση και την βοήθεια που μου προσέφερε στις δύσκολες στιγμές.
- Τον υποψήφιο διδάκτωρ Σώτηρα Μάριο-Ιωάννη για την άψογη συνεργασία και βοήθεια για την εκπόνηση αυτή της μεταπτυχιακής μελέτης.
- Τον κ. Χαρβαλάκη Γαβριήλ, προπτυχιακό φοιτητή του Εργαστηρίου, για τις συζητήσεις και την συνεργασία που είχαμε σχετικά με την πειραματική διαδικασία.
- Την υποψήφια διδάκτωρ Δερβισόγλου Σοφία για την παροχή φυτικού υλικού (φυτά τομάτας) και βιολογικού υλικού (ωά και προνύμφες *T.absoluta*).
- Την οικογένειά μου για την αγάπη τους, την υπομονή τους και τη στήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια.

Λίστα εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 1. ΕΝΗΛΙΚΟ ΤΟΥ <i>M. PYGMAEUS</i> . ΠΗΓΗ: ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ	25
ΕΙΚΟΝΑ 2. ΑΚΜΑΙΟ ΑΤΟΜΟ <i>M. PYGMAEUS</i> ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΝΕΙ ΩΑ (ΠΗΓΗ: HTTPS://WWW.ENTOCARE.NL/CONTROL-AGENTS/WHITEFLY-CONTROL- AGENTS/MACROLOPHUS-PYGMAEUS/?LANG=EN).....	28
ΕΙΚΟΝΑ 3. ΑΤΟΜΟ <i>M. PYGMAEUS</i> 5ΟΥ ΝΥΜΦΙΚΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ ΠΗΓΗ: KOPPERT BIOLOGICAL SYSTEMS	28
ΕΙΚΟΝΑ 4. ΕΝΗΛΙΚΟ <i>M. MELANOTOMA</i> ΣΕ <i>D. VISCOSA</i> . ΠΗΓΗ: ΑΛΕΡΤΑΣ Π. ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: ΚΑΤΩ ΣΑΜΙΚΟ-Ν.ΗΛΕΙΑΣ.....	30
ΕΙΚΟΝΑ 5. ΕΝΗΛΙΚΟ <i>M. MELANOTOMA</i> ΣΕ <i>D. VISCOSA</i> . ΠΗΓΗ: ΑΛΕΡΤΑΣ Π. ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: ΚΑΤΩ ΣΑΜΙΚΟ-Ν.ΗΛΕΙΑΣ.....	30
ΕΙΚΟΝΑ 6. ΦΥΤΟ <i>D. VISCOSA</i> ΜΕ ΠΡΟΣΒΟΛΗ ΑΠΟ ΑΦΙΔΕΣ. ΠΗΓΗ: ΑΛΕΡΤΑΣ Π./Κ. ΣΑΜΙΚΟ	31
ΕΙΚΟΝΑ 7. ΩΟ <i>M. PYGMAEUS</i> . ΠΗΓΗ: KOPPERT BIOLOGICAL SYSTEMS.....	33
ΕΙΚΟΝΑ 8. ΤΟ ΦΥΤΟ <i>DITTRICHIA VISCOSA</i> (ASTERACEAE). ΠΗΓΗ: ΑΛΕΡΤΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ.	35
ΕΙΚΟΝΑ 9. ΕΝΗΛΙΚΟ ΕΝΤΟΜΟ <i>T. ABSOLUTA</i> (ΠΗΓΗ: HTTP://WWW.NBAIR.RES.IN/INSECTPESTS/IMAGES/TUTA-ABSOLUTA1.JPG)	38
ΕΙΚΟΝΑ 10. Ο ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ <i>T. ABSOLUTA</i> ΣΤΑΔΙΑ: ΩΟ, ΠΡΟΝΥΜΦΗ, ΝΥΜΦΗ, ΑΚΜΑΙΟ (MUNIAPPAN, 2012)	39
ΕΙΚΟΝΑ 11. ΩΟ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ <i>TUTA ABSOLUTA</i> (MUNIAPPAN, 2012).....	39
ΕΙΚΟΝΑ 12. ΩΟ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ <i>T. ABSOLUTA</i> (ΠΗΓΗ: HTTP://WWW.NBAIR.RES.IN/INSECTPESTS/IMAGES/TUTA-ABSOLUTA30.JPG).....	39
ΕΙΚΟΝΑ 13. ΟΙ ΤΕΣΣΕΡΕΙΣ ΗΛΙΚΙΕΣ ΤΗΣ ΠΡΟΝΥΜΦΗΣ ΤΟΥ <i>T. ABSOLUTA</i> , (ΤΣΙΡΙΚΟΣ, 2016).	40
ΕΙΚΟΝΑ 14. ΝΥΜΦΗ ΤΟΥ <i>T. ABSOLUTA</i> (ΠΗΓΗ: HTTP://WWW.NBAIR.RES.IN/INSECTPESTS/IMAGES/TUTA-ABSOLUTA30.JPG)	41
ΕΙΚΟΝΑ 15. ΝΥΜΦΗ ΤΟΥ <i>T. ABSOLUTA</i> (MUNIAPPAN, 2012)	41
ΕΙΚΟΝΑ 16. ΕΝΗΛΙΚΟ ΕΝΤΟΜΟ ΤΟΥ <i>TUTA ABSOLUTA</i> (MUNIAPPAN, 2012)	42
ΕΙΚΟΝΑ 17. ΕΝΗΛΙΚΟ ΕΝΤΟΜΟ ΤΟΥ <i>T. ABSOLUTA</i>	42
ΕΙΚΟΝΑ 18. ΣΤΟΕΣ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΙΣ ΠΡΟΝΥΜΦΕΣ ΤΟΥ <i>T. ABSOLUTA</i> (ΠΗΓΗ: HTTP://WWW.NBAIR.RES.IN/INSECTPESTS/IMAGES/TUTA-ABSOLUTA20.JPG)	43
ΕΙΚΟΝΑ 19. Η ΠΡΟΝΥΜΦΗ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ <i>T. ABSOLUTA</i> ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΣΤΟΑΣ (ΠΗΓΗ: HTTP://WWW.NBAIR.RES.IN/INSECTPESTS/IMAGES/TUTA-ABSOLUTA21.JPG)	43
ΕΙΚΟΝΑ 20. ΠΟΛΛΕΣ ΠΡΟΝΥΜΦΕΣ <i>T. ABSOLUTA</i> ΤΡΕΦΟΝΤΑΙ ΣΕ ΕΝΑ ΚΑΡΠΟ ΤΟΜΑΤΑΣ (ΠΗΓΗ: HTTP://WWW.NBAIR.RES.IN/INSECTPESTS/IMAGES/TUTA-ABSOLUTA27.JPG)	44
ΕΙΚΟΝΑ 21. ΠΡΟΝΥΜΦΗ <i>T. ABSOLUTA</i> ΕΝΤΟΣ ΩΡΙΜΟΥ ΚΑΡΠΟΥ ΤΟΜΑΤΑΣ (ΠΗΓΗ: HTTPS://WWW.GREENLIFE.CO.KE/TUTA-ABSOLUTA/).....	44
ΕΙΚΟΝΑ 22. Α: ΣΧΕΔΙΟ ΕΝΟΣ ΟΣΦΡΗΤΙΚΟΥ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟΥ, ΜΕ ΕΝΑ (SENSE C) ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟ ΚΥΤΤΑΡΟ ΚΑΙ ΔΥΟ ΔΙΑΠΛΑΣΤΙΚΑ (TRI C, TOR C), ΕΠΙ C= ΚΥΤΤΑΡΟ ΕΠΙΘΗΛΙΟΥ, IS= ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ ΤΟΥ ΔΕΝΔΡΙΤΗ ΤΟΥ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟΥ ΚΥΤΤΑΡΟΥ, MIT=ΜΙΤΟΧΟΝΔΡΙΑ. Β: ΤΥΠΟΙ ΟΣΦΡΗΤΙΚΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΩΝ Α) SENSILLUM TRICCODEUM, B) SENSILLUM BASICONICUM, C) SENSILLUM SOELOCONICUM D) SENSILLUM AMPULLACEUM, E) SENSILLUM PLACODEUM. (ΧΑΡΒΑΛΑΚΗΣ, 2019)	48
ΕΙΚΟΝΑ 23. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΤΕΤΡΑΜΕΛΟΥΣ ΘΑΛΑΜΟΥ (4-CHOICE OLFACTOMETER), (ARS, GAINESVILLE, FLORIDA).....	55

ΕΙΚΟΝΑ 24. ΤΕΤΡΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΟΛΦΑΚΤΟΜΕΤΡΟ (ΠΗΓΗ: ΑΛΕΡΤΑΣ)	56
ΕΙΚΟΝΑ 25. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ (ΕΠΙΛΟΓΗΣ) ΤΟΥ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ ΑΡΕΝΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΤΟΥ ΤΕΤΡΑΜΕΛΟΥΣ ΘΑΛΑΜΟΥ (4-CHOICE OLFACTOMETER), (ARS, GAINESVILLE, FLORIDA).	60

Κατάλογος Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ <i>M. PYGMAEUS</i> (INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM-ITIS).....	24
ΠΙΝΑΚΑΣ 2 ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ <i>MACROLOPHUS MELANOTOMA</i> (ITIS).....	29
ΠΙΝΑΚΑΣ 3 ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ <i>T. ABSOLUTA</i> (ITIS).....	37
ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΟΙ ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ ΠΟΣΟΣΤΩΝ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΤΟΥ <i>MACROLOPHUS MELANOTOMA</i> (ΔΙΠΛΩΝ ΕΠΙΛΟΓΩΝ). ΟΙ ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΙΔΙΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΕΝ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΕ ΚΑΘΕ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ, ΕΝΩ ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΙΔΙΟ ΜΙΚΡΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΕΝ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΩΝ.	79
ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΟΙ ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΤΟΥ <i>MACROLOPHUS MELANOTOMA</i> (ΔΙΠΛΩΝ ΕΠΙΛΟΓΩΝ). ΟΙ ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΙΔΙΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΕΝ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΕ ΚΑΘΕ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ, ΕΝΩ ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΙΔΙΟ ΜΙΚΡΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΕΝ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΤΩΝ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΩΝ.	80
ΠΙΝΑΚΑΣ 6: ΟΙ ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ ΠΟΣΟΣΤΩΝ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΤΟΥ <i>MACROLOPHUS MELANOTOMA</i> (ΤΡΙΠΛΩΝ ΕΠΙΛΟΓΩΝ). ΟΙ ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΙΔΙΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΕΝ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΕ ΚΑΘΕ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ.	80
ΠΙΝΑΚΑΣ 7: ΟΙ ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ ΧΡΟΝΟΥ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΤΟΥ <i>MACROLOPHUS MELANOTOMA</i> (ΤΡΙΠΛΩΝ ΕΠΙΛΟΓΩΝ). ΟΙ ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΙΔΙΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΕΝ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΕ ΚΑΘΕ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ.	81

Κατάλογος Ιστογραμμάτων

- ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 1:** ΟΣΦΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ Μ. ΜΕΛΑΝΟΤΟΜΑ ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P<0,05).61
- ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 2.** ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ Μ. ΜΕΛΑΝΟΤΟΜΑ ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΙΔΙΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΕΝ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P>0.05). 62
- ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 3:** ΟΣΦΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ Μ. ΜΕΛΑΝΟΤΟΜΑ ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΜΕ ΩΑ Τ. ABSOLUTA ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P<0,05).63
- ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 4:** ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ Μ. ΜΕΛΑΝΟΤΟΜΑ ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΜΕ ΩΑ Τ. ABSOLUTA ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΙΔΙΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΕΝ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P>0.05). 63
- ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 5:** ΟΣΦΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ Μ. ΜΕΛΑΝΟΤΟΜΑ ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΜΕ ΠΡΟΝΥΜΦΕΣ Τ. ABSOLUTA ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P<0,05). 64
- ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 6:** ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ Μ. ΜΕΛΑΝΟΤΟΜΑ ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΜΕ ΠΡΟΝΥΜΦΕΣ Τ. ABSOLUTA ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΙΔΙΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΕΝ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P>0.05).65
- ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 7:** ΟΣΦΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ Μ. ΜΕΛΑΝΟΤΟΜΑ ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΜΕ ΩΑ Τ. ABSOLUTA, ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P<0,05). 66
- ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 8:** ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ Μ. ΜΕΛΑΝΟΤΟΜΑ ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΜΕ ΩΑ Τ. ABSOLUTA , ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΙΔΙΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΕΝ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P>0.05). 67
- ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 9:** ΟΣΦΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ Μ. ΜΕΛΑΝΟΤΟΜΑ ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΜΕ ΩΑ Τ. ABSOLUTA, ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΜΕ ΠΡΟΝΥΜΦΕΣ Τ. ABSOLUTA ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P<0,05). 68
- ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 10:** ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ Μ. ΜΕΛΑΝΟΤΟΜΑ ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΜΕ ΩΑ Τ. ABSOLUTA , ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΜΕ ΠΡΟΝΥΜΦΗ Τ. ABSOLUTA ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΙΔΙΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΕΝ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P>0.05). 68
- ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 11:** ΟΣΦΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ Μ. ΜΕΛΑΝΟΤΟΜΑ ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΚΑΙ ΦΥΛΛΩΝ ΜΕ ΠΡΟΝΥΜΦΕΣ Τ. ABSOLUTA ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P<0,05). 69
- ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 12:** ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ Μ. ΜΕΛΑΝΟΤΟΜΑ ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΚΑΙ ΦΥΛΛΩΝ ΜΕ ΠΡΟΝΥΜΦΕΣ Τ. ABSOLUTA ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΙΔΙΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΕΝ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P>0.05). 70
- ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 13:** ΟΣΦΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ Μ. ΜΕΛΑΝΟΤΟΜΑ ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ D. VISCOSA ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P<0,05).71

ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 14: ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ M. MELANOTOMA ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ D.VISCOSA ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΙΔΙΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΕΝ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P>0.05).	71
ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 15: ΟΣΦΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ M. MELANOTOMA ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΚΑΙ ΦΥΛΛΩΝ D. VISCOSA ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P<0,05).	72
ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 16: ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ M. MELANOTOMA ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ, ΦΥΛΛΩΝ D.VISCOSA ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΙΔΙΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΕΝ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P>0.05).	73
ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 17: ΟΣΦΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ M. MELANOTOMA ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΜΕ ΩΑ Τ. ABSOLUTA ΚΑΙ ΦΥΛΛΩΝ D. VISCOSA ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P<0,05).	74
ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 18: ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ M. MELANOTOMA ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΜΕ ΩΑ Τ. ABSOLUTA, ΦΥΛΛΩΝ D. VISCOSA ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΙΔΙΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΕΝ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P>0.05).	74
ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 19: ΟΣΦΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ M. MELANOTOMA ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΜΕ ΠΡΟΝΥΜΦΕΣ Τ. ABSOLUTA, ΦΥΛΛΩΝ D. VISCOSA ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P<0,05).	75
ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 20: ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ M. MELANOTOMA ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΜΕ ΠΡΟΝΥΜΦΕΣ Τ. ABSOLUTA, ΦΥΛΛΩΝ D. VISCOSA ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΙΔΙΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΕΝ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P>0.05).	76
ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 21: ΟΣΦΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ M. MELANOTOMA ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΜΕ ΩΑ Τ. ABSOLUTA, ΦΥΛΛΩΝ D. VISCOSA ΜΕ ΩΑ Τ. ABSOLUTA ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P<0,05).....	77
ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 22: ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ M. MELANOTOMA ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΜΕ ΩΑ Τ. ABSOLUTA, ΦΥΛΛΩΝ D. VISCOSA ΜΕ ΩΑ Τ. ABSOLUTA ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΙΔΙΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΕΝ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P>0.05).	77
ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 23: ΟΣΦΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ M. MELANOTOMA ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΠΡΟΝΥΜΦΕΣ Τ. ABSOLUTA, ΦΥΛΛΩΝ D. VISCOSA ΜΕ ΩΑ Τ. ABSOLUTA ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P<0,05).....	78
ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 24: ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ M. MELANOTOMA ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΜΕ ΠΡΟΝΥΜΦΕΣ Τ. ABSOLUTA, ΦΥΛΛΩΝ D. VISCOSA ΜΕ ΩΑ Τ. ABSOLUTA ΚΑΙ ΑΕΡΑ. ΣΤΗΛΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΙΔΙΟ ΓΡΑΜΜΑ ΔΕΝ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ (P>0.05).....	79

Περίληψη

Το *Tuta absoluta*, έχει καταστεί ως ένα από τα πιο επιβλαβή έντομα της τομάτας και θεωρείται σοβαρή γεωργική απειλή στη λεκάνη της Μεσογείου για την παραγωγή τόσο των θερμοκηπιακών όσο και των υπαίθριων καλλιεργειών τομάτας. Η εκτεταμένη χρήση των εντομοκτόνων οδήγησε στην ανάπτυξη φαινομένων ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα. Για αυτό τον λόγο φυσικοί εχθροί της Οικογένειας Miridae αξιολογήθηκαν ως προς την αποτελεσματικότητα τους στη αντιμετώπιση του εντόμου αυτού. Το *Macrolophus melanotoma* αρπακτικό της οικογένειας αυτής, βρίσκεται σε μεγάλους αριθμούς στο αυτοφυές φυτό *Dittrichia viscosa*. Ενώ τα αρπακτικά *Nesisiocoris tenuis* και *Macrolophus pygmaeus* έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία προγράμματα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης, για το *M. melanotoma* δεν έχει ερευνηθεί για το αν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βιολογικός παράγοντας εναντίον του *T. absoluta*. Στην μελέτη αυτή, για την καλύτερη κατανόηση της δυνατότητας του *M. melanotoma* να αποικίζει ή όχι υγιή ή προσβεβλημένα φυτά τομάτας και σε σύγκριση με το αυτοφυές φυτό-ξενιστή του *D. viscosa*, διεξήχθησαν πειράματα με την χρήση ολφακτόμετρου. Προηγούμενες σχετικές μελέτες βασίζονται στη χρήση του ολφακτόμετρου «Υ» όπου το υπό μελέτη έντομο δύναται να επιλέξει μεταξύ δύο πηγών ερεθισμάτων. Σε αυτή την μελέτη χρησιμοποιήθηκε ολφακτόμετρο τετραμελούς θαλάμου επιλογής (4-Choice Olfactometer). Αυτό, επιτρέπει τη σύγκριση περισσότερων από δύο πηγών οσφρητικών ερεθισμάτων (διπλής και τριπλής επιλογής). Σε αυτή την εργασία, μελετήθηκε η ελκυστικότητα των φυτών τομάτας με απουσία ή/και παρουσία λείας (ωά ή προνύμφες *T. absoluta*) και φυτών *D. viscosa* με απουσία ή/και παρουσία λείας (ωά *T. absoluta*) σε θηλυκά *M. melanotoma* (12 μεταχειρίσεις). Καταγράφηκε στην παρούσα μελέτη, ο χρόνος που χρειάζεται το έντομο για κάνει την επιλογή του και εάν αυτό 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 κάτι που δεν έχει μελετηθεί σε προηγούμενες εργασίες. Στα πειράματα διπλής επιλογής παρατηρήσαμε ότι σε όλες τις επεμβάσεις το *M. melanotoma* προτίμησε την πηγή οσμής που περιείχε τα φύλλα του εκάστοτε φυτού, σε σημαντικό ποσοστό σε σχέση με τον φιλτραρισμένο αέρα. Στις επεμβάσεις τριπλής επιλογής μεταξύ φύλλων Τομάτας με ωά *T. absoluta* x Τομάτα x Αέρα και φύλλων Τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* x Τομάτα x Αέρα βρέθηκαν σημαντικές διαφορές επιλέγοντας τα φύλλα τομάτας με παρουσία λείας (ωά ή προνύμφες) έναντι των υγιών φυτών τομάτας σε ποσοστά $46,88 \pm 3,13\%$ (ωά) και

55,49±1,65% (προνύμφες) σε σύγκριση με 36,11±2,78% (τομάτα) και 25,82±2,75% (τομάτα), αντίστοιχα. Στην επέμβαση μεταξύ φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και φύλλων τομάτας με pronύμφες *T. absoluta* το *M. melanotoma* έδειξε προτίμηση στα φύλλα τομάτας με τις pronύμφες 45,56±1,11% έναντι 36,11±2,78% (ωά). Στην επόμενη σειρά επεμβάσεων έχουμε συγκρίσεις με το φυτό από το οποίο προέρχεται το αρπακτικό, δηλαδή το *D. viscosa*. Σύμφωνα με την μελέτη μας συμπεραίνουμε ότι το *M. melanotoma* επιλέγει το *D. viscosa* σε μεγαλύτερο ποσοστό αλλά ωστόσο και το ποσοστό που επιλέγει την τομάτα με ή χωρίς λεία σε σχέση με τον αέρα είναι σημαντικό. Επίσης, το *M. melanotoma* προτιμά το *D. viscosa*, αλλά στην επέμβαση με οσφρητικές πηγές *D. viscosa* X φύλλα Τομάτας με pronύμφες *T. absoluta* X αέρα τα ποσοστά απόκρισης ήταν σχεδόν ίδια (τομάτα: 45,59±4,41%, *D. viscosa*: 51,47±1,47%). Φαίνεται λοιπόν ότι το θηλυκό *M. melanotoma* μπορεί να επιλέξει και την τομάτα εάν έχει προσβληθεί από το *T. absoluta*. Στις μεταχειρίσεις με φύλλα *D. viscosa* που έφεραν ωά *T. absoluta* και φύλλα τομάτας με ωά ή pronύμφες *T. absoluta* και αέρα ήταν σαφής η προτίμηση του *M. melanotoma* στο αυτοφυές φυτό ξενιστή του, το *D. viscosa*, σε ποσοστό 50-59%. Όμως το ποσοστό που προτίμησε την τομάτα (31-38%) ήταν σχετικά υψηλό και αρκετά μεγαλύτερο από αυτό του αέρα. Η μέτρηση του χρόνου απόκρισης έδειξε ότι το *M. melanotoma* αποκρίθηκε πολύ πιο γρήγορα στο ερέθισμα της οσμής από τα φύλλα με ωά *T. absoluta* ή pronύμφες, σε σχέση με αυτά που κινήθηκαν προς την πηγή του φιλτραρισμένου αέρα. Συμπερασματικά, η μελέτη της οσφρητικής απόκρισης με τη χρήση του ολφακτόμετρου με τετραμελή θάλαμο επιλογής έδωσε πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα. Το *M. melanotoma*, μεταξύ *D. viscosa* και τομάτας, επέλεξε σημαντικά περισσότερο τα φύλλα *D. viscosa* όμως έδειξε σημαντική προτίμηση και για προσβεβλημένα φύλλα τομάτας. Τέλος, το *M. melanotoma* θα μπορούσε να αξιολογηθεί ως προς την ικανότητά του να χρησιμοποιηθεί στην βιολογική αντιμετώπιση του *T. absoluta* σε τομάτα εφόσον βρέθηκε ότι επιλέγει τα προσβεβλημένα φύλλα τομάτας. Επίσης, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι θα μπορούσε να μετακινηθεί σε σημαντικό βαθμό από το *D. viscosa* σε φυτά τομάτας και επομένως να είναι χρήσιμο στην βιολογική αντιμετώπιση εχθρών της τομάτας. Σε αυτή την περίπτωση ενδεχομένως ο συνδυασμός του με ένα άλλο αρπακτικό ή ένα παρασιτοειδές του *T. absoluta* να έδινε πολύ καλά αποτελέσματα.

Λέξεις-κλειδιά: Εντομολογία, Οσφρητική απόκριση, Ολφακτόμετρο (4-Choice Olfactometer), *Dittrichia viscosa*, *Macrolophus melanotoma*, *Tuta absoluta*, Miridae, Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση, βιολογική αντιμετώπιση.

Abstract

Tuta absoluta, has become one of the most harmful tomato pests in the Mediterranean basin. The widespread use of insecticides has led to the development of insecticide resistance, and high increase in the crop protection cost. For this reason, several studies focused on the evaluation of its natural enemies within IPM. The members of the Miridae family such as *Nesisiocoris tenuis* and *Macrolophus pygmaeus* have been evaluated with positive results and are widely used in the control of this pest. A member of this family, the predator *Macrolophus melanotoma*, is found in large numbers on the native plant *Dittrichia viscosa*. In this study, experiments were performed using an olfactometer to evaluate the ability of *M. melanotoma* to discriminate between healthy or infested tomato plants with *T. absoluta* as a mean to assess its potential to colonize tomato crops in a conservation biological control program. We were also interested to compare its preference between tomato and its native plant host of *Dittrichia viscosa*. Previous relevant studies are based on the use of the olfactometer "Y" where the insect under study can choose between two sources of stimuli. In this study a 4-Choice Olfactometer was used. This allows the comparison of more than two sources of olfactory stimuli (double and triple selection procedures). In this work, the attractiveness of tomato plants in the absence and / or presence of prey (*T. absoluta* eggs or larvae) and *D. viscosa* plants in the absence and / or presence of prey (*T. absoluta* eggs) in *M. melanotoma* (12 treatments) was assessed. It was also recorded the period that the insect needs to make its choice. In the double-choice experiments, we observed that in all treatments *M. melanotoma* preferred the leaves of the respective plant, in a significant proportion over the filtered air. In the triple selection interventions between tomato leaves with *T. absoluta* x Tomato leaves x Air and Tomato leaves with *T. absoluta* larva x Tomato leaves x Air significant preference was found for tomato leaves in the presence of prey (eggs or larvae) versus healthy tomato i.e. $46.88 \pm 3.13\%$ (eggs) and $55.49 \pm 1.65\%$ (larvae) compared to $36.11 \pm 2.78\%$ (tomatoes) and $25.82 \pm 2.75\%$ (tomatoes), respectively. In the comparison between Tomato leaves with *T. absoluta* eggs and Tomato leaves with *T. absoluta* larvae *M. melanotoma* showed a preference for tomato leaves with larvae $45.56 \pm 1.11\%$ versus $36.11 \pm 2.78\%$ (eggs). In the next experimentation comparisons including the plant from which the predator, *D. viscosa*, originate were performed. According to the results, we conclude that *M. melanotoma* chooses *D. viscosa* at a higher rate but nevertheless the percentage of tomato selected with or without prey is significant. Also, *M. melanotoma* prefers *D. viscosa*, but in

the treatment with olfactory sources *D. viscosa* X Tomato leaves with *T. absoluta* X air the predator's response rates were similar (tomato: $45.59 \pm 4.41\%$, *D. viscosa*: $51.47 \pm 1.47\%$). It therefore appears that the female *M. melanotoma* may also select the tomato if it is infested by *T. absoluta*. In treatments with *D. viscosa* leaves bearing *T. absoluta* eggs and tomato leaves with *T. absoluta* eggs or larvae and air, *M. melanotoma*'s preference for its native host plant, *D. viscosa*, was 50-59%. However, the percentage that preferred tomato (31-38%) was high and well above that preferred the air chamber. Measurements of time to response showed that *M. melanotoma* responded much faster to odor stimulation from leaves with *T. absoluta* eggs or larvae than the filtered air. In conclusion, *M. melanotoma*, between *D. viscosa* and tomato, chose significantly more *D. viscosa* leaves but showed significant preference for infested tomato leaves. Finally, *M. melanotoma* could be evaluated for its potential to be used in the biological control of *T. absoluta*.

Key-words: Entomology, olfactory response, 4-Choice Olfactometer, *Dittrichia viscosa*, *Tuta absoluta*, *Macrolophus melanotoma*, Biological control, Integrated Pest Management, IPM.

1. Εισαγωγή

1.1.Βιολογική αντιμετώπιση

Βιολογική αντιμετώπιση εντόμων εντάσσεται στην ευρύτερη κατηγορία της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης των εχθρών των φυτών με την εφαρμογή διαφόρων βιολογικών παραγόντων (φυσικών εχθρών) με σκοπό τον περιορισμό των πληθυσμών τους. Οι βιολογικοί αυτοί παράγοντες δύνανται τελικά να μειώσουν τον πληθυσμό ενός συγκεκριμένου είδους σε τέτοια επίπεδα ώστε να το καταστήσουν λιγότερο ή καθόλου επιζήμιο από ότι θα ήταν σε περίπτωση μη χρησιμοποίησής τους (Van Driesche and Bellows, 1996; Λυκουρέσης, 2000). Τα κύρια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της βιολογικής αντιμετώπισης αναφέρονται παρακάτω:

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- ✓ Δραστική μείωση της έκθεσης του παραγωγού στα γεωργικά φάρμακα.
- ✓ Προϊόντα υψηλής ποιότητας, χωρίς υπολείμματα φυτοφαρμάκων, ασφαλή για τους καταναλωτές.
- ✓ Αποφυγή ανάπτυξης ανθεκτικότητας από την πλευρά των επιζήμιων οργανισμών.
- ✓ Σεβασμός στο περιβάλλον.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- × Πιθανές επιπτώσεις σε οργανισμούς που δεν αποτελούν στόχο.
- × Σχετικά αργή δράση σε σύγκριση με τα εντομοκτόνα.

Το σημαντικότερο μειονέκτημα σχετικά με τη βιολογική αντιμετώπιση αφορά σε τυχόν επιπτώσεις των νέο-εισαχθέντων εντόμων σε οργανισμούς μη-στόχους. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με ειδικά πρωτόκολλα για 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) (Πέκας, 2009).

Οι ιδιότητες των ιδεωδών βιολογικών παραγόντων (φυσικών εχθρών) για την αυξημένη αποτελεσματικότητά τους στον βιολογικό έλεγχο των εντόμων-εχθρών είναι: 1) η εξειδίκευση ως προς το επιβλαβές έντομο, 2) ο συγχρονισμός του βιολογικού τους κύκλου με αυτόν του επιβλαβούς εντόμου, 3) η υψηλή αναπαραγωγική ικανότητά τους, η υψηλή ικανότητα αναζήτησης, 4) η ικανότητα μετακίνησης και διασποράς, 5) η ευκολία χειρισμού τους και μαζικής παραγωγής τους και η συνδυαστικότητα με καλλιεργητικές πρακτικές (Λυκουρέσης, 1995).

Η βιολογική αντιμετώπιση των επιζήμιων εντόμων πραγματοποιείται μέσω τριών μεθόδων, η κάθε μία από τις οποίες περιλαμβάνει μια σειρά ενεργειών:

1. Κλασική βιολογική αντιμετώπιση

Γενικά, η σειρά των ενεργειών που θα πρέπει να ακολουθηθούν για την εφαρμογή ενός προγράμματος κλασικής βιολογικής αντιμετώπισης είναι:

- I. Προσδιορισμός του ζωικού εχθρού που εισήλθε σε μια περιοχή καθώς και του τόπου προέλευσής του.
- II. Γνώση του βιολογικού κύκλου και των ιδιαιτεροτήτων του φυτού.
- III. Καθορισμός και γνώση της «επιζήμιας πληθυσμιακής πυκνότητας» και του «οικονομικού ορίου».
- IV. Αναζήτηση και αξιολόγηση της καταλληλότητας των φυσικών του εχθρών στην περιοχή προέλευσής του.
- V. Εισαγωγή, μαζική εκτροφή και απελευθέρωση του(ων) πλέον κατάλληλου(ων) φυσικού(ων) εχθρού(ων) του.
- VI. Μη διενέργεια ψεκασμών και άλλων πρακτικών με αρνητικές επιδράσεις μετά την απελευθέρωση του φυσικού εχθρού ή των φυσικών εχθρών.
- VII. Παρακολούθηση της εγκατάστασής τους και αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς τους μετά την εγκατάστασή του(ς) (Λυκουρέσης, 1995).

2. Μαζική παραγωγή και απελευθέρωση

Η μαζική απελευθέρωση πραγματοποιείται με περιοδικές εξαπολύσεις, μη περιοδικές (συχνές) εξαπολύσεις, συμπληρωματικές εξαπολύσεις και εξαπολύσεις υπερβολικά μεγάλου αριθμού ατόμων. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται με επιτυχία για

την αντιμετώπιση επιβλαβών εντόμων στις καλλιέργειες υπό κάλυψη αλλά και σε άλλες καλλιέργειες όπως τα εσπεριδοειδή. Σκοπός των ενεργειών αυτών δεν είναι η διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ του εντόμου-εχθρού και βιολογικού παράγοντα για μεγάλο χρονικό διάστημα αλλά η μείωση των πληθυσμών των εντομών-εχθρών κάτω του οικονομικού ορίου (van Lenteren, 1986).

3. Διατήρηση και αύξηση της δράσης των υπαρχόντων φυσικών εχθρών με κατάλληλους χειρισμούς στο αγροοικοσύστημα (Conservation Biological Control).

Αυτή η μέθοδος βιολογικής αντιμετώπισης βασίζεται στην διατήρηση των λειτουργικών στοιχείων της βιοποικιλότητας που προσφέρουν θέσεις διατροφής και καταφυγίου για τους φυσικούς εχθρούς. Αυτά τα στοιχεία περιλαμβάνουν κυρίως αυτοφυή φυτά διότι οι φυσικοί εχθροί τρέφονται στα άνθη (γύρη, νέκταρ) ή βρίσκουν σε αυτά εναλλακτικά είδη ξενιστών ή λείας. Σε αρκετές περιπτώσεις η διατήρηση αυτοφυών φυτών στα περιθώρια των καλλιεργειών έχει βρεθεί να συμβάλλει σημαντικά στον αποικισμό των καλλιεργειών με φυσικούς εχθρούς προσφέροντας τους προστασία από επιβλαβή έντομα.

