



Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος

Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής

ΠΜΣ: Επιστήμες & Συστήματα Φυτικής Παραγωγής

Κατεύθυνση: Φυτοπροστασία και Περιβάλλον

Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας



Μεταπτυχιακή διατριβή

Ταξινόμηση, οικολογία και πληθυσμιακή διακύμανση
Αυχενορρύγχων σε περιβάλλον εσπεριδοειδών, συσχέτιση με την
παρουσία αυτοφυούς βλάστησης και σύγκριση μεθόδων
παρακολούθησης του πληθυσμού αυτών

Ζωή Ν. Θάνου

Αθήνα 2018, Γ.Θ. Παπαδούλης

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος

Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής

ΠΜΣ: Επιστήμες & Συστήματα Φυτικής Παραγωγής

Κατεύθυνση: Φυτοπροστασία και Περιβάλλον

Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας

Μεταπτυχιακή διατριβή

Ταξινόμηση, οικολογία και πληθυσμιακή διακύμανση
Αυχενορρύγχων σε περιβάλλον εσπεριδοειδών, συσχέτιση με την
παρουσία αυτοφυούς βλάστησης και σύγκριση μεθόδων
παρακολούθησης του πληθυσμού αυτών

Ζωή Ν. Θάνου

Αθήνα 2018, Γ.Θ. Παπαδούλης



Μεταπτυχιακή διατριβή

Ταξινόμηση, οικολογία και πληθυσμιακή διακύμανση
Αυχενορρύγχων σε περιβάλλον εσπεριδοειδών, συσχέτιση με την
παρουσία αυτοφυούς βλάστησης και σύγκριση μεθόδων
παρακολούθησης του πληθυσμού αυτών

Ζωή Ν. Θάνου

Γ.Θ. Παπαδούλης

Τριμελής εξεταστική επιτροπή

Γεώργιος Παπαδούλης	Καθηγητής	Επιβλέπων
Διονύσιος Περδίκης	Επίκουρος Καθηγητής	Μέλος
Νικόλαος Καβαλλιεράτος	Επίκουρος Καθηγητής	Μέλος

Περίληψη

Στην υποτάξη Auchenorrhyncha (Hemiptera) περιλαμβάνονται φυτοφάγα είδη τα οποία δύνανται να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές σε καλλιεργούμενα φυτά, είτε άμεσα, με την απομύζηση φυτικών χυμών, είτε έμμεσα, με τη μετάδοση φυτοπαθογόνων μικροοργανισμών. Στα εσπεριδοειδή, τα Αυχενόρρυγχα δύνανται να μεταδώσουν, μεταξύ άλλων, το φυτόπλασμα, *Spiroplasma citri* Saglio (Mollicutes: Spiroplasmataceae), που προκαλεί την ασθένεια Στάμπορν, ή μεταδοτική μικροφυλλία, αλλά και το πολύ σημαντικό βακτήριο *Xylella fastidiosa* Wells et al. (Gammaproteobacteria: Xanthomonadaceae), που προκαλεί την ποικιλοχρωματική χλώρωση των εσπεριδοειδών. Αν και αμφότερα τα παθογόνα δεν έχουν αναφερθεί στην Ελλάδα, το *S. citri* έχει αναφερθεί σε γειτονικές χώρες όπως η Κύπρος, η Ιταλία, η Τουρκία και η Λιβύη. Το βακτήριο *X. fastidiosa*, ενώ θεωρείτο οργανισμός καραντίνας για την Ευρωπαϊκή Ένωση, διαπιστώθηκε η παρουσία του στην Ιταλία (2013), στην Γαλλία (2015), αλλά και εσχάτως στην Γερμανία (2016). Αποκλειστικοί φορείς του παθογόνου έχει διαπιστωθεί ότι είναι έντομα των οικογενειών Cicadellidae, Cercopidae και Aphrophoridae. Αυτό, σε συνδυασμό με το ότι μπορεί να μεταδοθεί σε ένα πολύ μεγάλο εύρος ξενιστών (συμπεριλαμβανομένης της ελιάς, της αμπέλου και των πυρηνοκάρπων) τα οποία πιθανόν να γειτνιάζουν με καλλιέργεια εσπεριδοειδών, καθιστά τη μελέτη των εντόμων αυτών στους εσπεριδοειδώνες χρήσιμο εργαλείο σε περίπτωση μελλοντικής εισόδου του βακτηρίου στην Ελλάδα.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η ταξινόμηση και καταγραφή του πληθυσμού των Αυχενορρύγχων και συσχέτιση του με την παρουσία ή μή της αυτοφυούς βλάστησης σε καλλιέργειες εσπεριδοειδών, αλλά και τη σύγκριση και αξιολόγηση των μεθόδων παρακολούθησης του πληθυσμού των Αυχενορρύγχων.

Για τον σκοπό αυτό, σε τμήμα του εσπεριδοειδώνα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών γινόταν συστηματική χορτοκοπή της αυτοφυούς βλάστησης, ενώ στο γειτνιάζον τμήμα η αυτοφυής βλάστηση αναπτυσσόταν ανεμπόδιστα. Ακολούθως, στα επιμέρους τμήματα τοποθετήθηκαν παγίδες Malaise, καθώς και κολλητικές παγίδες στην κόμη δέντρων. Σε εβδομαδιαία βάση γινόταν συλλογή των δειγμάτων από τις παγίδες και των δύο τύπων,

ενώ γίνονταν και δειγματοληψίες με εντομολογική απόχρη από την αυτοφυή βλάστηση και τα δέντρα. Τα δείγματα μεταφέρονταν στο Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας του Γ.Π.Α. για καταγραφή και αναγνώριση των εντόμων.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρχε στατιστική διαφορά μεταξύ των συλλήψεων στα δύο τμήματα του εσπεριδοειδώνα, με πολύ μεγαλύτερο πληθυσμό αλλά και μεγαλύτερη ποικιλομορφία (βάση του δείκτη Simpson) σε εκείνον με ανεπτυγμένα τα αυτοφυή. Επίσης μεταξύ των διαφόρων τύπων παγίδευσης υπήρχαν διαφορές στον αριθμό των συλλήψεων, αλλά και τις αναγνωρίσεις των Αυχενορρύγχων, αφού με τις κολλητικές παγίδες, δημιουργούνταν πολλά προβλήματα κατά την ταξινόμηση των ειδών, καθιστώντας την πολλές φορές αδύνατη. Στις παγίδες όλων των ειδών παρότι συλλαμβάνονταν συνολικά περισσότερα άτομα, οι συλλήψεις των νυμφών ήταν λιγότερες σε σύγκριση με την δειγματοληψία με απόχρη. Ακόμα, κατά τις δειγματοληψίες με απόχρη βρέθηκε μεγαλύτερη ποικιλομορφία ειδών, με μικρή διαφορά από την παγίδα Malaise, ενώ πολύ μικρότερη ποικιλομορφία συνέλεξαν οι κολλητικές παγίδες.

Λέξεις-κλειδιά: Auchenoorrhyncha, Εχθροί εσπεριδοειδών, ταξινόμηση, αυτοφυής βλάστηση, παγίδα Malaise, κίτρινες κολλητικές παγίδες, εντομολογική απόχρη

Abstract

The suborder Auchenorrhyncha (Hemiptera) contains phytophagous species feeding with plant sap. Many of them are of economic importance due to their ability to transmit phytopathogenic organisms. In citrus, Auchenorrhyncha are potential vectors of *Spiroplasma citri* Saglio (Mollicutes: Spiroplasmataceae), which can cause Citrus Stubborn Disease (CSD) and the bacterium *Xylella fastidiosa* Wells et al (Gammaproteobacteria: Xanthomonadaceae), which causes Citrus Variegated Chlorosis (CVC), a disease of great importance. Even if both pathogens haven't been reported in Greece, *S. citri* has been recorded in neighboring countries such as Cyprus, Italy, Turkey and Libya. *Xylella fastidiosa*, while it was considered as a quarantine organism for the European Union, was found in Italy (2013), France (2015), and, lately, in Germany (2016). Exclusive vectors of this pathogen are insects of the families Cicadellidae, Cercopidae and Aphrophoridae. Their ability to transmit *X. fastidiosa*, combined with the great variety of crops subjected to potential economic loss (olive trees, vineyards and prunus), which may be adjacent, makes the study of these insects an important tool for a possible future arrival of the bacterium in Greece.

The purpose of the present study was to record the population of Auchenorrhyncha in citrus orchards with correlation with the presence of wild vegetation, as well as to compare the different methods of Auchenorrhyncha population monitoring.

For this purpose, the citrus orchard of A.U.A. campus was divided in two parts: one with the wild vegetation being mowed, and the other without any grass cutting treatment. In each part Malaise and sticky traps were placed. Material collection from the traps was performed weekly, also carrying out sampling with entomological net. Samples were transported to the laboratory of Agricultural Zoology and Entomology of A.U.A. to record and identify the insects.

The results showed that statistical difference existed in the number of captured specimens among the different sections of the orchard, with higher population in section with the grown wild vegetation. Moreover, species

diversity (Based on Simpsons' index) was higher in the non-cut part. Statistical difference occurred between the three sampling methods. Specifically, in the two type of traps the number of captured specimens where higher. On the contrary, in the sweep-net method the number of the collected nymphs was higher, as well as the species. The lowest diversity value was recorded in the yellow sticky trap. Finally, the apparent inadequacy of yellow sticky traps for the morphometric identification of Auchenorrhyncha neither in species, nor in genus has to be emphasized.

Key words: Auchenorrhyncha, citrus pests, taxonomy, wild vegetation, Malaise trap, yellow sticky traps, sweep-net

Ευχαριστίες

Για την διεκπεραίωση της μεταπτυχιακής διατριβής μου θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Παπαδούλη Γεώργιο, για το γεγονός ότι με δέχθηκε ως μέλος της ερευνητικής ομάδας στο Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και για την πολύτιμη καθοδήγησή του. Επίσης, ευχαριστώ τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Περδίκη Διονύσιο και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Καβαλλιεράτο Νικόλαο για το ότι δέχτηκαν να συμμετάσχουν στη Συμβουλευτική και Εξεταστική επιτροπή και για τις πολύτιμες διορθώσεις τους.

Στη συνέχεια, ευχαριστώ θερμά τον κ. Τσαγκαράκη Αντώνιο, μέλος του Εργαστηριακού Διδακτικού Προσωπικού του Εργαστηρίου Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας, για την επιστημονική γνώση και την ουσιαστική βοήθεια που μου προσέφερε, για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπο μου, καθώς και για τις πολύτιμες συμβουλές του και την ενθάρρυνση του σε όλο το διάστημα της συνεργασίας μας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Εργαστηρίου Δενδροκομίας, κ. Ρούσσο Πέτρο που μου παραχώρησε μέρος του εσπεριδοειδώνα για τη διεκπεραίωση της μελέτης μου, όπως επίσης και για τη βοήθεια του σε ό,τι χρειάστηκα. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Ντάνο Ευστάθιο, υποψήφιο διδάκτορα του Εργαστηρίου Δενδροκομίας για την πολύτιμη βοήθεια του σε οποιαδήποτε πρόβλημα αντιμετώπιζα στον αγρό όπως επίσης και για την άμεση ανταπόκριση του.

Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον φοιτητή κ. Κοντογιάννη Ευάγγελο για την βοήθεια του στην τοποθέτηση των παγίδων, αλλά και την υποψήφια διδάκτορα κ. Χαλδαίου Αικατερίνη, τη φοιτήτρια κ. Σταματάκου Γεωργία και κ. Λέκκου Σοφία, όπως επίσης και τους γεωπόνους κ. Αφεντούλη Δημήτριο και κ. Κουφοπούλου Παναγιώτα για την πολύτιμη βοήθεια τους στο κομμάτι των αναγνωρίσεων.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένεια μου για την στήριξη τους σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου, όπως επίσης όλους τους συναδέλφους στο Εργαστήριο

Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, προπτυχιακούς, μεταπτυχιακούς φοιτητές και υποψήφιους διδάκτορες για τη βοήθεια τους σε ό,τι χρειάστηκα.

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
1.1 ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΗ.....	12
1.1.1 Καταγωγή και σημερινή εξάπλωση.....	12
1.1.2 Κυριότεροι εντομολογικοί εχθροί των εσπεριδοειδών.....	12
1.2 ΑΥΧΕΝΟΡΡΥΓΧΑ (= ΑΥΧΗΝ + ΡΥΓΧΟΣ).....	14
1.2.1 Ανάπτυξη και βιολογικός κύκλος.....	15
1.2.2 Δυναμική πληθυσμού.....	16
1.2.3 Διατροφή και φυσιολογία.....	16
1.2.4 Επικοινωνία.....	17
1.2.5 Μετακίνηση.....	18
1.2.6 Αρπακτικά και παρασιτοειδή.....	19
1.2.7 Φυτά ξενιστές.....	19
1.2.8 Οικονομική σημασία των Αυχενορρύγχων.....	20
1.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΩΝ ΑΥΧΕΝΟΡΡΥΓΧΩΝ.....	22
2. ΣΚΟΠΟΣ	27
3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	28
3.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ.....	28
3.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ.....	28
3.3 ΤΡΟΠΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ.....	29
3.3.1 Παγίδες Malaise.....	29
3.3.2 Κίτρινες κολλητικές παγίδες.....	31
3.3.3 Παγίδες «Δέλτα».....	31
3.4 ΣΥΛΛΟΓΗ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ.....	32
3.4.1 Εντομολογική απόχη.....	32
3.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΑΥΧΕΝΟΡΡΥΓΧΩΝ.....	32
3.4.1 Διαδικασία ταξινόμησης δειγμάτων από Malaise και απόχη.....	32
3.4.2 Διαδικασία ταξινόμησης δειγμάτων από κολλητικές παγίδες.....	34
3.5 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	34
3.5.1 Κυριαρχία και συχνότητα.....	35
3.5.2 Δείκτες του πλούτου των ειδών.....	35
3.5.3 Δείκτης ποικιλότητας του Simpson.....	36
3.5.4 Μέθοδος Anne Chao.....	37
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	38
4.1 ΣΥΛΛΗΨΕΙΣ ΣΤΗΝ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ («ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΤΙΚΗ») ΠΑΓΙΔΑ MALAISE.....	38
<i>Empoasca vitis</i>	38
(Göthe 1875).....	38
4.2 ΣΥΛΛΗΨΕΙΣ ΣΤΙΣ ΑΠΛΕΣ ΠΑΓΙΔΕΣ MALAISE.....	44
4.3 ΣΥΛΛΗΨΕΙΣ ΣΤΙΣ ΚΟΛΛΗΤΙΚΕΣ ΠΑΓΙΔΕΣ.....	48
4.4 ΣΥΛΛΗΨΕΙΣ ΠΑΓΙΔΩΝ «ΔΕΛΤΑ».....	52
4.5 ΣΥΛΛΗΨΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΚΗ ΑΠΟΧΗ.....	52
4.6 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΛΛΗΨΕΩΝ ΑΥΧΕΝΟΡΡΥΓΧΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΟ ΤΥΠΟ ΠΑΓΙΔΑΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΟΠΗ ΤΗΣ ΑΥΤΟΦΥΟΥΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ.....	55
4.6.1 Σύγκριση αποτελεσμάτων ανάλογα τύπου παγίδευσης.....	58
4.7 ΣΥΛΛΗΨΕΙΣ ΝΥΜΦΩΝ ΑΥΧΕΝΟΡΡΥΓΧΩΝ.....	59
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	61
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	70

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ	75
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	76
ΟΙΚ. DELPHACIDAE.....	76
ΟΙΚ. ARHRORHORIDAE.....	78
ΟΙΚ. CICADELLIDAE	78
Υποοικ. <i>Agalliinae</i>	78
Υποοικ. <i>Aphrodinae</i>	80
Υποοικ. <i>Deltoccephalinae</i>	81
Υποοικ. <i>Idiocerinae</i>	92
Υποοικ. <i>Typhlocybinæ</i>	93
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	98

1. Εισαγωγή

1.1 Εσπεριδοειδή

Τα εσπεριδοειδή είναι αειθαλή φυτά που ανήκουν στην οικογένεια των Ρυτοειδών (Sapindales: Rutaceae). Στην οικογένεια αυτή ανήκουν η πορτοκαλιά (*Citrus x sinensis*), η λεμονιά (*Citrus limon*), η μανταρινιά (*Citrus reticulata*), η νεραντζιά (*Citrus x aurantium*), η κιτριά (*Citrus medica*), η φράπα (*Citrus grandis*), το περγαμόντο (*Citrus bergamia*), ο βοτρυόκαρπος (grapefruit) (*Citrus x paradisi*), η λιμεττιά (lime) (*Citrus limetta*) και το κουμκουάτ (*Citrus japonica*). Είναι δέντρα που ευδοκιμούν σε τροπικές, ημιτροπικές και εύκρατες περιοχές, με κατάλληλο έδαφος, επαρκή υγρασία και απαλλαγμένες από παγετούς (Ποντίκης 2003).

1.1.1 Καταγωγή και σημερινή εξάπλωση

Τα εσπεριδοειδή είναι ιθαγενή φυτά της Ν.Α. Ασίας και συγκεκριμένα της ανατολικής Ινδίας, αλλά πλέον έχουν εξαπλωθεί και καλλιεργούνται σε χώρες γύρω από τη Μεσόγειο (Ελλάδα, Ιταλία, Αίγυπτο κλπ), τη Βόρειο και τη Νότιο Αμερική (Αργεντινή, Βολιβία, Μεξικό, κλπ), την Νότια Αφρική, την Αυστραλία αλλά και σε πολλές χώρες της Ασίας (Ιράν, Πακιστάν, Κορέα κλπ) (Ποντίκης 2003).

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO), η παγκόσμια παραγωγή εσπεριδοειδών από το 1980 μέχρι το 2014 έχει διπλασιαστεί, με τη μέση παραγωγή εσπεριδοειδών τα έτη 2013/2014 να έχει φτάσει τους 121.273,2 χιλιάδες τόνους (από 58.891,7 χιλιάδες τόνους που ήταν το 1989/1990). Οι τρεις πρώτες χώρες σε παραγωγή ήταν η Βραζιλία (20.977,1 χιλ. τόνοι), η Κίνα (16.352,2 χιλ. τόνοι) και οι ΗΠΑ (12.738,9 χιλ τόνοι), ενώ σε ευρωπαϊκό επίπεδο η Ελλάδα είναι τρίτη σε παραγωγή (1.203,3 χιλ τόνοι), μετά την Ισπανία (6.512,6 χιλ τόνοι) και την Ιταλία (3.250,0 χιλ τόνοι).

1.1.2 Κυριότεροι εντομολογικοί εχθροί των εσπεριδοειδών

Ο σημαντικότερος εχθρός των εσπεριδοειδών είναι η μύγα της Μεσογείου ή μεσογειακή μύγα των φρούτων, *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae). Προσβάλλει τους ώριμους ή ημιώριμους καρπούς προκαλώντας συχνά

σοβαρές ζημιές από την Κρήτη μέχρι και την Βόρειο Ελλάδα ενώ οι προσβεβλημένοι καρποί είναι ακατάλληλοι προς βρώση (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος 2003).

Το πλείστο των σοβαρών εχθρών των εσπεριδοειδών στην Ελλάδα και σε άλλες παραμεσόγειες χώρες ανήκει στα Sternorrhyncha (Hemiptera) και συγκεκριμένα στους αλευρώδεις (Aleyrodidae), τις αφίδες (Aphididae) και τα κοκκοειδή (Diaspididae και Coccidae). Η βλάβη που προκαλούν τα είδη της υποτάξης αυτής, οφείλεται στην αφαίρεση χυμού από τα φυτικά κύτταρα. Εκτός από τα μέλη της οικογένειας Diaspididae, τα έντομα αυτά παράγουν άφθονα μελιτώδη απεκκρίματα στα οποία αναπτύσσονται μύκητες της καπνιάς. Ως αποτέλεσμα, παρατηρείται μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας του φυλλώματος, ρύπανση των καρπών, μειώνοντας έτσι την εμπορική αξία τους (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος 2003). Η ικανότητα των εντόμων της συγκεκριμένης υποτάξης, και δη των αφίδων, να μεταδίδουν ιούς κατά την εισχώρηση του στιλέτου τους για να διατραφούν από το φυτό, τα καθιστά εχθρούς που χρήζουν προσοχής. Άλλοι εχθροί των εσπεριδοειδών είναι μικρολεπιδόπτερα (Lepidoptera) διαφόρων οικογενειών που δρουν ως φυλλορύκτες, φυλλοδέτες, ανθοτρήτες, οι θρίπες (Thysanoptera) που δημιουργούν εσχάρωσεις, δερματώσεις και κηλιδώσεις φύλλων και καρπών, αλλά και κάποια ξυλοφάγα σκαθάρια (Coleoptera) (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003).



*Εικόνα 1.1 Στίγμα από
τζιτζικιάκι στην επιφάνεια
καρπού*

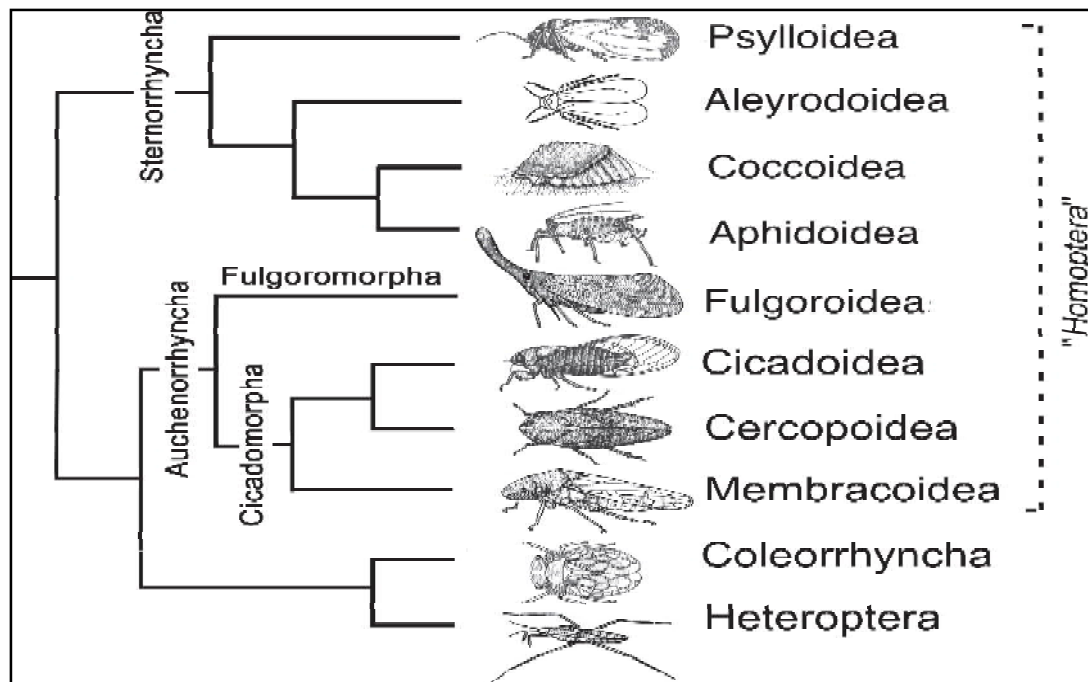
Μια άλλη κατηγορία εντόμων, που θεωρείτο ανερχόμενος εχθρός των εσπεριδοειδών και άλλων καλλιεργειών, είναι τα Auchenorrhyncha

(Hemiptera). Τα είδη της υπόταξης αυτής, κατά τη διατροφή τους τραυματίζουν φύλλα και καρπούς, παρόλο που τείνουν να τρέφονται με το φύλλωμα. Η ζημιά που εμφανίζεται στους καρπούς από τη διατροφή τους, χαρακτηρίζεται από μικρές οπές που παρουσιάζονται ως «στίγματα» στην επιφάνεια των καρπών (Εικόνα 1.1). Παρόλο που η ζημιά είναι ακίνδυνη για τον καταναλωτή, είναι σημαντικό πρόβλημα για τον παραγωγό, διότι οι καρποί αυτοί δεν μπορούν να πουληθούν ως πρώτης ποιότητας (Steady & Pouchot-Lermans 1993).

1.2 Αυχενόρρυγχα (= αυχήν + ρύγχος)

Τα Αυχενόρρυγχα, κοινώς τζιτζικάκια, ανήκουν στα Hemiptera, τη μεγαλύτερη μη-ενδοπτερύγωτη Τάξη, η οποία έχει χαρακτηριστικά στοματικά μόρια, με άνω και κάτω γνάθους τροποποιημένες σε βελονοειδή σπιλέτα, που βρίσκονται σε ένα ραμφοειδές, αιχμηρό αυλακωτό κάτω χείλος, σχηματίζοντας συνολικά το ρύγχος ή προβοσκίδα (Gullan 2017). Παλαιότερα τα Αυχενόρρυγχα (Auchenorrhyncha) όπως και τα Sternorrhyncha, άνηκαν στην Υποτάξη «Homoptera» (vanEmden 2014), όπου μετά από φυλογενετικές αναλύσεις πολλών θέσεων νουκλεοτιδικών αλληλουχιών και μορφολογικών δεδομένων, χαρακτηρίστηκε ως παραφυλετική βαθμίδα και πλέον οι σχέσεις είναι διαφορετικές. Τα Auchenorrhyncha χαρακτηρίζονται ως Υποτάξη των Ημιπτέρων που χωρίζεται σε δύο σειρές, τα Fulgoromorpha και τα Cicadomorpha, ενώ τα Sternorrhyncha θεωρείται ως ξεχωριστή υποτάξη, η οποία περιέχει τις αφίδες, τις ψύλλες, τα κοκκοειδή και τους αλευρώδεις (Gullan 2017) όπως φαίνεται και στο κλαδόγραμμα (Εικ. 1.2).

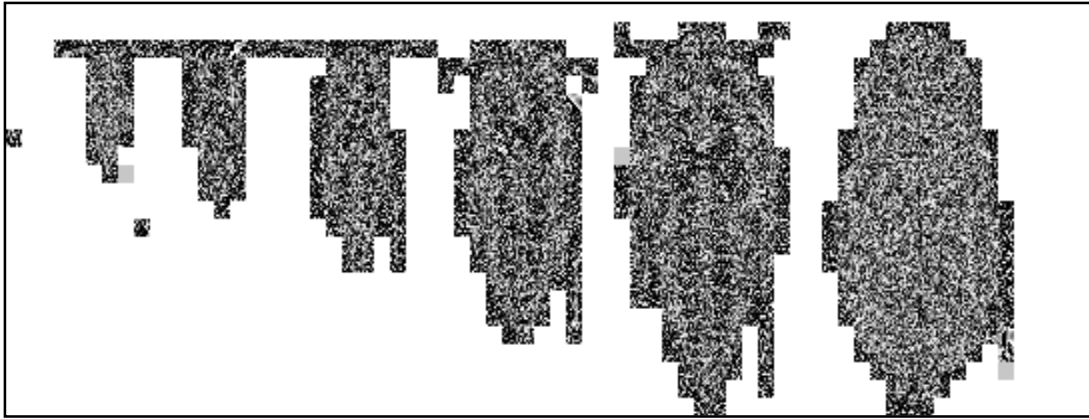
Τα Fulgoromorpha περιέχουν την υπεροικογένεια Fulgoroidea (planthoppers), και τα Cicadomorpha τις υπεροικογένειες Cicadoidea (cicadas), Cercopoidea (spittle bugs, froghoppers), και Membracoidea (leafhoppers, treehoppers). Τα έντομα των παραπάνω σειρών χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη σειράς κοινών μορφολογικών χαρακτηριστικών, όπως τυμπανικό ακουστικό σύστημα, μαστίγιο κεραίας που φέρει αθήρα (arista), κάτω χείλος που αρχίζει από την οπισθοκοιλιακή περιοχή της κεφαλής, πλευρικούς εκσπερματικούς αγωγούς στα αρσενικά, δομές που σχετίζονται με την ένωση των πτερυγών και τη βάση της πρόσθιας πτέρυγας, όπως και από την κοινή απουσία σκληροτινισμένου αυχένα (Gullan, 2017).



Εικόνα 1.2 Κλαδόγραμμα των υποτιθέμενων σχέσεων μεταξύ των Hemiptera
(Πηγή: Gullan 2017)

1.2.1 Ανάπτυξη και βιολογικός κύκλος

Ως ετερομετάβολα έντομα, τα Αυχενόρρυγχα παρουσιάζουν ατελή μεταμόρφωση κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης τους. Τοποθετούν τα ωά τους στο έδαφος ή σε φυτικούς ιστούς, ενώ μπορούν να υποστούν προσωρινή αναστολή της ανάπτυξης τους, η οποία ελέγχεται από τη φωτοπερίοδο, τη θερμοκρασία και τη διαθεσιμότητα νερού. Από εκεί εκκολάπτονται οι νύμφες, που προκειμένου να αναπτυχθούν σε ενήλικα, διέρχονται από 5 νυμφικές ηλικίες (Εικόνα 1.3). Ο αριθμός των γενεών ανά έτος διαφέρει αναλόγως του υψομέτρου, του προσανατολισμού και κυρίως των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν. Ο τρόπος διαχείμασης διαφέρει ανάλογα με το είδος, καθώς μπορούν να διαχειμάσουν σε όλα τα στάδια (ωά, νύμφες, ενήλικα) (Biedermann & Niedringhaus 2009).



Εικόνα 1.3 Ετερομετάβολη ανάπτυξη ενός ατόμου της οικ. Cicadellidae μέσω πέντε νυμφικών ηλικιών (Πηγή: Biedermann & Niedringhaus, 2009)

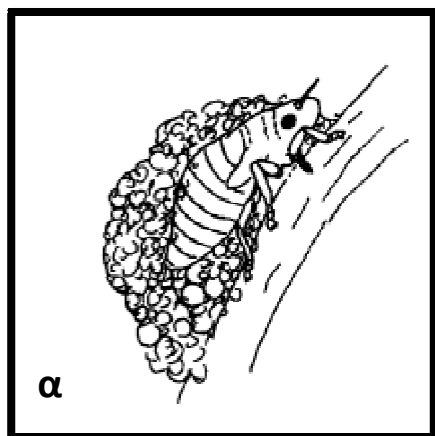
1.2.2 Δυναμική πληθυσμού

Η πυκνότητα του πληθυσμού που αναπτύσσουν τα Αυχενόρρυγχα, διαφέρει ανά είδος. Υπάρχουν είδη που βρίσκονται πάντα σε πολύ χαμηλές πληθυσμιακές πυκνότητες, και άλλα που αναπτύσσουν πληθυσμούς με περισσότερα από 100 άτομα ανά τετραγωνικό μέτρο. Το μέγεθος του πληθυσμού μπορεί να εμφανίσει αξιόλογη διακύμανση από έτος σε έτος, ακόμα και σε σταθερά περιβάλλοντα, αφού η δυναμική του πληθυσμού επηρεάζεται έντονα από τις καιρικές συνθήκες. Η επίδραση των θηρευτών ή των παρασιτοειδών δεν είναι σαφής, αλλά θεωρείται αξιόλογη σε κάποια οικοσυστήματα (Biedermann & Niedringhaus 2009).

1.2.3 Διατροφή και φυσιολογία

Ως έντομα που μιλούν φυτικό χυμό, τα Αυχενόρρυγχα διατρέφονται από ποικίλα τμήματα των φυτών, όπως είναι το ξύλωμα, ο ηθμός και το μεσόφυλλο. Ωστόσο, οι νύμφες δύο αντιπροσώπων της οικογένειας Achilidae τρέφονται με υφές μυκήτων. Σχεδόν όλα τα Fulgoromorpha, τα είδη της οικογένειας Membracidae και τα περισσότερα Cicadellidae (εκτός εκείνων της υποοικογένειας Cicadellinae και Typhlocybinae), τρέφονται από τον σακχαρώδη φυτικό χυμό διαμέσου των αγγείων του ηθμού, εκκρίνοντας περίσσεια σακχάρων, την οποία αξιοποιούν διάφορα μελιτογόνα έντομα, όπως και μερικά είδη μυρμηγκιών. Τα άτομα των οικογενειών Cercopidae, Cicadidae και της υποοικογένειας Cicadellinae, τρέφονται με φυτικό χυμό από τα αγγεία του ξύλου, συνήθως με μεγάλη ποσότητα, λόγω της χαμηλής

διατροφικής αξίας του χυμού αυτού. Σε αρκετές περιπτώσεις, η περίσσεια του χυμού αυτού απεκκρίνεται στο περιβάλλον. Οι νύμφες των αφρόφορων ειδών (υπεροικ. Cercoroidea), αναμιγνύουν αυτό το υγρό με μυκοπολυσακχαρίτες, δημιουργώντας αφρό (Εικόνα 1.4), με τον οποίο περιβάλλουν το σώμα τους για προστασία από την αφυδάτωση και τους θηρευτές. Τέλος, τα άτομα της υποοικογένειας Typhlocybinae τρέφονται με τα κύτταρα του μεσόφυλλου (Biedermann & Niedringhaus 2009).

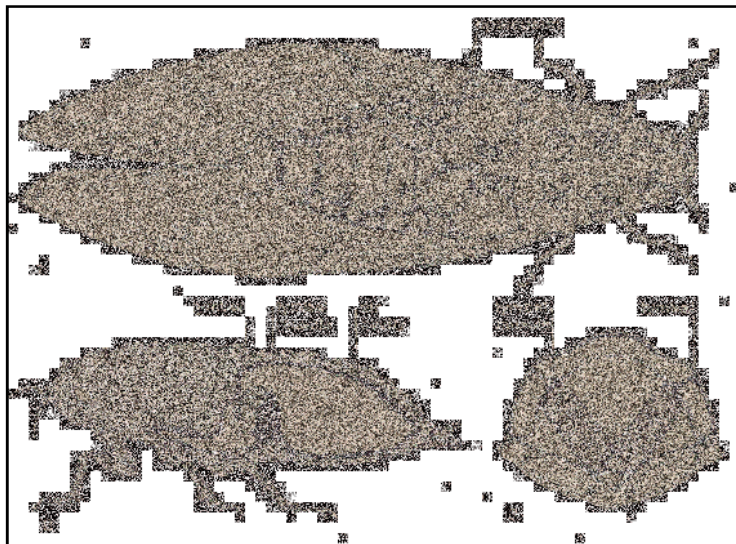


Εικόνα 1.4 Αφρώδης μάζα νύμφης της υπεροικ. Cercoroidea α) σχηματική απεικόνιση (πηγή: Biedermann & Niedringhaus 2009), β) φωτογραφία σε βλαστό (πηγή: canderra.naturemapr.org.)

1.2.4 Επικοινωνία

Τα Αυχενόρρυγχα, ειδικά τα άτομα της οικογένειας Cicadidae -κοινώς τζίτζικια- είναι ιδιαίτερα γνωστά για την ικανότητα τους να «άδουν». Το ρυθμικό αυτό «άσμα» διαφέρει μεταξύ των ειδών και χρησιμεύει για την επιλογή και αναγνώριση συντρόφου, την οριοθέτηση περιοχών, και εν μέρει ως άμυνα (Biedermann & Niedringhaus 2009). Το όργανο παραγωγής του ήχου στα έντομα αυτά, είναι μια μεμβράνη που ονομάζεται τύμβαλο, και παράγει ήχους που μεταφέρονται από αερομεταφερόμενες δονήσεις. Οι τυμβαλικές μεμβράνες συνδέονται στα χορδοτονικά όργανα και περιέχονται σε αερόσακους (Εικόνα 1.5), ειδικά τροποποιημένες τραχείες, οι οποίοι ενισχύουν τη λήψη του ήχου (Gullan 2017).

Τα υπόλοιπα Αυχενόρρυγχα, δεν έχουν το κατάλληλο μέγεθος σώματος, τη δύναμη ή τις μορφολογικές λεπτομέρειες για να παράγουν αερομεταφερόμενους ήχους υψηλών συχνοτήτων, αλλά μπορούν να παράγουν ήχους χαμηλών συχνοτήτων (μέσω του τυμβάλου), που μεταφέρονται με τη δόνηση του υποστρώματος (ξύλο, έδαφος) (Gullan 2017).



Εικόνα 1.5 Σύστημα λήψης ήχου στα τζιτζίκια σχηματικά (εσωτερικά και εξωτερικά), τύμπανο, χορδοτονικά όργανα, αερόσακος (πηγή: robinsonlibrary.com)

1.2.5 Μετακίνηση

Ο πιο κοινός τρόπος μετακίνησης στα Αυχενόρρυγχα είναι μέσω αλμάτων. Τα οπίσθια πόδια είναι ειδικά κατασκευασμένα για αυτό το σκοπό (Bonsignori et al. 2013). Πρόσφατες μελέτες έδειξαν πως τα αφρόφορα αυχενόρρυγχα (spittlebugs) είναι «παγκόσμιοι πρωταθλητές» στο άλμα, αφού σε σχέση με το βάρος του σώματος τους, ξεπερνούν τους ψύλλους (Εικόνα 1.6). Ωστόσο, μεγάλες αποστάσεις καλύπτονται μέσω πτήσης. Τα περισσότερα είδη, κυρίως τα μακρόπτερα, έχουν την ικανότητα ενεργής πτήσεως, ενώ παρατηρείται διμορφισμός στο μήκος των πτερυγών, αφού μέσα σε ένα πληθυσμό ενός είδους συνυπάρχουν μακρόπτερες και βραχύπτερες μορφές. Η αναλογία μεταξύ των διαφορετικών μορφών, μπορεί να επηρεαστεί από περιβαλλοντικές συνθήκες. Σε μεγαλύτερες αποστάσεις η μετακίνηση πραγματοποιείται παθητικά, μέσω του αέρα (Biedermann & Niedringhaus 2009).



Εικόνα 1.6 Άλμα του είδους Cicadella viridis, σε χρόνο 6'' (Bonsignori et. al 2013)

1.2.6 Αρπακτικά και παρασιτοειδή

Τα αρπακτικά των Αυχενορρύγχων δεν είναι συνήθως εξειδικευμένα και συνεπώς δεν αποτελούν την μοναδική πηγή τροφής για αυτά. Οι κύριοι θηρευτές είναι οι αράχνες, τα Ημίπτερα Reduviidae και Nabidae (assassin bugs και damsel bugs αντίστοιχα), μυρμήγκια αλλά και σπονδυλωτά όπως πουλιά και σαύρες (Resh & Carde 2009). Στα παρασιτοειδή ακμαίων και νυμφών συναντώνται έντομα από τρεις ομάδες:

Dryinidae (Hymenoptera), Pipunculidae (Diptera) και είδη Strepsiptera (Εικόνα 1.7). Ο παρασιτισμός σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να προκαλέσει έντονες αλλαγές στα



Εικόνα 1.7 Παρασιτισμένο Balclutha puncata, από παρασιτοειδές της οικ. Dryinidae (Hymenoptera)

γεννητικά όργανα και να καταστήσει δύσκολη έως και αδύνατη την αναγνώριση του είδους. Τα ωά μπορούν να παρασιτιστούν από υμενόπτερα των οικογενειών Trichogrammatidae και Mymaridae (Biedermann & Niedringhaus 2009, Resh & Carde 2009).

1.2.7 Φυτά ξενιστές

Τα Αυχενόρρυγχα δείχνουν μια εμφανή εξάρτηση από το φυτό ξενιστή, το οποίο δρα ως θέση διατροφής, ως υπόστρωμα για την εναπόθεση ωών και ως διαβιβαστής μηνυμάτων επικοινωνίας μεταξύ των ειδών, όπως προαναφέρθηκε (Ενότητα 1.2.4). Ως είδη που τρέφονται με τον φυτικό χυμό,

τα Αυχενόρρυγχα μπορεί να είναι αυστηρώς μονοφάγα, ολιγοφάγα, αλλά και πολυφάγα. (Biedermann & Niedringhaus 2009). Μπορούν να τραφούν από ένα μεγάλο εύρος φυτών όπως βρύα, φτέρες, ποώδη φυτά και γρασίδια, μέχρι θάμνους και δέντρα, καλλιεργούμενα ή μη φυτά. Πολλά είδη, ιδίως αυτά που τρέφονται διαμέσου των αγγείων του ξύλου, συνήθως χρησιμοποιούν λίγα ή και μόνο ένα είδος φυτού για να διατραφούν αλλά, εάν ο ξενιστής δεν βρίσκεται στο περιβάλλον τους, είναι ικανά να διατραφούν και να αναπτυχθούν σε μια ποικιλία εναλλακτικών ξενιστών. Λίγα από τα είδη που τρέφονται στο ξύλο έχουν εξαιρετικά μεγάλο εύρος ξενιστών όπως π.χ. το *Philaenus spumarius* (L) για το οποίο έχουν καταγραφεί πάνω από 500 φυτά ξενιστές. Τα είδη που τρέφονται στον ηθμό και στο μεσόφυλλο, τείνουν να έχουν μικρότερο εύρος ξενιστών από εκείνα που τρέφονται στο ξύλο και μάλιστα πολλά είδη φαίνεται πως χρησιμοποιούν μία μόνο οικογένεια ή γένος ή είδος φυτών. Μερικά είδη αλλάζουν ξενιστές όταν αλλάζει η εποχή ή στα διάφορα στάδια του βιολογικού κύκλου τους (Resh & Carde 2009). Έτσι, για τα περισσότερα των ειδών δεν είναι γνωστό το εύρος των ξενιστών. Παρότι υπάρχουν αρκετές καταγραφές ενήλικων ατόμων, που έχουν συλλεχθεί με απόχρη από συγκεκριμένο φυτό, δεν σημαίνει ότι είναι και φυτό ξενιστής. Αυτό συμβαίνει διότι τα ενήλικα Αυχενόρρυγχα μετακινούνται και πετούν αρκετά στο περιβάλλον τους, οπότε μπορεί να βρεθούν σε φυτά τυχαία. Οι νύμφες έχουν πιο στενή σχέση με το φυτό-ξενιστή (Soderman 2007).

1.2.8 Οικονομική σημασία των Αυχενορρύγχων

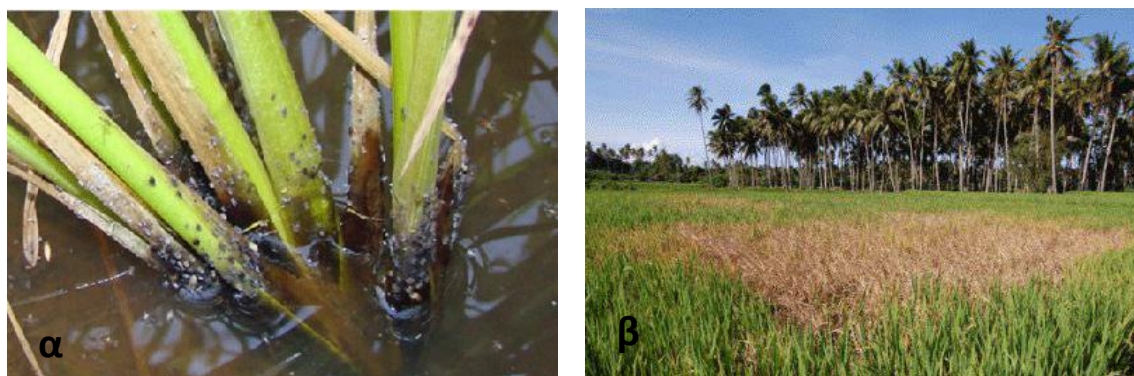
Παρόλο που η πλειοψηφία των ειδών των Αυχενορρύγχων δεν προκαλούν ζημιές στα καλλιεργούμενα φυτά, η υποτάξη αυτή περιλαμβάνει κάποιους από τους πιο καταστρεπτικούς εχθρούς. Μπορεί να ζημιώσουν τα φυτά είτε άμεσα μέσω της διατροφής ή της ωθοεσίας, είτε συχνότερα, έμμεσα μέσω της μετάδοσης φυτοπαθογόνων (Resh & Carde 2009).

Άμεσες ζημιές

Τα Αυχενόρρυγχα κατά την είσοδο του στυλέτου τους για διατροφή τραυματίζουν φύλλα και καρπούς, όπως προαναφέρθηκε. Τα συμπτώματα που δημιουργούνται κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με τη μορφή τους- αυτά που ομοιάζουν με α) στίγματα και β) κάψιμο (Backus 1993).

Τα στίγματα είναι χαρακτηριστικές υπόλευκες κηλίδες στην πάνω επιφάνεια του φύλλου που δημιουργούνται λόγω της διατροφής από τα κύτταρα του μεσόφυλλου. Παρότι προτιμούν να διατρέφονται από τα φύλλα στίγματα παρατηρούνται και στους καρπούς (Εικόνα 1.1). Η ζημιές αυτές προκαλούνται από τα είδη της υποοικογένειας Typhlocybinae (Backus 1993, Steacy & Rouchot-Lermans 1993, Baspinar 1994).

Αντίθετα, τα συμπτώματα που μοιάζουν με κάψιμο, γνωστά και ως «hopperburn» προκαλούνται από μια δυναμική αλληλεπίδραση μεταξύ σύνθετων ερεθισμάτων διατροφής των εντόμων και αποκρίσεων του φυτού. Δημιουργούνται από είδη που θεωρούνται πολύ καταστρεπτικά παγκοσμίως, προκαλώντας ζημιές χιλιάδων δολαρίων σε καλλιέργειες, όπως για παράδειγμα το είδος *Nilaparvata lugens* (Stal 1854), που είναι ο πρωταρχικός λόγος για τις απώλειες των ορυζώνων σε όλη την Ασία (Backus et al. 2004) (Εικόνα 1.8).



Εικόνα 1.8 α) Μεγάλος πληθυσμός στη βάση ρυζιού του είδους *N. lugens* β) κηλίδα σε ορυζώνα από hopperburn (πηγή: pestnet.org)

Τα γενικά συμπτώματα που εμφανίζονται στα φυτά από την ασθένεια αυτή περιλαμβάνουν α) ακραίο μαρασμό σε πολύ νεαρά φυτά, β) χλώρωση των φύλλων που εκτείνεται σε όλο το φύλλο και ακολουθείται από πτώση τους σε γηραιότερα φυτά και γ) νανισμό, ο οποίος προκαλείται από μειωμένη επιμήκυνση των στελεχών (Backus et al. 2004).

Έμμεσες ζημιές

Τα Αυχενόρρυγχα κατατάσσονται μεταξύ των πιο σημαντικών φορέων φυτοπαθογόνων μικροοργανισμών, καθώς δύνανται να μεταδώσουν ιούς,

βακτήρια και φυτοπλάσματα. Πάνω από 150 είδη είναι γνωστοί φορείς σημαντικών φυτοπαθογόνων. Τα έντομα συνήθως προσλαμβάνουν το παθογόνο μέσω της διατροφής τους από ένα μολυσμένο φυτό το οποίο πολλαπλασιάζεται στο σώμα τους και εισέρχεται στο νέο φυτό με τη σίελο κατά τη διατροφή (Resh & Carde 2009). Θεωρούνται κατάλληλοι φορείς (μαζί με τα Sternorrhyncha) επειδή είναι λιγότερο επιβλαβή για τα φυτικά κύτταρα, όταν εισάγουν το στυλέτο τους για να διατραφούν, διότι περνά ανάμεσα από τα κύτταρα για να φτάσει στον ιστό στόχο (πχ. ηθμός) χωρίς να προκαλέσει ζημιά (Ferreles & Moreno 2009).

Στα εσπεριδοειδή μεταφέρουν δύο πολύ σημαντικά παθογόνα, το φυτόπλασμα *Spiroplasma citri* (Εικόνα 1.9α) που προκαλεί την ασθένεια Στάμπορν ή μεταδοτική μικροφυλλία και το βακτήριο *Xylella fastidiosa* (Εικόνα 1.9β) που προκαλεί την ποικιλοχρωματική χλώρωση στα εσπεριδοειδή (Citrus variegated Chlorosis CVC), τα οποία θεωρούνται καραντίνας για την Ευρώπη (Παναγόπουλος 2007).



Εικόνα 1.9 Συμπτώματα του α) *S. citri* (Nejat et al. 2011) β) *X. fastidiosa*, (πηγή: invasive.org)σε εσπεριδοειδή

1.3 Μέθοδοι εκτίμησης του πληθυσμού των Αυχενορρύγχων

Για τη μελέτη ενός πληθυσμού εντόμων δεν είναι δυνατόν να γίνει καταμέτρηση κάθε ατόμου ξεχωριστά. Έτσι λοιπόν, είναι απαραίτητο να συλλέγονται δείγματα και στη συνέχεια να γίνονται εκτιμήσεις πληθυσμού για

αυτά. Οι μέθοδοι δειγματοληψίας μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: εκείνες που έχουν σχεδιαστεί για να διακόπτουν την πτήση ιπτάμενων εντόμων, και αυτές που έχουν σχεδιαστεί να συλλέγουν τα άτομα από το έδαφος ή την βλάστηση (Dent & Walton 1997).

Παγίδες παρεμπόδισης πτήσης

Η πιο κοινή μέθοδος συλλογής Αυχενορρύγχων είναι οι κίτρινες κολλητικές παγίδες (Trebicki et al 2009, Soderman 2007, Kersting et al 1997, Gunthart 1987) (Εικόνα 3.5α). Οι κίτρινες κολλητικές παγίδες χρησιμοποιούνται ευρέως για τον έλεγχο του πληθυσμού πολλών εντομολογικών εχθρών όπως αλευρώδεις, θρίπες, αφίδες κ.α, αφού το κίτρινο χρώμα φαίνεται να είναι περισσότερο ελκυστικό για μια μεγάλη ποικιλία φυτοφάγων εντόμων και αρπακτικών (Campbell & Hanula 2007, Dent & Walton 1997), ενώ είναι περισσότερο ελκυστικό και για τα Αυχενόρρυγα από ότι το άσπρο, το πράσινο, το κόκκινο και το μπλε (Alverson et al. 1977). Τα έντομα παγιδεύονται κατά την πτήση τους στην επιφάνεια που είναι καλυμμένη με κόλλα μακράς διάρκειας. Έτσι πρέπει να γίνεται συχνά αλλαγή των παγίδων, διότι καλύπτονται από έντομα και σκόνη, μειώνοντας την αποτελεσματικότητα συλλογής τους (Dent & Walton 1997).

Μια άλλη κοινή μέθοδος συλλογής Αυχενορρύγχων για την καταγραφή χωρικών δεδομένων, είναι η χρήση διαφόρων τύπων αναρροφητικών παγίδων (suction traps) (Biedermann & Niedringhaus 2009) (Εικόνα 1.10 α,γ). Οι παγίδες αυτές αποτελούνται από έναν αναρροφητήρα, ο οποίος αναρροφά έντομα από τη βλάστηση και τα συλλέγει σε δοχείο, αφού πρώτα τα «φιλτράρει» μέσω λεπτής σήτας (Dent & Walton 1997). Οι παγίδες αυτές φαίνεται να είναι περισσότερο αποτελεσματικές για κάποια είδη Αυχενορρύγχων σε σύγκριση με τις κίτρινες κολλητικές παγίδες (Kersting et al. 1997).

Επιπλέον για την συλλογή Αυχενορρύγχων, χρησιμοποιούνται και παγίδες φωτός (Soderman 2007) (Εικόνα 1.10 β,γ). Οι παγίδες αυτές έχουν την ικανότητα να συλλέγουν μεγάλους αριθμούς ιπτάμενων εντόμων αφού πολλά έντομα προσελκύονται από το φως. Οι παγίδες αυτές, αποτελούνται από μια

φωτεινή πηγή που εκπέμπει φως (320-400nm), όπου προσελκύει τα έντομα και τα σκοτώνει ακαριαία (Dent & Walton 1997).



Εικόνα 1.10 α) Παγίδα φωτός (πηγή: johnwhock.com) β) αναρροφητική παγίδα D-Vac (πηγή: gwct.org.uk) γ) συνδυασμός παγίδας φωτός με αναρροφητική (πηγή: pbcrc.com.au)

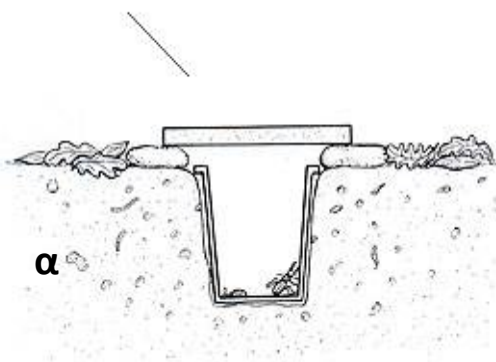
Σε μεγάλες εκτάσεις, αγρούς και βοσκοτόπους, παγίδες τύπου Malaise είναι οι πλέον κατάλληλες, για τη συλλογή Αυχενορρύγχων (Soderman 2007). Η παγίδα Malaise σχεδιάστηκε από τον Rene Malaise το 1934 και έχει ευρεία χρήση συμβάλλοντας σε βιολογικές και οικολογικές μελέτες ιπτάμενων κυρίως εντόμων, αφού θεωρείται ότι υπάρχει άμεση αναλογική σχέση μεταξύ του αριθμού των εντόμων που συλλαμβάνονται σε μια τέτοια παγίδα και της αφθονίας των εντόμων του ίδιου είδους στο περιβάλλον. Είναι παγίδα «τύπου σκηνης» η οποία διακόπτει την πτήση ιπτάμενων εντόμων καθώς μπαίνουν στο εσωτερικό της και ανέρχονται προς την κορυφή αναζητώντας διαφυγή (Εικόνα 3.4). Εκεί εισέρχονται σε ένα φιαλίδιο το οποίο είναι και το μέρος συλλογής τους αφού περιέχει κάποιο υγρό θανάτωσης (Matthews & Matthews 1971).

Η επιτυχία της παγίδας αυτής εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες, όπως η θερμοκρασία και γενικότερα οι καιρικές συνθήκες, αφού επηρεάζουν την κινητικότητα των ιπτάμενων εντόμων, αλλά και ο προσανατολισμός που θα έχει σε σχέση με την καλλιέργεια. Είναι μια απλή μέθοδος παγίδευσης η οποία συλλέγει δείγματα καθόλη τη διάρκεια του 24ωρου αφότου τοποθετηθεί (Matthews & Matthews 1971).

Συλλογή εντόμων από το έδαφος ή τη βλάστηση

Για είδη που ζουν κοντά στο έδαφος μπορούν να συλλεχθούν αποτελεσματικά με τη χρήση παγίδων pitfall (Biedermann & Niedringhaus 2009, Soderman 2007) (Εικόνα 1.11). Οι παγίδες αυτές είναι δοχεία που περιέχουν υγρό (νερό με κάποιο συντηρητικό), είναι θαμμένες στο έδαφος ενώ το άνοιγμά τους βρίσκεται στο ίδιο ύψος με την επιφάνεια του εδάφους. Έντομα που βαδίζουν στο έδαφος πέφτουν μέσα στην παγίδα χωρίς δυνατότητα διαφυγής (Dent & Walton 1997). Οι συγκεκριμένες παγίδες είναι αποτελεσματικές κυρίως σε βραχύπτερα είδη (άτομα της οικογένειας Delphacidae, ή είδη της οικ. Cicadellidae, όπως τα *Chiasmus* και *Doratura*) ή σε νύμφες, και χρησιμοποιούνται συνήθως σε συνδυασμό με κάποια από τις προηγούμενες μεθόδους (Biedermann & Niedringhaus 2009).

Pitfall trap



Εικόνα 1.11 α) Σχηματική απεικόνιση παγίδας pitfall (πηγή: extreme-macro.co.uk) β) παγίδα pitfall (πηγή: en.wikipedia.org)

Η πλέον οικονομική και ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος συλλογής Αυχενορρύγχων από τη βλάστηση, για ενήλικα αλλά και ανήλικα μη ιπτάμενα σταδία (νύμφες), είναι η εντομολογική απόχη (Εικόνα 3.6β). Η απόχη

ταλαντεύεται αρκετές φορές μέσα στη βλάστηση, περιστρέφοντας το δίκτυο έτσι ώστε το άνοιγμα του να είναι σε επαφή με τη βλάστηση. (Dent & Walton 1997). Μετά το πέρας των «χτυπημάτων» της απόχης πάνω στη βλάστηση, τα άτομα συλλέγονται με αναρροφητήρα χειρός (Εικόνα 3.6α) και θανατώνονται σε φιαλίδιο όπου προστίθεται μια ουσία θανάτωσης (πχ οξικός αιθυλεστέρας) (Biedermann & Niedringhaus 2009).

Η αποτελεσματικότητα της, εξαρτάται από την ικανότητα του χρήστη, το μέγεθος των οπών στο δίκτυο, το ύψος των φυτών, τον ημερήσιο ρυθμό των εντόμων και τον καιρό (η υψηλή υγρασία αποτρέπει τη χρήση απόχης) (Dent & Walton 1997). Είδη που ζουν κρυμμένα στη βλάστηση ή στις ρίζες των φυτών (πχ *Aphrodes*, *Agallia*, *Euscelis*, είδη της οικ. Delphacidae) και είδη που ζουν στην κόμη δέντρων (πχ *Edwardsiana*), σπάνια συλλέγονται με την απόχη, όπως επίσης και πολύ κινητικά έντομα, αφού διαφεύγουν εύκολα. Ακόμα, αγκαθωτά φυτά, όπως η τριανταφυλλιά, εμποδίζουν το χρήστη να συλλέξει έντομα από αυτά (Soderman 2007).

2. Σκοπός

Λόγω της ολοένα και αυξανόμενης σημασίας των Αυχενορρύγχων στην Ευρώπη γενικά, αλλά και την Ελλάδα ειδικότερα, είναι σημαντική η ύπαρξη δεδομένων για την πληθυσμιακή διακύμανση αυτών σε δενδρώδεις, και όχι μόνο, καλλιέργειες, αλλά και για την εκτίμηση του πληθυσμού αυτών με διάφορες μεθόδους. Μέχρι στιγμής, αν και υπάρχουν σχετικές μελέτες στην Ελλάδα για την παρουσία των Αυχενορρύγχων σε εσπεριδοειδώνες (Κουτσογιαννοπούλου, Βουλγαράκη και Σταματάκου υπό δημοσίευση), δεν υπάρχουν στοιχεία για την επίδραση των αυτοφυών, που υπάρχουν στον εσπεριδοειδώνα, στο μέγεθος του πληθυσμού αλλά και την ποικιλομορφία των Αυχενορρύγχων.

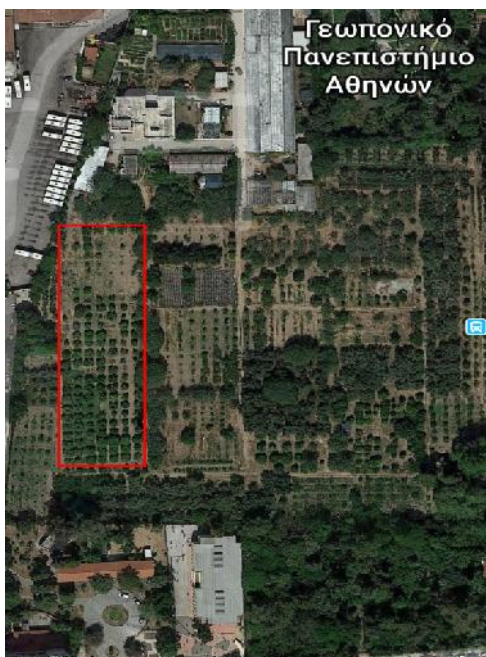
Επιπλέον, ενώ έχουν γίνει αρκετές μελέτες για την αξιολόγηση των διάφορων τύπων παγίδευσης ως προς την αποτελεσματικότητά τους για διάφορες τάξεις εντόμων (Juillet 1963) αλλά και συγκεκριμένα για Αυχενόρρυγχα (Barringer 2015) και ενώ κάποιες παγίδες είναι πιο δημοφιλείς στη χρήση τους για τη συλλογή Αυχενορρύγχων (Stewart 2002, Biedermann-Niedringhaus 2009), δεν υπάρχουν συγκεκριμένα στατιστικά στοιχεία ως προς τις διαφορές τους στο μέγεθος του πληθυσμού που συλλέγουν αλλά και την ποικιλομορφία. Ακόμα δεν υπάρχουν στοιχεία για την αποτελεσματικότητά τους σε συγκεκριμένα είδη που πιθανόν η μελέτη τους να είναι κρίσιμη λόγω της σημασίας τους, όπως για παράδειγμα των φορέων του βακτηρίου *Xylella fastidiosa*.

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η ταξινόμηση, οικολογία και καταγραφή του πληθυσμού των Αυχενορρύγχων σε περιβάλλον εσπεριδοειδώνα και η συσχέτιση του με την παρουσία της αυτοφυούς βλάστησης, όπως και η σύγκριση και αξιολόγηση τριών μεθόδων δειγματοληψίας (παγίδες Malaise, κολλητικές παγίδες, εντομολογική απόχη) του πληθυσμού αυτών.

3 Υλικά και μέθοδοι

3.1 Περιοχή δειγματοληψιών

Για τις δειγματοληψίες επιλέχθηκε ο εσπεριδοειδώνας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Εικόνα 3.1) (20x100m), ο οποίος εκτός από πορτοκαλιές (*Citrus x sinensis*) διαφόρων ποικιλιών (Navellina, New Hall, Moro, Valencia κ.α) περιλάμβανε ποικιλίες άλλων εσπεριδοειδών όπως, μανταρινιάς (*Citrus reticulata*), κιτριάς (*Citrus medica*), γκρέιπ φρουτ (*Citrus x paradisi*), κουμ κουάτ (*Citrus japonica*), λιμεττιάς (*Citrus limetta*), περγαμόντο (*Citrus bergamia*) και λεμονιάς (*Citrus limon*). Ο εσπεριδοειδώνας γειτνιάζε με άλλες δενδρώδεις καλλιέργειες, όπως φιστικιάς (*Pistacia vera*), αλλά και ελαιόδενδρα (*Olea europaea*). Σε μεγαλύτερη απόσταση υπήρχαν και καλλιέργειες μηλοειδών και πυρηνοκάρπων, ενώ υπήρχαν και διάφορα αυτοφυή.



Εικόνα 3.1 Φωτογραφία από δορυφόρο του οπωρώνα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Επισημασμένος ο εσπεριδοειδώνας. Πηγή: Google maps

3.2 Καλλιεργητικές πρακτικές

Για την αξιολόγηση της επιρροής της αυτοφυούς βλάστησης στον πληθυσμό των Αυχενορρύγχων ο εσπεριδοειδώνας χωρίστηκε στη μέση. Γινόταν χορτοκοπή της αυτοφυούς βλάστησης με φρέζα (Εικόνα 3.2α), κατά μήκος των γραμμών και με χορτοκοπτικό εδάφους (Εικόνα 3.2β), κάτω από τα δένδρα στο ένα τμήμα του αγρού, ενώ αφηνόταν άθικτη στο άλλο τμήμα. Οι

ημερομηνίες χορτοκοπής ήταν στις 08/11/2016, 14/03/2017, 29/05/2017, 21/06/2017, 25/09/2017 και 31/10/2017.

Καθ' όλη τη διάρκεια των δειγματοληψιών δεν έγινε ψεκασμός με εντομοκτόνα στον εσπεριδοειδώνα, ούτε και στον υπόλοιπο οπωρώνα.



Εικόνα 3.2 α) Φρέζα και β) χορτοκοπτικό εδάφους, που χρησιμοποιήθηκαν

3.3 Τρόποι δειγματοληψίας

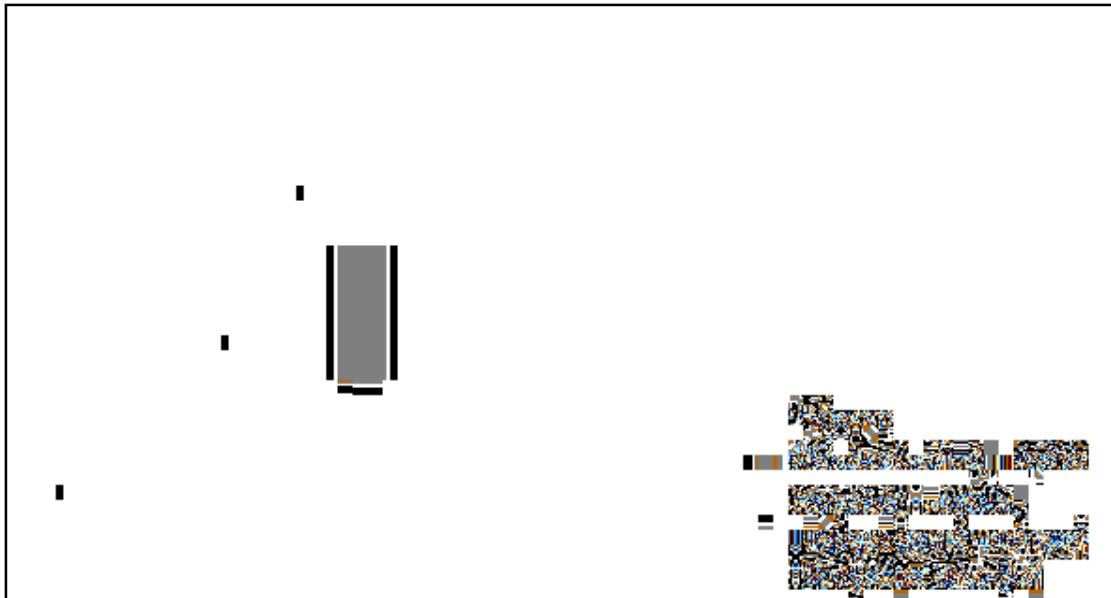
Για το σκοπό του πειράματος δοκιμάστηκαν και συγκρίθηκαν οι τρόποι δειγματοληψίας με εντομολογική απόχρη, παγίδες Malaise και κολλητικές παγίδες

3.3.1 Παγίδες Malaise

Για το σκοπό του πειράματος, τοποθετήθηκαν δύο παγίδες Malaise (Εικόνα 3.4β), μια στο τμήμα του οπωρώνα με άθικτη την αυτοφυή βλάστηση και μία στο τμήμα με κομμένη. Οι παγίδες αυτές είχαν διαστάσεις 180x70x105cm και προμηθεύτηκαν από το εμπόριο (EntoSphinxS A., CzechRepublic).

Εκτός από τις παγίδες αυτές, χρησιμοποιήθηκε και μια τροποποιημένη εκδοχή της παγίδας Malaise, η οποία χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της μετακίνησης εντόμων. Η «μεταναστευτική» παγίδα Malaise (Εικόνα 3.4α), έχει δύο «κεφαλές» με φιαλίδια συλλογής εντόμων, όπου τα δείγματα συλλέγονται ξεχωριστά από την εκάστοτε πλευρά δίνοντας μας τη δυνατότητα να βρούμε άμεσα τις διαφορές του πληθυσμού των Αυχενορρύγχων μεταξύ των δύο διαφορετικών οικοτόπων (εσπεριδοειδώνας με ή χωρίς αυτοφυής βλάστηση). Η παγίδα αυτή είχε διαστάσεις 160x120x170cm και ήταν ιδιοκατασκευή (με πρότυπο εκείνη της εταιρείας bugdorm) από λευκό εντομοστεγές δίχτυ του

εμπορίου (Hellagro A.E.). Τοποθετήθηκε κάθετα στο όριο μεταξύ των δύο πλευρών (Εικόνα 3.3).



Εικόνα 3.3 Σχηματική απεικόνιση του εσπεριδοειδώνα. Θέση και προσανατολισμός της «μεταναστευτικής» παγίδας

Η «μεταναστευτική» παγίδα τοποθετήθηκε από τις 26/01/2017 μέχρι και τις 13/02/2018. Έγιναν 43 δειγματοληψίες ανά 8 ημέρες. Οι δύο απλές παγίδες Malaise τοποθετήθηκαν δύο μήνες αργότερα σε απόσταση 10 μέτρων από την «μεταναστευτική» στις 24/03/2017 και οι δειγματοληψίες σταμάτησαν στις 18/07/2017 λόγω φθοράς αυτών. Έγιναν συνολικά 14 δειγματοληψίες ανά 8 ημέρες. Τα δείγματα συλλέγονταν στα φιαλίδια που υπήρχαν στις κεφαλές των παγίδων και περιείχαν αιθανόλη (98%), το οποίο ήταν το υγρό θανάτωσης αλλά και το υγρό διατήρησης.



Εικόνα 3.4 α) «Μεταναστευτική» και β) απλή παγίδα Malaise

3.3.2 Κίτρινες κολλητικές παγίδες

Για το σκοπό της παρούσας μελέτης, αναρτήθηκαν δύο κίτρινες κολλητικές παγίδες, στην κόμη δέντρων (Εικόνα 3.5α) από το τμήμα του οπωρώνα που είχε γίνει χορτοκοπή της αυτοφυούς βλάστησης, και άλλες δύο σε κόμη δέντρων στο άλλο τμήμα (με ανεπτυγμένη την αυτοφυή βλάστηση), σε ύψος περίπου 150cm. Οι παγίδες αυτές είχαν διαστάσεις 25x10cm και προμηθεύτηκαν από το εμπόριο (Gemma). Η πρώτη ανάρτηση έγινε στις 09/05/2017. Ανά 8 ημέρες γινόταν συλλογή των παγίδων και ανάρτηση νέων έως και τις 13/02/2018. Η επιλογή των δέντρων για ανάρτηση γινόταν τυχαία. Συνολικά έγιναν 27 αλλαγές παγίδων.

3.3.3 Παγίδες «Δέλτα»

Οι παγίδες «Δέλτα» (delta traps), έχουν τριγωνικό σχήμα, μακράς διάρκειας κόλλα και χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο Λεπιδοπτέρων και Διπτέρων. Συνήθως τοποθετείται φερομόνη στο κέντρο της παγίδας, προσελκύοντας ενήλικα αρσενικά άτομα, ενώ τα χρώματα που χρησιμοποιούνται κυμαίνονται από λευκό και πράσινο, έως και τα πιο συνηθισμένα που είναι το κίτρινο, ανάλογα το έντομο στόχο (Knight & Miliczky 2003).

Στις 18/07/2017 αναρτήθηκαν δύο παγίδες τύπου «Δέλτα» (Εικόνα 3.5β), μια πράσινη και μια κίτρινη στην κόμη δέντρων σε ύψος 150cm. Οι παγίδες αυτές προμηθεύτηκαν από το εμπόριο (Gemma) ενώ δεν περιείχαν φερομόνη για Αυχενόρρυγχα. Ανά 15 ημέρες γινόταν συλλογή των παγίδων και ανάρτηση νέων, έως και τις 13/02/2018. Συνολικά έγιναν 11 αλλαγές παγίδων.



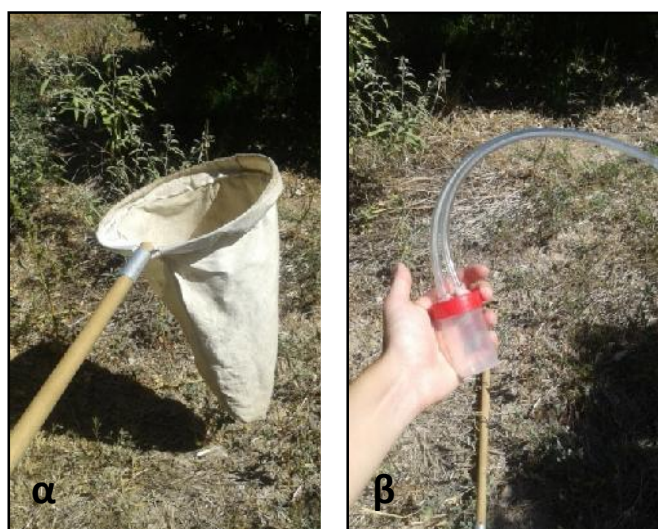
Εικόνα 3.5 α) κίτρινη κολλητική παγίδα και β) κίτρινη τύπου «Δέλτα» παγίδα

3.4 Συλλογή των δειγμάτων

Η συλλογή των δειγμάτων γινόταν ανά 8 ημέρες απ' όλες τις παγίδες (εκτός από τις παγίδες δέλτα που γίνονταν ανά 15 ημέρες), και τα δείγματα μεταφέρονταν στο Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών για ταξινόμηση.

3.3.4 Εντομολογική απόχη

Κατά τη συλλογή των δειγμάτων γινόταν και δειγματοληψία με εντομολογική απόχη (Εικόνα 3.6β) και τη βοήθεια αναρροφητήρα χειρός (Εικόνα 3.6α), από τα αυτοφυή αλλά και την κόμη των δέντρων. Η εντομολογική απόχη είχε διάμετρο στεφάνης 38cm και μήκος λαβής 60cm. Οι δειγματοληψίες με απόχη ξεκίνησαν στις 07/11/2016 και σταμάτησαν στις 13/02/2018. Συνολικά έγιναν 52 δειγματοληψίες με απόχη. Τα άτομα θανατώνονταν σε αιθανόλη (98%) και μεταφέρονταν με τα υπόλοιπα δείγματα στο εργαστήριο.



Εικόνα 3.6 α) αναρροφητήρας και β) εντομολογική απόχη

3.4 Συστηματική κατάταξη των Αυχενορρύγχων

3.4.1 Διαδικασία ταξινόμησης δειγμάτων από Malaise και απόχη

Κατά την παραλαβή των δειγμάτων, σε πρώτο στάδιο γινόταν διαχωρισμός των Αυχενορρύγχων από τα υπόλοιπα έντομα που συνέλεξε η παγίδα, και φύλαξη αυτών σε πλαστικά φιαλίδια, σε αιθανόλη 98%, όπου εξωτερικά αναγράφονταν η ημερομηνία ο τύπος παγίδευσης και η θέση της παγίδας. Τα υπόλοιπα έντομα απορρίπτονταν.

Στη συνέχεια με τη βοήθεια στερεοσκοπίου γινόταν καταμέτρηση των ατόμων ανά δειγματοληψία και προσδιορισμός της αναλογίας του φύλου. Ο

διαχωρισμός των αρσενικών από τα θηλυκά άτομα γινόταν εύκολα, διακρίνοντας τον ωοθέτη στα θηλυκά (Εικόνα 3.6).



Εικόνα 3.6 Κάτω μέρος κοιλίας α)θηλυκού και β) αρσενικού ατόμου

Έπειτα πραγματοποιούταν μια πρώτη ομαδοποίηση των ατόμων σύμφωνα με εμφανείς μορφολογικές διαφορές που παρουσίαζαν μεταξύ τους, όπως το μέγεθος, ο χρωματισμός ή το μήκος των πτερυγών. Γινόταν συστηματική ταξινόμηση των ατόμων με διχοτομικές κλείδες που βασίζονταν αρχικά σε εξωτερικά χαρακτηριστικά, όπως οι άκανθες στους πόδες, η νεύρωση των πρόσθιων αλλά και των οπίσθιων πτερυγών, η θέση των απλών οφθαλμών (oceli), η ύπαρξη χαρακτηριστικών χρωματισμών στο πρόνωτο ή σε άλλα μέρη της κεφαλής και των πτερυγών κ.α. Στο στάδιο αυτό η ταξινόμηση μπορεί να φτάσει μέχρι επίπεδο υποοικογένειας, ή/ και γένους, σπανιότερα σε επίπεδο είδους, ενώ μπορεί να γίνει σε άτομα αμφοτέρου φύλου.

Η ταξινόμηση των ατόμων σε επίπεδο είδους γινόταν βάση της μορφολογίας του γεννητικού συστήματος, δηλαδή του αιδοιαγού και των στύλων των ακμαίων αρσενικών ατόμων. Το υπό εξέταση αρσενικό άτομο τοποθετούνταν σε αντικειμενοφόρο πλάκα και με τη βοήθεια εντομολογικών καρφιτσών, πραγματοποιούνταν αφαίρεση του κάτω μέρους της κοιλίας που περιείχε το γεννητικό του σύστημα. Στη συνέχεια τοποθετούνταν εντός φιαλιδίου με καυστικό κάλιο (KOH) περιεκτικότητας 10%, για 1-2 ώρες για μικρότερα άτομα και έως 12 ώρες για μεγαλύτερα, ώστε να επιτευχθεί η διάλυση του (Biedermann-Niedringhaus 2009). Η διάλυση συνίσταται στη διαλυτοποίηση πρωτεϊνικών τμημάτων και λιπών των ιστών, ώστε να παραμείνουν τα γεννητικά όργανα που είναι χιτινώδεις κατασκευές και να χρησιμοποιηθούν

ως ταξινομικοί χαρακτήρες. Τα διαυγασμένα γεννητικά όργανα, μετά τον απαραίτητο χρόνο παραμονής στο καυστικό κάλιο, μεταφέρονταν εκ νέου σε αντικειμενοφόρο πλάκα για παρατήρηση σε στερεοσκόπιο (Zeiss Stemi 305) και στη συνέχεια σε οπτικό μικροσκόπιο (Zeiss Stemi 305) για μεγαλύτερη ανάλυση (x10, x40).

Οι κλείδες που χρησιμοποιήθηκαν για την συστηματική κατάταξη ήταν του Ribaut (1952), των Biedermann-Niedringhaus (2009) και Ossiannilsson (1978), ενώ βοηθητικά έγινε αναζήτηση ειδών σε επιστημονικές δημοσιεύσεις και έγκυρες διαδικτυακές σελίδες (Tamotsu 1982, Fletcher & Lariviere 2009, dmitriev.speciesfile.org, zahniser.speciesfile.org).

Μετά το τέλος της ταξινόμησης τα αναγνωρισμένα είδη τοποθετούνταν με υδατοδιαλυτή κόλλα πάνω σε εντομολογικά χαρτάκια και έπειτα με καρφίτσες στερεώνονταν και αποθηκεύονταν στη συλλογή με τα υπόλοιπα αναγνωρισμένα άτομα.

3.4.2 Διαδικασία ταξινόμησης δειγμάτων από κολλητικές παγίδες

Κατά την παραλαβή των κολλητικών παγίδων γινόταν καταμέτρηση και καταγραφή των Αυχενορρύγχων ανά δειγματοληψία, τύπο παγίδας και ανά θέση της εκάστοτε παγίδας στον αγρό. Η ταξινόμηση των ατόμων γινόταν μέχρι και επίπεδο γένους σπανίως μέχρι επίπεδο είδους, αφού τα άτομα ήταν προσκολλημένα στην παγίδα, δυσχεραίνοντας τον χειρισμό τους. Η διαδικασία ταξινόμησης ήταν ίδια με εκείνη που προαναφέρθηκε. Τα δείγματα μετά την αναγνώριση απορρίπτονταν.

3.5 Επεξεργασία δεδομένων

Τα αποτελέσματα των ειδών που βρέθηκαν ανά χρονική περίοδο και ανά παγίδα, καταχωρήθηκαν σε υπολογιστικό φύλλο (Excel 2007- Microsoft office) ώστε να γίνει η κατάλληλη επεξεργασία των δεδομένων, για την συμμετοχή των διαφόρων ταξινομικών ομάδων στο σύνολο του πληθυσμού, την αναλογία φύλου και την πληθυσμιακή διακύμανση, όπως επίσης και τον υπολογισμό οικολογικών παραμέτρων (ενότητα 3.5.1-3.5.4) για κάθε τμήμα του εσπεριδοειδώνα (τμήμα με ή χωρίς αυτοφυή). Τα δεδομένα από την συλλογή εντόμων στις παγίδες διαφόρων τύπων στα διαφορετικά τμήματα του

εσπεριδοειδών (με και χωρίς αυτοφυή βλάστηση) αναλύθηκαν ως προς τη διασπορά τους (one και 2-way ANOVA, $P < 0,05$). Όπου υπήρχε στατιστικώς σημαντική διαφορά έγινε στατιστική σύγκριση (Tukey HSD test, t-test). Για την στατιστική επεξεργασία χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό JMP 14 SW (SAS Institute, 2016; Cary/USA).

3.5.1 Κυριαρχία και συχνότητα

Για την αξιολόγηση του πληθυσμού των διαφόρων ειδών των Αυχενορρύγχων χρησιμοποιήθηκαν τα κριτήρια της κυριαρχίας και της συχνότητας.

Η **κυριαρχία** ενός είδους αντιστοιχεί στο ποσοστό που αντιπροσωπεύουν τα άτομα του είδους επί των συνολικά συλληφθέντων ατόμων όλων των ειδών (σχετική πληθυσμιακή πυκνότητα). Μια ομάδα θεωρείται κυρίαρχη, σημαντική ή ασήμαντη, ανάλογα με το εάν ο πληθυσμός της υπερβαίνει το 5%, είναι μεταξύ του 2-5% ή είναι μικρότερος του 2% του συνολικού αριθμού ατόμων των δειγματοληψιών αντίστοιχα.

Η **συχνότητα** ενός είδους εκφράζεται με το ποσοστό των δειγμάτων στα οποία έχει βρεθεί το είδος αυτό επί των συνολικών δειγμάτων. Ως προς την συχνότητα, μια ομάδα μπορεί να είναι σταθερή, συχνή ή τυχαία, αν απαντά σε ποσοστό πάνω από το 50%, μεταξύ 25-50% ή μικρότερο από το 25% του συνόλου των δειγματοληψιών αντίστοιχα (Emmanouel, 1977)

3.5.2 Δείκτες του πλούτου των ειδών

Ο απλούστερος και ευκολότερος τρόπος να εκφράσουμε την ποικιλότητα ειδών μιας βιοκοινότητας είναι να χρησιμοποιήσουμε τον αριθμό των ειδών της βιοκοινότητας. Όμως ο αριθμός δε μας είναι γνωστός μόνο εάν κάνουμε απογραφή. Μας είναι γνωστός μόνο ο αριθμός των ειδών (S) και οι αριθμοί των ατόμων κάθε είδους (N_i) που περιλαμβάνονται στο δείγμα μας. Δε γνωρίζουμε ούτε τον πραγματικό πλούτο ειδών (αριθμό ειδών) ούτε την πραγματική ποσοστιαία συμμετοχή (σε αριθμό ατόμων) κάθε είδους στη σύνθεση της βιοκοινότητας από την οποία ελήφθη το δείγμα.

Είναι προφανές ότι όσα περισσότερα άτομα περιλαμβάνει το δείγμα τόσο περισσότερα είδη, από ένα άγνωστο και μεγαλύτερο αριθμό ειδών της βιοκοινότητας, θα αντιπροσωπεύονται στο δείγμα. Έτσι, όσο μεγαλύτερη είναι

η δειγματοληπτική προσπάθεια, τόσα περισσότερα άτομα, άρα και είδη, περιλαμβάνονται στο δείγμα. Επίσης, με την ίδια δειγματοληπτική προσπάθεια, βιοκοινότητες με μικρότερους πληθυσμούς στα διάφορα είδη, θα εμφανιστούν, κατά πάσα πιθανότητα, με λιγότερα είδη από άλλες με πιο πολυάριθμες βιοκοινότητες. Απαιτείται επομένως «διόρθωση» του παρατηρηθέντος αριθμού ειδών με βάση τον αριθμό των ατόμων στο δείγμα, προκειμένου να έχουμε ένα μέτρο (δείκτη) του αριθμού των ειδών και δυνατότητα σύγκρισης του πλούτου ειδών διαφόρων βιοκοινοτήτων (δειγμάτων)

Δύο τέτοιες «διορθώσεις» (δείκτες πλούτου ειδών) έχουν προταθεί και χρησιμοποιούνται. Ο δείκτης R_1 του Margalef (1958):

$$R_1 = \frac{S - 1}{\ln N}$$

και ο δείκτης R_2 του E.F. Menhinich (1964):

$$R_2 = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

όπου S και N οι αριθμοί των ειδών και των ατόμων αντίστοιχα στο δείγμα.

3.5.3 Δείκτης ποικιλότητας του Simpson

Ο Simpson (1949) πρότεινε ένα δείκτη που ποσοτικοποιεί την ιδιότητα της «κυριαρχίας» σε μια βιοκοινότητα και που είναι αντίθετη της «ποικιλότητας».

Ο δείκτης ποικιλότητας του Simpson (D) μετρά την πιθανότητα δύο άτομα που επιλέγονται τυχαία από ένα δείγμα, να ανήκουν στο ίδιο είδος. Προφανώς όσο λιγότερα είδη υπάρχουν στη βιοκοινότητα, τόσο μεγαλύτερη είναι αυτή η πιθανότητα. Αλλά επιπλέον όσο η κατανομή των ατόμων στα είδη απομακρύνεται από την ισομερή, τόσο η πιθανότητα αυτή γίνεται πάλι μεγαλύτερη. Επομένως, ο δείκτης αυτός επηρεάζεται και από τον αριθμό των ειδών και από την κατανομή των ατόμων στα είδη.

Ο δείκτης αυτός δίνεται από τον τύπο:

$$D = \sum_{i=1}^s \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

όπου s ο συνολικός αριθμός των ειδών στο δείγμα, n_i ο αριθμός ατόμων που ανήκουν σε ένα συγκεκριμένο είδος, και N ο συνολικός αριθμός των ατόμων όλων των ειδών.

Με αυτόν τον δείκτη, το 0 αντιπροσωπεύει την απόλυτη ποικιλότητα και το 1, καθόλου ποικιλότητα. Επομένως, όσο μεγαλύτερη η τιμή του D , τόσο μικρότερη η ποικιλότητα.

Δεδομένου ότι η κυριαρχία είναι αντίθετη της ποικιλότητας, ο δείκτης κυριαρχίας εύκολα μετασχηματίζεται σε δείκτη ποικιλότητας που δίνεται από τη σχέση:

$$1 - D$$

όπου η τιμή του δείκτη ποικίλλει από το 0 έως το 1, μόνο που εδώ, όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή, τόσο μεγαλύτερη η ποικιλομορφία. Αυτό είναι πιο κατανοητό. Σε αυτή την περίπτωση, ο δείκτης αντιπροσωπεύει την πιθανότητα δύο άτομα που επιλέγονται ανεξάρτητα από το δείγμα να ανήκουν σε διαφορετικά είδη.

3.5.4 Μέθοδος Anne Chao

Η μέθοδος αυτή, εκτιμά τον αναμενόμενο αριθμό των ειδών με βάση τον αριθμό των ειδών που εμφανίστηκαν στο δείγμα με μόνο ένα άτομο (a) και τον αριθμό των ειδών που εμφανίστηκαν στο δείγμα με μόνο δύο άτομα (b).

$$S_{max} = S_{ods} + \frac{a^2}{2b}$$

Όπου S_{ods} ο συνολικός αριθμός των ειδών που συλλέχθηκαν.

4. Αποτελέσματα

Στην προσπάθεια καταγραφής του πληθυσμού των Αυχενορρύγχων σε περιβάλλον εσπεριδοειδών συλλέχθηκαν συνολικά 2,963 άτομα (ενήλικα και νύμφες) που κατατάχθηκαν σε 57 είδη. Από αυτά, μόλις τα 56 άτομα άνηκαν στη σειρά Fulgoroμορφα με ποσοστό 1,86%, ενώ τα υπόλοιπα 2,907 άτομα άνηκαν στην σειρά Cicadομορφα με ποσοστό 98,14%. Η πολυπληθέστερη οικογένεια ήταν η Cicadellidae, με τα περισσότερα είδη να ανήκουν στις υποοικογένειες Typhlocybinae (41,78%) και Deltocephalinae (45,29%).

4.1 Συλλήψεις στην τροποποιημένη («μεταναστευτική») παγίδα

Malaise

Με τη «μεταναστευτική» παγίδα Malaise έγιναν συνολικά 42 δειγματοληψίες από τις 26/01/2017 έως και τις 13/02/2018. Από το τμήμα του εσπεριδοειδών που είχε ανεπτυγμένα τα αυτοφυή, συλλέχθηκαν συνολικά 1042 άτομα που άνηκαν σε 47 είδη, τα οποία φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Αναγνωρισθέντα είδη Αυχενορρύγχων και αριθμός ατόμων ανά είδος στη «μεταναστευτική» παγίδα Malaise από την πλευρά με τα αυτοφυή κατά το διάστημα από 26/01/2017 έως 13/02/2018.

Σειρά	Οικογένεια	Υπο-οικογένεια	Είδος	Αρ. ατόμων
Cicadomorpha	Aphrophoridae		<i>Philaenus spumarius</i> (Linnaeus 1758)	2
	Cicadellidae	Typhlocybinae	<i>Empoasca pteridis</i> (Dahlbom 1850)	28
			<i>Empoasca decedens</i> (Paoli 1932)	186
			<i>Empoasca decipiens</i> (Paoli 1930)	93
			<i>Empoasca apicalis</i> (Flor 1861)	2
			<i>Empoasca vitis</i> (Göthe 1875)	5
			<i>Eupteryx melissae</i> (Curtis 1837)	17
			<i>Eupteryx decemnotata</i> (Rey 1891)	3
			<i>Hauptidia provincialis</i> (Ribaut 1931)	10
			<i>Anzygina honioloa</i>	21

(Συνέχεια Πίνακα 1)

Cicadomorpha	Cicadellidae	Deltocephalinae	(Kirkaldy 1906)	
			<i>Ficocyba ficaria</i>	35
			(Horvath 1897)	
			<i>Zyginidia pullula</i>	52
			(Boheman 1845)	
			<i>Zygina hyperici</i>	1
			(Herrich-Schaffer 1836)	
			<i>Ribautiana</i> sp.	1
			<i>Edwardsiana</i> sp.	1
			<i>Zyginella</i> sp.	1
			<i>Exitianus capicola</i>	2
			(Stal 1855)	
			<i>Euscelidius variegatus</i>	62
			(Kirschbaum 1858)	
			<i>Euscelis lineolatus</i>	24
			(Brulle 1832)	
			<i>Euscelis alsius</i>	22
			(Ribaut 1952)	
			<i>Euscelis incisus</i>	5
			(Kirschbaum 1858)	
			<i>Recilia schmidtgeni</i>	23
			(Wagner 1939)	
			<i>Allygus modestus</i>	2
			(Scott 1876)	
			<i>Cicadulina bipunctata</i>	46
			(Melichar 1904)	
			<i>Psammotettix alienus</i>	79
(Dahlbom 1850)				
<i>Psammotettix cephalotes</i>	1			
(Herrich-Schaffer 1834)				
<i>Psammotettix confinis</i>	2			
(Dahlbom 1850)				
<i>Psammotettix notatus</i>	2			
(Melichar 1896)				
<i>Phlepsius intricatus</i>	4			
(Herrich-Schaffer 1838)				
<i>Orosius orientalis</i>	16			
(Matsumura, 1914)				
<i>Balclutha rhenana</i>	20			
(Wagner 1939)				
<i>Balclutha saltuella</i>	13			
(Kirschbaum 1868)				
<i>Balclutha frontalis</i>	9			
(Ferrari 1882)				
<i>Balclutha punctata</i>	113			
(Fabricius 1775)				
<i>Circulifer haematoceps</i>	1			
(Mulsant & Rey 1855)				
<i>Neoaliturus fenestratus</i>	3			
(Herrich-Schaffer 1834)				
<i>Goniagnathus guttulinervis</i>	3			

(Συνέχεια Πίνακα 1)

Cicadomorpha	Cicadellidae	Agalliinae	(Kirschbaum 1868)	
			Deltocephalinae 1	3
			Deltocephalinae 2	3
			<i>Anaceratagallia ribauti</i> (Ossiannilsson 1938)	35
			<i>Anaceratagallia frisia</i> (Wagner 1939)	1
Cicadomorpha	Cicadellidae	Idiocerinae	<i>Austroagallia sinuata</i> (Mulsant & Rey 1855)	1
			<i>Sulamicerus</i> (= <i>Idiocerus</i>) <i>stali</i> (Fieber 1868)	65
			Aphrodinae	<i>Anoscopus albifrons</i> (Linnaeus 1758)
Fulgoromorpha	Delphacidae		<i>Laodelphax striatellus</i> (Fallen 1826)	19
			<i>Toya propinqua</i> (Fieber 1866)	3
			<i>Toya</i> sp.	1

Από το τμήμα του εσπεριδοειδώνα που είχε γίνει χορτοκοπή της αυτοφυούς βλάστησης, με την «μεταναστευτική» παγίδα Malaise συλλέχθηκαν συνολικά 554 άτομα που ανήκουν σε 37 είδη, τα οποία φαίνονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Αναγνωρισθέντα είδη Αυχενορρύγχων και αριθμός ατόμων ανά είδος στη «μεταναστευτική» παγίδα Malaise από την πλευρά χωρίς τα αυτοφυή κατά το διάστημα από 26/01/2017 έως 13/02/2018.

Σειρά	Οικογένεια	Υπο-οικογένεια	Είδος	Αρ. ατόμων
Cicadomorpha	Aphrophoridae		<i>Philaenus spumarius</i>	2
	Cicadellidae	Typhlocybinae	<i>Empoasca pteridis</i>	3
			<i>Empoasca decedens</i>	89
			<i>Empoasca decipiens</i>	32
			<i>Eupteryx melissae</i>	4
			<i>Hauptidia provincialis</i>	5
			<i>Anzygina honiloa</i>	5
			<i>Ficocyba ficaria</i>	1
			<i>Zyginidia pullula</i>	17
			<i>Zyginidia</i> sp.	1
			<i>Exitianus capicola</i>	3

(Συνέχεια Πίνακα 2)

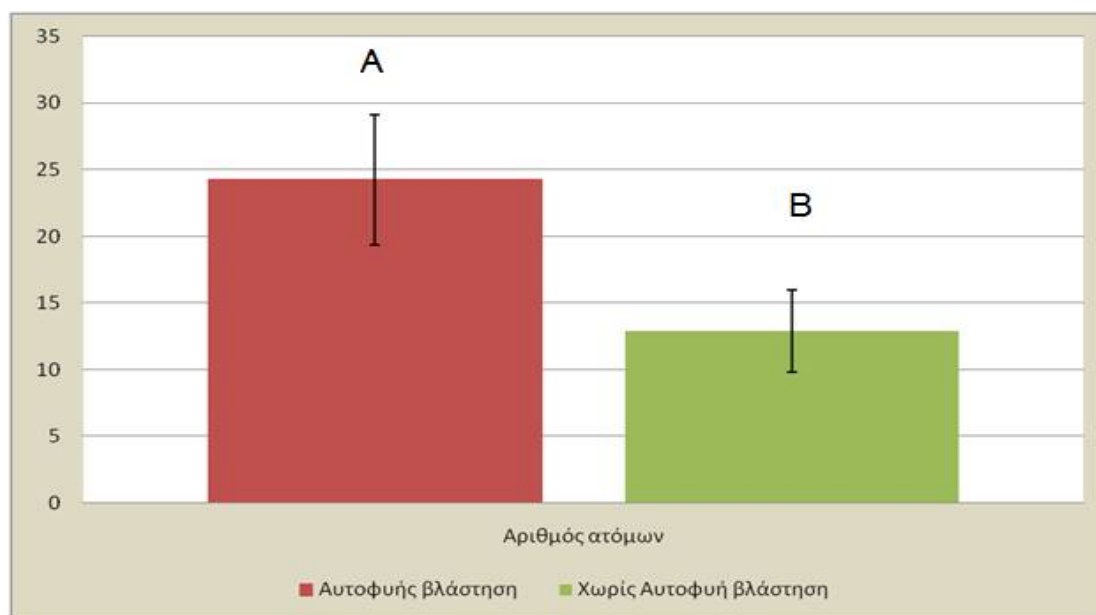
			<i>Euscelidius variegatus</i>	27
			<i>Euscelis lineolatus</i>	13
			<i>Euscelis alsius</i>	18
			<i>Euscelis incisus</i>	5
			<i>Recilia schmidtgeni</i>	12
			<i>Allygus modestus</i>	1
			<i>Cicadulina bipunctata</i>	21
			<i>Psammotettix alienus</i>	51
			<i>Psammotettix cephalotes</i>	2
		Deltocephalinae	<i>Psammotettix confinis</i>	2
			<i>Psammotettix sabulicola</i> (Curtis 1837)	1
			<i>Phlepsius intricatus</i>	2
			<i>Orosius orientalis</i>	4
			<i>Balclutha rhenana</i>	27
			<i>Balclutha saltuella</i>	6
			<i>Balclutha frontalis</i>	7
			<i>Balclutha punctata</i>	130
			<i>Anoplotettix putoni</i> (Ribaut 1952)	1
			<i>Thamnotettix zelleri</i> (Kirschbaum 1868)	1
			Deltocephalinae 1	1
			Deltocephalinae 2	2
		Agalliinae	<i>Anaceratagallia ribauti</i>	20
			<i>Anaceratagallia frisia</i>	2
		Idiocerinae	<i>Sulamicerus (=Idiocerus) stali</i>	29
Fulgoromorpha	Delphacidae		<i>Laodelphax striatellus</i>	6
			<i>Toya</i> sp.	1

*Φωτογραφίες όλων των ειδών παρατίθενται στο Παράρτημα Α.

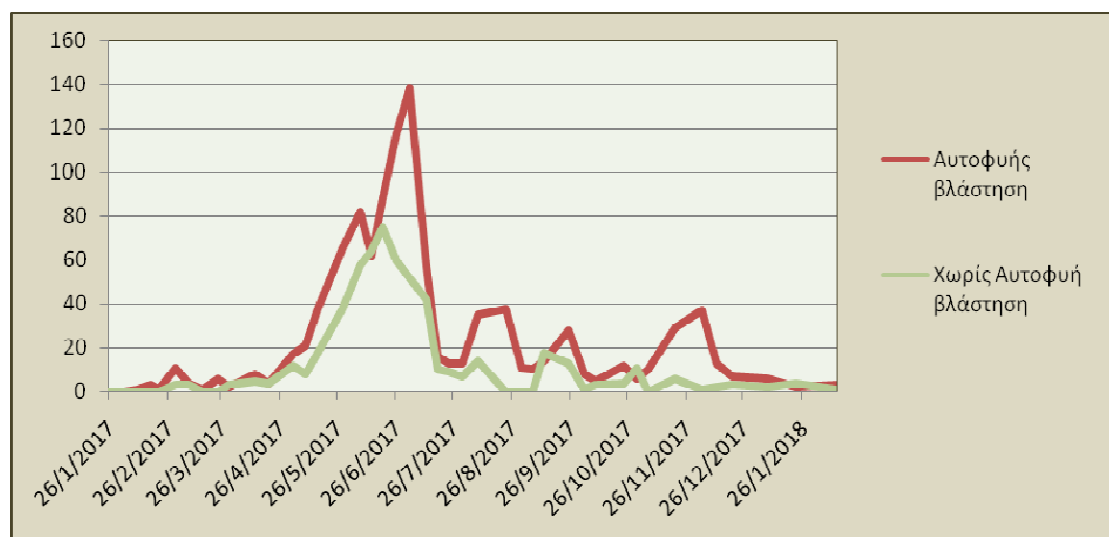
Τον μεγαλύτερο αριθμό ατόμων στο σύνολο των δειγματοληψιών με την «μεταναστευτική» παγίδα, αποτέλεσαν άτομα των ίδιων ειδών και στις δύο πλευρές του εσπεριδοειδώνα (με ή χωρίς αυτοφυή). Κυρίαρχα είδη ήταν τα *Empoasca decedens*, *E. decipiens*, *Psammotettix alienus*, *Balclutha punctata*,

Sulamicerus stali και *Euscelidius variegatus*, έχοντας και σταθερή εμφάνιση (με ποσοστό >50%) καθόλη τη διάρκεια των δειγματοληψιών με τουλάχιστον ένα άτομο, εκτός του *E. variegatus* που η εμφάνιση του ήταν συχνή (με ποσοστό 33%).

Για τα αποτελέσματα της «μεταναστευτικής» παγίδας έγινε σύγκριση κατά ζεύγη και βρέθηκε ότι ο πληθυσμός των Αυχενορρύγχων στην περιοχή με τα αυτοφυή ήταν στατιστικά μεγαλύτερος από αυτόν στην περιοχή χωρίς αυτά ($t=2,845$, $P<0,0056$) (Διάγραμμα 4.1). Επίσης φαίνεται και από το διάγραμμα της πληθυσμιακής διακύμανσης (Διάγραμμα 4.2), πως ο αριθμός των ατόμων στην πλευρά με ανεπτυγμένα τα αυτοφυή, ήταν μεγαλύτερος σχεδόν καθόλη τη διάρκεια των δειγματοληψιών. Παρόλα αυτά φαίνεται πως σε κάποιες χρονικές περιόδους ο αριθμός των συλληφθέντων ατόμων είναι ίδιος και στις δύο πλευρές, λόγω της ανάπτυξης των αυτοφυών, αφού κατά τη χορτοκοπή τους (πχ 29/05/17) δημιουργούταν πάλι διαφορά, με τον πληθυσμό στην πλευρά όπου παρέμεναν τα αυτοφυή να είναι μεγαλύτερος.



Διάγραμμα 4.1 Αριθμός ατόμων Αυχενορρύγχων (M.O.± T.Σ.) που συλλέχθηκαν με «μεταναστευτική» παγίδα *Malaise* που είχε τοποθετηθεί στο όριο εσπεριδοειδώνων με και χωρίς αυτοφυή κατά το διάστημα από 26/01/2017 έως 13/02/2018. (Στήλες χωρίς κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους)



Διάγραμμα 4.2 Πληθυσμιακή διακύμανση του συνολικού αριθμού των Αυχενορρύγχων που συλλέχθηκαν με τη «μεταναστευτική» παγίδα *Malaise* κατά το διάστημα από 26/01/2017 έως 13/02/2018.

Υπολογισμός οικολογικών παραμέτρων

Για την εκτίμηση την ποικιλομορφίας των δύο οικοσυστημάτων και σύγκριση αυτών, υπολογίστηκαν οι δείκτες του Simpson, και των Margalef και Menhinich για τα είδη των δύο πλευρών ξεχωριστά. Τα αποτελέσματα των δεικτών φαίνονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Αποτελέσματα οικολογικών δεικτών στους δύο διαφορετικούς οικοτόπους (με και χωρίς αυτοφυή) από τη «μεταναστευτική» παγίδα *Malaise*

Δείκτες	Αγρός με αυτοφυή	Αγρός χωρίς αυτοφυή
Simpson(1-D)	0,925	0,895
Margalef (R ₁)	6,620	5,699
Menhinich (R ₂)	1,456	1,572

Με βάση το δείκτη του Simpson ο εσπεριδοειδώνας με ανεπτυγμένα τα αυτοφυή παρουσιάζει μεγαλύτερη ποικιλομορφία ειδών ($0,925 > 0,895$) από ότι με κομμένα και ενώ υποστηρίζεται και από το δείκτη του Margalef η μεγαλύτερη ποικιλομορφία σε εκείνη την πλευρά ($6,620 > 5,699$), ο δείκτης του Menhinich δείχνει αντίθετα αποτελέσματα ($1,456 < 1,572$).

Επίσης με τη μέθοδο Anne Chao υπολογίστηκε ο εκτιμηθείς αριθμός των ειδών όπου για την πλευρά με τα αυτοφυή ήταν $S_{max1} = 55,33$ είδη (από 47 είδη που βρέθηκαν) και για την πλευρά με κομμένα τα αυτοφυή ήταν $S_{max2} = 42,33$ είδη (από 37 είδη που βρέθηκαν).

4.2 Συλλήψεις στις Απλές παγίδες Malaise

Με τις απλές παγίδες Malaise έγιναν συνολικά 14 δειγματοληψίες από τις 24/03/2017 έως και τις 18/07/2017. Από το τμήμα του εσπεριδοειδώνα που είχε ανεπτυγμένα τα αυτοφυή, συλλέχθηκαν συνολικά 291 άτομα που άνηκαν σε 30 είδη, τα οποία φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4).

Πίνακας 4. Αναγνωρισθέντα είδη Αυχενορρύγχων και αριθμός ατόμων ανά είδος στη παγίδα Malaise από την πλευρά με ανεπτυγμένα τα αυτοφυή κατά το διάστημα από 24/03/2017 έως 18/07/2017.

Σειρά	Οικογένεια	Υπο-οικογένεια	Είδος	Αρ. ατόμων
Cicadomorpha	Cicadellidae	Thyphlocybae	<i>Empoasca pteridis</i>	25
			<i>Empoasca decedens</i>	19
			<i>Empoasca decipiens</i>	35
			<i>Eupteryx melissae</i>	9
			<i>Eupteryx decemnotata</i>	2
			<i>Hauptidia provincialis</i>	28
			<i>Anzygina honiloa</i>	25
			<i>Ficocyba ficaria</i>	1
			<i>Zyginidia pullula.</i>	22
			<i>Zyginidia sp</i>	2
		<i>Zygina hyperici</i>	1	
		Dectocephalinae	<i>Euscelidius variegatus</i>	54
			<i>Euscelis lineolatus</i>	11
			<i>Euscelis alsius</i>	7
			<i>Euscelis incisus</i>	3
			<i>Recilia schmidtgeni</i>	3
			<i>Cicadulina bipunctata</i>	12
			<i>Psammotettix alienus</i>	10
			<i>Psammotettix striatus</i>	2
			<i>Psammotettix notatus</i>	1

(Συνέχεια Πίνακα 4)

Fulgoromorpha	Delphacidae		<i>Orosius orientalis</i>	1	
			<i>Balclutha rhenana</i>	1	
			<i>Balclutha punctata</i>	4	
			<i>Anoplotettix putoni</i>	9	
			Deltocephalinae 3	1	
			Deltocephalinae 4	1	
			Deltocephalinae 5	1	
			Idiocerinae	<i>Sulamicerus (=Idiocerus) stali</i>	2
			Agalliinae	<i>Anaceratagallia ribauti</i>	8
				<i>Anaceratagallia frisia</i>	2
		<i>Laodelphax striatellus</i>	1		

Από το τμήμα του εσπεριδοειδώνα που έγινε χορτοκοπή της αυτοφυούς βλάστησης, συλλέχθηκαν συνολικά 211 άτομα που ανήκουν σε 25 είδη (Πίνακας 5).

Πίνακας 5. Αναγνωρισθέντα είδη Αυχενορρύγχων και αριθμός ατόμων ανά είδος στη παγίδα Malaise από την πλευρά με κομμένα τα αυτοφυή κατά το διάστημα από 24/03/2017 έως 18/07/2017.

