ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΟΣ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΙ ΕΝΕΡΓΟΥΣ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΣΤΙΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΣΣΙΟΥ, ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΕΛΙΟΥ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΛΟΙΠΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΤΗΝ ΚΥΨΕΛΗ»

ΣΙΑΜΠΙΝΤΙΝ ΟΓΛΟΥ ΕΖΓΚΗ, ΓΛΥΝΙΑΔΑΚΗ ΙΩΑΝΝΑ

ΜΑΡΤΙΟΣ, 2023

ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΨΕΙΡΟΦΩΝΙΑ, ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΔΑ ΕΛΜΕΠΑ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΟΛΛΑΡΟΣ

ΕΠΙΚ .ΚΑΘ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΑΛΥΣΣΑΝΔΡΑΚΗΣ

Στις οικογένειές μας

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διατριβή ξεκίνησε και ολοκληρώθηκε στο εργαστήριο της Μελισσοκομίας του τμήματος Γεωπονίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του ΕΛΜΕΠΑ. Αυτή τη στιγμή που το έργο έχει ολοκληρωθεί, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την καθηγήτρια Παναγιωτά Ψειροφωνιά για την ευκαιρία που μου έδωσε να εργαστούμε στο εργαστήριό της και να προσπαθήσουμε να φέρουμε εις πέρας ένα, όπως αποδείχθηκε, δύσκολο έργο. Το σκεύασμα που χρησιμοποιήθηκε ανήκει στην εταιρία «Σπείρα Γης» και αποτελεί δωρεά του Γεωργίου Μπουκιστιανού. Αν και δεν προλάβαμε να τον ευχαριστήσουμε προσωπικά και να μάθουμε περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το σκεύασμα αυτό, η συμβολή του ήταν πολύτιμη.

Επιπρόσθετα, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Στέλιο Μαριδάκη τόσο για την παραχώριση του μελισσοκομικού υλικού όσο και για τις συμβουλές του πάνω στο πείραμα. Τέλος, αναμφίβολα πολλά ευχαριστώ αξίζουν οι οικογένειές μας για την υποστήριξή τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ..... **IV**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ..... **V**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ..... **VI**

ABSTRACT ..... **VIII**

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ **9**

Ιστορικα στοιχεια για την Μελισσοκομια στην Ελλαδα 9

1.1 Μελισσα και Μελισσοκομια 11

1.1.1 Βιολογια και Συστηματικη Καταταξη 11

1.1.2 Μορφολογια 14

1.1.3 Βιολογικος Κυκλος 18

1.1.4 Κοινωνικη Ζωη 20

1.2 Μελισσοκομικη τεχνη στον Ελλαδικο Χωρο 24

1.2.1 Ετησιες εργασιες μελισσοκομου 25

1.2.2 Τροφοδοτηση 29

1.2.3 Προϊοντα Μελισσας 32

1.3 Ενεργοι Μικροοργανισμοι και Μελισσοκομια 39

1.3.1 Οι Ενεργοι Μικροοργανισμοι 39

1.3.2 Η ιστορια των Ενεργων Μικροοργανισμων 39

1.3.3 Συνθεση και Δραση των Ενεργων Μικροοργανισμων 41

1.3.4 Οφελη απο την χρηση των Ενεργων Μικροοργανισμων 45

1.3.5 Οι Ενεργοι Μικροοργανισμοι στην Μελισσοκομια 48

2 Η ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ **55**

2.1 Σκοπος του πειραματος 55

2.2 Υλικα και μεθοδολογια 55

2.2.1 Οι κυψελες και οι επεμβασεις 55

2.2.2 Περιγραφη Αγρου 58

2.2.3 Περιγραφη Πειραματος 59

3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ **66**

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ **91**

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ **94**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μέλισσα (*Apis mellifera*) είναι ίσως το σημαντικότερο έντομο στον πλανήτη και σίγουρα ένα από τα πιο σημαίνοντα μέλη του ζωικού βασιλείου, τόσο για τον άνθρωπο όσο και για την φύση. Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την επίδραση των Ενεργών Μικροοργανισμών (ΕΜ) στην Μελισσοκομία, μέσω ετήσιου πειράματος που περιλαμβάνει την σύγκριση κυψελών που τροφοδοτήθηκαν με ΕΜ και κυψελών που δεν τροφοδοτήθηκαν με ΕΜ στη Κρήτη. Στόχος της είναι να αποδείξει ότι η τροφοδοσία με ΕΜ έχει ως αποτέλεσμα την βελτιωμένη υγεία και συμπεριφορά της κυψέλης.

Το πρώτο μέρος (κεφάλαιο 1) αποτελεί το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο, το οποίο εισάγει και επεξηγεί θέματα και έννοιες που αφορούν τόσο την μελισσοκομία όσο και τους ΕΜ. Αρχικά γίνεται μια ιστορική αναδρομή της μελισσοκομικής τέχνης από την αρχαία Ελλάδα μέχρι και τις ημέρες μας. Κατόπιν αναλύονται η βιολογία και η συστηματική κατάταξη των μελιτοφόρων μελισσών, με έμφαση στην μορφολογία, τον βιολογικό κύκλο και την κοινωνική ζωή τους. Στην επόμενη ενότητα παρατίθενται στοιχεία για την μελισσοκομία στον ελλαδικό χώρο, τα οποία περιλαμβάνουν στατιστικά στοιχεία για την άσκηση της εκτροφής, καθώς και τις επικρατούσες πρακτικές και τεχνικές που χρησιμοποιεί ο Έλληνας μελισσοκόμος. Επίσης αναλύονται θέματα όπως οι τακτικές εργασίες, ο απαραίτητος εξοπλισμός, καθώς και τα προϊόντα της μέλισσας. Η τελευταία ενότητα του θεωρητικού υπόβαθρου αφορά τους ΕΜ. Παρουσιάζεται η ιστορία τους, η σύστασή τους και η δράση τους σε διάφορους τομείς. Επίσης ακολουθεί βιβλιογραφική ανασκόπηση των ωφελειών που προσφέρουν οι ΕΜ στην γεωργία και την κτηνοτροφία.

Το δεύτερο μέρος της εργασίας αφορά το πειραματικό σκέλος. Αρχικά περιγράφονται τα υλικά και κατόπιν οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση του πειράματος. Κατόπιν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του πειράματος που αφορούν μετρήσεις σε έξι κρίσιμες για την υγεία και την ευημερία του μελισσιού παραμέτρους: τον πληθυσμό, την ποσότητα της γύρης, τον γόνο, την αντοχή στην βαρρόα, την υγιεινή κατάσταση και την συνολική μάζα της κυψέλης. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι η χρήση των ΕΜ για την τροφοδοσία των μελισσών έχει

ξεκάθαρη ευεργετική επίδραση στις πρώτες 4 παραμέτρους, ενώ στις 2 τελευταίες εμφανίζονται θετικά μεν αποτελέσματα, τα οποία ωστόσο δεν επιτρέπουν την εξαγωγή σαφών συμπερασμάτων. Η συνολική αποτίμηση του πειράματος εκπληρώνει τον αρχικό σκοπό της εργασίας, αφού στην πλειονότητα των παραμέτρων που μετρήθηκαν, τα μελίσσια που είχαν τροφοδοτηθεί με ΕΜ επέδειξαν βελτιωμένη συμπεριφορά και υγεία.

ABSTRACT

The bee (*Apis mellifera*) is probably the most important insect on the planet and certainly one of the most important members of the animal kingdom, both for humans and for nature. This paper deals with the effect of Active Microorganisms (EM) in Beekeeping, through an annual experiment that includes the comparison of hives fed with EM and hives not fed with EM in Crete. It has as target to demonstrate that EM feeding results in improved hive health and behaviour.

The first part (chapter 1) constitutes the necessary theoretical background, which introduces and explains topics and concepts concerning both beekeeping and EMs. First, there is a historical review of the art of beekeeping from ancient Greece to the present day. Then the biology and systematic classification of honeybees are analyzed, with an emphasis on their morphology, biological cycle and social life. In the next section, data on beekeeping in Greece are listed, which include statistics on the practice of the art as well as the prevailing practices and techniques used by the Greek beekeepers. Topics such as regular operations, necessary equipment and bee products are also analyzed. The last section of the theoretical background concerns EM. Their history, their constitution and their action in various fields are presented. Also follows a literature review of the benefits offered by EM in agriculture and animal husbandry.

The second part of the work concerns the experimental part. First, the materials and then the methods used for the preparation of the experiment are described. Then the results of the experiment are presented, concerning measurements on six parameters critical to the health and well-being of the bee: the population, the amount of pollen, the brood, the resistance to varroa mite, the sanitary condition and the total mass of the hive. The results of the experiment showed that the use of EM for bee feeding has a certain beneficial effect on the first 4 parameters. On the last 2 parameters positive results appear, however clear conclusions cannot be drawn. The overall evaluation of the experiment fulfills the initial purpose of the work, since in most parameters measured; the bees fed with EM showed improved behavior and health.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ιστορικά στοιχεία για την Μελισσοκομία στην Ελλάδα

Η κατανάλωση του μελιού υπήρξε αρκετά διαδεδομένη σε πολλές περιοχές της Γης εδώ και χιλιετίες. Τοιχογραφίες σε σπήλαια στην Αφρική, στην Ισπανία, στην Ν. Αμερική αλλά και στην Ινδία μαρτυρούν ότι οι άνθρωποι από πολύ παλιά γνώριζαν για το μέλι και το ενέταξαν στην διατροφή τους. Οι μεσογειακοί λαοί όπως οι Σουμέριοι, οι Βαβυλώνιοι, οι Χετταίοι, οι Ασσύριοι και οι Αιγύπτιοι θεωρούσαν το μέλι πολύτιμο αγαθό, το προσέφεραν στους θεούς τους και πίστευαν ότι έχει θεραπευτικές ιδιότητες. Το ίδιο ίσχυε και για τους Έλληνες των αρχαίων χρόνων, οι οποίοι έβαλαν το μέλι στον πυρήνα της καθημερινής τους διατροφής. Παρά τις αναφορές στην κατανάλωση μελιού στην αρχαιότητα, δεν είναι εύκολο να προσδιορισθεί ποια περίοδο ξεκίνησε να ασκείται η μελισσοκομία ως συστηματική τεχνική. Είναι πολύ πιθανό ότι η μετάβαση από την αναζήτηση του μελιού στη μελισσοκομία έλαβε χώρα στην Αίγυπτο των Φαραώ με τη δυτική λεγόμενη μέλισσα *Apis mellifera*. Αυτό προκύπτει από απεικονίσεις αναπαραστάσεων κυψελών κατά τον τρύγο, που διασώζονται σε ναούς και τύμβους της αρχαίας Αιγύπτου, οι παλαιότερες από τις οποίες ανάγονται χρονολογικά στα μέσα της 3ης π. Χ. χιλιετίας (Μαυροφρύδης & Χατζήνα 2015).

Οι ρίζες της μελισσοκομίας στην χώρα μας εντοπίζονται σε μυθικές αναφορές και ειδικότερα στον θεό Αρισταίο, ο οποίος ήταν αυτός που δίδαξε τις γεωργικές και κτηνοτροφικές τέχνες στους Έλληνες, ανάμεσα στις οποίες και την μελισσοκομία (Harissis & Harissis 2009). Τον μύθο του Αρισταίου επιβεβαιώνει πλήθος αναφορών έμμεσων και άμεσων στα αρχαία κείμενα. Στη μινωική Κρήτη η αρχαιολογική σκαπάνη έχει φέρει στο φως αρκετά πήλινα αγγεία, τα οποία οι αρχαιολόγοι ταυτίζουν με κυψέλες. Ακόμη, η χρήση κεριού ως φωτιστικού υλικού κατά την Μινωική περίοδο (1600 - 1450 π. Χ.), υποδηλώνει την ύπαρξη μελισσοκομίας. Οι παλαιότερες κυψέλες του ελλαδικού χώρου χρονολογούνται στα τέλη του 5ου π. Χ. αιώνα και έχουν ανακαλυφθεί στην Αττική. Οι κυψέλες αυτές είναι πήλινες οριζόντιες, μονόστομες και έφεραν μικρές πήλινες προεκτάσεις και πώματα από το ίδιο υλικό. Χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή του άκαπνου λεγόμενου μέλιτος, την κορυφαία ποιότητα του αττικού μελιού, το οποίο τρυγιόταν χωρίς τη χρήση καπνού, ώστε το άρωμά του να μην επηρεάζεται από τη μυρωδιά του καπνού. Εκτός των οριζόντιων κυψελών, στην αρχαία Ελλάδα χρησιμοποιούνταν και κάθετες ανάστομες κυψέλες. Ευρήματα υπάρχουν στην Κορινθία τα οποία χρονολογούνται από την ελληνιστική εποχή (323-146 π. Χ.). Οι κυψέλες αυτές χρησιμοποιούσαν κινητές κηρήθρες, γεγονός που έχει αποδειχθεί πλέον και πειραματικά (Μαυροφρύδης & Χατζήνα 2015). Τα παραπάνω ενισχύονται από τις αναφορές και τις πεποιθήσεις των προγόνων μας σχετικά με το μέλι: το «Μελίκρατον» εκθειάζεται από τον Όμηρο για τις θεραπευτικές του ιδιότητες, ο Ιπποκράτης συνιστούσε την χρήση του μελιού για την θεραπεία διαφόρων ασθενειών, οι

Πυθαγόρειοι το θεωρούσαν την καλύτερη τροφή, ενώ επικρατούσε γενικά η αντίληψη ότι οι θεοί τρέφονται με μέλι. Ο Αριστοτέλης (322 π. Χ.) ήταν ο πρώτος που μελέτησε και έγραψε για την μέλισσα και την μελισσοκομία, ενώ ο Σόλων (640-558 π. Χ.) θέσπισε νόμους για τις μελισσοκομικές μονάδες της εποχής.



Εικόνα 1. Ανάστομο κοφίνι της Αττικής (Μαυροφρύδης & Χατζήνα 2015).

Στην νεότερη ιστορία της χώρας, η μελισσοκομία με την σημερινή μορφή καθυστέρησε σε σχέση με τα υπόλοιπα δυτικά κράτη. Την πρωτοβουλία για ανάπτυξη του κλάδου ανέλαβε το 1903 η Ελληνική Γεωργική Εταιρία, λαμβάνοντας αρκετά ευρεία αποδοχή. Αυτό υποδηλώνει την ύπαρξη ισχυρής παράδοσης, η οποία ωστόσο λόγω συνθηκών δεν ευδοκιμούσε λόγω των δυσμενών συνθηκών. Σύμφωνα με την καταγραφή των υποδομών το έτος 1903 υπήρχαν 201.314 παραδοσιακές κυψέλες και μόνο 412 ευρωπαϊκές στην Ελλάδα (ΟΜΣΕ 2013). Η ανάπτυξη της μελισσοκομίας καθυστέρησε λόγω των Βαλκανικών και των Παγκοσμίων πολέμων του περασμένου αιώνα, όμως πλέον η κατάσταση στην χώρα μας είναι πολύ διαφορετική από ότι στο παρελθόν.

Μετά το δεύτερο μισό του περασμένου αιώνα η μελισσοκομία ξεκίνησε να αναπτύσσεται σταθερά, αφού ολοένα και περισσότεροι επαγγελματίες και ερασιτέχνες ασχολήθηκαν με την τέχνη. Συγκεκριμένα η Ελλάδα το 1960 απαριθμούσε περίπου 680 χιλιάδες σμήνη, τα οποία αυξήθηκαν σταδιακά φτάνοντας τις 989 χιλιάδες το 1970, 1.128.000 το 1980, 1.216.000 το 1990 και 1.289.500 το 2000. Το 2005 καταγράφηκαν 1.496.305 κυψέλες, φτάνοντας ουσιαστικά στον υπερδιπλασιασμό των κυψελών μέσα σε αυτή την χρονική περίοδο στην ελληνική επικράτεια. Η ετήσια παραγωγή μελιού την ίδια περίοδο ξεκίνησε από τους 6 χιλιάδες τόνους το 1960 και ξεπέρασε τους 15 χιλιάδες τόνους το 2005 (Χαριζάνης 2005). Στον πίνακα 1 απεικονίζεται η κατανομή των μελισσοκομικών μονάδων και μελισσιών ανά γεωγραφικό διαμέρισμα για το έτος 2005. Τα παραπάνω στοιχεία δείχνουν αφενός την δυναμική του κλάδου αλλά και το γεγονός ότι οι συνθήκες στην Ελλάδα ευνοούν την ενασχόληση με την μελισσοκομική τέχνη.

Πίνακας 1. Κατανομή μελισσοκομικών μονάδων και μελισσιών ανά γεωγραφικό διαμέρισμα (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2012).

	Μελισσοκομικές μονάδες		Μελίσσια	
Περιφέρεια	Αριθμός	%	Αριθμός	%
Αν. Μακεδονία & Θράκη	1.658	8,7	120.854	8,2
Κεντρική Μακεδονία	2.622	13,8	277.371	18,6
Δυτική Μακεδονία	481	2,5	23.464	1,6
Θεσσαλία	1.492	7,8	129.381	8,8
Ήπειρος	1.143	6,0	55.38	3,8
Ιόνια Νησιά	605	3,2	32.512	2,2
Δυτική Ελλάδα	1.724	9,1	80.145	5,5
Στερεά Ελλάδα	2.724	14,3	218.628	14,9
Πελοπόννησος	2.251	11,8	197.367	13,4
Βόρειο Αιγαίο	542	2,8	41.061	2,8
Νότιο Αιγαίο	867	4,6	51.812	3,5
Κρήτη	2.3	12,1	201.600	13,7
Αττική	631	3,3	39.730	2,7
Σύνολο	19.040		1.496.305	

Σύμφωνα με την πιο πρόσφατη ετήσια γεωργική στατιστική έρευνα της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής, το 2018 υπήρχαν στην επικράτεια 1.674.494 κυψέλες μελισσών, αριθμός ο οποίος αυξήθηκε κατά 3% το επόμενο έτος, φτάνοντας στις 1.725.099. Η συνολική ετήσια παραγωγή μελιού ανήλθε στους 22,3 και 22,6 χιλιάδες τόνους για τα έτη 2018 και 2019 αντίστοιχα (ΕΛΣΤΑΤ 2021). Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η Ελλάδα κατατάσσεται στην έκτη θέση πίσω από Ισπανία, Ρουμανία, Πολωνία, Γαλλία και Ιταλία τόσο σε αριθμό κυψελών όσο και σε παραγωγή μελιού. Η μελισσοκομία εμφανίζει ανοδική τάση την τελευταία δεκαετία σε ολόκληρη την Ευρώπη, γεγονός που οφείλεται στην αυξημένη ζήτηση των μελισσοκομικών προϊόντων από την παγκόσμια αγορά. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή σε έκθεσή της το 2020 σημειώνει ότι οι χώρες της Ε.Ε. καλύπτουν κατά 60% τις ανάγκες τους σε μέλι από ίδια παραγωγή, ενώ το υπόλοιπο καλύπτεται κατά κύριο λόγο μέσω εισαγωγών από την Ουκρανία και την Κίνα (European Commission 2020).

1.1 Μέλισσα και Μελισσοκομία

1.1.1 Βιολογία και Συστηματική Κατάταξη

Η μέλισσα κατατάσσεται στα Αρθρόποδα και είναι έντομο της τάξης των

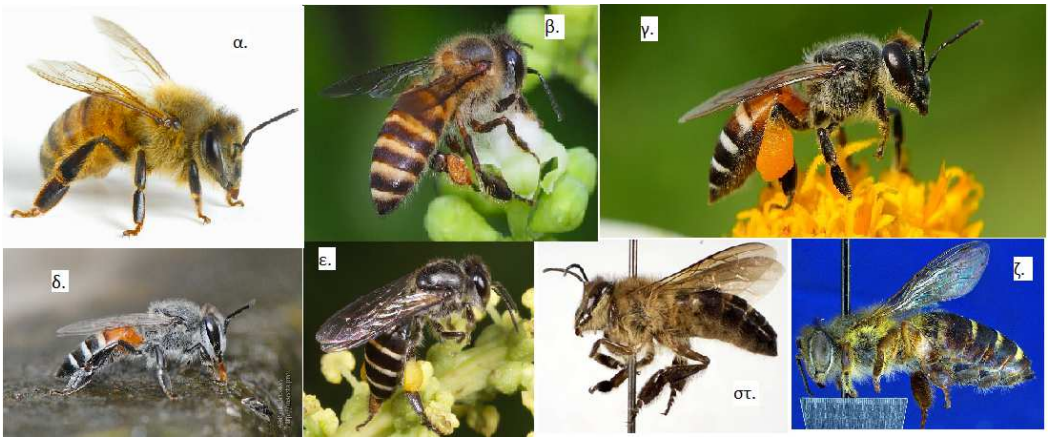
Υμενόπτερων. Από τα δύο γένη κοινωνικών μελισσών (*Apis*, και *Mellipona*) παράγουν μέλι κάποια είδη. Μερικές μέλισσες είναι άγριες όπως η μικρή μέλισσα (*Apis florea*), η γιγάντια μέλισσα (*Apis dorsata*) και η πετρομέλισσα (*Apis laboriosa*). Η μελισσοκομία ασχολείται με την πρακτική διαχείριση των κοινωνικών ειδών των μελισσών, που ζουν σε μεγάλες αποικίες έως και 100.000 ατόμων. Στην Ευρώπη και την Αμερική το είδος που διαχειρίζονται κατά κύριο λόγο οι μελισσοκόμοι είναι η δυτική μέλισσα (*Apis mellifera*). Αυτό το είδος έχει πολλά υποείδη, όπως η ιταλική μέλισσα (*Apis mellifera ligustica*), η ευρωπαϊκή μαύρη μέλισσα (*Apis mellifera mellifera)* και η μέλισσα Carniolan (*Apis mellifera carnica*). Στις τροπικές περιοχές, ευδοκιμούν άλλα είδη κοινωνικών μελισσών για την παραγωγή μελιού, συμπεριλαμβανομένης της ασιατικής μέλισσας (*Apis cerana*). Τα επτά είδη μέλισσας που παράγουν μέλι είναι (Winston 1991, Γούναρη 2010):

1. *Apis mellifera:* (το mellifera είναι λατινική λέξη που σημαίνει μελιτοφόρος) (Linnaeus 1758): Δυτική μέλισσα ή ευρωπαϊκή μέλισσα, μετρίου μεγέθους 14-16mm. Είναι το πιο κοινό εξημερωμένο είδος μέλισσας, ευπροσάρμοστο στη φύση κοινωνικό και σμήνη του βρίσκονται παντού εκτός από την Ανταρκτική. Στην φύση φωλιάζουν σε κοιλότητες χτίζοντας πολλές παράλληλες κηρήθρες. Είναι μέλισσα ευρέως διαδεδομένη στην περιοχή της Ευρώπης, στις μεσογειακές περιοχές, στη Μέση και Ανατολική Αφρική και στις ΗΠΑ. Αποδίδουν 15-20 κιλά μέλι ανά αποικία. Λόγω της υψηλής απόδοσης, της μη επιθετικής φύσης τους, της λιγότερο μεταναστευτικής συμπεριφοράς σε σύγκριση με τα υπόλοιπα είδη, είναι το πλέον προτεινόμενο είδος για μελισσοκομία. Είναι το είδος που ευδοκιμεί κατά κύριο λόγο στην Ελλάδα.
2. *Apis cerana indica* (Fabricius 1798): Η Ινδική μέλισσα, είναι μεσαίου μεγέθους 14-15mm, ευρέως διαδεδομένη σε διάφορα υψόμετρα βουνών, και πεδιάδων που βρίσκονται κάτω από υψόμετρο 2500 μέτρων. Ο βιότοπός τους ποικίλλει από κορμούς δέντρων, κούφιους κορμούς μέχρι τοίχους, ξύλινα κουτιά, θήκες συσκευασίας και άλλες προστατευμένες τοποθεσίες. Φτιάχνουν παράλληλες κηρήθρες σε αυτούς τους βιότοπους. Η πεδινή ποικιλία τους αποδίδει 2-2,5 κιλά και η ορεινή ποικιλία 3,5-4,5 κιλά μέλι ανά αποικία. Η συμπεριφορά τους περιλαμβάνει την επίθεση σε (άλλο) σμήνος ώστε να αποσπάσουν τροφή και κατόπιν αποχωρούν.
3. *Apis dorsata* (Fabricius, 1793): Γιγαντιαία μέλισσα/ πετρομέλισσα. Βρίσκονται κυρίως σε πεδιάδες, λόφους και δασικές περιοχές της Νότιας και Νοτιοανατολικής Ασίας, στο Νεπάλ 4000 μέτρα πάνω από το επίπεδο της θάλασσας. Φτιάχνουν φωλιές σε κλαδιά δέντρων, προεξοχές απότομων βράχων, κτίρια. Είναι μεγάλου μεγέθους που ποικίλλει από 17-20mm σε μήκος και 5 mm σε πλάτος. Αυτό το είδος είναι γνωστό για τη μεγαλύτερη παραγωγή μελιού, περίπου 25-100 κιλά ανά αποικία. Οι εργάτριες της αποικίας εργάζονται ακόμα και σε έντονες βροχές. Το είδος αυτό είναι επίσης γνωστό για την επιθετική του συμπεριφορά ή το άγριο ταμπεραμέντο του όταν διαταράσσεται, καθώς χτίζει μια μεγάλη κηρήθρα που δεν είναι κατάλληλη για εκτροφή στις σύγχρονες

κυψέλες και δεν προτιμά τις κλειστές συνθήκες. Ως εκ τούτου, η μελισσοκομία αυτού του είδους θεωρείται δυσχερής και το μέλι και το κερί τους συλλέγονται κυρίως από άγριες κυψέλες.

4. *Apis florea* (Fabricius, 1787): Μέλισσα νάνος, κόκκινη μέλισσα νάνος ή αλλιώς μικρή μέλισσα. Εντοπίζεται σε Ασία, , (Ταϊλάνδη, Ινδία, Κίνα), Αφρική σε υψόμετρο 1500 έως 4000 μέτρων. Χτίζουν μικρές κυψέλες σε θαμνώδη φυτά, γωνίες κτιρίων, κλαδιά, θάμνους κ.λπ. Χαρακτηρίζονται από την τροφοσυλλεκτική και την αμυντική συμπεριφορά τους (εκπέμπουν έναν χαρακτηριστικό οξύ θόρυβο), σχηματίζουν μικρές αποικίες και ανοιχτού τύπου φωλιές, οι οποίες είναι πιο επιρρεπείς σε θηρευτές. Είναι φτωχοί μελιτοσυλλέκτες και αποδίδουν μόνο κάποια γραμμάρια μελιού ανά κυψέλη. Λόγω των ολιγομελών αποικιών τους, της μεταναστευτικής συμπεριφοράς, και της μικρότερης απόδοσής τους δεν εξημερώνονται για μελισσοκομική χρήση.
5. *Apis andreniformis* (Smith 1858): Η μαύρη μέλισσα νάνος (6,5-10mm) ζει στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές της νοτιοανατολικής Ασίας. Είναι σχετικά σπάνιο είδος και πρόσφατα ταξινομήθηκε ως ξεχωριστό είδος. Είναι οι πιο σκούρες του γένους *Apis* και οι βασίλισσες είναι σχεδόν εξ ολοκλήρου μαύρου χρώματος. Οι εργάτριες μέλισσες έχουν πιο ανοιχτόχρωμα και σχεδόν κίτρινα μέρη. Αυτές οι μέλισσες σχηματίζουν υπαίθριες φωλιές σε σκοτεινές περιοχές του δάσους, που λαμβάνουν περίπου το 25 έως 30% του κανονικού ηλιακού φωτός. Οι φωλιές είναι μονής κυψέλης και κρέμονται από μικρά κλαδάκια δέντρων σε μέσο ύψος περίπου 2,5 μέτρων. Οι κηρήθρες έχουν μέγεθος περίπου 70 έως 90 mm. Η αποθήκευση μελιού γίνεται σε σημεία γύρω από το κλαδί και κάτω από αυτό βρίσκεται η περιοχή του γόνου, όπου αναπτύσσονται οι προνύμφες. Η μαύρη μέλισσα νάνος είναι γενικά ένα πεδινό είδος και μπορεί να μεταναστεύσει σε υψηλότερες περιοχές κατά την περίοδο των βροχών. Το είδος χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο για την παρασκευή ορισμένων εμπορικών προϊόντων, όπως το μέλι, το κερί, ο βασιλικός πολτός και τα δηλητήρια της μέλισσας. Είναι σημαντικοί παράγοντες επικονίασης στην περιοχή εμφάνισής τους.
6. *Apis koschevnikovi*: Η *Apis koschevnikovi* είναι ένα είδος μελισσών που απαντάται στο νησί Βόρνεο της Ινδονησίας και στη Μαλαισία. Οι μέλισσες αυτού του είδους είναι επιμήκεις (16-18mm) και είναι όλες σκούρες και με καφετιές λωρίδες. Η βασίλισσα και οι κηφήνες έχουν λωρίδες ανοιχτού καφέ χρώματος στην κοιλιά, ενώ οι εργάτριες έχουν ανοιχτό πορτοκαλί χρώμα στην κοιλιά. Κατοικούν σε τροπικά αειθαλή δάση, των οποίων η καταστροφή λόγω καλλιεργειών είναι η μεγαλύτερη απειλή για την επιβίωση αυτών των μελισσών. Οι μέλισσες αυτές ζουν σε μικρές αποικίες σε λίγες κυψέλες μέσα στις κοιλότητες δέντρων στα δάση. Είναι τροφοδότες νέκταρ και σημαντικοί επικονιαστές στον βιότοπό τους.
7. *Apis nigrocincta*: Η *Apis nigrocincta* είναι ένα είδος μέλισσας μέτριου μεγέθους που ζει στο νησί των Φιλιππίνων Mindanao, και στα νησιά Sulawesi και

Sangihe στην Ινδονησία. Λίγα είναι γνωστά για τη βιογεωγραφία αυτού του είδους. Στο Sulawesi, οι περισσότερες αποικίες αυτής της μέλισσας βρίσκονται σε υψόμετρα πάνω από 400 μέτρα. Οι μέλισσες χτίζουν μεσαίου μεγέθους φωλιές σε κοιλότητες με πολλαπλές χτένες που απέχουν σχεδόν ίση απόσταση μεταξύ τους. Οι θέσεις φωλιάσματος βρίσκονται κοντά στο έδαφος. Φτιάχνουν δύο τύπων κυψελών με το μικρότερο να είναι για τις εργάτριες και το μεγαλύτερο για τους κηφήνες. Τα κελιά για τη βασίλισσα βρίσκονται προς τα κάτω άκρα των κυψελών.



Εικόνα 2. Τα είδη μελισσών που παράγουν μέλι: α. Apis mellifera, β. Apis cerana, γ. Apis dorsata, δ. Apis florea, ε. Apis andreniformis, στ. Apis koschevnikovi και ζ. Apis nigrocincta (Pauly 2015)

Στην εικόνα 2 περιλαμβάνονται τα 7 είδη μελισσών που παράγουν μέλι και έχουν αναγνωριστεί μέχρι στιγμής. Το είδος *Apis mellifera* είναι σε παγκόσμιο επίπεδο το πιο προτιμώμενο για εκτροφή για τους παρακάτω λόγους:

- Έχει ήπιο χαρακτήρα.
- Επιτίθεται σπανιότερα σε σμήνος.
- Υπάρχει μια γόνιμη βασίλισσα.
- Παραγωγός μελιού
- Μπορεί να προστατεύσει τον εαυτό του και την κυψέλη από τους εχθρούς του εκτός από τις σφήκες.
- Προσαρμόζεται πολύ εύκολα στα διάφορα πλαίσια των κυψελών.

1.1.2 Μορφολογία

Ως έντομο, η μέλισσα έχει τρία κύρια μέρη: το κεφάλι, το θώρακα και την κοιλιά. Αυτά περιλαμβάνουν τα παρακάτω όργανα (Stephen *et al.* 1969, Μπουγά 2002):

1. Κεφάλι: Το κεφάλι έχει τριγωνικό σχήμα και φέρει μάτια, ένα ζευγάρι σύνθετα μάτια και 3 μικρά απλά μάτια, ένα ζευγάρι κεραίες, σιαγόνες και στόμα.

(α) Τα μάτια: Μια μέλισσα έχει ένα ζευγάρι σύνθετα μάτια και τρία μικρά απλά μάτια. Τα απλά μάτια δεν βλέπουν, αλλά αντιλαμβάνονται αλλαγές στην ένταση του φωτός. Τα σύνθετα μάτια αντιλαμβάνονται τις εικόνες. Το εύρος μήκους κύματος που βλέπει η μέλισσα είναι 300-650 nm, με αποτέλεσμα να μπορεί να διακρίνει 4 χρώματα:

υπεριώδες, μπλε, πρασινομπλέ και κίτρινο. Τα μάτια ενός κηφήνα είναι κατά πολύ μεγαλύτερα από αυτά της εργάτριας ή της βασίλισσας και καταλαμβάνουν μεγαλύτερο ποσοστό του συνολικού όγκου του κεφαλιού. Αυτά βοηθούν στο να εντοπίσει τη βασίλισσα, καθώς την καταδιώκει κατά τη διάρκεια του ζευγαρώματος.

(β) Οι κεραίες: Είναι ένα ζεύγος ευαίσθητων υποδοχέων, των οποίων η βάση βρίσκεται σε μια μικρή μεμβρανώδη περιοχή που μοιάζει με υποδοχή του τοιχώματος της κεφαλής. Αυτές χρησιμεύουν για την καθοδήγηση της μέλισσας έξω και μέσα στην κυψέλη καθώς είναι ευαίσθητες στην αφή και τη μυρωδιά. Βοηθούν επίσης τη μέλισσα να διαφοροποιήσει τις μυρωδιές λουλουδιών και φερομόνης και να εντοπίσει πιθανούς εισβολείς της κυψέλης.

(γ) Στοματικά όργανα: Γνάθοι: Χρησιμοποιούνται για το μάσημα του ξύλου κατά την επαναδιαμόρφωση της εισόδου της κυψέλης, για το μάσημα γύρης και την επεξεργασία κεριού για την κατασκευή κηρύθρας. Χρησιμοποιεί λείχοντα μυζητικά και η προβοσκίδα αποτελείται από τμήματα της άνω γνάθου και του χείλους τα οποία συναρμολογούν έναν μοναδικό σωλήνα για την απομύζηση υγρών όπως γλυκοί χυμοί, νέκταρ, νερό και μέλι. Η μέλισσα το απελευθερώνει όταν χρειάζεται, στη συνέχεια το αποσύρει και το διπλώνει πίσω κάτω από το κεφάλι. Η μέλισσα μπορεί να διακρίνει τις ίδιες 4 γεύσεις με τον άνθρωπο (γλυκό, ξινό, πικρό, αλμυρό).

2. Θώρακας: Είναι το μεσαίο τμήμα του εντόμου και είναι θωρακισμένο. Υποστηρίζει δύο ζευγάρια φτερά και τρία ζευγάρια πόδια. Έχει μύες που ελέγχουν την κίνηση του κεφαλιού, της κοιλιάς και των φτερών.

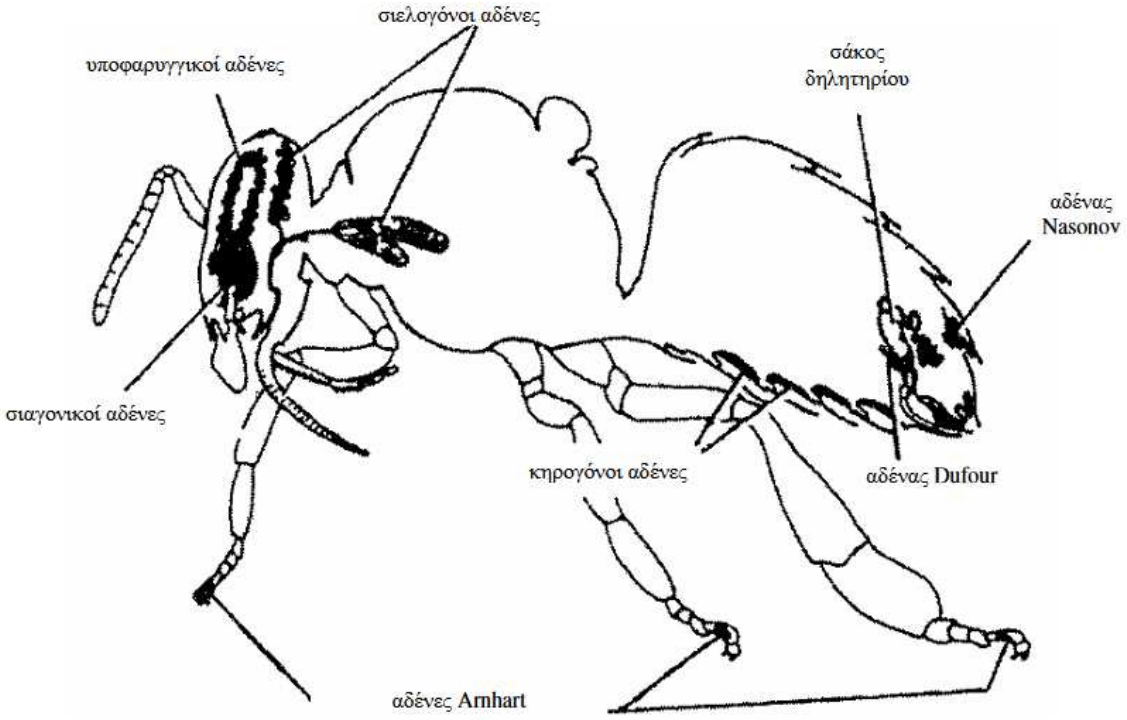
(α) Πόδια: Κάθε ζευγάρι ποδιών διαφέρει από τα άλλα δύο ζεύγη. Κάθε πόδι αποτελείται από έξι τμήματα με νύχια στην άκρη που βοηθούν τη μέλισσα να προσκολληθεί στις επιφάνειες. Το πρόσθιο ζεύγος ποδιών λέγεται σμηκτικού τύπου επειδή με αυτό η μέλισσα καθαρίζει τις κεραίες της από τη γύρη και τη σκόνη. Το μεσαίο ζεύγος ποδιών είναι βαδιστικού τύπου, ενώ το οπίσθιο είναι συλλεκτικού τύπου και φέρει στην κνήμη το καλαθάκι της γύρης, ένα κοίλωμα στην μέσα πλευρά του ποδιού, στο οποίο η εργάτρια κουβαλάει τη γύρη.

(β) Πτέρυγες (φτερά): Όπως και τα φτερά άλλων εντόμων, αυτά είναι λεπτά, επίπεδα και δύο τύπων. Το μπροστινό ζεύγος είναι πολύ μακρύτερο από το πίσω ζεύγος. Τα φτερά των εργατριών είναι για πτήση και αερισμό της κυψέλης ενώ αυτά των κηφήνων και της βασίλισσας είναι μόνο για πτήση. Η μέση ταχύτητα πτήσης της εργάτριας μέλισσας είναι περίπου 24 Km/h.

3. Κοιλιά: Είναι επίσης θωρακισμένο τμήμα και περιέχει ζωτικά μέρη όπως η καρδιά, ο σάκος μελιού (μελιστόμαχος), το στομάχι, τα έντερα και το κεντρί, το αμυντικό δηλαδή όργανο του εντόμου. Η κοιλιά των μελισσών αποτελείται από 10 συνολικά κοιλιακούς δακτυλίους (7 ορατούς και 3 μη διακριτούς).