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

Τα χημικά εντομοκτόνα συνεχίζουν να έχουν το σημαντικότερο ρόλο στην προστασία της φυτικής παραγωγής. Η έρευνα και η εφαρμογή εναλλακτικών μεθόδων φυτοπροστασίας για τον περιορισμό της χρήσης των χημικών ουσιών, ώστε να μειωθούν οι αρνητικές επιπτώσεις τους είναι όλο και περισσότερο απαραίτητη. Η **Ολοκληρωμένη Αντιμετώπιση (ή Ολοκληρωμένη Διαχείριση) (Integrated Pest Management, I.P.M.)** είναι μια οικολογικά βασισμένη στρατηγική αντιμετώπισης εχθρών των καλλιεργειών που έχει ως στόχο την ανάπτυξη και την υλοποίηση τέτοιων μεθόδων. Έτσι, σήμερα στην επιστήμη της φυτοπροστασίας γίνεται συνεχής προσπάθεια προς δύο κατευθύνσεις: 1) την αποτελεσματική χρήση των φυτοφαρμάκων με την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση των διαθέσιμων εναλλακτικών μεθόδων φυτοπροστασίας και με τις ελάχιστες παρενέργειες των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στον άνθρωπο (καλλιεργητή, καταναλωτή), στο αγροοικοσύστημα και στο περιβάλλον γενικότερα και 2) την έρευνα για εύρεση εναλλακτικών μεθόδων φυτοπροστασίας με σκοπό την σταδιακή αντικατάσταση των φυτοφαρμάκων για ένα οικονομικά και οικολογικά αποδεκτό αποτέλεσμα.

Για επιτυχή ολοκληρωμένη αντιμετώπιση είναι απαραίτητο να μελετηθούν:

1. Οικολογικοί παράγοντες,
2. Καλλιεργητικές τεχνικές,
3. Ιδιότητες των καλλιεργούμενων φυτών και των εχθρών τους,
4. Το σύνολο των μεθόδων αντιμετώπισης των εχθρών αυτών που είναι τεχνικά και οικονομικά εφικτές.

Με τον συνδυασμό των παραπάνω, όλοι οι χειρισμοί του καλλιεργητή στο αγροοικοσύστημα θα εξασφαλίζουν την προστασία της παραγωγής με οικονομικό τρόπο και αποδεκτό οικολογικά.

Στην ολοκληρωμένη αντιμετώπιση επιδιώκεται η μικρότερη δυνατή διατάραξη του αγροοικοσυστήματος ώστε να διατηρηθούν κατά το δυνατό οι φυσικοί μηχανισμοί που ελέγχουν τους πληθυσμούς των επιβλαβών για τη γεωργία ειδών. Όταν είναι ανάγκη να χρησιμοποιηθεί φ.π. επιλέγεται το περισσότερο εκλεκτικό ώστε, αν είναι δυνατό, να μειωθεί μόνο ο πληθυσμός του φυτοпараσίτου.

Οι μέθοδοι που εφαρμόζονται στην ολοκληρωμένη αντιμετώπιση, σε συνδυασμό με την χημική αντιμετώπιση, είναι οι παρακάτω:

- Καλλιεργητικά μέτρα. Αφορούν τη χρήση ανθεκτικών ποικιλιών, 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 ωφέλιμων εντόμων.
- Βιοτεχνικές μέθοδοι. Παγίδες που εκμεταλλεύονται χαρακτηριστικά συμπεριφοράς των εντόμων. Διαφορετικοί τύποι παγίδων προσέλκυσης εντόμων με οπτικά, τροφικά ή/και οσφρητικά ερεθίσματα διατίθενται στην αγορά.
- Γενετικές μέθοδοι. Έχουν ως σκοπό τη μείωση του αναπαραγωγικού δυναμικού. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της μαζικής εκτροφής, στέρωσης των επιβλαβών εντόμων, εξαπόλυσή τους στο περιβάλλον και σύζευξής τους με εκείνα του άγριου τύπου πληθυσμού ώστε μη δώσουν απογόνους.
- Βιολογική αντιμετώπιση. Αναφέρεται στη διατήρηση ιθαγενών ωφέλιμων εντόμων ή/και εξαπολύσεις ωφέλιμων ώστε να αυξηθεί ο πληθυσμός των ήδη υπαρχόντων εντόμων ή/και να εγκατασταθούν επιτυχημένα στην καλλιέργεια

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 γ.φ. 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 Μπούφας, 2001).

1.2.1. Θήρευση-Κατηγορίες θηρευτών

Θηρευτής ορίζεται ο οργανισμός ή το είδος που καταναλώνει μερικώς ή ολικώς έναν άλλον οργανισμό. Αναμφίβολα, οι θηρευτές επηρεάζουν σημαντικά την κατανομή και την αφθονία των ειδών που καταναλώνουν, όπως αντίστροφα επιρροή ασκείται από τα θηράματα προς τους θηρευτές.

Δύο βασικοί και θεμελιώδεις τρόποι κατηγοριοποίησης των θηρευτών είναι η ταξινομική κατηγοριοποίηση (Taxonomic classification) και η λειτουργική κατηγοριοποίηση (Functional classification). Στην ταξινομική κατηγοριοποίηση οι θηρευτές διαχωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με το είδος της τροφής που καταναλώνουν, δηλαδή σε σαρκοφάγους θηρευτές (carnivore) που καταναλώνουν ζωικούς οργανισμούς, σε φυτοφάγους θηρευτές (herbivore) που καταναλώνουν φυτική ύλη και σε πολυφάγους-παμφάγους θηρευτές (omnivore) που καταναλώνουν ύλη από διάφορα τροφικά επίπεδα.

Η λειτουργική κατηγοριοποίηση αποτελεί μία πιο οικολογική προσέγγιση με βάση τον τρόπο με τον οποίο αλληλοεπιδρούν και καταναλώνουν την λεία τους (Thompson, 1982). Συνεπώς, αυτός ο τρόπος κατηγοριοποίησης λαμβάνει υπόψιν του τη βλάβη που προκαλείται από τους θηρευτές στη λεία τους (ή στον ξενιστή) καθώς και την εν γένει συμπεριφορά τους. Αυτοί διαχωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες:

- Πραγματικοί θηρευτές (Αρπακτικά), θεωρούνται τα είδη που έχουν μεγαλύτερο μέγεθος από αυτό της λείας τους και χρειάζεται να καταναλώνουν περισσότερα του ενός άτομα για να ολοκληρώσουν την ανάπτυξη τους. Οι πλέον σημαντικές τάξεις εντόμων που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία είναι Coleoptera, Hemiptera, Diptera και Neuroptera (Λυκουρέσης, 1995).

- Φυτοφάγοι θηρευτές, καταναλώνουν μερικώς τα θηράματά τους και συνήθως καταναλώνουν διαφορετικά είδη κατά τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου. Τις περισσότερες φορές η ζημιογόνος προσβολή τους δεν είναι θανατηφόρα. Τρέφονται με φυτικά είδη και δεν αναπτύσσουν συμβιωτική σχέση με αυτά. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν τα μεγάλα σπονδυλωτά φυτοφάγα ζώα, όπως το πρόβατο και η αγελάδα καθώς και τα φυτοφάγα έντομα.

- Σε αντίθεση με τις προηγούμενες κατηγορίες καταναλωτών, τα παράσιτα προσβάλλουν ένα ή ελάχιστα άτομα κατά τη διάρκεια της ζωής τους και κατά κανόνα εξειδικεύονται στον ξενιστή τον οποίο προσβάλλουν. Δεν θανατώνουν τον οργανισμό με τον οποίο τρέφονται και δεν προκαλούν τον άμεσο θάνατό του. Αναπτύσσονται συνήθως στο εσωτερικό του προς αντιμετώπιση οργανισμού και βρίσκονται σε στενή σχέση με αυτόν. Μύκητες, βακτήρια, ιοί, και πρωτόζωα είναι οι οργανισμοί που ανήκουν σε αυτή την ομάδα. Συνήθως διασπείρονται και χρησιμοποιούνται με τα συνήθη ψεκαστικά μηχανήματα και για αυτό και χρησιμοποιείται ο όρος μικροβιακά εντομοκτόνα. Από τα πιο γνωστά παραδείγματα χρήσης εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών είναι το βακτήριο *Bacillus thuringiensis* (Βάκιλλος της Θουριγγίας) που χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση προνυμφών λεπιδοπτέρων εντόμων αλλά και διπτέρων όπως κουνουπιών και κολεοπτέρων. Σήμερα κυκλοφορούν στο εμπόριο αρκετά σκευάσματα που φέρουν βακτήρια, μύκητες, ιούς και νηματώδεις.

- Παρασιτοειδή, συνήθως το μέγεθος τους είναι ίδιο με αυτό του ξενιστή και απαιτείται ένα μόνο άτομο αυτού για την ολοκλήρωση του βιολογικού τους κύκλου (Λυκουρέσης, 1995). Η πλειονότητα των παρασιτοειδών (78% περίπου του συνόλου τους) συναντάται στην τάξη Hymenoptera (υπόταξη Apocrita) σε αρκετές οικογένειες όπως Eulophidae, Encyrtidae, Chalcididae, Pteromalidae, Aphelinidae, Trichogrammatidae, Ichneumonidae, Braconidae.

Όσον αφορά τα είδη αρπακτικών εντόμων, η τάξη Hemiptera περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό οικογενειών εντόμων, τα οποία συναντώνται συχνά στα αγροοικοσυστήματα και μπορούν να αποτελέσουν σημαντικούς παράγοντες βιολογικής αντιμετώπισης. Τα αρπακτικά είδη της τάξης αυτής τρέφονται με σημαντικούς εχθρούς των καλλιεργειών όπως αλευρώδεις, ψύλλες, αφίδες, θρίπες, ωά και προνύμφες λεπιδοπτέρων κ.α. Πρόκειται για πολυφάγα αρπακτικά των οποίων και τα ατελή στάδια και τα ακμαία τρέφονται με έντομα-εχθρούς, καταναλώνοντας μεγάλο αριθμό ατόμων.

Έχει αποδειχθεί ότι σε περιόδους απουσίας λείας μερικά είδη μπορούν να τραφούν και με φυτικό χυμό ή γύρη, μια ιδιότητα πολύ σημαντική για την επιβίωσή τους (Ehler et al., 1978; Luff, 1983; Bugg et al., 1987). Τα πλεονεκτήματα τους εκτός από την κατανάλωση μεγάλων αριθμών ατόμων του εντόμου-εχθρού, είναι ότι μπορούν να αποικίζουν σχετικά εύκολα την καλλιέργεια και ο πληθυσμός τους μπορεί να διατηρηθεί ακόμη και σε περιόδους έλλειψης τροφής (Ehler, 1990).

Στην τάξη Hemiptera ανήκουν αρπακτικά των οικογενειών: Anthocoridae, Miridae, Pentatomidae, Nabidae, Lygaeidae και Reduviidae (Λυκουρέσης, 1995, 2000).

1.3.Αρπακτικά της Οικογένειας Miridae

Η Οικογένεια Miridae ανήκει στην Υπεροικογένεια Miridoidea, που κατατάσσεται στην Τάξη Hemiptera και είναι η μεγαλύτερη Οικογένεια στα Heteroptera, καθώς περιλαμβάνει 1.200 γένη και 10.000 είδη εντόμων (Schuh and Slater, 1995). Τα άτομα της οικογένειας αυτής θεωρούνταν παλαιότερα ως φυτοφάγα είδη, όμως η άποψη αυτή άλλαξε όταν αποδείχθηκε πως πολλά είδη εκδηλώνουν και αρπακτική συμπεριφορά (Albajes et al., 1999).

Τα έντομα αυτά είναι μαλακόσωμα μικρού έως μεσαίου μεγέθους με μήκος σώματος (2-15 mm) και σχήμα στενό-ωοειδές ή επίμηκες. Διαθέτουν ποικιλία χρωμάτων με συνηθέστερο χρώμα το πράσινο, μαύρο ή/και καστανό. Το χρώμα τους πολλές φορές τα καθιστά δυσδιάκριτα όταν βρίσκονται πάνω σε φύλλα ή τον βλαστό των φυτών. 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). Οι οφθαλμοί τους έχουν χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα, είναι σύνθετοι και ογκώδεις, ενώ απουσιάζουν οι απλοί οφθαλμοί. Το ρύγχος τους φέρει 4 άρθρα. Οι κεραίες είναι μακριές, λεπτές με κιτρινοπράσινο χρώμα και συνήθως έχουν μαύρο χρωματισμό στο πρώτο άρθρο. 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 pronotum (Γιαμβριάς, 1994).

Τα περισσότερα είδη της οικογένειας Miridae συμπεριφέρονται ως φυτοφάγα και μερικά από αυτά προξενούν σοβαρές ζημιές σε καλλιεργούμενα φυτά. Μαλακόσωμα έντομα όπως αλευρώδεις, αφίδες, θρίπες, ωά και pronymphes λεπιδοπτέρων αποτελούν την λεία των αρπακτικών ειδών αυτής της οικογένειας. Σε περιόδους έλλειψης λείας τρέφονται και με φυτικό χυμό, χωρίς να είναι επιζήμια στις καλλιέργειες.

Τα θηλυκά διαθέτουν πριονωτό ωοθέτη και ωοτοκούν εντός των τρυφερών φυτικών βλαστών ή σε φύλλα των φυτών ξενιστών. Τα Miridae αντίστοιχα με το είδος συμπληρώνουν μία ή περισσότερες γενεές ανά έτος. Ευδοκιμούν στην Εύκρατη ζώνη, ενώ διαχειμάζουν στο στάδιο του ωού, της νύμφης ή του ακμαίου. Τα σημαντικότερα γένη αρπακτικών της οικογένειας αυτής είναι τα *Macrolophus*, *Dicyphus* και *Nesidiocoris* (Schuh and Slater, 1995).

Η πλειονότητα των αρπακτικών ειδών, που ανήκουν σε αυτή την οικογένεια, έχουν μακριούς πόδες. Τα αρσενικά της οικογένειας αυτής έχουν βοηθητικά όργανα σύζευξης, τα παράμερα (paramers), τα οποία είναι ανομοιόμορφα ανεπτυγμένα με το αριστερό να είναι πιο ανεπτυγμένο από το δεξί (Schuh and Slater, 1995).

Τα είδη της οικογένειας Miridae παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία στις τροφικές τους προτιμήσεις. Η πλειονότητα τους είναι φυτοφάγα είδη και στα οποία συμπεριλαμβάνονται ορισμένοι αξιόλογοι εχθροί των καλλιεργειών όπως τη βρωμούσα *Lygus lineolaris* Palisot de Beauvois, το οποίο συναντάται σε καλλιέργειες ρυζιού, βαμβακιού αλλά και αρκετών κηπευτικών και φρούτων. Αρκετά όμως είναι και αρπακτικά έντομα, τα οποία αντιπροσωπεύουν περίπου το 1/3 των ειδών που έχουν μελετηθεί. Επίσης, συναντώνται μυκητοφάγα είδη και είδη που είναι παμφάγα, δηλαδή τρέφονται και από το φυτό αλλά και από τους ζωικούς οργανισμούς πάνω στο φυτό (Alomar et al., 1996). Αυτή η ιδιαιτερότητα της οικογένειας Miridae ως αρπακτικά είναι ιδιαίτερος σημαντική για τη Βιολογική Αντιμετώπιση και στη Βιολογική Διαχείριση των καλλιεργειών.

1.3.1. Γένος *Macrolophus*

Το γένος *Macrolophus* (Fieber) αριθμεί περίπου 30 είδη με ένα από αυτά, το *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) (Hemiptera: Miridae) να εξαπολύεται σε προγράμματα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης και άλλα είδη μερικά από τα οποία με φυσικό τρόπο αποικίζουν τις καλλιέργειες και συμβάλλουν στην αντιμετώπιση των εντόμων-εχθρών (Perdikis and Lykouressis, 2001-2002)). Η απόσταση των οφθαλμών από το πίσω μέρος της κεφαλής είναι σχεδόν ίση με το πλάτος τους. Έχουν μήκος περίπου 4 mm, ενώ το χρώμα τους είναι γενικά πράσινο (Schuh and Slater, 1995). Επίσης, χαρακτηριστικό γνώρισμα του γένους είναι η παρουσία δύο μαύρων επιμήκων ταινιών, κυμαινόμενου πλάτους ανάλογα με το είδος, οι οποίες ξεκινούν πίσω από τους οφθαλμούς και καταλήγουν στην αρχή του pronώτου. Τα δύο φύλα διακρίνονται εύκολα μεταξύ τους καθώς το θηλυκό είναι λίγο μεγαλύτερο σε μέγεθος και διαθέτει μεγαλύτερη κοιλία με ευδιάκριτο ωοθήτη. Οι πέντε νυμφικές ηλικίες ξεχωρίζουν μεταξύ τους κυρίως από την απουσία ή παρουσία και το μέγεθος των καταβολών των πτερύγων, το μέγεθος του σώματος και το μήκος των άρθρων της κεραίας. Τα ωά είναι υπόλευκα, επιμήκη και στρογγυλά στο ένα άκρο, ενώ το άλλο είναι επίπεδο κι έχουν μήκος περίπου 800μm (Perdikis and Lykouressis, 2001-2002).

1.3.1.1. *Macrolophus pygmaeus* (Rambur, 1839)

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

1.3.1.1.1. Ταξινόμηση

Πίνακας 1 Ταξινομικά χαρακτηριστικά του *Macrolophus pygmaeus* (Integrated Taxonomic Information System-ITIS)

Taxonomic Hierarchy

Class	<u>Insecta</u> – insects, hexapoda, inseto, insectes
Subclass	<u>Pterygota</u> – insects ailés, winged insects
Order	<u>Hemiptera</u> Linnaeus, 1758 – true bugs, hemipterans
Suborder	<u>Heteroptera</u> Latreille, 1810 – true bugs, barbeiro, maria fedida, percevejo, heteropterans
Superfamily	<u>Miroidea</u>
Family	<u>Miridae</u> – jumping tree bugs, leaf bugs, plant bugs, hétéroptères mirides, punaises
Subfamily	<u>Bryocorinae</u> Baerensprung, 1860
Tribe	<u>Dicyphini</u> Reuter, 1883
Genus	<u>Macrolophus</u> Fieber, 1858
Species	<i>Macrolophus pygmaeus</i> (Rambur, 1839)

1.3.1.1.2. Χαρακτηριστικά τέλειου ατόμου *Macrolophus pygmaeus*

Το ακμαίο του *M. Pygmaeus* (**Εικόνα 1**) φέρει λεπτή ταινία πίσω από τους οφθαλμούς ενώ το πρώτο άρθρο της κεραίας του είναι ομοιόμορφα μαύρο και έχει ελαφρώς μεγαλύτερη διάμετρο από τα υπόλοιπα. Οι κεραίες έχουν ανοικτό κίτρινο χρώμα, οι οφθαλμοί ερυθρό σκούρο. Το ρύγχος φέρεται κάτω από το σώμα και είναι χρώματος ανοικτού κίτρινου 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 clavus των ελύτρων. Το θηλυκό φέρει πριονωτό ωσθέτη (Περδίκη, 2000).



Εικόνα 1. Ενήλικο του *M. pygmaeus*. Πηγή: Διαδίκτυο

Το θηλυκό του *M. pygmaeus* τοποθετεί τα ωά του μεμονωμένα εντός του φυτικού ιστού, κυρίως στο στέλεχος του φυτού αλλά και σε μικρότερο βαθμό στο μίσχο ή στο κεντρικό νεύρο του φύλλου. Στο ωό που μόλις έχει εναποτεθεί, το μόνο ορατό τμήμα του επάνω στην επιφάνεια του φυτικού ιστού είναι το γυαλιστερό του κάλυμμα και το αναπνευστικό κεράτιο. Τα ωά διακρίνονται εξωτερικά του στελέχους μέσω του τρισχιδούς αναπνευστικού κερατίου τους (Perdikis and Lykouressis, 2001-2002).

Η νύμφη διέρχεται από πέντε νυμφικές ηλικίες έως ότου ολοκληρώσει την ανάπτυξή της. Οι νύμφες πρώτης και δεύτερης ηλικίας έχουν σχήμα επίμηκες και χρώμα ανοικτό έως έντονο κίτρινο με κόκκινους οφθαλμούς. Δεν παρουσιάζουν ευδιάκριτες διαφορές, με εξαίρεση την αναλογία του μήκους μεταξύ τρίτου και τέταρτου άρθρου της κεραίας. Οι νύμφες τρίτης ηλικίας έχουν σχήμα επίμηκες και ανοικτό κίτρινο χρωματισμό, ενώ ο θώρακας και η κοιλία είναι χρώματος ανοικτού πράσινου. Το χρώμα των οφθαλμών είναι βαθύ κόκκινο. Οι καταβολές των πτερυγών (πτεροθήκες) μπορούν να διακριθούν ως ελάχιστα ανεπτυγμένες καμπύλες προεξοχές στις οπίσθιες γωνίες του μεσαίου και οπίσθιου θωρακικού τμήματος. Οι νύμφες τέταρτης και πέμπτης ηλικίας είναι σχεδόν απιόμορφες με πλατύτερη κοιλία από ότι στην περίπτωση των νεαρότερων ηλικιών. Ο χρωματισμός του θώρακα και της κοιλίας είναι ομοιόμορφα ανοιχτοπράσινος ή βαθυπράσινος. Το χρώμα των οφθαλμών είναι επίσης βαθύ κόκκινο. Οι πτεροθήκες είναι καλά ανεπτυγμένες και

στην τέταρτη ηλικία καλύπτουν μέρος της κοιλίας ενώ στην πέμπτη ηλικία εκτείνονται έως το 4^ο ή και 5^ο κοιλιακό τμήμα (Perdikis and Lykouressis, 2001-2002).

Στην Ελλάδα το *M. pygmaeus* (**Εικόνα 2**) έχει καταγραφεί σε υψηλούς πληθυσμούς σε αρκετά καλλιεργούμενα φυτά όπως τομάτα, μελιτζάνα, πιπεριά, φασόλι, κολοκύθι, αγγούρι (Lykouressis et al., 2000). Είναι ένα πολυφάγο αρπακτικό εντόμων εχθρών κηπευτικών καλλιεργειών όπως: Αλευρώδεις (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood, *Bemisia tabaci* Gennadius – Hemiptera: Aleyrodidae), αφίδες (*Myzus persicae* (Sulzer), *Macrosiphum euphorbiae* Thomas – Hemiptera: Aphididae) (Lykouressis et al., 1999-2000), θρίπες (*Thrips tabaci* Lindeman, *Frankliniella occidentalis* Pergande – Thysanoptera: Thripidae) (Montserrat et al., 2000; Bonato et al., 2006), αλλά και πληθυσμούς ακάρεων και συγκεκριμένα τον δίστικτο τετράνυχο (*Tetranychus urticae* Koch – Prostigmata: Tetranychidae) (Enkegaard et al., 2001; Maleki et al., 2006). Ακόμα, τρέφεται με Lepidoptera, όπως το *T. absoluta*, *Liriomyza* spp., (Fauvel et al., 1987; Foglar et al., 1990). Καταναλώνει αποτελεσματικά ωά και νεαρές προνύμφες του υπονομευτή της τομάτας *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) και αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα βιολογικού ελέγχου των προσβολών του τόσο σε υπαίθριες όσο και σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Αναφέρεται ότι προτιμά τις προνύμφες των τριών πρώτων ηλικιών (κυρίως της πρώτης ηλικίας) (Arnó et al., 2009). Ιδιαίτερα στην περίπτωση της τομάτας, σε δοκιμή στην Ιταλία σε κλωβό με δυο φυτά τομάτας και 10 *T. absoluta* ελευθερώθηκαν 5 ζεύγη *M. pygmaeus* και μετά από δυο εβδομάδες καταγράφονταν τα ζώντα και νεκρά άτομα. Τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση του πληθυσμού *T. absoluta* κατά 87% (Nannini, 2009). Επίσης, μπορεί να τραφεί και με ωά, όπως έχει ήδη μελετηθεί στο εργαστήριο, του λεπιδόπτερου *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae).

Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του *M. pygmaeus* είναι το γεγονός ότι απουσία θηράματος μπορεί να επιβιώσει για σημαντικό χρονικό διάστημα και να ολοκληρώσει την ανάπτυξή του μυζώντας χυμούς από το φυτό ξενιστή, χωρίς να του προκαλεί προβλήματα (Perdikis and Lykouressis, 2000). Σε μεγάλους πληθυσμούς, τρεφόμενο από τον φυτικό χυμό των καλλιεργούμενων φυτών, έχει βρεθεί ότι το έντομο δεν εμφανίζεται να δημιουργεί πρόβλημα στην καλλιέργεια με ή χωρίς την παρουσία λείας (Lykouressis et al., 1999-2000). Η μελιτζάνα είναι το καλύτερο φυτό ξενιστής του *M. pygmaeus* διότι η ανάπτυξή του ολοκληρώνεται πιο γρήγορα στην απουσία λείας σε σχέση με άλλα φυτά (Περδίκης, 2000; Perdikis and Lykouressis, 2004). Το αρπακτικό αυτό

μπορεί επίσης να συμπληρώσει την ανάπτυξη του τρεφόμενο αποκλειστικά με γύρη (Perdikis and Lykouressis, 2000).

Όσον αφορά την αρπακτικότητα τα θηλυκά σε σχέση με τα αρσενικά βρέθηκε ότι καταναλώνουν σχεδόν διπλάσια ποσότητα λείας. Οι νύμφες 5^{ης} ηλικίας (**Εικόνα 3**) έχουν μεγαλύτερο ρυθμό αρπακτικότητας από τις νεότερες ηλικίες. Το πλέον ευνοϊκό είδος λείας για την ανάπτυξη του *M. pygmaeus* ήταν το *T. vaporariorum* και ακολούθησαν το *M. persicae*, *M. euphorbiae*, *A. gossypii*, *T. urticae* (Perdikis and Lykouressis, 1997). Επίσης το *T. vaporariorum* και το *M. persicae* αποτελούν κατάλληλα είδη λείας για την αύξηση του πληθυσμού του *M. pygmaeus* (Perdikis et al., 2002).

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, 2000). Το αρπακτικό αυτό λόγω της ιδιότητας του να εγκαθίσταται, να αναπτύσσεται και να ωοτοκεί απουσία λείας και σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες δύναται να χρησιμοποιηθεί νωρίς στην καλλιεργητική περίοδο για τον βιολογικό έλεγχο αφίδων και αλευρωδών στις καλλιέργειες κηπευτικών. Αυτό αποδεικνύεται σε μελέτη που αφορούσε την επίδραση της θερμοκρασίας στην εμβρυακή και νυμφική ανάπτυξη καθώς και στην περίοδο προωτοκίας του *M. pygmaeus*. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα αυτής, 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 λείας, στην μελιτζάνα με λεία το *M. persicae* και στην τομάτα με λεία το *T. vaporariorum* αντίστοιχα (Perdikis et al., 2002). Οι Hommes and Horst (2002) συστήνουν την χρήση ιθαγενών *M. pygmaeus* της Γερμανίας για τον βιολογικό έλεγχο εντόμων-εχθρών όταν οι θερμοκρασίες είναι γύρω στους 20 °C ενώ για θερμοκρασίες γύρω στους 25 °C συστήνουν την χρήση κάποιας φυλής *M. pygmaeus* προσαρμοσμένης στις κλιματολογικές συνθήκες των Μεσογειακών χωρών.

Αν και το είδος αυτό μπορεί να τρέφεται με φυτικό χυμό δεν φαίνεται να προκαλεί ζημίες στα καλλιεργούμενα φυτά. Σε μελέτες που αφορούσαν την εποχιακή εμφάνιση του *M. pygmaeus* σε καλλιέργειες επιτραπέζιας και βιομηχανικής τομάτας, αν και οι πληθυσμοί του αρπακτικού αυτού ήταν υψηλοί προς το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου και παρόλο που οι πληθυσμοί των αφίδων εκείνη την περίοδο κυμαίνονταν σε πολύ χαμηλά επίπεδα, δεν παρατηρήθηκε καμία ζημία επί των καρπών και γενικότερα επί των φυτών τομάτας (Lykouressis et al., (1999-2000)).



Εικόνα 2. Ακμαίο άτομο *M. pygmaeus* που καταναλώνει ωά (πηγή: <https://www.entocare.nl/control-agents/whitefly-control-agents/macrolophus-pygmaeus/?lang=en>)



Εικόνα 3. Άτομο *M. pygmaeus* 5ου νυμφικού σταδίου Πηγή: Koppert Biological systems

1.3.1.2. *Macrolophus melanotoma* (Costa) (= *Macrolophus caliginosus* Wagner)

1.3.1.2.1. Ταξινόμηση

Πίνακας 2 Ταξινομικά χαρακτηριστικά του *Macrolophus melanotoma* (ITIS)

Taxonomic Hierarchy

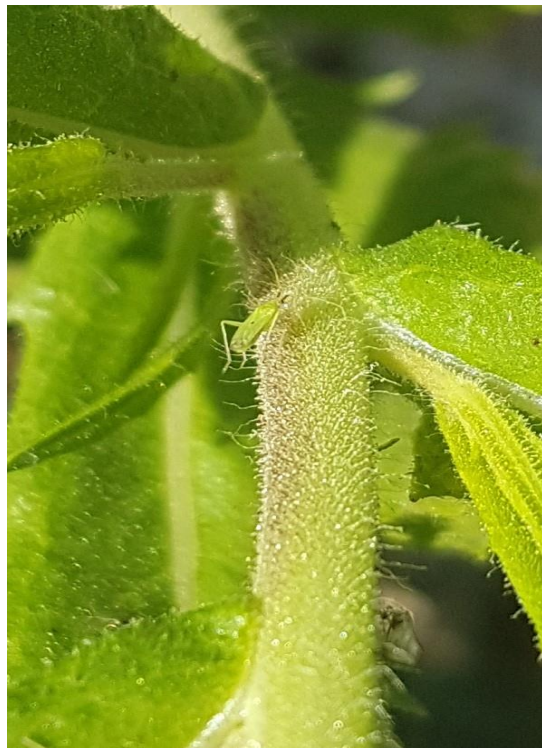
Class	<u>Insecta</u> – insects, hexapoda, inseto, insectes
Subclass	<u>Pterygota</u> – insects ailés, winged insects
Order	<u>Hemiptera</u> Linnaeus, 1758 – true bugs, hemipterans
Suborder	<u>Heteroptera</u> Latreille, 1810 – true bugs, barbeiro, maria fedida, percevejo, heteropterans
Superfamily	<u>Miroidea</u>
Family	<u>Miridae</u> – jumping tree bugs, leaf bugs, plant bugs, hétéroptères mirides, punaises
Subfamily	<u>Bryocorinae</u> Baerensprung, 1860
Tribe	<u>Dicyphini</u> Reuter, 1883
Genus	<u>Macrolophus</u> Fieber, 1858
Species	<i>Macrolophus melanotoma</i> (Costa) (<i>Macrolophus caliginosus</i> Wagner 1952)

To *Macrolophus melanotoma* (Costa) (= *M. caliginosus* Wagner) (Hemiptera: Miridae) είναι πολυφάγο αρπακτικό το οποίο θεωρείται ιθαγενές της λεκάνης της μεσογείου (Wagner, 1952a; Goula and Alomar, 1994). Το ακμαίο μοιάζει με αυτό του *M. pygmaeus*. Φέρει λεπτή ταινία πίσω από τους οφθαλμούς πλάτους περίπου ίσου με το 1/5 του ύψους του οφθαλμού. Η ανάπτυξη του ολοκληρώνεται σε 5 νυμφικές ηλικίες των οποίων η εξωτερική μορφολογία είναι παρόμοια με αυτή του *M. pygmaeus*.

Το αρπακτικό έντομο *M. melanotoma* (Εικόνες 4, 5) θεωρούνταν σημαντικός φυσικός εχθρός παρασίτων εντόμων στις καλλιέργειες τομάτας (π.χ. Albajes και Alomar 1999).



Εικόνα 4. Ενήλικο *M. melanotoma* σε *D. viscosa*. Πηγή: Αλέρτας Π. Τοποθεσία: Κάτω Σαμικό-Ν.Ηλείας



Εικόνα 5. Ενήλικο *M. melanotoma* σε *D. viscosa*. Πηγή: Αλέρτας Π. Τοποθεσία: Κάτω Σαμικό-Ν.Ηλείας

Ωστόσο, τα αποδεικτικά στοιχεία που βασίζονται σε διασταυρώσεις και μοριακές αναλύσεις έδειξαν ότι τα δείγματα του *Macrolophus* στο αυτοφυές *D. viscosa* δεν ανήκαν στο ίδιο είδος με τα *Macrolophus* που συναντώνται στην τομάτα (Perdikis et al., 2003). Στην τομάτα σε περιοχές της Ελλάδας, της Ισπανίας και της Πορτογαλίας ανήκαν πάντα στο είδος *M. pygmaeus* (Rambur) (Perdikis et al., 2003; Martinez-Cascales et al., 2006). Το *M. melanotoma* εμφανίζεται σε υψηλούς αριθμούς στο μη καλλιεργούμενο φυτό *Dittrichia viscosa* L. (W. Greuter) (Asteraceae) που είναι πολύ συχνό στην περιοχή της Μεσογείου (Alomar et al., 1994; Lykouressis et al., 2000; Perdikis et al., 2003; Martinez-Cascales et al., 2006). Το έντομο ήταν παρόν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους στο *D. viscosa* με τους υψηλότερους αριθμούς να τους συναντάμε τον Ιούνιο και τον Ιούλιο, όταν καταγράφηκαν περισσότερα από 15 άτομα ανά στέλεχος, κατά μέσο όρο (Perdikis et al., 2007).

