

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.) ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ (Σ.Τ.Ε.Γ.)
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (Φ.Π.)



Μελέτη της επίδρασης αιθερίων ελαίων στο αρπακτικό έντομο
Nephus includens (Kirsh) (Coleoptera: Coccinelidae)

Πτυχιακή Εργασία της Σπουδάστριάς
Σταματικής Γρύλλη

Αθήνα, Νοέμβριος 2010

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.) ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ (Σ.Τ.Ε.Γ.)
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (Φ.Π.)

Μελέτη της επίδρασης αιθερίων ελαίων στο αρπακτικό έντομο
Nephus includens (Kirsh) (Coleoptera: Coccinelidae)

Εισηγητής: Δρ Σταθός Γεώργιος

Σταματική Γρύλλη
Καλαμάτα, Νοέμβριος 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Ο ψευδόκοκκος του αμπελιού <i>Planococcus ficus</i> (Signoret) και η αντιμετώπισή του	8
1.1 Συστηματική κατάταξη	8
1.2 Ιστορικό - Καταγωγή - Εξάπλωση	8
1.3 Μορφολογία-Βιολογία	9
1.4 Ξενιστές – Ζημιές	10
1.5 Αντιμετώπιση	11
1.5.1 Χημική Καταπολέμηση	11
1.5.2 Ολοκληρωμένη Αντιμετώπιση	12
1.5.3 Βιολογική Αντιμετώπιση	13
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Το αρπακτικό έντομο <i>N. includens</i> (Kirsch)	 14
2.1 Συστηματική κατάταξη	14
2.2 Ιστορικό - Καταγωγή – Εξάπλωση	14
2.3 Μορφολογία	14
2.4 Βιολογία	14
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Αιθέρια έλαια αρωματικών φυτών και εφαρμογή τους στη φυτοπροστασία από εντομολογικούς εχθρούς	 16
3.1 Αιθέρια έλαια	16
3.2 Σύνθεση των αιθερίων ελαίων	16
3.3 Βιοσύνθεση των αιθερίων ελαίων	17
3.4 Παραλαβή των αιθερίων ελαίων	17
3.4.1 Παραλαβή με απόσταξη	18
3.4.2 Παραλαβή με εκχύλιση	18
3.4.3 Μηχανική παραλαβή	19
3.5 Ρόλος των αιθερίων ελαίων	19
3.6 Εντομοκτόνος δράση των αιθερίων ελαίων	20
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Μελέτη της επίδρασης αιθερίων ελαίων των φυτών λεβάντα (<i>Lavandula angustifolia</i>) και μέντα (<i>Mentha piperita</i>) στο αρπακτικό έντομο <i>Nephus includens</i> (Coleoptera: Coccinellidae)	 23

4.1 Εισαγωγή	23
4.2 Σκοπός του πειράματος	24
4.3 Υλικά και μέθοδοι	24
4.3.1 Εντομοτροφείο –Θάλαμος ανάπτυξης εντόμων	24
4.3.2 Κλωβοί και κουτιά για την εκτροφή των εντόμων	24
4.3.3 Λοιπός εξοπλισμός	26
4.3.4 Εκτροφές εντόμων	26
4.3.4.1 Ο ψευδόκοκκος <i>P. ficus</i>	26
4.3.4.2 Το αρπακτικό έντομο <i>N. includens</i>	30
4.3.5 Αιθέρια έλαια	30
4.4 Μέθοδος πειραματισμού	30
4.5 Αποτελέσματα	31
4.6 Συζήτηση αποτελεσμάτων	32
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	35

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή μελέτη εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Βιολογικού Ελέγχου Γεωργικών Φαρμάκων του Μπενάκειου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου (Μ.Φ.Ι.). Ευχαριστώ θερμά την Δρα Φιλίτσα Καραμαούνα, ερευνήτρια Γ', για την πολύτιμη αρωγή της καθ' όλη την διάρκεια περάτωσης και συγγραφής της πτυχιακής μου μελέτης.

Θερμές ευχαριστίες εκφράζω προς τον Δρα Δημήτρη Παπαχρήστο, ερευνητή του Μ.Φ.Ι., για τη βοήθειά του στη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων και τον Δρα Αθανάσιο Κυμπάρη, Λέκτορα του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης, για την διάθεση και χημική ανάλυση των αιθερίων ελαίων που χρησιμοποιήθηκαν στις βιοδοκιμές της πτυχιακής μελέτης. Όπως και όλους τους συναδέλφους μου στο Ινστιτούτο, για την πολύτιμη υποστήριξή τους.

Ευχαριστώ θερμά επίσης τον Δρα Σταθά Γεώργιο (σήμερα Επίκουρο Καθηγητή Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας) για την ανάθεση και εξέταση της πτυχιακής μου μελέτης.

Νοιώθω επίσης την ανάγκη να ευχαριστήσω τους Γιώργο και Νίκο για την υποστήριξη και την δύναμη που εισέπραξα καθ' όλη τη διάρκεια της προσπάθειάς μου.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το μεγάλο ενδιαφέρον που παρουσιάζουν τα αιθέρια έλαια ως βιοκτόνα εντόμων αποτέλεσε την αφετηρία για τη μελέτη αυτή. Η παρούσα πτυχιακή εργασία αφορά στη μελέτη της επίδρασης των αιθερίων ελαίων αρωματικών φυτών λεβάντας και μέντας στο αρπακτικό έντομο *Nephus includens* (Kirsch) (Coleoptera: Coccinellidae) κατά του ψευδόκοκκου του αμπελιού *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae).

Η εργασία αυτή αποτελείται από τέσσερις θεματικές ενότητες (κεφάλαια):

Το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται στον ψευδόκοκκο του αμπελιού *P. ficus* (Signoret) και την αντιμετώπισή του. Το δεύτερο κεφάλαιο περιλαμβάνει το αρπακτικό έντομο *N. includens*. Το τρίτο κεφάλαιο αφορά στα αιθέρια έλαια αρωματικών φυτών και την εφαρμογή τους στη φυτοπροστασία από εντομολογικούς εχθρούς. Τέλος το τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζει το πείραμα το οποίο πραγματοποιήθηκε σε συνθήκες εργαστηρίου στο Μ.Φ.Ι. και εξετάζει την επίδραση αιθερίων ελαίων των φυτών λεβάντα (*Lavandula angustifolia*) και μέντα (*Mentha piperita*) στο αρπακτικό έντομο *N. includens*.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη εξέτασε την τοξική δράση αιθερίων ελαίων των αρωματικών φυτών λεβάντα και μέντα στη θνησιμότητα του αρπακτικού εντόμου *N. includens* σε συγκεντρώσεις που είναι τοξικές για τον ψευδόκοκκο στο αμπέλι στο εργαστήριο. Η τοξικότητα των αιθερίων ελαίων προσδιορίστηκε με βιοδοκιμές στο εργαστήριο σε ενήλικα άτομα του αρπακτικού ηλικίας 1-7 ημερών. Οι βιοδοκιμές έγιναν στις συγκεντρώσεις 41,4 και 45,9 mg αιθερίου ελαίου/ml νερού για την λεβάντα και 15,3 και 27,9 mg αιθερίου ελαίου/ml νερού για την μέντα. Οι συγκεντρώσεις αυτές αντιστοιχούν στις τιμές LC₉₀ του κάθε ελαίου για τον ψευδόκοκκο *P. ficus* στο στάδιο της νύμφης 3^{ης} ηλικίας και του ενηλίκου όπως αυτές έχουν εκτιμηθεί σε προηγούμενα πειράματα. Ως μάρτυρες χρησιμοποιήθηκαν το νερό και ο οργανικός διαλύτης DMSO (7%). Η εκτίμηση της τοξικής δράσης των αιθερίων ελαίων (οξεία τοξικότητα) στο αρπακτικό έγινε με μέτρηση της θνησιμότητας των εντόμων 24 ώρες μετά τον ψεκασμό.

Το μέσο ποσοστό θνησιμότητας ενήλικων ατόμων του αρπακτικού εντόμου *N. includens*, 24 ώρες μετά τον ψεκασμό του με αιθέρια έλαια των φυτών λεβάντα και μέντα ήταν 90,3-93,4% (ανάλογα με την εφαρμοζόμενη συγκέντρωση) και 63,5-99,4% αντίστοιχα επομένως τα αιθέρια αυτά έλαια είναι τοξικά στο ωφέλιμο έντομο στις συγκεντρώσεις που είναι τοξικές και για τον ψευδόκοκκο *P. ficus* στο εργαστήριο.

Το αιθέριο έλαιο της μέντας είναι πιο τοξικό από το αιθέριο έλαιο της λεβάντας στον ψευδόκοκκο *P. ficus* αλλά η τοξικότητά του στο φυσικό του εχθρό *N. includens* σε σχέση με το αιθέριο έλαιο της λεβάντας διαφοροποιείται ανάλογα με τη συγκέντρωση που εφαρμόζεται. Το αιθέριο έλαιο της μέντας είναι λιγότερο τοξικό από το αιθέριο έλαιο της λεβάντας σε συγκέντρωση που είναι τοξικό στις νύμφες 3^{ης} ηλικίας του ψευδόκοκκου *P. ficus* (15,3 mg αιθερίου ελαίου/ml νερού), ενώ είναι πιο τοξικό από το αιθέριο έλαιο της λεβάντας σε συγκέντρωση που είναι τοξικό στα ενήλικα άτομα του ψευδόκοκκου (27,9 mg αιθερίου ελαίου/ml νερού). Ο οργανικός διαλύτης που χρησιμοποιήθηκε στις βιοδοκιμές δεν είναι τοξικός στο *N. includens*.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Ο ψευδόκοκκος του αμπελιού *Planococcus ficus* (Signoret) και η αντιμετώπισή του

1. *Planococcus ficus* (Signoret) κν. ψευδόκοκκος του αμπελιού

Το αμπέλι στη χώρα μας προσβάλλεται από δύο τουλάχιστον είδη ψευδόκοκκων: το *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) και το *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae). Τα δύο είδη μοιάζουν πολύ στη μορφή και στον τρόπο ζωής. Το *P. ficus* είναι το πιο συνηθισμένο είδος ψευδόκοκκου που προσβάλλει το αμπέλι στο νομό Ηρακλείου Κρήτης. Επίσης στην Ιταλία είναι το πιο βλαβερό είδος ψευδόκοκκου στο αμπέλι (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 2003). Άλλα είδη ψευδόκοκκων που μπορούν να προσβάλλουν το αμπέλι αλλά παρατηρούνται πολύ σπανιότερα είναι τα *Pseudococcus vitis* (Niedzielski), *Pseudococcus longispinus* (Targioni-Tozzetti) και *Pseudococcus obscurus* Essig (όλα Hemiptera: Pseudococcidae) (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 2003).

1.1 Συστηματική κατάταξη

Τάξη: Hemiptera

Υπόταξη: Homoptera

Οικογένεια: Pseudococcidae

Γένος: *Planococcus*

Είδος: *Planococcus ficus* (Signoret)

Κοινή ονομασία: Ψευδόκοκκος του αμπελιού

1.2 Ιστορικό - Καταγωγή - Εξάπλωση

Ο ψευδόκοκκος του αμπελιού *P. ficus* είναι είδος σχεδόν κοσμοπολίτικο. Αποτελεί εντομολογικό εχθρό σε πολλές αμπελοπαραγωγικές περιοχές του κόσμου, έχει εντοπιστεί σε Μεσογειακές περιοχές της Ευρώπης, στην Βόρεια και Νότια Αφρική, Μέση Ανατολή, Αργεντινή, Μεξικό και Καλιφόρνια (<http://vinemealybug.ucckac.edu/VMB.htm>, Ηλεκτρονική βάση δεδομένων ScaleNet). (Καραμαούνα κ.α. 2010).