Η μέλισσα έχει επίσης ανεπτυγμένα τα εξής συστήματα: πεπτικό, απεκκριτικό, κυκλοφορικό, αναπνευστικό και νευρικό. Η πλειοψηφία των μελισσών (εργάτριες) έχει περιορισμένη ανάπτυξη του αναπαραγωγικού καθώς αναστέλλει την ανάπτυξη των ωοθηκών στις εργάτριες μέλισσες. Το σύστημα όμως που είναι ανεπτυγμένο στις

μέλισσες και παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι το αδενικό. Οι μέλισσες διαθέτουν τόσο ενδοκρινείς όσο και εξωκρινείς αδένες. Οι μεν παράγουν φερομόνες που δρουν μέσα στο σώμα της μέλισσας, ενώ οι δε φερομόνες που σχετίζονται με τις δραστηριότητες του εντόμου. Από τους ενδοκρινείς, σημαντικοί είναι οι προθωρακικοί αδένες, οι οποίοι συναντώνται μόνο στις προνύμφες και παράγουν την εκδυσόνη, την ορμόνη η οποία ελέγχει τις εκδύσεις. Επίσης, οι αδένες corpora allata παράγουν τη νεανική ορμόνη, στην οποία οφείλεται η διαφοροποίηση της κάστας. Όταν η προνύμφη προορίζεται για βασίλισσα, ο αδένας αυτός διεγείρεται από τα συστατικά του βασιλικού πολτού και παράγει μεγαλύτερες ποσότητες νεανικής ορμόνης. Οι αδένες αυτοί ρυθμίζουν την αύξηση και ανάπτυξη των ενήλικων μελισσών, καθώς και την κατανομή εργασιών (Αλυσσανδράκης 2007). Οι εξωκρινείς αδένες σχετίζονται με τις τέσσερεις βασικές λειτουργίες της εργάτριας μέλισσας: την παραγωγή κεριού, την επικοινωνία, την άμυνα και την επεξεργασία της τροφής (Εικόνα 3).



Εικόνα 3. Εξωκρινείς αδένες της εργάτριας μέλισσας (Michener & Michener 1974).

Οι μέλισσες διαθέτουν ένα από τα πιο πολύπλοκα φερομονικά συστήματα επικοινωνίας που υπάρχουν στη φύση, με 15 γνωστούς αδένες, οι οποίοι παράγουν μια σειρά από ενώσεις. Οι φερομόνες παράγονται σε υγρή μορφή και μεταδίδονται με άμεση επαφή, ενώ μπορεί να είναι πτητικές ή μη. Στην ουσία είναι χημικοί αγγελιοφόροι που εκκρίνονται από όλες τις κάστες και προκαλούν την απόκριση του υπόλοιπου σμήνους. Τα χημικά μηνύματα λαμβάνονται συνήθως από τις κεραίες και άλλα μέρη του σώματος. Οι φερομόνες της μέλισσας (*Apis mellifera*) μπορούν να ομαδοποιηθούν σε φερομόνες με βραχυπρόθεσμες επιδράσεις (releaser pheromones) και σε φερομόνες με μακροπρόθεσμες επιδράσεις (primer pheromones). Οι μεν αλλάζουν τη συμπεριφορά του δέκτη και οι δε αλλάζουν τη φυσιολογία του. Οι

φερομόνες που έχουν βραχυπρόθεσμη επίδραση προκαλούν μια σχεδόν άμεση αλλαγή συμπεριφοράς από τη μέλισσα που δέχεται. Κάτω από ορισμένες συνθήκες μια φερομόνη μπορεί να έχει διπλή δράση. Οι φερομόνες δεν είναι μεμονωμένες χημικές ουσίες, αλλά μάλλον ένα σύνθετο μείγμα πολλών χημικών ουσιών σε διαφορετικά ποσοστά. Οι κατηγορίες τους είναι οι εξής (Blum 1992):

1. Φερομόνες συναγερμού: Δύο κύριες φερομόνες συναγερμού έχουν εντοπιστεί. Η πρώτη απελευθερώνεται από τον αδένα Koschevnikov, κοντά στο κεντρί, και αποτελείται από περισσότερες από 40 χημικές ενώσεις. Αυτές οι χημικές ενώσεις έχουν χαμηλό μοριακό βάρος, είναι εξαιρετικά πτητικές και φαίνεται να είναι οι λιγότερο ειδικές από όλες τις φερομόνες. Οι φερομόνες συναγερμού απελευθερώνονται όταν μια μέλισσα τσιμπάει ένα άλλο ζώο και προσελκύουν άλλες μέλισσες στην τοποθεσία και αναγκάζουν τις άλλες μέλισσες να συμπεριφέρονται αμυντικά, δηλαδή να τσιμπήσουν ή να επιτεθούν. Ο καπνός μπορεί να καλύψει τη φερομόνη συναγερμού των μελισσών. Η δεύτερη φερομόνη συναγερμού απελευθερώνεται από τους αδένες της κάτω γνάθου και αποτελείται από μια εξαιρετικά πτητική ουσία.
2. Φερομόνη αναγνώρισης γόνου: Αυτή η φερομόνη είναι υπεύθυνη για την αποτροπή των εργατριών μελισσών να γεννήσουν απογόνους σε μια αποικία που έχει ακόμη αναπτυσσόμενα μικρά. Τόσο οι προνύμφες όσο και οι νύμφες εκπέμπουν μια φερομόνη "αναγνώρισης γόνου". Αυτό αναστέλλει την ανάπτυξη των ωοθηκών στις εργάτριες μέλισσες και βοηθά τις μέλισσες που ανατρέφουν τα μικρά να διακρίνουν τις προνύμφες εργάτριες από τις προνύμφες και τις νύμφες κηφήνων. Αυτή η φερομόνη είναι ένα μείγμα δέκα συστατικών εστέρων λιπαρών οξέων, το οποίο επίσης ρυθμίζει τις αναλογίες της κάστας των ενηλίκων και της αναζήτησης τροφής ανάλογα με τη συγκέντρωσή της. Τα συστατικά της φερομόνης του γόνου έχει αποδειχθεί ότι ποικίλλουν ανάλογα με την ηλικία της αναπτυσσόμενης μέλισσας.
3. Φερομόνη κηφήνων: Οι κηφήνες παράγουν μια φερομόνη που προσελκύει άλλους ιπτάμενους κηφήνες για το κάλεσμα σε τοποθεσίες κατάλληλες για ζευγάρωμα με βασίλισσες.
4. Φερομόνη του αδένα Dufour: Ο αδένας του Dufour βρίσκεται στο ραχιαίο κολπικό τοίχωμα. Εκκρίνει τα αλκαλικά του προϊόντα στην κολπική κοιλότητα και θεωρείται ότι περιέχεται στα αυγά καθώς εναποτίθενται. Το σύμπλεγμα των 24 χημικών ουσιών διαφέρει μεταξύ εργατριών σε αποικίες με βασίλισσα και σε αποικίες χωρίς βασίλισσα. Στην τελευταία περίπτωση, οι εκκρίσεις Dufour των εργατριών είναι παρόμοιες με αυτές μιας υγιούς βασίλισσας.
5. Φερομόνη σήμανσης αυγών: Είναι παρόμοια με αυτή που περιγράφηκε παραπάνω, βοηθά τις μέλισσες να διακρίνουν μεταξύ των αυγών που γεννά η βασίλισσα και των αυγών που γεννά μια ωοτόκα εργάτρια.
6. Φερομόνη αποτυπώματος: Αυτή η φερομόνη αφήνεται από τις μέλισσες όταν περπατούν και είναι χρήσιμη για την ενίσχυση των φερομόνων Nasonov στην αναζήτηση νέκταρος. Στη βασίλισσα, είναι ένα ελαιώδες έκκριμα των ταρσικών

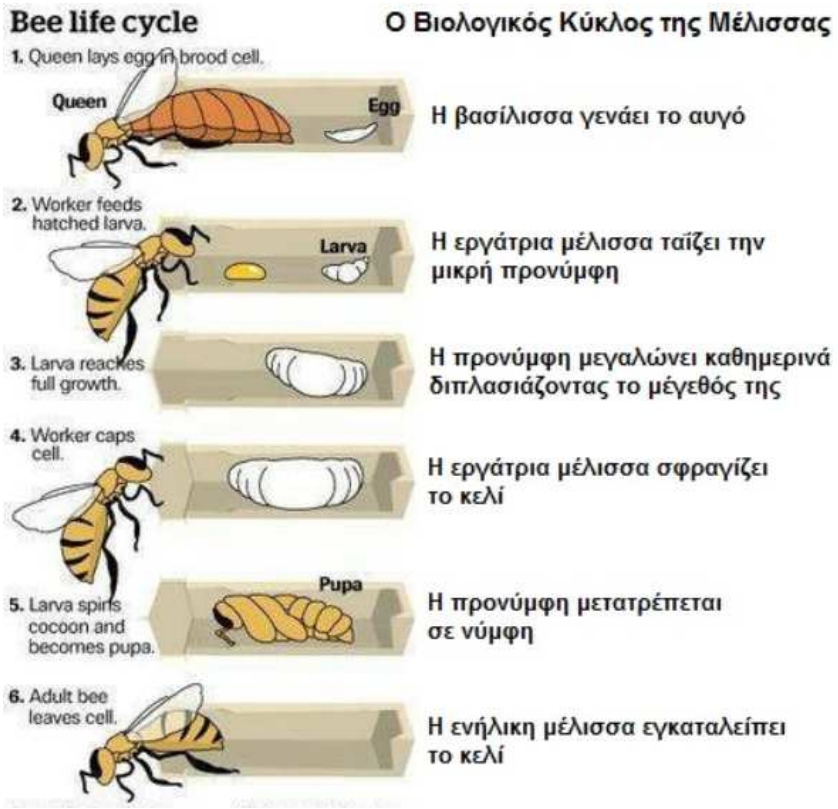
αδένων που εναποτίθεται στην κυψέλη, καθώς περπατά κατά μήκος της. Αυτό αναστέλλει την κατασκευή των βασιλικών κελιών (αναστέλλοντας έτσι το σμήνος) και η παραγωγή του μειώνεται καθώς η βασίλισσα γερνάει.

7. Φερομόνη τροφοσυλλεκτών: Απελευθερώνεται από τις μεγαλύτερες μέλισσες τροφοσυλλέκτες για να επιβραδύνει την ωρίμανσή τους. Αυτή η φερομόνη δρα ως ρυθμιστής για να διατηρείται η αναλογία των μελισσών- τροφοσυλλεκτών σε ισορροπία που είναι πιο ωφέλιμη για την κυψέλη.
8. Φερομόνη Nasonov: Αυτή η φερομόνη εκπέμπεται από τις εργάτριες μέλισσες και χρησιμοποιείται για προσανατολισμό.

Άλλες φερομόνες που παράγονται από τις περισσότερες μέλισσες είναι η φερομόνη του ορθού αδένα, η φερομόνη του ταρσού, η φερομόνη του κηρογόνου αδένα και η φερομόνη του αδένα τεργίτη. Επίσης η φερομόνη σιαγονικού αδένα που εκπέμπεται από τη βασίλισσα, είναι ένα από τα πιο σημαντικά σύνολα φερομονών στην κυψέλη, αφού συμβάλλει στην αναγνώριση των μελών της αποικίας, αναστέλλει την ανάπτυξη των ωοθηκών στις εργάτριες μέλισσες, αποτρέπει τις εργάτριες από το να χτίσουν βασιλικά κελιά, βοηθά το σμήνος (αποικία) να κινηθεί ως συνεκτική μονάδα, προσελκύει τους κηφήνες κατά τις πτήσεις ζευγαρώματος (Winston & Slessor 1998).

1.1.3 Βιολογικός Κύκλος

Οι μέλισσες είναι ένα από τα λίγα έντομα που έχουν κοινωνική δομή, κάστες, οι οποίες αποτελούνται από μια αναπαραγωγική βασίλισσα (ένα παραγωγό αυγών στην αποικία), έναν μικρό αριθμό κηφήνες (αρσενικά) ανάλογα με την εποχή του χρόνου και πολυάριθμες έως περίπου 60.000 εργάτριες ή μη αναπαραγωγικές θηλυκές μέλισσες. Οι μέλισσες υφίστανται πλήρη μεταμόρφωση (ολομεταβολισμός) και αναπτύσσονται σε τέσσερα στάδια ζωής, αυγό, προνύμφη, νύμφη και ενήλικο άτομο (Θρασυβούλου 1998).



Εικόνα 4. Τα 4 στάδια ανάπτυξης της μέλισσας (melissokomianet.gr).

Ο βιολογικός κύκλος ξεκινά με το ζευγάρωμα της βασίλισσας με τους κηφήνες. Για να γίνει αυτό, η βασίλισσα αφήνει την κυψέλη ή τη φωλιά σε μια πτήση ζευγαρώματος, όπου θα ζευγαρώσει στον αέρα έως και 24 φορές. Η γονιμοποιημένη βασίλισσα επιστρέφει κατόπιν στην κυψέλη, όπου γεννά τα αυγά που θα εξελιχθούν σε ενήλικες μέλισσες και υπάρχουν μικρές διακυμάνσεις στον χρόνο που χρειάζεται για να βγει κάθε κάστα από το αυγό (Αλυσσανδράκης 2007):

1. Αυγό: Η βασίλισσα γεννά τα αυγά της σε κηρήθρα μέσα στην κυψέλη. Η κηρήθρα είναι μια μάζα από κέρινα κελιά σε σχήμα εξαγώνου που κατασκευάζονται από τις εργάτριες για να αποθηκεύουν μέλι και αυγά. Κάθε αυγό έχει περίπου το μέγεθος ενός κόκκου ρυζιού και η βασίλισσα μπορεί να γεννήσει έως και 3.000 την ημέρα. Τα γονιμοποιημένα αυγά θα γίνουν θηλυκά (εργάτριες ή πιθανές βασίλισσες). Τα μη γονιμοποιημένα αυγά θα γίνουν κηφήνες (αρσενικές μέλισσες) και θα τοποθετηθούν σε «κελιά κηφήνων» που είναι μεγαλύτερα από αυτά των εργατριών μελισσών. Μια πιθανή μελλοντική βασίλισσα μέλισσα τοποθετείται σε ένα ειδικό «βασιλικό» κελί.
2. Προνύμφη: Μετά από 3 ημέρες, το αυγό εξελίσσεται σε προνύμφη, έναν μικρό λευκό σκώληκα. Δεν έχει πόδια και είναι τυφλή. Οι προνύμφες τρέφονται από νεαρές εργάτριες μέλισσες που δεν έχουν φύγει ακόμη από την κυψέλη, είτε με πολτό εργατριών (εργάτριες), είτε με πολτό κηφήνων (αρσενικά) ή με βασιλικό πολτό (βασίλισσα). Αρχικά, όλες οι προνύμφες των εργατριών μελισσών τρέφονται με πολτό για 3 - 4 ημέρες, μετά τις οποίες οι εργάτριες τρέφονται με

ένα ελαφρώς διαφορετικό πολτό που περιέχει λιγότερη πρωτεΐνη. Ενώ οι ενήλικες εργάτριες μέλισσες θα τρέφονται με γύρη και μέλι, μια προνύμφη που προορίζεται για βασίλισσα τρέφεται μόνο με βασιλικό πολτό και θα συνεχίσει να τρέφεται με βασιλικό πολτό σε όλη της τη ζωή. Καθώς η προνύμφη μεγαλώνει, θα εκδυθεί (αποβάλλει το εξωτερικό της δέρμα) αρκετές φορές. Μετά από περίπου 6 ημέρες (ανάλογα με το αν η μέλισσα είναι εργάτρια, κηφήνας ή βασίλισσα), το κελί καλύπτεται με ένα στρώμα κεριού από τις εργάτριες μέλισσες.

3. Πλαγγόνα: Μέσα στο σφραγισμένο με κερί κελί της, η προνύμφη περιβάλλεται με ένα κουκούλι γύρω από τον εαυτό της και σταδιακά μετατρέπεται σε νύμφη. Οι νύμφες αρχίζουν να αναπτύσσουν μερικά από τα χαρακτηριστικά των ενήλικων μελισσών όπως πόδια, φτερά, μάτια και τριχίδια.
4. Ενήλικο άτομο: Στο τελικό στάδιο, μια νεαρή ενήλικη μέλισσα θα αναδυθεί από το εξαγωνικό κελί της, μασώντας το κερί που το περιβάλλει. Συνολικά, οι νέες βασίλισσες χρειάζονται περίπου 16 ημέρες για να βγουν από το αυγό, οι εργάτριες χρειάζονται μεταξύ 18 και 22 ημερών για να αναπτυχθούν πλήρως και οι κηφήνες χρειάζονται 24 ημέρες.

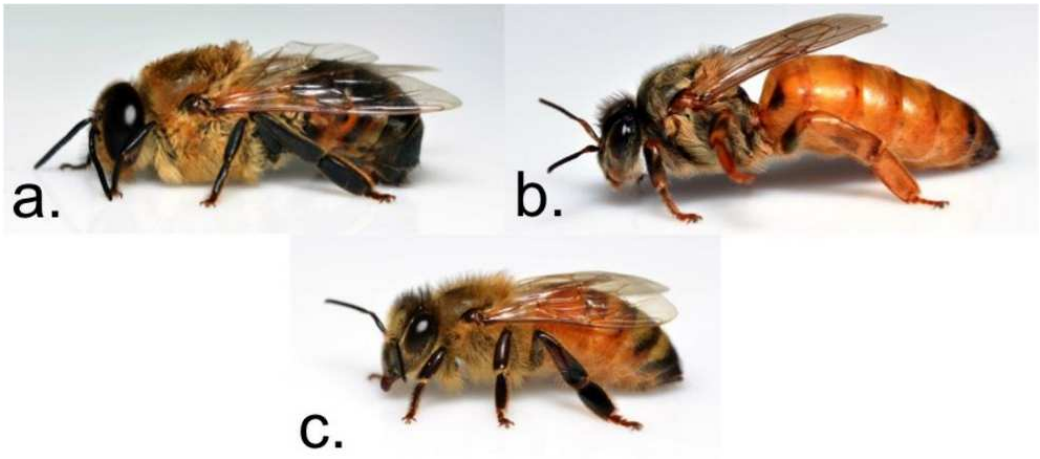
1.1.4 Κοινωνική Ζωή

Τρία χαρακτηριστικά καθορίζουν τα επίπεδα κοινωνικότητας που παρατηρούνται στα έντομα: 1) ο αναπαραγωγικός καταμερισμός της εργασίας: τα περισσότερα άτομα είναι μη αναπαραγωγικά και ειδικεύονται στην ανάπτυξη, τη συντήρηση και την άμυνα των αποικιών, ενώ λίγα μόνο αναπαράγονται. 2) η συλλογική φροντίδα γόνου: άτομα εντός της αποικίας φροντίζουν απογόνους που δεν είναι δικοί τους, και 3) οι αλληλεπικαλυπτόμενες γενιές: οι απόγονοι συμβάλλουν στην εργασία σε αποικίες, ενώ οι γονείς τους (τουλάχιστον οι μητέρες τους) είναι ακόμα ζωντανοί και εντός της αποικίας. Τα είδη που εκδηλώνουν και τα τρία παραπάνω χαρακτηριστικά είναι άκρως κοινωνικά ή ευκοινωνικά (eusocial). Οι μέλισσες (Hymenoptera, Apidae, *Apis*) πληρούν και τα τρία κριτήρια που περιγράφονται παραπάνω και ως εκ τούτου είναι κοινωνικές (Atkins 1975):

1. Αναπαραγωγικός καταμερισμός εργασίας: Κάθε αποικία μελισσών αποτελείται από μια βασίλισσα (αναπαραγωγικό θηλυκό), εργάτριες (μη αναπαραγωγικά θηλυκά) και κηφήνες (αρσενικά). Κάθε κάστα έχει έναν σαφώς καθορισμένο ρόλο ο οποίος δεν εκτελείται από μέλη άλλης κάστας.
2. Συλλογική φροντίδα γόνου: Οι εργάτριες φροντίζουν τους απογόνους της βασίλισσας. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι απόγονοι της βασίλισσας είναι αδερφές με τις εργάτριες που τις εκτρέφουν.
3. Αλληλεπικαλυπτόμενες γενιές: Οι βασίλισσες μπορούν να ζήσουν αρκετά χρόνια και να συνυπάρχουν στην αποικία με τους απογόνους τους (εργάτριες και κηφήνες).

Το μελίσσι είναι μια οντότητα, καθώς κάθε μέλισσα δε μπορεί να επιβιώσει

μόνη της. Πρόκειται, δηλαδή, για έναν υπεροοργανισμό, κάθε μέλος του οποίου επιτελεί έναν συγκεκριμένο σκοπό. Σε μια μέση αποικία μελισσών υπάρχουν: μια γόνιμη βασίλισσα, της οποίας η κύρια δραστηριότητα είναι η ωοτοκία, από 20.000 έως 80.000 μη αναπαραγωγικές εργάτριες μέλισσες, που εκτελούν τις απαραίτητες εργασίες και από 300 έως 800 γόνιμα αρσενικά που ονομάζονται κηφήνες. Επίσης υπάρχουν περίπου 5.000 αυγά και 25.000 – 30.000 ανώριμες μέλισσες (γόνος), σε διάφορα στάδια ανάπτυξης. Από αυτά, περίπου 10.000 είναι νεοεκκολαφθείσες προνύμφες, που πρέπει να ταΐσουν οι εργάτριες. Το υπόλοιπο του γόνου αποτελείται από νύμφες, οι οποίες σφραγίζονται στα κελιά τους από τις εργάτριες για να ωριμάσουν. Η ύπαρξη διαφορετικών μορφών του ίδιου είδους λέγεται πολυμορφισμός.



Εικόνα 5. Οι τρεις κάστες της κοινωνίας των μελισσών Apis: επάνω αριστερά ο κηφήνας, επάνω δεξιά η βασίλισσα και κάτω η εργάτρια (Mortensen, Smith, & Ellis 2015).

Οι τρεις κάστες των μελισσών: κηφήνες, βασίλισσες και εργάτριες απεικονίζονται στην Εικόνα 4. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε κάστας είναι (Αλυσσανδράκης 2007· Ellis, Smith & Mortensen 2019):

1. **Κηφήνες**

Οι κηφήνες είναι οι αρσενικές μέλισσες. Το κεφάλι και ο θώρακάς τους είναι μεγαλύτερα από αυτά των θηλυκών. Τα μεγάλα μάτια φτάνουν μέχρι πάνω στο κέντρο του κεφαλιού τους, κάτι που τα κάνει να φαίνονται περισσότερο σαν μύγες. Οι κοιλιές τους είναι χοντρές και αμβλείς στο άκρο παρά μυτερές όπως οι κοιλιές των θηλυκών. Η μέση διάρκεια ζωής τους είναι 55 ημέρες. Οι κηφήνες που ζευγαρώνουν με νέες βασίλισσες μελισσών, πεθαίνουν αμέσως μετά το ζευγάρωμα.

2. **Βασίλισσα**

Οι βασίλισσες είναι τα αναπαραγωγικά θηλυκά του είδους. Το κεφάλι και ο θώρακας της βασίλισσας είναι παρόμοια σε μέγεθος με αυτά της εργάτριας. Ωστόσο, η βασίλισσα έχει μεγαλύτερη κοιλιά από την εργάτρια λόγω των ανεπτυγμένων ωοθηκών της. Ζει ως και 5 χρόνια και η δουλειά της είναι να γεννάει και να διατηρεί την ισορροπία του μελισσιού με τις φερομόνες που εκκρίνει. Μετά την φάση της ανάπτυξής της, η βασίλισσα εξέρχεται από το κελί της, και ξεκινά να ψάχνει και να

θανατώνει, χρησιμοποιώντας το κεντρί της, τις υπόλοιπες βασίλισσες πριν βγουν από τα κελιά τους. Αν εξέλθουν ταυτόχρονα δύο ή περισσότερες βασίλισσες, μάχονται μέχρι να επιβιώσει μόνο μια. Μετά από 7 ημέρες, και αφού έχει ωριμάσει σεξουαλικά, βγαίνει από την κυψέλη και κάνει τη λεγόμενη γαμήλια πτήση, κατά την οποία γονιμοποιείται από 8-10 κηφήνες κατά μέσο όρο. Κατά μέσο όρο γεννάει 1500 αυγά κάθε μέρα, ενώ τρέφεται αποκλειστικά με βασιλικό πολτό από τις νεαρές εργάτριες.

3. Εργάτριες

Οι εργάτριες μέλισσες είναι μη αναπαραγωγικές θηλυκές μέλισσες. Είναι οι μικρότερες σε μέγεθος από τις τρεις κάστες και το σώμα τους έχει εξειδικευμένα όργανα για την συλλογή γύρης και νέκταρος. Έχουν μεγάλα φτερά και μακριά προβοσκίδα, ενώ διαθέτουν αδένες για την παραγωγή βασιλικού πολτού και κεριού. Η διάρκεια της ζωής τους κυμαίνεται από 1 έως 6 μήνες. Όταν υπάρχει άφθονη τροφή και οι μέλισσες εργάζονται διαρκώς, οι εργάτριες ζουν περίπου 1 μήνα, ενώ το χειμώνα που βρίσκονται εντός της κυψέλης και δεν καταναλώνουν ενέργεια, ζουν μέχρι και 6 μήνες. Μέσα στην κυψέλη υπάρχει κατανομή των εργασιών, και κάθε εργάτρια μπορεί να ασχολείται με τον καθαρισμό της κυψέλης και των κελιών, τον αερισμό και τη φρούρηση της κυψέλης, την περιποίηση της βασίλισσας και του γόνου, το χτίσιμο των κηρήθρων και τη συλλογή και την επεξεργασία της τροφής. Αντί να ειδικεύεται σε μία μόνο εργασία, κάθε εργάτρια προχωρά σε εργασίες αποικίας με προβλέψιμη σειρά με βάση την ηλικία. Αυτή η εξέλιξη ονομάζεται μορφολογικός (ή ηλικιακός) πολυεθισμός (πολλά ήθη).

Τον καταμερισμό των εργασιών με βάση την ηλικία κατέγραψε ο Selley (1983) σημειώνοντας τα παρακάτω για τις εργάτριες:

1. Πρώτες δύο ημέρες: Μετά την ανάδυση από το κελί οι νεαρές μέλισσες γίνονται καθαριστές, αφαιρώντας υπολείμματα προνυμφών και νυμφών και άλλα υλικά, όπως σκόνη από τα κελιά.
2. Από την τρίτη έως την πέμπτη ημέρα: Ασχολούνται με την ανατροφή του γόνου, ταΐζοντας τις προνύμφες των εργατριών και τις προνύμφες κηφήνων με μέλι, γύρη και αδενικές εκκρίσεις.
3. Από την 6η έως τη 10η ημέρα: Ταΐζουν προνύμφες εργατριών και προνύμφες κηφήνων ηλικίας μικρότερης των 2 ημερών, καθώς και προνύμφες βασίλισσας. Τροφοδοτούν τα κελιά με βασιλικό πολτό που εκκρίνεται από τους υποφαρυγγικούς αδένες.
4. Από τη 10η έως την 15η ημέρα: Οι μέλισσες συλλέγουν νέκταρ και γύρη από τους τροφοσυλλέκτες, καθώς φέρνουν προμήθειες στην κυψέλη και τις αποθηκεύουν.
5. Από την 5η έως την 17η ημέρα: Γίνονται κατασκευαστές, αναλαμβάνουν το έργο της κατασκευής και επισκευής κυψελών.
6. Από τη 18η έως την 20ή μέρα: Γίνονται φύλακες, υπερασπίζοντας την κυψέλη από άλλα έντομα και ιδιαίτερα από εργάτριες από άλλες κυψέλες που

προσελκύονται από το αποθηκευμένο μέλι. Οι κηφήνες άλλων αποικιών είναι, αντίθετα, ανεκτοί.

7. Κοντά στην 21η μέρα: Οι μέλισσες γίνονται τροφοσυλλέκτες, αφήνοντας την αποικία ώστε να συλλέξουν γύρη και νέκταρ από λουλούδια και δευτερευόντως κάποιες άλλες ουσίες, όπως η πρόπολη.

Είναι αξιοσημείωτο ότι, για τρεις εβδομάδες, οι μέλισσες παραμένουν μέσα στην κυψέλη. Μετά από αυτή την περίοδο, βγαίνουν έξω, μέχρι το θάνατό τους, κάτι που μπορεί να συμβεί την τέταρτη εβδομάδα της ζωής τους, εάν η δραστηριότητα αναζήτησης τροφής είναι έντονη. Υπάρχει αρκετή ευελιξία στο σύστημα και δεν θα προχωρήσει κάθε μέλισσα στις εργασίες με την παραπάνω σειρά. Για παράδειγμα, εάν πολλοί τροφοσυλλέκτες σκοτωθούν οι νεότερες μέλισσες θα προχωρήσουν σε εργασίες αναζήτησης τροφής πιο γρήγορα από ότι συνήθως για να αντισταθμίσουν την απώλεια. Αντίστροφα, εάν μια ασθένεια μειώσει δραματικά τον αριθμό των νεαρών μελισσών, ορισμένες μεγαλύτερες μέλισσες θα επιστρέψουν στα καθήκοντα νεότερων μελισσών για να διασφαλίσουν ότι όλες οι εργασίες εκτελούνται κανονικά (Winston 1991).

Ακόμη, οι κοινωνίες των μελισσών διακρίνονται από μερικά μοναδικά χαρακτηριστικά (Mortensen, Smith, & Ellis 2015):

Ευκοινωνικότητα: Θεωρούνται υπεροργανισμοί, καθώς η κάθε αποικία λειτουργεί σαν ένας μεμονωμένος οργανισμός. Όταν θεωρούμε μια αποικία μελισσών ως υπεροργανισμό, κάθε μέλισσα εντός της αποικίας μπορεί να παρομοιαστεί με ένα κύτταρο ενός ζωντανού οργανισμού. Οι μέλισσες σε μια αποικία συνεργάζονται για να εκτελέσουν εργασίες σε επίπεδο αποικίας, όπως τα κύτταρα σε ένα ανθρώπινο σώμα συνεργάζονται για να χτίσουν και να διατηρήσουν ένα λειτουργικό άτομο. Μερικά βασικά παραδείγματα αυτού είναι η θερμορύθμιση (ρύθμιση της θερμοκρασίας της κυψέλης), η αναπνοή (ανταλλαγή αέρα μέσα και έξω από την κυψέλη) και η αναπαραγωγή (δημιουργία μιας νέας αποικίας μελισσών).

Θερμορύθμιση: Οι μέλισσες διατηρούν την περιοχή γόνου της κυψέλης σε θερμοκρασία περίπου 34°C. Όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος ανεβαίνει πάνω από αυτήν, οι εργάτριες μέλισσες ψύχουν το εσωτερικό της κυψέλης χτυπώντας γρήγορα τα φτερά τους πάνω από σταγονίδια νερού. Αντίθετα, όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 34°C, οι εργάτριες μέλισσες συγκεντρώνονται γύρω από τη φωλιά του γόνου και δονούν τους μύες των φτερών τους για να παράγουν θερμότητα. Οι μεμονωμένες μέλισσες είναι εξώθερμες, αλλά ως ένας ενιαίος οργανισμός είναι «ενδόθερμες». Ο υπεροργανισμός της αποικίας συμπεριφέρεται σαν θερμόαιμο ζώο καθώς διατηρεί σταθερή θερμοκρασία παρά τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας περιβάλλοντος έξω από την κυψέλη.

Αναπνοή: Οι μέλισσες προτιμούν να φωλιάζουν σε κλειστές κοιλότητες (όπως αυτές στα δέντρα). Υπάρχει πολύ μικρή παθητική ανταλλαγή αέρα μέσα και έξω από τέτοιες κλειστές κοιλότητες. Επομένως, οι εργαζόμενοι αερίζουν ενεργά μέσα και έξω από την αποικία σε διακριτές εισπνοές και εκπνοές μέσω της εισόδου της αποικίας. Στην πραγματικότητα, ο όγκος αέρα που «αναπνέει» μια αποικία μελισσών σε ένα

λεπτό είναι ίδιος με αυτόν μιας οικόσιτης γάτας.

Αναπαραγωγή: Η αναπαραγωγή ενός υπεροργανισμού δεν είναι απλά η βασίλισσα που γεννά χιλιάδες αυγά. Μια αποικία μελισσών αναπαράγεται όταν δημιουργεί μια νέα αποικία μελισσών. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται σμήνος. Το σμήνος ξεκινά όταν δημιουργούνται θυγατέρες βασίλισσες. Η μόνιμη βασίλισσα και μέχρι τα δύο τρίτα των εργατριών εγκαταλείπουν την κυψέλη για να βρουν μια νέα κοιλότητα για κατασκευή φωλιάς. Αυτή η διαδικασία παράγει μια θυγατρική αποικία (τις μέλισσες που παραμένουν στην αρχική κυψέλη) και μια γονική αποικία (τις μέλισσες που έφυγαν για να βρουν μια νέα θέση για κυψέλη).

1.2 Μελισσοκομική τέχνη στον Ελλαδικό Χώρο

Στη χώρα μας σήμερα υπάρχουν 15.000 περίπου μελισσοκόμοι, οι οποίοι διαχειρίζονται περίπου 1.800.000 κυψέλες, που είναι κατανεμημένες σε όλο τον ελλαδικό χώρο. Από αυτούς, περίπου 3.000 είναι επαγγελματίες (δηλαδή έχουν πάνω από 150 κυψέλες και τουλάχιστον 50% του ετήσιου οικογενειακού τους εισοδήματος είναι μελισσοκομικό) ενώ η μέση κατανάλωση μελιού στην Ελλάδα είναι 1 κιλό και 700 γραμμάρια ανά άτομο τον χρόνο, από τις υψηλότερες στον κόσμο, αν όχι η υψηλότερη. Ο μελισσοκόμος στην Ελλάδα, σε αντίθεση με αυτόν την Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης εξασκεί κυρίως νομαδική μελισσοκομία, με εξαίρεση κάποια μικρά νησιά του Αιγαίου. Ακολουθεί δηλαδή κάθε χρόνο διαδρομές που φτάνουν και τα 30.000 χιλιόμετρα το χρόνο με το μελισσοκομικό του φορτηγό, αναζητώντας κάθε εποχή την κατάλληλη ανθοφορία για τα μελίσσια του.

Έτσι, ένας μελισσοκόμος της κεντρικής Ελλάδας για παράδειγμα, θα ξεκινήσει την άνοιξη στους πορτοκαλεώνες του Άργους ή της Άρτας, στη συνέχεια τον Ιούνιο θα ανέβει στις κορυφές των ορεινών όγκων για τη μελιτοέκκριση του έλατου. Έπειτα, τον Ιούλιο θα κατέβει στα πεδινά της Θεσσαλίας για το βαμβάκι, και θα καταλήξει το φθινόπωρο στην Εύβοια ή τη Χαλκιδική στα μεγάλα πευκοδάση, όπου θα τρυγήσει το πευκόμελο. Τέλος, για τον δύσκολο χειμώνα θα μετακινήσει τις κυψέλες του όσο πιο νότια μπορεί, όπως στην Μεσσηνία ή Λακωνία, όπου ο χειμώνας είναι πιο ήπιος με μεγαλύτερη διάρκεια ηλιοφάνειας. Ωστόσο ανταμείβονται μιας και συλλέγουν το μοναδικό ελληνικό μέλι και τα άλλα μελισσοκομικά προϊόντα, που είναι ασύγκριτα ποιοτικά (Πίττας 2017).

Πίνακας 2. Κατανομή κυψελών στα ελληνικά κέντρα μελισσοκομίας (Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων 2012).

Α/Α	Κέντρο Μελισσοκομίας	Αριθμός μελισσοκόμων	Αριθμός κυψελών	Μέσο μέγεθος	% Συμμετοχή στον αριθμό μελισσοκόμων	% Συμμετοχή στο σύνολο κυψελών	% Απόκλιση μεγέθους από το ΜΟ
1	ΠΑΣΕΓΕΣ-Ν.Αττικής	386,0	27.050,0	70,1	2,0	1,8	91,4
2	ΚεντρικήςΜακεδονίας	895,0	94.056,0	105,1	4,6	6,3	137,0
3	Χαλκιδικής	1.240,0	163.950,0	132,2	6,3	10,9	172,4
4	Θράκης	972,0	57.369,0	59,0	5,0	3,8	77,0
5	ΔυτικήςΜακεδονίας	1.342,0	65.252,0	48,6	6,8	4,3	63,4
6	Β.Αιγαίου	729,0	57.000,0	78,2	3,7	3,8	101,9
7	Θεσσαλίας	1.635,0	131.981,0	80,7	8,3	8,8	105,2
8	ΣτερεάςΕλλάδας	2.183,0	172.528,0	79,0	11,1	11,5	103,0
9	Ηπείρου&Αιτ/νίας	2.533,0	124.247,0	49,1	12,9	8,3	64,0
10	ΔυτικήςΕλλάδας	1.054,0	58.688,0	55,7	5,4	3,9	72,6
11	Πελοποννήσου	2.269,0	196.163,0	86,5	11,6	13,1	112,7
12	Κρήτης	2.376,0	210.432,0	88,6	12,1	14,0	115,5
13	Πειραιώς-Κυκλάδων	863,0	45.633,0	52,9	4,4	3,0	68,9
14	Δωδεκανήσου	700,0	40.400,0	57,7	3,6	2,7	75,2
15	Καβάλας-Θάσου	420,0	57.490,0	136,9	2,1	3,8	178,5
	Σύνολο	19.597,0	1.502.239,0	76,7	100,0	100,0	99,9

1.2.1 Ετήσιες εργασίες μελισσοκόμου

Η μελισσοκομία είναι μια τέχνη αρκετά απαιτητική καθ' όλη την διάρκεια του έτους. Ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες και την χλωρίδα της ευρύτερης περιοχής, οι εργασίες που εκτελεί για την ετήσια φροντίδα των κυψελών του ο μελισσοκόμος μπορούν να χωριστούν στις παρακάτω 5 περιόδους (Αλυσσανδράκης 2007, Χαριζάνης 2005):

Α. Τέλος χειμώνα - Αρχές άνοιξης: Ο βασικότερος λόγος επιθεώρησης των μελισσιών αυτήν την περίοδο είναι ο έλεγχος των αποθεμάτων τροφής. Ο παγετός συνεχίζει να αποτελεί ενδεχόμενο κίνδυνο όπως επίσης και η απώλεια μελισσών από έλλειψη τροφής. Πολλά μελίσσια έχουν αρχίσει ήδη την εκτροφή του γόνου, ιδιαίτερα στις νότιες περιοχές της χώρας. Αν και έχουν αρχίσει κάποιες πρώιμες ανθοφορίες, τα μελίσσια δεν είναι σε θέση να συλλέξουν επαρκή τροφή για την εκτροφή του γόνου και, ιδίως σε μια παρατεταμένη κακοκαιρία, ο κίνδυνος λιμοκτονίας είναι άμεσος.

Οι κυριότερες εργασίες που γίνονται αυτή την περίοδο είναι οι εξής:

- Επιθεώρηση των μελισσιών με ηλιοφάνεια και ζεστό καιρό. Έλεγχος αποθεμάτων τροφής, του γόνου και ύπαρξης βασίλισσας. Γίνεται αναδιάταξη των πλαισίων, τοποθετώντας αυτά με το μέλι κοντά στο γόνο.
- Τροφοδότηση με μέλι, κατά προτίμηση σφραγισμένο σε κηρήθρες. Αυτές μπορεί ο μελισσοκόμος να τις έχει αποθηκεύσει από προηγούμενες ανθοφορίες ή να τις πάρει από άλλο μελίσσι που έχει περίσσεια τροφής.

