

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ
ΓΕΩΠΟΝΩΝ



TECHNOLOGICAL
EDUCATIONAL
INSTITUTE *of* CRETE
SCHOOL *of* AGRICULTURE
FOOD AND NUTRITION
DEPARTMENT *of* AGRICULTURE

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΒΙΟΔΟΚΙΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΚΤΟΠΑΡΑΣΙΤΟΥ ΤΗΣ ΜΕΛΙΣΣΑΣ
VARROA DESTRUCTOR ANDERSON & TRUEMAN ΣΤΑ
ΑΚΑΡΕΟΚΤΟΝΑ»**



ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΕΠΙΤΡΟΠΑΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ,
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ,
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2016

ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΚΑΘ. ΑΛΥΣΣΑΝΔΡΑΚΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ

ΚΑΘ. ΚΟΛΛΑΡΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΚΑΘ. ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΥ ΑΝΔΡΙΑΝΗ

**ΤΟ ΕΡΓΟ ΑΥΤΟ ΥΛΟΠΟΙΗΘΗΚΕ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ
ΦΑΡΜΑΚΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ, ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΤΟΥ ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διατριβή ξεκίνησε και ολοκληρώθηκε στο εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Φαρμακολογίας του τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας & Τεχνολογίας Τροφίμων, του ΤΕΙ Κρήτης. Αυτή τη στιγμή που το έργο έχει ολοκληρωθεί, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή Ελευθέριο Αλυσσανδράκη για την τιμή που μου έκανε να συνεργαστώ μαζί του με το συγκεκριμένο θέμα της πτυχιακής διατριβής.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του τμήματός μου για τα πράγματα που μου έμαθαν καθόλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος, αναμφίβολα πολλά ευχαριστώ αξίζουν όλοι οι μελισσοκόμοι του Νομού Ρεθύμνου που με βοήθησαν με πολύ μεγάλη προθυμία να βγάλω εις πέρας το πρακτικό μέρος αυτής της διατριβής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	IV
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	V
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΤΗΣ ΒΑΡΡΟΪΚΗΣ ΑΚΑΡΙΑΣΗΣ.....	1
1.1.1 Η ΒΑΡΡΟΪΚΗ ΑΚΑΡΙΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΣΕ.....	2
1.2 ΒΑΡΡΟΪΚΗ ΑΚΑΡΙΑΣΗ.....	2
1.2.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	3
1.2.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ	4
1.2.3 ΔΙΑΔΟΣΗ-ΠΡΟΣΒΟΛΗ.....	7
1.2.4 ΠΑΘΟΓΕΝΕΙΑ	8
1.2.5 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ.....	10
1.2.6 ΔΙΑΓΝΩΣΗ.....	12
1.3 Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΒΑΡΡΟΑ	12
1.3.1 ΜΗ ΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ	13
1.3.2 ΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ-ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΑΚΑΡΕΟΚΤΟΝΑ.....	16
1.4 Η ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΒΑΡΡΟΑ ΣΤΑ ΑΚΑΡΕΟΚΤΟΝΑ	21
1.4.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΩΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΕΙΤΑΙ.....	22
1.4.2 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	23
1.5 ΣΚΟΠΟΙ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	24
2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	25
2.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΤΩΝ ΒΑΡΡΟΑ	25
2.2 ΒΙΟΔΟΚΙΜΕΣ	26
2.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΤΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΗΣ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ	27
3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	29
3.1 ΒΙΟΔΟΚΙΜΕΣ	29
3.2 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ.....	31
4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	37
5 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	40

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το φαινόμενο της ανθεκτικότητας του βαρρόα που έχει παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια, έχει προκαλέσει ιδιαίτερα μεγάλο προβληματισμό στον κλάδο της μελισσοκομίας. Το άκαρι βαρρόα, *Varroa destructor*, ανήκει στην οικογένεια Varroidea και τάξη Acarina. Αποτελεί το σοβαρότερο παράσιτο της μέλισσας σε παγκόσμιο επίπεδο. Προσβάλλει τόσο τις ακμαίες μέλισσες, όσο και τα ατελή στάδια, δηλαδή προνύμφες και πλαγγόνες, απομυζώντας την αιμολέμφο και μειώνοντας την διάρκεια ζωής της μέλισσας. Επίσης, είναι φορέας σοβαρών ιώσεων που ζημιώνουν περαιτέρω τις μέλισσες, όπως ο ιός των παραμορφωμένων φτερών και ο ιός της σακκόμορφης σηψιγονίας. Στην χώρα μας το βαρρόα εντοπίστηκε το 1978 στην περιοχή του Έβρου, ενώ εικάζεται ότι εισέβαλε από τη Βουλγαρία, Γιουγκοσλαβία και πιθανόν την Τουρκία το 1975. Για πολλά χρόνια σε παγκόσμιο επίπεδο υπήρχε λανθασμένος σχεδιασμός αντιμετώπισης του βαρρόα, που αυτό είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη της ανθεκτικότητας. Στόχος της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι να βρεθεί ο βαθμός ανθεκτικότητας του βαρρόα στις 4 δραστικές ουσίες που χρησιμοποιούνται (coumaphos, flumethrin, tau-fluvalinate, amitraz) σε πληθυσμούς στον Ν. Ρεθύμνου.

Ο έλεγχος του επιπέδου της ανθεκτικότητας των βαρρόα έγινε με τη χρήση φιαλιδίων όγκου 4 mL, η εσωτερική επιφάνεια των οποίων είχε επενδυθεί με ακαρεοκτόνο. Χρησιμοποιήθηκαν οι διαγνωστικές συγκεντρώσεις θνησιμότητας του 90% του ευαίσθητου πληθυσμού (LD90), οι οποίες προέκυψαν από μεταδιδακτορική έρευνα που διεξήχθη στο πλαίσιο της Πράξης «Εκπόνηση Σχεδίων Ερευνητικών & Τεχνολογικών Αναπτυξιακών Έργων Καινοτομίας (ΑγροΕΤΑΚ)». Οι διαγνωστικές συγκεντρώσεις είναι 10,9, 7,3, 15,5 και 4,7 μg/φιαλίδιο για τις 4 δραστικές ουσίες coumaphos, amitraz, tau-fluvalinate και flumethrin αντίστοιχα.

Για την πραγματοποίηση των βιοδοκιμών, συλλέχθηκαν βαρρόα με τη βοήθεια εντομολογικής λαβίδας από κηρήθρες με ζωντανό γόνο που δόθηκαν από μελισσοκόμους. Τα κελιά ανοίχθηκαν και απομακρύνθηκε η μέλισσα (προνύμφη ή πλαγγόνα), ενώ παράλληλα συλλέγονταν τυχόν βαρρόα που υπήρχαν πάνω της ή εντός του κελιού. Όταν συλλέχθηκε επαρκής αριθμός βαρρόα, αυτά μεταφέρονταν στα φιαλίδια, 5-10 τον αριθμό ανάλογα με τη διαθεσιμότητα. Τα φιαλίδια διατηρήθηκαν μακριά από το φως και σε θερμοκρασία 27-29 °C

για τρεις ώρες. Κατόπιν, γινόταν έλεγχος των ζωντανών και νεκρών βαρρόα, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Ζωντανό θεωρήθηκε το βαρρόα που είναι ικανό να διανύσει απόσταση μεγαλύτερη από το διπλάσιο του σωματός του, ενώ νεκρό το βαρρόα που δεν αντιδρά σε ερέθισμα ή ‘τρεμουλιάζει’, χωρίς να μπορεί να μετακινηθεί, δείγμα ότι έχει επηρεαστεί σημαντικά από το φάρμακο και θα πεθάνει σύντομα.

Με βάση τα αποτελέσματα, φαίνεται ότι υπάρχει πρόβλημα αποτελεσματικότητας του tau-fluvalinate, αφού η μέση αποτελεσματικότητά του ήταν 37,5%. Μέτρια ήταν αποτελεσματικότητα του coumaphos και του amitraz (66,1% και 64,3% αντίστοιχα), ενώ υψηλή ήταν η θνησιμότητα στο flumethrin (83,9%).

Η χαμηλή θνησιμότητα στο **tau-fluvalinate** μπορεί να εξηγηθεί από την ευρεία χρήση του (22 από τις 76 εφαρμογές), σε συνδυασμό με το μικρό κόστος προσαρμοστικότητας (fitness cost) της ανθεκτικότητας. Σε ότι αφορά το **amitraz**, η ερμηνεία των αποτελεσμάτων είναι πιο περίπλοκη. Λόγω της ευρύτατης χρήσης του (29 εφαρμογές σε σύνολο 76), θα περίμενε κανείς να έχει πολύ μικρότερη αποτελεσματικότητα. Φαίνεται, όμως, ότι η ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε αυτή τη δραστική ουσία είναι δύσκολη λόγω της διπλής δράσης του σε υποκυτταρικό επίπεδο. Το **coumaphos** χρησιμοποιήθηκε 16 φορές και είχε μέτρια αποτελεσματικότητα. Τέλος, το **flumethrin** δε χρησιμοποιήθηκε καμία φορά, και, λογικά, είχε υψηλή αποτελεσματικότητα. Θα περίμενε κανείς ότι η ανθεκτικότητα στο **tau-fluvalinate** θα σήμαινε αυτόματα και ανθεκτικότητα στο **flumethrin** λόγω ίδιου μηχανισμού δράσης (cross-resistance), με την προϋπόθεση ότι η ανθεκτικότητα οφείλεται σε αλλαγή του στόχου (target-site resistance). Από την άλλη, αν η ανθεκτικότητα οφειλόταν σε αυξημένη αποτοξικοποίηση των ακαρεοκτόνων (metabolic resistance), θα έπρεπε να είχε παρατηρηθεί και στις άλλες δραστικές ουσίες.

Θα πρέπει να τονιστεί μία παράμετρος που ενδεχομένως οδηγεί σε σημαντική παραλλακτικότητα των αποτελεσμάτων. Στην Κρήτη, οι μελισσοκόμοι κάθε χρόνο το φθινόπωρο, συνωστίζονται στα πευκοδάση του νησιού προκειμένου να εκμεταλλευτούν τη μελιτοφορία του πεύκου. Η πυκνότητα των μελισσιών είναι τεράστια και λαμβάνει χώρα σε έντονο βαθμό το φαινόμενο της παραπλάνησης των μελισσών, κατά το οποίο οι μέλισσες μπερδεύονται και εισέρχονται σε άλλη κυψέλη από τη δική τους. Και επειδή συχνά οι μέλισσες αυτές μεταφέρουν στο σώμα τους βαρρόα, έχουμε μεταφορά του ακάρεος από κυψέλη σε κυψέλη. Με αυτόν τον τρόπο, γίνεται ανάμειξη του γενετικού υλικού του βαρρόα και είναι πολύ δύσκολο να γίνει ακριβής συσχέτιση του ποσοστού θνησιμότητας με το

ιστορικό καταπολέμησης. Όμως, ακόμα και αν δεχτούμε αυτό το γεγονός ως δεδομένο, το amitraz χρησιμοποιείται από όλους τους μελισσοκόμους που χρησιμοποιούν συνθετικά ακαρεοκτόνα. Η μέτρια θνησιμότητα των πληθυσμών δείχνει ότι ενδεχομένως το βαρρόα να δυσκολεύεται να αναπτύξει ανθεκτικότητα σε αυτή τη δραστική ουσία.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ιστορική αναφορά της Βαρροϊκής ακαρίασης

Το άκαρι βαρρόα *Varroa destructor* Anderson & Trueman, αποτελεί το σοβαρότερο παράσιτο της μέλισσας σε παγκόσμιο επίπεδο (Rosenkranz et al., 2010). Τόπος καταγωγής του παρασίτου είναι η Νοτιοδυτική Ασία, εκεί που βρίσκεται ο κατ'εξοχήν ξενιστής του, η Ασιατική μέλισσα (*Apis cerana*). Το άκαρι ενδημεί ως μόνιμο παράσιτο της *A. cerana*. Με την πάροδο των χρόνων και με κάποιους άγνωστους μηχανισμούς, δημιουργήθηκε μια κατάσταση ισορροπίας ανάμεσα στον ξενιστή και το παράσιτο (Rath, 1999). Από εκεί μεταπήδησε στη δυτική μέλισσα (*Apis mellifera*), όταν μέλισσες του είδους *A. cerana* μεταφέρθηκαν στην ανατολική Ρωσία και την Άπω Ανατολή στο πρώτο μισό του περασμένου αιώνα (Oldroyd, 1999), έχοντας πλέον φτάσει σχεδόν σε όλον τον κόσμο (Sammataro et al., 2000). Στη λεκάνη της Μεσογείου, το άκαρι έφτασε τη δεκαετία του '70 (Colin et al., 1997) και στη χώρα μας εντοπίστηκε το 1978, απειλώντας σοβαρά την Ελληνική μελισσοκομία (Θρασυβούλου και συν., 1990).

1.1.1 Η Βαρροϊκή ακαρίαση στην Ελλάδα και τα προβλήματα που δημιούργησε

Στην χώρα μας το βαρρόα εντοπίστηκε το 1978 στην περιοχή του Έβρου, ενώ εικάζεται ότι εισέβαλε από τη Βουλγαρία και πιθανόν την Τουρκία. Τα προβλήματα που δημιούργησε στην Ελλάδα πήραν τη μεγαλύτερη έκταση τους το 1981, όπου υπήρξαν οι μεγαλύτερες απώλειες σε μελισσοσμήνη και παραγωγή μελιού.

Για την αντιμετώπισή του χρησιμοποιήθηκαν συνθετικά ακαρεοκτόνα για πολλά χρόνια, όπως το Μαλάθειο 5% και το Asuntol 50% (δραστική ουσία coumaphos), όμως από το 1990 και μετά καθιερώθηκε η χρήση του σκευάσματος Mavrik με δραστική ουσία το tau-fluvalinate, αν και δεν ήταν εγκεκριμένο για χρήση στη μελισσοκομία (Θρασυβούλου, 2005). Η δραστική αυτή ουσία χρησιμοποιήθηκε σε ευρεία κλίμακα, καθώς έδινε αποτελεσματικότητα σχεδόν 100%. Η σχεδόν αποκλειστική του χρήση, είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη ανθεκτικότητας, τόσο στην Ελλάδα (Θρασυβούλου και συν., 1998), όσο και διεθνώς (Lodesani et al., 1995; Milani, 1995). Εκτός από το Mavrik, ευρεία χρήση γίνεται από τότε μέχρι και σήμερα με το σκεύασμα Τακ-Τικ (δραστική ουσία amitaz), αν και ποτέ δεν πήρε έγκριση κυκλοφορίας χρήσης για την μελισσοκομία.

Στα τέλη της δεκαετίας του '90, ξεκίνησε η χρήση εναλλακτικών μεθόδων αντιμετώπισης του βαρρόα, όπως αιθέρια έλαια (Μπακανδρίτσος και συν., 1999), θυμόλη (Μπακανδρίτσος και συν., 2004), μυρμηκικό οξύ (Σωτηρόπουλος, 1999) και γαλακτικό οξύ (Λιάκος και συν., 2002).

Σήμερα, οι περισσότεροι μελισσοκόμοι κάνουν χρήση τόσο ακαρεοκτόνων, όσο και εναλλακτικών τρόπων για την αντιμετώπιση του βαρρόα. Οι δραστικές ουσίες που χρησιμοποιούνται είναι τα πυρεθρινοειδή tau-fluvalinate και flumethrin, τα οργανοφωσφορικό coumaphos και το φορμαμιδικό amitraz.

Η αστοχία των εφαρμογών σε πολλές περιπτώσεις, οφείλεται σε λανθασμένη εφαρμογή ή και ανάπτυξη ανθεκτικότητας του ακάρεος, ιδιαίτερα στο πυρηθρενοειδές tau-fluvalinate.

1.2 Βαρροϊκή Ακαρίαση

Όπως αναφέραμε παραπάνω, το αίτιο της Βαρροϊκής ακαρίασης είναι το άκαρι *Varroa destructor* της οικογένειας Varroidae. Στη συνέχεια θα αναπτυχθεί λεπτομερώς η

μορφολογία του βαρρόα, ο βιολογικός του κύκλος και στοιχεία της παθογένειάς του.