Σειρά	Οικογένεια	Υπο-οικογένεια	Είδος	Αρ. ατόμων
Cicadomorpha	Cicadellidae	Typhlocybinae	<i>Empoasca decedens</i>	19
			<i>Empoasca decipiens</i>	20
			<i>Eupteryx melissae</i>	4
			<i>Hauptidia provincialis</i>	19
			<i>Anzygina honiloa</i>	18
			<i>Zyginidia pullula.</i>	15
			<i>Zyginidia sp</i>	1
		Deltocephalinae	<i>Euscelidius variegatus</i>	44
			<i>Euscelis lineolatus</i>	4
			<i>Euscelis alsius</i>	15
			<i>Euscelis incisus</i>	3
			<i>Recilia schmidtgeni</i>	3
			<i>Cicadulina bipunctata</i>	2

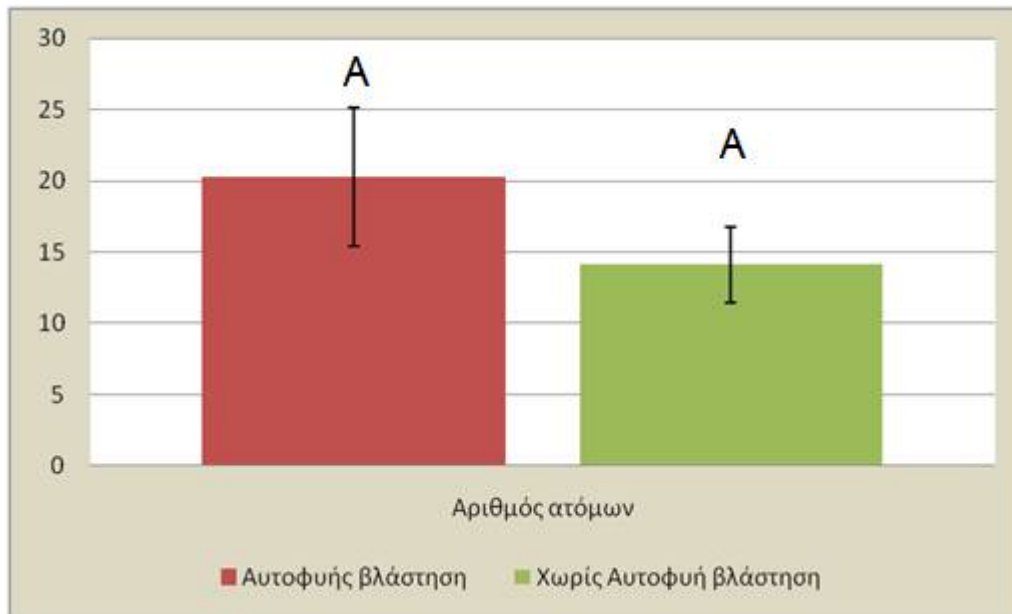
(Συνέχεια Πίνακα 5)

		<i>Psammotettix alienus</i>	9
		<i>Balclutha punctata</i>	12
		<i>Anoplotettix putoni</i>	3
		<i>Orosius orientalis</i>	1
		<i>Goniagnathus guttulinervis</i> (Kirschbaum, 1868)	2
		<i>Phlepsius intricatus</i>	2
		<i>Thamnotettix zelleri</i>	1
	Idiocerinae	<i>Sulamicerus (=Idiocerus) stali</i>	3
	Aphrodinae	<i>Anoscopus albifrons</i>	2
	Agalliinae	<i>Anaceratagallia ribauti</i>	7
		<i>Anaceratagallia frisia</i>	1
Fulgoromorpha	Delphacidae	<i>Laodelphax striatellus</i>	1

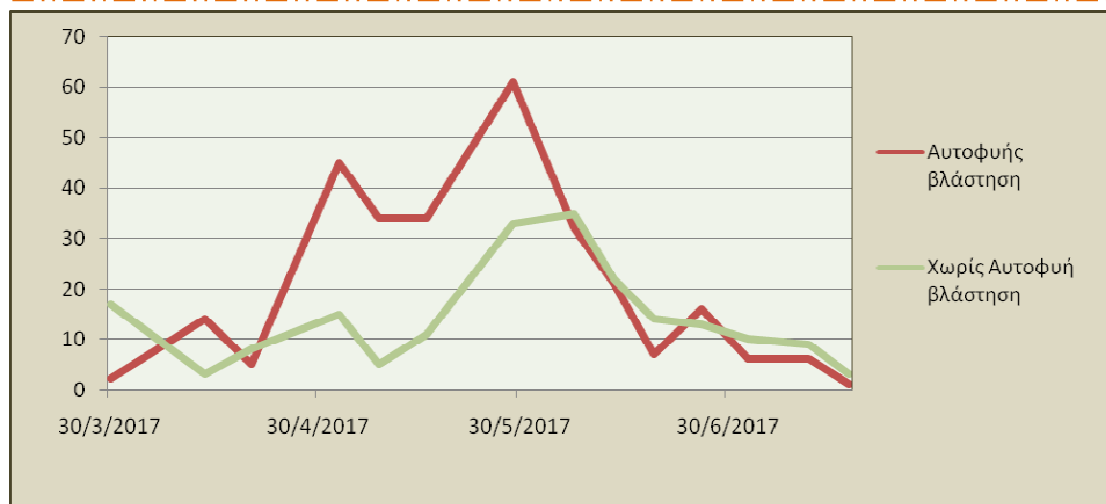
*Φωτογραφίες όλων των ειδών παρατίθενται στο Παράρτημα Α.

Τον μεγαλύτερο αριθμό ατόμων στο σύνολο των δειγματοληψιών με τις απλές παγίδες Malaise, αποτέλεσαν παρόμοια είδη και στις δύο πλευρές του εσπεριδοειδώνα (με ή χωρίς τα αυτοφυή). Κυρίαρχα και σταθερά είδη ήταν τα *Anzygina honiloa*, *Hauptidia provincialis*, *Zyginidia pullula*, και *Euscelidius variegatus*, και στις δύο πλευρές με το είδος *E. variegatus* να φτάνει και στις δύο πλευρές περίπου το 20% του συνολικού πληθυσμού. Τα *E. decedens* και *E. decipiens* και στις δύο πλευρές ήταν κυρίαρχα και συχνά. Το είδος *Balclutha punctata* ήταν κυρίαρχο και συχνό μόνο στην πλευρά με κομμένα τα αυτοφυή, ενώ στην πλευρά που υπήρχαν αυτοφυή το *E. pteridis* ήταν κυρίαρχο παρότι στην άλλη μεριά δε βρέθηκε ούτε ένα άτομο.

Για τα αποτελέσματα των απλών παγίδων Malaise έγινε σύγκριση κατά ζεύγη και βρέθηκε ότι ο πληθυσμός των Αυχενορρύγχων δεν είχε στατιστική διαφορά στις δύο πλευρές ($t=2,056$, $P<0,7448$) (Διάγραμμα 4.3), ενώ φαίνεται και από το διάγραμμα της πληθυσμιακής διακύμανσης (Διάγραμμα 4.4), πως ο αριθμός των ατόμων στην πλευρά με ανεπτυγμένα τα αυτοφυή, ήταν μεγαλύτερος κάποια διαστήματα, κυρίως την άνοιξη, δηλαδή τέλη Απριλίου έως αρχές Ιουνίου.



Διάγραμμα 4.3 Αριθμός ατόμων Αυχενορρύγχων (Μ.Ο.± Τ.Σ.) που συλλέχθηκαν με τις απλές παγίδες Malaise κατά το διάστημα από 24/03/2017 έως 18/07/2017. (Στήλες χωρίς κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους)



Διάγραμμα 4.4 Πληθυσμιακή διακύμανση του συνολικού αριθμού των Αυχενορρύγχων που συλλέχθηκαν με τις απλές παγίδες Malaise κατά το διάστημα από 24/03/2017 έως 18/07/2017.

Υπολογισμός οικολογικών παραμέτρων

Για την εκτίμηση την ποικιλομορφίας των δύο οικοσυστημάτων και σύγκριση αυτών, υπολογίστηκαν και εδώ οι δείκτες του Simpson, και των Margalef και

Menhinich για τα είδη των δύο πλευρών ξεχωριστά. Τα αποτελέσματα των δεικτών φαίνονται στον Πίνακα 6.

Πίνακας 6. Αποτελέσματα οικολογικών δεικτών στους δύο διαφορετικούς οικοτόπους (με και χωρίς αυτοφυή) από την απλή παγίδα Malaise

Δείκτες	Αγρός με αυτοφυή	Αγρός χωρίς αυτοφυή
Simpson(1-D)	0,914	0,910
Margalef (R ₁)	5,112	4,484
Menhinich (R ₂)	1,759	1,721

Με βάση και τους τρεις δείκτες στην πλευρά του εσπεριδοειδώνα με ανεπτυγμένα τα αυτοφυή παρουσιάζεται μεγαλύτερη ποικιλομορφία ειδών αφού όλοι οι δείκτες ήταν μεγαλύτεροι, έστω και με μικρή διαφορά (Simpson: $0,914 > 0,910$), από ότι στην πλευρά με κομμένα τα αυτοφυή.

Επίσης με τη μέθοδο Anne Chao υπολογίστηκε ο εκτιμηθείς αριθμός των ειδών όπου για την πλευρά με τα αυτοφυή ήταν $S_{max3} = 38,1$ είδη (από 30 είδη που βρέθηκαν) και για την πλευρά με κομμένα τα αυτοφυή ήταν $S_{max4} = 28,13$ είδη (από 25 είδη που βρέθηκαν). Φαίνεται πως ο αναμενόμενος αριθμός ειδών στην πλευρά με ανεπτυγμένα τα αυτοφυή ήταν πολύ μεγαλύτερος, και έχει μεγαλύτερη διαφορά από τον αναμενόμενο στην πλευρά με κομμένα.

4.3 Συλλήψεις στις κολλητικές παγίδες

Με τις κολλητικές παγίδες έγιναν συνολικά 27 δειγματοληψίες, από τις 09/05/2017 έως και τις 13/02/2018. Στα δέντρα με αυτοφυή βλάστηση, όπου αναρτήθηκαν οι 2 από τις 4 παγίδες, συλλέχθηκαν συνολικά 282 άτομα που άνηκαν σε 10 είδη (Πίνακας 7).

Στα δέντρα με κομμένη τριγύρω την αυτοφυή βλάστηση συλλέχθηκαν συνολικά 128 άτομα που άνηκαν σε 10 είδη (Πίνακας 8).

Πίνακας 7. Αναγνωρισθέντα είδη Αυχενορρύγχων και αριθμός ατόμων ανά είδος στις κίτρινες κολλητικές παγίδες που αναρτήθηκαν σε δέντρα με ανεπτυγμένα τα αυτοφυή κατά το διάστημα από 09/05/2017 έως 13/02/2018.

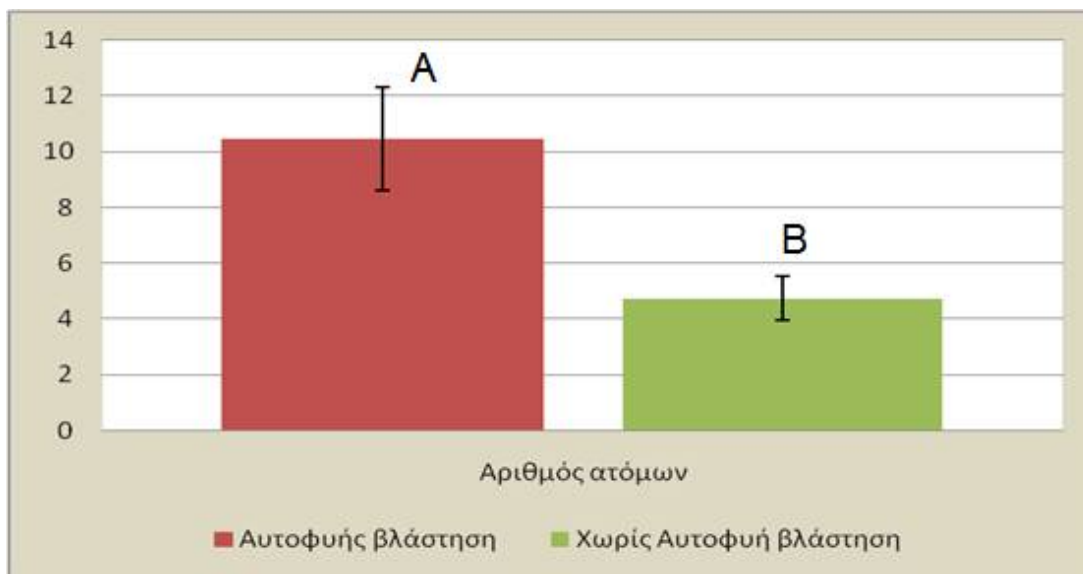
Σειρά	Οικογένεια	Υπο-οικογένεια	Είδος	Αρ. ατόμων
Cicadomorpha	Cicadellidae	Typhlocybinae	<i>Empoasca</i> spp.	201
			<i>Hauptidia provincialis</i>	1
			<i>Anzygina honiloa</i>	47
			<i>Ficocyba ficaria</i>	5
		Deltocephalinae	<i>Euscelidius variegatus</i>	5
			<i>Cicadulina bipunctata</i>	7
			<i>Balclutha punctata</i>	2
			<i>Anoplotettix putoni</i>	3
			Deltocephalinae 7	3
			Idiocerinae	<i>Sulamicerus (=Idiocerus) stali</i>

Πίνακας 8. Αναγνωρισθέντα είδη Αυχενορρύγχων και αριθμός ατόμων ανά είδος στις κίτρινες κολλητικές παγίδες που αναρτήθηκαν σε δέντρα με κομμένα τα αυτοφυή κατά το διάστημα από 09/05/2017 έως 13/02/2018.

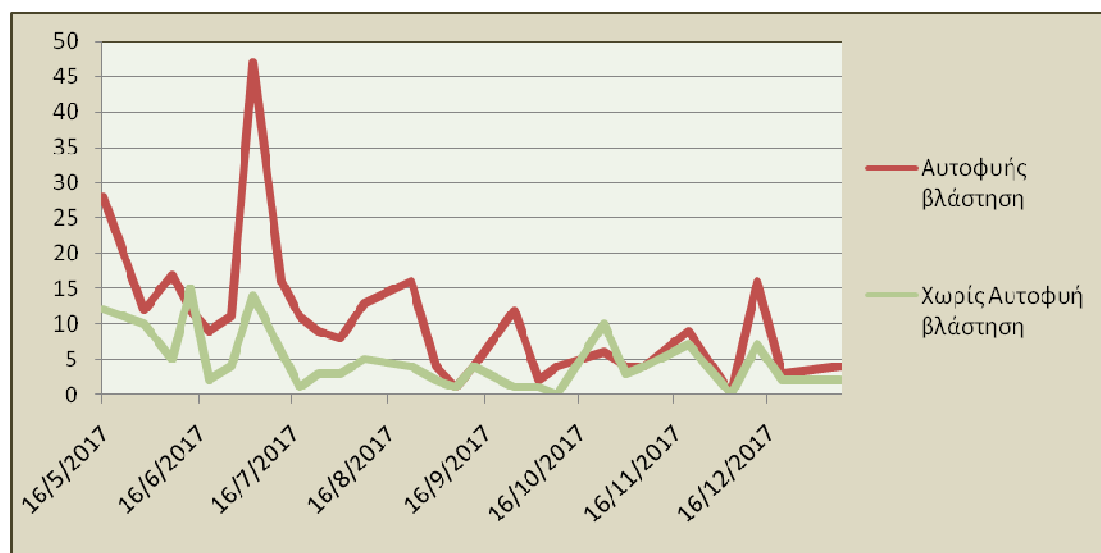
Σειρά	Οικογένεια	Υπο-οικογένεια	Είδος	Αρ. ατόμων
Cicadomorpha	Cicadellidae	Typhlocybinae	<i>Empoasca</i> spp.	87
			<i>Hauptidia provincialis</i>	1
			<i>Anzygina honiloa</i>	7
			<i>Ficocyba ficaria</i>	7
		Deltocephalinae	<i>Euscelidius variegatus</i>	6
			<i>Cicadulina bipunctata</i>	4
			<i>Anoplotettix putoni</i>	3
			Deltocephalinae 7	3
			Deltocephalinae 8	2
			Idiocerinae	<i>Sulamicerus (=Idiocerus) stali</i>

Φωτογραφίες όλων των ειδών παρατίθενται στο Παράρτημα Α.

Για τα αποτελέσματα των κολλητικών παγίδων έγινε σύγκριση κατά ζεύγη και βρέθηκε ότι ο πληθυσμός των Αυχενορρύγχων στην περιοχή με τα αυτοφυή ήταν στατιστικά μεγαλύτερος από αυτόν στην περιοχή χωρίς αυτά ($t=2,007$, $P<0,0039$) (Διάγραμμα 4.5). Το γένος που κυριαρχούσε στις συλλήψεις ήταν το *Empoasca* spp. καταλαμβάνοντας το 70% του συνολικού πληθυσμού, ενώ παρουσίαζε και σταθερή εμφάνιση καθόλη τη διάρκεια του πειράματος. Όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 4.6, ο αριθμός των ατόμων στις κολλητικές παγίδες στο τμήμα χωρίς αυτοφυή, είναι σχετικά σταθερός, χωρίς ιδιαίτερα μεγάλες αποκλίσεις. Αντίθετα, στο τμήμα του εσπεριδοειδώνα με αυτοφυή βλάστηση, ενώ η γενική πληθυσμιακή διακύμανση είναι σχεδόν παρόμοια, στις αρχές Ιουλίου ο πληθυσμός παρουσίασε έξαρση και έφτανε τα 50 σχεδόν άτομα ανά δειγματοληψία.



Διάγραμμα 4.5 Αριθμός ατόμων Αυχενορρύγχων (M.O.± T.Σ.) που συλλέχθηκαν με τις κίτρινες κολλητικές παγίδες κατά το διάστημα από 09/05/2017 έως 13/02/2018. (Στήλες χωρίς κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους)



Διάγραμμα 4.6 Πληθυσμιακή διακύμανση του συνολικού αριθμού των Αυχενορρύγχων που συλλέχθηκαν με τις κίτρινες κολλητικές παγίδες κατά το διάστημα από 09/05/2017 έως 13/02/2018.

Υπολογισμός οικολογικών παραμέτρων

Για την εκτίμηση την ποικιλομορφίας των δύο οικοσυστημάτων και σύγκριση αυτών, υπολογίστηκαν και εδώ οι δείκτες του Simpson, και των Margalef και Menhinich για τα είδη των δύο πλευρών ξεχωριστά. Τα αποτελέσματα των δεικτών φαίνονται στον Πίνακα 9.

Πίνακας 9. Αποτελέσματα οικολογικών δεικτών στους δύο διαφορετικούς οικοτόπους (με και χωρίς αυτοφυή) από τις κίτρινες κολλητικές παγίδες

Δείκτες	Αγρός με αυτοφυή	Αγρός χωρίς αυτοφυή
Simpson(1-D)	0,463	0,523
Margalef (R ₁)	1,595	1,855
Menhinich (R ₂)	0,595	0,883

Στην περίπτωση των κολλητικών παγίδων, τα αποτελέσματα είναι αντίθετα (σε σχέση με τις άλλες παγίδες) με βάση και τους τρεις δείκτες αφού, στην πλευρά του εσπεριδοειδώνα με κομμένα τα αυτοφυή παρουσιάζεται μεγαλύτερη ποικιλομορφία ειδών αφού όλοι οι δείκτες ήταν μεγαλύτεροι.

Επίσης με τη μέθοδο Anne Chao υπολογίστηκε ο εκτιμηθείς αριθμός των ειδών όπου ήταν ίδιος και για τις δύο πλευρές ($S_{\max\text{κολλητικές}} = 10,5$ είδη, από 10 είδη που βρέθηκαν).

4.4 Συλλήψεις παγίδων «Δέλτα»

Με τις παγίδες «Δέλτα», έγιναν συνολικά 11 δειγματοληψίες, από τις 18/07/2017 έως και τις 13/02/2018. Συλλέχτηκαν πολύ λίγα άτομα και στις δύο παγίδες: 26 στην κίτρινη παγίδα και 6 στην πράσινη, με 3 και 1 είδη σε κάθε παγίδα αντίστοιχα (Πίνακας 10).

Πίνακας 10. Αναγνωρισθέντα είδη Αυχενορρύγχων και αριθμός ατόμων ανά είδος που συλλέχθηκαν με τις παγίδες «Δέλτα» κατά το διάστημα 18/07/2017 έως 13/02/2018.

Σειρά	Οικογένεια	Υπο-οικογένεια	Είδος	Αρ. ατόμων κίτρινη	Αρ. ατόμων πράσινη
Cicadomorpha	Cicadellidae	Typhlocybinae	<i>Empoasca</i> spp.	20	0
		Deltocephalinae	<i>Deltocephalinae</i> 9	3	0
		Idiocerinae	<i>Sulamicerus</i> (= <i>Idiocerus</i>) <i>stali</i>	3	6

4.5 Συλλήψεις στην εντομολογική απόχη

Με την εντομολογική απόχη έγιναν συνολικά 52 δειγματοληψίες, οι οποίες ξεκίνησαν από τις 07/11/2016 και τερματίστηκαν στις 13/02/2018. Συνολικά συλλέχθηκαν 348 άτομα που ανήκουν σε 29 είδη (Πίνακας 11).

Πίνακας 11. Αναγνωρισθέντα είδη Αυχενορρύγχων και αριθμός ατόμων ανά είδος που συλλέχθηκαν με την απόχη κατά το διάστημα από 07/11/2016 έως 13/02/2018.

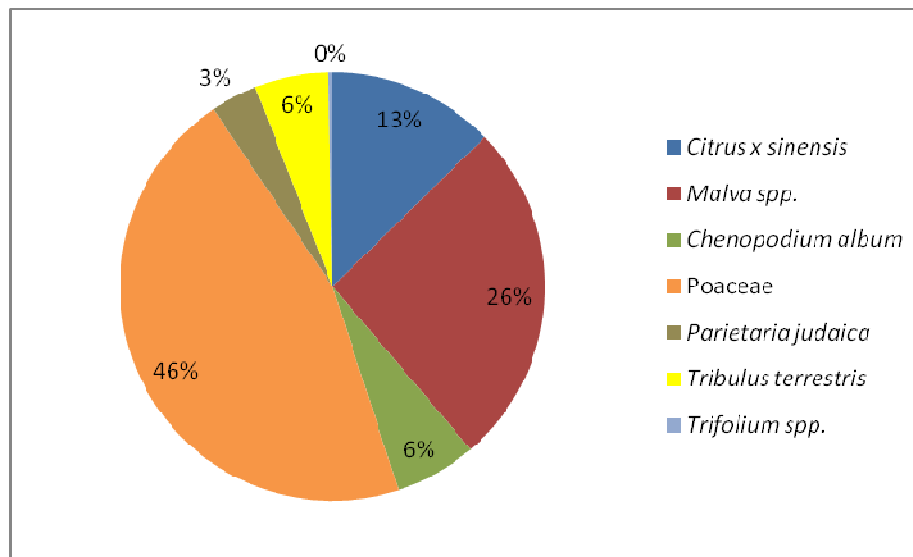
Σειρά	Οικογένεια	Υπο-οικογένεια	Είδος	Αρ. ατόμων
Cicadomorpha	Aphrophoridae		<i>Philaenus spumarius</i>	42
	Cicadellidae	Typhlocybinae	<i>Empoasca pteridis</i>	8
			<i>Empoasca decedens</i>	14
			<i>Empoasca decipiens</i>	6

(Συνέχεια Πίνακα 11)			
Fulgoromorpha	Delphacidae		<i>Anzygina honilola</i> 11
			<i>Exitianus capicola</i> 29
			<i>Euscelidius variegatus</i> 14
			<i>Euscelis lineolatus</i> 15
			<i>Euscelis alsius</i> 3
			<i>Euscelis incisus</i> 3
			<i>Recilia schmidtgeni</i> 7
			<i>Cicadulina bipunctata</i> 48
			<i>Psammotettix alienus</i> 28
		Deltocephalinae	<i>Psammotettix striatus</i> 1
			<i>Psammotettix sabulicola</i> 1
			<i>Orosius orientalis</i> 21
			<i>Balclutha saltuella</i> 1
			<i>Balclutha rhenana</i> 6
			<i>Balclutha punctata</i> 10
			<i>Circulifer haematoceps</i> 2
			Deltocephalinae 1 1
			Deltocephalinae 6 2
		Idiocerinae	<i>Sulamicerus (=Idiocerus) stali</i> 37
		Agalliinae	<i>Anaceratagallia ribauti</i> 13
	<i>Anaceratagallia frisia</i> 3		
	<i>Laodelphax striatellus</i> 2		
	<i>Toya propinqua</i> 10		
	<i>Toya</i> sp. 9		
	<i>Sogatella vibix</i> (Haupt, 1927) 1		

*Φωτογραφίες όλων των ειδών παρατίθενται στο Παράρτημα Α.

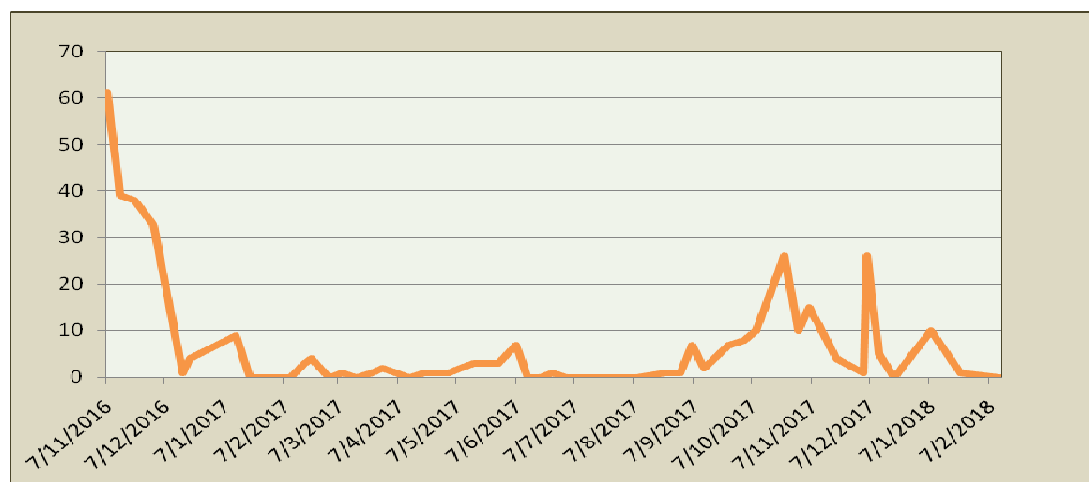
Οι δειγματοληψίες με απόχη έγιναν από τα αυτοφυή αλλά και από τα δέντρα. Τα περισσότερα είδη συλλέχθηκαν από αγρωστώδη, ενώ όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 4.7, οι συλλήψεις από αυτά αποτελούσαν το 46% των δειγματοληψιών με απόχη. Δεύτερη ακολουθεί η μολόχα (*Malva* spp.) με ποσοστό 26%, ενώ και από τα εσπεριδοειδή συλλέχθηκαν αρκετά άτομα

(13%) που περιλάμβαναν αποκλειστικώς είδη του γένους *Empoasca* και το είδος *Sulamicerus stali*. Από κάποια αυτοφυή δε συλλέχθηκε κανένα άτομο. Η λίστα των αυτοφυών που αναγνωρίστηκαν παρατίθεται στο Παράρτημα Β.



Διάγραμμα 4.7. Ποσοστό του αριθμού των ατόμων που συλλέχθηκαν με την απόχη από τα διάφορα αυτοφυή και τα εσπεριδοειδή.

Στο σύνολο των δειγματοληψιών με απόχη, τα είδη που εμφάνισαν κυριαρχία ήταν τα *Philaenus spumarius*, *Exitianus capicola*, *Cicadulina bipunctata*, *Psamotettix alienus*, *Orosius orientalis* και *Idiocerus stali*. Παρόλα αυτά κανένα δεν είχε σταθερή εμφάνιση καθόλη τη διάρκεια των δειγματοληψιών, ούτε καν συχνή. Όλα τα είδη εμφανίζονταν τυχαία.



Διάγραμμα 4.8. Πληθυσμιακή διακύμανση του συνολικού αριθμού των Αυχενορρύγχων που συλλέχθηκαν με την εντομολογική απόχη κατά το διάστημα 07/11/2016 έως 13/02/2018.

Ακόμα βλέπουμε και την πληθυσμιακή διακύμανση των ειδών που συλλέχθηκαν με την εντομολογική απόχη καθόλη τη διάρκεια των δειγματοληψιών (Διάγραμμα 4.8), που όπως φαίνεται ο πληθυσμός είναι μεγαλύτερος κυρίως κατά τους φθινοπωρινούς μήνες, ενώ έχουμε πτώση στον αριθμό των συλλήψεων τον Φεβρουάριο αλλά κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούλιο- Αύγουστο).

Υπολογισμός οικολογικών παραμέτρων

Για την εκτίμηση την ποικιλομορφίας των συλλήψεων που έγιναν με την εντομολογική απόχη, υπολογίστηκαν και εδώ οι δείκτες του Simpson, και των Margalef και Menhinich. Τα αποτελέσματα των δεικτών φαίνονται στον Πίνακα 12.

Πίνακας 12. Αποτελέσματα οικολογικών δεικτών βάση των συλλήψεων με την εντομολογική απόχη

Δείκτες	Αγρός με αυτοφυή
Simpson(1-D)	0,929
Margalef (R ₁)	4,800
Menhinich (R ₂)	1,600

Επίσης με τη μέθοδο Anne Chao υπολογίστηκε ο εκτιμηθείς αριθμός των ειδών, όπου ήταν $S_{\max\alpha\pi\acute{o}\chi\eta} = 33$ είδη, από 29 είδη που συλλέχθηκαν.

4.6 Σύγκριση συλλήψεων Αυχενορρύγχων ανάλογα με τον χρησιμοποιούμενο τύπο παγίδας και την κοπή της αυτοφυούς βλάστησης

Τα αποτελέσματα από την «μεταναστευτική» παγίδα Malaise και τις κίτρινες κολλητικές παγίδες συγκρίθηκαν και αναλύθηκαν ως διπαραγοντικό πείραμα (2-way ANOVA), με παράγοντες: α) τον τύπο της παγίδας και β) την ύπαρξη ή μη αυτοφυούς βλάστησης. Η ανάλυση αυτή έγινε για το συνολικό αριθμό των ατόμων, των πολυπληθέστερων ειδών (*Empoasca decedens* και *Balclutha punctata*), αλλά και για το σύνολο των ειδών του γένους *Empoasca*. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν συλλέχθηκαν από την περίοδο

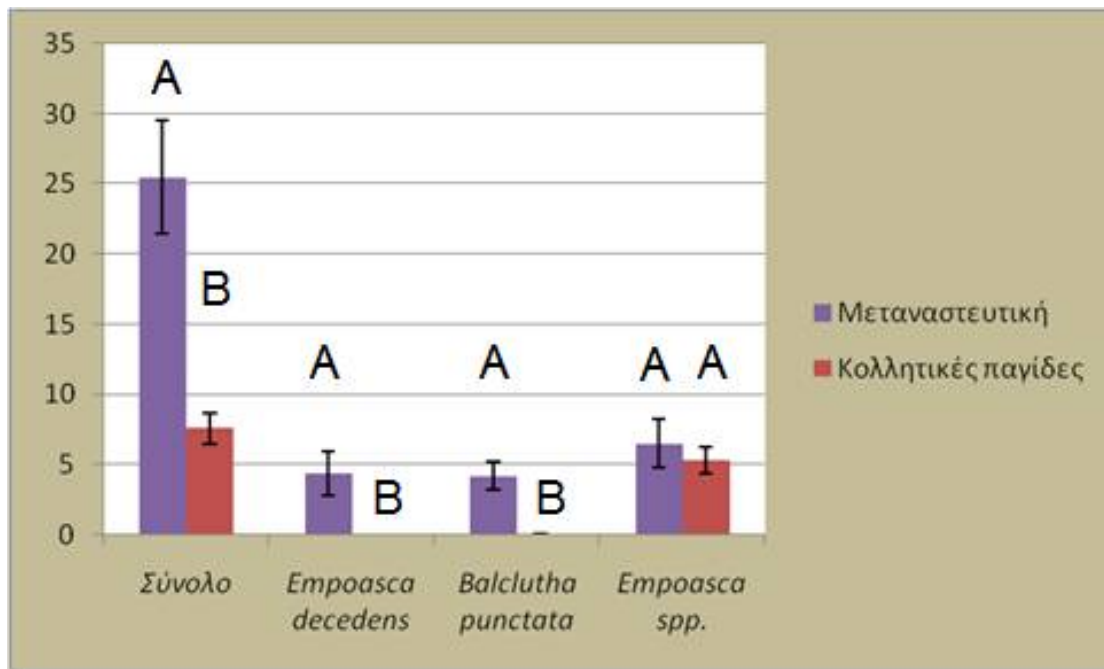
συνύπαρξης των δύο παγίδων (09/05/2017 – 13/02/2018). Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται τα αποτελέσματα της ανάλυσης (Πίνακας 13).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν ήταν στατιστικά σημαντική η αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο αυτών παραγόντων για το σύνολο του πληθυσμού ($P\text{Value} < 0,0001$). Για το λόγο αυτό εξετάστηκαν μόνο οι κύριες επιδράσεις του είδους των παγίδων και της μεταχείρισης του εσπεριδοειδώνα. Από τα αποτελέσματα αυτά, βρέθηκε ότι διέφεραν στατιστικώς οι συλλήψεις μεταξύ των παγίδων στο σύνολο των ατόμων όπως επίσης και στα είδη *Empoasca decedens* και *Balclutha punctata*, ενώ δεν διέφεραν σημαντικά οι συλλήψεις για το σύνολο των ειδών του γένους *Empoasca* (Διάγραμμα 4.9).

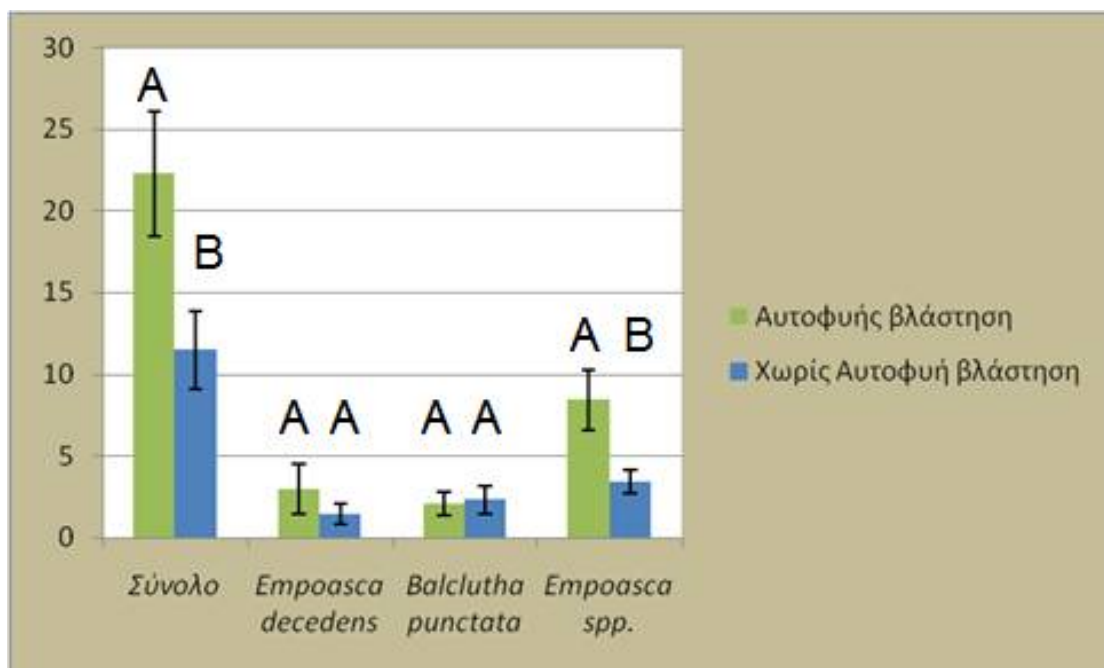
*Πίνακας 13. Διπαραγοντική ανάλυση διακύμανσης του τύπου παγίδευσης και της ύπαρξης ή όχι αυτοφυών για το συνολικό αριθμό ατόμων, τα είδη Empoasca decedens, Balclutha punctata και του συνόλου των ειδών του γένους Empoasca. *Υποδεικνύει σημαντική αλληλεπίδραση*

Πηγή διακύμανσης	Συνολικός αρ. ατόμων		<i>Empoasca decedens</i>		<i>Balclutha punctata</i>		<i>Empoasca</i> spp.	
	t	P values	t	P values	t	P values	t	P values
Τύπος παγίδας	4,27	0,0001*	4,20	0,0001*	5,10	0,0001*	0,69	0,4940
Αυτοφυή ή όχι	3,83	0,0002*	0,34	0,7351	0,30	0,7656	2,67	0,0091*
Τύπος παγίδας x Αυτοφυή	0,52	0,6062	0,34	0,7351	0,05	0,9631	0,15	0,8772

Ακόμα, βρέθηκε ότι διέφεραν στατιστικώς οι συλλήψεις μεταξύ των παγίδων στο σύνολο των ατόμων όπως επίσης και στο σύνολο των ειδών του γένους *Empoasca*. Αντίθετα οι συλλήψεις των *Empoasca decedens* και *Balclutha punctata* δεν διέφεραν σημαντικά στις δύο πλευρές (Διάγραμμα 4.10).



Διάγραμμα 4.9. Σύγκριση των δύο παγίδων («μεταναστευτική» και κολλητικές παγίδες) στο σύνολο των ατόμων, στα είδη *Empoasca decedens*, *Balclutha punctata* και στο σύνολο των ειδών του γένους *Empoasca*. (*Στήλες ανά κατηγορία χωρίς κοινό γράμμα διαφέρουν σημαντικά)

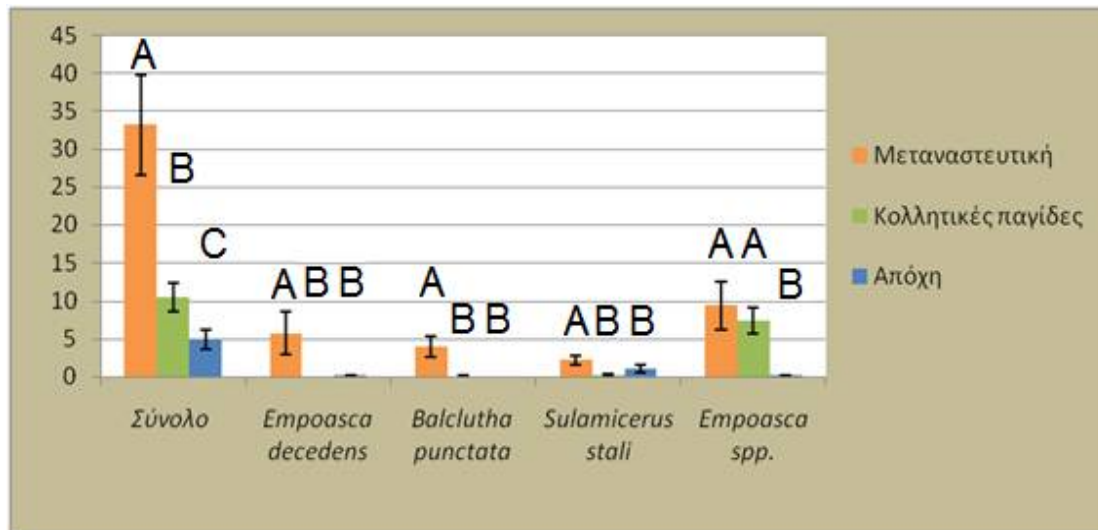


Διάγραμμα 4.10. Σύγκριση των δύο πλευρών του εσπεριδοειδώνα (με αυτοφυή και χωρίς) στο σύνολο των ατόμων, στα είδη *Empoasca decedens*, *Balclutha punctata* και στο σύνολο των ειδών του γένους *Empoasca*. (*Στήλες χωρίς κοινό γράμμα ανά κατηγορία διαφέρουν σημαντικά)

4.6.1 Σύγκριση αποτελεσμάτων ανάλογα τύπου παγίδευσης

Για τον σύγκριση των τριών τύπων παγίδευσης («μεταναστευτική» Malaise, κίτρινες κολλητικές παγίδες, απόχη) έγινε ανάλυση διασποράς (ANOVA), από δεδομένα κατά την περίοδο συνύπαρξής τους (09/05/2017 – 13/02/2018). Η ανάλυση αυτή έγινε για το συνολικό αριθμό των ατόμων, και των πολυπληθέστερων ειδών τα οποία ήταν το *Empoasca decedens*, *Balclutha punctata*, και *Sulamicerus stali* όπως και για το σύνολο των ειδών του γένους *Empoasca*.

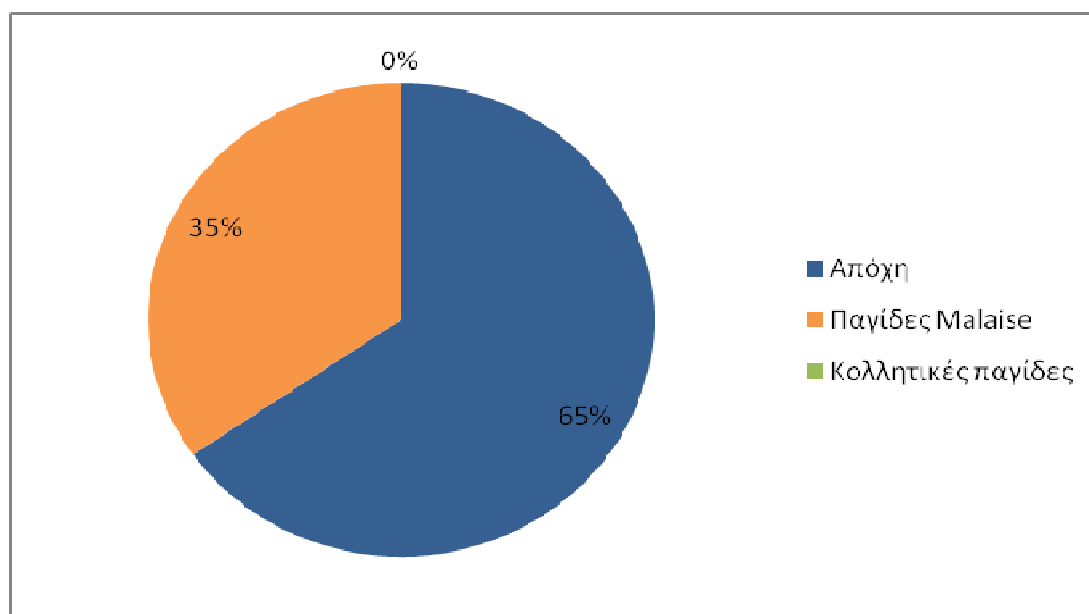
Από την ανάλυση διασποράς βρέθηκε ότι ο συνολικός πληθυσμός των Αυχενορρύγχων που συνελήφθη με τους τρεις τρόπους δειγματοληψίας διέφερε στατιστικά ($F=29,7573$, $dF=2,66$, $P<0,0001^*$), με την «μεταναστευτική» Malaise να απέχει περισσότερο με τον μεγαλύτερο αριθμό ατόμων, και να ακολουθούν οι κολλητικές παγίδες και τέλος η απόχη. Το ίδιο ίσχυε και για τις συλλήψεις του είδους *Empoasca decedens*, διέφεραν σημαντικά ($F=7,3242$, $dF=2,66$, $P<0,0013^*$) με τη «μεταναστευτική» να έχει κι εδώ τον μεγαλύτερο αριθμό από τις άλλες δύο οι οποίες μεταξύ τους δε διέφεραν και τόσο στις συλλήψεις. Παρόμοια αποτελέσματα είχαμε και για το είδος *Balclutha punctata* ($F=14,7971$, $dF=2,66$, $P<0,0001^*$) και *Sulamicerus stali* ($F=8,2422$, $dF=2,66$, $P<0,0006^*$) όπου κι εδώ η «μεταναστευτική» παγίδα διέφερε στατιστικά από τις άλλες δύο που δεν διέφεραν τόσο μεταξύ τους.. Τέλος για το σύνολο των ειδών του γένους *Empoasca* τα αποτελέσματα έδειξαν ότι διέφεραν στατιστικά για τους τρεις τρόπους παγίδευσης ($F=25,3359$, $dF=2,66$, $P<0,0001^*$), με την απόχη να διαφέρει με σημαντικά λιγότερα άτομα από τις άλλες δύο μεθόδους παγίδευσης. Με τα αποτελέσματα αυτά, δημιουργήθηκε διάγραμμα σύγκρισης των τριών παγίδων («μεταναστευτική», κολλητικές παγίδες και απόχη) στο σύνολο των ατόμων, στα είδη *Empoasca decedens*, *Balclutha punctata* και *Sulamicerus stali* και του συνόλου των ειδών του γένους *Empoasca* (Διάγραμμα 4.11).



Διάγραμμα 4.11. Σύγκριση των τριών παγίδων («μεταναστευτική», κολλητικές παγίδες και απόχη) στο σύνολο των ατόμων, στα είδη *Empoasca decedens*, *Balclutha punctata*, *Sulamicerus stali* και στο σύνολο των ειδών του γένους *Empoasca*. (*Στήλες χωρίς κοινό γράμμα ανά κατηγορία διαφέρουν σημαντικά)

4.7 Συλλήψεις νυμφών Αυχενορρύγχων

Κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών, τα ανήλικα άτομα των Αυχενορρύγχων που βρέθηκαν ήταν πολύ λίγα. Συνολικά συλλέχθηκαν 75 άτομα από τα οποία, τα 49 βρέθηκαν στις δειγματοληψίες με την απόχη, και τα υπόλοιπα 26 βρέθηκαν στις παγίδες Malaise (6 στη «μεταναστευτική» και 20 στις απλές παγίδες Malaise) ενώ κανένα ανήλικο άτομο δε βρέθηκε πάνω στις κολλητικές παγίδες (Διάγραμμα 4.12).



Διάγραμμα 4.12. Ποσοστό του αριθμού των νυμφών που συλλέχθηκαν με την απόχη, τις παγίδες Malaise, και τις κολλητικές παγίδες

Οι 2 νύμφες που βρέθηκαν ανήκαν στην οικογένεια Delphacidae (σειρά Fulgoromorpha), ενώ οι υπόλοιπες 73 ανήκαν στην οικογένεια Cicadellidae (σειρά Cicadomorpha), εκ των οποίων οι 72 ανήκαν στην υποοικογένεια Deltocephalinae και μόλις 1 στην υποοικογένεια Agalliinae.

Η αναγνώριση των νυμφών σε επίπεδο γένους, δεν ήταν εφικτή λόγω της έλλειψης επαρκών πληροφοριών για την αξιόπιστη ταξινόμηση τους.

5. Συζήτηση

Στην προσπάθεια καταγραφής του πληθυσμού των Αυχενορρύγχων σε περιβάλλον εσπεριδοειδών συλλέχθηκαν συνολικά 2,963 άτομα (ενήλικα και νύμφες). Από τα είδη που βρέθηκαν κατά τη διάρκεια της μελέτης, για τα περισσότερα έχουν γίνει αναφορές στον Ελλαδικό χώρο (Drosopoulos et al. 1986). Τα είδη *Euscelidius variegatus*, *Psammotettix sabulicola* και *Anzygina honioloa*, μέσω της συγκεκριμένης μελέτης αποτέλεσαν νέα καταγραφή για τα ελληνικά δεδομένα (Thanou et al. 2018), με το τελευταίο να είναι πρώτη καταγραφή και στην Ευρώπη, αφού προηγουμένως η εξάπλωση του περιοριζόταν στην Αυστραλία και τη Νέα Ζηλανδία (Fletcher & Lariviere 2009).

Το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού αποτέλεσαν είδη του γένους *Empoasca*, ιδίως τα *E. decedens* και *E. decipiens*, και στις δύο πλευρές του εσπεριδοειδώνα, αφού με την «μεταναστευτική» Malaise η εμφάνισή τους ήταν κυρίαρχη με το δεύτερο να παρουσιάζεται στο 58% των δειγματοληψιών. Ακόμα και με τις κολλητικές παγίδες τα *Empoasca* ήταν τα πολυπληθέστερα, αφού αποτελούσαν το 71% των ατόμων που συλλέχθηκαν με αυτές.

Αυτά τα δύο είδη είναι κυρίαρχα σε πολλές καλλιέργειες όπως η μελιτζάνα, η τομάτα, τα εσπεριδοειδή, το βαμβάκι κ.α. Ανήκουν στα Typhlocybinae, μια από τις πιο άφθονες και διαδεδομένες υποοικογένειες των Αυχενορρύγχων (Baspinar 1994). Είδη της υποοικογένειας αυτής είναι σημαντικοί εχθροί καλλιεργειών παγκοσμίως, όχι λόγω της μετάδοσης φυτοπαθογόνων, αλλά κυρίως λόγω της διατροφής τους που δημιουργούν στίγματα σε φύλλα και καρπούς (Backus 1993). Το *E. decipiens* είναι εχθρός σε πολλά ποώδη φυτά και μπορεί να τραφεί περιστασιακά με οπωροφόρα δέντρα προκαλώντας στίγματα στους καρπούς (Εικόνα 5.1) (Steacy & Rouchot-Lermans 1993), όπως και το *E. decedens* μειώνοντας την εμπορικότητα των καρπών (Baspinar 1994). Τέτοια στίγματα σε καρπούς υπήρχαν στον εσπεριδοειδώνα όπου πραγματοποιήθηκε η μελέτη, και φαίνεται πως πράγματι οφείλονταν σε Αυχενόρρυγχα και κυρίως του είδους *Empoasca vitis* (Βουλγαράκη 2016).

Για τα είδη αυτά φαίνεται πως οι εναλλακτικοί ξενιστές σε έναν εσπεριδοειδώνα, που μπορεί να αποτελέσουν τα αυτοφυή, παίζουν ρόλο στη

διατήρηση του πληθυσμού τους σε υψηλό επίπεδο και κατά τη διάρκεια του χειμώνα (Baspinar 1994).



Εικόνα 5.1 Κηλίδες στους καρπούς και ζωντανά άτομα του γένους *Empoasca* (Βουλγαράκη 2016)

Ακόμα συλλέχθηκε μεγάλος αριθμός ατόμων του γένους *Balclutha* όπου και στις δύο πλευρές του εσπεριδοειδώνα το μέγεθος του πληθυσμού δε διέφερε στατιστικά (Διάγραμμα 4.10). Τα είδη του γένους αυτού παρόλο που ο κύριος ξενιστής τους είναι φυτά της οικογένεια *Poaceae* (Bella & D'Urso 2012), εκμεταλλεύονται και θάμνους ή δέντρα νότιων, εύκρατων περιοχών (Webb 1980, Namba 1956).

Μεγάλη σημασία στα είδη που θα βρεθούν σε μια καλλιέργεια αποτελούν όχι μόνο τα αυτοφυή που υπάρχουν μέσα στον αγρό, αλλά και εκείνα στην περιφέρεια όπως επίσης και στις γεινιάζουσες καλλιέργειες. Ένα είδος που βρέθηκε σε ικανοποιητικό πληθυσμό στις δειγματοληψίες ήταν το *Sulamicerus* (= *Idiocerus*) *stali*, ένας από τους πιο σημαντικούς δευτερεύοντες εχθρούς της φιστικιάς (Mehrnejad 2010). Η ύπαρξη φιστικιών περιφερειακά του εσπεριδοειδώνα ήταν αποτέλεσμα της σύλληψης αυτού του είδους. Βρέθηκε όχι μόνο στις Malaise αλλά και στις κολλητικές παγίδες που βρίσκονταν στην

κόμη των δέντρων, αλλά συλλέχθηκε και με εντομολογική απόχη όχι μόνο από τα αυτοφυή, αλλά και από την κόμη δέντρων.

Φορείς φυτοπαθογόνων

Πολλά από τα είδη που βρέθηκαν στις δειγματοληψίες και μάλιστα κάποια που ήταν κυρίαρχα καταλαμβάνοντας ένα σημαντικό κομμάτι του πληθυσμού, είναι φορείς φυτοπαθογόνων. Το *E. decipiens*, πιθανότατα να συμβάλλει στην επιδημιολογική εξάπλωση του φυτοπλάσματος που προκαλεί την ασθένεια σκούπα της μάγισσας στα εσπεριδοειδή, αφού έχει ανιχνευτεί στο είδος αυτό, ενώ βρισκόταν παρόν σε μολυσμένο αγρό στη Σαουδική Αραβία σε μεγάλες πληθυσμιακές πυκνότητες (Alhudaib et al, 2009). Επίσης το *E. decedens* είναι ικανό να μεταδώσει το φυτόπλάσμα 'Candidatus Phytoplasma phoenicium' ένα καταστρεπτικό παθογόνο της ροδακινιάς, αμυγδαλιάς, της νεκταρινιάς κ.α οπωροφόρων (Jawdah et al. 2014). Είδη όπως το *Cicrculifer haematoceps* είναι σημαντικοί εχθροί λόγω της ικανότητάς τους να μεταφέρουν ιούς στα εσπεριδοειδή (Soderman 2007).

Μια πολύ σημαντική ασθένεια των εσπεριδοειδών είναι το «Σταμπορν» που προκαλείται από το *Spiroplasma citri*, που αν και δεν υπάρχει ακόμα στη χώρα μας, έχει βρεθεί σε γειτονικές χώρες. Από τα είδη που συλλέχθηκαν, στα *Anaceratagallia ribauti*, *Balclutha punctata*, *E. decipiens*, *E. decedens*, *Orosius orientalis*, *Euscelis alsius*, *E. incisus*, *Exitianus capicola* και *Psammotettix striatus*, σε μελέτες στη Βόρεια Τουρκία έχει βρεθεί το παθογόνο μέσω της ELISA, ενώ τα άτομα αυτά είχαν συλλεχθεί από διάφορα είδη φυτών και όχι αποκλειστικώς από εσπεριδοειδή (Kersting & Sengonca 1992). Όπως επίσης και στο είδος *Euscelidius variegatus*, το οποίο συλλέχθηκε σε μεγάλους πληθυσμούς με τη «μεταναστευτική» και τις απλές παγίδες Malaise (κυρίαρχο και σταθερό καταλαμβάνοντας το 20% του συνόλου των ατόμων στις απλές Malaise), έχει ανιχνευτεί το παθογόνο σε μελέτες στη Γαλλία (Oldfield et al. 1984).

Ακόμα συλλέχθηκαν και είδη που είναι εξακριβωμένοι φορείς του βακτηρίου *Xylella fastidiosa* που και αυτό είναι καραντίνας για τη χώρα μας, αλλά έχει κάνει την εμφάνισή του σε χώρες της Ευρώπης όπως η γειτονική Ιταλία

(Saronari et al. 2014). Τα είδη αυτά είναι το *Philaenus spumarius*, το *Euscelis lineolatus* και το *E. incisus* (Elbeaino et al. 2014).

Σημασία των αυτοφυών

Μέσω της σύγκρισης που έγινε σε κάθε είδος παγίδας για τα άτομα που συλλέχθηκαν στις δύο πλευρές του εσπεριδοειδώνα, βρέθηκε για την «μεταναστευτική» παγίδα και τις κίτρινες κολλητικές παγίδες ότι ο πληθυσμός των Αυχενορρύγχων στην περιοχή με τα αυτοφυή ήταν στατιστικά μεγαλύτερος από αυτόν στην περιοχή χωρίς αυτά (Διάγραμμα 4.1 και 4.5). Άρα η ύπαρξη των αυτοφυών έπαιξε καθοριστικό ρόλο στο μέγεθος του πληθυσμού σε περιβάλλον εσπεριδοειδώνα. Από το διάγραμμα πληθυσμιακής διακύμανσης της «μεταναστευτική» παγίδας (Διάγραμμα 4.2) φαίνεται πως ο πληθυσμός είναι κατά περιόδους μικρότερος στην πλευρά χωρίς τα αυτοφυή ενώ αυξάνεται μέχρι κάποια χρονική περίοδο, όπου ξανά μειώνεται απότομα. Κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών τα αυτοφυή από την πλευρά που ήταν κομμένα αυξάνονταν και μαζί αυξανόταν και ο πληθυσμός των Αυχενορρύγχων. Τις περιόδους που έχουμε παρόμοιο αριθμό ατόμων στο διάγραμμα 4.2, τα αυτοφυή και στις δύο πλευρές είχαν παρόμοιο μέγεθος, ενώ η απότομη πτώση οφείλεται στην χορτοκοπή αυτών.

Ο ρόλος των αυτοφυών είναι πολύ σημαντικός αφού σε πολλές περιπτώσεις τα αυτοφυή, για παράδειγμα το βλήτο (*Amaranthus spp*), δρουν ως καταφύγια για έντομα φορείς, όπως τα *E. decipiens*, *B. punctata*, *Psammotettix confinis*, *P. alienus*, *Zyginidia pullula* και *Laodelphax striatellus* (Tothova et al. 2004). Ακόμα πολλές από τις ασθένειες που οφείλονται σε φυτοπλάσματα, προσβάλλουν αυτοφυή και καλλιεργήσιμα φυτά, όπως για παράδειγμα τα στελέχη 16SrI και 16SrIII προσβάλλουν εκτός από την πορτοκαλιά την περικοκλάδα και το πολυκόμπι (Bertaccini 2014).

Πολλές φορές τα αγρωστώδη συμβάλλουν στην αύξηση του πληθυσμού πολλών ειδών, όπως για παράδειγμα του είδους *Zyginidia pullula* που όπως φαίνεται με τη «μεταναστευτική» παγίδα συλλέχθηκε τριπλάσιος αριθμός ατόμων του είδους αυτού στην πλευρά με τα αυτοφυή, αφού είναι ένα είδος πολύ διαδεδομένο κυρίως σε περιοχές με αγρωστώδη (Mazzoglio et al. 2009).

Γενικώς ο πληθυσμός και η ποικιλότητα των Αυχενορρύγχων εξαρτάται από τη σύνθεση των φυτών που υπάρχουν στην περιοχή, αλλά κυρίως από τον τύπο αγρωστωδών που απαντώνται (Novotny 1994). Όσο πιο ποικίλο είναι ένα τοπίο τόσο μεγαλύτερη η ποικιλομορφία ειδών των Αυχενορρύγχων. Ακόμα σημαντική είναι η υγρασία, ο τύπος εδάφους, αλλά και το υψόμετρο (Eyre et al. 2001).

Ακόμα στα αυτοφυή βρέθηκαν πολλές νύμφες μέσω της εντομολογικής απόχης (το 65% του συνόλου των νυμφών). Ως φυτό ξενιστής για ένα είδος θεωρείται το φυτό που αναπτύσσονται οι νύμφες. Φαίνεται λοιπόν πως τα αυτοφυή εκτός από μέρος διατήρησης των πληθυσμών των Αυχενορρύγχων, για πολλά είδη είναι και το φυτό αναπαραγωγής και ανάπτυξης των ανήλικων σταδίων (Lamp et al. 1994).

Για τα επιμέρους τμήματα του εσπεριδοειδώνα ανά τύπο παγίδας υπολογίστηκαν ο δείκτης ποικιλότητας του Simpson και οι δείκτες Margalef και Menhinich. Ο δείκτης του Simpson για τις παγίδες Malaise («μεταναστευτική» και απλή), ήταν μεγαλύτερος στην πλευρά του εσπεριδοειδώνα με τα αυτοφυή εκφράζοντας μεγαλύτερη ποικιλομορφία ειδών σε σύγκριση με την πλευρά χωρίς αυτοφυή. Ίδια αποτελέσματα υποστήριζαν και οι άλλοι δύο δείκτες.

Αντίθετα αποτελέσματα έδειξαν οι δείκτες αυτοί για τις κίτρινες κολλητικές παγίδες αφού μεγαλύτερη ποικιλομορφία ειδών εμφανιζόταν σε εκείνες χωρίς τα αυτοφυή στη βάση του δέντρου. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο ότι λόγω της ύπαρξης αυτοφυών τα Αυχενόρρυγχα έφευγαν από την κόμη του δέντρου που ήταν αναρτημένες και οι παγίδες, και πήγαιναν στην αυτοφυή βλάστηση.

Τέλος υπολογίστηκε και ο εκτιμηθείς αριθμός των ειδών με τη μέθοδο Anne-Chao. Όπως φαίνεται από τις παγίδες Malaise, ο εκτιμηθείς αριθμός των ειδών από την πλευρά με τα αυτοφυή είναι πολύ μεγαλύτερος από εκείνον με κομμένα. Αυτό δείχνει πως στην πλευρά με τα αυτοφυή υπάρχουν περισσότερα είδη σπάνια, που βρίσκονται σε μικρούς πληθυσμούς και δεν κατάφεραν να συλληθούν με τις παγίδες. Γενικώς τα λιβάδια υποστηρίζουν πολλά σπάνια είδη που βρίσκονται σε μικρούς πληθυσμούς (Biedermann et al. 2005).

Σημασία του διαφορετικού είδους δειγματοληψίας

Οι 3 βασικοί τύποι δειγματοληψίας που δοκιμάστηκαν («μεταναστευτική» Malaise, κίτρινες κολλητικές παγίδες, απόχρη) συγκρίθηκαν για το σύνολο του πληθυσμού και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι διέφεραν στατιστικά.

Αποτελεσματικότερη παγίδα σε πληθυσμό ατόμων ήταν οι «μεταναστευτική» παγίδα Malaise, αφού συνέλεξε τον μεγαλύτερο αριθμό ατόμων από τις άλλες δύο, όπως επίσης και για μεμονωμένα είδη (Διάγραμμα 4.11). Παρόμοια αποτελέσματα έδειξαν και μελέτες στη Φινλανδία, όπου οι συλλήψεις με παγίδες Malaise υπερερούσαν με ποσοστό 60% έναντι των κίτρινων κολλητικών με ποσοστό 40% (Soderman 2007). Η παγίδα Malaise είναι μια αυτοματοποιημένη μέθοδος που χρησιμοποιείται για την καταγραφή Αυχενορρύγχων σε κάθε είδος βιοτόπου (Biedermann & Niedringhaus 2009), και μας παρέχει μεγάλες ποσότητες δεδομένων με ελάχιστη προσπάθεια, δίνοντας πολύτιμες χρήσεις για μακροπρόθεσμες μελέτες σύνθεσης πανίδας και εποχικότητας, αναλύσεις ποικιλότητας ειδών και πολλές άλλες οικολογικές μελέτες (Matthews & Matthews 1971).

Οι κίτρινες κολλητικές παγίδες, παρόλο που είναι αρκετά διαδεδομένη μέθοδος συλλογής Αυχενορρύγχων κυρίως σε δένδρωδεις καλλιέργειες (Tedeschi & Alma 2006), έδωσαν πολύ μικρότερο αριθμό ατόμων από την παγίδα Malaise (υπο-τριπλάσιο), αλλά και πολύ μικρότερο αριθμό ειδών (10 είδη στις κίτρινες κολλητικές έναντι των 47 ειδών της «μεταναστευτικής» Malaise) αν και ήταν καθόλη τη διάρκεια του 24ώρου στον αγρό αμφοτέρως. Ακόμα, πολλά από τα είδη που ήταν κυρίαρχα και σταθερά με την Malaise (*Euscelidius variegatus*, *Psammotettix alienus*, *Balclutha punctata*, κλπ) με τις κολλητικές παγίδες ο αριθμός του ήταν πολύ μικρός. Φαίνεται πως οι κολλητικές παγίδες αν είχαν χρησιμοποιηθεί μεμονωμένα θα έδιναν μια λανθασμένη εικόνα της ποικιλότητας και της αφθονίας των ειδών του αγρού. Παρόλα αυτά, οι συλλήψεις για τα είδη του γένους *Empoasca* δε διέφεραν στατιστικά από εκείνες της Malaise, αφού τα είδη αυτά φαίνεται πως ζουν κυρίως στην κόμη των εσπεριδοειδών δημιουργώντας τα προβλήματα που προαναφέρθηκαν.

Οι συλλήψεις με την απόχη έδωσαν τον μικρότερο αριθμό ατόμων αφού οι συλλήψεις γίνονταν μια φορά την εβδομάδα για μικρό χρονικό διάστημα, σε αντίθεση με τις άλλες δύο παγίδες που βρίσκονταν επί 24ώρου βάσεως όλες τις ημέρες στον αγρό. Για τις συλλήψεις Αυχενορρύγχων σε λιβάδια (με αγρωστώδη) χρησιμοποιείται συχνά η εντομολογική απόχη ως οικονομικότερη και απλούστερη, όπως επίσης και αναρροφητικές παγίδες, για την συλλογή χωρικών δεδομένων για την πυκνότητα πληθυσμών (Stewart 2002, Biedermann & Niedringhaus 2009, Eyre et al. 2001). Έχουν την ικανότητα συλλογής νυμφών, αλλά και συλλογής ατόμων από συγκεκριμένα φυτά (Stewart 2002), δίνοντας πληροφορίες για την πιθανή ανεύρεση του φυτού ξενιστή κάποιου είδους. Στη συγκεκριμένη μελέτη το μεγαλύτερο ποσοστό των νυμφών συλλέχθηκε μέσω της απόχης, ενώ και το ποσοστό συλλογής βραδυκίνητων ειδών, όπως το *Philaenus spumarius*, ήταν μεγαλύτερο σε σχέση με τις άλλες δύο και κυρίως σε σχέση με τις κολλητικές παγίδες που δε συλλέχθηκε κανένα τέτοιο άτομο, καθιστώντας τις μη αποτελεσματικές για τη συλλογή αυτού του ανερχόμενου εχθρού, λόγω της ικανότητας του να μεταδίδει το βακτήριο *Xylella fastidiosa*. Παρόμοια αποτελέσματα έδειξε και μια πτυχιακή μελέτη που χρησιμοποιούσε παγίδα Malaise και απόχη σε ελαιώνα για τη συλλογή δειγμάτων, όπου κι εκεί ο αριθμός ατόμων του είδους *P. spumarius* ήταν πολύ μεγαλύτερος με την εντομολογική απόχη κυρίως κατά τους χειμερινούς μήνες (Αφεντούλης 2016).

Για τον κάθε τύπο δειγματοληψίας υπολογίστηκαν ο δείκτης Simpson και παρότι θα αναμέναμε να ήταν μεγαλύτερος στις Malaise, λόγω του αριθμού των ατόμων αλλά και της μεγάλης ποικιλομορφίας, τελικά ήταν κατά λίγο μικρότερος από εκείνον την εντομολογικής απόχης ($0,925 < 0,929$), υποδεικνύοντας μεγαλύτερη ποικιλότητα των ειδών που συνέλεξε. Φαίνεται πως παρότι του μικρού μεγέθους του πληθυσμού που συλλέγεται με την εντομολογική απόχη, λόγω της αναζήτησης των ειδών σε συγκεκριμένα φυτά συλλέγεται και μεγαλύτερος αριθμός διαφορετικών ειδών τα οποία ζουν κρυμμένα στην βλάστηση και δεν είναι τόσο κινητικά ώστε να συλληθούν με τη Malaise. Οι κολλητικές παγίδες φαίνεται πως συνέλεξαν την μικρότερη ποικιλότητα έχοντας τον μικρότερο δείκτη Simpson (0,463) και μάλιστα με πολύ μεγάλη διαφορά δείχνοντας πόσο αναποτελεσματική ήταν τόσο σε

μέγεθος πληθυσμού ως προς την Malaise, όσο και σε ποικιλότητα ως προς την απόχη.

Με τις παγίδες δέλτα συλλέχθηκε ένας πολύ μικρός αριθμός Αυχενορρύγχων. Όπως φαίνεται δεν ενδείκνυνται για τη σύλληψη Αυχενορρύγχων κυρίως χωρίς της χρήση φερομονών. Κυρίως η πράσινη σε σύγκριση με την κίτρινη παγίδα δέλτα συνέλεξε ελάχιστα άτομα, επιβεβαιώνοντας την προτίμηση των Αυχενορρύγχων στο κίτρινο έναντι του πράσινου (Alverson et al. 1977).

Προβλήματα στις αναγνώσεις

Όσον αναφορά το κομμάτι της ταξινόμησης, τα δείγματα που παραλαμβάνονταν από τις Malaise και την απόχη λόγω του υγρού διατήρησης στο οποίο θανατώνονταν, βρίσκονταν σε σπαργή διευκολύνοντας τον χειρισμό στη διαδικασία της αναγνώρισης. Αντίθετα τα δείγματα που παραλαμβάνονταν από τις κολλητικές παγίδες βρίσκονταν σε άσχημη κατάσταση αρχικώς λόγω της πολυήμερης παραμονής τους στον αγρό έξω από κάποιο υγρό συντήρησης, προσκολλημένα πάνω στις παγίδες και αφυδατωμένα. Έπειτα κατά την αναγνώριση έπρεπε να γίνει αποκόλληση του εντόμου από την παγίδα οδηγώντας το σε πλήρη διάλυση (Εικόνα 5.2), αποτρέποντας έτσι την επιτυχή ταξινόμηση, αφού διαμελιζόταν με τα περισσότερα μέλη να έχουν παραμείνει πάνω στην παγίδα, τα οποία φέρουν και τα ταξινομικά χαρακτηριστικά που μας αφορούν.

Η αναγνώρισης των ειδών κυρίως για μικρά και εύθραυστα είδη όπως εκείνα του γένους *Empoasca*, δεν αναγνωρίστηκαν επιτυχώς σε επίπεδο είδους (Πίνακας 7 & 8).



Εικόνα 5.2 Άτομο του είδους Cicadulina bipunctata, προσκολλημένος πάνω σε κίτρινη κολλητική παγίδα α) πριν και β) μετά την αποκόλληση

Συνοψίζοντας, από τη συγκεκριμένη μελέτη φαίνεται πως σε περιβάλλον εσπεριδοειδών επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό το μέγεθος του πληθυσμού αλλά και η ποικιλομορφία των ειδών που υπάρχει παρουσία αυτοφυούς βλάστησης, αφού δημιουργούν καταφύγια για είδη και εναλλακτικούς ξενιστές με πιθανότητα προσβολής και μετάδοσης κάποιου φυτοπαθογόνου. Βέβαια, εάν υπάρχει αυτοφυής βλάστηση πιθανόν να προτιμούν να τραφούν εκεί από ότι στην καλλιέργεια. Παρατηρούμε λοιπόν ότι ο ρόλος των αυτοφυών δεν είναι ξεκάθαρος και χρειάζεται περαιτέρω μελέτη σε άλλες καλλιέργειες και σε άλλες περιοχές.

Όσον αναφορά το είδος του καταλληλότερου τρόπου παγίδευσης θα πρέπει να βρεθεί ένας κοινός τρόπος, ο πιο σίγουρος και ολοκληρωμένος για να έχουμε ασφαλή εκτίμηση του πληθυσμού. Από τα ευρήματα της παρούσας μελέτης φαίνεται πως για την καταγραφή ειδών Αυχενορρύγχων για πληθυσμιακές και οικολογικές μελέτες ο συνδυασμός παγίδας Malaise και δειγματοληψιών με εντομολογική απόχρη σε μια περιοχή παρέχει ικανοποιητικά αποτελέσματα από άποψη μεγέθους πληθυσμού και ποικιλομορφίας, δίνοντας πληρέστερη εικόνα της πραγματικότητας του πληθυσμού των Αυχενορρύγχων στους οπωρώνες και προτείνεται η χρησιμοποίηση του κατά την εκπόνηση μελλοντικών μελετών με στόχο την ίδια ομάδα εντόμων.

Βιβλιογραφία

- Alhudaib K., Arocha Y., Wilson M., Jones P. (2009) *Molecular identification, potential vectors and alternative hosts of the phytoplasma associated with a lime decline disease in Saudi Arabia*, Crop protection 28, 13-18
- Alverson D.R., All J. N., Matthews R.W. (1977) *Response of leafhoppers and aphids to variously colored sticky traps*, J. of Georgia Entomological Society Vol. 12 No.4, pp 336-341
- Backus E. (1993) *Stippling vs burning: understanding and quantifying the feeding damage from Empoasca spp. Leafhoppers*, In "Proceedings of the 8th Auch. Congress", Delphi, Greece 70-71
- Backus E. Serrano M. & Ranger C. (2004) *Mechanisms of Hopperburn: An Overview of Insect Taxonomy, Behavior and Physiology*, Ann. Rev. Entomol. 50:125-151
- Barringer L. (2015) *Occurrence of Treehopper (Hemiptera: Membracidae) Bycatch on purple panel traps and Lindgren funnel traps in Pennsylvania, with New State records*, The Great Lakes Ent. Vol 48, 172-185
- Baspinar H. (1994) *Some observations on dominant structure and population changes of Asymmetrasca decedens (Paoli) and Empoasca decipiens Paoli (Hom., Cicadellidae) on different crops in Adana, Turk.* Entomol. Derg. 18 (2) 71-76
- Bella S. & D'Urso V. (2012) *First record in the Mediterranean basin of the alien leafhopper Balclutha brevis living on invasive Pennisetum setaceum*, Bulletin of Insectology 65 (2): 195-198
- Bertaccini A. (2014) *Relevant phytoplasma diseases, COST FA0807 International Countries*, 67-70
- Biedermann & Niedringhaus (2009) *The Plant- and Leafhoppers of Germany*, Frund, 1-11
- Biedermann R. Achzoger R. Nickel H. Stewart A. (2005) *Conservation of grassland leafhoppers: a brief review*, J of Insect Conservation 9: 229-243

- Bonsignori G, Stefanini C, Scarfogliero U, Mintchev S, Benelli G, Dario P (2013) *The green leafhopper, Cicadella viridis (Hemiptera, Auchenorrhyncha, Cicadellidae), jumps with near-constant acceleration*, J. of Experimental Biology 216: 1270-1279
- Campbell J. W. & Hanula J. L. (2007) *Efficiency of Malaise traps and colored pans traps for collecting flower visiting insects from three forested ecosystems*, J. of Insect Conservation, 11: 399-408
- Dent D, Walton M. (1997) *Methods in ecological & agricultural entomology*, Cab International
- Drosopoulos S, Asche M, Hoch H (1986) *A preliminary list and some notes on the Cicadomorpha (Homoptera-Auchenorrhyncha) collected in Greece*. Proceedings of the 2nd International Congress Rhynchota of Balkan, Mikrolimni-Greece, 8-13
- Elbeaino T, Yaseen T, Valentini F, Eddine I, Moussa B, Mazzoni V & Donghia A, (2014) *Identifications of three potential insect vectors of Xylella fastidiosa in southern Italy*, Phytopathologia Mediterranea, 3,1, 328-332
- Emmanouel N.G, (1977) *Aspects of the biology of mites associated with cereals during growth and storage*. PhD Thesis. National University of Ireland. 224pp.
- Eyre M, Woodward J, Luff M, (2001) *The distribution of grassland Auchenorrhyncha assemblages (Homoptera:Cercopidae, Cicadellidae, Delphacidae) in northern England and Scotland*, J of Insect Conservation 5:37-54
- Fereres A., Moreno A. (2009) *Behavioural aspects influencing plant virus transmission by homopteran insects*, Virus research 141, 158-168
- Fletcher, M. & Lariviere, M.C. (2009) *Anzygina, a new genus for some Australasian microleafhopper species formerly placed in the genus Zyginia Fieber (Cicadellidae: Typhlocybinae: Erythroneurini)*. Austral Entomology, 48, 164–176. <https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.2009.00700.x>

Gullan P.J. & Cranston (2017) *Τα Έντομα*, επιμέλεια ελληνικής έκδοσης Νικόλαος Γ Εμμανουήλ, Επιστημονικές εκδόσεις Παρισιανού Α.Ε, σελ. 224-225

Gunthart H. (1987) *Comparison of the vertical distribution of Leafhoppers – Trapped between 5 and 155m above the ground- with the ground population*, 6th Auch. meeting 1-8

Jawdah Y, Sater A, Jawhari M, Sobh H, Nour H, Bianco P, Molino Lova M, Alma A, (2014) *Asymmetrasca decedens (Cicadellidae, Typhlocybinae), a natural vector of 'Ca Phytoplasma phoenicium'*, Ann of Appl Biology 165 395-403

Juillet J. (1963), *A comparison of four types of traps used for capturing flying insects*, Canadian J of Zoology, Vol 41, No 2: 219-223

Kersting U, Baspinar H, Uygun N, Satar S. (1997) *Comparison of two sampling methods for leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae) associated with sesame in the east Mediterranean region of Turkey*, Anz. Schidlingskde, Pflanzenschutz, Umwehschutz 70, 131-135

Kersting U, Sengonca C. (1992) *Detection of insect vectors of the citrus stubborn disease pathogen, Spiroplasma citri Saglio et al., in the citrus growing area of South Turkey*, J. Appl Ent. 113, 356-364

Knight A.L. & Miliczky E. (2003) *Influence of trap colour on the capture of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae), Honeybees, and non-target flies*, J. Enomol. Soc. Brit. Columbia 100, 65-70

Lamp W. & Zhao L. (1993) *Prediction and manipulation of movement by Polyphagus, highly mobile pests*, J. Agric Entomol. Vol 10, No 4, 267-281

Matthews R. & Matthews J. (1971) *The Malaise Trap: Its Utility and Potential for Sampling Insect Populations*, The Great Entomologist, Vol. 4, 117-122

Mazzoglio P. Dolci P, Lessio F, Alma A. (2009) *Zoopthora radicans affecting Zyginidia pullula*, Bulletin of Insectology 62(2): 143-148

- Mehrnejad M. (2010) *Potential Biological Control Agents of the common Pistachio psylla Agonosцена pistaciae, a review*, Entomofauna Zeitschrift Fur Entomologie Band 31, Heft 21:317-340
- Namba R. (1956) *A revision of the Balclutha species found in Hawaii, with descriptions of five new species (Homoptera: Cicadellidae)*, Proceed., Hawaiian Entomological Society, Vol. 16, No 1
- Nejat N., Vadamalai G., Dickinson M., (2011) *Spiroplasma citri: A wide host range phytopathogen*, Plant Pathology Journal 10 (2) 46-56
- Oldfield G., Sullivan A., Calavan E. (1984) *Inoculativity of Leafhopper Vectors of Stubborn disease in California*, Conference Proc of Citrus Virologists 9(9) 125-130
- Resh V. & Carde R, (2009) *Encyclopedia of Insects*, Elsevier, 56-63
- Saponari M. Loconsole G., Cornara D., Yokomi R. K., Stradis A., Boscia D, Bosco D, Martelli G. P., Krugner R., Porcelli F. (2014) *Infectivity and Transmission of Xylella fastidiosa by Philaenus spumarius (Hemiptera: Aphrophoridae) in Apulia, Italy*, J. Econ. Entomol. 107 (4). 1316-1319
- Soderman G. (2007) *Taxonomy, distribution, biology and conservation status of Finnish Auchenorrhyncha (Hemiptera: Fulgoromorpha et Cicadomorpha)*, The Finnich Environment, 10-14, 61-63
- Steady K. & Pouchot-Lermans A. (1993) *Biological control of Empoasca decipiens, a new leafhopper pest in british glasshouses*, In "Proceedings of the 8th Auch. Congress", Delphi, Greece, 79
- Stewart A.J. (2002) *Techniques for sampling Auchenorrhyncha in grasslands*, Neue Folge Nr 176, 491-512
- Tamotsu I. (1982), *Some notes of a Leafhopper of Economic Importance, Orosius orientalis (Matsumura, 1914) (Hemiptera: Cicadellidae)*. Appl Ent. Zool. 17 (3): 364-367
- Tedeschi R. & Alma A. (2006) *Fieberiella florii (Homoptera: Auchenorrhyncha) as vector of 'Ca Phytoplasma mali'*, Plant disease, Vol 90, No 3, 284-290

Thanou Z, Afentoulis D, Koufopoulou G, Ampatzi A, Lekkou S, Koutsogiannopoulou A, Bravou A, Stamatakou G, Voulgaraki K, Piperkas A, Chaldaiou A, Kalaitzaki A & Tsagkarakis A (2018) *New records and updated checklist of Cicadomorpha (Hemiptera: Auchenorrhyncha) species from Greece*, Zootaxa 4413(1): 133-157

Tothova M. Toth P. Cagan L. (2004) *Leafhoppers, Planthoppers, Froghoppers and Cixiids (Auchenorrhyncha) as vectors of plant diseases*, Acta fytotechnica et zootechnica Vol 7, 322-326

Trebicki P. Harding R. Rodoni B. Baxter G. Powell K. (2009) *Seasonal activity and abundance of Orosius orientalis (Hemiptera: Cicadellidae) at agricultural sites in Southeastern Australia*, Journal of Applied Entomology

VanEmden H.F. (2014) *Γεωργική Εντομολογία*, επιμέλεια ελληνικής έκδοσης Νικόλαος Γ Εμμανουήλ, Επιστημονικές εκδόσεις Παρισιανου Α.Ε, σελ. 82-87

Webb M.D. (1980) *The Cicadellidae from Aldabra, Astove and Cosmoledo atolls collected by the Royal Society Expedition 1967-68 (Hemiptera, Homoptera)*, J of Natural History 14:829-863

Αφεντούλης Δ. (2016) *Auchenorrhyncha (Hemiptera: Homoptera)- δυνητικοί φορείς του Xylella fastidiosa σε ελαιώνες: είδη, πληθυσμιακή διακύμανση και σχετική αφθονία*. Πτυχιακή μελέτη. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, σελ. 116-119

Βουλγαράκη Κ. (2016) *Παρουσία, πληθυσμιακή διακύμανση ειδών Αυχενορρύγχων (Hemiptera: Homoptera) σε εσπεριδοειδώνες και συσχέτιση τους με συμπτώματα επί των καρπών*. Πτυχιακή μελέτη. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, σελ. 43-71

Κουτσογιαννοπούλου Κ. (2015) *Auchenorrhyncha (Hemiptera: Homoptera) σε εσπεριδοειδώνες: Είδη, πληθυσμιακή διακύμανση και συσχέτιση τους με κηλίδες επί των καρπών*. Πτυχιακή μελέτη. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, σελ. 46-69

Παναγόπουλος Χ.Γ. (2007) *Ασθένειες καρποφόρων δένδρων και αμπέλου*, εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα

Ποντίκης Κ. Α. (2003) *Ειδική Δενδροκομία-Εσπεριδοειδή*, Τόμος Τέταρτος, Εκδόσεις Σταμούλη σελ. 17-20.

Τζανακάκης Μ. Ε. & Κατσόγιαννος Β.Ι. (2003) *Έντομα καρποφόρων δέντρων και αμπέλου*. Εκδόσεις Αγρότυπος ΑΕ. Αθήνα.

Ιστοσελίδες

<https://canberra.naturemapr.org>

<http://zahniser.speciesfile.org>

<http://dmitriev.speciesfile.org>

<https://en.wikipedia.org/>

<http://extreme-macro.co.uk/>

www.invasive.org/

<http://johnwhock.com/>

www.gwct.org.uk/blogs/auchnerran-blog

<http://www.pbcr.com.au>

<http://www.pestnet.org/>

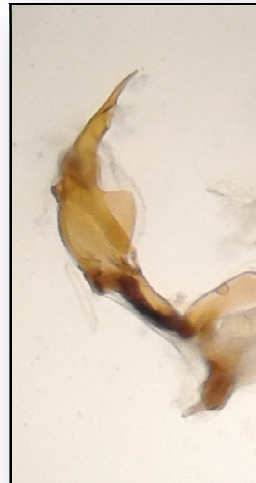
<http://www.robinsonlibrary.com/>

Παράρτημα Α

Παρακάτω φαίνονται φωτογραφίες από τα είδη που αναγνωρίστηκαν κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών. Περιλαμβάνονται φωτογραφίες των ενηλίκων ατόμων, όπως και του αιδοιαγού ή των στυλών του ακμαίου αρσενικού.

Οικ. Delphacidae

1. *Laodelphax striatellus*



Εικόνα 1 Ενήλικο (αριστερά), αιδοιαγός (δεξιά)

2. *Sogatella vibix*



Εικόνα 2 Παραμερή (αριστερά), αιδοιαγός (δεξιά)

3. *Toya propinqua*



Εικόνα 3 Ενήλικο κοιλιακή και ραχιαία όψη (πάνω αριστερά),
αιδοιαγός (πάνω δεξιά), παραμερή (κάτω)

4. *Toya* sp.



Εικόνα 4 Αιδοιαγός (αριστερά), παραμερή (δεξιά)

Οικ. Aphrophoridae

5. *Philaenus spumarius*



Εικόνα 5 Ενήλικό (αριστερά), αιδοιαγός (δεξιά)

Οικ. Cicadellidae

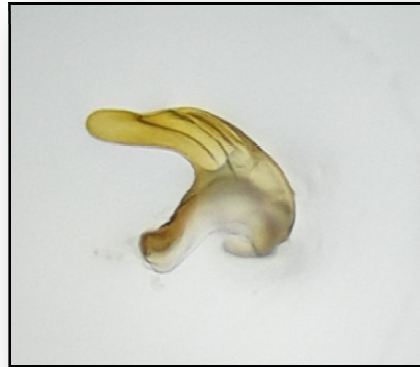
Υποοικ. Agalliinae

6. *Anaceratagallia ribauti*

7. *Anaceratagallia frisia*



Εικόνα 6 Ενήλικό *Anaceratagallia spp* αρσενικό (αριστερά), ενήλικο θηλυκό (δεξιά)



Εικόνα 7 Αιδοιαγός *An. ribauti* (αριστερά) *An. frisia* (δεξιά)

8. *Austroagallia sinuata*



Εικόνα 8 Ενήλικο (αριστερά) αιδοιαγός (δεξιά)

Υποοικ. Aphrodinae

9. *Anoscopus albifrons*



Εικόνα 9 Ενήλικο θηλυκό (αριστερά) ενήλικο αρσενικό (δεξιά)



Εικόνα 10 Αιδοιαγός μπροστινή όψη (αριστερά) αιδοιαγός πλάγια όψη(δεξιά)

Υποοικ. Deltocephalinae

10. Allygus modestus



Εικόνα 11 Ενήλικο (αριστερά) αιδοιαγός (δεξιά)

11. Anoplotettix putoni



Εικόνα 12 Ενήλικο (αριστερά) αιδοιαγός (δεξιά)

12. *Balclutha frontalis*

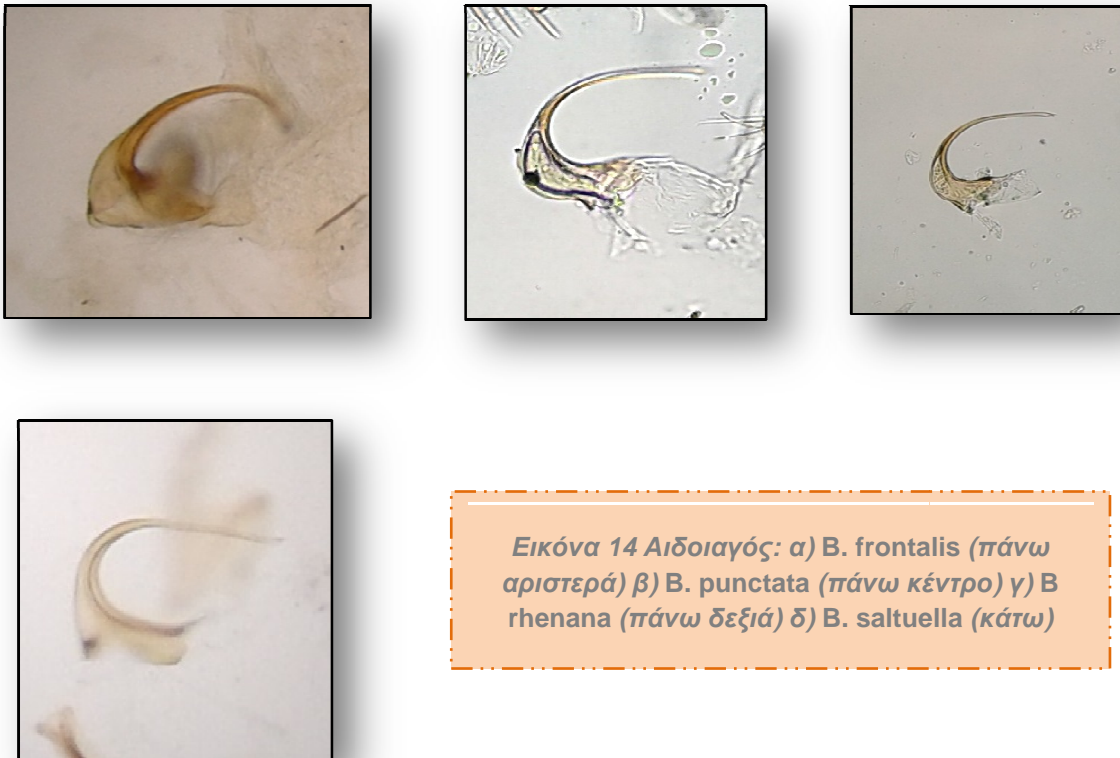
13. *Balclutha punctata*

14. *Balclutha rhenana*

15. *Balclutha saltuella*



Εικόνα 13 Ενήλικα: α) *B. frontalis* β) *B. punctata* γ) *B. rhenana* δ) *B. saltuella*



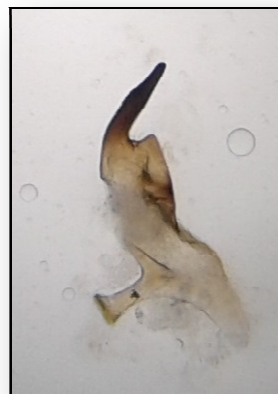
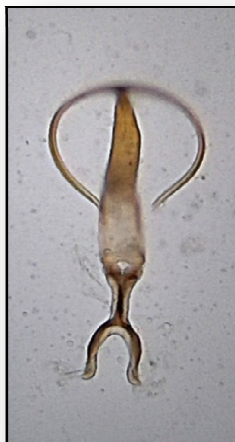
Εικόνα 14 Αιδοιαγός: α) *B. frontalis* (πάνω αριστερά) β) *B. punctata* (πάνω κέντρο) γ) *B. rhenana* (πάνω δεξιά) δ) *B. saltuella* (κάτω)

16. *Cicadulina bipunctata*



Εικόνα 15 Ενήλικο (πάνω αριστερά) αιδοιαγός πλευρικά (πάνω δεξιά) αιδοιαγός (κάτω)

17. *Circulifer haematoceps*



Εικόνα 16 Αιδοιαγός (αριστερά) στύλος (δεξιά)

18. *Euscelidius variegatus*



Εικόνα 20 Ενήλικο (αριστερά) αιδοιαγός (δεξιά)

19. *Euscelis alsius*

20. *Euscelis incisus*

21. *Euscelis lineolatus*



Εικόνα 21 Ενήλικα: *E. alsius* (αριστερά) *E. incisus* (κέντρο) *E. lineolatus* (δεξιά)



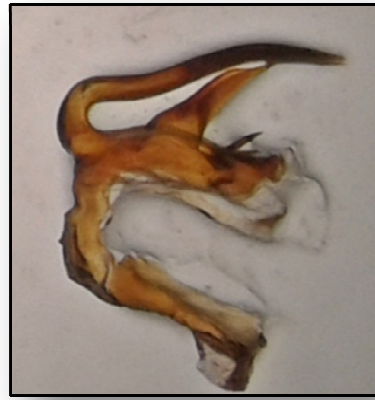
Εικόνα 22 Αιδοιαγός: *E. alsius* (αριστερά) *E. incisus* (κέντρο) *E. lineolatus* (δεξιά)

22. *Exitianus capicola*



Εικόνα 23 Ενήλικο (πάνω αριστερά) αιδοιαγός (πάνω δεξιά) αιδοιαγός πλευρικά (κάτω)

23. *Goniagnathus guttulinervis*



Εικόνα 24 Ενήλικο (αριστερά) αιδοιαγός (δεξιά)

24. *Neoliturus fenestratus*



Εικόνα 25 Ενήλικο (αριστερά) αιδοιαγός (δεξιά)

25. *Orosius orientalis*



Εικόνα 26 Ενήλικο (αριστερά) αιδοιαγός (δεξιά)

26. *Phlepsius intricatus*

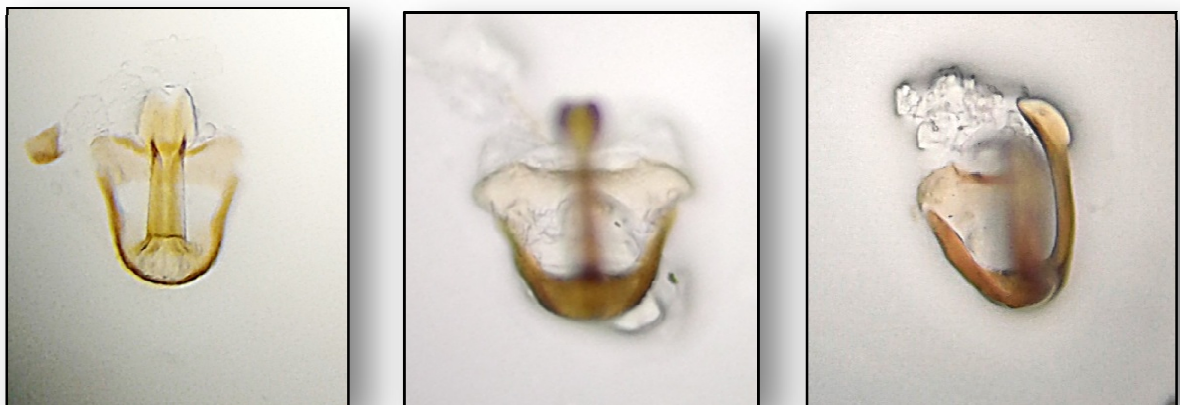


Εικόνα 27 Ενήλικο (αριστερά) αιδοιαγός (δεξιά)

- 27. *Psammotettix alienus*
- 28. *Psammotettix cephalotes*
- 29. *Psammotettix confinis*
- 30. *Psammotettix notatus*
- 31. *Psammotettix sabulicola*
- 32. *Psammotettix striatus*



Εικόνα 28 Ενήλικα *Psammotettix* spp., όλα τα είδη έχουν την ίδια μορφή, (αριστερά) *P. striatus* (δεξιά)



Εικόνα 29 Αιδοιαγός: *P. alienus* (αριστερά) *P. cephalotes* (κέντρο) *P. cephalotes-pleurica* (δεξιά)



Εικόνα 30 Αιδοιαγός: *P. confinis* (αριστερά) *P. notatus* (κέντρο) *P. notatus*- πλευρικά (δεξιά)



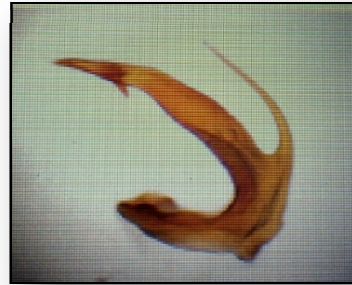
Εικόνα 31 Αιδοιαγός: *P. sabulicola* (αριστερά) *P. sabulicola*- πλευρικά (κέντρο) *P. striatus* (δεξιά)

33. *Recilia schmidgeni*



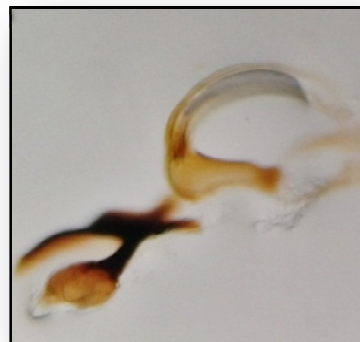
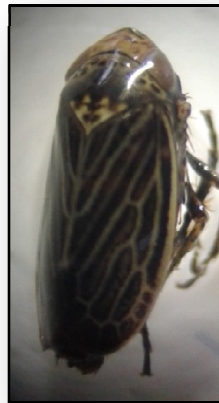
Εικόνα 32 Ενήλικο (αριστερά) αιδοιαγός (δεξιά)

34. *Thamnotettix zelleri*



Εικόνα 33 Ενήλικο (αριστερά) αιδοιαγός (δεξιά)

35. *Deltocephalinae 1*



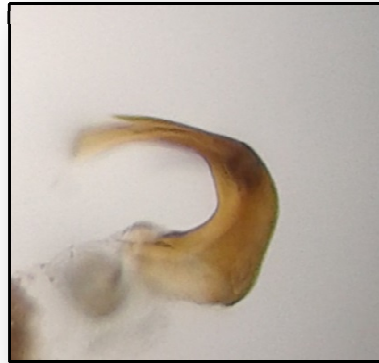
Εικόνα 34 Ενήλικο (αριστερά) αιδοιαγός (δεξιά)

36. *Deltocephalinae 2*



Εικόνα 34 Ενήλικο (αριστερά) αιδοιαγός (κέντρο)
αιδοιαγός πλευρικά (δεξιά)

37. Deltocephalinae 3



Εικόνα 35 Ενήλικο (πάνω αριστερά) αιδοιαγός
πλευρικά (πάνω δεξιά) αιδοιαγός (κάτω)

38. Deltocephalinae 4



Εικόνα 36 Ενήλικο (αριστερά) ενήλικο πλευρικά
(δεξιά)

39. Deltocephalinae 5

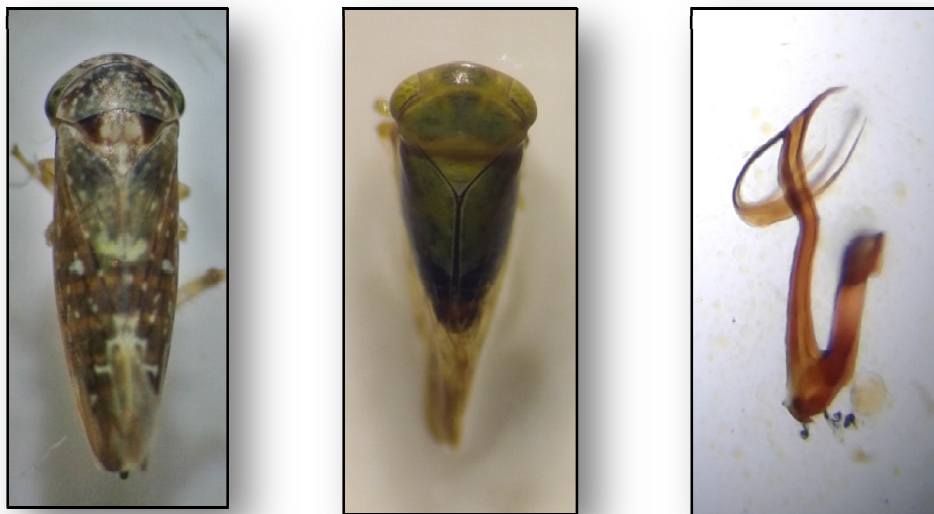
40. Deltocephalinae 6



Εικόνα 37 Ενήλικο *Deltocephalinae* 5 (αριστερά)
ενήλικο *Deltocephalinae* 6 (δεξιά)

Υποοικ. *Idiocerinae*

41. *Sulamicerus* (= *Idiocerus*) *stali*



Εικόνα 38 Ενήλικο χειμερινή μορφή-καφέ (αριστερά) ενήλικο
καλοκαιρινή μορφή (κέντρο) αιδοιαγός (δεξιά)

Υποοικ. Typhlocybinae

42. *Anzygina honiloa*



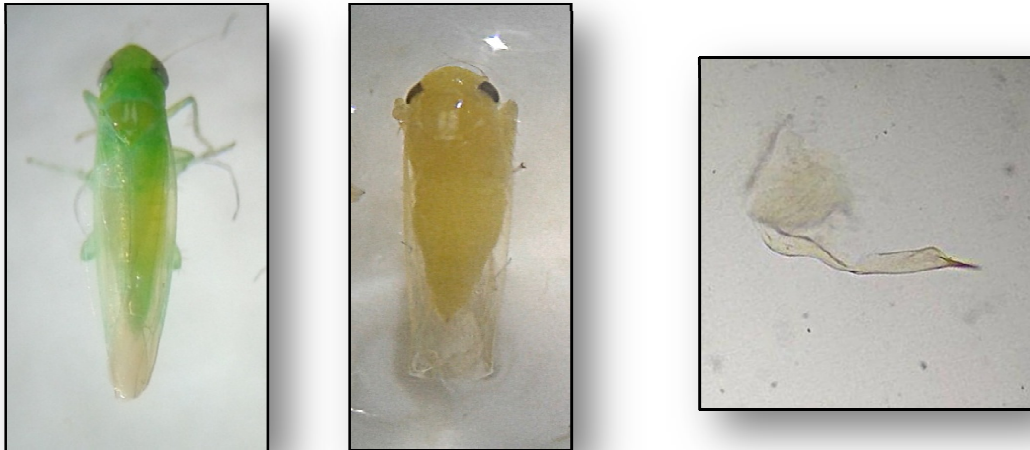
Εικόνα 39 Ενήλικο (πάνω αριστερά) αιδοιαγός (πάνω δεξιά) αιδοιαγός πλευρικά (κάτω)

43. *Edwardsiana* sp.

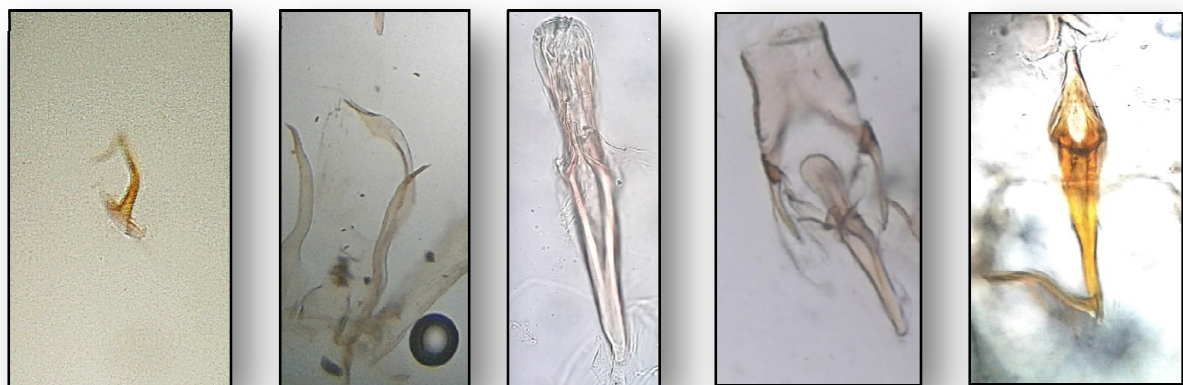


Εικόνα 40 Ενήλικο (αριστερά) αιδοιαγός (κέντρο) αιδοιαγός κορυφή (δεξιά)

- 44. *Empoasca apicalis*
- 45. *Empoasca decedens*
- 46. *Empoasca decipiens*
- 47. *Empoasca pteridis*
- 48. *Empoasca vitis*



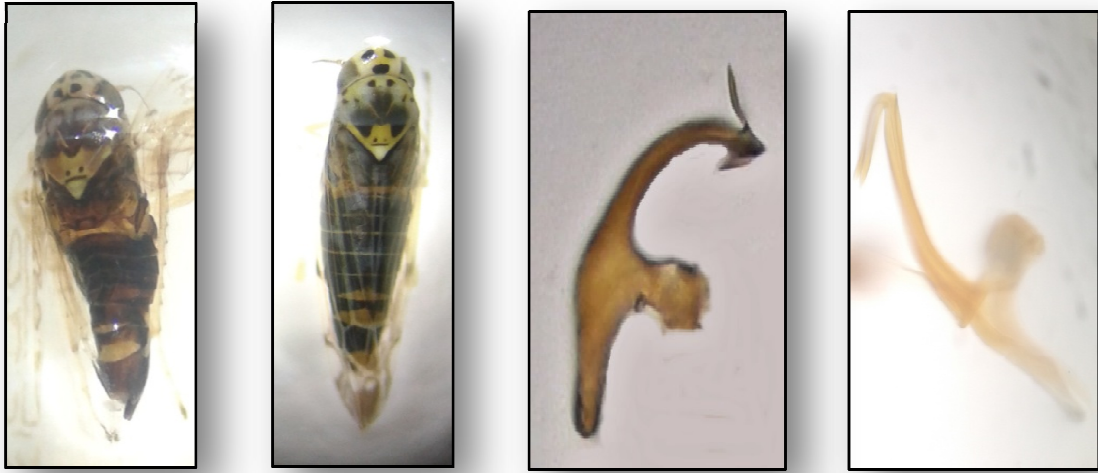
Εικόνα 41 Ενήλικο *Empoasca* spp (αριστερά) Ενήλικο *Empoasca* spp αποχρωματισμένο , όλα τα είδη έχουν την ίδια μορφή (κέντρο) στύλος *E. apicalis* (δεξιά)



Εικόνα 42 α) Αιδοιαγός *E. decedens* β) στύλος *E. decipiens* γ) αιδοιαγός *E. decipiens* δ) αιδοιαγός *E. pteridis* ε) αιδοιαγός *E. vitis*

49. *Eupteryx decemnotata*

50. *Eupteryx melissae*



Εικόνα 43 Ενήλικα: α) *E. decemnotata* β) *E. melissae*, Αιδοιαγός: γ) *E. decemnotata* δ) *E. melissae*

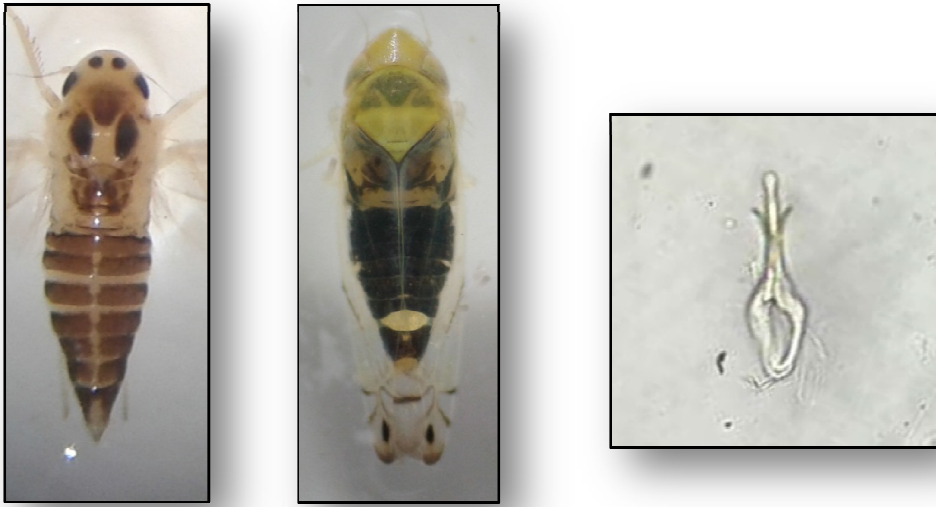
51. *Ficocyba ficaria*



Εικόνα 44 Ενήλικο (αριστερά), αιδοιαγός (κέντρο), στύλος (δεξιά)

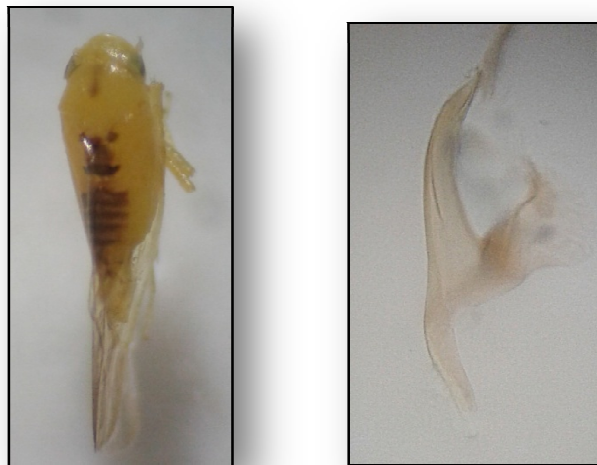
52. *Hauptidia provincialis*

53. *Ribautiana* sp.



Εικόνα 45 Ενήλικο *H. provincialis* (αριστερά), Ενήλικο *Ribautiana* sp. (κέντρο), αιδοιαγός *H. provincialis* (δεξιά)

54. *Zygina hyperici*



Εικόνα 46 Ενήλικο (αριστερά), αιδοιαγός (δεξιά)

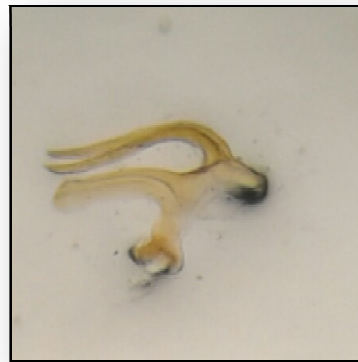
55. *Zyginella* sp.



Εικόνα 47 Ενήλικο (αριστερά), αιδοιαγός πλευρικά (κέντρο), αιδοιαγός (δεξιά)

56. *Zyginidia pullula*

57. *Zyginidia* sp.



Εικόνα 48 Ενήλικο *Zyginidia* spp. (πάνω αριστερά), αιδοιαγός *Z. pullula* (πάνω δεξιά), αιδοιαγός *Zyginidia* sp. (κάτω)

Παράρτημα Β

Τα παρακάτω είναι τα αυτοφυή που βρέθηκαν και αναγνωρίστηκαν στον εσπεριδοειδώνα κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών, από τα οποία έγιναν και οι δειγματοληψίες με απόχη.

Κοινή ονομασία	Επιστημονική Ονομασία	Εποχή εμφάνισης
Αγριοκαρδαμούδα	<i>Capsella Bursa-pastoris</i>	Μονοετές ανοιξιιάτικο ή Διετές
Αγρωστώδη	Poaceae	Μονοετή
Βλήτο	<i>Amaranthus</i> spp.	Μονοετές ανοιξιιάτικο
Μολόχα	<i>Malva</i> spp.	Μονοετές ανοιξιιάτικο ή Πολυετές
Λουβουδιά	<i>Chenopodium album</i>	Μονοετές ανοιξιιάτικο
Περδικάκι	<i>Parietaria judaica</i>	Πολυετές
Σκυλοβρούβα	<i>Sisymbrium</i> spp.	Μονοετές ανοιξιιάτικο
Στίφνος	<i>Solanum nigrum</i>	Μονοετές ανοιξιιάτικο
Τριβόλι	<i>Tribulus terrestris</i>	Μονοετές ανοιξιιάτικο
Τριφύλλι	<i>Trifolium</i> spp.	Πολυετές
Χαμομήλι	<i>Chamomila reticulata</i>	Μονοετές χειμωνιάτικο