Το *M. melanotoma* εναποθέτει τα ωά του εντός του στελέχους του φυτού και των κυρίων νεύρων και μίσχων των φύλλων όπως το *M. pygmaeus*. Μορφολογικά μοιάζουν με αυτά του *M. pygmaeus* με την διαφορά ότι φέρουν ένα κοντό αναπνευστικό κεράτιο (Perdikis et al., 2003). Σε πειράματα που αφορούσαν στην αξιολόγηση της καταλληλότητας διαφόρων τεχνητών και φυσικών υποστρώματων για την ωοτοκία του *M. melanotoma*, βρέθηκε ότι η σκληρότητα του υποστρώματος ωοτοκίας έχει σημαντικό ρόλο στην εναπόθεση των ωών του. Επίσης, υποστηρίζουν ότι το αρπακτικό αυτό, όπως συμβαίνει και με άλλα είδη (Evans 1976), μπορεί να διακρίνει τον βλαστό που έχει την κατάλληλη σπαργή κατά την διαδικασία αναζήτησης του κατάλληλου υποστρώματος ωοτοκίας (Constant et al., 1996).

Το *M. melanotoma* εντοπίζεται στα αυτοφυή φυτά του γένους *Dittrichia* sp.



(Asteraceae) και για την Ελλάδα περιορίζεται στο είδος *Dittrichia viscosa* (L.)

Για την ανάπτυξη του *M. melanotoma* στο *D. viscosa* με λεία την αφίδα *Capitophorus inulae* Passerini (**Εικόνα 6**) χρειάστηκαν $16,73 \pm 0,23$ ημέρες με ποσοστό θνησιμότητας 12%. Το *M. melanotoma* μπορεί να ολοκληρώσει την ανάπτυξη του χωρίς λεία σε τρεφόμενο με φύλλα *D. viscosa* σε 21,13 μέρες (Perdikis et al., 2007).

Η μελέτη των Lykouresis et al. (2012) για το *M. melanotoma* και την προτίμησή του μεταξύ του *D. viscosa* και σολανωδών, έχει δείξει ότι το *M. melanotoma* προτιμά το αυτοφυές φυτό, από το οποίο προήλθε, δηλαδή το *D. viscosa*, σε σχέση με τα

Εικόνα 6. Προσβολή από αφίδες σε φυτό *D.viscosa*
Πηγή: Αλέρτας Π./Κ.Σαμικό

σολανώδη: τομάτα, μελιτζάνα, πιπεριά.

Απουσία του *D. viscosa* φαίνεται να προτιμά την μελιτζάνα σε σχέση με την τομάτα και την πιπεριά (Lykouressis et al., 2012).

1.3.2. Διάκριση των ειδών *M. pygmaeus* και *M. melanotoma*

Η ταξινόμηση των ειδών *Macrolophus* βασίζεται σε μορφολογικά χαρακτηριστικά, τα οποία αναφέρονται στο πλάτος της μαύρης ζώνης στο πίσω μέρος των οφθαλμών, καθώς και στον χρωματισμό του πρώτου άρθρου της κεραίας, ο οποίος φαίνεται να είναι πιο αντικειμενικό κριτήριο σε σχέση με τα υπόλοιπα (Perdikis et al., 2003; Martinez-Cascales et al., 2006). Όμως, οι διαφορές σε αυτά τα σημεία δεν είναι πάντα ξεκάθαρες. Το πρόβλημα είναι μεγαλύτερο για τα είδη *M. melanotoma* και *M. pygmaeus*. Αν αναλογιστεί κανείς τη σημασία που έχουν τα είδη αυτά στην ολοκληρωμένη αντιμετώπιση, αλλά και τις διαφορές στη βιο-οικολογία και τη συμπεριφορά τους, μπορεί να κατανοήσει την αναγκαιότητα εύρεσης τρόπου που θα καθιστά σαφή τα κριτήρια διάκρισης των εντόμων αυτών.

Ο έλεγχος της δυνατότητας διασταύρωσης και παραγωγής γόνιμων απογόνων είναι βασικός στον διαχωρισμό μεταξύ δύο ειδών. Όταν ενήλικα αρσενικά άτομα του *M. pygmaeus* διασταυρώνονται με ενήλικα θηλυκά του *M. melanotoma* και το αντίστροφο τότε τα ωά που θα παραχθούν δεν θα είναι βιώσιμα (Perdikis et al., 2003). Σε μελέτη των Castañé et al. (2013) βρέθηκε ότι το 3,6% των θηλυκών ατόμων (ένα θηλυκό) *M. melanotoma* κατάφεραν να συζευχθούν με αρσενικά του *M. pygmaeus* και ήταν ικανά να αναπαράγουν υβριδικούς απογόνους οι οποίοι δεν κατάφεραν να ενηλικιωθούν. Η αναπαραγωγική ασυμβατότητα μπορεί επίσης να υποστηριχθεί από τις συγκεκριμένες διαφορές που παρατηρούνται στη σύσταση των υδατανθράκων της εξωδερμίδας του εξωσκελετού τους, που φαίνεται να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διάκριση μεταξύ τους (Castane et al., 2013). Η εξωδερμίδα των εντόμων αυτών είναι επικαλυμμένη με ένα λεπτό στρώμα λιπιδίων που περιέχουν ένα μεγάλο μέρος υδατανθράκων που είναι συγκεκριμένοι ανάλογα με το είδος, τον πληθυσμό, το φύλο, το αναπτυξιακό και φυσιολογικό στάδιο (Bagnères and Wicker-Thomas, 2010).

Η μορφολογία του αναπνευστικού κερατίου των ωών (**Εικόνα 7**) των δυο αυτών ειδών μπορεί να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα για την ταυτοποίηση του είδους καθώς

τα ωά του *M. pygmaeus* χαρακτηρίζονται από το σχετικά μακρύ και διακλαδιζόμενο αναπνευστικό κεράτιο ενώ του *M. melanotoma* από πολύ κοντό (Perdikis et al., 2003). Σύμφωνα με τους Castañé et al. (2013) το μήκος του αναπνευστικού κερατίου δεν μπορεί να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα για τον διαχωρισμό των 2 ειδών.



Εικόνα 7. Ωό *M. pygmaeus*. Πηγή: Koppert Biological systems

Ο διαχωρισμός μπορεί επίσης να γίνει με μοριακές τεχνικές. Οι Perdikis et al. (2003) εφάρμοσαν τις μεθόδους RFLP's, RAPD-PCR με εκκινητές που σχετίζονται με το γονιδιακό τμήμα 16srRNA και διέκριναν τα δύο είδη. Η εργασία των Martinez Cascales et al. (2006) περιγράφει τον προσδιορισμό μιτοχondριακού DNA για γονιδιακό τμήμα του κυτοχρώματος b (cyt b). Επιτεύχθηκε και πάλι διάκριση των δύο ειδών, αλλά το τμήμα που εξετάστηκε δεν συνηθίζεται να επιλέγεται για τέτοιου είδους διακρίσεις. Οι Evaggelou et al. (2012) εφάρμοσαν την τεχνική του προσδιορισμού νουκλεοτιδικής αλληλουχίας (sequencing) γονιδιακών τμημάτων του μιτοχondριακού DNA(mtDNA), με δύο ζεύγη εκκινητών (COI-barcode, 12 srDNA). Τα αποτελέσματα ήταν η διάκριση των δυο ειδών με την μέθοδο αυτή. Οι Castañé et al. (2013) σχεδίασαν 2 νέα ζεύγη ειδικών εκκινητών βασισμένα σε προηγούμενες δημοσιευμένες αλληλουχίες των Martinez-Cascales et al. (2006). Οι νέοι αυτοί εκκινητές ήταν ικανοποιητικά ακριβείς ως προς την διάκριση των δυο ειδών. Η χρήση των νέων εκκινητών επέτρεψε την ταυτοποίηση των ειδών αυτών με την εφαρμογή μιας απλής αντίδρασης PCR, παρακάμπτοντας την ανάγκη αλληλούχισης κάθε ατόμου ξεχωριστά όπως προτείνουν οι Martinez-Cascales et al. (2006).

Επίσης, οι Castañé et al. (2013) προτείνουν μια γραμμική διαφορική εξίσωση που συνδυάζει το μήκος του δεύτερου άρθρου της κεραίας με τα σχετικά μεγέθη των οφθαλμών

και της κεφαλής. Η εξίσωση αυτή διαχώρισε τα αρσενικά των δυο ειδών χωρίς σφάλμα, έχοντας ως αποτέλεσμα θετικές τιμές για το *M. pygmaeus* και αρνητικές τιμές για το *M. melanotoma*. Αυτό, μας υποδεικνύει ότι υπάρχει μια μη εμφανής αλλά σημαντική διαφορά στο σχήμα της κεφαλής των αρσενικών των δυο ειδών.

1.3.2.1. Διάκριση ειδών από το είδος του φυτού-ξενιστή

Υπάρχουν περιπτώσεις, όπου ένας τρόπος να διακριθούν είδη που ομοιάζουν μεταξύ τους είναι με βάση το φυτό-ξενιστή στο οποίο εντοπίζονται. Για παράδειγμα, η αφίδα *Hyalopterus pruni* Geoffroy (Hemiptera: Aphididae) και η αφίδα *Hyalopterus amygdali* Blanchard (Hemiptera: Aphididae) φαίνεται να αποτελούν δύο διαφορετικά είδη τα οποία παρουσιάζουν πολλές μορφολογικές ομοιότητες και είναι πολύ δύσκολο να διακριθούν με βάση αυτές τις πληροφορίες. Έχοντας, όμως, γνώση του ξενιστή τον οποίο προσβάλλουν υπάρχει ένα ακόμα στοιχείο το οποίο δίνει τη δυνατότητα προσδιορισμού του είδους τους. Συγκεκριμένα, υποστηρίζεται ότι σε δένδρα δαμασκηλιάς και βερικοκιάς υπάρχει το είδος *H. pruni*, ενώ σε ροδακινιά και αμυγδαλιά το *H. amygdali* (Mosco et al., 1997). Νεότερες μελέτες μιλούν για σύμπλοκο των δύο ειδών τα οποία εντοπίζονται και σε ίδιους ξενιστές (Lozier et al., 2007), αλλά ταυτόχρονα κάποιες άλλες υποστηρίζουν τη θεωρία συσχέτισης είδους και ξενιστή (Poulios et al., 2007).

Πολλοί οργανισμοί βρίσκουν καταφύγιο σε φυτά εκτός της καλλιέργειας, όπως είναι συνήθως τα ζιζάνια. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν πολλά από τα είδη της οικογένειας Miridae των Ημιπτέρων (Schaefer and Panizzi, 2000) και η σημασία τους στην ολοκληρωμένη αντιμετώπιση είναι ιδιαίτερη καθώς κάποια αρπακτικά μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση των πληθυσμών εχθρών γειτονικών καλλιεργειών, όπως αλευρώδεις, αφίδες, θρίπες κλπ (Περδίκη, 2000; Kavallieratos et al., 2002). Το *M. melanotoma* εντοπίζεται στα αυτοφυή φυτά του γένους *Dittrichia* (Asteraceae) και για την Ελλάδα στο είδος *Dittrichia viscosa* (L.) W. Greuter. Το *M. pygmaeus* βρίσκεται σε καλλιέργειες τομάτας, μελιτζάνας και πιπεριάς, αλλά και σε αυτοφυή φυτά που ανήκουν στην οικογένεια Solanaceae, όπως το *Solanum nigrum* (L.) (Lykouressis et al., 2000; Lykouressis et al., 2000).

1.4. Οι επιδράσεις των αυτοφυών φυτών στους φυσικούς εχθρούς

Οι θετικές επιδράσεις των αυτοφυών φυτών στους φυσικούς εχθρούς εντόμων-εχθρών καλλιεργειών και γενικότερα ο ρόλος τους στο αγροοικοσύστημα, προσδιορίζεται ως εξής:

- α) Τα άνθη των αυτοφυών φυτών αποτελούν φυσική πηγή τροφής για τα ωφέλιμα έντομα
- β) Αποτελούν εναλλακτική πηγή ξενιστών και λείας
- γ) Αποτελούν καταφύγια φυσικών εχθρών
- δ) Μπορούν να προσφέρουν εναλλακτικές θέσεις ωστοκίας των φυσικών εχθρών
- ε) Τροποποιούν το μικρόκλιμα της καλλιέργειας
- στ) Προκαλούν μεταβολές στην αποίκιση
- ζ) Προκαλούν χημικές αλληλεπιδράσεις

1.4.1 Αυτοφυή φυτά που σχετίζονται με τα είδη *Macrolophus*

1.4.1.1 *Dittrichia viscosa* (Asteraceae)



Εικόνα 8. Το φυτό *Dittrichia viscosa* (Asteraceae). Πηγή: Αλέρτας Παναγιώτης.

Το *Dittrichia viscosa* (*Inula viscosa* (L.) Aiton) (Εικόνα 8) είναι γνωστό με πολλά ονόματα όπως μεγάλη ακονυζιά, ψίλυθρο, ψυλλήθρα, κόνυζα, ίνουλα, κονυζιά κ.ά.

Παρατηρείται συχνά σε χώρες της λεκάνης της Μεσογείου απ' όπου και προέρχεται, αλλά και σε άλλες ηπείρους με ζεστό κλίμα. Φύεται σε πρηνή δρόμων, πετρώδεις περιοχές, εκτάσεις που δεν καλλιεργούνται και δεν δέχονται καμία περιποίηση κι επέμβαση. Επιπλέον, αποτελεί φυτό που εγκαθίσταται εύκολα και γρήγορα σε περιοχές που έχουν υποστεί πυρκαγιές. Η ανάπτυξή του ευνοείται από την υγρασία και είναι ταχύτερη όταν βρεθεί σε αμμώδη και αμμοπηλώδη εδάφη.

Είναι πολυετές φυτό με θαμνώδη εμφάνιση και όρθιο, κολλώδη βλαστό ο οποίος φθάνει τα 40-100 cm. Τα φύλλα του είναι λογχοειδή, οξυκατάληκτα με έντονες εγκοιλώσεις με πυκνό τρίχωμα και κολλώδεις εκκρίσεις. Ανθίζει από τον Αύγουστο έως τον Νοέμβριο και οι ταξιανθίες του έχουν κίτρινο χρώμα. Πολλαπλασιάζεται κυρίως με σπόρο κάτι που επιτρέπει την ταχεία διάδοση και εγκατάστασή του σε μεγάλες εκτάσεις (CRC Australian Weed Management., 2003).

Αξίζει να σημειωθεί, ότι λόγω των αλκαλοειδών που εκκρίνει έχει αλληλοπαθητικές ιδιότητες παρεμποδίζοντας την εγκατάσταση και εξάπλωση άλλων φυτών σε σημεία γειτονικά στις περιοχές που έχει ήδη εγκατασταθεί. Έχει έντονη οσμή και θεωρείται μελισσοκομικό και φαρμακευτικό φυτό το οποίο στην αρχαιότητα χρησιμοποιούνταν ως αφέψημα για να καταπραΰνει μυϊκούς πόνους. Επίσης, αναφέρεται ότι έχει εντομοκτόνες ιδιότητες.

Το *M. melanotoma* συναντάται συχνά σε υψηλούς αριθμούς στο *D. viscosa* στη χώρα μας (Perdikis et al., 2007).

1.5 *Tuta absoluta* (Meyrick 1917)

1.5.1 Ταξινόμηση

Πίνακας 3 Ταξινομικά χαρακτηριστικά του *Tuta absoluta* (ITIS)

Taxonomic Hierarchy

Class	<u>Insecta</u> – insects, hexapoda, inseto, insectes
Subclass	<u>Pterygota</u> – insects ailés, winged insects
Infraclass	<u>Neoptera</u> – modern, wing-folding insects
Superorder	<u>Holometabola</u>
Order	<u>Lepidoptera</u> – butterflies, moths, papillons, papillons de nuit, Borboleta, Mariposa
Superfamily	<u>Gelechioidea</u>
Family	<u>Gelechiidae</u> – gelechiid moths
Subfamily	<u>Gelechiinae</u>
Tribe	Gelechiini
Genus	<i>Tuta</i>
Species	<i>Tuta absoluta</i>

Το *T. absoluta* (**Εικόνα 9**), ο φυλλορύκτης της τομάτας αποτελεί έναν από τους πιο σοβαρούς εχθρούς για τη καλλιέργεια της υπαίθριας και της θερμοκηπιακής τομάτας (EPPO, 2006). Το έντομο προέρχεται από την Νότια Αμερική όπου και καταγράφηκε σε πολλές περιοχές της Ηπείρου. Αρχικά καταγράφηκε ως *Phthorimaea absoluta* (Meyrick, 1917), ενώ σήμερα η αποδεκτή ονομασία του είδους είναι *T. absoluta* (Povolny, 1994). Είναι διεθνώς γνωστό μετά κοινά ονόματα: tomato borer, South American moth, tomato leaf miner και South American tomato pinworm (EPPO, 2005).

Ο τόπος καταγωγής του *T. absoluta*, είναι η Ν. Αμερική. Για πρώτη φορά αναφέρθηκε στο Castello της Ισπανίας στο τέλος του 2006 (Urbaneja et al., 2009). Η εξάπλωσή του στις υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης και κυρίως στη λεκάνη της Μεσογείου ήταν ταχύτατη με παράλληλες αναφορές και στην Βόρεια Αφρική (Arnó et al., 2009; Roditakis et al., 2010).

Στην Ελλάδα πρωτοεμφανίστηκε το καλοκαίρι του 2009 σε φυτά μελιτζάνας σε θερμοκήπια στην περιοχή Τυμπακίου Κρήτης. Ο κύριος ξενιστής του εντόμου είναι η τομάτα (EPPO, 2005). Μπορεί να προσβάλει επίσης την πιπεριά τη μελιτζάνα και άλλα καλλιεργούμενα είδη της ίδιας οικογένειας καθώς και αυτοφυή είδη της οικογένειας Solanaceae, όπως την αγριοτοματιά – στύφνο (*Solanum nigrum*), το γερμανό (*Solanum elaeagnifolium*) και τον τάτουλα (*Datura stramonium*) (Χαραντώνης, 2009).

Το 2004 το *T. absoluta* προστέθηκε στην Α1 λίστα του EPPO για τους εχθρούς καραντίνας των καλλιεργειών (Roditakis et al., 2010). Στις χώρες στις οποίες είναι επιβεβαιωμένη η παρουσία του εχθρού θα πρέπει να ελέγχονται όλα τα προϊόντα τα οποία εισάγονται από αυτές και να εισάγονται μόνο αν είναι απαλλαγμένα από τον εχθρό. Το 2009 μετακινήθηκε στην Α2 λίστα του EPPO ως πρόσφατα εντοπισμένο σε ευρωπαϊκή περιοχή (Roditakis and Roditakis, 2010).



Εικόνα 9. Ενήλικο έντομο *T. Absoluta* (πηγή:

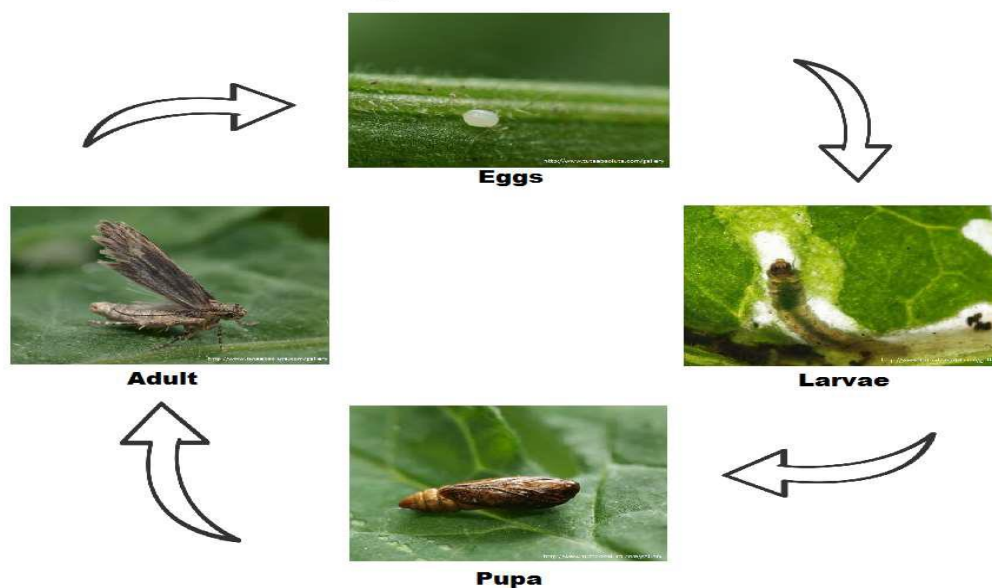
<http://www.nbair.res.in/insectpests/images/Tuta-absoluta1.jpg>

)

1.5.2 Μορφολογία

Το *T. absoluta* ανήκει στα ολομετάβολα έντομα όπου τα ανήλικα στάδια είναι τελείως διαφορετικά από τα ενήλικα και υφίσταται τη διαδικασία της πλήρους μεταμόρφωσης έως ότου φτάσουν στο στάδιο του ενηλίκου. Τα στάδια βιολογικού του κύκλου είναι τα εξής: ωό, προνύμφη, νύμφη, ενήλικο έντομο (**Εικόνα 10**).

The Life Cycle of *Tuta absoluta*



Εικόνα 10. Ο βιολογικός κύκλος του *T. Absoluta* Στάδια: Ωό,προνύμφη,νύμφη,ακμαίο (Muniappan, 2012)

1.5.2.1 Ωό

Το ωό είναι μικρού μεγέθους (0,22 mm έως 0,36 mm) κυλινδρικό, με κρεμώδες έως λευκό ή υποκίτρινο χρώμα (**Εικόνες 11 και 12**). Εναποτίθεται κυρίως στην κάτω επιφάνεια του φύλλου ενώ η εκκόλαση ολοκληρώνεται εντός 4-5 ημερών (EPPO, 2005). Σε ωά ηλικίας μεγαλύτερης των 2-3 ημερών, διακρίνεται το αναπτυγμένο έμβρυο (Vargas, 1970).



Εικόνα 11. Ωό του εντόμου *Tuta Absoluta* (Muniappan, 2012)



Εικόνα 12. Ωό του εντόμου *T. absoluta* (πηγή: <http://www.nbair.res.in/insectpests/images/Tuta-absoluta30.jpg>)

1.5.2.2 Προνύμφη

Η προνύμφη είναι ευκέφαλη, πολύποδη και διέρχεται από 4 προνυμφικές ηλικίες (**Εικόνα 13**) έως ότου νυμφωθεί (Desneux et al., 2010; Vercher et al., 2010). Η προνύμφη

ηλικίας L₁ και L₂ είναι χρώματος υπόλευκου ή κιτρινωπού με μήκος 0,8 έως 0,9 mm μαύρη κεφαλή και φέρει μαύρο πρόνωτο. Οι προνύμφες της L₃ και L₄ ηλικίας φτάνουν έως και τα 7,5 mm μήκος και έχουν χρώμα που ποικίλει από σκούρο πράσινο έως ρόδινο-πορτοκαλί, καθώς αυτό επηρεάζεται από την ηλικία και την διατροφή. Συνήθως οι προνύμφες αυτών των ηλικιών αποκτούν έναν ιδιαίτερο χρωματισμό ο οποίος είναι σκούρος πράσινος ενώ στο κέντρο τους υπάρχει μια ευδιάκριτη ρόδινη απόχρωση (EPPO, 2005). Στην τρίτη και τέταρτη ηλικία η προνύμφη αποκτά το χαρακτηριστικό γνώρισμά της που είναι δύο μαύρες ταινίες στο πρόνωτο (EPPO, 2005) (EPPO, 2006). Λόγω αυτού του χαρακτηριστικού οι προνύμφες διακρίνονται από αυτές της φθοριμαίας. Η προνύμφη μέχρι το στάδιο της νύμφης αποκτά ημιδιαφανές, λευκό κρεμώδες έως κιτρινωπό χρώμα (EPPO, 2005).



Εικόνα 13. Οι τέσσερις ηλικίες της προνύμφης του *T. absoluta*, (Τσιρίκος, 2016).

1.5.2.3 Νύμφη

Έχει ιριδίζοντα χρώματα από πράσινο έως χρυσό-καστανό (**Εικόνα 14**) και αργότερα σκουραίνει αποκτώντας φαιό χρωματισμό (**Εικόνα 15**). Το μήκος της είναι περίπου από 7 έως 11 mm. Στην κορυφή της (κεφαλή του εντόμου) έχει μεγαλύτερο πλάτος και κατόπιν στενεύει κατά μήκος (EPPO, 2005). Το στάδιο της νύμφωσης έως την εμφάνιση του ακμαίου διαρκεί 9 με 11 ημέρες. Η νύμφωση λαμβάνει χώρα σε προστατευμένες θέσεις στο έδαφος, εντός των καρπών, επί των βλαστών ή ακόμα και εντός των φύλλων (Torres et al., 2001). Οι ίδιες οι νύμφες κατασκευάζουν βομβύκιο από νήματα αφού απαλλαγεί από υπολείμματα τροφής όταν μεταμορφώνονται στο έδαφος (Vercher et al., 2010).

1.5.2.4 Ακμαίο

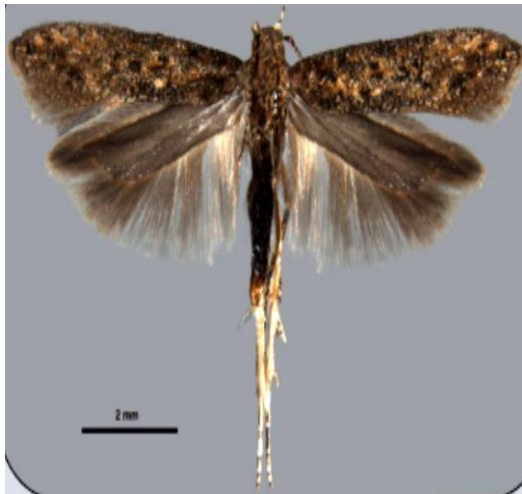


Εικόνα 14. Νύμφη του *T. absoluta* (πηγή: <http://www.nbair.res.in/insectpests/images/Tuta-absoluta30.jpg>)



Εικόνα 15. Νύμφη του *T. absoluta* (Muniappan, 2012)

Το ενήλικο άτομο του *T. absoluta* (**Εικόνες 16, 17**) έχει μήκος περίπου 7-10 mm, με το αρσενικό έντομο να φτάνει τα 7 mm και το θηλυκό μέχρι και τα 10mm. Το άνοιγμα των πτερύγων κυμαίνεται από 7-10 mm. Το χρώμα του ακμαίου είναι χρυσό-καφέ με καφέ σκούρες κηλίδες σε όλη την επιφάνεια των πρόσθιων φτερών. Οι κεραίες του έχουν περίπου το μισό μήκος του σώματός του, είναι νηματοειδείς με ασημί γκρι απόχρωση και χαρακτηριστική διχρωμία (EPPO, 2005).



Εικόνα 17. Ενήλικο έντομο του *T. Absoluta*



Εικόνα 16. Ενήλικο έντομο του *Tuta Absoluta* (Muniappan, 2012)

1.5.3. Βιολογία του εντόμου

Ο υπονομευτής της τομάτας έχει υψηλή αναπαραγωγική ικανότητα. Οι προνύμφες του εντόμου δεν πέφτουν σε διάπαυση εφόσον υπάρχει διαθέσιμη τροφή. Μπορεί να φτάσει τις 10 με 12 γενεές το έτος στις περισσότερες Μεσογειακές χώρες. Ο βιολογικός κύκλος του εντόμου συμπληρώνεται σε περίπου 30 μέρες και εξαρτάται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Μελέτες στη Χιλή έδειξαν ότι η ανάπτυξη του εντόμου διαρκεί 76 ημέρες σε θερμοκρασία 14°C, 39 ημέρες σε 20°C και 23 ημέρες σε 27°C. Τα ενήλικα άτομα είναι νυκτόβια και όταν επικρατεί ηλιοφάνεια τα ακμαία παραμένουν στα κάτω φύλλα του φυτού ή σε ρωγμές του εδάφους, σε σκιαζόμενες θέσεις. Τα θηλυκά ωοτοκούν στα υπέργεια τμήματα των φυτών ξενιστών, ενώ ένα θηλυκό μπορεί να εναποθέσει 260 ωά στους 30°C, κατά τη διάρκεια της ζωής του (EPPO, 2005). Ο μέγιστος ρυθμός εναπόθεσης παρατηρείται τις βραδινές ώρες (Vargas, 1970). Ύστερα από τις πρώτες συζεύξεις ο μεγαλύτερος αριθμός ωών εναποτίθεται εντός 7 ημερών. Το θηλυκό μπορεί να ωοτοκήσει σε όλα τα μέρη του φυτού, όπως τους βλαστούς, τα άνθη και κάτω από τον κάλυκα των ανώριμων καρπών. Συχνά, προτιμά να ωοτοκεί στα φύλλα, χωρίς να παρουσιάζει κάποια προτίμηση μεταξύ της επάνω ή της κάτω επιφάνειάς τους. Τα ωά εναποτίθενται μεμονωμένα, σε δυάδες ή κατά μικρές ομάδες.

1.5.4 Συμπτώματα προσβολής από το *T. absoluta*

1.5.4.1 Προσβολή σε φύλλα και στελέχη

Τα συμπτώματα που δημιουργεί η προνύμφη του *T. absoluta* στα φύλλα είναι ακανόνιστες στοές που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια της διατροφής της στο μεσόφυλλο. Οι προνύμφες, αφού πρώτα εκκολαφθούν, εισχωρούν στο φυτικό ιστό (**Εικόνα 18**) και δημιουργούν ακανόνιστες στοές αφήνοντας ακέραη την κάτω και άνω επιδερμίδα του ελάσματος του φύλλου (Vargas, 1970). Αρχικά, η στοά έχει οφιοειδές σχήμα όμως αργότερα το πλάτος της αυξάνεται και το σχήμα της γίνεται (**Εικόνα 19**). Πολλές φορές η διαπίστωση της προσβολής στα φύλλα είναι σχετικά δύσκολη, επειδή στα αρχικά στάδια είμαι όμοια πολύ με τον φυλλορύκτη (*Lyriomyza* spp.) και δύσκολα μπορεί να διακριθεί. Σε προχωρημένο όμως στάδιο η προσβολή μπορεί να διακριθεί εύκολα, καθώς οι στοές είναι πολύ μεγαλύτερες από αυτές του *Lyriomyza* spp. και η προνύμφη του *T. absoluta* τοποθετεί τα αποχωρήματά της (μικρά σφαιρικά σωματίδια μαύρου χρώματος) στην άκρη της στοάς ή και έξω από αυτήν, ενώ η προνύμφη του *Lyriomyza* spp. τοποθετεί τα αποχωρήματά της στο κέντρο της αυτής. Οι προσβολές παρατηρούνται κυρίως στα κορυφαία φύλλα του φυτού μειώνοντας έτσι την φωτοσυνθετική τους ικανότητα (Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο, 2012). Οι στοές συχνά γίνονται νεκρωτικές και οι προνύμφες της δεύτερης έως και της τέταρτης προνυμφικής ηλικίας, παρατηρείται συχνά να ενώνουν τα φύλλα με μετάξινα νημάτια ώστε να προφυλαχθούν ή να νυμφωθούν (Vargas, 1970).



Εικόνα 19. Η προνύμφη του εντόμου *T. absoluta* εντός της στοάς (πηγή: <http://www.nbair.res.in/insectpests/images/Tuta-absoluta21.jpg>)



Εικόνα 18. Στοές που δημιουργούνται από τις προνύμφες του *T. absoluta* (πηγή: <http://www.nbair.res.in/insectpests/images/Tuta-absoluta20.jpg>)

1.5.4.2 Προσβολή σε καρπούς

Συνήθως, η προνύμφη εισέρχεται από τον κάλυκα του καρπού και δημιουργεί στοές, που δεν είναι ορατές στα πρώτα προνυμφικά στάδια. Η προσβολή είναι ορατή σε προχωρημένο στάδιο καθώς είναι ευδιάκριτες οι στοές και αποβάλλει εξωτερικά του καρπού τα σφαιροειδή αποχωρήματά της. Προσβολές παρατηρούνται και στην επιφάνεια του καρπού. Σε αρχικά στάδια οι προσβολές είναι μικρές σκουρόχρωμες οπές και στη συνέχεια παρατηρούνται ακανόνιστες στοές (Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο, 2012). Οι καρποί μπορούν να προσβληθούν από το πρώιμο στάδιο της ανάπτυξής τους έως και την ωρίμανση (**Εικόνα 20**) (Arablaza, 1992). Μπορεί να παρατηρηθεί καρπόπτωση εάν οι καρποί προσβληθούν πρώιμα. Πολλές προνύμφες δύνανται να τραφούν σε ένα καρπό (**Εικόνα 21**). Οι προσβεβλημένοι καρποί από το *T. absoluta* δεν είναι εμπορεύσιμοι. Οι οπές που δημιουργούνται από το έντομο μπορούν να αποτελούν πύλες εισόδου διαφόρων παθογόνων και κυρίως μυκήτων (Arablaza, 1992; Desneux et al., 2010).



Εικόνα 20. Πολλές προνύμφες *T. absoluta* τρέφονται σε ένα καρπό τομάτας (πηγή: <http://www.nbair.res.in/insectpests/images/Tuta-absoluta27.jpg>)



Εικόνα 21. Προνύμφη *T. absoluta* εντός ώριμου καρπού τομάτας (πηγή: <https://www.greenlife.co.ke/tuta-absoluta/>)

1.5.5 Εφαρμογή του *M. pygmaeus* για την αντιμετώπιση του *T. absoluta*

Οι κύρια Οικογένεια αρπακτικών για τη βιολογική αντιμετώπιση του *T. absoluta* είναι η Miridae. Στη χώρα μας και στις άλλες μεσογειακές χώρες, χρησιμοποιούνται κυρίως τα έντομα *M. pygmaeus* και το *Nesidiocoris tenuis* Reuter. Πρόκειται για παμφάγα, ιθαγενή αρπακτικά, τα οποία εμφανίζονται στις καλλιέργειες των σολανωδών από την άνοιξη έως και το φθινόπωρο. Προτιμούν να τρέφονται με ωά του *T. absoluta* και λιγότερο με

προνύμφες πρώτης ηλικίας L₁ και ακόμα λιγότερο με δεύτερης ηλικίας L₂ (Arnó et al., 2009; Urbaneja et al., 2009).