Στην Καλιφόρνια ο ψευδόκοκκος *P. ficus* εισέβαλλε και εξακριβώθηκε πρώτη φορά στην κοιλάδα Coachella του Riverside το 1994. Έκτοτε το έντομο έχει εξαπλωθεί σε άλλες 12 περιοχές και αποτελεί μεγάλης οικονομικής σημασίας εντομολογικό εχθρό του αμπελιού

όπου προκαλεί ζημιές στα επιτραπέζια και οινοποιήσιμα σταφύλια και τη σταφίδα (Daane and Bentley 2000).

Η παρουσία του εντόμου αυτού έχει επισημανθεί σε αμπελώνες στην Κρήτη από το 1997 ενώ ο προσδιορισμός του βασίστηκε στις κλείδες της συστηματικού Cox και επιβεβαιώθηκε από την Δρα Watson του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας του Λονδίνου. Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί έξαρση της προσβολής από τον ψευδόκοκκο του αμπελιού στις περιοχές της Κορινθίας και του Τυρνάβου (Μιχαλόπουλος κ.α. 2005). Ανάλογη κατάσταση παρατηρείται την ίδια εποχή στην Ιταλία και στην Καλιφόρνια (Monta *et al*, 2001).

1.3 Μορφολογία-Βιολογία

Το είδος *P. ficus* περιγράφηκε πρώτη φορά από έντομα που βρέθηκαν σε σύκα στη νότια Γαλλία. Η διάκριση του ψευδόκοκκου *P.ficus* από το είδος *P. citri* (ίδιο γένος) είναι πολύ δύσκολη και γίνεται μόνο σε επίπεδο παρασκευασμάτων σε μικροσκόπιο. Το ενήλικο θηλυκό είναι άπτερο και το σώμα του καλύπτεται από μια άσπρη κηρώδη σκόνη. Το σώμα του είναι μαλακό ελλειψοειδές ελαφρά πεπλατυσμένο με διακριτά άρθρα και έχει μήκος 1.4-3.2 mm και πλάτος 0.8-2.2mm. Το χρώμα του σώματός τους είναι ρόδινο και είναι ευδιάκριτο μέσα από την κηρώδη κάλυψη. Στην περίμετρο του σώματός του έχει 18 ζευγάρια κοντών κηρωδών αποφύσεων και κάθε απόφυση φέρει δύο τρίχες σχήματος κώνου (Εικόνα 1). (Μιχαλόπουλος κ.α. 2005).



Εικόνα 1. Ενήλικα θηλυκά του ψευδόκοκκου *Planococcus ficus*

Ο ψευδόκοκκος *P. ficus* πολλαπλασιάζεται πολύ γρήγορα και έχει 3-4 γενεές το χρόνο. Το θηλυκό, κατά την ωοτοκία, εκκρίνει κηρώδη νημάτια και σχηματίζει μεγάλο βαμβακώδη ωόσακκο, περίπου ίσο με το μέγεθος του σώματός του, όπου τοποθετεί κατά μέσο όρο 400-500 αυγά χρώματος ωχροκίτρινου (Ρουμπελάκη-Αγγελάκη 1998). Δεν υπάρχει στάδιο διάπαυσης γι' αυτό όλα τα βιολογικά στάδια ανάπτυξης του ψευδόκοκκου μπορεί να επικαλύπτονται και να συνυπάρχουν σε όλα τα φυτικά μέρη του πρέμνου δηλαδή στις ρίζες, τον κορμό κάτω από το φλοιό, τους βραχίονες, τους βλαστούς, τα φύλλα και τους βότρυνες καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες της κάθε περιοχής (Μενούνου 2008).

Όπου είναι πιο κρύο το κλίμα τον χειμώνα τα ωά, οι νύμφες και τα ενήλικα μπορούν να βρεθούν κάτω από το φλοιό, μέσα στους αναπτυσσόμενους οφθαλμούς και πάνω στις ρίζες. Καθώς οι θερμοκρασίες ανεβαίνουν την άνοιξη, η πυκνότητα του ψευδόκοκκου αυξάνεται και οι ψευδόκοκκοι μετακινούνται προς τους βραχίονες και τα υπέργεια μέρη του φυτού. Στο τέλος της άνοιξης και το καλοκαίρι ο ψευδόκοκκος βρίσκεται σε όλα τα μέρη του αμπελιού συμπεριλαμβανομένων των φύλλων και των βοτρύων. Μετά τη συγκομιδή η πυκνότητα του ψευδόκοκκου μειώνεται. Αυτή η γενικευμένη βιολογία ισχύει για τους περισσότερους πληθυσμούς του ψευδόκοκκου, ωστόσο ποικίλει ελαφρά ανάλογα με την τοποθεσία και την ποικιλία (Daane and Bentley 2000).

1.4 Ξενιστές – Ζημιές

Ο ψευδόκοκκος *P. ficus* έχει μεγάλο φάσμα υποτροπικών και τροπικών καλλιεργούμενων φυτών ξενιστών αλλά και ζιζανίων ενώ φαίνεται να προτιμά το αμπέλι. Εκτός από τα αμπέλια ο ψευδόκοκκος *P. ficus* προσβάλλει επίσης τη μηλιά *Malus domestica* (Rosaceae), τη συκιά *Ficus carica* (Moraceae), τη ροδιά *Punica granatum* (Punicaceae), το κακάο (*Theobroma* sp.) το αβοκάντο, τη χουρμαδιά, τον πλάτανο (*Platanus orientalis*) και διάφορα καλλωπιστικά όπως η πικροδάφνη *Nerium oleander* (Apocynaceae), ο φίκος ο βενιαμίν *F. benjamini*, η ντάλια *Dahlia* sp. κ.α.

Η ζημιά στα φυτά προκαλείται από τις νύμφες και τα ενήλικα άτομα. Τα αρσενικά άτομα δεν διατρέφονται. Το έντομο τρέφεται σε όλα τα μέρη του φυτού ακόμα και στις ρίζες, ιδιαίτερα όπου το έδαφος είναι ελαφρύ. Όταν τρέφεται κάτω από το φλοιό του κορμού του πρέμνου, όπου νύσσει και μυζά χυμό, τον κάνει να φαίνεται «βρεγμένος» καλύπτοντάς τον με κηρώδη και μελιτώδη εκκρίματα με επακόλουθη ανάπτυξη καπνιάς σε μεγάλο βαθμό και αποφύλλωση. Η ζημιά που προκαλείται είναι κυρίως έμμεση καθώς οι καρποί υφίστανται σημαντική υποβάθμιση ως προς την εμπορική τους αξία από την ανάπτυξη καπνιάς στα

μελιτώδη εκκρίματα του εντόμου, σε σημείο να είναι ακατάλληλοι για οινοποίηση ή παραγωγή χυμού. (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 2003, Ηλεκτρονική βάση δεδομένων Scale Net).

Ο ψευδόκοκκος *P. ficus* θεωρείται σοβαρός εχθρός του αμπελιού αφού α) βιολογικές παράμετροι όπως ο μεγάλος αριθμός αυγών/θηλυκό και αριθμός γενιών/έτος ευνοούν τη ραγδαία αύξηση του πληθυσμού του, β) μπορεί να τρέφεται από όλα τα φυτικά μέρη καθόλη τη διάρκεια του έτους με τον διαχειμάζοντα πληθυσμό προφυλαγμένο κάτω από το φλοιό του πρέμνου ή στο έδαφος πάνω στις ρίζες, γ) οι προφυλαγμένες θέσεις που βρίσκεται εγκατεστημένος τον προστατεύουν από τα περισσότερα εντομοκτόνα που εφαρμόζονται στο φύλλωμα, τις υψηλές θερμοκρασίες κατά το καλοκαίρι, τα παρασιτοειδή και άλλους φυσικούς εχθρούς και δ) είναι φορέας ιώσεων στο αμπέλι και μπορεί επίσης να δημιουργήσει σύμπλοκο προσβολής με το λεπιδόπτερο *Cryptoblabes gnidiella* (Lepidoptera: Pyralidae). (Daane and Bentley 2000).

1.5 Αντιμετώπιση

Για ένα έντομο που ενδημεί στους ελληνικούς αμπελώνες τα τελευταία 50 χρόνια τουλάχιστον και μεταφέρεται εύκολα ακόμα και με τον αέρα, ο στόχος της καταπολέμησης πρέπει να είναι η επαναφορά του αμπελώνα στην προ της προσβολής κατάσταση, όπου ο ψευδόκοκκος είναι πιθανόν να είναι μεν παρών, αλλά, ως δευτερεύων εχθρός, σε μη ενοχλητικό πληθυσμό (Μιχαλόπουλος κ.α. 2005).

1.5.1 Χημική Καταπολέμηση

Η χημική καταπολέμηση του ψευδόκοκκου *P. ficus* γίνεται με δύο ψεκασμούς με θερινό ορυκτέλαιο ή άλλα κατάλληλα εντομοκτόνα στο μέγιστο της εκκόλαψης των νυμφών της 1ης και 2ης γενιάς και ένα χειμερινό ψεκασμό με χειμερινό ορυκτέλαιο ή θερινό ορυκτέλαιο μαζί με οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο, ή άλλο κατάλληλο εντομοκτόνο (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 2003). Εκτός από τις εφαρμογές κατά την βλαστική περίοδο για τις οποίες χρειάζεται να προσδιοριστεί ο ακριβής χρόνος εφαρμογής, είναι δυνατόν να γίνουν συμπληρωματικά και εφαρμογές στο έδαφος καθώς και ένας ψεκασμός κατά το τέλος του ληθάργου με έμφαση στην βάση του κορμού των πρέμνων. Ο ψεκασμός αυτός στοχεύει στον περιορισμό της έναρξης κίνησης των νυμφών και μεταφορά τους την ίδια εποχή από τα μυρμήγκια, για να εκμεταλλευτούν αργότερα το άφθονο μελίτωμα, προς το άνω μέρος του πρέμνου (Μιχαλόπουλος κ.α. 2005).

1.5.2 Ολοκληρωμένη Αντιμετώπιση

Η πλέον αποτελεσματική μέθοδος για να αποφευχθεί η προσβολή από τον ψευδόκοκκο του αμπελιού *P. ficus* είναι η λήψη μέτρων προφύλαξης για να μην φτάσει ο ψευδόκοκκος στον αμπελώνα ή η χημική αντιμετώπισή του με επίκαιρη επέμβαση όταν δηλαδή το μέγιστο του πληθυσμού του εντόμου περιορίζεται σε ένα ευαίσθητο στάδιο.

Ο εντοπισμός του ψευδόκοκκου με δειγματοληψίες είναι δύσκολος γιατί το έντομο βρίσκεται κρυμμένο κάτω από το φλοιό ή στο έδαφος (ρίζες). Η παρουσία μυρμηγκιών που «περιφρουρούν» τον ψευδόκοκκο, μελιτώδους εκκρίματος ή η εικόνα «βρεγμένου φλοιού» και κηρώδους εκκρίματος στο πρέμνο υποδηλώνει προσβολή από τον ψευδόκοκκο.

Επειδή με μια καθολική εφαρμογή ενός εντομοκτόνου σε όλα τα πρέμνα, υπάρχει κίνδυνος να καταστραφεί όλη η ωφέλιμη πανίδα που μπορεί να ενδημεί στα υπόλοιπα καθαρά πρέμνα, έχει μεγάλη πρακτική σημασία ο εντοπισμός των πρέμνων που έχουν προσβληθεί και η εντοπισμένη εφαρμογή εντομοκτόνου σε αυτά (Μιχαλόπουλος κ.α 2005).