1.2.1 Μορφολογία

Το θηλυκό (Εικ. 1) έχει χρώμα καστανέρυθρο, σώμα νωτοκοιλιακά πεπλατυσμένο, ελλειπτικό με διαστάσεις 1-1,75 mm μήκος και 1,55-2 mm πλάτος, είναι ορατό με γυμνό μάτι και μοιάζει με μικρό καστανό λέπι. Η ραχιαία επιφάνεια καλύπτεται από ένα σκληρό χιτίνινο θυρεό. Η κοιλιακή επιφάνεια αποτελείται από πλάκες χιτίνης που ενώνονται μεταξύ τους με λεπτότερες μεμβράνες. Ολόκληρο το σώμα καλύπτεται από μακριές και σκληρές τρίχες. Έχει τέσσερα ζεύγη δυνατά, κοντά και κυρτά πόδια που αποτελούνται από επτά τμήματα. Το τελευταίο από αυτά είναι οπλισμένο με ένα είδος βεντούζας, η οποία βοηθά στο να συγκρατείται καλά πάνω στον ξενιστή. Το πρώτο ζεύγος εξέχει από την περιφέρεια του σώματος, φέρει αισθητήρια όργανα και παίζει ρόλο κεραιών. Τα στοματικά μόρια βρίσκονται συνήθως κρυμμένα κάτω από το σώμα και αποτελούνται από δυο ποδοπροσακτριδες και δύο λεπτές χηληκεραίες και είναι προορισμένα να τρυπούν και να μυζούν (Κοκκίνης και Λιάκος, 2002 α,β).



Εικόνα 1. Ακμαίο θηλυκό βαρρόα.

Το αρσενικό (Εικ. 2) είναι μικρότερο από το θηλυκό, έχει διαστάσεις 0,80-0,95 x 0,70-0,93 mm και σχήμα περίπου κυκλικό. Είναι ελαφρά χιτινισμένο και έχει χρώμα υπόλευκο. Τα πόδια του είναι λεπτά και μακριά και εξέχουν χαρακτηριστικά από την περιφέρεια του σώματος. Στο ενήλικο αρσενικό τα άκρα δεν παραμένουν λευκά αλλά

αποκτούν ωχρό χρώμα. Οι χηληκεραίες που φέρει είναι διαμορφωμένες για μεταφορά του σπερματοφόρου. Τα ατελή στάδια (Εικ. 3) είναι το αυγό, η πρωτονύμφη και η δευτερονύμφη (Κοκκίνης και Λιάκος 2002 α,β).



Εικόνα 2. Ακμαίο αρσενικό βαρρόα



Εικόνα 3. Διάφορα στάδια ανάπτυξης *Varroa Destructor*

Γενικά, η όλη κατασκευή του σώματος του θηλυκού ακμαίου του βαρρόα είναι τέτοια, ώστε το άκαρι είναι άριστα προσαρμοσμένο στον παρασιτικό τρόπο ζωής πάνω στη μέλισσα και στο γόνο της (Rosenkranz et al., 2010).

1.2.2 Βιολογικός κύκλος

Το βαρρόα παρασιτεί στο γόνο (Εικ. 4) και τις ενήλικες μέλισσες (Εικ. 5), δύο στάδια εξέλιξης του ίδιου εντόμου με πολύ διαφορετικές συνθήκες ζωής. Έχει προσαρμοσθεί στη ζωή του ξενιστή του, ώστε να αξιοποιεί το κάθε στάδιο για την επιτέλεση των βασικών του αναγκών, της διατροφής, του πολλαπλασιασμού και της διασποράς (Εικ. 6). Ο γόνος προσφέρει την απαραίτητη τροφή και ασφαλές καταφύγιο για την ωοτοκία και την ανάπτυξη των ευαίσθητων ανώριμων σταδίων του. Οι ενήλικες μέλισσες του εξασφαλίζουν τη

διασπορά μέσα και έξω από την κυψέλη, καθώς και την επιβίωση κατά το διάστημα που δεν εκτρέφεται γόνος (Παππάς, 2013).



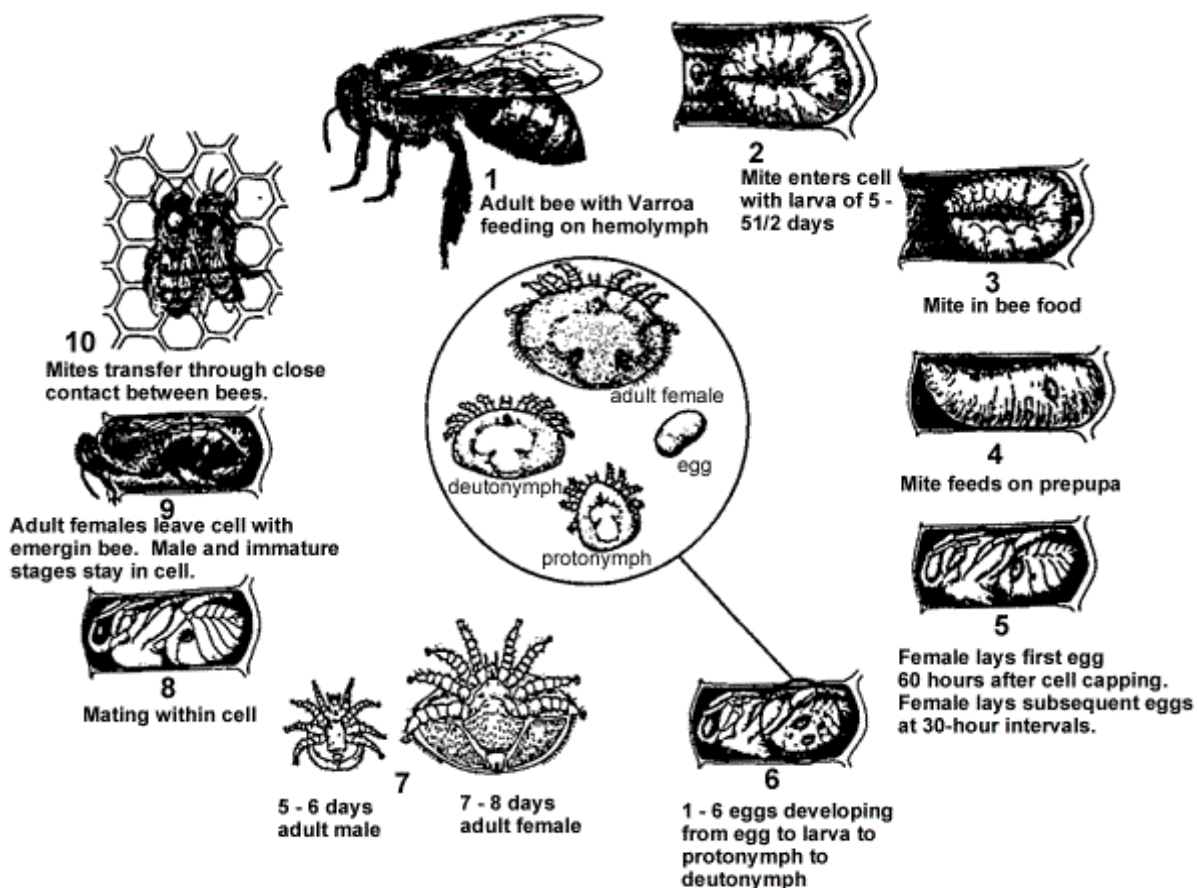
Εικόνα 4. Βαρρόα πάνω σε προνύμφη και πλαγγόνα μέλισσας



Εικόνα 5. Βαρρόα πάνω σε ακμαίες μέλισσες

Ο βιολογικός κύκλος του ακάρεος περιλαμβάνει τα στάδια, αυγό, προνύμφη, πρωτονύμφη, δευτερονύμφη (αρσενική ή θηλυκή), ενήλικο (αρσενικό ή θηλυκό). Η προσβολή αρχίζει με την είσοδο του γονιμοποιημένου βαρρόα σε ένα κελί που περιέχει προνύμφη. Τα βαρρόα δείχνουν μεγαλύτερη προτίμηση στον κηφηνογόνο, παρά στον εργατικό γόνο (Rosenkranz et al., 2010). Η προτίμηση αυτή οφείλεται κυρίως στο ότι ο κηφηνογόνος παράγει περισσότερες ουσίες που έλκουν το βαρρόα. Γενικά ο κηφηνογόνος προσβάλλεται κατά μέσο όρο 10 φορές περισσότερο από τον εργατικό γόνο (Fries et al., 1994).

Λίγο πριν σφραγιστεί το κελί, το βαρρόα διεισδύει ανάμεσα στο τοίχωμα του κελιού και στο σώμα της προνύμφης, φθάνει στον πυθμένα του κελιού όπου κολλάει με τη ράχη στην τροφή της προνύμφης και παγιδεύεται. Λίγες ώρες μετά το σφράγισμα του κελιού, η προνύμφη καταναλώνει την τροφή, το βαρρόα ελευθερώνεται και τρέφεται. Εξήντα περίπου ώρες μετά το σφράγισμα του κελιού το βαρρόα εναποθέτει το πρώτο αυγό και στη συνέχεια, ανά τριάντα περίπου ώρες, τα υπόλοιπα (Martin, 1994).



Εικόνα 6. Βιολογικός κύκλος του *Varroa destructor* (Fries et al., 1994).

Στον εργατικό γόνο είναι δυνατό να γεννήσει μέχρι πέντε αυγά και στον κηφηνογόνο μέχρι επτά. Η προνύμφη αναπτύσσεται μέσα στο αυγό, μεταμορφώνεται σε πρωτονύμφη και στη συνέχεια βγαίνει από αυτό. Η πρωτονύμφη μεταμορφώνεται σε δευτερονύμφη και αυτή σε ενήλικο. Το πρώτο αυγό που γεννιέται είναι αγονιμοποίητο και απ' αυτό προκύπτει το

μοναδικό αρσενικό άτομο. Τα υπόλοιπα είναι γονιμοποιημένα και από αυτά γεννιούνται τα θηλυκά (Accorti & Mannelli, 1990). Από τα άτομα που θα γεννηθούν στον εργατικό γόνο, μόνο τα δύο πρώτα, και σε ένα μικρό ποσοστό και το τρίτο, προλαβαίνουν να ενηλικιωθούν στο διάστημα των 12 ημερών που το κελί παραμένει κλειστό. Αντίθετα, στον κηφηνογόνο που παραμένει σφραγισμένος 14 ημέρες, προλαβαίνουν να ενηλικιωθούν τέσσερα ή και πέντε (Martin, 1994).

Τα άτομα που δεν προλαβαίνουν να ενηλικιωθούν, πεθαίνουν από αστία, επειδή τα στοματικά τους μόρια αδυνατούν να τρυπήσουν το σκληρό σκελετό της μέλισσας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, ο αριθμός των θηλυκών απογόνων στον εργατικό γόνο να κυμαίνεται περίπου στο 1-1,7 και στον κηφηνογόνο στο 2-3,2 (Fries et al., 1994). Το αρσενικό, αφού γονιμοποιήσει τα θηλυκά μέσα στο κελί, πεθαίνει επειδή τα στοματικά του μόρια έχουν μεταπλασθεί σε όργανα μεταφοράς του σπέρματος και δεν μπορεί να τραφεί (Martin, 1994).

Τα ενήλικα βαρρόα, μετά την έξοδο τους από το κελί, εγκαταλείπουν τη νεαρή μέλισσα και προσκολλούνται σε κάποια άλλη. Εγκαθίστανται βαθιά μέσα στα δαχτυλίδια της κοιλιάς των μελισσών, επειδή μόνο τις λεπτές μεμβράνες που τα ενώνουν είναι ικανές να διατρυπήσουν με τα στοματικά τους μόρια. Η θέση αυτή εκτός από τη διατροφή τους εξασφαλίζει και ασφαλή μεταφορά (Rosenkranz et al., 2010). Παραμένουν επάνω στις ενήλικες μέλισσες 5-15 ημέρες και στη συνέχεια εισέρχονται σε κάποιο κελί για να ωοτοκήσουν. Αποφεύγουν τα κατειλημμένα από άλλα βαρρόα κελιά και μόνο στην ανάγκη εισέρχονται σε αυτά. Στην περίπτωση που περισσότερα από ένα βαρρόα ωοτοκήσουν στο ίδιο κελί, ο αριθμός ωών του κάθε ενός είναι μικρότερος του φυσιολογικού.

Στα μελίσσια που εκτρέφουν γόνο, μόνο ένα μικρό ποσοστό των βαρρόα βρίσκεται επάνω στις μέλισσες. Τα υπόλοιπα παρασιτούν στο γόνο όπου και αναπαράγονται. Τα βαρρόα που αναπαράγονται, ζουν περίπου δύο μήνες. Την περίοδο που το μελίτσι δεν εκτρέφει γόνο, τα βαρρόα παρασιτούν στις ενήλικες μέλισσες και επιβιώνουν για μακρύ χρονικό διάστημα (Rosenkranz et al, 2010).

1.2.3 Διάδοση-Προσβολή

Πηγή μόλυνσης σε μία περιοχή αποτελούν μόνο τα προσβεβλημένα μελίσσια. Το άκαρι μεταδίδεται από κυψέλη σε κυψέλη με τις παραπλανημένες εργάτριες, τους κηφίνες, τη ληλασία και τους μελισσοκομικούς χειρισμούς (Gerig, 1988). Μετά την εγκατάσταση

μιας νέας εστίας, η μετάδοση στη γύρω περιοχή γίνεται με γρήγορο ρυθμό, που επηρεάζεται από την ένταση της προσβολής και την πυκνότητα των μελισσιών στην περιοχή. Σημαντικά προβλήματα δημιουργούνται στα πευκοδάση, όπου μεταφέρονται πολλές χιλιάδες μελίτσια κατά τη μελιτοφορία του πεύκου.

Η ταχεία διασπορά του παρασίτου σε ολόκληρο τον κόσμο, οφείλεται αποκλειστικά στην ανθρώπινη παρέμβαση. Το διεθνές εμπόριο και η μετακινούμενη μελισσοκομία διέσπειραν ανεμπόδιστα το βαρρόα σε μια περίοδο που το παράσιτο ήταν ελάχιστα γνωστό και δεν λαμβάνονταν περιοριστικά μέτρα.

Ο πληθυσμός των ακάρεων ενός μελισσιού αυξάνει προοδευτικά από την άνοιξη προς το φθινόπωρο (Kokkinis and Liakos, 2004). Ο ρυθμός αύξησης επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως η πρόωμη έναρξη εκτροφής του γόνου και η συνέχισή της μέχρι αργά τον χειμώνα, η πρόωμη και μακροχρόνια εκτροφή κηφνογόνου, οι παραγωγικές βασίλισσες και οι συνθήκες που ευνοούν την εκτροφή μεγάλης έκτασης γόνου, ευνοούν την γρήγορη ανάπτυξη του πληθυσμού του βαρρόα. Η αύξηση αυτή είναι ιδιαίτερα γρήγορη την περίοδο Αυγούστου-Οκτωβρίου. Επειδή από τον Ιούλιο και μετά, η ωτοκία της βασίλισσας επιβραδύνεται, η έκταση του γόνου και ο πληθυσμός του μελισσιού περιορίζονται. Η πληθυσμιακή σχέση παρασίτου-ξενιστή διαταράσσεται υπέρ του πρώτου αυτή την περίοδο. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα ο πληθυσμός του βαρρόα μειώνεται. Ένα μεγάλο μέρος όμως επιβιώνει μέχρι να αρχίσει η εκτροφή του γόνου και να αναπαραχθεί. Ο αριθμός των βαρρόα ενός μελισσιού μέσα σε ένα χρόνο, από άνοιξη σε άνοιξη, σχεδόν δεκαπενταπλασιάζεται (Schulz, 1984).

1.2.4 Παθογένεια

Η προσβολή του βαρρόα στο μελίτσι εκδηλώνεται σε δύο μέτωπα, στο γόνο και στις ενήλικες μέλισσες, και με πολλούς τρόπους. Οι σημαντικότεροι από αυτούς είναι η μύζηση αιμολέμφου (Χαριζάνης, 2014), η έγχυση τοξινών που το άκαρι εκλύει στη διάρκεια που τρέφεται, το άνοιγμα θυρών εισόδου για μικροοργανισμούς και η μεταφορά παθογόνων μικροοργανισμών, όπως και ιών (Rosenkranz et al., 2010; Bacandritsos et al., 2010).

Η σημαντικότερη ζημιά που προκαλεί το άκαρι είναι η μύζηση αιμολέμφου στα διάφορα στάδια του γόνου, που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του σωματικού βάρους, του όγκου της αιμολέμφου, του αριθμού των αιμοκυττάρων και της συγκέντρωσης των

πρωτεϊνών (De Miranda et al., 2010).

Η απώλεια πρωτεϊνών στα διάφορα στάδια του γόνου έχει ως αποτέλεσμα να προκύπτουν μέλισσες οι οποίες έχουν:

- μικρότερη διάρκεια ζωής,
- μικρότερη ανάπτυξη των υποφαρυγγικών αδένων,
- μειωμένη ικανότητα παραγωγής κεριού,
- μειωμένη ικανότητα πτήσης,
- μειωμένη αντίσταση στις ασθένειες, ενώ
- οι κηφήνες παρουσιάζουν επιπλέον μείωση του αριθμού σπερματοζωαρίων, αδυναμία πτήσης και επομένως αδυναμία σύζευξης.

