

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ**  
**Π.Μ.Σ.: ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

## **ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**Βιοδοκιμές αντιμετώπισης Ετεροπτέρων (Hemiptera: Heteroptera)  
σε καλλιέργειες γκότζι-μπέρρυ και κάππαρης, στο πεδίο και στο  
εργαστήριο**

**ΜΑΡΙΝΑ Ν. ΑΝΔΡΙΟΛΑΤΟΥ**



**Επιβλέπων: Γεώργιος Θ. Παπαδούλης, Καθηγητής Γεωργικής Ζωολογίας και  
Εντομολογίας, Γ.Π.Α.**

**ΑΘΗΝΑ 2018**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ**  
**Π.Μ.Σ.: ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

## **ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**Βιοδοκιμές αντιμετώπισης Ετεροπτέρων (Hemiptera: Heteroptera)  
σε καλλιέργειες γκότζι-μπέρρυ και κάππαρης, στο πεδίο και στο  
εργαστήριο**

**ΜΑΡΙΝΑ Ν. ΑΝΔΡΙΟΛΑΤΟΥ**

**Επιβλέπων: Γεώργιος Θ. Παπαδούλης, Καθηγητής Γεωργικής Ζωολογίας και  
Εντομολογίας, Γ.Π.Α.**

**ΑΘΗΝΑ 2018**

# ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**Βιοδοκιμές αντιμετώπισης Ετεροπτέρων (Hemiptera: Heteroptera)  
σε καλλιέργειες γκότζι-μπέρρου και κάππαρης, στο πεδίο και στο  
εργαστήριο**

**ΜΑΡΙΝΑ Ν. ΑΝΔΡΙΟΛΑΤΟΥ**

**Επιβλέπων:** Γεώργιος Παπαδούλης, Καθηγητής Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας,  
Γ.Π.Α.

**Εξεταστική Επιτροπή:**

Γεώργιος Παπαδούλης, Καθηγητής Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας, Γ.Π.Α.

Διονύσιος Περδίκης, Επίκουρος Καθηγητής Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας, Γ.Π.Α.

Νικόλαος Καβαλλιεράτος, Επίκουρος Καθηγητής Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας,  
Γ.Π.Α.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σειρά Pentatomomorpha αποτελεί μία από τις σημαντικότερες ομάδες εντόμων της υποτάξης Heteroptera, στην οποία περιλαμβάνονται έντομα που έχουν χαρακτηριστεί ως σημαντικοί εχθροί των φυτών.

Η εντατικοποίηση διαφόρων καλλιεργειών έχει οδηγήσει και στην αύξηση των εχθρών και ασθενειών που προσβάλλουν τα φυτά. Μια πολύ σημαντική ομάδα εχθρών των καλλιεργειών αποτελούν τα Ετερόπτερα (Heteroptera), που διαθέτουν μεγάλο εύρος ξενιστών, όπως τα σιτηρά, τα σολανώδη και διάφορα μικρόκαρπα. Για την καταπολέμηση των Ετεροπτέρων σήμερα εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι και τεχνικές, όπως η εφαρμογή καλλιεργητικών μέτρων, μηχανικών μέτρων, η βιολογική καθώς και χημική αντιμετώπιση.

Ιδιαίτερα η καλλιέργεια των μικροκάρπων, έχει αναπτυχθεί την τελευταία δεκαετία, και όσον αφορά την περίπτωση της βιολογικής καλλιέργειάς τους, η καταπολέμηση των Ετεροπτέρων καθίσταται εξαιρετικά δύσκολη. Αυτό διότι ο αριθμός των εγκεκριμένων βιολογικών φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων, από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων, είναι περιορισμένος.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας βιολογικών ουσιών εναντίον των Ετεροπτέρων, που προσβάλλουν γκότζι-μπέρρυ και κάππαρη. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν επεμβάσεις με εκχυλίσματα από *Melia azedarach* και *Azadirachta indica* (δένδρο Neem), οι δραστικές ουσίες πύρεθρο και spinosad το μικροβιακό σκεύσμα Metab και οι δύο συνδυασμοί σκευασμάτων Adimel-Triac και Belos-Contra (τα σκευάσματα Adimel, Triac, Belos και Contra είναι βοηθητικά της ανάπτυξης των φυτών με φυτικά εκχυλίσματα και οργανική ουσία).

Τα σκευάσματα αυτά εφαρμόστηκαν πάνω σε νύμφες και ακμαία Ετεροπτέρων, τόσο σε τρυβλία Petri στο χώρο του εργαστηρίου, όσο και σε καλλιέργεια γκότζι-μπέρρυ στην περιοχή του Λεχάιου Κορινθίας. Οι βιοδοκιμές σε τρυβλία, πραγματοποιήθηκαν στα είδη *Eurydema eckerleini* (Heteroptera: Pentatomidae), που προσβάλλει την κάππαρη και *Pyrrhocoris apterus* (Heteroptera: Pyrrhocoridae), που προσβάλλει τη μολόχα και δυνητικά την κάππαρη. Η εφαρμογή στο πεδίο πραγματοποιήθηκε στα είδη *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae) και *Spilostethus pandurus* (Heteroptera: Lygaeidae), που είχαν ως ξενιστή το γκότζι-μπέρρυ.

Στις βιοδοκιμές σε τρυβλία στο είδος *E. eckerleini*, τα 5 από τα 6 σκευάσματα που δοκιμάστηκαν, μείωσαν τον αριθμό των ατόμων σε σχέση με το μάρτυρα, καθώς το εκχύλισμα από *M. azedarach* παρουσίασε ελάχιστη θνησιμότητα. Στο είδος *P. apterus* και τα 7 σκευάσματα που δοκιμάστηκαν, μείωσαν τον αριθμό των ατόμων σε σχέση με το μάρτυρα. Στους ψεκασμούς στο πεδίο, τα 5 από τα 6 σκευάσματα ήταν αποτελεσματικά σε σχέση με το μάρτυρα, καθώς και σε αυτά τα πειράματα, το εκχύλισμα από *M. azedarach* παρουσίασε ελάχιστη θνησιμότητα, συγκριτικά με το μάρτυρα.

Αυτή η μελέτη έδειξε ότι τα σκευάσματα που δοκιμάστηκαν, έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ως φυτοπροστατευτικά προϊόντα εναντίον των Ετεροπτέρων, σε προγράμματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης. Ωστόσο χρειάζεται περαιτέρω έρευνα ώστε να μελετηθεί η συμπεριφορά τους σε επίπεδο αγρού και οι επιπτώσεις τους στα ωφέλιμα έντομα, το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

**ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ:** Αντιμετώπιση Ετεροπτέρων, βιοδοκιμές, Heteroptera, γκότζι-μπέρρυ, κάππαρη

# Bioassays for the control of Heteroptera (Hemiptera) in goji berry and caper cultivations, in field and laboratory

## SUMMARY

The Pentatomomorpha infraorder is one of the most important insect groups, in the Heteroptera suborder, including insects designated as important plant enemies.

The intensification of several crops has also led to an increase of pests and diseases affecting plants. A very important group of crop pests are the Heteroptera, which have a wide range of hosts such as cereals, Solanaceae family's species and various berries. For the management of Heteroptera, several methods and techniques are currently applied, such as the application of cultivation measures, mechanical measures, biological and chemical control.

In particular, cultivation of berries has increased greatly over the last decade, and in the case of organic cultivation, the control of Heteroptera is extremely difficult. This is because the number of authorized biological plant protection products by the Ministry of Rural Development and Food, is limited.

The aim of this study was the evaluation of the efficacy of biological agents against Heteroptera, which infects goji-berry and caper. For this purpose, interventions were performed with extracts from *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* (Neem tree), pyrethro, spinosad, the Metab formulation and the two combinations of the Adimel-Triac and Belos-Contra formulations (all 4 preparations: Adimel, Triac, Belos and Contra are ancillary to plant growth with plant extracts and organic substance).

These formulations have been applied to larvae and adults of Heteroptera, both in Petri plates in laboratory conditions and in goji berry cultivation in the area of Lechaio in Korinthia. Bioassays were performed on *Eurydema eckerleini* species (Heteroptera: Pentatomidae) that infects the caper and *Pyrrhocoris apterus* (Heteroptera: Pyrrhocoridae), which infests the mallow and potentially the caper. Field application was carried out on the *Nezara viridula* species (Heteroptera: Pentatomidae) and *Spilostethus pandurus* species (Heteroptera: Lygaeidae), which had goji berry as host.

In the bioassays on plates on the *E. eckerleini* species, 5 of the 6 formulations tested, reduced the number of insects in comparison with the control, as the *M. azedarach* extract showed minimal mortality. In the *P. apterus* species all the 7 formulations tested, they reduced the number of insects in comparison with the control. In the field application, 5 of the 6 formulations were effective compared to the control, and also in these experiments, the *M. azedarach* extract showed minimal mortality compared to the control.

This study has shown that the formulations that have been tested have the potential to be used as plant protection products against Heteroptera in integrated pest management programs. However, further research is needed to study their field-based behavior and their impact on beneficial insects, the environment and human.

**KEYWORDS:** Bioassays, Heteroptera, goji berry, caper

## Ευχαριστίες

Η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή μελέτη εκπονήθηκε από τη μεταπτυχιακή φοιτήτρια του τμήματος Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Μαρίνα Ανδριολάτου. Το εργαστηριακό της μέρος έλαβε χώρα στο Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας και τα πειράματα αγρού πραγματοποιήθηκαν στον πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. και σε αγρό (καλλιέργεια γκότζι-μπέρρυ) στην περιοχή του Λεχαίου Κορινθίας, κατά το διάστημα 2016-2018 υπό την επίβλεψη του Καθηγητή κ. Γεωργίου Παπαδούλη.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Γεώργιο Παπαδούλη που με δέχτηκε στην ομάδα του Εργαστηρίου και για τη συνεργασία μας, καθώς και τους κυρίους Διονύσιο Περδίκη, Επίκουρο Καθηγητή Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας του Γ.Π.Α. και Νικόλαο Καβαλλιεράτο, Επίκουρο Καθηγητή Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας του Γ.Π.Α. για τις διορθώσεις τους ως μέλη της εξεταστικής επιτροπής. Δε θα μπορούσα να παραλείψω τον κύριο Αντώνιο Τσαγκαράκη, Ε.Δι.Π. του Εργαστηρίου Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας του Γ.Π.Α., που με καθοδηγούσε και με βοηθούσε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της μεταπτυχιακής μου διατριβής και ήταν πάντα δίπλα μου για οποιοδήποτε θέμα και αν συναντούσα και οποιαδήποτε απορία και αν είχα.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Δημήτριο Μητσόπουλο, Γεωπόνου Γ.Π.Α., για την παραχώρηση μέρους του αγρού του για την εκπόνηση του πειράματος καθώς και τη συνεργασία του. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Αναστασία Μπράβου, απόφοιτη του Γ.Π.Α., τον Ευάγγελο Μπράβο και την Ευαγγελία Αραποστάθη, τελειόφοιτους του Γ.Π.Α., για την πολύτιμη βοήθειά τους στο πειραματικό μέρος της μελέτης, καθώς και όλα τα παιδιά του εργαστηρίου, για την προθυμία τους και το άριστο κλίμα συνεργασίας μας.

# Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	2
SUMMARY .....	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	9
1.1. Τάξη Hemiptera.....	9
1.2. Υποτάξη Heteroptera.....	10
1.3. Σειρά Pentatomomorpha.....	11
1.4. Υπεροικογένεια Lygaeoidea.....	11
1.4.1. Η οικογένεια Lygaeidae.....	12
1.4.1.1. Το είδος <i>Spilostethus pandurus</i> .....	13
1.5. Υπεροικογένεια Pentatomoidea .....	15
1.5.1. Οικογένεια Pentatomidae.....	18
1.5.1.1. Το είδος <i>Nezara viridula</i> .....	20
1.5.1.2. Το είδος <i>Eurydema eckerleini</i> (Josifov, 1961).....	22
1.6. Υπεροικογένεια Pyrrhocoroidea .....	24
1.6.1. Οικογένεια Pyrrhocoridae.....	25
1.6.1.1. Το είδος <i>Pyrrhocoris apterus</i> .....	25
1.7. Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση εντομολογικών εχθρών .....	27
1.7.1. Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση Ετεροπτέρων .....	29
1.8. Το γκότζι-μπέρρυ ( <i>Lycium barbarum</i> (L.)).....	34
1.8.1. Γενικά χαρακτηριστικά, καλλιέργεια και χρήσεις .....	34
1.8.2. Εντομολογικοί εχθροί και ασθένειες.....	37
1.9. Η κάππαρη ( <i>Capparis spinosa</i> (L.)) .....	38
1.9.1. Γενικά χαρακτηριστικά, καλλιέργεια και χρήσεις .....	38
1.9.2. Εντομολογικοί εχθροί και ασθένειες.....	40
1.10. Σκοπός της μελέτης .....	43
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....	44
2.1. Πειράματα αγρού στο Λέχαιο Κορινθίας .....	44
2.1.1. Δειγματοληψία και προσδιορισμός των Ετεροπτέρων .....	44
2.1.2. Πείραμα εκτίμησης ζημιάς και ορισμός κλάδων-μαρτύρων .....	45
2.1.3. Πείραμα αποτελεσματικότητας ψεκασμών.....	46
2.2. Πείραμα στο εργαστήριο με τρυβλία.....	48



2.3.	Εκχυλίσματα φυτών .....	50
2.4.	Σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν και δόσεις.....	51
2.5.	Στατιστική ανάλυση.....	52
3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	53
3.1.	Αποτελέσματα πειραμάτων αγρού .....	53
3.1.1.	Αποτελέσματα δειγματοληψίας και προσδιορισμού των Ετεροπτέρων .....	53
3.1.2.	Αποτελέσματα πειράματος εκτίμησης ζημιάς .....	53
3.1.3.	Αποτελέσματα αποτελεσματικότητας ψεκασμών .....	55
3.2.	Αποτελέσματα βιοδοκιμών σε τρυβλία .....	56
4.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	64
4.1.	Πειράματα αγρού .....	65
4.1.1.	Πείραμα εκτίμησης ζημιάς.....	65
4.1.2.	Πείραμα αποτελεσματικότητας ψεκασμών.....	66
4.2.	Βιοδοκιμές σε τρυβλία .....	66
5.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	71

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κλάση των εντόμων (Insecta) αποτελεί τη μεγαλύτερη ομάδα του φύλου των Arthropoda. Από τα περίπου 1.000.000 ζωικά είδη που είναι σήμερα γνωστά και ταξινομημένα, γύρω στα 750.000 ανήκουν στα έντομα. Τα έντομα, η πολυπληθέστερη και πιο πολύπλοκη κλάση των αρθροπόδων, πήραν το όνομά τους από τον λατινικό όρο «insectus» που σημαίνει «εντετμημένος». Τους δόθηκε από τον Αριστοτέλη εξαιτίας των εντομών που φέρουν στο σώμα τους [Χαλδαίου, 2015].

Πολλά έντομα είναι φυτοφάγα και αποβαίνουν καταστρεπτικά για τη γεωργία, ενώ άλλα προσβάλλουν τον άνθρωπο και μπορούν να μεταδώσουν σοβαρές ασθένειες για τον ίδιο ή για τα ζώα. Αλλά τα έντομα εκτός της αρνητικής δράσης τους, ασκούν στη φύση και σημαντικό θετικό έργο, ωφέλιμο και επικουρικό για τον άνθρωπο: i) πολλά από αυτά χρησιμεύουν στη γονιμοποίηση των καλλιεργούμενων φυτών (ως επικονιαστές), ii) ως εντομοφάγα παράσιτα ή αρπακτικά πολλών επιβλαβών εντόμων, iii) ορισμένα από αυτά (όπως τη μέλισσα και το μεταξοσκώληκα) τα εκμεταλλεύεται ο άνθρωπος για παραγωγικούς σκοπούς, και κάποια iv) συνιστούν άριστο υλικό για επιστημονικές μελέτες (Γενετική, Οικολογία, Ζωογεωγραφία, Χημεία, Γεωπονία, Κτηνιατρική, Φυσική και Παλαιοντολογία) [Χαλδαίου, 2015].

Από τα φυτοφάγα έντομα, η τάξη Hemiptera περιλαμβάνει ένα σημαντικό αριθμό ειδών που προκαλούν προβλήματα στις διάφορες καλλιέργειες της Ελλάδας αλλά και παγκοσμίως.

## 1.1. Τάξη Hemiptera

Μια από τις κυριότερες τάξεις των εντόμων είναι η τάξη Hemiptera, η οποία περιλαμβάνει υδρόβια και χερσαία είδη που ο αριθμός τους ξεπερνά τις 60.000, με μεγάλη ποικιλία διαφορετικών μορφών. Η τάξη αυτή εμφανίζει μεγάλο γεωργικό ενδιαφέρον και περιλαμβάνει είδη μικρού, μέσου ή σπανίως μεγάλου μεγέθους, με σημαντικότερο διαγνωστικό τους χαρακτήρα τα στοματικά μόρια. Αυτά είναι κατάλληλα για νύξη και μύζηση και αποτελούνται από τέσσερις σκληρές σμήριγγες που αντιπροσωπεύουν τις μεταμορφωμένες άνω και κάτω γνάθους [Χαλδαίου, 2015].

Η τάξη Hemiptera διαιρείται σε δύο υποτάξεις: Heteroptera και Homoptera, οι οποίες διαφέρουν κυρίως ως προς τη μορφολογία των πτερύγων τους. Στα Heteroptera οι πρόσθιες πτέρυγες είναι πραγματικά ημιέλυτρα, χιτινοποιημένες κατά το πρώτο μισό και μεμβρανώδεις κατά το υπόλοιπο. Αντίθετα στα Homoptera, οι πρόσθιες πτέρυγες είναι ομοιόμορφες, μεμβρανώδεις ή ελαφρά αποσκληρυμένες.

Τα Hemiptera (τόσο τα Heteroptera όσο και τα Homoptera) είναι παράσιτα επειδή προσβάλλουν καλλιεργούμενα φυτά. Χαρακτηρίζονται ως «σημαντικοί εχθροί» για δύο λόγους:

- i) διαπερνούν τους μηχανισμούς άμυνας των φυτών και
- ii) παρουσιάζουν έλλειψη ανταγωνιστικότητας.

Κατά συνέπεια, είναι άφθονα σε αριθμούς και ποικιλία [Χαλδαίου, 2015].

## 1.2. Υποτάξη Heteroptera

Η υποτάξη Heteroptera (Ετερόπτερα) περιλαμβάνει περίπου 25.000 χερσαία και υδρόβια είδη εντόμων, τα οποία ζουν κυρίως σε εύκρατες και τροπικές περιοχές. Πρόκειται για μια από τις σημαντικότερες ομάδες εντόμων καθώς τα περισσότερα από τα είδη της τρέφονται με φυτά τόσο στο νυμφικό όσο και στο στάδιο του ακμαίου και προκαλούν καταστροφές σε πολλά φυτά οικονομικής σημασίας [Χαλδαίου, 2015].

Στα έντομα αυτά οι πρόσθιες πτέρυγες είναι μετασχηματισμένες σε πραγματικά ημιέλυτρα, χιτινοποιημένα κατά το πρώτο μισό και μεμβρανώδη κατά το υπόλοιπο, τα οποία τοποθετούνται οριζόντια πάνω από το σώμα του εντόμου κατά τη διάρκεια της ανάπαυσης, καλύπτοντας τις οπίσθιες πτέρυγες. Οι κεραίες τους ποικίλουν και είναι συνήθως μακριές στα χερσαία είδη και κοντές στα υδρόβια. Το ελάχιστο κινητό κεφάλι τους φέρει καλά ανεπτυγμένους οφθαλμούς, συχνά με δύο ομματίδια, ενώ στο εμπρόσθιο τμήμα του βρίσκεται η βάση της στοματικής κοιλότητας [McPherson και McPherson, 2000].

Μερικά Ετερόπτερα διαθέτουν όργανα που παράγουν οξείς ήχους (κεραίες, ράμφος κλπ), ενώ είναι, ίσως, η πολυπληθέστερη ομάδα εντόμων με ατελή μεταμόρφωση (ημιμετάβολη ανάπτυξη). Ορισμένα είδη υδρόβιων Ετεροπτέρων μπορούν να πραγματοποιούν μεγάλες μεταναστεύσεις, ενώ από τα χερσαία γένη, τα *Eurygaster* και *Odontotarsus* της οικογένειας Pentatomidae μεταναστεύουν ομαδικά κατά την άνοιξη, ακόμα και σε αποστάσεις 200 Km [Χαλδαίου, 2015].

Τα είδη της συγκεκριμένης υποτάξης διαθέτουν μακριά στοματικά μόρια μυζητικού τύπου, αποτελούμενα από 2 αγωγούς: το σιελογόνο και τον τροφικό. Μέσω του σιελογόνου εγχέονται πεπτικά ένζυμα εντός του ξενιστή και μέσω του τροφικού προσροφώνται οι φυτικοί χυμοί εντός του σώματος του εντόμου.

Η υποτάξη περιλαμβάνει ειδικά και γενικά παράσιτα φυτών και ζώων. Πολλά από τα είδη της παρουσιάζουν έντονη εξειδίκευση ως προς τους ξενιστές τους: άλλα παρασιτούν μυρμήγκια, άλλα σαρανταποδαρούσες και άλλα μύκητες κάτω από το φλοιό των δένδρων, ενώ άλλα ζουν πάνω σε ιστούς αραχνών και επιβιώνουν κλέβοντας τη λεία τους. Καμία άλλη τάξη ημιμετάβολων εντόμων και πολύ περισσότερο καμία άλλη υποτάξη, δεν παρουσιάζει τόσο μεγάλη ποικιλία στις διατροφικές της συνήθειες. Πολλά Ετερόπτερα (ιδιαίτερα της σειράς Pentatomomorpha) προτιμούν να προσβάλλουν τα αναπαραγωγικά μέρη των φυτών: άνθη, σπερμοβλάστες, ωοθήκες, σπέρματα [McPherson και McPherson, 2000].

Η υποτάξη Heteroptera περιλαμβάνει 8 σειρές: Leptopodomorpha, Dipsocoromorpha, Enicocephalomorpha, Gerromorpha, Nepomorpha, Cimicomorpha, Aradomorpha και Pentatomomorpha. Από αυτές, οι 5 τελευταίες περιλαμβάνουν είδη με οικονομική σημασία και από αυτές μόνο οι Cimicomorpha και Pentatomomorpha περιλαμβάνουν πολλά τέτοια είδη.

### 1.3. Σειρά Pentatomomorpha

Η σειρά Pentatomomorpha περιλαμβάνει κυρίως φυτοφάγα είδη. Ωστόσο υπάρχουν και ορισμένα μυκητοφάγα (υπεροικογένεια Aradoidea), ορισμένα αρπακτικά (οικογένεια Pentatomidae, υποοικογένεια Asorinae) και είδη που είναι κυρίως φυτοφάγα, άλλα κάτω από διαφορετικές συνθήκες μπορούν να γίνουν σαπροφάγα (υπεροικογένεια Pyrrhocoroidea)[Roca-Cusachs *et al.*, 2018]. Διαιρείται σε 5 υπερικογένειες:

- Aradoidea
- Coreoidea
- Lygaeoidea
- Pentatomoidea
- Pyrrhocoroidea

Ορισμένα είδη των παραπάνω υπερικογενειών, είναι οικονομικής σημασίας, καθώς μπορούν να μετατραπούν σε σημαντικούς εχθρούς καλλιεργειών όταν ο πληθυσμός τους είναι μεγάλος, ενώ μεμονωμένα κανένα από αυτά δεν προκαλεί σοβαρές ζημιές [Roca-Cusachs *et al.*, 2018].

### 1.4. Υπεροικογένεια Lygaeoidea

Η υπερικογένεια αυτή περιλαμβάνει 700 γένη που κατατάσσονται σε 17 οικογένειες:

- Artheneidae,
- Berytidae,
- Blissidae,
- Colobathristidae,
- Cryptorhamphidae,
- Cymidae,
- Geocoridae,
- Henicocoridae,
- Heterogastridae,
- Idiostolidae,
- Lygaeidae,
- Malcidae,
- Ninidae,
- Oxycarenidae,
- Pachygronthidae
- Piesmatidae και
- Rhyparochromidae [Henry, 1997; Hong-mei *et al.*, 2006; Roca-Cusachs και Goula, 2017].

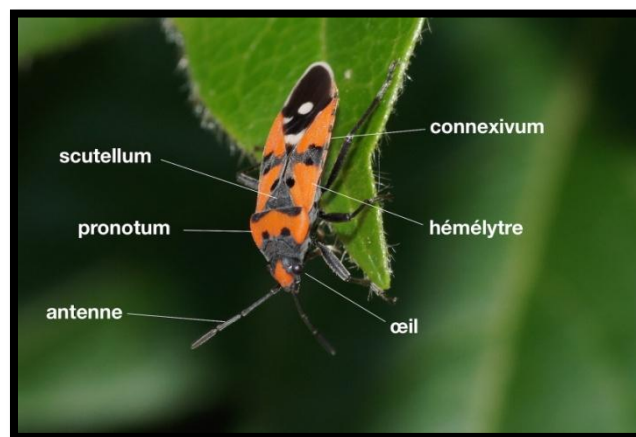
Στην παρούσα μελέτη θα ασχοληθούμε με την οικογένεια Lygaeidae και πιο συγκεκριμένα με το είδος *Spilostethus pandurus* (Scopoli, 1763).

### 1.4.1. Η οικογένεια Lygaeidae

Η οικογένεια Lygaeidae είναι η 2<sup>η</sup> μεγαλύτερη οικογένεια των Heteroptera, μετά την οικογένεια Miridae (1<sup>η</sup> θέση) [Schuh και Slater, 1955]. Στην οικογένεια Lygaeidae (Εικόνες 1,2) ανήκουν πολλά είδη οικονομικής σημασίας και είναι διαδεδομένα παγκοσμίως, κυρίως σε χώρες με τροπικό και υποτροπικό κλίμα. Μερικές από τις χώρες που διαβιούν διάφορα είδη Lygaeidae είναι η Ελλάδα, η Ισπανία, η Αίγυπτος, οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, η Βραζιλία και το Μεξικό. Προσβάλλουν μεγάλο εύρος ξενιστών όπως η αραχίδα, ο ηλιάνθος, το βαμβάκι, διάφορα χορτοδοτικά φυτά, σολανώδη, σταυρανθή κ.ά. Ορισμένοι σημαντικοί εχθροί των καλλιεργειών ανήκουν στα γένη: *Arocatus*, *Blissus*, *Spilostethus* και *Pachibrachius* [Malipatil, 1979; Samuel *et al.*, 2002].



Εικόνα 1: Είδη της οικογένειας Lygaeidae: αριστερά: *Oncopeltus fasciatus* (Dallas), κέντρο: *Melacoryphus lateralis* (Dallas) δεξιά: *Arocatus longiceps* (Stål)  
(<http://www.jeffpippen.com/naturephotos/milkweedbugs.htm>,  
<https://elp.tamu.edu/ipm/bugs/order-hemiptera-true-bugs-cicadas-aphids-spittlebugs-leafhoppers-plant-hoppers-sharpshooters-whiteflies-aphids-scales-mealybugs/hemiptera-heteroptera-lygaeidae-melacoryphus-lateralis-seed-bugs-b/>,  
[https://www.britishbugs.org.uk/heteroptera/Lygaeidae/Arocatus\\_longiceps.html](https://www.britishbugs.org.uk/heteroptera/Lygaeidae/Arocatus_longiceps.html))



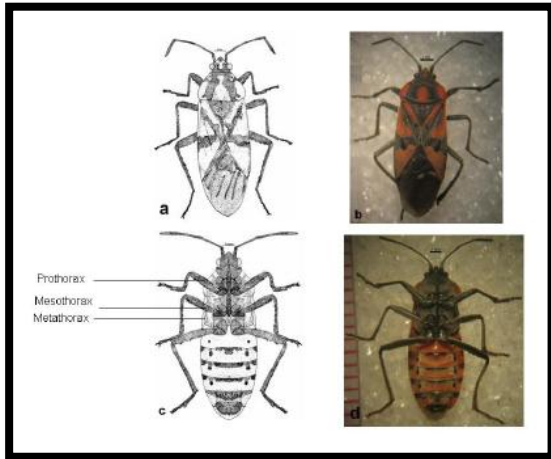
Εικόνα 2: Μέρη του σώματος των Lygaeidae (<https://quelestcetanimal-lagalerie.com/hemipteres/heteropteres/lygaeidae/>)

#### 1.4.1.1. Το είδος *Spilostethus pandurus*

Το συγκεκριμένο είδος είναι ευρέως διαδεδομένο σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές και θεωρείται εχθρός οικονομικής σημασίας για διάφορες καλλιέργειες, όπως ο ηλιάνθος, το καρπούζι, η τομάτα, το σόργο, το σουσάμι, το ζαχαροκάλαμο και το πεκάν. Τρέφεται κυρίως με σπόρους και μάλιστα εντοπίζεται κατά μεγάλα αθροίσματα στο υπόστρωμα όπου τρέφεται, φαινόμενο χαρακτηριστικό της οικογένειας Lygaeidae [Rabeeth *et al.*, 2016].

Το σχήμα του σώματος των ακμαίων (Εικόνες 2,3) είναι μακρόστενο ελλειψοειδές και πεπλατυσμένο νωτοκοιλιακά. Χωρίζεται σε τρία μέρη, την κεφαλή, το θώρακα και την κοιλία. Μόλις μεταβούν στο ακμαίο στάδιο, έχουν μαλακό σώμα με χρώμα υποκίτρινο και γκρι σημεία, τα οποία όσο περνά ο καιρός γίνονται πιο σκούρα και στο τέλος μαύρα. Η επιδερμίδα σταδιακά σκληραίνει και το χρώμα του σώματος γίνεται προοδευτικά πιο σκούρο πορτοκαλί και τέλος αποκτά κόκκινη απόχρωση. Οι κεραίες είναι ροπαλοειδείς, αποτελούμενες από τέσσερα άρθρα και μαύρου χρώματος. Διαθέτει νύσσοντος μυζητικού τύπου στοματικά μόρια. Τα πόδια είναι αρχικά πορτοκαλί και ο τελικός τους χρωματισμός είναι μαύρος. Το μήκος του ακμαίου κυμαίνεται από 10-13 mm. Στο θώρακα, το πρόνωτο είναι τραπεζοειδές στο σχήμα και με χαρακτηριστικά μαύρα στίγματα. Το οπίσθιο περίγραμμά του επικαλύπτει μερικώς το δεύτερο θωρακικό τμήμα. Το μεσόνωτο αποτελείται από ένα διάμεσο οριακό φράγμα με την ορθογώνια πρόσθια περιοχή του επιθωρακίου (prescutum), ένα στενό επιθωράκιο (scutum) και ένα τριγωνικό θυρεό (scutellum) που συνορεύει με ένα στενό proscutellum. Το μετάνωτο είναι στενό και αποτελούμενο από το διάμεσο τριγωνικό prescutum, το πλευρικό στενό τριγωνικό επιθωράκιο και εξωτερικά το στεφανοειδή θυρεό. Οι πρόσθιες πτέρυγες είναι ημιέλυτρα. Οι οπίσθιες πτέρυγες είναι μεμβρανώδεις και χαρακτηρίζονται από την παρουσία ενός επιμήκους δισκοειδούς κυττάρου (cell) και πτύχωσης της πτέρυγας. Οι άξονες σκλήρυνσης είναι τέσσερις στον αριθμό. Ο πρώτος και ο δεύτερος είναι ευρείς και σχεδόν ίδιου μεγέθους, ενώ ο τρίτος και ο τέταρτος εμφανίζουν διαφορετικά σχήματα. Τέλος η κοιλία αποτελείται από δέκα τμήματα και το πρώτο κοιλιακό τμήμα είναι ελεύθερο και στα δύο φύλα. Το πυγίδιο του θηλυκού είναι τριγωνικό, ενώ του αρσενικού στρογγυλεμένο και λαμπερό. Τα αρσενικά άτομα έχουν μικρότερο μέγεθος συγκριτικά με τα θηλυκά [Awad *et al.*, 2013].