Το 2001 αναπτύχθηκε μία αποτελεσματική μέθοδος για την παρακολούθηση του πληθυσμού του ψευδόκοκκου του αμπελιού, η οποία βασίζεται στη συνθετική φερομόνη φύλου που τα θηλυκά χρησιμοποιούν για να προσελκύσουν τα πτερωτά ενήλικα αρσενικά. Από πειραματικές παρατηρήσεις που διεξήχθησαν σε αγρό στην Καλιφόρνια, η συνθετική φερομόνη φύλου έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα σε μία ακτίνα περίπου 90 μέτρα και διατήρησε την ελκυστικότητά της για δύο μήνες. Η συνθετική φερομόνη και φερομονικές παγίδες είναι διαθέσιμες στο εμπόριο στις Η.Π.Α. και συστήνεται να χρησιμοποιούνται σε πυκνότητα 2 παγίδες/80-160 στρ. Οι φερομονικές παγίδες θα πρέπει να αναρτώνται πάνω από τους βραχίονες και κοντά στο κέντρο του πρέμνου και να ελέγχονται κάθε 2-4 εβδομάδες ανάλογα με την πυκνότητα του πληθυσμού του ψευδόκοκκου και την ευαισθησία της ποικιλίας. Η φερομόνη πρέπει να αλλάζεται τουλάχιστον κάθε 4-8 εβδομάδες. Συνήθως σε ένα προσβεβλημένο από ψευδόκοκκο αμπελώνα βρίσκονται 20-300 αρσενικά ανά παγίδα ανά εβδομάδα (Μενούνου 2008).

Μέτρα που σχετίζονται με τη διαχείριση της καλλιέργειας ή άλλα καλλιεργητικά μέτρα που μπορούν να ληφθούν υπ' όψιν στην αντιμετώπιση του ψευδόκοκκου είναι τα εξής:

α) Επανεπιλημμένη εμβάπτιση των μοσχευμάτων σε ζεστό νερό (51° C) βρέθηκε πειραματικά να σκοτώνει το 100% της προσβολής που είχαν.

β) Η υπερβολή στην αζωτούχο λίπανση είναι συνήθης επιβαρυντικός παράγοντας για την προσβολή.

γ) Η αποφυγή φύτευσης αμπελιού σε αγροτεμάχιο που πριν φιλοξενούσε πρέμνα προσβεβλημένα από ψευδόκοκκο.

δ) Τα κλαδέματα στους προσβεβλημένους αμπελώνες πρέπει είτε να καίγονται είτε να καταστρέφονται με θρυμματισμό μακριά από τη ζώνη των ριζών του αμπελιού.

ε) Επίσης χρειάζονται συγκεκριμένα μέτρα καθαρισμού του εξοπλισμού, των ρούχων μετά την εργασία σε προσβεβλημένους αμπελώνες, ιδίως κατά την συγκομιδή οπότε οι πληθυσμοί είναι πολύ μεγαλύτεροι και διασκορπισμένοι (Μιχαλόπουλος κ.α. 2005).

1.5.3 Βιολογική Αντιμετώπιση

Ως φυσικοί εχθροί του ψευδόκοκκου του αμπελιού *P. ficus* έχουν αναφερθεί:

α) Τα αρπακτικά έντομα *Cryptolaemus montrouzieri*, *Nephus includens* (Kirsch) και *Nephus bisignatus* (Boheman) (όλα τα είδη Coleoptera: Coccinellidae). Τα αρπακτικά *N. includens* και *N.* χαρακτηρίζονται από έντονο θιγμοτακτισμό, έχουν δηλαδή την τάση να εισέρχονται βαθιά μέσα στις εγκοπές του φλοιού, οι οποίες αποτελούν φυσικό καταφύγιο (www.valentine.gr Βιολογική καταπολέμηση-Ανδρέας Μπαρμπούτσης; Κοντοδήμας 2004).

β) Τα ιθαγενή υμενόπτερα παρασιτοειδή *Anagyrus pseudococci* (Girault) και *Leptomastidea abnormis* (Girault) (και τα δύο είδη Hymenoptera: Encyrtidae) (Blumberg et al. 1995).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Το αρπακτικό έντομο *N. includens* (Kirsch)

2.1 Συστηματική κατάταξη

Επιστημονική Ονομασία: *Nephus includens* (Kirsch)

Τάξη: Coleoptera

Οικογένεια: Coccinellidae

Γένος: *Nephus*

Υπογένος: *Bipunctatus*

Είδος: *Nephus includens* (Kirsch)

2.2 Ιστορικό - Καταγωγή – Εξάπλωση

Το αρπακτικό *Nephus includens* (Kirsch) έχει αναφερθεί στην Ελλάδα από το 1968 (Αργυρίου 1968, Αργυρίου κ.α. 1976). Είναι είδος της παλαιαρκτικής ζώνης. Είναι διαδεδομένο στη βόρεια Ευρώπη (Νότια Νορβηγία, Φιλανδία, Σουηδία, Δανία, Ολλανδία, και Γερμανία). Επίσης έχει καταγραφεί στην Ισπανία, το Μαρόκο, τη νότια Γαλλία, την Ιταλία και την Πορτογαλία (Bodenheimer 1951, Tranfaglia & Viggiani 1972, Pope 1973, Viggiani 1974, Longo & Benfatto 1987, Francardi and Covassi 1992, Margo et al. 1999).

2.3 Μορφολογία

Το ακμαίο του *N. includens* έχει σχήμα ελλειψοειδές, μήκος 1.5 – 1.8 mm και πλάτος 1.0 – 1.1 mm (Boheman 1850). Είναι μαύρου χρώματος με δύο χαρακτηριστικές κηλίδες στα έλυτρα των οποίων η μορφή ποικίλει. Οι κεραίες του αποτελούνται από 9 άρθρα (Εικόνα 2). Οι προνύμφες και οι νύμφες του είναι χρώματος ανοικτού κίτρινου με χαρακτηριστικές λευκές κηρώδεις εκκρίσεις νωτιαίως των θωρακικών και κοιλιακών τμημάτων (Κοντοδήμας, 2004).

2.4 Βιολογία

Παρά το γεγονός ότι το ιθαγενές αρπακτικό *N. includens* είναι από πολλά χρόνια γνωστός φυσικός εχθρός του ψευδόκοκκου και την ευρεία εξάπλωσή του στην Ευρώπη και τη Μεσόγειο, πολύ λίγα στοιχεία είναι γνωστά για την βιο-οικολογία του. Οι Tranfaglia & Viggiani (1972) αναφέρουν πως η αναπαραγωγική ικανότητα του *N. includens* μετρήθηκε σε

150.6 ωά/θηλυκό άτομο στους 25-27°C. Σε μελέτη της αδηφαγίας των *N. includens* βρέθηκε ότι η συνολική κατανάλωση τροφής για την προνύμφη 1^{ου}, 2^{ου}, 3^{ου} και 4^{ου} σταδίου κυμάνθηκε αντίστοιχα από 4-9, 8-12, 16-22 και 61-94 ωά του ψευδόκοκκου *Planococcus citri* (Risso) (Κοντοδήμας 2004). Στην ίδια μελέτη η κατανάλωση τροφής για το σύνολο των προνυμφικών σταδίων κυμάνθηκε από 382 έως 960 ωά ψευδόκοκκου (με μέση διάρκεια ζωής $69,8 \pm 6,4$ ημέρες).



Εικόνα 2. Ενήλικο του αρπακτικού *Nephus includens*
Πηγή: www.bio-insecta.gr/pdf/Bio-insecta_prospectus.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Αιθήρια έλαια αρωματικών φυτών και εφαρμογή τους στη φυτοπροστασία από εντομολογικούς εχθρούς

3.1 Αιθήρια έλαια

Σύμφωνα με τους Hargreaves *et al.* (1975) ως αιθήρια έλαια ορίζεται η ομάδα των αρωματικών πτητικών ουσιών που είναι διαλυτά σε αιθανόλη και λιγότερο διαλυτά στο νερό. Τα αιθήρια έλαια από χημική και βιοσυνθετική άποψη δεν αποτελούν μια ομοιογενή ομάδα αλλά είναι πολυσύνθετα μίγματα οργανικών πτητικών ουσιών με ελαιώδη εμφάνιση και διαφορετική χημική σύνθεση στα διάφορα είδη (Μπαρμπέρη, 2006). Το χαρακτηριστικό άρωμα των αρωματικών φυτών οφείλεται στην περιεκτικότητά τους σε αιθήρια έλαια.

3.2 Σύνθεση των αιθερίων ελαίων

Τα αιθήρια έλαια απαντώνται συνήθως σε εξωτερικούς ή εσωτερικούς θύλακες (αδένες) κυρίως στα πράσινα μέρη του φυτού, στα άνθη ενώ οι ποσότητες που βρίσκονται μέσα στα φυτά είναι πολύ μικρές της τάξεως του 0,3%-0,7% (Μπαρμπέρη 2006). Η κατανομή των αδένων στα φυτικά όργανα είναι ακανόνιστη, για παράδειγμα στην κάτω επιφάνεια φύλλων μέντας περιέχονται 10-25 αδένες ενώ στην πάνω επιφάνεια 1-6 σε κάθε τετραγωνικό χιλιοστό. Η σύνθεσή τους είναι αποτέλεσμα αποκλειστικά φυσικών ενζυματικών αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα όταν ο νωπός φυτικός ιστός του καρυκεύματος σπάσει ή μικροτεμαχιστεί (Βουρλιώτη-Αράπη 2010).

Γενικά τα συστατικά των αιθερίων ελαίων χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, στα οξυγονούχα και στα μη οξυγονούχα. Τα οξυγονούχα συστατικά είναι υπεύθυνα για το χαρακτηριστικό άρωμα των αιθερίων ελαίων και τα κυριότερα αυτών είναι τα εξής:

- **Αλκοόλες:** λιναλοόλη, γερανιόλη, κιτρολλόλη, νερόλη, τερπινεόλη, πουλεγόλη, μενθόλη, πιπεριτόλη, καρβεόλη, βορνεόλη.
- **Αλδεΐδες:** κιτράλη, κιτρονελλάλη, φελλανδράλη, μυρτενάλη, σαφρανάλη.
- **Κετόνες:** μενθόνη, πουλεγόνη, καρβόμη, πιπεριτόνη, καμφορά.
- **Φαινόλες:** θυμόλη, καρβακρόλη, αθηνόλη.
- **Οξέα:** διάφορα οργανικά οξέα, συνήθως ενωμένα με αλκοόλες.
- **Εστέρες:** οξικός γερανυλεστέρας, οξικός λιναλυλεστέρας, οξικός κιτρονελλυλεστέρας, οξικός μενθυλεστέρας.

Τα κυριότερα μη οξυγονούχα συστατικά είναι τα μονοκυκλικά και δικυκλικά τερπένια όπως το λεμονένιο, πιπένιο και καμφένιο. Επίσης περιλαμβάνουν τους υδατάνθρακες, οι οποίοι έχουν ελάχιστη συμβολή στο άρωμα των αιθερίων ελαίων (Κοκαλιάρης 2003).

3.3 Βιοσύνθεση και χημική σύσταση των αιθερίων ελαίων

Μέχρι τώρα δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως ο τρόπος σχηματισμού και τα όργανα του φυτού όπου γίνεται η βιοσύνθεση των αιθερίων ελαίων. Γενικότερα όμως, παρατηρήθηκε πως τα διάφορα συστατικά των αιθερίων ελαίων σχηματίζονται από απλούστερες ουσίες που θεωρούνται ως πρόδρομοι αυτών καθώς και ότι στα αυξητικά όργανα φυτών νεαρής ηλικίας βρίσκονται μεγαλύτερες ποσότητες αιθερίων ελαίων. Για την σύνθεση των συστατικών δεν χρειάζεται πολύς χρόνος παρά μόνο λίγες ώρες (Κοκαλιάρης 2003, Μπαρμπέρη 2006).

Η χημική σύσταση των αιθερίων ελαίων ποικίλλει ακόμη και μέσα στο ίδιο φυτικό είδος σε κάθε στάδιο ανάπτυξης του φυτού (Κοκαλιάρης 2003). Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη χημική σύσταση των αιθερίων ελαίων περιλαμβάνουν το τμήμα των φυτών από το οποίο εξάγεται το έλαιο (δηλ. ιστός φύλλων, καρπός, μίσχος κ.λπ.), τη φαινολογική κατάσταση των φυτών, την εποχή, το κλίμα, τον εδαφολογικό τύπο κ.α.. Για παράδειγμα, το αιθέριο έλαιο δεντρολίβανου που συλλέχθηκε από φυτά σε δύο περιοχές της Ιταλίας διέφερε σημαντικά στις συγκεντρώσεις των δύο σημαντικών συστατικών της 1,8-κινεόλη (7,3% έναντι 55,3%) και α-πινένιο (11,5% έναντι 30,3%). Τέτοιες διαφορές δεν είναι ασυνήθιστες και έχουν αναφερθεί επίσης και για αιθέρια έλαια που προέρχονται από το βασιλικό, τη μέντα και την μυρτιά (Isman *et al.* 2007).