Πολλές από τις μέλισσες αυτές φαίνονται φυσιολογικές, άλλες παρουσιάζουν ανατομικές ανωμαλίες (Kovac and Crailsheim, 1988). Συνήθως το σώμα τους είναι μικρότερο, τα φτερά τους κατεστραμμένα και δεν φέρουν φυσιολογικό τρίχωμα.

Συνοπτικά, η προσβολή του βαρρόα στο μελίτσι έχει ως αποτελέσματα (Rosenkranz et al., 2010):

- Θάνατο νυμφών, γέννηση ασθενικών ή ανάπηρων μελισσών, μείωση του ορίου ζωής των ενήλικων μελισσών.
- Μειωμένη προσφορά των παρασιτούμενων μελισσών εξαιτίας της μειωμένης ικανότητας εκτροφής γόνου, της μικρότερης διάρκειας ζωής, της μικρότερης απόδοσης κατά τη συλλογή.
- Αυξημένη ευαισθησία σε παθογόνους παράγοντες που κάτω από φυσιολογικές συνθήκες δεν είναι σε θέση να προσβάλλουν το μελίτσι.

Όταν ο πληθυσμός του βαρρόα, σε σχέση με αυτόν του ξενιστή, ξεπεράσει ένα όριο, οι επιπτώσεις από τον παρασιτισμό γίνονται φανερές. Οι μηχανισμοί άμυνας του μελισσιού παραλύουν, η ικανότητα ανανέωσης του πληθυσμού προοδευτικά εκμηδενίζεται και τελικά το μελίτσι υποκύπτει. Μάλιστα, το βαρρόα θεωρείται ένα από τα κύρια αίτια για το σύνδρομο κατάρρευσης των μελισσών, φαινόμενο από το οποίο χάνονται μεγάλοι αριθμοί μελισσών παγκοσμίως (Cornman et al., 2012; Highfield et al., 2009).

1.2.5 Συμπτώματα

Στην αρχή της προσβολής από το βαρρόα και για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα στη συνέχεια, δεν παρατηρείται κανένα σύμπτωμα, επειδή η αύξηση του πληθυσμού του βαρρόα αρχικά είναι αργή. Για να εμφανισθούν συμπτώματα, το ποσοστό προσβολής πρέπει να ξεπερνά το 15%. Καθώς όμως το ποσοστό προσβολής αυξάνει, τα συμπτώματα αρχίζουν να γίνονται φανερά. Η δυναμικότητα του μελισσιού προοδευτικά μειώνεται, ο γόνος εμφανίζεται συνεχώς και περισσότερο διάσπαρτος και θυμίζει εικόνα σηψιγονίας. Τα σφραγίσματα μικρότερου ή μεγαλύτερου αριθμού κελιών είναι βυθισμένα, έχουν χρώμα σκοτεινότερο και μερικά από αυτά έχουν τρύπες ή σχισμές. Στα κελιά αυτά υπάρχουν συνήθως νεκρές νύμφες, αλλά και προνύμφες, καθώς και νεκρά και ζωντανά βαρρόα. Οι προνύμφες συχνά βρίσκονται σε διάφορα στάδια αποσύνθεσης. Η σύστασή τους όμως δεν είναι κολλώδης και αποβάλλονται εύκολα από τα κελιά. Ο κηφηνόγονος εμφανίζει σημαντικότερη προσβολή από αυτήν των εργατριών (Harizanis, 1991).

Χαρακτηριστικό σύμπτωμα της βαρροϊκής ακαρίασης είναι η παρουσία εργατριών με μειωμένο τρίχωμα και ζαρωμένα φτερά (Εικ. 7). Όταν η προσβολή ξεπεράσει το 30%, η παρουσία των ακάρεων επάνω στις ενήλικες μέλισσες είναι εμφανής. Οι παρασιτούμενες μέλισσες φέρουν 1-3 βαρρόα, συνήθως ανάμεσα στα δαχτυλίδια της κοιλιάς, σπανιότερα στη ράχη ή σε άλλα σημεία του σώματός τους. Στο στάδιο αυτό παρατηρούνται μπροστά από τις κυψέλες πολλές μέλισσες με τις ανατομικές ανωμαλίες που προαναφέρθηκαν. Η κατάσταση αυτή παρατηρείται συνήθως μετά το μήνα Ιούλιο, επειδή την περίοδο αυτή η εκτροφή του γόνου περιορίζεται σημαντικά και η πληθυσμιακή αναλογία παρασίτου προς ξενιστή μεταβάλλεται συνεχώς υπέρ του πρώτου (Kokkinis and Liakos, 2004).

Οι έντονα μολυσμένες κυψέλες εξασθενούν και συχνά γίνονται θύματα λεηλασίας από τα πιο δυνατά μελίσσια. Πολλά από αυτά τα μελίσσια εγκαταλείπουν τον έντονα προσβεβλημένο γόνο και φεύγουν να βρουν αλλού κατοικία. Συχνά δίνουν την εντύπωση ότι σμηνουργούν μέσα στο φθινόπωρο. Η απώλεια μελισσιών στα οποία υπάρχουν σημαντικές προμήθειες, αλλά ελάχιστες ζωντανές μέλισσες, είναι μια εικόνα που παρατηρείται αρκετά συχνά στο τέλος του χειμώνα σε έντονα προσβεβλημένα από Βαρροϊκή Ακαρίαση μελισσοκομεία.



Εικόνα 7. Μέλισσα με μειωμένο τρίχωμα και ζαρωμένα φτερά

Η σειρά εμφάνισης των συμπτωμάτων σε μια κυψέλη είναι (Kokkinis and Liakos, 2004):

- Γόνος διάσπαρτος σε βαθμό ανάλογα με την ένταση του παρασιτισμού
- Βυθισμένα σφραγίσματα κελιών, με χρώμα σκοτεινότερο και τρύπες ή σχισμές
- Ασφράγιστα κελιά με προνύμφες σε ανώμαλη θέση, νεκρές νύμφες/προνύμφες και βαρρόα σε διάφορα στάδια ανάπτυξης
- Αποσφραγισμένα κελιά από παραμάνες με αναπτυσσόμενο γόνο ή τα υπολείμματά του
- Ακάρεα εμφανή πάνω στις ενήλικες μέλισσες.
- Ακμαίες μέλισσες με ανώμαλη μορφολογία και νευρικότητα γύρω από τον γόνο.
- Αδυναμία πτήσης και κίνησης των μελισσών, μεγάλη κατανάλωση γύρης και μελιού και ασιτία γόνου.
- Κατακόρυφη πτώση της ανάπτυξης των μελισσών, πολλές νεκρές μέλισσες μπροστά από την είσοδο της κυψέλης.
- Αδυναμία προστασίας εισόδου και λεηλασία αποθεμάτων μελιού και μόλυνση εισβολέων.
- Εγκατάλειψη της κυψέλης, θάνατος του μελισσοσμήνου το φθινόπωρο/χειμώνα.

Επιπλέον, πρέπει να αναφερθεί, ότι η διάρκεια ζωής των μελισσών που παρασιτούνται, μειώνεται κατά 1,5 έως 2 φορές ανάλογα με την ηλικία στην οποία βρίσκονται όταν μολύνονται. Έχει βρεθεί ότι αν προσβληθούν σε ηλικία 1-10 ημερών, η ζωή τους γίνεται 2 φορές μικρότερη, ενώ αν προσβληθούν σε ηλικία 15-20 ημερών, γίνεται κατά 1,4 έως 1,8 μικρότερη (Amdam et al., 2004).

1.2.6 Διάγνωση

Σε περιοχές που το άκαρι ενδημεί, ο έλεγχος της έντασης της προσβολής είναι μεγάλης σημασίας, γιατί απ' αυτή εξαρτάται αν θα εφαρμοσθεί ή όχι θεραπευτική αγωγή. Η διαπίστωση της έντασης της προσβολής σε ένα μελισσοκομείο γίνεται με την καταμέτρηση των βαρρόα που πέφτουν στον πυθμένα της κυψέλης και με διάγνωση στο εργαστήριο (Λιάκος, 1993).

Καταμέτρηση των βαρρόα που πέφτουν στον πυθμένα: Σ' ένα αριθμό μελισσιών του μελισσοκομείου τοποθετείται ειδικός πυθμένας με συρμάτινο πλέγμα, που επιτρέπει την παγίδευση των βαρρόα που πέφτουν. Η καθημερινή ή εβδομαδιαία καταμέτρησή τους επιτρέπει τον κατά προσέγγιση υπολογισμό της έντασης της προσβολής. Η ανεύρεση κατά μέσο όρο 10 βαρρόα κάθε ημέρα, σημαίνει ότι το μελίτσι έχει σημαντική προσβολή και χρειάζεται άμεση θεραπεία.

Διάγνωση στο εργαστήριο: Γίνεται με την εξέταση δείγματος γόνου ή ζωντανών μελισσών. Ο γόνος αποσφραγίζεται και αναζητούνται ενήλικα βαρρόα και ανώριμα στάδια πάνω στο γόνο και στα τοιχώματα των κελιών. Οι μέλισσες τοποθετούνται σε ευρύστομο γυάλινο δοχείο και ναρκώνονται με διοξείδιο του άνθρακος ή μικρή ποσότητα αιθέρα. Τα βαρρόα εγκαταλείπουν τις ναρκωμένες μέλισσες και βαδίζουν στα τοιχώματα του δοχείου.

1.3 Η αντιμετώπιση του βαρρόα

Η αντιμετώπιση του βαρρόα είναι πάρα πολύ δύσκολη, επειδή αυτό πολλαπλασιάζεται στο σφραγισμένο γόνο. Η αντιμετώπιση πραγματοποιείται με πολλούς τρόπους, μεταξύ των οποίων η χρήση οργανικών οξέων και αιθέρων ελαίων, οι βιοτεχνικές και βιολογικές μέθοδοι και η χρήση συνθετικών ακαρεοκτόνων (Αλυσσανδράκης και Χαριζάνης, 2001 α, β).

1.3.1 Μη χημικές μέθοδοι αντιμετώπισης

Η αντιμετώπιση του βαρρόα, χωρίς τη χρήση χημικών μεθόδων, πραγματοποιείται με τη χρήση οργανικών οξέων, αιθέριων ελαίων, με βιοτεχνικές και με βιολογικές μεθόδους. Αν και από πολλούς ερευνητές εκτιμάται ότι η επιλογή ανθεκτικών μελισσιών στο βαρρόα, θα μπορούσε να περιορίσει σημαντικά το πρόβλημα, η διαδικασία αυτή είναι χρονοβόρα, ενώ η ανθεκτικότητα χάνεται γρήγορα λόγω υβριδισμού (Rosenkranz et al., 2010). Οι μηχανισμοί που οι μέλισσες χρησιμοποιούν για να αντιμετωπίσουν την προσβολή από βαρρόα έχουν διαπιστωθεί στην Ασιατική μέλισσα και αποτελούν αντικείμενο έρευνας, με σκοπό να χρησιμοποιηθούν και σε άλλα είδη, όπως η δυτική μέλισσα *Apis mellifera* (Ji et al., 2014 a, b).

Οι μέλισσες του είδους *A. cerana*, οι οποίες συμβιώνουν με το βαρρόα, αφού δεν παρατηρούνται συμπτώματα προσβολής, γιατί

- Το βαρρόα δεν αναπαράγεται στον εργατικό γόνο (Boot et al., 1999; Rath, 1999), με αποτέλεσμα αυτό να γίνεται μόνο στον γόνο κηφήνων.
- Συμβαίνει αποτελεσματική απομάκρυνση των βαρρόα από το σώμα των μελισσών, από τις ίδιες ή από άλλες μέλισσες (Rosenkranz et al., 1993b; Spivak and Gilliam, 1999a, b).
- Παρατηρείται μη αποσφράγιση του κηφηνογόνου, φαινόμενο που συμβαίνει σε γόνο με μεγάλη προσβολή, ο οποίος δεν καταφέρνει να ολοκληρώσει την αναπτυξή του, πεθαίνοντας μέσα στο σφραγισμένο κελί (Boecking et al., 1999). Οι μέλισσες αδιαφορούν για τον νεκρό κηφηνογόνο, με αποτέλεσμα τα βαρρόα που βρίσκονται εκεί μέσα να πεθαίνουν με τη σειρά τους μέσα στο σφραγισμένο κελί. Με αυτόν τον τρόπο, το ένα τέταρτο των βαρρόα θανατώνεται (Rath, 1999).

1.3.1.1 Οργανικά οξέα και αιθέρια έλαια

Τα οργανικά οξέα (μηρμηκικό, οξαλικό και γαλακτικό οξύ) και τα αιθέρια έλαια (κυρίως θυμόλη, αλλά και μινθόλη, ευκαλυπτόλη, καμφορά κλπ) αποτελούν τις φυσικές ουσίες που βρίσκονται στο οπλοστάσιο του μελισσοκόμου για την αντιμετώπιση του βαρρόα.

Στον Πίνακα 1 παρατίθενται οι εργασίες που έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια, σε ότι αφορά τη χρήση εναλλακτικών τρόπων αντιμετώπισης του βαρρόα.

Πίνακας 1. Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας αναφορικά με τα οργανικά οξέα και τα αιθέρια έλαια που έχουν χρησιμοποιηθεί ενάντια στο βαρρόα.

Μέσο εφαρμογής	Τρόπος εφαρμογής	Αξιολόγηση	Βιβλιογραφία
Μορμηκικό οξύ	Υποκαπνισμός	Θανάτωση του 93% των βαρρόα μέσα στον σφραγισμένο κηφηνογόνο και γενικά έως και 100%, αποτελεσματικότητα εξαρτάται από τη θερμοκρασία, τη δύναμη του μελισσιού και το μέγεθος της κυψέλης, σε υψηλές συγκεντρώσεις προκαλεί απώλεια του γόνου.	Amrine et al., 2007; Satta et al., 2005
	Σκεύασμα MiteGone®	Θανάτωση του 66-79% των βαρρόα	Stanghellini & Raybold, 2004
Οξαλικό οξύ	Ψεκασμός, ενστάλλαξη και με υποκαπνισμό	Αποτελεσματικότητα >90% σε μελίτσια χωρίς γόνο, πολύ χαμηλή (<40%) σε μελίτσια με γόνο, αρνητικές επιδράσεις στις μέλισσες σε επαναλαμβανόμενες εφαρμογές	Aliano & Ellis, 2008; Bacandritsos et al., 2007; Rademacher et al., 2006;
Γαλακτικό οξύ	Ψεκασμός των μελισσών	Υψηλή αποτελεσματικότητα όταν δεν υπάρχει γόνος	Kraus & Berg, 1994;
Θυμόλη	Σκόνισμα	Η αποτελεσματικότητα ήταν 83-96%	Emsen & Dodoglou, 2011; Floris et al., 2004
	Σκευάσματα Ariguard® και Exomite Pro™	Χαμηλή αποτελεσματικότητα σε εφαρμογή μόνο του, αποτελεσματικό μόνο έπειτα από εφαρμογή οξαλικού οξέος τον χειμώνα	Gregorc, & Planinc, 2005; Tananaki et al., 2014
Θυμόλη, μινθόλη, ευκαλυπτόλη, καμφορά	Σκεύασμα ApilifeVAR	Αποτελεσματικότητα 69-91%	Floris et al., 2004; Stanghellini & Raybold, 2004
Φυτικά εκχυλίσματα	Υποκαπνισμός και ψεκασμός των μελισσών	Χαμηλή έως μέτρια αποτελεσματικότητα, χρήση σε συνδυασμό με άλλα μέσα σε πρόγραμμα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης	Damiani et al., 2009, 2011; Eguaras et al., 2005;

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός εργασιών αναφορικά με τον τρόπο εφαρμογής (συγκέντρωση, χρόνος και αριθμός εφαρμογών, μέθοδος εφαρμογής, όπως ψεκασμός, εξάτμιση, τάισμα, σκόνισμα, υποκαπνισμός κλπ) και την αποτελεσματικότητα αυτών των ουσιών (Bogdanov, 2006; Floris et al., 2004). Σε γενικές γραμμές, τα πλεονεκτήματα αυτών

των ουσιών μπορούν να συνοψιστούν ως εξής (Rosenkranz et al., 2010):

- Ικανοποιητική αποτελεσματικότητα, ανάλογα με τη χρήση
- Χαμηλός κίνδυνος υπολειμμάτων στα μελισσοκομικά προϊόντα (μέλι, γύρη, βασιλικός πολτός, πρόπολη, κεριά). Πολλές από αυτές τις ουσίες, είναι υδατοδιαλυτές ή και πτητικές ή ακόμα και συστατικά του μελιού.
- Αμελητέα πιθανότητα ανάπτυξης ανθεκτικότητας, λόγω πολλαπλών θέσεων δράσης των ουσιών αυτών.