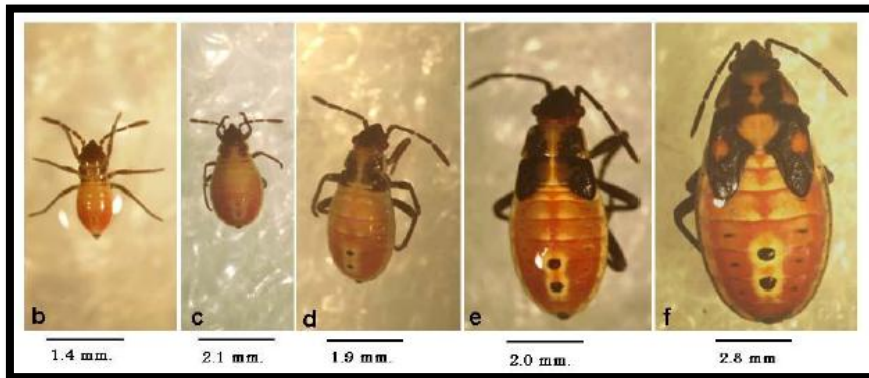
Το *S. pandurus* έχει 5-6 γενεές ανά έτος, ενώ σε περιοχές με αρκετά θερμό κλίμα όπως η Νότια Ινδία, έχουν παρατηρηθεί έως και 7 γενεές ανά έτος. Τα θηλυκά ωοτοκούν σε ομάδες των 50-60 ωών. Κάθε θηλυκό μπορεί να πραγματοποιήσει κατά τη διάρκεια της ζωής του έως και 11-15 ωοτοκίες. Τα ωά (Εικόνα 4) έχουν οβάλ σχήμα και υπόλευκο χρώμα μόλις εναποτεθούν, αλλά σταδιακά σκουραίνουν μέχρι να γίνουν πορτοκαλί λίγο πριν εκκολαφθούν οι νύμφες 1<sup>ου</sup> σταδίου. Μετά το στάδιο του ωού ακολουθούν 5 νυμφικά στάδια (Εικόνα 5) και τέλος το ακμαίο στάδιο. Τα χρονικά διαστήματα που μεσολαβούν μεταξύ των σταδίων είναι πολύ πιο σύντομα κατά τους θερμότερους μήνες (Ιούνιο - Σεπτέμβριο), όπου παρατηρείται και πιο έντονη δραστηριότητα του εντόμου [Awad *et al.*, 2013].



Εικόνα 3: a,b) Νωτιαία απεικόνιση ακμαίου αρσενικού ατόμου, c,d) Κοιλιακή απεικόνιση ακμαίου αρσενικού ατόμου (Awad *et al.*, 2013)



Εικόνα 4: Ωά του *Spilostethus pandurus* που έχουν εναποτεθεί πρόσφατα (Awad *et al.*, 2013)



Εικόνα 5: Τα 5 νυμφικά στάδια του *S. pandurus* (Awad *et al.*, 2013)

## 1.5. Υπεροικογένεια Pentatomoidea

Η υπεροικογένεια Pentatomoidea περιλαμβάνει περίπου 7.000 είδη τα οποία κατατάσσονται σε 14 ή 15 οικογένειες, ανάλογα με το σύστημα ταξινόμησης το οποίο ακολουθούμε:

- Acanthosomatidae: Έντομα γνωστά με την κοινή ονομασία «shield bugs». Περιλαμβάνει 46 γένη και 184 είδη. Διασπορά σε όλο τον κόσμο.
- Canopidae: Περιλαμβάνει είδη της Νεοτροπικής οικοζώνης.
- Corimelaenidae: Έντομα γνωστά με την κοινή ονομασία «ebony bugs». Έχουν μικρό μέγεθος, σχήμα ωοειδές και λαμπερό μαύρο χρώμα.
- Cydnidae: Έντομα γνωστά με την κοινή ονομασία «burrowing bugs». Περιλαμβάνει 120 γένη και περίπου 765 είδη. Διασπορά σε όλο τον κόσμο.
- Dinidoridae: Βρίσκονται στην τροπική Ασία, στην Αφρική, στην Αυστραλία και στην Νότια Αμερική. Περιλαμβάνει 16 γένη και περίπου 65 είδη.
- Lestoniidae: Περιλαμβάνει 1 γένος (*Lestonia*) με 2 είδη, ενδημικά της Αυστραλίας.
- Megarididae: Περιλαμβάνει 1 γένος (*Megarid*) με 16 είδη που ζουν στην Κεντρική Αμερική.
- Parastrachiidae: Περιλαμβάνει 2 γένη: *Dismegistus* που ζουν στην Αφρική και *Parastrachia* που ζουν στην Ανατολική Ασία.
- Pentatomidae: Πρόκειται για την πολυπληθέστερη οικογένεια των Pentatomoidea. Περιλαμβάνει περίπου 900 γένη και περισσότερα από 4.700 είδη, γνωστά ως «stink bugs», κοινώς βρωμούσες (Εικόνα 6).
- Phloeidae: Μεγάλα, πολύχρωμα καφέ και επίπεδα έντομα που διαβιούν στην Νεοτροπική οικοζώνη. Αποτελείται από 2 γένη και 3 είδη.
- Plataspididae: Στρογγυλά φυτικά παράσιτα. Περιλαμβάνει 59 γένη και 240 είδη που ζουν στην Ασία και ορισμένα στην Ανατολική Ασία.
- Scutelleridae: Αποτελείται από 31 γένη και περίπου 450 είδη γνωστά ως «jewel bugs» ή «shield bugs» ή «shield-backed bugs».
- Tessarotomidae: Αποτελείται από περίπου 55 γένη και 240 είδη με παγκόσμια διασπορά. Είναι γνωστά ως «giant shield bugs» εξαιτίας του μεγάλου μεγέθους τους.
- Thaumastellidae: Μικρά έντομα που συνήθως βρίσκονται κάτω από πέτρες στην τροπική Αφρική και στην Μέση Ανατολή. Περιλαμβάνει ένα μόνο γένος (*Thaumastella*) και 3 είδη. Υπάρχει διαφωνία σχετικά με την κατάταξή τους στα Pentatomoidea.
- Urostilididae: Αποτελείται από περίπου 11 γένη και 170 είδη. Διαβιούν στην Νότια και Ανατολική Ασία.

Από τις παραπάνω υπεροικογένειες, οι Cydnidae, Pentatomidae, Scutelleridae και Tessarotomidae είναι οι περισσότερο σημαντικές, αφού σε αυτές ανήκει το 94% των ειδών [Χαλδαίου, 2015].





Εικόνα 6: Είδη της οικογένειας Pentatomidae: αριστερά: *Edessa rufomarginata* (De Geer), κέντρο: *Dolycoris baccarum* (L.), δεξιά: *Graphosoma lineatum* (L.)  
([www.flickr.com/photos/entomopixel/8357427077](http://www.flickr.com/photos/entomopixel/8357427077),  
[www.britishbugs.org.uk/heteroptera/Pentatomidae/dolycoris\\_baccarum.html](http://www.britishbugs.org.uk/heteroptera/Pentatomidae/dolycoris_baccarum.html),  
<https://ogorod.mirtesen.ru/blog/43384475879/Dva-krasavtsa,-dva-merzavtsa>)

Όλα τα μέλη της υπεροικογένειας Pentatomoidea πήραν το όνομά τους από το γεγονός ότι διαθέτουν κεραίες με πέντε τμήματα. Ξεχωρίζουν από το παρόμοιο σχήμα σώματος που διαθέτουν, την κατασκευή των στοματικών τους μορίων και την ανθεκτικότητά τους στις χημικές ουσίες [Χαλδαίου, 2015].

Το σχήμα του σώματος όλων των μελών της υπεροικογένειας είναι στρογγυλό ή σχεδόν τριγωνικό. Χαρακτηριστικό γνώρισμα των εντόμων αυτών, είναι η ύπαρξη καλά ανεπτυγμένου θυρεού (scutellum), το οποίο αποτελεί σημαντικό ταξινομικό χαρακτήρα για την κατάταξη ενός εντόμου στα Pentatomoidea. Έχει χρώμα πράσινο ή καφέ με σχήμα από τριγωνικό ως ωσειδές και αποτελεί μια ισχυρή προέκταση του θώρακα πάνω από την κοιλία, προστατεύοντας μέρος του σώματος του εντόμου και των πτερύγων του. Οι πρόσθιες πτέρυγες των Pentatomoidea χαρακτηρίζονται ως ημιέλυτρα με χιτινοποιημένο το τμήμα προς τη βάση και μεμβρανώδες το υπόλοιπο τμήμα τους. Ο συνδυασμός αυτός των χιτινοποιημένων και μεμβρανωδών πτερύγων δίνει στα έντομα αυτά τον χαρακτηριστικό ήχο που παράγεται κατά τη διάρκεια της πτήσης τους [Χαλδαίου, 2015].

Τα μέλη της υπεροικογένειας Pentatomoidea φέρουν αδένες μεταξύ του 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> ζεύγους ποδιών εκατέρωθεν του θώρακα. Οι αδένες αυτοί εκκρίνουν, σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό και ανάλογα με το είδος, δύσσομο υγρό που χρησιμοποιείται για την ανεύρεση πιθανών ξενιστών ή μερικές φορές απελευθερώνεται όταν τα έντομα καταστραφούν ή για να απομακρύνουν τους εχθρούς τους. Εξ' αιτίας της παρουσίας του εκκρίματος αυτού, τα Pentatomoidea είναι γνωστά ως «shield bugs» ή «chust bugs» ή «stink bugs» (βρωμούσες). Η σύσταση του εκκρίματος ποικίλει από είδος σε είδος με περισσότερα κοινά δευτερογενή παράγωγα αλκοολών, αλδευδών και εστέρων. Σε λίγα είδη έχει ως βάση τις κυαναμίδες (υδροκυάνιο) με χαρακτηριστική οσμή αμυγδάλου. Παρά το γεγονός ότι περιέχουν ισχυρή τοξίνη, έκθεση του ανθρώπου σε αυτό δεν αποτελεί αιτία θανάτου [Χαλδαίου, 2015].

Οι νύμφες των Pentatomoidea μοιάζουν με τα ακμαία έντομα, έχουν μικρότερο μέγεθος από αυτά και διαθέτουν τους ίδιους αδένες παραγωγής δύσσομου υγρού. Φέρουν και αυτές μυζητικού τύπου στοματικά μόρια για τη μύζηση των φυτικών ιστών. Όταν βρίσκονται σε μεγάλους πληθυσμούς αποτελούν σημαντικά παράσιτα [McPherson και McPherson, 2000].

Πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν μερικά έντομα τα οποία ενώ δεν ανήκουν στα Pentatomoidea, παράγουν επίσης εκκρίσεις με δυσάρεστη οσμή. Σε αυτά περιλαμβάνονται, μεταξύ άλλων, είδη του γένους *Eleodes* (οικ. Tenebrionidae) και το είδος *Boisea trivittata* (Say, 1825) (οικ. Rhopalidae).

Εξ' αιτίας των διατροφικών συνηθειών τους, τα Pentatomoidea έχουν στοματικά μόρια νύσσοντος μυζητικού τύπου. Με το σιλέτο που διαθέτουν, νύσσουν τους ξενιστές τους και μυζούν χυμούς. Τα περισσότερα είδη παρασιτούν φυτικούς οργανισμούς απορροφώντας υγρά ή στερεά φυτικά υλικά. Στη δεύτερη περίπτωση αυτά ρευστοποιούνται με τη σιέλο των εντόμων. Έρευνες έχουν δείξει ότι η σιέλος των Pentatomoidea περιέχει συστατικά, όπως π.χ. αμυλάση, α-γλυκοσιδάση, πρωτεάση, φαινολοξειδάσες και αμινοξέα, με τη δράση των οποίων προκαλείται υδρόλυση των στερεών συστατικών των φυτικών ιστών, που καθιστά ευκολότερη την προσρόφησή τους από τα έντομα. Η δράση των συστατικών αυτών ποικίλει από είδος σε είδος αλλά και κάτω από διαφορετικές συνθήκες π.χ. σε κάποια είδη πρωτεάση περιλαμβάνεται μόνο στους σιελογόνους αδένες στο στάδιο της νύμφης αλλά δεν υπάρχει στο ακμαίο στάδιο, ενώ οι φαινόλες αποτελούν συστατικό των υγρών της σιέλου σε όλα τα μέλη της υπερκογένειας [Χαλδαίου, 2015].

Σε αντίθεση με είδη που ανήκουν στην υποτάξη των Homoptera, το σιλέτο των Pentatomoidea εισέρχεται στο μεσοκυττάριο χώρο των φυτών-ξενιστών. Αυτό τα καθιστά λιγότερο πιθανούς φορείς παθογόνων μικροοργανισμών σε σχέση με άλλα είδη των Homoptera. Οι βλάβες που προκαλούνται στους ξενιστές με την είσοδο του σιλέτου εντός του φυτικού σώματος μπορούν να είναι τόσο άμεσες όσο και έμμεσες. Στις άμεσες περιλαμβάνεται η απορρόφηση των προϊόντων της φωτοσύνθεσης, η πρόκληση νεκρώσεων και η λιγότερο ή περισσότερο σημαντική μεταφορά παθογόνων μικροοργανισμών. Στις έμμεσες περιλαμβάνεται η εξασθένηση των φυτών, που τα καθιστά περισσότερο ευαίσθητα σε προσβολές από άλλες ασθένειες [Χαλδαίου, 2015].

Τα φυτά, ενώ διαθέτουν τόσο εξωτερικούς μηχανισμούς άμυνας κατά των σπονδυλωτών εχθρών τους (π.χ. αγκάθια, τρίχες, λέπια κλπ) όσο και εσωτερικούς (π.χ. η ύπαρξη ταννινών), δεν μπορούν να προστατευθούν αποτελεσματικά έναντι των εντόμων αυτών, τα οποία νύσσουν με το σιλέτο τους φυτικούς ιστούς παρακάμπτοντας τους μηχανισμούς άμυνάς τους. Ο τρόπος αυτός προσβολής των φυτικών ιστών προστατεύει τα συγκεκριμένα έντομα από εντομοκτόνα, πολλά από τα οποία είναι δηλητήρια που δρουν στο στομάχι των εντόμων. Παραμένοντας στη φυτική επιφάνεια μπορούν να παρακαμφθούν από το σιλέτο των Heteroptera. Διασυστηματικά εντομοκτόνα είναι περισσότερο αποτελεσματικά έναντι των εντόμων αυτών [McPherson και McPherson, 2000].

Επειδή οι περισσότερες βρωμούσες τρέφονται με φυτικούς χυμούς, χαρακτηρίζονται ως σημαντικά γεωργικά παράσιτα. Ένα καλό παράδειγμα αυτού αποτελεί η εισαγωγή του *Halyomorpha halys* (Stål) (οικ. Pentatomidae) στις Ν.Α. Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής από περιοχές της Ανατολικής Ασίας, για τις οποίες αποτελεί κοινό γεωργικό παράσιτο. Η πρώτη του καταγραφή στις περιοχές αυτές έγινε το 1988, αλλά λόγω της γρήγορης εξάπλωσής του, σήμερα απειλεί πολυποίκιλες καλλιέργειες όπως μήλα, γλυκό καλαμπόκι, ροδάκινα, σόγια, βατόμουρα κ.α. [Χαλδαίου, 2015]. Έχει ως ξενιστές πάνω από 300 είδη καλλιεργούμενων και αυτοφυών φυτών [Bariselli *et al.*, 2016]. Το συγκεκριμένο είδος

εμφανίστηκε στην Ευρώπη το 2008, ενώ η πρώτη καταγραφή στην Ιταλία πραγματοποιήθηκε το 2012 στην επαρχία Μοντένα [Bariselli *et al.*, 2016], και στην Ελλάδα, πραγματοποιήθηκε το 2011, όπου το *H. halys* εντοπίστηκε σε οικίες που προκαλούσε ενόχληση, στο κέντρο της Αθήνας [Milonas και Partsinevelos, 2014]. Ως εχρός καλλιεργειών, προκαλεί ζημιές σε καλλιέργειες ακτινιδιάς, ροδακινιάς, μηλιάς, αχλαδιάς και τομάτας. Στην Ελλάδα, πιθανώς έχει 2 γενεές ανά έτος. Η εμφάνιση του εντόμου γίνεται περίπου στις αρχές Μαΐου, και διαχειμάζει ως ακμαίο σε προφυλαγμένες θέσεις και οικίες.

Τα μέλη της υπεροικογένειας Pentatomoidea αν και μπορούν να προσβάλουν διάφορα φυτικά όργανα, προτιμούν τα αναπαραγωγικά όργανα των φυτών (π.χ. σπερμοβλάστες, ωθήκες, ώριμους καρπούς), ελκυόμενα περισσότερο από σπόρους και καρπούς. Έτσι, μεταφέρονται από φυτά των οποίων τα αναπαραγωγικά όργανα έχουν ωριμάσει σε φυτά των οποίων οι κατασκευές αυτές είναι ανώριμες. Η μετακίνηση από ώριμα σε νεότερα φυτά συνεχίζεται με αποτέλεσμα να τρέφονται, να αναπαράγονται και να σχηματίζουν μια ή περισσότερες γενεές ανά έτος [Χαλδαίου, 2015].

Η δραστηριότητά τους ξεκινά την άνοιξη και η αύξηση του πληθυσμού τους παρατηρείται αμέσως μετά. Η περίοδος αυτή συμπίπτει χρονικά με την εποχή άνθησης των φυτών-ξενιστών τους, τα οποία λόγω της τεράστιας ποικιλίας τους είναι ικανά να διατηρήσουν τους πληθυσμούς των εντόμων σε υψηλά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους [McPherson και McPherson, 2000].

### 1.5.1. Οικογένεια Pentatomidae

Η οικογένεια Pentatomidae είναι μια από τις μεγαλύτερες οικογένειες των Heteroptera. Κατατάσσεται ως η 4<sup>η</sup> μεγαλύτερη οικογένεια των Heteroptera. Περιλαμβάνει πάνω από 4.700 είδη που κατατάσσονται σε πάνω από 800 γένη.

Περιλαμβάνει 9 υποοικογένειες:

- Asorinae: Περιλαμβάνει πάνω από 350 είδη και 60 γένη που είναι εξαπλωμένα παγκοσμίως.
- Cyrtocorinae: Πρόκειται για σχετικά μικρή υποοικογένεια. Τα είδη της φέρουν χρωματισμούς όμοιους με εκείνους του φλοιού των δένδρων, όπου διαβιούν.
- Discocerphalinae: Περιλαμβάνει δύο φυλές, τις Discocerphalini και Ochlerini, με πάνω από 300 είδη μετρίου μεγέθους και σκούρου χρωματισμού.
- Edessinae: Περιλαμβάνει τα πιο πολύχρωμα και μεγάλα σε μέγεθος είδη.
- Pentatominae: Η πιο ευρέως διαδεδομένη υποοικογένεια, με πάνω από 3.000 είδη που κατατάσσονται σε περίπου 600 γένη και 40 φυλές.
- Phyllocerphalinae: Περιλαμβάνει 175 είδη που κατατάσσονται σε 35 γένη.
- Podopinae: Περιλαμβάνει πάνω από 250 είδη που κατατάσσονται σε 62 γένη.
- Serbaninae: Περιλαμβάνει ένα μόνο γένος, το *Serbana* και 11 είδη που ανήκουν σε αυτό.
- Stirotarsinae: Η πιο νέα υποοικογένεια που έχει ενταχθεί στην οικογένεια Pentatomidae, με μόνο ένα γένος και ένα είδος, το *Stirotarsus abnormis* (Bergroth) [Grazia *et al.*, 2015].

Η υποοικογένεια Pentatominae είναι η μεγαλύτερη από τις υποοικογένειες και τα μέλη της είναι φυτοφάγα. Τα φυτοφάγα είδη των Pentatomidae, γενικά, χαρακτηρίζονται από το στρογγυλό ή ωοειδές σχήμα τους, κεραίες με 5 τμήματα, ταρσούς με 3 τμήματα ενώ το scutellum είναι κοντό, συχνά στενό στο πίσω μέρος και περισσότερο ή λιγότερο τριγωνικό (Εικόνα 7). Ονομάζονται και «stink bugs» εξ' αιτίας της δύσοσμης ουσίας που παράγουν από ειδικούς αδένες.

Τρέφονται τοποθετώντας το σιλιέτο τους στη φυτική πηγή και ρουφώντας θρεπτικά συστατικά. Με τον τρόπο αυτόν προκαλούν πληγές στους φυτικούς ιστούς που καταλήγουν σε μαρασμό των φυτών και σε πολλές περιπτώσεις σε καρπόπτωση. Κατά τη διαδικασία διατροφής τους μπορούν επίσης να μεταφέρουν φυτικά παθογόνα τα οποία αυξάνουν τη δυνατότητα καταστροφής. Επειδή πολλά από αυτά τρέφονται με διάφορα φυτικά είδη με μεγάλη οικονομική σημασία, χαρακτηρίζονται ως σημαντικά παράσιτα. Η πλειοψηφία των ειδών αυτών ανήκουν στις υποοικογένειες Edessinae (με παρασιτικά είδη στο γένος *Edessa*) και Pentatominae, η οποία περιλαμβάνει την πλειοψηφία των ειδών που είναι εχθροί καλλιεργειών [Χαλδαίου, 2015; Schuh και Slater, 1955].

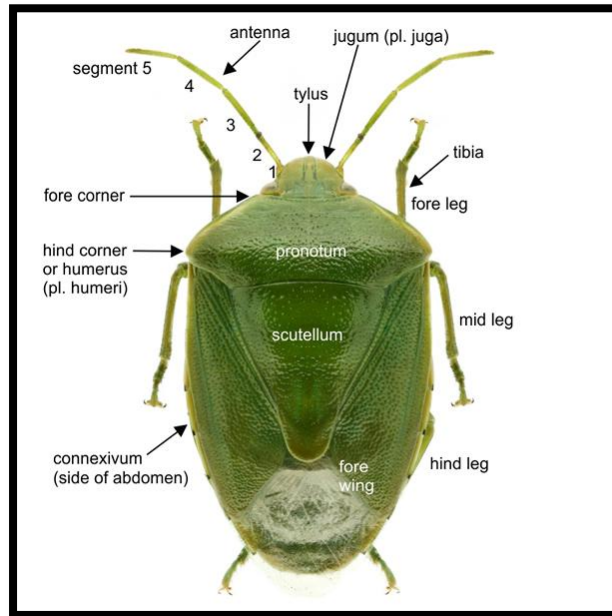
Η οικονομική σημασία των εντόμων αυτών ποικίλει σημαντικά μεταξύ των ειδών αλλά και εντός των ειδών εξαρτάται σημαντικά από το φυτό-ξενιστή. Τα Edessinae προσβάλλουν Solanaceae και είναι σημαντικοί εχθροί της πατάτας και της τομάτας. Μεταξύ των Pentatominae, τα παρασιτικά είδη προσβάλλουν ένα μεγάλο φάσμα φυτών από λαχανικά ως και δένδρα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τόσο το κοσμοπολιτικό είδος *Nezara viridula* (L., 1758), όσο και τα είδη *Eurydema* spp. που προσβάλλουν σιτηρά, όσπρια και λαχανικά. Μέλη των γενών *Oebalus*, *Mormidea* και *Aelia* είναι σημαντικοί εχθροί των Gramineae και ιδιαίτερα για το ρύζι και το σιτάρι.

Το ευρύ φάσμα φυτών-ξενιστών των Pentatomidae, στα οποία τρέφονται με επιβλαβή αποτελέσματα στον πρωτογενή τομέα, τα καθιστούν ως την υψηλότερης οικονομικής σημασίας ομάδα εντόμων μεταξύ των Heteroptera. Επιπλέον μπορούν να προκαλούν ενόχληση στον άνθρωπο καθώς εισβάλουν κατά μεγάλους πληθυσμούς σε σπίτια για διαχείμανση.

Παρά το γεγονός ότι υπάρχει τεράστιος όγκος πληροφοριών που σχετίζονται με τα παρασιτικά αυτά είδη και με τα μέτρα πρόληψής τους, η πιθανή καταστροφή στη φυτική παραγωγή παραμένει υψηλή. Υπάρχει μια έλλειψη πληροφοριών σχετικά με την αλληλεπίδραση των εντόμων αυτών, με τα άγρια και καλλιεργούμενα φυτά-ξενιστές τους και με τις θέσεις διαχείμασής τους. Ιδιαίτερα για τις περιοχές ελέγχου, απαιτούνται περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το χρόνο εισβολής του πληθυσμού διαχείμασης σε καλλιέργειες και την πορεία των εντόμων μεταξύ των άγριων και καλλιεργούμενων φυτών. Η γνώση αυτή θα αυξήσει το βαθμό απόδοσης της χρήσης εντομοκτόνων και τον πιθανό χειρισμό των φυσικών εχθρών που κατοικούν σε αυτά τα συστήματα [Schaefer και Panizzi, 2000].

Η οικονομική διαχείριση των πληθυσμών καταστροφής αποτελεί μια περίπλοκη διαδικασία. Πολλά, αν όχι όλα από τα έντομα της οικογένειας αυτής, προσβάλλουν τα φυτά-ξενιστές τους στα αναπαραγωγικά στάδιά τους. Μέχρι αυτοί οι ξενιστές να φτάσουν στο κατάλληλο στάδιο για προσβολή, τα έντομα τρέφονται και αναπαράγονται σε μεγάλους πληθυσμούς σε πολυάριθμα άγρια και καλλιεργούμενα φυτά. Τότε μετακινούνται σε

μεγάλους πληθυσμούς στα καλλιεργούμενα είδη, προκαλώντας εκτεταμένες οικονομικές απώλειες που μπορούν να προκύπτουν είτε από το κόστος ελέγχου τους με φυτοφάρμακα είτε από την προκαλούμενη ποσοτική και ποιοτική υποβάθμιση της παραγωγής.



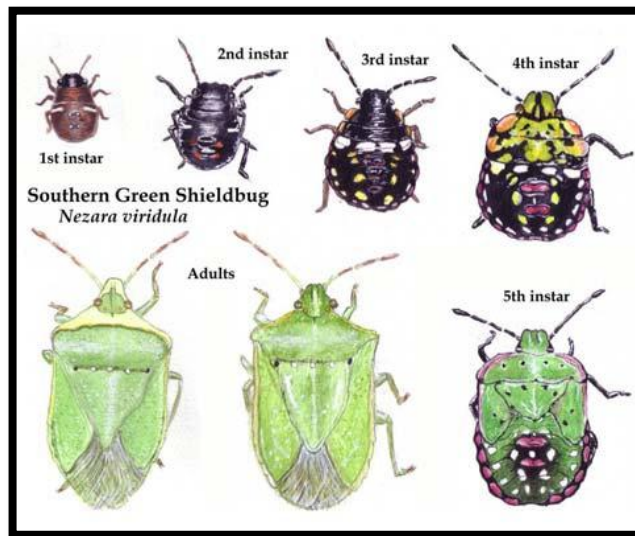
Εικόνα 7: Νωτιαία απεικόνιση και μέρη του σώματος των Pentatomidae ([www.landcareresearch.co.nz/resources/identification/animals/pentatomidae/body-parts](http://www.landcareresearch.co.nz/resources/identification/animals/pentatomidae/body-parts))

#### 1.5.1.1. Το είδος *Nezara viridula*

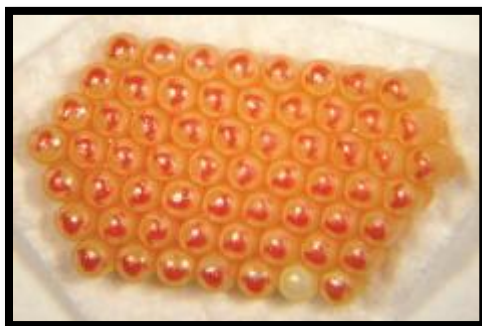
Το είδος *Nezara viridula* είναι ένα έντομο με παγκόσμια εξάπλωση, που ζημιώνει πολυάριθμες καλλιέργειες, αλλά και μη καλλιεργούμενα φυτά, τα οποία χρησιμοποιεί ως πηγή εναλλακτικής τροφής και μέρος διαχείμανσης. Μερικοί από τους ξενιστές του είναι διάφορα σολανώδη, κολοκυνθοειδή όπως το πεπόνι, διάφορα σιτηρά, είδη της οικογένειας Fabaceae (μηδική, σόγια, λαθούρι, φασόλι, λούπινο κ.ά.), η γλυκοπατάτα, η αραχίδα, εσπεριδοειδή και πληθώρα μη καλλιεργούμενων ειδών, όπως είδη της οικογένειας Fabaceae (*Sophora* sp., *Cassia* sp., *Desmodium* sp.), της οικογένειας Poaceae και της οικογένειας Malvaceae. Πρόκειται για ένα κοσμοπολιτικό είδος που εντοπίζεται σε τροπικές, υποτροπικές και περιοχές με ζεστό κλίμα. Το είδος αυτό είναι γνωστό στην Αμερική με την κοινή ονομασία “Southern green stink bug” (πράσινη βρωμούσα του Νότου). Αυτή η ονομασία είναι μία από τις πολλές που του έχουν αποδοθεί, μερικές από τις οποίες είναι: “green bug” (πράσινη βρωμούσα), “cosmopolitan stink bug” (κοσμοπολίτικη βρωμούσα) και “cotton green bug” (πράσινη βρωμούσα του βάμβακος). Η πρώτη καταγραφή του *N. viridula* στην Ευρώπη, έγινε το 1775 στις νήσους Μαδέρα της Πορτογαλίας, με την τότε επικρατούσα ονομασία *Cimex smaragdulus* κατά τον Fabricius. Ακολούθησαν επίσης καταγραφές στη Γερμανία, τη δεκαετία του 1920 και στη Μεγάλη Βρετανία, τη δεκαετία του 1930 [McPherson, 2018].