Το χαρακτηριστικό άρωμα κάθε αιθερίου ελαίου είναι αποτέλεσμα της συνισταμένης όλων των συστατικών του αλλά και της αναλογίας με την οποία βρίσκονται στον ιστό του φυτού. Η έκλυση των αιθερίων ελαίων από τα φυτά αποδίδεται τόσο στην εξάτμιση όσο και στην ρήξη των τοιχωμάτων των αδένων που προκαλείται από την αναπτυσσόμενη οσμωτική πίεση των κυττάρων που περιβάλλουν τους αδένες και τα οποία περιέχουν διάλυμα από σάκχαρα, άλατα και κολλοειδή (Μπουρτσουκλή 2008).

3.4 Παραλαβή των αιθερίων ελαίων

Τα αιθέρια έλαια παραλαμβάνονται από τα αρωματικά φυτά με τις μεθόδους της απόσταξης, της εκχύλισης και με μηχανική παραλαβή (Μπουρτσουκλή 2008).

3.4.1 Παραλαβή με απόσταξη

Η μέθοδος της απόσταξης είναι η πιο απλή, οικονομική και ευρύτατα χρησιμοποιούμενη μέθοδος για την παραλαβή αιθερίων ελαίων από όλα σχεδόν τα αρωματικά φυτά. Ειδικότερα διακρίνονται οι εξής κατηγορίες απόσταξης:

α) *Υδροαπόσταξη ή απόσταξη με νερό.* Η υδροαπόσταξη χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα στο παρελθόν ενώ σήμερα η χρήση της έχει περιοριστεί αισθητά. Έχει μικρή απόδοση σε αιθέρια έλαια που είναι και κατώτερης ποιότητας λόγω της αποδόμησης διαφόρων συστατικών. Χαρακτηριστικό της μεθόδου είναι ότι το νερό και το φυτικό υλικό έρχονται σε άμεση επαφή μεταξύ τους. Το φυτικό υλικό τοποθετείται σε άμβυκα απόσταξης με νερό που θερμαίνεται με φωτιά ή με ατμό που κυκλοφορεί σε σωληνώσεις στα τοιχώματα ή στον πυθμένα του. Το υλικό ανάλογα το ειδικό βάρος του ή θα επιπλέει ή θα βρίσκεται μέσα στο νερό. Η υδροαπόσταξη εφαρμόζεται σε φυτικά υλικά όπως οι τριμμένες ρίζες ή καρποί, τα ροδοπέταλα και τα άνθη των εσπεριδοειδών (Κοκαλιάρης 2003).

β) *Υδροατμοαπόσταξη ή απόσταξη με ατμό και νερό.* Η μέθοδος αυτή απόσταξης αντικατέστησε την προηγούμενη και χρησιμοποιείται κυρίως για μικρής κλίμακα αποστάξεις. Υπερέχει από την υδροαπόσταξη διότι το φυτικό υλικό που επεξεργάζεται δεν έρχεται σε άμεση επαφή με το νερό αλλά τοποθετείται σε πλέγμα λίγο πάνω απ' την επιφάνεια του ώστε ο ατμός που παράγεται να παρασύρει το αιθέριο έλαιο. Με την υδροατμοαπόσταξη έχουμε μικρότερη κατανάλωση καυσίμου και περιορισμό της αποδόμησης των συστατικών των αιθερίων ελαίων.

γ) *Απόσταξη με υδρατμούς.* Το είδος αυτής της απόσταξης χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία για μεγάλες αποστάξεις. Στην απόσταξη με υδρατμούς δεν υπάρχει νερό, αντικαθίσταται με ατμούς που παράγονται σε ατμολέβητα και εισάγεται με μεγάλη πίεση. Είναι η μέθοδος που δίνει μεγαλύτερη ποσότητα και καλύτερη ποιότητα αιθερίου ελαίου και είναι κατάλληλη για όλα σχεδόν τα φυτικά μέρη εκτός από τα άνθη και κονιορτοποιημένα υλικά (Μπαρμπέρη 2006, Μπουρτσουκλή 2008).

3.4.2 Παραλαβή με εκχύλιση

Η μέθοδος της εκχύλισης χρησιμοποιείται για την παραλαβή αιθερίων ελαίων κυρίως από φυτικά υλικά που είναι ευπαθή στην απόσταξη όπως τα άνθη. Η εκχύλιση αποδίδει όλο το αιθέριο έλαιο που αντιπροσωπεύει το πραγματικό άρωμα του φυτικού υλικού, είναι όμως πιο δαπανηρή και απαιτεί ειδικευμένο προσωπικό και ακριβό διαλύτη. Η εκχύλιση ανάλογα με το εκχυλιστικό υλικό διακρίνεται στα παρακάτω είδη:

α) Εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες. Χρησιμοποιείται για την παραλαβή αιθερίων ελαίων κυρίως από άνθη. Η επιτυχία της μεθόδου στηρίζεται στην επιλογή του κατάλληλου διαλύτη. Οι χρησιμοποιούμενοι διαλύτες είναι ο πετρελαϊκός αιθέρας, το βενζόλιο και η αιθυλική αλκοόλη.

β) Εκχύλιση με ψυχρό λίπος. Μέθοδος που χρησιμοποιούνταν στην αρχαιότητα και σήμερα έχει εγκαταλειφθεί. Είναι απλή μέθοδος που στηρίζεται στο γεγονός ότι το λίπος απορροφά και συγκρατεί πτητικές ουσίες, άρα και τα αιθέρια έλαια που έρχονται σε επαφή μαζί του. Η μέθοδος χρησιμοποιείται μόνο σε άνθη που συνεχίζουν την φυσιολογική τους δράση και μετά την συλλογή τους (π.χ. γιασεμί, πολύανθες). Για την επιτυχία της μεθόδου θα πρέπει το λίπος που χρησιμοποιείται (συνήθως χοιρινό ή μίγμα βοδινού και χοιρινού λίπους), να είναι τελείως καθαρό και απαλλαγμένο από κάθε οσμή.

γ) Εκχύλιση με θερμό λίπος. Η μέθοδος αυτή είναι παρόμοια με την προηγούμενη με την διαφορά ότι χρησιμοποιείται για την παραλαβή αιθερίων ελαίων για άνθη (π.χ. βιολέτες, τριαντάφυλλα, τα άνθη των εσπεριδοειδών) που δεν συνεχίζουν την φυσιολογική δράση παραγωγής και διάχυσης του αρώματος τους στο περιβάλλον μετά την συλλογή τους. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι το αιθέριο έλαιο που παραλαμβάνεται έχει ελαφρά οσμή λίπους και τάση για τάγγισμα (Μπουρτσουκλή 2008).

3.4.3 Μηχανική παραλαβή

Τα αιθέρια έλαια μπορεί να παραληφθούν και με μηχανικά μέσα. Παραλαβή αιθερίων ελαίων με μηχανικά μέσα γίνεται από τους φλοιούς των εσπεριδοειδών και τους ξηρούς καρπούς. Για τους φλοιούς των εσπεριδοειδών χρησιμοποιούνται δυο ειδών μέσα: α) αυτά που επεξεργάζονται ολόκληρους τους καρπούς και έπειτα γίνεται η εξαγωγή του αιθερίου ελαίου από τους φλοιούς πριν την χυμοποίηση και β) αυτά που επεξεργάζονται μόνο τους φλοιούς εφόσον οι καρποί έχουν κοπεί σε κομμάτια και έχει αφαιρεθεί ο χυμός. Ο πρώτος τρόπος θεωρείται καλύτερος. Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την παραλαβή αιθερίων ελαίων από ξηρούς καρπούς είναι πιεστήρια και μοιάζουν με αυτά των ελαιοτριβείων (Μπαρμπέρη 2006, Μπουρτσουκλή 2008).

3.5 Ρόλος των αιθερίων ελαίων

Σκευάσματα φυτικής προέλευσης από περισσότερα από 2.000 είδη φυτών έχουν διαπιστωθεί να έχουν εντομοκτόνο δράση, όπως πχ. είδη των οικογενειών *Apiaceae* (καρότο), *Lamiaceae* (μέντα), *Myrtaceae* (μυρτιά) και *Rutaceae* (εσπεριδοειδή). Τα αιθέρια έλαια των φυτών εκτός από την εντομοκτόνο δράση τους, είναι γνωστά και για τις αντισηπτικές τους

ιδιότητες με δράση κατά των βακτηρίων, των μυκήτων και των ζυμών. Επίσης τα αιθέρια έλαια μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τα φυτά για να προσελκύσουν έντομα επικονιαστές, ή να προστατεύσουν τα φυτά από ασθένειες (Isman 2000, Isman et al. 2007).

Μερικά αιθέρια έλαια δεν είναι μόνο εντομοκτόνα αλλά έχουν και φυτοτοξικά αποτελέσματα. Σε πολλές περιπτώσεις, αυτό θα θεωρούταν ένα σοβαρό μειονέκτημα στη χρήση αυτών των αιθερίων για τον έλεγχο των επιβλαβών εντόμων, όμως, αυτό ανοίγει επίσης την πόρτα στη χρήση μερικών αιθερίων ελαίων ως ζιζανιοκτόνα. Κατά τον Tworkoski (2002) τα έλαια του κόκκινου θυμαριού (*Thymus vulgaris*), θρούμπι (*Satureja hortensis*), κανέλας (*Cinnamomum zeylanicum*) και γαρίφαλου (*Syzygium aromaticum*) είναι ιδιαίτερα φυτοτοξικά.

Τα αιθέρια έλαια είναι φυσικά προϊόντα μεγάλης οικονομικής σημασίας καθώς χρησιμοποιούνται στην αρωματοποιία, την κοσμετολογία, τη βιομηχανία τροφίμων και στην φαρμακευτική όπου προσδίδουν στα φάρμακα ευχάριστη οσμή ή γεύση (Βουρλιώτη-Αράπη 2010).

3.6 Εντομοκτόνος δράση των αιθερίων ελαίων

Έρευνες σε διάφορες χώρες επιβεβαιώνουν ότι τα αρωματικά φυτά έχουν όχι μόνο απωθητική δράση στα έντομα αλλά και εντομοκτόνο δράση με επαφή και ατμούς ενάντια σε συγκεκριμένα επιβλαβή παράσιτα (Isman 2000).

Εκχυλίσματα φυτών που ανήκουν στην οικογένεια *Lamiaceae* έχει αναφερθεί ότι εμφανίζουν εντομοκτόνο δράση εναντίον προνυμφών κουνουπιών (Sukumar et al. 1991). Συγκεκριμένα από σχετική μελέτη προκύπτει ότι αιθέρια έλαια των φυτών *Satureja montana* L. (*Labiaceae*) και *Satureja thymbra* L. (*Labiaceae*), τα οποία συλλέχθηκαν στον Υμηττό, ήταν αποτελεσματικά εναντίον προνυμφών κουνουπιών του είδους *Culex pipiens* (*Diptera: Culicidae*) (Μιχαηλάκης κ.α. 2005). Επίσης, αιθέρια έλαια από διάφορα είδη φυτών του γένους *Satureja* αλλά και από το ίδιο είδος φυτού, διαφορετικής όμως προέλευσης, έχει αποδειχθεί ότι εμφανίζουν εντομοκτόνο δράση σε έντομα γεωργικής σημασίας (Chorianopoulos et al. 2004).

Αιθέρια έλαια από δεκατρία φυτά (*Apium graveolens*, *Citrus sinensis*, *Eucalyptus globules*, *Juniperus oxycedrus*, *Laurus nobilis*, *Lavandula hybrida*, *Mentha microphylla*, *Mentha viridis*, *Ocimum basilicum*, *Origanum vulgare*, *Pistacia terebinthus*, *Rosmarinus officinalis*, *Thuja orientalis*) δοκιμάστηκαν ενάντια στο έντομο αποθηκών *Acanthoscelides obtectus* (Say) (*Coleoptera: Bruchidae*). Οι βιοδοκιμές έδειξαν ότι τα περισσότερα έλαια έχουν απωθητική δράση, μειώνουν την γονιμότητα, την εκκόλαψη των ωών και την έξοδο

των ακμαίων και αυξάνουν την θνησιμότητα των νεαρών προνυμφών του εντόμου. Επιπλέον, μερικά έλαια ήταν πολύ τοξικά στο *A. obtectus* με τα αρσενικά άτομα να εμφανίζονται πιο ευαίσθητα από τα θηλυκά άτομα. Μεταξύ των αιθερίων ελαίων που δοκιμάστηκαν, τα πιο τοξικά για τα αρσενικά άτομα ήταν τα αιθέρια έλαια της μέντας *M. microphylla* και *M. viridis* ενώ τα πιο τοξικά για τα θηλυκά ήταν τα αιθέρια έλαια της λεβάντας *L. hybrida* και του δενδρολίβανου *R. officinalis* (Papachristos and Stamopoulos 2002a).

Οι ατμοί αιθερίων ελαίων των φυτών *L. hybrida*, *R. officinalis* και *Eucalyptus globulus* ήταν τοξικοί ενάντια στις προνύμφες και στις χρυσαλίδες του *A. obtectus*. Οι προνύμφες του *A. obtectus* ήταν πιο ανθεκτικές στους ατμούς των αιθερίων ελαίων όσο αυξάνονταν η ηλικία τους αλλά ήταν πιο ευαίσθητες από τις χρυσαλίδες. Η αύξηση του χρόνου έκθεσης των προνυμφών από 6 έως 48 ώρες οδήγησε σε αύξηση της θνησιμότητας των προνυμφών, ενώ περαιτέρω αύξηση του χρόνου έκθεσης δεν αύξησε την αρνητική επίδραση. Τα αέρια αιθέρια έλαια ήταν αποτελεσματικότερα στους 10 °C και τους 18°C από ότι στους 4°C, 26°C, 32°C και 36°C (Papachristos and Stamopoulos (2002b).

Η ακαρεοκτόνος δράση των αιθερίων ελαίων έχει μελετηθεί τόσο ενάντια σε φυτοφάγα ακάρεα π.χ. του βασιλικού *Ocimum basilicum* L. και της λεβάντας *Lavandula officinalis* Chaix κατά των ακάρεων *Tetranychus urticae* (Koch) και *Eutetranychus orientalis* (Klein) (Refaat *et al.* 2002) όσο και σε αρπακτικά (Amer and Momen 2005). Βιοδοκιμές αιθερίου ελαίου της λεβάντας *L. officinalis* στο στάδιο των ωών και των ενήλικων θηλυκών στα αρπακτικά ακάρεα *Euseius yousefi* Zaher and el-Borolossy, *Typhlodromus athiasae* Porth and Swirski, *Amblyseius zaheri* Yousef and el-Borolossy, *Neoseiulus barkeri* (Hughes) (όλα Acari: Phytoseiidae), έδειξαν ότι το αιθέριο έλαιο της λεβάντας ήταν ιδιαίτερα τοξικό και στα δύο στάδια του *E. yousefi* και σχετικά μη τοξικό στο *T. athiasae* (Amer and Momen 2005).

Μελέτες των Momen *et al.* (2001) και Momen and Amer (2003) με αιθέρια έλαια μέντας (*Mentha viridis*, *Mentha piperita* L.), βασιλικού και λεβάντας (*L. officinalis*) σε διάφορα αρπακτικά ακάρεα Phytoseiidae έδειξαν ότι τα αιθέρια έλαια της μέντας και του βασιλικού ήταν τοξικά στο *E. yousefi* ενώ το αιθέριο έλαιο της λεβάντας ήταν τοξικό στο *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot. Το αιθέριο έλαιο του βασιλικού ήταν σχετικά μη τοξικό στα θηλυκά άτομα του *A. swirskii* (Momen and Amer 2003).

Μελέτη της οξείας τοξικότητας τεσσάρων αιθερίων ελαίων των φυτών *Majorana hortensis* Moench, *Rosmarinus officinalis* L., *M. piperita* and *L. officinalis* σε ενήλικα θηλυκά του αρπακτικού ακάρεως *A. swirskii*, έδειξε ότι το αιθέριο έλαιο μέντας ήταν το πιο τοξικό στα θηλυκά άτομα ενώ το αιθέριο έλαιο της λεβάντας ήταν το λιγότερο τοξικό στα αρπακτικά. Όλα τα αιθέρια έλαια και στις δύο συγκεντρώσεις που χρησιμοποιήθηκαν,

μείωσαν το ποσοστό κατανάλωσης τροφής από το αρπακτικό καθώς επίσης και την ωοτοκία. Και τα τέσσερα έλαια που εξετάστηκαν, θεωρήθηκαν ασφαλή στη συγκέντρωση 0.25% για το αρπακτικό δεδομένου ότι στη συγκέντρωση αυτή δεν καταγράφηκε θνησιμότητα (Amer and Momen 2002).

Αποτελέσματα μελέτης των Momen *et al.* (2001) έδειξαν ότι το αιθέριο έλαιο μέντας *M. piperita* είναι πιο τοξικό από αυτό της μέντας *M. viridis* στα αρπακτικά ακάρεα *T. athiasae*, *Phytoseius finitimus* Ribaga, *A. barkeri*, *Amblyseius yousefi* Zaher and El- Borolossy and *Amblyseius deleoni* (Muma and Denmark). Ομοίως, το αιθέριο έλαιο της μέντας αποδείχτηκε τοξικό στα αρπακτικά ακάρεα *T. athiasae*, *A. barkeri*, *A. yousefi*, *P. finitimus* και *A. deleoni* (Momen *et al.*, 2000) ενώ η μαντζουράνα αποδείχτηκε σχετικά τοξική στο *T. athiasae* και ελαφρώς τοξική στο *A. barkeri* (Momen and Amer, 1999).

Ίσως η ελκυστικότερη πτυχή της χρησιμοποίησης των ελαίων ή/και των συστατικών τους ως φυτοπροστατευτικά είναι ότι δεν είναι τοξικά στα θηλαστικά. Δοκιμές τοξικότητας της ευγενόλης, στις οποίες χρησιμοποιήθηκε η νεανική ιριδίζουσα πέστροφα (*Oncorhynchus mykiss*) και βασίστηκαν σε τιμές LC₅₀ 96 ώρες μετά την εφαρμογή, έδειξαν ότι η ευγενόλη είναι περίπου 1.500 φορές λιγότερο τοξική από το φυσικό πύρεθρο και 15.000 φορές λιγότερο τοξική από το οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο azinphosmethyl (Isman 2000).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Μελέτη της επίδρασης αιθερίων ελαίων των φυτών λεβάντα (*Lavandula angustifolia*) και μέντα (*Mentha piperita*) στο αρπακτικό έντομο *Nephus includens* (Coleoptera: Coccinellidae)

4.1 Εισαγωγή

Η χημική καταπολέμηση του ψευδόκοκκου *P. ficus* στο αμπέλι μπορεί να είναι δύσκολη ή αναποτελεσματική καθώς το έντομο προσβάλλει όλα τα μέρη του φυτού κι ένα μέρος του πληθυσμού του συχνά βρίσκει καταφύγιο σε προστατευμένες θέσεις π.χ. κάτω από το φλοιό του κορμού ή των βραχιόνων (Daane *et al.* 2003, Castillo *et al.* 2005, Walton 2003, Gülec *et al.* 2007). Επομένως η διατήρηση της ωφέλιμης εντομοπανίδας στον αμπελώνα που θα επικουρήσει στην αντιμετώπιση του ψευδόκοκκου είναι πολύ σημαντική (Μιχαλόπουλος κ.α. 2005).

Το αρπακτικό έντομο *N. includens* είναι ιθαγενές είδος στη χώρα μας με τροφική εξειδίκευση στους ψευδόκοκκους και μπορεί να είναι αποτελεσματικό σε ήπιες προσβολές (<http://www.bio-insecta.gr>).

Τα φυτικά αιθέρια έλαια εμφανίζουν βιολογική δράση ενάντια σε ένα ευρύ φάσμα εντομολογικών εχθρών και ακάρεων και είναι δυνατόν να δράσουν ως καπνιστικά (με ατμούς), εντομοκτόνα επαφής, απωθητικά και αντιδιαιτητικοί παράγοντες ή μπορούν να επηρεάσουν το ρυθμό ανάπτυξης, την αναπαραγωγή και τη συμπεριφορά των φυτοφάγων αρθροπόδων (Harwood *et al.* 1990, Papachristos and Stamopoulos 2002, 2004, Petrakis *et al.* 2005, Isman *et al.* 2008). Επιπλέον τα αιθέρια έλαια είναι «καλές» εναλλακτικές ουσίες σε σχέση με τα συμβατικά φυτοπροστατευτικά προϊόντα λόγω της χαμηλής τοξικότητάς τους στα θηλαστικά και της ταχείας αποδόμησής τους στο περιβάλλον (Rebenhorst 1996, Misra and Pavlostathis 1997, Isman 2000).

Βιοδοκιμές στο εργαστήριο με αιθέρια έλαια των αρωματικών φυτών λεβάντα και μέντα έδειξαν ότι τα αιθέρια αυτά έλαια έχουν εντομοκτόνο δράση κατά του ψευδόκοκκου *P. ficus* στο αμπέλι, με ισχυρότερη αυτή του αιθερίου ελαίου της μέντας (Karamaouna *et al.* 2010) αλλά δεν είναι γνωστές τυχόν δυσμενείς επιδράσεις τους στους φυσικούς εχθρούς του ψευδόκοκκου όπως το αρπακτικό έντομο *N. includens*.

4.2 Σκοπός του πειράματος

Σκοπός του εργαστηριακού αυτού πειράματος ήταν η μελέτη της επίδρασης αιθερίων ελαίων των αρωματικών φυτών λεβάντα και μέντα στη θνησιμότητα του αρπακτικού εντόμου *N. includens* σε συγκεντρώσεις που είναι τοξικές για τον ψευδόκοκκο στο αμπέλι στο εργαστήριο.

