

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

## ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«*RHYNCHOPHORUS FERRUGINEUS* (COLEOPTERA;  
DRYOPHETHORIDAE), Η ΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ Η ΔΡΑΣΗ ΤΟΥ  
ΕΝΤΟΜΟΥ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΜΑΣ»



ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΨΕΙΡΟΦΩΝΙΑ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΟΛΛΑΡΟΣ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
"Εφαρμοσμένη Επιστήμη και Τεχνολογία στη Γεωπονία"

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2020

**ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ**

ΚΑΘ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΟΛΛΑΡΟΣ

ΟΜ. ΚΑΘ. ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΚΑΠΕΤΑΝΑΚΗΣ

ΕΠΙΚ. ΚΑΘ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΑΛΥΣΣΑΝΔΡΑΚΗΣ.

**ΤΟ ΕΡΓΟ ΑΥΤΟ ΥΛΟΠΟΙΗΘΗΚΕ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ  
ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ**

Στο Νίκο μου και τη Βάσω μου

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή ξεκίνησε και ολοκληρώθηκε στο Εργαστήριο Εντομολογίας του Τμήματος Γεωπονίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Ελληνικού Μεσογειακού Πανεπιστημίου με την επιστημονική υποστήριξη του εργαστηρίου. Αυτή τη στιγμή που το έργο έχει ολοκληρωθεί, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου **Δημήτριο Κολλάρο** για την υπομονή του και για την ευκαιρία που μου έδωσε να ολοκληρώσω την πτυχιακή μου διατριβή και το συζυγό μου **Νίκο Χαριστάκη**, ο οποίος με υποστηρίζει στις αποφάσεις της ζωής μου και είναι δίπλα μου τόσο συναισθηματικά όσο και με πραγματική χειρωνακτική εργασία όπου απαιτείται. Η ενασχόλησή μου με το συγκεκριμένο αντικείμενο ξεκινάει περίπου 13 χρόνια πριν, αρχές 2006 και συνεχίζει έως σήμερα.

Η παρούσα βιβλιογραφική εργασία είναι αποτέλεσμα βαθιάς αγάπης για το συγκεκριμένο αντικείμενο, μεγάλης εμπειρίας η οποία προέρχεται από χιλιάδες εργατοώρες απασχόλησης (τα τελευταία 13 χρόνια), τόσο σε εργασίες πεδίου, όσο και σε θεωρητικό επίπεδο.

Αναφορικά με το φωτογραφικό υλικό, στις περιπτώσεις που δεν αναφέρεται η πηγή, η φωτογραφία είναι από το προσωπικό αρχείο της συγγραφέως της μελέτης.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b> .....	<b>IV</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	<b>V</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>VII</b>
<b>1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>9</b>
<b>2 ΕΞΑΠΛΩΣΗ</b> .....	<b>11</b>
<b>3 ΞΕΝΙΣΤΕΣ</b> .....	<b>14</b>
3.1 Ο ΦΟΙΝΙΚΑΣ ΤΟΥ ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΥ PHOENIX THEOPHRASTI (ARECALES; ARECACEAE), (GREUTER, 1967).....	16
<b>4 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ</b> .....	<b>22</b>
4.1 ΑΥΤΟ .....	22
4.2 ΠΡΟΝΥΜΦΗ .....	22
4.3 ΠΛΑΓΓΟΝΑ (PUPA).....	23
4.4 ΕΝΗΛΙΚΟ.....	24
4.4.1 ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΘΩΡΑΚΙΚΩΝ ΣΤΙΓΜΑΤΩΝ .....	26
<b>5 ΒΙΟ-ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ</b> .....	<b>31</b>
5.1 ΤΟ ΕΝΗΛΙΚΟ .....	34
5.1.1 Η ΠΤΗΣΗ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ. ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΠΤΗΣΗΣ.....	34
5.1.2 ΣΥΖΕΥΣΗ.....	37
5.1.3 ΩΟΤΟΚΙΑ .....	37
5.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΠΡΟΝΥΜΦΗΣ. ΠΡΟΝΥΜΦΙΚΕΣ ΗΛΙΚΙΕΣ .....	38
5.3 ΦΟΡΗΣΗ .....	39
5.4 ΤΑ ΣΥΜΒΙΩΤΙΚΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ ΣΤΟ ΠΕΠΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ.....	41
<b>6 ΖΗΜΙΕΣ</b> .....	<b>45</b>
<b>7 ΟΙ ΦΥΣΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ</b> .....	<b>48</b>
7.1 ΙΟΙ.....	48
7.2 ΒΑΚΤΗΡΙΑ.....	48
7.3 ΜΥΚΗΤΕΣ .....	50
7.4 ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ .....	51
7.5 ΣΠΟΝΔΥΛΩΤΑ.....	51
<b>8 ΤΑ ΑΛΛΑ ΕΝΤΟΜΑ ΤΩΝ ΦΟΙΝΙΚΟΕΙΔΩΝ ΚΑΙ Η ΣΧΕΣΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΟ ΡΥΓΧΟΦΟΡΟ</b> <b>53</b>	

8.1	ORYCTES SP. (COLEOPTERA SCARABAEIDAE).....	53
8.2	PAYSANDISIA ARCHON (LEPIDOPTERA: CASTNIIDAE) .....	55
<b>9</b>	<b>Η ΠΑΓΙΔΕΥΣΗ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ .....</b>	<b>59</b>
9.1	ΦΕΡΟΜΟΝΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΚΑ ΠΡΟΣΕΛΚΥΣΤΙΚΑ.....	59
9.2	ΠΑΓΙΔΕΣ .....	62
9.2.1	Η ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΔΙΚΤΥΑΚΩΝ ΠΑΓΙΔΩΝ .....	64
<b>10</b>	<b>ΛΟΙΠΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ.....</b>	<b>66</b>
10.1	ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ .....	66
10.2	Η ΧΡΗΣΗ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ.....	66
<b>11</b>	<b>Η ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΠΡΟΣΒΕΒΛΗΜΕΝΩΝ ΦΟΙΝΙΚΟΕΙΔΩΝ.....</b>	<b>71</b>
<b>12</b>	<b>ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ .....</b>	<b>72</b>
<b>13</b>	<b>ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΚΑΙ ΖΗΜΙΩΝ .....</b>	<b>75</b>
13.1	Η ΧΡΗΣΗ DRONE (UAV) ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟ ΤΩΝ ΠΡΟΣΒΟΛΩΝ .....	75
13.2	Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ .....	77
13.3	Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ .....	79
13.4	Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΩΝ ΠΡΟΣΒΟΛΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΈΝΤΟΜΟ .....	83
<b>14</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>86</b>
	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....</b>	<b>88</b>
	<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΧΘΡΩΝ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ.....</b>	<b>88</b>
	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>91</b>

# ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το έντομο *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera; Dryophthoridae) είναι ιθαγενές είδος της Νοτιοανατολικής Ασίας και της Πολυνησίας, όπου και είναι γνωστό ότι αποτελούσε εχθρό των φοινικοειδών (Arecaceae). Εισήχθη σταδιακά και σε άλλα μέρη του κόσμου, κυρίως με την εισαγωγή φοινίκων από τις περιοχές προέλευσής του (καταγωγής του). Στην Ιαπωνία παρατηρήθηκε για πρώτη φορά το 1975. Έφτασε στην Αίγυπτο το 1992 μέσω παραφυάδων από τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα. Το 1995, τρία χρόνια μετά την πρώτη αναφορά του στην Αίγυπτο, ο υπεύθυνος του Υπουργείου Γεωργίας της Αιγύπτου, θεώρησε ότι το έντομο έχει εξαλειφθεί. Δυστυχώς, αυτή η ανακοίνωση ήταν εσφαλμένη. Στις περιοχές όπου καταγράφηκε για πρώτη φορά, το έντομο υφίσταται και εξακολουθεί να προσβάλλει και να θανατώνει φοινικοειδή. Το έντομο εξαπλώνεται τα τελευταία χρόνια στις παραμεσόγειες περιοχές με μεγάλη ταχύτητα. Στην Ισπανία πρωτοεμφανίστηκε το 1993, σε νότιες περιοχές της. Στην Αμερική επικράτησε μία σύγχυση σχετικά με την είσοδο η όχι του *R. ferrugineus*. Από το 2010 και για πολλά έτη, στον Ιστότοπο του Υπουργείου Γεωργίας των ΗΠΑ υπήρχε φυλλάδιο οδηγιών, το οποίο ανέφερε την ύπαρξη του εντόμου στην Καλιφόρνια, αλλά το έντομο που εμφανιζόταν στις φωτογραφίες ήταν το είδος *Rhynchophorus vulneratus*.

Το έντομο *Rhynchophorus ferrugineus* βρέθηκε για πρώτη φορά στη χώρα μας 11 Νοεμβρίου του 2005 στην τοποθεσία Χερσόνησος (Ν. Ηρακλείου) Κρήτης σε κανάριο φοίνικα (*Phoenix canariensis*) και έκτοτε έχει εξαπλωθεί και εγκατασταθεί σε όλη τη χώρα. Μία πολύ σημαντική αιτία και κατά πολλούς η μοναδική για την εμφάνισή του στην χώρα μας είναι η δίχως έλεγχο εισαγωγή φοινίκων κατά την περίοδο των Ολυμπιακών αγώνων το 2004. Οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι στο νησί υπάρχει μεγάλος αριθμός φοινίκων, έχουν προσφέρει στο έντομο ιδανικά ενδιαιτήματα.

Άξιος αναφοράς είναι και ο φόβος που επικρατεί για το φοινικόδασος του Βάι, όπου και φύεται το (σχεδόν) ενδημικό είδος φοίνικας του Θεόφραστου (*Phoenix theophrasti*). Ο συγκεκριμένος φοίνικας προσβάλλεται, όπως φάνηκε από πειράματα, προς το παρόν, μόνο σε εργαστηριακές συνθήκες που το σκαθάρι δεν έχει τη δυνατότητα αναζήτησης του φοίνικα των κανάριων νήσων (*Phoenix*

*canariensis*), καθώς και σε μικρή ηλικία του δένδρου.

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελεί μια εκτενής βιβλιογραφική έρευνα, αναφορικά με την είσοδο του εντόμου στη χώρα μας, την εξάπλωσή του, ενώ παρατίθενται επίσης στοιχεία της βιολογίας και οικολογίας του εντόμου. Ειδική αναφορά πραγματοποιείται τόσο στις κλασικές, όσο και σε ορισμένες καινοτόμες μεθόδους αντιμετώπισης. Μέσα από έναν πολύ μεγάλο όγκο δουλειάς που έχει γίνει στην Ελλάδα και το εξωτερικό γίνεται προσπάθεια εντοπισμού των αιτιών που οδήγησαν αφενός στην τόσο γρήγορη εξάπλωση του εντόμου και αφετέρου σε σειρά αποτυχημένων προσπαθειών περιορισμού των προσβολών.



# 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο κόκκινος ρυγχωτός κάνθαρος ή αλλιώς το κόκκινο σκαθάρι του φοίνικα (RPW – Red Palm Weevil στα αγγλικά) (*Rhynchophorus ferrugineus*) ανήκει στην Οικογένεια Dryorhthoridae (παλαιότερα στην Οικ. Curculionidae) και αποτελεί το σοβαρότερο εχθρό των φοινίκων στην χώρα μας και ιδιαίτερα στην Κρήτη. Πρόκειται για ένα έντομο μεγάλης σημασίας δεδομένου ότι οι φοίνικες προτιμώνται για την καλλωπιστική τους αξία σε δημόσιους και ιδιωτικούς χώρους, παρά το μεγάλο κόστος αγοράς τους. Η προσβολή εντοπίζεται για πρώτη φορά στην Ελλάδα το 2005 και εικάζεται κατά πολλούς ότι ήρθε στη χώρα μας από τις μαζικές και χωρίς έλεγχο εισαγωγές φοινικοειδών για τις ανάγκες καλλωπισμού των δημόσιων και ιδιωτικών χώρων για τους Ολυμπιακούς Αγώνες το 2004. Οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην Ελλάδα φαίνεται να ευνοούν την εγκατάσταση και την εξάπλωση του εντόμου.

Αναφορικά με τους φοίνικες, πρόκειται για φυτά (Βασίλειο Plantae), τα οποία ανήκουν στο Φύλο Tracheophyta, στην Κλάση Liliopsida (μονοκότυλα φυτά), Τάξη Arecales και στην Οικογένεια Arecaceae (Catalogue of Life). Δεν πρόκειται δηλαδή για δένδρα, παρά το μέγεθός τους και για αυτό ο κορμός τους αναφέρεται στην βιβλιογραφία ως ψευδοκορμός.

Μία άλλη ιδιαιτερότητά τους είναι ότι αναπτύσσονται μόνο καθ' ύψος και όχι κατά πλάτος από ένα πολύ μικρό κομμάτι μεριστωματικού ιστού (Tregear, et al, 2011), το οποίο αν καταστραφεί έχει ως αποτέλεσμα το θάνατο του φυτού. Αυτό όμως το κομμάτι είναι το σημείο το οποίο προτιμά το έντομο, γεγονός που το καθιστά έναν εξαιρετικά επικίνδυνο εχθρό (Murphy and Briscoe, 1999)

Περιγράφηκε για πρώτη φορά από τον Λινναίο (Linnaeus) ως *Curculio palmarum* το 1758 και θεωρήθηκε ίδιο έντομο με τον *Rhynchophorus palmarum*. Το 1838, ο Gyllenhal διαφοροποίησε και περιέγραψε ξεχωριστά τα γένη *Rhynchophorus*, *Curculio* and *Calandra*. Το 1790 ο Olivier έδωσε στο έντομο το τελικό του, μέχρι σήμερα όνομα, ήτοι *Rhynchophorus ferrugineus* (Wattanapongsiri, 1966). Το έντομο περιγράφηκε αναλυτικά, μελετήθηκε ως προς τις συνήθειές του, το βιολογικό του κύκλο και την μορφολογία του από τον

Wattanarongsiri στη Διδακτορική του διατριβή, η οποία εκπονήθηκε το 1965 και δημοσιεύτηκε το 1966. Η εν λόγω διδακτορική διατριβή αποτέλεσε πηγή μελέτης και αναφοράς για τα επόμενα χρόνια. Τα λάθη της, τα οποία ήταν λίγα, δεδομένης της εποχής και των συνθηκών, αποτέλεσαν (και αποτελούν) αντικείμενο έρευνας.

## 2 ΕΞΑΠΛΩΣΗ

Το έντομο είναι ιθαγενές είδος της Νοτιοανατολικής Ασίας και της Πολυνησίας (Wattanapongsiri, 1966), όπου και αποτελούσε και αποτελεί εχθρό των φοινικοειδών (Arecaceae). Εισήχθη σταδιακά και σε άλλα μέρη του κόσμου, κυρίως με την εισαγωγή φοινίκων από τις περιοχές όπου ζούσε (προέλευσης). Στην Αίγυπτο έφτασε το 1992 από τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα (Ferry and Gomez, 2002).

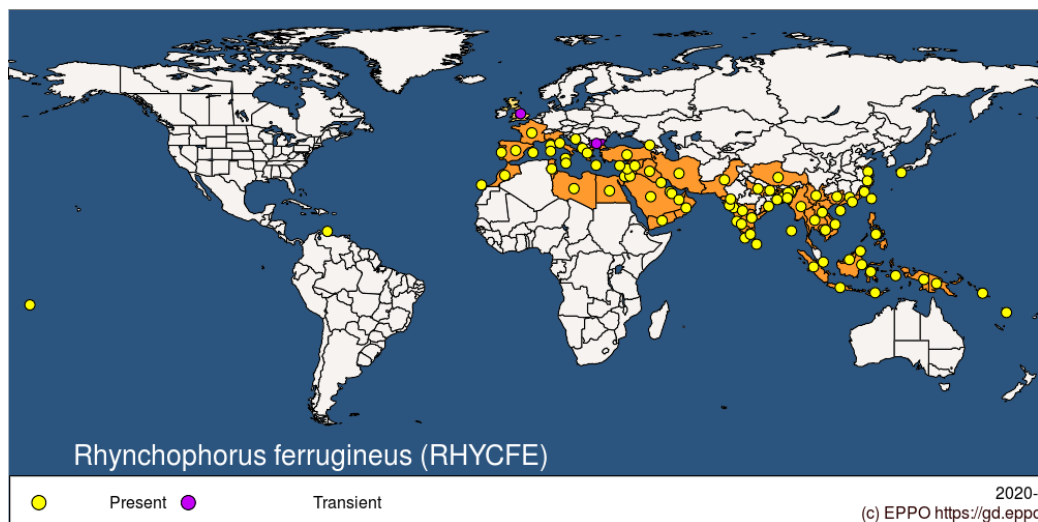
Στην Ιαπωνία παρατηρήθηκε για πρώτη φορά το 1975 στο νησί Οκινάουα και το 1998 εξαπλώθηκε προς το βορρά στο νησί Kyushu (Abe et al., 2009). Τη δεκαετία του 90, στην Κίνα, έγινε αρκετές φορές προσπάθεια διαχείρισης του εντόμου χωρίς επιτυχία. Το 2007, στην επαρχία Zhejiang εντοπίστηκαν αρκετές περιπτώσεις γεγονός που φανέρωσε την εξάπλωσή του σε όλη την Νότια Κίνα και έως το 2009 είχε εξαπλωθεί σε 9 επαρχίες (Yuezhong et al., 2009).

Άλλες χώρες της Ασίας που έχει εντοπιστεί το έντομο είναι η Ινδία, το Πακιστάν, η Σρι Λάνκα, η Μιανμάρ, η Ινδονησία, οι Φιλιππίνες και οι χώρες του Κόλπου (Abe et al., 2009).

Στην Αίγυπτο, εισήχθη με παραφυάδες από τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, σε δύο επαρχίες. Το 1995, τρία χρόνια μετά πρώτη αναφορά, ο υπεύθυνος του Υπουργείου Γεωργίας θεώρησε ότι το έντομο έχει εξαλειφθεί. Δυστυχώς, αυτή η ανακοίνωση ήταν εσφαλμένη. Στις δύο αυτές επαρχίες όπου καταγράφηκε για πρώτη φορά το έντομο εξακολουθεί να προσβάλλει και να θανατώνει φοινικοειδή (Ferry and Gomez, 2002).

Το έντομο εξαπλώνεται τα τελευταία χρόνια στις παραμεσόγειες περιοχές με μεγάλη ταχύτητα (Εικ. 1). Στην Ισπανία πρωτοεμφανίστηκε το 1993, σε περιοχές της Νότιας Ισπανίας (Barranco and Cabello, 1996). Στη Σικελία εμφανίστηκε το 2005. Από τις ζημιές που προκάλεσε στους φοίνικες χαρακτηρίστηκε ως απειλή για την πολιτιστική κληρονομιά (Manachini et al., 2013). Στην Κύπρο η παρουσία του εντόμου διαπιστώθηκε για πρώτη φορά το 2006 (Kontodimas et al., 2006)

Το έντομο *Rhynchophorus ferrugineus* βρέθηκε για πρώτη φορά στη χώρα μας 11 Νοεμβρίου του 2005 στη Χερσόνησο (Ν. Ηρακλείου) Κρήτης σε κανάριο φοίνικα (Kontodimas *et al.*, 2006) και έκτοτε έχει εξαπλωθεί και εγκατασταθεί σε όλη τη χώρα.



**Εικόνα 1:** Εξάπλωση του εντόμου. (Πηγή:EPPO, 2020)

Στην Αμερική επικράτησε μία σύγχυση σχετικά με την είσοδο η όχι του *R. ferrugineus*. Για πολλά έτη στον Ιστότοπο του Υπουργείου Γεωργίας των ΗΠΑ υπήρχε φυλλάδιο οδηγιών από το 2010, το οποίο ανέφερε την ύπαρξη του εντόμου στην Καλιφόρνια, αναφορά την οποία υιοθέτησε και ο EPPO (Εικ. 1) αλλά στις φωτογραφίες το έντομο που εμφανιζόταν ήταν το *Rhynchophorus vulneratus* (Hoddle *et al.*, 2016). Ακόμη και σε επιστημονικά κείμενα της Αμερικής υπήρξε σύγχυση μεταξύ των δύο αυτών εντόμων, παρά τις μεγάλες φαινοτυπικές διαφορές που παρουσιάζουν τα δύο έντομα (Εικ. 2) και απαιτήθηκαν μοριακές αναλύσεις προκειμένου να διαχωριστούν (Rugman-Jones *et al.*, 2013). Το έντομο ήταν κατά πάσα πιθανότητα το *R. vulneratus* και εξαλείφθηκε 5 χρόνια μετά (η εξάλειψη επιβεβαιώθηκε το 2015-01-20) και το εκτιμώμενο κόστος της ήταν 1.003.646 δολάρια ΗΠΑ, για την διαχείριση προβλήματος που προέκυψε από 2 περιοχές (ιδιοκτησίες) οι οποίες απείχαν 120 μέτρα μεταξύ τους (European and Mediterranean Plant Protection Organization, 2016)



**Εικόνα 2:** Έντομα *Rhynchophorus vulneratus* και *Rhynchophorus ferrugineus* τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για μοριακές αναλύσεις διαχωρισμού των δύο ειδών (Rugman-jones *et al.*, 2013)

Παρά τις μεγάλες φαινοτυπικές διαφορές (Εικ. 2), υπάρχει πολύ μεγάλη συγγένεια μεταξύ των δύο αυτών ειδών δεδομένου του γεγονότος ότι ανταποκρίνονται στην ίδια φερομόνη συνάθροισης, τη Φερουγκινεόλη (Fanini *et al.*, 2014).

### 3 ΞΕΝΙΣΤΕΣ

Αναφορικά με τους ξενιστές του εντόμου, ο Ευρωπαϊκός και Μεσογειακός Οργανισμός Φυτοπροστασίας έχει κατηγοριοποιήσει τους ξενιστές σε περιστασιακούς ξενιστές, σε ξενιστές μείζονος σημασίας, δηλαδή που βρίσκονται ψηλά στις προτιμήσεις του εντόμου, σε ξενιστές ήσσονος σημασίας, ξενιστές δηλαδή που δεν τους προτιμά το έντομο (ή δεν απαντώνται συχνά στην περιοχή δικαιοδοσίας του EPPO (Πίν. 1)). Στη συγκεκριμένη περίπτωση οι δύο αυτές κατηγορίες συμπίπτουν σε μεγάλο βαθμό. Έτσι οι φοίνικες *Cocos nucifera*, *Phoenix canariensis* (Εικ. 3) και *Phoenix dactylifera* θεωρούνται μείζονος σημασίας. Είδη των γενών *Livistona* και *Washingtonia*, ο *Chamaerops humilis* και λοιπά είδη φοινικοειδών χαρακτηρίστηκαν ήσσονος σημασίας. Ο Φοίνικας του Θεόφραστου *Phoenix theophrasti* (ενδημικό είδος της ΝΑ Μεσογείου) χαρακτηρίζεται από τον EPPO ως περιστασιακός ξενιστής. Μη φοινικοειδή έχουν εισαχθεί στη λίστα όπως τα *Agave americana* (Αθάνατος) *Saccharum officinarum* (Ζαχαροκάλαμο) *Strelitzia nicolai* (Λευκό πουλί του παραδείσου) (EPPO, 2020).

**Πίνακας 1:** Οι ξενιστές του εντόμου (EPPO, 2020)

A/A	Φυτικό είδος	Κατάταξη ανάλογα με την προσβολή
1	<i>Cocos nucifera</i> (Κοκκοφοίνικας)	Μείζονος σημασίας
2	<i>Phoenix canariensis</i> (Κανάριος Φοίνικας)	Μείζονος σημασίας
3	<i>Phoenix dactylifera</i> (Χουρμαδιά)	Μείζονος σημασίας
4	<i>Agave americana</i> (Αθάνατος)	Ήσσονος σημασίας
5	<i>Areca catechu</i>	Ήσσονος σημασίας
6	<i>Arenga pinnata</i>	Ήσσονος σημασίας
7	<i>Borassus flabellifer</i>	Ήσσονος σημασίας
8	<i>Butia capitata</i>	Ήσσονος σημασίας
9	<i>Calamus merrillii</i>	Ήσσονος σημασίας
10	<i>Caryota cumingii</i>	Ήσσονος σημασίας
11	<i>Caryota maxima</i>	Ήσσονος σημασίας
12	<i>Chamaerops humilis</i>	Ήσσονος σημασίας
13	<i>Corypha utan</i>	Ήσσονος σημασίας
14	<i>Elaeis guineensis</i>	Ήσσονος σημασίας
15	<i>Howea forsteriana</i>	Ήσσονος σημασίας
16	<i>Jubaea chilensis</i>	Ήσσονος σημασίας

17	<i>Livistona chinensis</i>	Ήσσοнос σημασίας
18	<i>Livistona decora</i>	Ήσσοнос σημασίας
19	<i>Metroxylon sagu</i>	Ήσσοнос σημασίας
20	<i>Phoenix sylvestris</i>	Ήσσοнос σημασίας
21	<i>Roystonea regia</i>	Ήσσοнос σημασίας
22	<i>Sabal palmetto</i>	Ήσσοнос σημασίας
23	<i>Saccharum officinarum</i> (Ζαχαροκάλαμο)	Ήσσοнос σημασίας
24	<i>Trachycarpus fortunei</i>	Ήσσοнос σημασίας
25	<i>Washingtonia filifera</i>	Ήσσοнос σημασίας
26	<i>Washingtonia robusta</i>	Ήσσοнос σημασίας
27	<i>Phoenix theophrasti</i>	Περιστασιακός ξενιστής
28	<i>Strelitzia nicolai</i> (Λευκό πουλί του παραδείσου)	Περιστασιακός ξενιστής



**Εικόνα 3:** Κανάριοι φοίνικες (*Phoenix canariensis*) στις Γούβες (Ν. Ηρακλείου Κρήτης) (2007)

### **3.1 Ο Φοίνικας του Θεόφραστου *Phoenix theophrasti* (Arecales; Arecaceae), (Greuter, 1967)**

Ο Φοίνικας του Θεόφραστου *Phoenix theophrasti* (και όχι *Phoenix theophrastii*, όπως αναφέρεται σε πολλές πηγές) (Catalogue of life, 2020), θεωρήθηκε διαφορετικό είδος και περιγράφηκε για πρώτη φορά από τον W. Greuter το 1967 (Thymakis, 2003). Πρόκειται για ένα προστατευόμενο είδος, ενδημικό της ΝΑ Μεσογείου και έχει τον χαρακτηρισμό «Τρωτό» στο Κόκκινο Βιβλίο των απειλούμενων ειδών. Απαντάται σε οκτώ περιοχές στην Κρήτη (ως μικρό ή μεγαλύτερο φοινικόδασος και σε τέσσερις στην Τουρκία (Johnson, 1998). Το μεγαλύτερο και σημαντικότερο φοινικόδασος της Τουρκίας θεωρείται αυτό που βρίσκεται στα νότια παράλια στην περιοχή Datça Peninsula (Boydak, 1985) και στην Κρήτη το Φοινικόδασος του Βάι (Εικ. 4) (Thymakis, 2003).

Συστάδες ή/και μεμονωμένα δένδρα υπάρχουν και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας (Thymakis, 2003), με χαρακτηριστικότερη την περίπτωση της συστάδας στην Επίδαυρο που για πολλούς θεωρείται διαφορετική ποικιλία (*Phoenix theophrasti* var. *Epidaurus*), με διαφοροποιημένα χαρακτηριστικά (Doedens, 2017), χωρίς αυτό να έχει τεκμηριωθεί επιστημονικά.





**Εικόνα 4:** Φοίνικες του Θεόφραστου στο Φοινικόδασος του Βάι

Όπως προαναφέρθηκε, ο φοίνικας του Θεόφραστου περιγράφεται στις λίστες του EPPO ως περιστασιακός ξενιστής του Ρυγχοφόρου (EPPO, 2020). Πειράματα έγιναν το 2006 στο Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο για να διαπιστωθεί αν ο Ρυγχοφόρος προσβάλλει το φοίνικα του Θεόφραστου. Έξι μικρής ηλικίας σπορόφυτα φοίνικα του Θεόφραστου τοποθετήθηκαν σε κλουβιά μαζί με 10 έντομα (5 αρσενικά και 5 θηλυκά). Μετά το πέρας των πειραμάτων 4 από τα 6 σπορόφυτα καταστράφηκαν από τη δραστηριότητα του εντόμου και από τα δύο εναπομείναντα συλλέχθηκαν ενήλικα. Τα συλλεχθέντα ενήλικα ήταν μικρότερα σε μέγεθος από αυτά που τρέφονται σε κανάριο φοίνικα (Kontodimas *et al.*, 2006).

Περισσότερα πειράματα έγιναν στο Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο για να διαπιστωθεί αν το έντομο προσβάλλει φοίνικες τεσσάρων ετών. Πέντε Φοίνικες του Θεόφραστου και πέντε κανάριοι φοίνικες φυτεμένοι σε

γλάστρες 10 λίτρων, τοποθετήθηκαν σε κλουβιά μέσα στα οποία εξαπολύθηκαν τρία γονιμοποιημένα θηλυκά (σε κάθε κλουβί). Ο κορμός τους ήταν 30 cm ύψος και 20 cm πλάτος και ποτίζονταν κάθε δεύτερη μέρα. Το έντομο δεν κατάφερε να προσβάλει κανένα φοίνικα του Θεόφραστου ενώ πρόσβαλε το 40% των κανάριων φοινίκων επιτυχώς. Στην ίδια σειρά πειραμάτων στο Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο χρησιμοποιήθηκαν ενήλικα έντομα, τα οποία είχαν συλληχτεί στη Βαλένθια και σε συνθήκες εργαστηρίου έδωσαν προνύμφες. Με τρυπάνι ανοίχτηκαν τρύπες στους κορμούς (ψευδοκορμούς) και εισήχθησαν προνύμφες. Οι προνύμφες κατάφεραν να προσβάλλουν (να συνεχίσουν τις στοές προς το εσωτερικό) στο 60% των κανάριων Φοινίκων και στο 40% των φοινίκων του Θεόφραστου (Dembilio et al, 2011).

Σε άλλο πείραμα που έγινε στο Μπενάκειο, μέσα σε κλουβιά αλλά σε εξωτερικό χώρο, ελέγχθηκε αν αυξημένοι πληθυσμοί εντόμου, σε σχέση με μικρότερους πληθυσμούς έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση των προσβολών σε φοίνικες του Θεόφραστου. Τοποθετήθηκαν φοίνικες του Θεόφραστου τριών ετών σε κλουβιά, μέσα στα οποία εξαπολύθηκαν 3, 6 και 12 γονιμοποιημένα θηλυκά ανά κλωβό. Η πυκνότητα του πληθυσμού δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση με τις προσβολές που παρατηρηθήκαν. Μόνο το 13,3% των φοινίκων του Θεόφραστου προσβλήθηκαν και το 33,3% των κανάριων. Η ανάπτυξη των προνυμφών υπήρξε πιο αργή στο φοίνικα του Θεόφραστου και περίπου 4-5 εβδομάδες μετά την έναρξη του πειράματος, οι προνύμφες στον φοίνικα του Θεόφραστου βρίσκονταν στις ηλικίες L7-L8 και στον κανάριο L9-L13 (Melita et al., 2017).

Το 2014 στο χωριό Πέρι στη Νότια Κρήτη, βρέθηκαν καθαροί φοίνικες του Θεόφραστου (χωρίς φαινόμενο υβριδισμού) προσβεβλημένοι από το ρυγχοφόρο. Συλλέχθηκαν 4 άτομα. Οι φοίνικες είχαν ύψος κορμού λίγο παραπάνω από ένα μέτρο και ένας από αυτούς ήταν πλήρως κατεστραμμένος (Εικ. 5). Πάνω στον νεκρό φοίνικα (στην σχηματισμένη ομπρέλα) βρέθηκαν νεκρά σκαθάρια. Η προσβολή βρισκόταν στον κεντρικό κορμό, ενώ υπήρχαν επτά μικρές παραφυάδες που φαίνονταν υγιείς. Στο πάνω μέρος του φοίνικα υπήρχαν άδειες νυμφικές θήκες. Τα έντομα που συλλέχτηκαν μέσα από το φοίνικα μεταφέρθηκαν στο

εργαστήριο. Ήταν μικρότερου μεγέθους από αυτά που απαντώνται στους κανάριους φοίνικες (Εικ. 6), όπως και τα έντομα που συλλέχθηκαν από τους φοίνικες του Θεόφραστου στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε στο Μπενάκειο (Kontodimas *et al.*, 2006). Ολικό DNA απομονώθηκε από τους ιστούς του θώρακα για περαιτέρω ανάλυση. Οι αλληλουχίες ITS2, D2 domain του 28S και COI χρησιμοποιήθηκαν για τη φυλογενετική ανάλυση των απομονώσεων και έδειξε ότι δεν υπάρχει γενετική διαφοροποίηση μεταξύ των εντόμων των προερχόμενων από τον φοίνικα του Θεόφραστου και των εντόμων από τον Κανάριο φοίνικα, αλλά τοποθετούνται στον ίδιο φυλογενετικό κλάδο του γένους, μαζί με τις απομονώσεις από τον κανάριο φοίνικα από το Ισραήλ και την Ταϊβάν (Εικ. 7) (Τραντάς κ.α., 2015).

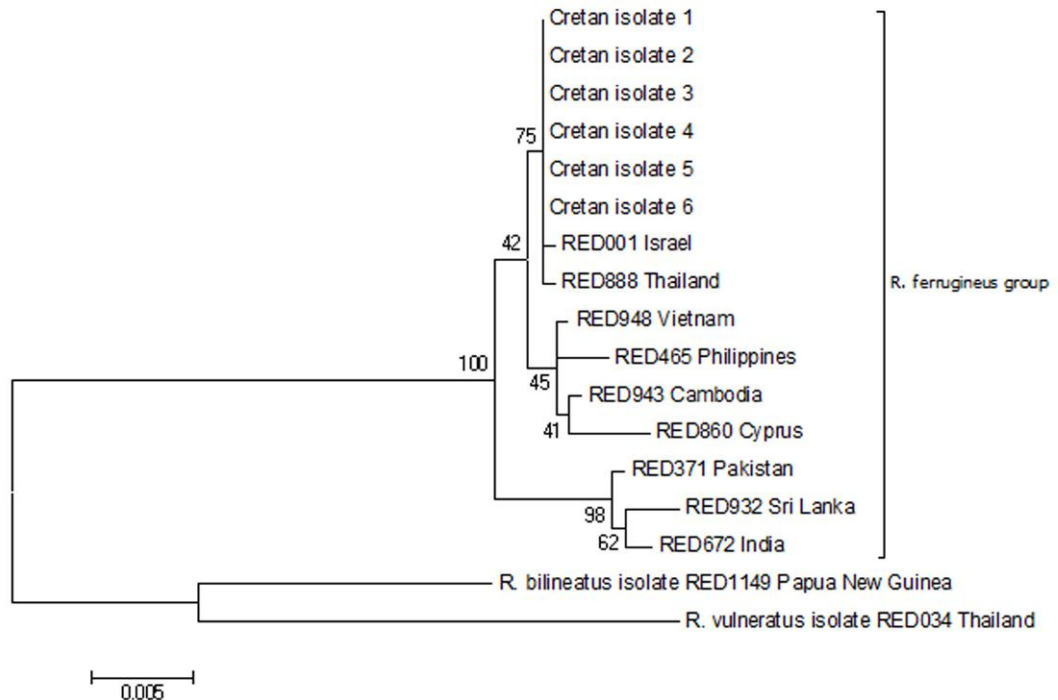


**Εικόνα 5:** Φοίνικας του Θεόφραστου προσβεβλημένος από το σκαθάρι στο χωριό Πέρι (νότια Κρήτη)





**Εικόνα 6:** Τρία αρσενικά έντομα, δύο από Κανάριο Φοίνικα (δεξιά και αριστερά) και ένα έντομο από Φοίνικα του Θεόφραστου (μέση). Όλα τα έντομα συλλέχθηκαν την ίδια χρονική περίοδο στη Μεσαρά το 2014.



**Εικόνα 7:** Φυλογενετικό δέντρο με τα απομονωμένα άτομα του *Rhynchophorus ferrugineus* κατασκευασμένο με τις αλληλουχίες του γονιδίου COI, και των γονιδιακών αλληλουχιών D2 και ITS2. Το ποσοστό των επαναλήψεων στο οποίο οι ταξινομικές μονάδες ομαδοποιούνται (bootstrap, 1500 επαναλήψεις) φαίνεται δίπλα σε κάθε κλάδο (Τραντάς κ.α. 2015)

## 4 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

### 4.1 Αυγό

Τα αυγά (Εικ. 8) έχουν υπόλευκο χρώμα, είναι λεία, με μακρύ και ωοειδές σχήμα και στρογγυλεμένες άκρες. Αμέσως μετά την απόθεση είναι μαλακά, ενώ λίγες ώρες μετά σκληραίνουν και γίνονται διαφανή στους δύο πόλους. Το μέσο μέγεθος ενός αυγού είναι 1,09 mm μήκος και 0,43 mm πλάτος (αναλογία Μήκος/Πλάτος 4,42) (Al-Dosary, 2010). Σε άλλες πηγές το μέγεθος των αυγών εμφανίζεται πολύ μεγαλύτερο (0,98 mm 2,96 mm) (EPPO, 2007). Τα αυγά που συλλέχτηκαν και μετρήθηκαν για τις ανάγκες πτυχιακών μελετών του ΤΕΙ Κρήτης (νυν ΕΛΜΕΠΑ), με παχύμετρο ακριβείας ήταν πολύ μεγαλύτερα από αυτά που περιγράφονται στη διεθνή βιβλιογραφία και είχαν διαστάσεις μήκος 2,6 mm και πλάτος 1,1 mm (Αγγελακόπουλος, 2007).



*Εικόνα 8: Αυγά του εντόμου*

### 4.2 Προνύμφη

Οι προνύμφες του εντόμου είναι ευκέφαλες και άποδες (Εικ. 9). Η πλήρως ανεπτυγμένη προνύμφη έχει επίμηκες σχήμα και είναι σαρκώδης χωρίς πόδια. Το

χρώμα της είναι κιτρινωπό καφέ, ενώ λίγο πριν εκκολαφθεί η προνύμφη, είναι κιτρινωπό λευκό χρώμα με καφετί κεφάλι λυγισμένο προς τα κάτω. Το μήκος της στην τελευταία ηλικία είναι 36 έως 47 mm και το πλάτος της 15 έως 19 mm (EPPO, 2007). Τα στοματικά της μέρη έχουν αναπτυχθεί πλήρως και είναι αρκετά δυνατά για να επιτρέψουν στην προνύμφη να τραφεί και να προχωρήσει βαθύτερα διανοίγοντας στοά (Wattanarongsiri, 1966).



**Εικόνα 9:** Προνύμφες διαφόρων ηλικιών του εντόμου (φωτογραφία Μάρτιος 2006, Έντομα από Μιχάλη Παπαηλιάκη)

### **4.3 Πλαγγόνα (pupa)**

Η πούπα στην αρχή είναι χρώματος κρεμ, αλλά αργότερα γίνεται καφέ (Εικ. 10 δεξιά). Το κεφάλι κάμπτεται στην περιοχή της κοιλιάς μέχρι το σημείο του πρώτου ζεύγους των ποδιών. Οι κεραίες και τα μάτια είναι αρκετά εμφανή. Φέρει έλυτρα και φτερά τα οποία βρίσκονται κάτω από το δεύτερο ζεύγος ποδιών. Το μέσο μήκος της νύμφης είναι 35 mm και το πλάτος της είναι 15 mm. Πριν τη νύμφωση η προνύμφη κατασκευάζει ένα κουκούλι (νυμφική θήκη) από ίνες φοίνικα (Εικ. 10 αριστερά). Το κουκούλι είναι σχήματος οβάλ με μέσο μήκος 60 mm και πλάτος 30 mm (EPPO, 2007).





Εικόνα 10: Νυμφική θήκη (αριστερά) και Πλαγγόνα του εντόμου (δεξιά)

#### 4.4 Ενήλικο

Το ενήλικο σκαθάρι έχει καφεκόκκινο χρώμα, κυλινδρικό σχήμα και ένα μακρύ εμφανώς κυρτό ρύγχος (Εικ. 11). Αυτό διαφέρει σημαντικά σε μέγεθος και είναι περίπου 19 με 42 mm μήκος και πλάτος 8 με 16 mm (Wattanarongsiri, 1966). Το κεφάλι και το ρύγχος αποτελούν περίπου το ένα τρίτο του συνολικού μήκους (Mizzi et al, 2009). Τα στοματικά του μέρια επιμηκύνονται και μετατρέπονται σε ένα λεπτό ρύγχος, το οποίο φέρει ένα μικρό ζευγάρι σαγονιών δαγκώματος στο τέλος και ένα ζευγάρι κεραιών κοντά στην βάση. Το ρύγχος είναι καφεκόκκινο ραχιαία και κοιλιακά είναι σκούρο καφέ. Στα αρσενικά το μισό ακραίο ραχιαίο μέρος του ρύγχους καλύπτεται με ένα στρώμα από καφέ τρίχες. Σε αντίθεση με αυτό το ρύγχος του θηλυκού είναι γυμνό, πιο λεπτό και λίγο περισσότερο καμπυλωτό (Εικ. 12). Τα μάτια είναι μαύρα και βρίσκονται στις δύο πλευρές της βάσης του ρύγχους. Ο θώρακας του εντόμου έχει καφεκόκκινο χρώμα και έχει μερικές μαύρες κηλίδες. Αυτές οι κηλίδες είναι μεταβλητές σε σχήμα, μέγεθος και



αριθμό (βλ. Παρακάτω). Ο θώρακας έχει τρία θωρακικά τμήματα, άνισης ανάπτυξης, από τα οποία το pronotum (epithoracium) συνήθως είναι πιο ανεπτυγμένο από τα υπόλοιπα τμήματα. Η επιφάνεια αυτού είναι μπορεί να είναι λεία, κοκκώδης, ή στικτή και να φέρει αύλακες ή προεξοχές. Το mesonotum είναι συνήθως μικρό, τριγωνικό μεταξύ της βάσης των ελύτρων αντιπροσωπευόμενο από ένα θυρέο, που ονομάζεται Scutellum. Το metanotum καλύπτεται από τα έλυτρα και δεν είναι ορατό στο πάνω μέρος του εντόμου. Τα στερνικά τμήματα του θώρακα (πρόστερνο, μεσόστερνο και μετάστερνο) είναι καλά ανεπτυγμένα και σαφώς καθορισμένα (Murphy and Briscoe, 1999).

Τα έλυτρα που φέρει έχουν σκούρο κόκκινο χρώμα, με έντονες ραβδώσεις κατά μήκος και δεν καλύπτουν πλήρως την κοιλιά. Τα φτερά είναι καφέ στο χρώμα και πολύ δυνατά, επιτρέποντας έτσι στον ρυγχοφόρο να πραγματοποιεί μεγάλες πτήσεις. Στο θηλυκό δεν υπάρχει. Στον προθώρακα φέρουν μια πλειάδα διαφορετικών κουκίδων και στιγμάτων (Murphy and Briscoe, 1999).



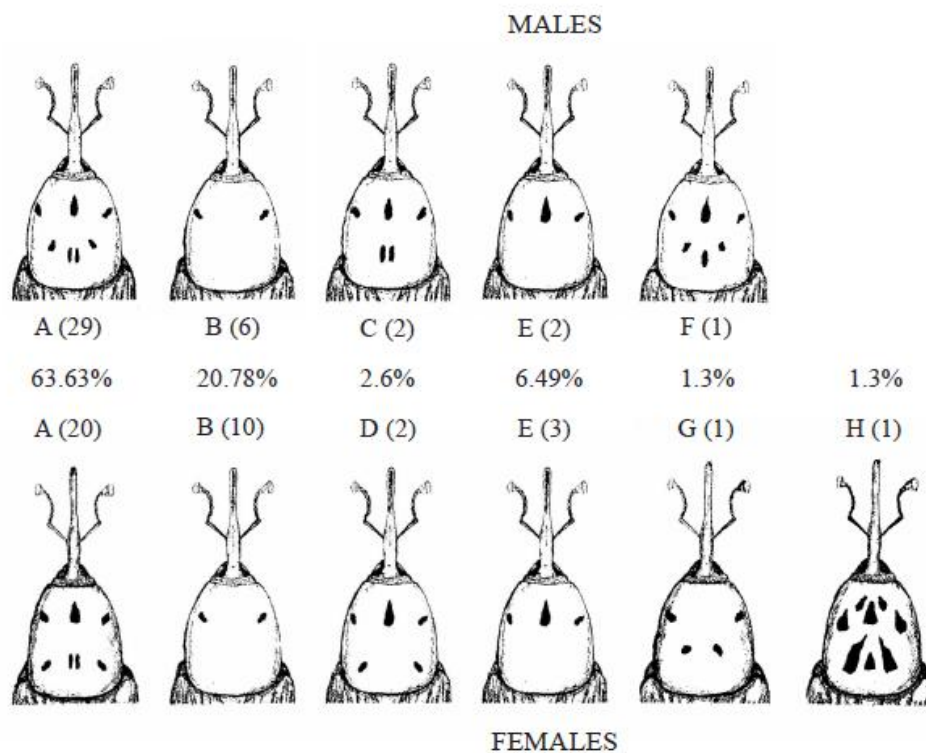
**Εικόνα 11:** Ενήλικο αρσενικό έντομο. Ο πιο σκουρόχρωμος φαινότυπος που υπάρχει στην Ελλάδα.



Εικόνα 12: Ρύγχος θηλυκού (πάνω) και αρσενικού (κάτω) εντόμου

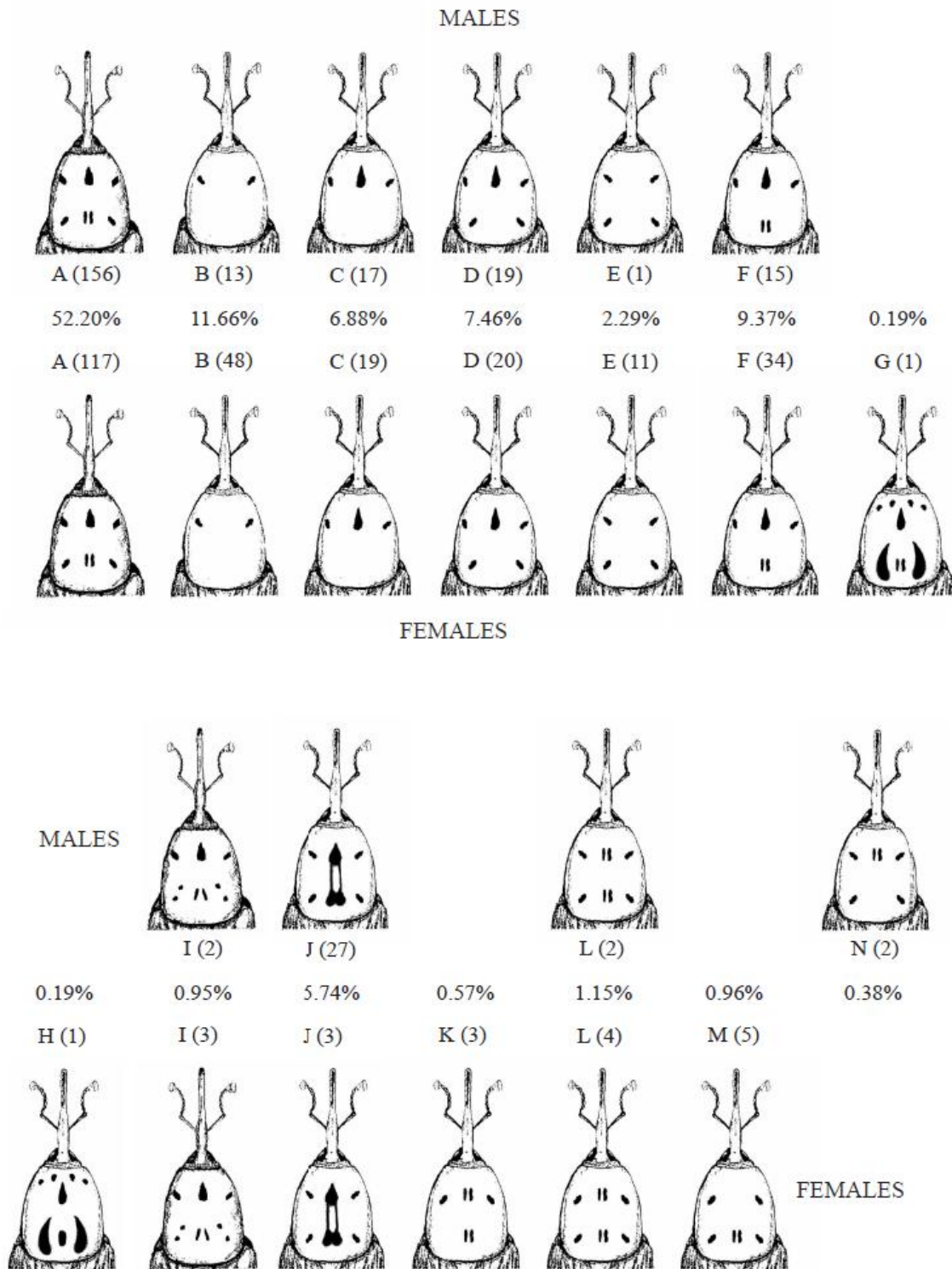
#### **4.4.1 Διαφοροποίηση Προθωρακικών στιγμάτων**

Από πειράματα που έγιναν στην Ιταλία (Σικελία) συλλέχθηκαν 77 έντομα και έγιναν παρατηρήσεις επί της μορφολογίας τους και σχέδια των θωράκων τους. Επτά διαφορετικοί τύποι προθωρακικών στιγμάτων εντοπίστηκαν σε αρσενικά και θηλυκά έντομα. Πέντε διαφορετικοί σε αρσενικά και έξι διαφορετικοί σε θηλυκά, ενώ υπήρχαν τύποι που απαντώνται μόνο σε αρσενικά ή μόνο σε θηλυκά έντομα. Ένας και μόνο τύπος συναντάται στο 63,63% του πληθυσμού των εντόμων (Εικ. 13). (Longo, 2006).



Εικόνα 13: Διαφορετικά προθωρακικά στίγματα από 77 διαφορετικά σκαθάρια στη Σικελία (Longo, 2006)

Ίδια καταγραφή πραγματοποιήθηκε και στην Μάλτα σε μελέτη με 523 έντομα, με έξι διαφορετικούς τύπους θωρακικών στιγμάτων, οι οποίοι προέκυψαν μετά από ομαδοποίηση, στα αρσενικά και επτά στα θηλυκά. Ο ίδιος τύπος στιγμάτων με αυτόν της Σικελίας υπήρξε στο μεγαλύτερο ποσοστό και στις καταγραφές από τη Μάλτα (Εικ. 14), σε ποσοστό 52,20% στη συγκεκριμένη καταγραφή (Mizzi and Dandria, 2009)

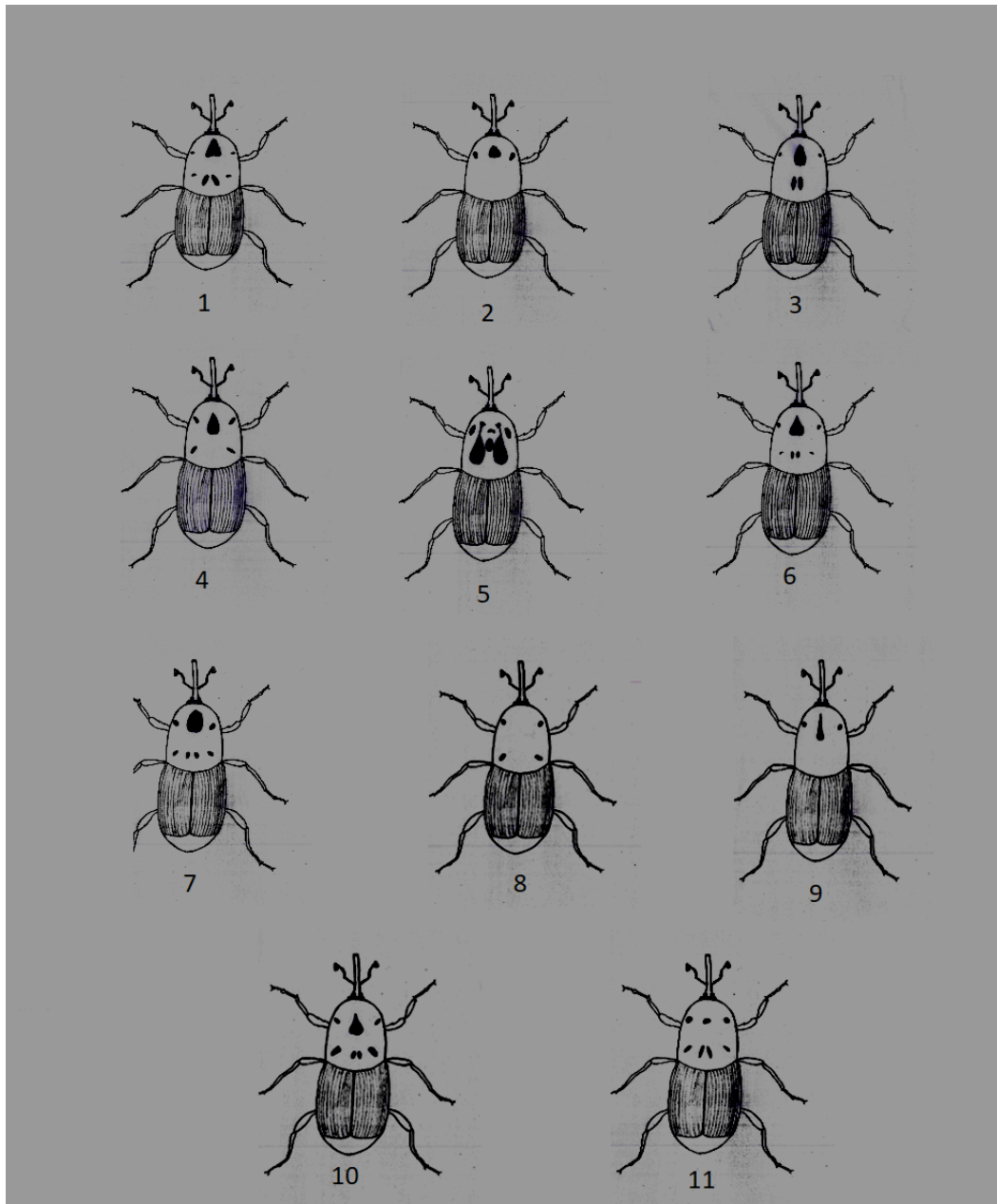


Εικόνα 14: Διαφορετικά προθωρακικά στίγματα από 523 έντομα (254 αρσενικά και 269 θηλυκά) διαφορετικά σκαθάρια στη Μάλτα (Mizzi et al, 2009)

Ίδια καταγραφή πραγματοποιήθηκε και στην Κρήτη (Νιαμούρης κ.α., 2012) κατά την οποία 500 έντομα (ζωντανά, νεκρά, αλλά και από φωτογραφίες)

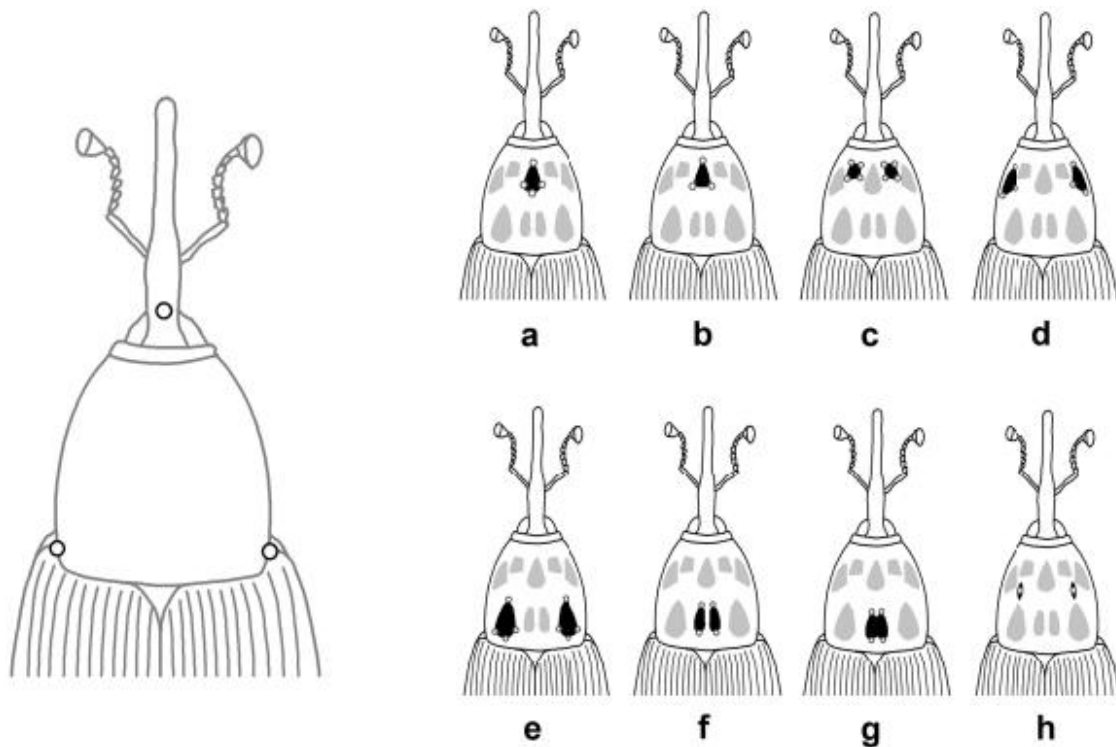


παρατηρήθηκαν και τα θωρακικά τους στίγματα αποτυπώθηκαν σε σχέδια. Το 25% των εντόμων ανήκει στην κατηγορία του σχεδίου 7, 20% στο σχέδιο 10, από 15% στα σχέδια 8 και 2, από 7% στα σχέδια 3 και 5. Τα έντομα του σχεδίου 5 χαρακτηρίζονται και από πολύ σκούρα έλυτρα (Εικ. 15). Δεδομένου του γεγονότος ότι τα σχέδια έγιναν και από φωτογραφίες, δεν υπήρχε πάντα η δυνατότητα να διαχωριστούν τα έντομα σε αρσενικά και θηλυκά (Νιαμούρης κ.α., 2012).



**Εικόνα 15:** Διαφοροποίηση θωρακικών στιγμάτων μετά από παρατήρηση 500 εντόμων (Σχέδιο Γ. Φανιδάκης και Π. Ψειροφωνιά)

Η σημασία της διαφοροποίησης των θωρακικών στίγμάτων εντοπίστηκε από τον Calafat και τους συνεργάτες του και συσχετίστηκε με την προέλευση του εντόμου. Έχοντας τρία σημεία αναφοράς (Εικ. 16 αριστερά) έγινε διερεύνηση αν είναι εφικτό να δημιουργηθεί ένα μοτίβο το οποίο θα περιλαμβάνει όλα τα πιθανά θωρακικά στίγματα και αν όλα μπορούν να κωδικοποιηθούν με τον ίδιο τρόπο. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν το APHIS, ένα λογισμικό που χρησιμοποιείται για την καταγραφή των χρωμάτων και σχημάτων στις σαύρες. Διαπιστώθηκε ότι όλα τα έντομα είχαν ίδιο σχήμα στα στίγματά τους (σημειώνεται με γκρι χρώμα) αν βέβαια είχαν το συγκεκριμένο σχήμα (Εικ. 16 δεξιά). Έτσι κατάφεραν να κωδικοποιήσουν όλα τα πιθανά στίγματα και ο ερευνητής θα μπορούσε στη συνέχεια να ελέγξει τα έντομα και απλά να σημειώσει τα στίγματα που διαθέτει, ώστε να φτιάξει ακριβώς το θώρακα του συγκεκριμένου εντόμου (Díaz-Calafat *et al.*, 2018)



**Εικόνα 16:** Τρία σημεία αναφοράς (σημειώνονται με κύκλο) (Αριστερά) και όλα τα πιθανά σημεία με στίγματα (σημειώνονται με γκρι) και στίγματα που διέθεταν τα εξεταζόμενα έντομα (σημειώνονται με μαύρο) (Δεξιά) (Díaz-Calafat *et al.*, 2018)

## 5 ΒΙΟ-ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

Ο ρυγχοφόρος των φοινικοειδών, όπως όλα τα σκαθάρια είναι ένα ολομετάβολο έντομο και για την εμφάνιση του ενήλικου εντόμου περνά από τα στάδια αυγό, προνύμφη και πλαγγόνα (Ávalos, 2015). Η συνολική διάρκεια του βιολογικού κύκλου του εντόμου και οι επιμέρους διαδικασίες και στάδια (εκδύσεις, προνυμφικές ηλικίες κλπ) έχουν μελετηθεί αρκετά από διάφορους επιστήμονες και τα δεδομένα ποικίλλουν ανάλογα με την εποχή, τη χώρα και άλλους παράγοντες. Ο Ávalos Masó (2015) για τις ανάγκες της διατριβής του δημιούργησε τον παρακάτω πίνακα με στοιχεία που αντλήθηκαν από την εργασία Dembilio and Jacas (2010) (Πίν. 2). Από τον παρακάτω πίνακα προκύπτει ότι το έντομο διέρχεται από 7-17 προνυμφικές ηλικίες (με συνηθέστερες τις 8-9), το αυγό εκκολάπτεται σε 3-5 μέρες (σε μία εργασία αναφέρεται χρόνος εκκόλαψης 1-6 μέρες) (Ávalos, 2015).

**Πίνακας 2:** Η διάρκεια των σταδίων, ο αριθμός των προνυμφικών ηλικιών, η διάρκεια ζωής και ο αριθμός αυγών/♀) του *Rhynchophorus ferrugineus*, όπως αντλήθηκε από την εργασία των Dembilio and Jacas (2010) από τον Άναλος ( Άναλος, 2015)

Βιβλιογραφική Πηγή	Διάρκεια Σταδίου (μέρες)			Προνυμφικές Ηλικίες	Διάρκ. ζωή του ενήλικου (μέρες)		(Αριθμός αυγών/♀)
	Αυγό	Προνύμφη	Πλαγγόνα		Αρσενικό	Θηλυκό	
Ghosh (1912)	3-4	25-61	18-33	-	50-90	50-90	127-276
Leefmans (1920)	3	60-105	13-15	-	107	107	531
Dammerman (1929)	3	60-120	14	-	100	100	-
Lepesme (1947)	3	60	15	-	-	-	30-300
Viado and Bigornia (1949)	3	25-48	11-17	9	63-109	39-72	162-350
Nirula (1956)	3	55	15	-	60-90	60-90	204
Rahalkar et al. (1972)	3	36-72	16-22	-	142-176	95-109	136-158
Butani (1975)	2-5	24-61	18-34	-	60-90	60-90	76-355
Kranz et al. (1982)	2-3	60	14-21	-	-	90	200
Rahalkar et al. (1985)	2-4	38-75	-	-	-	-	150-400
Avand-Faghig (1996)	1-6	41-78	15-27	11	-	20-120	3-186
Esteban-Durán et al. (1998)	-	76-102	19-45	-	16-96	16-96	109-208
Jaya et al. (2000)	-	-	-	7	-	-	-
Salama et al. (2002)	-	-	13-26	-	-	-	-
Martín-Molina and Cabello (2004)	3-4	88-93	25-30	7-17	121-163	70-137	71-348
Kaakeh (2005)	3-4	71-102	16-23	-	49-96	45-96	68-185
Abe et al. (2009)	-	-	-	12	-	-	-
Prabhu and Patil (2009)	3-4	32-65	10-21	8	62-78	59-75	211-380
Salama et al. (2009)	-	69-128	16-29	5	27-47	33-48	99-375
Shahina et al. (2009)	4-5	50-80	20-30	9	55-75	55-80	125-200
Dembilio and Jacas (2010)	-	-	-	13	-	-	-
Ju et al. (2010)	3-4	30-67	23-36	9	-	38-192	92-323
El-Shafie et al. (2013)	3-5	33-46	20-36	8	82-94	73-85	174-221



Η θερμοκρασία είναι ο κύριος αβιοτικός παράγοντας, ο οποίος επηρεάζει την οικολογία και την πληθυσμιακή πυκνότητα των ποικιλόθερμων οργανισμών όπως είναι τα έντομα (Dembilio and Jacas, 2011). Πειράματα διενεργήθηκαν τόσο σε εκτροφή εντόμου, η οποία εγκαταστάθηκε σε εργαστήριο του Ινστιτούτου Γεωργικών Ερευνών στη Βαλένθια από τον Ιούνιο 2008 έως τον Ιούλιο 2009, όσο και σε συνθήκες περιβάλλοντος, για να διερευνηθεί η επίδραση των διαφόρων θερμοκρασιών στην βιωσιμότητα του εντόμου, αλλά και στη διάρκεια των διαφόρων σταδίων του (Dembilio and Jacas, 2011). Η εκκόλαψη αυγών σε εργαστηριακές συνθήκες πραγματοποιήθηκε μεταξύ 15 και 25 °C σε ποσοστά από 40 έως 70%, αντίστοιχα, με ελάχιστη ανεκτή θερμοκρασία για να είναι ικανά τα αυγά να εκκολαφθούν τους 13,1 °C. Η εκκόλαψη των αυγών ολοκληρώθηκε σε δύο ημέρες στους 25 βαθμούς Κελσίου και σε 18 ημέρες στους 15 βαθμούς Κελσίου, Για τις προνύμφες θερμοκρασία 5 °C φαίνεται να είναι αρκετά χαμηλή, ώστε να θανατωθούν όλες οι προνύμφες πρώτης ηλικίας. Τα νεαρά στάδια του εντόμου (από την εκκόλαψη των αυγών έως και την έξοδο του ενήλικου) φαίνεται να ολοκληρώνονται σε 40 μέρες το καλοκαίρι και σε 160 ημέρες από το χειμώνα έως και την άνοιξη. Η διάρκεια του νυμφικού σταδίου ολοκληρώνεται σε 13 ημέρες το καλοκαίρι, αλλά αντίθετα για να ολοκληρωθεί από το φθινόπωρο έως την άνοιξη χρειάστηκε αρκετούς μήνες (Dembilio and Jacas, 2011). Παράλληλες συγκρίσεις προνυμφών του εντόμου, οι οποίες συλλέχθηκαν σταδιακά από κανάριους φοίνικες, σε εξωτερικές συνθήκες, στο ίδιο πείραμα, έδειξαν ότι υπάρχουν 13 νυμφικές ηλικίες με βάση το μέγεθος της κεφαλικής κάψας (Dembilio and Jacas, 2011).

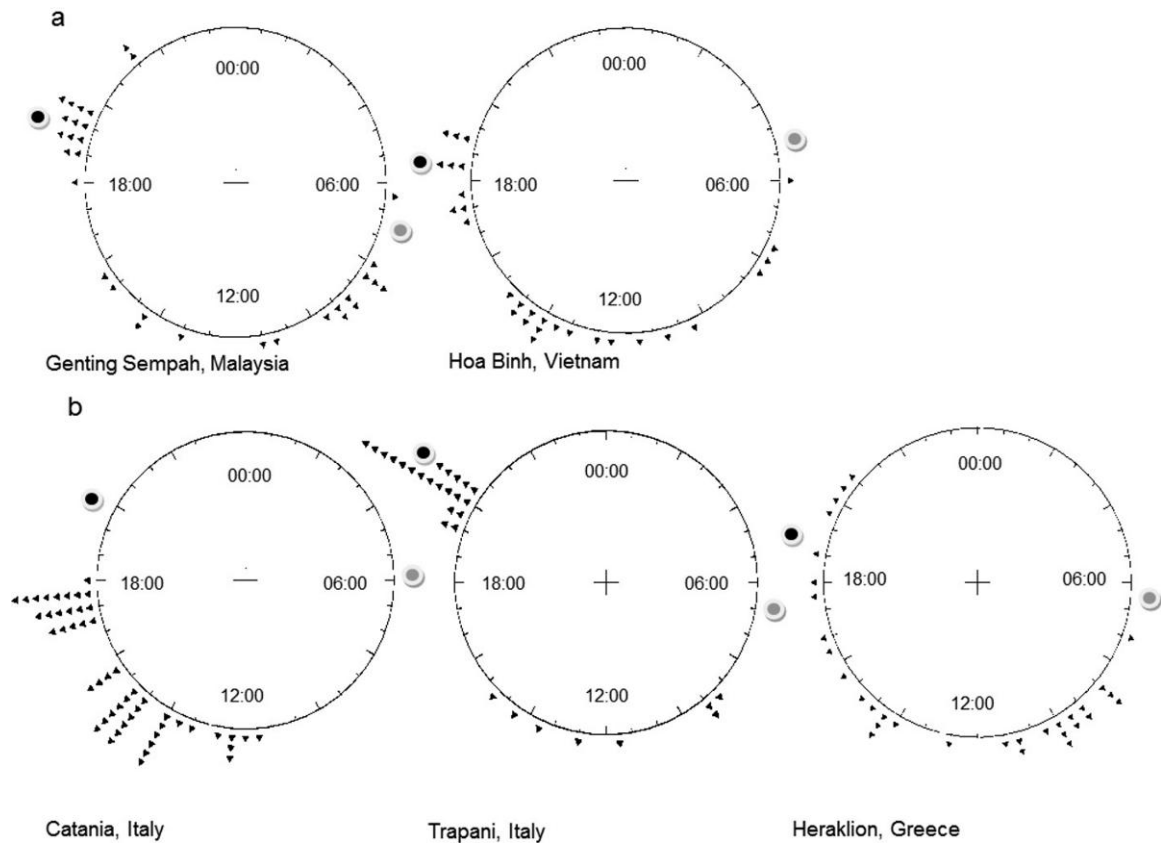
Στην ίδια μελέτη (Dembilio and Jacas, 2011) έγινε προσπάθεια συσχέτισης υποστρωμάτων εκτροφής του εντόμου με τη διάρκεια του κάθε σταδίου, αλλά και τον αριθμό των προνυμφικών ηλικιών του. Φαίνεται να εμφανίζει τρεις ή εννέα προνυμφικές ηλικίες όταν εκτρέφεται σε κομμάτια καρύδας (στοιχεία από δύο διαφορετικές πηγές), 11-17 σε κομμάτια ζαχαροκάλαμου, 8-15 σε κομμάτια φοίνικα, πέντε σε μπανάνα, μήλο, κολοκύθι και τέσσερις σε βαμβάκι εμποτισμένο με μέλι (Dembilio and Jacas, 2011).

## 5.1 Το Ενήλικο

### 5.1.1 Η Πτήση του Εντόμου. Ικανότητα Πτήσης

Κατά τον Wattanarongsiri, τον πρώτο επιστήμονα που περιέγραψε το έντομο για τις ανάγκες της διδακτορικής του διατριβής το 1966, ο ρυγχοφόρος είναι νυκτόβιο έντομο, το οποίο πετά και αποθέτει τα αυγά του κατά τη διάρκεια της νύχτας. Η θεωρία αυτή καταρρίφθηκε σύντομα και πλέον περιγράφεται σαν ένα ημερόβιο έντομο (Fanini *et al.*, 2014).

Δειγματοληψίες έγιναν στο Ηράκλειο Κρήτης, Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών, Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας, Βιοτεχνολογίας και Υδατοκαλλιέργειας (IMBBC), στις πόλεις Catania και Trapani της Σικελίας, περιοχές για τις οποίες το έντομο θεωρείται εισβολέας, αλλά και σε χώρες καταγωγής του εντόμου (Μαλαισία και Βιετνάμ) προκειμένου να διαπιστωθεί αν το έντομο είναι ημερόβιο ή νυκτόβιο. Παγίδες φερουγκινεόλης τοποθετήθηκαν για τη σύλληψη των εντόμων. Φάνηκε ότι το έντομο δεν συλλαμβάνεται στις παγίδες, άρα δεν πετά κατά τη διάρκεια της νύχτας. Συγκεκριμένα το έντομο δραστηριοποιείται από την ανατολή του ηλίου (με εξαίρεση μία σύλληψη λίγο πριν την ανατολή στο Βιετνάμ), έως και λίγο μετά τη δύση του (Fanini *et al.*, 2014). Στις περιοχές καταγωγής του εντόμου (Μαλαισία και Βιετνάμ), μικρός αριθμός εντόμων φαίνεται να συλλαμβάνεται πρωινές ώρες. Σύλληψη ενός εντόμου κατά τις πρωινές ώρες (λίγο μετά τις 6 το πρωί) καταγράφηκε και στο Ηράκλειο Κρήτης. Μόνο μία σύλληψη, ενός εντόμου, έγινε πριν την ανατολή του ηλίου, στη Μαλαισία, και λίγες επίσης συλλήψεις έχουν πραγματοποιηθεί μετά τη δύση (Εικ. 17). Εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι η εν λόγω μελέτη αφορά στα έντομα *Rhynchophorus ferrugineus* και *Rhynchophorus vulneratus*, τα οποία και εξετάζει μαζί, έχοντας ως δεδομένο ότι τα δύο αυτά έντομα παρουσιάζουν μία πανομοιότυπη συμπεριφορά και όπως προαναφέρθηκε προσελκύνονται από την ίδια φερομόνη συνάθροισης (Fanini *et al.*, 2014).



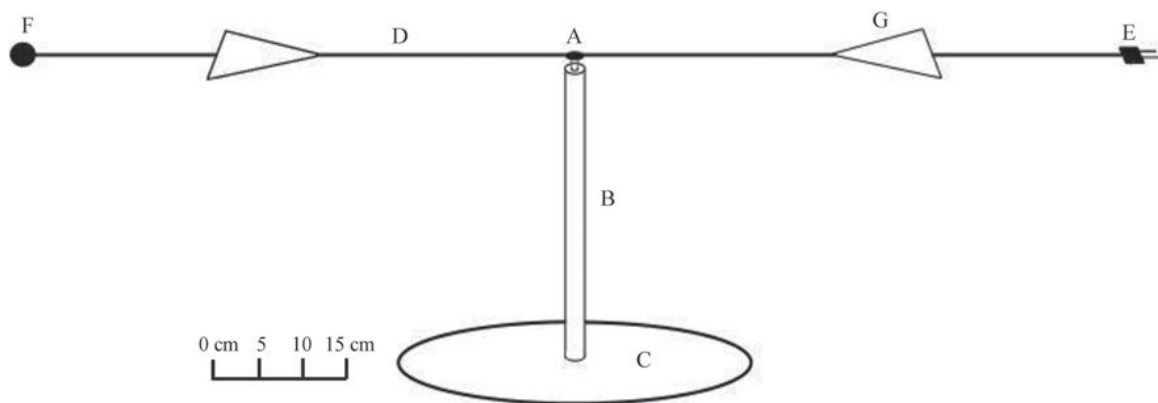
Εικόνα 17: Οι κυκλικές κατανομές των συλλήψεων των εντόμων *Rhynchorphorus ferrugineus* και του *R. vulneratus* στις παγίδες για 24 ώρες. Κάθε τρίγωνο αποτελεί ένα συλληφθέν άτομο. Η γκρι κουκίδα δείχνει την ανατολή και η μαύρη κουκίδα δείχνει τη δύση του ηλίου. Οι 2 πάνω απεικονίσεις (a) αφορούν χώρες καταγωγής του εντόμου και οι 3 κάτω (b) περιοχές στις οποίες το είδος είναι ξενικό (Fanini et al., 2014).

Σε εργαστηριακές συνθήκες, η μέτρηση της ικανότητας πτήσης των εντόμων πραγματοποιείται με την βοήθεια μύλου πτήσης (Εικ. 18), ο οποίος παρακολουθείται από υπολογιστή για να αναλύσει την πτήση (αριθμός πτήσεων, συνολική απόσταση, πτήση μεγαλύτερης διάρκειας, διάρκεια πτήσης και μέση και μέγιστη ταχύτητα) και την επίδραση του φύλου, της ηλικίας και του σωματικού βάρους των εντόμων (Άναλος et al, 2014).

Από το παραπάνω πείραμα φάνηκε ότι το μέγεθος του εντόμου δεν επηρεάζει την ικανότητα πτήσης του, εκτός από έντομα με μέγεθος σώματος μεγαλύτερο από 35 χιλιοστά, τα οποία φαίνεται να αναπτύσσουν μεγαλύτερη ταχύτητα πτήσης. Η ηλικία του εντόμου δεν είχε επίδραση στην ικανότητά τους να πετάξουν. Το φύλο του εντόμου δεν επηρέασε την ικανότητα πτήσης (Άναλος, 2014). Αναφορικά με την ταχύτητα του εντόμου, η μέση ταχύτητα που

παρατηρήθηκε ήταν κατά μέσο όρο 4km/h. Παρόμοια μελέτη, με την ίδια μεθοδολογία και μύλο πτήσης για άλλα είδη κολεόπτρων π.χ. *Ips sexdentatus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) και *Osmoderma eremita* (Coleoptera, Scarabaeidae, Cetoniinae), έδωσε μία μέση ταχύτητα πτήσης μεταξύ 4 με 5 km/h (Άναλος, 2014).

Στην παραπάνω μελέτη μη συζευγμένα έντομα πέταξαν μέση συνολική απόσταση περίπου 2,5 χιλιομέτρων (αδιάλειπτη πτήση) και ήταν σε θέση να καλύψουν αποστάσεις περίπου 20 χιλιομέτρων (διακεκομμένη πτήση). Επιπλέον, το 10% των ενηλίκων μπόρεσαν να πετάξουν πάνω από 5000m σε αδιάλειπτη πτήση (Άναλος, 2014).



Εικόνα 18: Σχηματική αναπαράσταση μιας μονάδας μύλου πτήσης: (A) ρουλεμάν (B) άξονας μύλου (C) βάση μύλου (D) βραχίονας από ανθρακονήματα (E) θέση προσάρτησης του Εντόμου (F) Αντίβαρο (G) Ανακλαστήρας

Στη μελέτη που διεξήγαγαν οι Abbas et al. (2006), στο πεδίο, με τη μέθοδο σύλληψης -επανασύλληψης, ενήλικα αρσενικά και θηλυκά άτομα *R. ferrugineus* ανακτήθηκαν σε απόσταση 1- 7 χιλιομέτρων από το σημείο απελευθέρωσής τους σε 3-18 μέρες μετά την απελευθέρωσή τους. Όσον αφορά τη δυνατότητα πτήσης του εντόμου, εάν το φαγητό είναι άφθονο, τα έντομα τείνουν να παραμένουν στον προσβεβλημένο φοίνικα μέχρι να καταρρεύσει. Έπειτα μπορεί να μετακινηθούν σε έναν κοντινό φοίνικα, αν υπάρχει, ή να πετάξουν μακριά ψάχνοντας για νέα φυτά ξενιστές (Abbas et al., 2006).

### **5.1.2 Σύζευξη**

Πειράματα σε εργαστηριακές συνθήκες έδειξαν ότι μόνο τα αρσενικά έντομα ξεκινούσαν τις διαδικασίες σύζευξης. Κινούνται πολύ γρήγορα και με μεγαλύτερη συχνότητα από τα θηλυκά και ανταποκρίνονται πάρα πολύ γρήγορα στην ύπαρξη ενός θηλυκού στο χώρο. Μόλις το αρσενικό έντομο εντοπίσει το θηλυκό ακουμπάει με το ρύγχος του στον τελευταίο κοιλιακό δακτύλιο και στη συνέχεια στα μέσα των ελύτρων του θηλυκού με το ρύγχος και τις κεραίες του. Τόσο στο αρσενικό όσο και στο θηλυκό οι κεραίες κατευθύνονται μπροστά κατά τη διάρκεια της σύζευξης. Το αρσενικό αργά και σταθερά ανεβαίνει πάνω από το θηλυκό και πραγματοποιείται η προσάρτηση. Τα αρσενικά ανταποκρίνονται συχνά θετικά και στην ύπαρξη άλλων αρσενικών αλλά και νεκρών αρσενικών ή θηλυκών εντόμων (Kaakeh, 1998). Αυτό πιθανώς να οφείλεται στο γεγονός ότι το έντομο αναγνωρίζει και οπτικά το είδος του αλλά και στο γεγονός ότι η φερομόνη η οποία εκκρίνεται από το αρσενικό (φερουγγινεόλη) λειτουργεί ως φερομόνη συνάθροισης προσελκύνοντας και αρσενικά και θηλυκά έντομα (Kaakeh, 1998 και Pherobase, 2020) (Kaakeh, 1998)

Η σύζευξη μπορεί να πραγματοποιηθεί καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και διαρκεί 1 έως 5 λεπτά στο σύνολο, από την προσπάθεια προσάρτησης έως και την αποκόλληση των δύο εντόμων (Kaakeh, 1998; Sahin et al., 2011)

### **5.1.3 Ωοτοκία**

Η απόθεση των αυγών γίνεται στην βάση των φύλλων κοντά στη στεφάνη του φοίνικα. Τα θηλυκά έντομα για να αποθέσουν τα αυγά τους, δημιουργούν μία οπή με το ρύγχος τους (Εικ. 19). Συνήθως οι οπές αυτές γίνονται κοντά η μια με την άλλη. Μέσα στην οπή αποθέτουν τα αυγά τους και τα σφραγίζουν με μια έκκριση που προστατεύει τα αυγά (Dembilio and Tapia, 2011, Dembilio et al, 2011). Η συγκεκριμένη έκκριση έχει το χρώμα του φοίνικα και έτσι είναι πολύ δύσκολο να εντοπιστεί η θέση απόθεσης του αυγού (Sahin et al., 2011) Οι Murphy και Briscoe δηλώνουν ότι το θηλυκό μπορεί να αποθέσει παραπάνω από ένα αυγό ανά οπή, αρκεί τα δύο αυτά αυγά να μην έρχονται σε επαφή μεταξύ τους (Murphy

and Briscoe 1999). Οι Murphy και Briscoe δηλώνουν ότι σύμφωνα με τον Kalshoven (1981), η ωτοκία εμφανίζεται συχνότερα σε φοίνικες που έχουν υποστεί βλάβη στη στεφάνη από τα έντομα *Oryctes* spp. (Coleoptera; Scarabaeidae), και ότι η ωτοκία λαμβάνει χώρα σε πληγές και σε ουλές φύλλων από το *Oryctes* (Murphy and Briscoe 1999 και Wattanapongsiri 1966). Η διάρκεια ωοθεσίας είναι 45 μέρες (EPPO 2008) και μέγιστος αριθμός αυγών ανά θηλυκό 231, ωστόσο σε καλές συνθήκες το θηλυκό μπορεί να γεννήσει έως 531 αυγά κατά τη διάρκεια του βιολογικού του κύκλου (Wattanapongsiri 1966). Στο Ιράν δίδεται αρκετά μικρότερος αριθμός αυγών ανά θηλυκό (3-186) (Murphy and Briscoe 1999).



**Εικόνα 19:** Το έντομο ανοίγει οπή με το ρύγχος του για να αποθέσει το αυγό του

## **5.2 Ανάπτυξη της προνύμφης. Προνυμφικές ηλικίες**

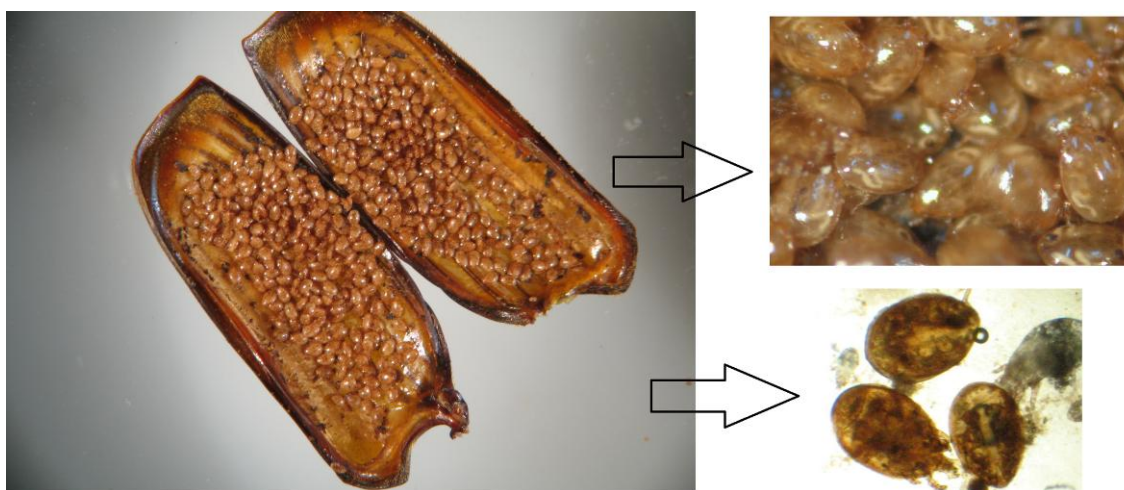
Όταν εκκολαφθεί, η λευκόχρωμη νέα προνύμφη τρέφεται από τον περιβάλλοντα ιστό. Καθώς οι προνύμφες τρέφονται, παράγουν frass (μασημένες φυτικές ίνες) που συνδυάζεται με το φυτικό χυμό και αυτό γεμίζει τις σήραγγες των προνυμφών. Σε σοβαρά μολυσμένους φοίνικες, σχηματίζονται κοιλότητες από τις τρεφόμενες προνύμφες, οι οποίες αποδυναμώνουν το στέμμα (κόμη) του δέντρου. Μόλις ωριμάσουν, οι προνύμφες σχηματίζουν μία ωοειδή θήκη (περίπου

80 X 35 mm) μέσα στον κατεστραμμένο ιστό του δέντρου (EPPO, 2008).

### 5.3 Φόρηση

Στα πλαίσια πτυχιακών μελετών αλλά και σεμιναρίων του ΤΕΙ Κρήτης (νυν ΕΛΜΕΠΑ), πραγματοποιήθηκε πλειάδα ερευνητικών εργασιών από τις οποίες μερικές αφορούσαν σύλληψη εντόμων σε παγίδες (Αγγελακόπουλος, 2007 και Φανιδάκης, 2012). Τα περισσότερα (αν όχι όλα) από τα έντομα που συνελήφθησαν στις παγίδες έφεραν έναν πολύ μεγάλο αριθμό ακάρεων (Εικ. 20). Τα ακάρεα εντοπίζονται κυρίως κάτω από τα έλυτρα του εντόμου αλλά και κοντά στο λαιμό, στα πόδια, στο κεφάλι και στο θώρακα, καθώς και στο εσωτερικό της νυμφικής θήκης, επάνω στην πλαγγόνα και συγκρατούνται με ποδίσκους φόρησης. Πρόκειται πιθανώς για ακάρεα της οικογένειας Uropodidae. Τα συγκεκριμένα ακάρεα βρέθηκαν σε πολύ μεγάλους πληθυσμούς τόσο πάνω στο έντομο όσο και στα αγγεία φοινίκων (Φανιδάκης, 2012).

Διαπιστώθηκε από την διεθνή βιβλιογραφία ότι δεν πρόκειται για παρασιτισμό, αλλά για το φαινόμενο της φόρησης, μία μορφή συμβίωσης κατά την οποία ένας οργανισμός μεταφέρεται από έναν άλλον οργανισμό, χωρίς να υπεισέρχεται παρασιτισμός στη σχέση αυτή (Mazza *et al.*, 2011)



**Εικόνα 20:** Ακάρεα κάτω από τα έλυτρα του εντόμου (αριστερά), σε κοντινή φωτογραφία (πάνω δεξιά) και σε φωτογραφία από το στερεοσκόπιο (κάτω δεξιά)

Από τον Νοέμβριο του 2012 έως τον Μάρτιο του 2013, 150 ζωντανά ενήλικα σκαθάρια με αναλογία των φύλων = 1: 1 συλλέχθηκαν με το χέρι από προσβεβλημένους κοκκοφοίνικες στη Μαλαισία. Πέντε διαφορετικά είδη από τρεις διαφορετικές οικογένειες ακάρεων εντοπίστηκαν να φέρονται πάνω στα σκαθάρια. Πρόκειται για τα είδη *Centrouropoda almerodai* (Uropodidae), *Macrocheles mammifer*, *Macrocheles cf. oigru* (Macrochelidae), *Uroobovella assamomarginata* and *Uroobovella javae* (Dilipkumar *et al.*, 2015).

Στην παραπάνω μελέτη βρέθηκαν και τα 150 έντομα να φέρουν μεγάλο αριθμό ακάρεων, με φορτίο που κυμαίνεται από 11-838 ανά θηλυκό ρυγχοφόρο και 42-1345 ανά αρσενικό έντομο. Οι μεγαλύτεροι πληθυσμοί παρατηρήθηκαν κάτω από τα έλυτρα αμέσως μετά στο μεμβρανώδες ζεύγος φτερών και ακολούθησε η κοιλιακή χώρα. Ωστόσο, δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο τελευταίων περιοχών του σώματος (Dilipkumar *et al.*, 2015).

Σύμφωνα με έρευνα η οποία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της παραπάνω μελέτης (Dilipkumar *et al.*, 2015) στην βιβλιογραφία υπάρχουν αναφορές για 25 είδη ακάρεων, ανήκοντα σε 21 γένη, 18 οικογένειες, σε δύο υποτάξεις (Parasitiformes και Acariformes), τα οποία σχετίζονται με το σκαθάρι του φοίνικα. Το υψηλό επίπεδο φαινοτυπικής ομοιότητας σε ορισμένες ομάδες ακάρεων καθιστά εξαιρετικά δύσκολη την ταυτοποίηση των ειδών και έχει οδηγήσει πολλές φορές σε λάθος συμπεράσματα αναφορικά με το είδος (Dilipkumar *et al.*, 2015).

Μελέτη σχετικά με την σχέση των ακάρεων και του ρυγχοφόρου έγιναν σε έντομα που συλλέχθηκαν στην Κεντρική και Νότια Ιταλία από τον Mazza και τους συνεργάτες του και δημοσιεύτηκε το 2011. Το άκαρι *Centrouropoda almerodai* βρέθηκε να υπάρχει πάνω στο σκαθάρι του φοίνικα σε πολύ μεγάλο πληθυσμό. Συγκεκριμένα, κατά τα έτη 2005 και 2008 συλλέχθηκαν σε παγίδες αλλά και με το χέρι 5909 θηλυκά και 5175 αρσενικά έντομα. Από τα συλληφθέντα έντομα το 50%-100% του πληθυσμού, ανάλογα με την περιοχή, έφεραν το άκαρι *Centrouropoda almerodai*. Εκτός δηλαδή από την εξάπλωση ενός ξενικού είδους, φαίνεται να εξαπλώνεται σε πολλαπλάσιους αριθμούς ένα ακόμη ξενικό είδος. Από την παραπάνω έρευνα προκύπτει ότι τα άτομα που έφεραν ακάρεα παρουσίαζαν διάρκεια ζωής κατά μέσο όρο 1,4 φορές μικρότερη σε σύγκριση με τα μη «προσβεβλημένα» άτομα (Mazza *et al.*, 2011).



Σύμφωνα με την ίδια μελέτη, κατά τον Atakan και τους συνεργάτες του σε δημοσίευση του 2009, η παρουσία υψηλού αριθμού ακάρεων έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της ικανότητας πτήσης του εντόμου. Αυτό επιβεβαιώνεται έμμεσα στην εν λόγω μελέτη βάσει του γεγονότος ότι μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων που συνελήφθησαν στις παγίδες έφεραν περισσότερα ακάρεια, σε σχέση με αυτά που συλλέχθηκαν με το χέρι (είτε κατά τη διάρκεια πτήσης είτε μέσα από φοίνικες) (Mazza *et al.*, 2011).

Στην παραπάνω μελέτη, αναφέρεται ότι ο Ragusa και οι συνεργάτες του σε εργασία του 2009 αναφέρουν ότι δευτερονύμφες του *C. almerodai* μεταβαίνουν στο στάδιο του ενήλικου τρεφόμενες με μέρη του σώματος νυχτοπεταλούδων. Τέλος οι Houck και Cohen το 1995 εκχύλισαν «ποδίσκους φόρησης» ακάρεων και βρήκαν να περιέχουν γενετικό υλικό του σκαθαριού, υποδηλώνοντας έτσι μια παρασιτική σχέση (Mazza *et al.*, 2011).

#### **5.4 Τα συμβιωτικά βακτήρια στο πεπτικό σύστημα του εντόμου**

Για να προσδιοριστεί ή ύπαρξη των συμβιωτικών βακτηρίων σε όλα τα στάδια του Εντόμου διενεργήθηκαν πειράματα από πληθυσμούς που λήφθηκαν από κανάριο φοίνικα και κοκκοφοίνικα (*Cocos nucifera* L.) στην πόλη Wenchang City, επαρχία Hainan στην Κίνα, τον Μάιο του 2014. Προνύμφες συλλέχθηκαν από τα φοινικοειδή και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο, στο Πανεπιστήμιο Γεωργίας και Δασοκομίας Fujian (FAFU). Ένας ακόμη εργαστηριακός πληθυσμός RPW δημιουργήθηκε από ενήλικα άτομα που παγιδεύτηκαν στην πανεπιστημιούπολη του FAFU. Στο εργαστήριο, οι προνύμφες εκτράφηκαν σε στέλεχος ζαχαροκάλαμου σε κλιματικό θάλαμο στους 27°C, σε σχετική υγρασία 75% (RH) και σε φωτοπερίοδο 24 ώρες σκοτάδι, ενώ τα ενήλικα έντομα, διατηρήθηκαν σε 75% σχετική υγρασία περιβάλλοντος χώρου και φωτοπερίοδο 12:12. Στη συνέχεια τα δείγματα που συλλέχθηκαν, υποβλήθηκαν σε εκτομή του εντέρου και την εκχύλιση του ολικού DNA των βακτηρίων του εντέρου. Από την ίδια ομάδα πραγματοποιήθηκε σειρά επεμβάσεων έτσι ώστε να διαπιστωθεί, με τη χρήση αντιβιοτικών, αν η επέμβαση στα βακτήρια του πεπτικού συστήματος

του εντόμου επηρεάζουν το μεταβολισμό της τροφής του ρυγχοφόρου (του φοίνικα) (Muhammad *et al.*, 2017).

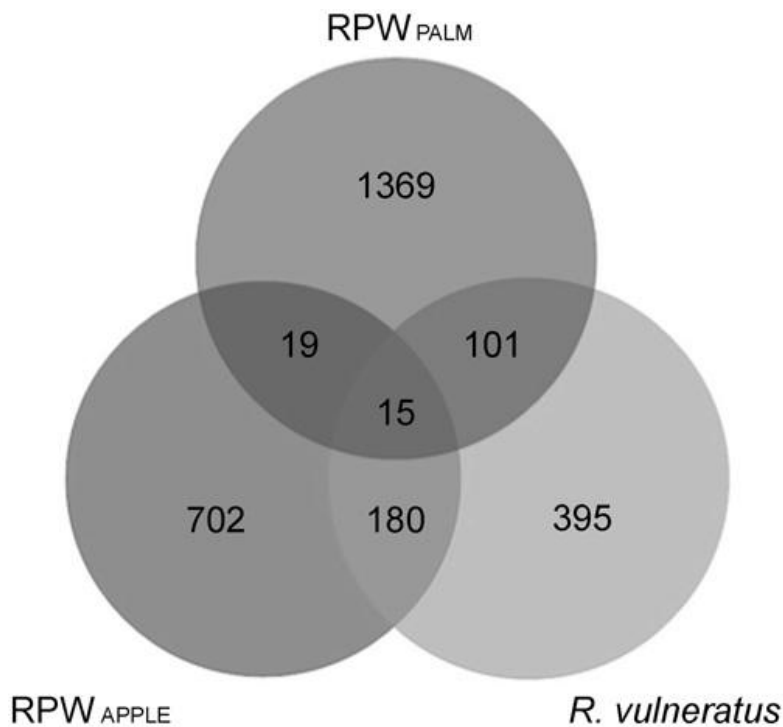
Από τα παραπάνω πειράματα προέκυψε ότι η σύνθεση της χλωρίδας του πεπτικού συστήματος του εντόμου σε βακτήρια είναι σταθερή κατά τη μετάβαση του εντόμου από ένα στάδιο στο άλλο και αποτελείται από βακτήρια των οικογενειών: Enterobacteriaceae, Lactobacillaceae, και Streptococcaceae, τα οποία κατανέμονται στα παρακάτω γένη: *Erwinia*, *Entomoplasma*, *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Pseudomonas*, *Limnohabitans*, καθώς επίσης καταγράφηκαν και Ακτινοβακτήρια. Η μετάβαση του εντόμου από το ένα στάδιο στο άλλο φαίνεται να επηρεάζει μόνο την αφθονία των βακτηρίων αλλά όχι την ύπαρξή τους, με μεγαλύτερους πληθυσμούς να απαντώνται στις προνύμφες. Επτά ακόμη είδη βακτηρίων, τα οποία ανήκουν στην ομάδα βακτηρίων που αποδομούν την κυτταρίνη και καλλιεργούνται σε συνθήκες εργαστηρίου (Muhammad *et al.*, 2017).

Αναφορικά με την επίδραση αντιβιοτικών προκειμένου να θανατωθούν τα βακτήρια, αυτό έδειξε να αποτρέπει την πέψη της τροφής με αποτέλεσμα να επηρεάζει την βιωσιμότητα του εντόμου (Muhammad *et al.*, 2017).

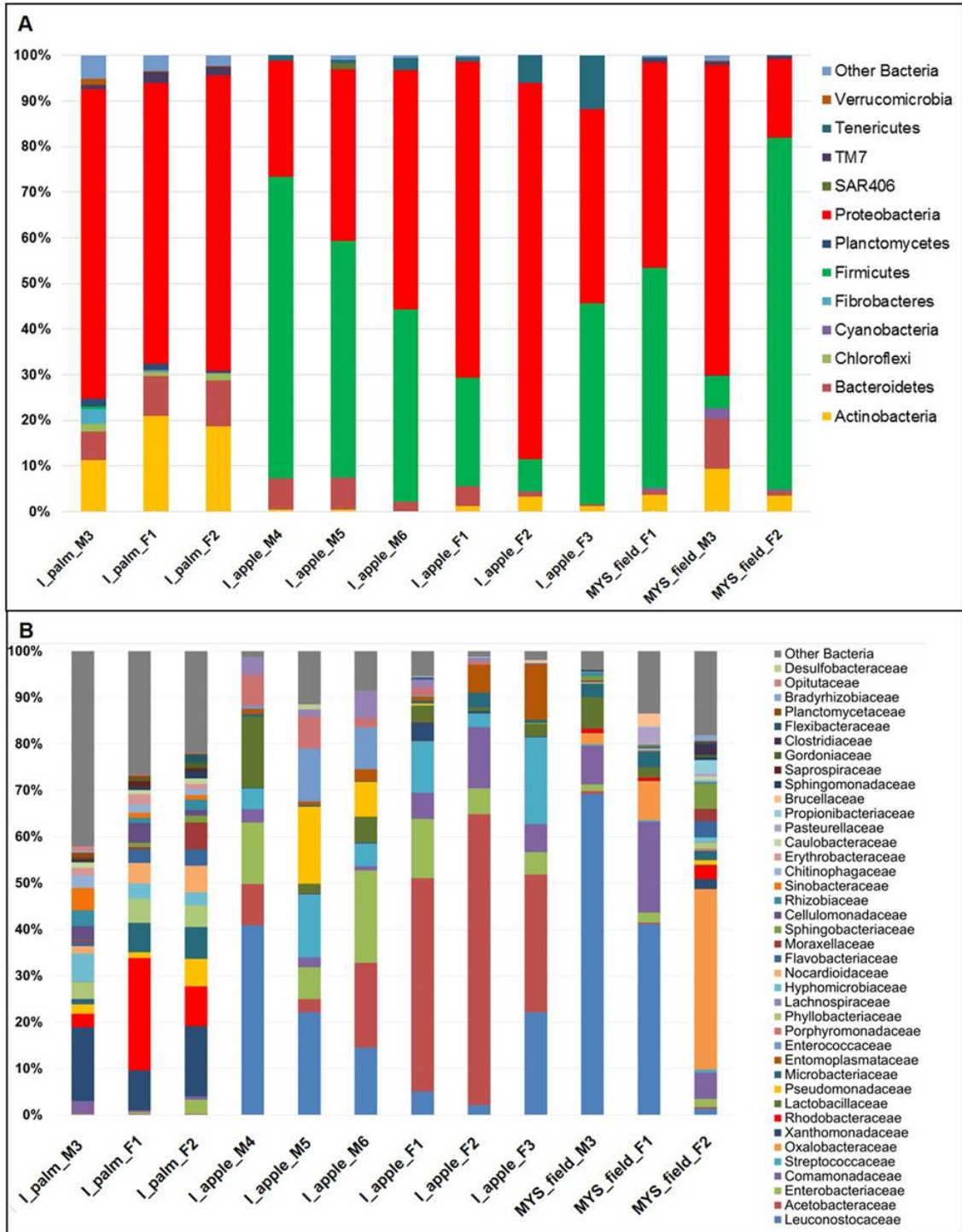
Έρευνα για τα βακτήρια του πεπτικού συστήματος του εντόμου έχουν πραγματοποιηθεί και σε έντομα από την Ιταλία και τη Μαλαισία (Montagna *et al.*, 2015). Τα έντομα που συλλέχθηκαν από την Ιταλία, από Κανάριο φοίνικα, χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, τρία από αυτά τοποθετήθηκαν σε αιθανόλη και έξι από αυτά μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο και τοποθετήθηκαν σε τεχνητή διατροφή με βάση το μήλο για τέσσερις εβδομάδες. Τα έντομα που συλλέχθηκαν από τη Μαλαισία, τρία ενήλικα, αρχικά αναγνωρίστηκαν ως *Rhynchophorus ferrugineus* αλλά μετά από μοριακές αναλύσεις προέκυψε ότι είναι το είδος *R. vulneratus* (Montagna *et al.*, 2015). Τα έντομα απολυμάνθηκαν εξωτερικά και κόπηκαν σε κομμάτια με σκοπό τη λήψη βακτηρίων από το εσωτερικό του εντόμου (Montagna *et al.*, 2015).

Οι αναλύσεις κατέγραψαν συνολικά λίγο λιγότερες από 3000 Λειτουργικές Ταξινομικές Μονάδες (Operational Taxonomic Units - OTUs) βακτηρίων. Από αυτές πάνω από 2386 OTUs σχετιζόμενες με το *R. ferrugineus*, 1369 βρέθηκαν αποκλειστικά σε έντομα τρεφόμενα με φοίνικα και 702 σε *R. ferrugineus*

τρεφόμενα με τροφή μήλου. Είναι ενδιαφέρον ότι μόνο 34 Λειτουργικές Ταξινομικές Μονάδες είναι κοινές στις δύο παραπάνω ομάδες εντόμων, παρά το γεγονός ότι τόσο τα έντομα που τρέφονταν με μήλο, όσο και αυτά που θανατώθηκαν αμέσως μετά την εύρεση τους στη φύση είχαν την ίδια περιοχή καταγωγής, πιθανώς συνυπήρχαν και στον ίδιο φοίνικα (Montagna *et al.*, 2015) (Εικ. 21). Προσδιορίστηκε πλειάδα Λειτουργικών Ταξινομικών Μονάδων Βακτηρίων από διάφορα φύλα, με τα Proteobacteria να βρίσκονται σε μεγαλύτερη αφθονία και στις 3 διαφορετικές ομάδες εντόμων (*R. ferrugineus* – μήλο, *R. ferrugineus* φοίνικας και *R. vulneratus*) (Εικ. 22).



**Εικόνα 21:** Οι διάφορες ταξινομικές μονάδες (διαφορετικό DNA) οι οποίες απομονώθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος από *R. ferrugineus* τρεφόμενο με φοίνικα (άγριος πληθυσμός) *R. ferrugineus* τρεφόμενο με μήλο για τέσσερις εβδομάδες και *R. vulneratus* (Montagna *et al.*, 2015)



Εικόνα 22: Βακτήρια τα οποία βρέθηκαν στα έντομα σε A: σε επίπεδο Φύλου, B: σε επίπεδο Οικογένειας (Montagna et al., 2015).

## 6 ΖΗΜΙΕΣ

Ο ρυγχοφόρος προσελκύεται από οσμές που εκκρίνονται από τον ξενιστή (φοινικοειδή) όταν αυτός υποστεί τραυματισμό (θραύση φύλλου) ή κλαδευτεί. Υπάρχει ωστόσο πιθανότητα να προσβάλει και υγιή φυτά. Το ενήλικο αποθέτει τα αυγά του με τη διαδικασία που προαναφέρθηκε και η νεοεκκολαπτόμενη προνύμφη ορύσσει στοές μόνο σε μαλακό ιστό, όπως για παράδειγμα στη στεφάνη του φοίνικα, στο πάνω μέρος του κορμού και στη βάση των φύλλων. Δεδομένου του γεγονότος ότι το σημείο από το οποίο αναπτύσσεται το φοινικοειδές είναι μία μικρή περιοχή (ακραίο μερίστωμα), σημείο στο οποίο συνήθως εγκαθίσταται το έντομο, η προσβολή καθίσταται μοιραία για το φοίνικα (Kontodimas, 2017).

Στην περίπτωση κατά την οποία τα φύλλα έχουν προσβληθεί σε πολύ νεαρή ηλικία, όταν είναι ακόμη εσωτερικά του κορμού, εμφανίζουν συμμετρικά φαγώματα ή /και τρύπες μόλις αυτά καταφέρουν να μεγαλώσουν (Kontodimas, 2017) (Εικ 23). Όταν η προσβολή προχωρήσει, αυτό έχει ως αποτέλεσμα την κάμψη της κορυφής του και τη σταδιακή απώλειά της (Kontodimas, 2017) (Εικ 24).

Τα έντομα μπορούν επίσης να ορύσσουν στοές σε όλο το μήκος του κορμού νεαρών φοινίκων, καθώς και σε αποσυντιθέμενο ιστό φοινίκων που είναι έτοιμοι να ξεραθούν. Αποτέλεσμα της δραστηριότητας του εντόμου και της αλληλοεπικάλυψης των στοών είναι η δημιουργία κυτίων διατροφής. (Murphy and Briscoe, 1999).

Ο φοίνικας νεκρώνεται σταδιακά, δημιουργώντας ένα σχήμα ανοιχτής ομπρέλας ( HRNČIĆ, 2017) (εικ. 25), με τελικό στάδιο την πλήρη νέκρωσή του (εικ. 26).



**Εικόνα 23:** Φύλλο φοίνικα στην περιοχή των Γουβών με προσβολή η οποία είχε γίνει όταν το φύλλο ήταν ακόμη στο εσωτερικό του κορμού (Φωτογραφία 2006).



**Εικόνα 24:** Φοίνικας στην περιοχή του Ενυδρείου Κρήτης στις Γούρνες, με «ατροφική» κορυφή (Φωτογραφία 2006).





**Εικόνα 25:** Εμβληματικός φοίνικας στο Δημοτικό Σχολείο των Πάνω Γουβών, 70 ετών, σύμφωνα με τη μαρτυρία του Διευθυντή του Σχολείου. (φωτογραφία 2007). Ο φοίνικας απομακρύνθηκε από το χώρο το 2009, όντας κατεστραμμένος ολοσχερώς και λόγω επικινδυνότητας.



**Εικόνα 26:** Νεκρός «στολισμένος» φοίνικας στην περιοχή των Γουβών (Φωτογραφία 2007).



## 7 ΟΙ ΦΥΣΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ

Πάνω από πενήντα φυσικοί εχθροί έχουν καταγραφεί ότι προσβάλλουν τα είδη του Γένους *Rhynchophorus* και οι περισσότεροι σχετίζονται με το Είδος *R. ferrugineus*. Το 2014 έγινε μια προσπάθεια συγκέντρωσης των στοιχείων τα οποία αφορούσαν στους φυσικούς εχθρούς που απαντώνται στην βιβλιογραφία. Στο Παράρτημα (Παράρτημα Ι) έχει μεταφερθεί ο πίνακας φυσικών εχθρών με τροποποιήσεις, έτσι ώστε να περιλαμβάνει εχθρούς μόνο του *R. ferrugineus* (Mazza *et al.*, 2014).

### 7.1 ΙΟΙ

Οι ιοί που είναι Εντομοπαθογόνοι ανήκουν σε 11 οικογένειες και έχουν απομονωθεί από περισσότερα από 1000 είδη εντόμων, 13 τουλάχιστον διαφορετικών Τάξεων. Οι ιοί που προσβάλλουν έντομα έχουν ταυτοποιηθεί πολλά χρόνια πριν, αλλά μόνο τα τελευταία 40 χρόνια υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον για την χρήση τους στην καταπολέμηση. Ο αρκετά ισχυρός ιός Cytoplasmic Polyhedrosis Virus (CPV) είναι ο μόνος που έχει καταγραφεί στο Ρυγχοφόρο. Μετά την πρώτη του καταγραφή στην Ινδία, όπου προσέβαλε όλα τα στάδια του εντόμου, ο ιός αυτός ανιχνεύτηκε και στην Αίγυπτο σε νεκρό σκαθάρι. Η προσβολή κατά την τελευταία προνυμφική ηλικία, έχει σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη παραμορφωμένων ενήλικων εντόμων και τη δραστική μείωση του πληθυσμού τους (Mazza *et al.*, 2014).

### 7.2 ΒΑΚΤΗΡΙΑ

Παθογόνα βακτήρια ως επί το πλείστον ανήκουν στις οικογένειες: *Baccilaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Streptococcaceae* και *Micrococcaceae*. Παρόλο που πολλά βακτήρια μπορούν να μολύνουν έντομα, μόνο μέλη της τάξης *Eubacteriales*, (Γένη *Bacillus* και *Serratia*) έχουν καταγραφεί ως κατάλληλα για την καταπολέμηση εντόμων. Για το γένος *Rhynchophorus*,

βακτήρια απομονώθηκαν μόνο από τον *R. ferrugineus*, τα οποία ταυτοποιήθηκαν στο παρελθόν και διαπιστώθηκε ότι κάποια ανήκουν στα γένη *Bacillus* και *Serratia*, αλλά και κάποια κορυνοβακτήρια σε προνύμφες και ενήλικα στην Ινδία. Σε δημοσιεύσεις του 2003 και 2004 ο Alfazairy και οι συνεργάτες του απομόνωσαν τους *Bacillus thuringiensis* και *Bacillus sphaericus*, από προνύμφες και ενήλικα Ρυγχοφόρου στην Αίγυπτο. Ο Alfazary το 2004, σε συνθήκες εργαστηρίου, ανέφερε επιτυχή καταπολέμηση του Ρυγχοφόρου κατόπιν μόλυνσής του με στελέχη του *Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki*, που είχε απομονωθεί από προνύμφη στην Αίγυπτο. Σε αντίθεση με αυτόν, άλλοι συγγραφείς έχουν εντοπίσει ευαισθησία του Ρυγχοφόρου σε άλλα στελέχη του *Bacillus thuringiensis* (Mazza *et al.*, 2014).

Το βακτήριο *Pseudomonas aeruginosa* έχει απομονωθεί επίσης από μολυσμένη προνύμφη που συλλέχθηκε στην Kerala της Ινδίας. Εργαστηριακές δοκιμές απέδειξαν ότι αυτό το βακτήριο ήταν παθογόνο και για τα φοινικόδεντρα όταν προστέθηκε στην τροφή του Ρυγχοφόρου ή όταν το έντομο εμβαπτίστηκε σε διάλυμα βακτηρίων. Η θνησιμότητα επήλθε 8 μέρες μετά τον εμβολιασμό, με τις μικρές προνύμφες να παρουσιάζουν περισσότερη ευαισθησία σε σχέση με τις μεγαλύτερες. Ο Salama και οι συνεργάτες του το 2004 απομόνωσαν 3 ισχυρά παθογόνα βακτήρια σε μορφή σπορίου από προνύμφες στην Αίγυπτο. Τα παραπάνω βρέθηκαν να ανήκουν στο γένος *Bacillus* και ταυτοποιήθηκαν ως παραλλαγές του *Bacillus sphaericus*, *Bacillus megaterium* de Bary και *Bacillus laterosporus* Laubach. Υπό συνθήκες εργαστηρίου οι προνύμφες παρουσίασαν θνησιμότητα που κυμάνθηκε από 40%-60%. Ο πιο δραστήριος πληθυσμός ήταν αυτός του *Bacillus sphaericus*, ο οποίος παράγει σφαιρικά ενδοσπόρια και κρυσταλλικές ενδοτοξίνες, πιθανόν υπεύθυνες για το θάνατο του εντόμου. Στην Ιταλία, *B. thuringiensis*, *B. sphaericus* και *B. megaterium* απομονώθηκαν από νεκρό σκαθάρι στη Σικελία, αλλά προκαταρκτικές βιοδοκιμές με αυτά τα βακτήρια που εκτελέστηκαν σε αυγά εντόμων, έδειξαν μία αδύναμη παθογένεια, παρά την έλλειψη αντιμικροβιακών ενώσεων στα αυγά (Mazza *et al.*, 2014).

### 7.3 Μύκητες

Πολλοί εντομοπαθογόνοι μύκητες είναι σχετικά συνηθισμένοι, υπάρχουν στη φύση και μπορεί να θεωρηθούν σημαντικοί παράγοντες στον έλεγχο των πληθυσμών των εντόμων. Τα περισσότερα είδη που απαντώνται σε εδαφόβια έντομα είναι κάποια ατελής μορφή μύκητα, αλλά και μύκητες της Τάξης Entomophthorales (Κλάση Entomophthoromycetes). Το έντομο μπορεί να μολυνθεί είτε από πρόσληψη του μύκητα από το περιβάλλον ή από οριζόντια μετάδοση από μολυσμένα έντομα ή να το φέρει σε επόμενα αναπτυξιακά στάδια, έχοντας προσλάβει το μύκητα σε προηγούμενο στάδιο και να εκδηλώσει νόσο στο επόμενο. Δύο γένη μυκήτων, τα *Beauveria* και *Metarhizium* είναι κοσμοπολίτικα γένη τα οποία ζουν στο έδαφος και είναι προαιρετικά παρασιτικοί-«αρθροποδοπαθογόνοι» μύκητες. Ο El-Sufty και οι συνεργάτες του το 2009 μελέτησαν την παθογένεια ενός ιθαγενούς στελέχους του μύκητα *B. bassiana* που απομονώθηκε από νεαρά και ενήλικα σκαθάρια από τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα. Βρήκαν ότι οι περισσότεροι ενήλικες Ρυγχοφόροι πέθαναν μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης εβδομάδας μετά την επέμβαση. Αυτό το στέλεχος χρησιμοποιήθηκε αποτελεσματικά σε παγίδες για αυτόματη μετάδοση του μύκητα σε φυτείες χουρμαδιάς. Στην Ισπανία, αντίστοιχη απομόνωση του μύκητα *B. bassiana* από έντομα της περιοχής έδειξε καλή μολυσματικότητα και μεταδοτικότητα σε όλα τα στάδια του εντόμου, ακόμη και τα αυγά (Mazza *et al.*, 2014).

Στην Ιταλία απομονώθηκε ο μύκητας *Metarhizium anisopliae* με υψηλά ποσοστά μολυσματικότητας. Στο Βιετνάμ, όπου το έντομο είναι γηγενές, απομονώθηκε ο μύκητας *Metarhizium ringshaense*, ο οποίος είναι ικανός να σκοτώσει ενήλικα έντομα λόγω μιας πρωτεάσης και λόγω παραγωγής τοξινών. Αποικίες *B. bassiana*, *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, *Metarhizium sp.*, *Penicillium sp.* και *Trichothecium sp.* απομονώθηκαν από πολλά στάδια του RPW στη νότια Ιταλία από τους Torta και συνεργάτες το 2009 και Tarasco και συνεργάτες το 2008 (Mazza *et al.*, 2014).

## 7.4 Νηματώδεις

Το ενδιαφέρον για την χρήση νηματωδών ως μέσα βιολογικής καταπολέμησης επιβλαβών εντόμων έχει αυξηθεί εκθετικά τις τελευταίες 2 δεκαετίες. Ερευνητές εξετάζουν την δυνατότητα των νηματωδών για την διαχείριση επιβλαβών εντόμων, μαλακίων, νηματωδών που προσβάλλουν φυτά ακόμα και παθογόνων του εδάφους. Ο νηματώδης *Praecocilenchus ferruginophorus* απομονώθηκε από τους Rao και Reddy στην Ινδία, από το σκαθάρι. Βρέθηκαν στην τραχεία, στο έντερο και στον λιπώδη ιστό στις προνύμφες και στο αναπαραγωγικό σύστημα του θηλυκού, καθώς και το αιμόκοιλο του ενήλικου εντόμου. Οι νηματώδεις πιθανότατα απελευθερώνονται όταν προσβεβλημένα θηλυκά εναποθέτουν αυγά, αλλά ίσως και να περνούν στα αποχωρήματα μέσω του πεπτικού τους συστήματος. Οι ωοθήκες των παρασιτισμένων εντόμων υφίστανται βλάβη, με πιθανές συνέπειες στην παραγωγή αυγών. Οι εντομοπαθογόνοι νηματώδεις είναι υποχρεωτικά παράσιτα των εντόμων, υπάρχουν παντού στη φύση και περιλαμβάνουν τις Οικογένειες Heterorhabditidae και Steinernematidae. Οι οικογένειες δεν σχετίζονται στενά μεταξύ τους φυλογενετικά, αλλά έχουν την ίδια πορεία ζωής, μέσω μιας συγκλίνουσας εξέλιξης. Αυτοί οι νηματώδεις φαίνεται να λειτουργούν μεταφέροντας παθογόνα βακτήρια. Ελάχιστοι εντομοπαθογόνοι νηματώδεις έχουν καταγραφεί ως φυσικοί εχθροί του ρυγχοφόρου. Ο νηματώδης *Steinernema* *sp.* απομονώθηκε από φυσικώς προσβεβλημένα ενήλικα έντομα στην ανατολική Σαουδική Αραβία. Εργαστηριακές βιοδοκιμές έδειξαν υψηλή τοξικότητα αυτού του νηματώδη σε ενήλικα έντομα. Ενθαρρυντικά αποτελέσματα αποκτήθηκαν με ακόμη ένα *Steinernema* *sp.* που απομονώθηκε από προνύμφες (κάμπιες) και ενήλικα έντομα στην Αίγυπτο (Mazza *et al.*, 2014). Δεδομένου του γεγονότος ότι σε εμπορική κλίμακα χρησιμοποιούνται νηματώδεις για τη διαχείριση του εντόμου, ο τρόπος δράσης τους αναλύεται σε επόμενη ενότητα

## 7.5 Σπονδυλωτά

Κάποια σπονδυλωτά (πουλιά και θηλαστικά) έχει αναφερθεί ότι τρώνε το

σκαθάρι. Οι Krishnakumar και Sudha το 2002 παρατήρησαν ότι το πουλί *Dendrocitta vagabunda parvula* το οποίο ανήκει στην ίδια οικογένεια με το κοράκι (Corvidae), στην Ινδία τρώει ενήλικα σκαθάρια. Το πτηνό κουκάλ *Centropus sinensis* (είδος κούκου) επίσης αναφέρθηκε ως αρπακτικό του εντόμου, το ίδιο και η ευρωπαϊκή καρακάξα *Pica pica*. Τόσο οι προνύμφες, όσο και τα ενήλικα τρώγονται και από δύο θηλαστικά (τροκτικά), το *Rattus rattus* (αρουραίος) και το *Apodemus sylvaticus* (δασοποντικός), σε προσβεβλημένους φοίνικες στη Σικελία (Mazza *et al.*, 2014).

## 8 ΤΑ ΑΛΛΑ ΕΝΤΟΜΑ ΤΩΝ ΦΟΙΝΙΚΟΕΙΔΩΝ ΚΑΙ Η ΣΧΕΣΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΟ ΡΥΓΧΟΦΟΡΟ

### 8.1 *Oryctes* sp. (Coleoptera Scarabaeidae)

Όπως προαναφέρθηκε, το έντομο *Oryctes* sp συσχετίζεται με την δραστηριότητα του ρυγχοφόρου, βοηθώντας την είσοδό του στον φοίνικα (Wattanapongsiri, 1966). Δεν φαίνεται, για τη χώρα μας, βάσει της τρέχουσας βιβλιογραφίας, να διευκολύνει την είσοδο του ρυγχοφόρου στον φοίνικα, αλλά φαίνεται να ολοκληρώνει τη δουλειά του τρώγοντας πολύ προσβεβλημένα ή/και κατεστραμμένα φοινικοειδή. Σε προσβεβλημένους και κατεστραμμένους φοίνικες από το σκαθάρι, συχνά απαντάται προνύμφη οικ. Scarabaeidae (Εικ. 27) (Αγγελακόπουλος κ.α., 2008).



**Εικόνα 27:** Προνύμφη *Oryctes* sp από την ευρύτερη περιοχή των Γουβών το 2007. φωτογραφία στο εργαστήριο (δεξιά) και όπως βρέθηκε στο φοίνικα (αριστερά)

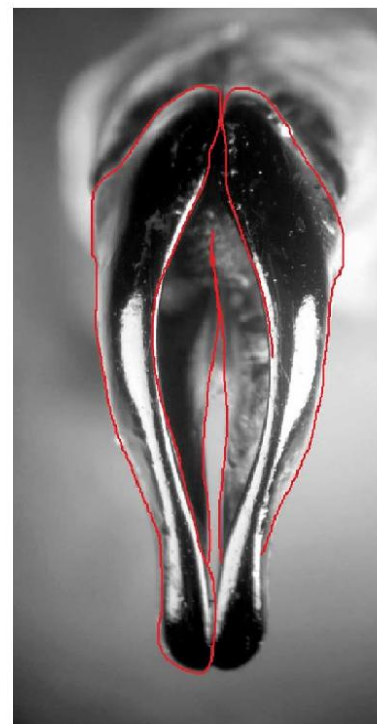
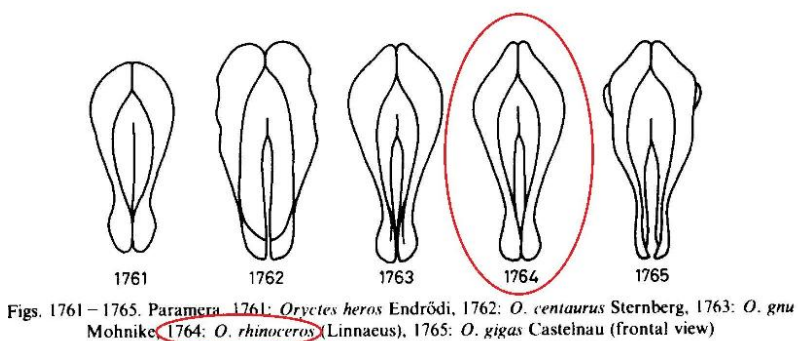
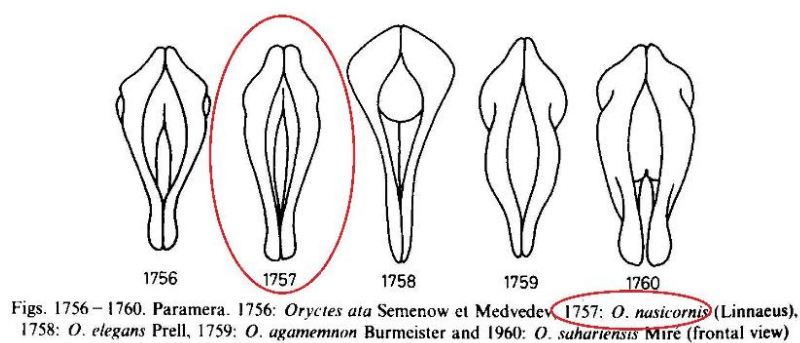
Το 2007 βρέθηκε σε περιοχή του Νομού Ηρακλείου έντομο *Oryctes* sp το οποίο έφερε τα ίδια ακάρεα με αυτά που φέρει και ο Ρυγχοφόρος (Αγγελακόπουλος, 2007). (Εικ. 28)



**Εικόνα 28:** Προνύμφη *Oryctes* sp η οποία επίσης φέρει ακάρεα της Οικ. *Uropodidae* (Φωτογραφία 2007, Νομός Ηρακλείου)

Το 2014 βρέθηκε, στην πόλη του Ηρακλείου, σε εξωτερική κοιλότητα κατεστραμμένου καναριού φοίνικα ενήλικο *Oryctes* sp. Η αναγνώριση των ειδών του Γένους *Oryctes* είναι εξαιρετικά δύσκολη διαδικασία, η οποία απαιτεί ειδικές γνώσεις και τεχνικές, δεδομένου του γεγονότος ότι απαιτείται αρσενικό έντομο ως δείγμα και να εξεταστούν τα εσωτερικά του γεννητικά όργανα. Το παραπάνω έντομο μεταφέρθηκε στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας στο Ηράκλειο, ευτυχώς ήταν αρσενικό, και εξετάστηκε από τον Α. Τριχά 28/04/2014 για να διαπιστωθεί αν πρόκειται για το *Oryctes nasicornis* (έντομο το οποίο υπάρχει στην Κρήτη αλλά δεν αναφέρεται συχνά στη βιβλιογραφία ότι συσχετίζεται με το ρυγχοφόρο) ή *Oryctes rhinoceros* (το είδος έχει συσχετιστεί στη διεθνή βιβλιογραφία με το ρυγχοφόρο). Δεδομένου του γεγονότος ότι το δείγμα ήταν παλιό, τοποθετήθηκε σε βραστό νερό μερικά λεπτά για να μαλακώσει. Στη συνέχεια λήφθηκαν τα εσωτερικά γεννητικά του όργανα και εξετάστηκαν από τον κ. Τριχά. Επρόκειτο για το έντομο *Oryctes nasicornis*, το οποίο όπως φαίνεται, στη χώρα μας, σχετίζεται με τη δραστηριότητα του ρυγχοφόρου (Εικ. 29) (Τριχάς προσωπική επικοινωνία, 2014, Μη δημοσιευμένα δεδομένα).





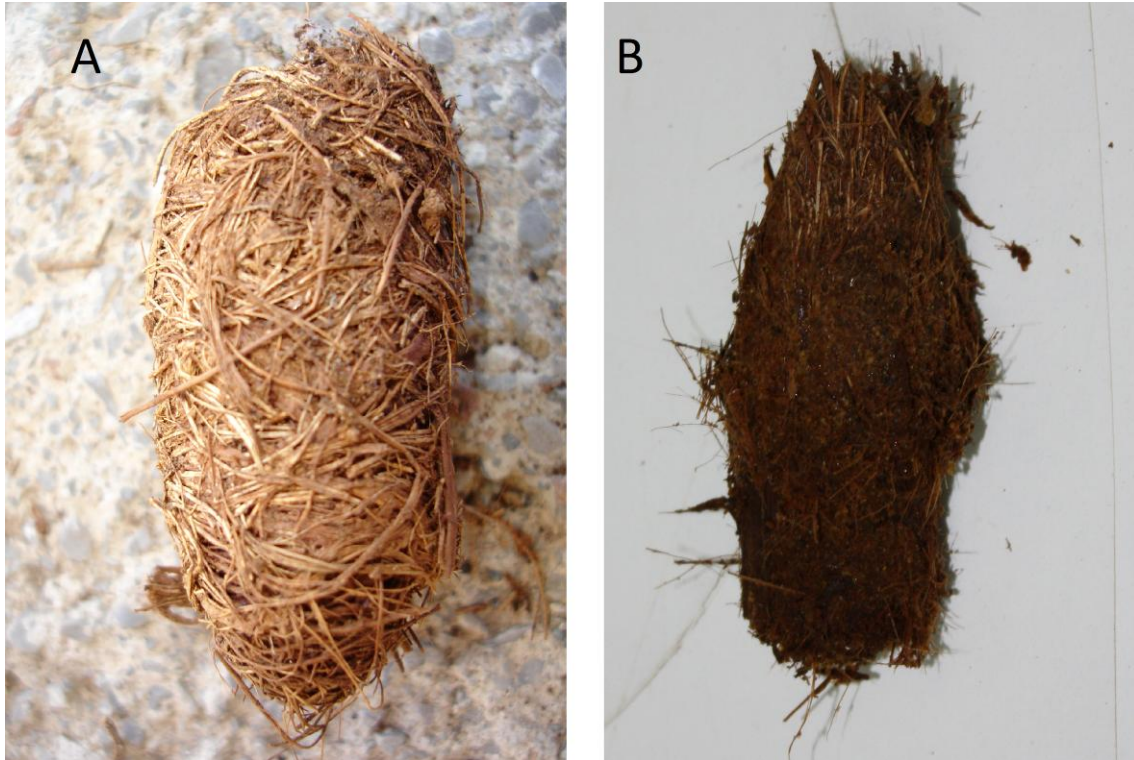
**Εικόνα 29:** Κλείδες προσδιορισμού ειδών του γένους *Oryctes* (Άγνωστος συγγραφέας) (αριστερά, πάνω και κάτω) και το εσωτερικό γενετικό σύστημα του εντόμου με σημειωμένες της γραμμές αναφοράς έτσι ώστε να ταυτοποιηθεί το είδος (δεξιά) (φωτογραφία και επεξεργασία Α. Τριχάς, 2014) (Μη δημοσιευμένα δεδομένα)

## 8.2 *Paysandisia archon* (Lepidoptera: Castniidae)

Η ύπαρξη του εντόμου *Paysandisia archon* (Lepidoptera: Castniidae) διαπιστώθηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα, στο Ηράκλειο Κρήτης, από τη Γεωπόνο του Δήμου Ηρακλείου Μαρία Βασαρμιδάκη, να προσβάλλει τα φοινικοειδή *Washingtonia robusta*, *Trachycarpus fortuna* και *Chamaerops humilis* (Vassarmidaki et al, 2006). Η ζημιά που κάνει στα φοινικοειδή είναι παρόμοια με αυτή του ρυγχοφόρου, καταστρέφοντας το ακραίο μερίστωμα. Ωστόσο δεν έχει προκαλέσει εκτεταμένες προσβολές στη χώρα μας, καθώς φαίνεται ότι προτιμά τα πιο κρύα (ψυχρά) κλίματα. Ολοκληρώνει το βιολογικό της κύκλο σε δύο έτη (Kontodimas et al, 2017).

Οι νυμφικές θήκες των δύο εντόμων παρουσιάζουν διαφορές. Η νυμφική θήκη του ρυγχοφόρου είναι οβάλ (ωοειδής) με περισσότερο συμμετρικό σχήμα,

ενώ της *P. archon* εμφανίζει σχήμα λιγότερο συμμετρικό και οι ίνες που χρησιμοποιεί για να δημιουργήσει τη νυμφική θήκη είναι πιο λεπτές (Εικ. 30).



**Εικόνα 30:** Νυμφική θήκη του εντόμου *Rhynchophorus ferrugineus* (A) και *Paysandisia archon* (B)

Οι παραφυάδες του φοίνικα του Θεόφραστου, φαίνεται να προσβάλλονται περιστασιακά από το έντομο *Paysandisia archon* (Lepidoptera; Castniidae). Παραφυάδες φοινίκων του Θεόφραστου βρέθηκαν προσβεβλημένες από την πεταλούδα το 2012 στο αγρόκτημα του Ελληνικού Μεσογειακού Πανεπιστημίου (Εικ. 31)(Niamouris and Psirofonia, 2012).



**Εικόνα 31:** Προσβεβλημένη Παραφυάδα Φοίνικα του Θεόφραστου από το έντομο *Paysandisia archon* (Lepidoptera; Castniidae), στο Αγρόκτημα του ΕΛΜΕΠΑ (πρώην ΤΕΙ Κρήτης), 2012

Το 2013 βρέθηκε χαμαίρωπας στο αγρόκτημα του ΕΛΜΕΠΑ (πρώην ΤΕΙ Κρήτης) προσβεβλημένος από το σκαθάρι, όπως αρχικά εικάστηκε. Ο φοίνικας κόπηκε κατά μήκος και αποκαλύφθηκε ότι επρόκειτο για διπλή προσβολή, καθώς τα δύο έντομα συνυπήρχαν και μάλιστα στην ίδια στοά με την προνύμφη του ρυγχοφόρου μπροστά να την ορύσσει και την προνύμφη της πεταλούδας πίσω να την μεγαλώνει σε διατομή (διευρύνει) (Ψειροφωνιά, 2013, Unpublished Data) (Εικ. 32)





**Εικόνα 32:** Στοά η οποία δημιουργήθηκε από τα είδη *Rhynchophorus ferrugineus* και *Paysandisia archon*, Αγρόκτημα του ΕΛΜΕΠΑ (πρώην ΤΕΙ Κρήτης), 2013

## 9 Η ΠΑΓΙΔΕΥΣΗ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ

Η παγίδευση του εντόμου χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση του πληθυσμού αλλά και ως μία μέθοδος φυτοπροστασίας

### 9.1 Φερομόνες και τροφικά προσελκυστικά

Το έντομο, τόσο το αρσενικό όσο και το θηλυκό, όπως φαίνεται από τη διεθνή βιβλιογραφία παράγει φερομόνες, οι οποίες προσελκύουν άλλα έντομα και των δύο φύλων (φερομόνες συνάθροισης). Επίσης ουσίες οι οποίες εκλύονται από τον ξενιστή λειτουργούν προσελκυστικά (Καϊρομόνες) για το έντομο. (Murphy and Briscoe, 1999, Pherobase, 2020).

Ως τροφικά προσελκυστικά χρησιμοποιούνται, σε πολλές βιβλιογραφικές πηγές, μικρά κομμάτια από τη βάση του φύλλου του φοίνικα, που τοποθετούνται στο εσωτερικό της παγίδας, αλλά και μεγαλύτερα κομμάτια φοίνικα, τα οποία τοποθετούνται εξωτερικά από την παγίδα και αφενός προσελκύουν το έντομο και αφετέρου βοηθούν το έντομο να εισέλθει στην παγίδα περπατώντας (Faleiro, 2006).

Στην παραπάνω εργασία (Faleiro, 2006), αναφέρεται επίσης ότι χρησιμοποιούνται ως τροφικά προσελκυστικά μίσχοι καρύδας και βλαστοί ζαχαροκάλαμου, τα οποία λειτουργούν σε συνεργασία με την φερομόνη (Faleiro, 2006).

Η πιο γνωστή φερομόνη είναι η φερουγκινεόλη (Εικ. 33 και 34), η οποία είτε μόνη της είτε σε συνδυασμό με άλλες ουσίες, αποτελεί μέρος της χημικής επικοινωνίας και των εντόμων *Dynamis borassi*, *Rhynchophorus bilineatus*, *Rhynchophorus vulneratus*, *Metamasius hemipterus sericeus*, τα οποία ανήκουν στην ίδια υποοικογένεια με το σκαθάρι του φοίνικα. Η φερουγκινεόλη αποτελείται από 8-10 δευτεροταγείς αλκοόλες και μία άλλη αλκοόλη, την 4-μέθυλο-5-εννιανόλη. Πρόκειται για φερομόνη συνάθροισης, η οποία εκλύεται από τα αρσενικά έντομα και προσελκύει τόσο αρσενικά όσο και θηλυκά άτομα. Κυκλοφορεί εμπορικά επίσης σε μείγμα με την αντίστοιχη κετόνη, την 4-μέθυλο-5-

εννιανόνη (Pherobase, 2020).

Πρώτη αναφορά για τη χρήση του οξικού αιθυλεστέρα (Ethyl acetate) (Εικ. 33) ως ελκυστικό τροφής έγινε το 2003 από τον El Sebay, πηγή την οποία χρησιμοποίησε η βάση φερομονών Pherobase για να καταχωρήσει τον οξικό αιθυλεστέρα ως μία προσελκυστική για το έντομο ουσία. Από πειράματα που έγιναν στα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα και την Αίγυπτο το 1997, πριν ο οξικός αιθυλεστέρας καταχωρηθεί ως καΐρομόνη του εντόμου, φάνηκε ότι οι συλλήψεις των παγίδων φερομόνης και κομματιών φοίνικα, αυξάνονται δύο με τρεις φορές με την προσθήκη οξικού αιθυλεστέρα. Έτσι προέκυψε ότι ο οξικός αιθυλεστέρας δεν αντικαθιστά το τροφικό ελκυστικό, το οποίο στη συγκεκριμένη περίπτωση ήταν τα κομμάτια φοίνικα, αλλά προστίθεται σε αυτό για να αυξηθεί η δράση τους (Faleiro, 2006).

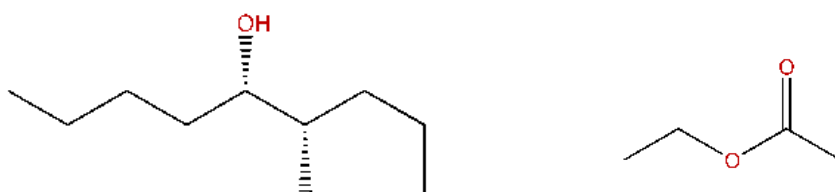
Συνήθως, σε συνδυασμό με τη φερούγκινεόλη, σε εμπορική κλίμακα, χρησιμοποιείται και ο οξικός αιθυλεστέρας ο οποίος είναι τροφικό προσελκυστικό (μείγμα των δύο αυτών ουσιών) (Εικ. 33 και 34).

Αρκετές ακόμη χημικές ενώσεις, αλλά και μείγματα αυτών χρησιμοποιούνται για την προσέλκυση του εντόμου (Pherobase, 2020) οι οποίες φαίνονται στον Πίνακα 3.

**Πίνακας 3:** Οι χημικές ενώσεις οι οποίες προσελκύουν το έντομο, όπως βρέθηκαν στη διεθνή βιβλιογραφία από την Pherobase (Pherobase, 2020)

<b>Φερομόνη/Καιρομόνη</b>	<b>Τρόπος Δράσης</b>	<b>Οργανισμός από τον οποίο προέρχεται</b>	<b>Συγγραφείς</b>	<b>Περιοδικό στο οποίο δημοσιεύτηκε το Άρθρο</b>
alpha-pinene	Προσελκυστικό		Guarino S, 2013	Phytoparasitica
kopsinyl alcohol	Προσελκυστικό	Θηλυκό	Al-Dawsary MMS, 2013	Saudi J. Biol. Sci.
3-buten-2-ol	Φερομόνη	Αρσενικό	Al-Dawsary MMS, 2013	Saudi J. Biol. Sci.
23Hy, 29Hy, heneicosyl formate, 36Hy, 25Hy, 21Hy, E3-200H, 19Hy, 17Hy, delta1-23Hy,	Φερομόνη		Monzer MA, 2009	Egypt. Acad. J. Biolog. Sci.
ethyl acetate	Καϊρομόνη	Ξενιστή	El Sebay Y, 2003	Egyptian J. Agric. Res.
2-methoxy-4-vinylphenol gamma-nonanoic lactone	Καϊρομόνη		Gunawardena NE, 1998	J. Chem. Ecol.
4S5S-ferrugineol	Φερομόνη (Συνάθροισης)	Αρσενικό	Oehlschlager AC,1995	J. Chem. Ecol.
5OH	Καϊρομόνη		Gunawardena NE, 1995	J. Nat. Sci. Council
4S5S-ferrugineol 4me-9-5Kt	Φερομόνη (Συνάθροισης)	Αρσενικό	Hallett RH 1993	Naturwissenschaften





Εικόνα 33: Το μόριο της Φερουγκινεόλης (Αριστερά) και του Οξικού αιθυλεστέρα (Δεξιά).



Εικόνα 34: Εμπορικό σκεύασμα με την ονομασία *Rhyncholure* αποτελούμενο από Φερουγκινεόλη και οξικό αιθυλεστέρα..

## 9.2 Παγίδες

Πλειάδα τύπων από παγίδες έχουν χρησιμοποιηθεί για τη σύλληψη του εντόμου. Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται αυτοσχέδιες παγίδες, αλλά και ακριβές κατασκευές. Τα χαρακτηριστικά της κάθε τύπου παγίδας μελετήθηκαν και αξιολογήθηκαν από τον Faleiro σε εργασία του 2006 (Faleiro, 2006). Μία από τις πλέον διαδεδομένες παγίδες είναι η παγίδα τύπου funnel (χωνιού) (Εικ. 35).

**Το σχήμα και το χρώμα της παγίδας:** Τα πρώτα πειράματα με προσελκυστικά σε αραβικές χώρες έγιναν με τη χρήση κομματιών φοίνικα. Στην πραγματικότητα ακόμη και τώρα χρησιμοποιούνται κομμάτια φοίνικα στην παγίδευση του εντόμου. Έτσι, εξαιτίας της ευκολίας που παρουσιάζουν στο άνοιγμα και το κλείσιμο για την αντικατάσταση του τροφικού προσελκυστικού,

καθώς και λόγω αυξημένων συλλήψεων, οι παγίδες τύπου κουβά είναι αυτές που χρησιμοποιούνται ευρέως σε πολλές χώρες ακόμη και σήμερα. Αυτός ο τύπος παγίδας έχει τα εξής μειονεκτήματα: η υγρασία του τροφικού ελκυστικού χάνεται πολύ γρήγορα, ενώ είναι και δύσκολος ο χειρισμός του συγκεκριμένου τύπου. Έτσι, η παγίδα αυτή τροποποιήθηκε και κατασκευάστηκε μια νέα, τύπου ανάστροφου κουβά με παράθυρο επισκόπησης. Με καλά αποτελέσματα δοκιμάστηκαν και παγίδες με τραχιά εξωτερική επιφάνεια, έτσι ώστε το έντομο να μπορεί να σκαρφαλώσει και να εισέλθει στην παγίδα. Αναφορικά με το χρώμα φαίνεται ότι το μαύρο και το κίτρινο αυξάνουν τις συλλήψεις (Faleiro, 2006).

**Η χρήση εντομοκτόνων στην παγίδα:** Η χρήση εντομοκτόνου, ή κάποιου μέσου θανάτωσης φαίνεται να απαιτείται. Σε πειράματα που έγιναν στην Κόστα Ρίκα φάνηκε ότι το 90% των εντόμων που τοποθετήθηκαν σε παγίδες χωρίς κάποιο μέσο θανάτωσης, έφυγαν από την παγίδα μέσα σε 24 ώρες. Δεδομένου του γεγονότος ότι κάποια εντομοκτόνα λειτουργούν απωθητικά για τα έντομα σε κλειστό χώρο, στο Ιράν δοκιμάστηκε με επιτυχία η χρήση σαπουνόνερου για την αποτροπή της διαφυγής των εντόμων (Faleiro, 2006).

**Η χωροθέτηση των παγίδων:** Πειράματα που έγιναν στη Ινδονησία έδειξαν ότι η καταλληλότερη θέση για την τοποθέτηση των παγίδων είναι πάνω στον κορμό του φοινικοειδούς και σε απόσταση ενός μέτρου από το έδαφος. Στη Σαουδική Αραβία, φάνηκε ότι η καταλληλότερη θέση είναι περίπου στη μέση του κορμού ενός μέσου φοίνικα, αποτέλεσμα το οποίο μπορεί να συμπίπτει με το προηγούμενο. Στη Μέση Ανατολή τα καλύτερα αποτελέσματα δόθηκαν από παγίδες που τοποθετήθηκαν πάνω στο έδαφος ή ήταν κατά ένα μέρος τους θαμμένες (Faleiro, 2006).



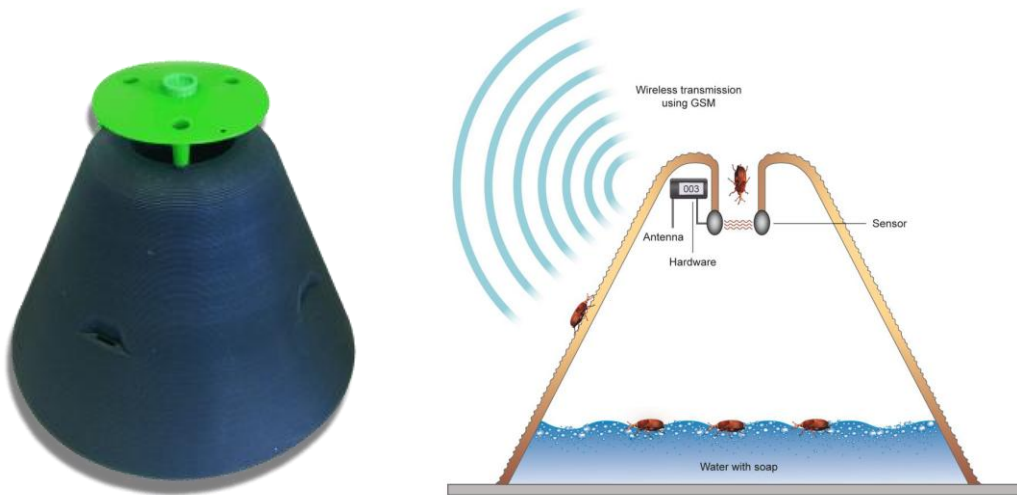
**Εικόνα 35:** Παγίδα εδάφους κατά ένα μέρος θαμμένη, περιμετρικά με ίνες του φοίνικα που βοηθούν το έντομο να μπει στην παγίδα.

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται διάφορες πυκνότητες παγίδων για την μαζική παγίδευση του εντόμου, συνήθως μία ανά δέκα στρέμματα. Στη Σαουδική Αραβία η μαζική παγίδευση του εντόμου θεωρήθηκε επιτυχής με χρήση μίας παγίδας ανά δεκαπέντε στρέμματα. Η παρακολούθηση του πληθυσμού φαίνεται να είναι ικανοποιητική με μία παγίδα ανά 1000 στρέμματα (Faleiro, 2006).

### **9.2.1 Η παρακολούθηση του πληθυσμού με τη χρήση δικτυακών παγίδων**

Η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο των παγίδων είναι, όπως είναι προφανές, ένα μεγάλο πλεονέκτημα έτσι ώστε να υπάρχει άμεση αντίδραση ανάλογα με τις συλλήψεις. Τα τελευταία χρόνια γίνεται πρόοδος στην παρακολούθηση των εντόμων με τη χρήση παγίδων από απόσταση. Μία τέτοια δουλειά είναι η παρακάτω παγίδα από ερευνητές του ΕΛΜΕΠΑ (Πρώην ΤΕΙ Κρήτης). Οι Ποταμίτης και Ρηγάκης χρησιμοποίησαν μία παγίδα Picusan (Εικ 36)

και την τροποποίησαν προσθέτοντάς της ηλεκτρονικά μέρη (Εικ 36). Στο σημείο εισόδου του εντόμου τοποθετήθηκε πηγή παραγωγής φωτός από την μία πλευρά και μετρητής διακοπής του φωτός από την άλλη. Έτσι το έντομο κατά την είσοδό του στην παγίδα διακόπτει υποχρεωτικά το φως για να εισέλθει και η διακοπή αυτή καταγράφεται και μεταδίδεται ως σήμα μέσω διαδικτύου (ή κάρτας SIM) ως μία μέτρηση (ένα σκαθάρι στην παγίδα). Πειράματα πραγματοποιήθηκαν από την ομάδα έτσι ώστε να αναγνωρίζονται μόνο σκαθάρια (έντομα του ίδιου μεγέθους με το σκαθάρι) ως μέτρηση. Η συσκευή δεν δίνει μέτρηση στην περίπτωση εισόδου μύγας ή άλλου οργανισμού που δεν μοιάζει με το σκαθάρι (Potamitis and Rigakis, 2015).



**Εικόνα 36:** Παγίδα *Picusan* της εταιρείας *Novagrica* (φωτογραφία από την εταιρεία) (Αριστερά) και σκίτσο από την τροποποίηση από τους Ποταμίτη & Ρηγάκη (Δεξιά) (Potamitis and Rigakis, 2015).

## 10 ΛΟΙΠΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

### 10.1 Φυτοφάρμακα

Το έντομο, όπως προαναφέρθηκε, εντοπίστηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα στις 11 Νοεμβρίου του 2005 και δημοσιοποιήθηκε άμεσα από τους επιστήμονες. Το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων όμως δεν ενέκρινε άμεσα τη χρήση φυτοφαρμάκων. Το 2009, τριάμισι χρόνια μετά χορηγήθηκε κατ' εξαίρεση έγκριση διάθεσης στην αγορά σκευασμάτων με βάση το άρθρο 8 (παρ. 4) του Π.Δ. 115/97, σε εφαρμογή της Απόφασης 2007/365/ΕΚ, με ημερομηνία εγγράφου 24/09/2009, ισχύς εγγράφου από την ημερομηνία υπογραφής και διάρκεια 120 ημερών, δηλαδή από 10/2009 έως περίπου τέλη Ιανουαρίου 2010, για μία μόνο εφαρμογή κατά περίπτωση και μετά από γνωστοποίηση της εφαρμογής στην Διεύθυνση Αγροτικής Ανάπτυξης. Κατ' εξαίρεση έγκριση δόθηκε σε πέντε εμπορικά σκευάσματα με τις δραστικές ουσίες thiamethoxam, azadirachtin, chlorpyrifos, cypermethrin, και imidacloprid.

Κατά τους μήνες Μάιο και Ιούνιο του 2013 δόθηκαν οριστικές άδειες χρήσης και διευρύνθηκαν οι ήδη υπάρχουσες άδειες, έτσι ώστε να περιλαμβάνουν και τα φοινικοειδή. Οι εν λόγω άδειες περιελάμβαναν εμπορικά σκευάσματα τα οποία κυρίως αποτελούνται από τη δραστική ουσία lambda-cyhalothrin (ΥΠΑΑΤ).

### 10.2 Η χρήση νηματωδών για την αντιμετώπιση του εντόμου

Αρκετές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν αναφορικά με την αντιμετώπιση του εντόμου με νηματώδεις. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι οικογένειες Νηματωδών Steinernematidae και Heterorhabditidae. Μετά από μελέτες (Yasin *et al.*, 2017), βρέθηκε ότι οι νηματώδεις δεν θανατώνουν το έντομο χωρίς τη βοήθεια παθογόνων βακτηρίων, τα οποία φέρουν. Συγκεκριμένα οι νηματώδεις της Οικ. Heterorhabditidae φέρουν το γένος βακτηρίων *Photorhabdus* και οι νηματώδεις της Οικ. Steinernematidae φέρουν το γένος *Xenorhabdus*. Τα παραπάνω Βακτήρια ελευθερώνονται στο αιμόκοιλο των εντόμων ξενιστών, μετά

από την είσοδο της νύμφης 3<sup>ης</sup> ηλικίας των εντομοπαθογόνων νηματωδών. Αυτό είναι και το στάδιο νηματωδών το οποίο ψάχνει τον κατάλληλο ξενιστή, τον προσβάλλει και ελευθερώνει τα παθογόνα για τον ρυγχοφόρο, συμβιωτικά για το νηματώδη, βακτήρια. Τα βακτήρια μεταμορφώνουν τους ιστούς του ξενιστή σε τροφή κατάλληλη για τους νηματώδεις, και οδηγούν στον θάνατο του εντόμου λόγω σηψαιμίας ή τοξαιμίας, ενώ στη συνέχεια το καταναλώνει ο νηματώδης (Yasin *et al.*, 2017).

Ένα άλλο ζητούμενο στην αποτελεσματικότητα της μεθόδου είναι πώς οι εντομοπαθογόνοι νηματώδεις θα βρουν τα έντομα για να τα προσβάλουν. Για να το επιτύχουν, χρησιμοποιούν διαφορετικές μεθόδους αναζήτησης τροφής. Είτε ψάχνουν ενεργά το έντομο ξενιστή, είτε μένοντας ακίνητα, πάνω στην επιφάνεια, περιμένουν το έντομο ξενιστή να περάσει. Αυτές οι μέθοδοι αναζήτησης τροφής αλλά και διασποράς των εντομοπαθογόνων νηματωδών, αποτελούν υψίστης σημασίας χαρακτηριστικό ως προς την αποτελεσματικότητά τους (Satheeja *et al.*, 2015). Οι παραπάνω ικανότητες των ειδών των νηματωδών είναι ιδιαίτερα σημαντικές ειδικά στην περίπτωση εντόμων τα οποία αναπτύσσονται σε προφυλαγμένες θέσεις και μέσα σε στοές και κοιλότητες, θέσεις που δημιουργούν συνθήκες κατά τις οποίες είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν οι νηματώδεις, αφού προφυλάσσονται από την υπεριώδη ακτινοβολία και το ξηρό περιβάλλον (Llácer *et al.*, 2009).

Οι νηματώδεις *H. bacteriophora* και *S. carrocapsae*, οι οποίοι ανήκουν στις οικογένειες Steinernematidae και Heterorhabditidae, οι οποίες προαναφέρθηκαν, βρέθηκε ότι μπορούν να εντοπίσουν τον Ρυγχοφόρο, μέσα στο κορμό του φοινικοειδούς, ανεξάρτητα από τα εμπόδια που θα συναντήσουν (χώρα, φυτικοί ιστοί κ.α.) ανεξάρτητα από το μήκος και τον τύπο των στοών αλλά και το στάδιο του εντόμου, προσβάλλοντας προνύμφες, πλαγγόνες αλλά και ενήλικα. Η παρουσία ενός και μόνο εντόμου καθίσταται ικανή για να προκαλέσει την συγκέντρωση μεγάλου αριθμού νηματωδών κοντά σε αυτό και να οδηγήσει στην προσβολή του, ωστόσο ανάμεσα στους δύο νηματώδεις ο *S. carrocapsae*, εμφάνισε μεγαλύτερη διασπορά, αντίθετα με την έως πρότινος θεωρούμενη στατική και ενεργειακά συντηρητική φύση του (Satheeja *et al.*, 2015). Αύξηση της



διασποράς στο εσωτερικό του φοινικοειδούς παρατηρήθηκε από τον *S. carrocapsae* με περίβλημα χιτοζάνης, όταν αυτή χρησιμοποιηθεί σαν πρόσθετο στο διάλυμα του νηματώδη, σε συνδυασμό με εφαρμογή του εντομοκτόνου imidacloprid, για την αντιμετώπιση του εντόμου. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι, ο *S. carrocapsae*, δεν παραμένει στο εξωτερικό του φοινικοειδούς περιμένοντας τον ρυγχοφόρο, αλλά εισέρχεται στο εσωτερικό μέσω της στεφάνης, αναζητώντας και τελικά προσβάλλοντάς τον. Ο συνδυασμός imidacloprid, χιτοζάνης και *S. carrocapsae*, καθώς και η μεμονωμένη χρήση τους, αποδείχθηκαν ιδιαίτερα επιτυχείς στην αντιμετώπιση του εντόμου σε εξωτερικό περιβάλλον, με μείωση των ποσοστών των ανήλικων σταδίων εντόμου που εντοπίστηκαν στο φοινικοειδές έως 99,7% και αύξηση του ποσοστού των φυτών που επέζησαν της προσβολής έως 88%. Η αποτελεσματικότητα του χημικού, που χορηγήθηκε από το έδαφος, ήταν ανεξάρτητη από την εποχή επέμβασης και παρόλο που δεν εμπόδισε την εναπόθεση αυγών στον *P. canariensis* από τα θηλυκά ενήλικα έντομα, επέφερε την θανάτωση των ανήλικων σταδίων του (Dembilio et al., 2011). Η χιτοζάνη είναι μία ουσία η οποία προφυλάσσει το νηματώδη από τις αρνητικές επιδράσεις του περιβάλλοντος, αυξάνοντας και διατηρώντας την αποτελεσματικότητά του, σε σχέση με σκευάσματα νηματωδών χωρίς την χρήση ενισχυτικών αυτής. Τα ποσοστά επιτυχίας της εφαρμογής *S. carrocapsae* με χιτοζάνη σε πειράματα εξωτερικού αλλά προστατευμένου χώρου ανέρχονταν σε 80% για το στάδιο της αντιμετώπισης. Σε προληπτικές επεμβάσεις που αφορούν ψεκασμό με *S. carrocapsae* και χιτοζάνη και επιμολύνσεις με ρυγχοφόρο, παρατηρήθηκε ότι ο χρόνος της εφαρμογής, επηρεάζει σημαντικά τον αριθμό των ανήλικων σταδίων που βρέθηκαν ζωντανά στους *P. canariensis*. Έτσι, σε εφαρμογές *S. carrocapsae* και χιτοζάνης παρατηρήθηκε μείωση των προσβολών στο 75% των φοινικοειδών, όταν οι επιμολύνσεις έγιναν έως 15 μέρες μετά την εφαρμογή, ενώ και ο αριθμός των ανήλικων σταδίων του εντόμου παρέμεινε χαμηλός σε αυτό το διάστημα, αλλά αυξήθηκε μετά από 30 ημέρες. Γενικότερα, το ποσοστό των νεκρών προνυμφών του *R. ferrugineus* που βρέθηκαν, μειώθηκε από τις 14 έως τις 28 ημέρες μετά την εφαρμογή, γεγονός που συνάδει με την υπόθεση ότι ο *S. carrocapsae* εγκαταλείπει τον ξενιστή του μετά τον θάνατο αυτού (Llácer et al., 2009). Αντίστοιχα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν

στην αντιμετώπιση φυσικά και τεχνητά μολυσμένων φοινίκων *Phoenix theophrasti*, με την εφαρμογή *S. carrocapsae* και χιτοζάνης. Ο συνδυασμός κατάφερε να περιορίσει της ζημιές του εντόμου, ενώ διαπιστώθηκε η επιβίωση και δραστηριότητα του νηματώδη ακόμα και σε υψηλές θερμοκρασίες (40,3 ° C). Η παρουσία ζωντανού εντομοπαθογόνου νηματώδη στις κολλώδεις εκκρίσεις του φοίνικα, υποδηλώνει ότι ο νηματώδης αντεπεξέρχεται στην άμυνα του φυτού χωρίς να παρεμποδίζεται η δράση του (Dembilio et al., 2011).

Αυτόχθονα και εμπορικά στελέχη των νηματωδών Steinernematidae και Heterorhabditidae, αξιολογήθηκαν ως προς την παθογένεια και την αναπαραγωγική τους ικανότητα, σε προνύμφες και ενήλικα έντομα *R. ferrugineus* σε εργαστηριακές συνθήκες. Κάποια εργαστηριακά στελέχη του *H. bacteriophora* και κάποια εργαστηριακά στελέχη του *S. carrocapsae* εμφάνισαν την μεγαλύτερη θνησιμότητα προνυμφών σε ποσοστό 93-100%, ενώ στην θνησιμότητα ενήλικων εντόμων, αυτόχθονα στελέχη του *H. bacteriophora* παρουσίασαν ποσοστό 100%, ενώ στελέχη του *S. carrocapsae* 80% αντίστοιχα. Κανένα όμως από τα στελέχη του *S. carrocapsae*, δεν αναπαράχθηκε επιτυχώς σε προνύμφες και σε ενήλικα του *R. ferrugineus*, ενώ αντιθέτως ο *H. bacteriophora* παρήγαγε ενήλικα και νέες γενεές μόνο σε ενήλικα κολεόπτερα (Triggiani, 2011). Αντίστοιχα αποτελέσματα υπάρχουν ως προς την αποτελεσματικότητα του νηματώδη *H. bacteriophora*, ως προς την θνησιμότητα όλων των σταδίων του εντόμου, πλην του αυγού, σε *P. dactylifera* σε συνθήκες πεδίου, με τα ποσοστά θνησιμότητας να ανέρχονται σε 98,3% για τα στάδια του εντόμου που βρίσκονταν σε νυμφική θήκη (προνύμφες τελευταίας ηλικίας που μόλις έχουν κατασκευάσει τη νυμφική θήκη, πλαγγόνες και νεαρά ενήλικα πριν την έξοδό τους). Ωστόσο, θα πρέπει να τονιστεί ότι σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα των νηματωδών, παίζει η θερμοκρασία που επικρατεί κατά την διεξαγωγή των πειραμάτων πεδίου, αφού οι νηματώδεις της Οικ. Steinernematidae εμφανίζονται κατάλληλοι για σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ οι νηματώδεις της Οικογένειας Heterorhabditidae μπορούν να εφαρμοστούν σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες (Saleh et al., 2010).

Επιπλέον, συνδυαστική εφαρμογή, ταυτόχρονη ή διαδοχική, του *H. bacteriophora* και των μυκήτων *Beauveria bassiana* και *Metarhizium anisopliae* σε

εργαστηριακά πειράματα, κατέδειξαν την συνεργιστική ή/και προσθετική δράση στην αντιμετώπιση του εντόμου, ως προς την θνησιμότητα προνυμφών του *R. ferrugineus*. Συνεργιστική δράση παρουσίασε περισσότερο ο συνδυασμός *H. bacteriophora* και *B. bassiana*, κυρίως στις προνύμφες νεαρότερων σταδίων και με καθυστερημένη εφαρμογή του *H. bacteriophora*, μια ή δύο εβδομάδες μετά την εφαρμογή του *B. bassiana* (Yasin *et al.*, 2017).

# 11 Η ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΠΡΟΣΒΕΒΛΗΜΕΝΩΝ

## ΦΟΙΝΙΚΟΕΙΔΩΝ

Δεδομένου του γεγονότος ότι σε προχωρημένες προσβολές οι προνύμφες του εντόμου μπορούν να βρεθούν σε όλο τον κορμό, ολόκληρο το δένδρο πρέπει να αφαιρεθεί από τη βάση του (Ferry Michel and Gomez Susi, 2002). Στην Ελλάδα όταν το έντομο ήταν νεοεισαγόμενο η απομάκρυνση του φοινικοειδούς ήταν ένα μεγάλο ζητούμενο (Εικ. 37). Δεν τηρήθηκε μαζικά καμία οδηγία αναφορικά με τη σωστή απομάκρυνση των νεκρών φοινίκων και στις περισσότερες περιπτώσεις οι νεκροί φοίνικες διαχειρίζονταν ως απλά υπολείμματα κλαδέματος. Κάποιες φορές καίγονταν, αλλά η διαδικασία ήταν εξαιρετικά χρονοβόρα. Ένα μεγάλο ζητούμενο, για το οποίο δεν δόθηκε ποτέ οδηγία, είναι ότι ένας νεκρός φοίνικας περιέχει στο εσωτερικό του μεγάλους πληθυσμούς ενήλικων ρυγχοφόρων, οι οποίοι όταν κοπεί το δένδρο εξέρχονται από τον κορμό και αναζητούν το επόμενο δένδρο να προσβάλλουν (Αγγελακόπουλος, 2007).



*Εικόνα 37: Απομάκρυνση προσβεβλημένου φοίνικα με βαρέα μηχανήματα στην περιοχή Γούρνες (2007)*

## 12 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ

### ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Η εισαγωγή ξένων εισβολικών ειδών (Invasive Alien Species IAS) μπορεί να θεωρηθεί σημαντικό χαρακτηριστικό του ανθρωπόκαινου (αρχή στα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα, Apostolopoulos 2019). Η παγκόσμια αύξηση του εμπορίου και των μεταφορών τους τελευταίους δύο αιώνες αύξησε το ρυθμό με τον οποίο εμφανίζονται τα νέα αυτά επεμβατικά είδη. Τα είδη αυτά έχουν συχνά σημαντικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, στην οικονομία και στα οικοσυστήματα. Τα εισβολικά έντομα πιθανόν να αποτελούν την πιο δαπανηρή κατηγορία έμβιων οργανισμών για τους ανθρώπους, με ελάχιστο ετήσιο κόστος που εκτιμάται να φτάνει τα 70 δισεκατομμύρια δολάρια σε παγκόσμιο επίπεδο (Delgado, et al, 2020).

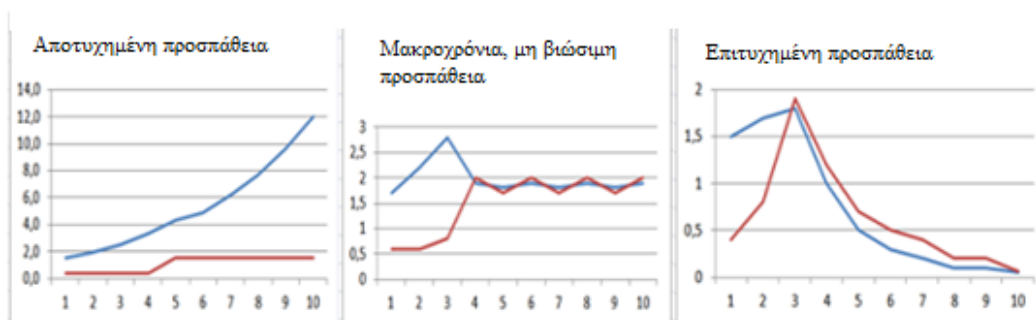
Προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί το κόστος, συχνά οι καλύτερες πολιτικές είναι προληπτικές, οι οποίες περιλαμβάνουν μέτρα στις χώρες εξαγωγής προϊόντων και επιθεωρήσεις στα λιμάνια εισόδου. Σε περιπτώσεις εισβολής εντόμων, οι κυβερνήσεις μπορούν να εφαρμόσουν προγράμματα απομόνωσης, επιτήρησης και εξάλειψης. Σε περιπτώσεις που οι προϋπολογισμοί για την αντιμετώπιση των βιολογικών εισβολέων είναι περιορισμένοι και οι εισβολείς αυξάνονται, οι κυβερνήσεις καλούνται να θέσουν προτεραιότητες για το ποια είδη, ποιές οδούς και ποιες τοποθεσίες θα πρέπει να φροντίσουν, όπως αναφέρεται στη Σύμβαση για την Βιολογική Ποικιλότητα (Delgado et al, 2020).

Από την είσοδο του εντόμου στην Ελλάδα έως και σήμερα δεν έχει γίνει εκτίμηση της ζημιάς σε επίπεδο απώλειας δένδρων (φυτικού κεφαλαίου) επίσημα από κάποιον οργανισμό ή επίσημο φορέα. Το σίγουρο είναι ότι από την περιοχή εισόδου του εντόμου στη χώρα μας (ευρύτερη περιοχή των Γουβών) το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού των Κανάριων φοινίκων έχει πεθάνει.

Από τον Ferry το 2019, έγινε μία προσπάθεια αντιστοίχισης της πληθυσμιακής διακύμανσης του εντόμου σε σχέση με τα χρήματα (σε \$) που

πρέπει να δαπανηθούν για τη διαχείρισή του (Εικ. 38) (Ferry, 2019). Το εν λόγω θεωρητικό μοντέλο, μπορεί να μην είναι ακριβές, αλλά απεικονίζει μία αντιστοιχία η οποία φάνηκε εκ του αποτελέσματος. Δεν μπορεί βέβαια πλέον να αποτελέσει εργαλείο λύσης του προβλήματος για τις χώρες στις οποίες το έντομο έχει εγκατασταθεί, ωστόσο μπορεί να ληφθεί υπόψη για περιπτώσεις άλλων νεοεισαχθέντων οργανισμών.

### Εξάλειψη στηριζόμενη σε μακροπρόθεσμες λύσεις αποτελεί λάθος στρατηγική



X=έτη Y=αριθμός εντόμων/κόστος (σε \$)

— η διακύμανση του πληθυσμού του εντόμου ή οι ανάγκες για έλεγχο  
 — τα χρησιμοποιούμενα μέσα για το πρόγραμμα καταπολέμησης

**Αποτυχημένη προσπάθεια:** Μέσα ανεπαρκή ή χρησιμοποιούμενα λάθος. Οι προσβολές αυξάνονται εκθετικά

**Μακροχρόνια, οικονομικά και περιβαλλοντικά, μη βιώσιμη προσπάθεια:** Τα μέσα ή ο τρόπος χρήσης τους δεν επαρκούν για την επίτευξη εξάλειψης του εντόμου. Ημιτελής χρόνια προσπάθεια

**Επιτυχημένη προσπάθεια:** τα μέσα ή ο τρόπος χρήσης τους είναι σωστά. Η μείωση του πληθυσμού επιτυγχάνεται γρήγορα. Η εξάλειψη καθίσταται δυνατή

**Εικόνα 38:** Σχηματική αναπαράσταση η πληθυσμιακή διακύμανση του εντόμου σε σχέση με τα χρήματα (σε \$) που πρέπει να δαπανηθούν για τη διαχείρισή του (Ferry, 2019).

Η περίπτωση εξάλειψης εντόμων - εισβολέων είναι μία από τις λίγες περιπτώσεις κατά τις οποίες οι στόχοι απαιτείται να είναι βραχυπρόθεσμοι (Ferry, 2019). Η κάθε προσπάθεια που γίνεται πρέπει να είναι άμεση και να στοχεύει στο πρόβλημα, με στόχο την άμεση λύση του και όχι την μακροχρόνια συντήρησή του. Αν με την είσοδο του εντόμου στη χώρα μας δαπανούνταν από την αρχή χρήματα για την κήρυξη πραγματικής καραντίνας για το έντομο, με τη δαπάνη αρκετών χρημάτων τα πράγματα θα ήταν διαφορετικά.



Στην Περιοχή του Κόλπου, στη Μέση Ανατολή στην οποία υπολογίζεται ότι παράγεται το 30% της παγκόσμιας παραγωγής χουρμάδων, εκτιμάται ότι για την απομάκρυνση του 1-5% των φοινίκων, προκειμένου να γίνει εξάλειψη του εντόμου, απαιτούνται από \$5,18 έως \$25,92 εκατομμύρια αντίστοιχα, ενώ για να πραγματοποιηθούν επεμβάσεις φυτοπροστασίας σε φοινικοειδή που η προσβολή τους βρίσκεται στο επίπεδο οικονομικής ζημιάς, απαιτούνται από \$20,73 έως \$103,66 εκατομμύρια δολάρια (\$20,73 εκατομμύρια στην περίπτωση επέμβασης στο 1% των φοινικοειδών και \$103,66 εκατομμύρια στην περίπτωση επέμβασης στο 5% των φοινικοειδών) (El-sabea, Faleiro and Abo-el-saad, 2009).

Σε πολλές βέβαια περιπτώσεις η οικονομική απώλεια δεν προσμετράται αποκλειστικά και μόνο από την αξία του φυτικού κεφαλαίου που χάνεται από τις προσβολές αλλά και από το γεγονός ότι κάποιες περιοχές είναι συνδεδεμένες με την ύπαρξη των φοινίκων οι οποίοι αποτελούν σήμα κατατεθέν περιοχών ή ακόμη και πόλεων. Παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση της Κυανής Ακτής στη Νίκαια (νότια Γαλλία) (Εικ. 39).



**Εικόνα 39:** Κανάριοι φοίνικες και Ουασιγκτόνιες στη Νίκαια (N. Γαλλία). Οι φοίνικες στολίζονται και φωτίζονται κατά τη διάρκεια της νύχτας και αποτελούν σήμα κατατεθέν της πόλης (Φωτογραφία Δεκέμβριος 2019).

# 13 ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΚΑΙ ΖΗΜΙΩΝ

## 13.1 Η χρήση Drone (UAV) για τον εντοπισμό των προσβολών

Η χρήση Μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών (Unmanned Aerial Vehicles-UAV) ή αλλιώς Drone, είναι αρκετά καινούρια στη Γεωργία. Κερδίζει συνεχώς έδαφος λόγω του χαμηλού λειτουργικού κόστους και άλλων πλεονεκτημάτων που διαθέτει. Από το Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο (Πρώην ΤΕΙ Κρήτης), σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Πρώην ΤΕΙ Λάρισας), εξετάστηκε η δυνατότητα εφαρμογής των Drones για γρήγορο έλεγχο ενός μεγάλου αριθμού φοινικόδεντρων με πολλή μικρή ανθρώπινη παρέμβαση (Psirofonia *et al.*, 2017).

Για τον παραπάνω έλεγχο χρησιμοποιήθηκε το αλσύλλιο του Αφραθιά. Βρίσκεται σε απόσταση 3,2 χιλιομέτρων Νότια- Νοτιοανατολικά του Τυμπακίου σε μία έκταση αρκετών στρεμμάτων (35.0458° N, 24.76038° E). Πρόκειται για ένα τοπίο μοναδικής ομορφιάς το οποίο κοσμεί το Νότιο Τμήμα του Νομού Ηρακλείου, το οποίο δυστυχώς δεν είναι ιδιαίτερα γνωστό ούτε στους κατοίκους ούτε στους επισκέπτες του νομού. Αποτελείται από διάφορα φοινικοειδή όπως Κανάριους, Ουασιγκτόνιες, αλλά και τον Κρητικό Φοίνικα (Φοίνικα του Θεόφραστου). Στο άλσος υπάρχουν και 60 περίπου Φοίνικες του Θεόφραστου, πρόκειται για μία συστάδα φοινίκων του Θεόφραστου η οποία είναι από τις λιγότερο γνωστές. Μεγάλες λεκάνες με νερό βάθους έως και 4 μέτρα προσφέρουν πρόσθετη ομορφιά στο τοπίο. Οι φοίνικες φυτευτήκαν πριν περίπου 50 χρόνια, η αρχική χρήση του χώρου ήταν για τη δημιουργία φυτωρίου και έτσι η φύτευση ήταν πυκνή (Psirofonia *et al.*, 2017) (Μη δημοσιευμένες παρατηρήσεις, 2017).

Για τις ανάγκες της παραπάνω εργασίας, ένα Drone (DJI Phantom 3 Advanced) πέταξε σε απόσταση περίπου 1 έως 5 μέτρα από την κορυφή των φοινικοειδών. Στόχος ήταν η ανίχνευση οποιασδήποτε μη φυσιολογικής εικόνας στην κορυφή των φοινίκων. Ο έλεγχος των φοινικοειδών για προσβολές διενεργήθηκε σε δύο χρόνους: ο πρώτος έλεγχος πραγματοποιήθηκε με την προβολή σε πραγματικό χρόνο της ροής του βίντεο στην οθόνη ενός tablet που λειτουργούσε με την εφαρμογή DJI GO και δόθηκε έμφαση στους φοίνικες που εμφάνισαν προσβολές. Επιπρόσθετα, κατά τη διάρκεια πτήσης του drone καταγράφηκαν εικόνες και βίντεο προκειμένου να εξεταστούν σε δεύτερο χρόνο (Εικ. 40). Μετά την ανάλυση, οι φοίνικες χωρίστηκαν σε τρεις κατηγορίες και

διαχωρίστηκαν με τρία διαφορετικά χρώματα (Εικ. 40). οι νεκροί φοίνικες (κίτρινο χρώμα), οι φαινομενικά υγιείς φοίνικες (πράσινο χρώμα) και τέλος, οι φοίνικες με ορατά σημάδια προσβολής (κόκκινο χρώμα) (Εικ. 40) (Psirofonia *et al.*, 2017).

Η επεξεργασία των παραπάνω δεδομένων και ο διαχωρισμός των φοινοκοειδών πραγματοποιήθηκε με ανθρώπινη παρέμβαση, ωστόσο υπάρχει και η δυνατότητα της οπτικής κατηγοριοποίησης των εικόνων με τη χρήση δαπανηρών υπολογιστικών προγραμμάτων (Deep Learning).

Η μέθοδος πλεονεκτεί στο γεγονός ότι υπάρχει σφαιρική εικόνα για την κατάσταση της προσβολής, η οποία περιλαμβάνει και εικόνες από αέρος, αλλά και για το γεγονός ότι το κάθε δένδρο φωτογραφίζεται και χωροθετείται και έτσι υπάρχει σημείο αναφοράς για να παρακολουθηθεί η εξέλιξη της προσβολής. Επιπλέον δίνεται η δυνατότητα για ταυτόχρονες παρατηρήσεις σε συστάδες φοινοκοειδών εντοπίζοντας τα δένδρα αναφοράς μέσα στις συστάδες (Psirofonia *et al.*, 2017).



**Εικόνα 40:** Πανοραμική εικόνα κανάριου φοίνικα με απώλεια της βλαστικής κορυφής και φαγώματα στα φύλλα (Πάνω αριστερά). Εικόνα από χαμηλή πτήση του Drone, κατά την οποία φαίνεται ξεκάθαρα η απώλεια της βλαστικής κορυφής (Πάνω δεξιά). Πανοραμική εικόνα ενός πολύ μικρού μέρους του άλσους με τις αντίστοιχες σημάνσεις (Φωτογραφία Β. Σαμαριτάκης, Πιλότος Drone).

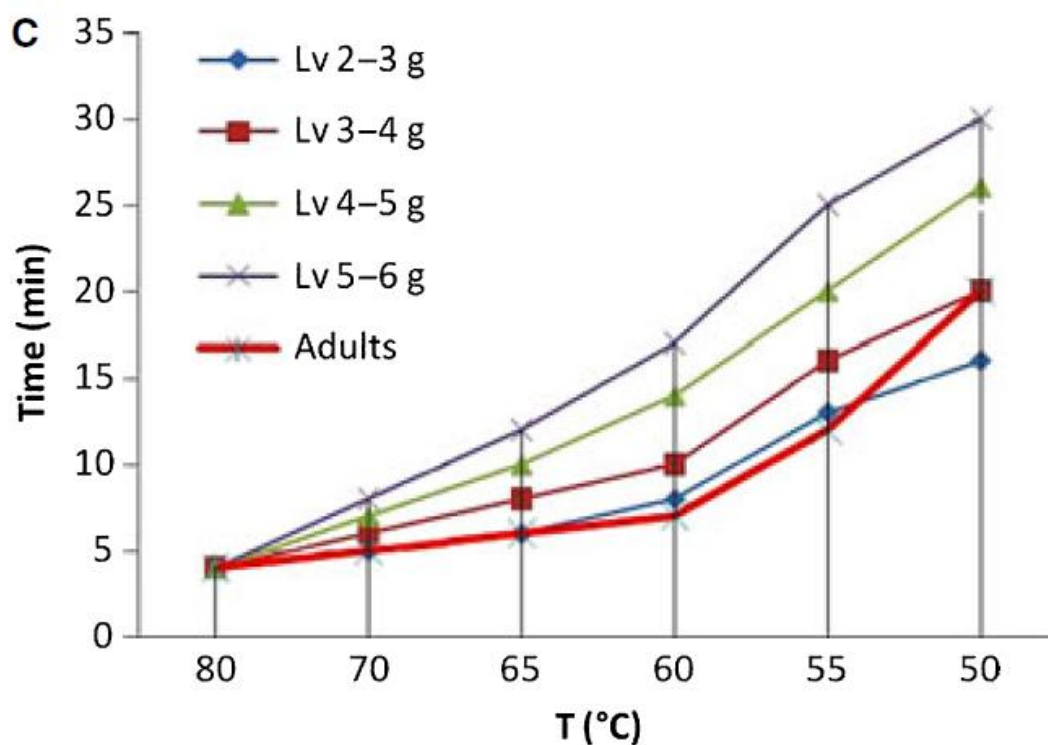
### **13.2 Η χρήση των μικροκυμάτων**

Τα μικροκύματα είναι ηλεκτρομαγνητικά πεδία με συχνότητες που κυμαίνονται από 300 MHz έως 300 GHz. Η θερμική επίδραση των μικροκυμάτων (διηλεκτρική θέρμανση με τη βοήθεια μικροκυμάτων) χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για τη θέρμανση και την επεξεργασία των τροφίμων και την παραγωγή βιομηχανικών υλικών. Η ιδέα της χρήσης μικροκυμάτων για την αντιμετώπιση του εντόμου *R. ferrugineus* βασίζεται στο γεγονός ότι η ακτινοβολία των μικροκυμάτων θα πρέπει να είναι ικανή να προκαλέσει αύξηση της θερμοκρασίας του οργανισμού σε επίπεδα που θα έχουν ως αποτέλεσμα τη θανάτωσή του, χωρίς να βλάπτει τους φυτικούς ιστούς του φοίνικα. Η ικανότητα των μικροκυμάτων να προκαλούν θέρμανση σε ορισμένα υλικά οφείλεται στους μηχανισμούς αλληλεπίδρασης μεταξύ του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου και των μορίων που συνιστούν τα υλικά. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται δύο παράμετροι για την περιγραφή των ηλεκτρομαγνητικών ιδιοτήτων των ενδιαφερόντων υλικών: η Σχετική Διηλεκτρική Σταθερά ( $\epsilon$ ) και η ισοδύναμη ηλεκτρική αγωγιμότητα ( $\tau$ ). Η Σχετική Διηλεκτρική Σταθερά ( $\epsilon$ ) σχετίζεται με την ικανότητα των υλικών να «αποθηκεύουν» την ηλεκτρομαγνητική ενέργεια και η ισοδύναμη ηλεκτρική αγωγιμότητα μετρά τη δυνατότητα του υλικού να διαχέει την ηλεκτρομαγνητική ενέργεια, μετατρέποντάς την σε θερμότητα (Massa et al, 2011).

Για τις ανάγκες των πειραμάτων η Massa και οι συνεργάτες της δημιούργησαν μία μικρή συσκευή παραγωγής μικροκυμάτων, με το αντίστοιχο προστατευτικό κάλυμμα και πειραματίστηκαν σε πολύ μικρά φοινικοειδή (προσβεβλημένα και μη). Η εκτίμηση του χρόνου για τη θανάτωση του 100% των προνυμφών και των ενηλίκων εντόμων σε κανάριο φοίνικα, σε σταθερή θερμοκρασία παρουσιάζεται στο σχήμα 1 (Εικ. 41). Τα ενήλικα έντομα ήταν πολύ πιο ευαίσθητα στη θερμότητα από τις μεγαλύτερες προνύμφες με 20 λεπτά χρόνο θανάτωσης στους 50 °C και μόνο 4 λεπτά στους 80 °C. Ο χρόνος θανάτωσης για τις προνύμφες ποικίλλει ανάλογα με το βάρος τους και οι πιο ανθεκτικές ήταν εκείνες που ζύγιζαν μεταξύ 4 και 6 g. Οι μικρότερες προνύμφες είχαν παρόμοια ευαισθησία με τα ενήλικα σκαθάρια. Τα αυγά πέθαναν στους 40 °C, καθώς ήταν



πιο ευαίσθητα από τις νεότερες προνύμφες που δοκιμάστηκαν. Σημειώνεται ότι οι φοίνικες δεν υπέστησαν καμία ζημιά (Massa et al, 2011).



**Εικόνα 41:** Χρόνος που απαιτείται για τη θανάτωση του 100% ενήλικων και προνυμφών στις διάφορες θερμοκρασίες LT100 (λεπτά).

Η παραπάνω συσκευή βελτιώθηκε και έγινε μεγαλύτερη έτσι ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί σε μεγαλύτερους φοίνικες. Έτσι η ίδια ομάδα παρήγαγε μία εμπορική πλέον συσκευή με την ονομασία Eco Palm (Massa et al., 2015).

Η εν λόγω συσκευή είχε πολύ καλά αποτελέσματα στο πεδίο, με μειονεκτήματα τον όγκο του μηχανήματος (Εικ. 41), τη χρονοβόρα εφαρμογή (εκτιμάται ότι είναι 45 περίπου λεπτά) και επίσης το μεγάλο χρόνο μετακίνησης και το μεγάλο κόστος του μηχανήματος. Η ιστοσελίδα της εταιρείας είναι η παρακάτω:

[http://www.ecopalm.it/public/en/ecopalm\\_ring.html](http://www.ecopalm.it/public/en/ecopalm_ring.html)



**Εικόνα 42:** Η αυτοκινούμενη συσκευή Eco Palm (Massa *et al.*, 2015)

### ***13.3 Η χρήση του Ηλεκτρικού Ρεύματος στην Αντιμετώπιση του Εντόμου***

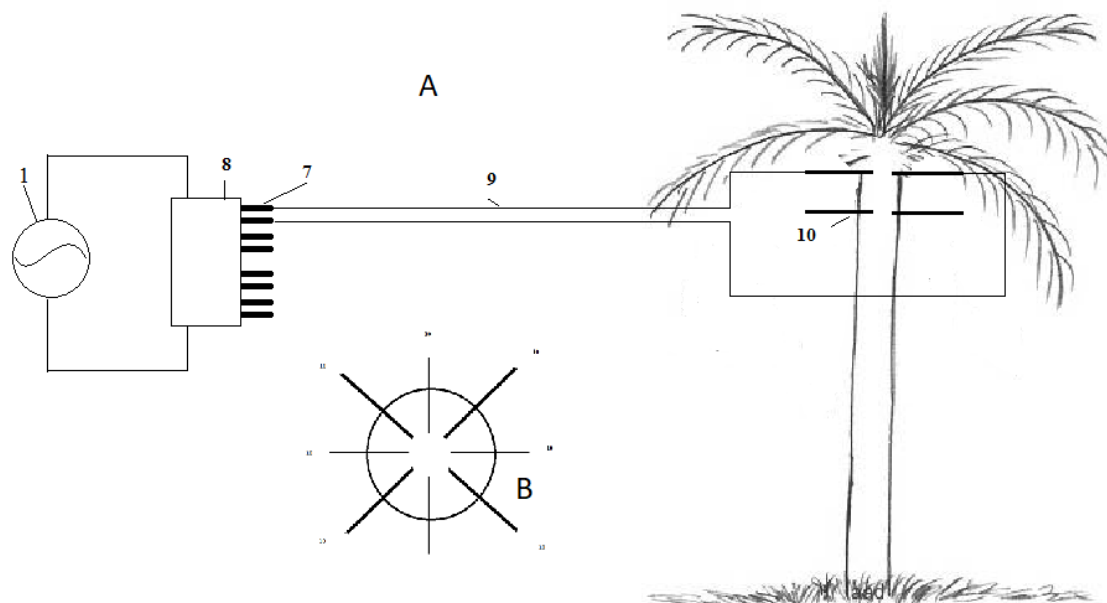
Στην παραπάνω μεθοδολογία βασίστηκε και η αντιμετώπιση προσβολών από το έντομο με τη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος. Έχοντας ως πληροφορία ότι όσο πιο πολύπλοκος είναι ένας οργανισμός (χωρίς να υπάρχει επαρκής τεκμηρίωση εκείνη την περίοδο) τόσο πιο ευαίσθητος καθίσταται στο ηλεκτρικό ρεύμα, αλλά και ως δεδομένη την ιδιότητα του ηλεκτρικού ρεύματος να διέρχεται από τη διαδρομή με την μικρότερη αντίσταση, καταγράφηκε η ιδέα της χρήσης του στην αντιμετώπιση του σκαθαριού. Η δεύτερη σκέψη που ενίσχυσε την ιδέα ήταν η εξής: οι χώροι στους οποίους κινείται το σκαθάρι είναι οι χώροι με τη μεγαλύτερη υγρασία, η οποία προέρχεται από τη βιολογική του δραστηριότητα (Ψειροφωνιά, Μη δημοσιευμένα δεδομένα).

Στην περίπτωση κανάριου φοίνικα προσβεβλημένου από ρυγχοφόρο, η προσβολή εντοπίζεται στο ακραίο μερίστωμα του φυτού (στεφάνη) στο σημείο δηλαδή από το οποίο φύονται τα φύλλα. Τα ηλεκτρόδια ανάλογα με την

περίπτωση κυμαίνονται από δύο έως οκτώ. Ανοίγονται τρύπες με τρυπάνι περιμετρικά του φοίνικα, σε ίσες αποστάσεις μεταξύ τους και στο ίδιο επίπεδο. Τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται στις τρύπες σε βάθος που ποικίλλει ανάλογα με το μέγεθος του φοίνικα. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο σε χαμηλότερο επίπεδο για άλλα τέσσερα ηλεκτρόδια. Τοποθετούνται στο σημείο του φοίνικα που εντοπίζεται το πρόβλημα δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στη προστασία του ακραίου μεριστώματος. Τα ηλεκτρόδια συνδέονται μέσω πλαστικού σωλήνα με πλαστικό ψεκαστήρα. Νερό διοχετεύεται από τον ψεκαστήρα στο φοίνικα ώστε να καταστεί αγωγίμο το εσωτερικό του. Γίνεται μια εφαρμογή με νερό για κάθε ηλεκτρόδιο. Στη συνέχεια συνδέονται τα ηλεκτρόδια μέσω των καλωδίων με το κουτί διανομής ηλεκτρικού ρεύματος και αυτό με τη σειρά του με την πηγή. Ρεύμα διοχετεύεται από την γεννήτρια δια μέσου της συσκευής στο φοίνικα. Από το κουτί διανομής ηλεκτρικού ρεύματος επιλέγονται με τους διακόπτες ποια ηλεκτρόδια θα λειτουργούν ταυτόχρονα, έτσι ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη ένταση ηλεκτρικού ρεύματος που είναι αποδεκτή για την πηγή και για την ασφάλεια του συστήματος. Το ρεύμα διοχετεύεται από τα ηλεκτρόδια για χρονικό διάστημα που ποικίλλει ανάλογα με το μέγεθος του φοίνικα και επιλέγονται όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί ηλεκτροδίων από το κουτί διανομής ηλεκτρικού ρεύματος. Το ηλεκτρικό ρεύμα που διέρχεται από τον φοίνικα θανατώνει τα έντομα. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μετά από 2-4 μήνες ανάλογα με την προσβολή (Εικ. 42) (Niamouris and Psirofonia, 2014).

Η μέθοδος εφαρμόστηκε για πρώτη φορά σε έναν πολύ μεγάλο φοίνικα στην περιοχή της Ιεράπετρας στις 25.03.2012. Ό υπό δοκιμή φοίνικας δεν είχε καθόλου βλαστική κορυφή, καθώς αυτή ήταν κατεστραμμένη από το έντομο. Στις 16.09.2012 ο φοίνικας είχε βλαστήσει και φαινόταν να κάνει προσπάθεια ανάκαμψης (Εικ. 43). Στον φοίνικα δεν πραγματοποιήθηκε άλλη επέμβαση και ξεράθηκε εντελώς το 2014 (Unpublished data).





**Εικόνα 43:** Σχηματική αναπαράσταση της ηλεκτρικής διάταξης σε σχέση με το φοίνικα Α) 1. Η πηγή παραγωγής εναλλασσόμενου ρεύματος, 8. Το κουτί ελέγχου της συσκευής 7. Βύσματα εξόδου του ρεύματος 9. Καλώδια μεταφοράς του ρεύματος 10 ντίζες (ηλεκτρόδια) μετάδοσης του ρεύματος στο εσωτερικό του φοίνικα. Β) η διάταξη των ηλεκτροδίων στον κορμό με γραμμές διαφορετικού πάχους. (οι αριθμοί που δεν φαίνονται στο σχήμα προστατεύονται από δίπλωμα ευρεσιτεχνίας) (Αδημοσίευτα Δεδομένα).



**Εικόνα 44:** Ο φοίνικας στον οποίο έγιναν οι πρώτες δοκιμές 25.03.2012 (αριστερά) και 16.09.2012 (δεξιά). (Αδημοσίευτα Δεδομένα) (Φωτογραφίες Κώστας Νιαμούρης).

### **Πειραματική διαδικασία Α: Έλεγχος της επίδρασης του Ηλεκτρικού ρεύματος στο φοινικοειδές.**

Η μέθοδος εφαρμόστηκε σε 13 κανάριους φοίνικες, 10 κλαδεμένους και 3 οι οποίοι είχαν υποστεί δενδροχειρουργική, 5 χαμαίρωτες (*Chamaerops humilis*) και 2 χουρμαδιές (*Phoenix dactylifera*). Οι φοίνικες παρακολούθηθηκαν για ένα χρόνο. Κάποιοι από τους Κανάριους φοίνικες, συγκεκριμένα οι μισοί από αυτούς που δεν

είχαν υποστεί δενδροχειρουργική πέθαναν, ενώ είχαν προλάβει προηγουμένως να αναπτύξουν καινούρια βλάστηση. Οι υπόλοιποι δεν φάνηκε να επηρεάστηκαν αρνητικά από το ηλ. ρεύμα (Πιν. 4) ένα χρόνο μετά (Niamouris and Psirofonia, 2014).

Πίνακας 4: Ο αριθμός των φοινικοειδών που επέζησαν μετά από την επέμβαση με ηλεκτρικό ρεύμα (Niamouris and Psirofonia, 2014).

Είδη φοινικοειδών	Αρ. Φοινίκων με επέμβαση	Επιζήσαντες
Κλαδεμένοι <i>P. canariensis</i>	10	5
<i>P. canariensis</i> (δενδροχειρουργείο)	3	3
<i>Chamaerops humilis</i>	5	5
<i>Phoenix dactylifera</i>	2	2

#### **Πειραματική διαδικασία Β: Έλεγχος της αποτελεσματικότητας της μεθόδου στη θανάτωση του σκαθαριού.**

Σε έξι προσβεβλημένους κανάριους φοίνικες εφαρμόστηκε ηλεκτρικό ρεύμα και στη συνέχεια κόπηκαν κομμάτια προκειμένου να συλλεχτούν τα έντομα που περιείχαν. Ένας προσβεβλημένος φοίνικας, αποτέλεσε το μάρτυρα και απλά κόπηκε και συλλέχθηκαν μόνο τα έντομα για να αποτελέσουν τα έντομα του μάρτυρα. Τα έντομα μεταφέρθηκαν σε εσωτερικό χώρο και τοποθετήθηκαν σε δοχεία. Μετρήσεις διενεργήθηκαν επί του συνόλου των εντόμων για να ελέγξει η θνησιμότητά τους. (Niamouris and Psirofonia, 2014).

Παρατηρήσεις λήφθηκαν 13-19/11/2012, από συνολικά 138 προνύμφες, 52 πλαγγόνες και 62 ενήλικα. Ο μάρτυρας αποτελείτο από 22 προνύμφες, 10 πλαγγόνες και 8 ενήλικα. Θνησιμότητα καταγράφηκε πολύ χαμηλή στα ενήλικα (Μ.Ο. 3,57% με 0% στο μάρτυρα), ικανοποιητική στις προνύμφες (76,92% με 0% στο μάρτυρα) και υψηλή στις πλαγγόνες (96,48% με 10% στο μάρτυρα) την τελευταία μέρα του πειράματος (Niamouris and Psirofonia, 2014).

Όπως είναι προφανές από τα παραπάνω δεν πρόκειται για πειραματική διαδικασία αλλά για πρώτες δοκιμές πεδίου, με ιδιωτική χρηματοδότηση. Η παραπάνω μέθοδος λειτούργησε μερικώς, δεδομένου του γεγονότος ότι πραγματοποιήθηκαν πειραματικές δοκιμές με μία μόνο πηγή ρεύματος και χωρίς

να υπάρχει δυνατότητα πειραματισμού με διαφορετικές τάσεις, εντάσεις και συχνότητες (Μη δημοσιευμένα δεδομένα).

### ***13.4 Η χρήση του Ηλεκτρικού Ρεύματος για την Πρόληψη των Προσβολών από το Έντομο***

Στη χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος στηρίζεται και η παρακάτω εργασία, αλλά με αντικείμενο την πρόληψη των προσβολών. Ο φοίνικας κλαδεύεται και υλικό φιλικό προς τον περιβάλλοντα χώρο (σε χρώμα, υφή κλπ.) τοποθετείται στην περιοχή κλαδέματος. Το υλικό είναι εμποτισμένο με τη φερομόνη του εντόμου έτσι ώστε να μην ψάξει το έντομο να εισέλθει από άλλη δίοδο, όπως για παράδειγμα από την κορυφή προς τα κάτω. Το υλικό κάλυψης είναι στην ουσία ένας καλυμμένος αγωγός ηλεκτρικού ρεύματος και έτσι όταν το έντομο περπατήσει πάνω σε αυτό ηλεκτρικό ρεύμα χιλιάδων βολτ θα το χτυπήσει και ή θα το σκοτώσει ή θα του κάψει τα πόδια ή το ρύγχος, αν προσπαθήσει να πραγματοποιήσει με αυτό νύγμα ωτοκίας. Η συσκευή θανατώνει τα ενήλικα θηλυκά που προσπαθούν να ωτοκήσουν στα υπό προστασία φοινικοειδή, αλλά και τα αρσενικά που πλησιάζουν τον φοίνικα για να τραφούν. Η συσκευή τροφοδοτείται από φωτοβολταϊκό πάνελ, αποθηκεύει ενέργεια σε μπαταρία και το όλο σύστημα ελέγχεται από μικροεπεξεργαστή. Ο μικροεπεξεργαστής λαμβάνει όλες τις απαιτούμενες πληροφορίες σχετικά με τις καιρικές συνθήκες και την ασφάλεια της συσκευής και τη θέτει σε λειτουργία μόνο όταν ένα έντομο περπατήσει (ή προσγειωθεί) πάνω στο κάλυμμα του φοίνικα (Ψειροφωνιά κ.α., 2017).

Μία κάρτα SIM ανά συσκευή ή συγκεντρωτικά μια αντίστοιχη κάρτα σε μία περιοχή με σταθμό αναμετάδοσης για την αποστολή πληροφοριών λειτουργίας είναι τοποθετημένη στη συσκευή. Συγκεκριμένες πληροφορίες για τη λειτουργία της συσκευής (πόσα έντομα θανατώθηκαν, προβλήματα στη λειτουργία, όπως για παράδειγμα κλείσιμο κυκλώματος πολλές φορές μέσα σε 1 δευτερόλεπτο, το οποίο υποδηλώνει πρόβλημα στη συσκευή κ.α.) αποστέλλονται στον χρήστη είτε

με μήνυμα στο κινητό του είτε σε μία on line πλατφόρμα (Internet of Things-IOT) (Ψειροφωνιά κ.α., 2017).

Επίσης το προστατευτικό κάλυμμα είναι λείο ώστε να αποτρέπεται η διάβαση τρωκτικών και σαλιγκαριών και η προσγείωση πουλιών, με αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση του κίνδυνου για έμβιους οργανισμούς μη στόχους. Τέλος, λόγω του σημείου τοποθέτησης (στον κορμό και μακριά από τις ταξιανθίες) δεν επηρεάζονται οι μέλισσες. Λόγω της χρήσης σε ψηλά δέντρα, άνω των δύομισι (2,5) μέτρων, η συσκευή καθίσταται ακίνδυνη για τον άνθρωπο (Ψειροφωνιά κ.α., 2017).

Ακόμα, αφήνει εντελώς ανεπηρέαστο το φυτό και δεν επηρεάζει αρνητικά την όψη του, ενώ καλύπτει και δρα σε όλη την πιθανή επιφάνεια προσβολής, ειδικά για τον κανάριο φοίνικα. Οι σπές στο υλικό κάλυψης του φοινικοειδούς έχουν διάμετρο τέτοιου μικρού μεγέθους ώστε να μπορεί να εισέρχεται μόνο μέρος του σώματος των εντόμων που προσβάλλουν τα φοινικοειδή. Δεδομένου του μικρού μεγέθους των οπών δεν επηρεάζονται πουλιά, τρωκτικά και σαλιγκάρια που βρίσκονται τυχαία στον κορμό (Ψειροφωνιά κ.α., 2017).

Η συσκευή έλαβε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας με αριθμό GR1009315B και αναμένεται να κυκλοφορήσει στη Γαλλία.



## 14 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η περίπτωση του Ρυγχοφόρου των φοινικοειδών αποτέλεσε και αποτελεί ένα θέμα συζήτησης και έρευνας για πολλά χρόνια στη χώρα μας. Η είσοδος και η εγκατάστασή του ήταν μία τυπική περίπτωση ενός νέου, για την περιοχή, είδους, το οποίο προσαρμόστηκε καλά και κατέλαβε τη νέα του θέση στο οικοσύστημα, «εκτοπίζοντας» τους κανάριους φοίνικες. Το γεγονός ότι το συγκεκριμένο ενδιαίτημα, στο εσωτερικό του κορμού, του φοίνικα δεν υπήρχε άλλο έντομο το οποίο να το προτιμά, το έκανε ακόμη περισσότερο ισχυρό στη μάχη να κερδίσει το χώρο του. Η πεταλούδα των φοινικοειδών φαίνεται να μην υπήρξε τόσο ταιριαστή «fitted» στη μάχη για την επικράτηση σ' αυτό το ενδιαίτημα. Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στο γεγονός ότι δεν την ευνόησαν οι κλιματικές συνθήκες ή στο ότι έχει πολύ μεγαλύτερο βιολογικό κύκλο από το σκαθάρι.

Από την περίπτωση του σκαθαριού των φοινικοειδών μπορούν να εξαχθούν σημαντικά συμπεράσματα αναφορικά με τα έντομα, αλλά και γιατί όχι και για άλλους οργανισμούς – εισβολείς. Με προσεκτική παρατήρηση της κατάστασης αλλά και των λύσεων που δόθηκαν τα τελευταία 30 χρόνια στην χώρα μας αλλά και σε άλλες χώρες στις οποίες εισέβαλε το έντομο και εκ του αποτελέσματος, τα λάθη οι παραλείψεις και οι άστοχες επιλογές είναι προφανείς. Η μοναδική περίπτωση κατά την οποία επιτεύχθηκε εξάλειψη του εντόμου (όχι του *R. ferrugineus* αλλά του *R. vulneratus*, ενός εντόμου το οποίο φαίνεται από τη διεθνή βιβλιογραφία να λειτουργεί με τον ίδιο ακριβώς τρόπο με το σκαθάρι του φοίνικα) είναι στις ΗΠΑ, κατά την οποία οι ενέργειες πραγματοποιήθηκαν ταχύτατα, πριν να υπάρξει διασπορά. Όλες οι άλλες περιπτώσεις απέτυχαν να ικανοποιήσουν το στόχο. Ο στόχος στην συγκεκριμένη περίπτωση καθορίστηκε με σαφήνεια εξ αρχής και ήταν η εκρίζωση του εντόμου από την περιοχή χωρίς να υπολογίζονται καθόλου τα φοινικόδενδρα της περιοχής και δαπανώντας τεράστια ποσά για το έργο. Ωστόσο αυτό δεν είναι πάντα εφικτό. Το πρόβλημα λόγω της κεκαλυμμένης του φύσης μπορεί να μην εντοπιστεί εγκαίρως. Επίσης λόγω των πολύ μεγάλων οικονομικών απαιτήσεων μπορεί να μην υπάρχει η οικονομική δυνατότητα, ειδικά σε αναπτυσσόμενες χώρες, οι οποίες είναι εκείνες που



αντιμετωπίζουν κατά κύριο λόγο το πρόβλημα.

Καθώς η προσβολή αφορά τώρα πολύ μεγάλες περιοχές, η συμμετοχή των ιδιοκτητών είτε πρόκειται για φυσικά, είτε για νομικά πρόσωπα, είναι απαραίτητη. Οι ιδιοκτήτες προσβεβλημένων φοινικοειδών δεν είχαν καμία επίσημη ενημέρωση για την κατάσταση και τους κινδύνους της, γεγονός το οποίο παρατηρήθηκε και στο εξωτερικό.

Τα μέτρα και οι οδηγίες αναφορικά με το πρόβλημα δόθηκαν από τους επίσημους φορείς αρκετά αργά. Μερικά χρόνια μετά την είσοδο του εντόμου στη χώρα μας (περίπου πέντε) δόθηκε για πρώτη φορά έγκριση για χρήση σκευάσματος. Μέχρι τότε οι οδηγίες και η προτεινόμενη λύση από το Υπουργείο ήταν ασαφής και μη εφαρμόσιμη. Η οδηγία ήταν απομάκρυνση των φοινικοειδών με έξοδα του ιδιοκτήτη τους, οδηγία που δεν εφαρμόστηκε ποτέ, ούτε από τους Δήμους. Η οδηγία δεν προέβλεπε τη χρήση σκευασμάτων ούτε το πρόβλημα που προκύπτει μόλις κοπεί ένα προσβεβλημένο φοινικοειδές, ότι τα ενήλικα που υπάρχουν στο εσωτερικό του, κατά την κοπή θα πετάξουν προς αναζήτηση άλλου φοίνικα. Επίσης αυτό που δεν προβλέφθηκε είναι το γεγονός που διαφαίνεται από τη διεθνή βιβλιογραφία, ότι τα προγράμματα διατήρησης του πληθυσμού του σκαθαριού σε χαμηλά επίπεδα αποτυγχάνουν, αν αποτύχει το πρόγραμμα εξάλειψης του εντόμου (προσωπική εμπειρία). Παρόμοια προβλήματα και αργοπορία έχουν παρατηρηθεί και σε άλλες χώρες.

Κλείνοντας πρέπει να τονιστεί ότι η κοινωνικοοικονομική διάσταση του προβλήματος δεν έχει μελετηθεί αρκετά. Υπάρχουν ολόκληρες πόλεις ή περιοχές (Βάι στην Κρήτη, Νίκαια και Κυανή Ακτή στην Γαλλία) και πάρα πολλές άλλες που στηρίζουν την οικονομία και τον τουρισμό τους στους φοίνικες. Μία από τις λίγες τέτοιες μελέτες, αν όχι η μοναδική, καταλήγει στο συμπέρασμα ότι το οικονομικό – οικολογικό κόστος που ανακύπτει από την προσπάθεια διατήρησης των φοινίκων είναι τεράστιο σε σχέση με το αποτέλεσμα και ότι πρέπει η προσπάθεια να εγκαταλειφθεί, συμπέρασμα το οποίο θα βρει αρκετούς αντίθετους δεδομένης της οικονομικής, αισθητικής και συναισθηματικής αξίας που έχουν πολλά φοινικοειδή για τους ιδιοκτήτες τους.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΧΘΡΩΝ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ

Οργανισμός	Γένος	Είδος	Στάδια του Εντόμου που προσβάλλει	Περιοχή καταγραφής	Βιβλιογραφία
Ιοί	<i>Cyrovirus</i>	sp.	Όλα τα στάδια	Αίγυπτο, Ινδία	<a href="#">Gopinadhan et al. (1990)</a> , <a href="#">Alfazariy et al. (2003)</a> , <a href="#">Alfazariy (2004)</a> , <a href="#">El-Minshawy et al. (2005)</a>
Κορυνοβακτήρια			Προνύμφες και ενήλικα	Ινδία	<a href="#">Dangar and Banerjee (1993)</a>
Βακτήρια	<i>Bacillus</i>	<i>laterosporus</i>	Προνύμφες	Αίγυπτο	<a href="#">Salama et al. (2004)</a>
		<i>megaterium</i>	Προνύμφες και ενήλικα	Αίγυπτο, Ιταλία	<a href="#">Salama et al. (2004)</a> , <a href="#">Francesca et al. (2008)</a>
		sp.	Προνύμφες και ενήλικα	Ινδία	<a href="#">Dangar and Banerjee (1993)</a>
		<i>sphaericus</i>	Προνύμφες και ενήλικα	Αίγυπτο, Ιταλία	<a href="#">Alfazariy et al. (2003)</a> , <a href="#">Alfazariy (2004)</a> , <a href="#">Salama et al. (2004)</a> , <a href="#">Francesca et al. (2008)</a>
		<i>thuringiensis</i>	Προνύμφες και ενήλικα	Αίγυπτο, Ιταλία	<a href="#">Alfazariy et al. (2003)</a> , <a href="#">Alfazariy (2004)</a> , <a href="#">Francesca et al. (2008)</a>
	<i>Pseudomonas</i>	<i>aeruginosa</i>	Προνύμφες	Ινδία	<a href="#">Banerjee and Dangar (1995)</a>
	<i>Serratia</i>	<i>marcescens</i>	Αυγά προνύμφες και ενήλικα	Κίνα	<a href="#">Jing et al. (2011)</a>
		sp.	Προνύμφες και ενήλικα	Ινδία	<a href="#">Dangar and Banerjee (1993)</a>
Μύκητες	<i>Aspergillus</i>	sp.	Προνύμφες, Πλαγγόνες και Ενήλικα	Ιταλία	<a href="#">Torta et al. (2009)</a>
	<i>Beauveria</i>	<i>bassiana</i>	Προνύμφες,	Αίγυπτο, Ιράν, Ιταλία, Ισπανία Ην. Αρ. Εμιράτα	<a href="#">Ghazavi and Avand-Faghih (2002)</a> , <a href="#">El-Sufty et al. (2009)</a> , <a href="#">Sewify et al. (2009)</a> , <a href="#">Torta et al. (2009)</a> , <a href="#">Dembilio et al. (2010a)</a> , <a href="#">Güerri-Agulló et al. (2011)</a> , <a href="#">Francardi et al. (2012)</a>
		sp.	Ενήλικα	Ινδία	<a href="#">Shaju et al. (2003)</a>
	<i>Fusarium</i>	sp.	Όλα τα στάδια	Ιταλία	<a href="#">Torta et al. (2009)</a>
<i>Metarhizium</i>	<i>anisopliae</i>	Αρκετά στάδια, κυρίως Ενήλικα	Ιράν, Ιταλία, Αίγυπτο	<a href="#">Ghazavi and Avand-Faghih (2002)</a> , <a href="#">Merghem (2011)</a> , <a href="#">Francardi et al. (2012)</a>	

		<i>pingshaense</i>	Ενήλικα	Βιετνάμ	<a href="#">Cito et al. (2014)</a>
		sp.	Ενήλικα	Ιταλία	<a href="#">Torta et al. (2009)</a>
	<i>Penicillium</i>	sp.	Προνύμφες, Πλαγγόνες και Ενήλικα	Ιταλία	<a href="#">Torta et al. (2009)</a>
	<i>Trichothecium</i>	sp.	Προνύμφες και ενήλικα	Ιταλία	<a href="#">Torta et al. (2009)</a>
<b>Οργανισμός</b>	<b>Γένος</b>	<b>Είδος</b>	<b>Στάδια του Εντόμου που προσβάλλει</b>	<b>Περιοχή καταγραφής</b>	<b>Βιβλιογραφία</b>
Ζυμομύκητες			Προνύμφες και ενήλικα	Αίγυπτο, Ινδία	<a href="#">Dangar (1997)</a> , <a href="#">Salama et al. (2004)</a>
Νηματώδεις	<i>Heterorhabditis</i>	<i>bacteriophora</i>	Προνύμφες, Πλαγγόνες και Ενήλικα	Τουρκία	<a href="#">Atakan et al. (2009a)</a>
		<i>indica</i>	Προνύμφες, Πλαγγόνες και Ενήλικα	Αίγυπτο, Ινδία, Ην. Αρ. Εμιράτα	<a href="#">Abbas et al. (2001a)</a> , <a href="#">Sosamma and Rasmi (2002)</a> , <a href="#">Banu and Rajendran (2002, 2003)</a> , <a href="#">Banu et al. (2003)</a>
		<i>ferruginophorus</i>	Προνύμφες και ενήλικα	Ινδία	<a href="#">Rao and Reddy (1980)</a>
	<i>Steinernema</i>	<i>abbasi</i>	Προνύμφες και ενήλικα	Αίγυπτο, Ην. Αρ. Εμιράτα	<a href="#">Abbas et al. (2001a)</a>
		<i>glaseri</i>	Προνύμφες και ενήλικα	Ινδία	<a href="#">Banu et al. (2003)</a>
		sp.	Προνύμφες, Πλαγγόνες και Ενήλικα	Ινδία, Αίγυπτο, Σαουδ. Αραβία	<a href="#">Sosamma and Rasmi (2002)</a> , <a href="#">Banu et al. (2003)</a> , <a href="#">Shamseldean and Atwa (2004)</a> , <a href="#">Saleh et al. (2011)</a>
Ακάρεα	<i>Aegyptus</i>	<i>alhassa</i>	Αυγά, Πλαγγόνες και Ενήλικα	Σαουδ. Αραβία	<a href="#">Al-dhafar and Al-Qahtani (2012)</a>
		<i>rynchophorus</i>	Πλαγγόνες και Ενήλικα	Αίγυπτο	<a href="#">Hassan et al. (2011)</a>
		<i>zaheri</i>	Πλαγγόνες και Ενήλικα	Αίγυπτο	<a href="#">Hassan et al. (2011)</a>
	<i>Fascuropoda</i>	<i>marginata</i>	Πλαγγόνες και Ενήλικα	Αίγυπτο	<a href="#">Hassan et al. (2011)</a>
	<i>Hypoaspis</i>	<i>sardoa</i>	Όλα τα στάδια	Αίγυπτο	<a href="#">El-Sharabasy (2010)</a>
	<i>Hypoaspis</i>	sp.	Ενήλικα	Ινδία	<a href="#">Peter (1989)</a>
	<i>Iphidosoma</i>	sp.	Όλα τα στάδια	Αίγυπτο	<a href="#">El-Sharabasy (2010)</a>
	<i>Parasitis</i>	<i>zaheri</i>	Προνύμφες και Πλαγγόνες	Αίγυπτο	<a href="#">El-Sharabasy (2010)</a>
	<i>Rhynchopolipus</i>	<i>rhynchophori</i>	Προνύμφες	Ινδία	<a href="#">Peter (1989)</a>
<i>swiftae</i>		Ενήλικα	Ινδονησία, Μαλαισία, Φιλιππίνες	<a href="#">Husband and OConnor (1999)</a>	
Έντομα	<i>Anisolabis</i>	<i>maritima</i>	Αυγά, Προνύμφες και Πλαγγόνες	Σαουδική Αραβία	<a href="#">Abbas (2010)</a>
	<i>Chelisoche</i>	<i>morio</i>	Αυγά και Προνύμφες	Ινδία	<a href="#">Abraham and Kurian (1973)</a>

	<i>Euborellia</i>	<i>annulipes</i>	Αυγά	Ιταλία	Massa and Lo Verde, 2008, Mazza (Unpub. Data)
	<i>Platymeris</i>	<i>laevicollis</i>	Άγνωστο	Σρι Λάνκα	Reginald (1973)
	<i>Xylocorus</i>	<i>galactinus</i>	Αυγά, Προνύμφες και Πλαγγόνες	Σαουδική Αραβία	Abbas (2010)
<b>Οργανισμός</b>	<b>Γένος</b>	<b>Είδος</b>	<b>Στάδια του Εντόμου που προσβάλλει</b>	<b>Περιοχή καταγραφής</b>	<b>Βιβλιογραφία</b>
Έντομα	<i>Sarcophaga</i>	<i>fuscicauda</i>	Ενήλικα	Ινδία	Iyer (1940)
		<i>maritima</i>	Πλαγγόνες	Ιταλία	Lo Verde and Massa (2007)
	<i>Megaselia</i>	<i>scalaris</i>	Πλαγγόνες	Ιταλία	Mazza (Unpub. Data)
	<i>Scolia</i>	<i>erratica</i>	Προνύμφες	Μαλαισία	Burkill (1917)
Σπονδυλωτά	<i>Centropus</i>	<i>sinensis</i>	Άγνωστο	Ινδία	Faleiro (2006b)
	<i>Dendrocitta</i>	<i>vagabunda</i>	Ενήλικα	Ινδία	Krishnakumar and Sudha (2002)
		<i>parvula</i>			
	<i>Pica</i>	<i>pica</i>	Άγνωστο	Ιταλία	Lo Verde et al. (2008)
	<i>Apodemus</i>	<i>sylvaticus</i>	Πλαγγόνες και Ενήλικα	Ιταλία	S. Longo (Pers. Com.)
<i>Rattus</i>	<i>rattus</i>	Προνύμφες και Πλαγγόνες	Ιταλία	Lo Verde and Massa (2007)	

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Abbas, M.S.T. Hanounik, B.S., Shahdad, S.A. Al-Bagham, A.S. (2006) 'Aggregation pheromone traps, a major component of IPM strategy for the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* in date palms (Coleoptera : Curculionidae)', J Pest Sci, 79, pp. 69–73. doi: 10.1007/s10340-005-0113-6.
- Al-dosary, M. M. (2010) 'Morphology of the egg shell and the developing embryo of the Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*', Saudi Journal of Biological Sciences. King Saud University, 17(2), pp. 177–183. doi: 10.1016/j.sjbs.2010.02.012.
- Ávalos Masó J.A. (2015) Factors influencing the mobility of Red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera : Dryophthoridae) adults. Universitat Politècnica de València Valencia, Valencia, Spain. doi: 10.4995/Thesis/10251/59394.
- Barranco, P. and Cabello, T. (1996) 'El picudo rojo de las palmeras, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier), nueva plaga en Europa', Phytoma-España, 76, pp. 36–40.
- Boydak, M. (1985) 'The Distribution of *Phoenix theophrasti* in the Datca Peninsula, Turkey', Biological Conservation, Elsevier Applied Science Publishers, 32, pp. 129–135. doi: [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(85\)90081-3](https://doi.org/10.1016/0006-3207(85)90081-3).
- Delgado, Castillo Á., Bergh, C.J.M. and Savin, I. (2020) 'Cost-benefit analysis of conservation policy: The red palm weevil in Catalonia, Spain', Ecological Economics. Elsevier, 167(November 2018), p. 106453. doi: 10.1016/j.ecolecon.2019.106453.
- Dembilio, Ó., Tapia, G.V., Tellez, M.M. and Jacas, A. J. (2011) 'Lower temperature thresholds for oviposition and egg hatching of the Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae), in a Mediterranean climate', Bulletin of Entomological Research, 102(1), pp. 97–102. doi: 10.1017/S0007485311000411.
- Dembilio, Ó. and Jacas, A.J. (2011) 'Basic bio-ecological parameters of the invasive

- Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae), in *Phoenix canariensis* under Mediterranean climate', Bulletin of Entomological Research, (September 2010), pp. 153–163. doi: 10.1017/S0007485310000283.
- Dembilio, Ó., Karamaouna, F., Kontodimas, D.C., Nomikou, M. and Jacas, A.J. (2011) 'Short communication. Susceptibility of *Phoenix theophrasti* (Palmae: Coryphoideae) to *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) and its control using *Steinernema carpocapsae* in a chitosan formulation', Spanish Journal of Agricultural Research, 92(J2). doi: 10.5424/sjar/20110902-413-10.
- Díaz-Calafata, J., Ribas-Marquésa, E., Jaume-Ramisa, S., Martínez-Nuñezb, S., Sharapovab, A., Pinyaa, S. (2018) 'Individual unique colour patterns of the pronotum of *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) allow for photographic identification methods (PIM)', Journal of Asia-Pacific Entomology. Elsevier, 21(2), pp. 519–526. doi: 10.1016/j.aspen.2018.03.002.
- Dilipkumar, M., Ahadiyat A., Maśán P., Chuah T.S. (2015) 'Mites (Acari) associated with *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) in Malaysia, with a revised list of the mites found on this weevil', Journal of Asia-Pacific Entomology, 18, pp. 169–174. doi: 10.1016/j.aspen.2014.12.010.
- Doedens, T. (2017) 'New population of *Phoenix theophrasti* found in Palea Epidavros, Greece moves the species northernmost distribution limit', p. 6. doi: <https://www.coldpalm.nl/en/over-coldpalm1.html>.
- El-sabea, M.R.A., Faleiro, J.R. and Abo-el-Saad, M. M. (2009) 'The Threat of Red Palm Weevil the Threat of Red Palm Weevil *Rhynchophorus ferrugineus* to Date Plantations of the Gulf Region in the Middle- East : an Economic Perspective', Outlooks on Pest Management –, 20(3), pp. 131–134. doi: 10.1564/20jun11.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization, EPPO (2007) *Rhynchophorus ferrugineus* and *Rhynchophorus palmarum*. Available at: <https://gd.eppo.int/download/standard/207/pm7-083-1-en.pdf>.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization, EPPO (2020) EPPO Hosts.pdf, EPPO Host Plants. Available at: <https://gd.eppo.int/taxon/RHYCFE/hosts>.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization (2016) EPPO. doi:



- EPPO Reporting Service no. 10 - 2016 Num. article: 2016/191 2  
<https://gd.eppo.int/reporting/article-5936>.
- Faleiro, J.R. (2006) 'Review Article A review of the issues and management of the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera : Rhynchophoridae) in coconut and date palm during the last one hundred years', 26(3), pp. 135–154. doi: 10.1079/IJT2006113.
- Fanini, L., Longo, S., Cervo, R., Roversi P.F. and Mazza G. (2014) 'Daily activity and non-random occurrence of captures in the Asian palm weevils', *Ethology Ecology and Evolution*, 26(2–3), pp. 195–203. doi: <https://doi.org/10.1080/03949370.2014.905500>.
- Ferry, M. (2019) 'The world situation and the main lessons of 30 years of fight against the red palm weevil', *Arab J. Pl. Prot.*, 37(2 (2019)), pp. 109–118. doi: 10.22268/AJPP-037.2.109118.
- Ferry, M. and Gomez S. (2002) 'The Red Palm Weevil in the Mediterranean Area', *Palms*, 46(4), pp. 172–178.
- Fukiko, A., Kunihiro, H. and Koichi, S., (2009) 'Life History of the Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera : Dryophthoridae), in Southern Japan', *Florida Entomologist*, 92(3), pp. 421–425. doi: <https://doi.org/10.1653/024.092.0302>.
- Guarino, S. Peri, E., Lo Bue P., Pia Germanà, M., Colazza, S., Anshelevich L., Ravid U., Soroker, V. (2013) 'Assessment of synthetic chemicals for disruption of *Rhynchophorus ferrugineus* response to attractant-baited traps in an urban environment', *Phytoparasitica*, 41, pp. 79–88. doi: 10.1007/s12600-012-0266-9.
- Hoddle, S.M., Alzubaidy, M., Kabashima, J., Nisson, N., Millar J. and Dimson, M. (2016) 'The palm weevil *Rhynchophorus vulneratus* is eradicated from Laguna Beach', *California Agriculture*, 71(1), pp. 23–29. doi: <https://doi.org/10.3733/ca.2016a0012>.
- Ávalos, J.A., Martí-Campoy, A., and Soto, A. (2014) 'Study of the flying ability of *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Dryophthoridae) adults using a computer-monitored flight mill', *Bulletin of Entomological Research* (2014), 104, pp. 462–470. doi: 10.1017/S0007485314000121.

- Johnson, D. (1998) '*Phoenix theophrasti*', The IUCN Red List of Threatened Species 1998, 8235(e.T38630A10140653), p. 6. doi: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T38630A10140653.en>.
- Kaakeh, W. (1998) 'The mating behaviour of the Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Oliver (Coleoptera: Curculionidae)', Emirates Journal of Food and Agriculture, 17(September), pp. 24–46. doi: 10.9755/ejfa.v10i1.5128.
- Kontodimas, D. C. et al. (2006) 'The occurrence of *Rhynchophorus ferrugineus* in Greece and Cyprus and the risk against the native greek palm tree *Phoenix theophrasti*', Entomologia Hellenica, 16, pp. 11–15. doi: <https://doi.org/10.12681/eh.11621>.
- Kontodimas, D.C. Soroker, V., Pontikakos C., Pompeo S., Beaudoin-Ollivier L., Karamaouna, F. and Riolo, P. (2017). Visual Identification and Characterization of *Rhynchophorus ferrugineus* and *Paysandisia archon* Infestation in Handbook of Major Palm Pests: Biology and Management. Chapter 9. <https://doi.org/10.1002/9781119057468.ch9>
- Kumari, A. and Sreekumar, S. (2000) 'Cocoon construction by larvae of *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae).', p. 9. Available at: [http://www.e-bioz.com/files/Cocoon construction.pdf](http://www.e-bioz.com/files/Cocoon%20construction.pdf).
- Llácer, E., Martínez de Altube, M.M. and Jacas, J.A. (2009) 'Evaluation of the efficacy of *Steinernema carpocapsae* in a chitosan formulation against the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*, in *Phoenix canariensis*', BioControl, 54, pp. 559–565. doi: 10.1007/s10526-008-9208-3.
- Longo, S. (2006) Ulteriori acquisizioni sul Punteruolo rosso asiatico, dannoso alla Palma delle Canarie in Sicilia. Informatore Fitopatologico, 10: 40-44.
- Massa, R., Caprio, E., De Santis, M., Griffo, R., Migliore, M.D., Panariello, G.P. and Spigno, P. (2011) 'Microwave treatment for pest control: the case of *Rhynchophorus ferrugineus* in *Phoenix canariensis* Microwave treatment for pest control: the case of *Rhynchophorus ferrugineus* in *Phoenix canariensis*', OEPP/EPP, Bulletin OEPP/EPP, 41, pp. 128–135. doi: 10.1111/j.1365-2338.2011.02447.x.
- Massa, R., Greco, A., Caprio, E., Panariello, G., Migliore, M.D., Pinchera, D., Schettino

- F. and Griffo, R. (2015) 'Experimental Results on the Effectiveness of Microwave Treatment of *Phoenix Canariensis* Palm Infested by *Rhynchophorus ferrugineus*', in 2015 IEEE 15th Mediterranean Microwave Symposium (MMS) Lecce, 2015, pp. 1–4.
- Mazza, G., Cini, A., Cervo, R. and Longo, S. (2011) 'Just phoresy? Reduced lifespan in red palm weevils *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) infested by the mite *Centrouropoda almerodai* (Uroactiniinae: Uropodina)', Italian Journal of Zoology ISSN:, 78(1), pp. 101–105. doi: 10.1080/11250003.2010.509135.
- Mazza, G., Francardi, V., Simoni, S., Benvenuti, C., Cervo, R., Romeno, J., Llácer E., Longo, S., Nannelli, R. Tarasco, E. Roversi, P.F. and Federico, P. (2014). An overview on the natural enemies of *Rhynchophorus* palm weevils , with focus on *R. ferrugineus*. *Biological Control*, 77, 83–92. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.06.010>
- Melita, O. Gkounti, V., Kontodimas, D.C., Papachristos, D., and Karamaouna, F. (2017) 'Can high pest pressure of the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* beat the defense of *Phoenix theophrasti* ?', *Hellenic Plant Protection Journal*, pp. 46–50. doi: 10.1515/hppj-2017-0005.
- Mizzi, S., Dandria, D., Da Mifsud D., and Longo, S. (2009) 'The Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790) in Malta (Coleoptera: Curculionoidea)', *Bulletin of the entomological Society of malta*, 2, pp. 111–121.
- Montagna, M., Chouaia, B., Mazza, G., Prosdocimi, E. M., Crotti, E., Mereghetti, V., ... Daffonchio, D. (2015). Effects of the Diet on the Microbiota of the Red Palm Weevil (Coleoptera: Dryophthoridae). *PLOS ONE*, 10(1), 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117439>
- Muhammad, A., Fang, Y., Hou, Y., and Shi, Z. (2017). The Gut Entomotype of Red Palm Weevil *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier (Coleoptera : Dryophthoridae) and Their Effect on Host Nutrition Metabolism. *Frontiers in Microbiology*, 8(2291), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02291>
- Murphy, S.T. and Briscoe, B.R. (1999) 'The red palm weevil as an alien invasive : biology and the prospects for biological control as a component of IPM',

- Biocontrol News and Information, 20(1), pp. 35N-46N.
- Niamouris, K. and Psirofonia, P. (2012) 'First report of *Paysandisia archon* on *Phoenix theophrasti*', Entomologia Hellenica 21(2012), pp. 74–76. doi: 10.12681/eh.11520.
- Niamouris, K. and Psirofonia, P. (2014) 'Preliminary study in the use of electric current for the control of *Rhynchophorus ferrugineus*', Entomologia Hellenica, 23(2014), pp. 52–58.
- Triggiani, O. and Tarasco, E. (2011) 'Evaluation of the effects of autochthonous and commercial isolates of Steinernematidae and Heterorhabditidae on *Rhynchophorus ferrugineus*', Bulletin of Insectology, 64(2), pp. 175–180.
- Potamitis, I. and Rigakis, I. (2015). Smart traps for automatic remote monitoring of *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae). 'Peer Journal', pp. 1–9. doi: <https://dx.do10.7287/PEERJ.PREPRINTS.1337>.
- Psirofonia, P., Samaritakis, V., Eliopoulos, P., and Potamitis, I. (2017). Use of Unmanned Aerial Vehicles for Agricultural Applications with Emphasis on Crop Protection: Three Novel Case-studies. International Journal of Agricultural Science and Technology, 5(1), 30–39. <https://doi.org/10.12783/ijast.2017.0501.03>
- Rugman-Jones, P. F., Hoddle, C. D., Hoddle, M. S., and Stouthamer, R. (2013) 'The Lesser of Two Weevils: Molecular-Genetics of Pest Palm Weevil Populations Confirm *Rhynchophorus vulneratus* (Panzer 1798) as a Valid Species Distinct from *R. ferrugineus* (Olivier 1790), and Reveal the Global Extent of Both', PLoS ONE, 8(10), pp. 1–15. doi: 10.1371/journal.pone.0078379.
- Porcelli, S.I. and Al-Jboory, I. (2011) 'Egg laying and egg laying behavior of Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) 1790 (Coleoptera: Curculionidae)', Agriculture and Biology Journal of North America, 2(11), pp. 1368–1374. doi: 10.5251/abjna.2011.2.11.1368.1374.
- Saleh, M.M.E., Kassab, A.S., Abdelwahed, M.S. and Alkhazal, M.H. (2010). 'Semi-Field and Field Evaluation of the Role of Entomopathogenic Nematodes in the Biological Control of the Red Palm Weevil *Rhynchophorus ferrugineus*', 882(2000), pp. 407–412. doi:

<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.882.45>.

- Satheeja, V., Salame, L., Nakache, Y., Koltai, H., Soroker, V., and Glazer, I. (2015). Attraction of entomopathogenic nematodes *Steinernema carpocapsae* and *Heterorhabditis bacteriophora* to the red palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*), Biological Control. Elsevier Inc., 83, pp. 75–81. doi: 10.1016/j.biocontrol.2015.01.003.
- Snježana Hrnčić, S.R. (2017) ‘Spreading of Red Palm Weevil (*Rhynchophorus ferrugineus* [Olivier]), a Devastating Pest of Palms in Montenegro’, in Zbornik Predavanj in referatov 13. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo Rimske Toplice. Rimske Toplice, pp. 125–131.
- Thymakis N., (2003) The Cretan Date Palm (*Phoenix theophrasti* Greuter), The Mediterranean Gardener magazine, Vol 32, MGS editions, Peania, p. 32-34
- Tregear, J.W., Rival, A. and Pintaud, J. (2011) ‘Preface : Part of a Special Issue on Palm Biology. A family portrait : unravelling the complexities of palms’, Annals of Botany, 108(2011), pp. 1387–1389. doi: 10.1093/aob/mcr269.
- Vassarmidaki, M., Thymakis, N., and Kontodimas, D.C (2006) ‘First record in Greece of the palm tree pest *Paysandisia archon*’, Entomologia Hellenica, 16, pp. 44–47.
- Wattanapongsiri, A. (1966) A Revision of the Genera *Rhynchophorus* and *Dynamis* (Coleoptera: Curculionidae). Oregon State University.
- Yasin, M., Waqas, W., El-shafie, H. A. F., Bedford, G. O., and Miller, T. A. (2017). Potential role of microbial pathogens in control of red palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*) - A Review’, Entomological Research, 47(4), pp. 1–16. doi: 10.1111/1748-5967.
- Yuezhong, L., Zeng-Rong, Z., Ruiting, J., and Lian-Sheng, W. (2020) ‘The Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae), Newly Reported from Zhejiang, China and Update of Geographical Distribution’, Florida Entomologist, 92(2), pp. 386–387. doi: <https://doi.org/10.1653/024.092.0229>.

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Αγγελακόπουλος, Κ. (2011) Εξάπλωση, έγκαιρη διάγνωση της προσβολής και

αντιμετώπιση του *Rhynchophorus ferrugineus*. Πτυχιακή Μελέτη ΤΕΙ Κρήτης.  
Εισηγήτρια: Παναγιώτα Ψειροφωνιά

Αγγελακόπουλος Κ., Αλυσσανδράκης Ε., Κολλάρος Δ., Π. Ψειροφωνιά, και Ε. Καπετανάκης. Παρατηρήσεις επί της εξάπλωσης και διατροφής του εντόμου *Rhynchophorus ferrugineus*, Olivier στην Κρήτη. Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Σύγχρονες Τάσεις της Έρευνας στην Οικολογία». Βόλος 9-12 Οκτωβρίου 2008. σελ 69

Ελληνική Δημοκρατία, Υπ. Αγρ. Αν. and Τροφ. Αποφάσεις χορήγησης κατ' εξαίρεση έγκρισης διάθεσης στην αγορά Φυτοπροστατευτικών προϊόντων βάσει του άρθρου 8 (παρ. 4) του Π.Δ. 115/97 σε εφαρμογή της Απόφασης 2007/365/ΕΚ, για την πρόληψη και τον περιορισμό της εξάπλωσης του εντόμου *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) στα φοινικοειδή, για 120 ημέρες: 14103/24-09-2009, 14350/23-06-2010, 14103/02-07-2010, 1719, 14103/06-12-2010, 14103/03-02-2010, 14350/23-06-2010, Α.Δ.Α.: 4Α32Β-Ε2/23-6-2011 και 7750/78288 ΑΔΑ: Β41ΦΒ-ΝΚΗ

Νιαμούρης, Κ., Φανιδάκης, Γ, El-Mergawy, R., Ψειροφωνιά, Π. (2012). Διαφοροποίηση των προθωρακικών στιγμάτων του Ρυγχοφόρου των φοινικοειδών *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) στην Κρήτη. Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Οικολογίας. Αθήνα 2012

Τραντάς, Ε., Γκούμας, Δ., Βερβερίδης, Φ., Νιαμούρης Κ. και Ψειροφωνιά, Π. (2015). Γενετική διαφοροποίηση πληθυσμών του σκαθαριού των φοινικοειδών, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) οι οποίοι συλλέχθηκαν από φοίνικα του Θεοφράστου και από τον Κανάριο φοίνικα, 16ο Πανελλήνιο Εντομολογικό συνέδριο, 20- 23 Οκτωβρίου 2015, Ηράκλειο

Ψειροφωνιά, Π., Kruse, J., και Φιτσάκης Ε. (2017). Καινοτόμος συσκευή πρόληψης των προσβολών από το σκαθάρι των φοινικοειδών *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) με τη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος και προσελκυστικών ουσιών. Πρακτικά 17ου Πανελληνίου Εντομολογικού Συνεδρίου. 19 έως 22 Σεπτεμβρίου 2017. (Πόστερ).

**ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ**

<https://www.pherobase.com/database/species/species-Rhynchophorus-ferrugineus.php>

[http://www.minagric.gr/syspest/syspest\\_ENEMY\\_crops.aspx](http://www.minagric.gr/syspest/syspest_ENEMY_crops.aspx)

[http://www.ecopalm.it/public/en/ecopalm\\_ring.html](http://www.ecopalm.it/public/en/ecopalm_ring.html)

[http://www.minagric.gr/syspest/syspest\\_131\\_gr.aspx](http://www.minagric.gr/syspest/syspest_131_gr.aspx)

<http://www.novagric.com/product/picusan/>

[https://greek\\_greek.enacademic.com/192413/%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%B7%CF%83%CE%B7](https://greek_greek.enacademic.com/192413/%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%B7%CF%83%CE%B7)

<http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/6d0f937603d2a3566dbc43d263cb0421>

[http://scientific-journal-articles.org/greek/free-online-journals/education/education-articles/apostolopoulos-eustathios/anthropokaino-simasia-ennoia-orou-se-epistimoniko-koinoniko-epipedo-apostolopoulos-eustathios.htm#\\_Toc23942659](http://scientific-journal-articles.org/greek/free-online-journals/education/education-articles/apostolopoulos-eustathios/anthropokaino-simasia-ennoia-orou-se-epistimoniko-koinoniko-epipedo-apostolopoulos-eustathios.htm#_Toc23942659)