Ο χρωματισμός του είδους είναι πράσινος, αν και έχουν παρατηρηθεί πολλές παραλλαγές του χρώματος μεταξύ διαφόρων πληθυσμών ανάλογα τη γεωγραφική τους περιοχή, που ωστόσο έχει αποδειχθεί ότι γενετικά ανήκουν στο ίδιο είδος. Όσον αφορά τα στάδια του βιολογικού κύκλου, μετά το ωό, υπάρχουν 5 νυμφικά στάδια και ακολουθεί το στάδιο του ακμαίου (Εικόνα 8). Το ακμαίο θηλυκό ωοτοκεί κατά ομάδες ωών. Η κάθε ωοθεσία έχει από 60-90 ωά (Εικόνα 9). Έχει 3-4 γενεές ανά έτος, ωστόσο έχουν παρατηρηθεί έως και 5 γενεές σε ορισμένες περιοχές (Φλόριντα), γεγονός που εξαρτάται από τις θερμοκρασίες της κάθε περιοχής. Παρουσιάζει διάπαυση κατά τους χειμερινούς μήνες ως ακμαίο (τέλη Νοεμβρίου- Φεβρουάριο), εντούτοις σε περιοχές όπως η Νότιος Βραζιλία και η Ινδία δεν περνά καθόλου από διάπαυση αλλά αυτό το χρονικό διάστημα τρέφεται από εναλλακτικούς ξενιστές και συνεχίζει να αναπαράγεται. Επίσης έχει παρατηρηθεί θερινή διάπαυση των ακμαίων ατόμων ενός πληθυσμού στην Ινδία, κατά τους ξηρούς θερινούς μήνες για να μπορέσουν να επιβιώσουν, χωρίς να έχει μελετηθεί περαιτέρω σε άλλους πληθυσμούς και περιοχές [McPherson, 2018].

Οι ζημιές που προκαλεί είναι παραμορφώσεις στους καρπούς, νεκρώσεις στους φυτικούς ιστούς (φύλλα και καρπούς) με τη μορφή λευκής κηλίδας και έμμεσα προκαλείται εξασθένηση των φυτών που τα καθιστά περισσότερο ευαίσθητα σε προσβολές από άλλες ασθένειες. Το είδος αυτό είναι πλέον κοινό στη χώρα μας και έχει εντοπιστεί σε πολλές καλλιέργειες όπως σιτηρά, τομάτα, μελιτζάνα, κολοκυνθοειδή και μικρόκαρπα.



Εικόνα 8: Στάδια του βιολογικού κύκλου του είδους *N. viridula* ([www.flickr.com/photos/ashe/2334054179](http://www.flickr.com/photos/ashe/2334054179))



Εικόνα 9: Ωοθεσία του είδους *N. viridula* (McPherson, 2018)

#### 1.5.1.2. Το είδος *Eurydema eckerleini* (Josifov, 1961)

Το γένος *Eurydema* κατατάσσεται στη φυλή Strachiini της υποοικογένειας Pentatominae. Τα είδη του γένους αυτού, φέρουν γενικό χρωματισμό λευκό/κίτρινο με μαύρο ή κόκκινο με μαύρο ή μπλε. Αυτός ο χρωματισμός χρησιμεύει ως προειδοποιητικό σημάδι τοξικότητας ακόμη και όταν το είδος διαθέτει χημικές ή φυσικές άμυνες για να αποτρέψει τον εχθρό του. Είδη του συγκεκριμένου είδους, συνήθως έχουν ως ξενιστές, φυτά της οικογένειας Brassicaceae, και κάποια από αυτά (*Eurydema oleracea* (L.)) είναι γνωστά για ζημιές σε καλλιέργειες [Simoglou και Dioli, 2017]. Σήμερα είναι καταγεγραμμένα 33 είδη από τα παλαιαρκτικά *Eurydema* [Rider, 2006], που έχουν ταξινομηθεί σε 3 υπογένη: το *Eurydema* s. str. με 13 είδη, το *Horvatheurydema* με 4 είδη και το *Rubrodorsalium* με 10 είδη, ενώ 6 είδη παραμένουν *incertae sedis* [Simoglou και Dioli, 2017].

Το είδος *Eurydema eckerleini* είναι ενδημικό στην Κρήτη και την Πελοπόννησο [Josifov και Simov, 2006], καθώς έχει γίνει αναφορά και στην Τουρκία [Rider, 2006]. Το είδος αυτό μαζί με τα είδη *Eurydema spectabilis* (Horváth, 1882) και *Eurydema ventralis* (Kol.), φαίνεται να συνυπάρχουν στην Ελλάδα, όπου καταλαμβάνουν 3 διαφορετικά περιβαλλοντικά ενδιαίτηματα (ecological niches). Το *E. eckerleini* είναι μονοφάγο με μοναδικό ξενιστή την κάππαρη (*Capparis spinosa*). Το *E. spectabilis* έχει καταγραφεί σε φυτά όπως: *Crambe maritima* (Brassicaceae), *Salsola kali* (Amaranthaceae) και *Sinapis arvensis* (Brassicaceae). Το *E. ventralis* είναι το πιο κοινό και διαβιεί σε κήπους και καλλιεργούμενες εκτάσεις με κραμβοειδή (Brassicaceae) [Simoglou και Dioli, 2017].

Το είδος *E. eckerleini*, παρατηρήθηκε να έχει πραγματοποιήσει εκτεταμένες προσβολές σε φυτά κάππαρης στα νησιά της Τήνου και της Σύρου, σύμφωνα με τους Simoglou και Dioli (2017). Τα συμπτώματα ήταν χλωρωτικά στίγματα στο φύλλωμα, ως αποτέλεσμα από τη μύζηση των χυμών από το παρέγχυμα. Τα υπόλευκα στίγματα, προοδευτικά έδιναν τη συνολική εικόνα των σοβαρά προσβεβλημένων φυτών, που είχαν μια χλωμή κίτρινη απόχρωση.

Το σώμα του έχει οβάλ σχήμα, είναι επίμηκες και γυαλιστερό, το νώτον (dorsum) είναι μαύρο με πορτοκαλί-κόκκινα σχήματα. Οι κεραίες, το ρύγχος (rostrum) και τα πόδια είναι μαύρα, συμπεριλαμβανομένων των τροχαντήρων και των ισχίων. Η κεφαλή με ζυγό με



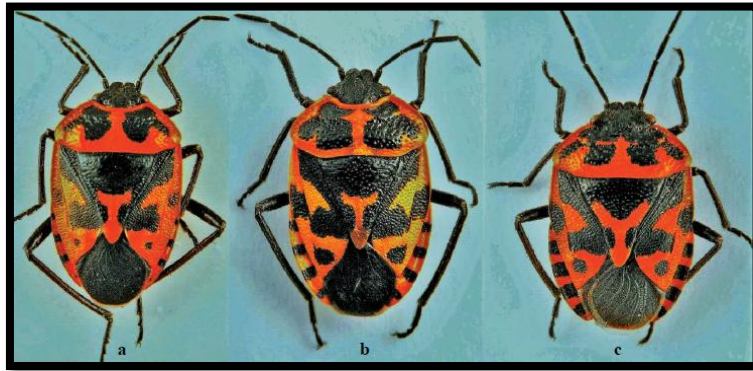
δύο έντονες κοιλότητες. Οι οφθαλμοί είναι στρογγυλεμένοι και συνεχόμενα προς τα εμπρός. Το ρύγχος (rostrum) φθάνει το μεταίσχιο (metacoxae). Το πρόνωτο με γωνίες με ένα μικρό άκρο. Όλο το σώμα είναι κυρίως κόκκινο-πορτοκαλί σαν μεγάλη επιμήκης διάμεση λωρίδα. Το υπόλοιπο είναι καλυμμένο με δύο εμπρόσθια και τέσσερα οπίσθια μαύρα στίγματα, ή μόνο από δύο μεγάλα μαύρα στίγματα. Ο θυρεός (scutellum) είναι μαύρος, το κυρτό (convex) εμπρόσθιο με ημιγωνιώδες κόκκινο στίγμα, σε σχήμα τόξου με διευρυμένη βάση και με ένα τριγωνικό άκρο που αντιστοιχεί σε ολόκληρη την κορυφή του θυρεού. Τα ημιέλυτρα είναι κόκκινα με μαύρα στίγματα, ο γόμφος (clavus) εντελώς μαύρος, η μεμβράνη (corium) με ένα κεντρικό μαύρο στίγμα και στη συνέχεια ένα μικρότερο. Η εσωτερική μεμβράνη (esocorium) με ένα μεσαίο υπο-ορθογώνιο μαύρο στίγμα. Η μεμβράνη μαύρη με μπλε ανταύγειες (Εικόνα 10) [Simoglou και Dioli, 2017].

Συχνά συγχέεται με άλλα είδη του γένους *Eurydema*, τα *E. spectabilis* και *E. ventralis*, λόγω της παρόμοιας μορφολογίας τους (Εικόνα 11). Διακρίνεται από τα μεγαλύτερου μεγέθους μαύρα στίγματα που φέρει στα κορυφαία τμήματα της μεμβράνης (corium), συγκριτικά με το είδος *Eurydema spectabilis*. Το είδος *E. eckerleini*, όπως και όλα τα είδη της οικογένειας Pentatomidae, είναι ημιμετάβολο και περνάει από το στάδιο του ωού, 5 νυμφικά στάδια και τέλος το στάδιο του ακμαίου. Το θηλυκό εναποθέτει ωοθεσίες των 12 ωών [Benedek, 1968] σε σειρές ανά ζεύγη (Εικόνα 12).



Εικόνα 10: Ακμαίο άτομο του είδους *Eurydema eckerleini* (Simoglou και Dioli, 2017)





Εικόνα 11: Ακμαία των ειδών a) *E. spectabilis*, b) *E. eckerleini*, c) *E. ventralis* (Simoglou και Dioli, 2017)



Εικόνα 12: Ωοθεσία είδους *Eurydema sp.* (<https://www.iberia-natur.com/en/insekten/wanzen.html>)

### 1.6. Υπεροικογένεια Pyrrhocoroidea

Η υπεροικογένεια Pyrrhocoroidea συσχετίζεται στενά με την υπεροικογένεια Lygaeoidea και είχε τοποθετηθεί στο παρελθόν, από πολλούς συγγραφείς ως υποοικογένεια της οικογένειας Lygaeidae. Αναγνωρίστηκε ως ξεχωριστή υπεροικογένεια από τους Amyot και Serville το 1843, χωριζόμενη σε δύο ομάδες, την 'Pyrrhocorides' και την 'Largides'. Αυτές οι δύο ομάδες, σύμφωνα με την άποψη που έγινε δεκτή και καθιερώθηκε από τον Schaefer, το 1964, αποτέλεσαν τις δύο οικογένειες της υπεροικογένειας και ονομάζονται σήμερα:

- Pyrrhocoridae και
- Largidae

[Rodertson, 2004]

Στην υπεριοικογένεια Pyrrhocoroidea περιλαμβάνονται είδη που είναι κυρίως φυτοφάγα, άλλα κάτω από διαφορετικές συνθήκες μπορούν να γίνουν σαπροφάγα. Σε υψηλούς δε πληθυσμούς, μπορούν να αποτελέσουν σημαντικούς εχθρούς καλλιεργειών.

### 1.6.1. Οικογένεια Pyrrhocoridae

Η οικογένεια αυτή, είναι μία από τις μικρότερες οικογένειες της τάξης των Hemiptera και περιλαμβάνει πάνω από 446 είδη, τα οποία κατατάσσονται σε 46 γένη παγκοσμίως. Τα άτομα της οικογένειας χαρακτηρίζονται από το μεγάλο εύρωστο σώμα, με τη φωτεινότερη σε χρώμα μεμβράνη χωρίς προσάρτημα, η μεμβράνη με τουλάχιστον 4 και το μέγιστο 5 νεύρα. Κυριαρχεί ο κόκκινος-μαύρος χρωματισμός, ωστόσο υπάρχουν και είδη με καφέ-μαύρο και μπεζ-μαύρο χρωματισμό (Εικόνα 13). Η πλειονότητα των μελών της είναι φυτοφάγα [Chandra *et al.*, 2015].



Εικόνα 13: Μορφολογία των ειδών της οικογένειας Pyrrhocoridae

(<http://www.pbase.com/tmurray74/image/133600814>,

[http://www.pbase.com/albert\\_noorlander/image/152693053](http://www.pbase.com/albert_noorlander/image/152693053),

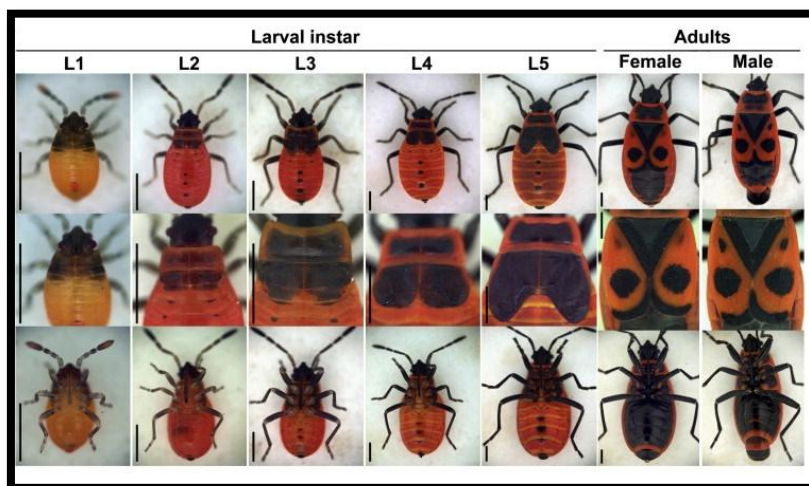
<https://sites.google.com/site/insectsoftashheteroptera/suborder-heteroptera/pyrrhocoridae-cotton-stainers>, <https://bugguide.net/node/view/896523>)

#### 1.6.1.1. Το είδος *Pyrrhocoris apterus*

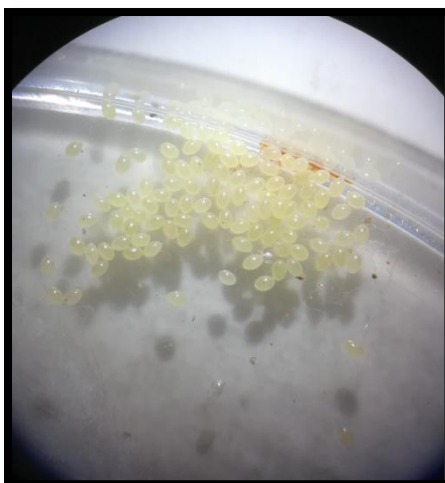
Το είδος *Pyrrhocoris apterus* (L., 1758), γνωστό και ως «red firebug» ή «firebug» είναι ένα από τα πιο κοινά είδη της οικογένειας Pyrrhocoridae που συναντώνται στην Ευρώπη. Έχει καταγραφεί σε περιοχές που εκτείνονται από τις ακτές του Ατλαντικού ωκεανού στην Ευρώπη έως και την βορειοδυτική Κίνα, τις Η.Π.Α, την Κεντρική Αμερική και την Ινδία. Πρόσφατα έγινε και αναφορά υψηλών πληθυσμών, στις βόρειες περιοχές του Ηνωμένου Βασιλείου. Τρέφεται με ξηρούς ώριμους σπόρους και φύλλα από ένα μεγάλο εύρος ξενιστών όπως φυτά της οικογένειας Malvaceae (μολόχα), λινάρι, λάιμ και μηλοειδή. Επίσης έχουν αναφερθεί και περιπτώσεις θήρευσης άλλων ειδών εντόμων και κανιβαλισμού [Hodgson, 2008; Socha, 1993].

Όσον αφορά τη μορφολογία του, έχει μήκος 6,5-12 mm και χαρακτηρίζεται από κόκκινο χρωματισμό σώματος, που εναλλάσσεται με μαύρους σχηματισμούς. Είναι αξιοσημείωτο ότι το συγκεκριμένο είδος παρουσιάζει διμορφισμό στις πτέρυγες, ακόμη και μεταξύ των ατόμων του ίδιου πληθυσμού. Οι δύο τύποι είναι: ο 'macropterus', με μακριές πτέρυγες και ο 'brachypterus', με βραχείες πτέρυγες. Έτσι μέσα σε έναν πληθυσμό μπορεί να συνυπάρχουν άτομα και με τις δύο μορφές πτερύγων [Gyuris *et al.*, 2010].

Το είδος αυτό ολοκληρώνει το βιολογικό του κύκλο σε 7 στάδια. Από το ωό περνά στο 1<sup>ο</sup>, 2<sup>ο</sup>, 3<sup>ο</sup>, 4<sup>ο</sup> και 5<sup>ο</sup> νυμφικό στάδιο και τέλος στο στάδιο του ακμαίου (Εικόνα 14). Κάθε γενιά ζει για 2 έως 3 μήνες, ανάλογα με τις συνθήκες θερμοκρασίας. Η αναπαραγωγή διαρκεί από τον Απρίλιο έως το Μάιο. Τα ακμαία μπορούν να διατηρήσουν τη θέση σύζευξης από 12 ώρες έως 7 ημέρες, φαινόμενο το οποίο οφείλεται στον ανταγωνισμό του αρσενικού προς τα άλλα αρσενικά άτομα, ώστε να μην πλησιάζουν και αναπαραχθούν με το δικό του θηλυκό άτομο. Κάθε θηλυκό γεννά 40 -80 ωά. Τα ωά που θα προκύψουν από τη σύζευξη, είναι υπόλευκου χρώματος, στρογγυλά προς ωοειδή και μοιάζουν με πέρλες (Εικόνα 15) και σταδιακά θα μετατραπούν σε κίτρινα-πορτοκαλί λίγο πριν εκκολαφθούν. Εναποτίθενται ομαδικά χωρίς κάποιο χαρακτηριστικό σχηματισμό ωοθυσίας [Schöfl και Taborsky, 2002; Hodgson, 2008].



Εικόνα 14: Τα νυμφικά και το ακμαίο στάδιο του είδους *P. apterus* (Smykal V. *et al*, 2014)



Εικόνα 15: Ωά του είδους *P. apterus*, σε τρυβλίο  
(φωτογραφία: Μαρίνα Ανδριολάτου)

### 1.7. Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση εντομολογικών εχθρών

Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση ή διαχείριση εχθρών (Integrated Pest Management, IPM) είναι ένα σύστημα διαχείρισης των πληθυσμών των βλαβερών για τα φυτά οργανισμών που χρησιμοποιεί όλες τις κατάλληλες τεχνικές και μεθόδους με ένα συνδυασμένο τρόπο, ώστε η πυκνότητα του πληθυσμού τους να συγκρατείται σε επίπεδα κατώτερα από εκείνα που θα μπορούσαν να προκαλέσουν οικονομική ζημιά στην καλλιέργεια.

Ωστόσο για να καταστεί αποτελεσματική η ολοκληρωμένη η αντιμετώπιση ενός εντομολογικού εχθρού θα πρέπει να πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις [Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003]. Οι βασικότερες είναι: α) η γνώση της βιολογίας του εντόμου και της καλλιέργειας, β) η παρακολούθηση της πυκνότητας του πληθυσμού, γ) ο καθορισμός ορίου ανεκτής πυκνότητας και δ) του ορίου επέμβασης.

Σε ένα πρόγραμμα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης, το φάσμα των τεχνικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε συνδυάζοντας είτε εναλλάσσοντας τα χημικά εντομοκτόνα, είναι ευρύ. Συμπεριλαμβάνει χημικές, βιολογικές, βιοτεχνολογικές, τεχνολογικές μεθόδους και καλλιεργητικά μέτρα, καθώς και εφαρμογή ρυθμιστών ανάπτυξης και γενετική τροποποίηση των εχθρών.

• **Χημικές μέθοδοι:** Περιλαμβάνουν την εφαρμογή συνθετικών εντομοκτόνων. Οι 4 κύριες ομάδες εντομοκτόνων που εφαρμόζονται είναι οι εξής:

- ✓ **οργανοφωσφορικά** (π.χ. chlorpyrifos, diazinon, malathion)
- ✓ **πυρεθρινοειδή** (π.χ. deltamethrin, a-cypermethrin)
- ✓ **καρβαμιδικά** (π.χ. carbaryl)
- ✓ **νεονικοτινοειδή** (π.χ. imidacloprid)

[Thacker, 2016]

- **Βιολογικές μέθοδοι:** Η βιολογική καταπολέμηση περιλαμβάνει τη χρήση αρπακτικών, παρασιτοειδών και μικροβιακών σκευασμάτων (π.χ. βακτηριακά σκευάσματα με *Bacillus thuringiensis* subsp. *israeliensis*). Οι μαζικές εξαπολύσεις φυσικών εχθρών (αρπακτικών και παρασιτοειδών) έχουν πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα (ειδικά στην περίπτωση των θερμοκηπιακών καλλιεργειών). Ένας άλλος τρόπος εισαγωγής παρασιτοειδών σε μια καλλιέργεια και διατήρησής του πληθυσμού τους, είναι μαζί με τη διατήρηση φυτών δεξαμενών (banker plants). Τα φυτά αυτά αποτελούν ξενιστές εντόμων (αφίδων κυρίως), τα οποία είναι εναλλακτικοί ξενιστές του βιολογικού παράγοντα (του παρασιτοειδούς), που θέλει να διατηρήσει ο παραγωγός, δεν αποτελούν όμως εχθρούς της εκάστοτε καλλιέργειας.

- **Φυσιικές μέθοδοι:** περιλαμβάνουν τη χρήση εντομοκτόνων φυτικής προέλευσης (π.χ. αζαδιραχτίνη) και αιθέριων ελαίων. Όσον αφορά τα σκευάσματα φυτικής προέλευσης, κυκλοφορούν στο εμπόριο σκευάσματα με δραστικές ουσίες που προέρχονται από φυτά, όπως η αζαδιραχτίνη από το δένδρο *Neem* (*Azadirachta indica* Juss.), που είναι ενδημικό στην Ινδία και το πύρεθρο, από τα άνθη του φυτού Χρυσάνθεμο (*Chrysanthemum cinerariifolium* (L.) (οικ. Asteraceae)). Επίσης υπάρχει και μια σειρά άλλων εκχυλισμάτων που φαίνεται ότι έχουν εντομοκτόνο δράση και είναι γνωστά ως αιθέρια έλαια. Μπορούν να εξαχθούν από τα φύλλα, τους σπόρους και τα άνθη ενός αριθμού φυτικών ειδών (με μεθόδους εκχύλισης) και τα περισσότερα από αυτά τα έλαια είναι εξαιρετικά πτητικά. Ένα παράδειγμα αποτελεί το αιθέριο έλαιο από το φυτό Μελιά (*Melia azedarach* L.).

- **Βιοτεχνολογικές μέθοδοι:**

- ✓ **Διαγονιδιακά φυτά:** Η πρώτη διαγονιδιακή καλλιέργεια που έλαβε έγκριση εμπορικής διάθεσης στις ΗΠΑ ήταν η τομάτα *Flavr Savr*, το 1993, η οποία δημιουργήθηκε με τη μεταφορά ενός γονιδίου που προέρχεται από το βακτήριο *Escherichia coli* με τη βοήθεια του *Agrobacterium*. Από αυτή την πρώτη έγκριση, περισσότερες από 50 διαφορετικές διαγονιδιακές ποικιλίες φυτών έχουν αξιολογηθεί στην Ευρώπη και στις ΗΠΑ και μερικές από αυτές έχουν φτάσει το στάδιο της εμπορικής αξιοποίησης. Τα γονίδια που έχουν εισαχθεί στις καλλιέργειες τροφίμων έχουν επιπτώσεις στην ποιότητα των προϊόντων, τα αγρονομικά χαρακτηριστικά τους και την αντοχή σε εχθρούς και παθογόνα. Παράδειγμα αντοχής στα έντομα, αποτελούν οι ποικιλίες καλαμποκιού, βάμβακος και πατάτας που έχουν τροποποιηθεί για να εκφράζουν τη δ ενδοτοξίνη του *Bacillus thuringiensis* (Bt) και είναι σήμερα διαθέσιμα εμπορικά [Thacker, 2016].

- ✓ **Διαγονιδιακά εντομοφάγα αρπακτικά:** Πραγματοποίηση ερευνών για τη δημιουργία εντομοφάγων αρπακτικών, τα οποία παρουσιάζουν ανθεκτικότητα σε παρασιτοκτόνα, με στόχο την ανάπτυξη ολοκληρωμένων στρατηγικών για τον έλεγχο εχθρών, χρησιμοποιώντας τόσο παρασιτοκτόνα όσο και αρπακτικά [Thacker, 2016].

- ✓ **Φερομόνες:** Οι φερομόνες είναι χημικές ουσίες που βοηθούν στις ενδο-ειδικές αλληλεπιδράσεις. Ανήκουν σε μια ομάδα ουσιών που καλούνται σημειοχημικά. Σε σχέση με την καταπολέμηση των εχθρών, οι φερομόνες που σχετίζονται με τον εντοπισμό εντόμων του αντίθετου φύλου, είναι αυτές που έχουν λάβει πιθανότατα τη μεγαλύτερη προσοχή. Οι φερομόνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν με 4 διαφορετικές προσεγγίσεις: Πρώτον, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση των πληθυσμών των ειδών εχθρών. Δεύτερον, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μαζική παγίδευση του εχθρού



στόχου. Τρίτον, για την παρεμπόδιση σύζευξης και τέταρτον, για την προσέλκυση των ατόμων του πληθυσμού του είδους στόχου προς το δόλωμα στο οποίο έχει προστεθεί κάποιος τοξικός παράγοντας (παρασιτοκτόνο). Καθώς πρόκειται για πτητικές ενώσεις, έχουν αναπτυχθεί ειδικές μορφές τυποποίησης για την εμπορική χρήση τους. Οι κύριες μορφές τυποποίησης που έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία 40 χρόνια περιλαμβάνουν τις πλαστικές ίνες, τις «νιφάδες πολυμερών» (laminated flakes), τις μικροκάψουλες και τους διασπορείς καουτσούκ στους οποίους έχει εμποτιστεί η φερομόνη [Thacker, 2016].

Οι φερομονικές παγίδες χρησιμεύουν για τη σύλληψη εντόμων που προσελκύονται από τη φερομόνη που απελευθερώνεται από τον εξατμιστήρα της παγίδας. Δεδομένου ότι τα έντομα χρησιμοποιούν τόσο οπτικά όσο και χημικά ερεθίσματα σε πολύ μικρές αποστάσεις μετά την προσέγγιση στην πηγή του φερομονικού ερεθίσματος, το σχέδιο της παγίδας παίζει συχνά σημαντικό ρόλο. Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά μιας παγίδας εντόμων είναι το χρώμα, το μέγεθος, το σχήμα και το ύψος τοποθέτησής της από το έδαφος [Thacker, 2016].

- **Τεχνολογικές μέθοδοι:** Αφορούν τη χρήση τεχνολογικών μέσων όπως διαφόρων τύπων παγίδων (παγίδες χρώματος, κολλώδεις, τροφικές, νερού, αναρροφητικές και φερομονικές ή η ανάπτυξη μοντέλων πρόγνωσης σχετική με την πληθυσμιακή πορεία των εντόμων-εχθρών [Λυκουρέσης, 1995].
- **Καλλιεργητικά μέτρα:** Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει τεχνικές όπως η ηλιοαπολύμανση, οι βαθιές αρώσεις, οι ζιζανιοκτονίες και η αμειψισπορά. Επίσης η πρωιμότερη ή οψιμότερη καλλιέργεια μιας φυτείας, είναι μια τεχνική για την αποφυγή του συγχρονισμού των μεγαλύτερων πληθυσμών του εντόμου-εχθρού, με το κατ'έξοχήν ευπαθές στάδιο της φυτείας ή για την αύξηση της δράσης των διαφόρων παραγόντων θνησιμότητας [Thacker, 2016].
- **Ρυθμιστές ανάπτυξης:** Οι ενώσεις αυτές περιλαμβάνονται συχνά στην ομάδα των χημικών ουσιών που είναι γνωστές ως «biorational» σκευάσματα καταπολέμησης εχθρών (ομάδα που περιλαμβάνει επίσης τις φερομόνες και τα μικροβιακά σκευάσματα). Συνήθως πρόκειται για ορμόνες έκδυσης, μιμητικά της νεανικής ορμόνης και αναστολείς βιοσύνθεσης της χιτίνης. Ένα παράδειγμα αποτελεί η δραστική ουσία fenoxycarb, που δρα ως μιμητικό της νεανικής ορμόνης και εφαρμόζεται σε διάφορα Ομόπτερα, Λεπιδόπτερα, Δίπτερα, Δικτυόπτερα και Κολεόπτερα [Thacker, 2016].

### 1.7.1. Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση Ετεροπτέρων

Όσον αφορά τη σειρά Pentatomomorpha της τάξης Heteroptera, η μεγαλύτερη μελέτη για την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση παγκοσμίως, έχει πραγματοποιηθεί για είδη της οικογένειας Pentatomidae. Πιο συγκεκριμένα το είδος *N. viridula*, αποτελεί αντικείμενο έρευνας σε πολυάριθμα πειράματα αξιολόγησης χημικών ουσιών, μικροβιακών σκευασμάτων και αρπακτικών ή παρασιτοειδών, για την αντιμετώπιση των Pentatomidae. Αυτό διότι πρόκειται για έναν εχθρό που συναντάται πολύ συχνά και σε ένα μεγάλο εύρος φυτών-ξενιστών ανά τον κόσμο. Ωστόσο έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες και σε άλλα είδη της ίδιας οικογένειας, όπως παραδείγματος χάρη τα είδη *Bagrada hilaris* (Burmeister) (Hemiptera: Pentatomidae), *Acrosternum hilare* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae) και

*Euschistus* spp. Αρκετά μεγάλη έμφαση έχει δοθεί στα μέσα βιολογικής αντιμετώπισης, στην προσπάθεια μείωσης ή και αποφυγής των συμβατικών φυτοπροστατευτικών προϊόντων.

Στην Ελλάδα, η βιολογική αντιμετώπιση των Ετεροπτέρων σε συγκεκριμένες καλλιέργειες όπως τα μικρόκαρπα, δεν είναι ιδιαίτερα εφαρμοσμένη, καθώς υπάρχουν πολύ λίγα βιολογικά φυτοπροστατευτικά σκευάσματα, τα οποία έχουν έγκριση κυκλοφορίας από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και αυτά με ευρύ φάσμα δράσης. Αυτό αποτελεί σοβαρό θέμα για νέες βιολογικές καλλιέργειες με προοπτική, που αντιμετωπίζουν προβλήματα με τα Ετερόπτερα, όπως η καλλιέργεια του γκότζι-μπέρρυ και άλλων μικροκάρπων. Στον κατάλογο του Υπουργείου, μέχρι σήμερα (με τελευταία ενημέρωση στις 26/9/2018), υπάρχουν διαθέσιμες οι εξής δραστικές ουσίες εντομοκτόνων για καλλιέργειες μικροκάρπων (Πίνακας 1) ([http://www.minagric.gr/syspest/syspest\\_crops.aspx](http://www.minagric.gr/syspest/syspest_crops.aspx)):

Καλλιέργεια	Δραστική ουσία
<b>Μύρτιλλο</b>	Spinosad Fatty acid potassium salt
<b>Βατόμουρο (μαύρο, κόκκινο)</b>	Spinosad <i>Metarhizium anisopliae</i> var. <i>anisopliae</i> strain F52
<b>Σμέουρο</b>	Spinosad Fatty acid potassium salt <i>Metarhizium anisopliae</i> var. <i>anisopliae</i> strain F52
<b>Ιπποφαές</b>	-
<b>Γκότζι-μπέρρυ</b>	-

Πίνακας 1: Εγκεκριμένες δραστικές ουσίες εντομοκτόνων ανά καλλιέργεια

Παρακάτω αναλύονται διάφορες μέθοδοι ολοκληρωμένης αντιμετώπισης που χρησιμοποιούνται ήδη σε διάφορες χώρες για την αντιμετώπιση των Ετεροπτέρων.