Από την άλλη, υπάρχουν και σημαντικά μειονεκτήματα. Το γαλακτικό και το οξαλικό οξύ θα πρέπει να εφαρμόζονται όταν στην κυψέλη δεν υπάρχει γόνος (Emsen and Dodololu, 2009), γεγονός που τις καθιστά ακατάλληλες για περιοχές όπου τα μελίσσια διατηρούν γόνο ακόμα και κατά τη διάρκεια του χειμώνα (π.χ. κάποιες περιοχές της Κρήτης). Επιπλέον, η ικανότητα εξάτμισής τους εντός της κυψέλης, γεγονός που μπορεί να διαφοροποιήσει τον τρόπο εφαρμογής, ανάλογα με τις συνθήκες εντός και εκτός της κυψέλης (Martin-Hernandez et al., 2007). Σε γενικές γραμμές, η εφαρμογή οργανικών οξέων και αιθέριων ελαίων διακρίνεται από μεγάλη παραλλακτικότητα ως προς τα αποτελέσματα, συγκριτικά με τη χρήση συνθετικών ακαρεοκτόνων (Rosenkranz et al., 2010).

1.3.1.2 Βιολογικές και βιοτεχνικές μέθοδοι

Οι βιολογικές μέθοδοι οι οποίες συνδέονται με ιδιαιτερότητες στη βιολογία της μέλισσας ή του βαρρόα θα μπορούσαν να αποτελέσουν σημαντικό εργαλείο στην αντιμετώπιση του προβλήματος, χωρίς μέχρι σήμερα να έχει βρεθεί κάτι εφαρμόσιμο. Όμως, τεχνικές που επιστρατεύουν φερομόνες του βαρρόα φαίνεται να έχουν προοπτικές (Yoder and Sammataro, 2003). Επιπρόσθετα, η χρήση ανταγωνιστικών, παρασιτικών ή παθογόνων οργανισμών έχει δείξει κάποια θετικά στοιχεία, χωρίς το φόβο υπολειμμάτων στα προϊόντα της μέλισσας. Οι συγκεκριμένες μέθοδοι θα μπορούσαν να έχουν μακροχρόνιες επιδράσεις, αν οι οργανισμοί αυτοί θα εγκατασταθούν στις αποικίες των μελισσών, με δυνατότητα μετάδοσης από κυψέλη σε κυψέλη (Van der Geest et al., 2000). Η περισσότερη δουλειά έχει γίνει με είδη εντομοπαθογόνων μυκήτων που ανήκουν στα γένη *Metarhizium*, *Beauveria* και *Verticillium*, άλλοτε με ενθαρρυντικά (Aceto, 2006) και άλλοτε με αποθαρρυντικά αποτελέσματα (Rosenkranz et al., 2010).

Σε ότι αφορά τις βιοτεχνικές μεθόδους, η μέθοδος της παγίδευσης στον γόνο

χρησιμοποιείται εδώ και καιρό με μεγάλη επιτυχία. Στηρίζεται στην απομάκρυνση των βαρρόα όταν ακόμα βρίσκονται μέσα στα σφραγισμένα κελιά του γόνου (Calis et al., 1999a), όταν τα περισσότερα βαρρόα της κυψέλης βρίσκονται εκεί (Rosenkranz and Renz, 2003). Στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιείται ο γόνος των κηφήνων, επειδή προσελκύει μεγαλύτερους αριθμούς βαρρόα (Rosenkranz et al., 2010), ενώ η καταστροφή του δεν επηρεάζει καθόλου την ανάπτυξη της αποικίας και την παραγωγή μελιού (Calderone, 2005). Υπολογίζεται ότι η απομάκρυνση 3-4 πλήρως καλυμμένων κηρήθρων με γόνο κηφήνων μειώνει τον πληθυσμό του βαρρόα μες στην κυψέλη κατά 50-70% (Charriere et al., 2003).

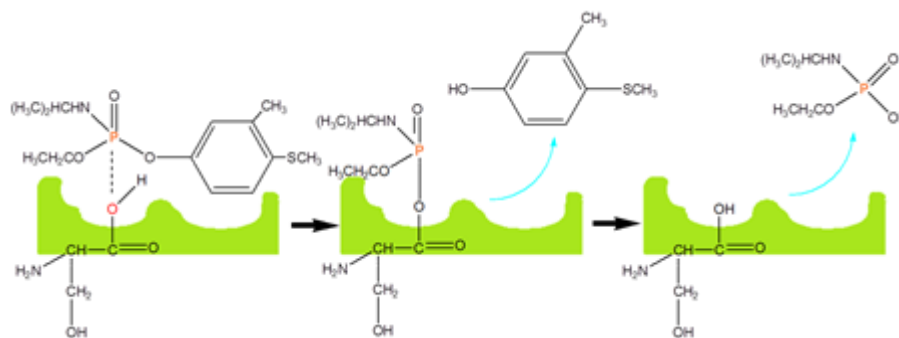
Άλλες βιοτεχνικές μέθοδοι περιλαμβάνουν την εφαρμογή θερμότητας (Tabor and Ambrose, 2001), τη χρήση κηρήθρων με μικρότερο μέγεθος κελιών (Taylor et al., 2008), το σκόνισμα των κυψελών με ζάχαρη άχνη (Aliano and Ellis, 2005), τη μέθοδο των τεχνητών σμαριών (Υφαντίδης, 2002), τη χρήση του θερμοθάλαμου (Υφαντίδης, 2003), τη χρήση γυρεοπαγίδων (Hart and Nabors, 2000) με πολύ μέτρια συνήθως αποτελέσματα.

1.3.2 Χημικές μέθοδοι αντιμετώπισης-Συνθετικά ακαρεοκτόνα

Η χρήση συνθετικών ακαρεοκτόνων είναι ευρύτερα διαδεδομένη, κυρίως επειδή είναι εύκολη η εφαρμογή, έχουν σχετικά χαμηλό κόστος και δεν χρειάζεται λεπτομερής γνώση της βιολογίας του βαρρόα (Rosenkranz et al., 2010). Τα συνήθη ακαρεοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση του βαρρόα είναι το οργανοφωσφορικό coumaphos, τα πυρεθρινοειδή tau-fluvalinate και flumethrin, όπως και το φορμαμιδινικό amitraz (Milani and Barbattini, 1988; Rosenkranz et al., 2010).

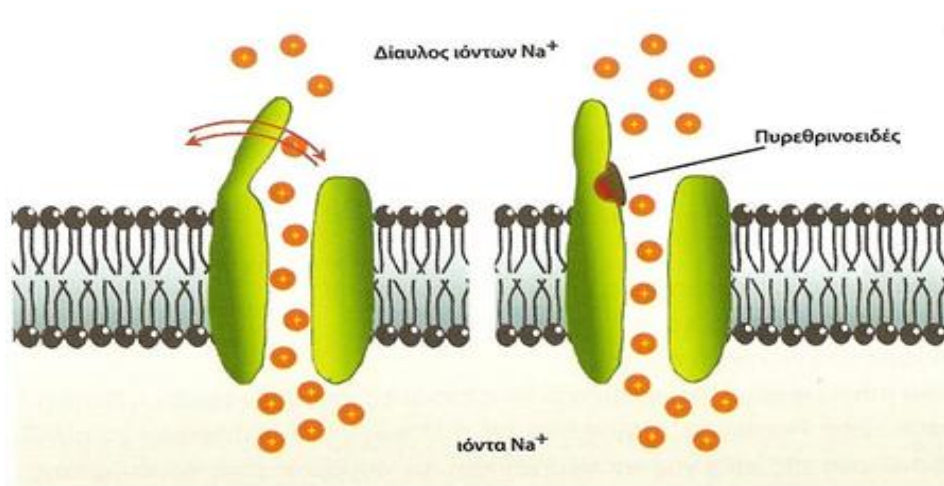
1.3.2.1 Μηχανισμοί δράσης

Το οργανοφωσφορικό coumaphos (Checkmite, Asuntol, Perizin) δρα στο νευρικό σύστημα, δεσμεύοντας το ένζυμο ακετυλοχολινεστεράση L:2230 (Εικ. 8) κατά τρόπο μη αναστρέψιμο. Το ένζυμο αυτό ελέγχει τη συγκέντρωση της ακετυλοχολίνης στο συναπτικό διάκενο. Όταν το coumaphos δεσμεύσει το ένζυμο, η ακετυλοχολίνη συσσωρεύεται, προκαλώντας πολλά προβλήματα στη λειτουργία του νευρικού συστήματος, με τελικό αποτέλεσμα τον θάνατο (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2007).



Εικόνα 8. Τρόπος δράσης των οργανοφωσφορικών (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2007).

Τα πυρεθροειδή tau-fluvalinate (Aristan, Mavrik) και flumethrin (Bayvarol) δρουν επίσης στο νευρικό σύστημα, παρεμποδίζοντας τη μετάδοση των νευρικών σημάτων προσυναπτικά. Πιο συγκεκριμένα, προσκολλώνται στις πρωτεϊνικές υπομονάδες των διαύλων ιόντων νατρίου (Na^+), στις μεμβράνες των τελικών κλώνιων του νευράξονα, προκαλώντας παρατεταμένο άνοιγμα των διαύλων (Εικ. 9), με αποτέλεσμα την απώλεια ιόντων και τη διατάραξη της ισορροπίας μεταξύ ιόντων Na^+ και K^+ . Η εντομοτοξική τους δράση χαρακτηρίζεται ως ακαριαία (knockdown effect) και οφείλεται στη γρήγορη μυική παράλυση (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2007)



Εικόνα 9. Τρόπος δράσης των πυρεθροειδών (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2007).

Τέλος, το φορμαμιδικό amitraz (Mitac, Tactic) παρεμβαίνει και αυτό στο νευρικό σύστημα, επηρεάζοντας τη δράση του νευροδιαβιβαστή οκτοπαμίνη (octopamine), με αποτέλεσμα την έντονη νευρική διέγερση. Επιπρόσθετα, παρεμποδίζει το ένζυμο οξειδάση της μονοαμίνης (monoamine oxidase), με αποτέλεσμα τη συσσώρευση βιογενικών αμινών.

Αποτέλεσμα της δράσης του amitraz είναι τα ακάρεα να αποσύρουν τα στοματικά τους μόρια και να πέφτουν από τη μέλισσα (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2007).

1.3.2.2 Σκευάσματα που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα επί του παρόντος έχουν έγκριση κυκλοφορίας 4 σκευάσματα που περιέχουν ακαρεοκτόνες δραστικές ουσίες. Αυτά είναι το Περιζίν (Perizin), το Τσεκ-Μάιτ (Checkmite+), το Μπαϊβαρόλ (Bayvarol) και το Απιστάν (Aristan) (Καραζαφείρης, 2010). Με εξαίρεση το Περιζίν, όλα τα υπόλοιπα εφαρμόζονται υπό μορφή ταινιών (Εικ. 10).



Εικόνα 10. Εφαρμογή ταινιών στην κυψέλη ενάντια στο βαρρόα

Το Περιζίν (Εικ. 11) έχει δραστική ουσία το coumaphos. Το σκεύασμα περιέχει φιαλίδια των 10 mL, καθένα από τα οποία αραιώνεται σε 500 mL νερό. Η εφαρμογή γίνεται με ενστάλλαξη ανάμεσα στα πλαίσια, σε ποσότητα 5 mL για κάθε πλαίσιο, οπότε για ένα μελίτσι με 10 πλαίσια πληθυσμό δίνονται 50 mL, 2 φορές με μεσοδιάστημα 7 ημέρες. Οι εφαρμογές θα πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί τουλάχιστον 6 εβδομάδες πριν την έναρξη της συλλογής νέκταρος από τις μέλισσες, για να μην υπάρχει πρόβλημα υπολειμμάτων. Για να είναι αποτελεσματικό, θα πρέπει να εφαρμοστεί όταν δεν υπάρχει γόνος στα μελίτσια, ενώ η θερμοκρασία θα πρέπει να είναι $>5^{\circ}\text{C}$ (Παππάς, 2013). Η διασυστηματική δράση του coumaphos έχει ως αποτέλεσμα να δρα, όχι μόνο με την επαφή, αλλά και έμμεσα μέσω της

μέλισσας, αφού εισέρχεται στην αιμολέμφο της μέλισσας και ακολούθως στο βαρρόα το οποίο την απομυζεί (Καραζαφείρης, 2010).



Εικόνα 11. Συσκευασία σκευάσματος Perizin και τρόπος εφαρμογής στην κυψέλη

Το Τσεκ-Μάιτ (Εικ. 12α) έχει επίσης δραστική ουσία το coumaphos, το οποίο είναι τυποποιημένο σε πλαστικές ταινίες, εμποτισμένες με 1,36 g δραστικής ουσίας η καθεμία. Σε κάθε κυψέλη τοποθετούνται 2 ταινίες για 42 ημέρες. Η θεραπεία θα πρέπει να γίνεται άνοιξη ή φθινόπωρο, μετά τη συλλογή του μελιού, αν και σύμφωνα με τις οδηγίες χρήσης, το τέλος της θεραπείας μπορεί να είναι μέχρι και 2 βδομάδες πριν την έναρξη συλλογής νέκταρος. Πάντως, έρευνα του Εργαστηρίου Μελισσοκομίας του Α.Π.Θ. έδειξε ότι όταν πρόκειται να ακολουθήσει τρύγος, οι ταινίες θα πρέπει να απομακρύνονται μετά από 20 και όχι 42 ημέρες (Παππάς, 2013).

Το Μπαϊβαρόλ (Εικ. 12β) έχει δραστική ουσία το flumethrin, το οποίο δρα δια της επαφής και φέρεται σε πλαστικές ταινίες με 3,6 g δραστικής ουσίας η καθεμία. Ανάλογα με τη δυναμική του μελισσιού, απαιτούνται 2 ή 4 ταινίες ανά κυψέλη, οι οποίες παραμένουν στην κυψέλη έως 6 εβδομάδες, ποτέ όμως κατά τη διάρκεια της συλλογής νέκταρος. Επιπλέον, δεν θα πρέπει να χορηγείται ταυτόχρονα με άλλο σκεύασμα ενάντια στο βαρρόα (Παππάς, 2013).

Το Απιστάν (Εικ. 12γ) έχει δραστική ουσία το tau-fluvalinate, το οποίο επίσης δρα δια

της επαφής. Τοποθετούνται 2 ταινίες σε κάθε μελίσι, για 6-8 βδομάδες, ακόμα και όταν υπάρχει γόνος μέσα στη κυψέλη (Παππάς, 2013).



Εικόνα 12. Συσκευασίες σκευασμάτων Checkmite (α), Bayvarol (β) και Apistan (γ).

Τα μη εγκεκριμένα σκευάσματα που χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα αυτή τη στιγμή στην Ελλάδα είναι το Τακ-Τικ, με δραστική ουσία το amitraz και το Mavrik με δραστική ουσία το tau-fluvalinate. Επίσης σε μικρότερο βαθμό το Varrostop με δραστική ουσία το flumethrin και το Asuntol με δραστική ουσία το coumaphos (Καραζαφείρης, 2010).

1.3.2.3 Υπολείμματα στα προϊόντα της κυψέλης

Amitraz. Το χαμηλό pH του μελιού έχει ως αποτέλεσμα να αποδομείται ταχύτατα στο μέλι, σε τρεις εβδομάδες στα μέλια ανθέων και σε τέσσερις στα μέλια μελιτωμάτων, αφού τα τελευταία κατά κανόνα έχουν υψηλότερο pH (Corta et al., 1999). Η ταχεία του αποδόμηση έχει ως αποτέλεσμα να εμφανίζεται σπάνια στις αναλύσεις υπολειμμάτων του μελιού, με εξαίρεση τις περιπτώσεις που το χρονικό διάστημα μεταξύ εφαρμογής και συλλογής του μελιού είναι μικρότερο από ένα μήνα (Καραζαφείρης, 2010).

Coumaphos. Η συγκεκριμένη δραστική ουσία είναι διασυστηματική, το οποίο συνδέεται με την μεγάλη υπολειμματική της δράση. Έξι μήνες μετά την επέμβαση με coumaphos, οι μέλισσες παράγουν κερι με υπολείμματα (Καραζαφείρης, 2010). Τα υπολείμματα στο μέλι είναι υψηλότερα όταν αυτό συλλέγεται από τη γονοφωλιά σε σχέση με τον μελιτοθάλαμο (Taccheo et al., 1988). Επίσης, όπως συμβαίνει με όλες τις δραστικές ουσίες, ο χρόνος μεταξύ εφαρμογής και συλλογής του μελιού καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τα

υπολείμματα. Τέλος, λόγω του ισχυρά λιπόφιλου χαρακτήρα του, μεταφέρεται από το μέλι στο κερί, όπου και παραμένει ακόμα και μετά τη μετατροπή του σε φύλλα κηρήθρας (Krieger, 1991). Σε εργασία που έγινε με τη χρήση ταινιών Check-Mite+ διαπιστώθηκε ότι η συγκέντρωση υπολειμμάτων στα πλαίσια που βρίσκονται σε επαφή με τις ταινίες είναι πολύ υψηλή και προτείνεται ο αποκλεισμός τους από τη συλλογή του μελιού για να μειωθεί το ύψος των υπολειμμάτων στο μέλι (Karazafiris et al., 2008).

Flumethrin. Η εν λόγω δραστική ουσία χρησιμοποιείται εμποτισμένη σε ταινίες και δεν ανιχνεύεται στο μέλι λόγω της μικρής συγκέντρωσης στις ταινίες, αλλά και της χαμηλής υδατοδιαλυτότητας (Καραζαφείρης, 2010).

Tau-fluvalinate. Κυκλοφορεί επίσης εμποτισμένο σε πλαστικές ταινίες και είναι πιθανό να βρεθούν υπολείμματα στο μέλι, αν διατηρηθεί στην κυψέλη για περισσότερες από 6 εβδομάδες ανά επέμβαση (Καραζαφείρης, 2010). Ο έντονα λιπόφιλος χαρακτήρας του, σε συνδυασμό με τη μεγάλη σταθερότητά του, έχει ως αποτέλεσμα να συγκεντρώνονται υψηλά υπολείμματα στο κερί.

Επειδή όλες αυτές οι ουσίες είναι λιπόφιλες, απορροφώνται από το κερί (Bogdanov *et al.*, 1998), στο οποίο παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα και συσσωρεύονται έπειτα από επαναλαμβανόμενες εφαρμογές. Ως αποτέλεσμα:

- μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα στις μέλισσες που αναπτύσσονται μέσα σε κελιά που περιέχουν υπολείμματα δραστικών ουσιών (Johnson et al., 2009).
- ενδέχεται να βρεθούν υπολείμματα στο μέλι και σε άλλα προϊόντα της κυψέλης (Lodesani et al., 2008). Μάλιστα, τα υπολείμματα στο κερί παραμένουν ακόμα και μετά από επεξεργασία αυτού (Rosenkranz et al., 2010).
- η παρουσία υπολειμμάτων στο κερί, με το οποίο έρχεται σε επαφή το βαρρόα ενδέχεται να οδηγεί σε ανάπτυξη ανθεκτικότητας και ανεξήγητη αποτυχία των ακαρεοκτόνων (Rosenkranz et al., 2010).

1.4 Η Ανθεκτικότητα του βαρρόα στα ακαρεοκτόνα

Η πρώτη αναφορά για ανάπτυξη ανθεκτικότητας του βαρρόα αφορούσε στο fluvalinate και έγινε το 1992 σε αποικίες μελισσών στην Λομβαρδία της Ιταλίας (Lodesani et

al. 1995). Σε μία δεκαετία αναφέρονται ανθεκτικοί πληθυσμοί στα πυρεθρινοειδή στην Ευρώπη και τη Μεσόγειο (Colin et al., 1997; Thompson et al., 2002), καθώς επίσης και τη Β. Αμερική (Macedo et al., 2002). Εκτός από τα πυρεθρινοειδή ακαρεοκτόνα, ανθεκτικότητα του βαρρόα έχει βρεθεί τόσο στο coumaphos (Maggi et al., 2009, 2011), όσο και στο amitraz (Maggi et al., 2010).

Το επίπεδο της ανθεκτικότητας είναι μέτριο έως πολύ υψηλό (Πίν. 2). Σε γενικές γραμμές, η ανθεκτικότητα στο amitraz δεν έχει παρατηρηθεί σε πολύ υψηλά επίπεδα. Στο amitraz έχουν περιγραφεί δύο μηχανισμοί δράσης, γεγονός στο οποίο μπορεί να οφείλεται ο χαμηλός δείκτης ανθεκτικότητας. Στο coumaphos, τα περιστατικά ανθεκτικότητας γενικά είναι περιορισμένα, όμως ο δείκτης είναι υψηλός όπου έχει βρεθεί ανθεκτικότητα. Τέλος, ο υψηλότερος δείκτης ανθεκτικότητας βρέθηκε στο πυρεθρινοειδές flumethrin, ξεπερνώντας το επίπεδο των 4000 μονάδων. Στο έτερο πυρεθρινοειδές, το tau- fluvalinate, οι αναφορές για ανθεκτικότητα είναι πολλές.

Πίνακας 2. Επίπεδο ανθεκτικότητας του βαρρόα στα ακαρεοκτόνα

Δραστική ουσία	Χώρα	Δείκτης ανθεκτικότητας	Βιβλιογραφία
coumaphos	Αργεντινή	559	Maggi et al., 2009
	Ουρουγουάη	880	Maggi et al., 2011
tau-fluvalinate	Ηνωμένο Βασίλειο	11	Thompson et al., 2002
	Γαλλία	183	Colin et al., 1997
	Μεξικό	200	Rodríguez-Dehaibes et al., 2011
	Η.Π.Α.	13	Macedo et al., 2002
flumethrin	Ηνωμένο Βασίλειο	13	Thompson et al., 2002
	Μεξικό	4057	Rodríguez-Dehaibes et al., 2011
amitraz	Μεξικό	27	Rodríguez-Dehaibes et al., 2011
	Αργεντινή	35-39	Maggi et al., 2010

Οι πρώτες ενδείξεις για ανάπτυξη ανθεκτικότητας του βαρρόα στη χώρα μας αναφέρθηκαν το 1998 για τη δραστική ουσία tau-fluvalinate (Θρασυβούλου και συν., 1998) με συνεχόμενες αναφορές έκτοτε κατά περιοχές.

1.4.1 Τι είναι ανθεκτικότητα και πως δημιουργείται

Ανθεκτικότητα του βαρρόα σε κάποιο φάρμακο ή ενεργό συστατικό είναι το φαινόμενο κατά το οποίο τα βαρρόα αποκτούν εθισμό και αντοχή στην ουσία αυτή με την πάροδο των γενεών. Δηλαδή όταν κάνουμε συχνή χρήση μιας θεραπευτικής ουσίας, μετά απο κάποιες γενιές το βαρρόα πλέον αντέχει όταν εκτίθεται στην ουσία αυτή και δεν θανατώνεται.

Τότε λέμε πως το βαρρόα ανέπτυξε Ανθεκτικότητα (Θρασυβούλου και συν., 1998).

Όταν χρησιμοποιούμε ένα φάρμακο στην κυψέλη για να καταπολεμήσουμε το βαρρόα, τότε το φάρμακο θα σκοτώσει τα περισσότερα βαρρόα, αλλά ένα πολύ μικρό ποσοστό πάντα θα επιβιώνει. Τα λίγα βαρρόα που δεν θανατώθηκαν έχουν γονίδια αντοχής στο φάρμακο που χρησιμοποιήθηκε. Αυτά τα βαρρόα θα αναπαραχθούν και η επόμενη γενιά τους θα είναι πιο ανθεκτική. Η ανθεκτικότητα του βαρρόα λοιπόν είναι κληρονομική και αν κάνουμε διαδοχικές χρήσεις με το ίδιο φάρμακο τότε η κάθε γενιά βαρρόα θα είναι ανθεκτικότερη από την προηγούμενη σε αυτό το φάρμακο.

Αποτέλεσμα της συχνής χρήσης του ίδιου φάρμακου είναι η ανάπτυξη στελεχών βαρρόα με αυξημένη αντοχή στην ουσία του φαρμάκου. Έτσι, το φάρμακο μετά απο λίγο καιρό δεν θα έχει κανένα πλέον αποτέλεσμα (Rosenkranz et al., 2010).

1.4.2 Μηχανισμοί ανθεκτικότητας

Αναφορικά με τους μηχανισμούς ανθεκτικότητας του βαρρόα, έχουν περιγραφεί τόσο περιπτώσεις αποτοξικοποίησης, όσο και αλλαγής του στόχου. Αυξημένα επίπεδα ενζύμων αποτοξικοποίησης, όπως οι εστεράσες και οι P450 μονοοξυγενάσες, έχουν βρεθεί σε ανθεκτικά στελέχη βαρρόα στην Ευρώπη, το Ισραήλ και τις Η.Π.Α. (Johnson et al., 2010). Αυτός ο μηχανισμός ανθεκτικότητας υποστηρίζεται και από τα περιστατικά διασταυρωτής ανθεκτικότητας (cross-resistance) μεταξύ ακαρεοκτόνων με διαφορετικό μηχανισμό δράσης, όπως το πυρεθρινοειδές tau-fluvalinate, το οργανοφωσφορικό coumaphos και το φορμαμιδινικό amitraz. Με δεδομένο ότι ο ρόλος των εστερασών είναι πολύ σημαντικός στην ανάπτυξη ανθεκτικότητας από τα αρθρόποδα, τα ένζυμα που υπάρχουν στο βαρρόα βρίσκονται υπό μελέτη (Dmitryjuk et al. 2014).

Υπάρχουν, βέβαια, και ανθεκτικοί πληθυσμοί του βαρρόα στους οποίους τα ένζυμα αποτοξικοποίησης δεν παίζουν σημαντικό ρόλο (Johnson et al., 2010). Η απουσία διασταυρωτής ανθεκτικότητας μεταξύ των πυρεθρινοειδών με δραστικές ουσίες από άλλες χημικές ομάδες δείχνει την παρουσία και δεύτερου μηχανισμού ανθεκτικότητας. Αυτός ο μηχανισμός έχει περιγραφεί σε ανθεκτικά στελέχη βαρρόα στις Η.Π.Α. και περιλαμβάνει μεταλλαγές στο κανάλι νατρίου, κύριο στόχο δράσης των πυρεθρινοειδών (Wang et al., 2002).

Πρόσφατα, αναγνωρίστηκε μια μεταλλαγή, (λευκίνη 925 σε βαλίνη L925V), στο κανάλι νατρίου σε μεγάλη συχνότητα σε άτομα *V. destructor* που είχαν επιβιώσει από την

εφαρμογή του πυρεθρινοειδούς tau-fluvalinate στο Ηνωμένο Βασίλειο και η οποία σχετίζεται με την ανθεκτικότητα στη δραστική ουσία tau fluvalinate (González-Cabrera et al., 2013), ενώ στο παρελθόν έχουν αναγνωρισθεί άλλες τέσσερις μεταλλαγές ανθεκτικότητας στην ίδια υπομονάδα των καναλιών νατρίου σε άλλα αρθρόποδα (Van Leeuwen et al., 2010).

1.5 Σκοποί της Πτυχιακής Εργασίας

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται γύρω από τους εξής άξονες:

- Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας αναφορικά με την ανθεκτικότητα του βαρρόα
- Εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των 4 συνθετικών δραστικών ουσιών που χρησιμοποιούνται στη χώρα μας για την αντιμετώπιση του βαρρόα
- Συσχέτιση του ιστορικού εφαρμογών με τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών

2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Συλλογή των βαρρόα

Για την συλλογή των βαρρόα, πάρθηκαν από μελισσοκόμους του Ν. Ρεθύμνου κηρήθρες με σφραγισμένο γόνο (Εικ. 13). Τα ώριμα, θηλυκά βαρρόα συλλέγονταν πάνω από τον γόνο ή από τα αποσφραγισμένα κελιά (Εικ. 14) με τη βοήθεια εντομολογικής τσιμπίδας-λαβίδας και πινέλου με μαλακές τρίχες και τοποθετούνταν σε τρυβλίο Petri με 3-4 προνύμφες (Εικ. 15) για να τραφούν, έως ότου συγκεντρωθεί ικανός αριθμός (25-50 βαρρόα). Τα ώριμα θηλυκά βαρρόα ξεχώριζαν από το σκούρο κοκκινοκαστανό χρώμα, ενώ τα ανώριμα από το λευκό χρώμα. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η ηλικία του γόνου από τον οποίο συλλέγονται τα βαρρόα δεν έχει σημασία, καθώς δεν επηρεάζει τα αποτελέσματα (Milani, 1995). Προκειμένου να περιοριστεί ο αριθμός των βαρρόα που θα πέθαιναν κατά τη διάρκεια της βιοδοκιμής από φυσικά αίτια, χρησιμοποιήθηκαν όσα ήταν πιο ζωντανά και κινητικά στο τρυβλίο, ενώ όσα χαρακτηρίζονταν από περιορισμένη κινητικότητα, αποκλείονταν.



Εικόμα 13. Κηρήθρα με σφραγισμένο γόνο, σφραγισμένο (ώριμο) μέλι και γύρη.



Εικόμα 14. Κηρήθρα με αποσφραγισμένο και σφραγισμένο γόνο

2.2 Βιοδοκιμές

Για την διεξαγωγή του πειραματικού μέρους, χρησιμοποιήθηκαν γυάλινα φιαλίδια όγκου 4 mL (Εικ. 16), η εσωτερική επιφάνεια των οποίων είχε επενδυθεί με ακαρεοκτόνο. Χρησιμοποιήθηκαν οι διαγνωστικές συγκεντρώσεις θνησιμότητας του 90% του ευαίσθητου πληθυσμού (LD90), οι οποίες προέκυψαν από τη μεταδιδασκτορική έρευνα που διεξήχθη στο πλαίσιο της Πράξης «Εκπόνηση Σχεδίων Ερευνητικών και Τεχνολογικών Αναπτυξιακών

Έργων Καινοτομίας (ΑγροΕΤΑΚ)». Οι διαγνωστικές συγκεντρώσεις ήταν 10,9, 7,3, 15,5 και 4,7 μg/φιαλίδιο για τις 4 δραστικές ουσίες coumaphos, amitraz, tau-fluvalinate, και flumethrin αντίστοιχα. Ο μάρτυρας περιείχε σκέτη ακετόνη.



Εικόνα 15. Ωριμα θηλυκά βαρρόα μαζί με 4 προνύμφες για τροφή σε τρυβλίο Petri

Σε κάθε φιαλίδιο μεταφέρονταν 5-10 βαρρόα (ανάλογα με τον τελικό πληθυσμό που είχε βρεθεί) και αυτό κλεινόταν με βιδωτό καπάκι. Τα ακάρεα διατηρούνταν μακριά από το φως και σε θερμοκρασία 27-29°C για 3 ώρες. Κατόπιν, τα βαρρόα μεταφέρονταν σε τρυβλίο και ελεγχόταν πόσα από αυτά ήταν ζωντανά. Ζωντανό θεωρήθηκε το βαρρόα που ήταν ικανό να διανύσει απόσταση μεγαλύτερη από το διπλάσιο του σώματός του. Νεκρά θεωρήθηκαν τα βαρρόα που δεν αντιδρούσαν σε ερέθισμα και όσα «τρεμούλιαζαν», δείγμα ότι είχαν επηρεαστεί σημαντικά από το φάρμακο και θα πέθαιναν σύντομα.

2.3 Συσχέτιση με το ιστορικό της καταπολέμησης

Για τη συσχέτιση της θνησιμότητας των βαρρόα με το ιστορικό καταπολέμησης, έγινε τηλεφωνική ή προσωπική επικοινωνία με κάθε έναν από τους μελισσοκόμους και καταγράφηκε η χρήση συνθετικών ακαρεοκτόνων από το 2012 μέχρι σήμερα. Το ιστορικό συσχετίστηκε με τα αποτελέσματα από τις βιοδοκιμές, δηλαδή όσον αφορά τη θνησιμότητα φυσικών πληθυσμών βαρρόα κατά την έκθεσή τους στη διαγνωστική συγκέντρωση. Σκοπός

ήταν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα αναφορικά με τον τρόπο που η χρήση ακαρεοκτόνων συνδέεται με την ανάπτυξη ή μη ανθεκτικότητας από το βαρρόα. Θα μπορέσει έτσι να προταθούν τρόποι διαχείρισης της ανθεκτικότητας, όπου αυτή υπάρχει.



Εικόνα 16. Γυάλινα φιαλίδια, εντομολογική τσιμπίδα-λαβίδα, πινέλο και τρυβλίο Petri.

3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Βιοδοκιμές

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα στοιχεία των επτά πληθυσμών βαρρόα από διαφορετικούς μελισσοκόμους που διατηρούν μελισσοκομεία στον Νομό Ρεθύμνου. Ο αριθμός των βαρρόα που χρησιμοποιήθηκαν κρίνεται ικανοποιητικός, αφού ξεπέρασε τα 25 σε κάθε πληθυσμό. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 280 βαρρόα.