- Μελίσσια με μικρό πληθυσμό ή χωρίς βασίλισσα συνενώνονται με άλλα μελίσσια.
- Αν κάποιο μελίσσι κινδυνεύει από λιμοκτονία, γίνεται ψεκασμός με λίγο χλιαρό σιρόπι για να ζωντανέψει. Επίσης εφοδιάζεται με κηρήθρες με μέλι.
- Αν ο καιρός είναι κρύος, προτιμάται η τροφοδότηση με ζαχαροζύμαρο παρά με σιρόπι.
- Αφαίρεση του ενός ορόφου από μελίσσια διώροφα, με μικρό πληθυσμό.
- Αφαίρεση υγρασίας από την κυψέλη.
- Είναι η κατάλληλη περίοδος για καταπολέμηση της βαρροϊκής ακαρίασης, ενώ λαμβάνονται προληπτικά μέτρα για τη νοζεμίαση (Γούναρη, 2004).
- Επιλογή του συστήματος εκμετάλλευσης, κάνοντας έναν προγραμματισμό αναφορικά με το εάν θα είναι το μέλι το μόνο προϊόν που θα παραχθεί ή θα υπάρξουν και άλλα (γύρη, βασιλικός πολτός). Επίσης, πρέπει να αποφασιστεί ποιες βασίλισσες θα αντικατασταθούν και πώς, όπως επίσης και το αν θα αυξηθεί ο αριθμός των μελισσιών. Τέλος, πρέπει να καθοριστούν οι μελιτοφορίες των οποίων θα γίνει εκμετάλλευση, ενώ πάντα πρέπει να υπάρχουν και κάποιες εναλλακτικές επιλογές στην περίπτωση που κάποια ανθοφορία δεν ευνοηθεί από τις καιρικές συνθήκες.
- Οι σημαντικότερες μελιτοφορίες της εποχής αυτής είναι: αμυγδαλιά, ξυνίδα, χαρουπιά, μουσμουλιά, αγριοράδικο, βερικοκιά, ασφόδελος κ.α.

Β. Άνοιξη: Αυτή την περίοδο τα μελίσσια πρέπει να αναπτυχθούν και να αποκτήσουν πολύ πληθυσμό για να εκμεταλλευτούν τις ανθοφορίες που έρχονται. Οι μέλισσες συλλέγουν άφθονο νέκταρ και γύρη από τις ανθοφορίες που υπάρχουν, όμως οι ανάγκες είναι πολύ μεγάλες λόγω της επέκτασης της φωλιάς και της ραγδαίας αύξησης του πληθυσμού.

Οι σημαντικότερες εργασίες αυτής της περιόδου είναι:

- Έλεγχος αποθεμάτων τροφής. Παρόλο που οι μέλισσες συλλέγουν πολλή τροφή, οι ανάγκες είναι αυξημένες λόγω της συνεχούς εκτροφής γόνου και ενδέχεται η κατανάλωση να είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα που συλλέγεται.
- Επιθεώρηση για την κατάσταση της βασίλισσας, την ποσότητα και την ποιότητα του γόνου, την παρουσία εχθρών και ασθενειών και τέλος την ύπαρξη βασιλικών κελιών σμηνουργίας.
- Επιθεώρηση για διάφορες παθήσεις, και λήψη των κατάλληλων μέτρων αντιμετώπισης.
- Καθαριότητα του πυθμένα της κυψέλης.
- Εκτέλεση διεγερτικής τροφοδότησης, όπου κρίνεται αναγκαίο.
- Ενίσχυση αδύνατων μελισσιών, παίρνοντας σφραγισμένο γόνο από μελίσσια δυνατά και υγιή.

- Διαδικασίες πρόληψης της σμηνουργίας, ιδιαίτερα σε μελίσσια δυνατά, με πολύ πληθυσμό.
- Τώρα είναι η κατάλληλη περίοδος για αντικατάσταση των γερασμένων βασιλισσών, κάνοντας βασιλοτροφία.
- Σε δυνατά και υγιή μελίσσια τοποθετούνται γυρεοπαγίδες για να χρησιμοποιηθεί η γύρη στην παρασκευή υποκατάστατων γύρης.
- Επέκταση της γονοφωλιάς.
- Αντικατάσταση των παλιών πλαισίων με φύλλα κηρήθρας ή κτισμένες κηρήθρες.
- Χωρισμός των μελισσιών για πολλαπλασιασμό. Αν μια κυψέλη χωριστεί στα δύο, το νέο μελίσσι που δεν έχει βασίλισσα θα φτιάξει σύντομα και έτσι θα αναπτυχθεί ένα νέο μελίσσι.
- Λήψη μέτρων για τις βασίλισσες-σφήκες, σε περιοχές που υπάρχει πρόβλημα.
- Οι σημαντικότερες μελιτοφορίες της άνοιξης είναι: ακακία, ανοιξιάτικο πεύκο, δάφνη, βερικοκιά, δαμασκηνιά, βυσσινιά, κερασιά, μηλιά, λαδανιά, σινάπι, εσπεριδοειδή, θρούμπι, παλιούρι, παπαρούνα, φακελωτή (*Phacelia tanacetifolia*), ενώ πολλά είναι τα μικρότερης σημασίας φυτά που ανθίζουν αυτή την περίοδο. Από τις ανθοφορίες αυτές, ο μελισσοκόμος δύναται να πάρει παραγωγή μελιού από το ανοιξιάτικο πεύκο, τα εσπεριδοειδή και το παλιούρι (***Paliurus sp.)***.

Γ. Καλοκαίρι: Σε πολλές περιοχές, ιδίως τις νησιωτικές, το καλοκαίρι είναι η κατεξοχήν περίοδος παραγωγής μελιού, λόγω της ανθοφορίας του θυμαριού. Αλλά και σε άλλες περιοχές παρουσιάζονται αυτήν την περίοδο οι σημαντικότερες ανθοφορίες. Τα μελίσσια έχουν μεγάλο πληθυσμό και ενστικτωδώς συλλέγουν μεγάλες ποσότητες νέκταρος για να δημιουργήσουν αποθέματα τροφής. Οι εργασίες αυτή την περίοδο είναι οι εξής:

- Ένωση των αδύνατων μελισσιών με δυνατά ή ακόμα και δυνατών μεταξύ τους με στόχο την μεγαλύτερη παραγωγή.
- Εκτέλεση διεγερτικής τροφοδότησης 5-6 εβδομάδες πριν την έναρξη της κύριας ανθοφορίας, ώστε να αυξηθεί η παραγωγή γόνου. Προσοχή! Αν αυτό λάβει χώρα κοντά στην έναρξη της κύριας ανθοφορίας, θεωρείται νοθεία.
- Πρόσθεση ορόφων για να υπάρχει χώρος στα μελίσσια να αποθηκεύσουν το μέλι.
- Λίγο πριν την έναρξη της μελιτοφορίας, ο μελισσοκόμος τοποθετεί βασιλικά διαφράγματα για να κρατήσει τη βασίλισσα μακριά από τον μελιτοθάλαμο.
- Αποφυγή των καλλιεργειών στις οποίες γίνονται συχνοί ψεκασμοί.
- Αποφυγή θεραπείας των μελισσιών αυτή την περίοδο.
- Εξαγωγή κεριού από παλιές και σπασμένες κηρήθρες με τη βοήθεια του ηλιακού κηροτήκτη.
- Προστασία αποθηκευμένων κηρήθρων από κηρόσκωρο.

- Αντιμετώπιση του λεγομένου ‘κενού ανθοφορίας’, που αφορά στον περιορισμό των ανθοφοριών τον Αύγουστο. Εκτέλεση διεγερτικής τροφοδότησης με σιρόπι για να αυξηθεί η ωοτοκία της βασίλισσας ή μεταφορά των μελισσιών σε περιοχή με ανθισμένα φυτά. Συνήθως τα μελίσσια έχουν αρκετή γύρη, ώστε να μη χρειάζονται τροφοδότηση.
- Οι ανθοφορίες που δίνουν παραγωγή μελιού αυτήν την περίοδο είναι κυρίως θυμάρι, βαμβάκι και έλατο, ακολουθούν βελανιδιά, ευκάλυπτος, καστανιά και ηλίανθος, ενώ υπό συνθήκες παράγεται και μέλι από γλυκάνισο, πολυκόμπι και φλαμουριά. Υπάρχουν και άλλες ανθοφορίες που βοηθάνε τα μελίσσια να ανταπεξέλθουν τη δύσκολη περίοδο του Αυγούστου, όπως η αγριοσουσαμιά (*Heliotropium europaeum*), το δενδρολίβανο, η λεβάντα, το λιγούστρο, η λυγαριά και η φακελωτή.

Δ. **Φθινόπωρο**: Σε πολλές περιοχές της Ελλάδας, αυτή την περίοδο παρουσιάζονται οι σημαντικότερες μελιτοφορίες για την παραγωγή μελιού (πεύκο, ερείκη κλπ.). Επίσης, προετοιμάζονται τα μελίσσια για να ξεχειμωνιάσουν.

Μελισσοκομικοί χειρισμοί της εποχής αυτής είναι οι εξής:

- Στη μελιτοφορία του πεύκου μεταφέρονται πάντα διώροφα και δυνατά μελίσσια. Επειδή οι μέλισσες δεν συλλέγουν γύρη, συστήνεται τροφοδοσία με υποκατάστατο γύρης για να μην σταματήσει η ωοτοκία της βασίλισσας.
- Αντικατάσταση των αδύναμων βασιλισσών και μέριμνα ώστε όλα τα μελίσσια να έχουν αρκετό γόνο και να εισέλθουν στον χειμώνα με νέες μέλισσες.
- Αν τα μελίσσια δεν έχουν μέλι, τροφοδοσία με σιρόπι, ενώ παρέχεται και υποκατάστατο γύρης αν δεν έχουν γύρη.
- Συνένωση αδύνατων μελισσιών. Ειδικά στη μελιτοφορία του πεύκου, ενίοτε συνενώνονται και δυνατά μελίσσια για μεγαλύτερες αποδόσεις.
- Μεταφορά 2-3 μελισσιών στους ερεικώνες για να αποτελέσουν δείκτες έναρξης της ανθοφορίας του ρεικιού. Το ρείκι θα βοηθήσει σημαντικά τα μελίσσια να ανανεώσουν τον πληθυσμό και να ξεχειμωνιάσουν με νέες μέλισσες.
- Οι κύριες μελιτοφορίες για τις περισσότερες περιοχές της Ελλάδας αυτή την περίοδο είναι το πεύκο και το ρείκι. Εκτός από αυτές, υπάρχουν κάποιες που βοηθάνε τα μελίσσια να αντιμετωπίσουν την παύση της νεκταροέκκρισης του καλοκαιριού, αφού είναι ανθισμένα νωρίς το φθινόπωρο. Αυτά είναι η χαρουπιά και το πολυκόμπι. Άλλα φυτά που βοηθάνε τα μελίσσια αυτήν την περίοδο είναι το αλμυρίκι, το αρκουδόβατο, ο κισσός, η κουμαριά και η μουσμουλιά.

Ε. Χειμώνας: Πριν αρχίσουν τα κρύα, τα μελίσσια μεταφέρονται σε κατάλληλη θέση για ξεχειμώνιασμα. Αυτή η θέση δεν πρέπει να έχει βορινή έκθεση, να είναι προσήλια και να προστατεύεται από ανέμους. Επίσης, ο μελισσοκόμος μεριμνά για τα εξής:

- Τοποθετεί τις κυψέλες πάνω σε βάση για να αποφεύγεται η υγρασία. Επίσης, τοποθετεί διαφράγματα στην είσοδο των κυψελών για να αποτρέψει τα ποντίκια.

- Τοποθετεί πέτρες πάνω στα καπάκια των κυψελών για να μην τις πάρει ο αέρας.
- Προετοιμάζει το μελισσοκομικό υλικό για την επόμενη χρονιά.

1.2.2 Τροφοδότηση

Ασκώντας παραγωγική μελισσοκομία, κάθε παραγωγός έρχεται αντιμέτωπος με την περίπτωση που τα μελίσσια του έχουν ανάγκη από τροφή, αδυνατώντας να επιβιώσουν με αυτή που βρίσκουν τη συγκεκριμένη εποχή. Ένα μελίσσι ενδέχεται να μην έχει τροφή όταν ο μελισσοκόμος αφαιρεί περισσότερο μέλι από αυτό που πρέπει, κάτι σύνηθες στη μελιτοφορία του θυμαριού. Επίσης, αν το μελίσσι εκτρέφει πολύ γόνο, οι τροφές που έχει δεν επαρκούν. Τέλος, πολύ συχνά, και ιδιαίτερα στη νησιωτική χώρα, υπάρχουν περίοδοι ξηρασίας, με λίγα ανθισμένα φυτά (Χαριζάνης 2005).

Σε όλες τις περιπτώσεις αυτές, ο μελισσοκόμος πρέπει να ταΐσει τα μελίσσια του για να τα σώσει από τη λιμοκτονία. Η τροφοδοσία των μελισσών γίνεται και σε άλλες περιπτώσεις, όπως συμβαίνει όταν οι μέλισσες πρόκειται να κτίσουν κηρήθρες ή γίνεται εισαγωγή νέας βασίλισσας. Επίσης, αργά το χειμώνα ή νωρίς την άνοιξη, συνίσταται η λεγόμενη διεγερτική τροφοδότηση, ωθώντας το μελίσσι να εκθρέψει γόνο. Η τροφοδότηση μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, ανάλογα με την περίσταση. Διακρίνουμε τις παρακάτω περιπτώσεις (Αλυσσανδράκης 2007):

Α) Τροφοδότηση με σιρόπι. Το σιρόπι παρέχεται στις μέλισσες με τους τροφοδότες (ειδικές διατάξεις για την παροχή τροφής στις μέλισσες). Ανάλογα με τη εποχή, η πυκνότητά του είναι διαφορετική. Έτσι, την άνοιξη το σιρόπι έχει αναλογία 1:1 (ζάχαρη: νερό), ενώ το φθινόπωρο είναι πιο περιεκτικό, 2:1. Για τη διεγερτική τροφοδότηση, η αναλογία είναι 1:2, ενώ το σιρόπι παρέχεται συχνά και σε μικρές ποσότητες.

Β) Τροφοδότηση με κηρήθρες μελιού. Πολλοί μελισσοκόμοι αποθηκεύουν κηρήθρες για να τις δώσουν στις μέλισσες όταν δεν έχουν τροφή, κυρίως στην αρχή της άνοιξης.

Γ) Τροφοδότηση με ζαχαροζύμαρο. Το ζαχαροζύμαρο είναι σφιχτό σαν ζυμάρι και παρασκευάζεται αναμειγνύοντας μέλι με ζάχαρη άχνη, ενώ προστίθεται νερό αν χρειαστεί. Τοποθετείται πάνω στις κηρήθρες, ακριβώς πάνω από τη γονοφωλιά. Χρησιμοποιείται πολύ συχνά όταν θέλουμε να κάνουμε θεραπεία στις μέλισσες με κάποιο φάρμακο.

Δ) Τροφοδότηση με γύρη. Σε περίοδο εκτροφής γόνου, ο παραγωγός υποχρεούται να δώσει στις μέλισσες γύρη ή υποκατάστατα αυτής, αν οι ανάγκες δεν καλύπτονται από τις ανθοφορίες. Η φυσική γύρη μπορεί να δοθεί μέσα στις κηρήθρες ή με τη μορφή πίτας. Η πίτα αυτή μπορεί να περιέχει φυσική γύρη (υποκατάστατο) ή καθόλου γύρη (αντικατάστατο). Το υποκατάστατο γύρης περιέχει φυσική γύρη, πρωτεϊνούχα συστατικά (συνήθως σογιάλευρο), ζάχαρη άχνη και νερό. Το άριστο ποσοστό πρωτεΐνης στο τελικό προϊόν είναι 23%. Το αντικατάστατο γύρης δεν περιέχει φυσική γύρη.

Η εξαγωγή μελιού λαμβάνει χώρα γενικά κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών και φθινοπωρινών μηνών, μετά τη μεγάλη παραγωγή νέκταρος των φυτών στην χώρα μας. Το μέλι συλλέγεται με δύο τρόπους: είτε συγκομίζοντας το μέλι κερήθρας είτε με εξαγωγή. Το μέλι κερήθρας είναι το είδος του μελιού που συγκομίζεται ακριβώς όπως το δημιούργησαν οι μέλισσες. Ο μελισσοκόμος συγκομίζει την κερήθρα που είναι γεμάτη με μέλι, κόβοντάς την με ένα μαχαίρι. Η όλη κερήθρα με το μέλι μπορεί να καταναλωθεί αυτούσια. Είναι νόστιμη, θρεπτική και μπορεί να πωληθεί σε υψηλές τιμές. Ωστόσο, η συγκομιδή αυτού του τύπου μελιού απαιτεί εμπειρία, ειδική διαχείριση, παρουσία ισχυρής κυψέλης και υψηλής παραγωγής νέκταρος στην περιοχή. Ως εκ τούτου, οι περισσότεροι νέοι μελισσοκόμοι ασκούν την τυπική διαδικασία εξαγωγής μελιού για μερικά χρόνια, πριν επιχειρήσουν την παραγωγή μελιού κηρήθρας (wikifarmer.com).

Η εξαγωγή μελιού είναι η διαδικασία κατά την οποία συγκομίζεται μέλι από κηρήθρες σφραγισμένες με ώριμο-έτοιμο μέλι. Αρχικά γίνεται προσεκτική επιλογή των πλαισίων που είναι έτοιμα για συγκομιδή, συνήθως αυτών που βρίσκονται κοντά στα εξωτερικά τοιχώματα της κυψέλης. Γίνεται αφαίρεση των μελισσών και τα πλαίσια μεταφέρονται σε έναν εσωτερικό χώρο όπου οι μέλισσες ή άλλα έντομα δεν μπορούν να έχουν πρόσβαση. Στη συνέχεια χρησιμοποιείται ένα θερμαινόμενο μαχαίρι ή άλλο ειδικό εργαλείο για να αφαιρεθεί το κερί του πλαισίου. Ακολούθως, τα πλαίσια τοποθετούνται στον μελιτοεξαγωγέα, μια συσκευή που χρησιμοποιεί φυγοκεντρική δύναμη. Κατά την περιστροφή, εξάγεται το μέλι στα τοιχώματα του κάδου, και μαζεύεται στον πυθμένα του, όπου στη συνέχεια μία βάνα το διοχετεύει σε δοχεία. Η συσκευή πρέπει να δουλεύεται αργά στην αρχή και στις 150 rpm περίπου στο τέλος για περίπου 1 έως 2 λεπτά και η ροή του μελιού πρέπει να είναι συνεχής, γιατί εάν η στάθμη του μελιού ανεβεί πολύ, θα μπλοκάρει την κίνηση των πλαισίων (Somerville 2012).



Εικόνα 6. Ακτινικός μελιτοεξαγωγέας 8 κυψελών (πηγή: geohoney.com).

Ο μελισσοκόμος αποφασίζει πόσα πλαίσια και ποια θα αφαιρεθούν. Οι μελισσοκόμοι αφήνουν από 20 κιλά ανά κυψέλη σε ήπια κλίματα μέχρι 60 κιλά σε περιοχές με πολύ σκληρό χειμώνα, έτσι ώστε η αποικία να μπορεί να χειριστεί προβλήματα που οφείλονται στην έλλειψη τροφής, στην κακοκαιρία ή στην ξηρασία. Η επιλογή των πλαισίων για εξαγωγή απαιτεί εμπειρία. Οι μελισσοκόμοι γενικά επιλέγουν ένα πλαίσιο όταν η κηρήθρα περιέχει μέλι και έχει σφραγιστεί, και η σφράγιση καλύπτει το σύνολό του ή έστω το 75% της επιφάνειας του πλαισίου. Αν περισσότερο από το 1/4 της επιφάνειας της κηρύθρας είναι μη σφραγισμένο, αυτό πιθανότατα σημαίνει ότι το μέλι δεν είναι έτοιμο για συγκομιδή, επειδή δεν έχει αφυδατωθεί σε κατάλληλα επίπεδα και δεν έχει υποβληθεί στην πλήρη βιοχημική διεργασία των ενζύμων. Αν παρόλα αυτά προχωρήσει κάποιος στην εξαγωγή και συγκομιδή ενός τέτοιου πλαισίου, τότε το τελικό προϊόν θα μοιάζει περισσότερο σαν ένα υδαρές σιρόπι και λιγότερο σαν μέλι. Μετά από πολλά χρόνια πρακτικής, μερικοί έμπειροι μελισσοκόμοι μπορούν να αναγνωρίσουν την ύπαρξη ώριμου μελιού σε ορισμένα μη σφραγισμένα κελιά και να προχωρήσουν στην εξόρυξη αυτών των πλαισίων, αλλά οι νέοι μελισσοκόμοι καλύτερα να μην το διακινδυνεύουν (Somerville 2012).

Πριν ξεκινήσει η διαδικασία αφαίρεσης των πλαισίων μέσα από την κυψέλη, ο μελισσοκόμος πρέπει να έχει κατά νου ότι κατά τη συγκομιδή του μελιού, οι μέλισσες είναι πολύ επιθετικές απέναντι στους εισβολείς. Η έντονη οσμή και τα αρώματα κάνουν τις μέλισσες ακόμα πιο επιθετικές. Είναι καλή ιδέα να αποφευχθεί τη χρήση οποιουδήποτε αρώματος, ειδικά την ημέρα της συγκομιδής μελιού, ενώ ο μελισσοκόμος πρέπει να φέρει τον πλήρη εξοπλισμό του. Η αρχική εργασία είναι το κάπνισμα της κυψέλης με έναν καπνιστή μελισσών, ώστε να κατευναστούν οι μέλισσες, πρακτική που δεν επιτρέπεται σε ορισμένες χώρες. Ο καπνιστής περιέχει φύλλα έλατου των οποίων ο

καπνός δεν είναι τοξικός. Ο καπνιστής έχει αποδειχθεί ότι ηρεμεί τις μέλισσες, επειδή δεν αφήνει τις εργάτριες μέλισσες να διαδώσουν γρήγορα τις φερομόνες συναγερμού, που δηλώνουν την ύπαρξη εισβολέα στην αποικία και δίνουν το σήμα επίθεσης. Έτσι, οι περισσότερες μέλισσες είναι μπερδεμένες, δεν λαμβάνουν το μήνυμα συναγερμού και συνεπώς είναι ήρεμες, επιτρέποντας στον μελισσοκόμο να κάνει την επιθεώρηση κυψέλης ή τη συγκομιδή μελιού χωρίς σημαντικά προβλήματα (wikifarmer.com).

Ακολούθως, το κουτί μέσα στο κελί ανακινείται, έτσι ώστε η πλειοψηφία των μελισσών να πετάξει μακριά. Απομακρύνονται όλες οι μέλισσες με τη μελισσοκομική βούρτσα. Στη συνέχεια, τοποθετείται προσεκτικά το πλαίσιο σε μια κενή κυψέλη και καλύπτεται. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται για όλα τα πλαίσια που θα εξαχθούν και μεταφέρονται σε εσωτερικό χώρο, όπου και θα γίνει η εξαγωγή του μελιού. Είναι σημαντικό ο χώρος να είναι καθαρός, να διαθέτει ηλεκτρικό ρεύμα και νερό, να είναι καλά φωτισμένος και με καλό αερισμό και φυσικά να μη μπορούν να εισέλθουν μέλισσες ή άλλα έντομα. Μερικοί νεαροί μελισσοκόμοι – λόγω του ότι δεν μπορούν να έχουν το δικό τους χώρο – κάνουν συχνά την εξαγωγή του μελιού σε εξωτερικούς χώρους και μερικοί από αυτούς ακόμη και δίπλα στις κυψέλες. Αυτό σίγουρα θα δημιουργήσει πολλά προβλήματα και θα πρέπει σίγουρα να αποφευχθεί. Η ασφαλής εξαγωγή μελιού μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο σε εσωτερικούς χώρους (wikifarmer.com).

Τα πλαίσια μπορούν να αφεθούν στις κενές κυψέλες για λίγες μέρες, πριν γίνει η εξαγωγή του μελιού. Τα αναγκαία εργαλεία για την εξαγωγή μελιού είναι: πάγκος εργασίας (αντιολισθητικός), μελιτοεξαγωγέας από ανοξείδωτο χάλυβα, μελισσοκομικό μαχαίρι για την αφαίρεση του κεριού, ένα φίλτρο με διπλό κόσκινο, ένα καζάνι με βρύση στο οποίο θα ρέει το καθαρό μέλι μετά το φιλτράρισμα και φυσικά βάζα για να αποθηκευτεί το μέλι. Τοποθετούνται τα πλαίσια στον πάγκο εργασίας και στη συνέχεια αφαιρείται το προστατευτικό κερί, ώστε να μπορεί να εξαχθεί το μέλι. Το ηλεκτρικό μαχαίρι χρησιμοποιείται στην αφαίρεση του κεριού και βοηθά να μην καταστραφούν τα κελιά της κηρήθρας. Αν το μαχαίρι είναι θερμαινόμενο, η όλη διαδικασία αφαίρεσης κεριού θα γίνει πιο εύκολα και ομαλά (wikifarmer.com).

Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για όλα τα επιλεγόμενα πλαίσια, τα οποία μεταφέρονται στον μελιτοεξαγωγέα. Στην αρχή εφαρμόζεται χαμηλή ταχύτητα μέχρι να αρχίσει να αφήνει περισσότερο μέλι και επιταχύνουμε βαθμιαία, εξάγοντας το μέλι και από τις δύο πλευρές κάθε πλαισίου. Μόλις ολοκληρωθεί η παραπάνω διεργασία, με την βοήθεια της βρύσης το μέλι περνά μέσα από φίλτρο στα δοχεία. Το φίλτρο χρησιμοποιείται για να διαχωρίσει το ακατέργαστο μέλι από άλλα υλικά (μικρά κομμάτια κεριού που τυχόν έχουν απομείνει κλπ.). Το μέλι αποθηκεύεται πάντοτε σε δοχεία που είναι καλά σφραγισμένα και στεγανά, καθώς το προϊόν μπορεί να απορροφήσει υγρασία από τον αέρα και να αλλοιωθεί (wikifarmer.com).

1.2.3 Προϊόντα Μέλισσας

Το κύριο προϊόν της μελισσοκομίας είναι φυσικά το μέλι. Το μέλι προέρχεται

από επεξεργασία του νέκταρος των ανθέων και από τους χυμούς που εκκρίνουν κάποια φυτά και είναι βιολογικό προϊόν. Στη συνέχεια αναμιγνύοντας αυτούς τους χυμούς και το νέκταρ των ανθέων με ένζυμα που υπάρχουν στο στομάχι της μέλισσας, αφυδατώνουν το μείγμα κάνοντας συνεχή αερισμό με τα φτερά τους και αφού η υγρασία πέσει κάτω από ένα συγκεκριμένο ποσοστό δημιουργείται το μέλι. Το μέλι αποτελείται από κυρίως σάκχαρα κατά 80% και υγρασία κατά 13-20%. Κυρίαρχα σάκχαρα είναι οι μονοσακχαρίτες γλυκόζη και φρουκτόζη, με τη δεύτερη να βρίσκεται σε μεγαλύτερη περιεκτικότητα στη συντριπτική πλειοψηφία των μελιών. Επίσης, εκτός από τα παραπάνω το μέλι περιέχει και τις παρακάτω ουσίες (Παπανικολάου, 2018):

- Ολιγοσακχαρίτες (σπουδαία προβιοτικά)
- Προβιοτικά (λακτοβάκιλλοι)
- Ένζυμα και αμινοξέα
- Οργανικά οξέα
- Βιταμίνες Β, C
- Μέταλλα
- Πολυφαινόλες, φαινολικά οξέα, μονοτερπένια, βιοφλαβονοειδή (αντιμικροβιακά και αντιοξειδωτικά)
- Αντιμικροβιακές ουσίες (υπεροξείδιο του υδρογόνου, μεθυλγλυοξάλη, 3-φαινυλο- γαλακτικό οξύ)
- Αντικαρκινικές ουσίες (τριβουτυρίνη, τρι-υδροξυ- κετόνη ελληνικού θυμαρίσιου μελιού κλπ)
- p-κουμαρικό οξύ (ενεργοποιεί την αποτοξίνωση του οργανισμού ενεργοποιώντας τα γονίδια που εκφράζονται με τα ένζυμα του κυτοχρώματος P450.

Το μέλι παράγεται από το νέκταρ των ανθέων ή από μελιτώδεις εκκρίσεις εντόμων. Το νέκταρ και οι μελιτώδεις εκκρίσεις περιέχουν νερό και σάκχαρα (κυρίως σουκρόζη), με τη σύνθεσή αυτών να διαφέρει πολύ από αυτή του μελιού. Το μέλι παίρνει την ονομασία του φυτού από το οποίο προήλθε το νέκταρ ή το μελίτωμα. Επειδή, όμως, δεν είναι δυνατόν να παραχθεί μέλι 100% αμιγές, παίρνει το όνομα του φυτού που έχει συνεισφέρει τουλάχιστον κατά 50% στην παραγωγή του. Ο προσδιορισμός της προέλευσης του μελιού γίνεται με προσδιορισμό της χημικής του σύστασης, σε συνδυασμό με ανάλυση των γυρεόκοκκων που αυτό περιέχει, αλλά και με τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά. Στην περίπτωση που το μέλι δεν είναι αμιγές, καλείται ανθόμελο (αν προέρχεται από φυτά που δίνουν νέκταρ) ή μέλι κωνοφόρων (αν προέρχεται από φυτά που δίνουν μελίτωμα). Διάφοροι τύποι μελιού είναι οι εξής (Παπανικολάου, 2018):

- Θυμαρίσιο: Κρυσταλλώνει σε 6-18 μήνες.
- Πορτοκαλιάς: Κρυσταλλώνει σε 1-2 μήνες και γίνεται υπόλευκο.
- Ηλίανθου: Κρυσταλλώνει σε 1-2 μήνες και γίνεται κιτρινωπό.
- Ερείκης (σουσουρίσιο): Κρυσταλλώνει σε 1-2 μήνες και γίνεται κοκκινωπό.

- Καστανιάς: Ανάμιξη μελιτώματος και νέκταρος. Πικρίζει ελάχιστα, έχει έντονο άρωμα. Κρυσταλλώνει σε 1,5-2 χρόνια.
- Βαμβακιού: Κρυσταλλώνει γρήγορα σε 1-2 μήνες και γίνεται ασπριδερό.
- Πολύκομπου: Σκοτεινόχρωμο. Η γεύση του δεν αρέσει. Προσφέρεται για ανάμιξη με άλλα μέλια.
- Ακακίας: Κρυσταλλώνει αργά, μετά από ένα χρόνο περίπου.
- Πευκόμελο: Το 65% της συνολικής παραγωγής στην Ελλάδα. Δεν είναι ιδιαίτερα γλυκό, για αυτό αρέσει (έχει χαμηλή συγκέντρωση ζαχάρων). Δεν κρυσταλλώνει και έχει λιγότερες θερμίδες.
- Ελάτης: Από τα πλουσιότερα σε ουσίες μέλια. Παραμένει ρευστό.
- Βελανιδιάς: Από τα πλουσιότερα σε ουσίες μέλια. Παραμένει ρευστό.

Το μέλι είναι αναμφίβολα ή θρεπτικότερη γλυκαντική ύλη που υπάρχει. Η βιολογική του αξία καθορίζεται από μια σειρά ευεργετικών δράσεων που αυτό έχει στο ανθρώπινο οργανισμό, δράσεις που οφείλονται στα επιμέρους συστατικά του (Θρασυβούλου, 2005):

- Τα σάκχαρα του μελιού είναι πιο εύκολα απορροφήσιμα από τον ανθρώπινο οργανισμό. Τα φωσφορικά άλατα που περιέχονται στο μέλι βοηθούν στη σωστή αξιοποίηση της γλυκόζης. Επίσης, οι βιταμίνες που περιέχονται, αν και σε χαμηλή συγκέντρωση, εξασφαλίζουν την απορρόφηση και χρησιμοποίηση των σακχάρων.
- Περιέχει σημαντικές ποσότητες σε μέταλλα και ιχνοστοιχεία, συστατικά απαραίτητα για τον άνθρωπο. Επίσης, έχει σημαντική αντιβακτηριακή και αντιοξειδωτική δράση.
- Η κατανάλωση μελιού βοηθά στην ελάττωση του ολικού αριθμού μικροβίων του εντέρου.
- Βοηθά στις αλλεργίες από γύρη. Η μικρή περιεκτικότητα του μελιού σε γύρη βοηθά τον οργανισμό όσων έχουν αλλεργία να αποκτήσει ανοσία στη γύρη.
- Η κατανάλωση μελιού μετά από την κατανάλωση οινοπνεύματος βοηθά στον ταχύτερο (κατά 39%) μεταβολισμό του τελευταίου από τον οργανισμό.
- Έχει ευεργετική επίδραση στην καρδιά λόγω αποθήκευσης γλυκογόνου στους μυς της καρδιάς. Επίσης, η ακετυλοχολίνη που περιέχει διαστέλλει τις στεφανιαίες αρτηρίες και διευκολύνει έτσι την κυκλοφορία του αίματος.
- Επιταχύνει την ίαση ανοιχτών πληγών, εγκαυμάτων και ελκών λόγω της αντιβακτηριακής δράσης του.
- Μέλι και αρτηριοσκλήρυνση. Το μέλι περιέχει ελεύθερα αμινοξέα και βιταμίνες που παρεμποδίζουν τη γλυκοσυλίωση. Επίσης, η φρουκτόζη που περιέχεται στο μέλι απορροφάται αργά από τον οργανισμό και αποθηκεύεται στο συκώτι, οπότε δεν αυξάνονται απότομα τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα.
- Στην παραδοσιακή ιατρική χρησιμοποιείται ως δυναμωτικό, τονωτικό και καταπραϋντικό, κατά της ανορεξίας και της αδιαθεσίας, βοηθά σε περιπτώσεις

δυσκοιλιότητας, βήχα και κρυολογήματος, ενώ, τέλος, διευκολύνει τον ύπνο αν καταναλωθεί λίγο πριν από αυτόν.

Πέραν του μελιού, τα προϊόντα της τέχνης της μελισσοκομίας είναι τα ακόλουθα:

1. **Γύρη**



The pollen basket or **corbicula** (plural corbiculae) is part of the tibia on the hind legs of certain species of **bees**. (https://en.wikipedia.org/wiki/Pollen_basket)

Η γύρη που συλλέγουν οι μέλισσες προέρχεται από τα φυτά. Πρόκειται για τους αρσενικούς γαμέτες, οι οποίοι σχηματίζονται στους στήμονες και μεταφέρονται στο στίγμα του ύπερου με τη διαδικασία της επικονίασης. Η μέλισσα συλλέγει τη γύρη από τα φυτά, τη μεταφέρει μέσα στα καλαθάκια της γύρης που βρίσκονται στην κνήμη των οπίσθιων ποδιών της και την αποθηκεύει στις κηρήθρες. Οι τρίχες που έχει στο σώμα της τη βοηθούν να συλλέξει τη γύρη, λόγω της κατασκευής τους. Αυτό εξασφαλίζει και την επιτυχία της επικονίασης, καθώς χιλιάδες κόκκοι γύρης προσκολλώνται στο σώμα της και ταξιδεύουν μαζί της στο επόμενο άνθος. Η γύρη προέρχεται από ποικιλία φυτών και, ως εκ τούτου, η σύστασή της παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση (Αλυσσανδράκης 2007). Η τυπική σύστασή της φαίνεται στον πίνακα 3.

Πίνακας 3. Τυπική σύσταση γύρης (Schmidt & Buchmann, 1992).

Ουσία	Μέση περιεκτικότητα (διακύμανση)		
Πρωτεΐνες	23,7% (7,5-35%)	Υγρασία	11% (7-16%)
Λιπίδια	4,8% (1-15%)	Θιαμίνη (B_1)	9,4 μg/g (4-22 μg/g)
Υδατάνθρακες	27% (15-45%)	Ριβοφλαβίνη (B_2)	18,6 μg/g
Τέφρα	3,1% (1-5%)	Παντοθενικό οξύ (B_3)	28 μg/g (5-50 μg/g)
Φωσφόρος	0,5% (0,1-0,6%)	Νιασίνη (B_5)	157 μg/g (130-210 μg/g)
Κάλιο	0,6% (0,2-1,1%)	Πυριδοξίνη (B_6)	9 μg/g
Ασβέστιο	0,2% (0,1-0,5%)	Φολικό οξύ	5,2 μg/g
Μαγνήσιο	0,2% (0,1-0,4%)	Βιταμίνη C	350 μg/g (0-740 μg/g)
Σίδηρος	140 μg/g (πολύ μεγάλη)	Βιοτίνη (βιταμίνη H)	0,32 μg/g (0,16-0,6 μg/g)
Μαγγάνιο	100 μg/g (πολύ μεγάλη)	Προβιταμίνη A	95 μg/g (50-150 μg/g)
Ψευδάργυρος	78 μg/g (πολύ μεγάλη)	Βιταμίνη E	14 μg/g
Χαλκός	14 μg/g (6-25 μg/g)	Απροσδιόριστα	29% (22-36%)

Από θρεπτικής πλευράς, πολύ σημαντικό είναι το πρωτεϊνικό περιεχόμενο της γύρης, η περιεκτικότητα αυτής σε τέφρα και οι βιταμίνες της. Αξίζει να αναφερθεί ότι η κατανάλωση 20 g γύρης περιέχει το 30% σε μαγνήσιο, το 26% σε φολικό οξύ και το 70% σε προβιταμίνη Α της Συνιστώμενης Ημερήσιας Ποσότητας (ΣΗΠ) που χρειάζεται ένας ενήλικας. Πιο θρεπτική και ισορροπημένη θεωρείται η πολύχρωμη γύρη, η οποία προέρχεται από πολλά και διαφορετικά φυτά. Χρησιμοποιείται ως εξαιρετικό

συμπλήρωμα διατροφής, αφού είναι πλούσια πηγή πρωτεϊνών και υδατανθράκων, πολλών βιταμινών (A, B, C, K) και μεταλλικών στοιχείων όπως: Ca, Mg, Fe, Zn, Cu με υψηλή περιεκτικότητα σε K. Χρησιμοποιείται επίσης στην φαρμακοβιομηχανία, στη βιομηχανία καλλυντικών, στην κατασκευή υποκατάστατων γύρης για τη διατροφή των μελισσών, σε διάφορες έρευνες για τις αλλεργίες, σε προγράμματα βελτίωσης φυτών και στην επικονίαση φρούτων και λαχανικών (Σωτηροπούλου 2019).

2. Βασιλικός πολτός

Ο βασιλικός πολτός είναι μια ουσία την οποία παράγουν οι μέλισσες για να θρέψουν τον γόνο αλλά και για να θρέψουν εξ ολοκλήρου με την ουσία αυτή τον γόνο που προορίζεται να γίνει βασίλισσα. Ο φρέσκος βασιλικός πολτός έχει άσπρο γυαλιστερό χρώμα, υφή γαλακτώδη και κρεμώδη, οσμή ιδιάζουσα και γεύση υπόπικρη και ξινή. Ο βασιλικός πολτός είναι πλούσια πηγή πρωτεϊνών, αμινοξέων, λιπιδίων, βιταμινών και μεταλλικών στοιχείων. Είναι αδύνατον να παρασκευαστεί εργαστηριακά με συνθετικές διαδικασίες. Από όλα τα συστατικά του βασιλικού πολτού, τα λιπαρά οξέα και κάποιες άλλες ουσίες φαίνεται να είναι υπεύθυνα για τις ευεργετικές και θεραπευτικές του ιδιότητες (Αλυσσανδράκης 2007). Ο βασιλικός πολτός βοηθά στην αντιμετώπιση ρευματικών αρθρίτιδων, καθώς και τους γερασμένους και ταλαιπωρημένους οργανισμούς. Έχει πολύ καλά αποτελέσματα στην παιδιατρική. Βελτιώνει τη γενική διάθεση, αυξάνει την όρεξη για εργασία, βοηθά στην απόκτηση διανοητικής και σωματικής δύναμης. Ρυθμίζει την αρτηριακή πίεση, έχει αντισηπτικές και μικροβιοκτόνους ιδιότητες (Σωτηροπούλου 2019).