- **Χημικές μέθοδοι:**

Για τη χημική αντιμετώπιση των Ετεροπτέρων, χρησιμοποιούνται κυρίως μη εκλεκτικές δραστικές ουσίες με ευρύ φάσμα δράσης, όπως τα πυρεθρινοειδή και τα νεονικοτινοειδή. Ένα παράδειγμα αποτελεί η χρήση της δραστικής ουσίας deltamethrin για την καταπολέμηση του είδους *N. viridula*, σε καλλιέργειες σόγιας στην Αυστραλία [Knight και Gurr, 2007; McPherson, 2018].

- **Βιολογικές μέθοδοι:**

✓ **Αρπακτικά:** Στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν αναφερθεί είδη εντόμων που είναι αρπακτικά των Ετεροπτέρων, και κυρίως του είδους *N. viridula*. Οι Schaefer και Panizzi (2000) έχουν καταγράψει αρπακτικά του παραπάνω είδους, που τρέφονται με ωά, τα: *Solenopsis invicta* (Buren) (Hymenoptera: Formicidae) και *Pheidole megacephala* (Fabricius) (Hymenoptera: Formicidae). Ακόμη οι Ragsdale *et al.* (1981), έχουν αναφέρει άλλο ένα αρπακτικό ωών, το είδος *Geocoris punctipes* (Say) (Hemiptera: Geocoridae). Επιπλέον, έχουν αναφερθεί αρπακτικά που τρέφονται με νύμφες ή/και ακμαία άτομα και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως μέσο βιολογικής καταπολέμησης. Τα είδη είναι τα εξής: *Arilus cristatus* (L.) (Hemiptera: Reduviidae), *Sinea spinipes* (Herrich-Schaeffer) (Hemiptera: Reduviidae), *Zelus cervicalis* (Stal) (Hemiptera: Reduviidae), *Euthyrhynchus floridanus* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) και *Podisus maculiventris* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae).

✓ **Παρασιτοειδή:** Σημαντικές προσπάθειες για την εγκατάσταση παρασιτοειδών του είδους *N. viridula*, πραγματοποιούνται παγκοσμίως, με τη μέθοδο των μαζικών εξαπολύσεων κυρίως. Προγράμματα στη Χαβάη και την Αυστραλία κατάφεραν την επιτυχή εγκατάσταση του παρασιτοειδούς ωών, *Trissolcus basalis* (Wollaston) (Hymenoptera: Scelionidae). Τα παρασιτοειδή ωών *Telenomus gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae), και *Telenomus podisi* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae), αποτελούν κοινά παρασιτοειδή των Pentatomidae στην Ιαπωνία και τη Βόρειο Αμερική αντίστοιχα [Jones, 1988; Schaefer και Panizzi, 2000].

Επίσης τα παρασιτοειδή ακμαίων *Trichopoda pennipes* (F.) (Diptera: Tachinidae) και *T. pilipes* (F.) (Diptera: Tachinidae) απελευθερώθηκαν μαζικά, ως μέρος του ίδιου προγράμματος, αλλά κατάφεραν να εγκατασταθούν μόνο στη Χαβάη. Τα είδη *Trissolcus basalis* (παρασιτοειδές ωών) και *Trichopoda pennipes* χρησιμοποιούνται και στις Η.Π.Α., ωστόσο το *N. viridula* συνεχίζει να αποτελεί εχθρό υψίστης σημασίας, όπου το εύρος του επικαλύπτεται με το εύρος εκείνων που προσβάλλουν τη σόγια και άλλες ευαίσθητες καλλιέργειες. Το *Eutrichopodopsis nitens* (Blanchard) (Diptera: Tachinidae) είναι ένα πολύ σημαντικό παρασιτοειδές του *N. viridula* στη Βραζιλία και ορισμένες περιοχές της Αργεντινής και το *Trichopoda giacomelli* (Blanchard) (Diptera: Tachinidae) εμφάνισε παρασιτισμό έως και 100%, στα ακμαία του είδους *N. viridula* [Jones, 1988].

✓ **Εντομοπαρασιτικοί Νηματώδεις:** Μια ακόμη κατηγορία οργανισμών που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως παράγοντες βιολογικής αντιμετώπισης, είναι οι εντομοπαρασιτικοί νηματώδεις. Νηματώδεις που ανήκουν στο γένος *Steinernema*, ήδη χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση φυτοφάγων εντόμων και κυκλοφορούν στο εμπόριο, όπως τα είδη *Steinernema carrocapsae* (Weiser) (Rhabditida: Steinernemidae) και *Steinernema feltiae* (Filipjev) (Rhabditida: Steinernemidae). Έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί παγκοσμίως, για την αποτελεσματικότητα διαφόρων ειδών του γένους *Steinernema*, ως προς την αντιμετώπιση Ετεροπτέρων, έχουν δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Ένα παράδειγμα αποτελούν τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στη Γεωργία για την αντιμετώπιση του είδους *Halysomorpha halys* που αποτελούσε σημαντικό εχθρό σε καλλιέργειες φουντουκιού. Το είδος *S. carrocapsae*, ήταν το πιο αποτελεσματικό, με θνησιμότητα έως 82.4% σε νύμφες 3<sup>ης</sup> ηλικίας και έως 65.3% σε ακμαία άτομα [Gorgadze *et al.*, 2017]. Επίσης στην Τουρκία έχουν εφαρμοστεί τα είδη *Heterorhabditis bacteriophora*



(Poinar) (Rhabditida: Heterorhabditidae), και *S. carrocapsae* για την αντιμετώπιση του είδους *Eurygaster maura* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) με θνησιμότητα έως και 95% σε ακμαία [Kepenekci, 2004].

✓ **Μικροβιακά σκευάσματα:** Τις τελευταίες δεκαετίες, μετά από παρατηρήσεις, απομονώθηκαν εντομοπαθογόνοι μικροοργανισμοί που προσβάλλουν και τα Ετερόπτερα. Ακολούθησαν πειράματα για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς τους, και σήμερα κυκλοφορούν στο εμπόριο και χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση των Ετεροπτέρων σε πολλές χώρες του κόσμου, αλλά και στην Ελλάδα για συγκεκριμένες καλλιέργειες (βατόμυρο, σμέουρο). Δύο παραδείγματα αποτελούν οι μύκητες *Metarhizium anisopliae* (Sorokin) και *Beauveria bassiana* (Vuill.), που κυκλοφορούν στο εμπόριο και ως μεμονωμένοι σε σκευάσματα και ως σκευάσματα με τον συνδυασμό και των δύο ειδών. Για τους συγκεκριμένους μύκητες έχουν πραγματοποιηθεί πειράματα για Ετερόπτερα, ήδη από τη δεκαετία του 1980. Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκαν πειράματα αγρού στις Φιλιππίνες, για το είδος *Scotinophara coarctata* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), που αποτελεί σημαντικό εχθρό σε καλλιέργειες ρυζιού [Rombach *et al.*, 1986]. Ακόμη έχουν πραγματοποιηθεί πειράματα αγρού τη δεκαετία του 1990, στη Βραζιλία, για τα είδη *N. viridula*, *Piezodorus guildinii* και *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae), που αποτελούν σημαντικούς εχθρούς σε καλλιέργειες σόγιας.

Ακόμη, το εντομοπαθογόνο βακτήριο *Chromobacterium subtsugae* sp. nov. (strain PRAA4-1(T)), είναι ένα νέο βακτηριακό στέλεχος, αρνητικό κατά Gram, που απομονώθηκε το 2007 από τους Martin *et al.*, από δείγμα εδάφους από την περιοχή Μέριλαντ, Η.Π.Α. Εμφάνισε υψηλή τοξικότητα σε ορισμένα είδη εντόμων, συμπεριλαμβανομένου και του είδους *N. viridula* και έπειτα από δοκιμές, η εταιρία Marrone Bio Innovations (MBI), κυκλοφόρησε βακτηριακό σκεύασμα με το συγκεκριμένο στέλεχος με την εμπορική ονομασία Grandevo® [Lacey *et al.*, 2015].

✓ **Εκχυλίσματα φυτών και φυτικές δραστικές ουσίες:** Τα τελευταία χρόνια εταιρείες αγροχημικών έχουν εστιάσει τη μελέτη σε φυσικά προϊόντα για την ανάπτυξη νέων εντομοκτόνων [Dayan *et al.*, 2009]. Η ανακάλυψη δραστικών ουσιών που είναι εκλεκτικές και λιγότερο επίμονες, θα είναι επωφελής τόσο για το περιβάλλον όσο και για τους καταναλωτές των γεωργικών προϊόντων, όμως αν και φυσικά προϊόντα δεν μπορεί αυτομάτως να υποτεθεί ότι είναι ακίνδυνα. Άγρια φυτά μπορούν να παρέχουν επαρκή προστασία κατά των φυτοφάγων εντόμων από μια «ομπρέλα» χημικών ενώσεων, οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν για την προστασία ευπαθών καλλιεργούμενων φυτών και αποτελούν τη βάση για αποτελεσματικά και περιβαλλοντικά ασφαλή βιολογικά εντομοκτόνα. Στη φύση υπάρχουν πολλά φυτά με εντομοκτόνες ιδιότητες μερικά από τα οποία είναι τα: *Melia azedarach* (L.) (Sapindales: Meliaceae), *Azadirachta indica*, *Ailanthus altissima* (Mill.) (Simarubaceae) και *Chrysanthemum cinerariifolium*.

Το δένδρο *M. azedarach*, γνωστό ως Περσική πασχαλιά, έχει αναγνωριστεί από καιρό για τις εντομοκτόνες ιδιότητές του, αλλά δεν έχει αναλυθεί πολύ καλά. Εκχυλίσματα καρπών του δέντρου *M. azedarach* προκαλούν διάφορες επιπτώσεις στα έντομα, όπως αντιδιατροφικές, καθυστέρηση της ανάπτυξης, μειωμένη γονιμότητα, διαταραχές στην έκδυση, μορφογενετικά ελαττώματα και αλλαγές στην συμπεριφορά [Banchio *et al.*, 2003].

Το δένδρο *A. indica*, γνωστό και ως δένδρο Neem, ανήκει στην οικογένεια Meliaceae και είναι συγγενές είδος με το είδος *M. azedarach*. Κατάγεται από την Ινδία και πρόκειται για φυτό με γνωστές φαρμακευτικές ιδιότητες, που χρησιμοποιείται στη φαρμακοβιομηχανία και την αρωματοποιία. Η αζαδιραχτίνη (azadirachtin), είναι μια από τις δραστικές ουσίες που περιέχονται στο έλαιο του φυτού (Neem oil) έπειτα από εκχύλιση, προέρχεται από τους σπόρους του, και ανήκει στα λιμονοειδή. Έχει εντομοαπωθητική, αντιδιατροφική δράση και επηρεάζει την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή των εντόμων [Mordue και Blackwell, 1993]. Το Neem oil κυκλοφορεί ως βιολογικό φυτοπροστατευτικό σκεύασμα σε πολλές χώρες, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας.

Το δένδρο *A. altissima*, γνωστό ως βρωμοκαρυδιά, είναι ένα φυλλοβόλο δέντρο που προέρχεται από την περιοχή της βορειοανατολικής και κεντρικής Κίνας. Όταν συνθλίβονται τα φύλλα και τα άνθη του, εκπέμπουν μια δυσάρεστη οσμή. Η βρωμοκαρυδιά έχει ήδη χρησιμοποιηθεί στην παραδοσιακή ιατρική σε πολλά μέρη της Ασίας, συμπεριλαμβανομένης της Κίνας, ενώ ο φλοιός και τα φύλλα χρησιμοποιούνται ως τονωτικά, στυπτικά, ανθελμινθικά και αντικαρκινικά. Διαφορετικές φυτοχημικές μελέτες αναφέρουν την παρουσία χημικών ενώσεων, όπως κασινοειδή, αλκαλοειδή, λιπίδια και λιπαρά οξέα, πτηνικά και φαινολικές ενώσεις, φλαβονοειδή και κουμαρίνες [De Martino και De Feo, 2008]. Επίσης έχει αναφερθεί ότι εκχυλίσματα από *A. altissima* έχουν εντομοκτόνες ιδιότητες. Οι Kraus *et. al* (1994) αναφέρουν ότι η αϊλανθίνη, η οποία εξήχθη με μεθανόλη από σπόρους του φυτού, αποδείχθηκε ότι είναι ένα ισχυρό αντιδιατροφικό και ρυθμιστής ανάπτυξης εντόμων.

Το φυτό *C. cinerariifolium* (Χρυσάνθεμο) περιέχει μια επίσης αποτελεσματική δραστική ουσία, το πύρεθρο, που προέρχεται από τις αποξηραμένες ανθοκεφαλές του. Διαθέτει ισχυρή εντομοκτόνο δράση και ευρύ φάσμα δράσης που καλύπτει και τα Ετερόπτερα.

✓ **Ορυκτά:** Ευρέως διαδεδομένη είναι η χρήση ορυκτών, που δρουν μηχανικά, απωθώντας τα έντομα να τραφούν ή να ωτοκήσουν στην επιφάνεια του φυτού. Αυτές οι ουσίες δεν παρουσιάζουν εξειδίκευση ως προς το έντομο-εχθρό και χρησιμοποιούνται πολύ συχνά σε βιολογικές καλλιέργειες. Τέτοια ορυκτά είναι ο καολίνης και ο ζεόλιθος.

Ο καολίνης είναι ένα αργιλοπυριτικό ορυκτό, που ύστερα από ειδική επεξεργασία με την οποία αποκτά τη μορφή σκόνης με λεπτόκοκκη υφή, γνωστή και ως «κολλοειδής καολινική σκόνη», αποτελεί τη βάση στα προγράμματα της βιολογικής φυτοπροστασίας κι αυτό γιατί η κολλοειδής σκόνη του καολίνης, ψεκαζόμενη στη φυτική επιφάνεια, δημιουργεί μία λεπτή άσπρη κονιώδη υδρόφοβη μεμβράνη που δρα απωθητικά στους ζωικούς εχθρούς τόσο για τη σίτιση, όσο και για την εναπόθεση των ωών. Η απωθητική δράση του καολίνης αποδίδεται στο γεγονός ότι προκαλεί οπτική ή σιτική απόκρουση και παρεμβαίνει αρνητικά στη βιοχημική αναγνώριση από τον εχθρό, του υπό προσβολή φυτού. Βρέθηκε επιπλέον πως η κονιώδης αυτή μεμβράνη παρεμποδίζει την προσβολή των φυτών και από τα διάφορα παθογόνα, αφού τα σπόριά τους δε βρίσκουν πρόσφορο για εγκύστωση περιβάλλον. Είναι αδρανές υλικό και δεν αντιδρά με άλλες ενώσεις. Έχει έγκριση για ένα ευρύ φάσμα καλλιεργειών όπως τα φασόλια, τα τεύτλα, τις πατάτες, τη μελιτζάνα, την τομάτα, την πιπεριά, τα εσπεριδοειδή, τα γιγαρτόκαρπα, τα πυρηνόκαρπα, την ελιά, τις μπανάνες, το καλαμπόκι, το βαμβάκι, τα κολοκυνθοειδή, το αμπέλι, την καρυδιά, τα καλλωπιστικά φυτά, την αραχίδα, τη σόγια, τα σιτηρά, τις φράουλες, τα ζαχαρότευτλα, τα

αποθηκευμένα προϊόντα, την αγκινάρα και για πολλά άλλα. Ο κατάλογος διευρύνεται χρόνο με τον χρόνο. Οι ψεκασμοί πραγματοποιούνται με κάλυψη όλου του φυτού. Η χορήγηση της έγκρισης ως φυτοπροστατευτικού προϊόντος για τη βιολογική γεωργία πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά στον Καναδά το 1998. Σήμερα κυκλοφορούν τα εμπορικά σκευάσματα Surround® WP που περιέχει 98,8% ή 95% καολίνη, το Goldround® με 95%, το M-96-018 Kaolin με 98,8%, το M-97-002 Kaolin με 99,4%, το M-99-099 Kaolin με 99%, το BPLK Kaolin με 100%, το M-97-009 Kaolin με 100% και πολλά άλλα.

Ο ζεόλιθος είναι ένα μικροπορώδες αργυλοπυριτικό ορυκτό. Στο εμπόριο υπάρχει σε μορφή κόκκου και σε μορφή πούδρας. Ο κοκκώδης ζεόλιθος χρησιμοποιείται με ενσωμάτωση στο έδαφος για τη βελτίωση της γονιμότητάς του ή ως βελτιωτικό σε λιπάσματα. Η πούδρα ζεόλιθου με διάλυση σε νερό, ψεκάζεται στα φυτά ως μέσο φυτοπροστασίας. Ο ζεόλιθος δρα ακριβώς όπως και ο καολίνης, ψεκαζόμενος δηλαδή στη φυτική επιφάνεια, δημιουργεί μία υδρόφοβη μεμβράνη που απωθεί τα έντομα-εχθρούς να τραφούν και να ωοτοκήσουν. Επίσης διαθέτει δράση εναντίον των παθογόνων μικροοργανισμών. Διαθέτει ευρύ φάσμα δράσης στα έντομα και εφαρμόζεται σε έναν μεγάλο αριθμό καλλιεργειών όπως το καλαμπόκι, η ελιά, το αμπέλι, τα σολανώδη και άλλα. Οι ψεκασμοί πραγματοποιούνται με κάλυψη όλου του φυτού.

Το κύριο μειονέκτημα της χρήσης των παραπάνω ορυκτών στη βιολογική καταπολέμηση των Ετεροπτέρων, στην περίπτωση της καλλιέργειας μικροκάρπων, είναι ότι πριν τη διακίνησή τους στην αγορά απαιτείται πλύση για την απομάκρυνση της σκόνης από την επιφάνεια των καρπών.

## **1.8. Το γκότζι-μπέρρυ (*Lycium barbarum* (L.))**

### **1.8.1. Γενικά χαρακτηριστικά, καλλιέργεια και χρήσεις**

#### **Γενικά χαρακτηριστικά**

Το φυτό γκότζι-μπέρρυ ή λυκόμouro και στην αγγλική γλώσσα goji berry ή wolfberry (*Lycium barbarum* (L.) (οικ. Solanaceae) είναι φυλλοβόλος, θάμνος, με βρώσιμους καρπούς (Εικόνα 16). Η ονομασία του γένους *Lycium*, προέρχεται από την περιοχή της νότιας αρχαίας Ανατολίας της Λυκίας. Ο καρπός είναι γνωστός στις φαρμακολογικές αναφορές ως *Lycii fructus*, το οποίο στα Λατινικά σημαίνει «καρπός *Lycium*». Ανήκει στην κατηγορία των καρποφόρων θάμνων, που συμπεριλαμβάνονται τα βατόμουρα ή blackberries (*Rubus ursinus* (Cham. &Schldl.) (οικ. Rosaceae)), τα σμέουρα ή rusberries (*Rubus idaeus* (L.) (οικ. Rosaceae) και *R. occidentalis* (L.) (οικ. Rosaceae)) και τα μύρτιλλα ή blueberries (*Vaccinium* sp.). Το γκότζι-μπέρρυ κατάγεται από την Ασία και πιο συγκεκριμένα την οροσειρά των Ιμαλαΐων που βρίσκεται στη Μογγολία και το Θιβέτ. Είναι ιθαγενές επίσης στην περιοχή της νότιας Κίνας, όπου καλλιεργούνται τεράστιες εκτάσεις. Οι δύο πιο κοινοί τύποι είναι το *Lycium barbarum* και το *Lycium chinense* [Oguz και Erdogan, 2016].

Πρόκειται για ξυλώδες, πολυετές φυτό. Τα φύλλα του, σχηματίζονται στο βλαστό είτε σε εναλλασσόμενη διάταξη είτε σε δεσμίδες, έχοντας είτε λογχοειδές είτε ωοειδές σχήμα ανάλογα την ποικιλία. Οι διαστάσεις των φύλλων είναι 2-3 εκ. μήκος επί 3-3,5 εκ. πλάτος. Τα άνθη αναπτύσσονται σε ομάδες (από 1 έως 3 άνθη), στις μασχάλες των φύλλων και είναι ακτινόμορφα με 5 πέταλα και χρώμα ροζ έως ανοιχτό μωβ (Εικόνα 17). Η ανθοφορία εμφανίζεται από τον Ιούνιο έως το Σεπτέμβριο. Ο καρπός που παράγει είναι ράγα, μικρού μεγέθους (με διάμετρο 1-2 εκ.) με πορτοκαλί-κόκκινο χρωματισμό και ελλειψοειδές σχήμα. Ο αριθμός των μούρων ποικίλει ευρέως, βασιζόμενος στην ποικιλία και το μέγεθος του καρπού, ο οποίος περιέχει 10-60 μικροσκοπικούς κίτρινους σπόρους. Η ωρίμανση των καρπών, από τον Ιούλιο έως τον Οκτώβριο, ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος, το υψόμετρο και το κλίμα της περιοχής [Oguz και Erdogan, 2016].

## Η καλλιέργεια του γκότζι-μπέρρυ

Όσον αφορά την καλλιέργεια του γκότζι-μπέρρυ, οι πιο διαδεδομένες ποικιλίες είναι οι: *L. barbarum* var. *auranticarpum* και *L. barbarum* var. *barbarum*. Το γκότζι-μπέρρυ καλλιεργείται ευρέως στη Νότια και Κεντρική Ευρώπη. Απαραίτητη προϋπόθεση για την άνθηση και την καρποφορία του φυτού, είναι το ηπειρωτικό κλίμα που έχει μία περίοδο τουλάχιστον 185 ημερών χωρίς παγετούς (ασχέτως από το υψόμετρο), καθώς επίσης και διαφορά θερμοκρασιών μεταξύ ημέρας και νύχτας 15°C κατά την περίοδο που αποκαθίστανται τα αποθέματα των ριζών. Άλλη προϋπόθεση είναι μία διάρκεια 3.300 ωρών ηλιοφάνειας ετησίως, που επιτρέπει τη σύνθεση των αντιοξειδωτικών από το φυτό.

Το *L. barbarum* μπορεί να καλλιεργηθεί ακόμη και σε περιοχές όπου η βροχόπτωση κυμαίνεται από 100 έως 700 mm. Ανέχεται τους δυνατούς ανέμους και τα σταγονίδια της θάλασσας. Είναι φυτό που προτιμά τις εύκρατες και ηλιόλουστες περιοχές και τα αλκαλικά με καλή στράγγιση και πλούσια σε οργανική ουσία, εδάφη. Δεν μπορεί να αναπτυχθεί σε περιοχές που επικρατούν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (-22°C) ή ανοιξιότικοι παγετοί όταν οι βλαστοί είναι ακόμη τρυφεροί. Το εύρος των θερμοκρασιών στο οποίο μπορεί να επιβιώσει είναι μεγάλο. Αντέχει από -15 °C μέχρι +40 °C. Προτιμάει μέρη με ηλιοφάνεια τις περισσότερες ώρες της ημέρας, ή τουλάχιστον ημισκιερά. Μπορεί να αντέξει μέχρι και στα πιο ξηρά καλοκαίρια. Το εντυπωσιακό είναι ότι κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, λόγω καύσωνα, ίσως να χάσει τα φύλλα του και να μοιάζει σαν να ξεράθηκε. Αυτό όμως δεν κρατάει για πολύ. Μέσα σε διάστημα 7-10 ημερών εκπύσσονται νέα φυλλάκια, πιο ζωντανά και πιο πυκνά. Η πρώτη μικρή παραγωγή αρχίζει από τον δεύτερο χρόνο ενώ μπαίνει σε πλήρη παραγωγή από τον τρίτο χρόνο. Αναπτύσσεται πολύ καλά σε διάφορα εδάφη, από πολύ βαριά, αργιλώδη έως αμμώδη, με pH από 7,0-8,0. Το σημαντικό είναι το έδαφος να έχει καλή στραγγιστική ικανότητα και να αερίζεται [Ρούσσο, 2013].

Τα νεαρά φυτά πρέπει να ποτίζονται τακτικά (μια φορά την εβδομάδα αν δεν έχει προηγηθεί βροχή). Σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να ποτίζονται με κατάκλιση, αλλά στάγδην ή με ακροφύσια, που θα ψεκάζουν το νερό χωρίς να βρέχεται το φύλλωμα, για την αποφυγή μυκητολογικών προσβολών. Τα φυτά γκότζι-μπέρρυ δεν είναι καθόλου απαιτητικά σε θρεπτικά συστατικά. Η χρησιμοποίηση της καλά χωνεμένης κοπριάς πρέπει να είναι μία συνήθης πρακτική. Επίσης πρέπει να εφαρμόζεται μία βασική λίπανση της τάξεως 6-6-6 στα βασικά στοιχεία άζωτο, φωσφόρο και κάλιο. Σε βιολογική καλλιέργεια

μπορεί να χρησιμοποιηθεί κομπόστ αλλά και κονιορτοποιημένα οστεάλευρα [Ρούσσο, 2013].

Το δυσκολότερο μέρος της καλλιέργειας και με το μεγαλύτερο κόστος, είναι η συγκομιδή των καρπών. Η συγκομιδή γίνεται αποκλειστικά χειρονακτικά. Αρχίζει από τέλη Ιουνίου-αρχές Ιουλίου και φθάνει μέχρι τα τέλη Σεπτεμβρίου-αρχές Οκτωβρίου. Ολόκληρο αυτό το χρονικό διάστημα, οι ώριμοι καρποί συγκομίζονται κάθε 2-3 ημέρες. Οι θάμνοι έχουν ταυτόχρονη ανθοφορία και καρποφορία, γεγονός που καθιστά απαραίτητη τη συνεχή συγκομιδή [Ρούσσο, 2013].

Στη χώρα μας, οι πρώτες καλλιέργειες γκότζι-μπέρρυ ξεκίνησαν το 2011-2012, όπου καταλάμβαναν πολύ μικρές εκτάσεις. Σύμφωνα με τα στοιχεία του Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε., έως το 2012 οι καλλιεργούμενες εκτάσεις γκότζι-μπέρρυ, μύρτιλλου και αρώνιας ήταν σχεδόν μηδενικές (μόλις 9 στρέμματα είχαν καταγραφεί με αρώνια), ενώ το 2013 με τα ίδια στοιχεία είχαν δηλωθεί 316 στρέμματα και το 2014 αυτά αυξήθηκαν σε 932 στρέμματα. Μάλιστα με την τελευταία τροποποίηση του Προγράμματος Αγροτικής Ανάπτυξης, τα μικρόκαρπα εντάχθηκαν στη βιολογική καλλιέργεια. Μάλιστα έχουν ιδρυθεί συνεταιρισμοί παραγωγών γκότζι-μπέρρυ στην Κοζάνη, την Κορινθία και άλλες περιοχές της Ελλάδας.

## **Χρήσεις στο εμπόριο**

Οι καρποί του γκότζι-μπέρρυ χρησιμοποιούνται εδώ και 2000 έτη στην παραδοσιακή κινεζική ιατρική. Από τις αρχές του 21ου αιώνα, το ενδιαφέρον για τα γκότζι-μπέρρυ έχει αυξηθεί, καθώς θεωρούνται μια καινοτόμος τροφή με υψηλή θρεπτική αξία, καθώς περιέχουν βιταμίνες, 52 διαφορετικά φλαβονοειδή και φαινολικά οξέα και αντιοξειδωτικά [Oguz και Erdogan, 2016].

Έχουν οριστεί ως υπερκαρπός-υπερτροφή (superfruit-superfood), ο οποίος έχει οδηγήσει σε μια πληθώρα καταναλωτικών προϊόντων εκτός από τη νωπή του μορφή, όπως αποξηραμένοι καρποί, συμπληρώματα διατροφής (σκόνη, αναβράζοντα δισκία, κάψουλες), χυμοί και εμπεριέχονται σε πολλά προϊόντα διατροφής όπως επιδόρπια γιαουρτιού, μπάρες δημητριακών, μπισκότα κ. ά.



Εικόνα 16: Θάμνος γκότζι-μπέρρυ σε καρποφορία ([http://www.ulterfita-superfoods.com/index.php?p=1\\_4\\_](http://www.ulterfita-superfoods.com/index.php?p=1_4_))



Εικόνα 17: Άνθη γκότζι-μπέρρυ (<https://fruitforum.wordpress.com/2013/02/27/goji-berries-has-anyone-succeeded-in-getting-a-crop/>)

### 1.8.2. Εντομολογικοί εχθροί και ασθένειες

Στην Ελλάδα, όσον αφορά τις προσβολές από παθογόνους μικροοργανισμούς, έχει παρατηρηθεί προσβολή από μύκητα (παθογόνο: *Leveillula taurica* (Lén.), με ατελή μορφή τον *Oidiopsis sicula* (Scal.)) και αλτερνάρια (παθογόνο: *Alternaria* sp.). Όσον αφορά τους εντομολογικούς εχθρούς, έχουν σημειωθεί προσβολές από τζιτζικάκια (Hemiptera: *Auchenorrhyncha*) και Ετερόπτερα (*Spilostethus pandurus* (οικ. Lygaeidae)) [Ρούσσο, 2013] και στην περιοχή του Λεχαίου, στο νομό Κορινθίας έντονες προσβολές από Ετερόπτερα, τα οποία ανήκουν στην οικογένεια Lygaeidae και Pentatomidae.

Πιο αναλυτικά στην περιοχή του Λεχαίου Κορινθίας παρατηρήθηκαν προσβολές από Ετερόπτερα (Εικόνες 18, 19) από το 2015. Το 2016 οι προσβολές ήταν ακόμη πιο έντονες εξαιτίας της αύξησης του πληθυσμού των εντόμων. Το 2017, έπειτα από ενημέρωση του παραγωγού, στο Εργαστήριο Γεωργικής Εντομολογίας και Ζωολογίας, πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες.



Εικόνα 18: Παραμορφωμένοι καρποί γκότζι-μπέρρυ από Ετερόπτερα (φωτογραφία: Μαρίνα Ανδριολάτου)



Εικόνα 19: Παραμορφωμένοι καρποί γκότζι-μπέρρυ από Ετερόπτερα (φωτογραφία: Μαρίνα Ανδριολάτου)

## 1.9. Η κάππαρη (*Capparis spinosa* (L.))

### 1.9.1. Γενικά χαρακτηριστικά, καλλιέργεια και χρήσεις

#### Γενικά χαρακτηριστικά

Η κάππαρη η ακανθώδης (*Capparis spinosa*, *Capparaceae*) είναι ένας πολυετής, φυλλοβόλος και έρπων θάμνος (Εικόνα 20), που γίνεται ξυλώδης με την πάροδο των ετών.