4.3 Υλικά και μέθοδοι

4.3.1 Εντομοτροφείο –Θάλαμος ανάπτυξης εντόμων

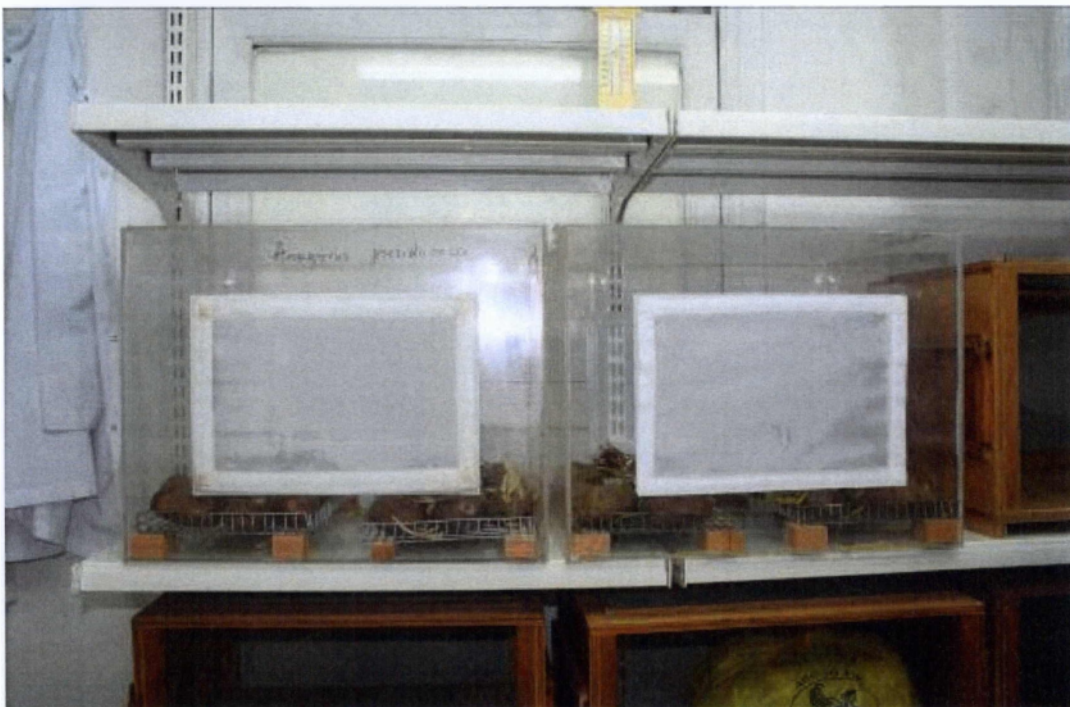
Για τη μαζική εκτροφή του ψευδόκοκκου *P. ficus* χρησιμοποιήθηκε θάλαμος ανάπτυξης Gallenkamp CO₂ με ελεγχόμενη θερμοκρασία $26 \pm 0,5$ °C και συνεχές σκοτάδι (Εικόνα 1). Η εκτροφή του αρπακτικού εντόμου *N. includens* έγινε στο εντομοτροφείο του Εργαστηρίου Βιολογικού Ελέγχου Γεωργικών Φαρμάκων του Μ.Φ.Ι. σε ελεγχόμενη θερμοκρασία $26 \pm 0,5$ °C και φωτοπερίοδο 16:8 (Φ:Σ).

4.3.2 Κλωβοί και κουτιά για την εκτροφή των εντόμων

Για τη μαζική εκτροφή του αρπακτικού χρησιμοποιήθηκαν κλωβοί από πλαστικό υλικό Plexiglass, οι οποίοι είχαν διαστάσεις 50 x 40 x 40 εκ. (μήκος x πλάτος x ύψος) και έφεραν δύο ανοίγματα (30 x 20 εκ.) που καλύπτονταν από πολυεστερικό ύφασμα με πόρους για αερισμό (Εικόνα 2). Για τον ίδιο σκοπό χρησιμοποιήθηκαν πλαστικά κουτιά διαστάσεων 17 x 11 x 5 cm (μήκος x πλάτος x ύψος) (Εικόνα 3). Τα κουτιά έφεραν στα πλαϊνά τοιχώματα δύο κυκλικές οπές (διάμετρος= 1,5 εκ.) που ήταν καλυμμένες με το προαναφερόμενο πολυεστερικό ύφασμα για αερισμό.



Εικόνα 1. Θάλαμος ανάπτυξης Gallenkamp CO₂



Εικόνα 2. Κλωβοί από Plexiglass για τη μαζική εκτροφή του αρπακτικού *N. includens*

4.3.3 Λοιπός εξοπλισμός

Για την εκτέλεση των βιοδοκιμών (ψεκασμός του αρπακτικού) χρησιμοποιήθηκε ψεκαστικό μηχάνημα ακριβείας Laboratory Precision Spray Potter Tower στο εργαστήριο (Εικόνα 4). Επίσης χρησιμοποιήθηκαν γυάλινα τρυβλία (διαμέτρου 9 εκ.) στα οποία τοποθετούνταν τα έντομα που ψεκάζονταν. Μετά τον ψεκασμό, τα τρυβλία καλύπτονταν με πλαστικά καπάκια που έφεραν οπές (διαμέτρου 6 εκ.) καλυμμένες με πολυεστερικό ύφασμα για αερισμό (Εικόνα 5).

Η μέτρηση του όγκου των αιθερίων ελαίων, του διαλύτη και του ψεκαστικού υγρού για την προετοιμασία του ψεκαστικού υγρού έγινε με πιπέτες μονοκάναλες ρυθμιζόμενου όγκου.

Για την παρατήρηση των ψεκασμένων ατόμων του αρπακτικού και την εκτίμηση της θνησιμότητας 24 ώρες μετά τον ψεκασμό χρησιμοποιήθηκε ένα στερεοσκόπιο (X5 – X50).

4.3.4 Εκτροφές εντόμων

4.3.4.1 Ο ψευδόκοκκος *P. ficus*

Ο ψευδόκοκκος *P. ficus*, που χρησιμοποιήθηκε στις βιοδοκιμές, προέρχονταν από εκτροφή που υπήρχε στο Εργαστήριο του Βιολογικού Ελέγχου Γεωργικών Φαρμάκων του Μ.Φ.Ι. και είχε ξεκινήσει από άτομα που συλλέχθηκαν από προσβεβλημένο αμπελώνα στην περιοχή Γαστούνη του νομού Ηλείας. Η συλλογή του δείγματος και η αναγνώριση του είδους του ψευδόκοκκου έγινε από τον Δρα Παναγιώτη Μυλωνά (Εργαστήριο Βιολογικής Καταπολέμησης Μ.Φ.Ι., προσωπική επικοινωνία).

Το φυτικό υπόστρωμα-ξενιστής του ψευδόκοκκου ήταν προβλαστημένες πατάτες τοποθετημένες στα πλαστικά κουτιά (2-3 πατάτες/κουτί) που προαναφέρθηκαν στα υλικά του πειράματος (Εικόνα 3). Τα πλαστικά κουτιά διατηρούνταν στο θάλαμο ανάπτυξης Gallenkamp CO₂ σε θερμοκρασία 26 ± 1 °C και συνεχές σκοτάδι. Η εκτροφή εφοδιάζονταν σε τακτά χρονικά διαστήματα, ανάλογα με την εξάπλωση της προσβολής, με νέες προβλαστημένες πατάτες. Όλα τα στάδια ανάπτυξης του ψευδόκοκκου συνυπήρχαν στην εκτροφή.



(α)

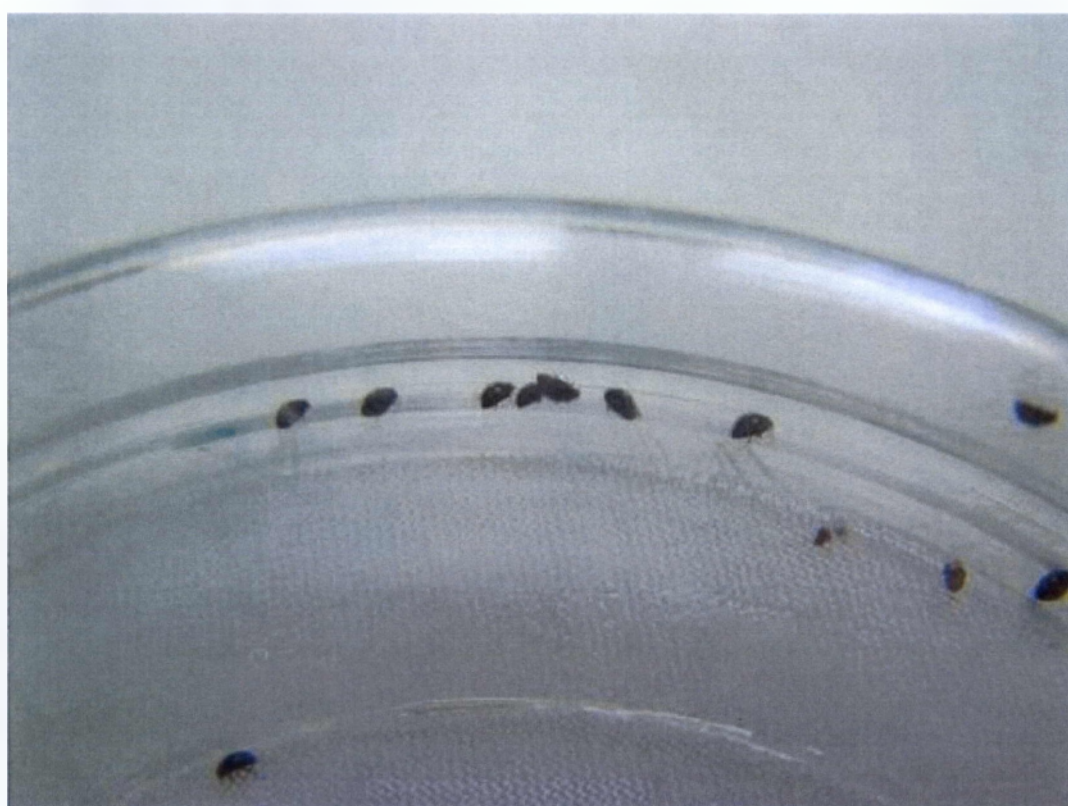


(β)

Εικόνα 3 (α) Πλαστικά κουτιά που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτροφή του ψευδόκοκκου *Planococcus ficus* και του αρπακτικού *Nephus includens*, **3 (β)** Πατάτα με ψευδόκοκκο *P. ficus*



Εικόνα 4. Ψεκαστικό μηχάνημα ακριβείας που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα (Laboratory Precision Spray Potter Tower)



Εικόνα 5. Γυάλινα τρυβλία που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα

4.3.4.2 Το αρπακτικό έντομο *N. includens*

Το αρπακτικό έντομο *N. includens* εκτρέφεται στα εντομοτροφεία του Εργαστηρίου Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας του Μπενακειού Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου (Μ.Φ.Ι.) από το 1996 όταν το αρπακτικό βρέθηκε στην Πρέβεζα σε εσπεριδοειδή προσβεβλημένα από ψευδόκοκκο. Ο προσδιορισμός του έγινε με βάση τις κλείδες του Γερμανού συστηματικού Helmut Fürsch (1987), ο οποίος και επιβεβαίωσε τον προσδιορισμό (Κοντοδήμας 2004). Στις βιοδοκιμές της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν ενήλικα έντομα του αρπακτικού από την εκτροφή της εταιρείας παραγωγής ωφελίμων εντόμων Bio-insecta, η οποία εγκαταστάθηκε από άτομα που προέρχονταν από την εκτροφή του Μ.Φ.Ι.

4.3.5 Αιθέρια έλαια

Τα αιθέρια έλαια των φυτών *Lavandula angustifolia* Mill κν. λεβάντα και *Mentha piperita* L. κν. μέντα με τα οποία έγιναν οι βιοδοκιμές παρασκευάστηκαν στο εργαστήριο Οργανικής Χημείας και Βιοχημείας του Τμήματος Αγροτικής Ανάπτυξης στο Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης (Δρ Α. Κυμπάρης, προσωπική επικοινωνία). Η παραλαβή των αιθερίων ελαίων από τα φυτά έγινε με υδροαπόσταξη με συσκευή τύπου Clevenger και πραγματοποιήθηκε ανάλυση για τον προσδιορισμό της σύστασής τους με αέρια χρωματογραφία – φασματομετρία μαζών (GC-MS). Τα συστατικά που βρέθηκαν σε ποσοστό μεγαλύτερο του 1% (β/β) ήταν *Z*-β-οκιμένιο (*Z*-β-Ocimene), λιναλοόλη (Linalool), τερπινένιο 4-ol (Terpinen-4-ol), οξικός λιναλυλεστέρας (Linalool acetate), Lavandulyl acetate, β-καρυοφυλλένιο (β-Caryophyllene) στο αιθέριο έλαιο της λεβάντας και ευκαλυπτόλη (Eucalyptol), μενθόνη (Menthone), μενθόνη (ισο) [Menthone (iso)], μενθόλη (Menthol), οξικός μεθυλεστέρας (Methyl acetate) στο αιθέριο έλαιο της μέντας (Δρ Α. Κυμπάρης, προσωπική επικοινωνία).

4.4 Μέθοδος πειραματισμού

Η μελέτη της επίδρασης των αιθερίων ελαίων των φυτών λεβάντα και μέντα στο αρπακτικό έντομο *N. includens* έγινε με βιοδοκιμές στο εργαστήριο με απ' ευθείας έκθεση του εντόμου στο ψεκαστικό υγρό που περιείχε τα αιθέρια έλαια (εκτίμηση οξείας τοξικότητας). Στις βιοδοκιμές χρησιμοποιήθηκαν ενήλικα άτομα του αρπακτικού ηλικίας 1-7 ημερών. Τα έντομα τοποθετούνταν σε γυάλινα τρυβλία *Petri*, 15-20 άτομα του αρπακτικού ανά τρυβλίο. Κάθε τρυβλίο ψεκάζονταν με 1 ml ψεκαστικού διαλύματος αιθερίου ελαίου με

7% οργανικό διαλύτη διμεθυλο σουλφοξείδιο (DMSO) με τη χρήση του ψεκαστικού μηχανήματος ακριβείας Laboratory Precision Spray Potter Tower.

Οι βιοδοκιμές έγιναν στις συγκεντρώσεις 41,4 και 45,9 mg αιθερίου ελαίου/ml νερού για τη λεβάντα και 15,3 και 27,9 mg αιθερίου ελαίου/ml νερού για την μέντα. Οι συγκεντρώσεις αυτές αντιστοιχούσαν στις τιμές LC₉₀ του κάθε ελαίου για τον ψευδόκοκκο *P. ficus* στο στάδιο της νύμφης 3^η ηλικίας και του ενηλίκου όπως αυτές είχαν εκτιμηθεί σε προηγούμενα πειράματα (Karapaouna *et al.* 2010). Ως μάρτυρες χρησιμοποιήθηκαν το νερό και ο οργανικός διαλύτης DMSO (7%) καθώς και το σκεύασμα Triona 81 EW (ορυκτέλαιο 81% β/β σε μορφή γαλακτώματος) στη συγκέντρωση 22,7mg/ml. Η επιλογή του σκευάσματος βασίστηκε στα εξής: α) το σκεύασμα Triona 81 EW έχει έγκριση χρήσης στο αμπέλι κατά του κόκκινου τετράνυχου οπότε είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί στην καλλιέργεια για την καταπολέμηση άλλου εχθρού εκτός του ψευδόκοκκου με πιθανές δυσμενείς επιδράσεις στην ωφέλιμη εντομοπανίδα και β) το σκεύασμα Triona 78 EW με την ίδια δραστική ουσία και μορφή (ορυκτέλαιο 78% β/β σε μορφή γαλακτώματος) έχει έγκριση κατά του ψευδόκοκκου *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) στη χώρα μας για τα εσπεριδοειδή, μηλοειδή και πυρηνόκαρπα.

Μετά τον ψεκασμό τα τρυβλία καλύπτονταν με πλαστικά καπάκια που έφεραν οπές για αερισμό (δ= 6 εκ.) και διατηρούνταν σε θάλαμο ανάπτυξης με ελεγχόμενη θερμοκρασία και φωτοπερίοδο στο εντομοτροφείο. Εικοσιτέσσερις ώρες αργότερα γίνονταν μέτρηση της θνησιμότητας των εντόμων, με παρατήρηση αυτών στο στερεοσκόπιο (X5 – X50), προκειμένου να εκτιμηθεί η τοξική επίδραση των δύο αιθερίων ελαίων (οξεία τοξικότητα) στο αρπακτικό έντομο.

Κάθε τρυβλίο αποτελούσε μία επαναλήψη και έγιναν 8 επαναλήψεις για κάθε συνδυασμό αιθερίου ελαίου και δόσης. Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων (% ποσοστό θνησιμότητας του αρπακτικού στα αιθέρια έλαια) έγινε με τις μη παραμετρικές μεθόδους Kruskal-Wallis (ισότιμη της Ανάλυσης της Διασποράς) και Mann-Whitney για τις συγκρίσεις μεταξύ των αιθερίων ελαίων.

4.5 Αποτελέσματα

Το μέσο ποσοστό θνησιμότητας ενήλικων ατόμων του αρπακτικού εντόμου *N. includens*, 24 ώρες μετά τον ψεκασμό του με αιθέρια έλαια των φυτών λεβάντα και μέντα ήταν 90,3-93,4% (ανάλογα με την εφαρμοζόμενη συγκέντρωση) και 63,5-99,4% αντίστοιχα (Πίνακας 1).

Το ποσοστό θνησιμότητας του αρπακτικού στο αιθέριο έλαιο της λεβάντας και της μέντας, στη μικρή συγκέντρωση που δοκιμάστηκε, ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερο από το ποσοστό θνησιμότητας στο ορυκτέλαιο και στο αιθέριο έλαιο της μέντας στη μεγάλη συγκέντρωση (Πίνακας 1). Επίσης, το ποσοστό θνησιμότητας του αρπακτικού στο αιθέριο έλαιο της μέντας, στη μικρή συγκέντρωση, ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερο από το ποσοστό θνησιμότητας στο αιθέριο έλαιο της λεβάντας (Πίνακας 1). Ο οργανικός διαλύτης προκάλεσε ανάλογο ποσοστό θνησιμότητας στο έντομο με το νερό και γι' αυτό τα δεδομένα για το νερό και το διαλύτη αναλύθηκαν στατιστικά ως μία επέμβαση (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Ποσοστό θνησιμότητας ενήλικων ατόμων του αρπακτικού εντόμου *N. includens* 24 ώρες μετά τον ψεκασμό του με αιθέρια έλαια των φυτών λεβάντα και μέντα.

Αιθέριο έλαιο	Ποσοστό (%) θνησιμότητας <i>N. includens</i>	
	n	$\bar{x} \pm \text{s.e.}$
Λεβάντα (41,4 mg αιθερίου ελαίου/ml νερού)	8	90,3 ± 2,2 ^a
Λεβάντα (45,9 mg αιθερίου ελαίου/ml νερού)	8	93,4 ± 2,8 ^a
Μέντα (15,3 mg αιθερίου ελαίου/ml νερού)	8	63,5 ± 5,1 ^b
Μέντα (27,9 mg αιθερίου ελαίου/ml νερού)	8	99,4 ± 0,6 ^γ
Τρίωνα 81 EW (ορυκτέλαιο)	8	100 ± 0,0 ^γ
DMSO (7%) και Νερό	8	4,8 ± 1,7 ^δ

n= αριθμός επαναλήψεων, Kruskal-Wallis και Mann-Whitney test

4.6 Συζήτηση αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών βιοδοκιμών με ψεκασμό των αιθερίων ελαίων των φυτών λεβάντα (*Z*-β-οκιμένιο, λιναλοόλη, τερπινένιο 4-οί, οξικός λιναλυλεστέρας, Lavandulyl acetate, β-καρυοφυλλένιο) και μέντα (ευκαλυπτόλη, μενθόνη, μενθόνη (ισο), μενθόλη, οξικός μεθυλεστέρας) στο αρπακτικό έντομο *N. includens* έδειξαν ότι τα αιθέρια αυτά έλαια είναι τοξικά στο ωφέλιμο έντομο στις συγκεντρώσεις που είναι τοξικές και για τον ψευδόκοκκο *P. ficus* στο εργαστήριο (Karamaouna *et al.* 2010).

Το αιθέριο έλαιο της μέντας είναι πιο τοξικό από το αιθέριο έλαιο της λεβάντας στον ψευδόκοκκο *P. ficus* (Karamaouna *et al.* 2010) αλλά η τοξικότητά του στο φυσικό του εχθρό

N. includens σε σχέση με το αιθέριο έλαιο της λεβάντας διαφοροποιείται ανάλογα με τη συγκέντρωση που εφαρμόζεται. Το αιθέριο έλαιο της μέντας είναι λιγότερο τοξικό από το αιθέριο έλαιο της λεβάντας σε συγκέντρωση που είναι τοξικό στις νύμφες 3^{ης} ηλικίας του ψευδόκοκκου *P. ficus* (15,3 mg αιθερίου ελαίου/ml νερού), ενώ είναι πιο τοξικό από το αιθέριο έλαιο της λεβάντας σε συγκέντρωση που είναι τοξικό στα ενήλικα άτομα του ψευδόκοκκου (27,9 mg αιθερίου ελαίου/ml νερού). Ο οργανικός διαλύτης που χρησιμοποιήθηκε στις βιοδοκιμές δεν είναι τοξικός στο *N. includens*.

Βιοδοκιμές στο εργαστήριο με έκθεση άλλων αρπακτικών εντόμων Coccinellidae, των *Coccinella septempunctata* L. και *Adalia bipunctata* L. (και τα δύο είδη Coleoptera: Coccinellidae), σε ατμούς αιθερίου ελαίου μέντας που είχε ως κύρια συστατικά μενθόνη (39%), μενθόλη (25,9%) και ισο-μενθόνη (9,9%), έδειξαν ότι οι ατμοί του αιθερίου ελαίου μέντας ήταν αρκετά τοξικοί στα δύο αυτά αφιδοφάγα αρπακτικά είδη και μάλιστα λιγότερο στο πρώτο και περισσότερο στο δεύτερο είδος (Kimbaris *et al.* 2010).

Έκθεση αρσενικών και θηλυκών ατόμων του εντόμου αποθηκών *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) σε ατμούς αιθερίων ελαίων διαφορετικών ειδών *Mentha* και *Lavandula* από αυτά της παρούσας πτυχιακής μελέτης έδειξε ότι οι ατμοί του αιθερίου ελαίου μέντας ήταν πιο τοξικοί από αυτούς του αιθερίου ελαίου της λεβάντας στα αρσενικά άτομα ενώ στα θηλυκά άτομα ίσχυε το αντίθετο (Papachristos and Stamopoulos 2002a).

Σε βιοδοκιμές των Amer και Momen (2005) στο εργαστήριο με αιθέριο έλαιο λεβάντας *Lavandula officinalis* Chaix σε 5 διαφορετικές συγκεντρώσεις σε ωά και θηλυκά άτομα των αρπακτικών ακάρεων *Euseius yousefi* Zaher and El-Borolossy *Neoseiulus barkery* (Hughes), *Amblyseius zaheri* Yousef and El-Borolossy και *Typhlodromus athiasae* Porth and Swirski (όλα τα είδη Acari: Phytoseiidae), το αιθέριο έλαιο της λεβάντας ήταν πολύ τοξικό και στα δύο βιολογικά στάδια του *E. yousefi*, λιγότερο τοξικό κατά σειρά στα αρπακτικά *N. barkery* και *Amblyseius zaheri* και σχετικά μη τοξικό στο *T. athiasae*.

Βιοδοκιμές των Amer και Momen (2002) στο εργαστήριο με αιθέρια έλαια μέντας και λεβάντας *L. officinalis* σε θηλυκά άτομα του αρπακτικού ακάρεως *Amblyseius swirkii* Athias-Hanriot (Acari: Phytoseiidae) έδειξαν ότι το αιθέριο έλαιο της μέντας ήταν πιο τοξικό από το αιθέριο έλαιο της λεβάντας στο αρπακτικό άκαρι.

Προκειμένου να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για την πιθανή τοξική επίδραση των αιθερίων ελαίων των φυτών λεβάντα και μέντα στο αρπακτικό έντομο *N. includens* στον αμπελώνα, απαιτείται επιπλέον πειραματισμός σε συνθήκες ημι-υπαίθρου και υπαίθρου, όπου μπορούν να συνεπιδράσουν και άλλοι παράγοντες όπως η ευαισθησία των αιθερίων ελαίων

στην υπερϊόδη ακτινοβολία, η περιορισμένη κάλυψη του φυλλώματος των πρέμων κατά την εφαρμογή των αιθερίων ελαίων, οι επιπτώσεις της μακροχρόνιας έκθεσης του αρπακτικού στα αιθέρια έλαια κ.α.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Amer, S.A.A. and Momen, F.M. (2002) Effect of some essential oils on the predacious mite *Amblyseius swirskii* A. H. (Acari: Phytoseiidae). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 37, 281–286

Αργυρίου, Λ.Χ. (1968) Συμβολή στην Βιολογική Καταπολέμηση των Κοκκοειδών των Εσπεριδοειδών, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Διδακτορική διατριβή.

Αργυρίου, Λ.Χ., Σταυράκη, Ε.Γ. και Μουρίκης, Π.Α. (1976) Κατάλογος των σημειωθέντων εντομοφάγων εντόμων της Ελλάδος. Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο.

Blumberg, D., Klein, M. and Mendel, Z. (1995) Response by encapsulation of four mealybug species (Homoptera: Pseudococcidae) to parasitization by *Anagyrus pseudococci*. *Phytoparasitica*, 23 (2):157-163.

Bodenheimer, F.S. (1951) *Citrus Entomology in the Middle East*. Uitgeverij Dr. W. Junk Publishers, Graveenhage, The Hague.

Boheman, Hr. (1850) Bidrag till Gottlands insekt-fauna. Ofvers. Vetenk. Akad. Forh. 7(3): 70-76.

Βουρλιώτη-Αράπη Φ. (2010) Μελέτη των αιθερίων ελαίων του γένους *Juniperus* της ελληνικής χλωρίδας: χημική σύσταση και βιοδραστικότητα. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Μεταπτυχιακή διατριβή.

Castillo A.A.F., Hernández H.G. and K.M. Daane (2005) *Los Pijo Harinosos de la Vid*. Libro Técnico No. 9. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sonara, Mexico

Chorianopoulos, N., E. Kalpoutzakis, N. Aligiannis, S. Mitaku, G.-J. Nychas and A. Haroutounian (2004) Essential oils of *Satureja*, *Origanum*, and *Thymus* species: Chemical

composition and antibacterial activities against foodborne pathogens. *L. Agric. Food Chem.* 52: 8261-8267.

Daane K.M., Malakar-Kuenen R., Guillén M., Bentley W.J., Bianchi M. and D. Gonzalez (2003) Abiotic and biotic refuges hamper biological control of mealybug pests in California vineyards. *Proceedings of the 1st International Symposium on Biological Control of Arthropods* (ed. R. van Driesch), pp. 389–398. FHTET-03055. USDA Forest Service Publishers, Morgantown, West Virginia.

Daane, K.M. and W.J., Bentley (2000) University of California Cooperative Extension <<http://vinemealybug.uckac.edu>>

Francardi, V. and Covassi, M. (1992) Note bio-ecologishe sul *Planococcus novae* dannoso a *Juniperus* spp. In Toscana (Homoptera: Pseudococcidae). *Redia*, 75 (1):1-20.

Gülec, G., A.N. Kilincer, M.B. Kaydan and S. Ulgenturk (2007) Some biological interactions between the parasitoid *Anagyrus pseudococci* (Girault) (Hymenoptera: Encyrtidae) and its host *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae) *Journal of Pest Science*, 80: 43-49.

Hargreaves, L.L., Jarvis, B., Rawlinson, A.P. and Wood, J.M. (1975) The antimicrobial effects of spices, herbs and extracts from these and other plants. The British Food Manufacturing Industries Research Association Scientific and Technical Surveys No 88.

Harwood, S.H., Moldenke, A.F., and Berry, R.E. (1990) Toxicity of peppermint monoterpenes to the variegated cutworm (Lepidoptera: Noctuidae), *Journal of Economic Entomology*, 83, 1761-1767.

Isman, Murray B. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection* 19: 603-608.

Isman, M.B., Machial, C.M. & Miresmailli, S. (2007). Essential Oil-Based Pesticides: New Insights from old Chemistry. pp. 201-209. In: H. Ohkawa, H. Miyarawa and P.W. Lee (eds) *Pesticide Chemistry: Crop protection, Pubic Health, Environmental Safety*. Wiley – VCH.

Isman, M.B. Wilson, J.A., and Bradbury, R. (2008) Insecticidal activities of commercial rosemary oils (*Rosmarinus officinalis*) against larvae of *Pseudaletia unipuncta* and *Trichoplusia ni* in relation to their chemical composition. *Pharmaceutical Biology*, 46, 82-87.

Karamaouna, F., A.C. Kimbaris, P. Papatsakona, E. Tsora, A. Michaelakis and D. Papachristos (2010) Effect of essential oils on the vine mealybug *Planococcus ficus* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Book of Abstracts of the XII International Symposium on Scale Insect Studies*, 6-9 April 2010, Chania, Hellas, 58-59.

Καραμαούνα, Φ., Κυμπάρης, Α., Παπατσάκωνα, Π., Τσώρα, Ε., Μιχαηλάκης, Α. και Παπαχρήστος, Δ. (2010) Τοξικότητα αιθερίων ελαίων στον ψευδόκοκκο του αμπελιού *Planococcus ficus* (Hemiptera: Pseudococcidae).

Kimbaris, A.C., D.P. Papachristos, A. Michaelakis, A.F. Martinou, M.G. Polissiou (2010) Toxicity of plant essential oil vapours to aphid pests and their coccinellid predators. *Biocontrol Science and Technology*, 20: 411-422.

Κοκαλιάρης, Σ., (2003) Παραγωγή αιθερίων ελαίων από αρωματικά φυτά. Πτυχιακή εργασία Τ.Ε.Ι Καλαμάτας. Καλαμάτα.

Κοντοδήμας, Δ.Χ., (2003) Διερεύνηση προσαρμογής μαθηματικών εξισώσεων κατά τη μελέτη της βιοοικολογίας των αρπακτικών *Nephus includens* (Kirsch). 10^ο Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο, Ηράκλειο Κρήτης, 4-7 Νοεμβρίου 2003.

Κοντοδήμας, Δ.Χ., (2004) Μελέτη της οικολογίας των *Nephus includens* (Kirsch) και *Nephus bisignatus* (Boheman) (Coleoptera:Coccinellidae), φυσικών εχθρών του *Planococcus citri* (Risso) (Homoptera: Pseudococcidae)'. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Longo, S.and Benfatto, (1987) Coleotteri entomofagi presenti sugli agrumi in Italia. *Informatore fitopatologico*,37 (7-8).

Margo, A., Araujo, J. and Hemptinne, J.L. (1999) Coccinellids (Coleoptera: Coccinellidae) in citrus groves in Portugal: listing and analysis of geographical distribution. *Boletin de Sanidad Vegetal, Plagas*, 25: 335-345.

Μενούνου, Γ. (2008) Βιολογική αντιμετώπιση του ψευδόκοκκου του αμπελιού *Planococcus ficus* (Hemiptera: Pseudococcidae) με το παρασιτοειδές *Anagyrus pseudococci* (Hymenoptera: Encyrtidae). Πτυχιακή εργασία Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας. Καλαμάτα.

Μιχαηλάκης, Α.Ν., Κουλαδούρος, Η.Α., Κολιόπουλος, Γ.Θ., Κιούλος, Η.Π., Χωριανόπουλος, Ν.Γ., Νυχάς, Γ.-Ι.Ε. και Χαρουτουγιάν, Σ.Α. (2005) Μελέτη αιθερίων ελαίων από ενδημικά είδη της *Satureja* sp. ως προνυμφοκτόνα κουνουπιών του είδους *Culex pipiens*. 11^ο Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο. Περίληψεις πρακτικών. Καρδίτσα.

Μιχαλόπουλος, Γ., Κοντοδήμας, Δ., Μυλωνάς Π. (2005) Ο Ψευδόκοκκος του αμπελιού *Planococcus ficus* (Signoret) (Homoptera: Pseudococcidae). Γεωργία-Κτηνοτροφία 1:56-62.

Momen, F.M. and Amer, S.A.A. (1999) Effect of Rosemary and Sweet marjoram on three predacious mites of the family Phytoseiidae (Acari: Phytoseiidae). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 34, 355–361.

Momen, F.M., Amer, S.A.A. and Refaat, A. M. (2000) Influence of mint and piperment on *Tetranychus urticae* and some predacious mites of the family Phytoseiidae (Acari: Tetranychidae: Phytoseiidae). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 36, 143-153.

Momen, F.M., Refaat, A.M. and Amer, S.A.A. (2001) Repellant and oviposition-detering activity of Rosemary and Sweet marjoram on the spider mites *Tetranychus urticae* and *Eutetranychus orientalis* (Acari: Tetranychidae). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 36, 155-164.

Momen, F.M. and Amer, S.A.A. (2003) Influence of the Sweet Basil, *Ocimum basilicum* L. on Some Predacious Mites of the Family Phytoseiidae (Acari: Phytoseiidae). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 38 (1-2), pp. 137-143.

Momen, F.M. and Amer, S.A.A. (2005) Effect of French Lavender Essential oil on some predacious mites of the family Phytoseiidae (Acari: Phytoseiidae). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 40(3-4), 409-415.

Monta, L.D., Duso, C., and Malagnini, V. (2001) Current status of scale insects (Hemiptera: Coccoidea) in the Italian vineyards. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*, 33 (3): 343-350.

Μπαρμπέρη, Ε. (2006) Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά στην Ελλάδα. Πτυχιακή εργασία Τ.Ε.Ι Καλαμάτας. Καλαμάτα.

Μπουρτσουκλή, Δ. (2008) Παρουσίαση των κυριότερων αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών και η καλλιέργειά αυτών στην Ελλάδα. Προοπτικές και εξέλιξη. Πτυχιακή εργασία Τ.Ε.Ι Καλαμάτας. Καλαμάτα.

Papachristos, D.P. and Stamopoulos, D.C. (2002a) Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae), *Journal of Stored Products Research*, 38, 117-128.

D.P. Papachristos, D.C. Stamopoulos (2002b) Toxicity of vapours of three essential oils to the immature stages of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research* 38: 365–373.

Papachristos, D.P., and Stamopoulos D.C. (2004) Fumigant toxicity of three essential oils on the eggs of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae), *Journal of Stored Products Research*, 40: 517-525.

Petrakis, P.V., Roussis V., Papadimitriou, D., Vagias, C., and Tsitsimpikou, C. (2005) The effects of terpenoid extracts from 15 pine species on the feeding behavioural sequence of the late instars of the pine processionary caterpillar *Thaumetopea pityocampa*, *Behavioural Processes*, 69: 303-322.

Pope, R.D. (1973) The species of *Scymnus*, *Scymnus* (Pullus) and *Nephus* occurring in the British Isles. *Entomologist's Monthly Magazine*, 109: 3-39.

Refaat, A.M. F.M. Momen and S.A.A.Amer (2002) Acaricidal activity of sweet basil and French lavender essential oils against two species of mites of the family Tetranychidae (Acari: Tetranychidae). *Acta Phytopathologica Hungarica*, 37: 287-298.

Ρουμπελάκη – Αγγελάκη, Κ.Α. (1998) Η αμπελουργία στην Κρήτη προβλήματα και προοπτικές. Ηράκλειο Κρήτης.

Scalenet: A datadase of the scale insects of the world
<<http://www.sel.barc.usda.gov/scalenet/scalenet.htm>

Τζανακάκης, Μ.Ε., και Κατσόγιαννος, Β.Ι., (2003) Έντομα καρποφόρων δένδρων και αμπέλου. Αγρότυπος, Μαρούσι, σελ. 360.

Tranfaglia, A. and Viggiani, G. (1972) Dati biologici sullo *Scymnus includens*(Kirsch). [Biological data on *Scymnus includens* (Kirsch)]. *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria 'Filippo Silvestri' Portici*, 30: 9-18.

Twooski, T. (2002) *Weed Science*, 50: 425-431.

Viggiani, G. (1974) Recherches sur les cochenilles des agrumes. *IOBC/WPRS Bulletin*, 3:117-120.

Walton V.M. (2003) Development of an integrated pest management system for vine mealybug, *Planococcus ficus* (Signoret), in vineyards in the western CapeProvince, South Africa. PhD Thesis. University of Stellenbosch, Stellenbosch, South Africa

Ηλεκτρονικές διευθύνσεις:

www.bavercropscience.gr, Εχθροί – Καλλιέργειες.

www.e-georponoi.gr, Αμπέλι – Ψευδόκοκκος.

www.valentine.gr, Μπαρμπούτσης Ανδρέας, Βιολογική καταπολέμηση.

www.bio-insecta.gr.