Αυτά τα δύο είδη εντόμων παράγονται μαζικά σε μεγάλη κλίμακα και χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο του *T. absoluta* σε περίπου 12.500 εκτάρια τομάτας το 2017. Συγκεκριμένα, το *N. tenuis* θεωρείται ως καλύτερο είδος αρπακτικού, αλλά η αύξηση της χρήσης του παρεμποδίζεται από το γεγονός ότι αυτό μπορεί να προκαλέσει σοβαρή βλάβη στα φυτά και τους καρπούς όταν η πυκνότητα των θηραμάτων είναι χαμηλή (Ferracini et al., 2018). Επίσης, οι Gervasio et. al., (2016a) έχουν αναφέρει ότι κάτω από ορισμένες κλιματολογικές συνθήκες, όπως οι υψηλές θερμοκρασίες, το *N. tenuis* έχει μεγαλύτερη ικανότητα να ανταγωνιστεί τα υπόλοιπα είδη της οικογένειας Miridae.

Έχει μελετηθεί ο ενδοσυντεχνιακός ανταγωνισμός μεταξύ των δύο ειδών Miridae. Στη μελέτη αυτή διαπιστώθηκε ότι τα θηλυκά αυτών των δύο ειδών, όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμοι πληθυσμοί θηραμάτων, καταλαμβάνουν διαφορετικά μέρη στο φυτό (Perdikis et al., 2014).

1.6. Ο ρόλος των αισθητηρίων οργάνων των εντόμων στη θήρευση

Η διαδικασία της εύρεσης της λείας, αποτελείται από διάφορα στάδια και βασίζεται σε περιφερειακούς οσφρητικούς υποδοχείς και στο κεντρικό νευρικό σύστημα-ΚΝΣ (central nervous system, CNS) (Christensen et al., 2002; Tohuara et al., 2009). Τα φυτοφάγα έντομα, στην συν-εξέλιξή τους με τα φυτά, έχουν αναπτύξει ικανότητα εντοπισμού, ταυτοποίησης και επιλογής κατάλληλων φυτών-ξενιστών. Για αυτό το σκοπό, έχουν αναπτύξει οσφρητικούς υποδοχείς οι οποίοι είναι ευαίσθητοι στις πτητικές ουσίες των φυτών (Bernays et al., 1994; Dicke et al., 2000). Οι θηρευτές-αρπακτικά χρησιμοποιούν, επίσης, τις αλλαγές στη σύνθεση και στη συγκέντρωση πτητικών στα φυτά που προσβάλλονται από φυτοφάγα έντομα για να εντοπίσουν το θήραμά τους (Dicke, 1994; Dicke et al., 2000). Τα ζωοφυτοφάγα έντομα μοιράζονται τις τροφικές τους συνήθειες με φυτοφάγα και αυστηρά σαρκοφάγα έντομα και, κατά συνέπεια, αυτά ανταποκρίνονται στα πτητικά που εκπέμπονται τόσο από τα απρόσβλητα όσο και από τα προσβεβλημένα φυτά (Ingegno et al., 2011; Lins et al., 2014).

Τα έντομα της οικογένειας Miridae συνθέτουν μια ομάδα παμφάγων εντόμων (Wheeler, 2001), όπως και πολλά άλλα φυτοφάγα έντομα, έχουν ένα περιορισμένο εύρος

φυτών-ξενιστών (Alomar et al., 1994; Tavella et al., 2001; Wheeler et al., 2001; Sanchez et al., 2006a; Ingegno et al., 2008; Cassis et al., 2012) . Σε αυτή την ομάδα, η διατροφή από φυτά είναι λιγότερο θρεπτική από αυτή με θήραμα (Sanchez et al., 2004). Έτσι, η ένταση της φυτοφαγίας αυξάνεται καθώς μειώνεται η αφθονία του θηράματος (Alomar et al., 1996; Sanchez, 2008; Calvo et al., 2009; Sanchez, 2009; Sanchez et al., 2015).

Στην Οικογένεια Miridae, η φυλή Dicyrhini έχει μελετηθεί εκτενώς, τις τελευταίες δεκαετίες, για τη σημασία της ως αρπακτικά γεωργικών παρασίτων και για το οικολογικό τους ενδιαφέρον. Πολλά από τα είδη αυτής της φυλής μπορούν να θεωρηθούν πολυφάγα (Bernays et al., 1994), επειδή ζουν και τρέφονται με φυτικά είδη διαφόρων οικογενειών. Ωστόσο, μάλλον είναι ολιγοφάγα σε σχέση με τα χαρακτηριστικά των φυτών που αποικίζουν, καθώς τα περισσότερα από τα φυτά αυτά φέρουν κολλώδεις αδενικές τρίχες (Schuh et al., 1995; Sanchez et al., 2006a; Martinez-Cascales et al., 2006; Ingegno et al., 2008). Το *M. melanotoma* και το *M. pygmaeus* είναι δύο συγγενικά είδη που έχουν αναφερθεί σε αρκετά φυτικά είδη. Οι Castañe et al., (2013) υποθέτουν ότι το *M. pygmaeus* είναι το μοναδικό είδος που αποικίζει την τομάτα [*Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae)] στην περιοχή της Μεσογείου (Martinez-Cascales et al., 2006; Castane et al., 2013). Το φυτό *D. viscosa* είναι γνωστό ως κύριος ξενιστής για το *M. melanotoma* (Alomar et al., 1994; Perdikis et al., 2003; Perdikis et al., 2007). Το *M. melanotoma* και το *M. pygmaeus* μοιράζονται μερικούς ξενιστές, όπως το *Ononis natrix* L. (Fabaceae) και το *Paretaria officinalis* L. (Urticaceae), αλλά άλλα είδη φυτών φαίνονται να είναι συγκεκριμένα ξενιστές για το *M. melanotoma* (π.χ. *Salvia officinalis* L., Lamiaceae) ή για το *M. pygmaeus* (π.χ. *Ballota hirsuta* Benth, Lamiaceae) (Martinez-Cascales et al., 2006). Σε περιβάλλοντα όπου τα περισσότερα φυτικά είδη δεν είναι ξενιστές για τα είδη του γένους *Macrolophus*, αυτά δύνανται να χρησιμοποιήσουν τις πτητικές ουσίες που παράγονται από τα φυτά για να προσανατολιστούν κατά τη διάρκεια της επιλογής του ξενιστή (Sanchez et al., 2003). Το *M. pygmaeus* έχει κεραίες, επικαλυμμένες με πολλά είδη αισθητηρίων οργάνων, τις οποίες μπορεί να χρησιμοποιήσει για την ανίχνευση φυτικών πτητικών ουσιών και είναι σε θέση να διακρίνει μεταξύ των ρευμάτων αέρα που μεταφέρουν πτητικά από υγιή και από μολυσμένα φυτά (Ingegno et al., 2011). Κατά τη διάρκεια της εξελικτικής τους πορείας, τα περιφερειακά οσφρητικά συστήματα αυτών των δύο ειδών μπόρεσαν να εξελιχθούν διαφορετικά για να καλύψουν το φάσμα των πτητικών ενώσεων που εκπέμπονται από τα φυτά-ξενιστές (Ingegno et al., 2011). Οι μεταβολές στην προτίμηση

οσμής προκύπτουν από μετασχηματισμούς στους περιφερικούς οσφρητικούς υποδοχείς σε πληθυσμούς και είδη εντόμων (Visser, 1986).

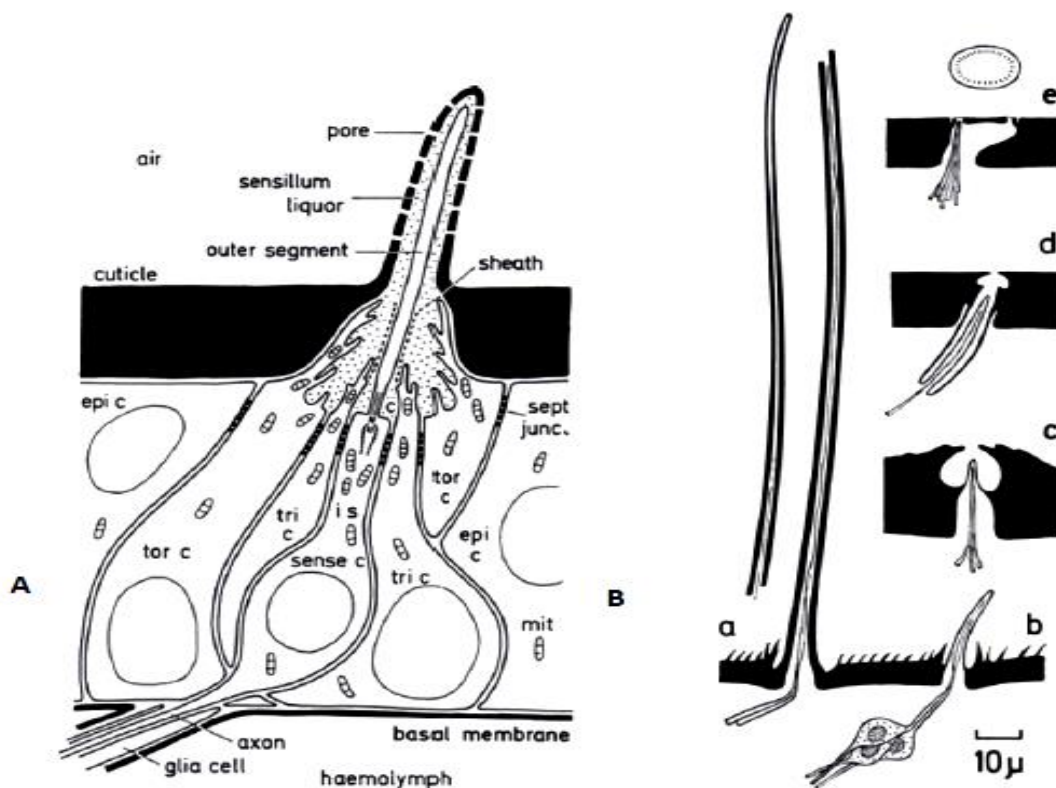
Το αισθητήριο σύστημα στα έντομα είναι υπεύθυνο για την ανίχνευση και επεξεργασία των ερεθισμάτων του περιβάλλοντός τους που έχουν σημασία για τα έντομα (Silbering et al., 2008) επομένως, δεν αναμένεται να είναι ανιχνεύσιμα όλα τα πτητικά όλων των φυτών από ένα είδος εντόμων, αλλά μάλλον μόνο αυτά που παρέχουν πληροφορίες π.χ. σχετικά με την επιβίωσή τους (Visser, 1986). Το ηλεκτροαντενογράφημα (ElectroAntennoGram,-EAG) ανιχνεύει μικρές εκτροπές τάσης στους οσφρητικούς υποδοχείς και χρησιμοποιείται συχνά για τη μέτρηση της ευαισθησίας των κεραιών εντόμων που εκτίθενται σε πτητικά (Hardie et al., 1995; Park et al., 1998) τα μόρια της οσμής διεγείρουν τους οσφρητικούς υποδοχείς στους δενδρίτες των οσφρητικών αισθητήριων νευρώνων στην κεραία και η ηλεκτρική ώθηση μεταφέρεται και διεγείρει το ΚΝΣ (CNS) (Silbering et al., 2008). Οι εσωτερικές διαδικασίες στον εγκέφαλο των εντόμων είναι δύσκολο να εκτιμηθούν, αλλά οι αποφάσεις που απορρέουν από την ερμηνεία των πληροφοριών που συλλέγονται από το οσφρητικό σύστημα μπορούν να ληφθούν έμμεσα με δοκιμασίες μελέτης συμπεριφοράς (Bruce et al., 2005; Guerrieri et al., 2005). Πολλαπλές επιλογές και ολφρακτομετρικές δοκιμασίες (olfactometric assays) έχουν πραγματοποιηθεί για τον προσδιορισμό των προτιμήσεων ανάμεσα σε φυτά ξενιστές στα διάφορα είδη της φυλής Dicyphini, όπως το *Dicyphus errans* Wolff, το *Dicyphus Hesperus* Knight –(Hemiptera: Miridae) και το *M. pygmaeus* (Sanchez et al., 2004; Moayeri et al., 2007a, 2007b; Ingegno et al., 2011, 2013).

1.6.1. Τα αισθητήρια συστήματα οσφρητικής απόκρισης στα Miridae

1.6.1.1. Χαρακτηριστικά των οσφρητικών αισθητηρίων

Στις κεραιές των εντόμων βρίσκονται τα οσφρητικά κύτταρα (**Εικόνα 22**). Τα αισθητήρια όργανα των κεραιών (sensilla) αποτελούνται από τα τριχίδια μαζί με ένα σύνολο αισθητήριων κυττάρων στη βάση τους (Henke and Ronsch, 1951). Μεταξύ των διαφόρων ειδών εντόμων αλλά και επί της κεραίας ενός είδους εντόμου, παρατηρούνται διαφορές στην μορφολογία των οσφρητικών αισθητηρίων. Γενικά οι πιο «ευαίσθητες»

κεραίες φέρουν λεπτές και επιμήκεις τρίχες, τα τριχοειδή αισθητήρια (*sensilla trichodea*). Οι κεραίες μπορεί να φέρουν και άλλες πολύ κοντύτερες αισθητήριες τρίχες (τα *sensilla basiconica*), που έχουν πάντως μειωμένη δυνατότητα αναγνώρισης των οσμών. Εξωτερικά των οσφρητικών αισθητηρίων υπάρχει ένα δίκτυο πόρων που σκοπό έχει την είσοδο των μορίων του αέρα προς το οσφρητικό τριχίδιο (Adam and Delbruck, 1968). Μελέτες έχουν αποδείξει ότι διαφορετικά κύτταρα που βρίσκονται ίδιο αισθητήριο όργανο έχουν διαφορετικό εύρος αναγνώρισης οσμών, που σχετίζεται με τους υποδοχείς τους (Kaissling and Renner, 1968). Τα περισσότερα οσφρητικά κύτταρα θεωρούνται «εξειδικευμένα», όπως κύτταρα με υποδοχείς τροφικών ερεθισμάτων, φερομονών, κ.ά. Συνήθως σε μία κεραία βρίσκονται αρκετοί διαφορετικοί τύποι τέτοιων κυττάρων (Kaissling, 1971).



Εικόνα 22. *A:* Σχέδιο ενός οσφρητικού αισθητηρίου, με ένα (*sense c*) αισθητήριο κύτταρο και δύο διαπλαστικά (*tri c*, *tor c*), *epi c*= κύτταρο επιθηλίου, *is*= εσωτερικό διάφραγμα του δένδριτη του αισθητηρίου κυττάρου, *mit*=μιτοχονδρία. *B:* Τύποι οσφρητικών αισθητηρίων *a*) *sensillum trichodeum*, *b*) *sensillum basiconicum*, *c*) *sensillum soleniconicum* *d*) *sensillum ampullaceum*, *e*) *sensillum placodeum*. (Χαρβαλάκης, 2019)

1.6.1.2. Τρόπος λειτουργίας των αισθητηρίων

Το ηλεκτροαντενογράφημα είναι μια τεχνική μέθοδος που βοηθά στην κατανόηση της λειτουργίας των οσφρητικών οργάνων. Καταγράφει το ηλεκτροφυσιολογικό βαθμιδωτό διαμεμβρανικό δυναμικό του υποδοχέα των αισθητήριων κυττάρων καθώς και των νευρικών ώσεων τους, έχοντας ως εξωτερικό ερέθισμα τις διάφορες οσμές. Το ηλεκτροαντενογράφημα μπορεί και εντοπίζει τις μικρές εκτροπές στο ηλεκτρικό δυναμικό των οσφρητικών υποδοχέων και χρησιμοποιείται συχνά στη μέτρηση της ευαισθησίας των κεραιών των εντόμων όταν αυτές εκτίθενται σε διάφορες πτητικές ενώσεις (Wohlers and Tjallingii 1983; Hardie et al. 1995; Park and Hardie 1998). Ενεργοποιούνται οι οσφρητικοί υποδοχείς στους δενδρίτες των οσφρητικών νευρώνων στις κεραίες από τα διάφορα «μόρια-οσμής» και με αυτή τη διαδικασία ταξιδεύουν οι ηλεκτρικοί παλμοί στο κεντρικό νευρικό σύστημα (Silbering et al., 2008). Χρησιμοποιείται ηλεκτρόδιο διαμέτρου 1-10μ που εισάγεται στη δερμίδα στην περιοχή του οσφρητικού αισθητηρίου ώστε να καταγραφούν οι εκτροπές των νευρικών ώσεων. Ένα δεύτερο μεγαλύτερο ηλεκτρόδιο εισάγεται εντός της αιμολέμφου της κεραίας. Το δεύτερο ηλεκτρόδιο, μέσω των εξωτερικών ερεθισμάτων (οσμές), συνήθως φορτίζεται αρνητικά από το δυναμικό του υποδοχέα του αισθητηρίου κυττάρου. Καταγράφονται οι νευρικές ώσεις, συνήθως ως θετικά φορτία εκτροπής. Το δυναμικό των υποδοχέων θεωρείται ότι προκαλείται από μεταβολές στην ηλεκτρική αγωγιμότητα της μεμβράνης των αισθητήριων κυττάρων, υπό την επίδραση των εξωτερικών ερεθισμάτων (οσμής).

Για την κατανόηση των διεργασιών στο εσωτερικό του εγκεφάλου των εντόμων, πειράματα συμπεριφοράς και ολφακτομετρικές μετρήσεις δίνουν σημαντικά ευρήματα σχετικά με τις αποφάσεις που εκτελούνται ως αποτέλεσμα της λήψης των πληροφοριών που μεταφέρει το οσφρητικό σύστημα αλλά δεν είναι ακόμη πλήρως κατανοητές οι διεργασίες αυτές καθαυτές (Bruce et al. 2005; Guerrieri et al. 2005). Η χρήση του αέριου χρωματογράφου - ηλεκτροαντενογραφήματος (GC-EAG) υποδεικνύει σε αρκετές περιπτώσεις ότι το έντομο αντιλαμβάνεται τις πτητικές ενώσεις χωρίς να είναι απαραίτητο πως θα αντιδράσει μέσω κάποιας απόκρισης-επιλογής που να έχει ενδιαφέρον.

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

Κατά την αναζήτηση του θηράματός του ο θηρευτής λαμβάνει και επεξεργάζεται μεγάλο αριθμό και ποικιλία οσφρητικών ερεθισμάτων που σχετίζονται πολλές φορές έμμεσα με το θήραμά του (π.χ. πληροσφορίες από το χημικό περιβάλλον της καλλιέργειας ή των φυτών-ξενιστών του (Inbar and Gerling 2008). Ξεκινώντας από τον εντοπισμό του περιβάλλοντος του θηράματός του, τα ερεθίσματα από μεγάλες αποστάσεις προσφέρουν τέτοιες πληροφορίες. Όταν η απόσταση μειωθεί τότε ο θηρευτής λαμβάνει πολλά περισσότερα ερεθίσματα που σχετίζονται με το θήραμά του, όπως αυτά που προέρχονται από τα αποχωρήματα θηραμάτων, τα παραπροϊόντα των ξενιστών κ.ά. Σε αυτή την περίπτωση τα ερεθίσματα δίνουν σαφές μήνυμα στον θηρευτή για την παρουσία του θηράματός του (Dixon 2000; Oppenheim and Gould 2002; De Boer and Dicke 2006). Προσβεβλημένα φυτά έχουν διαφορετικό πτητικό προφίλ από υγιή και δίνουν πολύ χρήσιμες πληροφορίες στα αρπακτικά για εντοπισμό του θηράματός τους (Dicke 1994, Dicke and Loon 2000, (Reddy et al. 2002; Hatano et al. 2008). Μελέτες έδειξαν διαφορές στα πτητικά που παράγουν φυτά φασολιού μηχανικά τραυματισμένα σε σχέση με αυτά που είχαν προσβληθεί από φυτοφάγα είδη (Shimoda et al., 2002; Mithöfer et al., 2012).

Στην περίπτωση των πολυφάγων αρπακτικών εντόμων όπως τα Miridae λόγω του ότι τρέφονται με φυτό και με λεία ενδεχομένως μπορεί να αποκρίνονται σε μεγάλο εύρος πτητικών που παράγονται είτε από απρόσβλητα είτε από φυτά με προσβολές εντόμων (Ingegno et al., 2011; Lins et al., 2014). Πιθανώς, στα πολυφάγα αρπακτικά να είναι πολύπλοκες οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ φυτού, φυτοφάγου και αρπακτικού.

1.6.3. Ο ρόλος των αυτοφυών φυτών στην αντιμετώπιση του *T. absoluta*

Η εισβολή του *T. absoluta* στην Ευρώπη προκάλεσε και συνεχίζει να προκαλεί μεγάλα προβλήματα στην παραγωγή τόσο των θερμοκηπιακών όσο και των υπαίθριων καλλιεργειών τομάτας (Desneux et al., 2011, Tropea Garzia et al., 2012, van Damme et al., 2015). Η ανάπτυξη ανθεκτικότητας επιτείνει κατά πολύ το πρόβλημα αυτό (Biondi et al. 2015, Campos et al., 2015, Roditakis et al., 2015). Μια βιώσιμη προσέγγιση στην

αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος είναι η αξιοποίηση στα προγράμματα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης των ιθαγενών πολυφάγων αρπακτικών που βρίσκονται ήδη με φυσικό τρόπο στα αγροοικοσυστήματα (Urbaneja et al., 2012, Bompard et al., 2013, Zappala et al., 2013, Zohreh et al., 2016). Σε τέτοιες προσπάθειες το αρπακτικό πολυφάγο έντομο *N. tenuis* μπορεί να συμβάλλει καθώς τρέφεται με αλευρώδεις, θρίπες, λυριόμυζες, αφίδες, ακάρεα και λεπιδόπτερα ενώ είναι πολύ κοινό στις καλλιέργειες τομάτας που τις αποικίζει με φυτικό τρόπο όπως και το *M. pygmaeus* (Molla et al., 2011; Perdikis et al., 2011; Calvo et al., 2012; Zappala et al., 2012a; Biondi et al., 2013b; Perez-Hedo and Urbaneja, 2015). Για την διατήρηση και αύξηση των πληθυσμών του με φυσικό τρόπο γύρω από τις καλλιέργειες τομάτας μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά είδη φυτών-ξενιστών τους - μη καλλιεργήσιμα φυτά - ως φυτά τράπεζες (banker plants), για την ενίσχυση της εγκατάστασής τους και τον πιο γρήγορο αποικισμό της καλλιέργειας (De Backer et al., 2014; Parolin et al., 2014; Biondi et al., 2016). Σε τέτοιες προσπάθειες η εκτίμηση της ικανότητας του αρπακτικού να αναγνωρίζει πτητικά από φυτά ντομάτας που έχουν προσβληθεί από *T. absoluta* μπορεί να βοηθήσει στην μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα της μεθόδου και στην σύγκριση μεταξύ αρπακτικών ειδών ως προς την καταλληλότητά τους (Lins et al., 2014). Το *D. viscosa* είναι πολύ κοινό 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; Perdikis et al., 2007; Cano et al., 2009) και θα μπορούσε να αξιολογηθεί ανάλογα ως φυτό-τράπεζα.

2. Σκοπός

Το αρπακτικό έντομο *M. melanotoma* βρίσκεται κυρίως στο *D. viscosa* (Perdikis et al., 2003, 2007; Castane et al., 2013; Evangelou et al., 2013). Ωστόσο δεν είναι γνωστό εάν οι πληθυσμοί του από το *D. viscosa* μπορούν να μετακινηθούν σε γειτονικές καλλιέργειες τομάτας. Σε προηγούμενη μελέτη από τους Lykouressis et al. (2012) βρέθηκε ότι το *M. melanotoma* έδειξε προτίμηση για τα φυτά της πιπεριάς και της μελιτζάνας σε σχέση με την τομάτα, όμως η προτίμηση για την πιπεριά και την μελιτζάνα ήταν συγκρίσιμη με το *D. viscosa*, δείχνοντας ότι πιθανώς να μπορεί να μετακινείται από το *D. viscosa* και να αποικίζει και καλλιέργειες. Σε πρόσφατη μελέτη έχει βρεθεί να συμβάλλει στην βιολογική αντιμετώπιση του *B. tabaci* σε συνδυασμό με το παρασιτοειδές *Eretmocerus mundus* Mercet (Hymenoptera: Aphelinidae) σε φυτά μελιτζάνας (Karut et al., 2018). Επομένως αυτά τα δεδομένα δείχνουν ότι το *M. melanotoma* πιθανώς να μπορεί αξιοποιηθεί σε προγράμματα βιολογικής αντιμετώπισης. Η περαιτέρω μελέτη της δυνατότητας του *M. melanotoma* να μετακινείται από το *D. viscosa* στην τομάτα μπορεί να δώσει σημαντικά στοιχεία για την αξιοποίηση του *M. melanotoma* ως αρπακτικού αλλά και του *D. viscosa* ως φυτού-δεξαμενή του καθώς το φυτό αυτό είναι πολύ διαδεδομένο στις Μεσογειακές χώρες και συνήθως φιλοξενεί πολύ μεγάλους πληθυσμούς του *M. melanotoma*. Στην προσπάθεια αυτή, σημαντικά στοιχεία θα προσδώσει η μελέτη της προτίμησης του *M. melanotoma* σε φυτά τομάτας που έχουν προσβληθεί ή όχι, από το *T. absoluta*. Γενικότερα, δεν έχει μελετηθεί εάν προσελκύεται από φυτά τομάτας που έχουν προσβληθεί από το *T. absoluta*.

Οι μελέτες που εξετάζουν την προτίμηση ενός εντόμου μεταξύ δύο πηγών οσμής βασίζονται στη χρήση του ολφακτόμετρου. Προηγούμενες μελέτες με την χρήση ολφακτόμετρου έδειξαν ότι το *M. melanotoma* προτιμά το *D. viscosa* σε μεγαλύτερο ποσοστό μεταξύ άλλων σολανωδών (πιπεριά, τομάτα) και το *M. pygmaeus* προτιμά την τομάτα μεταξύ *D. viscosa* και πιπεριάς (Ingengo et al., 2016.) Σε άλλη έρευνα των Ingengo et al. (2011) το *M. pygmaeus* έδειξε μεγαλύτερη προτίμηση σε φύλλα με προσβεβλημένα με το *T. vaporarium* σε σχέση με τον αέρα. Δείχνοντας έτσι ότι η ύπαρξη ή μη λείας έχει σημαντικό ρόλο στην προτίμηση του εντόμου. Για το σκοπό αυτό στην παρούσα μελέτη μελετήθηκε ο βαθμός προτίμησης του *M. melanotoma* μεταξύ του αυτοφυούς-φυτού ξενιστή του (*D. viscosa*) και της τομάτας χωρίς και με προσβολή από το *T. absoluta*. Η

μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε με την χρήση ολφακτόμετρου 4 – θέσεων ώστε συγχρόνως να συγκρίνονται περισσότερες από 2 πηγές οσμών, κάτι που δεν ήταν δυνατό στις προηγούμενες μελέτες όπου χρησιμοποιήθηκε ολφακτόμετρο δύο θέσεων τύπου «Υ». Επίσης καταγραφόταν και ο χρόνος που χρειάζεται το έντομο για κάνει την επιλογή του, καθώς μπορεί να μας δώσει κάποιες χρήσιμες πληροφορίες ως ένα ακόμη στοιχείο για την σχετική προσελκυστικότητα μεταξύ των ερεθισμάτων ή περαιτέρω για την σύγκριση της απόκρισης μεταξύ διαφορετικών ειδών εντόμων.

3. Υλικά & Μέθοδοι

3.1. Βιολογικό υλικό

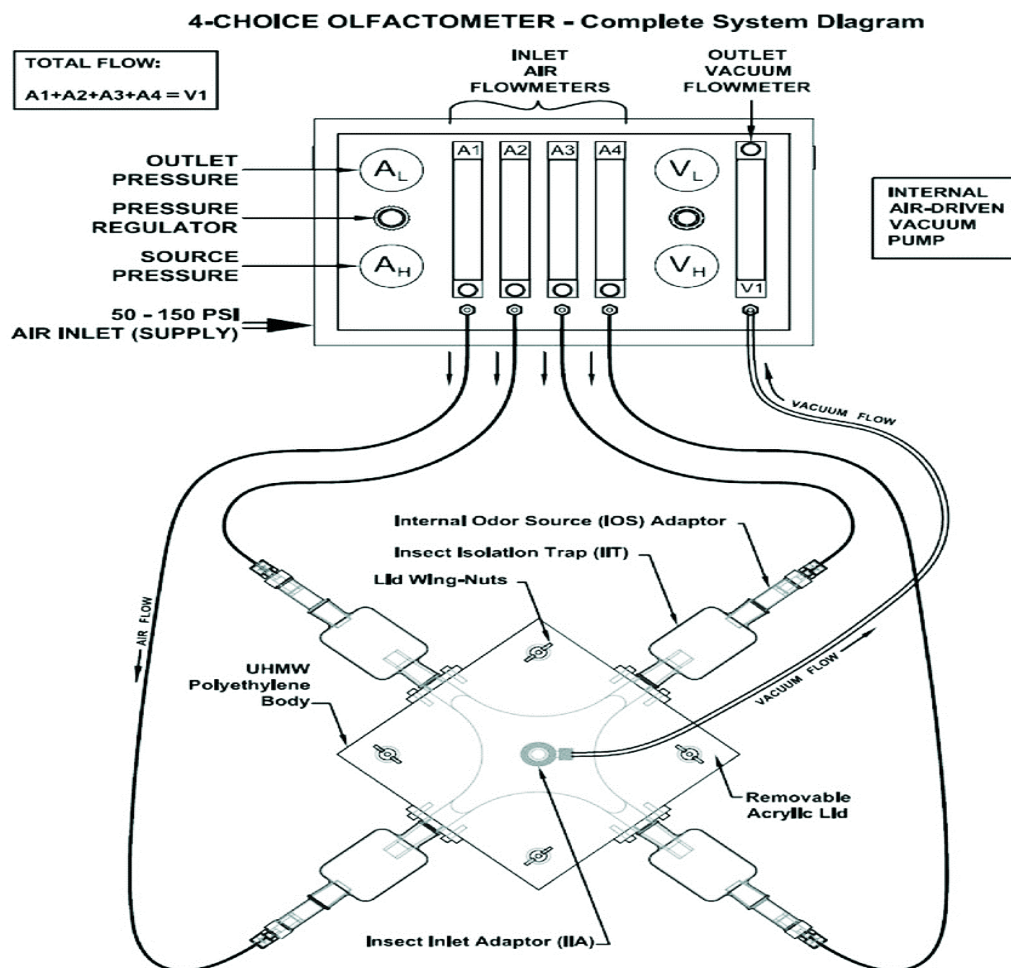
Στην πειραματική διαδικασία και για τις εκτροφές χρησιμοποιήθηκαν φυτά τομάτας «ΕΛΠΙΔΑ» F1. Η σπορά των φυτών γινόταν είτε σε δίσκους σποράς, είτε σε γλάστρες μικρών διαστάσεων (10 cm x 8 cm) με μείγμα περλίτη-τύρφης αναλογίας 1: 5 . Η ανάπτυξη των φυτών πραγματοποιήθηκε σε συνθήκες ρυθμιζόμενης θερμοκρασίας σε εντομολογικούς κλωβούς και σε φυσικές συνθήκες φωτισμού στο θερμοκήπιο του Εργαστηρίου Γεωργικής Ζωολογίας & 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 εκπύξει το 5^ο πραγματικό φύλλο τους, ενώ για τις μετρήσεις των οσφρητικών αποκρίσεων χρησιμοποιήθηκαν φυτά τα οποία έφεραν 3-5 φύλλα και είχαν ύψος 30-40 cm.

Οι εκτροφές του *M. melanotoma*, διατηρούνταν σε φυτά *D. viscosa*. Τα φυτά αυτά είχαν εκριζωθεί, με προσοχή και μεταφυτευθεί σε γλάστρες διαμέτρου 20X20cm, από την περιοχή του Κάτω Σαμικού που βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή της Κρέστενας στο Νομό Ηλείας. Στη συνέχεια μεταφέρθηκαν στο θερμοκήπιο του Εργαστηρίου Γεωργικής Ζωολογίας & Εντομολογίας του Γ.Π.Α., όπου παρέμειναν μέσα σε εντομολογικό κλωβό. Πάνω στα συγκεκριμένα φυτά αναπτύχθηκε μια αποικία από *M. melanotoma*, από άτομα που συλλέχθηκαν από την ίδια περιοχή. Τα έντομα διατρέφονταν με μείγμα ωών *E. kuehniella*, με κύστεις καρκινοειδών του γένους *Artemia* (Branchiopoda: Artemiidae) που περιείχε το σκεύασμα με εμπορικό όνομα «Entofood» της εταιρίας Koppert Biological Systems. Στην άνω φυλλική επιφάνεια των φυτών απλωνόταν η τροφή σε κατάλληλες ποσότητες κάθε 3 με 4 ημέρες. Η άρδευση των φυτών πραγματοποιούνταν τακτικώς αλλά με καθημερινό έλεγχο για τυχόν φυτοπαθολογικές ή/και εντομολογικές προσβολές και για επίβλεψη της εκτροφής. Η ρυθμιζόμενη θερμοκρασία στο κλιματιστικό του θερμοκηπίου καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων ήταν στους 25°C. Στο εντομοτροφείο του εργαστηρίου πραγματοποιήθηκε η εκτροφή του *T. absoluta*, σε πλαστικό κλωβό μικρών

διαστάσεων, σε φυτά τομάτας. στους $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ και σε φωτοπερίοδο φωτός : σκότους 16:8 ωρών.