Είναι γνωστός για τις έντονες αρωματικές του ιδιότητες και τους βρώσιμους ανθοφόρους οφθαλμούς του. Από την αρχαιότητα, έχει αναφερθεί από τον Αθήναιο στο έργο του «Δειπνοσοφιστές», όπου δίνει μεγάλη σημασία στην κάππαρη, όπως και ο Θεόφραστος. Ετυμολογικά η κάππαρη μπορεί να αναχθεί στα κλασικά Λατινικά “*capparis*”, που με τη σειρά τους το δανείστηκαν από το Ελληνικό “*κάππαρις*” του οποίου η προέλευση (όπως και εκείνη του φυτού) είναι άγνωστη, αλλά πιθανώς να είναι Ασιατική. Άλλη θεωρία συνδέει το “*kapparis*” με την ονομασία της νήσου Κύπρου, όπου οι κάππαρες φυτρώνουν σε αφθονία. Έχει βρεθεί στην άγρια μορφή της στη Μεσόγειο, στην Ανατολική Αφρική, στη Μαδαγασκάρη, στη Νότιο-Δυτική και Κεντρική Ασία, στα Ιμαλάια, στα Νησιά του Ειρηνικού, και στην Αυστραλία. Είναι παρούσα σε όλες σχεδόν τις χώρες της λεκάνης της Μεσογείου και περιλαμβάνεται στη χλωρίδα των περισσότερων εξ αυτών [Fici, 2001; Sozzi and Vicente, 2006].

Η κάππαρη διαθέτει αρκετά μεγάλο ριζικό σύστημα, που μπορεί να φθάσει έως και το 65% της συνολικής βιομάζας του φυτού. Φέρει πολυάριθμες διακλαδώσεις με ωοειδή, σαρκώδη φύλλα, που είναι εναλλασσόμενα και μεγάλα λευκά προς ροζ-λευκά άνθη. Τα άνθη είναι πλήρη, αρωματικά, με 4 σέπαλα και 4 πέταλα με πολλούς στήμονες βιολετί χρώματος. Η ανθοφορία διαρκεί από το Μάιο έως τον Ιούλιο [Sozzi, 2001].

## Η καλλιέργεια της κάππαρης

Η κάππαρη πολλαπλασιάζεται με σπόρο ή με μόσχευμα. Παρά το γεγονός ότι το φυτό φύεται σε βραχώδη σημεία, σε σχισμές τοίχων, ενώσεις κράσπεδων και άλλα μέρη που δεν είναι γόνιμα, οι δύο τρόποι πολλαπλασιασμού στην πράξη έχουν πολλές δυσκολίες. Οι σπόροι της κάππαρης έχουν έναν εξωτερικό φλοιό που είναι δύσκολο να διαπεραστεί από το νερό για να βλαστήσει το έμβρυο. Ακόμη κι όταν βλαστήσει ο σπόρος και εκπτυχθεί το φυτό, μετά την τοποθέτηση στην τελική θέση, αναμένεται συνήθως στα 4 φυτά να επιζήσει το ένα. Ο πολλαπλασιασμός με βλαστό που παίρνουμε από το φυτό έχει κι αυτός πολύ λίγες πιθανότητες να είναι επιτυχής ακόμη κι αν φανεί ότι αρχικά έχει πιάσει. Στην Ιταλία και στην Τουρκία παράγονται φυτά κάππαρης. Πιθανόν αυτό να γίνεται με *in vitro* καλλιέργεια ιστών. Η Τουρκία παράγει κάππαρη τουρσί την οποία εξάγει ακόμη και στην Ελλάδα. Καλλιέργεια κάππαρης πραγματοποιείται και στην Κύπρο [Barbera, 1991; Sozzi and Vicente, 2006].

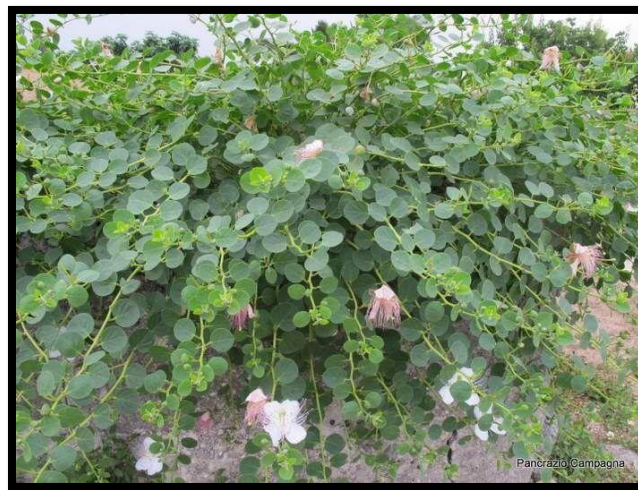
Ο θάμνος της κάππαρης απαιτεί ημίξηρο ή ξηρό κλίμα. Έχει αναπτύξει μια σειρά από μηχανισμούς που μειώνει κατά την καλλιεργητική του περίοδο, τις επιπτώσεις των υψηλών επιπέδων ακτινοβολίας, την υψηλή ημερήσια θερμοκρασία και την ανεπάρκεια του νερού στο έδαφος. Επίσης παρουσιάζει μια περίεργη αντίδραση στις αιφνίδιες αυξήσεις της υγρασίας. Σχηματίζει σε όλη την επιφάνεια του φύλλου θύλακες με σημάδια. Αυτό είναι φαινομενικά ακίνδυνο, καθώς το φυτό προσαρμόζεται γρήγορα στις νέες συνθήκες και παράγει ανεπηρέαστα φύλλα. Δείχνει επίσης τα χαρακτηριστικά ενός φυτού προσαρμοσμένου σε φτωχά εδάφη και η παρουσία μυκόρριζων χρησιμεύει στην μεγιστοποίηση της απορρόφησης των μετάλλων στα φτωχά εδάφη. Διαφορετικά αζωτοδεσμευτικά βακτηριακά στελέχη έχουν απομονωθεί από την ριζόσφαιρα του φυτού, παίζοντας ένα ρόλο στη διατήρηση των υψηλών αποθεμάτων του εν λόγω στοιχείου που περιορίζει την ανάπτυξη. Για σχετικά υψηλό κέρδος, είναι απαραίτητη μια περίοδος



συγκομιδής τουλάχιστον τριών μηνών. Το έντονο φως της ημέρας και μια μακρά περίοδος ανάπτυξης είναι αναγκαία για την εξασφάλιση υψηλών αποδόσεων. Το καλοκαίρι, η κάππαρη δύναται να αντέξει θερμοκρασίες άνω των 40 °C, αλλά κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου, είναι ευαίσθητη στον παγετό. Το φυτό είναι ικανό να επιβιώσει σε χαμηλές θερμοκρασίες υπό ξυλώδη μορφή, όπως συμβαίνει στους πρόποδες των Άλπεων [Barbera, 1991].

## Χρήσεις στο εμπόριο

Η κάππαρη διαθέτει βρώσιμους ανθοφόρους οφθαλμούς που χρησιμοποιούνται συχνά ως καρύκευμα και καρπούς (μούρα κάππαρης), όπου και τα δύο συνήθως καταναλώνονται ως τουρσί ή σε άλμη. Τα καππαρόφυλλα, βρίσκονται δύσκολα εκτός Ελλάδας ή Κύπρου, χρησιμοποιούνται κυρίως σε σαλάτες. Γίνονται τουρσί ή βράζονται και συντηρούνται σε βάζα με άλμη. Η γεύση της είναι πικάντικη και ελαφρώς καυτερή και αυτό οφείλεται στην ύπαρξη του σιναπέλαιου που απελευθερώνεται από τους ιστούς του φυτού. Ο φλοιός της ρίζας χρησιμοποιείται στη θεραπεία διαφόρων παθήσεων όπως αρθρίτιδες, ρευματισμοί και πονόδοντοι. Στην αρχαιότητα πίστευαν ότι το φυτό έχει θεραπευτικές αλλά και μαγικές ιδιότητες.



Εικόνα 20: Φυτό κάππαρης σε ανθοφορία

### 1.9.2. Εντομολογικοί εχθροί και ασθένειες

Από την κατηγορία των Ετεροπτέρων (Heteroptera), παγκοσμίως έχουν καταγραφεί στην κάππαρη, 6 εντομολογικοί εχθροί που ανήκουν στην οικογένεια Pentatomidae: τα είδη *Bagrada hilaris* (Burmeister), *N. viridula*, *Eurydema ventralis*, *Eurydema ornata* (L.), *Holcostethus punctatus* (Lindberg) και *Antheminia lunulata* (Goeze). Όλα αυτά τα είδη είναι πολυφάγα και σπάνια αποτελούν σημαντικό πρόβλημα στην κάππαρη, εκτός από το *B. hilaris*, που είναι ολιγοφάγο είδος, προσβάλλει τα σταυρανθή και αποτελεί κύριο εχθρό της κάππαρης σε πολλά μέρη της Ασίας και της Αφρικής. Ένα ακόμη είδος, το *Eurydema*

*eckerleini*, που θεωρείται ενδημικό στην Κρήτη και την Πελοπόννησο και έχει αναφερθεί και στην Τουρκία [Rider, 2006] είναι μονοφάγο με αποκλειστικό ξενιστή την κάππαρη. Τον Αύγουστο του 2015, εκτεταμένες προσβολές από νύμφες και ακμαία του είδους *E. eckerleini*, παρατηρήθηκαν στο φύλλωμα άγριας κάππαρης στα νησιά της Τήνου και της Σύρου. Τόσο τα ακμαία όσο και οι νύμφες τρέφονταν, μυζώντας τους χυμούς από το παρέγχυμα στα φύλλα και τα μπουμπούκια, δημιουργώντας χλωρωτικά στίγματα (Εικόνες 21, 22, 23) [Simoglou και Dioli, 2017].

Στην κατηγορία των Κολεοπτέρων (Coleoptera), το είδος *Acalles barbarus* (Lucas) (οικ. Curculionidae), προσβάλλει τις ρίζες και κάνει στοές στο ξυλώδες μέρος του φυτού και το είδος *Phyllotreta latevittata* (Kutsch) (οικ. Chrysomelidae), προσβάλλει το φύλλωμα δημιουργώντας οπές. Στα Δίπτερα (Diptera), έχει αναφερθεί το είδος *Capparimyia savastani* (Martelli), που προσβάλλει τα μπουμπούκια και τους καρπούς κάνοντας στοές και παραμορφώσεις. Στα Ομόπτερα (Homoptera) τα πιο σημαντικά είδη που παρατηρήθηκαν ήταν τα: *Bemisia tabaci* (Gennadius) (οικ. Aleyrodidae), *Aspidiotus nerii* (Bouche) (οικ. Diaspididae) και *Planococcus citri* (Risso) (οικ. Pseudococcidae). Τέλος όσον αφορά τα Λεπιδόπτερα (Lepidoptera), οι κυριότεροι εχθροί είναι: το μονοφάγο είδος *Cydia capparidana* (Zel.) της οικογένειας Tortricidae, με μοναδικό ξενιστή την κάππαρη, που προσβάλλει τα νεαρά μπουμπούκια και προκαλεί ξήρανση και παραμόρφωση, καθώς και τα είδη *Pieris brassicae* (L.) και *Pieris rapae* (L.) (οικ. Pieridae), που είναι πολυφάγα και προσβάλλουν το φύλλωμα [Infantino et al., 2007].

Όσον αφορά τις προσβολές από ιούς, έχουν αναφερθεί ιώσεις στην κάππαρη στην περιοχή της Ιταλίας, που μετά από ταυτοποίηση προέκυψαν 3 είδη ιών: Caper Latent Virus (CapLV), Eggplant Mottled Dwarf Virus (EMDV) και Cucumber Mosaic Virus (CMV).

Επίσης έχουν παρατηρηθεί και καταγραφεί μυκητολογικές προσβολές, που ήταν λιγότερο σημαντικές σε σχέση με τις εντομολογικές και τις ιολογικές προσβολές. Διάφορα είδη μυκήτων έχουν ταυτοποιηθεί από καλλιεργούμενη κάππαρη, που επηρεάζουν τις ρίζες και το φύλλωμα, στην Ισπανία. Τα μοσχεύματα κάππαρης, κατά τη δημιουργία νέου ριζικού συστήματος, είναι ιδιαίτερα επιρρεπή σε παθογόνα εδάφους, όπως οι μύκητες του γένους *Fusarium*. Σήψη σε μοσχεύματα κάππαρης από το είδος *Fusarium solani* (Mart.), ήταν πολύ συχνή στο νησί Λινόζα της Ιταλίας [Infantino et al., 2007]. Πολύ συχνές είναι επίσης οι σήψεις σε σπορόφυτα, είτε στο σπορείο είτε μετά τη μεταφύτευση, από μύκητες των γενών *Pythium* sp., *Verticillium* sp. και *Fusarium* sp. στην Ισπανία [Luna Lorente και Vicente Pérez, 1985]. Ακόμη το είδος *Sclerotium rolfsii* (Sacc.) (τέλεια μορφή: *Athelia rolfsii* (Curzi)), είναι το παθογόνο αίτιο της σκληρωτίασης, και απομονώθηκε για πρώτη φορά στην Ιταλία το 2005. Τέλος το είδος *Leveillula taurica* (ατελής μορφή: *Oidiopsis taurica* (Lév.)), που είναι το παθογόνο αίτιο της ασθένειας ωίδιο, απομονώθηκε στην περιοχή της νοτιο-ανατολικής Ανατολίας, στην Τουρκία το 2002 και το 2003 [Kavak, 2004].



Εικόνα 21: Προσβεβλημένο φυτό κάππαρης στο νησί της Τήνου (Simoglou και Dioli, 2017)



Εικόνα 22: Νύμφες του είδους *E. eckerleini* σε φυτό κάππαρης στον πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. (φωτογραφία: Στάθης Πόμμερ)



Εικόνα 23: Ακμαία του είδους *E. eckerleini* σε φυτό κάππαρης στον πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. (φωτογραφία: Στάθης Πόμμερ)

## 1.10. Σκοπός της μελέτης

Στην παγκόσμια βιβλιογραφία, ενώ έχουν πραγματοποιηθεί αναφορές για προσβολές Ετεροπτέρων σε καλλιέργειες μικροκάρπων, όπως το μύρτιλλο (blueberry) (*Vaccinium* sp.) [Wiman *et al.*, 2015] και το βατόμουρο (blackberry) (*Rubus* spp.) [Brennan *et al.*, 2013], δεν υπάρχουν αναφορές μέχρι σήμερα, για προσβολές από Ετερόπτερα στο φυτό γκότζι-μπέρρυ και συνεπώς ούτε για τους τρόπους αντιμετώπισης των συγκεκριμένων εχθρών σε αυτή την καλλιέργεια. Επίσης στην Ελλάδα, δεν υπάρχουν εγκεκριμένα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα για την αντιμετώπιση των Ετεροπτέρων, στην καλλιέργεια γκότζι-μπέρρυ, γεγονός το οποίο αποτελεί μεγάλο πρόβλημα για τους παραγωγούς στη χώρα μας.

Η παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη εκπονήθηκε με σκοπό να καλύψει το επιστημονικό κενό, όσον αφορά τις προσβολές από Ετερόπτερα στο φυτό γκότζι-μπέρρυ και την αξιολόγηση φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων και ουσιών, που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως μέσα για την ολοκληρωμένη καταπολέμηση των Ετεροπτέρων. Πιο αναλυτικά, οι στόχοι του συγκεκριμένου πειράματος ήταν:

- 1) Ο εντοπισμός και ο προσδιορισμός των ειδών Ετεροπτέρων, σε καλλιέργεια γκότζι-μπέρρυ, στο Λέχαιο Κορινθίας.
- 2) Η εκτίμηση της προσβολής από τα Ετερόπτερα, στη συγκεκριμένη καλλιέργεια.
- 3) Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας 6 φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων και ουσιών, για την αντιμετώπιση των Ετεροπτέρων, σε καλλιέργεια γκότζι-μπέρρυ.
- 4) Η εργαστηριακή αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας 7 φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων και ουσιών, για την αντιμετώπιση των Ετεροπτέρων.

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1. Πειράματα αγρού στο Λέχαιο Κορινθίας

Τα πειράματα αγρού πραγματοποιήθηκαν σε βιολογική καλλιέργεια γκότζι-μπέρρυ, στην περιοχή του Λεχαίου στο νομό Κορινθίας. Η συγκεκριμένη καλλιέργεια είχε ηλικία 4 ετών και ήταν εγκατεστημένη σε πρώην αμπελώνα. Η έκταση της καλλιέργειας ήταν 10 στρέμματα στα οποία ήταν εγκατεστημένοι περίπου 2.200 θάμνοι, σε γραμμική διάταξη, με αποστάσεις φύτευσης 1,5 x 2,0 m. Οι φροντίδες που είχε δεχθεί ήταν αφαίρεση των ζιζανίων (μηχανικά ανάμεσα στις γραμμές φύτευσης και χειρονακτικά πάνω στις γραμμές φύτευσης), κλαδέματα μόρφωσης και στη συνέχεια καρποφορίας, προσθήκη βιολογικών σκευασμάτων, βοηθητικών της ανάπτυξης, που περιείχαν οργανική ουσία, και ψεκασμοί για την αντιμετώπιση Ετεροπτέρων, από την περίοδο ανθοφορίας έως και την περίοδο καρποφορίας με πύρεθρο και Neem oil.

#### 2.1.1. Δειγματοληψία και προσδιορισμός των Ετεροπτέρων

Το Μάιο και Ιούνιο του 2017 πραγματοποιήθηκαν 2 δειγματοληψίες κατά τις ημερομηνίες 22.05.2017 και 05.06.2017 στην καλλιέργεια γκότζι-μπέρρυ, κατά τις οποίες συλλέχθηκαν τόσο ακμαία όσο και ατελή στάδια των Ετεροπτέρων που έπλητταν την καλλιέργεια. Η συλλογή πραγματοποιήθηκε ανά δύο σειρές φύτευσης, με τη βοήθεια γυάλινων δοχείων.

Στα Ετερόπτερα που συλλέχθηκαν κατά τις δύο δειγματοληψίες, πραγματοποιήθηκε παρατήρηση στο στερεοσκόπιο και μαζί με τη βοήθεια της συλλογής Ετεροπτέρων του Σ. Δροσσόπουλου και των κλειδών Ετεροπτέρων [Ribes και Pagola-Carte, 2013; Derjanschi και Péricart, 2005; Slater, 1964], προέκυψαν τα εξής 2 είδη: Το είδος *Spilostethus pandurus* (Lygaeidae) (Εικόνα 24, 27) και το είδος *Nezara viridula* (Pentatomidae) (Εικόνες 25, 26).



Εικόνα 24: Ακμαίο *S. pandurus*    Εικόνα 25: Ακμαίο *N. viridula*    Εικόνα 26: Νύμφη *N. viridula*





Εικόνα 27: Ακμαίο *S. randurus* σε φυτό γκότζι-μπέρρου  
(φωτογραφία: Μαρίνα Ανδριολάτου)

### 2.1.2. Πείραμα εκτίμησης ζημιάς και ορισμός κλάδων-μαρτύρων

Στις 05.06.2017, σε μια γραμμή φύτευσης (Σειρά 1B (Εικόνα 30)) επιλέχθηκαν 5 θάμνοι γκότζι-μπέρρου, οι οποίοι δεν ψεκάστηκαν. Από αυτούς τους θάμνους επιλέχθηκε ένας αριθμός κλάδων (20 κλάδοι). Οι κλάδοι αυτοί βρίσκονταν σε ανθοφορία και είχαν μήκος 25-27 cm. Για το πείραμα χρειάστηκαν σακουλάκια από οργάντζα με διαστάσεις 21x26 cm, που σφίγγουν με κορδόνι. Ο μισός αριθμός κλάδων (10 κλάδοι) περικλείστηκε σε σακουλάκια από οργάντζα, έτσι ώστε να μείνουν ανέπαφοι από προσβολές (αρνητικοί μάρτυρες) (Εικόνες 28, 29). Ο άλλος μισός αριθμός κλάδων (10 κλάδοι) περικλείστηκε σε σακουλάκια από οργάντζα μαζί με ένα Ετερόπτερο και αποτέλεσε τους θετικούς μάρτυρες (5 κλάδοι με ακμαία *S. randurus* και 5 κλάδοι με ακμαία *N. viridula*). Το φύλο των Ετεροπτέρων ήταν τυχαίο και η ηλικία επίσης τυχαία, καθώς τα άτομα που συλλέχθηκαν τύγχανε να είναι όλα ακμαία.

Οι κλάδοι αυτοί αφέθηκαν ως έχουν, έως τις 06.09.2017, όπου πραγματοποιήθηκαν οι παρατηρήσεις και οι μετρήσεις. Μετρήθηκε ο αριθμός καρπών ανά κλάδο και το νωπό και ξηρό βάρος των καρπών. Ο αριθμός καρπών των μαρτύρων συγκρίθηκε με τον αντίστοιχο στους θάμνους που ψεκάστηκαν. Για την εκτίμηση της ζημιάς συγκρίθηκε το ξηρό και νωπό βάρος των θετικών με το αντίστοιχο των αρνητικών μαρτύρων. Το νωπό και το ξηρό βάρος καρπών ανά κλάδο, μετρήθηκε ως εξής: Από κάθε κλάδο αποκόπηκαν οι καρποί και τοποθετήθηκαν σε γυάλινα τρυβλία. Ακολούθησε η ζύγιση τους σε ζυγό ακριβείας (Sartorius PT210-000V1 Portable), για τον υπολογισμό του νωπού βάρους τους. Στη συνέχεια τα τρυβλία με τους καρπούς τοποθετήθηκαν σε ξηραντήρα με σταθερή

θερμοκρασία στους 50°C, για 5 ημέρες. Μετά το πέρας των 5 ημερών, μετρήθηκε στο ζυγό ακριβείας το ξηρό τους βάρος.



Εικόνα 28: Τοποθέτηση σακούλας στους κλάδους-μάρτυρες



Εικόνα 29: Σειρά 1B με τους μάρτυρες (φωτογραφία: Μαρίνα Ανδριολάτου)

### 2.1.3. Πείραμα αποτελεσματικότητας ψεκασμών

Ο πρώτος ψεκασμός πραγματοποιήθηκε στις 05.06.2017 και ακολούθησαν ψεκασμοί ανά 10 ημέρες έως και τον τελευταίο ψεκασμό, στις 26.09.2017. Εφαρμόστηκαν 6 επεμβάσεις (4 σκευάσματα και 2 συνδυασμοί σκευασμάτων), που είναι τα εξής: εκχύλισμα από το φυτό *Melia azedarach*, Neem oil, η δραστική ουσία spinosad (εμπορική ονομασία Laser®480SC), το μικροβιακό σκεύασμα Metab® και οι συνδυασμοί σκευασμάτων Adimel®-Triac®, Belos®-Contra®, σε δόσεις που αναλύονται στην παράγραφο 2.4. Οι ψεκασμοί πραγματοποιήθηκαν χειρωνακτικά, με ψεκαστήρα ώμου προπιέσεως. Για όλους τους ψεκασμούς χρησιμοποιήθηκε ο ίδιος ψεκαστήρας και μετά από την εφαρμογή του κάθε σκευάσματος, το περιεχόμενο του ψεκαστήρα αδειάζοταν σε χέρσο έδαφος και ακολουθούσε έκπλυση του ψεκαστήρα και ψεκασμός με νερό βρύσης και έπειτα εκ νέου χρησιμοποίηση για τον επόμενο ψεκασμό.

Για την αποφυγή σφάλματος λόγω 'μόλυνσης' των θάμνων των επεμβάσεων που συνόρευαν, με το σκεύασμα της επέμβασης που εφαρμοζόταν στους γειτονικούς θάμνους, οι ψεκασμοί πραγματοποιούνταν πάντα σε συνθήκες νηνεμίας και με φορά του ακροφυσίου του ψεκαστήρα, προς τους θάμνους της ίδιας επέμβασης.

Για να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των σκευασμάτων, συγκρίθηκε ο αριθμός καρπών ανά κλάδο στους ψεκασμένους θάμνους, με τον αριθμό καρπών ανά κλάδο στους

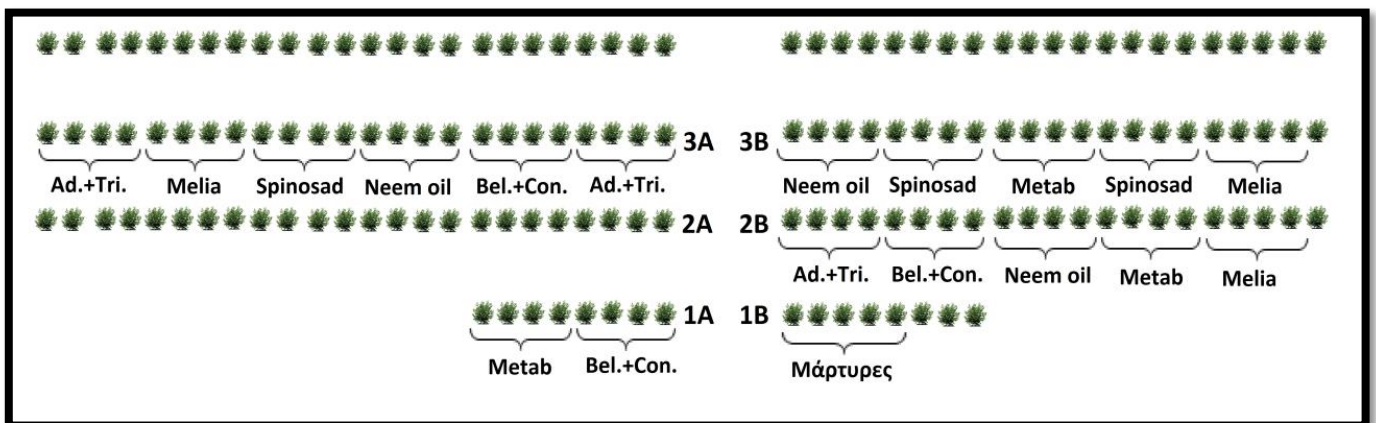
αρνητικούς και θετικούς μάρτυρες. Πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις στις 06.09.2017 και στις 11.10.2017.

Για τα πειράματα αγρού, οι επεμβάσεις ήταν 6 συνολικά:

- Εκχύλισμα από *M. azedarach*
- Εκχύλισμα από *A. indica* (Neem oil)
- Spinosad
- Μίγμα Adimel® και Triac®
- Μίγμα Belos® και Contra®
- Metab®

Στην καλλιέργεια γκότζι-μπέρρου, μας παραχωρήθηκαν 5 γραμμές φύτευσης (εκ των οποίων η μία είχε τους θάμνους-μάρτυρες (Σειρά 1B)). Για την κάθε επέμβαση, επιλέχθηκαν 3 ομάδες (επαναλήψεις) των 4 θάμνων, οι οποίες ήταν κατανεμημένες τυχαία μέσα στις 4 γραμμές φύτευσης (Σειρές 2A, 3A, 2B, και 3B). Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε, ήταν το εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο (Εικόνα 30). Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 10 ψεκασμοί ανά 10 ημέρες, από τις 05.06.2017 έως τις 26.09.2017.

Το Σεπτέμβριο (06.09.2017), από τους 12 θάμνους ανά επέμβαση, επιλέχθηκαν τυχαία 5 θάμνοι, και από αυτούς επιλέχθηκαν επίσης τυχαία, 5 κλάδοι ανά θάμνο, περίπου ίδιου μήκους (25-27 cm). Στους επιλεγμένους κλάδους, μετρήθηκε ο αριθμός καρπών ανά κλάδο. Τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με τους μάρτυρες. Πραγματοποιήθηκε άλλη μια επανάληψη της μέτρησης, τον Οκτώβριο (11.10.2017), όπου η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε κατά τον ίδιο τρόπο με την προηγούμενη.



Εικόνα 30: Σχεδιάγραμμα πειράματος στον αγρό (απόσταση μεταξύ των φυτών επί της γραμμής φύτευσης: 1,5 m και μεταξύ των γραμμών φύτευσης: 2 m)



## 2.2. Πείραμα στο εργαστήριο με τρυβλία

Τα Ετερόπτερα που χρησιμοποιήθηκαν για τις βιοδοκιμές ήταν άτομα (νύμφες 5<sup>ης</sup> ηλικίας και ακμαία) του είδους *Eurydema eckerleini*, τα οποία τρέφονταν πάνω σε κάππαρη στον πειραματικό αγρό του εργαστηρίου Γεωργίας του Γ.Π.Α. και το Δενδροκομείο του Γ.Π.Α., καθώς και άτομα (ακμαία) *Pyrrhocoris apterus* που τρέφονταν πάνω σε μολόχα και κάππαρη στον πειραματικό αγρό του εργαστηρίου Γεωργίας του Γ.Π.Α. Τα άτομα του είδους *E. eckerleini* συλλέχθηκαν στις 05.09.2017 και 25.09.2017, ενώ τα άτομα του είδους *P. apterus* συλλέχθηκαν στις 11.07.2018, 16.07.2018 και 17.08.2018. Τα έντομα συλλέχθηκαν χειρονακτικά και τοποθετήθηκαν σε γυάλινα δοχεία πωματισμένα με τούλι, για να μεταφερθούν στο εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας. Ως τροφή χρησιμοποιήθηκαν φύλλα κάππαρης (για το *E. eckerleini*) και μολόχας και κάππαρης (*P. apterus*). Τα σκευάσματα που εφαρμόστηκαν ήταν τα ίδια 6 με αυτά του πειράματος αγρού και στις ίδιες δόσεις, αλλά στην περίπτωση του είδους *P. apterus* εφαρμόστηκε και φυσικό πύρεθρο (εμπορική ονομασία ΒΙΟΡΥΛ®) στη δόση του 1 mL/L. Το πύρεθρο συμπεριλήφθηκε, καθώς ήδη χρησιμοποιείται ως εντομοκτόνο ευρέος φάσματος και θεωρήθηκε σκόπιμο να αξιολογηθεί η δράση του και στα Ετερόπτερα.

Το Σεπτέμβριο του 2017 πραγματοποιήθηκαν βιοδοκιμές σε τρυβλία, στο είδος *E. eckerleini* (Εικόνα 31) και τον Ιούλιο και Αύγουστο του 2018 πραγματοποιήθηκαν βιοδοκιμές σε τρυβλία, στο είδος *P. apterus* (Εικόνα 32, 34, 35).