Πίνακας 3. Στοιχεία από τη συλλογή των δειγμάτων

	Περιοχή προέλευσης	Αριθμός βαρρόα	Ημερομηνία συλλογής
Πληθυσμός 1	Σπήλι	30	5/10/2015
Πληθυσμός 2	Ελεύθερνα	35	10/10/2015
Πληθυσμός 3	Πρέβελη	50	12/10/2015
Πληθυσμός 4	Λούτρα	25	14/10/2015
Πληθυσμός 5	Μελιδόνη	40	3/6/2016
Πληθυσμός 6	Σπήλι	50	10/6/2016
Πληθυσμός 7	Αμάρι	50	15/6/2016

Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή των διαγνωστικών συγκεντρώσεων στους επτά αυτούς πληθυσμούς φαίνονται στον Πίνακα 4, όπου δίνονται τα αποτελέσματα επί τοις εκατό

θνησιμότητας των πληθυσμών που εξετάστηκαν. Υψηλά ποσοστά θνησιμότητας παρατηρήθηκαν στη δραστική ουσία flumethrin (83,9% κατά μέσο όρο), μέτρια ποσοστά βρέθηκαν στις δραστικές coumaphos (66,1%) και amitraz (64,3%) και πολύ χαμηλά στη δραστική tau-fluvalinate (37,5%). Η θνησιμότητα του μάρτυρα περιορίστηκε στο 5,4%.

Πίνακας 4. Θνησιμότητα (%) των φυσικών πληθυσμών στη διαγνωστική συγκέντρωση για κάθε δραστική ουσία.

	Flumethrin	Coumaphos	Tau-fluvalinate	Amitraz	Μάρτυρας
Πληθυσμός 1	100% (6/6)	66,6% (4/6)	50% (3/6)	50% (3/6)	16,6% (1/6)
Πληθυσμός 2	85,7% (6/7)	57,1 (4/7)	42,8% (3/7)	57,1% (4/7)	0% (0/7)
Πληθυσμός 3	90% (9/10)	40% (4/10)	20% (2/10)	70% (7/10)	0% (0/10)
Πληθυσμός 4	100% (5/5)	80% (4/5)	20% (1/5)	60% (3/5)	0% (0/5)
Πληθυσμός 5	87,5% (7/8)	62,5 (5/8)	50% (4/8)	50% (4/8)	0% (0/8)
Πληθυσμός 6	80% (8/10)	80% (8/10)	50% (5/10)	70% (7/10)	10% (1/10)
Πληθυσμός 7	60% (6/10)	80% (8/10)	30% (3/10)	80% (8/10)	10% (1/10)
ΣΥΝΟΛΟ	83,9% (47/56)	66,1% (37/56)	37,5% (21/56)	64,3% (36/56)	5,4% (3/56)

Στον Πληθυσμό 1, η μεγαλύτερη θνησιμότητα παρατηρήθηκε στο flumethrin με 100%, έπειτα στο coumaphos με 66,6% και ακολούθησαν το amitraz και το tau-fluvalinate με 50%. Στον Πληθυσμό 2, η μεγαλύτερη θνησιμότητα ήταν ξανά για το flumethrin με 85,7%, μετά για το coumaphos και το amitraz με 57,1% και για τα δυο αντίστοιχα και τέλος το tau-fluvalinate με 42,8%. Στον Πληθυσμό 3, η θνησιμότητα για το flumethrin ήταν 90%, για το amitraz 70%, το coumaphos με 40% και τέλος για το tau-fluvalinate μόλις 20%. Στον Πληθυσμό 4, η θνησιμότητα για το flumethrin και το coumaphos ήταν πολύ υψηλή, με 100% και 80% αντίστοιχα, ενώ μέτρια και πολύ χαμηλή για το amitraz και το tau-fluvalinate με 60% και 20% αντίστοιχα. Στον Πληθυσμό 5, η θνησιμότητα για το flumethrin είναι ξανά πολύ μεγάλη με 87,5% και ακολουθούν το coumaphos με 62,5%, το tau-fluvalinate και το amitraz με 50%. Στον Πληθυσμό 6, υψηλά ποσοστά θνησιμότητας παρατηρήθηκαν στο flumethrin και coumaphos με 80% και για τα δυο αντίστοιχα, με 70% για το amitraz και με 50% για το tau-fluvalinate. Τέλος στον Πληθυσμό 7, υπήρξε μια αλλαγή στο σκηνικό, αφού το amitraz είχε την μεγαλύτερη θνησιμότητα από όλους τους προηγούμενους πληθυσμούς με ποσοστό 80%, όσο είχε και το coumaphos. Επιπλέον, ενδιαφέρον είναι ότι και το flumethrin είχε ταυτόχρονα την χαμηλότερη θνησιμότητα από όλους τους προηγούμενους πληθυσμούς με ποσοστό 60% και το tau-fluvalinate με 30%.

3.2 Συσχέτιση

Στο προηγούμενο υποκεφάλαιο, έγινε αναφορά στο ποσοστό θνησιμότητας της κάθε δραστικής ουσίας. Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα παρουσιαστούν οι εφαρμογές των ακαρεοτόνων κατά τη διάρκεια του έτους (Χειμερινές, Ανοιξιάτικες, Καλοκαιρινές και Φθινοπωρινές επεμβάσεις), από το 2012 μέχρι και το Καλοκαίρι του 2015 για τους πληθυσμούς 1,2,3,4, ενώ για τους πληθυσμούς 5,6,7 από το 2012 μέχρι και την Άνοιξη του 2016.

Πληθυσμός 1

Οι επεμβάσεις που έγιναν στα μελίτσια από τα οποία συλλέχθηκε ο Πληθυσμός 1 φαίνονται στον Πίνακα 5. Το amitraz και το coumaphos είναι οι δραστικές ουσίες που εφαρμόζονται από τέσσερις φορές το καθένα, αποκλειστικά δε στις ανοιξιάτικες και φθινοπωρινές επεμβάσεις αντίστοιχα, ενώ έχει γίνει και μια χειμωνιάτικη εφαρμογή με το coumaphos. Το flumethrin δεν έχει εφαρμοστεί ποτέ στα εν λόγω μελίτσια, ούτε και το tau-fluvalinate.

Πίνακας 5. Εφαρμογές ακαρεοκτόνων στη διάρκεια του έτους στα μελίτσια από τα οποία συλλέχθηκε ο Πληθυσμός 1.

Έτος	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
2012		Amitraz		Coumaphos
2013		Amitraz		Coumaphos
2014	Coumaphos	Amitraz		Coumaphos
2015		Amitraz		

Η αποκλειστική χρήση του amitraz και του coumaphos στις ανοιξιάτικες και φθινοπωρινές επεμβάσεις αντίστοιχα, συνάδει με το μέτριο ποσοστό θνησιμότητας (50% και 66,6% αντίστοιχα). Παρότι το tau-fluvalinate δεν έχει εφαρμοστεί από το 2012 και μετά, οι προηγούμενες εκτεταμένες εφαρμογές του πριν από το 2012, είχαν ως αποτέλεσμα το ποσοστό θνησιμότητας να είναι στο 50%, ενώ για flumethrin που ουδέποτε χρησιμοποιήθηκε το ποσοστό είναι το μέγιστο 100%.

Πληθυσμός 2

Στον πληθυσμό 2, οι επεμβάσεις ήταν περισσότερες σε σχέση με τον προηγούμενο, 3 επεμβάσεις τον χρόνο και συνολικά 11 την τελευταία τετραετία (Πίνακας 6). Το amitraz ήταν το κύριο ακαρεοκτόνο, καθώς χρησιμοποιήθηκε 5 φορές τα τελευταία χρόνια, κυρίως την άνοιξη. Το tau-fluvalinate χρησιμοποιήθηκε 2 φορές σε χειμερινές επεμβάσεις, το ίδιο και το coumaphos τον χειμώνα και το φθινόπωρο. Αντιθέτως, το flumethrin δεν χρησιμοποιήθηκε καθόλου. Επίσης έγινε χρήση 2 φορές την άνοιξη και το φθινόπωρο με το οξαλικό οξύ, ένα οργανικό οξύ, επιτρεπόμενο στη βιολογική μελισσοκομία.

Πίνακας 6. Εφαρμογές ακαρεοκτόνων στη διάρκεια του έτους στα μελίσσια από τα οποία συλλέχθηκε ο Πληθυσμός2.

Έτος	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
2012	Tau-fluvalinate	Amitraz		Coumaphos
2013	Coumaphos	Amitraz		Amitraz
2014	Amitraz	Οξαλικό οξύ		Οξαλικό οξύ
2015	Tau-fluvalinate	Amitraz		

Η εκτεταμένη χρήση συνθετικών ακαρεοκτόνων, είχε ως αποτέλεσμα την πολύ μέτρια θνησιμότητα στις 3 από τις 4 δραστικές ουσίες. Στο amitraz που χρησιμοποιήθηκε περισσότερο (5 φορές) η θνησιμότητα του ήταν χαμηλή 57,14%. Το coumaphos χρησιμοποιήθηκε δύο φορές, αλλά το ποσοστό θνησιμότητάς του ήταν το ίδιο με του amitraz (57,14%). Το tau-fluvalinate, παρόλο που χρησιμοποιήθηκε μόλις δυο φορές είχε 42,8%. Όπως και στον προηγούμενο πληθυσμό, δεν έγινε χρήση του flumethrin, με αποτέλεσμα ποσοστό θνησιμότητας 85,7%.

Πληθυσμός 3

Στον Πληθυσμό 3, οι επεμβάσεις ήταν περισσότερες από τον Πληθυσμό 1 και λιγότερες από τον Πληθυσμό 2 (Πίνακας 7). Εδώ βλέπουμε να επικρατεί ανθεκτικότητα στο tau-fluvalinate, καθώς χρησιμοποιήθηκε 5 φορές, κυρίως στις ανοιξιάτικες και φθινοπωρινές επεμβάσεις, μια δραστική που στο παρελθόν έχει αναφερθεί πολλές φορές ότι το βαρρόα έχει

αναπτύξει ανθεκτικότητα σε αυτό. Μικρότερη ήταν η χρήση του coumaphos και του amitraz (3 και 2 φορές) σε επεμβάσεις που έγιναν την άνοιξη και το καλοκαίρι αντίστοιχα. Ενώ για ακόμα μια φορά δεν έχει χρησιμοποιηθεί καθόλου το flumethrin.

Πίνακας 7. Εφαρμογές ακαρεοκτόνων στη διάρκεια του έτους στα μελίσσια από τα οποία συλλέχθηκε ο Πληθυσμός 3.

Έτος	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
2012		Tau-fluvalinate	Amitraz	Coumaphos
2013	Tau-fluvalinate	Tau-fluvalinate	Amitraz	Tau-fluvalinate
2014		Coumaphos		Tau-fluvalinate
2015		Coumaphos		

Η αυξημένη χρήση του tau-fluvalinate, συνδέεται και με τα πολύ μικρά ποσοστά θνησιμότητας, της τάξεως του 20%. Πολύ μειωμένα ποσοστά ήταν επίσης του coumaphos με 40%, παρόλο που χρησιμοποιήθηκε 3 φορές τα τελευταία χρόνια. Το amitraz είχε σχετικά καλή αποτελεσματικότητα, αφού το ποσοστό ήταν 70%. Όπως και στους 2 προηγούμενους Πληθυσμούς, έτσι και σε αυτόν, το flumethrin έχει πάρα πολύ μεγάλο ποσοστό 90%, καθώς ουδέποτε έχει χρησιμοποιηθεί.

Πληθυσμός 4

Στον πληθυσμό 4, οι επεμβάσεις ήταν λιγότερες από τους Πληθυσμούς 2 και 3 και περισσότερες από τον Πληθυσμό 1 (Πίνακας 8). Το amitraz χρησιμοποιήθηκε 4 φορές τα τελευταία χρόνια, κυρίως στις ανοιξιάτικες επεμβάσεις. Τις ίδιες φορές έγινε χρήση και με το tau-fluvalinate στις χειμερινές και φθινοπωρινές επεμβάσεις και από μια το coumaphos την άνοιξη. Το flumethrin, όπως και στους προηγούμενους Πληθυσμούς ουδέποτε χρησιμοποιήθηκε.

Η μεγάλη πάλι χρήση του tau-fluvalinate, συνδέεται και με τα πολύ μικρά ποσοστά θνησιμότητας, όπως και στον προηγούμενο Πληθυσμό, της τάξεως πάλι του 20%. Μέτριο ποσοστό θνησιμότητας είχε και το amitraz με 60%. Αντιθέτως το coumaphos, που εφαρμόστηκε μόλις μια φορά την τελευταία τετραετία, είχε πολύ καλή αποτελεσματικότητα, με ποσοστό 80%. Για ακόμα μια φορά, όπως σε όλους τους προηγούμενους πληθυσμούς, το flumethrin δεν χρησιμοποιήθηκε καθόλου, με αποτέλεσμα η αποτελεσματικότητά του να

είναι εξαιρετική, 100%.

Πίνακας 8. Εφαρμογές ακαρεοκτόνων στη διάρκεια του έτους στα μελίτσια από τα οποία συλλέχθηκε ο Πληθυσμός 4.

Έτος	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
2012	Tau-fluvalinate	Amitraz		Tau-fluvalinate
2013	Tau-fluvalinate	Amitraz		Amitraz
2014		Coumaphos		Tau-fluvalinate
2015		Amitraz		

Πληθυσμός 5

Στον Πληθυσμό 5, οι επεμβάσεις που έγιναν είναι σαφώς περισσότερες από όλους τους προηγούμενους Πληθυσμούς, 4 επεμβάσεις τον χρόνο, 16 στο σύνολο (Πίνακας 9). Εδώ βλέπουμε την επικράτηση του amitraz, με 7 επεμβάσεις τα τελευταία 5 χρόνια, έως και 2 φορές το χρόνο (άνοιξη και καλοκαίρι). Επίσης ακολουθεί σε ετήσια βάση (κάθε φθινόπωρο) το coumaphos με 4 επεμβάσεις. Λιγότερο χρησιμοποιήθηκε το tau-fluvalinate (τρεις φορές) σε χειμερινές επεμβάσεις. Δύο ανοιξιάτικες επεμβάσεις έγιναν και με το οξαλικό οξύ.

Πίνακας 9. Εφαρμογές ακαρεοκτόνων στη διάρκεια του έτους στα μελίτσια από τα οποία συλλέχθηκε ο Πληθυσμός 5.

Έτος	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
2012	Tau-fluvalinate	Amitraz	Amitraz	Coumaphos
2013	Tau-fluvalinate	Amitraz	Amitraz	Coumaphos
2014	Tau-fluvalinate	Οξαλικό οξύ	Amitraz	Coumaphos
2015		Amitraz	Amitraz	Coumaphos
2016		Οξαλικό οξύ		

Η πάρα πολύ μεγάλη χρήση του amitraz, κάθε άνοιξη και καλοκαίρι τα τελευταία χρόνια, είχε ως αποτέλεσμα την πολύ μέτρια αποτελεσματικότητα, με ποσοστό 50%. Το coumaphos που χρησιμοποιούταν κάθε φθινόπωρο, είχε μέτρια αποτελεσματικότητα 62,5%. Τους τρεις πρώτους Χειμώνες, έγινε τρεις φορές χρήση με το tau-fluvalinate. Το ποσοστό θνησιμότητας του tau-fluvalinate ήταν μόλις 50%, παρότι τις τρεις μόνο επεμβάσεις, που

πιθανόν να αιτιολογείται από τη συχνή χρήση του πριν από το 2012. Η θνησιμότητα του flumethrin ήταν για ακόμα μια φορά υψηλή με ποσοστό 87,5%.

Πληθυσμός 6

Στον Πληθυσμό 6, οι επεμβάσεις ήταν σαφώς λιγότερες σε σχέση με τον προηγούμενο (Πίνακας 10). Το tau-fluvalinate χρησιμοποιήθηκε 5 φορές στα τελευταία 5 χρόνια, κυρίως στις χειμωνιάτικες και φθινοπωρινές επεμβάσεις. Από τρεις φορές το amitraz και δύο με το οξαλικό οξύ στις ανοιξιάτικες επεμβάσεις.

Πίνακας 10. Εφαρμογές ακαρεοκτόνων στη διάρκεια του έτους στα μελίσια από τα οποία συλλέχθηκε ο Πληθυσμός 6.

Έτος	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
2012	Tau-fluvalinate	Amitraz		
2013	Tau-fluvalinate	Οξαλικό οξύ		
2014	Tau-fluvalinate	Οξαλικό οξύ		
2015	Tau-fluvalinate	Amitraz		Tau-fluvalinate
2016		Amitraz		

Η ετήσια εφαρμογή του tau-fluvalinate, που χρησιμοποιήθηκε σε μεγαλύτερο βαθμό από όλα τα άλλα ακαρεοκτόνα, είχε ως αποτέλεσμα την χαμηλή θνησιμότητα με 50%. Το amitraz εφαρμόστηκε τρεις φορές τα τελευταία 5 χρόνια με το ποσοστό θνησιμότητας να είναι 70%. Επιπλέον, το flumethrin και το coumaphos δεν χρησιμοποιήθηκαν καθόλου, με αποτέλεσμα υψηλά ποσοστά θνησιμότητας, 80% και για τα δύο.

Πληθυσμός 7

Στον Πληθυσμό 7, ο αριθμός των επεμβάσεων ήταν λίγο μεγαλύτερος από τον προηγούμενο, 12 επεμβάσεις συνολικά (Πίνακας 11). Εδώ βλέπουμε να έχει εφαρμοστεί από τέσσερις φορές το amitraz και τρεις το tau-fluvalinate στις ανοιξιάτικες και καλοκαιρινές επεμβάσεις αντίστοιχα. Δύο ανοιξιάτικες επεμβάσεις έγιναν με το coumaphos και τρεις φθινοπωρινές με το οξαλικό οξύ.

Πίνακας 11. Εφαρμογές ακαρεοκτόνων στη διάρκεια του έτους στα μελίτσια από τα οποία συλλέχθηκε ο Πληθυσμός 7.

Έτος	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
2012		Tau-fluvalinate	Amitraz	Amitraz
2013		Coumaphos	Amitraz	Οξαλικό οξύ
2014		Tau-fluvalinate	Amitraz	Οξαλικό οξύ
2015		Tau-fluvalinate		Οξαλικό οξύ
2016		Coumaphos		

Πάρα πολύ μεγάλα ποσοστά θνησιμότητας έδειξαν το amitraz και το coumaphos με 80% και για τα δύο. Για το amitraz είναι το μεγαλύτερο ποσοστό θνησιμότητας από όλους τους Πληθυσμούς. Το tau-fluvalinate, παρόλου που έγινε χρήση του μόλις τρεις φορές, αποδείχτηκε ότι έχει αναπτυχθεί ανθεκτικότητα, καθώς το ποσοστό ήταν πάρα πολύ χαμηλό της τάξεως του 30%. Το flumethrin δεν χρησιμοποιήθηκε ουδέποτε, όμως η αποτελεσματικότητά του σε αυτόν τον Πληθυσμό ήταν μέτρια 60%, το πιο χαμηλό ποσοστό για αυτό το ακαρεοκτόνο σε όλους τους Πληθυσμούς.

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η συσχέτιση του ποσοστού θνησιμότητας των βαρρόα με το ιστορικό καταπολέμησης του κάθε μελισσοκόμου έδειξε κάποια ενδιαφέροντα στοιχεία τα οποία χρήζουν ανάλυσης. Το ακαρεοκτόνο με την ευρύτερη χρήση ήταν το amitraz, αφού χρησιμοποιήθηκε 29 φορές σε σύνολο 76 εφαρμογών. Ακολούθησε το tau-fluvalinate με 22 φορές, το coumaphos με 16 φορές, ενώ δε χρησιμοποιήθηκε καθόλου το flumethrin. Σε 9 περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκε το οξαλικό οξύ. Η ευρεία χρήση του amitraz, αν και σαν δραστική ουσία δεν είναι εγκεκριμένη στη μελισσοκομία, έγκειται στο γεγονός ότι κοστίζει λιγότερο, καθώς οι μελισσοκόμοι χρησιμοποιούν αυτοσχέδιες ταινίες εμποτισμένες με το σκεύασμα ‘Taktic®’, που περιέχει 12,5% amitraz. Κάτι αντίστοιχο ισχύει και για το tau-fluvalinate, αφού, ενώ υπάρχει εγκεκριμένο σκεύασμα υπό μορφή ταινιών (Aristan®), οι μελισσοκόμοι φτιάχνουν αυτοσχέδιες ταινίες με το σκεύασμα ‘Mavrik Aquqflow®’, που περιέχει 24% δραστική ουσία. Το tau-fluvalinate σαν δραστική ουσία, παρά το γεγονός ότι υπάρχουν πάρα πολλές αναφορές, πως η αποτελεσματικότητά της έχει μειωθεί λόγω ευρύτατης χρήσης από τη δεκαετία του ’90 και μετά (Θρασυβούλου και συν., 1998), εξακολουθεί να χρησιμοποιείται. Σε ότι αφορά τα άλλα δύο συνθετικά ακαρεοκτόνα, κυκλοφορούν μόνο ως σκευάσματα εγκεκριμένα για χρήση στη μελισσοκομία, με αποτέλεσμα οι μελισσοκόμοι να μην τα χρησιμοποιούν ή να τα χρησιμοποιούν λίγο, λόγω υψηλού κόστους.

Σε ότι έχει να κάνει με τη συσχέτιση του ιστορικού καταπολέμησης και τη θνησιμότητα στο **amitraz**, αυτή είναι χαμηλή, δεδομένης της ευρύτατης χρήσης του. Αυτό

έχει αναφερθεί και σε άλλες περιπτώσεις (Maggi et al., 2008), όπου τα υπό εξέταση βαρρόα χαρακτηρίστηκαν ευαίσθητα, παρά την εφαρμογή του amitraz για 3 συνεχή έτη. Ενδεχομένως, η ανάπτυξη ανθεκτικότητας στο amitraz να είναι δύσκολη λόγω της δράσης του τόσο στον νευροδιαβιβαστή οκτοπαμίνη (octopamine), όσο και στο ένζυμο οξειδάση της μονοαμίνης (monoamine oxidase) (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2007), αν και αυτό χρήζει περαιτέρω μελέτης για να αποδειχτεί. Η θνησιμότητα των πληθυσμών βαρρόα στο **tau-fluvalinate** ήταν η χαμηλότερη από όλα τα ακαρεοκτόνα. Μία εξήγηση για αυτό μπορεί να δοθεί αν δεχτούμε ότι η ανθεκτικότητα σε αυτή τη δραστική ουσία έχει μικρό κόστος προσαρμοστικότητας (fitness cost) και έχει εδραιωθεί από εκτεταμένες εφαρμογές τα προηγούμενα χρόνια.

Για το έτερο πυρεθρινοειδές, το **flumethrin**, η θνησιμότητα ήταν πάρα πολύ υψηλή στους Πληθυσμούς 1 έως 6 (από 80-100%) και κάπως μικρότερη στον πληθυσμό 7 (60%). Τα αποτελέσματα αυτά είναι δύσκολο να εξηγηθούν. Αν δεχτούμε ότι η μη χρήση του flumethrin ευθύνεται για την υψηλή θνησιμότητα στους Πληθυσμούς 1 έως 6, το ίδιο θα έπρεπε να ισχύει και για τον 7. Από την άλλη, η ανθεκτικότητα στο tau-fluvalinate θα έπρεπε αυτόματα να σημαίνει και ανθεκτικότητα στο flumethrin λόγω ίδιου μηχανισμού δράσης (cross-resistance), με την προϋπόθεση ότι η ανθεκτικότητα οφείλεται σε αλλαγή του στόχου (target-site resistance), κάτι που έχει αναφερθεί σε άλλες περιπτώσεις (Rodríguez-Dehaibes et al., 2005). Στην περίπτωση που η ανθεκτικότητα οφειλόταν σε αυξημένη αποτοξικοποίηση των ακαρεοκτόνων (metabolic resistance), θα έπρεπε να είχε παρατηρηθεί και στις άλλες δραστικές ουσίες, όπως έχει αναφερθεί στο παρελθόν (Sammataro et al. 2005). Τέλος, η θνησιμότητα που παρατηρήθηκε στο **coumaphos** ήταν λίγο μεγαλύτερη του **amitraz**, γεγονός που ίσως να συνάδει με την λίγο μικρότερη χρήση του ακαρεοκτόνου αυτού.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονιστεί μία παράμετρος που ενδεχομένως οδηγεί σε σημαντική παραλλακτικότητα των αποτελεσμάτων. Στην Κρήτη, οι μελισσοκόμοι κάθε χρόνο συνωστίζονται στα πευκοδάση του νησιού προκειμένου να εκμεταλλευτούν τη μελιτοφορία του πεύκου. Η πυκνότητα των μελισσιών είναι τεράστια και λαμβάνει χώρα σε έντονο βαθμό το φαινόμενο της παραπλάνησης των μελισσών, κατά το οποίο οι μέλισσες μπερδεύονται και εισέρχονται σε άλλη κυψέλη από τη δική τους (Χαριζάνης, 2014). Και επειδή συχνά οι μέλισσες αυτές μεταφέρουν στο σώμα τους βαρρόα, έχουμε μεταφορά του ακάρεος από κυψέλη σε κυψέλη. Με αυτόν τον τρόπο, γίνεται ανάμειξη του γενετικού υλικού του βαρρόα και είναι πολύ δύσκολο να γίνει ακριβής συσχέτιση του ποσοστού θνησιμότητας με το

ιστορικό καταπολέμησης. Όμως, ακόμα και αν δεχτούμε αυτό το γεγονός ως δεδομένο, το amitraz χρησιμοποιείται από όλους τους μελισσοκόμους που χρησιμοποιούν συνθετικά ακαρεοκτόνα. Η μέτρια θνησιμότητα των πληθυσμών δείχνει ότι ενδεχομένως το βαρρόα να δυσκολεύεται να αναπτύξει ανθεκτικότητα σε αυτή τη δραστική ουσία.

5 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A. Ξενόγλωσση

- Accorti M. & Minnelli R. (1990) Sequins did ovipositione e tempo di sviluppo della prole di varroa, su covata maschile di *Apis mellifera ligustica* spin. *Apicoltura*, 6: 153-168.
- Aceto, R.T., 2006. A novice beekeeper discovers integrated pest management for Varroa control. *Am. Bee J.* 146 (12), 1042.
- Aliano, N.P., Ellis, M.D., 2005. A strategy for using powdered sugar to reduce Varroa populations in honey bee colonies. *J. Apic. Res.* 44 (2), 54–57.
- Aliano, N.P., Ellis, M.D., 2008. Bee-to-bee contact drives oxalic acid distribution in honey bee colonies. *Apidologie* 39 (5), 481–487.
- Amdam, G.V., Hartfelder, K., Norberg, K., Hagen, A., Omholt, S.W., 2004. Altered physiology in worker honey bees (Hymenoptera: Apidae) infested with the mite Varroa destructor (Acari: Varroidae): a factor in colony loss during overwintering? *J. Econ. Entomol.* 97 (3), 741–747.
- Bacandritsos, N., Granato, A., Budge, G., Papanastasiou, I., Roinioti, E., Caldon, M., Falcaro, C., Gallina, A., Mutinelli, F., 2010 Sudden deaths and colony population decline in Greek honey bee colonies. *J. Invertebr. Pathol.* 105, 335–340.
- Bacandritsos, N., Papanastasiou, I., Saitanis, C., Nanetti, A., Roinioti, E., 2007. Efficacy of repeated trickle applications of oxalic acid in syrup for Varroosis control in *Apis mellifera*: influence of meteorological conditions and presence of brood. *Vet. Parasitol.* 148, 174–178.
- Boecking, O., Rosenkranz, P., Sasaki, M., 1999. The pore in the hard conical *Apis cerana* drone capping results from a spinning process. *Apidologie* 30, 513–519.
- Bogdanov, S., 2006. Contaminants of bee products. *Apidologie* 37 (1), 1–18.
- Boot, W.J., Calis, J.N.M., Beetsma, J., Hai, D.M., Lan, N.K., Van Tran, T., Trung, L.Q., Minh, N.H., 1999. Natural selection of *Varroa jacobsoni* explains the different reproductive strategies in colonies of *Apis cerana* and *Apis mellifera*. *Exp. Appl. Acarol.* 23 (2), 133–144.

- Calderone, N.W., 2005. Evaluation of drone brood removal for management of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in colonies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in the northeastern United States. *J. Econ. Entomol.* 98 (3), 645–650.
- Calis, J.N.M., Boot, W.J., Beetsma, J., 1999a. Model evaluation of methods for *Varroa jacobsoni* mite control based on trapping in honey bee brood. *Apidologie* 30 (2-3), 197-207.
- Charrière, J.D., Imdorf, A., Bachofen, B., Tschan, A., 2003. The removal of capped drone brood: an effective means of reducing the infestation of *Varroa* in honey bee colonies. *Bee World* 84 (3), 117–124.
- Colin, M.E., Vandame, R., Jourdan, P., Di Pasquale, S., 1997. Fluvalinate resistance of *Varroa jacobsoni* Oudemans (Acari: Varroidae) in Mediterranean apiaries of France. *Apidologie* 28, 375-384.
- Cornman, R.S., Tarpy, D.R., Chen, Y., Jeffreys, L., Lopez, D., Pettis, J.S., vanEngelsdorp, D., Evans, J.D., 2012. Pathogen webs in collapsing honey bee colonies. *PLoS One* 7, e43562.
- Corta, E., Bakkali, A., Berrueta, L.A., Gallo, B., Vincente, F., 1999. Kinetics and mechanism of amitraz hydrolysis in aqueous media by HPLC and GC-MS. *Talanta* 48, 189-199.
- Damiani, N., Gende, L.B., Bailac, P., Marcangeli, J.A., Equaras, M.J., 2009. Acaricidal and insecticidal activity of essential oils on *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Parasitol. Res.* 106, 145-152.
- Damiani, N., Gende, L.B., Maggi, M.D., Palacios, S., Marcangeli, J.A., Eguaras, M.J., 2011. Repellent and acaricidal effects of botanical extracts on *Varroa destructor*. *Parasitol. Res.* 108, 79–86.
- De Miranda, J., Cordoni, G., Budge, G., 2010. The Acute Paralysis virus–Kashmere bee virus–Israeli acute paralysis virus complex. *J. Invertebr. Pathol.* S30–S47.
- Dmitryjuk M., Żółtowska, K., Frączek, R., Lipiński, Z., 2014. Esterases of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), parasitic mite of the honeybee. *Exp. Appl. Acarol.* 62, 499–510.
- Emsen, B., Dodologlu, A., 2011. Efficacy of different organic compounds against bee mite (*Varroa destructor* Anderson and Trueman) in honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies. *J. Anim. Vet. Adv.* 10(6), 802–805
- Emsen, B., Dodologlu, A., 2009. The effects of using different organic compounds against

- Honey Bee Mite (*Varroa destructor* Anderson and Trueman) on colony developments of honey bee (*Apis mellifera* L.) and residue levels in honey. *J. Anim. Vet. Adv.* 8 (5), 1004–1009.
- Floris, I., Satta, A., Cabras, P., Garau, V.L., Angioni, A., 2004. Comparison between two thymol formulations in the control of *Varroa destructor*: effectiveness, persistence, and residues. *J. Econ. Entomol.* 97 (2), 187–191.
- Fries, I., Camazine, S., Sneyd, J., 1994. Population dynamics of *Varroa Jacobsoni*: a model and review. *Bee World*, 75(1): 5-28
- Gerig L., (1988) Wespen als Varroatragerinnen. *Allgemeine Deutsche Imkerzeitung* , 22: 174-176.
- González-Cabrera, J., Davies, T.G.E., Field, L.M., Kennedy, P.J., Williamson, M.S., 2013. An amino acid substitution (L925V) associated with resistance to pyrethroids in *Varroa destructor*. *PLOS ONE* 8(12), e82941.
- Gregorc, A., Planinc, I., 2005. The control of *Varroa destructor* in honey bee colonies using the thymol-based acaricide – Apiguard. *Am. Bee J.* 145 (8), 672-675.
- Harizanis P., (1991) Infestation of queen cells by the mite *Varroa jacobsoni*. *Apidologie*, 22: 533-538
- Hart, T., Nabors, R., 2000. Pollen traps and drone pupae destruction as a method of *Varroa* control. *Am. Bee J.* 140 (2), 151.
- Highfield, A.C., El Nagar, A., Mackinder, L.C., Noël, L.M., Hall, M.J., Martin, S.J., Schroeder, D.C., 2009. Deformed wing virus implicated in overwintering honeybee colony losses. *Appl. Environ. Microbiol.* 75, 7212-7220.
- Ji, T., Yin, L., Liu, Z., Liang, Q., Luo, Y., Shen, J., Shen F., 2014a. Transcriptional responses in eastern honeybees (*Apis cerana*) infected with mites, *Varroa destructor*. *Genet. Mol. Res.* 13(4), 8888-9000.
- Ji, T., Yin, L., Liu, Z., Shen, F., Shen, J. 2014b. High-throughput sequencing identification of genes involved with *Varroa destructor* resistance in the eastern honeybee, *Apis cerana*. *Genet. Mol. Res.* 13(4), 9086-9096
- Johnson, R.M., Huang, Z.Y., Berenbaum, M.R., 2010. Role of detoxification in *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) tolerance of the miticide tau-fluvalinate. *Int. J. Acarol.* 36(1), 1–6.

- Johnson, R.M., Pollock, H.S., Berenbaum, M.R., 2009. Synergistic interactions between in-hive miticides in *Apis mellifera*. *J. Econ. Entomol.* 102 (2), 474–479.
- Karazafiris, E., Tananaki, C., Menkissoglu-Spiroudi, U., Thrasyvoulou, A., 2008. Residue distribution of acaricide coumaphos in honey following the application of a new slow release preparation. *Pest Manag. Sci.* 64 (2), 165-171.
- Kokkinis M. & Liakos V. (2004) Population dynamics of *Varroa destructor* in colonies of *Apis mellifera macedonica*. *Journal of Apicultural Research*, 43(4): 150-154.
- Kovak H. & Crailsheim K. (1988) Lifespan of *Apis mel.* Carnica Polm. Infested by *Varroa jacobsoni*, In relation to season and extent of infestation. *Journal of Apicultural Research*, 27: 230-238
- Kraus, B., Koeniger, N., Fuchs, S., 1994. Screening of substances for their effect on *Varroa jacobsoni* – attractiveness, repellency, toxicity and masking effects of etherneal oils. *J. Apic. Res.* 33 (1), 34–43.
- Krieger, K., 1991. Residue concentration in honey and wax samples after successive years of varroa control with perizin. XXXII International Apic. Congr. Apimondia. Rio de Janeiro- Brasil, October 19, *Apicultural Abstracts* 1395/91.
- Lodesani, M., Costa, C., Serra, G., Colombo, R., Sabatini, A.G., 2008. Acaricide residues in beeswax after conversion to organic beekeeping methods. *Apidologie* 39 (3), 324–333.
- Lodesani, M., Colombo, M., Spreafico, M., 1995. Ineffectiveness of Apistan treatment against the mite *Varroa jacobsoni* Oud. in several districts of Lombardy (Italy). *Apidologie* 26, 67-72.
- Macedo, P.A., Ellis, M.D., Siegfried, B.D., 2002. Detection and quantification of fluvalinate resistance in *Varroa* mites in Nebraska. *Am. Bee J.* 142, 523–526.
- Maggi, M.D., Ruffinengo, S.R., Mendoza, Y., Ojeda, P., Ramallo, G., Floris, I., Eguaras, M.J., 2011. Susceptibility of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) to synthetic acaricides in Uruguay: *Varroa* mites' potential to develop acaricide resistance. *Parasitol. Res.* 108, 815–821.
- Maggi, M.D., Ruffinengo, S.R., Negri, P., Eguaras, M.J., 2010. Resistance phenomena to amitraz from populations of the ectoparasitic mite *Varroa destructor* of Argentina. *Parasitol. Res.* 107 (5), 1189-1192.
- Maggi, M.D., Ruffinengo, S.R., Damiani, N., Sardella, N.H., Eguaras, M.J., 2009. First

- detection of *Varroa destructor* resistance to coumaphos in Argentina. *Exp. Appl. Acarol.*
- Maggi, M., Ruffinengo, S., Gende, L., Eguaras, N., Sardella, N., 2008. LC50 baseline levels of amitraz, coumaphos, fluvalinate and flumethrin in populations of *Varroa destructor* from Buenos Aires Province, Argentina. *J. Apic. Res.* 47(4), 292–295.47, 317–320.
- Martin S., (1994) Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* Oud. In worker brood of the honey bee *Apis mellifera* L. under natural conditions. *Experimental and Applied Acarology*, 18(2): 87-100.
- Martin-Hernandez, R., Higes, M., Perez, J.L., Nozal, M.J., Gomez, L., Meana, A., 2007. Short term negative effect of oxalic acid in *Apis mellifera iberiensis*. *Span. J. Agr. Res.* 5 (4), 474–480.
- Milani, N., 1995. The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to pyrethroids: a laboratory assay. *Apidologie* 26, 415–429.
- Milani, N., Barbattini, R., 1988. Effectiveness of Apistan (Fluvalinate) in the control of *Varroa jacobsoni* Oudemans and its tolerance by *Apis mellifera* Linnaeus. *Apicoltura* 4, 39–58.
- Oldroyd, B.P., 1999. Coevolution while you wait: *Varroa jacobsoni*, a new parasite of western honeybees. *Trends Ecol. Evol.* 14, 312–315.
- Rademacher, E., Harz, M., 2006. Oxalic acid for the control of varroosis in honey bee colonies – a review. *Apidologie* 37 (1), 98–120.
- Rath, W., 1999. Co-adaptation of *Apis cerana* Fabr. and *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 30, 97–110.
- Rodríguez-Dehaibes, S.R., Otero-Colina, G., Pardo Sedas, V., Villanueva Jiménez, J.A., 2005. Resistance to amitraz and flumethrin in *Varroa destructor* populations from Veracruz, Mexico. *J. Apic. Res.* 44(3), 124 – 125.
- Rodríguez-Dehaibes, S.R., Otero-Colina, G., Villanueva Jiménez, J.A., Corcuera, P., 2011. Susceptibility of *Varroa destructor* (Gamasida: Varroidae) to four pesticides used in three Mexican apicultural regions under two different management systems. *Int. J. Acarol.* 37(5), 441–447.
- Rosenkranz, P., Aumeier, P., Ziegelmann, B., 2010. Biology and control of *Varroa destructor*. *J. Invertebr. Pathol.* 103, S96–S119.
- Rosenkranz, P., Renz, M., 2003. *Varroa destructor* infestation of adult bees, worker brood and

- drone brood during the season and consequences for treatment concepts. *Apidologie* 34, 509–510.
- Rosenkranz, P., Tewarson, N.C., Singh, A., Engels, W., 1993b. Differential hygienic behaviour towards *Varroa jacobsoni* in capped worker brood of *Apis cerana* depends on alien scent adhering to the mites. *J. Apic. Res.* 32, 89–93.
- Sammataro, D., Untalan, P., Guerrero, F., Finley, J., 2005. The resistance of *Varroa* mites (Acari: Varroidae) to acaricides and the presence of esterase. *Internat. J. Acarol.* 31, 67–74.
- Sammataro, D., Gerson, U., Needham, G., 2000. Parasitic mites of honey bees: life history, implications, and impact. *Annu. Rev. Entomol.* 45, 519–548.
- Satta, A., Floris, I., Eguaras, M., Cabras, P., Garau, V.L., Melis, M., 2005. Formic acid-based treatments for control of *Varroa destructor* in a Mediterranean area. *J. Econ. Entomol.* 98 (2), 267–273.
- Schulz A., (1984) Reproduction und Populationsentwicklung der parasitischen Milbe *Varroa jacobsoni*, in Abhängigkeit vom Brutzyklus ihres Wirtes *Apis mellifera* L. *Apidologie* 15: 401–420.
- Spivak, M., Gilliam, M., 1998a. Hygienic behaviour of honey bees and its application for control of brood diseases and varroa Part I. Hygienic behaviour and resistance to American foulbrood. *Bee World* 79 (3), 124–134.
- Spivak, M., Gilliam, M., 1998b. Hygienic behaviour of honey bees and its application for control of brood diseases and varroa: Part II. Studies on hygienic behaviour since the Rothenbuhler era. *Bee World* 79 (4), 169–186.
- Stanghellini, M.S., Raybold, P., 2004. Evaluation of selected biopesticides for the late fall control of varroa mites in a northern temperate climate. *Am. Bee J.* 144 (6), 475–480.
- Tabor, K.L., Ambrose, J.T., 2001. The use of heat treatment for control of the honey bee mite, *Varroa destructor*. *Am. Bee J.* 141 (10), 733–736.
- Taccheo, B.M., De Paoli, M., Chiesa, F., D'Agaro, M., Pecol, U., 1988. Coumaphos decay and residues in honey samples, in Present Status of Varroaosis in Europe and Progress in the Varroa Mite Control, ed. by Cavalloro R. Commission of the European Communities, Luxemburg, pp. 379–387.
- Tananaki, C., Goras, G., Huggett, N., Karazafiris, E., Dimou, M., Thrasyvoulou, A., 2014.

- Evaluation of the impact of Exomite Pro™ on Varroa mite (*Varroa destructor*) populations and honeybee (*Apis mellifera*) colonies: efficacy, side effects and residues. *Parasitol. Res.* 113, 1251–1259.
- Taylor, M.A., Goodwin, R.M., McBrydie, H.M., Cox, H.M., 2008. The effect of honey bee worker brood cell size on *Varroa destructor* infestation and reproduction. *J. Apic. Res.* 47 (4), 239–242.
- Thompson, H.M., Brown, M.A., Ball, R.F., Bew, M.H. 2002. First report of *Varroa destructor* resistance to pyrethroids in the UK. *Apidologie* 33, 357-366.
- Tsigouri, A.D., Menkissoglu-Spiroudi, U., Thrasyvoulou, A., Diamantidis, G., 2004. Fluvalinate Residues in Honey and Bees wax after Different Colony Treatments. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 72, 975–982.
- Van der Geest, L.P.S., Elliot, S.L., Breeuwer, J.A.J., Beerling, E.A.M., 2000. Diseases of mites. *Exp. Appl. Acarol.* 24, 497–560.
- Van Leeuwen, T., Vontas, J., Tsagkarakou, A., Dermauwa, W., Tirry, L., 2010. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: A review. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 40, 563-572.
- Wang, R., Liu, Z., Dong, K., Elzen, P.J., Pettis, J., Huang, Z.Y., 2002. Association of novel mutations in a sodium channel gene with fluvalinate resistance in the mite, *Varroa destructor*. *J. Apic. Res.* 40, 17-25.
- Yoder, J., Sammataro, D., 2003. Potential to control *Varroa* mites (Acari: Varroidae) using chemical ecology. *Int. J. Acarol.* 29 (2), 137–143.

B. Ελληνική

- Αλυσσανδράκης, Ε., Χαριζάνης, Π., 2001α. Η Ολοκληρωμένη Αντιμετώπιση της Βαρροϊκής Ακαρίασης και το Μέλλον της Μελισσοκομίας, μέρος Α. *Μελισσοκομική Επιθεώρηση* 15 (9), 396-400.
- Αλυσσανδράκης, Ε., Χαριζάνης, Π., 2001β. Η Ολοκληρωμένη Αντιμετώπιση της Βαρροϊκής Ακαρίασης και το Μέλλον της Μελισσοκομίας, μέρος Β. *Μελισσοκομική Επιθεώρηση* 15 (10), 434-438.
- Ζιώγας, Β. και Μαρκόγλου, Α., (2007). *Γεωργική Φαρμακολογία*. Εκδόσεις των ιδίων, Αθήνα. Σελ. 836.
- Θρασυβούλου, Α., 2005. 30 χρόνια βαρρόα. *Μελισσοκομική Επιθεώρηση* 19(4), 206-210.

- Θρασυβούλου, Α., Τσέλιος, Δ., Αδαμίδης, Μ., Γκαλίτσιος, Θ., Διαμαντοπούλου, Α., Ζαχαριάδης, Π. και Μαυροδήμος, Κ., 1998. Ανθεκτικότητα της βαρρόα στα φάρμακα. Οι πρώτες ενδείξεις. *Μελισσοκομική Επιθεώρηση* 12(4), 173-177.
- Θρασυβούλου, Α., Γούναρη, Σ., Παπασουλιάτης, Π., Πολύζου, Ν., 1990. Η αποτελεσματικότητα του amitraz και fluvalinate κατά της βαρρόα και οι επιπτώσεις στις μέλισσες. *Πρακτικά Γ' Μελισσοκομικού Συνεδρίου, Θεσσαλονίκη*, σελ. 156-177.
- Καραζαφείρης, Ε., (2010). Διερεύνηση της επιβάρυνσης των προϊόντων κυψέλης από φυτοπροστατευτικές ουσίες στο περιβάλλον της μέλισσας. *Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Γεωπονική σχολή*, σελ. 15-39.
- Κοκκίνης Μ., Λιάκος Β., (2002α), Διακυμάνσεις του αριθμού των ανοιχτόχρωμων και σκουρόχρωμων *Varroa destructor* (ACARI: VARROIDAE) στους πυθμένες των κυψελών σε μέλισσα *Apis mellifera macedonica* (HYMENOPTERA: APIDAE). *Πρακτικά 1 ου Επιστημονικού Συνεδρίου Μελισσοκομίας – Σηροτροφίας, Αθήνα, 29/11–1/12/2002*, σελ. 108-114.
- Κοκκίνης Μ., Λιάκος Β., (2002β), Εξέλιξη του πληθυσμού του ακάρεως *Varroa destructor* (ACARI: VARROIDAE) σε μέλισσα της *Apis mellifera macedonica* (HYMENOPTERA: APIDAE). *Πρακτικά 1 ου Επιστημονικού Συνεδρίου Μελισσοκομίας–Σηροτροφίας, Αθήνα, 29/11- 1/12/2002*, σελ. 474-481.
- Λιάκος, Β., Θρασυβούλου, Α., Τσέλιος, Δ., 2002. Διερεύνηση αποτελεσματικότητας και μελισσοτοξικότητας του γαλακτικού οξέος εναντίον της βαρρόωσης. *Ανακοινώσεις 1ου Επιστημονικού Συνεδρίου Μελισσοκομίας – Σηροτροφίας, Αθήνα*, σελ. 383-395.
- Λιάκος Β., (1993) *Παθολογία των μελισσών*. Τυπογραφείο ΜΕΛΙΣΣΑ, Ασπροβάλτα, Θεσσαλονίκη 1993.
- Μπακανδρίτσος, Ν., Παπαδούλης, Γ., Λώλος, Π., 1999. Αντιμετώπιση της βαρρόα με φυσικές ουσίες. *Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Μελισσοκομικού Συνεδρίου, Καλαμπάκα*, σελ. 225-235.
- Μπακανδρίτσος, Ν., Παπαναστασίου, Ι., Σαϊτάνης, Κ., 2004. Συγκριτική μελέτη της αποτελεσματικότητας εναλλακτικών σκευασμάτων θυμόλης εναντίον του ακάρεως *Varroa destructor*. *Ανακοινώσεις 2ου Επιστημονικού Συνεδρίου Μελισσοκομίας – Σηροτροφίας, Αθήνα*, σελ. 105-116.
- Παππάς, Ν., 2013. Βαρρόα. Βιολογία και καταπολέμηση. *Μελισσοκομική Επιθεώρηση* 27(6),

372-378.

Σωτηρόπουλος, Δ., 1999. Μυρμηκικό οξύ ραντιστό για την καταπολέμηση της βαρρόα στους καλοκαιρινούς μήνες. Πρακτικά 4ου Πανελλήνιου Μελισσοκομικού Συνεδρίου, Καλαμπάκα, σελ. 236-239.

Υφαντίδης, Μ., 2002. Καταπολέμηση της βαρρόα σε τεχνητά σμάρια. Ανακοινώσεις 1ου Επιστημονικού Συνεδρίου Μελισσοκομίας – Σηροτροφίας, Αθήνα, σελ. 419-427.

Υφαντίδης, Μ., 2003. Αποτελέσματα καταπολέμησης της βαρρόα με τη βοήθεια του θερμοθαλάμου. Μελισσοκομική Επιθεώρηση 17(1), 13-17.

Χαριζάνης, Π.Χ., 2014. Μέλισσα και μελισσοκομική τεχνική. Γ' Έκδοση, εκδόσεις του ιδίου. Σελ. 275.

Γ. Πηγές εικόνων

Εικόνα 1.

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2f/Female_Varroa_destructor_on_the_head_of_a_bee_nymph_%285048099307%29.jpg

Εικόνα 2.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0b/Varroa_destructor_adult_male.jpg

Εικόνα 3. <http://www.uni.illinois.edu/~stone2/DSCN0963%202.sized>

Εικόνα 4. <http://www.ilfavo.net/sito/wp-content/uploads/2008/06/130307972-23daaa17-56bc-4bea-8ca9-f8b114d14c71.jpg>

Εικόνα 5. http://beeinformed.org/wp-content/uploads/2012/04/www.uni_illinois.edu_1.jpg

Εικόνα 7. <http://agdev.anr.udel.edu/maarec/wp-content/gallery/honey-bee-parasites/18.gif>

Εικόνα 8, 9.

http://www.podgardening.co.nz/img/practicalgardening/livestock/Beekeeping/Problems/varroa_treat/varroa-treat-4-add-strips-to-chamber-136.jpg

Εικόνα 10α.

http://www.provet.gr/components/com_virtuemart/shop_image/product/pharmaceutical_products/perizin.png

Εικόνα 10β. http://www.dave-cushman.net/bee/gif/perizin_dosing.gif

Εικόνα 11α.

http://www.provet.gr/components/com_virtuemart/shop_image/product/pharmaceutical_pr

oducts/checkmite.png

Εικόνα 11β.

http://www.provet.gr/components/com_virtuemart/shop_image/product/pharmaceutical_products/bayvarol_strip_500.png

Εικόνα 11γ. <http://www.cornishhoney.co.uk/images/apistan.jpg>