3. Κερί

Το κερί παράγεται από τα 4 ζεύγη κηρογόνων αδένων των νεαρών εργατριών, ηλικίας 2-3 εβδομάδων, και χρησιμοποιείται για την κατασκευή των κηρηθρών, έπειτα από ζύμωση με εκκρίσεις των σιελογόνων αδένων. Παράγεται υπό μορφή λεπιών και αρχικά έχει χρώμα λευκό. Αποτελείται από υδρογονάνθρακες και εστέρες λιπαρών οξέων και είναι ένα πολύ σταθερό υλικό. Δεν χρειάζεται κάποια ιδιαίτερη φροντίδα κατά την αποθήκευση, παρά μόνο να μην έρθει σε επαφή με φλόγα, αλλά και παρασιτοκτόνες ουσίες, τις οποίες προσροφά. Το κερί αποτελεί το δεύτερο σημαντικότερο μελισσοκομικό προϊόν από οικονομικής πλευράς. Ο μελισσοκόμος μπορεί να εκμεταλλευτεί παλιές και κατεστραμμένες κηρήθρες για να βγάλει ένα επιπλέον εισόδημα (Αλυσσανδράκης 2007).

Το κερί των μελισσών χρησιμοποιείται από τις βιομηχανίες για την παραγωγή καλλυντικών, κεριών και φύλλων κηρήθρας. Φυσικό κερί περιέχουν πολλές κρέμες προσώπου και χεριών, αλοιφές, λοσιόν, οδοντόπαστες, μαστίχες, αντηλιακά, κρέμες ξυρίσματος και αποτρίχωσης. Επίσης, σε βερνίκια δαπέδων, επίπλων και αυτοκινήτων, σε μπογιές ζωγραφικής και πολλά άλλα προϊόντα καθημερινής χρήσης. Ιατρικές χρήσεις του κεριού αφορούν στον περιορισμό της τερηδόνας και της ουλίτιδας, τη θεραπευτική δράση ενάντια σε λοιμώξεις του οισοφάγου και τη βελτίωση φαρμακευτικών σκευασμάτων έπειτα από επικάλυψη (Σωτηροπούλου 2019).

4. Πρόπολη

Η πρόπολη είναι ρητινώδης κολλώδης ουσία που συλλέγουν οι μέλισσες από τα διάφορα φυτά, κορμούς δέντρων κ.α., την εμπλουτίζουν με κερί, γύρη, ένζυμα και άλλες ουσίες και τη χρησιμοποιούν για να στεγανοποιήσουν και να απολυμάνουν το εσωτερικό της κυψέλης. Η πρόπολη δεν επιτρέπει την ανάπτυξη μικροβίων, ενώ η ονομασία της προέρχεται από τις λέξεις - προ της πύλης - οφείλεται στο ότι την τοποθετούν μπροστά στην είσοδο της κυψέλης, ώστε να την στενέψουν και να εμποδίσουν την είσοδο στη φωλιά των διαφόρων εχθρών (Χαριζάνης 2014).

Αναλόγως του φυτού προέλευσης η πρόπολη μπορεί να είναι από κίτρινο-πράσινο χρώμα έως μαύρη. Συνήθως είναι καφέ σκούρα. Είναι αδιάλυτη στο νερό και διαλύεται μόνο σε καθαρό οινόπνευμα. Η θερμοκρασία επηρεάζει την σκληρότητά της. Έχει διάφορες φαρμακευτικές και θεραπευτικές ιδιότητες. Χρησιμοποιείται στη βιομηχανία καλλυντικών και ως αντιβακτηριδιακό, με τη μορφή βάμματος ή διαλύματος. Στην Ελλάδα συλλέγονται σχετικά μικρές ποσότητες. Σε χώρες, όπως Νορβηγία, Δανία, Ρουμανία, και χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης παράγονται μεγαλύτερες ποσότητες. Χρησιμοποιείται στη βιομηχανία φαρμάκων και καλλυντικών (Σωτηροπούλου 2019).

Η πρόπολη περιέχει πολλές ουσίες με σημαντική αντιοξειδωτική και αντιβακτηριακή δράση, όπως είναι τα φλαβονοειδή και διάφορα άλλα φαινολικά συστατικά. Επίσης, έχει δράση ενάντια και σε άλλους οργανισμούς, αλλά και τους ιούς. Μερικές από τις δράσεις της πρόπολης είναι οι εξής (Στρατής και Χήνου, 2002):

- Έχει σημαντική δράση ενάντια σε πολλά βακτήρια, όπως αυτά του σταφυλόκοκκου, του στρεπτόκοκκου και της σαλμονέλας.
- Είναι αποτελεσματική ενάντια στους ιούς της γρίπης και του έρπητα.
- Έχει ισχυρές αναισθητικές ιδιότητες.
- Ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα, ενώ διεγείρει το σχηματισμό κυττάρων και ιστών (επουλωτική δράση).
- Είναι πολύ αποτελεσματική στην αντιμετώπιση και θεραπεία φλεγμονών της τραχείας και του λάρυγγα, ενώ χρησιμοποιείται και ενάντια στο έλκος του στομάχου. Γενικά, έχει πολύ καλά αποτελέσματα για τραύματα και παθήσεις του αναπνευστικού συστήματος και της στοματικής κοιλότητας.
- Αναστέλλει την ανάπτυξη του μελανώματος και των κακοηθών νεοπλασματικών κυττάρων
- Βοηθά στη θεραπεία ασθενειών, όπως το κοινό κρυολόγημα, ο πονόλαιμος, δερματικές παθήσεις, εγκαύματα, αιμορροΐδες, ασθένειες των ούλων κ.α.
- Λόγω της αντιοξειδωτικής δράσης της χρησιμοποιείται ευρέως στην τεχνολογία τροφίμων, αλλά και από τις βιομηχανίες καλλυντικών για την παρασκευή λοσιόν, κρεμών προσώπου, σαπουνιών, οδοντόπαστων, αντηλιακών και υγρών για την πλύση της στοματικής κοιλότητας.

5. Δηλητήριο

Το δηλητήριο της μέλισσας είναι ένα πολυσύνθετο μείγμα χημικών ουσιών, το οποίο επηρεάζει άμεσα την φυσιολογία ενός οργανισμού που θα δεχτεί το δηλητήριο. Περιέχει ένζυμα, πρωτεΐνες, πεπτίδια, μεταλλικές ουσίες, οργανικά οξέα, φορμικό οξύ, αντιβιοτικές ουσίες και κυστίνη. Από την αρχαιότητα παρουσίαζε ιδιαίτερο ενδιαφέρον και μέχρι σήμερα γίνονται έρευνες για τις ιδιότητές του και την επίδρασή του στον οργανισμό μας, με σκοπό την θεραπεία. Το δηλητήριο έχει φανεί ιδιαίτερα χρήσιμο στην θεραπεία της ρευματοειδούς αρθρίτιδας. Η ιδέα βασίστηκε στο γεγονός ότι οι μελισσοκόμοι δεν πάσχουν από την πάθηση αυτή. Επίσης, χρησιμοποιείται για την απευαισθητοποίηση ατόμων αλλεργικών στο κέντρισμα μέλισσας. Είναι πολύ δύσκολη η συλλογή του γιατί επηρεάζεται άμεσα το μελίσσι, διεγείροντας το να κεντρίσει. Χρησιμοποιείται στη φαρμακοβιομηχανία αφού παρουσιάζει θεραπευτικές ιδιότητες, ωστόσο στην Ελλάδα δεν γίνεται συστηματικά η εκμετάλλευσή του (Σωτηροπούλου 2019).

Πίνακας 4. Παραγωγή, διάθεση και τιμή προϊόντων μελισσοκομίας στην Ελλάδα (Παπανικολάου, 2018).

Προϊόν	Παραγωγή	Διάθεση	Διάθεση
Μέλι	έως 30 kg/κυψέλη	χύμα, συσκευασμένο	6-16 €/kg (λιανική), 3-4€/kg (χονδρική)
Βασιλικός Πολτός	έως 500 g/κυψέλη	χύμα, συσκευασμένος	25-40 €/ 10g (λιανική), 1700 €/kg (χονδρική)
Γύρη	8 g/κυψέλη	νωπή, αποξηραμένη	30 €/ kg (λιανική), 18-20 €/kg (χονδρική)
Πρόπολη	έως 300 g/κυψέλη	ανεπεξέργαστη, εκχυλίσματα, καλλυντικά σκευάσματα	50 €/ kg (χονδρική), ~ 10 €/ 10 g (εκχύλισμα)
Κερί	80 – 100 g/ πλαίσιο παλιάς κηρήθρας	παραγωγή φύλλων κηρήθρας, θρησκευτικές χρήσεις, φαρμακευτικές εταιρίες	8 €/ kg (χονδρική)
Δηλητήριο	5g δηλητηρίου / έτος	σε φαρμακευτικές εταιρίες	100 - 200$ / g ξηρού δηλητηρίου

6. Επικονίαση

Συχνά κατά την αναφορά των παροχών της μελισσοκομίας δεν δίδεται η

πρέπουσα προσοχή στη συμβολή της μέλισσας στην επικονίαση των ανθέων. Στη μέλισσα υπολογίζεται ότι χρωστάμε το 80 –90% της παραγωγής πολλών δένδρων ή φυτών μεγάλης καλλιέργειας. Υπολογίζεται ότι υπάρχει οικονομικό όφελος 150 φορές μεγαλύτερο από την επικονίαση των φυτών από τη συνολική αξία των άλλων μελισσοκομικών προϊόντων που παράγονται. Η μελισσοκομία είναι από τις ελάχιστες ανθρώπινες οικονομικές δραστηριότητες που είναι φιλική προς το περιβάλλον και συνεισφέρει στην ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων (Αλυσσανδράκης 2007).

Πρέπει να αναφερθεί ότι ως αίτιο της μη κανονικής παραγωγής ορισμένων φυτών και δένδρων είναι η σταδιακή μείωση του αριθμού των εντόμων επικονιαστών (εκχερσώσεις, πυρκαγιές, χρήση ζιζανιοκτόνων κ.ά.) Για να αντιμετωπισθεί το πρόβλημα πρέπει να εξασφαλισθεί ισορροπία εντομόφιλων φυτών και επικονιαστών εντόμων, γεγονός που μπορεί να επιτευχθεί με αύξηση των μελισσοσμηνών. Από αυτή τη δραστηριότητα των μελισσών προκύπτουν γενικότερα οφέλη, όπως βελτίωση της παραγόμενης ποσότητας και ποιότητας καρπών και σπόρων, ποικιλότητας της αυτοφυούς βλάστησης, διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας (Χαριζάνης 2014).

1.3 Ενεργοί Μικροοργανισμοί και Μελισσοκομία

1.3.1 Οι Ενεργοί Μικροοργανισμοί

Οι μικροοργανισμοί είναι μικροσκοπικές μονάδες ζωής που δεν είναι ορατοί με γυμνό μάτι. Υπάρχουν παντού στη φύση και παίζουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας. Η έννοια των Ενεργών Μικροοργανισμών (EM, Effective Microorganisms) αναπτύχθηκε από τον καθηγητή φυτοκομίας Teruo Higa, στο Πανεπιστήμιο του Ρίουκιους, στην Οκινάουα της Ιαπωνίας στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Ο Teruo Higa μελέτησε την υπερβολική χρήση χημικών ουσιών στην γεωργία και συνειδητοποίησε τις βλαβερές επιπτώσεις αυτών των χημικών ουσιών στον άνθρωπο και στο περιβάλλον. Έτσι, ανέπτυξε ένα μείγμα ωφέλιμων μικροοργανισμών και ανέφερε ότι περίπου 80 διαφορετικοί τύποι μικροοργανισμών μπορούν να αποσυνθέσουν την οργανική ύλη. Πρόκειται για μια φιλική προς το περιβάλλον τεχνολογία που αποτελείται από μια ζυμωμένη μικτή καλλιέργεια συνυπαρχόντων και αμοιβαία συμβατών μικροοργανισμών σε ένα όξινο μέσο. Ο μηχανισμός των ΕΜ βασίζεται στον εμβολιασμό του εδάφους με καλλιέργειες ωφέλιμων μικροοργανισμών, οι οποίοι έχουν την δυνατότητα να μετατοπίζουν τη μικροβιολογική ισορροπία και να δημιουργούν ένα περιβάλλον ευνοϊκό για την ανάπτυξη και την υγεία των φυτών (Goessler & Kuehenelt 2002).

Το πείραμα που πραγματοποιήθηκε, βασίστηκε στις ερευνητικές εργασίες του Costa et al και Charistos et al.

1.3.2 Η ιστορία των Ενεργών Μικροοργανισμών

Ο σπόρος της ανακάλυψης φύτρωσε όταν ο Δρ Higa ερευνούσε την καλλιέργεια πορτοκαλιών στα πλαίσια του διδακτορικού του στη Φυτοκομία στο Πανεπιστήμιο

Kyushyu. Εκεί συνειδητοποίησε τις δυνατότητες των μικροοργανισμών στη γεωργία και αυτό οδήγησε την έρευνά του σε μια νέα κατεύθυνση. Την εποχή εκείνη, η καλλιέργεια πορτοκαλιών βασιζόταν σε μεγάλο βαθμό σε γεωργικά χημικά. Ο Δρ Higa ενδιαφερόταν για τους μικροοργανισμούς, αλλά υποστήριξε τη χρήση χημικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, επειδή, με την εμπειρία του στη γεωργία, γνώριζε ότι είναι εξαιρετικά εντατική εργασία, ειδικά η παραγωγή ποιοτικού κομπόστ. Κατά τα τέλη της δεκαετίας του 70, άρχισε να παρουσιάζεται στην υγεία του, μια κατάπτωση, με συμπτώματα την παρουσία εξανθημάτων, εμφάνιση αλλεργιών και μείωση της ενέργειάς του, τα οποία και απέδωσε στην συνεχή έκθεσή του στα χημικά φυτοφάρμακα (EMRO).

Παράλληλα άρχισαν να γίνονται εμφανή τα σημάδια της αρνητικής επίδρασης που ασκούσαν στο περιβάλλον και ιδιαίτερα την νέκρωση που επέφεραν στο χώμα με την συνεχή χρήση τους και την μόλυνση που επέφεραν στα υπόγεια υδροφόρα στρώματα. Η επίγνωση πως η χρήση των χημικών στη γεωργία δεν μπορεί να συνεχίζεται επ' άπειρον, μιας και η συνεχής χρήση τους προκαλεί μεγάλη ζημιά τόσο στο περιβάλλον όσο και στην υγεία των ζωντανών οργανισμών, τον ώθησε να ασχοληθεί με την έρευνα, έχοντας σαν απώτερο στόχο την ανακάλυψη κάποιας εναλλακτικής βιολογικής μεθόδου καλλιέργειας που να αποφέρει, ει δυνατόν, τα ίδια αποτελέσματα με τις συμβατικές χημικές μεθόδους. Η εμπειρία που είχε στο παρελθόν με χρήση φωτοσυνθετικών βακτηρίων, κατά την οποία επιτεύχθηκαν πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα και συμπεράσματα, τον ώθησε να ασχοληθεί εκτενέστερα με το γενικότερο πεδίο του κόσμου των ωφέλιμων μικροοργανισμών (Higa 2012).

Μέχρι τότε, ανάμεσα στους επιστημονικούς κύκλους επικρατούσε η άποψη πως δεν ήταν εφικτό να συμβιώνουν διαφορετικά είδη μικροοργανισμών, με διαφορετικές απαιτήσεις που να ευνοούν την ανάπτυξή τους, ιδιαίτερα μεταξύ αερόβιων και αναερόβιων ειδών, γι' αυτό και οι διάφορες έρευνες και μελέτες από τους επιστήμονες γινόντουσαν πάνω στο κάθε ένα είδος, ξεχωριστά. Τα συμπτώματά του χειροτέρευαν προοδευτικά, καθώς συνέχιζε να εργάζεται κοντά με αγροχημικά. Αυτή η εμπειρία επηρέασε βαθιά τη σκέψη του και έφερε τους μικροοργανισμούς στο επίκεντρο της έρευνάς του. Ωστόσο, αρχικά εργαζόταν με έναν μόνο τύπο μικροοργανισμών κάθε φορά και υπήρχαν πολλοί διαφορετικοί τύποι μικροοργανισμών προς δοκιμή. Η έρευνά του δεν απέφερε κανένα σημαντικό αποτέλεσμα μετά από πέντε χρόνια σκληρής δουλειάς (Higa 2012).

Αφού επέστρεψε στο Πανεπιστήμιο του Ryukyus στην Οκινάουα, συνέχισε την έρευνά του μόνο με ασφαλείς και αβλαβείς μικροοργανισμούς. Για το λόγο αυτό, συνήθως μάζευε πολλά στελέχη όλα στον ίδιο κάδο για να τα πετάξει στο τέλος της ημέρας. Μια μέρα, ένιωσε ότι ήταν πολύ κακό να ξεπλένει αυτά τα στελέχη στην αποχέτευση, λαμβάνοντας υπόψη το κόστος τους, και αποφάσισε να τα ραντίσει σε ένα κομμάτι γρασίδι. Μια εβδομάδα αργότερα, παρατηρήθηκε εμφανής διαφορά, αφού η ανάπτυξη του γρασιδιού ήταν σημαντικά εντονότερη από το γρασίδι γύρω από το σημείο. Καθώς κανένας από τους μαθητές του δεν έκανε πειράματα σε εκείνο το

σημείο, ήταν σίγουρος ότι αυτό το μείγμα πολλών διαφορετικών τύπων μικροοργανισμών που ράντισε ήταν η αιτία της διαφοράς. Τότε ήταν που συνειδητοποίησε ότι το κλειδί ήταν ο συνδυασμός μικροβίων. Μετά από πολλές δοκιμές, ο Δρ Higa ανακάλυψε ένα βέλτιστο μείγμα το 1980 που προάγει την υγιή ανάπτυξη των φυτών και επινόησε το όνομα "ΕΜ" για αυτήν την ομάδα. Τελικά κατέληξε σε έναν συνδυασμό συνύπαρξης διαφορετικών ειδών, αερόβιων και αναερόβιων μικροοργανισμών που πληρούσε τις προϋποθέσεις που είχαν τεθεί, δηλαδή την προώθηση και διατήρηση της υγιούς ανάπτυξης των φυτών το οποίο είχε ως αποτέλεσμα περισσότερες συγκομιδές, μεγαλύτερο αριθμό συγκομιζόμενων προϊόντων καθώς και πιο εύγεστα προϊόντα (Higa 1995).

1.3.3 Σύνθεση και Δράση των Ενεργών Μικροοργανισμών

Μετά από δεκαετίες έρευνας η σύνθεση των ΕΜ κατέληξε να αποτελείται από τέσσερεις βασικές ομάδες οργανισμών (Higa 1991):

1. Φωτοσυνθετικά βακτήρια (*Rhodopseudomonas palustris, Rhodobacter sphaeroides*),
2. Βακτήρια γαλακτικού οξέος (*Lactobacillus plantarum, L. casei, Streptococcus lactis*),
3. Βακτήρια μαγιάς (Sacdidarevistiialises, Cedidarevistiialisces) και Ζυμομύκητες (*Aspergillus oryzae*, *Penicillium* spp., *Mucor hiemalis*)
4. Ακτινομύκητες (*Streptomyces albus, S. griseus*).

Η θεμελιώδης αρχή είναι ότι τα τρία κύρια είδη πρέπει να είναι σε αφθονία και το pH του διαλύματος πρέπει να είναι κάτω από 3,5 (Higa 1991).

Οι κύριες δράσεις των ομάδων μικροοργανισμών που αποτελούν το μίγμα των ΕΜ περιγράφονται αναλυτικότερα παρακάτω :

1. Φωτοσυνθετικά (φωτοτροπικά) βακτήρια

Τα βακτήρια φωτοσύνθεσης αποτελούν το κλειδί στην λειτουργία των ΕΜ, καθώς συμβάλλουν στη διατήρηση της ισορροπίας με άλλους ωφέλιμους μικροοργανισμούς, επιτρέποντας να συνυπάρχουν και να αλληλοσυμπληρώνονται. Είναι ανεξάρτητοι αυτοσυντηρούμενοι μικροοργανισμοί, χάρη στους οποίους αξιοποιείται σε μεγαλύτερο ποσοστό η ηλιακή ενέργεια και η χρήση αυτής από τα φυτά. Οι μικροοργανισμοί αυτοί χρησιμοποιούν την ενέργεια από τη ζώνη της υπέρυθρης ακτινοβολίας (700 - 1,200 nm) για τη σύνθεση οργανικής ουσίας, οδηγώντας έτσι σε προώθηση της ανάπτυξης των φυτών. Συλλέγουν ενέργεια από τον ήλιο και τη θερμότητα του εδάφους και τη χρησιμοποιούν για να μετατρέψουν τα εκκρίματα από τα ριζικά συστήματα, το οργανικό κλάσμα του εδάφους και αέρια όπως η αμμωνία σε δομικά υλικά κυττάρων όπως αμινοξέα, νουκλεϊκά οξέα και σάκχαρα. Αυτά μπορούν να απορροφηθούν απευθείας από τα φυτά για να προωθήσουν την ανάπτυξη των φυτών και επίσης στο σύστημα του εδάφους να προωθήσουν και να διατηρήσουν την ανάπτυξη άλλων ωφέλιμων μικροοργανισμών. Η ευεργετική επίδραση

των φωτοσυνθετικών βακτηρίων στα φυτά συνίσταται αφενός μεν στους μεταβολίτες τους (ορμόνες και ένζυμα) των οποίων η απορρόφηση είναι άμεση από τα φυτά και αφετέρου παρουσία τους αυξάνεται το ποσοστό άλλων ωφέλιμων μικροοργανισμών (Δαουτόπουλος 2012).

2. Βακτήρια γαλακτικού οξέος

Τα βακτήρια γαλακτικού οξέος παράγουν γαλακτικό οξύ από σάκχαρα και υδατάνθρακες που παράγουν τα φωτοσυνθετικά βακτήρια και οι ζυμομύκητες. Το γαλακτικό οξύ δρα για την αποστείρωση των εδαφών και την καταστολή των επιβλαβών μικροοργανισμών, καθώς και την αύξηση της αποσύνθεσης της οργανικής ύλης. Τα βακτήρια γαλακτικού οξέος ενισχύουν τη διάσπαση οργανικής ύλης όπως η λιγνίνη και η κυτταρίνη και ζυμώνουν αυτά τα υλικά ταχύτερα. Έχουν επίσης την ικανότητα να καταστέλλουν την ανάπτυξη του *Fusarium* ssp., επιβλαβών μικροοργανισμών που προκαλούν ασθένειες κατά τη συνεχή καλλιέργεια. Υπό κατάλληλες συνθήκες, το *Fusarium* spp. προκαλεί αύξηση των επιβλαβών νηματωδών. Κατά την εφαρμογή, οι νηματώδεις εξαφανίζονται σταδιακά καθώς τα βακτήρια γαλακτικού οξέος καταστέλλουν την ανάπτυξη του *Fusarium* (Ouwehand 1998).

3. Βακτήρια μαγιάς και ζυμομύκητες

Τα βακτήρια μαγιάς και οι και ζυμομύκητες παράγουν ορμόνες και ένζυμα που είναι γνωστό ότι προάγουν τη διαίρεση των φυτικών κυττάρων, συμπεριλαμβανομένων και αυτών των ριζών. Χρησιμοποιούν τα αμινοξέα και τα σάκχαρα που εκκρίνονται από τα φωτοσυνθετικά βακτήρια και τις ρίζες των φυτών και με τη σειρά τους παράγουν αυξητικούς παράγοντες για τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος. Παράλληλα, οι εκκρίσεις συνιστούν ωφέλιμα υποστρώματα για τα ΕΜ, εξασφαλίζοντας την ομαλή συνύπαρξη των βακτηρίων του γαλακτικού οξέος και των ακτινομυκήτων. Ως εκ τούτου, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι, τα διαφορετικά είδη των ΕΜ αλληλοσυμπληρώνονται και βρίσκονται σε αμοιβαία επωφελή σχέση με τις ρίζες των φυτών στο οικοσύστημα του εδάφους. Επομένως, τα φυτά θα αναπτυχθούν εξαιρετικά σε εδάφη τα οποία κατοικούνται από αυτούς τους Ενεργούς Μικροοργανισμούς (Pei-Feng *et al.*, 2014).

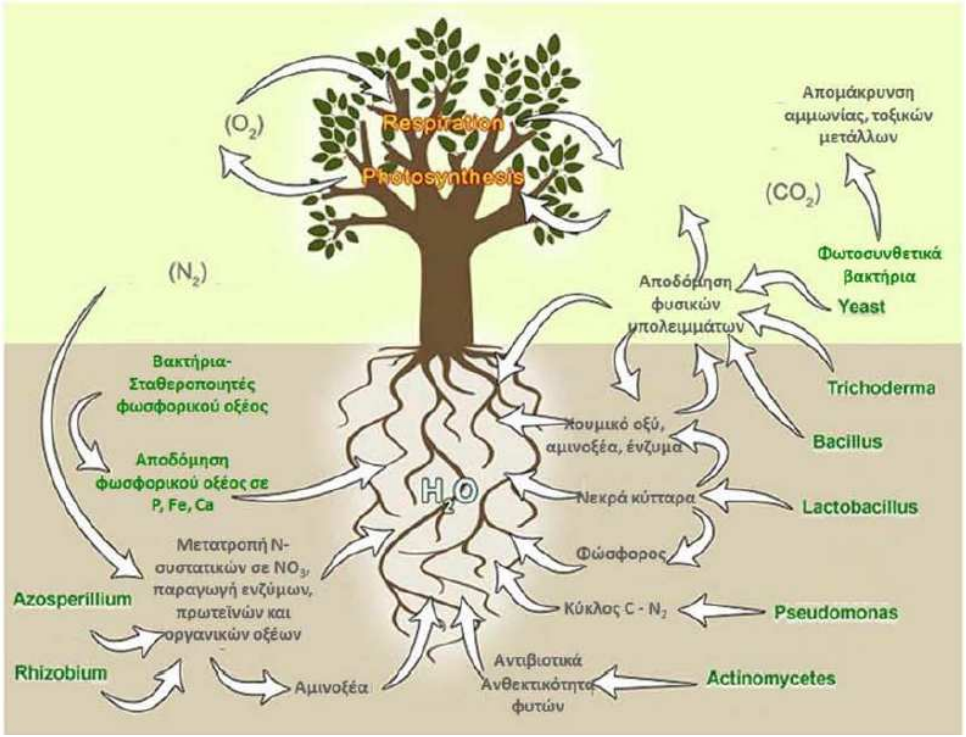
4. Ακτινομύκητες

Οι ακτινομύκητες είναι αερόβιοι μικροοργανισμοί, ετερότροφοι - σαπροφυτικοί, ευαίσθητοι σε χαμηλή εδαφική οξύτητα, αλλά αναπτύσσουν δραστηριότητα και σε εξαιρετικά ξηρές συνθήκες εδάφους. Έχουν την ικανότητα να διασπούν δύσκολα αποικοδομούμενα οργανικά συστατικά, όπως η λιγνίνη, έχουν ευεργετική επίδραση στη δομή και τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους, μέσω της δημιουργίας οργανικών συμπλόκων, ελέγχουν την εξάπλωση των βακτηρίων, μέσω της παραγωγής αντιβιοτικών ουσιών και εξωκυτταρικών ενζύμων, ασκούν μεγάλη επίδραση στο σχηματισμό του χούμου, μέσω της παραγωγής αρωματικών υδρογονανθράκων, ενώ έχουν μεγάλη σημασία ως παθογόνα φυτών και ζώων. Οι ακτινομύκητες απωθούν τα έντομα και εμποδίζουν την αναπαραγωγή τους. Αυτό συμβαίνει διότι τρέφονται από τη

χιτίνη του σώματος των προνυμφών δυσχεραίνοντας την ανάπτυξή τους και τη μεταμόρφωσή τους (Ncube, 2008).

Η συνύπαρξη καθώς και η αρμονική ισορροπία μεταξύ αερόβιων και αναερόβιων οργανισμών στο έδαφος είναι δυσνόητη και αμφισβητήσιμη για πολλούς επιστήμονες. Τα φωτοσυνθετικά βακτήρια που βρίσκονται στο μίγμα των ΕΜ αλλά και στο έδαφος είναι αναερόβια ενώ τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια που βρίσκονται στο έδαφος είναι αερόβια. Η συνύπαρξη τους βασίζεται στην μεταξύ τους ανταλλαγή θρεπτικών συστατικών και στην αξιοποίηση των πρωτογενών ή δευτερογενών μεταβολιτών των μεν από τα δε (Higa, 1994).

Οι αντιοξειδωτικές ουσίες που σχηματίζονται από το μίγμα των ΕΜ κατά την αποσύνθεση και τη ζύμωση της οργανικής ύλης έχουν την ικανότητα να αποτοξινώνουν επιβλαβείς ουσίες. Καταστέλλουν επιβλαβείς αντιδράσεις με απιονισμό επικίνδυνων ουσιών και επίσης προάγουν τη χηλοποίηση βαρέων μετάλλων, όπως ο σίδηρος και προκαλούν τα μικρόβια να εκκρίνουν ένζυμα αποσύνθεσης όπως η υπεροξειδάση της λιγνίνης. Τέτοια ένζυμα έχουν την ικανότητα να αποσυνθέτουν υπολειμματικά αγροχημικά ακόμη και διοξίνες στα εδάφη. Έτσι, εάν το μίγμα χρησιμοποιείται παρουσία οργανικής ύλης σε εδάφη, τα οποία έχουν μολυνθεί πολύ με φυτοφάρμακα ή έχουν υψηλές συγκεντρώσεις διοξίνης, αποτοξινώνονται μέσα σε 2 – 3 έτη. Αυτό έχει αποδειχθεί σε πολλά περιβάλλοντα. Ο ρόλος του ενισχύεται επίσης από τον συντονισμό κυμάτων βαρύτητας που προέρχεται από τα φωτοτροφικά βακτήρια. Αυτά τα κύματα έχουν υψηλότερες συχνότητες και χαμηλότερη ενέργεια από τις ακτίνες γάμμα και Χ. Αυτά τα κύματα είναι ικανά να μετατρέψουν τις επιβλαβείς μορφές ενέργειας στη φύση, σε ωφέλιμες μορφές μέσω συντονισμού (Higa, 1994).



Εικόνα 7. Σχηματική απεικόνιση της συνολικής δράσης των ενεργών μικροοργανισμών στο έδαφος

(http://effectivemicroorganism-mgecotech.blogspot.com/).

Στις βασικές δράσεις των ΕΜ περιλαμβάνονται (Κωτσοβίνου 2015):

- Ο καθαρισμός, δηλαδή η αποικοδόμηση νεκρής οργανικής ύλης και η αναστολή των διαδικασιών σήψης.
- Η αντιοξειδωτική ικανότητα, δηλαδή η περισυλλογή των ελεύθερων ριζών του οξυγόνου
- Η ζύμωση, δηλαδή μετατροπή των οργανικών υπολειμμάτων σε πολύτιμες πρώτες ύλες.

Η δράση τους στηρίζεται σε δυο βασικές αρχές (Δαουτόπουλος 2012):

Α) Στην αρχή της επικράτησης: τα τρισεκατομμύρια των μικροοργανισμών που υπάρχουν στη φύση μπορούν να ταξινομηθούν σε 3 μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με το ρόλο που παίζουν. Οι αποσυνθετικοί ή εκφυλιστικοί μικροοργανισμοί αποτελούν το 5-10% του συνόλου των μικροοργανισμών του πλανήτη. Οι μικροοργανισμοί αυτοί είναι οι μικροοργανισμοί της παρακμής, της σήψης. Είναι οι μικροοργανισμοί που οδηγούν στην παύση της ζωής, στον θάνατο. Οι αναζωογονητικοί μικροοργανισμοί ή μικροοργανισμοί της ζωής που αποτελούν και αυτοί ένα 5-10% του συνόλου των μικροοργανισμών. Αυτοί, όπως δηλώνει η ονομασία τους, προάγουν τη ζωή στα οικοσυστήματα στα οποία επικρατούν. Τέλος, τη συντριπτική πλειοψηφία των μικροοργανισμών αποτελούν οι λεγόμενοι ουδέτεροι 80-90%. Όπως υποδηλώνει και η ονομασία τους, αυτοί ακολουθούν κάθε φορά αυτούς από τις δύο πρώτες ομάδες που γίνονται κυρίαρχοι σε ένα δεδομένο οικοσύστημα. Για παράδειγμα, αν το πάνω χέρι το πάρουν οι οργανισμοί της αποσύνθεσης, τότε ακολουθούν και αυτοί την ίδια δράση με αποτέλεσμα το σύστημα να είναι ένα σύστημα παρακμής, ένα σύστημα που οδηγεί στο θάνατο. Αν αντιθέτως επικρατήσουν οι μικροοργανισμοί της ζωής, τότε και οι ουδετερόφιλοι τους ακολουθούν και το όλο οικοσύστημα προάγει τη ζωή. Η τάση των ουδέτερων μικροοργανισμών να ακολουθούν, αυτούς που κάθε φορά επικρατούν, ονομάζεται Αρχή της Επικράτησης. Αυτήν την αρχή εκμεταλλεύονται οι ΕΜ. Η σταδιακή προσθήκη τους στο έδαφος ή στα φυτά και τα ζώα ευνοεί τους αναζωογονητικούς μικροοργανισμούς για να γίνουν κυρίαρχοι στο αγροτικό οικοσύστημά μας και να παρασύρουν τη μεγάλη πλειοψηφία των ουδετερόφιλων μικροοργανισμών σε μια ευεργετική δράση.

Β) Στην αρχή της ζύμωσης: Η μεγάλη ζυμογόνος ικανότητα τους, μέσω της οποίας, όχι μόνο διασπούν και ανακυκλώνουν οποιαδήποτε οργανική και ανόργανη ύλη υπάρχει στο περιβάλλον τους, αλλά και την μετατρέπουν σε μια πλειάδα από ωφέλιμες ουσίες και στοιχεία και αφ' ετέρου η αρμονία και η αλληλοϋποστήριξη οι οποίες διέπουν την συμβίωσή τους και ενδυναμώνουν την δράση τους. Τα τελικά παράγωγα προϊόντα της ζυμογόνου δράσης τους είναι: φυσικά αντιοξειδωτικά, βιταμίνες, οργανικά οξέα και φυσικά αντιβιοτικά, αμινοξέα / πρωτεΐνες, σάκχαρα / υδατάνθρακες, ορμόνες, χηλικές μεταλλικές ενώσεις, διάφορα ιχνοστοιχεία, διάφορες άλλες βιοενεργές θρεπτικές ουσίες και ενέργεια.

1.3.4 Οφέλη από την χρήση των Ενεργών Μικροοργανισμών

Η χρήση των ΕΜ συνοδεύεται από μία ολόκληρη φιλοσοφία και κοσμοθεωρία του Δρ Higa. Μια από τις πιο θεμελιώδεις πεποιθήσεις στη φιλοσοφία αυτή είναι ότι «η βασική προϋπόθεση για την ανθρώπινη ευτυχία είναι η ικανότητα να κάνει κανείς αυτό που πραγματικά αγαπά, ό,τι κι αν είναι αυτό, καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του» (Higa 1994). Ο ίδιος ορίζει τις αυθεντικές τεχνολογίες με τέτοιο τρόπο ώστε πρέπει να πληρούν δύο βασικά κριτήρια: πρώτον, πρέπει να παράγει μόνο θετικά αποτελέσματα χωρίς ελαττώματα, μειονεκτήματα ή αρνητικές πτυχές και, δεύτερον, να είναι οικονομικά προσιτή. Οι ΕΜ ικανοποιούν το πρώτο κριτήριο, καθώς δεν έχουν αναφερθεί περιπτώσεις με ενδείξεις δυσμενών ή επιβλαβών αποτελεσμάτων ή αρνητικών παρενεργειών. Πρόκειται για ένα προϊόν που είναι φιλικό με το περιβάλλον και τον άνθρωπο, τελείως φυσικής σύνθεσης, ενώ δεν περιέχει γενετικά τροποποιημένα συστατικά. Ικανοποιούν επίσης το δεύτερο κριτήριο, λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι κατασκευάζεται και διανέμεται σε πολλές χώρες σε όλο τον κόσμο (EMRO).

Οι ΕΜ λειτουργούν παρουσία οργανικής ύλης και για αυτό το λόγο έχουν ευρύ φάσμα εφαρμογής και πολλαπλά οφέλη:

Α. Στο έδαφος

Συμβάλλουν στην αναζωογόνηση του εδάφους και στην φυσική ενίσχυσή του. Η παρουσία τους κάνει το έδαφος πλουσιότερο σε ζωτική ενέργεια, αξιοποιώντας πλήρως την φυσική παραγωγική του ικανότητα. Όσο πιο καθαρό είναι το έδαφος, τόσο λιγότερο τεχνητά στοιχεία εμπεριέχει και τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητά του στην ανάπτυξη των φυτών (Andrade *et al*., 2020). Όλοι οι μικροοργανισμοί που συνυπάρχουν στο μίγμα των ΕΜ κάνουν πολύ σημαντική δουλειά, εξισορροπώντας το εδαφικό περιβάλλον. Υπάρχει έλεγχος των επιβλαβών μικροοργανισμών ενώ πολλαπλασιάζονται οι χρήσιμοι μικροοργανισμοί. Αυτό το εδαφικό περιβάλλον ευνοεί τη γεωργική παραγωγή και αποτρέπει την εμφάνιση ασθενειών. Τα οφέλη της χρήσης των ΕΜ στο έδαφος είναι άμεσα (Higa 1995, Vaxevanidou *et al*., 2015):

α) Αποκατάσταση υγιούς μικροχλωρίδας του εδάφους. Όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα και η ποικιλομορφία της ζωής στο έδαφος, τόσο καλύτερη θα είναι η ποιότητα των τροφίμων που παράγονται στη γεωργία. Η φυτική ποικιλότητα συνεπάγεται ποικιλία μικροοργανισμών στο έδαφος.

β) Αποκατάσταση των φυσικοχημικών και μικροβιολογικών συνθηκών του εδάφους.

γ) Ενθάρρυνση της ανάδυσης φυτών διευκολύνοντας έτσι τη διαχείριση και την κάλυψη του εδάφους.

δ) Εξισορρόπηση του αζώτου στο έδαφος και ενίσχυση της πρόσληψης θρεπτικών συστατικών.

ε) Αύξηση του πορώδους εδάφους, της διείσδυσης του νερού σε αυτό και του βάθους ριζοβολίας. Κατά συνέπεια, υπάρχει μείωση της διάβρωσης και της συχνότητας άρδευσης.

στ) Συμβολή στην αποσύνθεση της οργανικής ύλης. Ευνοεί την ανοργανοποίηση και τη διαθεσιμότητα βασικών θρεπτικών συστατικών για τα φυτά.

ζ) Μείωση του χημικού λιπάσματος ή ακόμη και πλήρης κατάργηση αυτού.

η) Βιοαποκατάσταση των μολυσμένων εδαφών εξουδετερώνοντας βαρέα μέταλλα και υπολείμματα φυτοφαρμάκων. Μέσω του κομπόστ μπορεί επίσης να εξουδετερώσει τα υπολείμματα πετρελαίου και άλλα έλαια.

θ) Μείωση ή εξάλειψη ασθενειών και παθογόνων του εδάφους.

ι) Επιτάχυνση της διαδικασίας κομποστοποίησης απορριμμάτων.

Η χρήση ΕΜ στη γεωργία εξαρτάται από την περιοχή, την ποιότητα του εδάφους, το κλίμα, τις μεθόδους καλλιέργειας και άρδευσης, μεταξύ άλλων παραγόντων. Με την εφαρμογή τους, το έδαφος διατηρεί περισσότερο νερό, γεγονός που συνεπάγεται βελτίωση των καλλιεργειών που αυξάνουν την αντοχή τους στο υδατικό στρες σε περιόδους ξηρασίας ή σε πιο αμμώδη εδάφη. Αυτή η βελτίωση οφείλεται τόσο στην αύξηση της οργανικής ύλης του εδάφους, στη μείωση του πορώδους, λόγω της μικροβιακής δραστηριότητας, όσο και στην ιοντική ισορροπία, ευνοώντας την αλληλεπίδραση των επιφανειακών φορτίων της φυσικής δομής του εδάφους με τα ιοντικά φορτία (EMRO).

Β. Στα φυτά

Τα διάφορα είδη μικροοργανισμών που αποτελούν το μίγμα παράγουν οργανικά οξέα, φυτικές ορμόνες, εκτός από βιταμίνες, αντιβιοτικά και πολυσακχαρίτες. Όλα αυτά τα προϊόντα ασκούν, άμεσα ή έμμεσα, θετική επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών. Το μίγμα χρησιμοποιείται στην καλλιέργεια λαχανικών, δημητριακών, φρούτων και καλλωπιστικών φυτών για τους ακόλουθους λόγους (Higa 1995, EMRO):

α) Βελτιώνει τον μεταβολισμό των φυτών, μέσω της αύξησης της φωτοσυνθετικής τους ικανότητας.

β) Ενεργοποιεί την ανάπτυξη των ριζών.

γ) Αυξάνει τη βλάστηση, την ανθοφορία και την καρποφορία.

δ) Ενεργοποιεί την ωριμότητα φρούτων και δημητριακών.

ε) Επιτυγχάνει διαφυλλική λίπανση (παρόμοια με τη αζωτούχο λίπανση).

στ) Αυξάνει την αγροτική παραγωγικότητα.

ζ) Βελτιώνει την ποιότητα των συγκομιζόμενων προϊόντων (αυξάνει το βάρος πρωτεΐνης, ελαίου και καρπού).

η) Μειώνει τις ζημιές που προκαλούνται από διαδοχικές φυτεύσεις.

i) Μειώνει τις βλάβες από έντομα.

ι) Καταργεί τη χρήση εντομοκτόνων λόγω μεγαλύτερης αντοχής των φυτών.

Γ. Στο νερό

Οι Ενεργοί Μικροοργανισμοί επιταχύνουν τη φυσική αποσύνθεση οργανικών ενώσεων που μολύνουν το νερό. Επίσης παράγουν βιοδραστικές ουσίες που δρουν

ενάντια στα παθογόνα σήψης και στην παραγωγή επιβλαβών αερίων που μολύνουν το νερό και προκαλούν δυσάρεστες οσμές. Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικοί στην απορρύπανση του νερού και αποκαθιστά τη φυσική ισορροπία του υδάτινου συστήματος με ευεργετικά και βιώσιμα αποτελέσματα (Higa 1995).

Δ. Στην υγιεινή του περιβάλλοντος

Μειώνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των βιομηχανιών καθώς βοηθούν στην αποσύνθεση των αποβλήτων και των λυμάτων. Η χρήση τους (EMRO):

α) Μειώνει την δυσοσμία.

β) Εξαλείφει τη δυσάρεστη οσμή των απορριμμάτων, μειώνει την παραγωγή επιβλαβών αερίων όπως το υδρόθειο (H_2S) και το μεθάνιο. Οποιοσδήποτε τύπος οργανικής ύλης μπορεί να κομποστοποιηθεί, καθώς δεν υπάρχει παραγωγή άσχημων οσμών.

γ) Βοηθά στον έλεγχο της σκόνης.

δ) Προωθεί την ταχεία φυσική αποσύνθεση (4 έως 6 εβδομάδες) της οργανικής ύλης, καθώς επεξεργάζονται φυσικά την ιλύ.

Ε. Στην κομποστοποίηση

Οι ΕΜ μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην κομποστοποίηση απορριμμάτων από διαφορετικές πηγές. Ενδείκνυνται κυρίως στην κομποστοποίηση απορριμμάτων βραδείας αποσύνθεσης, όπως: απόβλητα με υψηλή αναλογία C/N (ξυλώδη μέρη του φυτού, κορμοί, κλαδιά, άχυρα), χόρτα, λίπη, μεταξύ άλλων, αφού επιταχύνουν την αποσύνθεση μειώνοντας τον χρόνο κομποστοποίησης (Iriti et al., 2019).

ΣΤ. Στην κτηνοτροφία

Οι ΕΜ βελτιώνουν το περιβάλλον διαχείρισης του ζωικού κεφαλαίου βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής των ζώων. Θεωρείται μέσο βελτίωσης του περιβάλλοντος (εντός και εκτός της κτηνοτροφικής εγκατάστασης) όπως και για τη βελτίωση του οργανισμού των ζώων. Με τους ΕΜ είναι δυνατό να επιτευχθούν συνθήκες πολύ κοντά σε αυτές που βρίσκονται στη Φύση, επειδή (Higa 1991, EMRO):

α) Ελέγχουν τις δυσάρεστες οσμές σε εγκαταστάσεις με ζώα (χοιροτροφεία, πτηνοτροφεία, κυνοτροφεία).

β) Καθαρίζουν και εξαφανίζουν τις οσμές στα ζώα (λουτρό με διάλυμα ΕΜ).

γ) Αποτελούν πηγή βιταμινών και άλλων θρεπτικών συστατικών.

δ) Μειώνουν τις μύγες και τα τσιμπούρια.

ε) Βελτιώνουν την ποιότητα του υποστρώματος στην μονάδα.

στ) Βελτιώνουν την ποιότητα και τη διάρκεια ζωής των παραγόμενων ζωικών προϊόντων.

ζ) Μειώνουν τη χρήση απολυμαντικών και φαρμάκων.

η) Μειώνουν το κόστος παραγωγής.

i) Το ζώο είναι πιο υγιές αφού έχει πιο υγιές πεπτικό σύστημα.

Ζ. Άλλες χρήσεις

Σημαντικός πρόσθετος τομέας εφαρμογής των ΕΜ είναι και η υγεία ανθρώπων. Τα τελευταία χρόνια ολοένα και περισσότεροι άνθρωποι επιλέγουν εναλλακτικές μεθόδους για την επίλυση ιατρικών ζητημάτων, αποφεύγοντας τις συμβατικές ιατρικές και φαρμακευτικές οδούς. Παράδειγμα αυτού αποτελεί η λήψη ροφημάτων ΕΜ που ενισχύουν την άμυνα του ανοσοποιητικού και την υγεία του πεπτικού συστήματος (Higa, 2012). Οι ΕΜ επίσης χρησιμοποιούνται στον οικιακό καθαρισμό αλλά και στην καθαριότητα των ρούχων, αντικαθιστώντας τα χημικά καθαρισμού, τα τοξικά και τους περιβαλλοντικούς ρύπους (EMRO).

1.3.5 Οι Ενεργοί Μικροοργανισμοί στην Μελισσοκομία

Τα τελευταία χρόνια, πολλαπλοί βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες σχετίζονται με απώλειες αποικιών των μελισσών (Alaux *et al.*, 2019, Gray *et al.*, 2019). Επιπλέον, επικρατεί ολοένα και περισσότερο η αντίληψη ότι τα παράσιτα και οι παθογόνοι μικροοργανισμοί είναι από τις πιο σημαντικές απειλές για τη διαχείριση των αποικιών μελισσών. Η εις βάθος γνώση αυτών των παραγόντων είναι απαραίτητη και προϋπόθεση για την ανάπτυξη μέτρων για τη διασφάλιση υγιών μελισσών και βιώσιμης επικονίασης. Οι προαναφερθέντες παράγοντες μπορούν επίσης να επηρεάσουν τη μικροχλωρίδα του εντέρου των μελισσών. Ο γαστρεντερικός σωλήνας των προνυμφών της μέλισσας και των ενήλικων μελισσών αποτελεί το πιο κοινό σημείο μόλυνσης και μετάδοσης διαφορετικών παθογόνων, όπως *Ascosphaera apis, Nosema ceranae, Paenibacillus larvae, Melissococcus plutonius* και άλλα παθογόνα βακτήρια, μύκητες και ιοί. Η δυσβίωση του εντέρου θα μπορούσε να αποδυναμώσει τις μέλισσες, συμβάλλοντας έτσι στο φαινόμενο της Διαταραχής Κατάρρευσης Αποικίας (CCD) (Raymann & Moran, 2018).

Στο πρόσφατο παρελθόν έχουν δοκιμασθεί πολλά διαφορετικά μέτρα πρόληψης των ασθενειών των μελισσών, όπως μυκητοκτόνα, αντιβιοτικά, ετεροκυκλικές οργανικές ενώσεις και βακτηριοφάγοι. Τα περισσότερα από αυτά τα προϊόντα κρίνονται συνήθως χρήσιμα για την θεραπεία, αλλά συχνά είναι αναποτελεσματικά για προληπτική χρήση, αφήνοντας τις αποικίες των μελισσών ευάλωτες σε ασθένειες. Επιπλέον, η χρήση αντιβιοτικών στη μελισσοκομία απαγορεύεται νομικά σε πολλές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, λόγω των κινδύνων τόσο για την υγεία του ανθρώπου όσο και των μελισσών και της ανεξέλεγκτης εξάπλωσης των αντιμικροβιακών γονιδίων (Raymann *et al.*, 2017). Ως εκ τούτου, προκύπτει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για νέα αποτελεσματικά μέσα ελέγχου των ασθενειών και βελτίωσης της υγείας των μελισσών, καθώς και για την παροχή οφελών για τη γεωργία μέσω της αύξησης της απόδοσης και της ποιότητας της φυτικής παραγωγής εξαιτίας της επικονίασης.

Η μικροχλωρίδα του εντέρου είναι θεμελιώδης για την ανάπτυξη και την ευημερία της μέλισσας, τη λειτουργία του ανοσοποιητικού και την προστασία από την εισβολή παθογόνων. Μια καλά ισορροπημένη μικροχλωρίδα είναι απαραίτητη για την υποστήριξη της υγείας και του σθένους των μελισσών, ενώ η σύνθεση της εντερικής

βακτηριακής κοινότητας μπορεί να γίνει δείκτης της υγείας των μελισσών (Raymann & Moran, 2018). Επιπλέον, η προστασία από παθογόνους μικροοργανισμούς ή/και παράσιτα είναι μία από τις πιο συχνά συσχετισμένες πτυχές μιας ισορροπημένης εντερικής μικροχλωρίδας. Πράγματι, είναι ευρέως γνωστό ότι στα πρώιμα στάδια της μόλυνσης, η ανάπτυξη των παθογόνων μικροοργανισμών ευνοείται από την ύπαρξη πιθανών διατροφικών ή εντερικών δυσλειτουργιών. Σύμφωνα με τους Alberoni *et al.* (2018) οι μικροοργανισμοί του γαστρεντερικού σωλήνα παρέχουν αφενός διατροφική υποστήριξη μέσω μιας σειράς πολύτιμων διεργασιών που σχετίζονται με την δημιουργία βιταμινών και πρωτεϊνών, με διαδικασίες ζύμωσης, με αποθήκευση τροφής και μεταφορά υγρών σε τμήματα του εντέρου και αφετέρου ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος, αποτρέποντας τους διαφορετικούς παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν ανοσοκαταστολή, όπως παράσιτα/παθογόνα, ελλιπής διατροφή και φυτοφάρμακα.

Η μικροβιακή σύνθεση στον γαστρεντερικό σωλήνα των μελισσών (*Apis mellifera*) είναι μοναδική και εξαιρετικά εξειδικευμένη. Τα βακτήρια που εντοπίζονται σε αυτόν είναι ως επί το πλείστο Proteobacteria, Actinobacteria, Bacteroidetes και Firmicutes (Kwong & Moran 2016). Στα κοινωνικά έντομα, όπως οι μέλισσες, τα εντερικά βακτήρια μεταδίδονται και διαμοιράζονται ανάμεσα στα μέλη της αποικίας μέσω του στόματος, των κοπράνων και της ανταλλαγής τροφής. Αυτό μπορεί να συμβεί επίσης μέσω της κατανάλωσης αποθηκευμένης γύρης ή του ψωμιού μελισσών, της επαφής με μεγαλύτερες μέλισσες εντός της κυψέλης, αλλά και του υλικού της κυψέλης κατά την ενήλικη φάση (Raymann & Moran, 2018). Τα βακτήρια γαλακτικού οξέος είναι φυσικοί κάτοικοι του γαστρεντερικού σωλήνα των μελισσών και ανήκουν σε μια βιολογικά καθορισμένη ομάδα όπου το γαλακτικό οξύ παράγεται από τον ζυμωτικό μεταβολισμό.

Το έντερο μιας μέλισσας είναι το βέλτιστο μικροπεριβάλλον για αυτά τα βακτήρια καθώς παρουσιάζει μικροαερόβιες συνθήκες, ύπαρξη νέκταρος και σακχάρων, αλλά και βέλτιστη θερμοκρασία. Οι Olofsson *et al.* (2016) υποστηρίζουν ότι οι μέλισσες και η μικροχλωρίδα τους είναι αμοιβαία εξαρτώμενα μεγέθη. Η σημασία των βακτηρίων γαλακτικού οξέος, τα οποία περιέχονται στους ενεργούς μικροοργανισμούς, τονίζεται περαιτέρω από την κατανομή τους, η οποία δεν περιορίζεται μόνο στο έντερο των ενήλικων μελισσών, αλλά και στα έντερα των προνυμφών και το στομάχι μελιού ενήλικων μελισσών, ενώ επίσης κυριαρχούν στο περιβάλλον των κυψελών (μέλι, κερί και κηρήθρα). Σε αρκετές μελέτες, έχει αποδειχθεί ότι τα βακτήρια γαλακτικού οξέος έχουν προβιοτική δράση στις μέλισσες, διεγείροντας το ανοσοποιητικό τους σύστημα και βοηθώντας τες να ξεπεράσουν τις επιθέσεις παθογόνων. Διαφορετικοί μηχανισμοί, μεταξύ των οποίων η άμεση αναστολή των παθογόνων με την απελευθέρωση αντιμικροβιακών ενώσεων, η διέγερση του ανοσοποιητικού συστήματος και ο ανταγωνιστικός αποκλεισμός, με τη μεσολάβηση ευεργετικών μικροοργανισμών, θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν στην προστασία των μελισσών (Alberoni *et al.*, 2018).

Οι ευεργετικές ιδιότητες των βακτηρίων γαλακτικού οξέος στην γαστρεντερική οδό των μελισσών συνοψίζονται ως εξής:

1. Αποτοξίνωση από βαρέα μέταλλα

Η περιβαλλοντική ρύπανση αυξάνεται ολοένα και περισσότερο σε ολόκληρο τον κόσμο λόγω της συνεχούς και έντονης βιομηχανικής και τεχνολογικής ανάπτυξης. Τα βαρέα μέταλλα θεωρούνται ένας από τους σημαντικότερους επιβλαβείς ρύπους καθώς δεν εξαλείφονται εύκολα. Μπορούν να προκαλέσουν μη αναστρέψιμη βλάβη στην επιβίωση, τη διατροφή, την ανάπτυξη και βλάπτουν τη συμπεριφορά των οργανισμών. Οι μέλισσες μπορούν να εκτεθούν σε βαρέα μέταλλα κατά την αναζήτηση τροφής σε μολυσμένους τόπους και, σε ορισμένες περιπτώσεις, με έκθεση στον αέρα. Τα βαρέα μέταλλα βιοσυσσωρεύονται επίσης σε προνυμφικά και ενήλικα στάδια, στο μέλι, στο κερί και την πρόπολη, γεγονός που καθιστά τις μέλισσες εξαιρετικούς βιοδείκτες της παρουσίας τους στο περιβάλλον. Ορισμένες αναφορές υποδεικνύουν ότι η υπερδομή των κυττάρων της μέλισσας μπορεί να επηρεαστεί αρνητικά από τα βαρέα μέταλλα, προκαλώντας κυτταρικό θάνατο που μπορεί να διαταράξει το σθένος και τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων. Μπορούν επίσης να επηρεάσουν αρνητικά το γενετικό υλικό, με αποτέλεσμα τη μετάλλαξη, και επιπλέον, προκαλούν επίσης νευροτοξικές επιδράσεις. Άλλες μελέτες έχουν δείξει ότι τα βαρέα μέταλλα μπορεί να επηρεάσουν την αντιοξειδωτική ικανότητα και την ανοσοϊκανότητα στις μέλισσες (Kinoshita, 2019).

Τα βακτήρια γαλακτικού οξέος έχουν την ικανότητα να αφαιρούν αποτελεσματικά τα βαρέα μέταλλα μέσω των μηχανισμών της βιοπροσρόφησης και της βιοσυσσώρευσης (Kinoshita, 2019). Η βιοπροσρόφηση αναφέρεται στη δέσμευση μετάλλων στην επιφάνεια του κυτταρικού τοιχώματος και είναι μια απλή φυσικοχημική διαδικασία, ενώ η διαδικασία βιοσυσσώρευσης αναφέρεται στην ενδοκυτταρική συσσώρευση μετάλλων που συμβαίνει σε δύο στάδια, τη βιοπροσρόφηση και τη βιοσυσσώρευση με τη μεταφορά των μετάλλων μέσω του κυτταρικού τοιχώματος και της μεμβράνης. Οι Rothman *et al.* (2019) απέδειξαν ότι ορισμένα συμβιωτικά βακτήρια γαλακτικού οξέος μελισσών είναι ικανά να βιοσυσσωρεύσουν βαρέα μετάλλων in vitro. Ωστόσο, αυτά τα αποτελέσματα είναι προκαταρκτικά και επομένως, χρειάζεται να γίνουν πιο εις βάθος, συστηματικές και επιδημιολογικές μελέτες στις μέλισσες.

2. Μετριασμός επιπτώσεων από φυτοφάρμακα

Τα φυτοφάρμακα, όπως τα εντομοκτόνα και τα μυκητοκτόνα, θεωρούνται ένας από τους πιθανούς στρεσογόνους παράγοντες που προκαλούν τη γενική μείωση των μελισσών και τις απώλειες αποικιών τους. Η έκθεση των μελισσών σε φυτοφάρμακα προκαλεί επίσης μικροβιακή δυσβίωση και ανοσοκαταστολή, καθιστώντας τις πιο ευάλωτες στα παθογόνα. Επιπλέον, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ φυτοφαρμάκων και παθογόνων μπορεί να επιδεινώσουν τη θνησιμότητα των μελισσών. Η χορήγηση βακτηρίων γαλακτικού οξέος για τον μετριασμό των επιβλαβών επιπτώσεων των φυτοφαρμάκων αποτελεί καινοτόμο ιδέα. Υπάρχουν διάφοροι μηχανισμοί μέσω των οποίων η θεραπεία με προβιοτικά θα μπορούσε να δράσει ενάντια στη δηλητηρίαση

από φυτοφάρμακα.

Η θεραπεία με *Pediococcus acidilactici* αποκατέστησε την έκφραση δύο γονιδίων, τα οποία άλλαξαν μετά από έκθεση σε φυτοφάρμακα (Peghaire *et al.*, 2020). Επιπλέον, οι ενεργοί μικροοργανισμοί μειώνουν την πρόσληψη φυτοφαρμάκων μέσω της αποδόμησής τους το οποίο έχει συσχετιστεί με μειωμένη εντερική απορρόφηση. Επίσης μειώνουν τα επίπεδα τοξικότητας μέσω δέσμευσης οργανοφωσφορικών φυτοφαρμάκων που έχουν καταποθεί, προστατεύοντας τις μέλισσες (Chmiel *et al.*, 2020). Με βάση τα παραπάνω, τα συμπληρώματα προβιοτικών με κατάλληλες καλλιέργειες βακτηρίων γαλακτικού οξέος θα μπορούσαν να μετριάσουν τις επιδράσεις των φυτοφαρμάκων.

3. Προσκόλληση στον εντερικό βλεννογόνο και ενίσχυση του επιθηλιακού διαφράγματος

Η προσκόλληση στα επιθηλιακά κύτταρα του εντέρου αποτελεί προϋπόθεση για τον αποικισμό προβιοτικών βακτηρίων, οδηγώντας σε παροδικό αποικισμό που θα ενισχύσει την ανοσολογική απόκριση και, ταυτόχρονα, θα διεγείρει το εντερικό διάφραγμα και τις μεταβολικές λειτουργίες. Επιπλέον, αυτή η ικανότητα προσκόλλησης στον ξενιστή μπορεί να έχει προστατευτικό ρόλο έναντι ανεπιθύμητων μικροοργανισμών μέσω του ανταγωνισμού για θέσεις δέσμευσης των κυττάρων του ξενιστή (Nowak *et al.*, 2021). Όπως αναφέρεται στην μελέτη των Ren *et al.* (2020), κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης προσαρμογής, τα βακτήρια παράγουν εξωκυτταρικές πολυμερείς ουσίες, που περιέχουν βιολογικά μακρομόρια, μερικά από τα οποία (πολυσακχαρίτες, πρωτεΐνες, νουκλεϊκά οξέα και λιπίδια) είναι επίσης υπεύθυνα για τη συνοχή των μικροοργανισμών και είναι εμπλέκονται στην παραγωγή προστατευτικών βιοφίλμ.

4. Συμμετοχή στην Πεπτική Διαδικασία

Η μικροχλωρίδα του εντέρου της μέλισσας συνθέτει βασικές θρεπτικές ενώσεις και βελτιώνει την αποτελεσματικότητα της πέψης και τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών. Η υγιής λειτουργία του εντέρου παρέχει αμέτρητες ενζυματικές δραστηριότητες για τη διάσπαση των σύνθετων σακχάρων της διατροφής των μελισσών. Οι Iorizzo *et al.* (2020) απέδειξαν ότι ορισμένα στελέχη του *Lactiplantibacillus plantarum* που απομονώθηκαν από το έντερο της μέλισσας παράγουν ένζυμα που συμβάλλουν στην υδρόλυση της κυτταρίνης και μετατρέπουν τη μαλτόζη σε γλυκόζη και εμπλέκονται στη διάσπαση του αμύλου. Οι μέλισσες συλλέγουν τροφές πλούσιες σε υδατάνθρακες, όπως σακχαρόζη, γλυκόζη και φρουκτόζη, οι οποίες είναι σημαντικές για την ανάπτυξη και την ευημερία των αποικιών τους. Ωστόσο, άλλοι υδατάνθρακες που υπάρχουν στη διατροφή τους σε μικρότερες ποσότητες, όπως μονοσακχαρίτες (π.χ. μαννόζη, γαλακτόζη, ξυλόζη, αραβινόζη, ραμνόζη) και ολιγοσακχαρίτες (π.χ. λακτόζη, μελιβιόζη, ραφινόζη και μελεζιτόζη), μπορεί να είναι τοξικοί για τις μέλισσες καθώς δεν έχουν ειδική ενζυματική δράση για τον μεταβολισμό τους. Οι Iorizzo *et al.* επίσης απέδειξαν ότι

στελέχη των *Apilactibacillus kunkeei* και *Lactiplantibacillus plantarum* μπορούν να μεταβολίσουν αραβινόζη, γαλακτόζη, λακτόζη, μαννόζη, μελιβιόζη, μελεζιτόζη και ραφινόζη. Καθώς είναι σε θέση να παρεμβαίνουν ταυτόχρονα στη διάσπαση πολύπλοκων πολυσακχαριτών και να μεταβολίζουν τοξικά σάκχαρα, ο ρόλος των βακτηρίων γαλακτικού οξέος στην ενίσχυση της τροφικής ανοχής και στη διατήρηση της υγείας των ξενιστών τους είναι πολύ σημαντικός.

5. Αντιοξειδωτική δράση

Όπως προαναφέρθηκε, αρκετοί βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες, προκαλούν οξειδωτικό στρες και βλάπτουν την αντιοξειδωτική αμυντική ικανότητα των προνυμφών των μελισσών. Το οξειδωτικό στρες είναι μια σημαντική διαδικασία που μπορεί να προκαλέσει σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς. Για την πρόληψη ή τη μείωση του οξειδωτικού στρες τα έντομα χρησιμοποιούν διάφορους ενζυμικούς μηχανισμούς που προκαλούν οξειδωτική αδρανοποίηση ή απομάκρυνση των ελευθέρων ριζών του οξυγόνου σε ενδοκυτταρικό επίπεδο μέσω ενζύμων .Αυτές οι ενζυμικές δραστηριότητες είναι κρίσιμες για την υγεία των μελισσών όταν υπόκεινται σε στρεσογόνους παράγοντες, όπως διατροφικό και θερμικό στρες, παράσιτα, βαρέα μέταλλα και/ή φυτοφάρμακα. Το οξειδωτικό στρες μπορεί επίσης να είναι συνέπεια ορισμένων ασθενειών των μελισσών.

Τα τελευταία χρόνια, έχει δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην εφαρμογή των βακτηρίων γαλακτικού οξέος ως φυσικών αντιοξειδωτικών. Ορισμένα στελέχη που ανήκουν σε αυτή την ομάδα έχουν ενζυματική και μη ενζυματική αντιοξειδωτική δράση, η οποία μπορεί να μειώσει την οξειδωτική βλάβη. Οι ενεργοί μικροοργανισμοί έχουν πολύπλοκους αντιοξειδωτικούς μηχανισμούς και διαφορετικά στελέχη χρησιμοποιούν διαφορετικούς μηχανισμούς: χηλοποίηση τοξικών ιόντων (Fe^{2+} και Cu^{2+}), σύνθεση αντιοξειδωτικών ενώσεων (π.χ. γλουταθειόνη, βουτυρικό, φολικό και εξωπολυσακχαρίτες), ενεργοποίηση της μεταγραφής των ενζύμων που εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες (Li *et al.*, 2020).

Οι ευεργετικές δράσεις των ενεργών μικροοργανισμών στις μέλισσες είναι οι κάτωθι:

1. Διέγερση του ανοσοποιητικού συστήματος

Τα προβιοτικά βακτήρια μπορούν να τονώσουν το ανοσοποιητικό σύστημα της μέλισσας, ιδιαίτερα οι Lactobacilli και τα Bifidobacteria, αλλά και το γάμμα-πρωτεοβακτήριο *Frischella perrara* έχει αποδειχθεί ότι ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα των μελισσών (Evans & Lopez, 2004). Ο συνδυασμός *Bifidobacterium longum, B. breve, B. infantis, Lactobacillus rhamnosus, L. reuteri, L. acidophilus, L. plantarum* και *L. casei* προκάλεσαν ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος των μελισσών (Evans & Lopez, 2004). Επιπλέον, τα στελέχη *B. asteroides* και *Fructobacillus pseudoficulneus*, που απομονώθηκαν από το έντερο των μελισσών και το ψωμί της μέλισσας, είχαν άμεση επίδραση στο ανοσοποιητικό σύστημα της μέλισσας. Επίσης, ένα παρασκεύασμα ενεργών μικροοργανισμών με βάση τη γύρη

βελτίωσε την ανοσία στις αποικίες μελισσών και έτσι αύξησε την αντοχή τους σε μολυσματικές ασθένειες και στρεσογόνες καταστάσεις (Marušcáková *et al.*, 2020).

2. Ανταγωνιστικός Αποκλεισμός Παθογόνων Μικροοργανισμών

Πολλά παθογόνα των μελισσών πρέπει να προσκολληθούν στο βλεννογόνο στρώμα του γαστρεντερικού σωλήνα για να ξεκινήσει η μολυσματική διαδικασία. Αποικίζοντας το έντερο, προσκολλώνται στην επιθηλιακή του επιφάνεια, τα βακτήρια παρεμβαίνουν έτσι στην προσκόλληση των παθογόνων. Αυτή η ιδιότητα είναι επίσης γνωστή ως «ανταγωνιστικός αποκλεισμός». Η ύπαρξη οποιουδήποτε μικροβιακού πληθυσμού εξαρτάται από την ικανότητά του να ανταγωνίζεται για χημικές ουσίες και διαθέσιμη ενέργεια με άλλα μικρόβια στο ίδιο περιβάλλον. Ορισμένα στελέχη ενεργών μικροοργανισμών καταναλώνουν θρεπτικά συστατικά ή δεσμεύουν χημικές ουσίες που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη παθογόνων. Αυτό καθιστά δυσκολότερη την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών στο εντερικό σύστημα της μέλισσας (Iorizzo *et al.,* 2020).

3. Παραγωγή Αντιμικροβιακών Ουσιών

Οι ενεργοί μικροοργανισμοί παράγουν βακτηριοκτόνες ή βακτηριοστατικές ουσίες, συμπεριλαμβανομένων των βακτηριοσινών, του υπεροξειδίου του υδρογόνου, των σιδεροφόρων, των λυσοζυμών, των πρωτεασών, οι οποίες δρουν σε άλλους μικροβιακούς πληθυσμούς. Οι βακτηριοσίνες παρουσιάζουν αντιμικροβιακή δράση η οποία μπορεί να στοχεύει αρκετά βακτήρια. Επιπλέον, υπάρχουν επιστημονικές ενδείξεις ότι οι βακτηριοσίνες είναι αποτελεσματικές έναντι ορισμένων βακτηριακών λοιμώξεων των μελισσών (Janashia *et al.,* 2016).

4. Καταπολέμηση ασθενειών

Ξανθός Ασπέργιλλος (chalkbrood): Οι *Bacillus subtilis, B. megaterium* και *B. circulans* έχουν δείξει in vitro ανασταλτική δράση έναντι του ξανθού ασπέργιλλου (chalkbrood) (Sabaté *et al.*, 2009). Πιο πρόσφατα οι Omar *et al.* (2014) έδειξαν ανταγωνιστική δράση των στελεχών *Bacillus subtilis* και *Pseudomonas fluorescens*, που απομονώθηκαν από το έντερο της *Apis mellifera carnica*, έναντι του Ascosphaera apis, οργανισμού που προκαλεί ασπέργιλλο. Οι Iorizzo *et al.* (2020) απέδειξαν ότι στελέχη *Apilactobacillus kunkeei*) και *Lactiplantibacillus plantarum*, επίσης μείωσαν την ανάπτυξη της ασθένειας.

Αμερικανική και Ευρωπαϊκή σηψιγονία (foulbrood): Οι Iorizzo *et al.* (2021) απέδειξαν ότι βακτήρια του είδους *Lactiplantibacillus plantarum* εμφάνισαν in vitro ανταγωνιστική δράση έναντι της σηψιγονίας δείχνοντας, ταυτόχρονα, κατάλληλα φυσικά και βιοχημικά χαρακτηριστικά για τη χρήση τους ως προβιοτικά στη δίαιτα των μελισσών. Οι Killer *et al.* (2014) απέδειξε ότι ο *Lactobacillus apis* R4B, που απομονώθηκε από το στομάχι των μελισσών, παρουσιάζει in vitro ανταγωνιστικές επιδράσεις τόσο έναντι του ***Paenibacillus larvae***όσο και του *Melissococcus* **plutonius**, τα οποία αποτελούν αιτίες σηψιγονίας. Μια άλλη πρόσφατη μελέτη έδειξε ότι το στέλεχος A. kunkeei παρουσιάζει ισχυρή in vitro αναστολή τόσο για το *P. larvae* όσο

και για το *M. plutonius* (Yoshiyama & Kimura, 2009).

Μικροσπορίδια (Nosemosis): Η χιτοζάνη, ένα πρεβιοτικό, αύξησε την αντοχή των μελισσών στις μολύνσεις από ***Nosema*** apis, το οποίο προκαλεί μικροσπορίδια, ενώ μείωσε το φορτίο σπορίων του *N. ceranae* και αύξησε την επιβίωση των μολυσμένων μελισσών. Τα συμπληρώματα ενεργών μικροοργανισμών στην δίαιτα των μελισσών μπορεί να έχουν θετικές επιπτώσεις στην υγεία των μελισσών και να ελέγχουν τα μικροσπορίδια. Οι Charistos *et al.* (2016) απέδειξαν πειραματική μείωση των σπορίων της ασθένειας κατά 33%-50% μέσα σε περίοδο δύο ετών με την χρήση του σκευάσματος ενεργών συστατικών HiveAlive™. Το εμπορικό προβιοτικό Vetafarm (*L. acidophilus, L. delbruekii sub. bulgaricus, L. plantarum, L. rhamnosus, Bifidobacterium bifidum, Enterococcus faecium*), εκτός από τη μείωση του πολλαπλασιασμού του *N. ceranae*, αυξάνει την επιβίωση των μολυσμένων μελισσών (Borges *et al.*, 2021).

Βαρρόωση (Varroa mite): Πρόσφατες μελέτες έχουν επισημάνει τη δυνατότητα των ενεργών μικροοργανσιμών στον έλεγχο αυτής της νόσου. Οι Tejerina *et al.* (2020) έδειξαν ότι το *L. salivarius* A3iob μείωσε τα επίπεδα της in situ βαρρόωσης μεταξύ 50 και 80%. Το kunkeei BO-G12 προκάλεσε 95–100% θνησιμότητα του ακάρεως σε 3 ημέρες.

2 Η ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

2.1 Σκοπός του πειράματος

Έλεγχος αποτελεσματικότητας του σκευάσματος «Σπείρα Γης», όσον αφορά στην παραγωγικότητα του μελισσιού, την ευρωστία του, και την ανθεκτικότητα στις διάφορες ασθένειες.

2.2 Υλικά και μεθοδολογία

2.2.1 Οι κυψέλες και οι επεμβάσεις

Για τους σκοπούς της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν 12 κυψέλες τύπου Langstroth (υπόλοιπα υλικά). Το σιρόπι τροφοδοσίας παρασκευάζεται από 1 L νερό και 1 kg λευκή κρυσταλλική ζάχαρη, τα οποία αναμιγνύονται σε μεταλλικό δοχείο και θερμαίνονται με την χρήση εστίας υγραερίου μέχρι τους 50-60°C. Το μίγμα ομογενοποιείται με την βοήθεια αναδευτήρα. Για την παρασκευή του εμπλουτισμένου μίγματος προστίθενται στην συνέχεια οι ενεργοί μικροοργανισμοί σε αναλογία είτε 1:100 w/v είτε 1:200 w/v, δηλαδή σε 1 λίτρο σιροπιού προστίθενται 10 g ΕΜ ή 20 g ΕΜ αντίστοιχα. Το σκεύασμα των ΕΜ που χρησιμοποιήθηκε είναι μίγμα του κοινωνικού συνεταιρισμού "Σπείρα Γης", όπως φαίνεται στην εικόνα 1. Στον αγρό τοποθετήθηκε δοχείο νερού για τις ανάγκες των κυψελών, το οποίο ανανεώνεται κάθε εβδομάδα. Στην επιφάνεια του δοχείου τοποθετούνται φελλοί ψαρέματος για να αποφευχθεί ο πνιγμός των μελισσών κατά την διαδικασία πόσης.



Εικόνα 8. Σκεύασμα ΕΜ του κοινωνικού συνεταιρισμού "Σπείρα Γης".

Το σκεύασμα που χρησιμοποιήθηκε για την νοζεμίαση είναι της εταιρίας Apivita και παρουσιάζεται στην εικόνα 2.



Εικόνα 9. Σκεύασμα κατά της νοζεμίασης.

Για την θεραπεία κατά της βαρρόα χρησιμοποιήθηκε οξαλικό οξύ σε μορφή σκόνης, το οποίο εξαχνώθηκε με την χρήση κατάλληλης συσκευής όπως φαίνεται στην εικόνα 3. Επίσης, έγινε χρήση ταινιών οξαλικού οξέος γλυκερίνης.

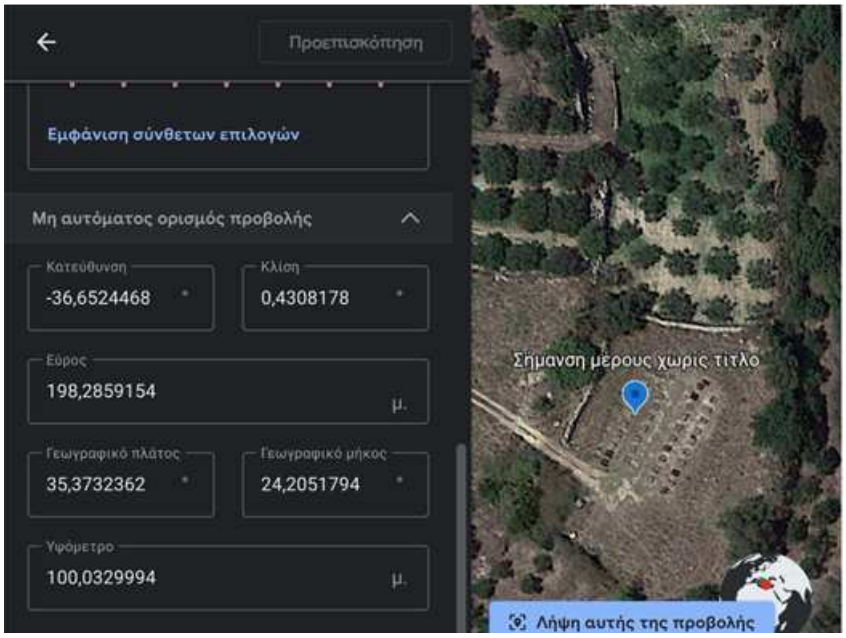


Εικόνα 10. Συσκευή εξάχνωσης οξαλικού οξέος κατά της βαρρόα.

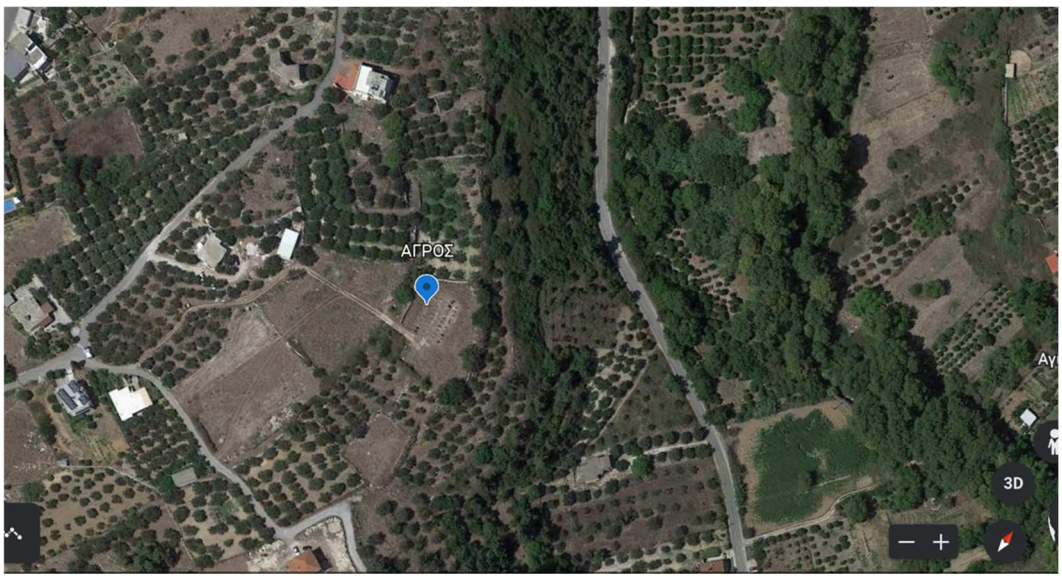
Για την τροφοδοσία των μελισσών με βανίλια παρασκευάσθηκε μίγμα με λευκή κρυσταλλική ζάχαρη και νερό, αναλογίας 300:55 w/w. Για να παρασκευασθεί η βανίλια, σε νερό που βράζει στους 115°C σε καζάνι προστίθεται ζάχαρη και το μίγμα αφήνεται να σιγοβράσει για μιάμιση ώρα περίπου. Ακόμη χρησιμοποιήθηκε βασικός μελισσοκομικός εξοπλισμός όπως καπνιστήρι, δοχεία τροφοδοσίας, δοχείο νερού, καθώς και στολές μελισσοκόμου για τα άτομα που συμμετείχαν στον πείραμα.

2.2.2 Περιγραφή Αγρού

Οι κυψέλες του πειράματος τοποθετήθηκαν στο χωριό Βρύσες του δήμου Αποκορώνου, 16 χιλιόμετρα ανατολικά των Χανίων. Το σημείο βρίσκεται σε γεωγραφικό υψόμετρο 62 μέτρων και οι συντεταγμένες του φαίνονται στην εικόνα 11.



Εικόνα 11. Συντεταγμένες.



Εικόνα 12. Απεικόνιση του αγρού και του περιβάλλοντός του.

Τα μελισσοκομικά φυτά που περιβάλλουν τις κυψέλες του πειράματος είναι τα κάτωθι:

- Πορτοκαλιά (*Citrus* × *sinensis*)

- Γαϊδουράγκαθο (*Onopordum acanthium*)
- Πικραλίδα (*Taraxacum officinale*)
- Ασφοδελίνη (*Asphodeline aestivus*)
- Αμυγδαλιά (*Prunus dulcis*)
- Βατομουριά (*Rubus fruticosus*)
- Δάφνη (*Laurus nobilis*)
- Θρούμπι (*Satureja hortensis*)
- Μελίλωτος (*Melilotus officinalis* (L.) Pall)
- Κισσός (*Hedera helix*)
- Οξαλίδα (*Oxalis pes-caprae* L.)
- Μολόχα (*Malva sylvestris*)
- Παπαρούνα (*Papaver sp.)*
- Πυράκανθος (*Pyracantha coccinea*)
- Ρίγανη (*Origanum vulgare*)
- Τριφύλλι (*Trifolium dubium*)
- Χαρουπιά (*Ceratonia siliqua*)

2.2.3 Περιγραφή Πειράματος

Για να εξετασθεί η επίδραση των ΕΜ στην υγεία των μελισσιών, οι 12 κυψέλες διαχωρίστηκαν σε δύο ομάδες: οι 6 έλαβαν θεραπεία ΕΜ ταυτόχρονα με την διατροφή τους (δείγμα), σε αντίθεση με τις υπόλοιπες 6 που έλαβαν την τυπική διατροφή (μάρτυρας). Συνολικά εκτελέσθηκαν 18 τροφοδοσίες με σιρόπι και 3 με βανίλια, ενδιάμεσα των οποίων έλαβαν χώρα θεραπείες για νοζεμίαση και βαρρόα, καθώς και οι μετρήσεις για τους σκοπούς του πειράματος. Η ποσότητα τροφοδοσίας με σιρόπι ήταν 0,5L ενώ με βανίλια 2kg. Τον χειμώνα η τροφοδοσία έλαβε χώρα τις μεσημεριανές ώρες, περίπου 10π.μ.-2μ.μ, ώστε να αποφευχθεί το κρύο και η υγρασία που προκαλούν ασθένειες στις μέλισσες. Το καλοκαίρι δεν υπάρχει αντίστοιχος περιορισμός, ωστόσο η τροφοδοσία έλαβε χώρα τις πρωινές ώρες με σκοπό να αποφευχθούν οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Στο τέλος του χειμώνα και πριν τους ανοιξιάτικους μήνες προστέθηκαν σε όλες τις κυψέλες πλαίσια με φύλλα κηρύθρας, ώστε να διευκολύνουν τις μέλισσες στο χτίσιμο των κηρηθρών και στην κατασκευή περισσότερων εργατικών κελιών. Οι

εργασίες ξεκίνησαν στις τον Ιούνιο του 2021 και ολοκληρώθηκαν τον Μάιο του 2022 και συνοψίζονται ως εξής:

1. 18/6/21: Τροφοδοσία του δείγματος με σιρόπι που περιέχει ΕΜ και μάρτυρα με απλό σιρόπι. Δοσολογία 1/100 w/v.
2. 22/6/21: Τροφοδοσία του δείγματος με σιρόπι που περιέχει ΕΜ και μάρτυρα με απλό σιρόπι. Δοσολογία 1/200 w/v.
3. 25/6/21: Μεταφορά του συνόλου των κυψελών σκιερή τοποθεσία.
4. 28/6: Τροφοδοσία του δείγματος με σιρόπι που περιέχει ΕΜ και μάρτυρα με απλό σιρόπι. Δοσολογία 1/200 w/v.
5. 17/7/21: Τροφοδοσία του δείγματος με σιρόπι που περιέχει ΕΜ και μάρτυρα με απλό σιρόπι. Δοσολογία 1/200 w/v.
6. 28/7/21: Τροφοδοσία του δείγματος με σιρόπι που περιέχει ΕΜ και μάρτυρα με απλό σιρόπι. Δοσολογία 1/200 w/v.
7. 5/8/21: Τροφοδοσία του δείγματος με σιρόπι που περιέχει ΕΜ και μάρτυρα με απλό σιρόπι. Δοσολογία 1/200 w/v.
8. 12/8/21: Τοποθέτηση ταινιών με οξαλικό οξύ γλυκερίνης για πρόληψη βαρρόας σε όλες τις κυψέλες.
9. 3/9/21: Τροφοδοσία του δείγματος με σιρόπι που περιέχει ΕΜ και μάρτυρα με απλό σιρόπι. Δοσολογία 1/100 w/v.
10. 26/9/21: Χορήγηση σκευάσματος κατά της νοζεμίασης (Nozevit), διαλυμένο σε υγρή μορφή μέσα στο σιρόπι σε όλες τις κυψέλες. Αναλογία 1/100 w/v.
11. 30/9/21, 5/10/21, 10/10/21: Επανάληψη διαδικασίας.
12. 13/10/21: Τροφοδοσία του δείγματος με σιρόπι που περιέχει ΕΜ και μάρτυρα με απλό σιρόπι. Δοσολογία 1/200 w/v.
13. 21/10/21: Λήψη μελιού τόσο από το δείγμα όσο και από τον μάρτυρα. Διύλιση μελιού για απομάκρυνση στερεών, κατάψυξη και αποστολή στο εργαστήριο του πανεπιστημίου στο Ηράκλειο.
14. 23/10/21: Διενέργεια 1^{ης} μέτρησης.
15. 17/11/21: Τροφοδοσία του δείγματος με σιρόπι που περιέχει ΕΜ και μάρτυρα με απλό σιρόπι που περιέχει βιταμίνες. Δοσολογία 1/200 w/v.
16. 7/12/21, 27/12/21, 16/1/22: Τροφοδοσία του συνόλου των κυψελών με μίγμα βανίλια.

17. 5/2/22, 15/2/22, 21/2/22, 28/2/22, 5/3/22: Τροφοδοσία του δείγματος με σιρόπι που περιέχει ΕΜ και μάρτυρα με απλό σιρόπι. Δοσολογία 1/200 w/v.
18. 27/3/22: Προσθήκη 2 ή τριών πλαισίων κατά περίπτωση σε κάθε κυψέλη λόγω αύξησης του πληθυσμού τους.
19. 10/4/22: Τροφοδοσία του δείγματος με σιρόπι που περιέχει ΕΜ και μάρτυρα με απλό σιρόπι που περιέχει βιταμίνες. Δοσολογία 1/200 w/v.
20. 5/5/22: Τροφοδοσία του δείγματος με σιρόπι που περιέχει ΕΜ και μάρτυρα με απλό σιρόπι που περιέχει βιταμίνες. Δοσολογία 1/200 w/v.
21. 25/5/22: Διενέργεια 2^{ης} μέτρησης.

Στο πείραμα εξετάσθηκαν οι παρακάτω παράμετροι: το βάρος του παραγόμενου μελιού, η γύρη, ο πληθυσμός, ο γόνος, η υγιεινή κατάσταση της κυψέλης, η αντοχή σε βαρρόα, και η ποσότητα του μελιού.

Για τον υπολογισμό του βάρους του παραγόμενου μελιού, ζυγίσθηκε κάθε κυψέλη πλήρης με την βοήθεια ζυγαριάς και έγινε καταγραφή του βάρους τους. Στην συνέχεια αφαιρέθηκε το βάρος μιας τυπικής κενής κυψέλης από την πλήρη ώστε να προκύψει η διαφορά. Η διαδικασία αυτή έλαβε χώρα δύο φορές κατά την συνολική διάρκεια του πειράματος.

Η ποσότητα της γύρης στις κυψέλες αξιολογήθηκε με την μέθοδο βαθμολόγησης σε κλίμακα 1-4, όπου: 4 = εξαιρετική, 3 = καλή, 2 = ικανοποιητική, 1 = μη ικανοποιητική (Costa et al., 2012). Η βαθμολογία κάθε κυψέλης βασίζεται στην ποσότητα της γύρης σε σχέση με την ποσότητα του γόνου που υπήρχε εκείνη τη στιγμή: 4 = υπάρχουν αποθήκες γύρης σε μια περιοχή που αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 10% της συνολικής έκτασης γόνου (π.χ. επιφάνεια που αντιστοιχεί σε 2 κηρήθρες γεμάτες με γύρη σε μια κυψέλη Langstroth με κηρύθρες 20 γόνων), 3 = υπάρχουν αποθήκες γύρης σε μια περιοχή που αντιπροσωπεύει το 5-10% της συνολικής έκτασης του γόνου, 2 = υπάρχουν αποθήκες γύρης σε μια περιοχή που αντιπροσωπεύει το 1-5% της συνολικής έκτασης του γόνου, 1 = απουσιάζουν ή υπάρχουν αποθήκες γύρης σε περιοχή που αντιπροσωπεύει λιγότερο από το 1% της συνολικής έκτασης του γόνου.

Για να εκτιμηθεί η ποσότητα του καλυμμένου και του μη καλυμμένου γόνου (που εξετάστηκαν μαζί) η επιφάνεια του γόνου μετρήθηκε με τη χρήση ενός άδειου πλαισίου που αποτελείται από ένα πλέγμα 5 x 5 cm. Κάθε επιφάνεια 10 x 10 cm

περιλαμβάνει περίπου 418 κελιά γόνου και αυτή η τιμή χρησιμοποιήθηκε για να ληφθεί ο συνολικός αριθμός των κελιών γόνου που υπάρχουν στην αποικία.

Το μέγεθος της αποικίας προσδιορίστηκε με εκτίμηση του πληθυσμού των ενήλικων μελισσών και της ποσότητας γόνου που υπήρχε στην αποικία. Σε κάθε περίπτωση είναι δύσκολο να είμαστε ακριβείς, καθώς υπάρχουν οι εξωτερικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις μετρήσεις. Ακολουθώντας κατά βάση την μέθοδο Liebefeld, ο πληθυσμός των ενήλικων μελισσών αξιολογήθηκε με οπτική εκτίμηση του ποσοστού της επιφάνειας της κυψέλης που καλύπτεται πυκνά από τις μέλισσες (Imdorf et al., 1987). Φωτογραφήθηκαν διαδοχικά και οι δύο πλευρές κάθε πλαισίου σε κάθε κουτί κυψέλης. Με την βοήθεια του υπολογιστικού φύλου (excel) κάθε ποσοστιαία τιμή στη συνέχεια μετασχηματίστηκε σε επιφάνεια καλυπτόμενη από μέλισσες σε τετράγωνο (8,8Χ10 cm) ανάλογα με το μέγεθος του πλαισίου που χρησιμοποιήθηκε και πολλαπλασιάστηκε με 130 μέλισσες ανά 8,8Χ10 cm (Costa et al., 2012), έτσι ώστε να προκύψει ένας συνολικός αριθμός ενήλικων μελισσών ανά αποικία.

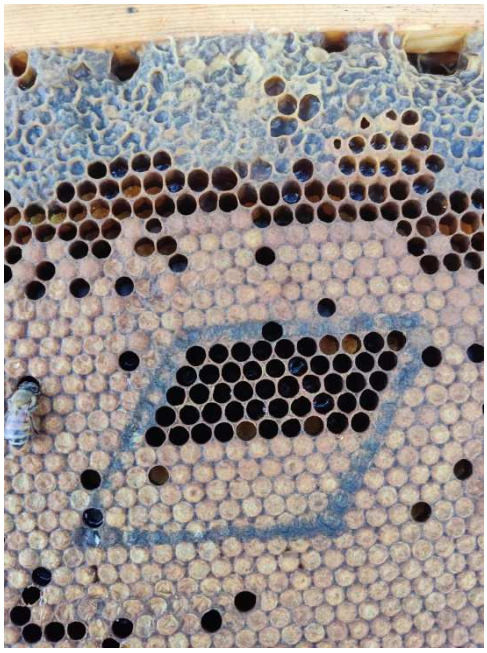
Για την εκτίμηση της ευπάθειας στην βαρρόα εφαρμόσθηκε οξαλικό οξύ με την μέθοδο της εξάχνωσης όπως είδαμε και παραπάνω. Χρησιμοποιήθηκε μια ηλεκτρική συσκευή εξάχνωσης για μελισσοκομική χρήση, η οποία θερμαίνει το οξαλικό οξύ στους 260°C ώστε να μετατραπεί σε καπνό που είναι τοξικός για την βαρρόα. Στην συνέχεια τοποθετήθηκε το ακροφύσιο της συσκευής στην είσοδο κάθε κυψέλης. Στον πάτο της κάθε κυψέλης τοποθετήθηκε ένα χαρτί Α3 με βαζελίνη για την περισυλλογή των νεκρών ακάρεων. Μετά από 8 ημέρες διενεργήθηκε οπτικός έλεγχος για την κάθε κυψέλη.

Για την αξιολόγηση της υγιεινής συμπεριφοράς του μελισσιού ακολουθήθηκε συγκεκριμένο πρωτόκολλο. Αρχικά κατασκευάσθηκε ένα χάρτινο καλούπι που περικλείει 10 κελιά οριζόντια και 10 κάθετα, ήτοι 100 κελιά εργατικού γόνου, όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 3. Το καλούπι πρέπει πάντα να χρησιμοποιείται με την ίδια φορά. Επιλέγεται ένα τελάρο από κάθε κυψέλη, το οποίο έχει κλειστό γόνο και στο οποίο τα μάτια της νύμφης έχουν αρχίσει να χρωματίζονται. Τοποθετείται το καλούπι πάνω στα κελιά του γόνου και σημειώνεται η θέση στις γωνίες του ώστε να είναι ευδιάκριτη κατόπιν 12 ωρών. Στην συνέχεια εφαρμόζεται η «δοκιμή της καρφίτσας» (Costa et al., 2012). Διατρυπώνται 50 κελιά και θανατώνονται ισάριθμες νεαρές νύμφες με πολύ λεπτή καρφίτσα για έντομα (διάμετρος = 0,45 mm), προσέχοντας οι

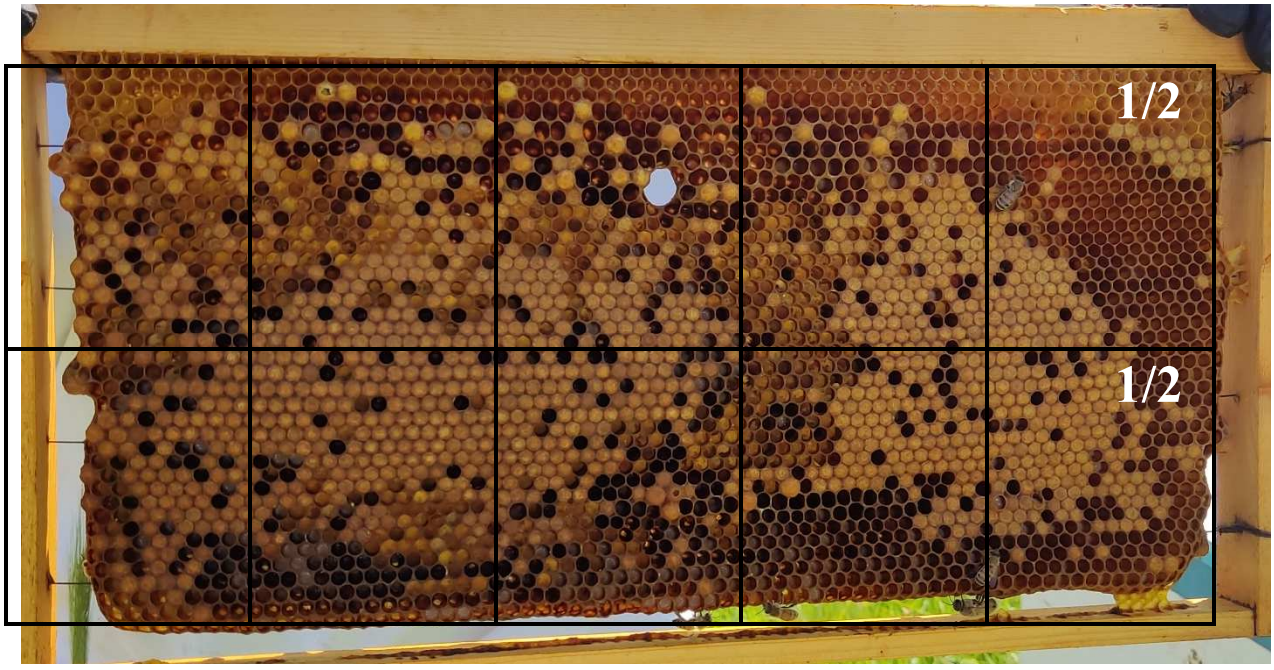
οπές να είναι πρακτικά αδιόρατες. Τα κελιά με γύρη ή μέλι παραλείπονται. Σημειώνεται το 51ο κελί και το τελάρο επιλογής ώστε να εντοπισθούν αργότερα. Μετά από 12 ώρες διενεργείται έλεγχος ώστε να διαπιστωθεί πόσα κελιά καθάρισαν οι μέλισσες. Εάν οι μέλισσες δεν έχουν απομακρύνει καμία από τις νεκρές νύμφες στις 12 ώρες τότε ο έλεγχος επαναλαμβάνεται στις 16 ή ακόμα και στις 24 ώρες. Έτσι στην ουσία αξιολογείται η ικανότητα του μελισσιού να αντιλαμβάνεται και να πετάει έξω τον άρρωστο ή νεκρό γόνο πριν αυτός μολύνει την κυψέλη. Στον έλεγχο, μετρούνται πάντα τα κελιά που δεν καθάρισαν οι μέλισσες. Στην περίπτωση που οι μέλισσες ξεσκέπασαν την νεκρή νύμφη αλλά δεν καθάρισαν το κελί, το κελί αυτό δεν το (προς)μετράμε στα καθαρά. Για να υπολογισθεί το ποσοστό ικανότητας του μελισσιού ανάγουμε τον αριθμό των καθαρών κελιών σε ποσοστό επί τοις εκατό, πολλαπλασιάζοντας επί 2. Για παράδειγμα, αν υπολογισθούν 46 καθαρά κελιά, τότε το μελίσσι αυτό δίνει ποσοστό 46 Χ 2= 92 τοις εκατό (92%).



Εικόνα 6. Χάρτινο καλούπι



Εικόνα 7. Απεικόνιση υγιεινής κατάστασης



Εικόνα 8. Σχεδιασμός πλέγματος για τις μετρήσεις.



Εικόνα 9. Τοποθέτηση ταινίας για την καταπολέμηση της νοζεμίασης.

3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σε αυτή την ενότητα παρατίθενται τα αποτελέσματα του πειραματικού μέρους της εργασίας. Ταυτόχρονα γίνεται σχολιασμός των ευρημάτων ώστε να εξηγηθούν τα διάφορα φαινόμενα που προκύπτουν από τις μετρήσεις. Τα δεδομένα επεξεργάσθηκαν με την βοήθεια του excel.

1. Πληθυσμός

Πίνακας 5. Αριθμός ενήλικων μελισσών στις κυψέλες του μάρτυρα στην 1η μέτρηση.

1η ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΑΡΤΥΡΑ								
1η κυψέλη			2η κυψέλη			3η κυψέλη		
Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών	Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών	Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών
1A	5	650	1A	7	910	1A	6	780
1B	6	780	1B	4.5	585	1B	4	520
2A	6	780	2A	6	780	2A	5	650
2B	6	780	2B	7	910	2B	8	1040
3A	6	780	3A	5	650	3A	5	650
3B	3	390	3B	6	780	3B	7	910
4A	5	650	4A	7.5	975	4A	5.5	715
4B	7	910	4B	5	650	4B	5	650
5A	3	390	5A	6	780	5A	8	1040
5B	3	390	5B	5	650	5B	5	650
6A	7	910	6A	6	780	6A	7	910
6B	9	1170	6B	5	650	6B	5.5	715
7A	5	650	7A	3	390	7A	5	650
7B	7	910	7B	5.5	715	7B	6	780
Σύνολο μελισσών		10140	Σύνολο μελισσών		10205	Σύνολο μελισσών		10660
4η κυψέλη			5η κυψέλη			6η κυψέλη		
Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών	Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών	Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών
1A	6	780	1A	6	780	1A	6	780
1B	4	520	1B	4	520	1B	4	520
2A	4	520	2A	6	780	2A	4.5	585
2B	6	780	2B	3	390	2B	6	780
3A	6	780	3A	5	780	3A	6	780
3B	4	520	3B	4	390	3B	3	390
4A	5	650	4A	6	390	4A	5	650
4B	4	520	4B	9	520	4B	3	390
5A	5.5	715	5A	9	780	5A	6	780
5B	6	780	5B	9	780	5B	6	780
6A	7	910	6A	5.5	715	6A	3	390
6B	5	650	6B	5	650	6B	5	650
7A	6	780	7A	3	390	7A	6	780
7B	5.5	715	7B	3	780	7B	6	780
Σύνολο μελισσών		9620	Σύνολο μελισσών		8645	Σύνολο μελισσών		9035

Στον πίνακα 5 παρατίθεται το πλήθος των μελισσών στις κυψέλες του μάρτυρα κατά την πρώτη μέτρηση. Ο πληθυσμός στις κυψέλες κυμαίνεται από 9035 (6η κυψέλη)

έως 10660 (3η κυψέλη). Οι κυψέλες 1 και 2 έχουν περίπου τον ίδιο αριθμό ενήλικων μελισσών. Η 3η κυψέλη υπερέχει καθώς έχει τον μεγαλύτερο αριθμό μελισσών και από τις υπόλοιπες 5 κυψέλες. Αντίστοιχά παρατηρούμε ότι η 5η κυψέλη χαρακτηρίζεται ως η πιο αδύναμη, καθώς έχει τον μικρότερο αριθμό μελισσών από τις υπόλοιπες, ο αριθμός ενήλικων μελισσών δεν ξεπερνά τις 8700. Οι κυψέλες 4 και 6 έχουν παρόμοιο αριθμό με μικρή διαφορά. Διακρίνουμε ότι ο πληθυσμός είναι συνωστισμένος στα μεσαία πλαίσια, εκεί δηλαδή που υπάρχει και ο γόνος. Ο μέσος όρος υπολογίζεται στις 9718 μέλισσες ανά κυψέλη.

Πίνακας 6. Αριθμός ενηλίκων μελισσών στις κυψέλες στις οποίες χορηγήθηκε σκεύασμα με Ενεργούς Μικροοργανισμούς (επέμβαση) κατά την 1η μέτρηση.

1η ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ								
1η κυψέλη			2η κυψέλη			3η κυψέλη		
Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών	Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών	Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών
1A	6	780	1A	6	780	1A	6	780
1B	7	910	1B	8	1040	1B	5	650
2A	6	780	2A	8.5	1105	2A	5	650
2B	8	1040	2B	6	780	2B	6	780
3A	6	780	3A	6	780	3A	5	650
3B	7	910	3B	6	780	3B	8	1040
4A	7	910	4A	8	1040	4A	5	650
4B	7	910	4B	6	780	4B	5	650
5A	8	1040	5A	7	910	5A	6	780
5B	6	780	5B	6	780	5B	7.5	975
6A	8	1040	6A	5.5	715	6A	6	780
6B	7	910	6B	6	780	6B	9	1170
7A	6	780	7A	6	780	7A	6	780
7B	7	910	7B	8	1040	7B	6	780
Σύνολο μελισσών		12480	Σύνολο μελισσών		12090	Σύνολο μελισσών		11115
4η κυψέλη			5η κυψέλη			6η κυψέλη		
Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών	Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών	Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών
1A	6	780	1A	6	780	1A	6	780
1B	4	520	1B	4	520	1B	7	910
2A	6	780	2A	6	780	2A	5	650
2B	8	1040	2B	6.5	845	2B	6.5	845
3A	6	780	3A	6	780	3A	6	780
3B	7	910	3B	7	910	3B	7	910
4A	8	1040	4A	8	1040	4A	6	780
4B	7	910	4B	8	1040	4B	7	910
5A	8	1040	5A	7.5	975	5A	7	910
5B	6	780	5B	6	780	5B	3	390
6A	7	910	6A	3	390	6A	7.5	975
6B	8	1040	6B	5	650	6B	6	780
7A	6	780	7A	5	650	7A	3	390
7B	6	780	7B	7	910	7B	4	520
Σύνολο μελισσών		12090	Σύνολο μελισσών		11050	Σύνολο μελισσών		10530

Στον πίνακα 6 παρατίθεται το πλήθος των μελισσών στις κυψέλες στις οποίες χορηγήθηκαν ενεργοί μικροοργανισμοί, όπως προέκυψαν τα αποτελέσματα από την 1η διαδικασία μέτρησης. Οι κυψέλες 1, 2 και 4 εμφανίζουν τους υψηλότερους πληθυσμούς (άνω των 12.000), οι κυψέλες 3 και 5 έπονται με πληθυσμούς άνω των 11.000 ενώ η κυψέλη 6 είχε τι λιγότερες ενήλικες μέλισσες (10530). Ομοίως με τις κυψέλες μάρτυρα, παρατηρείται συγκέντρωση του πληθυσμού στα κεντρικά πλαίσια. Ο μέσος όρος είναι 11559 μέλισσες ανά κυψέλη, εμφανώς υψηλότερος από ότι στις κυψέλες μάρτυρα.

Πίνακας 7. Αριθμός ενήλικων μελισσών στις κυψέλες του μάρτυρα στην 2η μέτρηση.

2η ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΑΡΤΥΡΑ								
1η κυψέλη			2η κυψέλη			3η κυψέλη		
Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών	Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών	Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών
1A	5.5	715	1A	5	650	1A	6	780
1B	5	650	1B	5	650	1B	5	650
2A	7.5	975	2A	6	780	2A	6	780
2B	6	780	2B	6	780	2B	6	780
3A	7	910	3A	7	910	3A	6	780
3B	8	1040	3B	8	1040	3B	6	780
4A	9	1170	4A	9	1170	4A	7	910
4B	9	1170	4B	9	1170	4B	8	1040
5A	9	1170	5A	9	1170	5A	8	1040
5B	9	1170	5B	8	1040	5B	9	1170
6A	7	910	6A	8	1040	6A	9	1170
6B	6	780	6B	6	780	6B	9	1170
7A	5	650	7A	6	780	7A	8	1040
7B	5	650	7B	4	520	7B	7	910
8A	4	520	8A	3	390	8A	5	650
8B	4	520	8B	3	390	8B	4	520
9A	3.5	455	9A	3	390	9A	4	520
9B	3	390	9B	3	390	9B	3	390
10A	3	390	10A	2	260	10A	2	260
10B	2	260	10B	2	260	10B	2	260
Σύνολο μελισσών		15275	Σύνολο μελισσών		14560	Σύνολο μελισσών		15600
4η κυψέλη			5η κυψέλη			6η κυψέλη		
Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών	Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών	Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών
1A	5	650	1A	8	1040	1A	5	650
1B	5	650	1B	7.5	975	1B	4	520
2A	6	780	2A	7	910	2A	6	780
2B	6	780	2B	7	910	2B	5	650
3A	6	780	3A	7.5	975	3A	5	650
3B	6.5	845	3B	9	1170	3B	7	910
4A	6	780	4A	9	1170	4A	8	1040
4B	7	910	4B	9	1170	4B	8	1040
5A	8	1040	5A	9	1170	5A	8	1040
5B	9	1170	5B	9	1170	5B	8.5	1105
6A	9	1170	6A	9	1170	6A	9	1170
6B	9	1170	6B	9	1170	6B	8	1040
7A	8	1040	7A	9	1170	7A	6.5	845
7B	8	1040	7B	9	1170	7B	5	650
8A	8	1040	8A	9	1170	8A	5	650
8B	6.5	845	8B	8	1040	8B	4	520
9A	5	650	9A	6	780	9A	3	390
9B	4	520	9B	4	520	9B	3	390
10A	2	260	10A	3.5	455	10A	1	130
10B	2	260	10B	2	260	10B	1	130
Σύνολο μελισσών		16380	Σύνολο μελισσών		19565	Σύνολο μελισσών		14300

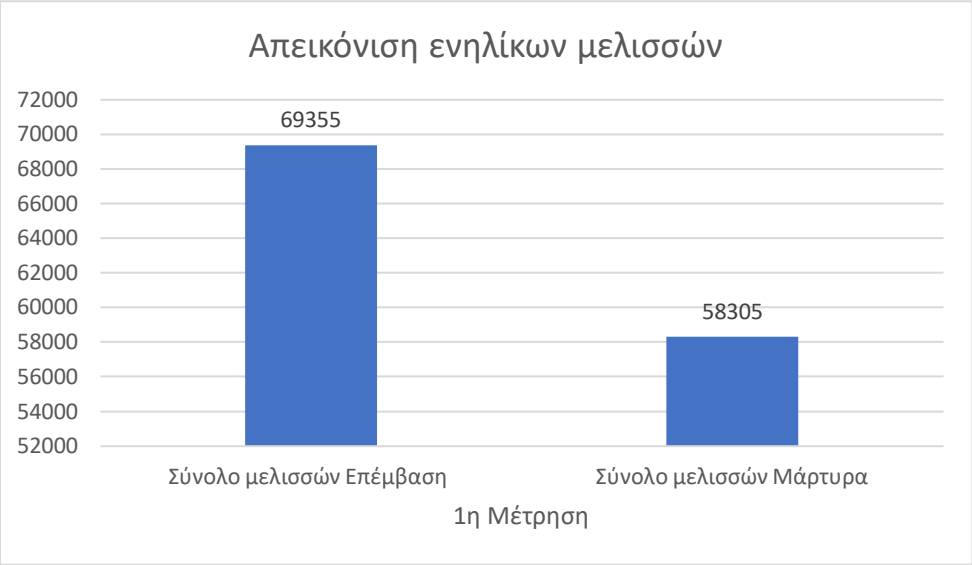
Στον πίνακα 7 παρατίθεται το πλήθος των μελισσών στις κυψέλες του μάρτυρα κατά την δεύτερη μέτρηση, η οποία διενεργήθηκε στα τέλη του Μαΐου. Όπως φαίνεται ο συνολικός πληθυσμός έχει αυξηθεί και αυτό οφείλεται στην εποχή, καθώς την άνοιξη η ανάπτυξη του μελισσιού ευνοείται από τις κατάλληλες κλιματολογικές συνθήκες.

Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό και από το γεγονός ότι προστέθηκαν επιπλέον πλαίσια σε κάθε κυψέλη για να υποστηριχθεί η αύξηση του πληθυσμού. Η 6η κυψέλη έχει τον μικρότερο πληθυσμό όπως και στην πρώτη μέτρηση, ενώ η 5η κυψέλη έχει τον μεγαλύτερο, παρόλο που στην 1η μέτρηση δεν ήταν η πολυπληθέστερη. Ο μέσος όρος είναι 15947 ενήλικα άτομα ανά κυψέλη, αυξημένος συνολικά κατά σχεδόν 60% από την πρώτη μέτρηση.

Στον πίνακα 8 εμφανίζεται το πλήθος των μελισσών στις κυψέλες παρέμβασης κατά την δεύτερη μέτρηση. Παρατηρείται αύξηση του πληθυσμού σε σχέση με την πρώτη μέτρηση σε όλες τις κυψέλες. Οι κυψέλες 1 και 4 πάλι εμφάνισαν υψηλούς πληθυσμούς, όπως και στην πρώτη μέτρηση, ενώ η 6η κυψέλη σημείωσε εντυπωσιακή αύξηση, αφού παρόλο που ήταν η πιο αδύναμη κατά την πρώτη μέτρηση, στην δεύτερη μέτρηση ήταν η πιο πολυπληθής (22685). Ο μέσος όρος ήταν 19890 μέλισσες ανά κυψέλη, αυξημένος κατά 72% σε σχέση με την πρώτη μέτρηση. Επίσης ο πληθυσμός εμφανίζεται υψηλότερος από αυτόν στις κυψέλες του μάρτυρα, όπως και στην πρώτη μέτρηση.

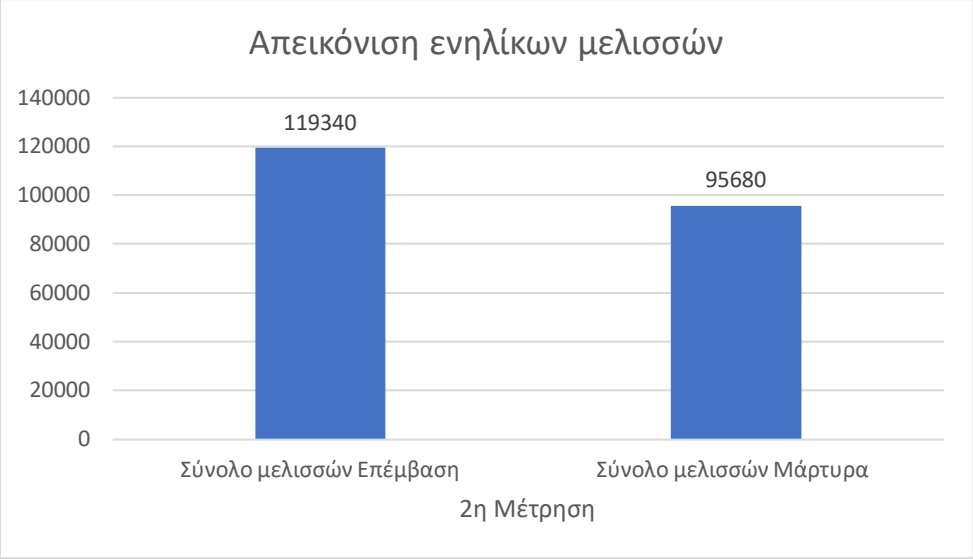
Πίνακας 8. Αριθμός ενηλίκων μελισσών στις κυψέλες στις οποίες χορηγήθηκε σκεύασμα με Ενεργούς Μικροοργανισμούς (επέμβαση) κατά την 2η μέτρηση.

2η ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ								
1η κυψέλη			2η κυψέλη			3η κυψέλη		
Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών	Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών	Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών
1A	6	780	1A	6	780	1A	5	650
1B	7	910	1B	6	780	1B	5	650
2A	7	910	2A	6	780	2A	7	910
2B	8	1040	2B	6	780	2B	6	780
3A	8	1040	3A	5	650	3A	6	780
3B	9	1170	3B	6	780	3B	5	650
4A	9	1170	4A	5	650	4A	6	780
4B	9	1170	4B	8	1040	4B	6	780
5A	9	1170	5A	8	1040	5A	9	1170
5B	9	1170	5B	9	1170	5B	8.5	1105
6A	9	1170	6A	9	1170	6A	8	1040
6B	9	1170	6B	8	1040	6B	9	1170
7A	9	1170	7A	9	1170	7A	8.5	1105
7B	9	1170	7B	8	1040	7B	9	1170
8A	9	1170	8A	6	780	8A	8	1040
8B	9	1170	8B	7	910	8B	7.5	975
9A	7.5	975	9A	7	910	9A	6	780
9B	7	910	9B	6	780	9B	6	780
10A	7	910	10A	6	780	10A	6	780
10B	6	780	10B	6	780	10B	6	780
Σύνολο μελισσών		21125	Σύνολο μελισσών		17810	Σύνολο μελισσών		17875
4η κυψέλη			5η κυψέλη			6η κυψέλη		
Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών	Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών	Αριθμός Πλαισίου	Τετράγωνα με μέλισσες	Πλήθος μελισσών
1A	7	910	1A	6	780	1A	7	910
1B	8	1040	1B	6	780	1B	7	910
2A	8	1040	2A	6	780	2A	9	1170
2B	8	1040	2B	6	780	2B	9	1170
3A	7	910	3A	6	780	3A	9	1170
3B	9	1170	3B	7	910	3B	9	1170
4A	8	1040	4A	7	910	4A	9	1170
4B	9	1170	4B	7	910	4B	9	1170
5A	9	1170	5A	7	910	5A	9	1170
5B	9	1170	5B	8.5	1105	5B	9	1170
6A	9	1170	6A	9	1170	6A	9	1170
6B	9	1170	6B	8.5	1105	6B	9	1170
7A	9	1170	7A	8	1040	7A	9	1170
7B	9	1170	7B	9	1170	7B	9	1170
8A	9	1170	8A	8.5	1105	8A	9	1170
8B	8	1040	8B	7	910	8B	9	1170
9A	8	1040	9A	6	780	9A	9	1170
9B	9	1170	9B	6	780	9B	9	1170
10A	7	910	10A	6	780	10A	8.5	1105
10B	7	910	10B	6	780	10B	8	1040
Σύνολο μελισσών		21580	Σύνολο μελισσών		18265	Σύνολο μελισσών		22685



Διάγραμμα 1. Συνολικός αριθμός ενήλικων μελισσών στις κυψέλες του μάρτυρα και της επέμβασης στην πρώτη μέτρηση.

Από το διάγραμμα 1 προκύπτει ότι ο συνολικός πληθυσμός ενήλικων μελισσών στις κυψέλες της επέμβασης ήταν υψηλότερος κατά 11050 άτομα, αφού οι κυψέλες που ψεκάσθηκαν με σκεύασμα με ΕΜ είχαν 69355 ενήλικες μέλισσες ενώ αυτές του μάρτυρα 58305. Η ποσοστιαία διαφορά τους ήταν 19%.



Διάγραμμα 2. Συνολικός αριθμός ενήλικων μελισσών στις κυψέλες του μάρτυρα και της επέμβασης στην δεύτερη μέτρηση.

Στο διάγραμμα 2 απεικονίζεται ο συνολικός πληθυσμός ενήλικων μελισσών στις κυψέλες της επέμβασης και του μάρτυρα κατά την δεύτερη μέτρηση. Ο πληθυσμός στις κυψέλες επέμβασης ήταν υψηλότερος κατά 23660 άτομα, με τις κυψέλες που

ψεκάσθηκαν με σκεύασμα με ΕΜ να συγκεντρώνουν 119340 ενήλικα άτομα, ενώ αυτές του μάρτυρα 95680. Η ποσοστιαία διαφορά τους ήταν 24,7%, μεγαλύτερη από την διαφορά που είχαν κατά την πρώτη μέτρηση.

2. Γύρη

Πίνακας 9. Επικάλυψη γύρης στις κυψέλες μάρτυρα κατά την πρώτη μέτρηση.

1η ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΑΡΤΥΡΑ					
1η κυψέλη		2η κυψέλη		3η κυψέλη	
Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη
1	8	1	6	1	2
2	2	2	8	2	2
3	8	3	0	3	4
4	0	4	0	4	0
5	0	5	0	5	0
6	0	6	0	6	0
7	0	7	0	7	0
Μέσος Όρος	**2.57**	Μέσος Όρος	**2.00**	Μέσος Όρος	**1.14**
4η κυψέλη		5η κυψέλη		6η κυψέλη	
Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη
1	10	1	8	1	8
2	8	2	6	2	4
3	10	3	8	3	6
4	0	4	6	4	4
5	0	5	6	5	0
6	0	6	0	6	0
7	0	7	0	7	0
Μέσος Όρος	**4.00**	Μέσος Όρος	**4.86**	Μέσος Όρος	**3.14**

Ο πίνακας 9 περιέχει τα ποσοστά κάλυψης με γύρη των κυψελών του μάρτυρα κατά την 1^{η} μέτρηση. Τα ποσοστά κυμάνθηκαν από 1,14% έως 4,86%.

Πίνακας 10. Επικάλυψη γύρης στις κυψέλες επέμβασης κατά την πρώτη μέτρηση.

1η ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ					
1η κυψέλη		2η κυψέλη		3η κυψέλη	
Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη
1	8	1	6	1	4
2	8	2	4	2	8
3	10	3	4	3	8
4	2	4	8	4	6
5	0	5	0	5	0
6	0	6	0	6	0
7	0	7	0	7	0
Μέσος Όρος	**4.00**	Μέσος Όρος	**3.14**	Μέσος Όρος	**3.71**
4η κυψέλη		5η κυψέλη		6η κυψέλη	
Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη
1	4	1	2	1	4
2	4	2	8	2	6
3	8	3	8	3	2
4	0	4	0	4	0
5	0	5	0	5	0
6	0	6	0	6	0
7	0	7	0	7	0
Μέσος Όρος	**2.29**	Μέσος Όρος	**2.57**	Μέσος Όρος	**1.71**

Ο πίνακας 10 περιέχει τα ποσοστά κάλυψης με γύρη των κυψελών επέμβασης κατά την 1η μέτρηση. Παρατηρήθηκε μικρότερη διακύμανση σε σχέση με τα ποσοστά του μάρτυρα με τους μέσους όσους ανά κυψέλη να μετρώνται από 1,71% έως 4%.

Πίνακας 11. Επικάλυψη γύρης στις κυψέλες μάρτυρα κατά την δεύτερη μέτρηση.

2η ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΑΡΤΥΡΑ					
1η κυψέλη		2η κυψέλη		3η κυψέλη	
Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη
1	12	1	12	1	18
2	10	2	0	2	8
3	12	3	0	3	30
4	0	4	0	4	0
5	0	5	0	5	0
6	0	6	0	6	0
7	0	7	0	7	0
8	0	8	0	8	0
9	0	9	0	9	0
10	0	10	0	10	0
Μέσος Όρος	**3.4**	Μέσος Όρος	**1.2**	Μέσος Όρος	**5.6**
4η κυψέλη		5η κυψέλη		6η κυψέλη	
Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη
1	8	1	24	1	12
2	18	2	16	2	12
3	4	3	8	3	6
4	6	4	8	4	14
5	0	5	0	5	0
6	0	6	0	6	0
7	0	7	0	7	0
8	0	8	0	8	0
9	0	9	0	9	0
10	0	10	0	10	0
Μέσος Όρος	**3.6**	Μέσος Όρος	**5.6**	Μέσος Όρος	**4.4**

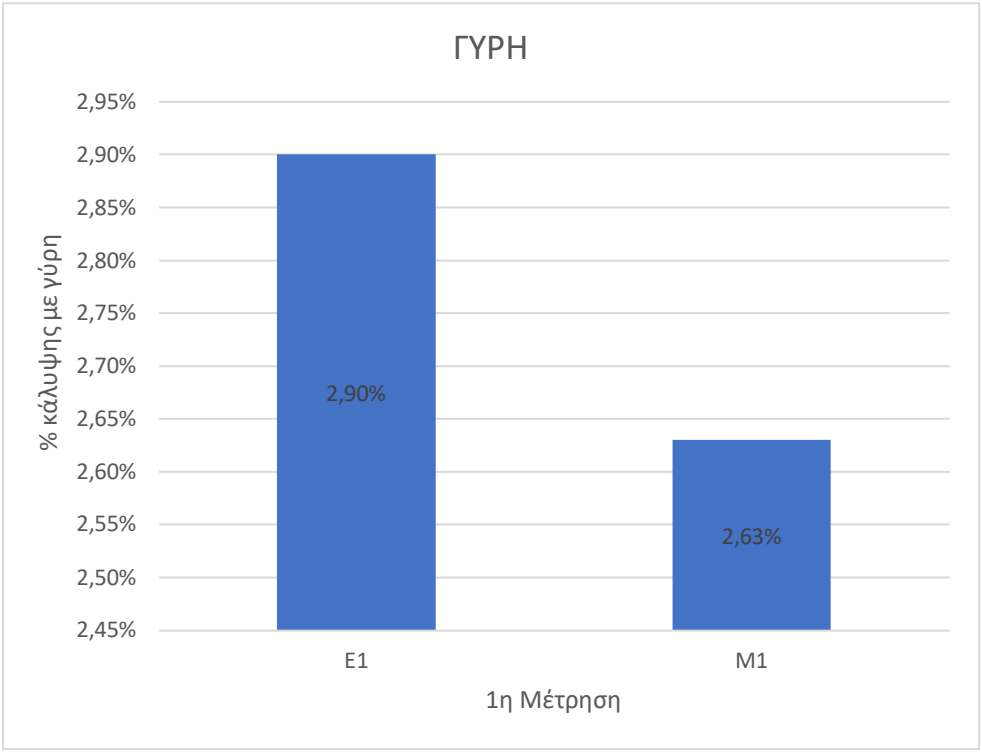
Στον πίνακα 11 περιέχονται τα ποσοστά κάλυψης με γύρη των κυψελών του μάρτυρα κατά την 2^{η} μέτρηση. Παρατηρείται μια αύξηση σε σχέση με την 1^{η} μέτρηση, καθώς η ποσοστιαία κάλυψη κυμάνθηκε από 1,2% έως 5,6%.

Πίνακας 12. Επικάλυψη γύρης στις κυψέλες επέμβασης κατά την δεύτερη μέτρηση.

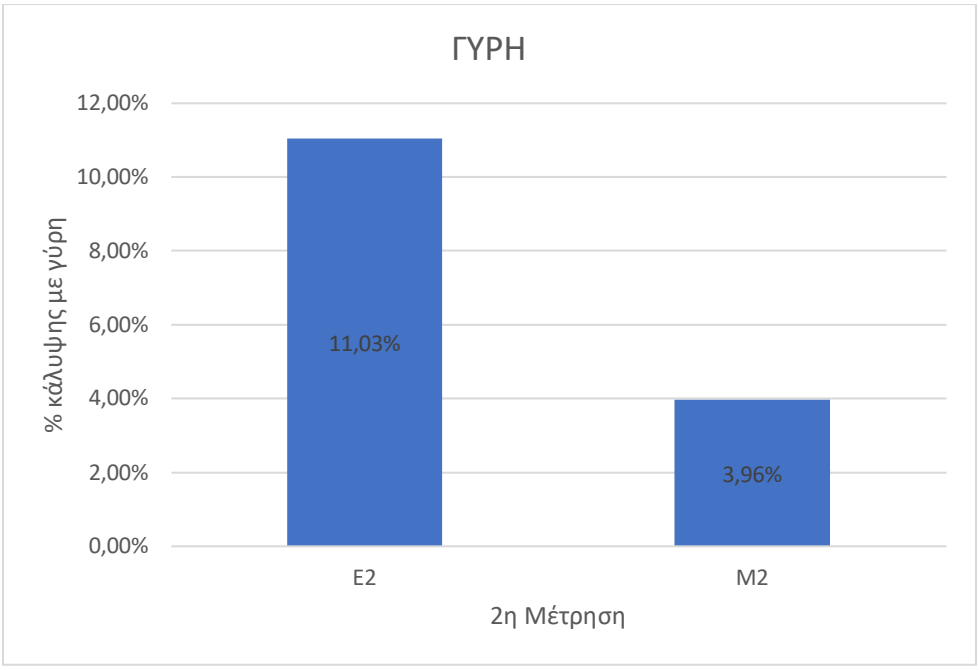
2η ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ					
1η κυψέλη		2η κυψέλη		3η κυψέλη	
Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη
1	40	1	28	1	12
2	10	2	26	2	22
3	46	3	40	3	24
4	24	4	12	4	0
5	42	5	0	5	0
6	0	6	0	6	0
7	0	7	0	7	0
8	0	8	0	8	0
9	0	9	0	9	0
10	0	10	0	10	0
Μέσος Όρος	**16.2**	Μέσος Όρος	**10.6**	Μέσος Όρος	**5.8**
4η κυψέλη		5η κυψέλη		6η κυψέλη	
Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γύρη
1	12	1	6	1	8
2	54	2	24	2	8
3	14	3	36	3	52
4	14	4	20	4	42
5	46	5	0	5	0
6	0	6	0	6	0
7	0	7	0	7	0
8	0	8	0	8	0
9	0	9	0	9	0
10	0	10	0	10	0
Μέσος Όρος	**14**	Μέσος Όρος	**8.6**	Μέσος Όρος	**11**

Ο πίνακας 12 περιέχει τα ποσοστά κάλυψης με γύρη των κυψελών επέμβασης κατά την 2^{η} μέτρηση. Παρατηρείται μεγάλη ποσοστιαία αύξηση στην γύρη συγκριτικά με την 1^{η} μέτρηση, με τους μέσους όσους ανά κυψέλη να υπολογίζονται από 5,8% έως 16,2%.

Στα διαγράμματα 3 και 4 απεικονίζονται συγκριτικά τα συνολικά ποσοστά κάλυψης με γύρη στις κυψέλες του μάρτυρα (M1, M2) και της επέμβασης (E1, E2) τόσο για την πρώτη όσο και για την δεύτερη μέτρηση. Ενώ στην 1^{η} μέτρηση η διαφορά ανάμεσα στις κυψέλες μάρτυρα και επέμβασης μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα (0,27%), η διαφορά των δύο περιπτώσεων κατά την δεύτερη μέτρηση είναι ευδιάκριτη, αγγίζοντας το 7,04% ποσοστιαία μεταβολή. Η κάλυψη με γύρη για τις κυψέλες της επέμβασης σχεδόν τετραπλασιάστηκε (αύξηση κατά 380%) στο διάστημα ανάμεσα στις 2 μετρήσεις, ενώ για αυτές του μάρτυρα αυξήθηκε μόλις κατά 50%.



Διάγραμμα 3. Μέσος όρος κάλυψης των κυψελών επέμβασης και μάρτυρα με γύρη κατά την πρώτη μέτρηση.



Διάγραμμα 4. Μέσος όρος κάλυψης των κυψελών επέμβασης και μάρτυρα με γύρη κατά την δεύτερη μέτρηση.

3. Γόνος

Πίνακας 13. Ποσοστό κάλυψης των κυψελών μάρτυρα με γόνο κατά την πρώτη μέτρηση.

1η ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΑΡΤΥΡΑ					
1η κυψέλη		2η κυψέλη		3η κυψέλη	
Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο
1	40	1	60	1	64
2	48	2	60	2	72
3	44	3	64	3	36
4	0	4	0	4	0
5	0	5	0	5	0
6	0	6	0	6	0
7	**0**	7	**0**	7	0
Μέσος Όρος	**18.86**	Μέσος Όρος	**26.29**	Μέσος Όρος	**24.57**
4η κυψέλη		5η κυψέλη		6η κυψέλη	
Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο
1	48	1	56	1	56
2	60	2	62	2	56
3	64	3	56	3	76
4	60	4	38	4	56
5	0	5	56	5	0
6	0	6	0	6	0
7	0	7	0	7	0
Μέσος Όρος	**33.14**	Μέσος Όρος	**38.29**	Μέσος Όρος	**34.86**

Ο πίνακας 13 περιέχει τα ποσοστά κάλυψης των κυψελών του μάρτυρα με γόνο, όπως αυτά υπολογίσθηκαν κατά την πρώτη μέτρηση. Η πρώτη κυψέλη εμφανίζει το χαμηλότερο μέσο ποσοστό με 18,86%, ενώ οι κυψέλες 4,5 και 6 εμφανίζουν τα υψηλότερα ποσοστά με μέγιστο το 38,29%. Από τον πίνακα είναι εμφανές ότι ο γόνος συγκεντρώνεται στην μία πλευρά της κυψέλης, στην περίπτωση αυτή στα πρώτα πλαίσια, διότι η κυψέλη διαχωρίζει κατά αυτόν τον τρόπο τα τμήματά της.

Πίνακας 14. Ποσοστό κάλυψης των κυψελών επέμβασης με γόνο κατά την πρώτη μέτρηση.

1η ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ					
1η κυψέλη		2η κυψέλη		3η κυψέλη	
Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο
1	50	1	58	1	48
2	56	2	60	2	56
3	54	3	24	3	52
4	60	4	32	4	52
5	0	5	0	5	0
6	0	6	0	6	0
7	**0**	7	0	7	0
Μέσος Όρος	**31.43**	Μέσος Όρος	**24.86**	Μέσος Όρος	**29.71**
4η κυψέλη		5η κυψέλη		6η κυψέλη	
Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο
1	60	1	64	1	52
2	70	2	68	2	68
3	26	3	80	3	60
4	26	4	0	4	0
5	0	5	0	5	0
6	0	6	0	6	0
7	0	7	0	7	0
Μέσος Όρος	**26.00**	Μέσος Όρος	**30.29**	Μέσος Όρος	**25.71**

Ο πίνακας 14 παρουσιάζει τα ποσοστά κάλυψης των κυψελών της επέμβασης με γόνο, όπως αυτά υπολογίσθηκαν κατά την πρώτη μέτρηση. Η πρώτη κυψέλη εμφανίζει το υψηλότερο μέσο ποσοστό με 31,43%, ενώ η κυψέλη 6 εμφανίζει το χαμηλότερο ποσοστό με 25,71%. Αξιοσημείωτο είναι ότι η κάλυψη με γόνο στις κυψέλες της επέμβασης εμφανίζει μικρότερη διακύμανση (25,71%-31,43%) από αυτές του μάρτυρα στην πρώτη μέτρηση.

Πίνακας 15. Ποσοστό κάλυψης των κυψελών μάρτυρα με γόνο κατά την δεύτερη μέτρηση.

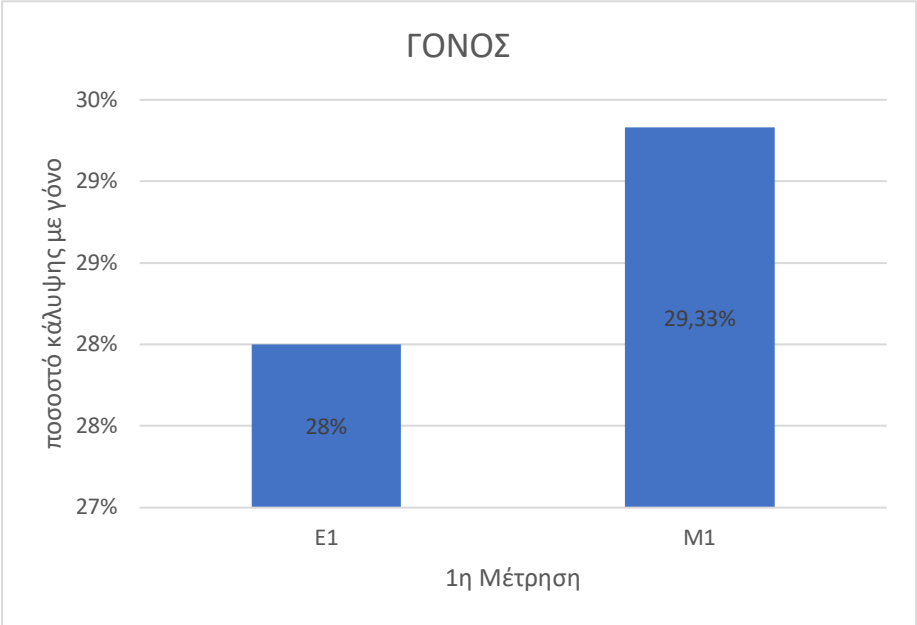
2η ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΑΡΤΥΡΑ					
1η κυψέλη		2η κυψέλη		3η κυψέλη	
Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο
1	48	1	40	1	40
2	80	2	60	2	32
3	72	3	40	3	60
4	40	4	68	4	72
5	0	5	40	5	40
6	0	6	0	6	0
7	0	7	0	7	0
8	0	8	0	8	0
9	0	9	0	9	0
10	0	10	0	10	0
Μέσος Όρος	**24.00**	Μέσος Όρος	**24.80**	Μέσος Όρος	**24.40**
4η κυψέλη		5η κυψέλη		6η κυψέλη	
Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο
1	52	1	80	1	80
2	72	2	80	2	68
3	72	3	73	3	0
4	80	4	72	4	0
5	72	5	48	5	0
6	0	6	0	6	0
7	0	7	0	7	0
8	0	8	0	8	0
9	0	9	0	9	0
10	0	10	0	10	0
Μέσος Όρος	**34.80**	Μέσος Όρος	**35.30**	Μέσος Όρος	**14.80**

Στον πίνακα 15 περιέχονται τα ποσοστά κάλυψης των κυψελών μάρτυρα με γόνο στην δεύτερη μέτρηση. Χαρακτηριστικό είναι το πολύ χαμηλό ποσοστό που εμφανίζει η κυψέλη 6 με μόλις 14,8%, ενώ οι κυψέλες 4 και 5 σημείωσαν τα υψηλότερα ποσοστά με 34,8% και 35,3% αντίστοιχα. Οι κυψέλες 1, 2, 3 κυμάνθηκαν στο 24%, ένα ποσοστό σχετικά χαμηλό για την εποχή.

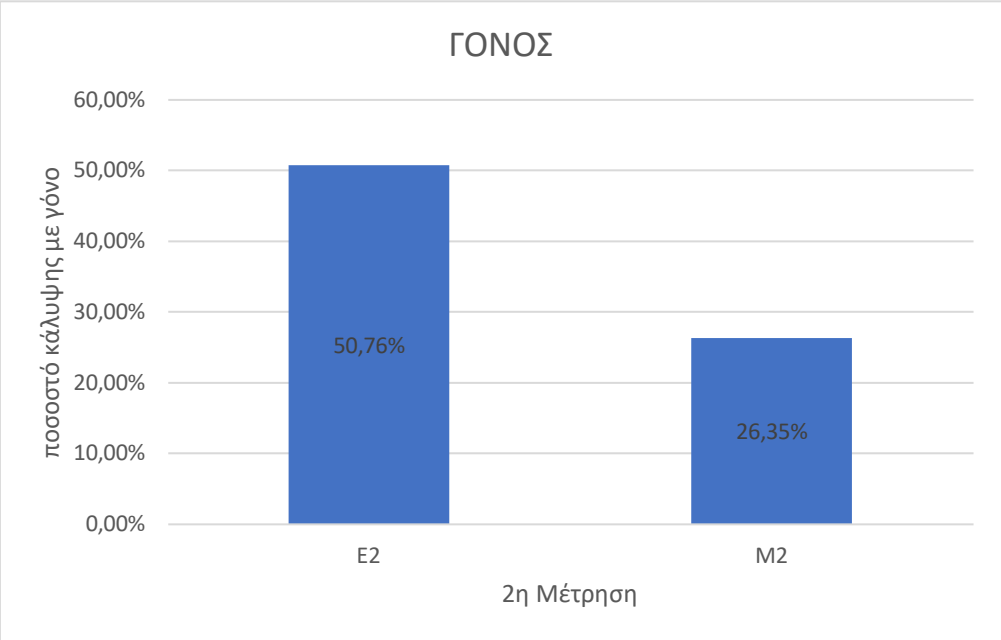
Πίνακας 16. Ποσοστό κάλυψης των κυψελών επέμβασης με γόνο κατά την δεύτερη μέτρηση.

2η ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ					
1η κυψέλη		2η κυψέλη		3η κυψέλη	
Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο
1	72	1	92	1	48
2	68	2	96	2	68
3	92	3	92	3	48
4	88	4	80	4	72
5	88	5	80	5	68
6	92	6	92	6	60
7	40	7	0	7	72
8	40	8	0	8	0
9	0	9	0	9	0
10	0	10	0	10	0
Μέσος Όρος	**58.00**	Μέσος Όρος	**53.20**	Μέσος Όρος	**43.60**
4η κυψέλη		5η κυψέλη		6η κυψέλη	
Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο	Αριθμός Πλαισιου	% κάλυψης με γόνο
1	92	1	52	1	76
2	96	2	60	2	100
3	40	3	92	3	64
4	92	4	96	4	48
5	2	5	52	5	72
6	96	6	100	6	60
7	100	7	76	7	32
8	0	8	0	8	0
9	0	9	0	9	0
10	0	10	0	10	0
Μέσος Όρος	**51.80**	Μέσος Όρος	**52.80**	Μέσος Όρος	**45.20**

Ο πίνακας 16 περιέχει τα ποσοστά κάλυψης των κυψελών επέμβασης με γόνο κατά την δεύτερη μέτρηση. Οι κυψέλες 3 και 6 εμφανίζουν τα χαμηλότερα ποσοστά με 43,.6% και 45,2% αντίστοιχα, ενώ στις υπόλοιπες κυψέλες τα ποσοστά κάλυψης ξεπέρασαν το 50% με μέγιστο στην κυψέλη 1 όπου έφτασε το 58%. Αξιοσημείωτο είναι ότι στην 1^{η} κυψέλη η κάλυψη με γόνο έφτασε μέχρι και το όγδοο πλαίσιο από τα 10, γεγονός που δείχνει την αξιοσημείωτη ανάπτυξη του μελισσιού που χρειάστηκε να χρησιμοποιήσει περισσότερα πλαίσια για να δημιουργήσει κελιά για τον νέο γόνο.



Διάγραμμα 5. Σύγκριση ποσοστών κάλυψης με γόνο ανάμεσα στις κυψέλες μάρτυρα (M1) και επέμβασης (E1) κατά την 1η μέτρηση.



Διάγραμμα 6. Σύγκριση ποσοστών κάλυψης με γόνο ανάμεσα στις κυψέλες μάρτυρα (M2) και επέμβασης (E2) κατά την 2η μέτρηση.

Στα διαγράμματα 5 και 6 απεικονίζονται γραφικά τα συνολικά μέσα ποσοστά κάλυψης με γόνο για τις κυψέλες μάρτυρα και επέμβασης για τις 2 μετρήσεις αντίστοιχα. Ενώ κατά την 1η μέτρηση οι κυψέλες του μάρτυρα εμφάνισαν υψηλότερο ποσοστό κάλυψης από αυτές της επέμβασης κατά 1,33%, στην 2η μέτρηση τα ποσοστά αντιστράφηκαν σε συντριπτικό βαθμό. Το ποσοστό κάλυψης στις κυψέλες επέμβασης ξεπέρασε το 50%, σχεδόν διπλασιάζοντας το ποσοστό του από την 1η μέτρηση, ενώ οι

κυψέλες του μάρτυρα εμφάνισαν μείωση κατά 3%, το οποίο είναι ασυνήθιστο για την εποχή (τέλη άνοιξης).

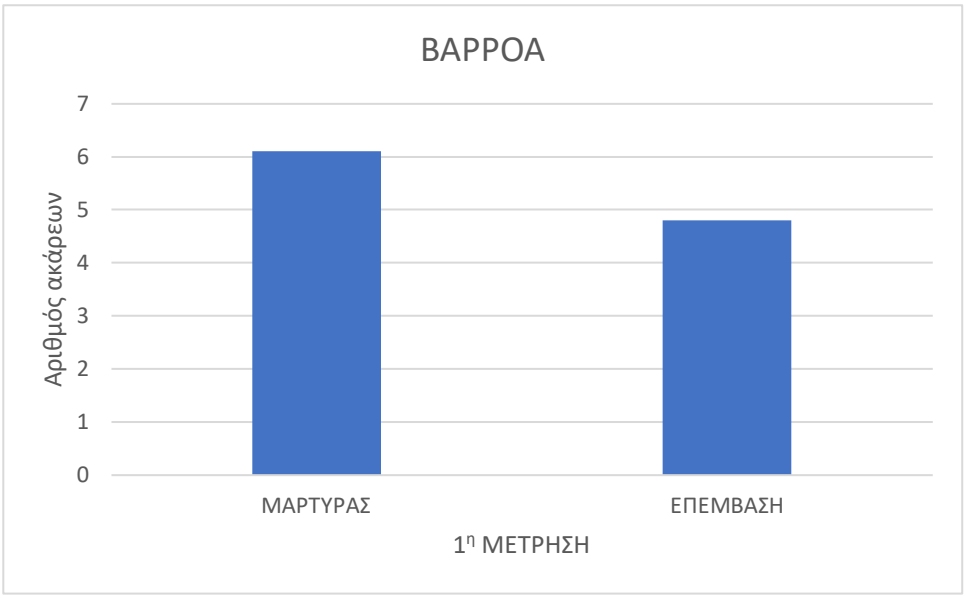
4. Βαρρόα

Πίνακας 17. Αριθμός ακάρεων Varroa destructor ανά κυψέλη για το σύνολο των κυψελών (μάρτυρα και επέμβασης) κατά την πρώτη και την δεύτερη μέτρηση.

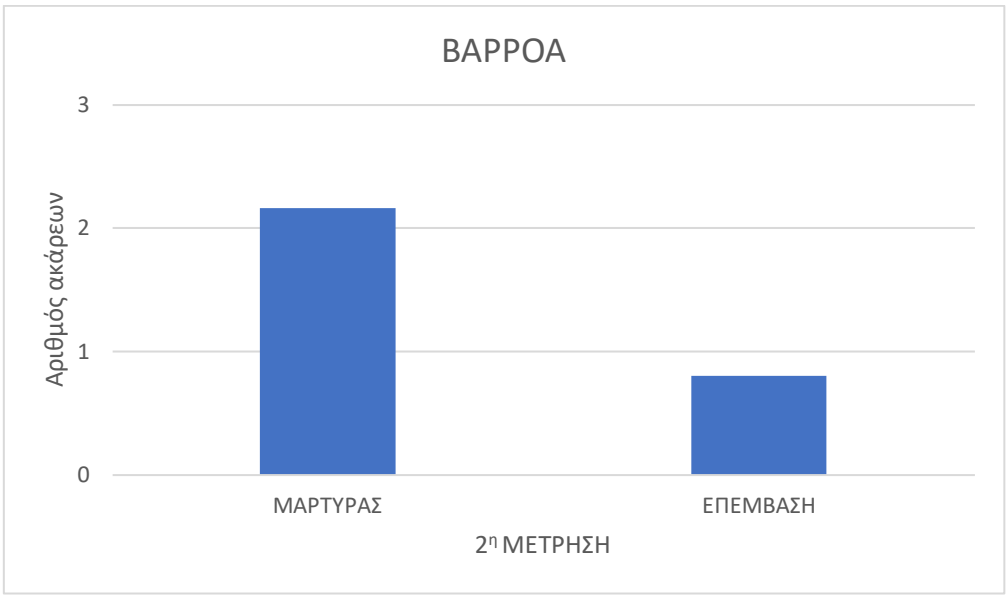
1η ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΑΡΤΥΡΑΣ						**1η ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ**					
1η Κυψέλη	Βαρρόα	2η Κυψέλη	Βαρρόα	3η Κυψέλη	Βαρρόα	1η Κυψέλη	Βαρρόα	2η Κυψέλη	Βαρρόα	3η Κυψέλη	Βαρρόα
Αριθμός ακάρεων	6	Αριθμός ακάρεων	7	Αριθμός ακάρεων	7	Αριθμός ακάρεων	4	Αριθμός ακάρεων	5	Αριθμός ακάρεων	4
4η Κυψέλη	Βαρρόα	5η Κυψέλη	Βαρρόα	6η Κυψέλη	Βαρρόα	4η Κυψέλη	Βαρρόα	5η Κυψέλη	Βαρρόα	6η Κυψέλη	Βαρρόα
Αριθμός ακάρεων	5	Αριθμός ακάρεων	4	Αριθμός ακάρεων	8	Αριθμός ακάρεων	5	Αριθμός ακάρεων	6	Αριθμός ακάρεων	5
2η ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΑΡΤΥΡΑΣ						**2η ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ**					
1η Κυψέλη	Βαρρόα	2η Κυψέλη	Βαρρόα	3η Κυψέλη	Βαρρόα	1η Κυψέλη	Βαρρόα	2η Κυψέλη	Βαρρόα	3η Κυψέλη	ΒΑΡΡΟΑ
Αριθμός ακάρεων	1	Αριθμός ακάρεων	3	Αριθμός ακάρεων	1	Αριθμός ακάρεων	2	Αριθμός ακάρεων	1	Αριθμός ακάρεων	0
4η Κυψέλη	Βαρρόα	5η Κυψέλη	Βαρρόα	6η Κυψέλη	Βαρρόα	4η Κυψέλη	Βαρρόα	5η Κυψέλη	Βαρρόα	6η Κυψέλη	Βαρρόα
Αριθμός ακάρεων	2	Αριθμός ακάρεων	2	Αριθμός ακάρεων	4	Αριθμός ακάρεων	1	Αριθμός ακάρεων	0	Αριθμός ακάρεων	1

Ο πίνακας 17 περιέχει τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα που αφορούν τον αριθμό ακάρεων Βαρρόα ανά κυψέλη. Τόσο οι κυψέλες μάρτυρα όσο και οι κυψέλες επέμβασης παρουσίασαν μεγάλη πρόοδο στο διάστημα ανάμεσα στις δύο μετρήσεις, αφού ο αριθμός των ακάρεων μειώθηκε αισθητά στην 2^{η} μέτρηση.

Τα διαγράμματα 7 και 8 απεικονίζουν γραφικά την σύγκριση ανάμεσα στις κυψέλες μάρτυρα και επέμβασης για τις δύο μετρήσεις. Κατά την πρώτη μέτρηση τα δύο δείγματα δεν είχαν σπουδαία διαφορά, με τον μάρτυρα να περιέχει μέσο αριθμό ακάρεων ελάχιστα πάνω από 6 ανά κυψέλη και την επέμβαση λίγο κάτω από 5 ακάρεα ανά κυψέλη. Κατά την δεύτερη μέτρηση, ο μάρτυρας εμφάνισε αξιόλογη πτώση, αφού ο αριθμός των ακάρεων υποτριπλασιάσθηκε αγγίζοντας τα 2 άτομα ανά κυψέλη. Αντίστοιχα, ο αριθμός των ακάρεων ανά κυψέλη επέμβασης στην 2^{η} μέτρηση μειώθηκε θεαματικά κάτω από 1 άτομο/ κυψέλη και πιο συγκεκριμένα στο 0,8.



Διάγραμμα 7. Συγκριτικά αποτελέσματα για βαρρόα ανάμεσα στις κυψέλες μάρτυρα και επέμβασης για την πρώτη μέτρηση.



Διάγραμμα 8. Συγκριτικά αποτελέσματα για βαρρόα ανάμεσα στις κυψέλες μάρτυρα και επέμβασης για την δεύτερη μέτρηση.

5. Κατάσταση Υγιεινής

Πίνακας 18. Ακαθάριστα κελιά στις κυψέλες του μάρτυρα κατά την πρώτη μέτρηση.

1η ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΑΡΤΥΡΑ					
1η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας	2η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας	3η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας
Ακαθάριστα κελιά	3	Ακαθάριστα κελιά	10	Ακαθάριστα κελιά	6
% καθαρότητας	94%	% καθαρότητας	80%	% καθαρότητας	88%
4η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας	5η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας	6η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας
Ακαθάριστα κελιά	1	Ακαθάριστα κελιά	6	Ακαθάριστα κελιά	5
% καθαρότητας	98%	% καθαρότητας	88%	% καθαρότητας	90%

Πίνακας 19. Ακαθάριστα κελιά στις κυψέλες επέμβασης κατά την πρώτη μέτρηση.

1η ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ					
1η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας	2η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας	3η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας
Ακαθάριστα κελιά	6	Ακαθάριστα κελιά	2	Ακαθάριστα κελιά	0
% καθαρότητας	88%	% καθαρότητας	96%	% καθαρότητας	100%
4η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας	5η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας	6η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας
Ακαθάριστα κελιά	2	Ακαθάριστα κελιά	0	Ακαθάριστα κελιά	2
% καθαρότητας	96%	% καθαρότητας	100%	% καθαρότητας	96%

Οι πίνακες 18 και 19 αποτυπώνουν τα ακαθάριστα κελιά και τον υπολογιζόμενο βαθμό καθαρότητας στις κυψέλες μάρτυρα και επέμβασης αντίστοιχα κατά την πρώτη μέτρηση. Στις κυψέλες του μάρτυρα η 4^{η} κυψέλη εμφάνισε το υψηλότερο ποσοστό καθαρότητας (98%) με μόλις 1 ακαθάριστο κελί, ενώ η 2^{η} κυψέλη το χαμηλότερο ποσοστό καθαρότητας (80%) με 10 ακαθάριστα κελιά. Στις κυψέλες επέμβασης οι μέλισσες της 3^{ης} και της 5^{ης} κυψέλης είχαν καθάρισει όλα τα κελιά, η 2^{η}, 4^{η} και 6^{η} είχαν από 2 ακαθάριστα κελιά ενώ μόνο η 1^{η} κυψέλη είχε 6 κελιά με νεκρές προνύμφες.

Πίνακας 20. Ακαθάριστα κελιά στις κυψέλες του μάρτυρα κατά την δεύτερη μέτρηση.

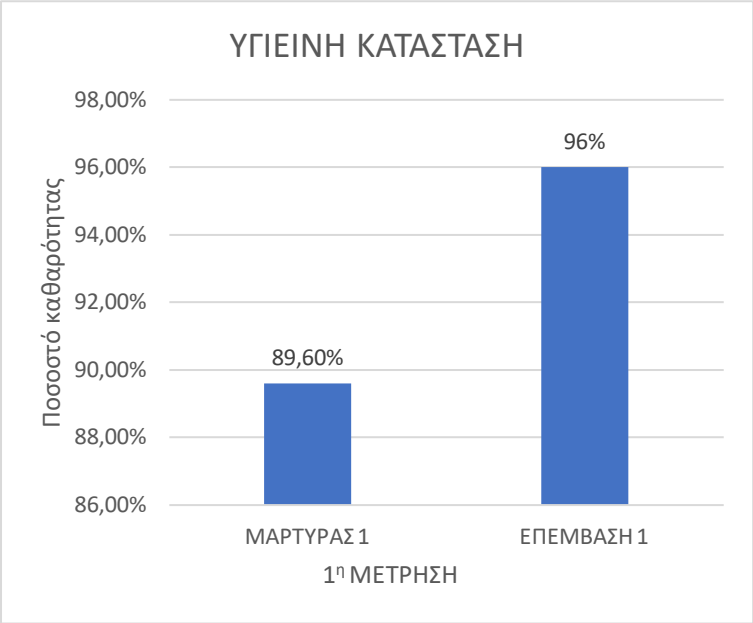
2η ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΑΡΤΥΡΑ					
1η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας	2η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας	3η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας
Ακαθάριστα κελιά	5	Ακαθάριστα κελιά	3	Ακαθάριστα κελιά	5
% καθαρότητας	90%	% καθαρότητας	94%	% καθαρότητας	90%
4η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας	5η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας	6η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας
Ακαθάριστα κελιά	3	Ακαθάριστα κελιά	6	Ακαθάριστα κελιά	3
% καθαρότητας	94%	% καθαρότητας	92%	% καθαρότητας	94%

Πίνακας 21. Ακαθάριστα κελιά στις κυψέλες επέμβασης κατά την δεύτερη μέτρηση.

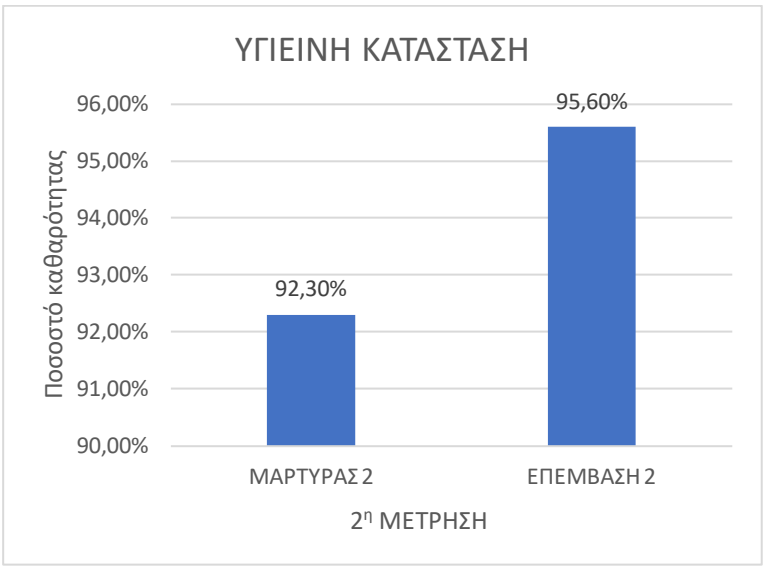
2η ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ					
1η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας	2η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας	3η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας
Ακαθάριστα κελιά	0	Ακαθάριστα κελιά	8	Ακαθάριστα κελιά	0
% καθαρότητας	100%	% καθαρότητας	84%	% καθαρότητας	100%
4η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας	5η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας	6η κυψέλη	Ποσοστό καθαρότητας
Ακαθάριστα κελιά	5	Ακαθάριστα κελιά	0	Ακαθάριστα κελιά	0
% καθαρότητας	90%	% καθαρότητας	100%	% καθαρότητας	100%

Αντίστοιχα, οι πίνακες 20 και 21 αφορούν την υγιεινή κατάσταση των μελισσιών μάρτυρα και επέμβασης κατά την 2^{η} μέτρηση. Στις κυψέλες του μάρτυρα σημειώθηκε μια γενική βελτίωση, αφού το χαμηλότερο ποσοστό καθαρότητας σε αυτή την μέτρηση ήταν 90%, ωστόσο το υψηλότερο ήταν 94% για τις κυψέλες 2,4 και 6. Όσον αφορά τις κυψέλες επέμβασης, δεν παρουσιάσθηκαν αξιοσημείωτες αλλαγές στις περισσότερες κυψέλες, εκτός της 2^{ης}, όπου από 2 ακαθάριστα κελιά στην 1^{η} μέτρηση, στην 2^{η} μέτρηση είχε 8.

Στα διαγράμματα 9 και 10 απεικονίζονται τα ποσοστά καθαρότητας για τις κυψέλες μάρτυρα και επέμβασης για την 1^{η} και την 2^{η} μέτρηση αντίστοιχα. Αξίζει να σχολιασθεί ότι η υγιεινή κατάσταση των κυψελών του μάρτυρα βελτιώθηκε κατά 3% ανάμεσα στις δύο μετρήσεις, ενώ η υγιεινή κατάσταση των κυψελών επέμβασης παρουσίασε ελαφρά μείωση κατά 0,4% στο ίδιο διάστημα. Ωστόσο, και στις 2 μετρήσεις τα ποσοστά καθαρότητας των κυψελών της επέμβασης υπερείχαν των αντίστοιχων του μάρτυρα, κατά 6,5% στην 1^{η} μέτρηση και κατά 3% στην 2^{η} μέτρηση.



Διάγραμμα 9. Ποσοστά καθαρότητας για τις κυψέλες μάρτυρα και επέμβασης κατά την 1η μέτρηση.



Διάγραμμα 10. Ποσοστά καθαρότητας για τις κυψέλες μάρτυρα και επέμβασης κατά την 2η μέτρηση.

6. Μάζα

Πίνακας 22. Μάζα κυψελών μάρτυρα κατά την 1η μέτρηση.

1η ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΑΡΤΥΡΑ					
1η κυψέλη		2η κυψέλη		3η κυψέλη	
Αριθμός πλαισίων	7	Αριθμός πλαισίων	7	Αριθμός πλαισίων	7
Συνολική μάζα (kg)	25.05	Συνολική μάζα (kg)	21.7	Συνολική μάζα (kg)	24.9
Μάζα κυψέλης (kg)	10.45	Μάζα κυψέλης (kg)	10.45	Μάζα κυψέλης (kg)	10.45
Καθαρή μάζα (kg)	14.6	Καθαρή μάζα (kg)	11.25	Καθαρή μάζα (kg)	14.45
4η κυψελη		5η κυψελη		6η κυψελη	
Αριθμός πλαισίων	7	Αριθμός πλαισίων	7	Αριθμός πλαισίων	7
Συνολική μάζα (kg)	24.95	Συνολική μάζα (kg)	26.95	Συνολική μάζα (kg)	26.6
Μάζα κυψέλης (kg)	10.45	Μάζα κυψέλης (kg)	10.45	Μάζα κυψέλης (kg)	10.45
Καθαρή μάζα (kg)	14.5	Καθαρή μάζα (kg)	16.5	Καθαρή μάζα (kg)	16.15

Πίνακας 23. Μάζα κυψελών επέμβασης κατά την 1η μέτρηση.

1η ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ					
1η κυψέλη		2η κυψέλη		3η κυψέλη	
Αριθμός πλαισίων	7	Αριθμός πλαισίων	7	Αριθμός πλαισίων	7
Συνολική μάζα (kg)	23.7	Συνολική μάζα (kg)	26.3	Συνολική μάζα (kg)	27.75
Μάζα κυψέλης (kg)	10.45	Μάζα κυψέλης (kg)	10.45	Μάζα κυψέλης (kg)	10.45
Καθαρή μάζα (kg)	13.25	Καθαρή μάζα (kg)	15.85	Καθαρή μάζα (kg)	17.3
4η κυψελη		5η κυψελη		6η κυψελη	
Αριθμός πλαισίων	7	Αριθμός πλαισίων	7	Αριθμός πλαισίων	7
Συνολική μάζα (kg)	25.65	Συνολική μάζα (kg)	26.05	Συνολική μάζα (kg)	26.7
Μάζα κυψέλης (kg)	10.45	Μάζα κυψέλης (kg)	10.45	Μάζα κυψέλης (kg)	10.45
Καθαρή μάζα (kg)	15.2	Καθαρή μάζα (kg)	15.6	Καθαρή μάζα (kg)	16.25

Στους πίνακες 22 και 23 παρατίθενται οι μάζες των κυψελών μάρτυρα και επέμβασης αντίστοιχα κατά την 1η μέτρηση. Καθαρή μάζα ορίζεται ως το παραγόμενο μέλι μαζί με το πλαίσιο και τον πληθυσμό. Για τις κυψέλες μάρτυρα η ελάχιστη καθαρή μάζα αφορά την 2η κυψέλη, η οποία ζυγίσθηκε μόλις 11,25 kg, ενώ η μέγιστη καθαρή μάζα μετρήθηκε για την 5η κυψέλη με 16,5 kg. Όσον αφορά τις κυψέλες επέμβασης, η ελάχιστη καθαρή μάζα μετρήθηκε για την κυψέλη 1 με 13,25 kg, ενώ η 3η κυψέλη έφτασε τα 17,3 kg καθαρής μάζας.

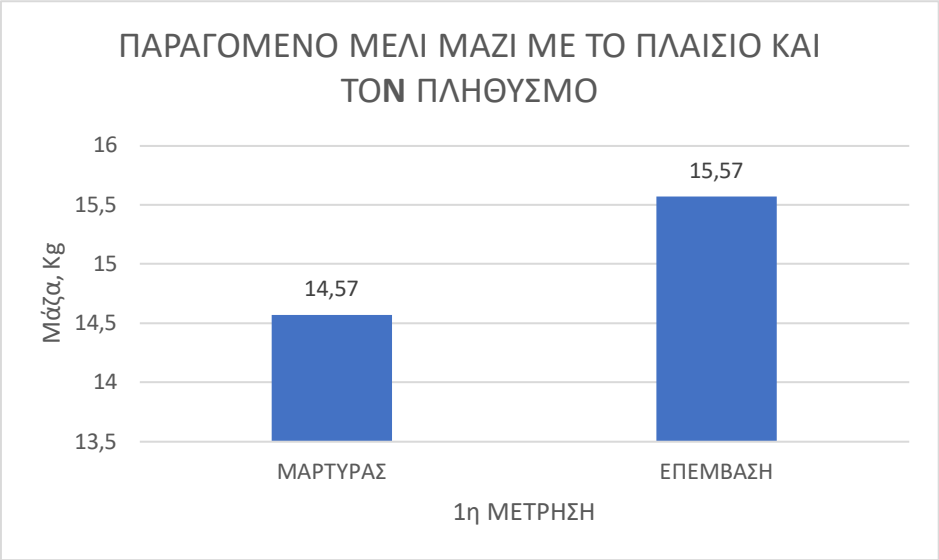
Πίνακας 24. Μάζα κυψελών μάρτυρα κατά την 2η μέτρηση.

2η ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΑΡΤΥΡΑ					
1η κυψέλη		2η κυψέλη		3η κυψέλη	
Αριθμός πλαισίων	10	Αριθμός πλαισίων	10	Αριθμός πλαισίων	10
Συνολική μάζα (kg)	27	Συνολική μάζα (kg)	26.2	Συνολική μάζα (kg)	27.4
Μάζα κυψέλης (kg)	10.45	Μάζα κυψέλης (kg)	10.45	Μάζα κυψέλης (kg)	10.45
Καθαρή μάζα (kg)	16.55	Καθαρή μάζα (kg)	15.75	Καθαρή μάζα (kg)	16.95
4η κυψελη		5η κυψελη		6η κυψελη	
Αριθμός πλαισίων	10	Αριθμός πλαισίων	10	Αριθμός πλαισίων	10
Συνολική μάζα (kg)	28.15	Συνολική μάζα (kg)	29.3	Συνολική μάζα (kg)	28.5
Μάζα κυψέλης (kg)	10.45	Μάζα κυψέλης (kg)	10.45	Μάζα κυψέλης (kg)	10.45
Καθαρή μάζα (kg)	17.7	Καθαρή μάζα (kg)	18.85	Καθαρή μάζα (kg)	18.05

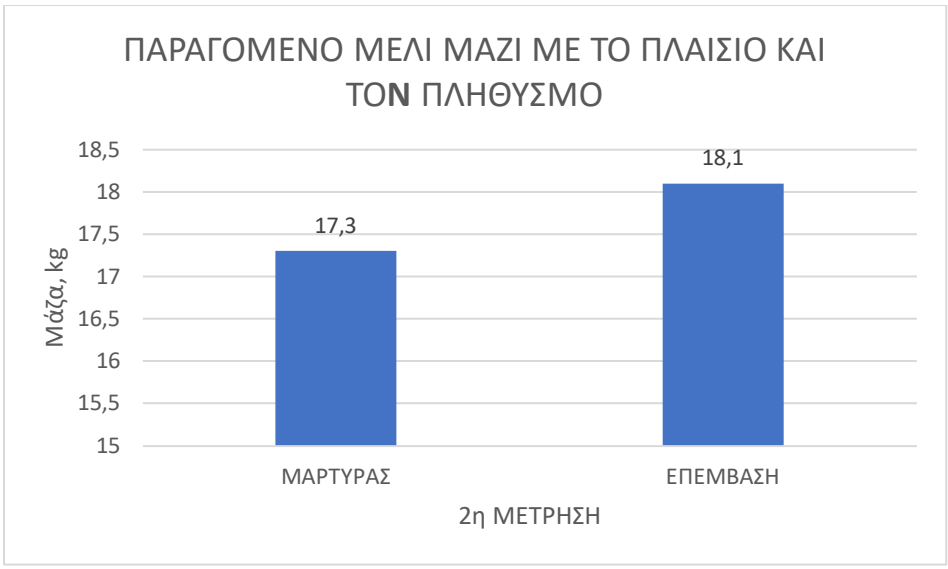
Πίνακας 25. Μάζα κυψελών επέμβασης κατά την 2η μέτρηση.

2η ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ					
1η κυψέλη		2η κυψέλη		3η κυψέλη	
Αριθμός πλαισίων	10	Αριθμός πλαισίων	10	Αριθμός πλαισίων	10
Συνολική μάζα (kg)	26.25	Συνολική μάζα (kg)	28.71	Συνολική μάζα (kg)	29.8
Μάζα κυψέλης (kg)	10.45	Μάζα κυψέλης (kg)	10.45	Μάζα κυψέλης (kg)	10.45
Καθαρή μάζα (kg)	15.8	Καθαρή μάζα (kg)	18.26	Καθαρή μάζα (kg)	19.35
4η κυψελη		5η κυψελη		6η κυψελη	
Αριθμός πλαισίων	10	Αριθμός πλαισίων	10	Αριθμός πλαισίων	10
Συνολική μάζα (kg)	28.32	Συνολική μάζα (kg)	29	Συνολική μάζα (kg)	29.8
Μάζα κυψέλης (kg)	10.45	Μάζα κυψέλης (kg)	10.45	Μάζα κυψέλης (kg)	10.45
Καθαρή μάζα (kg)	17.87	Καθαρή μάζα (kg)	18.55	Καθαρή μάζα (kg)	19.35

Στους πίνακες 24 και 25 παρατίθενται οι μάζες των κυψελών μάρτυρα και επέμβασης αντίστοιχα κατά την 2^{η} μέτρηση. Οι κυψέλες μάρτυρα εμφάνισαν σημαντική αύξηση στην καθαρή μάζα τους (εννοώντας το παραγόμενο μέλι μαζί με το πλαίσιο και τον πληθυσμό), με την ελάχιστη καθαρή μάζα να εντοπίζεται πάλι στην 2^{η} κυψέλη με 15,75 kg, ενώ η μέγιστη καθαρή μάζα μετρήθηκε επίσης πάλι για την 5^{η} κυψέλη με 18,85 kg. Όσον αφορά τις κυψέλες επέμβασης, η ελάχιστη καθαρή μάζα μετρήθηκε εκ νέου για την κυψέλη 1 με 15,8 kg, ενώ η 3^{η} και η 6^{η} κυψέλη έφτασαν τα 19,35 kg καθαρής μάζας.



Διάγραμμα 11. Συγκριτικά αποτελέσματα μέσης καθαρής μάζας των κυψελών μάρτυρα και επέμβασης κατά την 1η μέτρηση.



Διάγραμμα 12. Συγκριτικά αποτελέσματα μέσης καθαρής μάζας των κυψελών μάρτυρα και επέμβασης κατά την 2η μέτρηση.

Το διάγραμμα 11 απεικονίζει την μέση καθαρή μάζα των κυψελών μάρτυρα και επέμβασης κατά την 1η μέτρηση. Οι κυψέλες επέμβασης (15,57 kg) ήταν κατά μέσο όρο 1 kg βαρύτερες από αυτές του μάρτυρα (14.57 kg). Οι μάζες των κυψελών αυξήθηκαν στο διάστημα ανάμεσα στις 2 μετρήσεις. Οι κυψέλες του μάρτυρα ζυγίσθηκαν στα 17,3 kg μέσης μάζας στην 2η μέτρηση, ενώ οι κυψέλες επέμβασης έφτασαν τα 18,1 kg μέσης μάζας, συντηρώντας σχεδόν την διαφορά που είχαν κατά την 1η μέτρηση.

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα εργασία πραγματεύτηκε την επίδραση των Ενεργών Μικροοργανισμών στις αποικίες των μελισσών *Apis mellifera.* Για να εξετασθεί κατά πόσο οι ΕΜ έχουν θετικό αντίκτυπο στην κυψέλη, διεξήχθη πείραμα, σε πραγματικές συνθήκες, διάρκειας ενός έτους. Οι μεταβλητές που ελέγχθηκαν είναι ο πληθυσμός, η ποσότητα της γύρης, ο γόνος, η αντοχή στην βαρρόα, η υγιεινή κατάσταση και η συνολική μάζα της κυψέλης. Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το πείραμα προκύπτει ότι οι ΕΜ φαίνεται να έχουν ευεργετική δράση στην συνολική υγεία και ευημερία της κυψέλης, παρουσιάζοντας σε κάποιες περιπτώσεις θεαματικά αποτελέσματα.

Όσον αφορά τον πληθυσμό, οι κυψέλες που τροφοδοτήθηκαν με ΕΜ επέδειξαν αυξημένους αριθμούς σε σχέση με τις κυψέλες μάρτυρα, 69.355 άτομα σε σχέση με 58.305 στην πρώτη μέτρηση και 119.340 σε σχέση με 95.680 στην δεύτερη μέτρηση. Οι ποσοστιαίες διαφορές των κυψελών ήταν εντυπωσιακές αφού υπολογίζονται ως 18,9% και 24,7%, αντίστοιχα. Στο ποσοστό κάλυψης των κυψελών με γύρη σημειώθηκαν επίσης θεαματικά αποτελέσματα. Ενώ κατά την πρώτη μέτρηση η διαφορά ανάμεσα στις κυψέλες επέμβασης και μάρτυρα ήταν ελάχιστη (2,9% έναντι 2,63%), στην δεύτερη μέτρηση η διαφορά εκτοξεύτηκε με τις κυψέλες επέμβασης να είναι καλυμμένες με γύρη κατά 11,03% ενώ οι κυψέλες μάρτυρα κατά 3,62%. Αυτό μεταφράζεται σε σχεδόν τετραπλασιασμό των ποσοστών από μέτρηση σε μέτρηση για τις κυψέλες επέμβασης, όσο και τριπλασιασμό στο ποσοστό κάλυψης από την κυψέλη μάρτυρα.

Στο ποσοστό κάλυψης της κυψέλης με γόνο, ενώ κατά την πρώτη μέτρηση οι κυψέλες μάρτυρα εμφανίζουν ελαφρώς αυξημένο ποσοστό από αυτές της επέμβασης

(29,33% έναντι 28%), κατά την δεύτερη μέτρηση το ποσοστό κάλυψης των κυψελών επέμβασης με γόνο σχεδόν διπλασιάζεται (50,76%) ενώ στις κυψέλες μάρτυρα το ποσοστό αυτό μειώνεται (26,35%), καταδεικνύοντας παρακμή στο μελίσσι. Το διπλάσιο ποσοστό των κυψελών επέμβασης σε σχέση με αυτές του μάρτυρα αποδεικνύει την θετική επίδραση που έχουν οι ΕΜ στην ανάπτυξη γόνου στο μελίσσι. Οι ΕΜ φαίνεται να βοηθούν τις μελίσσες να αντιμετωπίσουν και την βαρρόα. Χαρακτηριστικά, τόσο κατά την πρώτη (4,83 ακάρεα ανά κυψέλη έναντι 6,17) όσο και κατά την δεύτερη μέτρηση (0,8 ακάρεα ανά κυψέλη έναντι 2,17), οι κυψέλες επέμβασης επέδειξαν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην βαρρόα σε σχέση με τις κυψέλες που δεν τροφοδοτήθηκαν με ΕΜ.

Στο κομμάτι της υγιεινής κατάστασης, υπάρχουν ενδείξεις της ευεργετικής δράσης των ΕΜ, όμως τα αποτελέσματα δεν είναι τόσο ευδιάκριτα. Τα ποσοστά καθαρισμένων κελιών από νεκρό γόνο είναι υψηλότερα και στις δύο μετρήσεις για τις κυψέλες επέμβασης σε σχέση με του μάρτυρα (96% έναντι 89,6% στην πρώτη μέτρηση και 95,6% έναντι 92,3% στην δεύτερη μέτρηση), οι διαφορές ωστόσο δεν είναι τέτοιες ώστε να μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για την επίδραση των ΕΜ. Αυτό βασίζεται τόσο στην διαφορά ανάμεσα στις κυψέλες επέμβασης και μάρτυρα σε κάθε μέτρηση, όσο και στην διαφορά που προέκυψε στις κυψέλες από μέτρηση σε μέτρηση. Τέλος, από τις μετρήσεις για την μάζα των κυψελών επίσης δεν μπορούν να εξαχθούν ασφαλή πορίσματα. Στην πρώτη μέτρηση η μέση ποσότητα παραγομένου μελιού για τις κυψέλες επέμβασης ήταν 15,57 kg, ενώ οι κυψέλες μάρτυρα 14,57 kg. Κατά την δεύτερη μέτρηση, η μέση κυψέλη επέμβασης ζύγιζε 18,1 kg ενώ η αντίστοιχη μάρτυρα 17,3 kg. Οι κυψέλες επέμβασης είχαν αυξημένη ποσότητα μελιού και στις δύο περιπτώσεις αλλά η διαφορά δεν είναι αρκετά μεγάλη για να μπορούμε να υποστηρίξουμε με βεβαιότητα ότι οφείλεται στην επίδραση των ΕΜ.

Συμπερασματικά, η επίδραση των ΕΜ στην τροφοδοσία των μελισσών ήταν εμφανής στον πληθυσμό, την ποσότητα της γύρης, τον γόνο και την αντοχή στην βαρρόα. Οι μετρήσεις αυτών των παραμέτρων έδειξαν ξεκάθαρες ποσοτικές διαφορές ανάμεσα στις κυψέλες επέμβασης και στις κυψέλες μάρτυρα. Όσον αφορά την υγιεινή κατάσταση και την παραχθείσα ποσότητα μελιού, οι μετρήσεις δείχνουν βελτιωμένη συμπεριφορά για τις κυψέλες επέμβασης, χωρίς όμως οι διαφορές να μπορούν να δικαιολογήσουν κατηγορηματικά τις θετικές επιπτώσεις των ΕΜ σε αυτούς τους τομείς.

Σε κάθε περίπτωση, το γεγονός ότι σε όλες τις μετρήσεις όλων των παραμέτρων οι κυψέλες που τροφοδοτήθηκαν με ΕΜ επέδειξαν βελτιωμένη συμπεριφορά μπορεί να ερμηνευθεί ως βάσιμη απόδειξη ότι η χρήση σκευασμάτων ΕΜ στην μελισσοκομία μπορεί να είναι ευεργετική, εφόσον γίνει με τον ορθό τρόπο.

Η παρούσα έρευνα είχε χρονικούς και τοπικούς περιορισμούς, αφού διεξήχθη στα πλαίσια πτυχιακής εργασίας. Η μελλοντική έρευνα στον συγκεκριμένο τομέα μπορεί να περιλαμβάνει πειράματα μεγαλύτερης διάρκειας και σε διαφορετικά κλίματα, τα οποία θα έχουν σαφώς πιο έγκυρα αποτελέσματα. Επίσης πεδίο έρευνας μπορεί να αποτελέσει ο υπολογισμός της βέλτιστης ποσότητας στην τροφοδοσία με σκεύασμα ΕΜ, καθώς και οι καταλληλότερες περίοδοι τροφοδοσίας ΕΜ στο μελίσσι. Τέλος, σε μελλοντική έρευνα θα μπορούσαν να εξετασθούν επιπλέον παράμετροι για την επιβεβαίωση της θετικής επίδρασης των ΕΜ στην μελισσοκομία, όπως η ποιότητα του παραγόμενου μελιού αλλά και έτερων μελισσοκομικών προϊόντων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Αλυσσανδράκης, Ε., 2007. *Μελισσοκομία*. Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Σχολή Τεχνολόγων Γεωπονίας. Εκπαιδευτικό σύγγραμμα, Διαθέσιμο διαδικτυακά: https://eclass.hmu.gr/modules/document/file.php/GF110/Melissokomia.pdf

Γούναρη, Σ., 2010. *Βιολογία Μέλισσας.* Εθνικό Δίκτυο της Ελληνικής Μελισσοκομίας, melinet.gr.

Δαουτόπουλος Γ.Α., 2012. *Οι Ενεργοί Μικροοργανισμοί.* In :Εφαρμογές των ΕΜ στην γεωργία.(Δαουτόπουλος) Εκδόσεις ΖΥΓΟΣ, δεύτερη έκδοση, Ελλάδα, Πεύκα, σσ. 99-145

ΕΛΣΤΑΤ (Ελληνική Στατιστική Αρχή), 2021. *ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ, ΕΤΗΣΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ: Έτος 2019.* Διεύθυνση Στατιστικών Γεωργίας, Κτηνοτροφίας, Αλιείας και Περιβάλλοντος. Τμήμα Στατιστικών Γεωργίας, Κτηνοτροφίας και Αλιείας. Διαθέσιμο διαδικτυακά: https://www.statistics.gr/documents/20181/96929c5c-54d8-ccca-22fe-1c7af02f8bf3

Θρασυβούλου, Α., 1998. *Πρακτική Μελισσοκομία.* Εκδόσεις Μελισσοκομική Επιθεώρηση, Ν. Παππάς, Μεσημέρι, Επανομή Θεσσαλονίκης. σ. 255.

Θρασυβούλου, Α., 2005. *Η βιολογική αξία του μελιού*. Διαθέσιμο διαδικτυακά: http://archive.eclass.uth.gr/eclass/modules/document/file.php/SGEA194/%CE%95%CF%80%CE%B9%CF%80%CE%BB%CE%AD%CE%BF%CE%BD%20%CE%8E%CE%BB%CE%B7%20%CE%B3%CE%B9%CE%B1%20%CE%BC%CE%B5%CE%BB%CE%AD%CF%84%CE%B7/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20%CE%B1%CE%BE%CE%AF%CE%B1%20%CF%84%CE%BF%CF%85%20%CE%BC%CE%B5%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CF%8D.pdf

Κωτσοβίνου, Ε., 2015. *Ενεργοί μικροοργανισμοί: σύμμαχοι στη ζωή.* Ερύμανθος. Διαθέσιμο διαδικτυακά: http://erymanthos.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=887:l----r&catid=45:anaptixi&Itemid=51

Μαυροφρύδης, Γ. & Χατζήνα, Φ., 2015. *Η μελισσοκομία στην Ελλάδα πριν την έλευση της σύγχρονης κυψέλης.* Τριμηνιαία Έκδοση του Ελληνικού Γεωργικού Οργανισμού – ΔΗΜΗΤΡΑ. Τεύχος 9, Ιανουάριος - Φεβρουάριος -Μάρτιος 2015, σελ. 18-21. Διαθέσιμο διαδικτυακά: https://www.elgo.gr/images/pdf/publications/demeter_magazine/t9p18-21.pdf

Μπουγά, Μ. Ι., 2002. *Μελέτη της γενετικής δομής πληθυσμών της μέλισσας Apis*

mellifera. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Γενετικής, Βιολογίας Κυττάρου και Ανάπτυξης, Εργαστήριο Γενετικής. DOI: 10.12681/eadd/26470

ΟΜΣΕ (Ομοσπονδία Μελισσοκομικών Συλλόγων Ελλάδος), 2013. *Ιστορία Μελισσοκομίας*. Διαθέσιμο διαδικτυακά: https://www.omse.gr/2013/12/20/istoria-melissokomias/

Παπανικολάου, Ν. Γ., 2018. *Οικονομική ανάλυση της μελισσοκομίας στην Ελλάδα* (No. GRI-2018-21932). Aristotle University of Thessaloniki.

Πίττας, Γ., 2017. Συνέντευξη στο Greek Gastronomy Guide με τίτλο: *Ελλάδα: Η χώρα με τους περίπου 15.000 μελισσοκόμους*. Διαθέσιμο διαδικτυακά: https://www.greekgastronomyguide.gr/meli-ethniko-proion/

Στρατής, Ε. και Χήνου, Ι., 2002. *Πρόπολις*. Μελισσοκομική Επιθεώρηση, 16(4):201-202.

Σωτηροπούλου, Α., 2019. *Τα προϊόντα της μέλισσας στην πρόληψη ασθενειών και την προαγωγή της υγείας*. Πτυχιακή εργασία για το Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Διαθέσιμη διαδικτυακά https://hellanicus.lib.aegean.gr/bitstream/handle/11610/20731/%CE%A0%CE%A4%CE%A5%CE%A7%CE%99%CE%91%CE%9A%CE%97%20%20%CE%A3%CE%A9%CE%A4%CE%97%CE%A1%CE%9F%CE%A0%CE%9F%CE%A5%CE%9B%CE%9F%CE%A5%20%CE%91%CE%99%CE%9C%CE%99%CE%9B%CE%99%CE%91%21.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2012. *Στοιχεία παραγωγής μελιού για το σύνολο της χώρας*. Στατιστικά Στοιχεία για το Μέλι. Διαθέσιμο διαδικτυακά: http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/MeliMelissokomia/Stoixeia_parag_olis_tis_xoras1.pdf

Χαριζάνης, Π., 2005. *Μελισσοκομία στην Ελλάδα*. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Σηροτροφίας και Μελισσοκομίας. Διαθέσιμο διαδικτυακά: http://efp.aua.gr/el/beelab

Χαριζάνης, Π., 2014. *Μέλισσα και μελισσοκομική τεχνική*. Γ' Έκδοση, Αθήνα.

Wikifarmer, 2017. *Τρύγος μελισσιών – Πότε και πώς συγκομίζουμε το μέλι*. Άρθρο στο διαδίκτυο, διαδικτυακή πρόσβαση στις 25/2/2022. Διαθέσιμο: https://wikifarmer.com/el/%CF%84%CF%81%CF%8D%CE%B3%CE%BF%CF%82-%CE%BC%CE%B5%CE%BB%CE%B9%CF%83%CF%83%CE%B9%CF%8E%CE%BD-%CF%80%CF%8C%CE%B5-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%80%CF%89%CF%82-%CF%83%CF%85%CE%B3%CE%BA%CE%BF%CE%BC%CE%AF%CE%B6/

ΑΓΓΛΙΚΗ

Alaux, C., Le Conte, Y., Decourtye, A., 2019. *Pitting wild bees against managed honey bees in their native range, a losing strategy for the conservation of honey bee biodiversity*. Front. Ecol. Evol. 2019, 7, pp. 60.

Alberoni, D., Baffoni, L., Gaggìa, F., Ryan, P., Murphy, K., Ross, P., Stanton, C., Di Gioia, D., 2018. *Impact of beneficial bacteria supplementation on the gut microbiota, colony development and productivity of Apis mellifera.* L. Benef. Microbes 2018, 9, pp. 269–278.

Atkins, E.L., 1975. *The Hive and the Honey Bee*. Dadant & Sons, Hamilton, Illinois, USA.

Ellis, D. E., Smith, B., & Mortensen A. N., 2019. *The Social Organization of Honey Bees*. Entomology and Nematology Department, University of Florida, USA. Διαθέσιμο διαδικτυακά: https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN110200.pdf

Blum, M. S., 1992. *Honey bee pheromones in The Hive and the Honey Bee*, revised edition (Dadant and Sons: Hamilton, Illinois), pp. 385-389.

Borges, D., Guzman-Novoa, E., & Goodwin, P.H., 2021. *Effects of prebiotics and probiotics on honey bees (Apis mellifera) infected with the microsporidian parasite Nosema ceranae.* Microorganisms 2021, 9, pp. 481.

Charistos, L., Parashos, N., & Hatjina, F., 2015. *Long term effects of a food supplement HiveAlive™ on honey bee colony strength and Nosema ceranae spore counts*. Journal of Apicultural Research, 54:5, pp. 420-426, DOI: 10.1080/00218839.2016.1189231

Chmiel, J.A., Daisley, B.A., Pitek, A.P., Thompson, G.J., Reid, G., 2020. *Understanding the effects of sublethal pesticide exposure on honey bees: A role for probiotics as mediators of environmental stress.* Front. Ecol. Evol. 2020, 8, 22.

Costa, C., Büchler, R., Berg, S., Bienkowska, M., Bouga, M., Bubalo, D., ... & Wilde, J. (2012). A Europe-wide experiment for assessing the impact of genotype-environment interactions on the vitality and performance of honey bee colonies: experimental design and trait evaluation. *Journal of Apicultural Science*, *56*(1), 147.

EMRO, διαδικτυακή πύλη: https://www.emrojapan.com/

European Commission, 2020. *Honey Market Presentation Autumn 2020.* Agriculture and Rural Development. Διαθέσιμο διαδικτυακά: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/animals_and_animal_products/documents/market-presentation-honey_autumn2020_en.pdf

Evans, J.D., & Lopez, D.L., 2004. *Bacterial probiotics induce an immune response in the honey bee (Hymenoptera: Apidae)*. J. Econ. Entomol. 2004, 97, pp. 752–756.

GEOHONEY, 2021. *Honey Extractors: Beneficial Tips for Efficient Extraction.* Ψηφιακή εικόνα, διαθέσιμη διαδικτυακά: https://blog.geohoney.com/honey-extractors-beneficial-tips-for-efficient-extraction

Goessler, W. and Kuehenelt, D., 2002. Analytical methods for the determination of arsenic and arsenic compounds in the environment. In: William T, Frankenberger Jr William (eds) CRC Press, pp. 27–50.

Gray, A., Brodschneider, R., Adjlane, N., Ballis, A., Brusbardis, V., Charriere, J.D. Chlebo, R. Coffey, M.F., Cornelissen, B., Amaro da Costa, C., 2019. *Loss rates of honey bee colonies during winter 2017/18 in 36 countries participating in the COLOSS survey, including effects of forage sources.* J. Apic. Res. 2019, 58, pp. 479–485.

Harissis, H. V., & Harissis, A. V., 2009. *Apiculture in the Prehistoric Aegean.* Minoan and Mycenaean Symbols Revisited. Διαθέσιμο διαδικτυακά: https://www.academia.edu/1259037/Apiculture_in_the_Prehistoric_Aegean._Minoan_and_Mycenaean_Symbols_Revisited

Higa, T., 1991. *Effective microorganisms: A biotechnology for mankind.* p. 8-14. In J.F. Parr, S.B. Hornick, and C.E. Whitman (ed.) Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., USA.

Higa, T., 1994. An earth saving revolution II Sunmark Publishing Inc, Japan.

Higa, T. 1995. *Effective microorganisms: Their role in Kyusei Nature Farming and sustainable agriculture.* In J.F. Parr, S.B. Hornick, and M.E. Simpson (ed.) Proceedings of the Third International Conference on Kyusei Nature Farming. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., USA.

Higa, T., 2012. *Kyusei Nature Farming and Environmental Management through Effective Microorganisms – The Past, Present and Future*. Διαθέσιμο διαδικτυακά: http://www.infrc.or.jp/english/KNF_Data_Base_Web/7th_Conf_KP_2.htm

Imdorf, A., Buehlmann, G., Gerig, L., Kilchenmann, V., & Wille, H. (1987). Überprüfung der Schätzmethode zur Ermittlung der Brutfläche und der Anzahl Arbeiterinnen in freifliegenden Bienenvölkern. *Apidologie*, *18*(2), 137-146.

Iorizzo, M., Pannella, G., Lombardi, S.J., Ganassi, S., Testa, B., Succi, M., Sorrentino, E., Petrarca, S., De Cristofaro, A., Coppola, R., et al. 2020. *Inter- and intra-species diversity of lactic acid bacteria in Apis mellifera ligustica colonies*. Microorganisms 2020, 8, pp. 1578.

Iorizzo, M., Testa, B., Lombardi, S.J., Ganassi, S., Ianiro, M., Letizia, F., Succi, M., Tremonte, P., Vergalito, F., Cozzolino, A., et al. 2020. *Antimicrobial activity against PaeniBacillus larvae and functional properties of Lactiplantibacillus plantarum Strains: Potential benefits for honeybee health.* Antibiotics 2020, 9, pp. 442.

Iorizzo, M., Testa, B., Ganassi, S., Lombardi, S.J., Ianiro, M., Letizia, F., Succi, M., Tremonte, P., Vergalito, F., Cozzolino, A., et al., 2021. *Probiotic properties and potentiality of Lactiplantibacillus plantarum strains for the biological control of chalkbrood disease.* J. Fungi 2021, 7, pp. 379.

Iriti, M., Scarafoni, A., Pierce, S., Castorina, G., & Vitalini, S., 2019. *Soil application of effective microorganisms (EM) Maintains leaf photosynthetic efficiency, increases seed yield and quality traits of bean (Phaseolus vulgaris L.) plants grown on different substrates*. International journal of molecular sciences, 20(9), pp. 23-27. https://doi.org/10.3390/ijms20092327

Janashia, I., Choiset, Y., Rabesona, H., Hwanhlem, N., Bakuradze, N., Chanishvili, N., Haertlé, T., 2016. *Protection of honeybee Apis mellifera by its endogenous and exogenous lactic flora against bacterial infections.* Ann. Agrar. Sci. 2016, 14, pp. 177–181.

Killer, J., Dubná, S., Sedlácek, I., Švec, P., 2014. *Lactobacillus Apis sp. nov., from the stomach of honeybees (Apis mellifera), having an in vitro inhibitory effect on the causative agents of American and European foulbrood*. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 2014, 64, pp. 152–157.

Kinoshita, H., 2019. *Biosorption of heavy metals by lactic acid bacteria for detoxification. In Lactic Acid Bacteria: Methods and Protocols*; Kanauchi, M., Ed.; Springer: New York, NY, USA, 2019; pp. 145–157, ISBN 978-1-4939-8907-2.

Li, Z., Hou, M., Qiu, Y., Zhao, B., Nie, H., Su, S. 2020. *Changes in antioxidant enzymes activity and metabolomic profiles in the guts of honey bee (Apis mellifera) larvae infected with Ascosphaera apis*. Insects 2020, 11, pp. 419.

Maruščáková, I.C., Schusterová, P., Bielik, B., Toporcák, J., Bíliková, K., Mudronová, D., 2020. *Effect of application of probiotic pollen suspension on immune response and gut microbiota of honey bees (Apis mellifera).* Probiotics Antimicrob. Proteins 2020, 12, pp. 929–936.

Michener, C. D., & Michener, C. D. (1974). The social behavior of the bees: a comparative study. Harvard University Press.

Mortensen, A. N., Smith, B. & Ellis J. D., 2015. *The Social Organization of Honey Bees.* Entomology and Nematology Department, UF/IFAS Extension, Gainesville, FL 32611. University of Florida. Διαθέσιμο διαδικτυακά: https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN110200.pdf

Ncube, L., 2008. General introduction. Evaluation of effective microorganisms (EM) on soil chemical properties and yield of selected vegetables in the Eastern Cape, South Africa, pp. 1-30.

Nowak, A., Szczuka, D., Górczyn´ska, A., Motyl, I., & Kregiel, D., 2021. *Characterization of Apis mellifera gastrointestinal microbiota and lactic acid bacteria for honeybee protection-A review*. Cells 2021, 10, 701.

Olofsson, T.C., Butler, È., Markowicz, P., Lindholm, C., Larsson, L. & Vásquez, A., 2016. *Lactic acid bacterial symbionts in honeybees—An unknown key to honey's antimicrobial and therapeutic activities.* Int. Wound J. 2016, 13, pp. 668–679.

Omar, M.O., Moustafa, A.M., Ansari, M.J., Anwar, A.M., Fahmy, B.F., Al-Ghamdi, A., Nuru, A., 2014. *Antagonistic effect of gut bacteria in the hybrid carniolan honey*

bee, Apis mellifera carnica, against Ascosphaera apis, the causal organism of chalkbrood disease. J. Apic. Sci. 2014, 58, pp. 17.

Ouwehand, A., 1998. *Antimicrobial components from lactic acid bacteria.* In Lactic acid bacteria Microbiology and Functional Aspects ed Salminen, S Von Wright A., pp.139-159.New York: Marcel Dekker Inc.

Pauly A. 2015. The species of the genus Apis Linnaeus. http://www.atlashymenoptera.net/page.aspx?ID=238

Peghaire, E., Moné, A., Delbac, F., Debroas, D., Chaucheyras-Durand, F., & El Alaoui, H., 2020. *A pediococcus strain to rescue honeybees by decreasing Nosema ceranae- and pesticide-induced adverse effects.* Pestic. Biochem. Physiol. 2020, 163, pp. 138–146.

Pei-Feng, S., Wei-Ta, F., Li-Ying, S., Jyuan-Yu, W., Shih-Feng, F. and Jui-Yu, C., 2014. *Indole-3-Acetic Acid-Producing Yeasts in the Phyllosphere of the Carnivorous Plant Drosera indica L*. PLoS One 9(12): e114196.

Raymann, K., Shaffer, Z., Moran, N.A., 2017. *Antibiotic exposure perturbs the gut microbiota and elevates mortality in honeybees*. PLoS Biol. 2017, 15.

Raymann, K., Moran, N.A., 2018. *The role of the gut microbiome in health and disease of adult honey bee workers.* Curr. Opin. Insect Sci. 2018, 26, pp. 97–104.

Ren, C., Zhang, Q., de Haan, B.J., Faas, M.M., Zhang, H., & de Vos, P., 2020. *Protective effects of lactic acid bacteria on gut epithelial barrier dysfunction are Toll like receptor 2 and protein kinase C dependent.* Food Funct. 2020, 11, pp. 1230–1234.

Rothman, J.A., Leger, L., Kirkwood, J.S., & McFrederick, Q.S., 2019. *Cadmium and selenate exposure affects the honey bee microbiome and metabolome, and bee-associated bacteria show potential for bioaccumulation.* Appl. Environ. Microbiol. 2019, 85, e01411-19.

Sabaté, D.C., Carrillo, L., Carina Audisio, M., 2009. *Inhibition of PaeniBacillus larvae and Ascosphaera apis by Bacillus subtilis isolated from honeybee gut and honey samples*. Res. Microbiol. 2009, 160, pp. 193–199.

Schmidt, J. O. & Buchmann, S. L., 1992. *Other products of the hive.* Στο: J. M. Graham eds, "The Hive and the Honey Bee". Dadant & Sons, Hamilton, Illinois. 1324 σελ.

Seeley, T. D., 1983. *The ecology of temperate and tropical honey bee societies*. American Scientist, 71:264-272.

Somerville, D., 2012. *Removing honey from the hive.* Διαθέσιμο διαδικτυακά: *https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0009/443709/Removing-honey-from-the-hive.pdf*

Stephen, W. P., Bohart, G.E., & Torchio, P.F., 1969. *The Biology and External Morphology of Bees: With a Synopsis of the Genera of Northwestern America.* Agricultural Experiment Station, Oregon State University, Corvallis, Oregon.

Tejerina, M.R., Benítez-Ahrendts, M.R., Audisio, M.C., 2020. *Lactobacillus salivarius A3iob reduces the incidence of Varroa destructor and Nosema spp. in commercial apiaries located in the northwest of Argentina.* Probiotics Antimicrob. Proteins 2020, 12, pp. 1360–1369.

Vaxevanidou, K., Christou, C., Kremmydas, G.F., Georgakopoulos, D.G. and Papassiopi, N., 2015. *Role of indigenous arsenate and iron (III) Respiring microorganisms in controlling the mobilization of arsenic in a Contaminated soil Sample*. Bull Environ Cont Toxicol 94(3):282–288.

Winston, M. L., 1991. *The biology of the honey bee*. Harvard University Press.

Winston, M. L. & Slessor, K. N., 1998. *Honey bee primer pheromones and colony organization: gaps in our knowledge*. Apidologie, Springer Verlag, 1998, 29 (1-2), pp.81-95.

Yoshiyama, M., Kimura, K., 2009. *Bacteria in the gut of Japanese honeybee, Apis cerana japonica, and their antagonistic effect against PaeniBacillus larvae, the causal agent of American foulbrood.* J. Invertebr. Pathol. 2009, 102, pp. 91–96.