Σε τρυβλία Petri διαμέτρου 92 mm τοποθετήθηκε βαμβάκι το οποίο στη συνέχεια διαβράχθηκε με νερό βρύσης. Πάνω στο βαμβάκι τοποθετήθηκε τεμάχιο φύλλου κάππαρης στα πειράματα με το είδος *E. eckerleini*, και τεμάχια κάππαρης και μολόχας στα πειράματα με το είδος *P. apterus*. Στην επιφάνεια του φύλλου αφέθηκαν 5 νύμφες (5<sup>ης</sup> ηλικίας) και ακμαία του *E. eckerleini* μαζί, στην πρώτη περίπτωση, και 5 ακμαία του *P. apterus*, στη δεύτερη περίπτωση. Ακολούθησε ψεκασμός με πλήρη διαβροχή, τόσο του φύλλου όσο και των εντόμων εντός των τρυβλίων. Οι επεμβάσεις που αφορούσαν τους μάρτυρες ψεκάστηκαν με νερό βρύσης. Οι ψεκασμοί πραγματοποιήθηκαν με γυάλινα μπουκάλια αρωματοποίησης, χωρητικότητας 100 mL, με ακροφύσιο (βαποριζατέρ). Τα τρυβλία πωματίστηκαν με καπάκι με τούλι και αφέθηκαν σε συνθήκες δωματίου. Κάθε επέμβαση περιελάμβανε 5 επαναλήψεις χρησιμοποιώντας 5 τρυβλία (Εικόνα 33). Μετρήσεις της θνησιμότητας έγιναν στις 24, 48, 72, 96 και 120 ώρες από την εφαρμογή των επεμβάσεων. Άτομα τα οποία δεν κινούνταν όταν σπρώχνονταν με την βελόνα, θεωρήθηκαν νεκρά. Κατά τη στιγμή της μέτρησης σε όσα τρυβλία είχε καταναλωθεί το φύλλο από τα έντομα, προστέθηκε νέο τεμάχιο φύλλου χωρίς να ψεκαστεί.



Εικόνα 31: Άτομα του είδους *E. eckerleini*, που συλλέχθηκαν από τον αγρό του Γ.Π.Α. (φωτογραφία: Μαρίνα Ανδριολάτου)



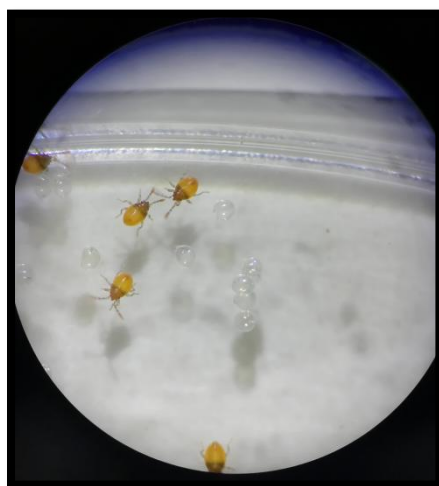
Εικόνα 32: Συλλογή σε γυάλινο δοχείο, ακμαίων του είδους *P. arterus*, από τον αγρό του Γ.Π.Α. (φωτογραφία: Μαρίνα Ανδριολάτου)



Εικόνα 33: Δίσκοι με 8 επεμβάσεις (7 σκευάσματα και μάρτυρας) επί 5 επαναλήψεις (τρυβλία) (φωτογραφία: Μαρίνα Ανδριολάτου)



Εικόνα 34: Ακμαία *P. apterus* κατά τη σύζευξη, σε τρυβλίο  
(φωτογραφία: Μαρίνα Ανδριολάτου)



Εικόνα 35: Νύμφες 1<sup>ου</sup> σταδίου του είδους *P. apterus*, σε τρυβλίο  
(φωτογραφία: Μαρίνα Ανδριολάτου)

### 2.3. Εκχυλίσματα φυτών

Το εκχύλισμα από το φυτό *Melia azedarach* παρασκευάστηκε από την εταιρεία Arivita με την μέθοδο της διαβροχής. Το φυτικό μέρος, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή του εκχυλίσματος ήταν κίτρινοι καρποί από το φυτό. Φυτικός ιστός 10% w/w τοποθετήθηκε σε σύστημα γλυκερίνης/νερού με 1% microcare SB (potassium sorbate + sodium benzoate) ως συντηρητικό και 0,4% κιτρικό οξύ ως μέσο όξυνσης. Η διαβροχή διήρκεσε 14 μέρες και στη συνέχεια έγινε διήθηση από σακόφιλτρα των 25 μm.

Το εκχύλισμα από το φυτό *Azadirachta indica* (Neem oil), μας παραχωρήθηκε ως φυτοπροστατευτικό σκεύασμα (Neemser®, εταιρία: Servalesa) από το Γεωπόνο και παραγωγό της καλλιέργειας γκότζι-μπέρρου, κύριο Δημήτρη Μητσόπουλο. Το φυτικό μέρος, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή του εκχυλίσματος ήταν οι καρποί από το φυτό.

#### 2.4. Σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν και δόσεις

Το φυτικό εκχύλισμα από *Melia azedarach* εφαρμόστηκε στη δόση των 5 mL/L, ενώ το φυτικό εκχύλισμα από *Azadirachta indica* εφαρμόστηκε στη δόση των 8 mL/L. Η βιολογική δραστική ουσία spinosad (φυτοπροστατευτικό σκεύασμα Laser®480SC, εταιρία: ΕΛΑΝΚΟ ΕΛΛΑΣ) εφαρμόστηκε στη δόση των 0,2 mL/L. Το μικροβιακό σκεύασμα με τους μύκητες *Metarhizium anisopliae* και *Beauveria bassiana*, με την εμπορική ονομασία Metab® (εταιρία: Microspore Hellas), εφαρμόστηκε στη δόση των 2 mL/L (πυκνότητα κονιδίων περίπου  $10^{10}$  CFU/mL), αφού είχε προηγηθεί προζύμωση με μαγιά (στη δόση των 2 mL/L) για 3 ώρες. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν 2 διαφορετικά μίγματα ουσιών, βοηθητικών της ανάπτυξης του φυτού με πιθανή απωθητική δράση κατά των εντόμων. Το πρώτο μίγμα αποτελείτο από τα φυσικά σκευάσματα Adimel® (φυτικό μίγμα με ψευδάργυρο, εταιρία: Servalesa) στη δόση των 3 mL/L και Triac® (φυτικό μίγμα με ψευδάργυρο, εταιρία: Servalesa) στη δόση των 3 mL/L, σε αναλογία 1:1 (Εικόνα 36). Το δεύτερο μίγμα αποτελείτο από τα βιολογικά σκευάσματα Belos®(φυτικό μίγμα με εκχυλίσματα φυτών και οργανική ουσία, εταιρία: ΓΕΩ.ΛΙ.Χ Ε.Π.Ε.) στη δόση των 2 mL/L και Contra®( φυτικό μίγμα με εκχυλίσματα φυτών και οργανική ουσία, εταιρία: ΓΕΩ.ΛΙ.Χ Ε.Π.Ε.) στη δόση των 2 mL/L, σε αναλογία 1:1 (Εικόνα 37). Όλοι οι ψεκασμοί στον αγρό πραγματοποιήθηκαν με ψεκαστήρα προπιέσεως GLORIA PRIMA 8, με χωρητικότητα 8 L (Εικόνες 36, 37).

Για τις βιοδοκιμές στα τρυβλία, για το ένα εκ των δύο ειδών εντόμων, προστέθηκε και άλλη μία επέμβαση με φυσικό πύρεθρο (εμπορική ονομασία ΒΙΟΡΥΛ®, εταιρία: ΒΙΟΡΥΛ Α.Ε.) στη δόση του 1 mL/L.

Οι δόσεις που εφαρμόστηκαν για όλα τα παραπάνω σκευάσματα πλην των 2 φυτικών εκχυλισμάτων, ήταν οι αναγραφόμενες δοσολογίες από την παρασκευάστρια εταιρία, στην ετικέτα της εμπορικής συσκευασίας. Στα φυτικά εκχυλίσματα, ενισχύθηκε ελαφρώς η δόση.



Εικόνα 36: Τα σκευάσματα Adimel® και Triac®



Εικόνα 37: Τα σκευάσματα Belos® και Contra®

## 2.5. Στατιστική ανάλυση

Για τα αριθμητικά δεδομένα που συλλέχθηκαν έγινε ανάλυση της διασποράς (ANOVA), ύστερα από μετατροπή τους σε τοξημίτονο [ $y = \arcsin(\text{square root}(x))$ ], για επίπεδο σημαντικότητας 5% ( $\alpha=0,05$ ) [Miller, 1978]. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν πολλαπλές συγκρίσεις, χρησιμοποιώντας το κριτήριο Tukey HSD. Για όλα τα παραπάνω χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό MS Excel και JMP 14 (SAS Institute Inc. 2018).

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1. Αποτελέσματα πειραμάτων αγρού

##### 3.1.1. Αποτελέσματα δειγματοληψίας και προσδιορισμού των Ετεροπτέρων

Από τις δύο δειγματοληψίες που διενεργήθηκαν στην καλλιέργεια γκότζι-μπέρρυ, και έπειτα από την παρατήρηση στο στερεοσκόπιο, τη βοήθεια της εντομολογικής συλλογής του Σ. Δροσόπουλου και των κλειδών για τα Ετερόπτερα, προέκυψαν τα εξής 2 είδη: Το είδος *Spilostethus pandurus* (Lygaeidae) και το είδος *Nezara viridula* (Pentatomidae).

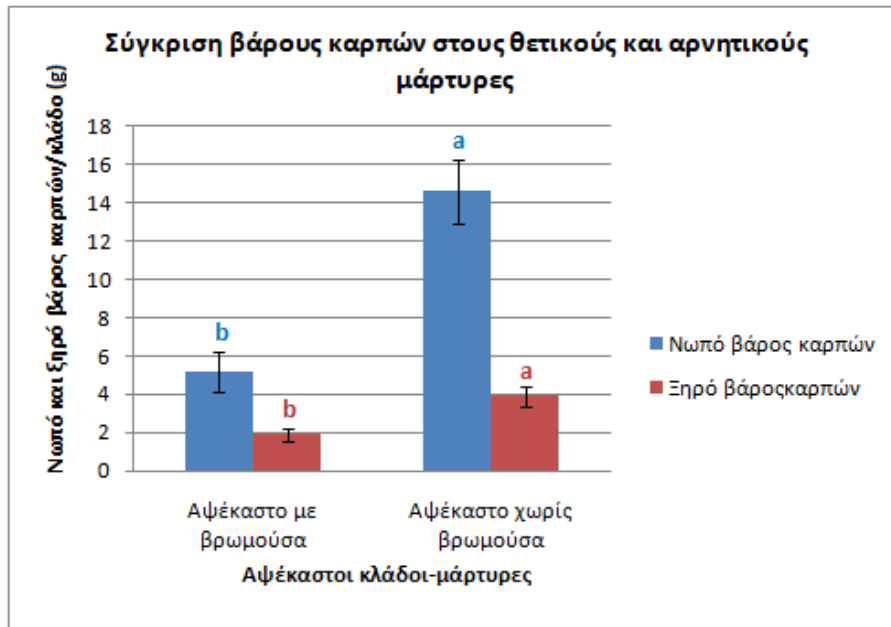
##### 3.1.2. Αποτελέσματα πειράματος εκτίμησης ζημιάς

Στους απέκαστους κλάδους που επιλέχθηκαν ως θετικοί (με Ετερόπτερο) και αρνητικοί (χωρίς Ετερόπτερο) μάρτυρες, πραγματοποιήθηκε μέτρηση του αριθμού των καρπών καθώς και σύγκριση του νωπού και ξηρού τους βάρους, για την απόκτηση μιας πιο σαφούς εκτίμησης της έκτασης της προσβολής και τη σύγκρισή τους με τους ψεκασμένους κλάδους. Ο αριθμός καρπών ανά κλάδο στους μάρτυρες, συγκρίθηκε με τον αριθμό καρπών ανά κλάδο στους ψεκασμένους θάμνους (Διάγραμμα 2). Η εικόνα των απρόσβλητων και προσβεβλημένων κλάδων (Εικόνα 38) προϋπέθετε για τη διαφορά στο νωπό και ξηρό βάρος των καρπών που έφεραν. Στο Διάγραμμα 1 φαίνεται η διαφορά μεταξύ του νωπού βάρους των καρπών από τους απρόσβλητους και προσβεβλημένους κλάδους, που είναι εμφανής και οπτικά (Εικόνα 39). Κατ' αναλογία υπάρχει διαφορά και μεταξύ του ξηρού βάρους των καρπών από τους απρόσβλητους και προσβεβλημένους κλάδους. Τόσο τα νωπά όσο και τα ξηρά βάρη διαφέρουν στατιστικά στους δύο μάρτυρες. Πιο αναλυτικά στους θετικούς μάρτυρες το μέσο νωπό βάρος καρπών ήταν  $5,2 \pm 1,02$  g, ενώ στους αρνητικούς  $14,6 \pm 1,69$  g. Στους θετικούς μάρτυρες το μέσο ξηρό βάρος καρπών ήταν  $1,9 \pm 0,31$  g, ενώ στους αρνητικούς  $3,9 \pm 0,50$  g.

Όσον αφορά την εικόνα των θετικών μαρτύρων (προσβεβλημένων κλάδων), επειδή οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν Σεπτέμβριο, οι κλάδοι έφεραν μόνο καρπούς και προσβεβλημένα άνθη και ανθοφόρους οφθαλμούς που δεν προχώρησαν σε καρπόδεση. Οι περισσότεροι καρποί πάνω στον κλάδο ήταν παραμορφωμένοι με βαθουλώματα και αυτοί που είχαν προσβληθεί σε νεαρό στάδιο έμοιαζαν αφυδατωμένοι, καθώς επίσης υπήρχε και το φαινόμενο της καρπόπτωσης. Ακόμη, υπήρχαν προσβολές και σε άνθη και ανθοφόρους οφθαλμούς, γεγονός που σε συνδυασμό με την καρπόπτωση, συντέλεσε στο μειωμένο αριθμό καρπών/κλάδο συγκριτικά με τους απρόσβλητους κλάδους. Από τα παραπάνω παρατηρήθηκε ότι τα Ετερόπτερα τρέφονταν κυρίως από αναπαραγωγικά όργανα (ανθοφόρους οφθαλμούς, άνθη και καρπούς). Ωστόσο παρατηρήθηκαν και φύλλα με χλωρωτικά στίγματα, αλλά σε πολύ μικρό αριθμό.

Σχετικά με τα Ετερόπτερα που είχαν τοποθετηθεί μέσα στα πουγκιά οργάντζας, στους θετικούς μάρτυρες, στους 5 κλάδους με το 1 ακμαίο *S. pandurus* ανά κλάδο τα 3 ακμαία ήταν νεκρά και δεν υπήρχαν απόγονοι και τα άλλα 2 ακμαία ήταν επίσης νεκρά ωστόσο είχαν ωοτοκήσει και στα πουγκιά υπήρχαν νύμφες. Στους υπόλοιπους 5 κλάδους με το 1 ακμαίο *N. viridula* ανά κλάδο, τα 2 ακμαία ήταν νεκρά και δεν υπήρχαν απόγονοι, το 1

ακμαίο ήταν ζωντανό και δεν υπήρχαν απόγονοι, και τα άλλα 2 ακμαία ήταν νεκρά και είχαν ωτοκήσει και στα πουγκιά υπήρχαν νύμφες.



Διάγραμμα 1: Σύγκριση των μ.ο. νωπού και ξηρού βάρους (σε g)  $\pm$  το τυπικό σφάλμα, στους θετικούς και αρνητικούς μάρτυρες. Στήλες του ίδιου χρώματος που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά.





Εικόνα 38: Δεξιά: προσβεβλημένος κλάδος (θετικός μάρτυρας), αριστερά: απρόσβλητος κλάδος (αρνητικός μάρτυρας) (φωτογραφία: Μαρίνα Ανδριολάτου)



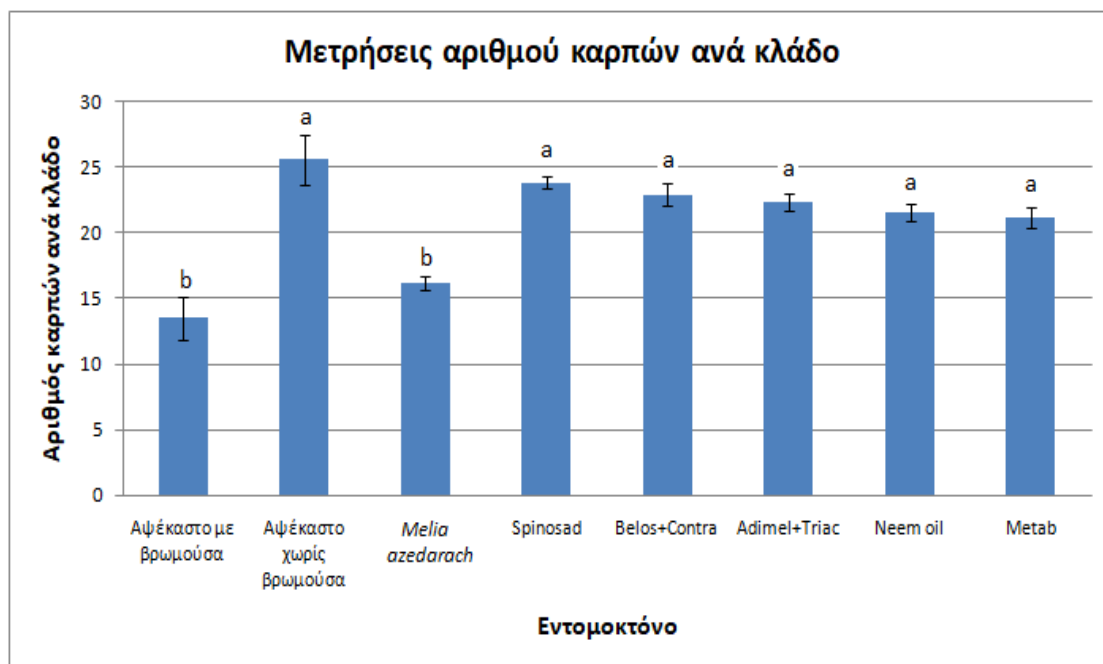
Εικόνα 39: Νωποί καρποί των θετικών μαρτύρων (αριστερά) και των αρνητικών μαρτύρων (δεξιά) (φωτογραφία: Μαρίνα Ανδριολάτου)

### 3.1.3. Αποτελέσματα αποτελεσματικότητας ψεκασμών

Για κάθε επέμβαση (εντομοκτόνο), μετρήθηκε ο αριθμός των καρπών ανά κλάδο, για 25 κλάδους (από 5 θάμνους ανά επέμβαση, συλλέχθηκαν 5 κλάδοι ανά θάμνο) και συγκρίθηκε με τον αριθμό καρπών στους αψέκαστους κλάδους. Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ( $F=17,269$   $dF=7,339$   $P<0.0001$ ). Όλες οι επεμβάσεις εκτός από μία, είχαν μεγάλη διαφορά στον αριθμό καρπών, σε σχέση με το θετικό μάρτυρα (αψέκαστο με βρωμούσα) και ως εκ τούτου διέφεραν στατιστικά με αυτόν και επίσης δε διέφεραν στατιστικά με τον αρνητικό μάρτυρα (αψέκαστο χωρίς βρωμούσα) ( $25,6 \pm 1,94$ ). Μοναδική εξαίρεση αποτελεί η επέμβαση με το *M. azedarach* ( $16,16 \pm 0,53$ ), που δε διέφερε στατιστικά με το θετικό μάρτυρα ( $13,5 \pm 1,61$ ), αλλά διέφερε στατιστικά με τον αρνητικό μάρτυρα. Το μεγαλύτερο αριθμό καρπών ανά κλάδο παρουσίασε το spinosad ( $23,86 \pm 0,51$ ). Ακολούθησε το Belos-Contra ( $22,96 \pm 0,80$ ) και στη συνέχεια το Adimel-Triac ( $22,34 \pm 0,69$ ), το Neem oil ( $21,56 \pm 0,63$ ) και το Metab ( $21,18 \pm$



0,76). Το μικρότερο αριθμό καρπών ανά κλάδο παρουσίασε το *M. azedarach* ( $16,16 \pm 0,53$ ) (Διάγραμμα 2).

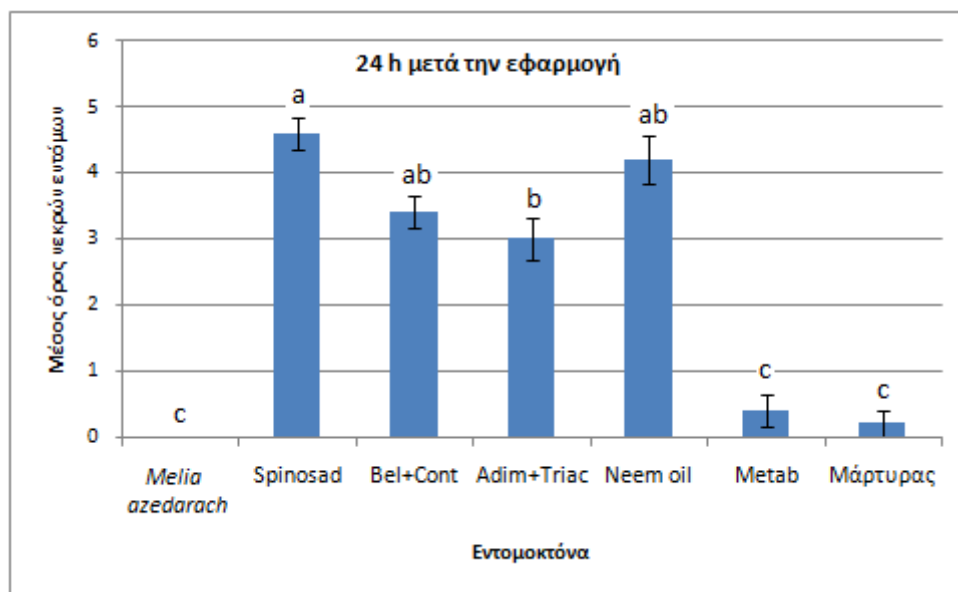


Διάγραμμα 2: Μέσος όρος αριθμού καρπών ανά κλάδο, στους ψεκασμένους κλάδους και στους μάρτυρες. Στήλες του ίδιου χρώματος που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά.

### 3.2. Αποτελέσματα βιοδοκιμών σε τρυβλία

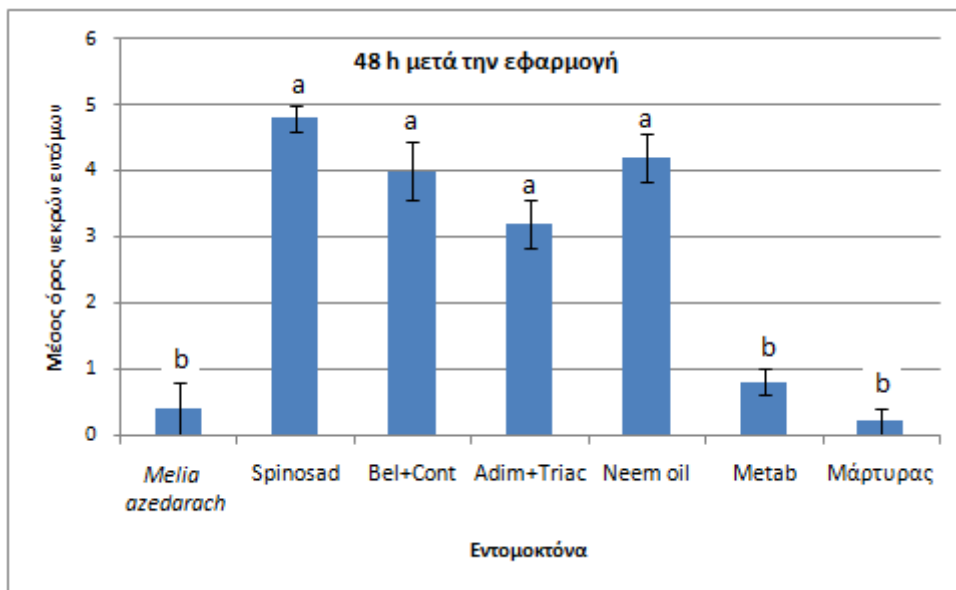
#### Αποτελέσματα βιοδοκιμών στο είδος *E. eckerleini*

Στις 24 ώρες από την εφαρμογή των ουσιών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ( $F=70,96$   $dF=6,34$   $P<0.0001$ ). Οι 4 από τις 6 επεμβάσεις είχαν αυξημένη θνησιμότητα σε σχέση με τον μάρτυρα και ως εκ τούτου διέφεραν στατιστικά με αυτόν. Οι υπόλοιπες 2 επεμβάσεις (*M. azedarach* και Metab) εμφάνισαν χαμηλή θνησιμότητα και δε διέφεραν στατιστικά με το μάρτυρα. Την υψηλότερη θνησιμότητα έδωσε η δραστική ουσία spinosad ( $92 \pm 4,9\%$ ), ακολούθησε το Neem oil με ποσοστό θνησιμότητας  $84 \pm 7,48\%$ , το οποίο δε διέφερε στατιστικά με το Belos-Contra ( $68 \pm 4,9\%$ ) και ακολούθως τα Adimel-Triac ( $60 \pm 6,32\%$ ) και Metab ( $8 \pm 4,9\%$ ). Το *M. azedarach* παρουσίαζε τη χαμηλότερη θνησιμότητα ( $0 \pm 0\%$ ) (Διάγραμμα 3).



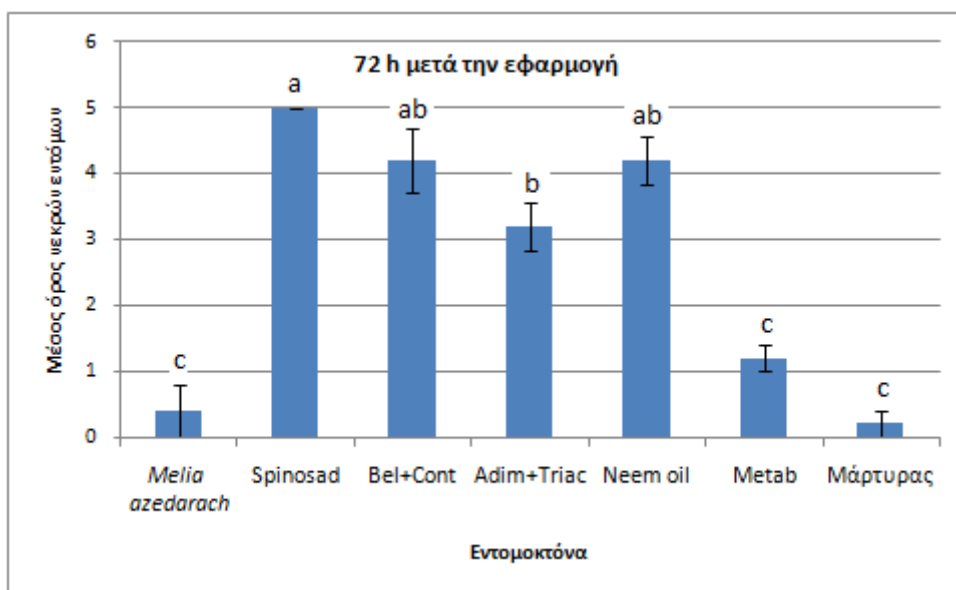
Διάγραμμα 3: Μέσος όρος νεκρών ατόμων στις 24 ώρες μετά την εφαρμογή. Στήλες του ίδιου χρώματος που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά.

Στις 48 ώρες μετά την εφαρμογή των ουσιών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ( $F=38,29$   $dF=6,34$   $P<0.0001$ ). Οι 4 επεμβάσεις είχαν αυξημένη θνησιμότητα σε σχέση με τον μάρτυρα και ως εκ τούτου διέφεραν στατιστικά με αυτόν. Την υψηλότερη θνησιμότητα έδωσε το spinosad ( $96 \pm 4\%$ ), που δε διέφερε στατιστικά με το Neem oil, το οποίο ακολούθησε 2<sup>ο</sup> με ποσοστό θνησιμότητας  $84 \pm 7,48\%$  και το Belos-Contra ( $80 \pm 8,94\%$ ) και το Adimel-Triac ( $64 \pm 7,48\%$ ). Χαμηλότερη θνησιμότητα με στατιστική διαφορά παρουσίασε το Metab ( $16 \pm 4\%$ ) που δε διέφερε στατιστικά με το *M. azedarach* που παρουσίασε τη χαμηλότερη θνησιμότητα ( $8 \pm 8\%$ ). (Διάγραμμα 4).



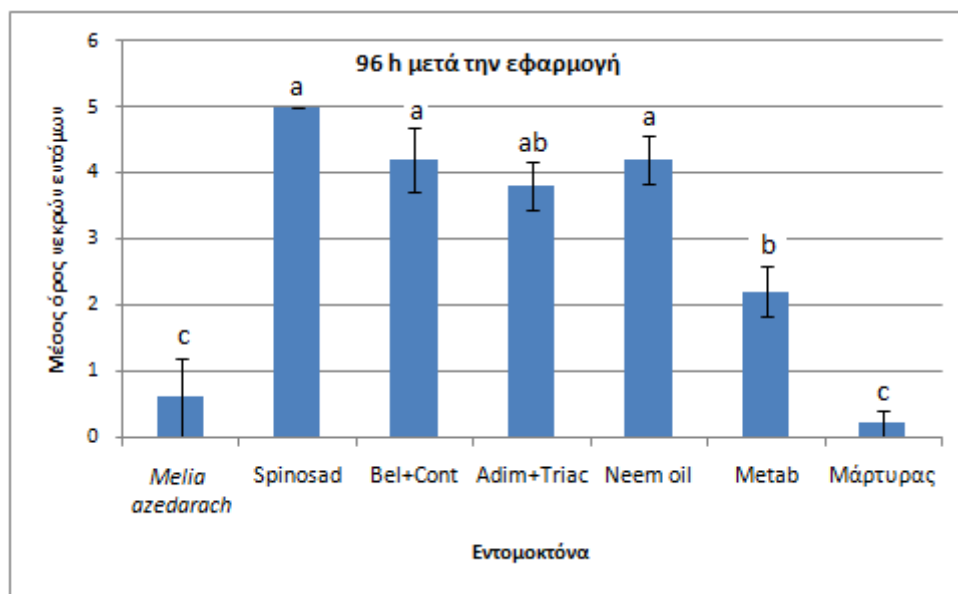
Διάγραμμα 4: Μέσος όρος νεκρών ατόμων στις 48 ώρες μετά την εφαρμογή. Στήλες του ίδιου χρώματος που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά.

Στις 72 ώρες από την εφαρμογή των ουσιών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ( $F=38,77$   $dF=6,28$   $P<0.0001$ ). Το spinosad συνέχιζε να παρουσιάζει την υψηλότερη θνησιμότητα ( $100 \pm 0\%$ ) και διέφερε στατιστικά από τις υπόλοιπες επεμβάσεις και το μάρτυρα. Ακολούθησαν τα Neem oil ( $84 \pm 7,48\%$ ) και Belos-Contra ( $84 \pm 9,8\%$ ) με το ίδιο ποσοστό θνησιμότητας, που δε διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους. Χαμηλότερη θνησιμότητα παρουσίασε το Adimel-Triac ( $64 \pm 7,48\%$ ). Και τέλος τα Metab ( $24 \pm 4\%$ ) και *M. azedarach* ( $8 \pm 8\%$ ), που δε διέφεραν στατιστικά με το μάρτυρα (Διάγραμμα 5).