3.2.Μετρητής οσφρητικής απόκρισης ολοφακτόμετρο (4-Choice Olfactometer)

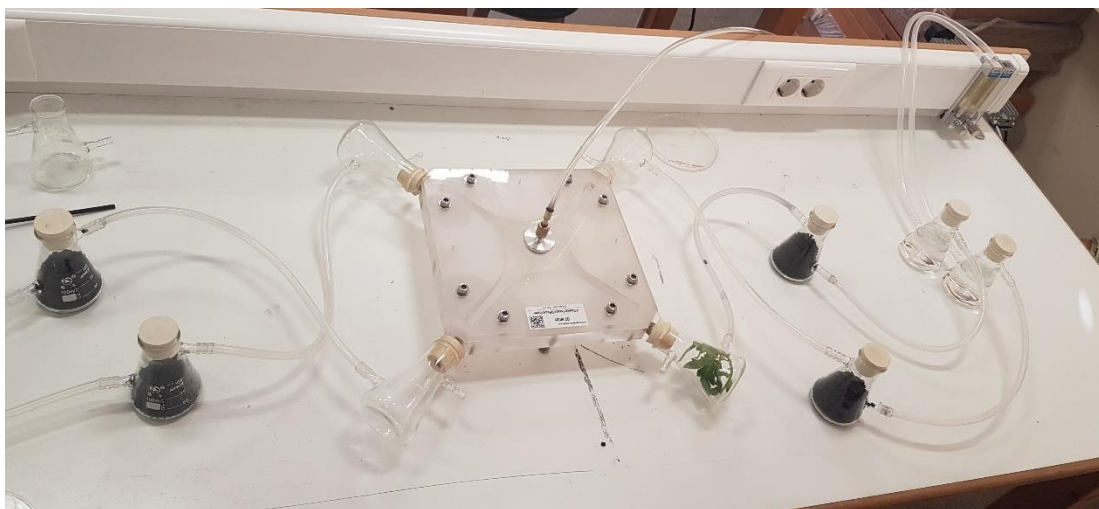
Για να μελετηθεί η οσφρητική απόκριση των θηλυκών *M. melanotomae* και μεταξύ τομάτας και του αυτοφυούς φυτού-ξενιστή τους *D. viscosa* στην παρουσία και στην απουσία του φυτοφάγου εντόμου *T. absoluta* χρησιμοποιήθηκε τετραπλής επιλογής-ολοφακτόμετρο (4-Choice Olfactometer) κατάλληλος για πειράματα βιοδοκιμής διπλής επιλογής και τριπλής επιλογής (Analytical Research Systems, Gainesville, Florida, USA, Model #OLFM-4C-2440PE. , **Εικόνα 23**).



Εικόνα 23. Διαγραμματική απεικόνιση του τετραμελούς θαλάμου (4-Choice Olfactometer), (ARS, Gainesville, Florida).

3.2.1. Τετραπλής Επιλογής ολφακτόμετρο (4-Choice Olfactometer)

Το τετραπλής επιλογής ολφακτόμετρο (4-Choice Olfactometer) (Εικόνα 24) αποτελείται από : την κύρια αρένα επιλογής, διαστάσεων 30,48 X 30,48 X 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). Η πηγή οσμής συνδέεται με ένα δοχείο ενεργού άνθρακα, στη συνέχεια με ένα δοχείο απιονισμένου νερού και τέλος στο σύστημα παροχής αέρα το οποίο αντλεί αέρα και ρυθμίζεται με ένα ροόμετρο. Ο αέρας υγραίνεται μέσα από το απιονισμένο νερό, φιλτράρεται από τον ενεργό άνθρακα και εισέρχεται στην αρένα αφού πρώτα περάσει από την πηγή οσμής. Ο αέρας από όλες τις πηγές οσμής κατευθύνεται στον κυρίως θάλαμο όπου εισάγονται τα έντομα 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. Ο ρυθμός παροχής αέρα ήταν 7,2 λίτρα / λεπτό.



Εικόνα 24. Τετραπλής επιλογής ολφακτόμετρο (πηγή: Αλέρτας)

3.3. Πειραματική διαδικασία

3.3.1. Διαδικασία επιλογής εντόμων

Σε κάθε ολφακτομετρική μέτρηση που έγινε χρησιμοποιήθηκαν 38 θηλυκά άτομα *M. melanotoma* ηλικίας 6 ημερών. Για τη συλλογή των παραπάνω εντόμων, 1 εβδομάδα νωρίτερα γινόταν συλλογή 90-100 νυμφών 5ης ηλικίας με αυτοσχέδιο εντομολογικό αναρροφητήρα, από την εκτροφή. Οι νύμφες τοποθετούνταν σε κλωβό διαστάσεων 40 X 50 X 40 cm που περιείχε φυτά *D. viscosa* τα οποία είχαν άφθονη τροφή ENTOFOOD (Koppert Biological Systems). Γινόταν καταμέτρηση των αρσενικών και θηλυκών που εμφανίζονταν καθημερινά έως ότου να καταμετρηθούν 38 θηλυκά άτομα *M. pygmaeus* εντός 5 ημερών. Ύστερα από τη συλλογή τους, τοποθετούνταν ξεχωριστά σε τρυβλία Petri, στα οποία υπήρχε ενυδατωμένο τεμάχιο βάμβακος και ένα φύλλο *D. viscosa* χωρίς την ύπαρξη λείας. Ακολούθως τα τρυβλία αυτά με τη χρήση parafilm σφραγίζονταν εξωτερικά, και μεταφέρονταν σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών σταθερής θερμοκρασίας $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, 65% Σ.Υ και φωτοπεριόδου 16:8 ωρών (Φ:Σ), για 24 ώρες. Έπειτα, σε 24 ώρες, χρησιμοποιούνταν στα πειράματα. Για κάθε έναν ολφακτομετρικό χειρισμό (μεταχείριση) χρησιμοποιούνταν 2 ομάδες θηλυκών (συνολικά 38 άτομα), 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 εισήχθησαν 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 περισσότερα ωά έτσι ώστε σε κάθε φυτό να παραμείνουν 20-30 ωά 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 λείας. Ως λεία χρησιμοποιήθηκαν φυλάρια με 4 ωά ή 4 προνύμφες (με τις αντίστοιχες στοές τους) *T. absoluta* για την τομάτα και ωά *T. absoluta* για το *D. viscosa*.

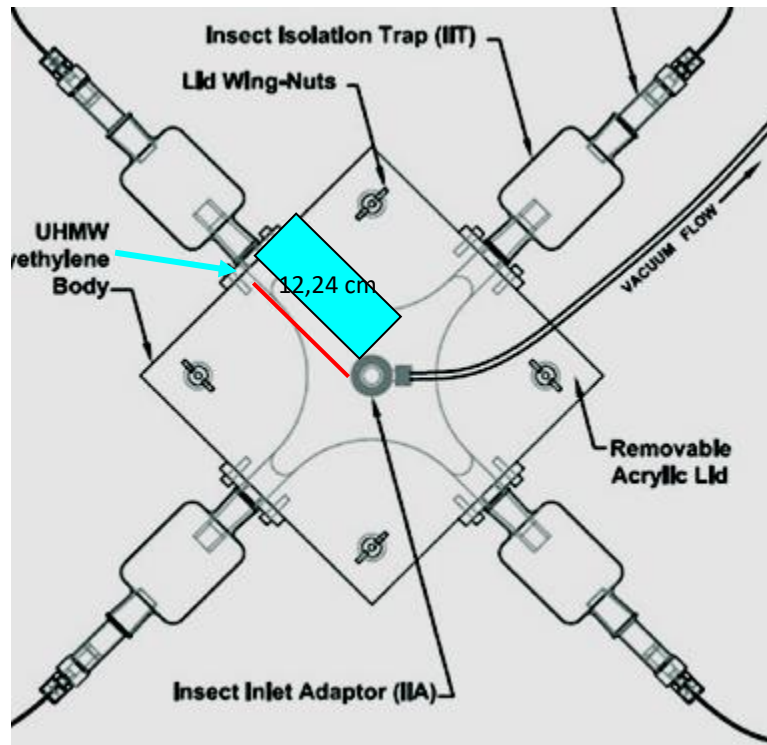
- ❖ Μελετήθηκε η οσφρητική απόκριση του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ:
 - i. Φύλλων Τομάτας × Αέρα (διπλή επιλογή)
 - ii. Φύλλων Τομάτας με ωά *T. absoluta* × Αέρα (διπλή επιλογή)
 - iii. Φύλλων Τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* L1-L2 × Αέρα (διπλή επιλογή)
 - iv. Φύλλων *D. viscosa* × Αέρα (διπλή επιλογή)
 - v. Φύλλων Τομάτας με ωά *T. absoluta* × Φύλλων Τομάτας × Αέρας (τριπλή επιλογή)
 - vi. Φύλλων Τομάτας με ωά *T. absoluta* × Φύλλων Τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* L1-L2 × Αέρας (τριπλή επιλογή)
 - vii. Φύλλων Τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* L1-L2 × Φύλλων Τομάτα × Αέρας (τριπλή επιλογή)
 - viii. Φύλλων *D. viscosa* × Φύλλων Τομάτας × Αέρας (τριπλή επιλογή)
 - ix. Φύλλων *D. viscosa* × Φύλλων Τομάτας με ωά *T. absoluta* × Αέρας (τριπλή επιλογή)
 - x. Φύλλων *D. viscosa* × Φύλλων Τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* L1-L2 × Αέρας (τριπλή επιλογή)
 - xi. Φύλλων *D. viscosa* με ωά *T. absoluta* × Φύλλων Τομάτας με ωά *T. absoluta* × Αέρας (τριπλή επιλογή)
 - xii. Φύλλων *D. viscosa* με ωά *T. absoluta* × Φύλλων Τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* L1-L2 × Αέρας (τριπλή επιλογή)

3.3.2. Μεθοδολογία

Προτού διεξαχθούν οι μετρήσεις του πειράματος πραγματοποιήθηκε σχολαστικός καθαρισμός των θαλάμων πηγών οσμής, των σωληνώσεων και της αρένας επιλογής με τα εξής: ουδέτερο σαπούνι και ακολούθως εκπλύσεις με αιθυλική αλκοόλη (συμπεριλαμβανομένων των ροομέτρων). Τα όργανα προτού χρησιμοποιηθούν στέγνωσαν 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 ± 10 %. Έπειτα γινόταν η σύνδεση των θαλάμων πηγών οσμής και το ερμητικό σφράγισμα τους. Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων η θερμοκρασία περιβάλλοντος ήταν στους 23 ± 1 °C, ρυθμισμένη μέσω κλιματιστικού, και η σχετική υγρασία εντός του ολφακτομέτρου 65 %. Στην αρένα επιλογής 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 χρησιμοποιούνταν 2 ομάδες εντόμων η καθεμιά με 19 άτομα *M. melanotoma*, τοποθετούταν με τη βοήθεια του εντομολογικού αναρροφητήρα πολύ προσεκτικά στο άνοιγμα του θαλάμου επιλογής. 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 τύπου Y για έντομα της φυλής *Dichyrhini* (είδη του γένους *Dicyphus*), κυμαίνονταν από 5 min έως 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 διανύσει τουλάχιστον 12,24 cm, σε ένα από τους θαλάμους πηγών οσμής (**Εικόνα 25**) και 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 θαλάμου 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 25. Διαγραμματική απεικόνιση της απόκρισης (επιλογής) του επιλεγμένου εντόμου αρένα επιλογής του τετραμελούς θαλάμου (4-Choice Olfactometer), (ARS, Gainesville, Florida).

3.3.3. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με τη δοκιμασία του χ^2 για να ελεγχθεί η υπόθεση ότι το ποσοστό επιλογών των εντόμων ανάμεσα στις δύο πηγές οσμών παρέκκλινε από τη μηδενική υπόθεση σύμφωνα με την οποία οι δυο πηγές των οσμών θα επιλέγονταν με ίδια συχνότητα από τα έντομα, στις διπλές επιλογές βιοδοκιμής. Ενώ για τις τριπλές επιλογές βιοδοκιμής χρησιμοποιήθηκε η μονοπαραγοντική ανάλυση διασποράς ανά ομάδα και επέμβαση και οι μέσοι συγκρίθηκαν με τη μέθοδο του Student's t-test. Παρόμοια ήταν και η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων του χρόνου απόκρισης. Οι αναλύσεις έγιναν με την χρήση του πακέτου JMP (SAS Inst., 2012)

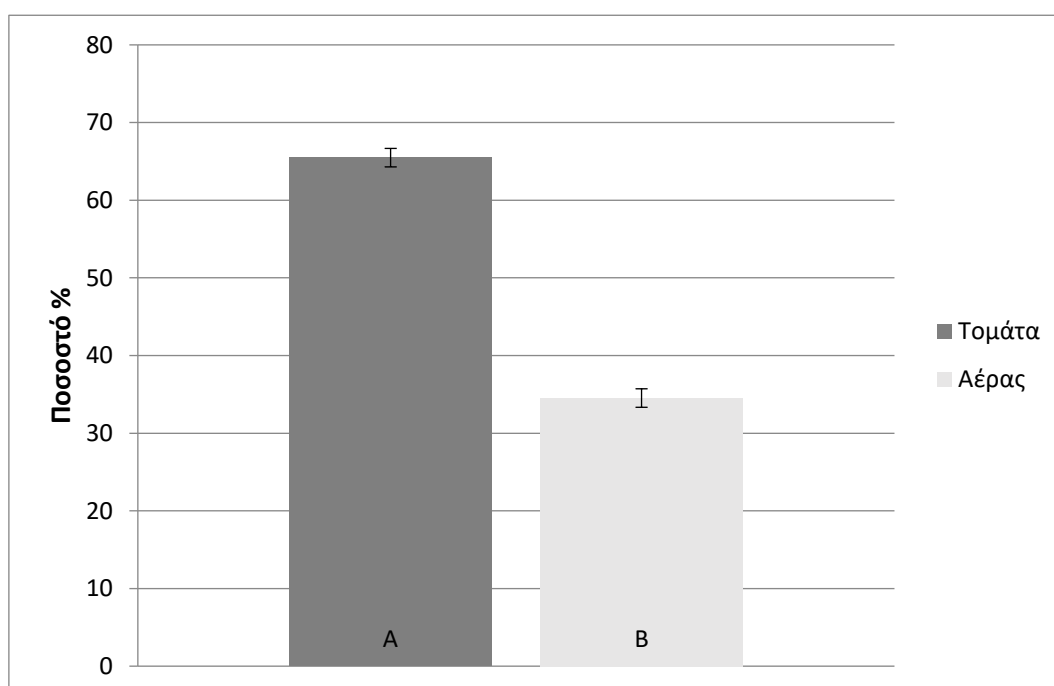
4. Αποτελέσματα

4.1. Οσφρητική απόκριση του αρπακτικού *M. Melanotoma*

Ο αριθμός των μη αποκριτών κυμάνθηκε από το ελάχιστο 2 άτομα και μέγιστο 6 άτομα ανά ομάδα (5,26% και 15,8%, αντίστοιχα). Ο μέσος όρος των μη αποκριτών όλων των επεμβάσεων ήταν 3,54 άτομα ή 9%.

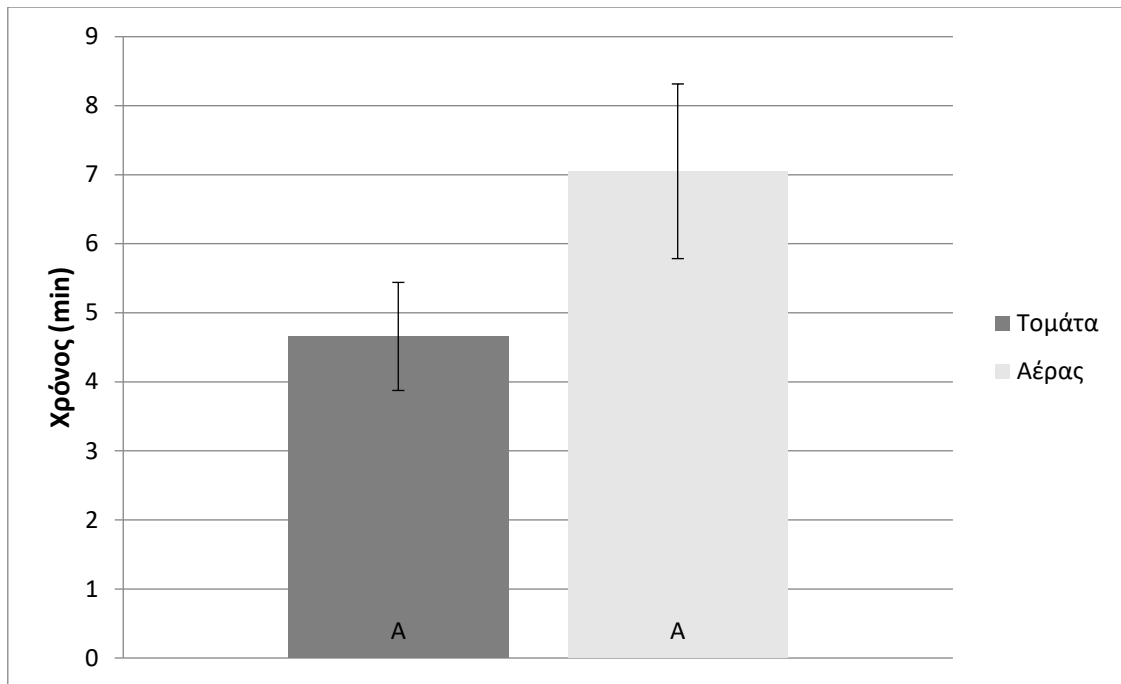
4.1.1. Φύλλα Τομάτας × Αέρα (διπλή επιλογή)

Στο **Ιστόγραμμα 1** μπορούμε να δούμε ότι τα ποσοστά απόκρισης του *M. melanotoma* σε φύλλα τομάτας και αέρα είναι $65,48 \pm 1,19\%$ και $34,52 \pm 1,19\%$ αντίστοιχα και υπάρχει σημαντική διαφορά, με το έντομο να επιλέγει τα φύλλα τομάτας.



Ιστόγραμμα 1: Οσφρητική απόκριση (μ.ο. \pm τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας και αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$).

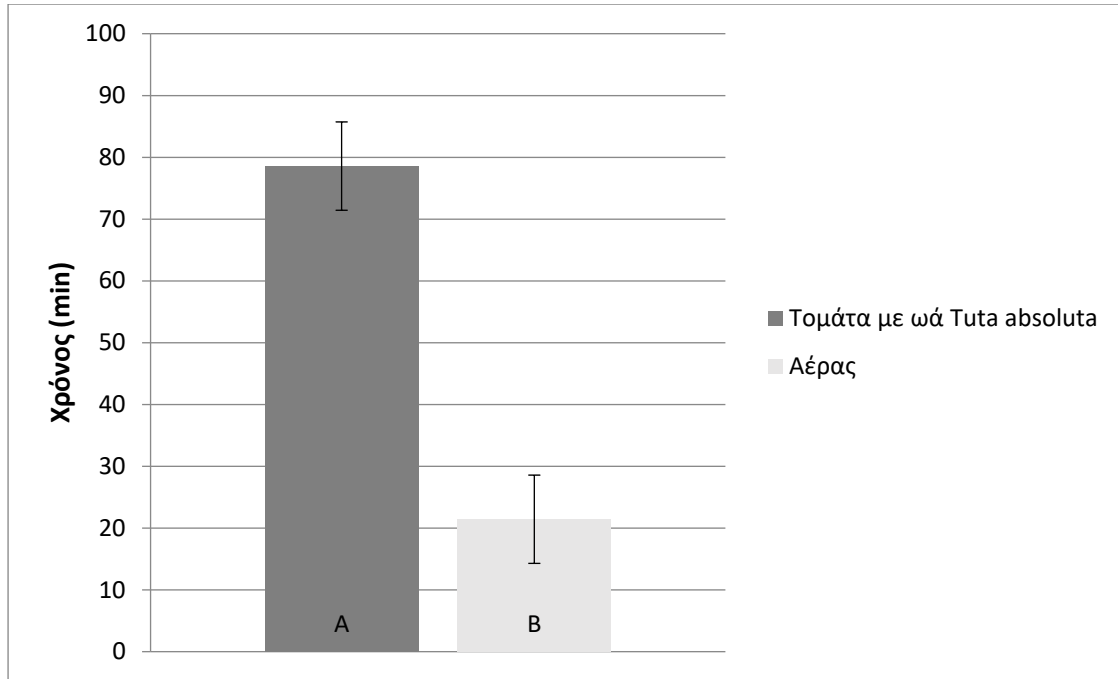
Εν αντιθέσει, οι Μ.Ο. του χρόνου απόκρισης είναι $4,66 \pm 0,78$ min στα φύλλα τομάτας και $7,05 \pm 1,26$ min στον αέρα και δεν έχουν στατιστικώς σημαντική διαφορά. (**Ιστόγραμμα 2**).



Ιστόγραμμα 2. Χρόνος απόκρισης (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων Τομάτας και Αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά ($P > 0.05$).

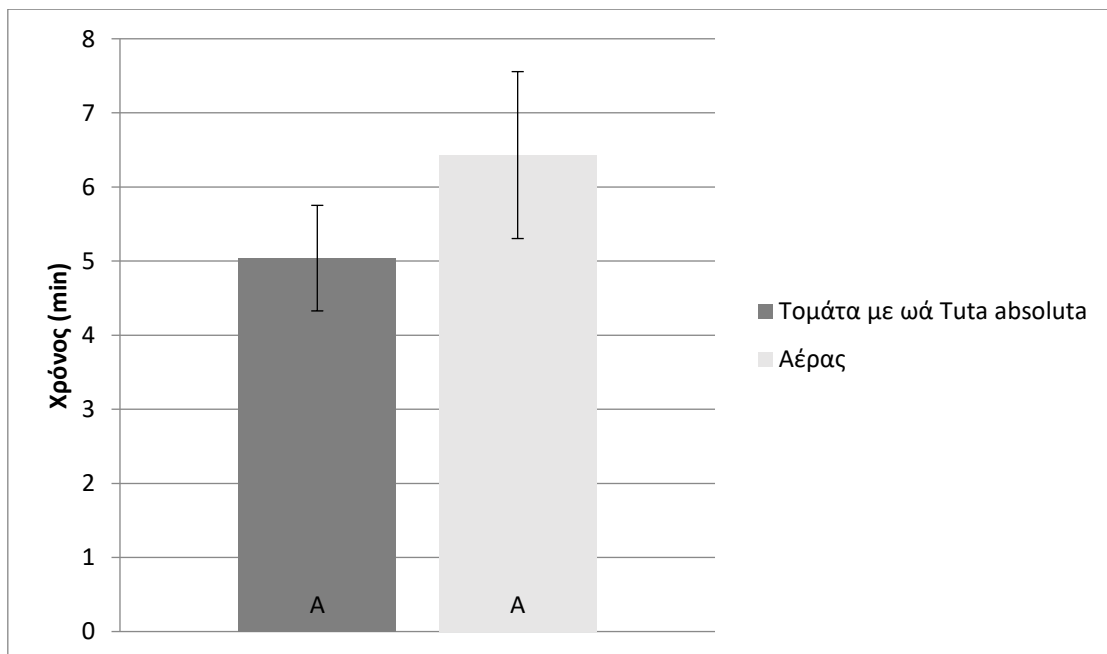
4.1.2. Φύλλα Τομάτας με ωά *T. absoluta* × Αέρα (διπλή επιλογή)

Στην επέμβαση με φύλλα τομάτας όπου είχαν τοποθετηθεί ωά του *T. absoluta* το *M. melanotoma* προτίμησε την οσμή των φύλλων τομάτας σε σημαντικό ποσοστό $78,57 \pm 7,14\%$ σε σχέση με τον Αέρα $21,43 \pm 7,14\%$ (Ιστόγραμμα 3).



Ιστόγραμμα 3: Οσφρητική απόκριση (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$).

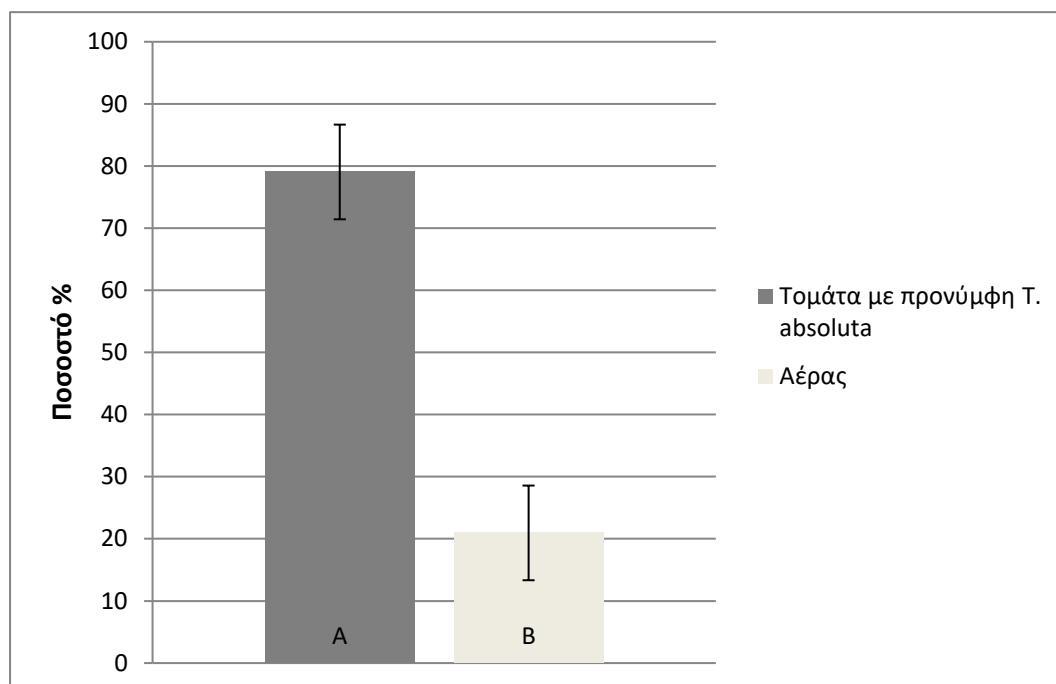
Όμως οι Μ.Ο. των χρόνων απόκρισης δεν δείχνουν σημαντική διαφορά. ($5,04 \pm 0,71 \text{min}$ για φύλλα Τομάτας και $6,43 \pm 1,13 \text{min}$ για αέρα) (Ιστόγραμμα 4).



Ιστόγραμμα 4: Χρόνος απόκρισης (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά ($P > 0,05$).

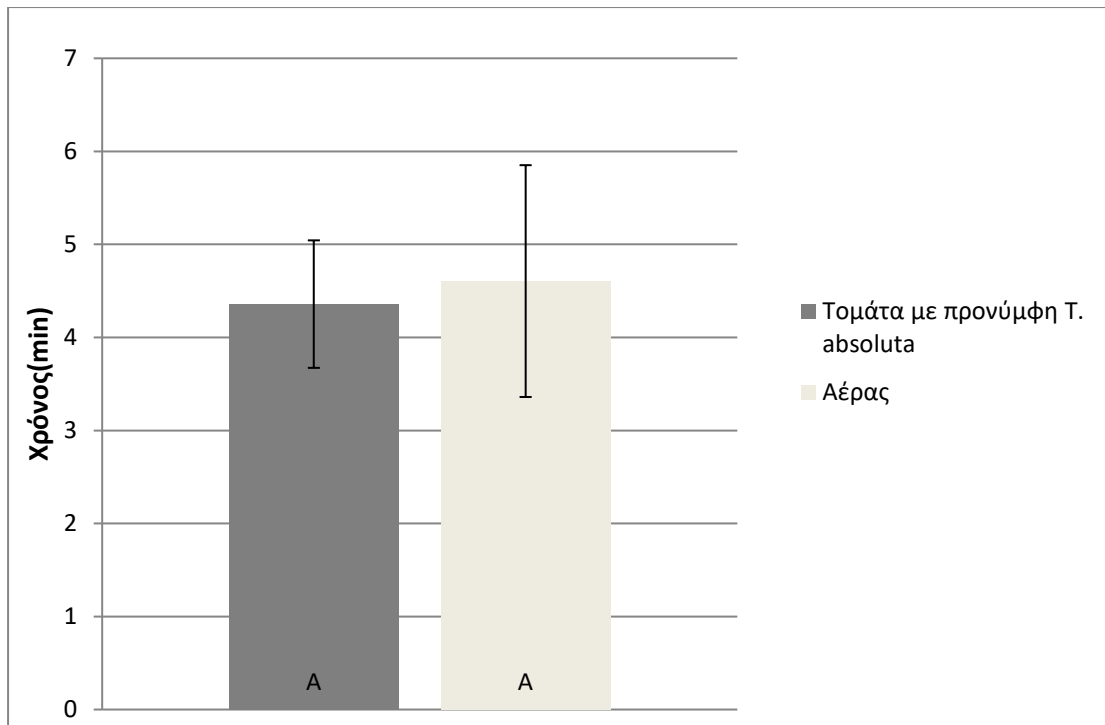
4.1.3. Φύλλα τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* L1-L2 × Αέρα (διπλή επιλογή)

Όταν τα έντομα είχαν να επιλέξουν μεταξύ της οσμής των φύλλων Τομάτας με προνύμφες του *T. absoluta* και του φιλτραρισμένου αέρα επέλεξαν τα φύλλα τομάτας με λεία με σημαντικό ποσοστό $79,05 \pm 7,62\%$ έναντι $20,95 \pm 7,62\%$ (Ιστόγραμμα 5).



Ιστόγραμμα 5: Οσφρητική απόκριση (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* και Αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$).

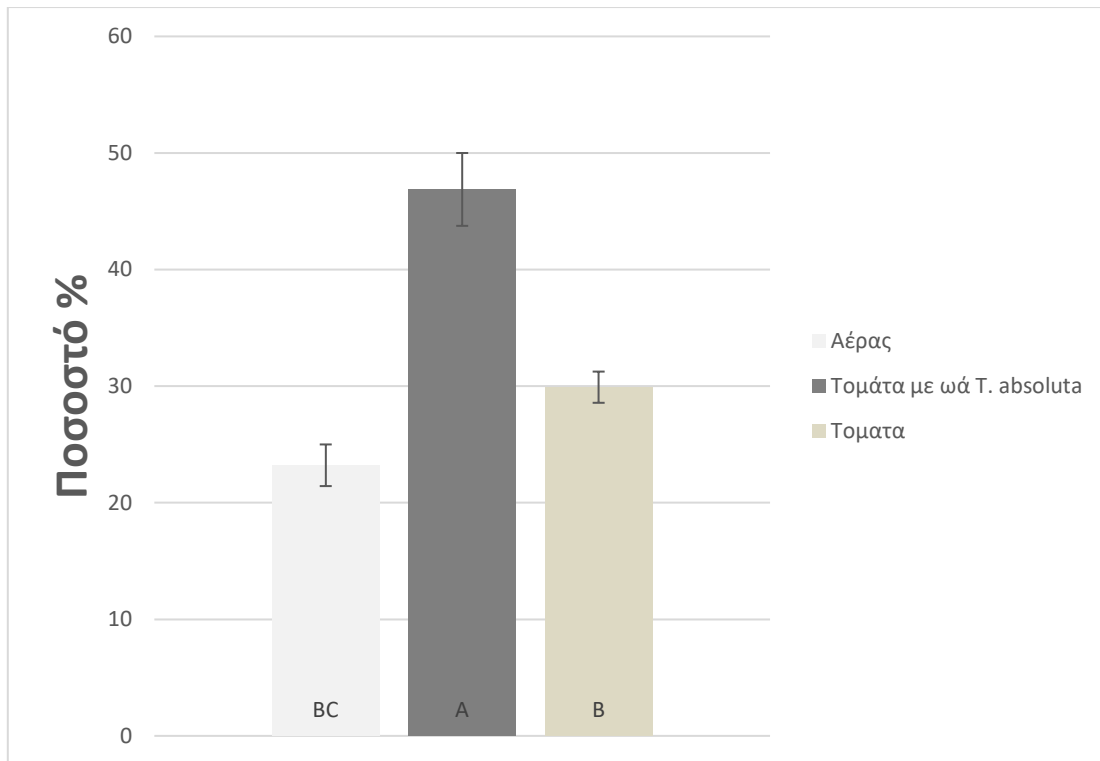
Όσον αφορά τον χρόνο της απόκρισης οι μετρήσεις μας δεν μας έδωσαν στατιστικώς σημαντικά αποτελέσματα. (Τομάτα $4,36 \pm 0,69 \text{min}$, Αέρας $4,61 \pm 1,25 \text{min}$) (Ιστόγραμμα 6).



Ιστόγραμμα 6: Χρόνος απόκρισης (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* και αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά ($P>0.05$).

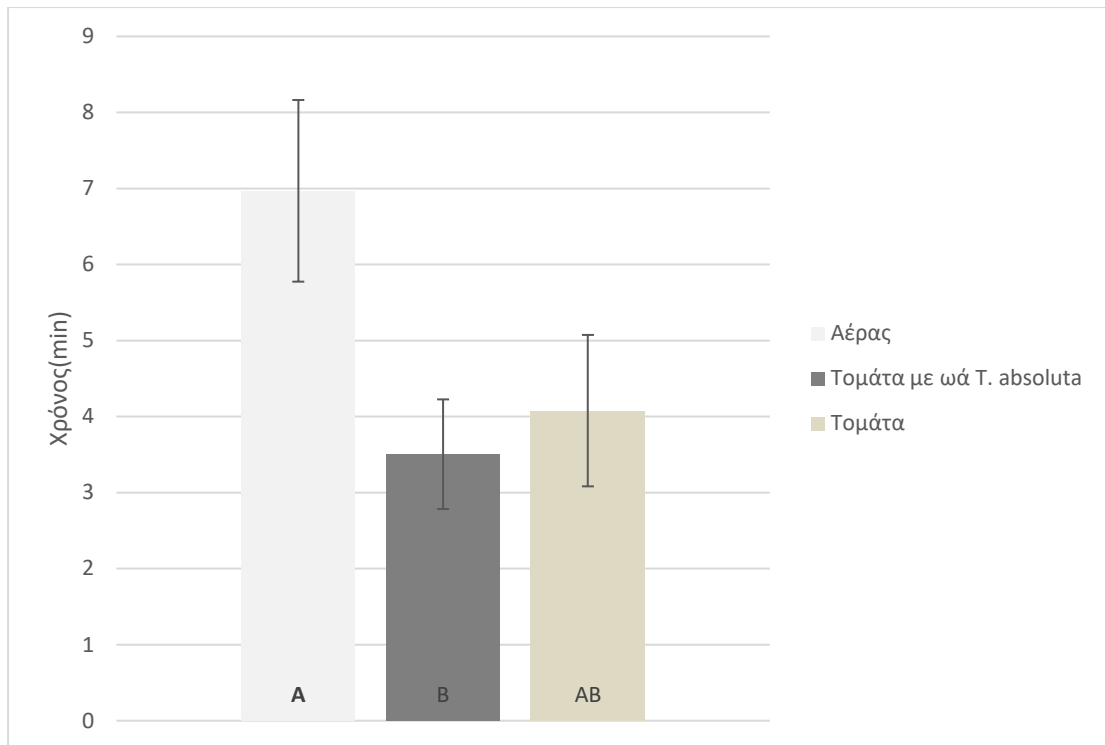
4.1.4. Φύλλα Τομάτας με ωά *T. absoluta* × Φύλλα Τομάτας × Αέρας (τριπλή επιλογή)

Σε αυτή την τριπλή επιλογή τα έντομα είχαν να επιλέξουν από 3 πηγές οσμών φιλτραρισμένο αέρα, φύλλα Τομάτας με ωά *T. absoluta* και φύλλα Τομάτας. Στο Ιστόγραμμα 7 βλέπουμε ότι το *M. melanotoma* προτίμησε το φύλλο τομάτας με ωά *T. absoluta* $46,88\pm 3,13\%$, ποσοστό στατιστικά σημαντικό σε σχέση με τον αέρα $23,21\pm 1,79\%$ και το φύλλο τομάτας $36,11\pm 2,78\%$.



Ιστόγραμμα 7: Οσφρητική απόκριση (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας με ωά *T. Absoluta*, φύλλων τομάτας και Αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$).

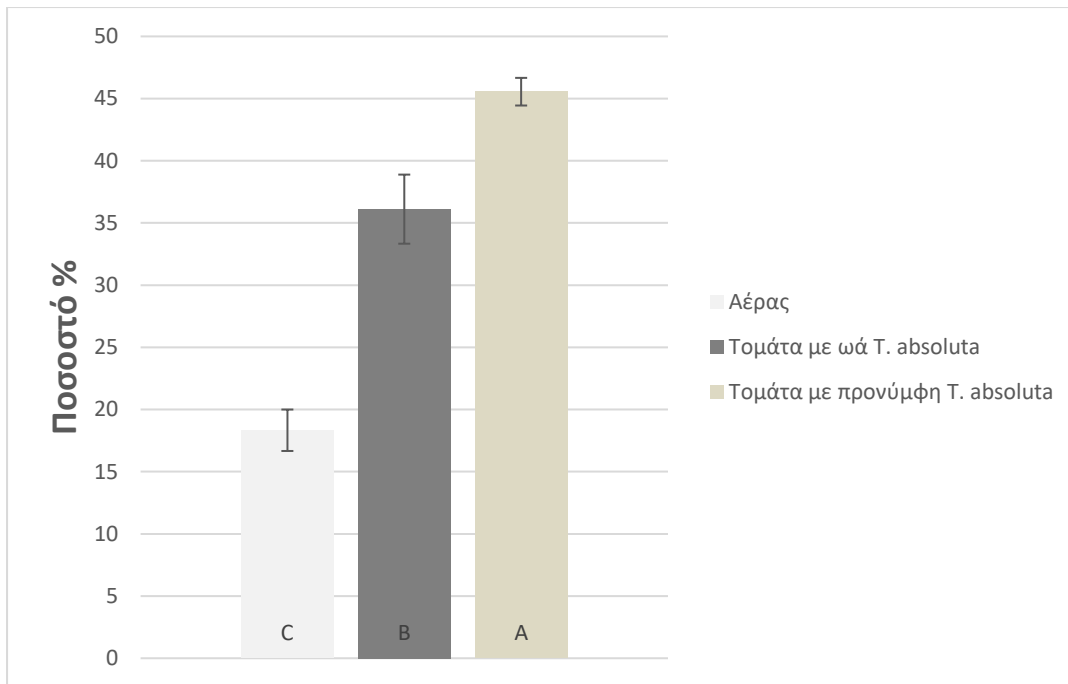
Στη μέτρηση του χρόνου απόκρισης (**Ιστόγραμμα 8**) δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ φύλλων τομάτας $4,08 \pm 1,1 \text{min}$ και αέρα $6,97 \pm 1,19 \text{min}$. Παρατηρήθηκε όμως σημαντική διαφορά μεταξύ αέρα και φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και αέρα ($3,50 \pm 0,72 \text{min}$ $6,97 \pm 1,19 \text{min}$, αντίστοιχα). Το *M. melanotoma* δηλαδή αποκρίθηκε πολύ πιο γρήγορα στο ερέθισμα της οσμής από τα φύλλα με τα ωά *T. absoluta* σε σχέση με αυτά που κινήθηκαν προς την πηγή του φιλτραρισμένου αέρα. Μεταξύ των 2 φυτών δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στους χρόνους απόκρισης όμως υπήρξε μεγαλύτερη προτίμηση στο φύλλο με τα ωά όπως δείχνει το **Ιστόγραμμα 7**.



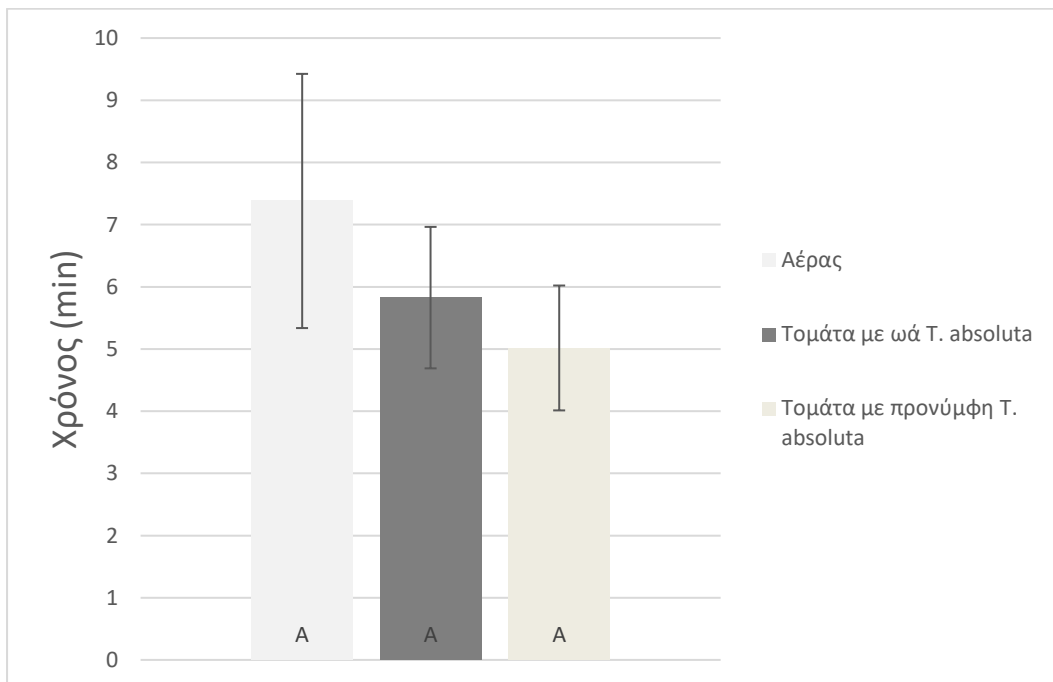
Ιστόγραμμα 8: Χρόνος απόκρισης (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta*, φύλλων τομάτας και αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά ($P>0.05$).

4.1.5. Τομάτας με ωά *T. absoluta* × Φύλλα Τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* L1-L2 × Αέρας (τριπλή επιλογή)

Στην επέμβαση αυτή βρέθηκε ότι το θηλυκό έντομο έδειξε μια σαφή (στατιστικώς σημαντική) προτίμηση στην οσμή από τα φύλλα τομάτας με προνύμφες του *T. absoluta* ($45,56 \pm 1,11\%$), ακολούθησαν τα φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta* ($36,11 \pm 2,78\%$) και την μικρότερη προτίμηση την είχε ο φιλτραρισμένος αέρας ($18,33 \pm 1,67\%$) (**Ιστόγραμμα 9**). Οι χρόνοι απόκρισης όμως δεν παρουσίασαν σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών πηγών οσμών (**Ιστόγραμμα 10**).



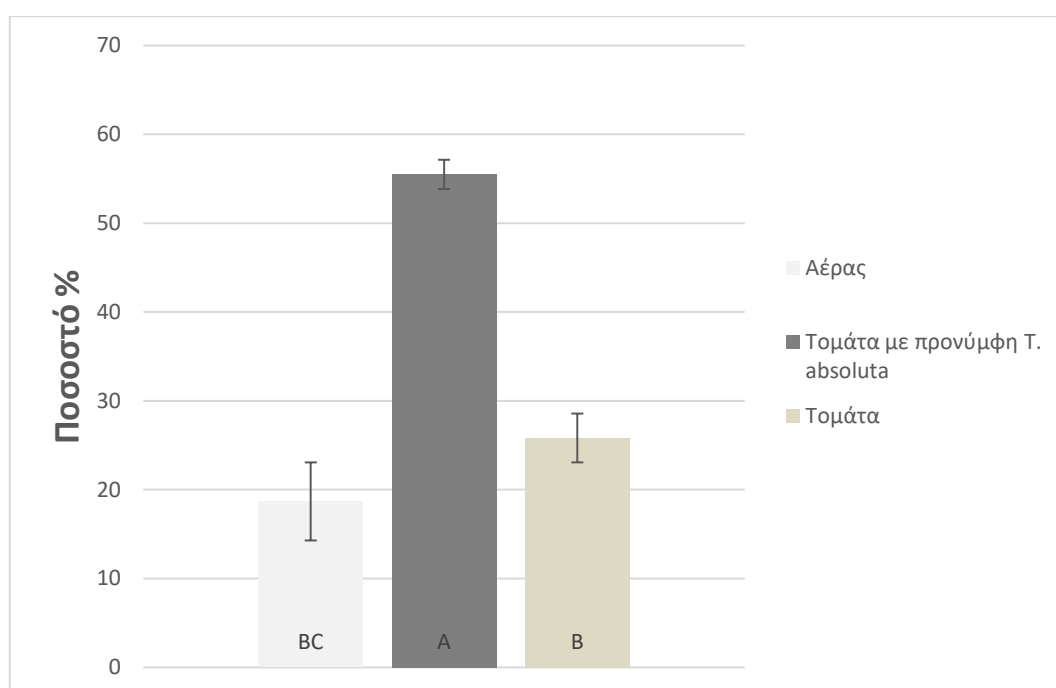
Ιστόγραμμα 9: Οσφρητική απόκριση (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας με ωά *T. Absoluta*, φύλλων τομάτας με προνύμφες *T. Absoluta* και Αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$).



Ιστόγραμμα 10: Χρόνος απόκρισης (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta*, φύλλων τομάτας με προνύμφη *T. absoluta* και αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά ($P > 0,05$).

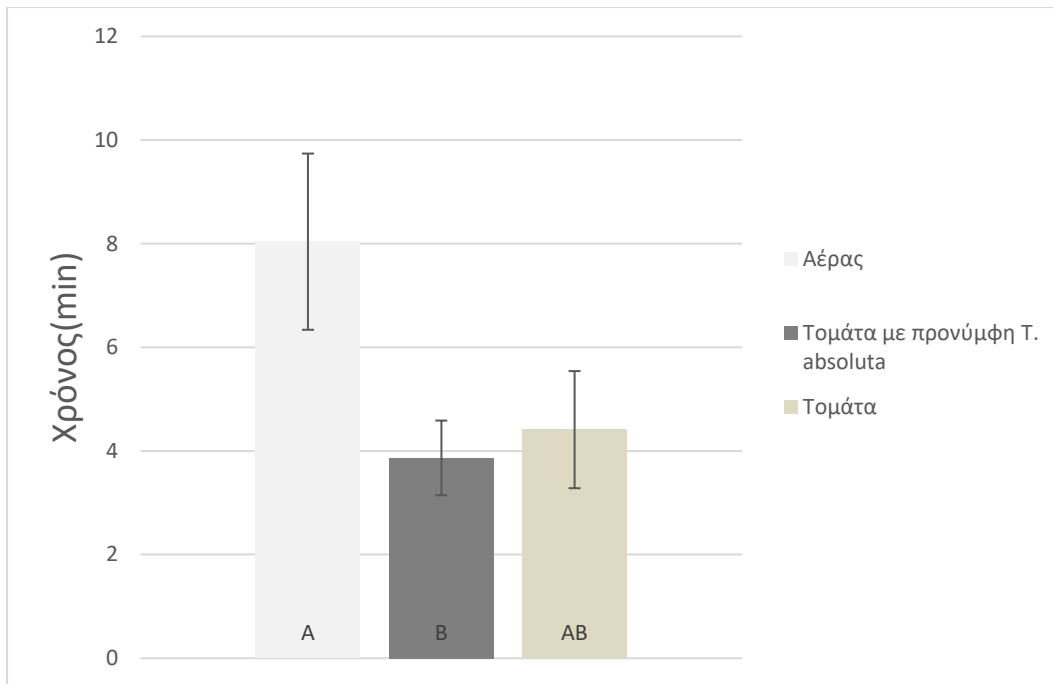
4.1.6. Φύλλα Τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* L1-L2 × Φύλλα Τομάτας × Αέρας (τριπλή επιλογή)

Στο Ιστόγραμμα 11 Μεταξύ φύλλων τομάτας και φύλλων με προνύμφες *T. absoluta* το *M. melanotoma* προτιμά τα φύλλα τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* σε σημαντικό ποσοστό $55,49 \pm 1,65\%$ σε σχέση με την τομάτα $25,82 \pm 2,75\%$ και τον αέρα $23,21 \pm 1,79\%$.



Ιστόγραμμα 11: Οσφρητική απόκριση (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας και φύλλων με προνύμφες *T. absoluta* και Αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$).

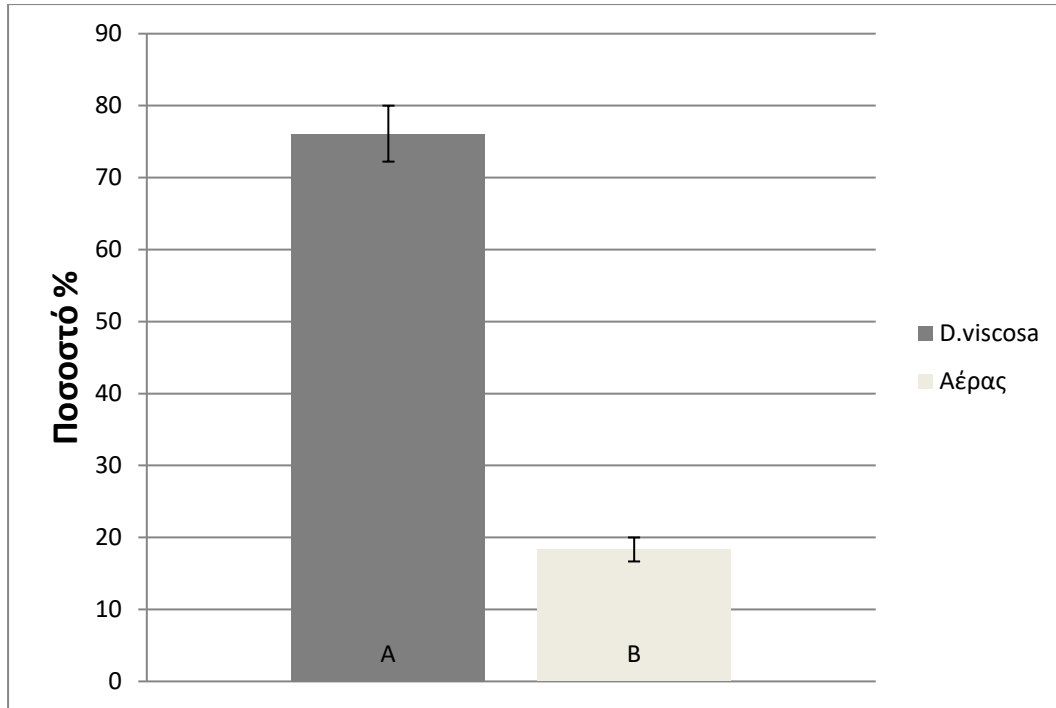
Στο **Ιστόγραμμα 12** μπορούμε να δούμε ότι το *M. melanotoma* επιλέγει τα φύλλα τομάτας με προνύμφη πολύ πιο γρήγορα $3,86 \pm 0,72$ min σε σχέση με τον φιλτραρισμένο αέρα $8,04 \pm 1,7$ min (σημαντική διαφορά) και σχεδόν το ίδιο γρήγορα σε σχέση με τα φύλλα τομάτας $4,41 \pm 1,13$ min.



Ιστόγραμμα 12: Χρόνος απόκρισης (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας και φύλλων με προνύμφες *T. absoluta* και αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά ($P > 0.05$).

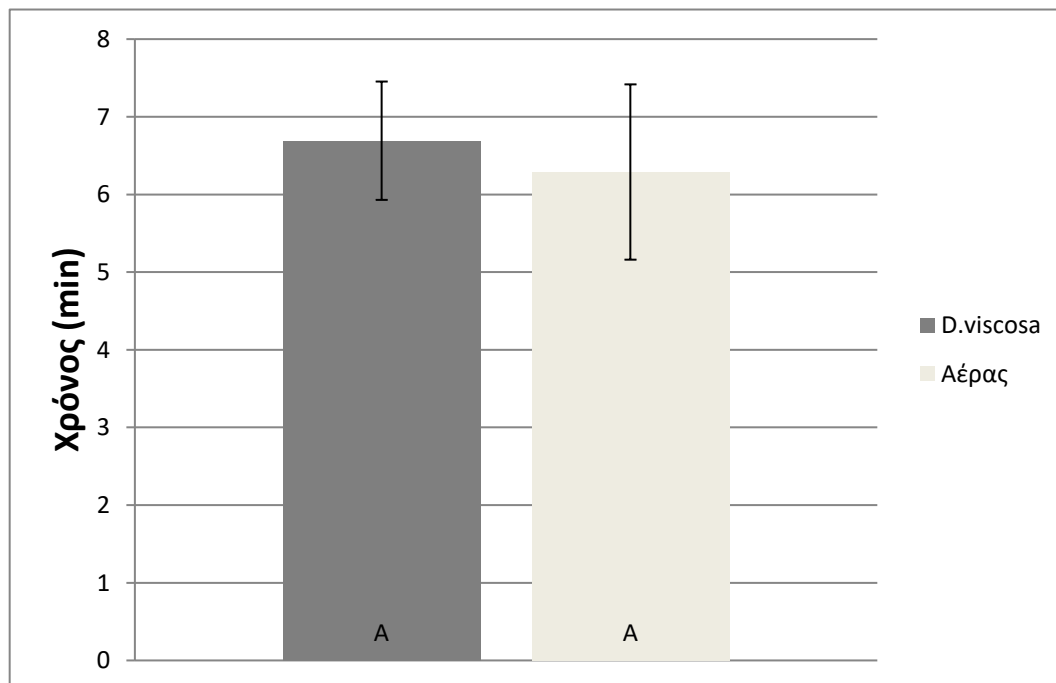
4.1.7. Φύλλα *D. viscosa* × Αέρα (διπλή επιλογή)

Στο Ιστόγραμμα 13 φαίνεται ότι στο πείραμα με 2 πηγές οσφρητικών ερεθισμάτων με φύλλα *D. viscosa* και φιλτραρισμένο αέρα το έντομο έδειξε καθαρή προτίμηση στο *φυτό* από το οποίο προέρχεται (*D. viscosa*) σε ποσοστό $76,11 \pm 3,89\%$ (Αέρας $18,33 \pm 1,67$).



Ιστόγραμμα 13: Οσφρητική απόκριση (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων *D. viscosa* και αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$).

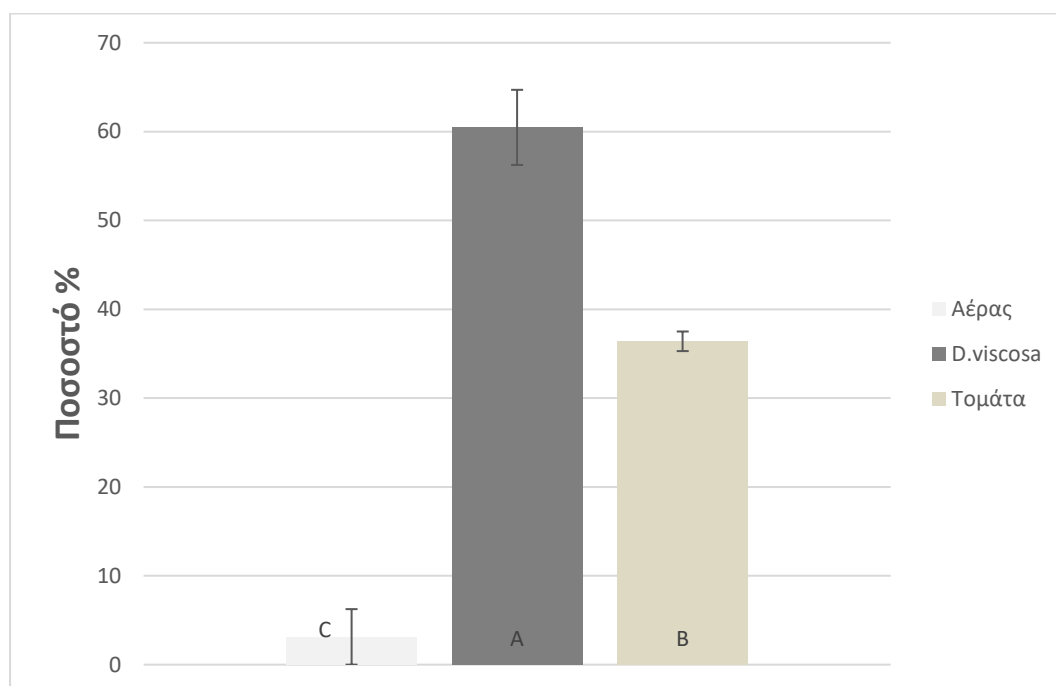
Δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά στους χρόνους απόκρισης μεταξύ των 2 αυτών οσφρητικών πηγών. (Ιστόγραμμα 14)



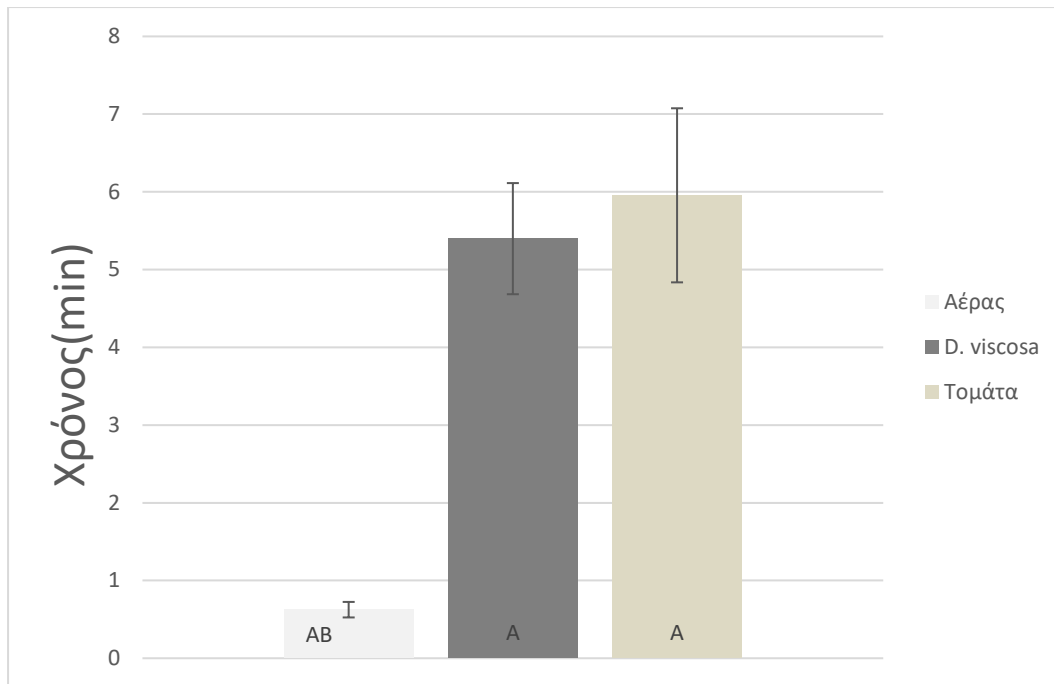
Ιστόγραμμα 14: Χρόνος απόκρισης (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων *D. viscosa* και αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά ($P > 0,05$).

4.1.8. Φύλλα *D.viscosa* × Φύλλα Τομάτας × Αέρας (τριπλή επιλογή)

Στα πειράματα τριπλής οσφρητικής επιλογής με φύλλα *D. viscosa*, φύλλα Τομάτας και φιλτραρισμένο αέρα, το έντομο επέλεξε το φυτό ξενιστή του σε μεγαλύτερο ποσοστό **60,48±4,23%**; το **36,4±1,10%** επέλεξε την τομάτα και μόλις το **3,13±3,13%** τον αέρα. (Ιστόγραμμα 15). Ο χρόνος απόκρισης δεν είχε σημαντικές διαφορές (Ιστόγραμμα 16).



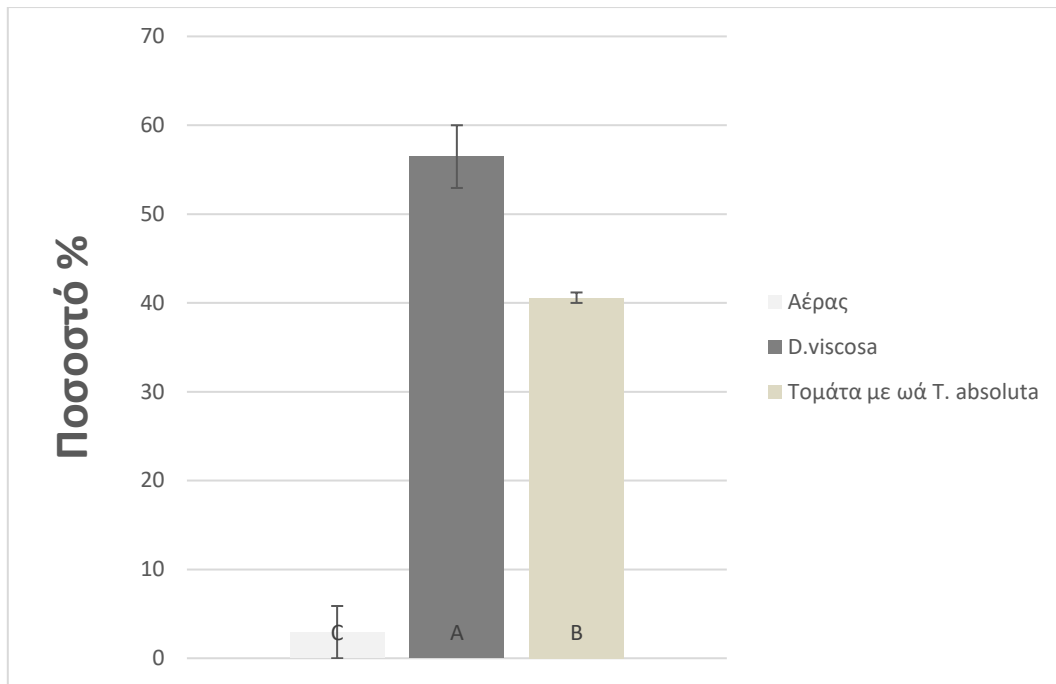
Ιστόγραμμα 15: Οσφρητική απόκριση (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας και φύλλων *D. viscosa* και Αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$).



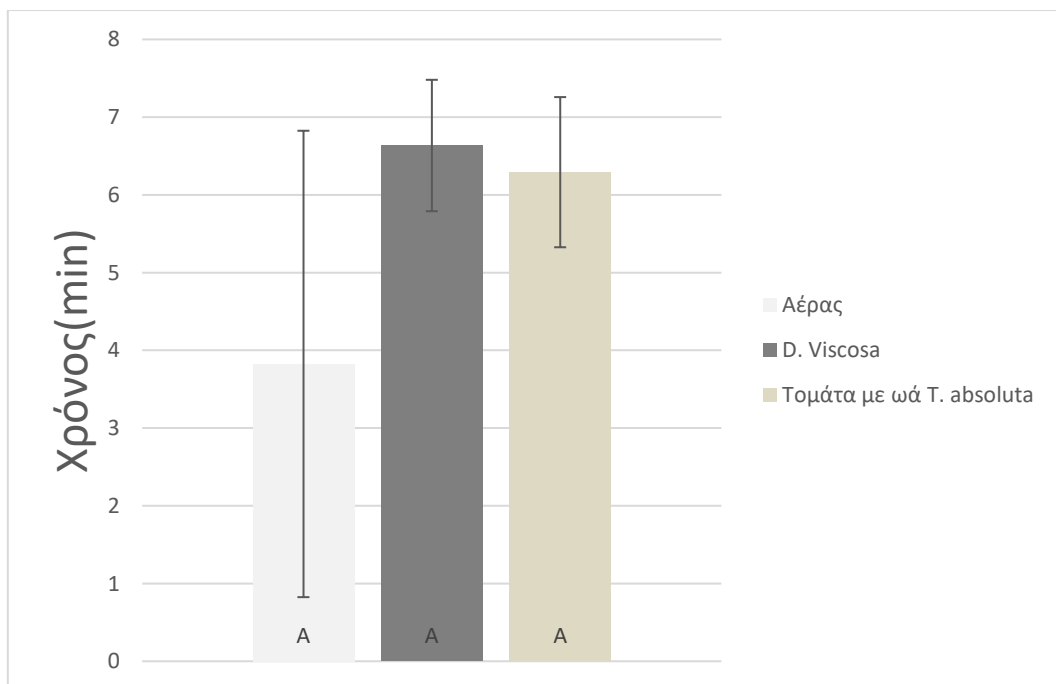
Ιστόγραμμα 16: Χρόνος απόκρισης (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας, φύλλων *D.viscosa* και αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά ($P>0.05$).

4.1.9. Φύλλα *D. viscosa* × Φύλλα Τομάτας με ωά *T. absoluta* × Αέρας (τριπλή επιλογή)

Το *M. melanotoma* στο πείραμα τριπλής επιλογής με φύλλα *D. viscosa*, φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta* και φιλτραρισμένο αέρα προτίμησε την πηγή οσμής με τα φύλλα *D. viscosa* ($56,47 \pm 3,53\%$). Φύλλα τομάτας με ωά επέλεξε το $40,59 \pm 0,59\%$ των ατόμων και φιλτρ. αέρα το $2,94 \pm 2,94\%$ (Ιστόγραμμα 17). Στο Ιστόγραμμα 18 του δεν παρατηρούμε στατιστική σημαντική διαφορά στον μέσο χρόνο απόκρισης μεταξύ των τριών αυτών οσφρητικών πηγών.



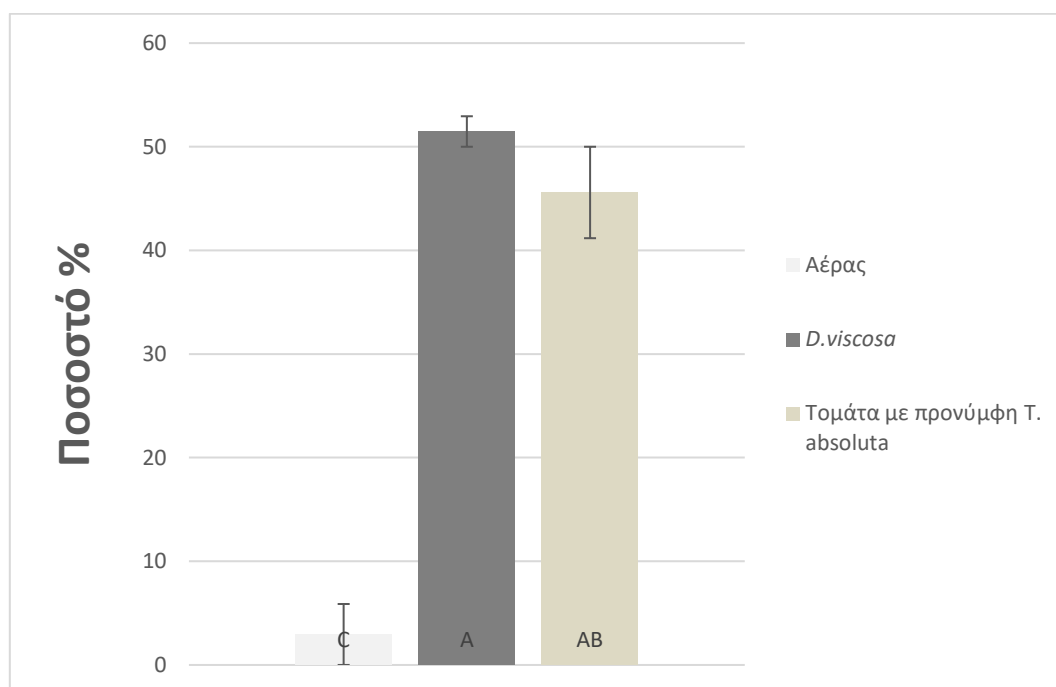
Ιστόγραμμα 17: Οσφρητική απόκριση (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta* και φύλλων *D. viscosa* και Αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$).



Ιστόγραμμα 18: Χρόνος απόκρισης (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta*, φύλλων *D. viscosa* και αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά ($P > 0,05$).

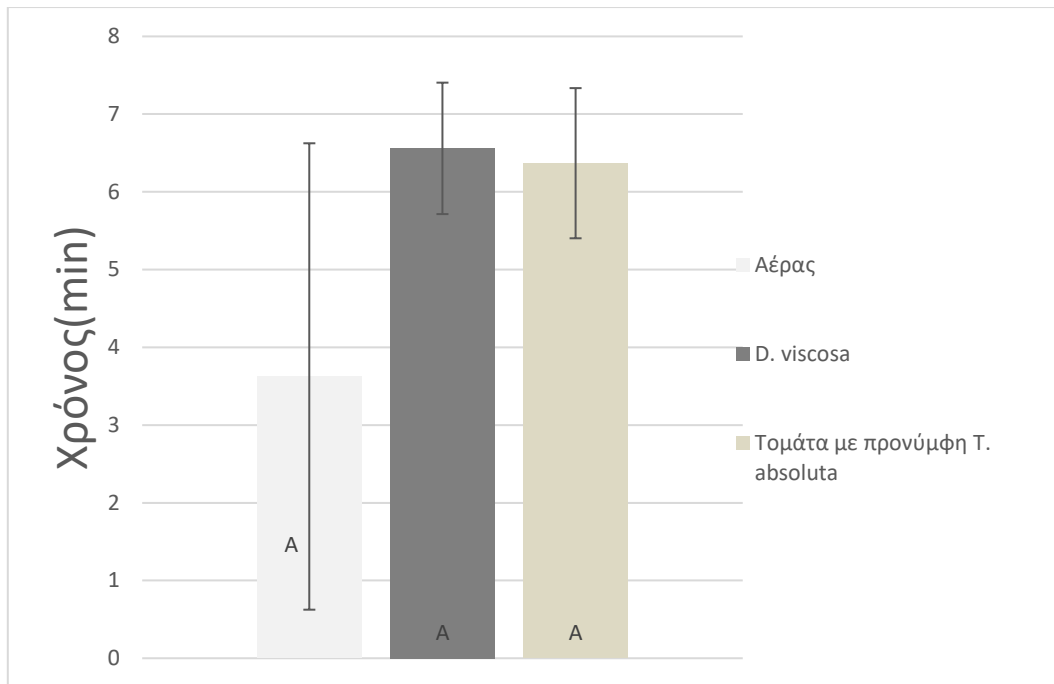
4.1.10. Φύλλα *D. viscosa* × Φύλλα Τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* L1-L2 × Αέρας (τριπλή επιλογή)

Όταν για οσφρητικές πηγές στο ολοφακτόμετρο είχαμε φύλλα *D. viscosa*, φύλλα τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* και αέρα παρατηρήσαμε ότι η προτίμηση των θηλυκών *M. melanotoma* ήταν παρόμοια στη τομάτα με προνύμφη *T. absoluta* ($45,59 \pm 4,41\%$) και στο *D. viscosa* ($51,47 \pm 1,47\%$) όμως διέφερε σημαντικά από τον αέρα όπου τον επέλεξαν μόλις 2 έντομα από τα 38 ($2,94 \pm 2,94\%$) (Ιστόγραμμα 19).



Ιστόγραμμα 19: Οσφρητική απόκριση (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας με προνύμφες *T. Absoluta*, φύλλων *D. viscosa* και Αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$).

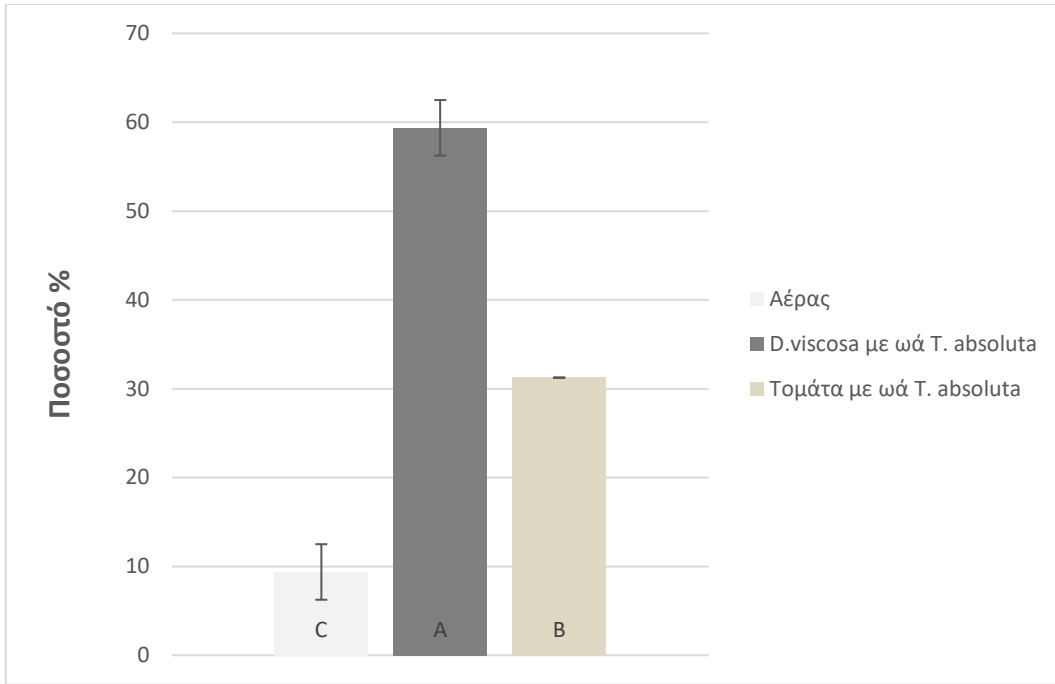
Στο Ιστόγραμμα 20 δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στους χρόνους απόκρισης μεταξύ φύλλων *D. viscosa*, φύλλων τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* και αέρα.



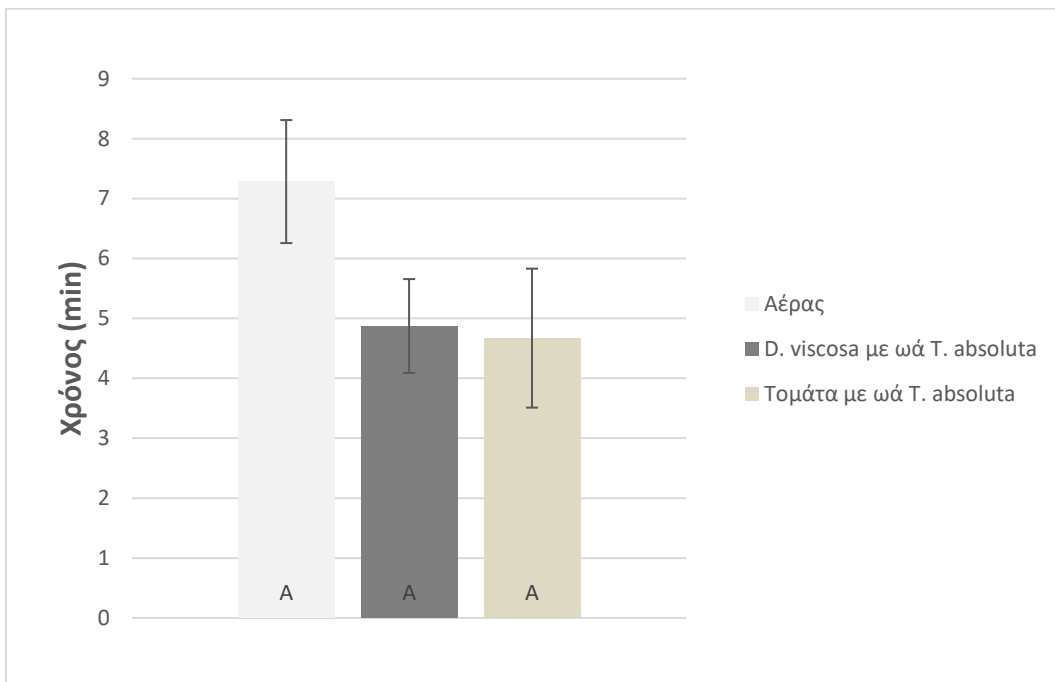
Ιστόγραμμα 20: Χρόνος απόκρισης (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας με προνύμφες *T. absoluta*, φύλλων *D. viscosa* και αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά ($P > 0.05$).

4.1.11. Φύλλα *D. viscosa* με ωά *T. absoluta* × Φύλλα Τομάτας με ωά *T. absoluta* × Αέρας (τριπλή επιλογή)

Στο ιστόγραμμα 21 βλέπουμε ότι και σε αυτή την επέμβαση το *D. viscosa* με ωά *T. absoluta* είναι η κύρια επιλογή του εντόμου σε ποσοστό **59,38±3,13%** σε σχέση με τα φύλλα τομάτας με ωά *T. absoluta* (**31,25%**). Τον αέρα τον επέλεξε ένα μικρό ποσοστό (**9,38±3,13%**). Οι διαφορές των χρόνων απόκρισης είναι μη σημαντικές (**Ιστόγραμμα 22**).



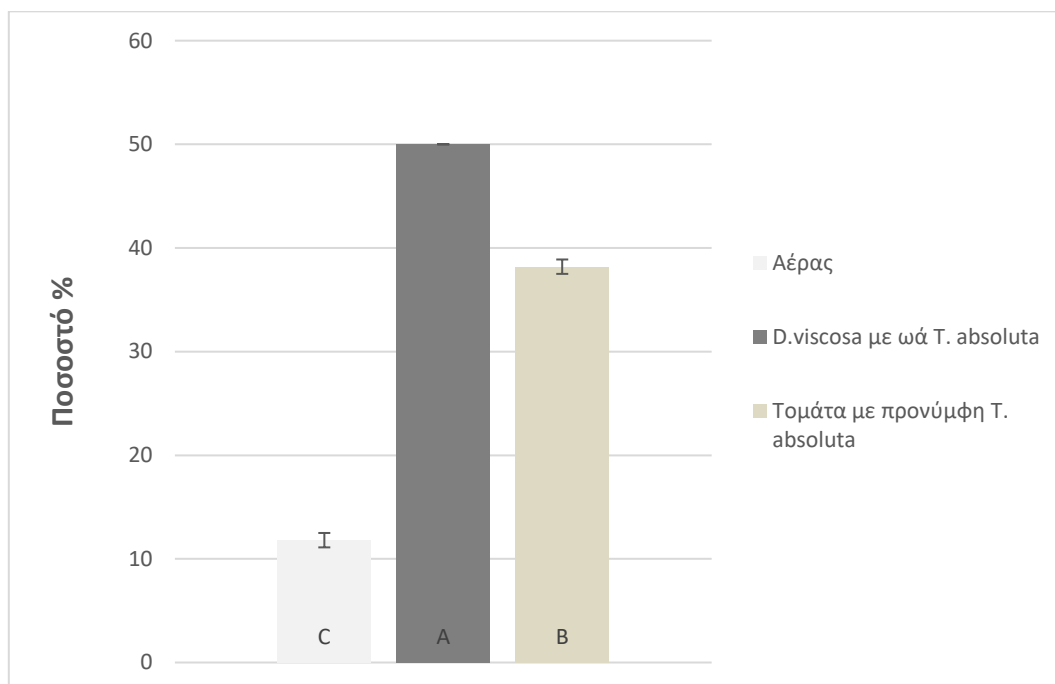
Ιστόγραμμα 21: Οσφρητική απόκριση (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta*, φύλλων *D. viscosa* με ωά *T. absoluta* και Αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$).



Ιστόγραμμα 22: Χρόνος απόκρισης (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας με ωά *T. absoluta*, φύλλων *D. viscosa* με ωά *T. absoluta* και αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά ($P > 0,05$).

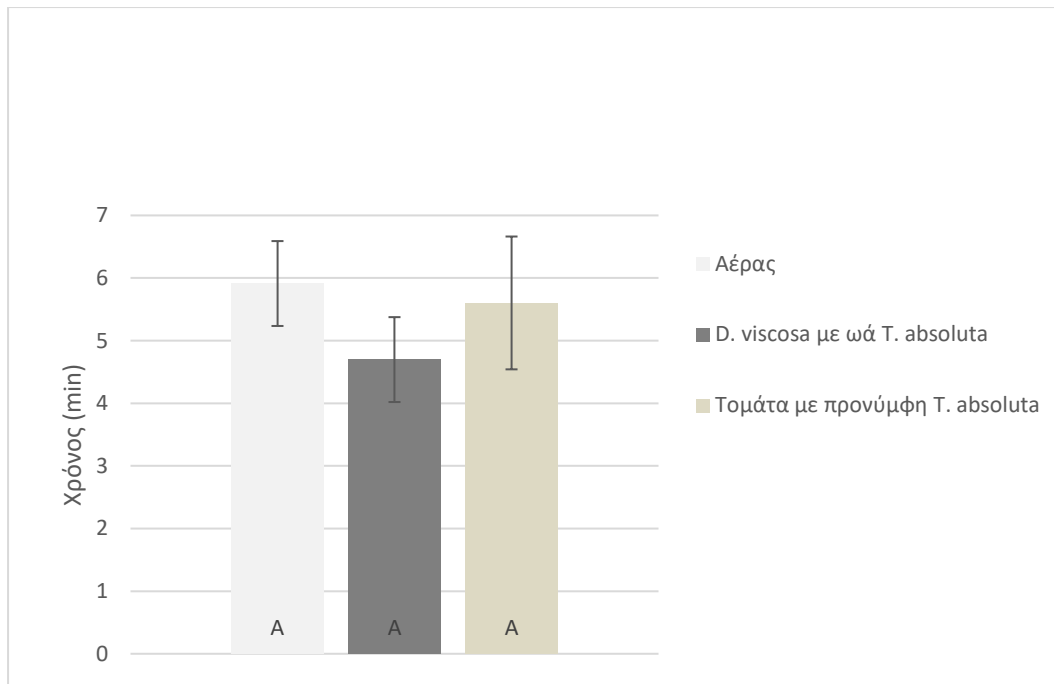
4.1.12. Φύλλα *D. viscosa* με ωά *T. absoluta* × Φύλλα Τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* L1-L2 × Αέρας (τριπλή επιλογή)

Τα αποτελέσματα και σε αυτή την επέμβαση μας έδειξαν $38,19 \pm 0,69\%$ ότι προτίμησε τα φύλλα τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* και το μεγαλύτερο ποσοστό προτίμησε τα φύλλα *D. viscosa* με τα ωά *T. absoluta* **50%**. Μόνο το $11,81 \pm 0,69\%$ των ατόμων επέλεξε τον αέρα (Ιστόγραμμα 23).



Ιστόγραμμα 23: Οσφρητική απόκριση (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας προνύμφες *T. absoluta*, φύλλων *D. viscosa* με ωά *T. absoluta* και Αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$).

Στο **Ιστόγραμμα 24** βλέπουμε ότι οι χρόνοι απόκρισης δεν έχουν σημαντικές διαφορές.



Ιστόγραμμα 24: Χρόνος απόκρισης (μ.ο. ± τ.σ.) του αρπακτικού *M. melanotoma* μεταξύ φύλλων τομάτας με προνύμφες *T. absoluta*, φύλλων *D. viscosa* με ωά *T. absoluta* και αέρα. Στήλες που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά ($P > 0.05$).

Πίνακες αποτελεσμάτων:

Πίνακας 4: Οι μέσοι όροι ποσοστών απόκρισης του *Macrolophus melanotoma* (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.

Είδος	Επέμβαση	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) Τομάτα	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) Τομάτα με ωά <i>T. absoluta</i>	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) Τομάτα με προνύμφη <i>T. absoluta</i>	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) <i>D. viscosa</i>	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) <i>D. viscosa</i> με ωά <i>T. absoluta</i>	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) Αέρα	Μ.Ο. Ποσοστών (%) N.C.
<i>M. melanotoma</i>	Τομάτα Χ Αέρα	65,48±1,19A ab	-	-	-	-	34,52±1,19B	23,68
<i>M. melanotoma</i>	Τομάτα με ωά Tuta Χ Αέρα	-	78,57± 7,14Aa	-	-	-	21,43±7,14B	26,32
<i>M. melanotoma</i>	Τομάτα με Προνύμφη Tuta Χ Αέρα	-	-	79,05±7,62Aa	-	-	20,95±7,62B	23,68
<i>M. melanotoma</i>	<i>D. viscosa</i> Χ Αέρα	-	-	-	76,11±3,89Aa	-	18,33±1,67B	13,16

Πίνακας 7: Οι μέσοι όροι του χρόνου απόκρισης του *Macrolophus melanotoma* (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.

Είδος	Επέμβαση	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης Τομάτας	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης Τομάτας με ωά <i>T. absoluta</i>	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης Τομάτας με προνύμφη <i>T. absoluta</i>	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης <i>D. viscosa</i>	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης <i>D. viscosa</i> με ωά <i>T. absoluta</i>	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης Αέρα
<i>M. melanotoma</i>	Τομάτα Χ Αέρας	4,66±0,78Aa	-	-	-	-	7,05±1,26Aa
<i>M. melanotoma</i>	Τομάτα με ωά <i>T. absoluta</i> Χ Αέρας	-	5,04±0,71Aa	-	-	-	6,43±1,13Aa
<i>M. melanotoma</i>	Τομάτα με προνύμφη <i>Tuta</i>	-	-	4,36±0,69Aa	-	-	4,61±1,25Aa
<i>M. melanotoma</i>	<i>D.viscosa</i> Χ Αέρας	-	-	-	6,69±0,76Aa	-	6,29±1,13Aa

Πίνακας 10: Οι μέσοι όροι ποσοστών απόκρισης του *Macrolophus melanotoma* (τριπλών επιλογών). Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν σε κάθε μεταχείριση.

Είδος	Επέμβαση	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) Τομάτα	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) Τομάτα με ωά <i>T. absoluta</i>	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) Τομάτα με προνύμφη <i>T. absoluta</i>	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) <i>D.viscosa</i>	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) <i>D.viscosa</i> με ωά <i>T. absoluta</i>	Μ.Ο. Ποσοστών Απόκρισης (%) Αέρα	Μ.Ο. Ποσοστών (%) Ν.С.
<i>M. melanotoma</i>	Τομάτα με ωά <i>T. absoluta</i> Χ Τομάτα	29,91±1,34B	46,88±3,13A	-	-	-	23,21±1,79BC	21,05
<i>M. melanotoma</i>	Τομάτα με ωά <i>T. absoluta</i> Χ Τομάτα με προνύμφη <i>T. absoluta</i>	-	36,11±2,78B	45,56±1,11A	-	-	18,33±1,67C	28,95
<i>M. melanotoma</i>	Τομάτα με προνύμφη <i>T. absoluta</i> Χ Τομάτα	25,82±2,75B	-	55,49±1,65A	-	-	18,68±4,48C	13,16
<i>M. melanotoma</i>	<i>D.viscosa</i> Χ Τομάτα	36,4±1,10 B	-	-	60,48±4,23 A	-	3,13±3,13 C	13,16
<i>M. melanotoma</i>	<i>D.viscosa</i> Χ Τομάτα με ωά <i>T. absoluta</i>	-	40,59±0,59B	-	56,47±3,53A	-	2,94±2,94C	15,79
<i>M. melanotoma</i>	<i>D.viscosa</i> Χ Τομάτα με Προνύμφη <i>T. absoluta</i>	-	-	45,59±4,41AB	51,47±1,47A	-	2,94±2,94C	13,16
<i>M. melanotoma</i>	<i>D.viscosa</i> με ωά <i>T. absoluta</i> Χ Τομάτα με ωά <i>T. absoluta</i>	-	31,25±0B	-	-	59,38±3,13A	9,38±3,13C	15,79
<i>M. melanotoma</i>	<i>D.viscosa</i> με ωά <i>T. absoluta</i> Χ Τομάτα με Προνύμφη <i>T. absoluta</i>	-	-	38,19±0,69B	-	50±0A	11,81±0,69C	10,53

Πίνακας 12: Οι μέσοι όροι χρόνου απόκρισης του *Macrolophus melanotoma* (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>T. absoluta</i>	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης Τομάτας με προνόμφη <i>T.</i>	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης <i>D. viscosa</i>	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης <i>D. viscosa</i> με ωά <i>T.</i>	Μ.Ο. Χρόνου Απόκρισης Αέρα
<i>M. melanotoma</i>	Τομάτα με ωά <i>T. absoluta</i> X Τομάτα	4,08±1AB	3,50±0,72B	-	-	-	6,97±1,19A
<i>M. melanotoma</i>	Τομάτα με ωά <i>T. absoluta</i> X Τομάτα με προνόμφη <i>T. absoluta</i>	-	5,83±1,14A	5,02±1A	-	-	7,38±2,04A
<i>M. melanotoma</i>	Τομάτα με προνόμφη <i>T. absoluta</i> X Τομάτα	4,41±1,13AB	-	3,8667±0,72B	-	-	8,04±1,7A
<i>M. melanotoma</i>	<i>D. viscosa</i> X Τομάτα	5,96±1,12A	-	-	5,4±0,72A	-	0,63±0,63AB
<i>M. melanotoma</i>	<i>D. viscosa</i> X Τομάτα με ωά <i>T. absoluta</i>	-	6,3±0,97A	-	6,64±0,85A	-	3,83±3,83A
<i>M. melanotoma</i>	<i>D. viscosa</i> X Τομάτα με Προνόμφη <i>T. absoluta</i>	-	-	6,37±1,12A	6,56±0,96A	-	3,63±3,63A
<i>M. melanotoma</i>	<i>D. viscosa</i> με ωά <i>T. absoluta</i> X Τομάτα με ωά <i>T. absoluta</i>	-	4,67±1,16A	-	-	4,87±0,78A	7,28±1,03A
<i>M. melanotoma</i>	<i>D. viscosa</i> με ωά <i>T. absoluta</i> X Τομάτα με Προνόμφη <i>T. absoluta</i>	-	-	5,60±1,06A	-	4,7±0,83A	5,91±0,68A

5. Συζήτηση

Γενικά τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλά ποσοστά απόκρισης του *M. melanotoma*, συγκρίσιμα με άλλες μελέτες όπως των Ingegno et al. (2016) όπου σε ολφακτομετρικές μετρήσεις με ολφακτόμετρο τύπου «Υ» με φύλλα τομάτας, φύλλα *D. viscosa* και φύλλα πιπεριάς σε σύγκριση με φύλλα κουκιών, το *M. melanotoma* προτίμησε τα φύλλα τομάτας σε ποσοστό 50%), πιπεριάς 63% και *D. viscosa* 70%) σε σχέση με τα φύλλα κουκιών 50%, 30% και 27% αντίστοιχα.

Στα πειράματα διπλής επιλογής παρατηρήσαμε ότι σε όλες τις επεμβάσεις το *M. melanotoma* προσελκύνθηκε από τα οσφρητικά ερεθίσματα των φύλλων του εκάστοτε φυτού, σε σημαντικό ποσοστό σε σχέση με την πηγή αέρα. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με την ολφακτομετρική μελέτη των Ingegno et al. (2011) με το *M. pygmaeus*. Οι παραπάνω χρησιμοποιώντας ολφακτόμετρο τύπου «Υ» έδειξαν ότι τα ενήλικα *M. pygmaeus* προτιμούν το φύλλο του φυτού σε περιπτώσεις που είχε να διαλέξει μεταξύ φυτού και αέρα. Το έντομο είναι σε θέση να αντιληφθεί μέσω των κεραιών του και της ροής αέρα που βρίσκεται η πηγή οσμής με τον δυνητικό του φυτό- ξενιστή και να την επιλέξει (Ingegno et al., 2011). Τα πειράματα διπλής επιλογής της παρούσας μελέτης δεν έδειξαν διαφορές για το εάν παίζει σημαντικό ρόλο στην προτίμηση το είδος της λείας ή το είδος του φυτού.

Στα πειράματα τριπλής επιλογής βρέθηκε ότι στις επεμβάσεις: 1) φύλλα τομάτας X φύλλα τομάτας με ωά X αέρα και 2) φύλλα τομάτας X φύλλα τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* X αέρα, το μεγαλύτερο ποσοστό του *M. melanotoma* επέλεξε το φύλλο τομάτας με λεία (είτε ωά είτε προνύμφες *T. absoluta*). Επίσης, στην παραπάνω μελέτη των Ingegno et al. (2011) το *M. pygmaeus* προτίμησε το φύλλο με λεία το *T. vaporariorum* στην επέμβαση με φύλλο τομάτας και φύλλο με τη λεία. Το έντομο είναι ικανό να διακρίνει τα ρεύματα αέρα με πτητικά μεταξύ υγιών και προσβεβλημένων φυτών (Ingegno et al., 2011; Moayeri et al., 2006a, b, 2007a, b). Στη συνέχεια του πειράματός μας μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων φύλλων τομάτας με λεία (ωά ή προνύμφες) και αέρα ο μεγαλύτερος αριθμός ατόμων κινήθηκε προς τα φύλλα τομάτας με προνύμφες. Οι Lins et al. (2014) έδειξαν ότι τόσο το *M. pygmaeus* όσο και το *N. tenuis* προσελκύνονται περισσότερο από φυτά με προνύμφες *T. absoluta* σε σχέση με υγιή φυτά. Ακόμα, έχει αναφερθεί ότι το *M. pygmaeus* προτιμά να τρέφεται με προνύμφες 1^{ης} και 2^{ης} ηλικίας (Mollá et al., 2009; Urbaneja et al., 2012).

Το *M. melanotoma* αποκρίνεται καλύτερα σε προσβεβλημένα φυτά και προτιμά σε μεγαλύτερο ποσοστό φύλλα με προνύμφες του *T. absoluta* στην τομάτα σε σχέση με τα αέρα. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στην μεγαλύτερη ποσότητα πτητικών ή στην διαφορετική σύστασή των πτητικών μεταξύ φυτών με μηχανικό τραυματισμό και φυτών με εναπόθεση ωών *T. absoluta*. Έχει αναφερθεί από τους Lins et al. (2014) και Silva et al. (2017), ότι τα φυτά τομάτας που ήταν τραυματισμένα από προνύμφες *T. absoluta* απελευθέρωναν 10 φορές υψηλότερα επίπεδα εκπομπής πτητικών ενώσεων σε σχέση με φυτά υγιή.

Στην επόμενη σειρά επεμβάσεων έχουμε συγκρίσεις με το φυτό από το οποίο προέρχεται το αρπακτικό, δηλαδή το *D. viscosa*. Μελέτες της βιβλιογραφίας ισχυρίζονται ότι το *M. melanotoma* προτιμά το *D. viscosa*, και λιγότερο την τομάτα (Lykouressis et al., 2007, 2012). Σύμφωνα με την μελέτη μας όμως συμπεράνουμε ότι το *M. melanotoma* επιλέγει το *D. viscosa* σε μεγαλύτερο ποσοστό αλλά ωστόσο και το ποσοστό που επιλέγει την τομάτα με ή χωρίς λεία σε σχέση με τον αέρα είναι σημαντικό. Επίσης, το *M. melanotoma* προτιμά το *D. viscosa*, αλλά στην επέμβαση με οσφρητικές πηγές *D. viscosa* X φύλλα Τομάτας με προνύμφες *T. absoluta* X αέρα τα ποσοστά απόκρισης ήταν σχεδόν ίδια. Φαίνεται λοιπόν ότι το θηλυκό *M. melanotoma* μπορεί να επιλέξει και την τομάτα εάν έχει προσβληθεί από το *T. absoluta*. Επομένως, φαίνεται ότι το αρπακτικό εκδηλώνει μια ικανότητα ανίχνευσης του βέλτιστου φυτού μεταξύ των φυτών-ξενιστών αλλά χρειάζεται πλουσιότερους τροφικούς πόρους.

Στις μεταχειρίσεις με φύλλα *D. viscosa* που έφεραν ωά *T. absoluta* και φύλλα τομάτας με ωά/προνύμφες *T. absoluta* και αέρα ήταν σαφής η προτίμηση του *M. melanotoma* στο αυτοφυές φυτό ξενιστή του, το *D. viscosa*, σε ποσοστό 50-59 %. Όμως το ποσοστό που προτίμησε την τομάτα (31-38%) ήταν σχετικά υψηλό και αρκετά μεγαλύτερο από αυτό του αέρα. Οι Ingegno et al. (2016) αναφέρουν ότι το *M. melanotoma* έδειξε την ίδια απόκριση στα πτητικά του *D. viscosa* (φυτό - ξενιστής) με τα πτητικά πιπεριάς και τομάτας (φυτά μη-ξενιστές).

Η μέτρηση του χρόνου απόκρισης έδειξε ότι το *M. melanotoma* αποκρίθηκε πολύ πιο γρήγορα στο ερέθισμα της οσμής από τα φύλλα με ωά *T. absoluta* ή προνύμφες, σε σχέση με αυτά που κινήθηκαν προς την πηγή του φιλτραρισμένου αέρα.

Τέλος, το *M. melanotoma* δείχνει προτίμηση επιλογής για το αυτοφυές φυτό-ξενιστή του, το *D. viscosa*. Ωστόσο, επιλέγει και την τομάτα σε σημαντικά ποσοστά, ενώ στην παρουσία ωών ή προνυμφών *T. absoluta* τότε επιλέγει την τομάτα σε υψηλά ποσοστά και πολύ σύντομα. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι πληθυσμοί του *M. melanotoma* που

αναπτύσσονται στο *D. viscosa* θα μπορούσαν να αποικίζουν γειτονικές καλλιέργειες τομάτας σε ένα βαθμό που εξαρτάται από την ύπαρξη λείας στα φυτά τομάτας όπως ωά ή προνύμφες *T. absoluta*. Περαιτέρω πειραματισμός με σύγκριση των αποκρίσεων ατόμων *M. melanotoma* που θα προέρχονται από εκτροφή σε *D. viscosa* σε σχέση με άτομα από εκτροφή σε φυτά τομάτας μπορεί να βοηθήσει στην αξιολόγηση της σημασίας της συνειρμικής μάθησης για το αρπακτικό αυτό, με χρήσιμα αποτελέσματα στην χρήση του στην βιολογική αντιμετώπιση. Επομένως, το *M. melanotoma* θα μπορούσε να αξιολογηθεί και ως προς την ικανότητά του να χρησιμοποιηθεί στην βιολογική αντιμετώπιση του *T. absoluta* σε τομάτα εφόσον βρέθηκε ότι επιλέγει τα προσβεβλημένα φύλλα τομάτας. Σε αυτή την περίπτωση ενδεχομένως ο συνδυασμός του με ένα άλλο αρπακτικό ή ένα παρασιτοειδές του *T. absoluta* να έδινε πολύ καλά αποτελέσματα.

6. Συμπεράσματα

1. Η μέθοδος του ολφακτομέτρου τετραπλής επιλογής ήταν αποτελεσματική.
2. Το αρπακτικό προτιμά το *Dittrichia viscosa*.
3. Το αρπακτικό έδειξε σημαντική προτίμηση και για προσβεβλημένα φύλλα τομάτας.

7. Βιβλιογραφία

- Adam, G., and M. Delbruck. (1968). Reduction of dimensionality in biological diffusion processes. *In Structural Chemistry and Molecular Biology*. A. Rich and N. Davidson, editors. W. H. Freeman and Company, σσ. 198-215.
- Alomar Ó, Albajes R. (1996). Greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) predation a by the zoophytophagous predator *Dicyphus tamaninii* (Heteroptera-Miridae). In: Alomar Ó, Wiedenmann RN (eds) Zoophytophagous Heteroptera: implications for life history and Integrated Pest Management. *Entomological Society of America, Lanham*, σσ. 155–177.
- Alomar O, Goula M, Albajes R. (1994). Mirid bugs for biological control: identification, survey in non-cultivated winter plants, and colonization of tomato fields. *IOBC/WPRS Bulletin 17* (5), σσ. 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, , σσ. 105–115.
- Alomar, O., Wiedenmann, R.N. (Eds.). (1996). Zoophytophagous Heteroptera: Implications for Life History and Integrated Pest Management. *Entomological Society of America, Lanham, MD*.
- Apablaza J. (1992). La polilla del tomate y su manejo. *Tattersal 79*., σσ. 12–13.
- Arnó J, Sorribas R, Prat M, Matas M, Pozo C, Rodríguez D. (2009). Tuta absoluta, a new pest in IPM tomatoes in the northeast of Spain. . *IOBC/WPRSBull 49*., σσ. 203–208.
- Arnó Judit, Sorridas Ricard, Prat Marta, Matas Montse, Pozo Cristina, Rodriguez David, Garreta Anna, Gabarra Rosa. (2009). Tuta absoluta, a new pest in IPM tomatoes in the northeast of Spain. Integrated Control in Protected Crops, Mediterranean Climate IOBC/wprs. *Bulletin Vol 49, 2009*, σσ. 203-208.
- Axel Mithöfer and Wilhelm Boland. (χ.χ.). Plant Defense Against Herbivores: Chemical Aspects. *Annual Review of Plant Biology Vol. 63*: , σσ. 431-450. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042110-103854>
- Bagnères A.G. & Wicker-Thomas C. (2010). Chemical taxonomy with hydrocarbons. Insect Hydrocarbons. Biology, Biochemistry and Chemical Ecology. . *Cambridge, UK, Cambridge University Press*., σσ. 121–162 in Blomquist, G.J. & Bagnères A.G. (Eds) .
- Berger, A., Degenkol, T., Vilcinskis, A., Schroller, M., . (2017). Evaluating the combination of a parasitoid and a predator for biological control of seed beetles (Chrysomelidae: Bruchinae) in stored beans. *J. Stored Prod. Res.* 74., σσ. 22–26.
- Bernays EA, Chapman RF. (1994). Host-plant selection by phytophagous insects. . *Chapman & Hall, New York*.

- 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. (2015). Potential Toxicity of α -Cypermethrin-Treated Nets on *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Economic Entomology*, Volume 108, Issue 3,, σσ. 1191–1197. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1093/jee/tov045>
- Biondi A., Lucia Zappalà, Angelo Di Mauro, Giovanna Tropea Garzia, Agatino Russo, Nicolas Desneux, Gaetano Siscaro. (2016). Can alternative host plant and prey affect phytophagy and biological control by the zoophytophagous mirid *Nesidiocoris tenuis*? *BioControl* Volume 61, Issue 1, pp 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:, σσ. 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):, σσ. 1143-1151.
- Bruce TJA, Wadhams LJ, Woodcock CM. (2005). Insect host location: a volatile situation. . *Trends Plant Sci* 10:, σσ. 269-274.
- Bruessow F., Gouhier-Darimont C., Buchala A., Jean-Pierre Mettraux Philippe Reymond. (2010). Insect eggs suppress plant defence against chewing herbivores. *The Plant Journal* / Volume 62, Issue 5. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2010.04200.x>
- 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,, σσ. 1–52.
- 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:, σσ. 237–244.
- Calvo J, Blockmans K, Stansly PA, Urbaneja A. (2009). Predation by *Nesidiocoris tenuis* on *Bemisia tabaci* and injury to tomato. . *Biocontrol* 54:, σσ. 237–246.
- Camille Ponzio Rieta Gols Corné M. J. Pieterse Marcel Dicke. (2013). Ecological and phytohormonal aspects of plant volatile emission in response to single and dual infestations with herbivores and phytopathogens. *Functional Ecology* / Volume 27, Issue 3.
- 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:, σσ. 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.: Anthocoridae): virus reservoir risk assessment. . *IOBC/WPRS Bull* 49:, σσ. 281–286.

- Cassis G, Schuh RT . (2012). Systematics, biodiversity, biogeography, and host associations of the Miridae (Insecta: Hemiptera: Heteroptera: Cimicomorpha). . *Annu Rev Entomol* 57:, σσ. 377–404.
- Castañé Cristina, Arnó Judit, Gabarra Rosa, Alomar Oscar. (2011, October 1). Plant damage to vegetable crops by zoophytophagous mirid predators. *Biological Control Volume 59, Issue 1*, σσ. 22-29.
- Castañé C., Agusti, N., Arno, J., Gabarra, R., Riudavets, J., Comas, J., Alomar, O.,. (2013). Taxonomic identification of *Macrolophus pygmaeus* and *Macrolophus melanotoma* based on morphometry and molecular markers. *Bull. Entomol. Res.* 103, , σσ. 204–215. doi:10.1017/S0007485312000193
- Chailleux, A., Bearez, P., Pizzol, J., Amiens-Desneux, E., Ramirez-Romero, R., Desneux, N.,. (2013). Potential for combined use of parasitoids and generalist predators for biological control of the key invasive tomato pest *Tuta absoluta*. *J. Pest. Sci.* 86,, σσ. 533–541.
- Chiara Ferracini, Vanda H. P. Bueno, Maria Luisa Dindo, Barbara L. Ingegno, María G. Luna, Nadia G. Salas Gervassio, Norma E. Sánchez, Gaetano Siscaro, Joop C. van Lenteren, Lucia Zappalà & Luciana Tavella. (2018). Natural enemies of *Tuta absoluta* in the Mediterranean basin, Europe and South America. *Biocontrol Science and Technology*. doi:10.1080/09583157.2019.1572711
- Christensen T, Hildebrand JG. (2002). Pheromonal and host-odor processing in the insect antennal lobe: how different? . *Curr Opin Neurobiol* 12:, σσ. 393–399.
- Constant, B., Grenier, S., Febvay, G. & Bonnot, G. (1996). Host plant hardness in oviposition of *Macrolophus caliginosus* (Hemiptera: Miridae). *Journal of Economic Entomology* 89: , σσ. 1446-1452.
- Costa Arnaud , Reeve John D. (2011). Olfactory Experience Modifies Semiochemical Responses in a Bark Beetle Predator. *Journal of Chemical Ecology / Volume 37, Issue 11*, σσ. 1166–1176.
- CRC Australian Weed Management. (2003). False yellowhead- *Dittrichia viscosa*. Alert List for Environmental Weeds.
- D.Perdikis, E.Lucas, N.Garantonakis, A.Giatropoulos, P.Kitsis, D.Maselou, S.Panagakis, P.Lampropoulos, A.Paraskevopoulos D.Lykouressisa, A.Fantinou. (2014). Intraguild predation and sublethal interactions between two zoophytophagous mirids, *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis*. *Biological Control*. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.12.003>
- Dawkins, R., Krebs,J.R. (1979). Arms races between and within species. Proceedings of the Royal society of London. *B* 205, σσ. 489-511.
- 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:, σσ. 536–543.

- Desneux Nicolas, Eric Wajnberg, Kris A.G. Wyckhuys, Giovanni Burgio, Salvatore Arpaia, Consuelo A. Narvaez-Vasquez, Joel Gonzalez, Diana Catalan Ruescas, Elisabeth Tabone, Jacques Frandon, Jeannine Pizzol, Christine Poncet, Tomas Cabello, Alberto Urbaneja. (2010). Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science* (2010) 83:, σσ. 197–215.
- Desneux Nicolas, María G. Luna, Thomas Guillemaud, Alberto Urbaneja. (2011). The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: the new threat to tomato world production. *Journal of Pest Science Volume 84, Issue 4*, σσ. 403–408.
- Dicke M. (1994). Local and systemic production of volatile herbivore-induced terpenoids - their role in plant-carnivore mutualism. *J Plant Physiol* 143:, σσ. 465–472.
- Dicke M, Loon JJA. (2000). Multitrophic effects of herbivore-induced plant volatiles in an evolutionary context. *Entomol Exp Appl* 97:, σσ. 237–249.
- Dicke Marcel, Joop J A van Loon & Roxina Soler. (2009). Chemical complexity of volatiles from plants induced by multiple attack. *Nature Chemical Biology volume 5*, σσ. 317–324.
- Dixon A. F. G. (2000). *Insect Predator-Prey Dynamics: Ladybird Beetles and Biological Control*. Cambridge University Press.
- Driesche van, R.g. and Jr.T.S. Bellows. (1996). *Biological Control*. Chapman and Hall. New York.
- E Hatano, G Kunert, JP Michaud, Wolfgang W. Weisser. (2008). Chemical cues mediating aphid location by natural enemies. *European Journal of Entomol.* 105:, σσ. 797-806.
- Ehler, L. (1990). Introduction strategies in biological control of Insects. In: Mackauer, M., Ehler, L.E., Roland, J. (Eds.), *Critical Issues in Biological Control*. Intercept, Andover, σσ. 111–134.
- Ehler, L.E. and J.C. Miller. (1978). Biological control in temporary agroecosystems. *Entomophaga*, 23: , σσ. 207-212.
- 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: , σσ. 81-88.
- EPPO., E. a. (2005). Data sheets on quarantine pests: *Tuta absoluta*. *EPPO Bulletin* 35:, σσ. 434-435.
- EPPO., E. a. (2006). Data sheets on quarantine pests. *Tuta absoluta*. *EPPO Bulletin* 35:, σσ. 434–435.
- Fatouros NE, Lucas-Barbosa D, Weldegergis BT, Pashalidou FG, van Loon JJA, Dicke M, et al. (2012). Plant Volatiles Induced by Herbivore Egg Deposition Affect Insects of Different Trophic Levels. *PLoS ONE* 7(8): e43607. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043607>

- Fauvel, G., Malausa, J., Kaspar, B. (1987). Etude' en laboratoire des principales caracteristiques biologiques de *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae). . *Entomophaga* 32, , σσ. 529–543 .
- 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:, σσ. 465-474.
- G. Tropea Garzia, G. Siscaro, A. Biondi, L. Zappalà. (2012). Tuta absoluta, a South American pest of tomato now in the EPPO region: biology, distribution and damage. *EPPO Bulletin / Volume 42, Issue 2*.
- G., B. (2012). Perception of insect feeding by plants. *Plant Biology / Volume 14, Issue 6*.
- Gabarra, R., Zapata, R., Castañé, C., Riudavets, J., Arnó, J.,. (2006). Releases of *Eretmocerus mundus* and *Macrolophus caliginosus* for controlling *Bemisia tabaci* on spring and autumn greenhouse tomato crops. . *IOBC/WPRS Bull.* 29, , σσ. 71–76.
- Gerling, D., Alomar, O., Arno, J.,. (2001). Biological control of *Bemisia tabaci* using predators and parasitoids. *Crop Prot.* 20,, σσ. 779–799.
- Goula, M. & Alomar, O. (1994). Miridos (Heteroptera Miridae) de interés en el control integrado de plagas en tomate. Guía para su identificación. . *Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas* 20:, σσ. 131-143.
- Guerrieri F., Schubert M., Sandoz J.C., Giurfa M. (2005). Perceptual and neural olfactory similarity in honeybees. *PLoS Biol.* 3:, σ. 60.
- Hardie J, Visser JH, Piron PGM. (1995). Peripheral odour perception by adult aphid forms with the same genotype but different host-plant preferences. . *J Insect Physiol* 41:, σσ. 91–97.
- HC., V. (1970). Observaciones sobre la biología y enemigos naturales de la polilla del tomate, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). . *Idesia* 1:, σσ. 75–110.
- Henke K., Rönsch G. . (1951). Über Bildungsgleichheiten in der Entwicklung epidermaler Organe und die Entstehung des Nerven-systems im Flügel der Insekten. *Volume 38, Issue 14*, σσ. 335-336.
- Hommel, 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):, σσ. 103-106.
- Ingegno BL, Ferracini C, Gallinotti D, Alma A, Tavella L. (2013). Evaluation of the effectiveness of *Dicyphus errans* (Wolff) as predator of *Tuta absoluta* (Meyrick). . *Biol Control* 67:, σσ. 246–252.
- 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:, σσ. 139–140.
- Ingegno BL, Pansa MG, Tavella L. (2011). Plant preference in the zoophytophagous generalist predator *Macrolophus pygmaeus* (Heteroptera: Miridae). *Biol Control* 58:, σσ. 174–181.

- Jan Pettersson, Velemir Ninkovic, Robert Glinwood, Sate Al Abassi, Michael Birkett, John Pickett, Lester Wadhams. (2008). Chemical stimuli supporting foraging behaviour of *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae): volatiles and allelobiosis. *Applied Entomology and Zoology* / 43 , σσ. 315-321. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1303/aez.2008.315>
- Jennifer S. Thaler, Mohamed A. Farag, Paul W. Paré, Marcel Dicke. (2002). Jasmonate-deficient plants have reduced direct and indirect defences against herbivores. *Ecological Entomology* / Volume 5, Issue 6.
- Jetske de Boer and Marcel Dicke. (2006). Olfactory learning by predatory arthropods. in *Animal Biology* / Volume 56: Issue 2. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1163/157075606777304221>
- Juracy C. Lins Jr., Joop J. A. van Loon, Vanda H. P. Bueno, Dani Lucas-Barbosa, Marcel Dicke, Joop C. van Lenteren. (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* Volume 59, Issue 6, , σσ. 707–718.
- Kaissling KE. (2013). Kinetics of olfactory responses might largely depend on the odorant-receptor interaction and the odorant deactivation postulated for flux detectors. *J Comp Physiol A Neuroethol Sens Neural Behav Physiol*. 2013 Nov;199(11):, σσ. 879-96. doi:10.1007/s00359-013-0812-z.
- Kaissling, K. (1971). Insect olfaction. In Beidler, L.M. (ed.), *Handbook of Sensory Physiology IV*. Springer Verlag, Heidelberg, σσ. 351–431.
- Kaissling, K.E. & Renner, M. . (1968). *Zeitschrift für vergleichende Physiologie*. Springer-Verlag 59:, σ. 357. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1007/BF00365967>
- Kaori Shiojiri, Junji Takabayashi, Syuichi Yano, Akio Takafuji. (2000). Flight response of parasitoids toward plant-herbivore complexes: A comparative study of two parasitoid-herbivore systems on cabbage plants. *Applied Entomology and Zoology*, σσ. 87-92. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1303/aez.2000.87>
- Karut K., Kazak C., Döker I. (2018). Potential of single and combined releases of *Eretmocerus mundus* and *Macrolophus melanotoma* to suppress *Bemisia tabaci* in protected eggplant. *Biological control* 126, σσ. 1-6.
- Kavallieratos, N.G., Strathas, G.J., Athanassiou, C.G., Papadoulis, G.T. (2002). *Dittrichia viscosa* and *Rubus ulmifolius* as reservoirs of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) and the role of certain coccinellid species. *Phytoparasitica* 30 (3): , σσ. 231-242.
- Leal W.S. (2012). Odorant reception in insects: roles of receptors, binding proteins, and degrading enzymes. *Annu Rev. Entomol.*, 58, σσ. 373-391.
- Lins JJC, van Loon JJ, Bueno VH, 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:, σσ. 707–718.
- Lozier, J.D., Roderick, G.K., Mills, N.J. (2007). Genetic evidence from mitochondrial, nuclear, and endosymbiont markers for the evolution of host plant associated species in the aphid genus *Hyalopterus* (Hemiptera: Aphididae). . *Evolution* 61:, σσ. 1353-1367.
- Luff M.L. (1983). The potential of predators for pest control. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 10:, σσ. 159-181.
- Lykouressis, D., Perdikis, D., Gaspari, M.D.,. (2007). Prey preference and biomass consumption of *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae) fed *Myzus persicae* and *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae). . *Eur. J. Entomol.* 104, , σσ. 199–204.
- Lykouressis, D., Perdikis, D., Kallioras, Ch.,. (2012). Selection of *Macrolophus melanotoma* between its main non-crop host plant (*Dittrichia viscosa*) and eggplant, pepper and tomato, in choice experiments. . *Entomol. Hell.* 21, σσ. 3–12.
- Lykouressis, D.P., Perdikis, D., Tsagarakis, A. (2000). Polyphagous mirids in Greece: Host plants and abundance in traps placed in some crops. . *Bol Lab Entomol Agraria Filippo Silvestri* 56: , σσ. 57-68.
- 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: , σ. 3542. .
- M. Dicke and M. W. Sabelis. (1988). Infochemical Terminology: Based on Cost-Benefit Analysis Rather than Origin of Compounds? *Functional Ecology Vol. 2, No. 2*, σσ. 131-139.
- M. Pradeep Reddy, N. Sarla, E.A. Siddiq. (2002). Inter simple sequence repeat (ISSR) polymorphism and its application in plant breeding. *Euphytica / Volume 128, Issue 1*, σσ. 9-17.
- 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): , σσ. 393-397.
- Mario Naselli, Alberto Urbaneja, Gaetano Siscaro, Josep A. Jaques, Lucia Zappalà, Víctor Flors and Meritxell Pérez-Hedo. (2016). Stage-Related Defense Response Induction in Tomato Plants by *Nesidiocoris tenuis*.
- Martinez-Cascales, J.I., Cenis, J.L., Cassis, G., Sanchez, J.A. (2006). Species identity of *Macrolophus melanotoma* (Costa 1853) and *Macrolophus pygmaeus* (Rambur 1839) (Insecta: Heteroptera: Miridae) based on morphological and molecular data and bionomic implications. *Insect Syst. Evol.* 37, σσ. 385-404.
- Martinez-Cascales, J.I., Cenis, J.L., Sanchez, J.A. (2006). Differentiation of *Macrolophus pygmaeus* (Rambur 1839) and *Macrolophus melanotoma* (Costa 1853) (Heteroptera: Miridae) based on molecular data. . *IOBC/ WPRS Bul.* 29: , σσ. 223-228.

- Martinez-Cascales, J.I., Cenis, J.L., Sanchez, J.A., (2006). Differentiation of *Macrolophus pygmaeus* (Rambur 1839) and *Macrolophus melanotoma* (Costa 1853) (Heteroptera: Miridae) based on molecular data. *IOBC/WPRS Bull.* 29, , σσ. 223–234.
- Meikle, R. (1977-1985). Flora of Cyprus. [= *Inula viscosa* (L.) Aiton].
- Meritxell Pérez-Hedo Dániel Reiter Carmen López Matilde Eizaguirre. (2013). Processing of the maize Bt toxin in the gut of *Mythimna unipuncta* caterpillars. *Entomologia Experimentalis et Applicata / Volume 148, Issue 1*.
- Moayeri HRS, Ashouri A, Brodsgaard HF, Enkegaard A . (2007a). Males of the predatory mirid bug *Macrolophus caliginosus* exploit plant volatiles induced by conspecifics as a sexual synomone. *Entomol Exp Appl* 123:, σσ. 49–55.
- Moayeri HRS, Ashouri A, Poll L, Enkegaard A . (2007b). Olfactory response of a predatory mirid to herbivore induced plant volatiles: multiple herbivory vs. single herbivory (vol 131, pg 326, 2007). *J Appl Entomol* 131:, σ. 504.
- 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):, σσ. 883–891.
- Montserrat, M., Albajes, R., Castañé, C. (2000). Functional response of four heteropteran predators preying on greenhouse whitefly (Homoptera: Aleurodidae) and western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Environ. Entomol.* 29:, σσ. 1075–1082.
- Montserrat, M., Albajes, R., Castane, C.. (2004). Behavioral responses of three plant-inhabiting predators to different prey densities. *Biol. Control* 30, σσ. 256–264.
- Moreno-Ripoll, R., Gabarra, R., Symondson, W.O.C., King, R.A., Agusti, N., (2014). Do the interactions among natural enemies compromise the biological control of the whitefly *Bemisia tabaci*? *J. Pest. Sci.* 87, , σσ. 133–141.
- Mosco, M.C., Arduino, P., Bullini, L., Barbagallo, S. (1997). Genetic heterogeneity, reproductive isolation and host preferences in mealy aphids of the *Hyalopterus pruni* complex (Homoptera, Aphidoidea). *Mol Ecol* 6: , σσ. 667-670.
- Moshe Inbar and Dan Gerling. (2008). Plant-Mediated Interactions Between Whiteflies, Herbivores, and Natural Enemies. *Annual Review of Entomology Vol. 53:431-448* (Volume publication date January 2008). Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.53.032107.122456>
- Muniappan, R. (2012). *Tuta absoluta*: the tomato leafminer. *Office of International Research, Education, and Development, Virginia Tech*.
- Nannini M. (2009). Preliminary evaluation of *Macrolophus pygmaeus* potential for control of *Tuta absoluta*. *IOBC/WPRSBull* 49:, σσ. 215–218.
- Natalia Dudareva, Antje Klempien, Joëlle K. Muhlemann, Ian Kaplan. (2013). Biosynthesis, function and metabolic engineering of plant volatile organic compounds. *New Phytologist* Volume 198, Issue 1. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1111/nph.12145>

- Park KC, Hardie J. (1998). An improved aphid electroantennogram. . *J Insect Physiol* 44:, σσ. 919–928.
- Park, K. C. and J. Hardie. (1998). An improved aphid electroantennogram. *J. Insect Physiol.* 44: , σσ. 919–928.
- Pelosi, P., Zhou, J.J., Ban, L.P., and Calvello, M. (2006). Soluble proteins in insect chemical communication. *Cell. Mol. Life Sci.* 63, σσ. 1658–1676.
- 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):, σσ. 241-248.
- Perdikis Dionyssios CH. and Lykouressis Dionyssios P. (2004). *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae) Population Parameters and Biological Characteristics When Feeding on Eggplant and Tomato without Prey. . *Journal of Economic Entomology* 97(4):, σσ. 1291-129.
- Perdikis, D. and Lykouressis, D. ((2001-2002)). Description of the egg and nymphal Instars of *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Hemiptera: Miridae). *Entomologia Hellenica* 14, σσ. 32-40.
- 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:, σσ. 55-60.
- Perdikis, D., Arvati, K.A., Paraskevopoulos, A., Grigoriou, A., (2015). Pre-plant release enhanced the earlier establishment of *Nesidiocoris tenuis* in open field tomato. *Entomol. Hell.* 24, , σσ. 11–21.
- Perdikis, D., Favas, Ch., 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 Oecologica* 31:, σσ. 55-60.
- 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, σσ. 261–272.
- Perdikis, D.Ch., Margaritopoulos, J.T., Stamatis, C., Mamuris, Z., Lykouressis, D.P., Tsitsipis, J.A., Pekas, A. (2003). Discrimination of the closely related biocontrol agents *Macrolophus melanotoma* (Hemiptera: Miridae) and *M. pygmaeus* using mitochondrial DNA analysis. . *Bull. Entomol. Res.* 93:, σσ. 507-514.
- Pérez-Alonso M.J., Velasco-Negueruela A., M. Emin Duru, M. Harmandar, Vallejo M.C.G. (1996). Composition of the Volatile Oil from the Aerial Parts of *Inula viscosa* (L.) Aiton. *Flavour and Fragrance Journal / Volume 11, Issue 6*, σσ. 349-351. Ανάκτηση από [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1026\(199611\)11:6<349::AID-FFJ593>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1026(199611)11:6<349::AID-FFJ593>3.0.CO;2-1)

- Pérez-Hedo M, Urbaneja A. (2015). Prospects for predatory mirid bugs as biocontrol agents of aphids in sweet peppers. . *J Pest Sci* 88:, σσ. 65–73.
- Pérez-Hedo M., Bouagga S., Josep A. Jaques, Víctor Flors, Alberto Urbaneja. (2015). Tomato plant responses to feeding behavior of three zoophytophagous predators (Hemiptera: Miridae). *Biological Control Volume* 86, σσ. 46-51.
- Pia Parolin; Cécile Bresch; Christine Poncet; Nicolas Desneux. (2014). Introducing the term 'Biocontrol Plants' for integrated pest management. *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) vol.71 no.1*. Ανάκτηση από <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162014000100011>
- POELMAN ERIK H., COLETTE BROEKGAARDEN, JOOP J. A. VAN LOON, MARCEL DICKE. (2008). Early season herbivore differentially affects plant defence responses to subsequently colonizing herbivores and their abundance in the field. *Molecular Ecology / Volume 17, Issue 14*. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2008.03838.x>
- Poulios, K.D., Margaritopoulos, J.T., and Tsitsipis, J.A. (2007). Morphological separation of host adapted taxa within the *Hyalopterus pruni* complex (Hemiptera: Aphididae). *Eur. J. Entomol.* 104: , σσ. 235-242. .
- Ramon Albajes, Òscar Alomar. (1999). Current and potential use of polyphagous predators. *Integrated pest and disease management in greenhouse crops*, σσ. 265-275.
- Reddy Gadi V. P., A. Raman. (2011). Visual Cues Are Relevant in Behavioral Control Measures for *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology, Volume 104, Issue 2,*, σσ. 436–442. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1603/EC10313>
- Reddy Gadi V.P., Angel Guerrero. (2010). Chapter Twenty - New Pheromones and Insect Control Strategies. *Vitamins & Hormones Volume* 83,, σσ. 493-519.
- Rocca, M., Messelink, G.J., (2017). Combining lacewings and parasitoids for biological control of foxglove aphids in sweet pepper. . *J. Appl. Entomol.* 141, , σσ. 402–410.
- Roditakis E., D. Papachristos and N. E. Roditakis. (2010). Current status of the tomato leafminer *Tuta absoluta* in Greece. . *Bulletin OEPP/EPPO, Bulletin* 40,, σσ. 163–166.
- Roditakis Emmanouil , Emmanouil Vasakis, Maria Grispou, Marianna Stavrakaki, Ralf Nauen, Magali Gravouil, Andrea Bassi. (2015). First report of *Tuta absoluta* resistance to diamide insecticides. *Journal of Pest Science Volume* 88, Issue 1, , σσ. 9–16.
- Rui-Sang Liu Dao-Cheng Li Hong-Mei Li Ya-Jie Tang. (2012). Evaluation of aroma active compounds in Tuber fruiting bodies by gas chromatography–olfactometry in combination with aroma reconstitution and omission test. *Volume* 94, Issue 2, σσ. 353-363.
- S.R. Shanbhag D. Hekmat-Safe M.-S. Kim S.-K. Park J.R. Carlson C. Pikielny D.P. Smith R.A. Steinbrech. (2001). Expression mosaic of odorant-binding proteins in *Drosophila* olfactory organs. *Microscopy Research and Technique Volume* 55, Issue 5. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1002/jemt.1179>

- Salas Gervasio, N. G., Pérez-Hedo, M., Luna, M. G., & Urbaneja, A. . (2016a). Intraguild predation and competitive displacement between *Nesidiocoris tenuis* and *Dicyphus maroccanus*, two biological control agents in tomato pests. *Insect Science*, *24*(5), σσ. 809–817.
- Sanchez JA. (2008). Zoophytophagy in the plantbug *Nesidiocoris tenuis*. *Agric For Entomol* *10*:, σσ. 75–80.
- Sanchez JA. (2009). Density thresholds for *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae) in tomato crops. *Biol Control* *51*:, σσ. 493–498.
- Sanchez JA, del Amor FM, Flores P, López-Gallego E. (2015). Nutritional variations at *Nesidiocoris tenuis* feeding sites and reciprocal interactions between the mirid and tomato plants. *J Appl Entomol*. doi:10.1111/jen.12246
- Sanchez JA, Gillespie DR, McGregor RR. (2004). Plant preference in relation to life history traits in the zoophytophagous predator *Dicyphus hesperus*. . *Entomol Exp Appl* *112*:, σσ. 7–19.
- Sanchez JA, Martinez-Cascales JI, Lacasa A. (2003). Abundance and wild host plants of predator mirids (Heteroptera: Miridae) in horticultural crops in the Southeast of Spain. *IOBC WPRS Bull* *26*:, σσ. 147–151.
- Sanchez JA., Martinez-Cascales JI, Cassis G. (2006a). Description of a new species of *Dicyphus* Fieber (Insecta: Heteroptera: Miridae) from Portugal based on morphological and molecular data. *Insect Syst Evol* *37*:, σσ. 281-300.
- Sara J. Oppenheim Fred Gould. (2007). BEHAVIORAL ADAPTATIONS INCREASE THE VALUE OF ENEMY-FREE SPACE FOR *HELIOTHIS SUBFLEXA*, A SPECIALIST HERBIVORE. *Evolution / Volume 56, Issue 4*. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2002.tb01379.x>
- Schneider, D., u. R. A. Steinbrecht. (1968). Checklist of insects olfactory receptors. . *Symp. Zool. Soc. London* .
- Schuh, T.R. and J.A. Slater. (1995). True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera). *Cornell University Press*.
- Silbering A.F., Okada R., Ito K., Galizia C.G. . (2008). Olfactory information processing in the *Drosophila* antennal lobe: Anything goes? *J Neurosci*. *2008*;28:, σσ. 13075–87. .
- Steinbrecht R.A. (1996). Structure and function of insect olfactory sensilla. *Ciba Found Symp*. *1996*;200:, σσ. 158–74. discussion 74–77.
- Steinbrecht RA, Laue M, Ziegelberger G. (1995). Immunolocalization of pheromone-binding protein and general odorant-binding protein in olfactory sensilla of the silkmoths *Antheraea* and *Bombyx*. . *Cell Tissue Res* *282*:, σσ. 203–217.
- Takeshi Shimoda, Rika Ozawa, Gen-ichiro Arimura, Junji Takabayashi, Takaaki Nishioka. (2002). Olfactory responses of two specialist insect predators of spider mites toward plant volatiles from lima bean leaves induced by jasmonic acid and/or methyl salicylate.

Applied Entomology and Zoology, σσ. 535-541. Ανάκτηση από
<https://doi.org/10.1303/aez.2002.535>

- Tapia D. H., F. Morales, A. A. Grez. (2010). Olfactory cues mediating prey-searching behaviour in interacting aphidophagous predators: are semiochemicals key factors in predator-facilitation? *Entomologia Experimentalis et Applicata / Volume 137, Issue 1*. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2010.01034.x>
- Tavella L, Goula M. (2001). Dicyphini collected in horticultural areas of north-western Italy (Heteroptera: Miridae). . *Boll Zool Agric Bach 33(1)*;, σσ. 93–102 .
- Thompson J.N. (1982). Interaction and coevolution. *Wiley Interscience*.
- Tohuara K, Vosshall LB. (2009). Sensing odorants and pheromones with chemosensory receptors. . *Ann Rev Physiol 71*;, σσ. 307–332.
- 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*;, σσ. 1215–1222.
- Urbaneja A., H. Monton & O. Molla. (2009). Suitability of the tomato borer *Tuta absoluta* as prey for *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis* . *Journal of Applied Entomology 133 (2009)* , σσ. 292–296.
- Van Damme Veerle, Nick Berkvens, Rob Moerkens, Els Berckmoes, Lieve Wittemans, Raf De Vis, Hans Casteels, Luc Tirry, Patrick De Clercq. (χ.χ.). Overwintering potential of the invasive leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) as a pest in greenhouse tomato production in Western Europe. *Journal of Pest Science Volume 88, Issue 3* , , σσ. 533–541.
- Van den Berg MJ, Ziegelberger G. (1991). On the function of the pheromone binding protein in the olfactory hairs of *Antheraea polyphemus*. *J Insect Physiol 37*;, σσ. 79–85.
- van Lenteren, J. (1986). Parasitoids in the greenhouse: successes with seasonal inculative release systems, In: *Insect Parasitoids* (ed. By J. Waage and D. Greathed). *Academic Press, London*, σσ. 371-374.
- Vargas HC. (1970). Observaciones sobre la biología y enemigos naturales de la polilla del tomate, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Idesia 1*, σσ. 75–110.
- Vargas HC. (1970). Observaciones sobre la biología y enemigos naturales de la polilla del tomate, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Idesia 1*;, σσ. 75–110.
- Vercher R, Calabuig A, Felipe C. (2010). Ecología, muestreos y umbrales de *Tuta absoluta* (Meyrick). *Phytoma Espana 217*;, σσ. 23–26.
- Visser JH. (1986). Host odor perception in phytophagous insects. *Ann Rev Entomol 31*;, σσ. 121–144.
- Wagner, E. (1952a.). *Blidwanzen ader Miriden*. Verlag von Gustav Fisher. *Lena 218pp*.

- Wheeler AG Jr. (2001). Biology of the plant bugs (Hemiptera: Miridae). *Cornell University Press, Ithaca, New York*.
- Wohlers P. and Tjallingii W. F. (1983). Electroantennogram responses of aphids to the alarm pheromone (E)-I-farnesene. . *Em. exp. appl.* 33,, σσ. 79-82.
- Zappala L, Biondi A, Alma A, Al-Jboory IJ, Arno J., (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:, σσ. 635–647.
- 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:, σσ. 401–409.
- 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:, σσ. 127–136.
- Κωβαίος, Δ.Σ. και Γ.Δ. Μπούφας, . (2001). Παρασιτοκτόνα και ωφέλιμοι οργανισμοί, Αξιολόγηση της τοξικότητας ορισμένων εντομοκτόνων σε ένα άρπαγα που απαντάται σε ροδακινιές στην Ελλάδα. *Γεωργία-Κτηνοτροφία* 6: , σσ. 22-25.
- Λυκουρέσης Δ. Π. (1991). Αφίδες μηλοειδών, πυρηνοκάρπων, εσπεριδοειδών και η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση τους. *Γ.Π.Α.*, σ. 42.
- Λυκουρέσης, Δ. (1995). Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση εντόμων-εχθρών καλλιεργειών. *Πανεπιστημιακές παραδόσεις.*, σ. 108.
- Λυκουρέσης, Δ. (2000). Βιολογική καταπολέμηση εντόμων- εχθρών των φυτών. . σ. 55.
- Σαϊτάνης Κ., Καρανδεινός Μ. (2010). Πληθυσμικά Οικολογία - Δυναμική Πληθυσμών. *ΕΜΒΡΥΟ*.
- Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο. (2012). Οδηγίες Φυτοπροστασίας Βαμβάκι-Βιομηχανική Τομάτα-Καλαμπόκι. Ανάκτηση 07 23, 2015, από http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=ECOPEST_Plant-protection-guide.pdf
- 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*, σ. 351.
- Χ.Γιαμβριάς. (1994). Μέσα αντιμετώπισης των εντομολογικών εχθρών. *Εκδόσεις Γ.Π.Α*, σσ. 70-74.
- Χαραντώνης, Δ. &. (2009). Ο φυλλορύκτης της τομάτας (*Tuta absoluta*). *Γεωργία-Κτηνοτροφία*(5), σσ. 31-34.