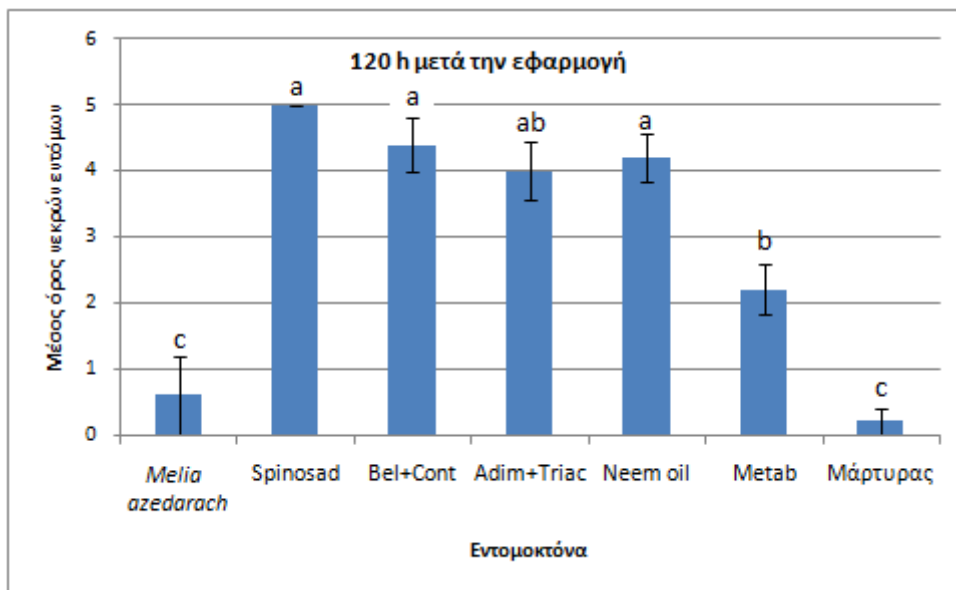
Διάγραμμα 5: Μέσος όρος νεκρών ατόμων στις 72 ώρες μετά την εφαρμογή. Στήλες του ίδιου χρώματος που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά.

Στις 96 ώρες από την εφαρμογή των ουσιών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ( $F=25,16$   $dF=6,34$   $P<0.0001$ ). Όλες οι επεμβάσεις είχαν αυξημένη θνησιμότητα σε σχέση με τον μάρτυρα και ως εκ τούτου διέφεραν στατιστικά με αυτόν, εκτός από το *M. azedarach* ( $12 \pm 12\%$ ), που παρουσίασε τη χαμηλότερη θνησιμότητα δε διέφερε στατιστικά με το μάρτυρα. Το spinosad ( $100 \pm 0\%$ ) είχε την υψηλότερη θνησιμότητα και ακολούθησαν τα Neem oil ( $84 \pm 7,48\%$ ) και Belos-Contra ( $84 \pm 9,79\%$ ). Στατιστική διαφορά με τις 3 προηγούμενες επεμβάσεις είχε το Adimel-Triac ( $76 \pm 7,48\%$ ) καθώς και το Metab με εμφανώς χαμηλότερη θνησιμότητα ( $44 \pm 7,48\%$ ) (Διάγραμμα 6).



Διάγραμμα 6: Μέσος όρος νεκρών ατόμων στις 96 ώρες από την εφαρμογή. Στήλες του ίδιου χρώματος που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά.

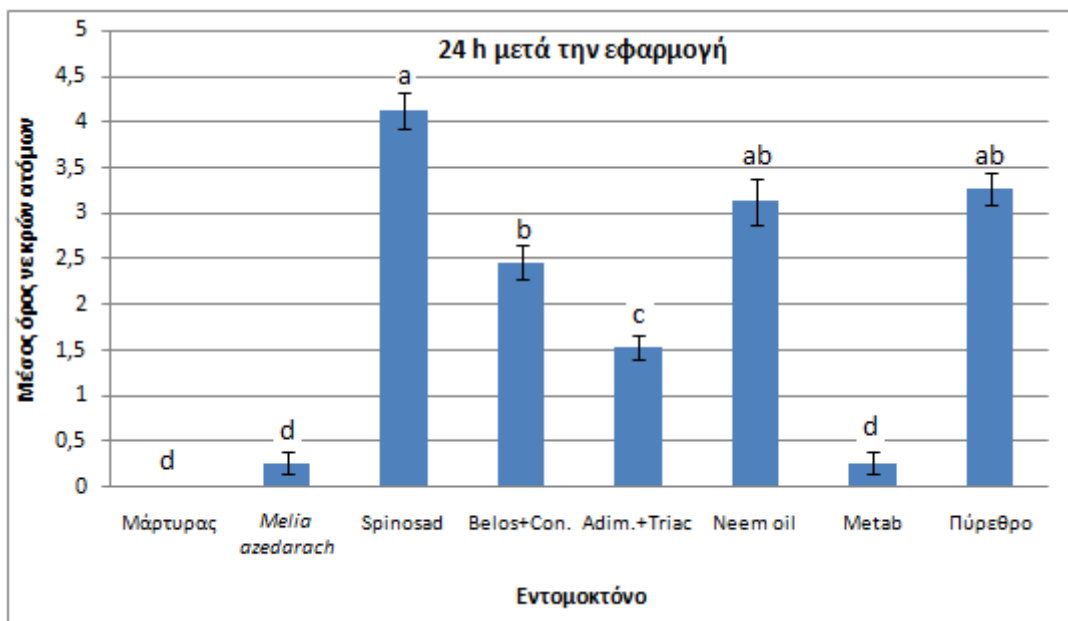
Στις 120 ώρες από την εφαρμογή των ουσιών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ( $F=24,83$   $dF=6,34$   $P<0.0001$ ). Όλες οι επεμβάσεις είχαν αυξημένη θνησιμότητα σε σχέση με τον μάρτυρα και ως εκ τούτου διέφεραν στατιστικά με αυτόν, εκτός από το *M. azedarach* ( $12 \pm 12\%$ ), που παρουσίασε τη χαμηλότερη θνησιμότητα και δε διέφερε στατιστικά με το μάρτυρα. Την υψηλότερη θνησιμότητα παρουσίασε το spinosad ( $100 \pm 0\%$ ). Δεύτερο ακολούθησε το Belos-Contra ( $88 \pm 8\%$ ) και αμέσως μετά το Neem oil ( $84 \pm 7,48\%$ ). Το Adimel-Triac ( $80 \pm 8,94\%$ ) διέφερε στατιστικά από τα προηγούμενα, και ακολούθησε το Metab ( $44 \pm 7,48\%$ ) με ακόμη χαμηλότερη θνησιμότητα και στατιστική διαφορά από τις υπόλοιπες επεμβάσεις (Διάγραμμα 7).



Διάγραμμα 7: Μέσος όρος νεκρών ατόμων στις 120 ώρες από την εφαρμογή. Στήλες του ίδιου χρώματος που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά.

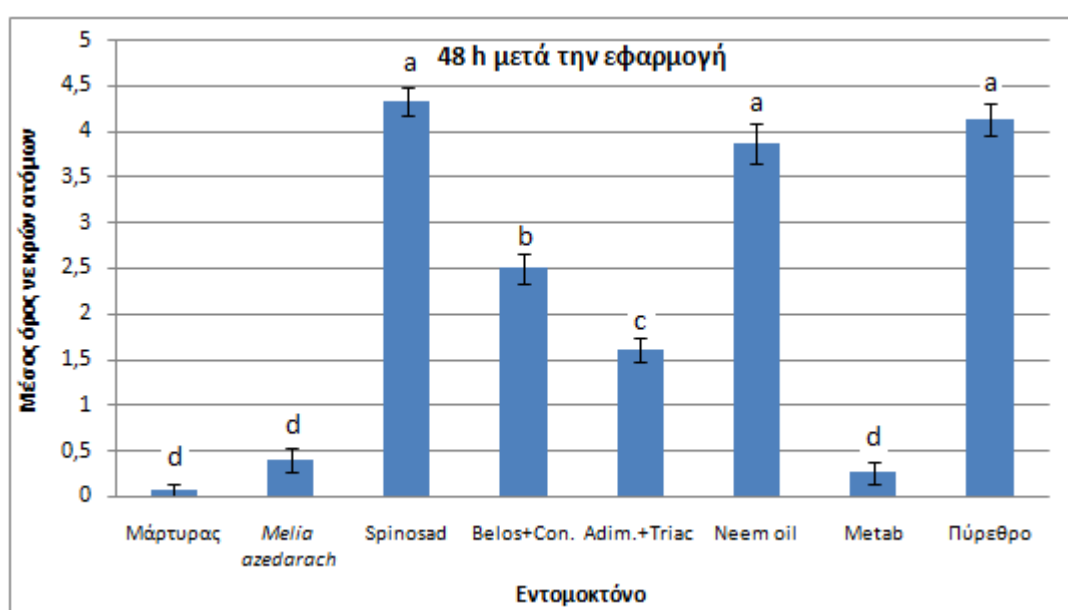
### Αποτελέσματα βιοδοκιμών στο είδος *P. arterus*

Στις 24 ώρες από την εφαρμογή των ουσιών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ( $F=127,41$   $dF=7,119$   $P<0.0001$ ). Οι 5 επεμβάσεις είχαν αυξημένη θνησιμότητα σε σχέση με τον μάρτυρα και ως εκ τούτου διέφεραν στατιστικά με αυτόν. Την υψηλότερη θνησιμότητα παρουσίασε το spinosad ( $82,7 \pm 3,84\%$ ). Δεύτερο ακολούθησε το πύρεθρο ( $65,3 \pm 3,63\%$ ) και ακολούθησε το Neem oil ( $62,7 \pm 5,11\%$ ), που μεταξύ τους δε διέφεραν στατιστικά. Ακολούθησε το Belos-Contra ( $49,3 \pm 3,84\%$ ) και αμέσως μετά το Adimel-Triac ( $30,7 \pm 2,67\%$ ). Αρκετά χαμηλότερη θνησιμότητα παρουσίασαν τα Metab ( $5,3 \pm 2,36\%$ ) και *M. azedarach* ( $5,3 \pm 2,36\%$ ), τα οποία δε διέφεραν στατιστικά με το μάρτυρα (Διάγραμμα 8).



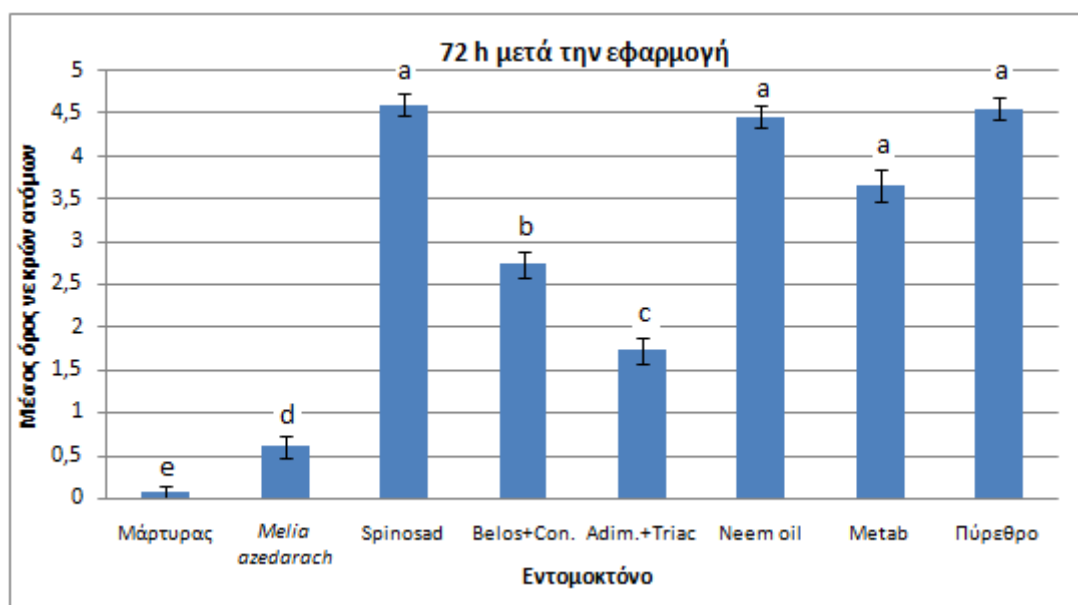
Διάγραμμα 8: Μέσος όρος νεκρών ατόμων στις 24 ώρες από την εφαρμογή. Στήλες του ίδιου χρώματος που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά.

Στις 48 ώρες από την εφαρμογή των ουσιών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ( $F=145,46$   $dF=7,119$   $P<0.0001$ ). Οι 5 επεμβάσεις είχαν αυξημένη θνησιμότητα σε σχέση με τον μάρτυρα και ως εκ τούτου διέφεραν στατιστικά με αυτόν. Την υψηλότερη θνησιμότητα παρουσίασε το spinosad ( $86,7 \pm 3,19\%$ ). Δεύτερο ακολούθησε το πύρεθρο ( $82,7 \pm 3,30\%$ ) και ακολούθησε το Neem oil ( $77,3 \pm 4,31\%$ ). Ακολούθησε το Belos-Contra ( $50 \pm 3,19\%$ ) και αμέσως μετά το Adimel-Triac ( $32 \pm 2,62\%$ ). Αρκετά χαμηλότερη θνησιμότητα παρουσίασαν τα *M. azedarach* ( $8 \pm 2,62\%$ ) και Metab ( $5,3 \pm 2,36\%$ ), τα οποία δε διέφεραν στατιστικά με το μάρτυρα (Διάγραμμα 9).



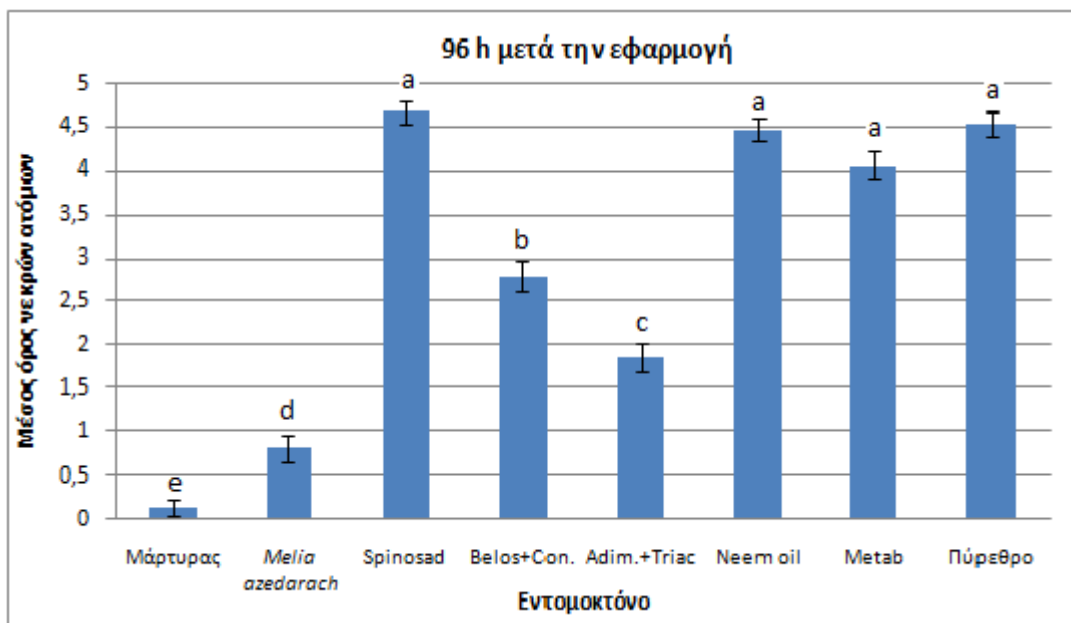
Διάγραμμα 9: Μέσος όρος νεκρών ατόμων στις 48 από την εφαρμογή. Στήλες του ίδιου χρώματος που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά.

Στις 72 ώρες από την εφαρμογή των ουσιών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ( $F=172,30$   $dF=7,119$   $P<0.0001$ ). Όλες οι επεμβάσεις είχαν αυξημένη θνησιμότητα σε σχέση με τον μάρτυρα και ως εκ τούτου διέφεραν στατιστικά με αυτόν. Την υψηλότερη θνησιμότητα παρουσίασε το spinosad ( $92,7 \pm 2,62\%$ ). Ακολούθησε το πύρεθρο ( $90,7 \pm 2,67\%$ ) και ακολούθησε το Neem oil ( $89,3 \pm 2,67\%$ ). Ακολούθησε το Metab ( $73,3 \pm 3,74\%$ ) και στη συνέχεια το Belos-Contra ( $54,7 \pm 3,07\%$ ). Πιο χαμηλή θνησιμότητα παρουσίασε το Adimel-Triac ( $34,7 \pm 3,07\%$ ) και ακολούθησε το *M. azedarach* ( $12 \pm 2,62\%$ ) με τη χαμηλότερη θνησιμότητα (Διάγραμμα 10).



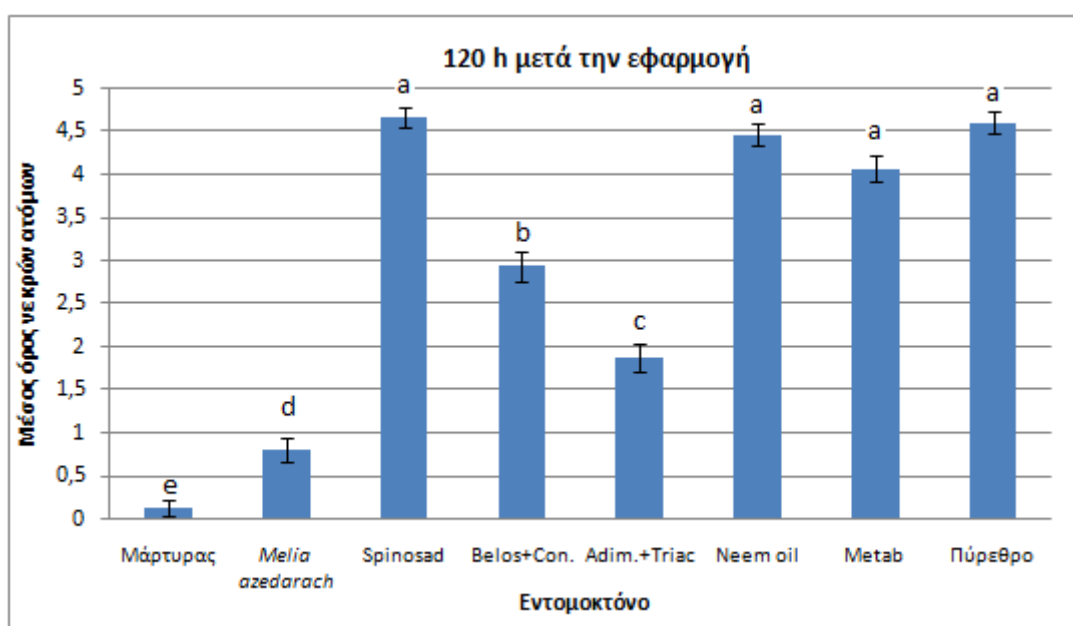
Διάγραμμα 10: Μέσος όρος νεκρών ατόμων στις 72 ώρες από την εφαρμογή. Στήλες του ίδιου χρώματος που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά.

Στις 96 ώρες από την εφαρμογή των ουσιών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ( $F=148,80$   $dF=7,119$   $P<0.0001$ ). Όλες οι επεμβάσεις είχαν αυξημένη θνησιμότητα σε σχέση με τον μάρτυρα και ως εκ τούτου διέφεραν στατιστικά με αυτόν. Την υψηλότερη θνησιμότητα παρουσίασε το spinosad ( $93,3 \pm 2,52\%$ ). Ακολούθησε το πύρεθρο ( $91,1 \pm 2,67\%$ ) και ακολούθησε το Neem oil ( $89,3 \pm 2,67\%$ ). Ακολούθησε το Metab ( $81,3 \pm 3,07\%$ ) και στη συνέχεια το Belos-Contra ( $56 \pm 3,49\%$ ). Πιο χαμηλή θνησιμότητα παρουσίασε το Adimel-Triac ( $37,3 \pm 3,30\%$ ) και ακολούθησε το *M. azedarach* ( $16 \pm 2,89\%$ ) με τη χαμηλότερη θνησιμότητα (Διάγραμμα 11).



Διάγραμμα 11: Μέσος όρος νεκρών ατόμων στις 96 ώρες από την εφαρμογή. Στήλες του ίδιου χρώματος που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά.

Στις 120 ώρες από την εφαρμογή των ουσιών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ( $F=149,48$   $df=7,119$   $P<0.0001$ ). Όλες οι επεμβάσεις είχαν αυξημένη θνησιμότητα σε σχέση με τον μάρτυρα και ως εκ τούτου διέφεραν στατιστικά με αυτόν. Την υψηλότερη θνησιμότητα παρουσίασε το spinosad ( $93,3 \pm 2,52\%$ ). Ακολούθησε το πύρεθρο ( $92 \pm 2,60\%$ ) και ακολούθησε το Neem oil ( $89,3 \pm 2,67\%$ ). Ακολούθησε το Metab ( $81,3 \pm 3,07\%$ ) και στη συνέχεια το Belos-Contra ( $58,7 \pm 3,63\%$ ). Πιο χαμηλή θνησιμότητα παρουσίασε το Adimel-Triac ( $37,3 \pm 3,30\%$ ) και ακολούθησε το *M. azedarach* ( $16 \pm 2,89\%$ ) με τη χαμηλότερη θνησιμότητα (Διάγραμμα 12).



Διάγραμμα 12: Μέσος όρος νεκρών ατόμων στις 120 ώρες από την εφαρμογή. Στήλες του ίδιου χρώματος που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά.



## 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα Ετερόπτερα αποτελούν εντομολογικούς εχθρούς οικονομικής σημασίας για πολυάριθμα καλλιεργούμενα είδη φυτών. Όσον αφορά τις καλλιέργειες μικροκάρπων, έχει αναφερθεί το είδος *Halgotomorpha halys* σε καλλιέργεια μύρτιλλων (blueberries) στο Όρεγκον και στο Νιου Τζέρσεϊ των Η.Π.Α. [Wiman *et al.*, 2015], καθώς επίσης και τα είδη *Nezara viridula*, *Acrosternum hilare* (Say) (οικ. Pentatomidae) και *Euschistus* spp. (οικ. Pentatomidae) σε καλλιέργειες βατόμουρων (blackberries) στις Νότιες Η.Π.Α. [Brennan *et al.*, 2013]. Ωστόσο δεν έχει πραγματοποιηθεί καμιά επίσημη αναφορά Ετεροπτέρων παγκοσμίως, σε καλλιέργειες γκότζι-μπέρρυ.

Για την καταπολέμηση των Ετεροπτέρων στην καλλιέργεια βατόμουρων οι Brennan *et al.* (2013) κατά τα έτη 2010-2013, πραγματοποίησαν δοκιμές για τον τρόπο παγίδευσης των Ετεροπτέρων, για την παρακολούθηση του πληθυσμού και για χρήση τους ως μέσο μαζικής παγίδευση. Αξιολόγησαν δύο τύπους παγίδων: την παγίδα τύπου κίτρινης πυραμίδας (yellow pyramid trap) και την παγίδα trécé (tube trap), από τις οποίες η παγίδα τύπου πυραμίδας αποδείχθηκε πιο αποτελεσματική, καθώς ο αριθμός Ετεροπτέρων που αιμαλώτησε διέφερε στατιστικώς σημαντικά από τον αντίστοιχο της παγίδας trécé.

Για την καταπολέμηση Ετεροπτέρων σε μικρόκαρπα δεν έχουν πραγματοποιηθεί περαιτέρω δοκιμές, ωστόσο έχουν πραγματοποιηθεί για την καταπολέμηση Ετεροπτέρων σε άλλα είδη καλλιεργειών. Πειράματα μαζικής εξαπόλυσης παρασιτοειδών, έχουν πραγματοποιηθεί για την καταπολέμηση των ειδών *Nezara viridula*, *Acrosternum hilare* και άλλων, σε καλλιέργειες όπως η σόγια και το βαμβάκι, σε περιοχές όπως η Χαβάη, η Φλόριντα των Η.Π.Α., η Βραζιλία, η Αργεντινή, η Ταϊβάν και η Αυστραλία, ορισμένα από τα οποία έδωσαν ικανοποιητικά αποτελέσματα [Jones, 1988].

Αρκετά είναι και τα πειράματα που έχουν πραγματοποιηθεί για τη χρήση εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών για την καταπολέμηση των Ετεροπτέρων, όπως των μυκήτων *Beauveria bassiana* και *Metarhizium anisopliae*, που χρησιμοποιήθηκαν και στην παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη. Οι Rombach *et al.* (1986) μελέτησαν την παθογένεια των μυκήτων *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* και *Paecilomyces lilacinus*, εναντίον του είδους *Scotinophara coarctata* (οικ. Pentatomidae) σε καλλιέργεια ρυζιού, σε πειράματα αγρού στις Φιλιππίνες. Πραγματοποιήθηκαν ψεκασμοί σε πειραματικούς αγρούς με εναιώρημα από τον κάθε μύκητα, στη συγκέντρωση των  $5 \times 10^5$  CFU/mL. Και οι 3 επεμβάσεις διέφεραν στατιστικά σημαντικά από το μάρτυρα. Μέσα στις 9 εβδομάδες που διήρκεσε το πείραμα, ο πληθυσμός του εντόμου μειώθηκε από 80 έως και 90% στις 3 επεμβάσεις.

Ένα ακόμη παράδειγμα αποτελεί η αξιολόγηση της παθογένειας του μύκητα *Metarhizium anisopliae* από τους Groth *et al.* (2017), στα είδη *Nezara viridula* και *Dichelops melacanthus* (Dallas) (οικ. Pentatomidae) σε σιτάρι. Στο εργαστήριο αξιολογήθηκαν τα στελέχη 05RA, 11RA, 08RA και 02RA του *M. anisopliae* σε ακμαία άτομα των ειδών *N. viridula* και *D. melacanthus*, με ψεκασμό με εναιώρημα των μυκήτων σε συγκέντρωση  $10^8$  CFU/mL. Πραγματοποιήθηκε ψεκασμός των εντόμων μέσα σε τρυβλία Petri και μετρήθηκε η θνησιμότητα στις 0, 2, 4, 6 και 8 ημέρες μετά την εφαρμογή. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε πείραμα στο θερμοκήπιο, με την εφαρμογή μόνο του στελέχους 08RA,

με ψεκάσμο εναιωρήματος στην ίδια συγκέντρωση κονιδίων, σε κλωβούς με φυτά σιταριού και μετρήθηκε η θνησιμότητα στις 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 και 14 ημέρες μετά την εφαρμογή. Στο πείραμα στο εργαστήριο, το ποσοστό θνησιμότητας στις 8 ημέρες από την εφαρμογή έφθασε το 100% για όλες τις επεμβάσεις (στελέχη του *M. anisopliae*). Ωστόσο υπήρχε διαφοροποίηση ως προς το χρόνο που το κάθε στέλεχος παρουσίασε το μέγιστο ημερήσιο ποσοστό θνησιμότητας. Στην εφαρμογή στο είδος *N. viridula*, το στέλεχος 08RA, παρουσίασε την υψηλότερη ημερήσια θνησιμότητα την 3<sup>η</sup> ημέρα από την εφαρμογή, ενώ τα στελέχη 05RA, 11RA και 02RA την 4<sup>η</sup> ημέρα από την εφαρμογή. Στην εφαρμογή στο είδος *D. melacanthus*, το στέλεχος 08RA παρουσίασε την υψηλότερη ημερήσια θνησιμότητα την 3<sup>η</sup> ημέρα από την εφαρμογή, ενώ τα στελέχη 05RA, 11RA και 02RA την 5<sup>η</sup> ημέρα από την εφαρμογή. Στο πείραμα στο θερμοκήπιο, τόσο στο είδος *N. viridula* όσο και στο είδος *D. melacanthus*, το ποσοστό θνησιμότητας στις 14 ημέρες μετά την εφαρμογή έφθασε το 100%. Ωστόσο υπήρχε μεγάλη διαφοροποίηση ως προς το χρόνο έκθεσης των δυο ειδών στο μύκητα. Και στα δύο Ετερόπτερα, το ποσοστό θνησιμότητας άρχισε να αυξάνεται ραγδαία από την 4<sup>η</sup> ημέρα της εφαρμογής και μετά. Την 4<sup>η</sup> ημέρα στο *N. viridula* το ποσοστό θνησιμότητας ήταν 8,6% και στο *D. melacanthus* 5,2%. Την 6<sup>η</sup> ημέρα στο *N. viridula* το ποσοστό θνησιμότητας ήταν 23,9% και στο *D. melacanthus* 20,3%. Την 8<sup>η</sup> ημέρα στο *N. viridula* το ποσοστό θνησιμότητας ήταν 44,9% και στο *D. melacanthus* 35,7%. Η θνησιμότητα και στα δύο είδη συνέχισε να αυξάνεται έως τις 14 ημέρες που έφθασε το 100%. Ο μύκητας *M. anisopliae* αποτελεί συνεπώς ένα αρκετά υποσχόμενο μέσο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο των Ετεροπτέρων. Παρατηρήθηκε ωστόσο ότι δεν υπάρχει άμεση θανάτωση των εντόμων, καθώς χρειάζονται 3 με 4 εικοσιτετράωρα για τη δράση του μύκητα και αυτό παρατηρήθηκε και στην παρούσα μελέτη, όπου το σκεύασμα Metab (με τους μύκητες *M. anisopliae* και *B. bassiana*) παρουσίασε υψηλό ποσοστό θνησιμότητας μετά την 3<sup>η</sup> ημέρα από την εφαρμογή.

## 4.1. Πειράματα αγρού

### 4.1.1. Πείραμα εκτίμησης ζημιάς

Από τη ζύγιση των νωπών καρπών στους αψέκαστους κλάδους με Ετερόπτερο (θετικούς μάρτυρες) και στους αψέκαστους κλάδους χωρίς Ετερόπτερο (αρνητικούς μάρτυρες), προέκυψε μια υψηλή διαφορά στις δύο τιμές. Οι καρποί των αρνητικών μαρτύρων ήταν σημαντικά πιο βαρείς (14,6 g) από τους καρπούς των αρνητικών μαρτύρων (5,2 g) που είχαν προσβληθεί και παραμορφωθεί από το Ετερόπτερο. Ανάλογη ήταν και η διαφορά στο μέσο ξηρό βάρος των καρπών. Στους αρνητικούς μάρτυρες ζύγισαν 3,9 g ενώ στους θετικούς μάρτυρες 1,9 g.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η διαφορά βάρους οφείλεται και στο μειωμένο αριθμό καρπών στους θετικούς μάρτυρες. Αυτό διότι το Ετερόπτερο προσέβαλε και ορισμένους ανθοφόρους οφθαλμούς και άνθη, με αποτέλεσμα να τους καταστρέφει και να μη γίνεται καρπόδεση αλλά και νεαρούς καρπούς που δεν αναπτύσσονταν σωστά στη συνέχεια και παρέμεναν μικροί σε μέγεθος ή υφίσταντο καρπόπτωση.

#### 4.1.2. Πείραμα αποτελεσματικότητας ψεκασμών

Ο αριθμός καρπών ανά κλάδο στους ψεκασμένους θάμνους συγκρίθηκε και με τον αριθμό καρπών ανά κλάδο, στους μάρτυρες. Πιο συγκεκριμένα συγκρίθηκε με το μέσο όρο αριθμού καρπών στους θετικούς (αψέκαστο με βρωμούσα) και αρνητικούς μάρτυρες (αψέκαστο χωρίς βρωμούσα). Τον υψηλότερο αριθμό καρπών παρουσίασε η επέμβαση με το spinosad. Επίσης υψηλό αριθμό καρπών παρουσίασαν οι συνδυασμοί Belos-Contra και Adimel-Triac αλλά και το Neem oil. Το Metab παρουσίασε λίγο μικρότερο αριθμό καρπών αλλά πολύ υψηλότερο σε σχέση με τους αψέκαστους μάρτυρες. Η επέμβαση με το εκχύλισμα από *M. azedarach* δεν έδωσε τόσο ικανοποιητικά αποτελέσματα, αφού ο αριθμός καρπών ήταν πολύ κοντά στον αντίστοιχο του θετικού μάρτυρα (αψέκαστο με βρωμούσα). Στις Εικόνες 40, 41 απεικονίζονται θάμνοι γκότζι-μπέρρυ, στους οποίους εφαρμόστηκαν τα διάφορα σκευάσματα, όπου η απόδοση των σκευασμάτων μπορεί να προσδιοριστεί και μακροσκοπικά με μια πρώτη εικόνα.

Επομένως στη συγκεκριμένη καλλιέργεια θα μπορούσε να εφαρμοστεί το spinosad, αλλά και τα Belos-Contra, Adimel-Triac, Neem oil και Metab, για ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα στη βιολογική καταπολέμηση των Ετεροπτέρων.

#### 4.2. Βιοδοκιμές σε τρυβλία

##### Βιοδοκιμές στο είδος *E. eckerleini*

Στις βιοδοκιμές στο είδος *E. eckerleini*, όλα τα σκευάσματα μείωσαν τον αριθμό των ατόμων σε σχέση με το μάρτυρα. Κάποια σκευάσματα ήταν αρκετά αποτελεσματικά και κάποια λιγότερο, ωστόσο κανένα σκεύασμα δεν παρουσίασε μηδενικό ποσοστό θνησιμότητας.

Στις πρώτες 24 ώρες μετά την εφαρμογή, η ουσίες που έδρασαν ταχύτερα ήταν το spinosad και το Neem oil, με ποσοστό θνησιμότητας υψηλότερο του 90%. Ενώ η δράση των υπόλοιπων σκευασμάτων ήταν βραδύτερη, και ειδικά του Metab, το οποίο είναι σκεύασμα με μύκητες, οι οποίοι χρειάζονται χρόνο για να βλαστήσουν.

Κατά την τελευταία μέτρηση, το spinosad έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα αφού προκάλεσε 100% θνησιμότητα στις 120 ώρες από την εφαρμογή του. Αξίζει να σημειωθεί ότι η δράση του ήταν ταχεία, καθώς από τις 24 ώρες μετά την εφαρμογή του προκάλεσε θνησιμότητα 92%. Ικανοποιητικά αποτελέσματα έδωσαν και τα σκευάσματα Belos-Contra και Neem oil, των οποίων η θνησιμότητα υπερέβη το 80%, στις 120 ώρες. Ακόμη, το Adimel-Triac ήταν επίσης αποτελεσματικό, προκαλώντας θνησιμότητα 80% στις 120 ώρες. Το σκεύασμα Metab προκάλεσε 44% θνησιμότητα στις 120 ώρες από την εφαρμογή του. Το εκχύλισμα από *M. azedarach* ήταν το λιγότερο αποτελεσματικό, αφού παρουσίασε 12% θνησιμότητα στις 120 ώρες από την εφαρμογή του, ποσοστό που διέφερε μεν από το μάρτυρα αλλά ήταν αρκετά χαμηλό.

**Πιο αναλυτικά για το κάθε σκεύασμα:**

- Το spinosad στις 24 ώρες από την εφαρμογή παρουσίασε 92% θνησιμότητα, η οποία έφτασε το 100% στις 72 ώρες.
- Το Neem oil στις 24 ώρες από την εφαρμογή παρουσίασε 84% θνησιμότητα, ποσοστό που παρέμεινε σταθερό μέχρι και την τελευταία μέτρηση, στις 120 ώρες.
- Το Adimel-Triac στις 24 ώρες παρουσίασε 60% θνησιμότητα, και έφτασε το 80% στις 120 ώρες.
- Το Belos-Contra στις 24 ώρες παρουσίασε 68% θνησιμότητα και έφτασε το 88% στις 120 ώρες.
- Το Metab στις 24 ώρες παρουσίασε πολύ χαμηλό ποσοστό θνησιμότητας που άγγιζε το 8%. Στις 96 ώρες το ποσοστό θνησιμότητας αυξήθηκε σημαντικά και παρέμεινε σταθερό. Καθώς πρόκειται για μικροβιακό σκεύασμα, η βραδεία αύξηση της θνησιμότητας οφείλεται στο γεγονός ότι τα σπόρια των μυκήτων που περιέχει, χρειάζονται ορισμένο χρονικό διάστημα για να βλαστήσουν. Ίσως επηρεάστηκε και από παράγοντες όπως η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία περιβάλλοντος.
- Το *M. azedarach* στις 24 ώρες παρουσίασε 0% θνησιμότητα, και έφθασε το 12% στις 120 ώρες.

### **Βιοδοκιμές στο είδος *P. apterus***

Στις βιοδοκιμές στο είδος *P. apterus*, επίσης όλα τα σκευάσματα μείωσαν τον αριθμό των ατόμων σε σχέση με το μάρτυρα, κάποια σε μεγαλύτερο και κάποια σε μικρότερο βαθμό.

Στις πρώτες 24 ώρες μετά την εφαρμογή, η ουσίες που έδρασαν ταχύτερα ήταν το spinosad και το πύρεθρο, με ποσοστό θνησιμότητας πάνω από 65%. Ενώ ακολούθησε και το Neem oil με ποσοστό θνησιμότητας 62,7%. Αυτά τα 3 σκευάσματα έδρασαν ταχύτερα από τα υπόλοιπα και μέσα σε 72 ώρες από την εφαρμογή ξεπέρασαν το 83% ποσοστό θνησιμότητας.

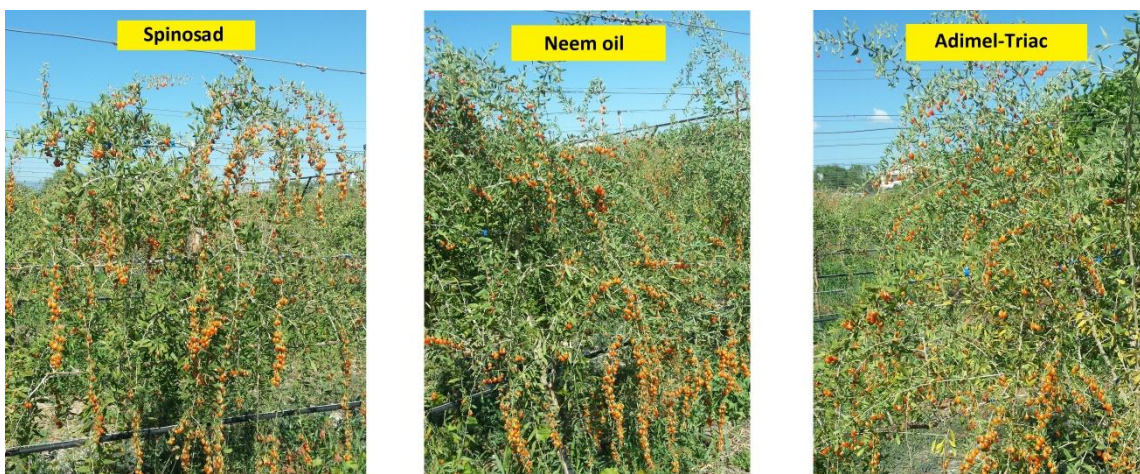
Τα 3 παραπάνω σκευάσματα παρουσίασαν και το υψηλότερο ποσοστό θνησιμότητας κατά την τελευταία μέτρηση στις 120 ώρες. Το spinosad είχε το υψηλότερο ποσοστό θνησιμότητας (93,3%), ακολούθησε το πύρεθρο και έπειτα το Neem oil. Τέταρτο σε σειρά αποτελεσματικότητας ήρθε το Metab, που ενώ στις πρώτες 24 ώρες παρουσίασε θνησιμότητα 5,3%, στις 120 ώρες κατάφερε να αυξήσει το ποσοστό σε 81,3%. Τα σκευάσματα Belos-Contra, Adimel-Triac και *M. azedarach* παρουσίασαν μια ομαλή αύξηση της θνησιμότητας κατά τη διάρκεια των 120 ωρών. Ωστόσο το εκχύλισμα από *M. azedarach* παρουσίασε όχι και τόσο ικανοποιητικά αποτελέσματα (16% ποσοστό θνησιμότητας στις 120 ώρες), ενώ τα Belos-Contra και Adimel-Triac παρουσίασαν 58,7% και 37,3% ποσοστό θνησιμότητας στις 120 ώρες.

Συμπερασματικά το spinosad, το πύρεθρο, το Neem oil και το Metab έδωσαν τα πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα υπερβαίνοντας το ποσοστό θνησιμότητας 81% στις 120 ώρες

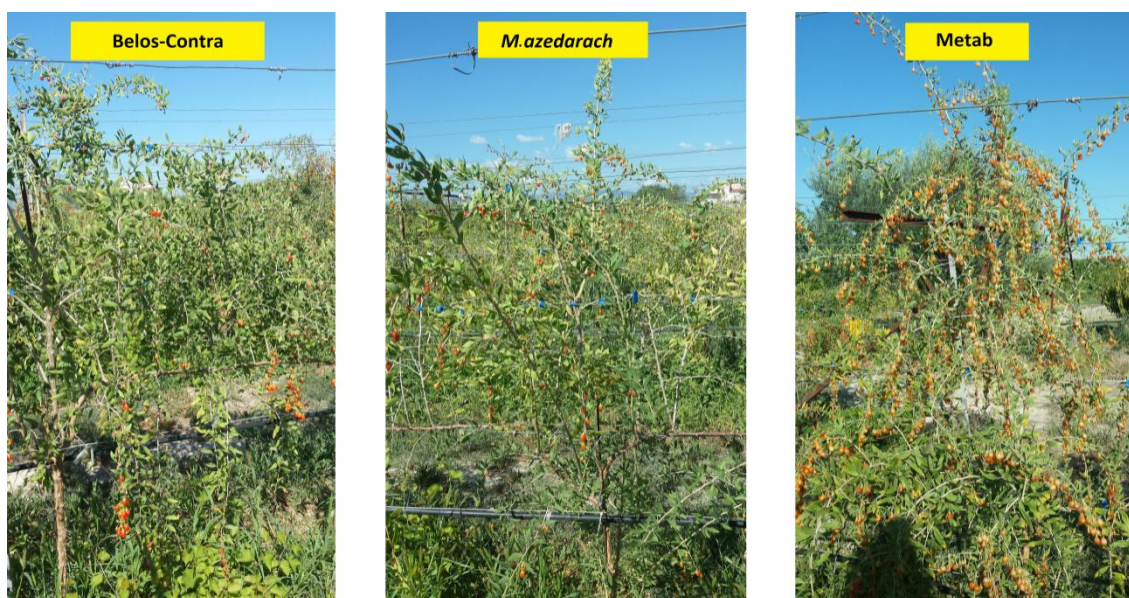
μετά την εφαρμογή τους. Το spinosad, το πύρεθρο και το Neem oil, παρουσίασαν πιο ταχεία δράση. Το Metab δε διαθέτει την ικανότητα του knock down, ως σκεύασμα με μύκητες που χρειάζεται 3 με 4 εβδομάδες για να δράσει.

#### **Πιο αναλυτικά για το κάθε σκεύασμα**

- Το spinosad στις 24 ώρες από την εφαρμογή παρουσίασε 82,7% θνησιμότητα και έφθασε το 93,3% στις 120 ώρες.
- Το πύρεθρο στις 24 ώρες από την εφαρμογή παρουσίασε 65,3% θνησιμότητα και έφθασε το 92% στις 120 ώρες.
- Το Neem oil στις 24 ώρες από την εφαρμογή παρουσίασε 62,7% θνησιμότητα και έφθασε το 89,3% στις 120 ώρες.
- Το Adimel-Triac στις 24 ώρες παρουσίασε 30,7% θνησιμότητα, η οποία αυξήθηκε σταδιακά μόνο έως το 37,3% έως τις 120 ώρες.
- Το Belos-Contra στις 24 ώρες παρουσίασε 49,3% θνησιμότητα και έφτασε το 58,7% στις 120 ώρες.
- Το Metab στις 24 ώρες παρουσίασε χαμηλό ποσοστό θνησιμότητας (5,3%). Αυξήθηκε ραγδαία στις 72 ώρες. Πρόκειται επομένως για ένα σκεύασμα με αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα, που δε διαθέτει όμως την ικανότητα του knock down.
- Το *M. azedarach* στις 24 ώρες παρουσίασε 5,3% θνησιμότητα, που αυξήθηκε μόνο στο 16% έως τις 120 ώρες.



Εικόνα 40: Αριστερά: θάμνος ψεκασμένος με spinosad, μέσον: θάμνος ψεκασμένος με Neem oil, δεξιά: θάμνος ψεκασμένος με Adimel-Triac (φωτογραφία: Μαρίνα Ανδριολάτου)



Εικόνα 41: Αριστερά: θάμνος ψεκασμένος με Belos-Contra, μέσον: θάμνος ψεκασμένος με *M. azedarach*, δεξιά: θάμνος ψεκασμένος με Metab (φωτογραφία: Μαρίνα Ανδριολάτου)

Συμπερασματικά, τόσο από τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών σε τρυβλία, όσο και από τα αποτελέσματα των πειραμάτων στο πεδίο, η πιο αποτελεσματική ουσία ήταν το spinosad, το οποίο είχε και γρήγορη δράση και σε ορισμένα πειράματα έφθασε το 100% ποσοστό θνησιμότητας. Το Metab έδωσε επίσης ικανοποιητικά αποτελέσματα, ωστόσο δε διαθέτει άμεση δράση, αλλά χρειάζεται 3 με 4 περίπου εικοσιτετράωρα. Το Neem oil αν και στις βιοδοκιμές ήταν πολύ αποτελεσματικό, στον αγρό είχε λίγο χαμηλότερη απόδοση. Πολλά υποσχόμενα είναι επίσης τα δύο μίγματα βοηθητικών ουσιών Bellos-Contra και Adimel-Triac που είχαν αποτελέσματα αρκετά ικανοποιητικά και τόσο στις βιοδοκιμές όσο και στα πειράματα πεδίου. Το πύρεθρο ήταν αρκετά αποτελεσματικό στις βιοδοκιμές στο



είδος *P. apterus* και εμφάνισε ταχεία δράση. Με περαιτέρω δοκιμές στο πεδίο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως φυσικό μέσο καταπολέμησης, με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα. Τέλος το εκχύλισμα από το φυτό *M. azedarach* δεν έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα, σε αντίθεση με παλαιότερο πείραμα που πραγματοποιήθηκε για την αντιμετώπιση του δορυφόρου της πατάτας *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae), στα πλαίσια της μεταπτυχιακής μελέτης του Ανδρέου Α. (2015), όπου είχε παρουσιάσει ποσοστό θνησιμότητας 100% στις 96 ώρες από την εφαρμογή του, σε βιοδοκιμές σε τρυβλία. Αυτό πιθανόν οφείλεται στον τρόπο διατροφής των Ετεροπτέρων, που δεν φέρουν μασητικού τύπου στοματικά μόρια, αλλά μυζητικού τύπου και επομένως τρυπούν με το σιλέτο τους, τους φυτικούς ιστούς, παρακάμπτοντας τόσο τους μηχανισμούς άμυνας του φυτού, όσο και τα εντομοκτόνα που δεν είναι διασυστηματικά.

Αυτή η μελέτη έδειξε ότι τα σκευάσματα που δοκιμάστηκαν έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ως φυτοπροστατευτικά προϊόντα εναντίον των Ετεροπτέρων σε προγράμματα διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών. Τα σκευάσματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνα τους ή σε συνδυασμό με συμβατικά εντομοκτόνα αν βρεθεί συνεργιστική δράση μεταξύ τους. Επιπλέον, μίγματα φυτικών εκχυλισμάτων όπως Neem oil σε συνδυασμό με πύρεθρο, μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικά απ' ό,τι μια ένωση και μπορεί επίσης να καθυστερήσουν την ανάπτυξη ανθεκτικότητας στα είδη Ετεροπτέρων. Ωστόσο ακόμη και τα φυτικά εκχυλίσματα πρέπει να διαθέτουν έγκριση από το Υπουργείο και να μη χρησιμοποιούνται ανεξέλεγκτα. Με δεδομένο το ότι τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια τάση για στροφή προς τη βιολογική γεωργία, τα σκευάσματα αυτά θα μπορούσαν να αποτελέσουν μια λύση για την αντιμετώπιση των Ετεροπτέρων σε καλλιέργειες γκόντζι-μπέρρυ και άλλων μικροκάρπων. Ωστόσο, η χρήση εκχυλισμάτων και φυτικών σκευασμάτων ως εντομοκτόνα, μπορεί να προκαλέσει κάποια επιπλέον προβλήματα, όπως αρνητική επίδραση σε ωφέλιμα έντομα. Γι' αυτό χρειάζεται περισσότερη έρευνα και έλεγχος γι' αυτά τα σκευάσματα, έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ευρέως. Επίσης υπάρχουν κάποιες αναφορές ότι ορισμένα φυτικά εκχυλίσματα έχουν μειωμένη τοξικότητα όταν εκτεθούν σε υψηλές θερμοκρασίες και σε πλήρες ηλιακό φως [Scott *et al.*, 2004]. Γι' αυτό πρέπει να πραγματοποιηθούν περαιτέρω έρευνες ώστε να εξεταστεί η συμπεριφορά των εκχυλισμάτων σε επίπεδο αγρού.

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. (ΥΠΑΑΤ) Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και τροφίμων, 2018. Κατάλογοι φυτοπροστατευτικών προϊόντων & βιοκτόνων κατά καλλιέργεια ([http://www.minagric.gr/syspest/syspest\\_crops.aspx](http://www.minagric.gr/syspest/syspest_crops.aspx))
2. Awad H.H., Elelimy H.A.S., Omar A.H. and Meguid A.A. 2013. Some Biological Parameters and Morphological Descriptions Study on the Milkweed Bug, *Spilostethus pandurus* Scop. (Hemiptera: Lygaeidae). Wulfenia Journal, Vol. 20, No. 5, p. 169-187
3. Banchio E., Valladares G., Defago M., Palacios S. and Carpinella C. 2003. Effects of *Melia azedarach*, (Meliaceae) fruit extracts on the leafminer *Liriomyza huidobrensis*, (Diptera, Agromyzidae): Assessment in laboratory and field experiments. Annals of Applied Biology, 143(2), p.187–193
4. Barbera G. 1991. Le câprier (*Capparis* spp.). Luxembourg, EUR 13617, Série Agriculture, Programme de recherche Agrimed, Commission des Communautés européennes
5. Bariselli M., Bugiani R. and Maistrello L. 2016. Distribution and damage caused by *Halyomorpha halys* in Italy. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 0(0), p. 1-3
6. Benedek P. 1968. On the *Eurydema* species in Hungary. Journal of Applied Entomology, 61(1-4)
7. Brennan S. A., Liburd O. E., Eger J. E. and Rhodes E. M. 2013. Species Composition, Monitoring and Feeding Injury of Stink Bugs (Heteroptera: Pentatomidae) in Blackberry. Journal of Economic Entomology. 106(2):912-923
8. Chandra K., Biswas B. and Kushwaha S. 2015. Diversity of Pyrrhocoroidea (Hemiptera: Heteroptera) of Madhya Pradesh, India. Munis Entomology & Zoology, 10 (1): 169-171
9. Dayan F. E., Cantrell C. L. and Duke S. O. 2009. Natural products in crop protection. Bioorganic and Medicinal Chemistry, 17(12), p.4022–4034
10. De Martino L. and De Feo V. 2008. Chemistry and biological activities of *Ailanthus altissima* swingle: A review. Pharmacognosy Review, 2(4), pp.339–350
11. Derjanschi V. and Péricart J. 2005. Faune de France 90: Hémiptéres Pentatomoidea Euro-Méditerranéens Volume I. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles
12. Fici S. 2001. Intraspecific variation and evolutionary trends in *Capparis spinosa* L. (Capparaceae). Plant Systematics and Evolution, Vol. 228, Issue 3-4, p. 123-141
13. Gorgadze O., Bakhtadze G., Kereselidze M. and Lortkhipanidze M. 2017. The Efficacy of Entomopathogenic Agents Against *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). International Journal of Current Research. Vol. 9, Issue, 12, p.62177-62180
14. Grazia J., Panizzi A. R., Greve C., Schwertner C., Campos L. A., Garbelotto T. de A. and Marin Fernandez J. A. 2015. True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics. Springer Netherlands. Chapter 22



15. Groth M., Filho R., Soares V. and Bernardi D. 2017. Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* isolates on *Nezara viridula* and *Dichelops melacanthus* in wheat crop. Arq. Inst. Biol., Vol. 84, 1-8
16. Gyuris E., Feró O., Tartally A. and Barta Z. 2010. Individual behaviour in firebugs (*Pyrhocoris apterus*). Proc. R. Soc. B, 1326
17. Henry R. J. 1997. Phylogenetic Analysis of Family Groups within the Infraorder Pentatomomorpha (Hemiptera: Heteroptera), with Emphasis on the Lygaeoidea. Annals of the Entomological Society of Americ. Vol 90, Issue 3, p. 275-301
18. Hodgson E. W. 2008. "Red fire bugs". Utah State University Extension
19. Hong-mei L., Ri-qiang D. and Xun-zhang W. 2006. Phylogenetic Relationships of the Pentatomomorpha (Hemiptera: Heteroptera) Inferred from Nuclear 18S rDNA Sequences. Zoological Research, 27(3): 307-316
20. Infantino A., Tomassoli L., Peri E. and Colazza S. 2007. Viruses, Fungi and Insect Pests Affecting Caper. The European Journal of Plant Science and Biotechnology 1(2), 170-179
21. Jones W. A. 1988. World Review of the Parasitoids of the Southern Green Stink Bug, *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 81(2): 262-273
22. Josivov M. V. and Simov N. 2006. Endemism among the Heteroptera on the Balkan Peninsula. Denisia, 19: 879-898
23. Kavak H. 2004. Epidemic outbreaks of powdery mildew caused by *Leveillula taurica* on *Capparis spinosa* in Turkey. *Plant Pathology* 53, 809
24. Kepenekci I. 2004. Pathogenicity of entomopathogenic nematodes to *Eurygaster maura* L. (Hemiptera: Pentatomidae). Russian Journal of Nematology. 12(2), p. 157-160
25. Knight K. M. M. and Gurr G. M. 2007. Review of *Nezara viridula* (L.) management strategies and potential for IPM in field crops with emphasis on Australia. Crop Protection 26, p. 1-10
26. Kraus W., Koll-Weber M., Maile R., Wunder T., Vogler B. 1994. Biologically active constituents of tropical and subtropical plants. Pure and Application Chemistry 66, p.2347-2352
27. Lacey L. A., Grzywacz D., Shapiro-Ilan D. I., Frutos R., Brownbidge M. and Goettel M. S. 2015. Insect pathogens as biological control agents: Back to the future. Journal of Invertebrate Pathology 132, p. 1-41
28. Luna Lorente F. and Vicente Pérez M. 1985. La tapenera o alcaparra: cultivo y aprovechamiento. Publicaciones de Agricultura práctica, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid (España), 127 pp
29. Malipatil M. B. 1979. The Biology of Some Lygaeidae (Hemiptera: Heteroptera) of South-East Queensland. Australian Journal of Zoology, 27, 231-249
30. Martin P. A., Hirose E. and Aldrich, J. R., 2007. Toxicity of *Chromobacterium subtsugae* to southern green stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) and corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). J. Econ. Entomol. 100, 680-684

31. McPherson J.E. 2018. Invasive Stink Bugs and Related Species (Pentatomoidea): Biology, Higher Systematics, Semiochemistry and Management. CRC Press. Chapter 7, 351-423
32. McPherson J.E. and McPherson R.M. 2000. Sting bugs of Economic Importance in America North of Mexico. Boca Raton, Florida: CRC Press, LLC, 1-6
33. Miller J. J. 1978. The Inverse of the Freeman-Tukey Double Arcsine Transformation. Journal: The American Statistician. Vol 32, Issue 4
34. Milonas P. G. and Partsinevelos G. K. 2014. First report of brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* Stål (Hemiptera: Pentatomidae) in Greece. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. Vol. 44, Issue 2, p. 183-186
35. Mordue A. J. and Blackwell A. 1993. Azadirachtin: an update. Journal of Insect Physiology. Vol. 39, Issue 11, p. 903-924
36. Oguz H.I. and Erdogan O. 2016. A Study on the Development Performances of Goji Berry (*Lycium barbarum* L.) Varieties. Vol. 25, No 12/2016, p. 5581-5586
37. Rabeeth M., Sakthivel T. and Janarthanan S. 2016. The internal reproductive organs of Lygaeid bug, *Spilostethus pandurus* (Heteroptera: Lygaeidae) - gross morphology and histomorphology. Journal of Entomological Research, 40(4): 347-356
38. Ragsdale D. W. Larson A. D. and Newsom L. D. 1981. Quantitative Assessment of the Predators of *Nezara viridula* Eggs and Nymphs within a Soybean Agroecosystem Using an Elisa. Environmental Entomology. Vol.10, Issue 3, p. 402-405
39. Reymonet C. and Lupoli R. 2017. Viable natural interspecific hybridation between *Eurydema oleracea* (L., 1758) and *E. ornata* (L., 1758) (Hemiptera Pentatomidae). L'Entomologiste, tome 73, no 4: 225-233
40. Ribes J. and Pagola-Cardé S. 2013. Faune de France 96: Hémiptères Pentatomoidea Euro-Méditerranéens Volume II. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles
41. Rider D. A. 2006. Family Pentatomidae Leach, 1815. In: Aukema B., Rieger C. (eds): Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. Vol. 5. Pentatomomorpha II. The Netherlands Entomological Society, Amsterdam, xiii + 550 pp.
42. Robertson I. A. D. 2004. The Pyrrhocoroidea (Hemiptera-Heteroptera) of the Ethiopian region. Journal of Insect Science, 4: 14
43. Roca-Cusachs M. and Goula M. 2017. First record of the family Malcidae (Heteroptera: Lygaeoidea: Malcidae) in Western Palaearctic: invasive species or casual record?. Arquivos Entomológicos, 17: 289-292
44. Roca-Cusachs M., Goula M., Prieto Piloña F. and Pérez Valcárcel J. 2018. Checklist de Fauna Iberica Superfamilias Aradoidea, Coreoidea y Pyrrhocoroidea (Insecta: Heteroptera) en la península Ibérica, islas Baleares e islas Canarias (Edición 2018). Madrid
45. Rombach M. C., Aguda R. M., Shepard B. M. and Roberts D. W. 1986. Entomopathogenic Fungi (Deuteromycotina) in the Control of the Black Bug of Rice, *Scotinophara coarctata* (Hemiptera: Pentatomidae). Journal of Invertebrate Pathology 48, p. 174-179

46. Samuel R. I., Coracini Martins dos Santos C. A., Gava C. A. T. 2002. Infection of *Blissus antillus* (Hemiptera: Lygaeidae) Eggs by the Entomopathogenic Fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*. *Biological Control*. 23, 269-273
47. Schaefer C. W. and Panizzi A. R. 2000. *Heteroptera of Economic Importance*. CRC Press. N.W.
48. Schuh R. T. and Slater J. A. 1955. *True Bugs of the World (Hemiptera: Heteroptera: Classification and Natural History)*. Cornell University Press. Chapter 73, 229-233
49. Schöfl G. and Taborsky M. 2002. Prolonged tandem formation in firebugs (*Pyrrhocoris apterus*) serves mate-guarding. *Behavioral Ecology Sociobiology*, Vol. 52, Issue 5, p: 426–433
50. Scott I. M., Jensen H., Nicol L., Bradbuty R., Sanches-Vindas P., Poveda L., Arnason J. T., Philogene B.J. R. 2004. Efficacy of Piper (Piperaceae) extracts for control of common home and garden insect pests. *Journal of Economic Entomology*. 97(4), p. 1390–1403
51. Simoglou K. B. and Dioli P. 2017. First report of caper (*Capparis spinosa*) serious infestation by *Eurydema eckerleini* in Cyclades Islands, Greece (Hemiptera: Heteroptera, Pentatomidae). *Fragmenta entomologica*, 49(1):65-69
52. Slater J. A. 1964. *A Catalogue of the Lygaeidae of the World*. University of Connecticut, Storrs, USA
53. Smykal V., Daimon T., Kayukawa T., Takaki K., Shinoda T. and Jindra M. 2014. Importance of juvenile hormone signaling arises with competence of insect larvae to metamorphose. *Developmental Biology*. Vol. 390, Issue 2, p. 221-230
54. Socha R. 1993. *Pyrrhocoris apterus* (Heteroptera)-an experimental model species: a review. *European Journal of Entomology*. 90: 241–286
55. Sosa-Gómez D. R. and Moscardi F. 1997. Laboratory and Field Studies on the Infection of Stink Bugs, *Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii* and *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) with *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in Brasil. *Journal of Invertebrate Pathology* 71, p. 115-120
56. Sozzi G. O. and Vicente A. R. 2006. In book: *Handbook of Herbs and Spices*, Vol. 3, Chapter 19: Caper and Capperberries. Publisher: Woodhead Publishing Limited and CRC Press
57. Sozzi G. O. 2001. Caper bush: botany and horticulture. *Horticultural Reviews*, 27: 125-188
58. Thacker J. R. M. 2016. *An Introduction to Arthropod Pest Control (Ελληνικός τίτλος: Ολοκληρωμένη Καταπολέμηση Εχθρών των Καλλιεργειών, Αρχές και Μέθοδοι)*. Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου
59. Wiman N. G., Parker G. E., Rodriguez-Saona C. and Walton V. M. 2015. Characterizing Damage of Brown Marmorated Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae) in Blueberries. *Journal of Economic Entomology* 1-8 (2015)
60. Ανδρέου Α. 2015. Βιοδοκιμές αποτελεσματικότητας ουσιών φυτικής προέλευσης επί του δορυφόρου της πατάτας *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) Μεταπτυχιακή Διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα

61. Λυκουρέσης Δ. Π. 1995. Ολοκληρωμένη Αντιμετώπιση Εντόμων-Εχθρών Καλλιεργειών (Πανεπιστημιακές Παραδόσεις). Τυπογραφείο Γ.Π.Α. Αθήνα
62. Ρούσσοσ Π. 2013. Διδακτικές σημειώσεις για το μάθημα Ειδική Δενδροκομία 6<sup>ου</sup> εξαμήνου του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα
63. Τζανακάκης Μ.Ε. και Κατσόγιαννος Β.Ι. 2003. Έντομα Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου. Εκδόσεις ΑγροΤύπος. Αθήνα
64. Χαλδαίου Αικ. 2015. Τα Pentatomoidea της Ελλάδας. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα