



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΗΡΟΤΡΟΦΙΑΣ & ΜΕΛΙΣΣΟΚΟΜΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

με θέμα:

**"Η επίδραση της χρήσης φυτικών κηρών στο κτίσιμο της κηρήθρας
και στην ανάπτυξη του μελισσιού"**



Επιμέλεια: **Τσουκανά Π. Μαρία**

Επιβλέπων: **Πασχάλης Χαριζάνης, Καθηγητής Γ.Π.Α.**



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΗΡΟΤΡΟΦΙΑΣ & ΜΕΛΙΣΣΟΚΟΜΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

με θέμα:

**"Η επίδραση της χρήσης φυτικών κηρών στο κτίσιμο της κηρήθρας
και στην ανάπτυξη του μελισσιού"**



Επιμέλεια: **Τσουκανά Π. Μαρία**

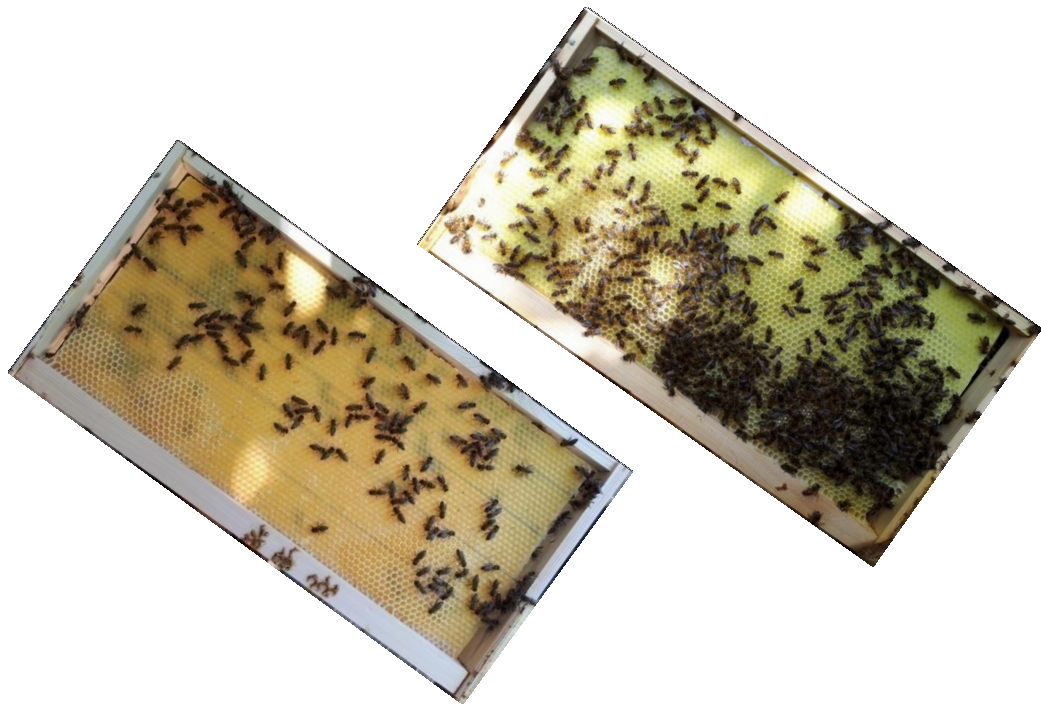
Επιβλέπων: **Πασχάλης Χαριζάνης, Καθηγητής Γ.Π.Α.**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

με θέμα:

**"Η επίδραση της χρήσης φυτικών κηρών στο κτίσιμο της κηρήθρας
και στην ανάπτυξη του μελισσιού"**

ΤΣΟΥΚΑΝΑ Π. ΜΑΡΙΑ



Τριμελής συμβουλευτική επιτροπή:

Επιβλέπων:

ΠΑΣΧΑΛΗΣ ΧΑΡΙΖΑΝΗΣ, Καθηγητής ΓΠΑ

Μέλη:

ΧΡΗΣΤΟΣ ΠΑΠΙΑΣ, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΓΚΟΡΑΣ, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών, στο Εργαστήριο Σηροτροφίας και Μελισσοκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Η μεταπτυχιακή διατριβή πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του κυρίου Πασχάλη Χαριζάνη, Καθηγητή του Εργαστηρίου Σηροτροφίας και Μελισσοκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Πρώτα θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στον επιβλέποντα καθηγητή μου, για τη βοήθειά του καθ' όλη τη διάρκεια της μεταπτυχιακής μελέτης, καθώς και για τις πολύτιμες συμβουλές και την καθοδήγησή του.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή Χρήστο Παππά, του Εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, για την ευκαιρία που μου έδωσε να πραγματοποιήσω στο Εργαστήριό του ένα τμήμα του πειραματικού μέρους της διατριβής μου, καθώς και για το χρόνο που αφιέρωσε στην ανάγνωση και διόρθωση της πτυχιακής μου διατριβής.

Ευχαριστώ, επίσης, τον Επίκουρο Καθηγητή Γεώργιο Γκόρα, του Εργαστηρίου Σηροτροφίας και Μελισσοκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, για την βοήθειά του στην στατιστική επεξεργασία των δεδομένων, για πολύτιμα σχόλια και το χρόνο που διέθεσε στην ανάγνωση και διόρθωση της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

Επιπρόσθετα, ένα ευχαριστώ στους μεταπτυχιακούς, διδακτορικούς, καθώς και όλα τα μέλη του Εργαστηρίου Σηροτροφίας και Μελισσοκομίας.

Ακόμη, ευχαριστώ θερμά τη συνάδελφο και φίλη, Χριστίνα Μπλαχάβα για την υπομονή και την προσπάθεια που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια του πειραματικού μέρους της παρούσας διατριβής.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω με όλη μου την καρδιά όλα τα άτομα που στάθηκαν στο πλευρό μου, πίστεψαν στις δυνάμεις μου και με στήριξαν καθ' όλη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών.

Τσουκανά Μαρία

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	9
SUMMARY	10
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	11
1.1 Μελισσοκομία.....	13
1.2 Μέλισσα.....	13
1.3 Βιολογικός κύκλος.....	15
1.4 Μελισσοκομικός εξοπλισμός.....	16
1.4.1 Η σύγχρονη κυψέλη.....	16
1.4.2 Τα κύρια εργαλεία	17
1.4.2.1 Ξέστρο.....	17
1.4.2.2 Καπνιστήρι.....	17
1.4.2.3 Βούρτσα	18
1.4.3 Η ένδυση του μελισσοκόμου	18
1.4.3.1 Μάσκα.....	18
1.4.3.2 Φόρμα	19
1.4.4 Γυρεοπαγίδα.....	19
1.4.5 Βασιλικό διάφραγμα	19
1.4.6 Τροφοδότης.....	20
1.4.7 Κηροτήκτης.....	20
1.4.8 Αίθουσα μελισσοκομείου	21
1.4.8.1 Μαχαίρι απολεπισμού.....	22
1.4.8.2 Μελιτοεξαγωγέας.....	22
1.4.8.3 Φίλτρο μελιού και δοχεία αποθήκευσης.....	22
1.5 Προϊόντα της μέλισσας.....	23
1.5.1 Το μέλι	23
1.5.2 Το Δηλητήριο.....	23
1.5.3 Η Γύρη	24
1.5.4 Η Πρόπολη.....	25
1.5.5 Ο Βασιλικός πολτός.....	25
1.5.6 Το κερι	26
1.5.6.1 Γενικά.....	26
1.5.6.2 Εξαγωγή και ανάκτηση κηρού.....	29
1.5.6.3 Μέθοδοι καθαρισμού κηρού.....	30
1.5.6.4 Λεύκανση κηρού.....	31
1.5.6.5 Αποθήκευση κηρού.....	31
1.5.6.6 Χρήσεις κηρού	31
1.5.6.7 Άλλοι τύποι κηρού.....	33
1.5.6.8 Συστατικά κηρού μέλισσας.....	42
1.5.6.9 Έλεγχος ποιότητας.....	44
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	47
2.1 Υλικό.....	49

2.1.1 Υλικά βασιλοτροφίας.....	49
2.1.2 Υλικά παρασκευής φύλλων κηρήθρας	49
2.1.3 Υλικά φασματοσκοπικής ανάλυσης κηρών	50
2.2 Μέθοδοι	50
2.2.1 Παραγωγή βασιλισσών	50
2.2.2 Παρασκευή φύλλων κηρήθρας	51
2.3 Μετρήσεις	55
2.3.1 Χρόνος κτισίματος.....	55
2.3.2 Ποιοτικός προσδιορισμός κυψελών	56
2.4 Φασματοσκοπική ανάλυση κηρών	57
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	63
3.1 Χρόνος κτισίματος κηρηθρών	65
3.1.1 Χρόνος κτισίματος φύλλων κηρήθρας	65
3.1.2 Χρόνος κτισίματος φύλλων κηρήθρας ανά μελίτσι	66
3.1.3 Χρόνος κτισίματος φύλλων κηρήθρας ανά τύπο κηρού.....	67
3.1.4 Χρόνος κτισίματος φύλλων κηρήθρας κατά ζεύγη	68
3.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά	68
3.2.1 Πλήθος εμφανίσεων Γόνου, Μελιού, και Άδειων κηρηθρών ανά μελίτσι	68
3.2.2 Πλήθος εμφανίσεων κηρηθρών με Γόνο, με Μέλι ή Άδειων σε κάθε μελίτσι.....	70
3.2.3 Πλήθος εμφανίσεων κηρηθρών με Γόνο, με Μέλι ή Άδειων για κάθε τύπο κηρού	72
3.2.4 Πλήθος εμφανίσεων κηρηθρών με Γόνο, με Μέλι ή Άδειων	73
3.3 Φασματοσκοπική ανάλυση κηρών	74
3.3.1 Σύγκριση φύλλων κηρήθρας από μελισσοκέρι, ανάμεικτο και φυτικό κηρό	74
3.3.2 Σύγκριση άκτιστων, ανοιχτόχρωμων και σκουρόχρωμων κηρηθρών από μελισσοκέρι, ανάμεικτο και φυτικό κηρό	75
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	81
4.1 Χρόνος κτισίματος φύλλων κηρήθρας	83
4.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά κηρηθρών	84
4.3 Φασματοσκοπική ανάλυση κηρών	85
5. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	87
5.1 Πίνακες	89
5.2 Σχήματα	94
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	105

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μελισσοκομία είναι ένας κλάδος, ο οποίος απασχολεί πολλούς, επαγγελματίες και μη, στην Ελλάδα. Προσπαθώντας οι μελισσοκόμοι να καταφύγουν σε πιο οικονομικές λύσεις για το κερι που χρησιμοποιούν, αναζητούν ποικίλα είδη κηρού, όπως είναι και το φυτικό. Υπάρχουν πολλά είδη κηρού που έχουν χρησιμοποιηθεί στη μελισσοκομία και ιδιαίτερα η παραφίνη.

Στην παρούσα διατριβή, μελετήθηκε ένα είδος φυτικού κηρού, σε φύλλα κηρήθρας, το οποίο συγκρίθηκε με αυτό της μέλισσας και με ανάμεικτο κηρό ως προς την ταχύτητα κτίσιματος, καθώς και την μετέπειτα συμπεριφορά των μελισσών στις κυψέλες. Αργότερα, παρατηρήθηκε τι εναπόθεσαν οι μέλισσες σε κάθε είδος κηρού, ανάμεσα σε μέλι, γόνο ή τίποτα.

Ο χρόνος κτίσιματος των φύλλων κηρήθρας από φυτικό κηρό, ανάμεικτο και μελισσοκέρι δεν φάνηκε να παρουσιάζει διαφορές, διότι οι μέλισσες αφιέρωσαν τον ίδιο χρόνο για να τα κτίσουν πλήρως. Η μόνη διαφορά ήταν το γεγονός ότι μερικά φύλλα κηρήθρας από φυτικό και ανάμεικτο κηρό παρέμειναν άκτιστα, ενώ τα φύλλα από μελισσοκέρι έως το τέλος του πειράματος κτίστηκαν όλα από τις μέλισσες.

Στη συνέχεια, όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά, υπήρξαν μικρές διαφορές. Τα μελίσινα στα φυτικά φύλλα κηρήθρας προτίμησαν να τοποθετήσουν μέλι παρά να τα αφήσουν άδεια. Σε ένα από τα μελίσινα, στα φύλλα από μελισσοκέρι και ανάμεικτο κηρό, αφού κτίστηκαν, οι μέλισσες εναπόθεσαν κυρίως γόνο.

Έπειτα, στην φασματοσκοπική ανάλυση των κηρών που πραγματοποιήθηκε, βρέθηκαν διαφορές μεταξύ του φυτικού κηρού και του κηρού μέλισσας, όσον αφορά τα πολικά τους χαρακτηριστικά. Παρατηρήθηκε, επιπλέον, το γεγονός ότι οι μέλισσες, αφού πέρασε ένα διάστημα πέντε μηνών, μετέφεραν κηρό από το ένα σημείο στο άλλο μέσα σε μία κυψέλη.

λέξεις κλειδιά: μέλισσα, φύλλα κηρήθρας, κτίσιμο, ποιοτικά, φασματοσκοπική ανάλυση

SUMMARY

Greece is a country, where beekeeping is an important industry employing a great number of people. Many beekeepers, in order to find more economical solutions for the wax they use, they are looking for a variety of alternative wax types such as the plant wax. There are many types of wax used in beekeeping and especially paraffin.

This thesis presents a study on a kind of plant wax, in comb foundation, compared to beeswax and mixed wax, taking into consideration the bees' speed when building the foundation as well as the overall behavior of the bees in the hives. Later on, it was observed what the bees placed on any kind of wax either it was honey, brood or nothing.

The building time between the plant wax, beeswax and mixed honeycomb did not seem to differ, because the bees devoted the same amount of time to build them. The only difference observed was that some sheets of both plant and mixed wax honeycomb remained unbuilt, while the beeswax honeycombs were all built by the bees until the end of the experiment.

Moreover, small differences were observed in qualitative characteristics. Honeybees preferred to place honey on plant wax honeycombs rather than leave them empty. In one of the honeybees, on the beeswax and mixed wax honeycombs the bees placed mostly brood after building them.

Lastly, in the spectroscopic analysis of waxes, some differences were found between the plant wax and the beeswax regarding their polar characteristics. It was also observed that the bees after spending a five month period in a hive, carried wax from one place to another within the hive.

key words: bee, comb foundation, build, qualitative characteristics, spectroscopic analysis

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

1.1 Μελισσοκομία

Η μελισσοκομία αποτελεί κλάδο της εντομολογίας, η οποία ασχολείται με την μελέτη και εκμετάλλευση της μέλισσας (*Apis mellifera* L.). Ένας μελισσοκόμος διατηρεί τις μέλισσες για να συλλέξει το μέλι και τα άλλα προϊόντα που παράγει η μέλισσα (κερί, πρόπολη, γύρη, βασιλικός πολτός), για την επικονίαση των καλλιεργειών ή για την παραγωγή μελισσιών προς πώληση σε άλλους μελισσοκόμους. Η Ελλάδα είναι μία χώρα με αρκετά ανεπτυγμένη τη μελισσοκομία καταλαμβάνοντας μάλιστα την πρώτη θέση σε πυκνότητα μελισσιών στην Ευρώπη.

Οι μέλισσες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην γονιμοποίηση φυτών ανθοφορίας και αποτελούν τον κύριο επικονιαστή σε πολλά οικοσυστήματα που περιέχουν ανθοφόρα φυτά. Εκτιμάται ότι το ένα τρίτο του ανθρώπινου εφοδιασμού σε τρόφιμα εξαρτάται από την επικονίαση από έντομα, πουλιά και νυχτερίδες, το μεγαλύτερο μέρος των οποίων επιτυγχάνεται από τις μέλισσες, άγριες ή μη (Azuu, 2016).

Οι μέλισσες (*Apis mellifera* L.) είναι ένα από τα πιο δημοφιλή και οικονομικά ευεργετικά έντομα. Για χιλιάδες χρόνια, ο άνθρωπος έχει ληλατήσει αποικίες μελισσών για να πάρει μέλι, τις προνύμφες και το κερί. Τις τελευταίες δεκαετίες, η ληλασία μελισσών έδωσε τη θέση της στη διαχείριση των μελισσών. Τώρα, οι μέλισσες διατηρούνται συνήθως σε τεχνητές κυψέλες και μια μεγάλη και εξελιγμένη βιομηχανία μελισσοκομίας προσφέρει πολύτιμο μέλι, κερί και επικονίαση.

Στην Ελλάδα λαμβάνουν χώρο πολλοί σύλλογοι μελισσοκομίας (περίπου 60) (ΟΜΣΕ). Τα μελισσοκομικά κέντρα στην Ελλάδα ξεκίνησαν να είναι ενεργά το 2000.

Το κλίμα της Ελλάδας είναι απόλυτα ιδανικό για τη μελισσοκομία. Για αυτό και η ανάπτυξη της στη χώρα μας είναι τόσο επιτυχημένη, με καλής ποιότητας μέλι.

1.2 Μέλισσα

Η συστηματική κατάταξη της κοινής μέλισσας φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 1.2.1 Συστηματική κατάταξη μέλισσας

Βασίλειο	Animalia
Φύλο	Arthropoda
Κλάση	Insecta
Τάξη	Hymenoptera
Οικογένεια	Apidae
Γένος	Apis
Είδος	<i>A. mellifera</i> Linnaeus



Εικόνα 1.2.1 Μέλισσες πάνω σε κηρήθρα που επεξεργάζονται νέκταρ.

Γενικά υπάρχουν περισσότερα από 20.000 είδη άγριων μελισσών (Biology online, 2008). Μερικές μέλισσες που είναι άγριες είναι η μικρή μέλισσα (*Apis florea*), η γιγαντιαία μέλισσα (*Apis dorsata*) και η μέλισσα των Ιμαλαΐων (*Apis laboriosa*). Η μελισσοκομία ασχολείται με την πρακτική διαχείριση των κοινωνικών ειδών των μελισσών, που ζουν σε μεγάλες αποικίες μέχρι 100.000 άτομα. Στην Ευρώπη και την Αμερική το είδος που διαχειρίζεται παγκοσμίως είναι η δυτική μέλισσα (*Apis mellifera*). Το είδος αυτό έχει διάφορα υπο-είδη ή φυλές, όπως η ιταλική μέλισσα (*Apis mellifera ligustica*), η ευρωπαϊκή μαύρη μέλισσα (*Apis mellifera mellifera*) και η καρνιολική μέλισσα (*Apis mellifera carnica*). Στις τροπικές περιοχές, διαχειρίζονται άλλα είδη κοινωνικών μελισσών για παραγωγή μελιού, συμπεριλαμβανομένης της ασιατικής μέλισσας (*Apis cerana*) (Michener, 2007).

Η κοινή μέλισσα (*Apis mellifera*) είναι κοινωνικό έντομο, δηλαδή ένας μεγάλος αριθμός μελισσών ζει μαζί και οργανώνει μία κοινωνία. Υπάρχουν ποικίλες διαφορές ανάμεσα στα διαφορετικά άτομα, όσον αφορά την μορφολογία και τις εργασίες που εκτελεί ο καθένας. Τα θηλυκά άτομα είναι η βασίλισσα και οι εργάτριες και τα αρσενικά οι κηφήνες (Εικόνα 1.2.2). Όλος ο πληθυσμός μαζί λειτουργεί σαν μία οργανωμένη κοινωνία, που αναπτύσσεται και αναπαράγεται.



Εικόνα 1.2.2 Τα μέλη μίας κυψέλης: βασίλισσα, εργάτρια και κηφήνας.

Είναι το πολυπληθέστερο είδος παγκοσμίως, αλλά ανάλογα με την περιοχή που βρίσκεται διακρίνονται μικρές διαφορές στην συμπεριφορά των ίδιων των μελισσών. Διακρίνεται, επίσης, πολυμορφισμός, δηλαδή διαφορές που παρουσιάζονται στα άτομα του ίδιου είδους. Το μήκος ζωής μία εργάτρια μέλισσας ποικίλει από μερικές βδομάδες έως μερικούς μήνες, ανάλογα την εποχή και τον φόρτο της εργασίας που καλείται να εκτελέσει, ο κηφήνας ζει περίπου όσο και η εργάτρια, ενώ η βασίλισσα ζει έως και τέσσερα χρόνια.

Η εργάτρια ασχολείται με όλες τις εργασίες του μελισσιού, όπως είναι ο αερισμός, το καθάρισμα, η φρούρηση, η περιποίηση του γόνου και της βασίλισσας, το χτίσιμο των κηρηθρών κ.ά. Ο κηφήνας έχει σαν κύριο ρόλο τη σύζευξη με τη βασίλισσα και μετά τη σύζευξη πεθαίνει. Η βασίλισσα, λοιπόν είναι το μόνο θηλυκό άτομο που συζευγνύεται και αποθηκεύει το σπέρμα από τους κηφήνες και το διατηρεί για όλη της τη ζωή.

1.3 Βιολογικός κύκλος

Ο κύκλος ζωής μιας μέλισσας περιλαμβάνει την τοποθέτηση ενός αυγού, την ανάπτυξη μιας προνύμφης, ενός σταδίου κατά το οποίο το έντομο υφίσταται πλήρη μεταμόρφωση, ακολουθούμενη από την εμφάνιση του ενήλικου. Η εξέλιξη από το αυγό στις αναδύμενες μέλισσες ποικίλλει μεταξύ των βασιλισσών, των εργατριών και των κηφήνων. Οι βασίλισσες βγαίνουν από τα κελιά τους σε 15-16 ημέρες, οι εργάτριες σε 21 ημέρες, και οι κηφήνες σε 24 ημέρες. Μόνο μία βασίλισσα είναι συνήθως παρούσα σε μια κυψέλη. Νέες παρθένες βασίλισσες αναπτύσσονται σε διευρυμένα κελιά και τρέφονται αποκλειστικά με βασιλικό πολτό από τις εργάτριες.



Εικόνα 1.3.1 Πλαίσιο με κλειστό γόνο.

Όταν η υπάρχουσα βασίλισσα είναι μεγάλη σε ηλικία, πεθάνει ή η αποικία γίνεται πολύ μεγάλη, μια νέα βασίλισσα δημιουργείται από τις εργάτριες μέλισσες. Όταν ο πληθυσμός σε μία κυψέλη είναι πολύ μεγάλος, η παλιά βασίλισσα θα πάρει μαζί της το ήμισυ περίπου του πληθυσμού και θα φύγει. Αυτό συμβαίνει μερικές ημέρες πριν από τη νέα εκκόλαψη της βασίλισσας.

Όταν έχουμε πολλά βασιλικά κελιά και εκκολαφθεί η πρώτη βασίλισσα, εκείνη θα πάει και θα θανατώσει όλες τις υπόλοιπες βασίλισσες που δεν έχουν εκκολαφθεί ακόμα. Η βασίλισσα κάνει μία ή περισσότερες γαμήλιες πτήσεις. Οι κηφήνες εγκαταλείπουν την κυψέλη όταν η βασίλισσα είναι έτοιμη, συζευγνούνται και μετά πεθαίνουν. Αμέσως μετά το ζευγάρωμα η βασίλισσα ξεκινάει την ωοτοκία. Μια εύφορη βασίλισσα είναι σε θέση να εναποθέσει γονιμοποιημένα ή μη γονιμοποιημένα αυγά. Κάθε μη γονιμοποιημένο αυγό περιέχει ένα μοναδικό συνδυασμό 50% των γονιδίων της βασίλισσας και αναπτύσσεται σε ένα απλοειδές κηφήνα. Τα γονιμοποιημένα αυγά αναπτύσσονται είτε σε διπλοειδείς εργάτριες είτε σε παρθένες βασίλισσες, εάν τρέφονται με βασιλικό πολτό.

Η μέση διάρκεια ζωής μιας βασίλισσας είναι δύο έως τέσσερα χρόνια. Οι κηφήνες πεθαίνουν συνήθως κατά το ζευγάρωμα ή διώχνονται από την κυψέλη πριν από το χειμώνα. Οι εργάτριες μπορούν να ζήσουν για μερικές εβδομάδες το καλοκαίρι και αρκετούς μήνες σε περιοχές με εκτεταμένο χειμώνα.

1.4 Μελισσοκομικός εξοπλισμός

1.4.1 Η σύγχρονη κυψέλη

Στις μέρες μας, στις περισσότερες χώρες χρησιμοποιείται η σύγχρονη κυψέλη με τα κινητά πλαίσια. Η κυψέλη πρέπει απαραίτητα να είναι φτιαγμένη από υλικά άριστης ποιότητας και να έχουν προκαθορισμένες διαστάσεις προσφέροντας στις μέλισσες πολλά πλεονεκτήματα.



Εικόνα 1.4.1 Η σύγχρονη κυψέλη με βάση, δύο πατώματα και καπάκι.



Εικόνα 1.4.2 Πλαίσια εντός της κυψέλης.

1.4.2 Τα κύρια εργαλεία

1.4.2.1 Εργαλείο κυψέλης ή Ξέστρο

Το ξέστρο είναι το πλέον απαραίτητο εργαλείο ενός μελισσοκόμου. Με αυτό ο μελισσοκόμος ξεκολλάει και ανασηκώνει τα πλαίσια μεταξύ τους και ξύνει το περίσσιο κερί και την πρόπολη.



Εικόνα 1.4.3 Εργαλείο κυψέλης ή ξέστρο.

1.4.2.2 Καπνιστήρι

Όλοι οι μελισσοκόμοι πριν κάνουν μία επιθεώρηση γεμίζουν το καπνιστήρι τους. Αυτό είναι ένα μεταλλικό και κυλινδρικό δοχείο μαζί με μία φυσούνα. Μέσα σε αυτό μπαίνουν ξερά χόρτα, κυρίως πευκοβελόνες, και ανάβουν με έναν αναπτήρα, έτσι ώστε να καίγονται σιγά σιγά και να βγάζουν άπλετο καπνό. Με αυτό καπνίζονται τα μελίσσια πριν και κατά την επιθεώρηση. Οι μέλισσες αναστατώνονται, κατεβαίνουν και πάνε να φάνε το μέλι που είναι αποθηκευμένο. Με τον τρόπο αυτό ο μελισσοκόμος μπορεί να κάνει πιο εύκολα την δουλειά του, μειώνοντας τα κεντρίσματα που τυχόν υπάρχουν.



Εικόνα 1.4.4 Καπνιστήρι.

1.4.2.3 Βούρτσα

Όταν ένας μελισσοκόμος θέλει να αφαιρέσει πλαίσια από μία κυψέλη και να τα πάρει μαζί του, κυρίως για τρύγο, τότε αφού τινάζει καλά το πλαίσιο από τις μέλισσες, το σκουπίζει ελαφρώς με μία μαλακή βούρτσα έτσι ώστε να μην υπάρχουν επάνω καθόλου μέλισσες. Επειδή όμως η βούρτσα μπορεί να γίνει φορέας ασθενειών, καλό θα είναι ανά τακτά χρονικά διαστήματα να απολυμαίνεται.



Εικόνα 1.4.5 Βούρτσα.

1.4.3 Η ένδυση του μελισσοκόμου

1.4.3.1 Μάσκα

Η μελισσοκομική μάσκα είναι, επίσης, απαραίτητη για έναν μελισσοκόμο. Είναι μία μάσκα που καλύπτει όλο το κεφάλι και μέρος των ώμων. Το πρόσωπο είναι το σημείο που πρέπει να προστατεύεται περισσότερο. Αποτελείται από ύφασμα και τούλι στην μπροστινή πλευρά, ώστε ο μελισσοκόμος να έχει σωστή ορατότητα.



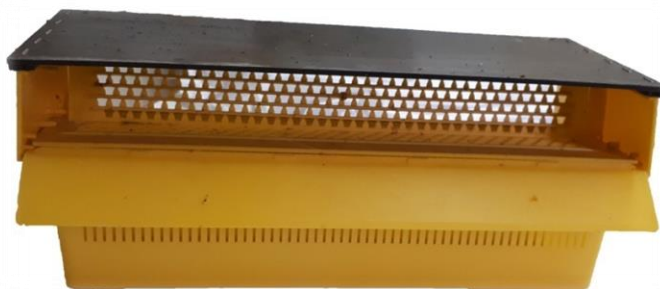
Εικόνα 1.4.6 Μελισσοκομική μάσκα.

1.4.3.2 Φόρμα

Εκτός από μάσκα ο μελισσοκόμος καλείται να διαθέτει και φόρμα. Η πιο σωστή είναι αυτή που καλύπτει όλο το σώμα, έτσι ώστε να αποφεύγονται τα κεντρίσματα κατά την επιθεώρηση των μελισσιών. Το πιο κατάλληλο χρώμα είναι το λευκό, διότι με αυτό δεν αναστατώνονται οι μέλισσες, και θα πρέπει να έχει χοντρή υφή. Μία καλή φόρμα συνδυάζεται από μποτάκια, τα οποία το σωστό είναι να καλύπτουν τους αστραγάλους, διότι το σημείο αυτό είναι πολύ ευαίσθητο από κεντρίσματα.

1.4.4 Γυρεοπαγίδα

Η γυρεοπαγίδα είναι ένα εργαλείο, το οποίο τοποθετείται στην είσοδο της κυψέλης. Χρησιμοποιείται κυρίως ότι κυριαρχεί πλήρη άνθιση, οι εργάτριες βγαίνουν από την κυψέλη και πάνε προς συλλογή γύρης και μετά καθώς εισέρχονται η γύρη που είναι τοποθετημένη στα πόδια τους αποκολλάται και πέφτει μέσα στην παγίδα. Το μελίσι επειδή καταπονείται με την έλλειψη γύρης όταν τοποθετείται η παγίδα, θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε μελίσια δυνατά και πολυπληθή, έτσι ώστε να μην λειτουργήσει αρνητικά προς το μελίσι.



Εικόνα 1.4.7 Γυρεοπαγίδα.

1.4.5 Βασιλικό διάφραγμα

Το βασιλικό διάφραγμα είναι ένα παραλληλόγραμμο φύλλο (συνήθως πλαστικό), το οποίο τοποθετείται ανάμεσα από δύο ορόφους και έχει συγκεκριμένες διαστάσεις. Αυτό αναγκάζει την βασίλισσα να κυκλοφορεί και να γεννάει σε συγκεκριμένο χώρο. Από το διάφραγμα αυτό χωράνε να περάσουν μόνο οι εργάτριες. Με τον τρόπο αυτό διευκολύνεται η διαδικασία του τρύγου, διότι δεν υπάρχει καθόλου γόνος στα πλαίσια που θα τρυγηθούν.



Εικόνα 1.4.8 Βασιλικό διάφραγμα.

1.4.6 Τροφοδότης

Στην αγορά υπάρχουν πολλά είδη τροφοδοτών. Είναι ένα δοχείο, στο οποίο συνήθως, τοποθετείται τροφή για μέλισσες σε υγρή μορφή (π.χ. σιρόπι). Αυτό τοποθετείται είτε μέσα στην κυψέλη είτε στην είσοδό της. Ο τροφοδότης μπορεί να είναι:

- Τροφοδότης πλαίσιο: έχει τις ίδιες διαστάσεις με ένα κανονικό πλαίσιο, είναι συνήθως πλαστικός και μέσα τοποθετείται το σιρόπι
- Τροφοδότης εισόδου: είναι ένα κυλινδρικό δοχείο, στο οποίο μπαίνει σιρόπι και μετά τοποθετείται στην είσοδο της κυψέλης
- Τροφοδότης καπάκι: αυτός μπαίνει εσωτερικά κάτω ακριβώς από το καπάκι και οι μέλισσες σκαρφαλώνουν και βρίσκουν το σιρόπι
- Τροφοδότες πίεσης: αυτό είναι συνήθως ένα είδος μπουκαλιού, στο οποίο αφού τοποθετηθεί το σιρόπι, γίνονται τρύπες, μετά πιέζοντας φεύγει ο αέρας και μετά τοποθετείται ανάποδα πάνω από τα πλαίσια

1.4.7 Κηροτήκτης

Υπάρχουν τρία κύρια είδη κηροτήκτων που χρησιμοποιούνται από τους μελισσοκόμους.

Ο ηλιακός κηροτήκτης είναι ένα εργαλείο που βοηθά τον μελισσοκόμο στην εξαγωγή του κεριού από τα πλαίσια. Με την διαδικασία αυτή, το χρώμα και τα αρώματα του κεριού δεν αλλοιώνονται και έτσι δεν χάνονται τα απαραίτητα συστατικά του. Η συσκευή αυτή αποτελείται από ένα κιβώτιο, το οποίο κλείνει με ένα γυάλινο καπάκι, και μπροστά έχει ένα άλλο μικρό δοχείο που πέφτει το κέρι αφού

έχει λιώσει. Ύστερα, αφού είναι ακόμα σε υγρή μορφή, το κερύ τοποθετείται σε διάφορα δοχεία για να μπορέσει να στερεοποιηθεί και να αποθηκευθεί.

Ο κηροτήκτης με ατμό αποτελείται από δύο δοχεία. Στο εσωτερικό του τοποθετούνται τα πλαίσια και στο εξωτερικό δοχείο μπαίνει νερό. Ύστερα το νερό θερμαίνεται και με τον ατμό που δημιουργείται το κερύ λιώνει και τα πλαίσια καθαρίζουν.

Τέλος, τα πλαίσια μπορούν να τοποθετηθούν και με ζεστό νερό. Αρχικά μπαίνουν σε σακιά από λινάτσα και έπειτα μέσα σε νερό που βράζει. Το κερύ που λιώνει πηγαίνει στην επιφάνεια του νερού (Θρασυβούλου, 2015).



Εικόνες 1.4.9-10 Ηλιακός κηροτήκτης.



Εικόνα 1.4.11 Κηροτήκτης με ατμό.

1.4.8 Αίθουσα μελισσοκομείου

Κάθε μελισσοκόμος χρειάζεται ένα χώρο για να μπορεί να κάνει τις δουλειές του, με την κυριότερη δουλειά τον τρύγο του μελιού. Ο χώρος θα πρέπει να είναι απαλλαγμένος από μέλισσες και να έχει παροχή νερού.

1.4.8.1 Μαχαίρι απολεπισμού

Το εργαλείο αυτό είναι απαραίτητο για κάθε μελισσοκόμο που θα τρυγήσει. Το μαχαίρι αυτό χρησιμοποιείται για την αφαίρεση του επάνω μέρους των σφραγισμένων κελιών που περιέχουν το μέλι. Στην αγορά υπάρχουν ποικίλα είδη μαχαιριών απολεπισμού, τα οποία μπορεί να είναι θερμαινόμενα ή μη.

1.4.8.2 Μελιτοεξαγωγή

Ανάλογα με το πλήθος των μελισσιών και το μέγεθος παραγωγής που έχει ένας μελισσοκόμος, το μέγεθος και η λειτουργία του μελιτοεξαγωγέα ποικίλει. Μέσα υπάρχουν θέσεις που μπαίνουν τα πλαίσια με το μέλι και έπειτα γίνεται η εξαγωγή του μελιού μηχανικά ή χειροκίνητα. Το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένος ο μελιτοεξαγωγέας πρέπει να είναι μέταλλο ανοξείδωτο γιατί αλλιώς μελλοντικά θα υπάρξει πρόβλημα με το μέλι.



Εικόνα 1.4.12 Μελιτοεξαγωγέας χειροκίνητος.

1.4.8.3 Φίλτρο μελιού και δοχεία αποθήκευσης

Κατά την έξοδο του μελιού από τον μελιτοεξαγωγέα, το μέλι πρέπει να περάσει από ένα φίλτρο. Αυτό γίνεται διότι μέσα στο μέλι θα υπάρχουν υπολείμματα, όπως για παράδειγμα κερία, μέλισσες κ.ά. Έτσι αυτά θα πρέπει να απομακρυνθούν και στη συνέχεια να τοποθετηθούν στα διάφορα δοχεία. Μετά από μερικές μέρες πάνω από το μέλι θα έχει σχηματιστεί μία λεπτή κρούστα. Αφού αυτή αφαιρεθεί τότε το μέλι μπαίνει σε δοχεία, τα οποία πρέπει να κλείνουν πολύ καλά.

1.5 Προϊόντα της μέλισσας

Το μέλι και το κερι μέλισσας είναι τα κύρια προϊόντα που χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο. Η μέλισσα έχει κινήσει το ενδιαφέρον πολλών ανθρώπων από αρχαιοτάτων χρόνων, αλλά μέχρι το 1900 μόνο το μέλι και το κερι έχουν παραχθεί εμπορικά. Στη δεκαετία του 1950, η τιμή του μελιού στην παγκόσμια αγορά κατέρρευσε από την πλεονάζουσα παραγωγή και οι μελισσοκόμοι σε ορισμένες τεχνολογικά προηγμένες χώρες, αναζητώντας τρόπους διαφοροποίησης των πηγών εισοδήματος από τις μέλισσες τους, διερεύνησαν την εμπορευματοποίηση του βασιλικού πολτού, του δηλητηρίου των μελισσών, της γύρης, και της πρόπολης.

1.5.1 Το μέλι

Το μέλι αποτελείται από νέκταρ φυτών ή μελιτώματα εντόμων, τα οποία συλλέγουν οι μέλισσες, τα μεταποιούν και τα αποθηκεύουν στην κυψέλη. Αφού συλλέξουν τα παραπάνω οι μέλισσες, τα προϊόντα αυτά υπόκεινται σε διάφορες επεξεργασίες: την χημική αλλαγή των σακχάρων, την συμπύκνωση και τον εμπλουτισμό με διάφορες άλλες ουσίες. Η σύνθεση του μελιού είναι δύσκολο να καθοριστεί, διότι είναι ένα μείγμα διαφορετικών ενώσεων και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες (Crane, 2013). Ως εκ τούτου, τα διάφορα είδη μελιού ταξινομούνται ανάλογα με την φυτική προέλευση και τις γεωγραφικές περιοχές από τις οποίες προέρχονται. Περιέχουν σχεδόν το ίδιο φαινολικό προφίλ, συμπεριλαμβανομένου του ρ-κουμαρικού οξέος, της ευγενόλης, του φερουλικού οξέος, του καφεϊκού οξέος και των φλαβονοειδών. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι φαινολικές ενώσεις θα μπορούσαν να αποτελέσουν ενδεικτικούς δείκτες για τη βοτανική προέλευση του μελιού (Badolato *et al.*, 2017).



Εικόνα 1.5.1 Βάζα με μέλι.

1.5.2 Το Δηλητήριο

Το δηλητήριο μέλισσας είναι μια έκκριση από τους αδένες του δηλητηρίου της εργάτριας ή της βασίλισσας και δεν παράγεται από τους κηφήνες. Τα κύρια

συστατικά του εμπορικού λυοφιλοποιημένου δηλητηρίου από τις μέλισσες των αργατριών *Apis mellifera* περιλαμβάνουν 15-17% ένζυμα, συμπεριλαμβανομένης της φωσφολιπάσης και της υαλουρονιδάσης, 48-58% πρωτεΐνες, συμπεριλαμβανομένης ιδίως της μελιτίνης, 3% φυσιολογικά δραστικές αμίνες, συμπεριλαμβανομένης της ισταμίνης, 0,8-1,0% αμινοξέα και πολλά δευτερεύοντα συστατικά. Το δηλητήριο της βασίλισσας διαφέρει κάπως από το δηλητήριο των εργατριών στη σύνθεση του και στο πρότυπο αλλαγής του με την ηλικία της μέλισσας (Badolato *et al.*, 2017).

Το δηλητήριο των μελισσών είναι μακράν το πιο φαρμακολογικά δραστικό προϊόν από μέλισσες. Κατά τη δράση του δηλητηρίου απελευθερώνεται ισταμίνη, η οποία (σε συνδυασμό με μερικά μικρά μόρια του δηλητηρίου) συμβάλλει στο πρήξιμο, καθώς και στον τοπικό κνησμό και πυρετό (Badolato *et al.*, 2017).

Όταν λαμβάνονται μόνο λίγα τσιμπήματα, οι πραγματικές τοξικές επιδράσεις είναι ασήμαντες. Μετά από μαζικό κνησμό (ή έγχυση δηλητηρίου απευθείας στο κυκλοφορικό σύστημα), η δράση μπορεί να γίνει ευρέως διαδεδομένη και τα τοξικά αποτελέσματα να είναι σοβαρά, ιδιαίτερα όταν σημαντικές ποσότητες δηλητηρίου εισέρχονται στο κυκλοφορικό σύστημα. Η απαμίνη δρα ως δηλητήριο στο κεντρικό νευρικό σύστημα και τόσο η μελιτίνη όσο και η φωσφολιπάση Α είναι εξαιρετικά τοξικές. Παράγονται μεγάλες συγκεντρώσεις ισταμίνης και συμβάλλουν στη συνολική τοξικότητα.

1.5.3 Η Γύρη

Οι μέλισσες είναι απαραίτητο να καταναλώνουν γύρη, ως πρωτεΐνη. Η γύρη περιέχει επίσης μέταλλα (περιεκτικότητα σε τέφρα 1-6%), βιταμίνες, ένζυμα, ελεύθερα αμινοξέα, οργανικά οξέα, φλαβονοειδή και ρυθμιστές ανάπτυξης. Όταν μία εργάτρια μέλισσα μαζεύει γύρη από τα άνθη που επισκέπτεται, με ειδικές κινήσεις των ποδιών της, περνά τη γύρη στα πίσω πόδια σε ειδικά καλάθια. Το πακετάρει σε ένα "φορτίο γύρης" σε κάθε ένα από αυτά τα πόδια, και το βρέχει με λίγο νέκταρ για να δημιουργηθεί μία ενιαία μάζα (Cedric, 1995). Τα φορτία γύρης που μεταφέρονται από μια μέλισσα έχουν μια ποικιλία χρωμάτων, τα οποία παρέχουν ενδείξεις στις φυτικές πηγές.

Είναι σχετικά εύκολο για τον μελισσοκόμο να συλλέξει τη γύρη που διοχετεύεται στις κυψέλες από τις μέλισσες. Η διαδικασία αυτή γίνεται με την γυρεοπαγίδα, τοποθετημένη μπροστά στην είσοδο της κυψέλης. Ο μελισσοκόμος πρέπει να εξασφαλίσει ότι το μελίτσι έχει πάντοτε αρκετή γύρη για να παραμείνει επαρκής για να διατηρήσει τον πληθυσμό της.

Η γύρη (Εικόνες 1.5.2-3) χρησιμοποιείται ως συμπλήρωμα διατροφής για τον άνθρωπο και τα κατοικίδια ζώα, καθώς και για τη διατροφή μιας του μελισσιού για την αύξηση της παραγωγής του. Γύρη από συγκεκριμένα φυτικά είδη (ή ποικιλίες) χρησιμοποιείται επίσης για την επικονίαση των φρούτων, στα προγράμματα αναπαραγωγής φυτών και στη μελέτη και θεραπεία αλλεργικών παθήσεων όπως αλλεργική ρινίτιδα (Badolato *et al.*, 2017). Για τον άνθρωπο είναι σημαντική πηγή πρωτεϊνών, καθώς βιταμινών και ιχνοστοιχείων και βοηθάει πολύ σαν συμπλήρωμα διατροφής.



Εικόνα 1.5.2 Γύρη μέσα σε κηρήθρα



Εικόνα 1.5.3 Γύρη χύμα.

1.5.4 Η Πρόπολη

Πρόπολη είναι το υλικό που οι μέλισσες μπορούν να συλλέξουν από τα φυτά, τα οποία χρησιμοποιούν μόνο τους ή με κεριά μελισσας στην κατασκευή και την προσαρμογή των κυψελών τους. Η μέλισσα χρησιμοποιεί την πρόπολη για να κλείσει ρωγμές και για να περιορίσει τις διαστάσεις της εισόδου. Οι περισσότερες πηγές φυτών είναι δέντρα και θάμνοι. Το υλικό που συλλέγεται μπορεί να είναι από τραύματα (ρητίνη και κόμμεα) ή εκκρίσεις (λιπόφιλες ουσίες, βλεννώδες υλικό και κόμμεα). Έτσι, η πρόπολη έχει πολύ πιο πολύπλοκη προέλευση από οποιοδήποτε άλλο υλικό που συλλέγεται από τις μέλισσες. Αναλύσεις διαφόρων δειγμάτων (κυρίως άγνωστης φυτικής προέλευσης) έδειξαν την παρουσία πάνω από 100 ενώσεων, συμπεριλαμβανομένων κυρίως των φλαβονοειδών (Toretì *et al.*, 2013).

Η πρόπολη έχει διάφορες φαρμακολογικές ιδιότητες, κυρίως από την περιεκτικότητά της σε φλαβονοειδή. Χρησιμοποιείται σε καλλυντικές και θεραπευτικές κρέμες, παστίλιες για το λαιμό και τσίγλες (Sforcin *et al.*, 2011). Για να χρησιμοποιηθεί η πρόπολη σε τέτοιες περιπτώσεις, θα πρέπει να είναι πολύ καθαρή, να μαζεύεται σωστά και να είναι φρέσκια.

1.5.5 Ο Βασιλικός πολτός

Ο βασιλικός πολτός εκκρίνεται από τους υποφαρυγγικούς αδένες που βρίσκεται κάτω από τον φάρυγγα στο κεφάλι των νεαρών εργατριών. Οι νεαρές εργάτριες εκκρίνουν βασιλικό πολτό σε ένα βασιλικό κελλί, στο οποίο μια θηλυκή προνούμφη τροφοδοτείται με ειδική τροφή και αναπτύσσεται σε βασίλισσα. Οι εργάτριες στη συνέχεια σφραγίζουν την προνούμφη, και αναπτύσσεται σιγά σιγά σε μια ενήλικη βασίλισσα (Maleszka, 2008). Μια προνούμφη εργάτρια λαμβάνει βασιλικό πολτό μόνο για τις πρώτες 3 ημέρες και στη συνέχεια λαμβάνει τροφή, η οποία περιλαμβάνει επιπλέον γύρη και μέλι.



Εικόνα 1.5.4. Βασιλικός πολτός εντός βασιλικού κελλιού.

Ο βασιλικός πολτός, όπως το κερύ μέλισσας, είναι μια έκκριση των εργατριών και ως εκ τούτου έχει μια πιο σταθερή σύνθεση από το μέλι και τη γύρη, τα οποία προέρχονται από τα φυτά. Από τα συστατικά του βασιλικού πολτού, τα πιο ενδιαφέροντα είναι το 10-υδροξυ-2-δεκενοϊκό οξύ και οι βιταμίνες Β, οι οποίες περιλαμβάνουν θειαμίνη, ριβοφίνη, νιασίνη, πυριδοξίνη, παντοθενικό οξύ, βιοτίνη και φολικό οξύ (Krell, 2004).

Ένας μελισσοκόμος μπορεί να συλλέξει βασιλικό πολτό από τα βασιλικά κελλιά σηπουργίας που θα δημιουργήσει από μόνο του το μελίτσι ή με την βασιλοτροφία (εμβολιασμός). Αφού γίνει ο εμβολιασμός με προνύμφες μίας ημέρας, μετά από τρεις μέρες τα κελλιά θα έχουν τη μέγιστη ποσότητα βασιλικού πολτού. Αφού αφαιρεθεί η προνύμφη της βασίλισσας τότε συλλέγεται ο βασιλικός πολτός από το κάθε κελλί. Ο βασιλικός πολτός πρέπει να τοποθετείται στο ψυγείο ή στην κατάψυξη, εφόσον πρέπει να αποθηκευθεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Ο βασιλικός πολτός έχει αποδειχθεί πολλές φορές πόσο καλός είναι για την υγεία του ανθρώπου, διότι έχει ευεργετικές ιδιότητες.

1.5.6 Το κερύ

1.5.6.1 Γενικά

Το κερύ μέλισσας εκκρίνεται από τους εργάτριες μέλισσες δύο ή τριών εβδομάδων από τους κηρογόνους αδένες και το χρησιμοποιούν για να χτίζουν

κηρήθρες στις φωλιές τους, για εκτροφή του γόνου και για αποθήκευση τροφίμων. Το καθαρό κερί έχει χρώμα άσπρο, ενώ το κίτρινο χρώμα γίνεται από την μίξη από τη γύρη, του γόνου και της πρόπολης.



Εικόνα 1.5.5 Κερί μέλισσας.

Οι κυριότερες πρώτες ύλες για τον σχηματισμό κηρών είναι οι υδατάνθρακες, δηλαδή το μέλι, σάκχαρο, φρουκτόζη, γλυκόζη και σακχαρόζη. Η αναλογία ζάχαρης προς κερί μπορεί να κυμαίνεται από 3 έως 30:1, ενώ η αναλογία περίπου 20:1 είναι τυπική για την κεντρική Ευρώπη. Όσο δυνατότερο είναι το μελίσσι, τόσο μικρότερη είναι η αναλογία, τόσο πιο οικονομική είναι η παραγωγή κηρού για το μελίσσι (Maia and Nunes 2012).



Εικόνα 1.5.6 Φύλλο κηρήθρας άκτιστο



Εικόνα 1.5.7 Κτισμένο φύλλο κηρήθρας.

Η παραγωγή κηρού και το κτίσιμο των κελιών στο μελίσι προσδιορίζονται από πολλούς παράγοντες. Αυτοί είναι το νέκταρ, όσο μεγαλύτερη είναι η ροή, τόσο περισσότερα κελιά χρειάζονται για αποθήκευση, η εκτροφή προνυμφών (ωοτοκία), διότι όσο περισσότερα ωά τοποθετούνται, τόσο περισσότερα κελιά χρειάζονται, η θερμοκρασία, θερμοκρασίες υψηλότερες από 15 °C ευνοούν την οικοδομική δραστηριότητα και η παρουσία γύρης ως πηγή πρωτεΐνης (Bogdanov 2016). Την εποχή κατά την οποία το κτίσιμο από τις μέλισσες είναι έντονο πρέπει στο μελίσι να υπάρχει διαθέσιμος χώρος για να κτίσουν. Αν δεν έχουν διαθέσιμο χώρο θα κτίσουν όπου υπάρχει κενός χώρος, π.χ. στο καπάκι ή δίπλα από κάποιο άλλο ήδη κτισμένο πλαίσιο (Εικόνες 1.5.8-1.5.9).



Εικόνα 1.5.8 Καπάκι κυψέλης με κτισμένες κηρήθρες.



Εικόνα 1.5.9 Κερί που έκτισαν οι μέλισσες εκτός του πλαισίου.

Η επιτυχής διαχείριση των κηρηθρών είναι ένα σημαντικό μέρος της πρακτικής της μελισσοκομίας. Το χρώμα της κηρήθρας μετατρέπεται από κίτρινο σε καφέ και μαύρο. Το σκούρο χρώμα των παλιών κηρηθρών προκαλείται από τα περιττώματα των προνυμφών, τα δερμάτια των προνυμφών και από τα υπολείμματα πρόπολης. Οι ιδιότητες των κηρηθρών αλλάζουν επίσης μετά από καιρό, δηλαδή τα

κελλιά γίνονται μικρότερα και παχύτερα. Οι αλλαγές αυτές έχουν ως αποτέλεσμα την παραγωγή μικρότερων μελισσών. Εκτός από αυτές τις αλλαγές, οι παλιές κηρήθρες είναι πηγές λοιμώξεων. Το μέλι, αποθηκευμένο σε σκούρες κηρήθρες θα γίνει επίσης σκούρο και θα μολυνθεί από διάφορα σωματίδια. Οι παλιές κηρήθρες περιέχουν λιγότερο κερί και περισσότερη πρωτεΐνη και θα επιτεθούν πιο εύκολα από το κηρόσκορο (Krell, 2004).

Το κερί μέλισσας είναι ένα αδρανές υλικό με υψηλή πλαστικότητα σε σχετικά χαμηλή θερμοκρασία (περίπου 32 °C). Αντίθετα, σε αυτή τη θερμοκρασία οι περισσότεροι φυτικοί κηροί είναι πολύ πιο σκληροί και έχουν κρυσταλλική δομή. Με τη θέρμανση αλλάζουν οι φυσικές ιδιότητες του κηρού. Στους 30-35 °C γίνεται εύπλαστο, στους 46-47 °C καταστρέφεται η δομή ενός σκληρού σώματος και αρχίζει να τήκεται μεταξύ 60 και 70 °C. Η θέρμανση στους 95-105 °C οδηγεί στο σχηματισμό αφρού στην επιφάνεια, ενώ στους 140 °C τα πτητικά στοιχεία αρχίζουν να εξατμίζονται. Μετά την ψύξη, το μελισσοκέρι συρρικνώνεται κατά περίπου 10%. Η θέρμανση στους 120 °C για τουλάχιστον 30 λεπτά προκαλεί αύξηση της σκληρότητας λόγω της απομάκρυνσης του απομένοντος νερού (Bogdanov, 2016).

Το μελισσοκέρι είναι επίσης αδιάλυτο στο νερό και ανθεκτικό σε πολλά οξέα. Είναι διαλυτό στους περισσότερους οργανικούς διαλύτες όπως ακετόνη, αιθέρας, βενζόλιο, ξυλόλη, τολουόλιο, βενζόλιο, χλωροφόρμιο, τετραχλωρομεθάνιο. Ωστόσο, σε θερμοκρασία δωματίου δεν διαλύεται πλήρως σε κανένα από αυτούς τους διαλύτες, αλλά μετά από θέρμανση πάνω από το σημείο τήξης του κηρού είναι ευκόλως διαλυτό σε όλα αυτά.

1.5.6.2 Εξαγωγή και ανάκτηση κηρού

Η καλή ποιότητα του κεριού εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις μεθόδους παραγωγής. Υπάρχουν δύο μέθοδοι εξαγωγής κηρού, η τήξη και η χημική εκχύλιση. Η τήξη είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη διαδικασία. Το κερί μπορεί να λιώσει με βραστό νερό, με ατμό, με ηλεκτρική ή ηλιακή ενέργεια. Η χημική εκχύλιση με διαλύτες είναι εφικτή μόνο σε ένα εργαστήριο όπου απαιτείται παραγωγή κηρού μικρής κλίμακας. Οι καλοί διαλύτες κηρού είναι βενζίνη και ξυλόλιο. Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι όλες οι μολυσματικές ουσίες οργανικού κηρού και τα συστατικά των προνυμφών, της πρόπολης και της γύρης διαλύονται. Έτσι η ποιότητα του κεριού μπορεί να μειωθεί. Αυτή η μέθοδος είναι εφικτή μόνο σε ένα εργαστήριο, όπου απαιτείται παραγωγή κηρού μικρής κλίμακας (Bogdanov, 2016).

Η ανάκτηση του κεριού εξαρτάται από τις κηρήθρες και τη μέθοδο που χρησιμοποιείται. Γενικά, η ανάκτηση από παλιές κηρήθρες είναι περίπου 50%. Τα υπολείμματα που έμειναν μετά το διαχωρισμό του καθαρού κεριού εξακολουθούν να περιέχουν λίγο κερί (περίπου 30%). Αυτό μπορεί να αφαιρεθεί με διαλύτες, αλλά το κερί που θα εξαχθεί δεν θα έχει την καλύτερη ποιότητα. Κατά την θέρμανση κηρηθρών σε ηλιοθήκες και σε θερμοκρασίες κάτω από 100 °C μόνο το ελεύθερο κερί θα απελευθερωθεί. Το δεσμευμένο κερί μπορεί να απελευθερωθεί μόνο με συμπίεση ή εκχύλιση με διαλύτες.

Κατά την παραπάνω διαδικασία μπορούν να κατασκευαστούν συχνά γαλακτώματα νερού. Υπάρχουν δύο τύποι γαλακτώματος: στο πρώτο σωματίδια νερού διασκορπίζονται σε κερι, στο δεύτερο σωματίδια κεριού διασκορπίζονται στο νερό. Αυτά τα γαλακτώματα κατασκευάζονται με τη βοήθεια γαλακτωματοποιητών. Οι γαλακτωματοποιητές για τον πρώτο τύπο γαλακτωμάτων είναι οι πρωτεΐνες και οι δεξτρίνες, που περιέχονται στο μέλι, τη γύρη και τα άλατα των λιπαρών οξέων κηρού με νάτριο και κάλιο. Ο δεύτερος τύπος γαλακτώματος προκαλείται από τα άλατα των λιπαρών οξέων κηρού με κατιόντα ασβεστίου, χαλκού και σιδήρου. Εάν σχηματιστούν γαλακτώματα, μπορούν να καταστραφούν αφήνοντας το κερι για παρατεταμένο χρόνο να παραμείνει στο υδατόλουτρο σε θερμοκρασία 75-80 °C (Bogdanov, 2016). Το κερι που παράγεται από τις κεφαλές των κελλιών έχει την καλύτερη ποιότητα.

1.5.6.3 Μέθοδοι καθαρισμού κηρού

1. Εκχύλιση με ζεστό νερό χρησιμοποιώντας εξαναγκασμένη απορρόφηση

Οι κηρήθρες τοποθετούνται σε έναν σφιχτά δεμένο σάκο και έπειτα σε ένα δοχείο με νερό και βράζει. Καθώς το κερι είναι ελαφρύτερο από το νερό, θα διηθηθεί μέσω του υφάσματος του σάκου και θα ανέβει στην επιφάνεια. Αφού όλες οι κηρήθρες έχουν λιώσει, το δοχείο αφήνεται να κρυώσει. Το κερι στερεοποιείται καθώς ψύχεται, σχηματίζοντας μία παχιά κρούστα στην επιφάνεια του νερού.

2. Συνδυασμός εξαγωγής ατμού και πρέσας

Ένα μεταλλικό καλάθι με παλιές κηρήθρες βυθίζεται σε δεξαμενή με βραστό νερό, κλεισμένη με υδατοστεγές κάλυμμα. Ένα έμβολο, ικανό να ασκήσει πίεση έως και 15 T, πιέζει τις κηρήθρες και στη συνέχεια η δεξαμενή σιγοβράζει για περίπου μία ώρα. Το κερι τρέχει στην κορυφή της δεξαμενής.

3. Εξαγωγή με ατμό

Οι κηρήθρες με τα πλαίσια τοποθετούνται σε ένα δοχείο όπου εισάγονται ατμοί. Το κερι ρέει στο κάτω μέρος του δοχείου και μπορεί να συλλεχθεί. Υπάρχουν διάφορες εμπορικές συσκευές.

4. Φυγοκεντρική εκχύλιση

Οι κηρήθρες τοποθετούνται σε βραστό νερό και το μίγμα αυτό χύνεται σε καλάθια φυγόκεντρου, που περιστρέφεται σε περισσότερες από 1500 στροφές/λεπτό, διατηρείται σε θερμοκρασίες άνω των 65 °C για να αποφευχθεί η πήξη του κεριού. Το καθαρό κερι εξέρχεται μέσω ενός ανοίγματος από τον εκχυτήρα. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για μεγαλύτερες μονάδες παραγωγής, λόγω της δαπανηρής εγκατάστασης.

5. Εξαγωγή θερμότητας με ηλεκτρικά στοιχεία

Πιέζονται οι κηρήθρες ή τα πλαίσια μεταξύ δύο ηλεκτρικά θερμαινόμενων μεταλλικών πλακών. Οι πλάκες ωθούνται μαζί και το κερι λιώνει (Bogdanov, 2016).

1.5.6.4 Λεύκανση κηρού

1. Οξέα

Τα οξέα δεσμεύουν ένα μέρος του σιδήρου το οποίο είναι υπεύθυνο για το σκουρόχρωμο κεριό. Επίσης βοηθούν στη διάσπαση των γαλακτωμάτων και βοηθούν στην αποκατάσταση των ακαθαρσιών.

2. Διάλυμα υπεροξειδίου του υδρογόνου

Προστίθεται πυκνό διάλυμα υπεροξειδίου του υδρογόνου (περίπου 35% σε βασικό περιβάλλον) σε ζεστό κηρό (100 °C). Είναι σημαντικό το υπεροξείδιο να εξαντληθεί στη διαδικασία λεύκανσης. Το υπερβολικό υπεροξείδιο μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην παρασκευή κρεμών και αλοιφών.

3. Ηλιακή λεύκανση

Η λεύκανση σε ένα ηλιακό απορροφητή θα ελαφρύνει το χρώμα του κεριού. Προκειμένου να επιτευχθεί η λεύκανση, το κεριό πρέπει να εκτίθεται στον ήλιο για αρκετές ημέρες.

4. Υπερμαγγανικό κάλιο

Το κεριό θερμαίνεται σε περίπου 90 °C για 30 λεπτά σε 0,01% υπερμαγγανικό κάλιο σε ελαφρώς όξινο περιβάλλον (Bogdanov, 2016).

1.5.6.5 Αποθήκευση κηρού

Όλα τεμάχια κεριών στεγνώνουν και αποθηκεύονται σε σκοτεινό και δροσερό μέρος. Μπορούν να αποθηκευτούν με χαρτί περιτυλίγματος, τοποθετημένα σε ράφια ή σε δοχεία από ανοξείδωτο χάλυβα, γυαλί ή πλαστικό, για καλύτερη συντήρηση του χρώματος και του αρώματος. Αυτό θα δεν θα επιτρέψει την συσσώρευση σκόνης. Η σκληρότητα και η ακαμψία του κεριού αυξάνεται κατά την αποθήκευση. Εντός ενός χρόνου αποθήκευσης ο συντελεστής σκληρότητας αυξάνεται κατά 61% έως 74%. Σε μακρότερη αποθήκευση το κεριό μέλισσας καλύπτεται από ένα λευκόχρωμο στρώμα διαλυτό σε οργανικούς διαλύτες.

1.5.6.6 Χρήσεις κηρού

Εκτός από αυτή τη χρήση από τις μέλισσες, η χρήση του κηρού μέλισσας έχει γίνει ευρέως διαδεδομένη. Το καθαρισμένο και λευκασμένο κεριό μέλισσας χρησιμοποιείται στην παραγωγή τροφίμων, καλλυντικών και φαρμακευτικών προϊόντων. Οι τρεις βασικοί τύποι προϊόντων μελισσοκηρού είναι το κίτρινο, το λευκό και το απόλυτο μελισσοκέρι. Το κίτρινο κεριό μέλισσας είναι το ακάθαρτο προϊόν που λαμβάνεται από την κηρήθρα, το λευκό κεριό μέλισσας είναι λευκασμένο ή το φιλτραρισμένο κίτρινο κεριό μέλισσας και το απόλυτο κεριό είναι το κίτρινο κεριό μελισσοκομίας επεξεργασμένο με αλκοόλη.

Η φαρμακευτική χρήση του κηρού από μέλισσες χρονολογείται στην αρχαία Αίγυπτο: όπως αναφέρθηκε από τον Ebers Papyrus (1550 π.Χ.). Αποτέλεσε το κύριο συστατικό πολλών συνταγών για την παρασκευή αλοιφών και κρεμών που βοηθούσαν να θεραπεύουν εγκαύματα, τραύματα και για να απαλύνουν τον πόνο στις αρθρώσεις. Ο "πατέρας της ιατρικής", Ιπποκράτης, συνέστησε τη χρήση κεριού από μέλισσα σε περίπτωση πυώδους αμυγδαλίτιδας. Στην αρχαία Ρώμη, αρκετοί γιατροί της εποχής χρησιμοποίησαν μια κρέμα γνωστή ως "κρύα κρέμα", η οποία περιείχε ελαιόλαδο, κεριό μέλισσας και τριαντάφυλλο για τη θεραπεία εγκαυμάτων, τραυμάτων, κοψίματος, μολώπων και καταγμάτων (Fratini *et al* 2016).

Το κεριό μέλισσας ήταν ένα από τα συστατικά της πρώτης καλλυντικής κρέμας, η οποία δημιουργήθηκε από τον Γαλέν, τον σπουδαίο Έλληνα γιατρό, το 150 π.Χ., αποτελούμενο από κεριό μέλισσας και ελαιόλαδο, με γαλάκτωμα νερού (ή τριαντάφυλλο).

Στην παρασκευή τροφίμων, χρησιμοποιείται ως επίστρωση τυριού. με τη στεγανοποίηση του αέρα, προστατεύεται από την αλλοίωση (ανάπτυξη μούχλας). Το κεριό μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο τροφίμων E901, σε μικρές ποσότητες που ενεργεί ως υαλοπίνακα, το οποίο χρησιμεύει στην αποτροπή της απώλειας ύδατος ή χρησιμοποιείται για την προστασία της επιφάνειας ορισμένων φρούτων. Κάψουλες μαλακής ζελατίνης και επικαλύψεις δισκίων μπορούν επίσης να χρησιμοποιούν το E901. Το κεριό είναι επίσης ένα κοινό συστατικό της φυσικής τσίγλας.

Επιπλέον, η χρήση του στην περιποίηση του δέρματος και στα καλλυντικά έχει αυξηθεί. Το κεριό χρησιμοποιείται σε βάλσαμο για τα χείλη, κρέμες χεριών, αλοιφές και ενυδατικές κρέμες και σε καλλυντικά όπως σκιά ματιών, ρουζ, καθώς και σε προϊόντα περιποίησης μαλλιών.

Η κατασκευή κεριών από καιρό συνδέεται με τη χρήση κηρού μελισσών, το οποίο είναι εξαιρετικά εύφλεκτο, και αυτό το υλικό παραδοσιακά συνταγογραφήθηκε για την κατασκευή του πασχαλινού κεριού. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι τα κεριά από μελισσοκέρι συχνά θεωρούνται ότι είναι ανώτερα από άλλα κεριά, επειδή προορίζονται να καούν πιο φωτεινά και μακρύτερα, δεν κάμπτονται και καίγονται "καθαρότερα". Το μελισσοκέρι είναι επίσης το συστατικό κεριού που επιλέγεται στην Ορθόδοξη Εκκλησία.

Το κεριό μέλισσας χρησιμοποιείται, επίσης, και κατά τη χειρουργική επέμβαση για τον έλεγχο της αιμορραγίας από τις οστικές επιφάνειες. Τα βερνίκια παπουτσιών και τα βερνίκια επίπλων μπορούν να χρησιμοποιούν κεριό μελισσών ως συστατικό, διαλυμένα σε τερεβινθέλαιο ή μερικές φορές αναμειγνύονται με λινέλαιο. Το μελισσοκέρι που αναμειγνύεται με κολοφώνιο πεύκου χρησιμοποιείται για την αποτρίχωση και μπορεί να χρησιμεύσει ως συγκολλητική ουσία για να προσαρμόσει τις πλάκες καλαμιού στη δομή μέσα σε ένα κιβώτιο συμπίεσης. Χρησιμοποιείται στην Ανατολική Ευρώπη στην διακόσμηση αυγών και στη γραφή, μέσω αντιστάσεων βαφής. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως συστατικό συνδετικού μέσου χύτευσης μετάλλου μαζί με άλλα πολυμερικά συνδετικά υλικά. Το κεριό χρησιμοποιείται για την κατασκευή κυλίνδρων φωτογράφου.

1.5.6.7 Άλλοι τύποι κηρού

Υπάρχουν ποικίλα είδη κηρών, τα οποία προέρχονται από φυτά, ζώα και ορυκτά.

Κηροί φυτικής προέλευσης:

1. Κερί Καρναούμπα (Carnauba)



Εικόνα 1.5.10 Κερί Καρναούμπα.
(<https://www.indiamart.com/...1389354812.html>)

Το κερί Καρναούμπα παράγεται από το βραζιλιάνικο φοίνικα *Copernicia cerifera* Martius, κοινή ονομασία φοίνικα από κερί καρναούμπα. Είναι από τα πιο εμπορικά φυτικά κεριά (Howes, 1936). Η εξαγωγή και η διάθεση του κεριού Καρναούμπα είναι μια σημαντική βιομηχανία στη Βραζιλία. Το κερί βρίσκεται τόσο στις άνω όσο και στις κάτω επιφάνειες των φύλλων του φοίνικα. Για τη συγκομιδή, τα φύλλα κόβονται από τον φοίνικα και αφήνονται να στεγνώσουν, τότε το κερί αποκολλάται από τα αποξηραμένα φύλλα (Tinto *et al* 2016).

Μια πρώιμη μελέτη των αλκοολών του κηρού καρναούμπα απέδειξε για πρώτη φορά την ύπαρξη των: οκτακοσανόλη (C28), τριακοντανόλη (C30) και δοτριάκοντανόλη (C32). Τρεις πολυμερισμένοι διεστέρες που περιέχουν κινναμωμικό οξύ, έχουν απομονωθεί από κηρό καρναούμπα. Αυτοί οι διεστέρες πιστεύεται ότι είναι υπεύθυνοι για ορισμένες ιδιότητες του κηρού καρναούμπα. Μια ποσοτική ανάλυση υδρολυμένου κηρού διεξήχθη με αέρια χρωματογραφία, ενώ πραγματοποιήθηκε μια χρωματογραφική απομόνωση των αρχικών συστατικών των φυσικών κηρών (Cole and Brown, 1959). Οι δομές και η μοριακή δυναμική του κεριού καρναούμπα πραγματοποιήθηκαν με περίθλαση ακτίνων X σε σκόνη, θερμιδομετρία διαφορικής σάρωσης και NMR και τα αποτελέσματα που λήφθηκαν συγκρίθηκαν με εκείνα του κεριού μελισσών.

Ο κηρός καρναούμπα ταξινομείται σε διάφορες εμπορικές ποιότητες με βάση την καθαρότητα και την περιεκτικότητα σε έλαιο. Το χρώμα ποικίλει από πρωτότυπο κίτρινο (Τύπος 1, καθαρό) έως σε αποχρώσεις του γκρι ή μαύρου (Τύπος 4). Το κερί αυτό είναι ένα από τα σκληρότερα φυτικά κεριά. Είναι διαλυτό σε μη πολικούς διαλύτες και αδιάλυτο σε πολικούς διαλύτες και τύποι τύπου 1-4 έχουν σημεία τήξης από 82,5 °C έως 83,0 °C.

Το κεριά καρναούμπα έχει ποικίλες εφαρμογές και χρήσεις και αυτές περιλαμβάνουν φαγητό, καλλυντικά, κεριά για γυάλισμα αυτοκινήτων και επίπλων, καλούπια για συσκευές ημιαγωγών και ως επιστρώση για οδοντικό νήμα. Επίσης, έχει πολύ καλές ιδιότητες γαλακτωματοποίησης και εξαιρετική ικανότητα σύνδεσης πετρελαίου για εστερικά έλαια και ορυκτά έλαια. Αυξάνει επίσης το σημείο τήξης των πηκτωμάτων, καθιστώντας έτσι τα προτιμώμενα πρόσθετα σε κραγιόν, βάλσαμα για τα χείλη και μάσκαρα. Παρέχει στιλπνές και ολισθηρές επιφάνειες (Endlein and Peleikis 2011). Το κεριά καρναούμπα χρησιμοποιείται ως σκληρυντικό για άλλα κεριά και για την αύξηση των σημείων τήξης μιγμάτων κηρού. Είναι επίσης ένα στοιχείο των επίπλων, του δέρματος και των γυαλιστικών παπουτσιών.

2. Κεριά Καντέλιλλα (Candelilla)



Εικόνα 1.5.11 Κεριά Καντέλιλλα.

(<https://www.lushusa.com/.../ingredient?iid=10507>)

Η κύρια πηγή κηρού καντέλιλλα είναι το μεξικάνικο φυτό *Euphorbia Antisyphilitica* Zuccarini. Το φυτό αναπτύσσεται σε συστάδες που καλύπτονται με κεριά (Howes, 1936). Οι συνθήκες στην έρημο του βόρειου Μεξικού και του νοτιοδυτικού Τέξας οδηγούν στην άφθονη παραγωγή κηρού (Hodge and Sineath, 1956). Τα στελέχη του φυτού βράζονται σε διάλυμα περίπου 0,2% θεικού οξέος. Το κεριά εμφανίζεται ως αφρός στην επιφάνεια του διαλύματος. Αφαιρείται και απομακρύνεται με ξήρανση και επαναφορά σε διάλυμα θεικού οξέος. Το κεριά αφήνεται να στερεοποιηθεί, μετά το οποίο απομακρύνεται το υπολειμματικό νερό. Το καθαρό κεριά θερμαίνεται για την εξάλειψη της υπερβολικής υγρασίας, αφήνοντας ένα ανοιχτό καφέ κεριά candelilla. Το σκούρο καφέ ακατέργαστο κεριά επεξεργάζεται περαιτέρω για να γίνει ανοιχτό κίτρινο.

Η σύνθεση του μη υδρολυμένου κηρού καντέλιλλα ποικίλλει ανάλογα με την εποχή της συγκομιδής του φυτού, την ηλικία του, την περιοχή και το κλίμα (Rojas-Molina, 2013). Τα κύρια συστατικά του κηρού καντέλιλλα είναι υδρογονάνθρακες (42%), κηρός, ρητίνη και σιτοστεροϋλικοί εστέρες (39%), λακτόνες (6%), ελεύθερος κηρός και ρητινικά οξέα (8%) και ελεύθερος κηρός και ρητίνες αλκοόλες (5%). Το κεριά είναι σκληρό και εύθραυστο, είναι αδιάλυτο στο νερό, αλλά διαλυτό σε πολλούς οργανικούς διαλύτες. Οι χημικές και φυσικές ιδιότητες ποικίλλουν ανάλογα με τη

σύνθεση. Γενικά, τα σημεία τήξης κυμαίνονται από 68,5 °C έως 72,5 °C, η σχετική πυκνότητα σε 15 °C είναι 0,950-0,990 (Tinto *et al.*, 2016).

Τα μικρογαλακτώματα κεριού καντελίλλα χρησιμοποιούνται ως επικαλύψεις για φρούτα. Αναμιγνύεται με άλλα κεριά για να τα σκληρύνει χωρίς να αυξάνεται το σημείο τήξης. Χρησιμοποιείται στα καλλυντικά και ως πρόσθετο τροφίμων, καθώς και στα βερνίκια υποδημάτων και επίπλων (Howes, 1936).

3. Κερί Χοχόμπα (Jojoba)



Εικόνα 1.5.12 Κερί χοχόμπα.

(<https://www.gracefruit.com/.../Jojoba-Wax.html>)

Το κερί χοχόμπα προέρχεται από το φυτό *Simmondsia chinensis*, θάμνος που ανήκει στην οικογένεια Simmondsiaceae. Το φυτό ονομάζεται κοινώς jojoba (χοχόμπα). Το εργοστάσιο βρίσκεται στις ημυπαίθριες περιοχές του Μεξικού και στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Η βιομηχανία jojoba ξεκίνησε το 1971 και έχει εξαπλωθεί εμπορικά από το 1982. Το *S. chinensis* είναι ένας ανθεκτικός στην ξηρασία θάμνος και τα φύλλα είναι παχιά και δερματικά. Τα θηλυκά λουλούδια είναι μασχαλιαία και συνήθως μοναχικά ενώ τα αρσενικά λουλούδια είναι μικρότερα και ομαδοποιούνται σε πυκνές ταξιανθίες. Τα φρούτα είναι τριγωνικές ωσειδής κάψουλες που περιέχουν έναν σπόρο αλλά μπορούν να περιέχουν έως και τρεις σπόρους. Ο ώριμος σπόρος είναι σκληρός ωσειδής, χρώματος σκούρο καφέ και περιέχει περιεκτικότητα σε λάδι (υγρό κηρό) περίπου 54% (Gentry, 1958).

Ο κηρός Jojoba είναι ανοιχτός με σημείο τήξης που κυμαίνεται από 15 °C έως 70 °C. Είναι άοσμο, άχρωμο και μπορεί να είναι υγρό έως μια σκληρή μάζα. Οι ιδιότητές του, κυρίως υφή και κρυσταλλικότητα, μπορούν να τροποποιηθούν με ταχεία ψύξη, επηρεάζοντας έτσι τις καλλυντικές του ιδιότητες, αλλά είναι πολύ ανθεκτικές στην οξειδωση.

Οι κάψουλες των καρπών του jojoba περιέχουν ένα έως τρεις σπόρους. Οι σπόροι είναι μεγάλοι, ανοιχτό καφέ έως μαύρο (Hagenmaier and Baker, 1996). Το έλαιο Jojoba εξάγεται από τους σπόρους με ψυχρή πίεση. Ένας κρυσταλλικός σκληρός κηρός μπορεί να παρασκευαστεί με υδρογόνωση του ελαίου.

Το έλαιο jojoba αποτελείται από περίπου 97% εστέρες κηρού με ελεύθερες αλκοόλες, οξέα και στερόλες που συνθέτουν το άλλο 3%. Έχει χρώμα από άχρωμο

έως κίτρινο με σημείο τήξης 6,8-7,0 °C (Gentry, 1958). Διαπιστώθηκε ότι η διακύμανση στην περιεκτικότητα σε κερί αυτών των φυτών οφειλόταν σε περιβαλλοντικούς παράγοντες .

Το έλαιο jojoba χρησιμοποιείται για ιατρικούς σκοπούς και ως υποκατάστατο του καφέ. Χρησιμοποιείται επίσης ως υποκατάστατο του κηρού φαλαινών, το οποίο έχει απαγορευτεί. Ωστόσο, η κύρια εφαρμογή του ελαίου jojoba είναι στη βιομηχανία καλλυντικών. Η σύγκριση του κηρού από το jojoba με εκείνη που πάρθηκε από άλλα φυτά, με αέρια χρωματογραφία, όλα βρέθηκαν μοναδικά (Cadicamo, 1983).

4. Κηρός Ηλίανθου (Sunflower wax)



Εικόνα 1.5.13 Κερί ηλίανθου.

(<https://www.cosmacon.de/sonnenblumenwachs/>)

Το κερί ηλίανθου λαμβάνεται από το *Helianthus annuus*. Μπορεί να βρεθεί σε διαφορετικά μέρη του φυτού, συμπεριλαμβανομένων των σπόρων, των φλοιών και των ανθέων.

Ο κηρός ηλίανθου λαμβάνεται αφού ο ηλίανθος έχει ωριμάσει. Κατά την διάρκεια της ωρίμανσης και μετά τη συγκομιδή ελήφθησαν οκτώ ομάδες λιπιδίων από τους ηλιανθόσπορους και περιλαμβάνουν στερόλες, υδρογονάνθρακες, ελεύθερα λιπαρά οξέα, μονο- δι- και τριγλυκερίδια και ουσίες κηρού (Evon *et al.*, 2007).

Ο κηρός ηλίανθου είναι ένα σκληρό, κρυσταλλικό, φυτικό κερί με υψηλή θερμοκρασία τήξης. Αποτελείται από κορεσμένους C42-C60 εστέρες μακράς αλυσίδας που προέρχονται από λιπαρές αλκοόλες και λιπαρά οξέα. Η n-τριακοντανόλη (C30) είναι ένας ρυθμιστής ανάπτυξης των φυτών και βρέθηκε τόσο σε ελεύθερες όσο και σε δεσμευμένες μορφές (Kanya, 2007).

5. Κερί ρυζιού (Rice Bran Wax)



Εικόνα 1.5.14 Κερί ρυζιού.

(<http://www.svmaagro.com/rice-bran-wax.php>)

Ο κηρός από ρύζι είναι ένας σκληρός, κρυσταλλικός με υψηλή θερμοκρασία τήξης, που λαμβάνεται από τους φλοιούς του ρυζιού *Oryza sativa* (Tinto *et al.*, 2016). Παραλαμβάνεται μέσω της αποφαιοποίησης του ρυζιού και αυτό αποδίδει ένα κίτρινο, σκληρό φυτικό κερί με, το οποίο συχνά συγκρίνεται με το κερί καρναούμπα. Ωστόσο, υπάρχουν λειτουργικές διαφορές μεταξύ των δύο. Ο κηρός από πίτουρο ρυζιού είναι ανώτερος συνδετικός παράγοντας ελαίων και είναι χρήσιμος σε συνδυασμό και με σταθεροποιητικά έλαια τόσο σε άνυδρο όσο και σε γαλακτώδη συστήματα.

Το κερί ρυζιού συνήθως εξευγενίζεται μέσω χρωματογραφίας και δεν εκχυλίζεται με διαλύτη. Αυτή η μέθοδος βελτίωσης διατηρεί χαμηλές συγκεντρώσεις από φωσφολιπίδια, φυτοστερόλες και σκουαλένιο.

Το κερί από ρύζι αποτελείται από μονοεστέρες υψηλού μοριακού βάρους. Αυτοί είναι κορεσμένοι C46-C62 εστέρες μακράς αλυσίδας από C20-C36 λιπαρές αλκοόλες και C20-C26 λιπαρά οξέα. Τα κυριότερα συστατικά του κριθαριού είναι αλειφατικά οξέα (οξέα κηρού) και υψηλότεροι εστέρες αλκοόλης. Επίσης, περιέχει συστατικά όπως ελεύθερα λιπαρά οξέα (παλμιτικό οξύ), σκουαλένιο και φωσφολιπίδια. Ο κηρός από ρύζι είναι διαλυτός με τα περισσότερα κηπευτικά και ορυκτά κεριά, καθώς και φυτικά έλαια, ορυκτά έλαια και βαζελίνη (Aminu *et al.*, 2014).

Το κερί πίτουρου ρυζιού έχει χρησιμοποιηθεί ιστορικά σε μεγάλη ποικιλία καλλυντικών, αντικαθιστώντας το κερί καρναούμπα σε ορισμένες εφαρμογές. Χρησιμοποιείται σε επικαλύψεις χαρτιού, σε κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα, εκρηκτικά, επικαλύψεις φρούτων και λαχανικών, ζαχαροπλαστικής, φαρμακευτικά προϊόντα, κεριά, υφάσματα και δέρματα, κορδέλες γραφομηχανών, εκτυπωτικές μελάνες, λιπαντικά, τσίγλες και καλλυντικά. Είναι ένα ενδιαφέρον κερί που χρησιμοποιείται σε γαλακτώματα, δημιουργώντας νέες υφές (Sabale *et al.*, 2009).

Κηροί ζωικής προέλευσης:

1. Κερί Γομαλάκα (Shellac Wax)

**Εικόνα 1.5.15** Κερί Γομαλάκα.

(<https://www.restauro-online.com/Shellac-Wax-bleached>)

Το κερί γομαλάκα παράγεται κυρίως στην Ινδία και την Ταϊλάνδη. Πρόκειται για εξίδρωση του παρασιτικού εντόμου *Laccifer lacca*. Το shellac είναι σκληρό, καφέ χρώματος και έχει άριστες ιδιότητες παραγωγής λάμψης. Λαμβάνεται από το φλοιό των δέντρων όπου ζουν τα θηλυκά έντομα. Το έντομο αυτό αφήνει κάποιες εκκρίσεις καθώς διασχίζει τα κλαδιά του δέντρου, οπότε πρόκειται ουσιαστικά για παραπροϊόν. Τα έντομα εκκρίνουν το κερί καθώς απορροφούν χυμούς από το δέντρο.

Το κερί γομαλάκα αποτελείται από εστέρες μακράς αλυσίδας μονοσθενών αλκοολών και οξέων. Περιέχει περισσότερο από 30% ελεύθερες αλκοόλες με αλυσίδα μήκους C28-C32. Περιέχει, επίσης, μικρή ποσότητα υδρογονανθράκων και περίπου 1% γαλακτικό οξύ (Sharma *et al.*, 1983). Η ακατέργαστη γομαλάκα περιέχει 60-80% καθαρή γομαλάκα, 4-6% κερί γομαλάκα και ακαθαρσίες όπως ξύλο, νεκρά έντομα, υγρασία. Το καθαρισμένο shellac συνίσταται από 85-90% καθαρή γομαλάκα, 5-8% κερί shellac και 2-5% ακαθαρσίες.

Το κερί shellac είναι εξαιρετικά χρήσιμο για τα καλλυντικά, τα βερνίκια επίπλων, την επίστρωση αλουμινίου, την επίστρωση χαρτιού, το μελάνι και τα χρώματα εκτύπωσης, τα φαρμακευτικά δισκία, τα γεωργικά λιπάσματα και τα είδη ζαχαροπλαστικής (Tinto *et al.*, 2016).

2. Κερί Φάλαινας (Spermaceti Wax)



Εικόνα 1.5.16 Κερί φάλαινας.

(<http://birthbreathlivehealthyloveluck.com/...medical-products>)

Το κερί Spermaceti λαμβάνεται από την κοιλότητα στο κεφάλι της φάλαινας *Physeter macrocephalus*. Το μετωπικό όργανο, το οποίο χρησιμοποιείται από το ζώο ως σόναρ, περιέχει περίπου 3 τόνους λίπους για ζώο μήκους 15 μέτρων (Morri, 1973). Εκχυλίζεται με ψύξη του ελαίου από τους λιπώδεις ιστούς της φάλαινας. Ο λιπώδης ιστός περιέχει περίπου 10-12% κηρό.

Περιέχει λιπαρούς εστέρες (65-95%), αλλά και τριγλυκερίδια (5-30%), ελεύθερες αλκοόλες (1-5%) και οξέα (0-3%). Το Spermaceti χρησιμοποιήθηκε στην ιατρική στην Αγγλία (15ος αιώνας) και αργότερα στα καλλυντικά, στην φαρμακοποιία και επίσης σε κεριά. Ωστόσο, μετά την πρόσφατη διεθνή ρύθμιση σχετικά με τις συλλήψεις φαλαινών, δεν παράγεται και δεν πωλείται πλέον. Τώρα αντικαθίσταται από συνθετικό σπερμισέτι που αποτελείται από καθαρό παλμιτικό κετύλιο ή από μίγματα με βάση το jojoba (Clake, 1978).

3. Λανολίνη (Wool Wax/ Lanolin)



Εικόνα 1.5.17 Κερί λανολίνη.

(<https://364analyze.com/...forecasts-2023/>)

Το κερι λανολίνης είναι μια φυσικά απαντώμενη ουσία που εκκρίνεται από τους σμηγματογόνους αδένες στο δέρμα των προβάτων. Έτσι η πηγή είναι ανανεώσιμη. Επικαλύπτει και μαλακώνει τις ίνες μαλλιού, προστατεύοντας το δέρμα προβάτων και το τρίχωμα από την έκθεση του ήλιου.

Το κερι λανολίνη λαμβάνεται από μαλλί προβάτου. Η ακατέργαστη λανολίνη αποτελεί περίπου το 5-25% του βάρους του φρεσκοκομμένου μαλλιού. Το μαλλί από ένα πρόβατο παράγει περίπου 250-300 mL λίπος. Η λανολίνη εξάγεται με το πλύσιμο του μαλλιού σε ζεστό νερό με ένα ειδικό απορρυπαντικό καθαρισμού μαλλιού για την απομάκρυνση των ακαθαρσιών, του λίπους (ακατέργαστης λανολίνης), του ιδρώτα και οτιδήποτε άλλο κολλάει στο μαλλί. Το κερι στη συνέχεια λαμβάνεται είτε με φυγοκέντριση είτε με εκχύλιση με διαλύτη. Το παραγόμενο κερι από μαλλί είναι μια σκούρα, πολύ ιξώδης και λιπαρή πάστα με ξεχωριστή οσμή. Σε αυτή την ακατέργαστη μορφή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες τεχνικές εφαρμογές. Ωστόσο, όσον αφορά τα καλλυντικά, πρέπει να εξευγενιστεί για να είναι χρήσιμη (Lopez-Mesas *et al.*, 2003).

Αποτελείται από κηρώδεις εστέρες μακράς αλυσίδας αλκοόλες λανολίνης, οξέα λανολίνης και υδρογονάνθρακες λανολίνης. Το μη σαπωνοποιήσιμο υλικό του σχετικά νωπού κεριού αποτελείται από τα συστατικά: 44,2% ισοχολιστερόλη (το μίγμα λανοστερόλης-διυδρολανοστερόλης), 32,5% χοληστερόλη, 14,7% αλειφατικές αλκοόλες διαχωριζόμενες από ουρία, 3,2% αλειφατικές διόλες, και 0,9% υδρογονάνθρακες (Horn, 1958).

Το κερι αυτό χρησιμοποιείται πολύ τόσο στην προσωπική φροντίδα (π.χ. καλλυντικά υψηλής αξίας, καλλυντικά προσώπου, προϊόντα για τα χείλη) όσο και στους τομείς της υγειονομικής περίθαλψης. Διαθέτει εμπορική βιομηχανική εφαρμογή όπως επιχρίσματα ανθεκτικά στη σκουριά, γράσο, λιπαντικό, γυαλιστικό ξύλου, καθώς και σε δερματικές επεξεργασίες. Χρησιμοποιείται επίσης σε βάλαμο για τα χείλη (Horn, 1958).

Κηροί από ορυκτά

1. Κερι Μόνταν (Montan Wax)



Εικόνα 1.5.18 Κερι μόνταν.

(<https://na2.pressly.com/...with-trend-and-8180011>)

Ο κηρός montan αποτελείται από απολιθωμένο φυτικό κερι. Η κύρια πηγή είναι οι λιγνιτικές αποθέσεις στην ανατολική Γερμανία. Εμφανίζεται ως συστατικό της πίσσας. Η εκχύλιση γίνεται με διαλύτη του λιγνίτη με τη χρήση υδρογονανθράκων όπως το τολουόλιο, ακολουθούμενη από απόσταξη για την απομάκρυνση του διαλύτη, δίνει την καλύτερη απόδοση ακατέργαστου κεριού.

Η σύνθεση ακατέργαστου κηρού εξαρτάται από το απολιθωμένο φυτικό υλικό, καθώς και από τις συνθήκες που χρησιμοποιούνται για την εκχύλιση με διαλύτη. Οι ποσότητες κεριού, ρητίνης και ασφάλτου είναι συνήθως παρούσες (Jun *et al* 2014). Τα κύρια συστατικά του ακατέργαστου κηρού montan είναι τα οξέα κηρού (35%), οι αλκοόλες κηρού (20%), τα οξέα ρητίνης (15%), τα υδροξυκαρβοξυλικά οξέα (10%) και οι στερόλες (10%) (Morrison and Bick, 1967).

Ο κηρός montan λαμβάνεται με την κλασματοποίηση ενός ορυκτού εδάφους με χρωματογραφία στήλης για να δώσει κυρίως η-αλκανοϊκά και υδρόξυ-οξέα. Ο κηρός ανακτήθηκε με απόδοση 14,6% από λιγνιτική πίσσα Neyveli και χρησιμοποιείται από σύγχρονες φασματοσκοπικές μεθόδους, όπως φασματοσκοπία NMR και φασματομετρία μάζας, και αποδείχθηκε ότι είναι κυρίως παραφίνες μακράς αλυσίδας μαζί με μικρότερες ποσότητες λιπαρών οξέων μακράς αλυσίδας, εστέρες και ορισμένες ακόρεστες ενώσεις (Morrison and Bick, 1967).

Το ακατέργαστο κερι είναι σκληρό και εύθρυπτο. Είναι διαλυτό σε οργανικούς διαλύτες. Ο ακατέργαστος ορυκτός κηρός χρειάζεται να εξευγενιστεί για βιομηχανικές εφαρμογές. Τα παράγωγα κηρού montan χρησιμοποιούνται σε βερνίκια και πλαστικά λιπαντικά (Tinto *et al.*, 2016).

Κερι από πετρέλαιο

1. Παραφίνη (Paraffin)



Εικόνα 1.5.19 Κερι παραφίνης.

(<https://www.indiamart.com/...13286016348.html>)

Το κερι παραφίνης είναι ένα μαλακό άχρωμο στερεό, που παράγεται από πετρέλαιο. Η πρώτη ύλη για την παραφίνη είναι ένας κηρός, ο οποίος είναι ένα μείγμα ελαίου και κεριού, ένα παραπροϊόν από το εξευγενισμό λιπαντικού ελαίου.

Το πρώτο βήμα στην παρασκευή της παραφίνης είναι η αφαίρεση του ελαίου κερι πρώτης ύλης. Το έλαιο διαχωρίζεται με κρυστάλλωση. Ο κηρός θερμαίνεται,

αναμιγνύεται με έναν ή περισσότερους διαλύτες και στη συνέχεια ψύχεται. Καθώς ψύχεται, το κερί κρυσταλλώνεται και το λάδι παραμένει σε υγρή μορφή. Η ανάκτηση του διαλύτη γίνεται με απόσταξη. Το κερί προϊόντος μπορεί να επεξεργαστεί περαιτέρω για να αφαιρεθούν τα χρώματα και οι οσμές.

Στην παραφίνη κυριαρχεί μια ομάδα μακριάς αλυσίδας κορεσμένων υδρογονανθράκων. Η περιεκτικότητα αυτών των υδρογονανθράκων υπολογίζεται σε διαφορετικά επίπεδα, ακόμη και σε επίπεδα έως 90%. Ανάλογα με το είδος της παραφίνης (συγκεκριμένα το σημείο τήξης της παραφίνης) και το επίπεδο καθαρισμού του προϊόντος, η παραφίνη μπορεί επίσης να περιέχει άλλους υδρογονάνθρακες (π.χ. διακλαδισμένους, κυκλικούς, ακόρεστους). Η παραφίνη που διατίθεται στην αγορά διαφέρει όσον αφορά την περιεκτικότητα σε έλαιο. Η ταξινόμηση αυτής της παραφίνης εξαρτάται κυρίως από το σημείο στερεοποίησης ή το σημείο τήξης (Ewa Was *et al.*, 2016).

Το κερί παραφίνης έχει πολλές χρήσεις. Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία κεριών, επίστρωση για κερωμένο χαρτί ή ύφασμα, στα τρόφιμα, σε καλλυντικά κ.ά. Είναι το μόνο κερί που έχει χρησιμοποιηθεί στην μελισσοκομία και έχουν γίνει πολλές έρευνες πάνω σε αυτό.

Πίνακας 1.5.1 Συγκεντρωτικός πίνακας των στοιχείων των κηρών που αναλύθηκαν

Κερί	Σημείο Τήξης °C	Πυκνότητα (στους 15 °C)	Αρ. Οξύτητας (mg KOH/g)	Αρ. Σαπωνοπ. (mg KOH/g)
Μελισσοκέρι	61-65	0,950-0,965	17-24	87-100
Carnauba wax	82,5-83	0,990-1,000	2-4	88
Candelilla wax	68,5-72,5	0,950-0,900	12-22	43-65
Jojoba wax	6,8-7,0		2	92
Sflower wax	75-78			
Shellac wax	72-86	0,970-0,980	2,25	45-85
Spermiceti	45-49	0,940-0,950	1	116-125
Wool wax	31-42	0,920-0,960	1-40	80-140
Montan wax			20-40	70-120
Paraffin	47-70	0,88-,091	0	0

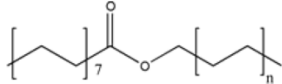
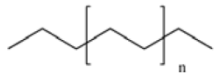
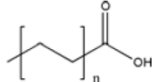
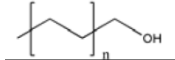
1.3.6.8 Συστατικά κηρού μέλισσας

Το κερί μέλισσας είναι ένα πολύπλοκο μίγμα από κορεσμένους και ακόρεστους γραμμικούς και πολύπλοκους μονοεστέρες, υδρογονάνθρακες, ελεύθερα λιπαρά οξέα, ελεύθερες λιπαρές αλκοόλες και άλλες δευτερεύουσες εξωγενείς ουσίες. Περισσότερα από 300 μεμονωμένα συστατικά έχουν αναφερθεί σε κερί μέλισσας από διάφορα είδη μελισσών. Αν και οι συγκεντρώσεις τους μπορεί να ποικίλουν ανάλογα με τα είδη των μελισσών και τη γεωγραφική προέλευση, παρατηρούνται μόνο μικρές διαφορές στη συγκέντρωση μεμονωμένων συστατικών και κατηγοριών ουσιών. Συνολική περιεκτικότητα από 27-40% μονοεστέρες, 9-23% υδροξυμονοεστέρες, 7-16% διεστέρες, 3,9% υδροξυδιεστέρες, 11-28% υδρογονάνθρακες, 1-18%

κεκορεσμένα ελεύθερα λιπαρά οξέα, 4-8% και <0,3% ελεύθερες λιπαρές αλκοόλες έχουν αναφερθεί σε κηρούς μελισσών από διαφορετικά είδη μελισσών (EFSA 2007). Μία τυπική σύνθεση κεριού από *A. mellifera* παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.5.2.

Η σύνθεση του κηρού, όπως αναφέρθηκε, μπορεί να ποικίλει μεταξύ των διαφορετικών οικογενειών και των διαφόρων φυλών μελισσών, επειδή είναι πιθανό η παραγωγή κηρού να σχετίζεται στενά με τη γενετική και τη διατροφή των μελισσών (Fratini *et al.*, 2016).

Πίνακας 1.5.2 Συστατικά κηρού μέλισσας

Συστατικά	Ποσοστό %	Δομή
Συνολικοί εστέρες	57,4	
Μονοεστέρες	40,8	
Υδροξυ-μονοεστέρες	9,2	
Διεστέρες	7,4	
Σύνολο υδρογονανθράκων	15,7	
Αλκάνια	12,8	
Αλκένια	2,9	
Ελεύθερα λιπαρά οξέα	18	
Ελεύθερες λιπαρές αλκοόλες	0,6	
Σύνολο	91,7	

Πηγή: EFSA 2007

Όπως φαίνεται, λοιπόν, η φύση του κηρού της μέλισσας, που είναι βασικά λιποειδής, προτιμάται να καταφεύγει σε αέρια χρωματογραφία (Gas Chromatography-GC) χαμηλής ή υψηλής θερμοκρασίας. Η γνώση της σύνθεσης του κηρού ήταν πάντοτε οριοθετημένη στην ενίσχυση της απόδοσης των χρωματογραφικών στηλών και τα περισσότερα από τα δημοσιευμένα έγγραφα ασχολούνται με συσσωρευμένες στήλες για αέρια χρωματογραφία σε συνδυασμό με τεχνικές χρωματογραφίας λεπτής στοιβάδας.

Τα ανακυκλωμένα κεριά μελισσών διατίθενται στο εμπόριο για να κατασκευαστούν κηρήθρες που εισάγονται στις κυψέλες. Λαμβάνοντας υπόψη την απόρριψη μελισσών σε μερικές από τις παρτίδες φύλλων κηρήθρας, αναζητούμε τρόπους γρήγορου χαρακτηρισμού των κύριων συστατικών του καθαρού κεριού από μέλισσα για να το διακρίνουμε από το νοθευμένο κεριό, με βάση την παρουσία παράξενων ενώσεων σε αυτό (Jiménez *et al.*, 2003).

Οι μονοεστέρες των λιπαρών οξέων αποτελούν τις πλέον άφθονες ενώσεις του κηρού μέλισσας με κορεσμένα αλκυλ-παλμιτικά (C38-C52) και ακόρεστους αλκυλεστέρες ελαϊκού οξέος (C46-C54) που συνιστούν τις κυρίαρχες δομές.

Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα στο κεριό μέλισσας είναι μη διακλαδισμένα κορεσμένα μόρια με ομοιόμορφο αριθμό ατόμων άνθρακα από C20 έως C36. Το

τετρακοσανοϊκό οξύ (C24) έχει αναφερθεί ως το πλέον άφθονο ελεύθερο λιπαρό οξύ στο κεριά μελισσών *A. mellifera* (6%) (EFSA 2007).

1.3.6.9 Έλεγχος ποιότητας

Τα τρέχοντα κριτήρια ποιότητας για το καθαρό κεριά μέλισσας σύμφωνα με τη φαρμακοποιία, δηλαδή η τιμή οξέος, η τιμή των εστέρων, η τιμή σαπωνοποίησης, το σημείο τήξης κλπ, φαίνονται στον Πίνακα 2.5.3. Σήμερα, η νοθεία μπορεί να ανιχνευθεί πολύ εύκολα με αέριο χρωματογράφο (Gas Chromatography-GC), με προσδιορισμό των συστατικών του κηρού. Η διαδικασία αυτή συνδυάζεται καλύτερα με τον ανιχνευτή μαζών (Mass Spectrometry-MS).

Πίνακας 1.5.3 Χαρακτηριστικά ποιότητας κηρού σε αναλύσεις

Χαρακτηριστικά ποιότητας	Τιμές
Ποσοστό νερού	<1%
Δείκτης διάθλασης, 75 °C	1,4398-1,4451
Σημείο τήξης	61-65 °C
Αριθμός οξέων	17-22
Αριθμός εστέρων	70-90
Αναλογία εστέρων/οξέων	3,3-4,3
Αριθμός σαπωνοποίησης	87-102
Μηχανικές ακαθαρσίες, πρόσθετα	απουσία
Γλυκερόλες, πολυόλες, λίπη λιπαρών οξέων	απουσία
Υδρογονάνθρακες	max 14,5%

Όλοι οι υδρογονάνθρακες είναι ανόμοιου αριθμού C. Η παρουσία υδρογονανθράκων, όπως η παραφίνη και η τερεσίνη, που περιέχουν ακόμη και αριθμημένους υδρογονάνθρακες μπορεί έτσι να ανιχνευθεί εύκολα.

Οι πιο συνηθισμένες πηγές είναι:

- Υδρογονάνθρακες από παραφίνες και μικροκύτταρα
- Τριγλυκερίδια, λίπος και σκληρυμένο βόειο λίπος
- Βιομηχανικά παραγόμενα λιπαρά οξέα (παλμιτικό, στεατικό οξύ), αλκοόλες μακράς αλυσίδας (C16-C18) και C32-C36 συνθετικούς εστέρες

Η αέρια χρωματογραφία υψηλής θερμοκρασίας και η επακόλουθη χημειομετρική ανάλυση βρέθηκε ότι έχει ανώτερη διακριτική ισχύ από ότι αν χρησιμοποιηθεί μόνο με GC.

Παρόλο που η νοθεία των κεριών από τη μέλισσα ήταν ένα από τα κύρια ζητήματα ποιότητας του κηρού για περισσότερο από μια δεκαετία, δεν υπάρχουν ακόμα διεθνώς τυποποιημένες αναλυτικές μέθοδοι για τον έλεγχο της αυθεντικότητας του κηρού των μελισσών. Σήμερα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν περισσότερα από 15 διαφορετικά φυσικά (κεριά από πετρέλαιο, ορυκτά, ζωικά και φυτικά κεριά) και τεχνητά/βιομηχανικά κεριά ως αντικατάστατα κηρού μελισσών. Μεταξύ αυτών, η

νοθεία με κεριά παραφίνης αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο πρόβλημα λόγω της ευρείας διαθεσιμότητάς του, της χαμηλής τιμής και των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του (μια χημικά αδρανής, λευκή ή άχρωμη και άοσμη ουσία) που καθιστά εντελώς "ιδανική" για νοθεία (Lidija Svečnjak *et al.*, 2015). Για τον λόγο αυτό είναι απαραίτητη η χημική ανάλυση του κεριού.

Η χρήση της αέριας χρωματογραφίας προσφέρει ένα ευρύ πεδίο εφαρμογής για τη διερεύνηση των ουδέτερων λιπιδίων. Λόγω της επιλεκτικότητας των διαφόρων στατικών φάσεων, διαχωρίζονται επαρκώς όχι μόνο ενώσεις με διαφορετική χημική δομή, αλλά και ισομερή. Η διερεύνηση θερμικά σταθερών ενώσεων με αέρια χρωματογραφία είναι επωφελής λόγω της υψηλής ικανότητας ακριβείας της μεθόδου. Η αέρια χρωματογραφία υψηλής θερμοκρασίας (HTGC) με ανώτερο όριο θερμοκρασίας περίπου 4008 °C, έχει ως αποτέλεσμα μια αξιοσημείωτη επέκταση του εύρους εφαρμογής.

Ο χημικός ιονισμός είναι πολύ γνωστός για τον χαρακτηρισμό και την ταυτοποίηση των ουδέτερων λιπιδίων, π.χ. λιπαρά οξέα, εικοσανοειδή και στεροειδή (Aichholz and Lorbeer., 2000).

Το κεριό της μέλισσας νοθεύεται πάρα πολύ συχνά από άλλα είδη κηρών. Αυτό που συναντάται πιο συχνά είναι το κεριό παραφίνης, και είναι και αυτό που έχει μελετηθεί περισσότερο.

Η περιέργεια των μελισσοκόμων στις μέρες μας, για ποικίλους και πιο οικονομικούς κηρούς που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην μελισσοκομία συνεχώς αυξάνεται. Η παραφίνη είναι ο κηρός που έχει δοκιμαστεί και έχουν γίνει πολλές μελέτες για την χρήση του στη μελισσοκομία. Έτσι, στην παρούσα μελέτη εκτιμήθηκε η αποδοχή ενός φυτικού κηρού από τις μέλισσες, το οποίο είναι ένα φυσικό κεριό, σε αντίθεση με την παραφίνη, και πιθανόν να μην επηρεάζει σημαντικά τις μέλισσες. Οπότε, μελετήθηκε το πώς μεταχειρίζονται μία τέτοια κατάσταση οι μέλισσες, καθώς και εάν αφότου τοποθετηθούν φυτικοί κηροί σε μία κυψέλη μεταφέρονται σε όλες τις κηρήθρες που περιέχονται σε αυτή.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Υλικό

Για την παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα μελίσσια που ήταν τοποθετημένα στο μελισσοκομείο του Εργαστηρίου Σηροτροφίας και Μελισσοκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Η μελέτη ξεκίνησε τέλη Μαρτίου και ολοκληρώθηκε τέλη Οκτωβρίου του 2018.



Εικόνα 2.1.1 Τα μελίσσια που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα.



Εικόνα 2.1.2 Κυψέλη.

2.1.1 Υλικά βασιλοτροφίας

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή βασιλισσών ήταν:

- πλαίσιο βασιλοτροφίας
- βέργα με βασιλικά κελιά
- Γόνος 1-2 ημερών
- ορφανό μελίσσι
- φύλλο κηρήθρας με κηφηνοκέλια

2.1.2 Υλικά παρασκευής φύλλων κηρήθρας

Για την παρασκευή φύλλων κηρήθρας στο εργαστήριο χρησιμοποιήθηκαν:

- φυτικό κερί
- μελισσοκέρι
- πρέσσα
- υδατόλουτρο
- πινέλο με σαπουνόνερο
- κουτάλα-δοσομετροτής
- σπάτουλα

2.1.3 Υλικά φασματοσκοπικής ανάλυσης κηρών

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την φασματοσκοπική ανάλυση των κηρών ήταν τα εξής:

- κηρήθρες (άκτιστες, ανοιχτόχρωμες, σκουρόχρωμες)
- κωνικές φιάλες των 50mL
- αλουμινόχαρτο
- μεταλλικός αναδευτήρας
- μικρά φιαλίδια με βιδωτό πώμα
- φασματοφωτόμετρο Thermo Nicolet 6700 (Thermo Electron Corporation)
- πιπέτα
- πλάκα ATR
- χλωροφόρμιο (CHCl_3)
- εξάνιο (C_6H_{14})

2.2 Μέθοδοι

2.2.1 Παραγωγή βασιλισσών

Η προετοιμασία του πειράματος ξεκίνησε περί τα τέλη Μαρτίου (20.03.2018). Ανά τακτά χρονικά διαστήματα πραγματοποιούνταν τάισμα των μελισσιών, με σιρόπι και ζαχαροζύμαρο, ώστε να δυναμώσουν γρήγορα. Επίσης, έγινε και επέκταση γονοφωλιάς με σκοπό όλα τα μελίσσια που προορίζονταν για το πείραμα να είσαι όσο το δυνατόν ισοδύναμα γίνεται.

Στη συνέχεια ένα πλαίσιο με τρεις σειρές βασιλικά κελιά τοποθετήθηκε σε μελίσι που είχε ήδη ορφανευτεί (22.03.2018), και το αφήσαμε εκεί να το καθαρίσουν οι μέλισσες. Σε άλλες τρεις κυψέλες προστέθηκε από ένα πλαίσιο με φύλλο κηρήθρας για κηφηνοκέλλια. Την επόμενη μέρα έγινε ο εμβολιασμός. Από ένα δυνατό μελίσι, με την επιθυμητή φυλή, πάρθηκε ένα πλαίσιο με γόνο (1-2 ημερών) και αυτός τοποθετήθηκε μέσα στα βασιλικά κελιά και έπειτα όλο το πλαίσιο μπήκε πάλι μέσα στην κυψέλη. Μία μέρα μετά έγινε έλεγχος για την επιτυχία του εμβολιασμού και τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά. Ύστερα έγινε καταστροφή των βασιλικών κελιών που είχε κάνει από μόνο του το μελίσι και μπήκε διάφραγμα σε ένα διώροφο μελίσι.



Εικόνα 2.2.1 Πλαίσιο με κελιά βασιλοτροφίας.

Σε όλα τα μελίσσια που προορίζονταν για τα πειράματα έγινε ορφάνεμα και τα πολύ δυνατά μελίσσια χωρίστηκαν, ώστε να είναι εξισορροπημένα. Την επόμενη μέρα (01.04.2018), έγινε η τοποθέτηση των βασιλικών κελιών στα μελίσσια, ένα στο καθένα. Έγινε τροφοδότηση με σιρόπι για να βοηθηθούν οι μέλισσες.

Μία εβδομάδα αργότερα έγινε έλεγχος φωτοκίας, στον οποίο αποδείχθηκε ότι καμία βασίλισσα δεν γεννάει ακόμα. Με τον επόμενο έλεγχο μία εβδομάδα αργότερα ήταν το ίδιο και μετά από ακόμα μία μόνο το ένα δεν είχε σωστή βασίλισσα. Έγινε συνένωση δύο κυψελιδίων με εφημερίδα και όλα τα μελίσσια έγιναν δεκάρια, με δέκα πλαίσια το καθένα.

Η παραπάνω διαδικασία ήταν απαραίτητη, διότι με τον τρόπο αυτό παρήχθησαν αδελφές βασίλισσες, με ίδιο γενετικό υλικό, έτσι ώστε τα αποτελέσματα να μπορούν να είναι συγκρίσιμα.

2.2.2 Παρασκευή φύλλων κηρήθρας

Η παρασκευή όλων των φύλλων κηρήθρας που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα παρασκευάστηκαν στο εργαστήριο.

Το φυτικό κερί που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα προμηθεύτηκε από τον Χιωτάκη Ιωάννη στη Νέα Σμύρνη. Αποτελείται από υδρογονομένους σπόρους από δέντρα στο μπόρνεο της Μαλαισίας (Ινδονησία). Το συγκεκριμένο κερί κοστίζει περίπου 4-5 €/Kg, ενώ το καθαρό κερί μέλισσας κοστίζει το λιγότερο 8 €/Kg.

Το μηχάνημα που χρησιμοποιήθηκε φαίνεται στην Εικόνα 2.2.2.



Εικόνα 2.2.2 Πρέσα παρασκευής φύλλων κηρήθρας.

Είναι υδρόψυκτο, ώστε όταν βγαίνει το φύλλο κηρήθρας να κρύνει γρήγορα και να μπορεί να αφαιρεθεί από το μηχάνημα χωρίς να σπάσει.

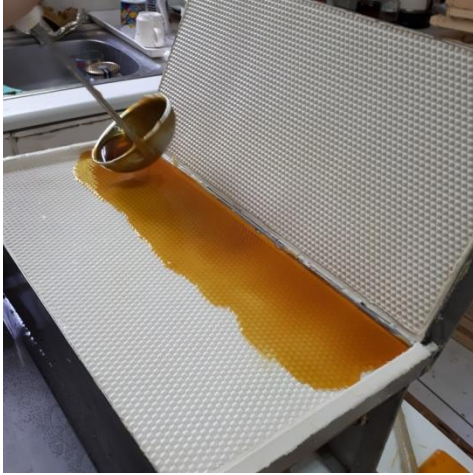
Αρχικά ζεσταίνεται το κερί σε υδατόλουτρο και πρέπει να λιώσει πολύ καλά και να διατηρείται σε θερμοκρασία περίπου 70 °C. Για να μην κολλήσει το κερί στη σιλικόνη που έχει το μηχάνημα, αλείφεται με ένα πινέλο που έχει βουτηχτεί σε νερό με λίγο σαπούνι. Έπειτα με μία κουτάλα-δοσομετρητή πάρθηκε μία ποσότητα και τοποθετήθηκε στο πάνω μέρος. Ύστερα κλείνει γρήγορα η πρέσα και αφήνεται για μερικά λεπτά να πέσει η θερμοκρασία του. Παράλληλα αφαιρούνται τυχόν υπολείμματα κεριού που έχουν φύγει από την μπροστινή μεριά με την βοήθεια μίας σπάτουλας. Μετά από λίγα λεπτά (2-3 min) το φύλλο κηρήθρας είναι έτοιμο. Όλη η διαδικασία παρουσιάζεται στις παρακάτω Εικόνες 2.2.3-2.2.7. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε για όλους τους τύπους κηρών (ΜΚ: μελισσοκέρι, ΦΚ: φυτικό κερί, ΑΚ: ανάμεικτο).



Εικόνα 2.2.3 Λιώσιμο του κεριού σε υδατόλουτρο (μπεν μαρί).



Εικόνα 2.2.4 Επάλειψη σιλικόνης με σαπουνόνερο.



Εικόνα 2.2.5 Τοποθέτηση λιωμένου κεριού στην πρέσσα.



Εικόνα 2.2.6 Κλείσιμο πρέσσας προς σχηματισμό του φύλλου κηρήθρας.



Εικόνα 2.2.7 Άνοιγμα πρέσσας και αφαίρεση έτοιμου φύλλου κηρήθρας.

Την πρώτη μέρα (04.05.2018) παρασκευάστηκαν τα φύλλα κηρήθρας από φυτικό κερί (ΦΚ) και στη συνέχεια από το ανάμεικτο (ΑΚ) και τέλος από το κανονικό μελισσοκέρι (ΜΚ). Παρασκευάστηκαν 20 φύλλα κηρήθρας από κάθε κατηγορία. Στη συνέχεια έγινε συρμάτωμα όλων των πλαισίων που χρειάστηκαν, καθώς και τοποθέτηση των φύλλων κηρήθρας στα πλαίσια αυτά. Σε κάθε πλαίσιο σημειώθηκε με μολύβι το είδος του κηρού με το νούμερο, καθώς και η ημερομηνία που μπήκε στην κυψέλη.



Εικόνα 2.2.8 Πλαίσιο με σημειωμένο τον τύπο κηρού (MK) και την ημερομηνία τοποθέτησης στην κυψέλη (31.05).



Εικόνα 2.2.9 Συρματωμένο πλαίσιο.



Εικόνα 2.2.10 Πλαίσιο με τοποθετημένο φύλλο κηρήθρας.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος τοποθετήθηκαν φύλλα κηρήθρας σε τέσσερις κυψέλες. Αυτά τα φύλλα αποτελούνταν από κερι μέλισσας (MK), κερι φυτικό (ΦΚ), καθώς και ανάμεικτο (AK). Αφού μπήκαν στις κυψέλες σημειώθηκε η ημερομηνία έναρξης, καθώς και όταν ήταν κτισμένες σε όλη την επιφάνειά τους, η τελική ημερομηνία. Έτσι, εκτιμήθηκε μία γενική εικόνα των ημερών που χρειάστηκαν όλες οι κηρήθρες έως ότου κτιστούν πλήρως.

Η έναρξη του πειράματος με την τοποθέτηση των πρώτων φύλλων κηρήθρας στα μελίσσια ξεκίνησε στις 14.05.2018. Από κει και πέρα προστέθηκαν σταδιακά και άλλα φύλλα. Στις 29.05.2018 προστέθηκαν και δεύτερα πατώματα και στα τέσσερα μελίσσια. Έτσι, τοποθετούνταν πλαίσια με φύλλα κηρήθρας και στους δύο ορόφους των κυψελών.

Τα νέα φύλλα κηρήθρας έμπαιναν κάθε φορά ανάμεσα σε πλαίσια που περιείχαν μέλι και γόννο. Οπότε στις κυψέλες τα πλαίσια ήταν τοποθετημένα με φορά: μέλι-φύλλα κηρήθρας-γόννος- φύλλα κηρήθρας-μέλι, όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.

Μέλι
Μέλι
Φύλλο κηρήθρας
Φύλλο κηρήθρας
Γόνος
Γόνος
Φύλλο κηρήθρας
Φύλλο κηρήθρας
Μέλι
Μέλι

Διάγραμμα 2.2.1 Η κάτοψη μίας κυψέλης με την τοποθέτηση των φύλλων κηρήθρας.

2.3 Μετρήσεις

2.3.1 Χρόνος κτισίματος

Σε κάθε κυψέλη τοποθετήθηκαν όλα τα είδη φύλλων κηρήθρας που κατασκευάστηκαν. Με την πάροδο του χρόνου οι μέλισσες έκτισαν όλα αυτά τα φύλλα και εκτιμήθηκε ο χρόνος κτισίματος κάθε τύπου κηρήθρας.

Επίσης, για πιο αναλυτική προσέγγιση, εκτιμήθηκε ο χρόνος κτισίματος σε κάθε κυψέλη και κάθε περίοδο ξεχωριστά.



Εικόνα 2.3.1 Πλαίσιο με άκτιστο φύλλο κηρήθρας (μελισσοκέρι).

Εικόνα 2.3.2 Πλαίσιο με άκτιστο φύλλο κηρήθρας (φυτικό κερί).



Εικόνα 2.3.3 Πλαίσιο με κτισμένο φύλλο κηρήθρας (φυτικό κερί).



Εικόνα 2.3.4 Πλαίσιο με κτισμένο φύλλο κηρήθρας (μελισσοκέρι).

2.3.2 Ποιοτικός προσδιορισμός κυψελών

Από τη στιγμή που οι μέλισσες έκτισαν τα φύλλα κηρήθρας που τοποθετήθηκαν στις κυψέλες, άρχισαν να τοποθετούν στα κελιά μέλι, γόνο, γύρη κλπ. Έτσι, παρατηρήθηκε το τι ακριβώς εναπέθεσε η μέλισσα σε κάθε τύπο κηρήθρας.

Για την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SPSS v. 17.0. Σε όλες τις περιπτώσεις εφαρμόστηκε η σύγκριση One Way Anova, εκτός από τη σύγκριση δύο παραγόντων, όπου εφαρμόστηκε ο έλεγχος t.



Εικόνα 2.3.5 Πλαίσιο με σφραγισμένο μέλι.



Εικόνα 2.3.6 Πλαίσιο με σφραγισμένο γόνο.

2.4 Φασματοσκοπική ανάλυση κηρών

Για την πλήρη ανάλυση της διατριβής, ήταν αναγκαίο να γίνει ανάλυση των κηρών που χρησιμοποιήθηκαν για να γίνει εκτίμηση των συστατικών που αποτελούνταν, καθώς και των διαφορών μεταξύ τους. Οι αναλύσεις αυτές έγιναν για να εκτιμηθούν διαφορές μεταξύ των διαφορετικών κηρών. Σε πρώτη φάση να γίνει σύγκριση κηρού μέλισσας και φυτικού. Στην συνέχεια να γίνει σύγκριση των κηρών πριν την επεξεργασία τους από τις μέλισσες, καθώς και ύστερα από αρκετό καιρό που πέρασαν μέσα στην κυψέλη (ύστερα από 5 μήνες). Επίσης, στόχος ήταν να ελεγχθεί αν έχουν περάσει συστατικά από το ένα είδους κηρού στο άλλο, λόγω μεταφοράς τους από τις μέλισσες.

Η συλλογή όλων των δειγμάτων έγινε στις 8.10.2018 και η προετοιμασία των δειγμάτων προς ανάλυση έγινε στο Εργαστήριο Σηροτροφίας και Μελισσοκομίας. Τα δείγματα αποτελούνταν από τρία δείγματα φύλλων κηρήθρας πριν κτιστούν από τις μέλισσες, άλλα τρία τα οποία είχαν ήδη χτιστεί αλλά ήταν καθαρά και θύμιζαν φρεσκοχτισμένες κηρήθρες, και ακόμα τρία δείγματα στα οποία οι κηρήθρες ήταν ελαφρώς μαυρισμένες, δηλαδή πιο επεξεργασμένες από τις μέλισσες. Οι διαλύτες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το χλωροφόρμιο και το εξάνιο.

Τα δείγματα ήταν τα εξής:

	Διαλύτης	
	Χλωροφόρμιο	Εξάνιο
Κερί		
Φύλλο κηρήθρας άκτιστο	ΜΑ1	ΜΑ2
	ΑΑ1	ΑΑ2
	ΦΑ1	ΦΑ2
Κηρήθρες κτισμένες (ανοιχτόχρωμες)	ΜΧ1	ΜΧ2
	ΑΧ1	ΑΧ2
	ΦΧ1	ΦΧ2
Κηρήθρες κτισμένες (σκουρόχρωμες)	ΜΧ3	ΜΧ4
	ΑΧ3	ΑΧ4
	ΦΧ3	ΦΧ4

*Μ: Μελισσοκέρι, Α: Ανάμεικτο, Φ: Φυτικό κερί



Εικόνα 2.4.1 Φύλλα κηρήθρας άκτιστα (ΜΚ, ΑΚ, ΦΚ).



Εικόνα 2.4.2 Φύλλα κηρήθρας κτισμένα, καθαρά (ΜΚ, ΑΚ, ΦΚ).



Εικόνα 2.4.3 Φύλλα κηρήθρας κτισμένα, μαυρισμένα (ΜΚ, ΑΚ, ΦΚ).

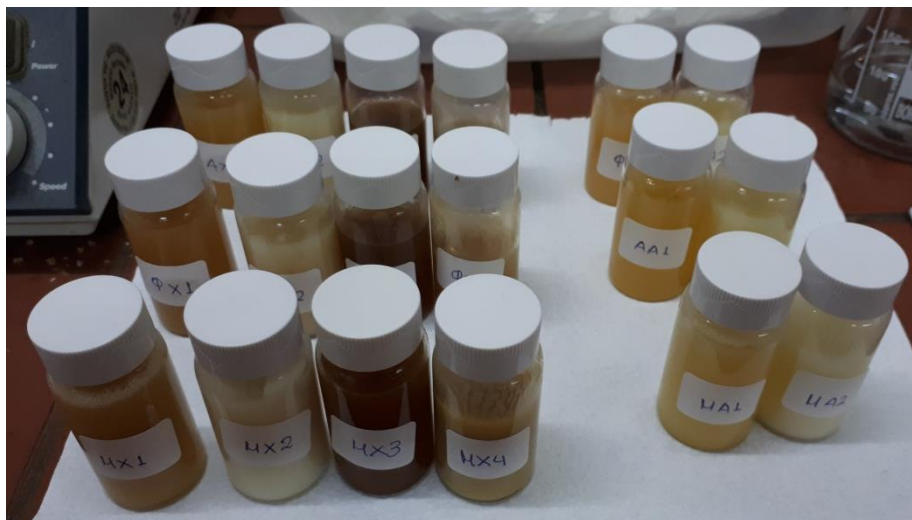
Μία ποσότητα $2,00 \pm 0,2$ g κεριού, διαλύθηκε με 20 mL χλωροφορμίου μέσα σε κωνική φιάλη των 50 mL, το στόμιο έκλεισε με ένα φύλλο αλουμίου για αποφυγή εξάτμισης, και ανακινήθηκε με μεταλλικό αναδευτήρα για 20 min. Έπειτα, το δείγμα τοποθετήθηκε σε μικρά φιαλίδια που έκλειναν καλά για να μην χαθεί ποσότητα του δείγματος από εξάτμιση. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και με τον διαλύτη εξάνιο. Το χλωροφόρμιο είναι ένας πολικός διαλύτης, ενώ το εξάνιο είναι άπολος. Έτσι, σε κάθε περίπτωση θα εμφανιστούν πολικά και άπολα χαρακτηριστικά αντίστοιχα.



Εικόνα 2.4.4 Ανακίνηση δειγμάτων με μεταλλικό αναδευτήρα.



Εικόνα 2.4.5 Κωνική φιάλη με δείγμα.



Εικόνα 2.4.6 Μικρά φιαλίδια με τα τελικά δείγματα προς ανάλυση.

Τις επόμενες μέρες (9-11.10.2018) έγινε η ανάλυση των δειγμάτων με τους δυο διαλύτες. Η τεχνική που χρησιμοποιήθηκε ήταν η φασματοσκοπία υπερύθρου FT-IR. Οι αναλύσεις έγιναν στο Εργαστήριο Γενικής Χημείας, με την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή Χρήστου Παππά.

Το φασματοφωτόμετρο που χρησιμοποιήθηκε (Εικ. 2.4.7) είναι το μοντέλο Thermo Nicolet 6700 της εταιρείας Thermo Electron Corporation, εξοπλισμένο με

ανιχνευτή δευτεριωμένης θειϊκής τριγλυκίνης. Η πηγή υπέρυθρης ακτινοβολίας είναι αερόψυκτη εφοδιασμένη με νήμα από κράμα Ni – Cr (Nicrome) και η πηγή λείζερ ατόμων ηλίου και νέου (HeNe). Το όργανο είναι συνδεδεμένο με ηλεκτρονικό υπολογιστή στον οποίο έχει εγκατασταθεί το λογισμικό OMNIC. Η φασματοσκοπική ανάλυση έγινε με την τεχνική της Εξασθενημένης Ολικής Ανάκλασης (Attenuated Total Reflectance spectroscopy, ATR), ενώ το εξάρτημα που χρησιμοποιήθηκε ως στοιχείο εσωτερικής ανάκλασης (internal reflection element, IRE) ήταν κρύσταλλος σεληνιούχου ψευδαργύρου (ZnSe) πάνω στον οποίο τοποθετήθηκε το δείγμα. Τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν υγρής μορφής και προστέθηκαν 300μL δείγματος σε κάθε πλάκα ATR (Εικ. 2.4.8) και αφέθηκαν 10 λεπτά να εξατμιστεί ο διαλύτης. Η IR ακτινοβολία υπόκειται σε πολλαπλές διαδοχικές εσωτερικές ανακλάσεις με τη χρήση ειδικών πρισμάτων (Multi Bounce-ATR).

Αρχικά, γίνεται η λήψη του υποβάθρου (background) με την τοποθέτηση του υποδοχέα ATR χωρίς δείγμα στον υποδοχέα, με σκοπό τον περιορισμό των απορροφήσεων που οφείλονται αποκλειστικά στο CO₂ της ατμόσφαιρας καθώς και στην υγρασία του περιβάλλοντος τη δεδομένη στιγμή. Τοποθετούνται 300μL δείγματος με πιπέτα και λαμβάνονται τα φάσματα. Σε κάθε λήψη πραγματοποιούνται 100 σαρώσεις, η διαχωριστική ικανότητα είναι ρυθμισμένη στα 4 cm⁻¹ και κάθε λήψη διαρκεί περίπου 2,5min. Έπειτα από κάθε δείγμα η πλάκα καθαρίστηκε πολύ καλά με τον διαλύτη που χρησιμοποιήθηκε στην κάθε περίπτωση. Για κάθε δείγμα έγιναν τρεις επαναλήψεις και μετά από κάθε τρεις επαναλήψεις του δείγματος γινόταν λήψη του υπόβαθρου. Με τον ίδιο τρόπο έγιναν όλα τα δείγματα και με τους δύο διαλύτες. Στη συνέχεια με το λογισμικό OMNIC γίνεται επεξεργασία των φασμάτων.

Κατά την επεξεργασία με το πρόγραμμα OMNIC 8.2.0.387 που συνοδεύει το φασματοφωτόμετρο, αρχικά, αποκόπτεται η κορυφή απορρόφησης του CO₂, καθώς δεν δίνει πληροφορίες για το χημικό υπόβαθρο των δειγμάτων. Ακολούθως, όλα τα φάσματα εξομαλύνονται (automatic smoothing) με τη χρήση του αλγορίθμου Savitsky-Golay (πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού με πέντε κινούμενα σημεία). Στη συνέχεια, διορθώνεται η βασική τους γραμμή (automatic baseline correct) (πολυωνυμικό μοντέλο δευτέρου βαθμού και 20 επαναλήψεων).



Εικόνα 2.4.7 Το φασματοφωτόμετρο Thermo Nicolet 6700



Εικόνα 2.4.8 Υποδοχέας ATR ZnSe

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Χρόνος κτισίματος κηρήθρων

3.1.1 Χρόνος κτισίματος φύλλων κηρήθρας

Στον τον Πίνακα 3.1 φαίνεται, για το σύνολο όλων των κηρών που τοποθετήθηκαν στις κυψέλες, ο χρόνος που χρειάστηκαν οι μέλισσες να κτίσουν πλήρως κάθε φύλλο κηρήθρας. Μετά από την στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στον χρόνο του κτισίματος κάθε τύπου κηρού. Οπότε κάθε είδος φύλλου κηρήθρας χρειάστηκε, για την εποχή που έγινε το πείραμα, κατά μέσο όρο 10-12 ημέρες για να κτιστεί πλήρως.

Τα φύλλα κηρήθρας ΦΚ6, ΦΚ14, ΦΚ15, ΑΚ14, ΑΚ17 μέχρι και την ολοκλήρωση του πειράματος δεν κτίστηκαν από τις μέλισσες. Όλα τα φύλλα από κερι μέλισσας που τοποθετήθηκαν κτίστηκαν πλήρως. Οπότε μόνο μερικά φύλλα από κερι φυτικό και ανάμεικτο δεν κατάφεραν να κτιστούν, σε αντίθεση με το μελισσοκέρι που κτίστηκαν όλα όσα μπήκαν στις κυψέλες.

Πίνακας 3.1 Ημέρες ολοκλήρωσης κτισίματος των φύλλων κηρήθρας, σε σχέση με τη σειρά που τοποθετήθηκαν στις κυψέλες, από 15.05.2018 έως 20.07.2018

Φύλλα Κηρήθρας	Ημέρες έως ολοκλήρωση	Φύλλα Κηρήθρας	Ημέρες έως ολοκλήρωση	Φύλλα Κηρήθρας	Ημέρες έως ολοκλήρωση
ΦΚ1	8	ΑΚ1	3	ΜΚ1	15
ΦΚ2	10	ΑΚ2	10	ΜΚ2	10
ΦΚ3	7	ΑΚ3	7	ΜΚ3	2
ΦΚ4	9	ΑΚ4	2	ΜΚ4	9
ΦΚ6	-*	ΑΚ6	9	ΜΚ5	2
ΦΚ7	25	ΑΚ7	9	ΜΚ6	9
ΦΚ8	9	ΑΚ8	9	ΜΚ7	9
ΦΚ9	23	ΑΚ9	26	ΜΚ8	25
ΦΚ10	7	ΑΚ10	23	ΜΚ9	23
ΦΚ11	26	ΑΚ11	23	ΜΚ10	23
ΦΚ12	23	ΑΚ12	9	ΜΚ11	23
ΦΚ13	9	ΑΚ13	-	ΜΚ12	9
ΦΚ14	12	ΑΚ14	-	ΜΚ13	9
ΦΚ15	-	ΑΚ15	5	ΜΚ14	9
ΦΚ16	-	ΑΚ16	5	ΜΚ15	7
ΦΚ17	3			ΜΚ16	3
ΦΚ18	3				
Μ.Ο.	12,4^{a**}		10,8^a		11,7^a
s	8,2		7,9		7,8
CV%	65,6		74,0		66,5

*Όπου '-' το φύλλο κηρήθρας δεν κτίστηκε πλήρως

**Όπου διαφορετικό λατινικό γράμμα, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, με το Duncan Multiple Range Test.

3.1.2 Χρόνος κτισίματος φύλλων κηρήθρας ανά μελίτσι

Προκειμένου να αποδειχθεί η προτίμηση που μπορεί να δείξει το κάθε μελίτσι για κάθε διαφορετικού τύπο κηρού, σχεδιάστηκε ο Πίνακας 3.2. Από την στατιστική ανάλυση φαίνεται ότι σε κάθε μελίτσι δεν υπάρχουν διαφορές στην προτίμηση των μελισσών. Έκαναν τον ίδιο χρόνο σε κάθε τύπο κηρού για να τον κτίσουν, ανεξαρτήτως σε ποιο μελίτσι ήταν τοποθετημένα τα πλαίσια με τα φύλλα κηρήθρας.

Πίνακας 3.2 Χρόνος κτισίματος φύλλων κηρήθρας ανά μελίτσι (για κάθε τύπο κηρού)

	Μελίτσι 1			Μελίτσι 2			
	MK	AK	ΦΚ	MK	AK	ΦΚ	
Χρόνος κτισίματος (ημέρες)	9	7	7	15	9	10	
	25	23	9	2	-**	-	
	23	9	7	23		23	
	9		3	23		19	
	3			9			
M.O.	13,8^{a*}	13,0^a	6,5^a	M.O.	14,4^a	9,0^a	17,3^a
s	9,7	8,7	2,5	s	9,1	0	6,7
CV%	70,3	66,9	38,5	CV%	63,2	0	38,7
	Μελίτσι 3			Μελίτσι 4			
	MK	AK	ΦΚ	MK	AK	ΦΚ	
Χρόνος κτισίματος (ημέρες)	10	10	9	2	3	8	
	9	-	26	9	2	25	
			9	3	9	23	
			-		9	3	
			-		23		
				5			
				5			
M.O.	9,5^{a*}	10,0^a	14,7^a	M.O.	4,7^a	8,0^a	14,8^a
s	0,7	0	9,8	s	3,8	7,1	10,9
CV%	7,4	0	66,7	CV%	80,9	88,7	73,6

*Όπου διαφορετικό λατινικό γράμμα, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, με το Duncan Multiple Range Test. Η σύγκριση έγινε σε κάθε μελίτσι ξεχωριστά για τους διαφορετικούς τύπους κεριών.

**Όπου '-' το φύλλο κηρήθρας δεν κτίστηκε πλήρως

3.1.3 Χρόνος κτισίματος φύλλων κηρήθρας ανά τύπο κηρού

Στην περίπτωση του Πίνακα 3.3 σκοπός ήταν να ελεγχθεί, ο χρόνος κτισίματος κάθε τύπου κηρού συνολικά σε όλα τα μελίσσια. Έπειτα από την στατιστική ανάλυση, αποδείχθηκε ότι σε κάθε τύπο κηρού οι μέλισσες, ανεξαρτήτως σε ποιο μελίσσι ανήκαν, έκαναν το ίδιο χρονικό διάστημα να κτίσουν τα φύλλα κηρήθρας που τους είχαν τοποθετηθεί.

Πίνακας 3.3 Χρόνος κτισίματος φύλλων κηρήθρας ανά τύπο κηρού (για κάθε μελίσσι)

	ΜΚ				ΑΚ			
	Μελ. 1	Μελ. 2	Μελ.3	Μελ.4	Μελ. 1	Μελ. 2	Μελ.3	Μελ.4
Χρόνος κτισίματος (ημέρες)	9	15	10	2	7	9	10	3
	25	2	9	9	23	-**		2
	23	23		3	9			9
	9	23						9
	3	9						23
								5
								5
M.O.	13,8^{a*}	14,4^a	9,5^a	4,7^a	13,0^a	9,0^a	10,0^a	8,0^a
s	9,7	9,1	0,7	3,8	8,7	0	0	7,1
CV%	70,3	63,2	7,4	80,9	66,9	0	0	88,7
	ΦΚ							
	Μελ. 1	Μελ. 2	Μελ.3	Μελ.4				
Χρόνος κτισίματος (ημέρες)	7	10	9	8				
	9	-	26	25				
	7	23	9	23				
	3	19	-	3				
M.O.	6,5^a	17,3^a	14,7^a	14,8^a				
s	2,5	6,7	9,8	10,9				
CV%	38,5	38,7	66,7	73,6				

*Όπου διαφορετικό λατινικό γράμμα, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, με το Duncan Multiple Range Test. Η σύγκριση έγινε για τους διαφορετικούς τύπους κεριών ξεχωριστά.

**Όπου '-' το φύλλο κηρήθρας δεν κτίστηκε πλήρως

3.1.4 Χρόνος κτισίματος φύλλων κηρήθρας κατά ζεύγη

Κατά τη διάρκεια του πειράματος τοποθετήθηκαν κατά ζεύγη διαφορετικοί τύποι φύλλων κηρήθρας στις κυψέλες, την ίδια ημερομηνία. Στον Πίνακα 3.4 παρουσιάζονται αυτά ζεύγη φύλλα κηρήθρας που τοποθετήθηκαν την ίδια ημέρα. Ύστερα από την στατιστική ανάλυση που έγινε, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε κάποιο από τα ζεύγη που μελετήθηκαν, οπότε οι μέλισσες στο κτίσιμο των φύλλων αυτών έκαναν τον ίδιο χρόνο για να τα κτίσουν.

Πίνακας 3.4 Χρόνος κτισίματος (ημέρες) φύλλων κηρήθρας κατά ζεύγη κηρών, που τοποθετήθηκαν μαζί

	ΑΚ	ΦΚ	ΑΚ	ΜΚ	ΦΚ	ΜΚ
1	7	7	23	23	9	25
2	26	7	9	9	7	23
3	9	25	9	9	3	7
4	3	8	10	10	15	10
5			2	2	19	9
6			9	9	26	20
7					9	9
8					25	9
9					3	3
M.O.	11,3^{a*}	11,8^a	10,3^a	10,3^a	12,9^a	12,8^a
s	10,1	8,8	6,9	6,9	8,8	7,8
CV%	89,4	74,6	66,9	66,9	68,2	60,9

*Όπου διαφορετικό λατινικό γράμμα, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, με τον έλεγχο T(T-test) ($t_1=-0,068$, $t_3=0,31$). Η σύγκριση έγινε για κάθε ζεύγος κηρού (ΑΚ-ΦΚ, ΑΚ-ΜΚ, ΦΚ-ΜΚ) ξεχωριστά.

3.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά

3.2.1 Πλήθος εμφανίσεων Γόνου, Μελιού, και Άδειων κηρηθρών ανά μελίσει

Ο Πίνακας 3.5 παρουσιάζει ανά μελίσει για κάθε τύπο κηρού, το πλήθος εμφανίσεων του Γ (Γόνος), του Μ (Μέλι) και του Α (Άδειο) σε όλες τις επιθεωρήσεις που έγιναν στα μελίσεια.

Στο Μελίσει 1 βρέθηκαν διαφορές όσον αφορά το περιεχόμενο του φύλλων κηρήθρας από μελισσοκέρι (ΜΚ), στο οποίο οι μέλισσες προτίμησαν να εναποθέσουν γόνο. Την ίδια συμπεριφορά είχαν οι μέλισσες και στα φύλλα κηρήθρας από ανάμεικτο κερί. Ως προς το ΦΚ στο Μελίσει 1 οι μέλισσες δεν έδειξαν διαφορά στο τι τοποθέτησαν στις κηρήθρες.

Στα υπόλοιπα μελίσεια δεν εμφανίστηκαν κάποιες στατιστικά σημαντικές διαφορές. Έτσι, το αποτέλεσμα μετά από την ανάλυση που έγινε, ήταν ότι σε κάθε τύπο κηρού σε αυτά τα μελίσεια, τοποθετήθηκε εξίσου γόνος, μέλι ή έμεινε άδειο.

Πίνακας 3.5 Ποιοτικά χαρακτηριστικά: Πλήθος εμφανίσεων κάθε χαρακτηριστικού, ανά μελίτσι για κάθε τύπο κηρού (Γ: Γόνος, Μ: Μέλι, Α: Άδειο)

Μελίσσι 1									
Τύπος κηρού	ΜΚ			ΑΚ			ΦΚ		
	Γ	Μ	Α	Γ	Μ	Α	Γ	Μ	Α
	11	5	1	10	5	3	6	10	1
	13	6	7	5	1	1	4	10	1
	1	4	1		6	3	6	5	
	7	2	1		4			2	
	9								
M.O.	8,2^{a*}	4,3^{ab}	2,5^b	7,5^a	4,0^{ab}	2,3^b	5,3^a	6,8^a	1,0^a
s	4,6	1,7	3,0	3,5	2,2	11,2	1,2	3,9	0
CV%	56,1	39,5	120,0	46,7	55,0	52,2	22,6	57,4	0
Μελίσσι 2									
Τύπος κηρού	ΜΚ			ΑΚ			ΦΚ		
	Γ	Μ	Α	Γ	Μ	Α	Γ	Μ	Α
	7	5	12		15		4	7	6
		3	8		5		9	1	2
		15	1				1	12	
		11	13						
		5							
M.O.	7,0^a	7,8^a	8,5^a		10,0		4,7^a	6,7^a	4,0^a
s	0	5,0	5,4				4,0	5,5	2,8
CV%	0	64,1	63,5				85,1	82,1	70,0
Μελίσσι 3									
Τύπος κηρού	ΜΚ			ΑΚ			ΦΚ		
	Γ	Μ	Α	Γ	Μ	Α	Γ	Μ	Α
	7	1	13	7	2	5	2	8	3
	6	7	4	2	2		8	2	2
	4	1					6	1	
		3							
M.O.	5,7^a	3,0^a	8,5^a	4,5^a	2,0^a	5,0^a	5,3^a	3,7^a	2,5^a
s	1,5	2,8	6,4	3,5	0	0	3,1	3,8	0,7
CV%	26,3	93,3	75,3	77,8	0	0	58,5	102,7	28,0
Μελίσσι 4									
Τύπος κηρού	ΜΚ			ΑΚ			ΦΚ		
	Γ	Μ	Α	Γ	Μ	Α	Γ	Μ	Α
	7	9	9	12	19	1	5	14	5
		15	1	8	6	11	8	3	1
			2		2	1	6		3
					4	10			
						1			
						1			
						1			
M.O.	7,0^a	12,0^a	4,0^a	10,0^a	7,8^a	3,7^a	6,3^a	8,5^a	3,0^a
s	0	4,2	4,4	2,8	7,7	4,6	1,5	7,8	2,0
CV%	0	35,0	110,0	28,0	98,7	12,43	23,8	91,7	66,7

*Όπου διαφορετικό λατινικό γράμμα, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, με το Duncan Multiple Range Test. Η σύγκριση έγινε οριζόντια για κάθε μελίτσι ξεχωριστά.

3.2.2 Πλήθος εμφανίσεων κηρηθρών με Γόνο, με Μέλι ή Άδειων σε κάθε μελίτσι

Στον Πίνακα 3.6 φαίνεται η επιλογή των μελισσών για εκτροφή του γόνου αναλόγως του τύπου κηρηθρών. Ως προς το γόνο, όλα τα μελίτσια, είχαν την ίδια συμπεριφορά σε κάθε είδος κηρού που χρησιμοποιήθηκε, διότι δεν εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για κάθε τύπο.

Πίνακας 3.6 Το πλήθος εμφανίσεων του Γόνου (Γ) σε κάθε μελίτσι ανά τύπο κηρού

Τύπος κηρού	Μελίτσι 1			Μελίτσι 2		Μελίτσι 3			Μελίτσι 4		
	ΜΚ	ΑΚ	ΦΚ	ΜΚ	ΦΚ	ΜΚ	ΑΚ	ΦΚ	ΜΚ	ΑΚ	ΦΚ
Γόνος	11	10	6	7	Γ	7	7	2	7	12	5
	13	5	4		4	6	2	8		8	8
	1		6		9	4		6			6
	7				1						
	9										
Μ.Ο.	8,2^{a*}	7,5^a	5,3^a	7,0^a	4,7^a	5,7^a	4,5^a	5,3^a	7,0^a	10,0^a	6,3^a
s	4,6	3,5	1,2	0	4,0	1,5	3,5	3,1	0	2,8	1,5
CV%	56,1	46,7	22,6	0	85,1	26,3	77,8	58,5	0	28,0	23,8

*Όπου διαφορετικό λατινικό γράμμα, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, με το Duncan Multiple Range Test. Η σύγκριση έγινε για κάθε μελίτσι ξεχωριστά.

Στον Πίνακα 3.7 παρουσιάζεται η εικόνα του μελιού ως προς όλα τα μελίτσια. Και στην περίπτωση αυτή, τα μελίτσια συμπεριφέρθηκαν το ίδιο σε κάθε είδος κηρού, δηλαδή δεν υπήρξε κάποια διαφορά μεταξύ των διαφορετικών φύλλων κηρήθρας.

Πίνακας 3.7 Το πλήθος εμφανίσεων του Μελιού (Μ) σε κάθε μελίτσι ανά τύπο κηρού

Τύπος κηρού	Μελίτσι 1			Μελίτσι 2			Μελίτσι 3			Μελίτσι 4		
	ΜΚ	ΑΚ	ΦΚ	ΜΚ	ΑΚ	ΦΚ	ΜΚ	ΑΚ	ΦΚ	ΜΚ	ΑΚ	ΦΚ
Μέλι	5	5	10	5	15	7	1	2	8	9	19	14
	6	1	10	3	5	1	7	2	2	15	6	3
	4	6	5	15		12	1		1		2	
	2	4	2	11		5	3				4	
Μ.Ο.	4,3^{a*}	4,0^a	6,8^a	7,8^a	10,0^a	6,7^a	3,0^a	2,0^a	3,7^a	12,0^a	7,8^a	8,5^a
s	1,7	2,2	3,9	5,0	7,1	5,5	2,8	0	3,8	4,2	7,7	7,8
CV%	39,5	55,0	57,4	64,1	71,0	82,1	93,3	0	102,7	35,0	98,7	91,8

*Όπου διαφορετικό λατινικό γράμμα, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, με το Duncan Multiple Range Test. Η σύγκριση έγινε για κάθε μελίτσι ξεχωριστά.

Τέλος, στον Πίνακα 3.8 φαίνονται τα πλαίσια που οι μέλισσες επέλεξαν να αφήσουν άδεια, χωρίς να εναποθέσουν κάτι μέσα σε αυτά. Και στην περίπτωση αυτή

δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, άρα τα μελίσσια συμπεριφέρθηκαν το ίδιο σε κάθε είδος κηρού.

Πίνακας 3.8 Το πλήθος εμφανίσεων του Άδειου (A) σε κάθε μελίσει ανά τύπο κηρού

Τύπος κηρού	Μελίσει 1			Μελίσει 2		Μελίσει 3			Μελίσει 4		
	ΜΚ	ΑΚ	ΦΚ	ΜΚ	ΦΚ	ΜΚ	ΑΚ	ΦΚ	ΜΚ	ΑΚ	ΦΚ
Άδειο	1	3	1	12	6	13	5	3	9	1	5
	7	1	1	8	2	4		2	1	11	1
	1	3		1					2	1	3
	1			13						10	
										1	
										1	
										1	
M.O.	2,5^{a*}	2,3^a	1,0^a	8,5^a	4,0^a	8,5^a	5,0^a	2,5^a	4,0^a	3,7^a	3,0^a
s	3,0	1,2	0	5,4	2,8	6,4	0	0,7	4,4	4,6	2,0
CV%	120,0	52,2	0	63,5	70,0	75,3	0	28,0	110,0	124,3	66,7

*Όπου διαφορετικό λατινικό γράμμα, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, με το Duncan Multiple Range Test. Η σύγκριση έγινε για κάθε μελίσει ξεχωριστά.

3.2.3 Πλήθος εμφανίσεων κηρηθρών με Γόνο, με Μέλι ή Άδειων για κάθε τύπο κηρού

Στον Πίνακα 3.9 φαίνεται το πλήθος εμφανίσεων του γόνου, του μελιού ή άδειων κηρηθρών στο για κάθε τύπο κηρού ανεξαρτήτως μελισσιών. Στο μελισσοκέρι δεν υπάρχουν διαφορές όσον αφορά σε αυτά τα τρία χαρακτηριστικά, οπότε τα μελίσσια δεν είχαν κάποια προτίμηση στο τι θα τοποθετήσουν στον αντίστοιχο τύπο κηρού. Το ίδιο συμβαίνει και στην περίπτωση του ανάμεικτου κηρού.

Όσον αφορά το φυτικό κερί, τα μελίσσια επιλέγουν να τοποθετήσουν περισσότερο το μέλι, ενώ δεν προτιμούν να το αφήσουν άδειο.

Πίνακας 3.9 Ανά τύπο κηρού συνολικά για τα Μελίσσια 1, 2, 3, 4 το πλήθος εμφανίσεων Γ, Μ, Α

Τύπος κηρού Περιεχόμενο	ΜΚ			ΑΚ			ΦΚ		
	Γ	Μ	Α	Γ	Μ	Α	Γ	Μ	Α
	11	5	1	10	5	3	6	10	1
	13	6	7	5	1	1	4	10	1
	1	4	1	7	6	3	6	5	6
	7	2	1	2	4	5	4	2	2
	9	5	12	12	15	1	9	7	3
	7	3	8	8	5	11	1	1	2
	7	15	1		2	1	2	12	5
	6	11	13		2	10	8	8	1
	4	5	13		19	1	6	2	3
	7	1	4		6	1	5	1	
		7	9		2	1	8	14	
		1	1		4		6	3	
		3	2						
		9							
		15							
M.O.	7,2^{a*}	6,1^a	5,6^a	7,3^a	5,1^a	3,6^a	5,4^{ab}	6,3^a	2,7^b
s	3,0	4,5	4,9	3,5	5,2	3,5	2,4	4,5	1,8
CV%	41,7	73,8	87,5	47,9	101,9	97,2	44,4	71,4	66,7

*Όπου διαφορετικό λατινικό γράμμα, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, με το Duncan Multiple Range Test. Η σύγκριση έγινε για κάθε τύπο κηρού ξεχωριστά.

3.2.4 Πλήθος εμφανίσεων κηρηθρών με Γόνο, με Μέλι ή Άδειο

Ο Πίνακας 3.10 δείχνει την προτίμηση των μελισσιών ως προς τον Γόνο, το Μέλι και το Άδειο. Αυτή τη φορά έχουμε μια άλλη απεικόνιση, διότι η σύγκριση έγινε για όλο τον γόνο σε κάθε τύπο κηρού και στη συνέχεια για το μέλι και το άδειο. Έπειτα από την στατιστική ανάλυση, δεν υπάρχουν διαφορές στην προτίμησή τους ως προς τα τρία χαρακτηριστικά.

Πίνακας 3.10 Πλήθος εμφανίσεων Γόνου, Μελιού, Άδειου ανά τύπο κηρού συνολικά για τα Μελίσσια 1, 2, 3, 4

Τύπος κηρού	Γόνος			Μέλι			Άδειο		
	ΜΚ	ΑΚ	ΦΚ	ΜΚ	ΑΚ	ΦΚ	ΜΚ	ΑΚ	ΦΚ
	11	10	6	5	5	10	1	3	1
	13	5	4	6	1	10	7	1	1
	1	7	6	4	6	5	1	3	6
	7	2	4	2	4	2	1	5	2
	9	12	9	5	15	7	12	1	3
	7	8	1	3	5	1	8	11	2
	7		2	15	2	12	1	1	5
	6		8	11	2	8	13	10	1
	4		6	5	19	2	13	1	3
	7		5	1	6	1	4	1	
			8	7	2	14	9	1	
			6	1	4	3	1		
				3			2		
				9					
				15					
M.O.	7,2^a*	7,3^a	5,4^a	6,1^a	5,1^a	6,3^a	5,6^a	3,6^a	2,7^a
s	3,0	3,5	2,4	4,5	5,2	4,5	4,9	3,5	1,8
CV%	41,7	47,9	44,4	73,8	101,9	71,4	87,5	97,2	66,7

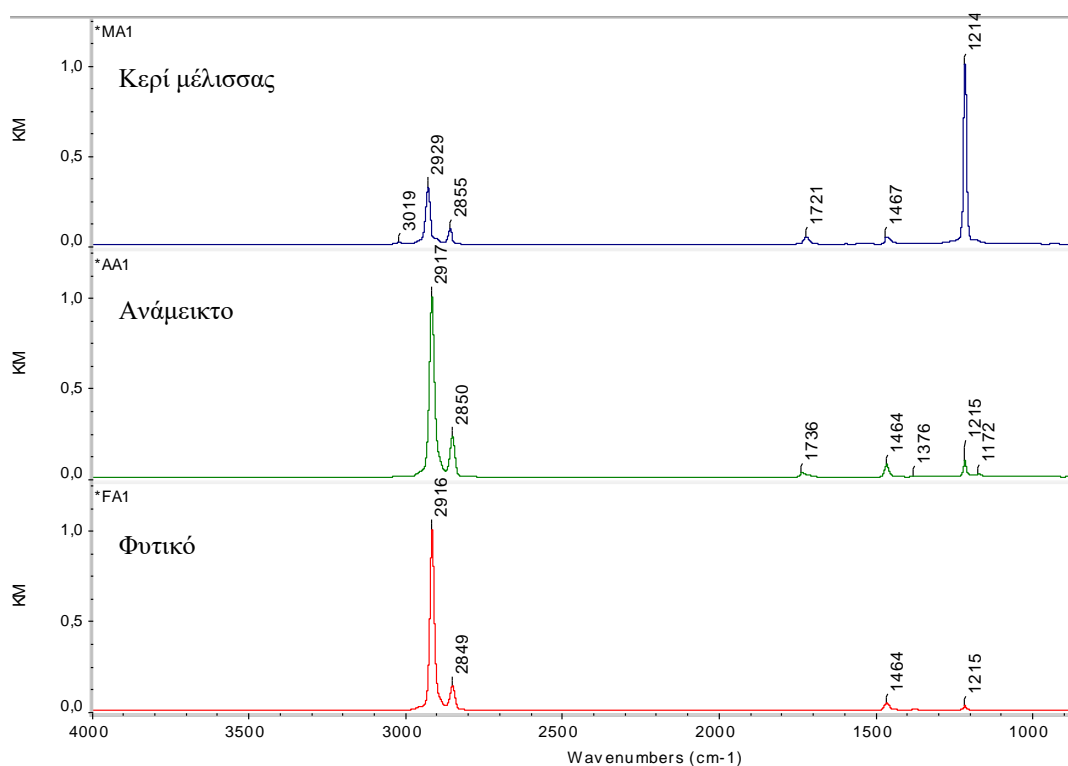
*Όπου διαφορετικό λατινικό γράμμα, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, με το Duncan Multiple Range Test. Η σύγκριση έγινε για το Γόνο, το Μέλι και το Άδειο ξεχωριστά.

3.3 Φασματοσκοπική ανάλυση κηρών

3.3.1 Σύγκριση φύλλων κηρήθρας από μελισσοκέρι, ανάμεικτο και φυτικό κηρό

Στην Εικόνα 3.3.1 φαίνονται τα φάσματα των άκτιστων φύλλων κηρήθρας από το μελισσοκέρι (MA1), το φυτικό (ΦΑ1) και τον ανάμεικτο κηρό (AA1) με τον διαλύτη χλωροφόρμιο (CHCl_3). Στην περίπτωση αυτή υπάρχει εικόνα των πολικών συστατικών του κάθε κηρού. Σε κάθε περίπτωση οι περιοχές που έγινε η σύγκριση μεταξύ των φασμάτων ήταν οι $2900\text{-}2800\text{ cm}^{-1}$ και $1700\text{-}1000\text{ cm}^{-1}$, διότι εκεί υπήρχαν οι κύριες κορυφές των φασμάτων. Ο συντελεστής ομοιότητας (Σ.Ο.) των φασμάτων MA1 και ΦΑ1 είναι 14,51%. Στο φύλλο κηρήθρας από μελισσοκέρι η κορυφή στα 1214 cm^{-1} είναι πολύ έντονη και στα 2917 cm^{-1} , που στο φυτικό φύλλο είναι έντονη, στο μελισσοκέρι είναι πολύ μικρή.

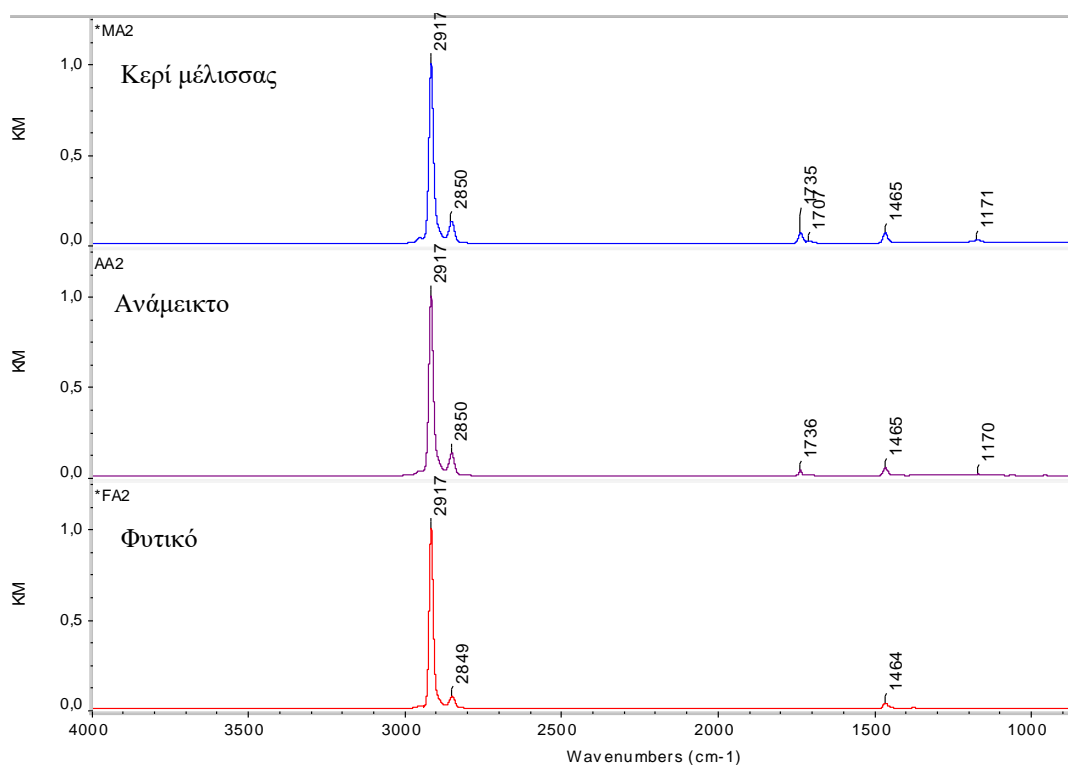
Στα φύλλα κηρήθρας από ανάμεικτο κηρό η εντονότερη κορυφή στα 2917 cm^{-1} εμφανίζεται στο φυτικό κηρί, ενώ χαρακτηριστικά από το κηρί μέλισσας φαίνονται στις μικρές κορυφές στα 1769 cm^{-1} .



Εικόνα 3.3.1 Φάσματα πολικών χαρακτηριστικών των άκτιστων φύλλων κηρήθρας από το μελισσοκέρι, το ανάμεικτο και το φυτικό κηρί

Στην συνέχεια στην Εικόνα 3.3.2 παρουσιάζονται τα φάσματα των άκτιστων φύλλων κηρήθρας από το κηρί μέλισσας, το ανάμεικτο και το φυτικό, με το διαλύτη εξάνιο. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει εκτίμηση για τα άπολα συστατικά των κηρών. Ο συντελεστής ομοιότητας, για το φύλλο από κηρί μέλισσας και το φυτικό, βρίσκεται στο 98,23%, οπότε φαίνεται ότι οι κηροί έχουν κοινά χαρακτηριστικά. Έχουν και τα δύο βασικές κορυφές στα 2917 cm^{-1} και 2850 cm^{-1} .

Και στην περίπτωση αυτή η εικόνα του φάσματος του ανάμεικτου κηρού, φαίνεται να έχει πάρει χαρακτηριστικά και από το κερι μέλισσας και το φυτικό.



Εικόνα 3.3.2 Φάσματα άπολων χαρακτηριστικών των άκτιστων φύλλων κηρήθρας από το μελισσοκέρι, το ανάμεικτο και το φυτικό κερι

3.3.2 Σύγκριση άκτιστων, ανοιχτόχρωμων και σκουρόχρωμων κηρηθρών από μελισσοκέρι, ανάμεικτο και φυτικό κηρό

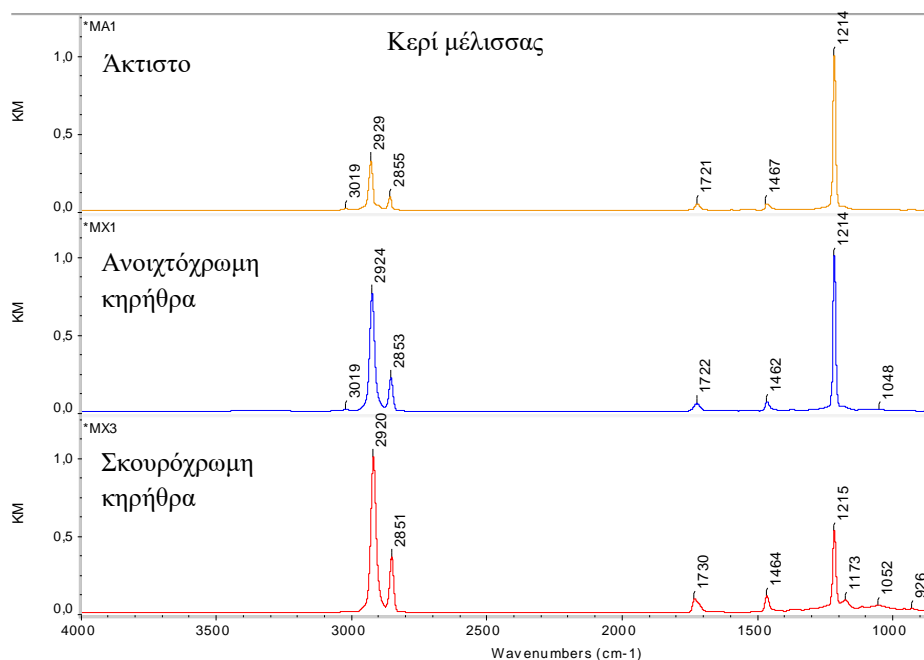
Στις Εικόνες 3.3.3-5 φαίνονται τα φάσματα του κηρού μέλισσας, του φυτικού και του ανάμεικτου κηρού, σαν φύλλο κηρήθρας, ανοιχτόχρωμες και σκουρόχρωμες κηρήθρες, με τον διαλύτη χλωροφόρμιο.

Το άκτιστο φύλλο κηρήθρας από μελισσοκέρι (MA1) δεν παρουσιάζει διαφορές με το αρχικά κτισμένο (MX1) (Σ.Ο.=99,72%). Όμως με την σκουρόχρωμη κηρήθρα (MX3) το άκτιστο φύλλο είχε κάποια διαφορετικά συστατικά (Σ.Ο.=67,43%). Η κορυφή στα 2929 cm^{-1} με την πάροδο του χρόνου έγινε εντονότερη, ενώ στα 1214 cm^{-1} μειώθηκε.

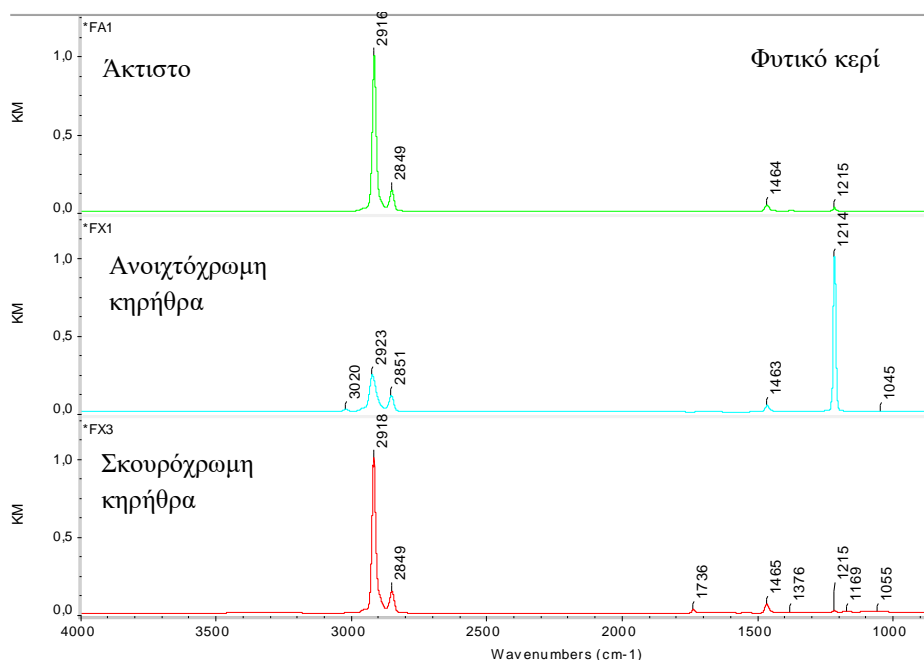
Στον φυτικό κηρό το άκτιστο φύλλο κηρήθρας (ΦA1) με την ανοιχτόχρωμη κηρήθρα (ΦX1) εμφάνισαν αρκετές διαφορές (Σ.Ο.=40,04%). Η κορυφή στα 1216 cm^{-1} μειώθηκε πολύ μετά το κτίσιμο από τις μέλισσες, ενώ στα 1215 cm^{-1} εμφάνισε μεγάλη άνοδο. Έτσι, η ομοιότητά του με το άκτιστο φύλλο κηρήθρας από μελισσοκέρι είναι εμφανής (Σ.Ο.=92,46%).

Το ανάμεικτο κερι παρουσίασε παρόμοια συμπεριφορά με το φυτικό. Το άκτιστο φύλλο κηρήθρας με το κτισμένο είχαν αρκετές διαφορές (Σ.Ο.=36,02%), ενώ με την σκουρόχρωμη κηρήθρα είχαν πιο κοινά χαρακτηριστικά (Σ.Ο.=97,46%).

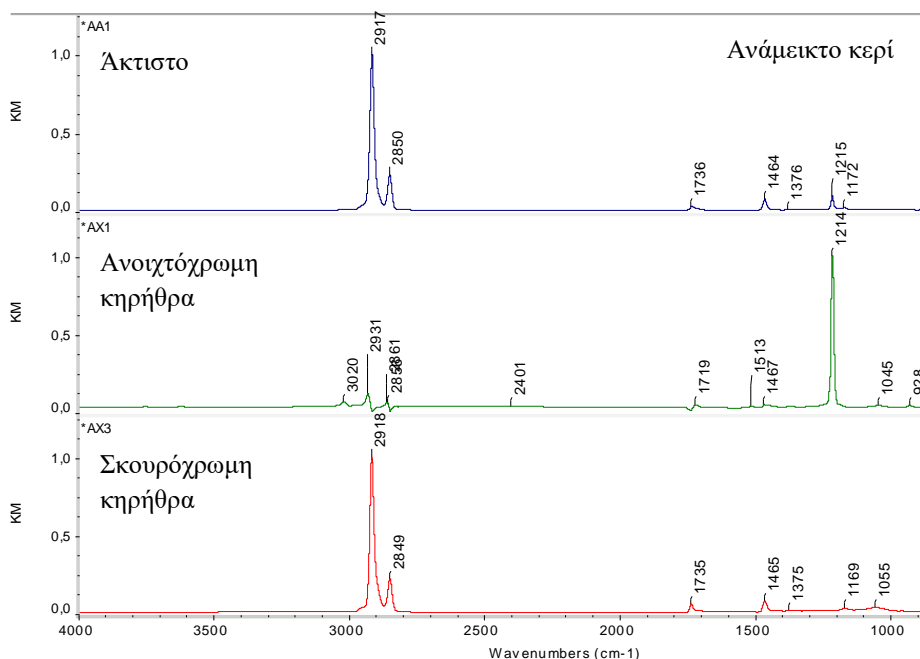
Όπως παρατηρήθηκε το σκουρόχρωμο φύλλο κηρήθρας από κηρό μέλισσας (MX3) εμφάνισε ίδια χαρακτηριστικά με τον φυτικό κηρό, τόσο με το άκτιστο φύλλο (ΦΑ1) (Σ.Ο.=87,50%), όσο και με τη σκουρόχρωμη κηρήθρα (ΦΧ3) (Σ.Ο.=75,46%).



Εικόνα 3.3.3 Φάσματα πολικών χαρακτηριστικών κεριού μέλισσας για άκτιστο, ανοιχτόχρωμη και σκουρόχρωμη κηρήθρα



Εικόνα 3.3.4 Φάσματα πολικών χαρακτηριστικών φυτικού κεριού για άκτιστο, ανοιχτόχρωμη και σκουρόχρωμη κηρήθρα



Εικόνα 3.3.5 Φάσματα πολικών χαρακτηριστικών ανάμεικτου κεριού για άκτιστο, ανοιχτόχρωμη και σκουρόχρωμη κηρήθρα

Στη συνέχεια ακολουθούν οι Εικόνες 3.3.6-8, όπου παρουσιάζουν τα φάσματα του κηρού μέλισσας, του φυτικού και του ανάμεικτου κηρού, σαν φύλλο κηρήθρας, ανοιχτόχρωμες και σκουρόχρωμες κηρήθρες, με διαλύτη εξάνιο.

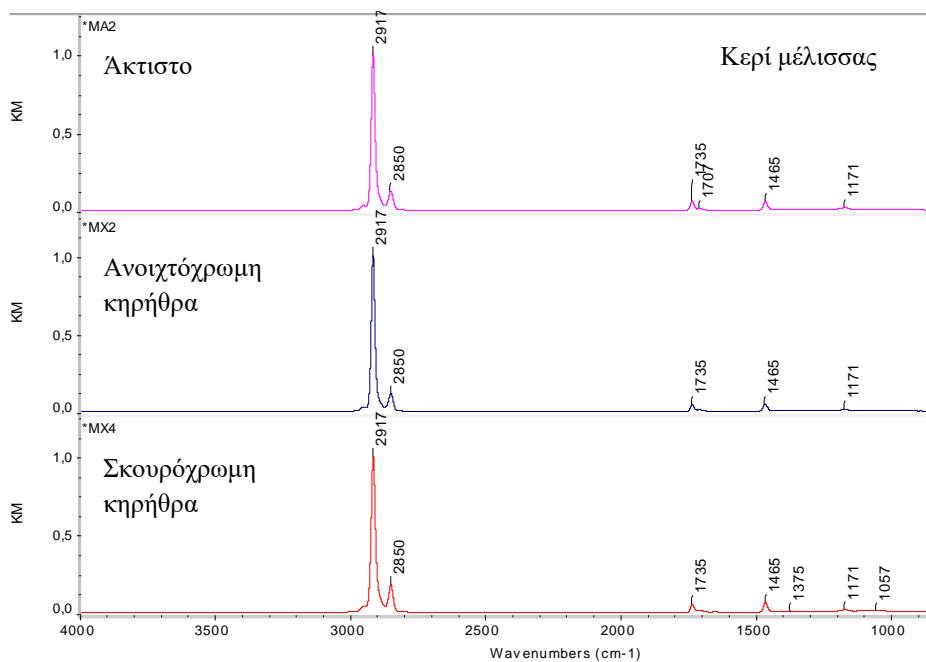
Όσον αφορά τα άπολα συστατικά των κηρών δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές.

Το άκτιστο φύλλο κηρήθρας από μελισσοκέρι (MA2) δεν παρουσιάζει διαφορές έπειτα που το έκτισαν οι μέλισσες (MX2) (Σ.Ο.=99,70%), ούτε μετά από την επεξεργασία τους (MX4) (Σ.Ο.=99,20%).

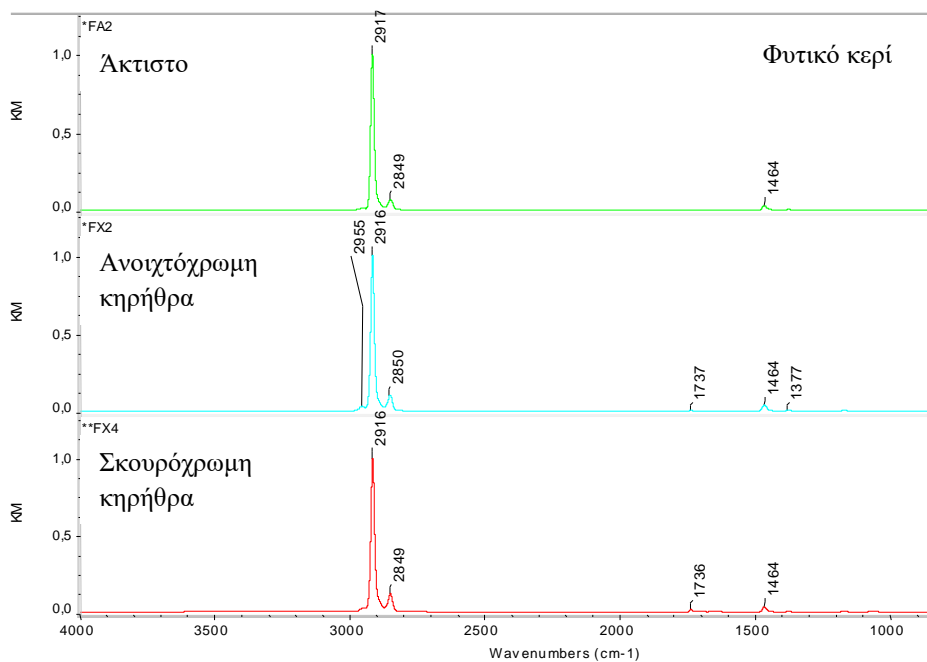
Επίσης, στον φυτικό κηρό το άκτιστο φύλλο κηρήθρας (ΦΑ2) με το κτισμένο καθαρό (ΦΧ2), καθώς και με εκείνο που πέρασε καιρό μέσα στην κυψέλη (ΦΧ4), δεν εμφάνισαν διαφορές (Σ.Ο.=98,70% και 98,16% αντίστοιχα).

Το ανάμεικτο κερί παρουσίασε τα ίδια αποτελέσματα, οπότε δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ των άκτιστων και των κτισμένων κηρηθρών.

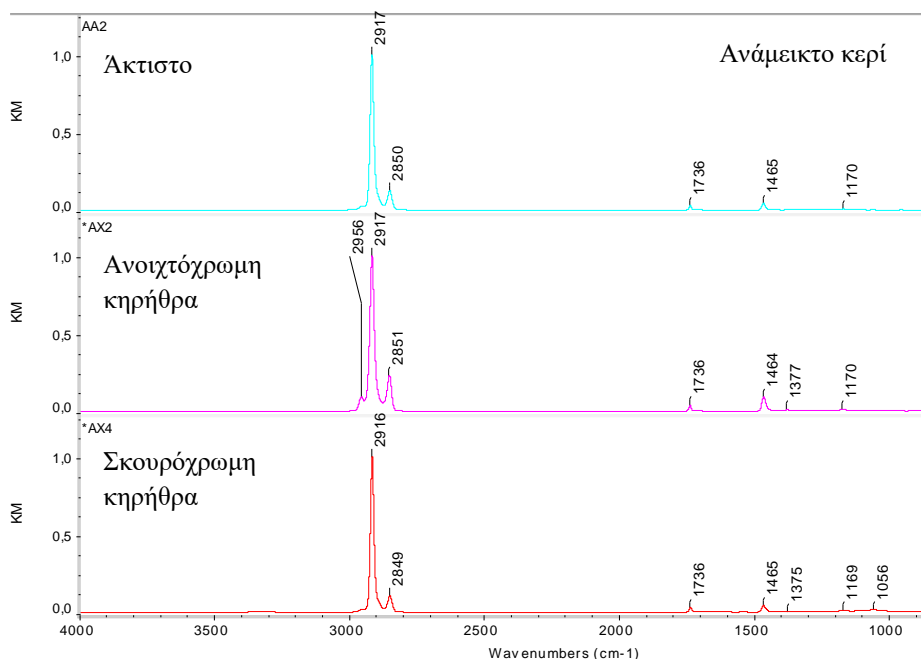
Το κτισμένο φύλλο κηρήθρας μετά από καιρό στην κυψέλη (MX4) και το αντίστοιχο φυτικό (ΦΧ4) δεν παρουσίασαν διαφορές στα χαρακτηριστικά τους (Σ.Ο.=98,81), όπως και το MX4 με το άκτιστο φυτικό (ΦΑ2) (Σ.Ο.=95,95%).



Εικόνα 3.3.6 Φάσματα άπολων χαρακτηριστικών κεριού μέλισσας για άκτιστο, ανοιχτόχρωμη και σκουρόχρωμη κηρήθρα



Εικόνα 3.3.7 Φάσματα άπολων χαρακτηριστικών φυτικού κεριού για άκτιστο, ανοιχτόχρωμη και σκουρόχρωμη κηρήθρα



Εικόνα 3.3.8 Φάσματα άπολων χαρακτηριστικών ανάμεικτου κεριού για άκτιστο, ανοιχτόχρωμη και σκουρόχρωμη κηρήθρα

Στον Πίνακα 3.11 παρουσιάζονται όλες οι κορυφές που εμφανίστηκαν σε όλα τα φάσματα των κηρών συνολικά.

Επειδή οι υδρογονάνθρακες, οι μονοεστέρες και τα ελεύθερα λιπαρά οξέα είναι τα κυριότερα συστατικά του κηρού μέλισσας, οι κύριες ζώνες απορρόφησης που παρατηρούνται στο υπέρυθρο φάσμα σχετίζονται με αυτές τις ουσίες.

Πίνακας 3.11 Συγκεντρωτικός πίνακας με όλες τις θέσεις των κορυφών, που προέκυψαν από τα φάσματα IR των κηρών		
Θέση	Δεσμός	Είδος δόνησης
3019-3020	=C-H	Τάση
2917-2956	-C-H(CH ₃)	Ασύμμετρη τάση
2849-2861	-C-H (CH ₂)	Συμμετρική τάση
1735-1736	C=O	Τάση του καρβονυλίου της εστερομάδας
1719-1730	-CO-O-	Τάση
1707	-C=O	Τάση ελεύθερων λιπαρών οξέων
1462-1467	-C-H (CH ₂)	Συμμετρική παραμόρφωση (ψαλιδισμός)
1375-1377	CH ₃	Συμμετρική παραμόρφωση
1214-1215	C-O	Ασύμμετρη τάση
1169-1173	C-O	Συμμετρική τάση
1045-1055	C-O	Τάση
926-928	=CH ₂	Παραμόρφωση

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4.1 Χρόνος κτισίματος φύλλων κηρήθρας

Ο χρόνος που χρειάστηκαν οι μέλισσες για να κτίσουν καθένα από τους τύπους κηρού (μελισσοκέρι, ανάμεικτο, φυτικό) ήταν ο ίδιος σε κάθε περίπτωση. Σε κάθε μέλισσι ξεχωριστά, σε όλη τη διάρκεια της μελέτης, οι μέλισσες αφιέρωσαν τον ίδιο χρόνο για να κτίσουν καθένα από τους διαφορετικούς τύπους κηρού.

Όταν συγκρίθηκε ο χρόνος κτισίματος κάθε κηρού ξεχωριστά, πάλι δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των διαφορετικών τύπων. Ακόμη και όταν έγιναν παρατηρήσεις σε ζεύγη κηρών που τοποθετήθηκαν την ίδια ημέρα, ο χρόνος που χρειάστηκαν οι μέλισσες για να τα κτίσουν ήταν ο ίδιος.

Η μέλισσα χρησιμοποιεί το φύλλο κηρήθρας ως βάση για να κτίσει επάνω σε αυτό τα κελιά, τα οποία χρησιμοποιεί αργότερα για αποθήκευση τροφής και εναπόθεση γόνου. Με τη βοήθεια του φύλλου κηρήθρας η μέλισσα κτίζει τα κελιά με τρόπο που θέλει ο μελισσοκόμος, έτσι ώστε να γίνει πιο εύκολη η μετέπειτα δουλειά του. Οπότε, αφού τα φύλλα κηρήθρας τα χρησιμοποιεί η μέλισσα ως θεμέλιο και όπως φάνηκε από την παρούσα μελέτη για τις συνθήκες που πραγματοποιήθηκε, πιθανόν να μην επηρεάζεται ο χρόνος που απαιτείται για να τα κτιστεί, ανεξάρτητα αν αυτά αποτελούνται από μελισσοκέρι, ανάμεικτο ή φυτικό κηρό.

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, δεν υπάρχουν αναφορές αντίστοιχης σύγκρισης του χρόνου χτισίματος σε φύλλα κηρήθρας που αποτελούνται από φυτικό κέρι. Σχετικές αναφορές, γίνονται μόνο για παραφίνη που έχει αντίστοιχα χρησιμοποιηθεί.

Όπως παρατηρήθηκε σε έρευνα που έκαναν οι Semkiw και Skubida (2013), εκτιμήθηκε ο χρόνος χτισίματος σε φύλλα κηρήθρας με διαφορετικό ποσοστό παραφίνης (0%, 10%, 30%, 50%). Όπως φάνηκε από τη μελέτη αυτή, η παραφίνη δεν επηρέασε τον χρόνο χτισίματος των κηρηθρών, σε καμία από τις περιπτώσεις που χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά ποσοστά ανάμιξης.

Ανάλογα αποτελέσματα προέκυψαν σε μελέτη που έγινε στην Αργεντινή, κατά την οποία αξιολογήθηκαν οι συνέπειες στο κτίσιμο των κηρηθρών, με τη χρήση φύλλων κηρήθρας που περιείχαν αυξανόμενες συγκεντρώσεις παραφίνης (0%, 20%, 40%) (Castro *et al.*, 2010). Σύμφωνα με την μελέτη αυτή, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στο χρόνο χτισίματος μεταξύ των διαφορετικών φύλλων κηρηθρών που χρησιμοποιήθηκαν.

Συμπερασματικά, φαίνεται πως η χρήση του φυτικού κεριού και οι αναμίξεις αυτού, όπως προέκυψε από την τρέχουσα μελέτη, αντίστοιχα με τις αναφορές για τη χρήση παραφίνης, δεν φαίνεται να επηρεάζου τον χρόνο χτισίματος όπως έχουν αναφέρει κι άλλοι ερευνητές για την παραφίνη. Δεν είναι όμως δυνατό να αποκλειστούν μακροπρόθεσμα, οι αρνητικές επιδράσεις ουσιών που δεν είναι το φυσικό κέρι της μέλισσας.

4.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά κηρήθρων

Μελετήθηκε η συμπεριφορά του μελισσιού ως προς την προτίμηση τοποθέτησης τροφών και γόνου αναλόγως του τύπου κηρήθρας. Πιο ειδικά, συγκρίθηκαν, για κάθε μελίτσι ξεχωριστά, αλλά και ο μέσος όρος των μελισσιών συνολικά, για κάθε είδος κηρού, η παρουσία γόνου, μελιού ή η επιλογή του να μην αξιοποιείται.

Από τα αποτελέσματα του μέσου όρου για το σύνολο των μελισσιών φαίνεται πως για το μελισσοκέρι και το ανάμεικτο δεν παρουσιάζονται διαφορές ως προς την προτίμηση για τα 3 χαρακτηριστικά. Οι μέλισσες δηλαδή, ως συνολική μέση τάση συμπεριφοράς, έδειξαν στον ίδιο βαθμό προτίμηση για αποθήκευση τροφής, ωτοκία, ή να το αφήσουν κενό. Για τους δύο αυτούς τύπους κεριού (μελισσοκέρι και ανάμεικτο κερι) στα επιμέρους αποτελέσματα κάθε ενός μελισσιού ξεχωριστά, παρατηρήθηκαν αποκλίσεις από τον μέσο όρο. Έτσι για το μελισσοκέρι, σε ένα μελίτσι παρουσιάστηκε πιο έντονα η τάση να εμφανίζεται γόνος και να αποθηκεύεται μέλι και λιγότερο να παραμένει αναξιοποίητο. Η ίδια αυτή τάση με την ίδια στατιστικά σημαντική συμπεριφορά, παρουσιάστηκε στο ίδιο μελίτσι και για το ανάμεικτο κερι.

Όσον αφορά τον τρίτο τύπο κεριού, το φυτικό κερι, η συνολική κατά μέσο όρο συμπεριφορά όλων των μελισσιών ήταν να το προτιμούν για προσθήκη γόνου και μελιού και σπανιότερα να το αφήνουν αναξιοποίητο. Στον επιμέρους όμως έλεγχο συμπεριφοράς κάθε μελισσιού, κάτι τέτοιο δεν παρατηρήθηκε για το φυτικό κερι. Αντιθέτως, τα αποτελέσματα από την επιμέρους συμπεριφορά κάθε μελισσιού για το φυτικό, έδειξαν πως με την ίδια συχνότητα επέλεξαν να τοποθετήσουν γόνο, μέλι ή να το αφήσουν αναξιοποίητο.

Σχετικά πειράματα σύγκρισης της συμπεριφοράς των μελισσών αναλόγως του τύπου κηρήθρας έχουν γίνει σε πλαστικές βάσεις φύλων κηρήθρας. Πιο ειδικά μελετήθηκε η εναπόθεση γόνου και μελιού σε πλαστικές κηρήθρες (Detroy and Epickson, 1977) και σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής, η χρήση της πλαστικής κηρήθρας θα μπορούσε να αποδειχτεί χρήσιμη. Η διαφορά που παρατηρήθηκε στις μέλισσες ήταν το γεγονός ότι οι μέλισσες που προέκυψαν από κηρήθρες που είχαν κτιστεί πάνω σε πλαστικό φύλλο, είχαν μικρότερο πλάτος κεφαλής από εκείνες στο φύλλο κηρήθρας από κανονικό κερι. Η παραγωγή κηρού ήταν μεγαλύτερη, ενώ η παραγωγή μελιού ελαφρώς μικρότερη από τις κηρήθρες που προήλθαν πλαστικά φύλλα.

Επιπλέον, από τον έλεγχο φύλλων κηρήθρας με παραφίνη, σε διαφορετικά ποσοστά (0%, 10%, 30%, 50%) και την επίδραση που αυτό έχει στην εκτροφή του γόνου και την ανάπτυξη των μελισσιών (Semkiw and Skubida, 2013) δεν εντοπίστηκαν διαφορές στην εμφάνιση των εργατριών μελισσών ούτε στη θνησιμότητα του γόνου. Στα μελίτσια δεν παρατηρήθηκε αρνητική επίδραση από το διαφορετικό ποσοστό παρουσίας της παραφίνης στα φύλλα κηρήθρας. Κατά τη διάρκεια του πειράματος και αργότερα, η ανάπτυξη των μελισσιών ήταν παρόμοια.

Η παρουσία παραφίνης στα φύλλα κηρήθρας, μελετήθηκε και από τους Castro *et al* (2010) και συνδέθηκε με την ανάπτυξη των μελισσιών.

Χρησιμοποιήθηκαν φύλλα κηρήθρας με τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις παραφίνης (0%, 20%, 40%). Σύμφωνα με την μελέτη αυτή, φάνηκε ότι οι μέλισσες ανέχονται ποσοστά έως και 40% παραφίνης σε κηρήθρες. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο κηρός μελισσών που ανακυκλώνεται από τις κηρήθρες μέλισσας περιέχει λιποδιαλυτές μολυντικές ουσίες, η παραφίνη παίζει πιθανώς ρόλο αραιωτικού παράγοντα, για να μειώσει τη συγκέντρωσή τους, και επομένως ευνοεί την επιβίωση των μελισσών σε αυτές τις περιπτώσεις. Ο δείκτης επιβίωσης των μελισσών ήταν μεγαλύτερος σε κηρούς με περιεκτικότητα σε παραφίνη 40% έναντι του 0%. Πιθανώς το η παραφίνη δρα ως αραιωτικό και των υπολειμματικών μολυσματικών ουσιών που υπάρχουν στους ανακυκλωμένους κηρούς.

Ένα ακόμα χαρακτηριστικό που έχει μελετηθεί για τους τύπους της κηρήθρας είναι αυτό της μετάδοσης της πληροφορίας μέσω των χορών των μελισσών. Έτσι σύμφωνα με τους Seeley *et al.*, 2005, χρησιμοποιήθηκαν φύλλα κηρήθρας πλαστικά και από κερί μέλισσας. Το αποτέλεσμα ήταν ότι τα χτισμένα φύλλα με πλαστική βάση ήταν σημαντικά φτωχότερα στη μετάδοση των δονήσεων 250 Hz που παράγονται από τις μέλισσες. Παρά όλα αυτά δεν σημειώθηκαν ενδείξεις μειωμένης αποτελεσματικότητας των χορών που πραγματοποιήθηκαν σε κηρήθρες από πλαστικά φύλλα σε σχέση με αυτά που κτίστηκαν με φύλλο από κερί μέλισσας.

4.3 Φασματοσκοπική ανάλυση κηρών

Από την φασματοσκοπική ανάλυση, εμφανίστηκαν ορισμένες διαφορές όσον αφορά τα πολικά χαρακτηριστικά των κηρών. Η πρώτη ύλη που χρησιμοποιήθηκε, το μελισσοκέρι και το φυτικό κερί, πριν αυτά δοθούν στις μέλισσες για να τα επεξεργαστούν, παρουσίασαν ορισμένες διαφορές ως προς το φάσμα τους στα πολικά χαρακτηριστικά. Το ανάμεικτο κερί παρουσιάζει χαρακτηριστικά και από τα δύο είδη κεριού που χρησιμοποιήθηκαν.

Στην σύγκριση που έγινε στη συνέχεια με τις ανοιχτόχρωμες και σκουρόχρωμες κηρήθρες, τα αποτελέσματα είχαν αρκετό ενδιαφέρον. Όσον αφορά τα πολικά συστατικά, το άκτιστο φύλλο από μελισσοκέρι και το ανοιχτόχρωμο κτισμένο δεν είχαν διαφορά, ενώ στο σκουρόχρωμο (MX3) εμφανίστηκαν κάποιες διαφορές. Αυτό συμβαίνει, διότι με τον καιρό μεταφέρονται στο κερί διάφορες ουσίες, όπως για παράδειγμα κουκούλια από τις προνύμφες ή και πρόπολη από τις μέλισσες.

Η σκουρόχρωμη κηρήθρα από μελισσοκέρι (MX3), είχε ίδια χαρακτηριστικά με το φυτικό κηρό (ΦΑ1, ΦΧ3). Αυτό πιθανόν συνέβη, διότι από τον φυτικό κηρό, μετά από το διάστημα 5 μηνών, πέρασαν συστατικά και στο μελισσοκέρι, διότι, οι μέλισσες μέσα σε μία κυψέλη μεταφέρουν κηρό από το ένα σημείο στο άλλο.

Το άκτιστο φύλλο κηρήθρας από φυτικό κηρό δεν μοιάζει καθόλου με το μετέπειτα κτισμένο. Οι μέλισσες όταν το έκτισαν χρησιμοποίησαν δικό τους κερί, δηλαδή μελισσοκέρι, οπότε πέρασαν συστατικά από εκείνο το κερί στο φυτικό. Για τον λόγο αυτό το φάσμα του κτισμένου φυτικού φύλλου (ΦΧ1) μοιάζει περισσότερο με το άκτιστο από μελισσοκέρι (ΜΑ1).

Σε όλες τις αναλύσεις που έγιναν για τα άπολα συστατικά των κηρών, δεν εμφανίστηκαν κάπου αξιοσημείωτες διαφορές. Οπότε κατά τις συγκρίσεις φαίνονται να είναι όμοια.

Από την παρούσα μελέτη υπάρχουν αρκετά συμπεράσματα. Τα φυτικά και ανάμεικτα φύλλα κηρήθρας δεν εμπόδισαν τις μέλισσες να τα κτίσουν με τον ίδιο ρυθμό που έκτισαν και αυτά από μελισσοκέρι. Οπότε δεν έπαιξε ρόλο η βάση που είχαν για να κτίσουν τα δικά τους κελιά και τα έκτισαν όπως θα έπρεπε κανονικά. Στην μετέπειτα έρευνα που έγινε για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά, πάλι δεν υπήρχαν εμφανείς διαφορές. Οι μέλισσες χρησιμοποιούσαν όλους τους τύπος κηρηθρών που είχαν για να τοποθετήσουν μέλι και γόνο. Στην φασματοσκοπική ανάλυση που διεξήχθη, παρόλο που βρέθηκαν μερικές διαφορές, αυτό δεν επηρέασε τις μέλισσες στο να κάνουν κανονικά την δουλειά τους και τα αναπτύξουν την κοινωνία τους. Το πιο ενδιαφέρον αποτέλεσμα μέσα από τις αναλύσεις, ήταν το γεγονός ότι οι μέλισσες μεταφέρουν κερί από το ένα σημείο στο άλλο, μέσα σε μία κυψέλη.

5. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

5.1 Πίνακες

Πίνακας 5.1 Χρόνος κτισίματος σε κάθε κυψέλη και κάθε περίοδο ξεχωριστά								
Χρόνος κτισίματος (ημέρες)								
Ημερ.	Πλαίσιο (θέση)							
15.05	AK2(2)*	MK2(9)	MK1(2)	ΦK2(9)	AK1(2)	ΦK1(9)		
	10	10	15	10	3	8		
22.05	AK3 (9)	ΦK3 (2)	AK4 (2)	MK3 (9)				
	7	7	2	2				
29.05	AK5(9)	MK4(2)	ΦK8(11)	MK8(13)	MK5(9)	ΦK6(3)	MK6(14)	AK7(11)
	52	9	9	25	2	-	9	9
31.05	AK9(4)	ΦK10(9)	MK9(18)	AK10(11)	AK11(9)	MK10(2)	MK11(11)	ΦK9(18)
	26	7	23	23	53	23	23	23
14.06	MK17(13)	AK18(19)	ΦK19(13)	MK18(17)	ΦK18(12)	MK15(20)		
	9	9	19	9	9	9		
11.07	ΦK17(13)	MK14(12)	AK17(13)	ΦK14(12)	ΦK15(13)	ΦK16(11)	MK16(19)	
	3	7	-	-	-	3	3	
20.07	AK14(14)	AK15(16)	AK16(14)					
	-	5	5					

Χρόνος κτισίματος (ημέρες)							
Ημερ.	Πλαίσιο (θέση)						
15.05							
22.05							
29.05	ΦK5(8)	ΦK4(3)	ΦK7(7)	AK8(4)	MK7(20)	AK6(15)	
	57	9	25	9	9	9	
31.05	MK12(9)	AK12(2)	ΦK12(18)	ΦK11(10)	MK13(1)	AK13(20)	ΦK13(12)
	20	50	26	44	50	23	23
14.06							
11.07							
20.07							

*Μελίσσι 1
Μελίσσι 2
Μελίσσι 3
Μελίσσι 4

Πίνακας 5.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά από το Μελίσσι 1 για κάθε ημερομηνία επιθεώρησης (Γ: Γόνος, γ: γύρη, Μ: Μέλι, Α: Άδειο, *: δεν κτίστηκε πλήρως, **X**: Αφαίρεση από κυψέλη)

Μελίσσι 1													
Ημερ.	Πλαίσια ΑΚ3	ΦΚ3	ΜΚ8	ΦΚ8	ΑΚ5	ΦΚ10	ΜΚ4	ΜΚ9	ΑΚ18	ΜΚ17	ΑΚ10	ΑΚ9	ΦΚ17
29.05	Μ	Μ											
31.05	Μ	Γ											
07.06	Γ	Γ	Μ*	Μ	Μ*	Ν	Μ						
14.06	Γ	Γ	Μ*	Γ	Μ*	Γ	Μ						
23.06	Γ	Γ	Μ	Γ	Μ*	Γ	Α	Α	Α	Α	Μ		
26.06	Γ	Γ	Μ	Γ	Α	Γ	Α	Α	Γ	Μ	Μ	Α	
02.07	Μ	Μ	Μ	Γ	Α	Γ	Α	Α	Γ	Γ	Μ	Ν	
08.07	Μ	Μ	Μ	Μ	Α	Α	Μ	Γ	Γ	Γ	Γ	Ν	
14.07	Α	Μ	Μ	Μ		γ	Α	Γ	Γ	Γ	Γ	Α	Α
20.07	Γ	Μ	Μ	Μ	Μ	γ	Α	Γ	Γ	Γ		Α	Μ
25.07	Γ	Μ		Μ	Μ	Γ	Α	Γ	Γ	Γ	Γ	Ν	Μ
20.09	Γ	Μ	Μ	Μ	X	Μ	Α	Μ	Γ	Γ	Μ	X	X
25.09	Γ	Μ	Μ	Μ	X	Μ	Μ	Μ	Γ	Γ	Γ	X	X
02.10	Γ	Μ	Μ	Μ		Μ	Μ	Μ	Γ	Γ	Μ	X	
11.10	Μ	Γ	Μ	Μ	X	Γ	Γ	Γ	Μ	Μ	Μ	X	X
17.10	Γ	Μ	Μ	Μ	X	Μ	Μ	Γ	Γ	Γ	Γ	X	X

Πίνακας 5.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά από το Μελίτσι 2 για κάθε ημερομηνία επιθεώρησης (Γ: Γόνος, γ: γύρη, Μ: Μέλι, Α: Άδειο, *: δεν κτίστηκε πλήρως, **X**: Αφαίρεση από κυνέλη)

Μελίτσι 2												
Ημερ.	Πλαίσια	ΦΚ2	ΜΚ1	ΜΚ5	ΜΚ6	ΑΚ7	ΜΚ18	ΦΚ9	ΜΚ11	ΦΚ19	ΜΚ10	ΑΚ11
24.05	Μ											
29.05	Γ	Μ										
31.05	Γ	Μ	Α									
07.06	Γ	Μ	Μ	Μ	Μ							
14.06	Γ	Μ	Μ	Μ	Μ							
23.06	Μ	Μ	Μ	Μ	Μ	Μ	Γ	Μ	Μ*	Α		
26.06	Α	Α	Α	Μ	Μ	Α	Α	Μ	Μ	Α		
02.07	Α	Α	Α	Μ	Μ	Μ	Γ	Μ	Μ	Α		
08.07	Α	Α	Α	Μ	Μ	Μ	Γ	Μ	Μ	Α		
11.07	Α	Α	Α	Μ	Μ	Μ	Γ	Γ	Μ	Α		
14.07	Α	Α	Α	Μ	Μ	Μ	Γ	Γ	Μ	Α		
20.07	Α	Α	Α	Μ	Μ	Μ	Γ	Γ	Μ	Α		
25.07	Μ	Α	Α	Μ	Μ	Γ	Γ	Γ	Μ	Α		-
20.09	Μ	Α	X	Μ	Μ	Μ	Γ	Γ	Μ	Α		Μ
25.09	Μ	Α	X	Μ	Μ	Μ	Γ	Γ	Μ	Α		Μ
02.10	Μ	Α	X	Μ	Μ	Μ		Γ	Γ	Α		Μ
11.10	Μ	Α	X	Μ	Μ	Μ	Α	γ	Μ	Α		Μ
17.10	Μ	Α	X	Μ	Μ	Μ	Μ	Μ	Μ	Α		Μ

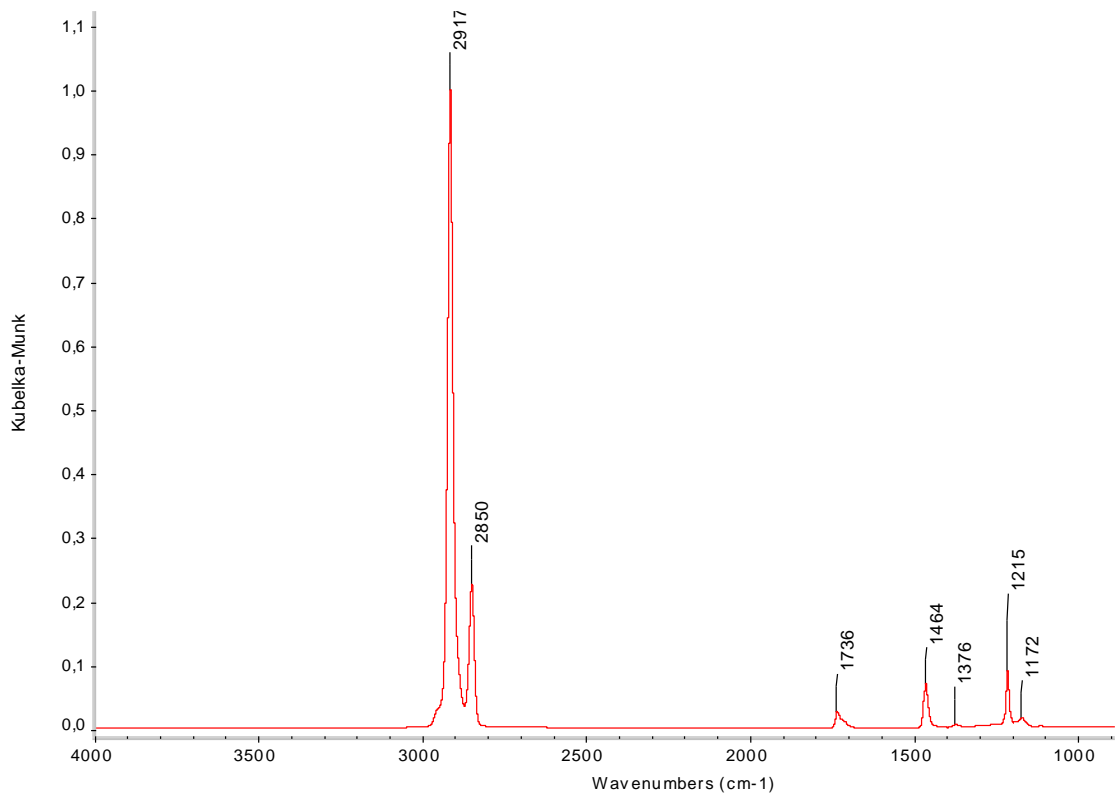
Πίνακας 5.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά από το Μελίσσι 3 για κάθε ημερομηνία επιθεώρησης (Γ: Γόνος, γ: γύρη, Μ: Μέλι, Α: Άδειο, *: δεν κτίστηκε πλήρως, X : Αφαίρεση από κυψέλη)										
Μελίσσι 3										
Ημερ.	Πλαίσια									
	ΑΚ2	ΜΚ2	ΜΚ14	ΦΚ4	ΦΚ12	ΜΚ15	ΦΚ18	ΜΚ12	ΑΚ12	ΜΚ5
24.05	A	A								
29.05	Γ	M								
31.05	Γ	M	M	M						
07.06	Γ	A	M	M						
14.06	Γ	A	Γ	M						
23.06	Γ	A	Γ	M	M*	A	Γ			
26.06	A	A	Γ	M	Γ	A	Γ			
02.07	A	A	Γ	M	Γ	Γ	Γ			
08.07	A	A	N	A	Γ	Γ	Γ			
11.07	A	A	Γ	A	Γ	Γ	Γ			
14.07	M	A	Γ	A	Γ	Γ	Γ			
20.07	M	A	Γ(σμ.10)*	M	Γ(σμ.9)	Γ(σμ.11)	A	Γ	M	
25.07(νέα βασ.)	γ	A	M	M	M	Γ	M	M	M	M
20.09 (ορφανό, αρρενοτόκο)	Γ	A	M	Γ	Γ	A	A	Γ	Γ	M
25.09	Γ	A	M	Γ	Γ	A	A	Γ	Γ	M

*βασιλικά κελιά σηπουργίας

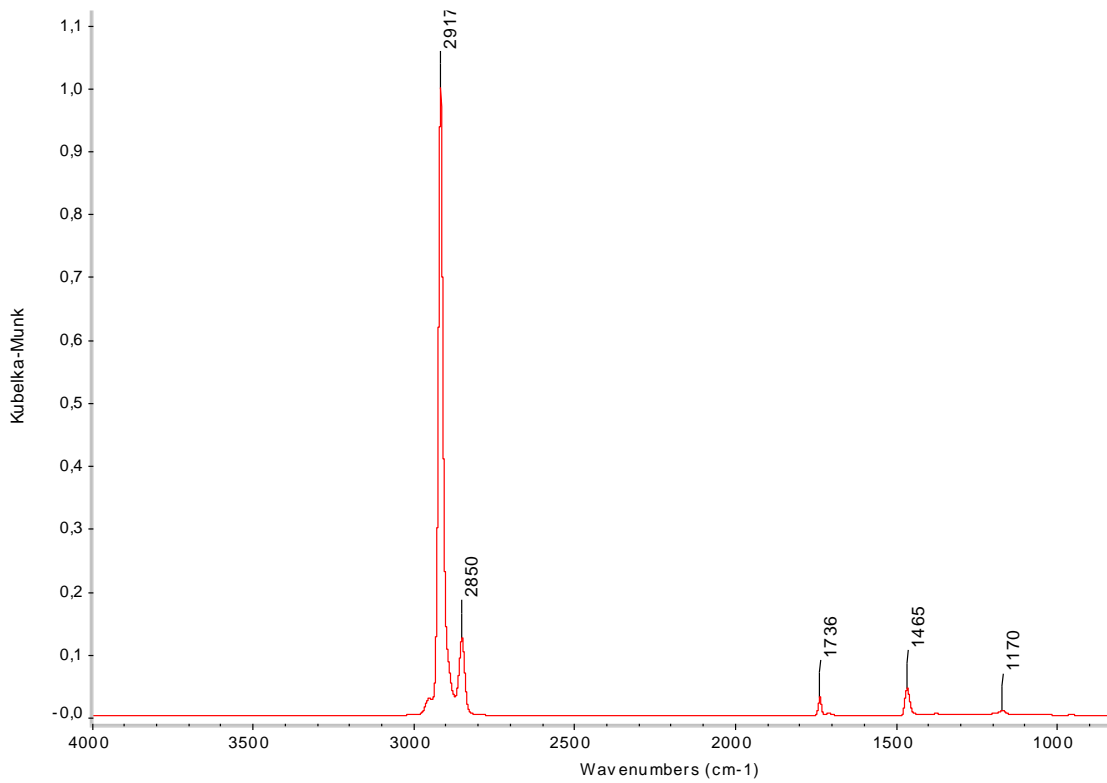
Πίνακας 5.5 Ποιοτικά χαρακτηριστικά από το Μελίσσι 4 για κάθε ημερομηνία επιθεώρησης (Γ: Γόνος, γ: γύρη, Μ: Μέλι, Α: Άδειο, *: δεν κτίστηκε πλήρως, **X**: Αφαίρεση από κυψέλη)

Μελίσσι 4																
Ημερ.	Πλαίσια															
	ΑΚ1	ΦΚ1	ΑΚ4	ΜΚ3	ΜΚ7	ΑΚ6	ΑΚ8	ΦΚ13	ΑΚ13	ΦΚ7	ΦΚ16	ΜΚ16	ΦΚ11	ΜΚ13	ΑΚ16	ΑΚ15
17.05	A															
22.05	M	M														
24.05	M	M	A	A												
29.05	M	Γ	M	M												
31.05	M	Γ	M	M												
07.06	M	Γ	M	M	M	A	A									
14.06	M	M	M	M	M	Γ	A									
23.06	M	M	M	M	M	Γ	A	Γ	Γ	A						
26.06	M	M	M	A	M	Γ	A	Γ	Γ	A						
02.07	M	M	A	A	M	Γ	A	Γ	Γ	A						
08.07	M	M	A	A	M	M	A	Γ	Γ	A						
11.07	M	M	A	A	M	M	A	Γ	Γ	M						
14.07	M	M	A	A	M	Γ	A	Γ	Γ	M	A	A	A			
20.07	M	M	γ	M	M	Γ	A	Γ	Γ	M	γ	Γ	A	A		
25.07	M	M	A	M	M	Γ	A	Γ	Γ	A	Γ	Γ	A	A	A	A
20.09	M	M	A	A	M	Γ	X	X	M	X	Γ	Γ	X	X	X	X
25.09	M	M	A	A	M	Γ	X	X	M	X	Γ	Γ	X	X	X	X
02.10	M	M	A	A	M	Γ			A		Γ	Γ				
11.10	M	Γ	A	M	M	Γ	X	X	M	X	Γ	Γ	X	X	X	X
17.10	M	Γ	A	M	M	Γ	X	X	M	X	Γ	Γ	X	X	X	X

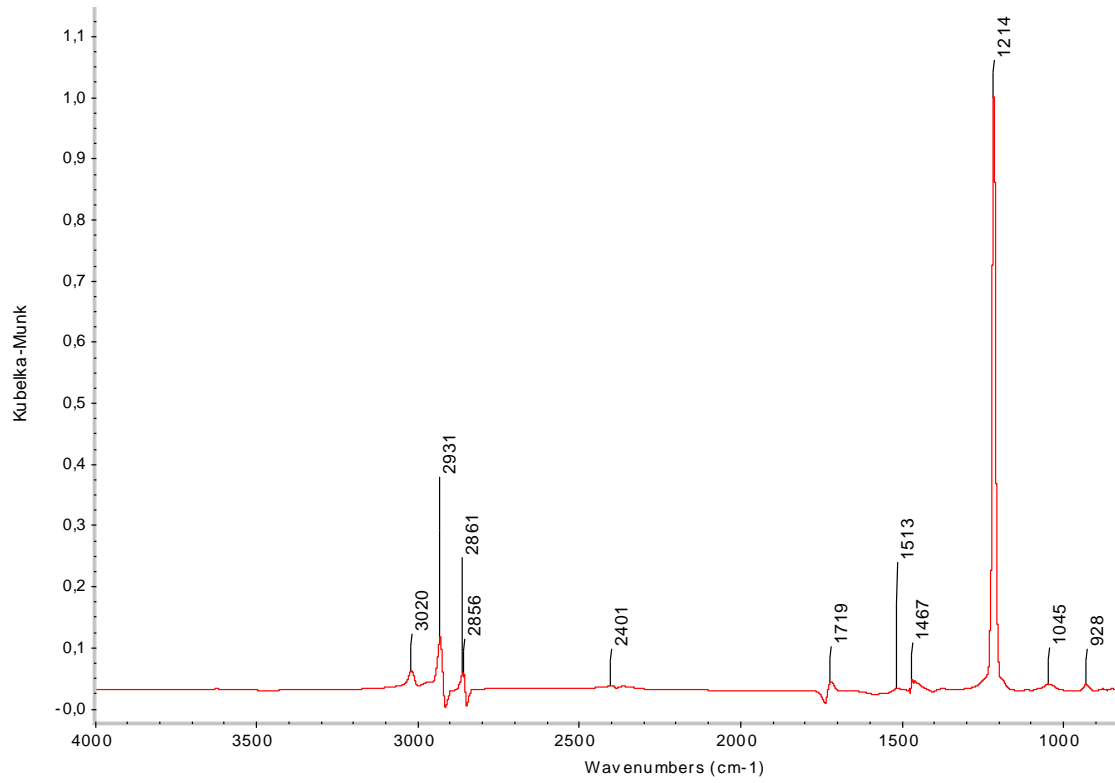
5.2 Σχήματα



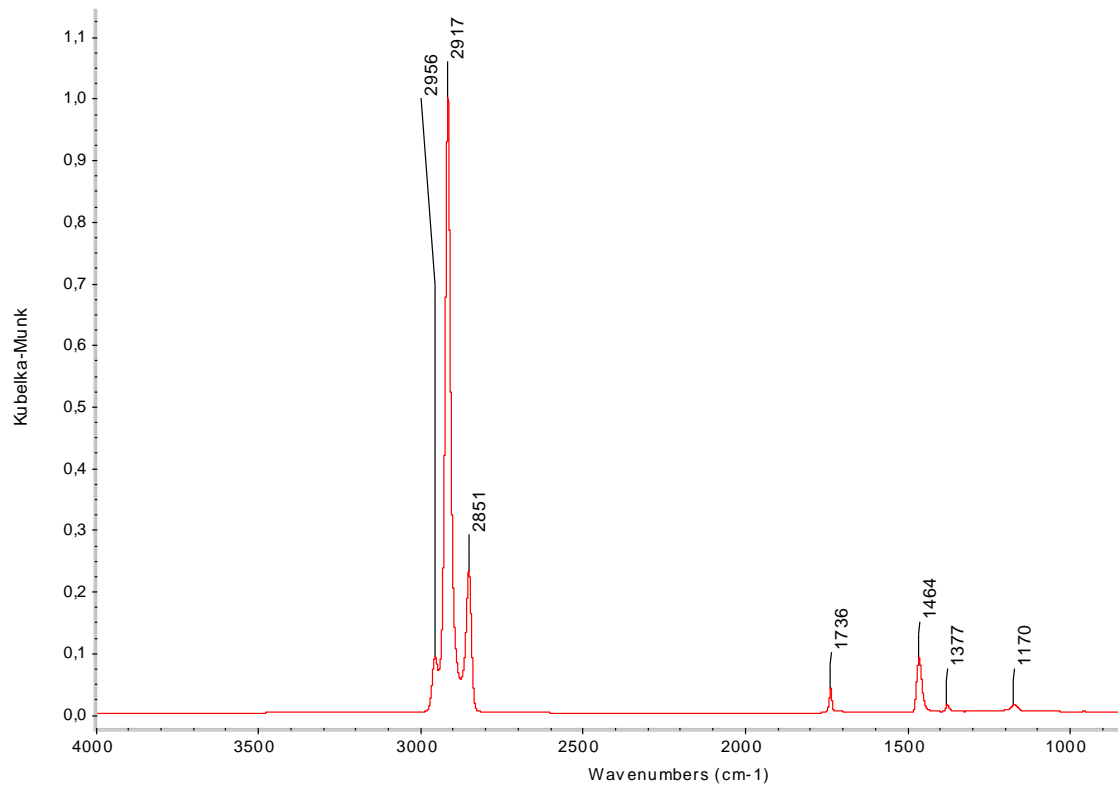
Εικόνα 7.1 Φάσμα του ΑΑ1



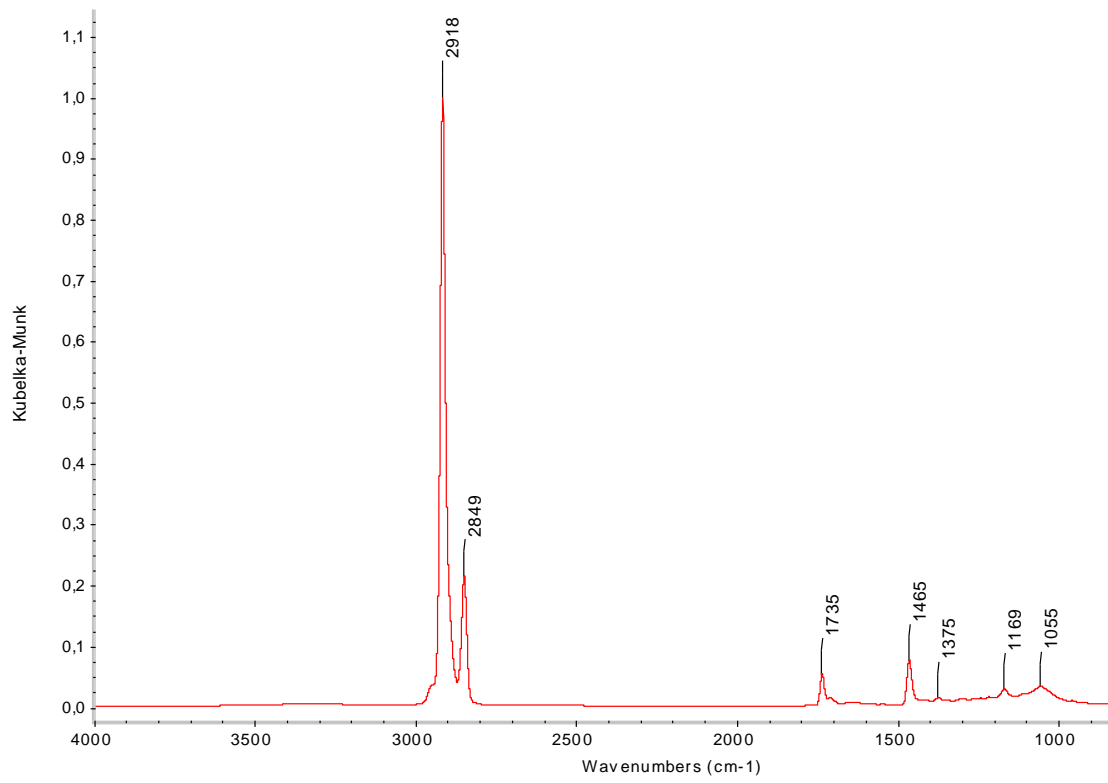
Εικόνα 7.2 Φάσμα του ΑΑ2



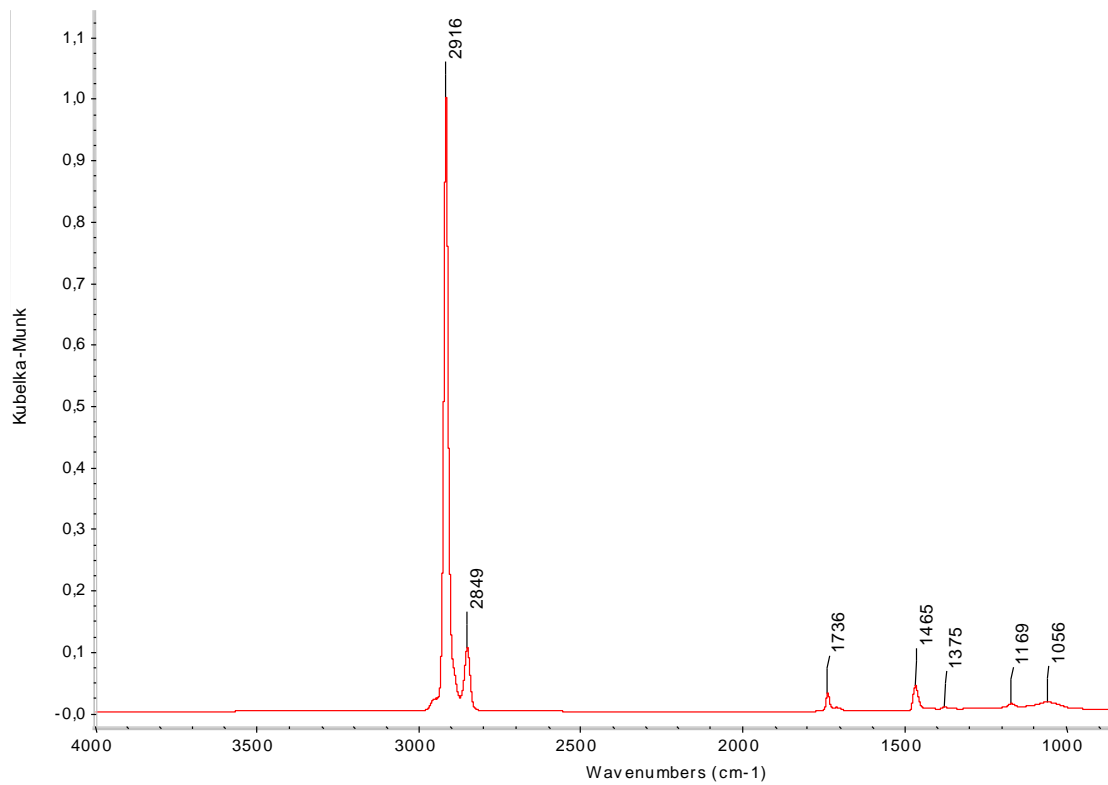
Εικόνα 7.3 Φάσμα του AX1



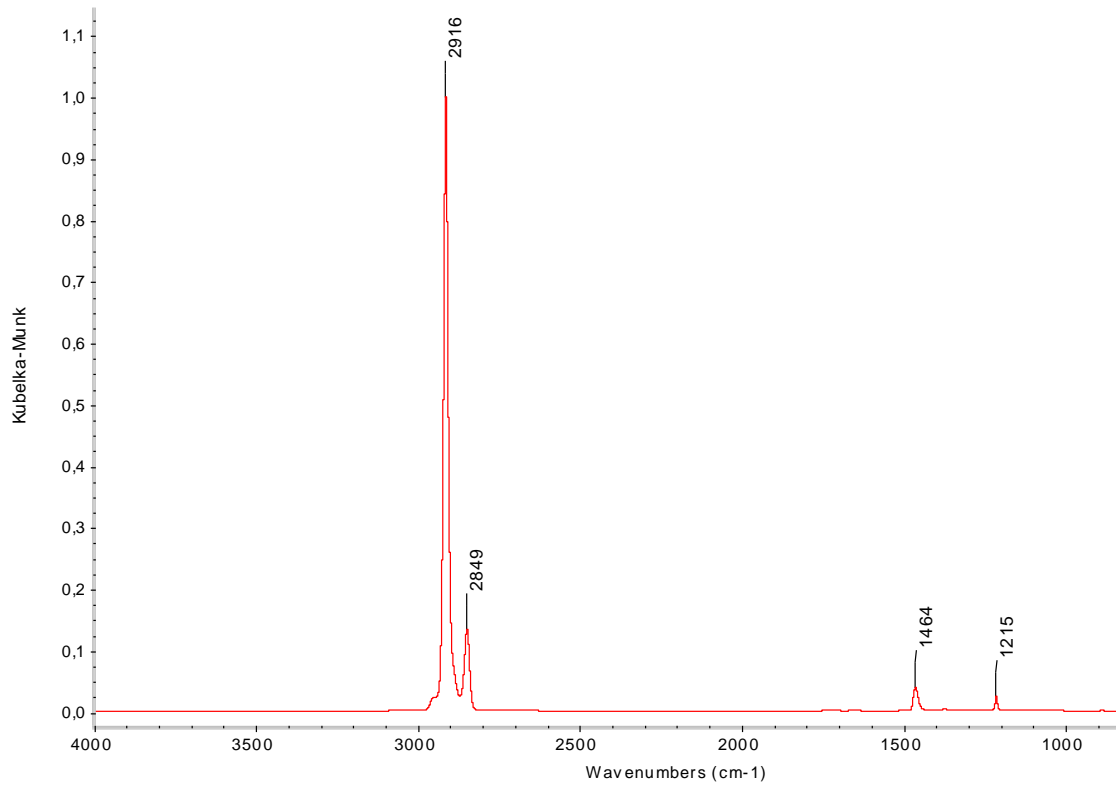
Εικόνα 7.4 Φάσμα του AX2



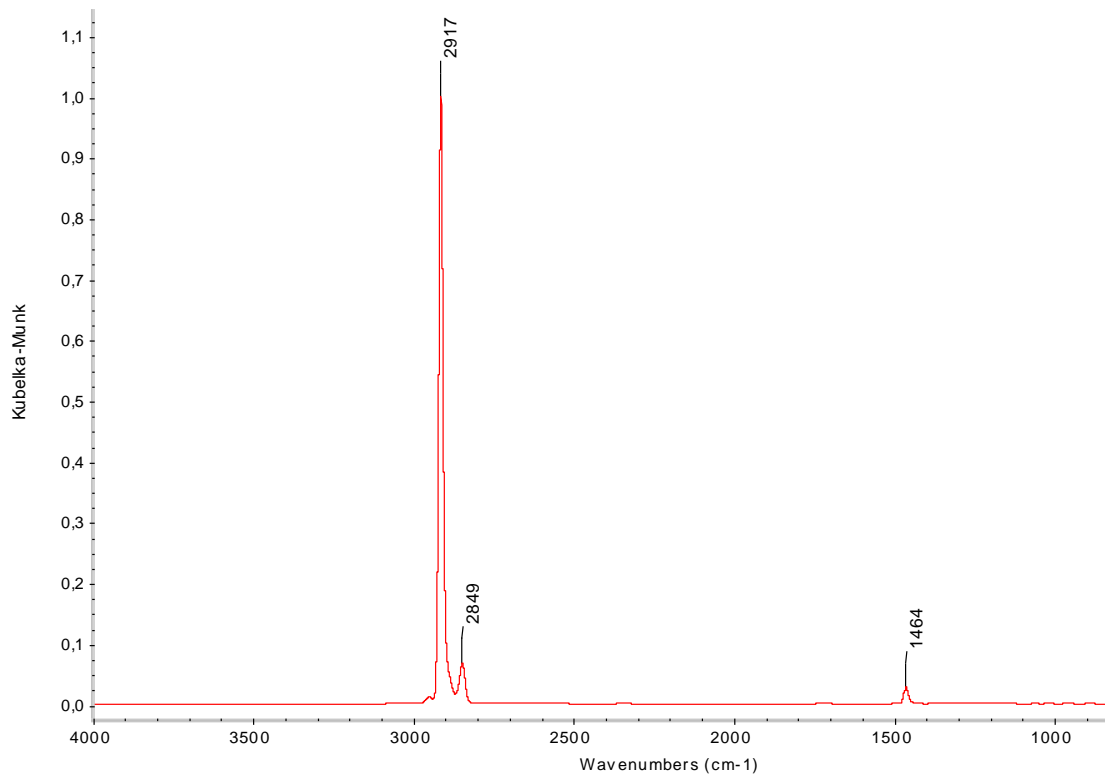
Εικόνα 7.5 Φάσμα του AX3



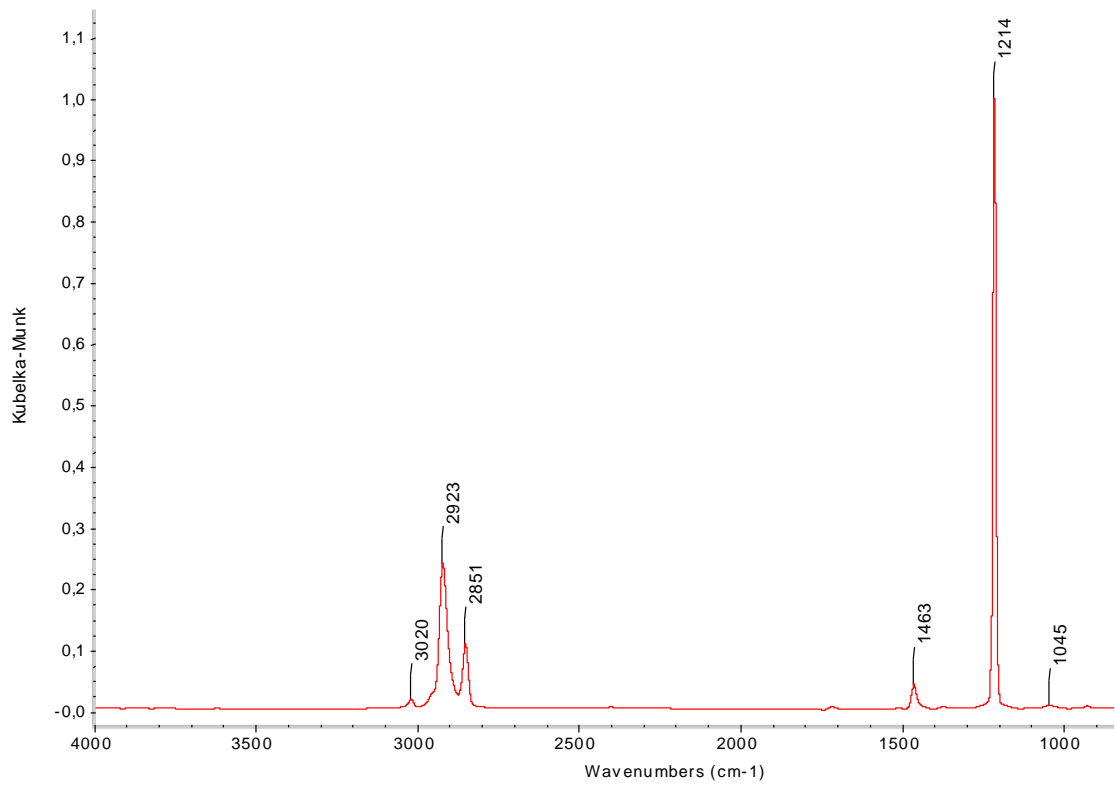
Εικόνα 7.6 Φάσμα του AX4



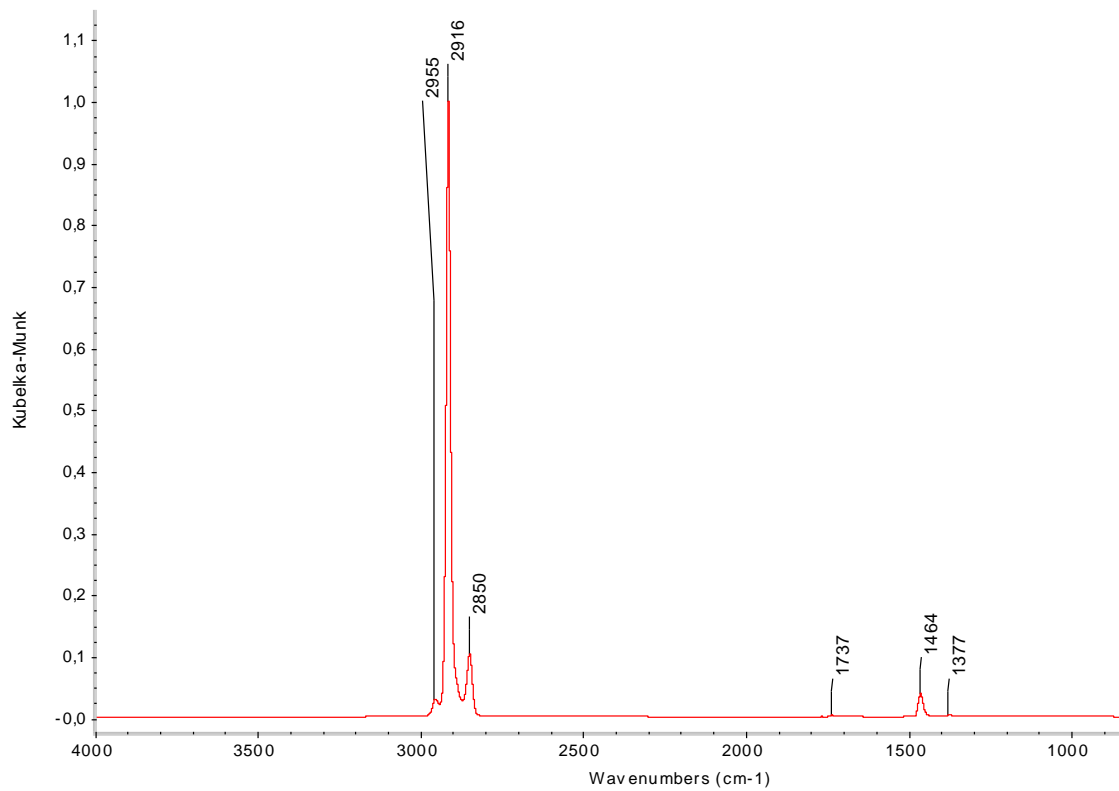
Εικόνα 7.7 Φάσμα του ΦΑ1



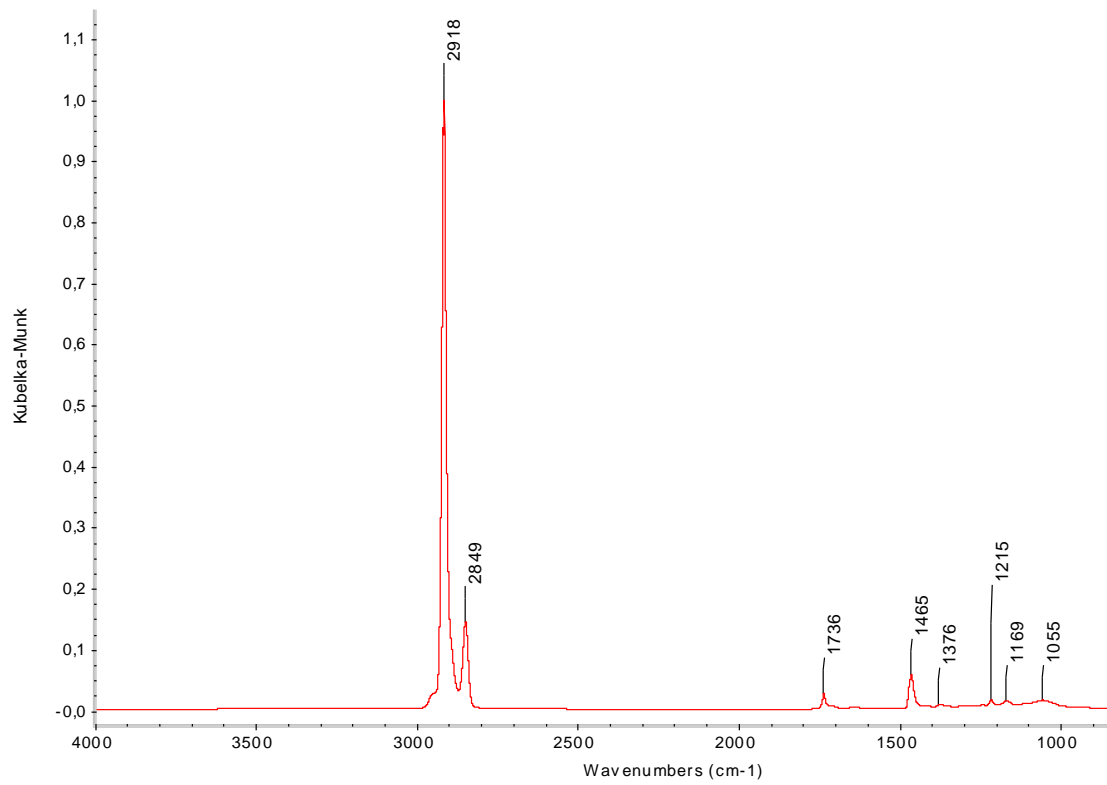
Εικόνα 7.8 Φάσμα του ΦΑ2



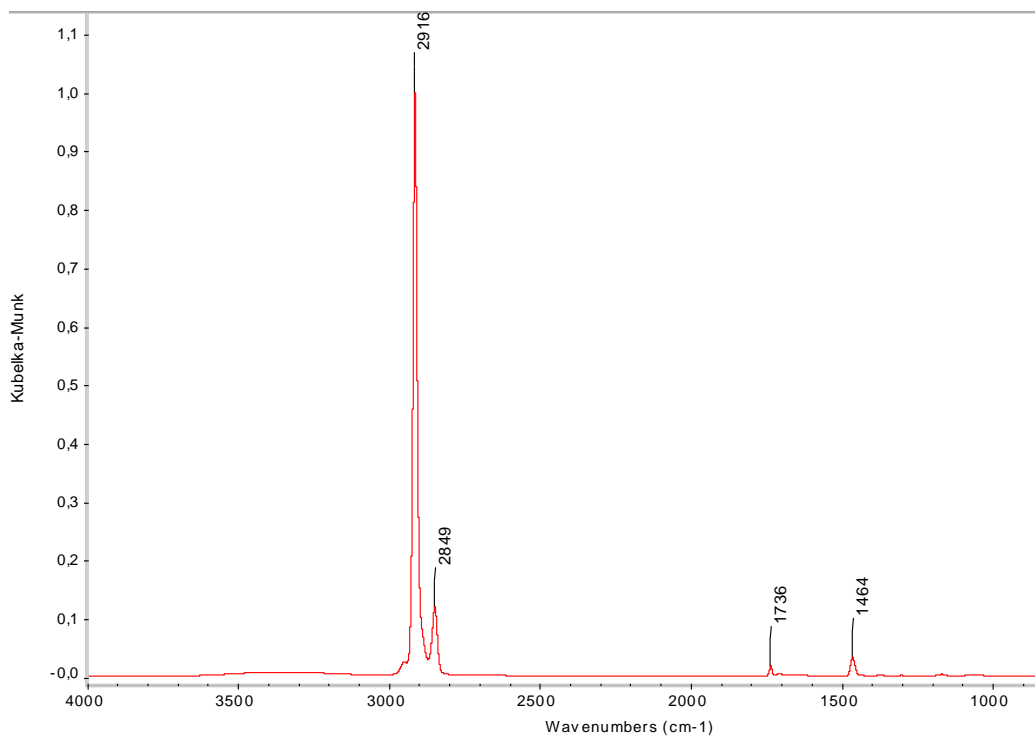
Εικόνα 7.9 Φάσμα του ΦΧ1



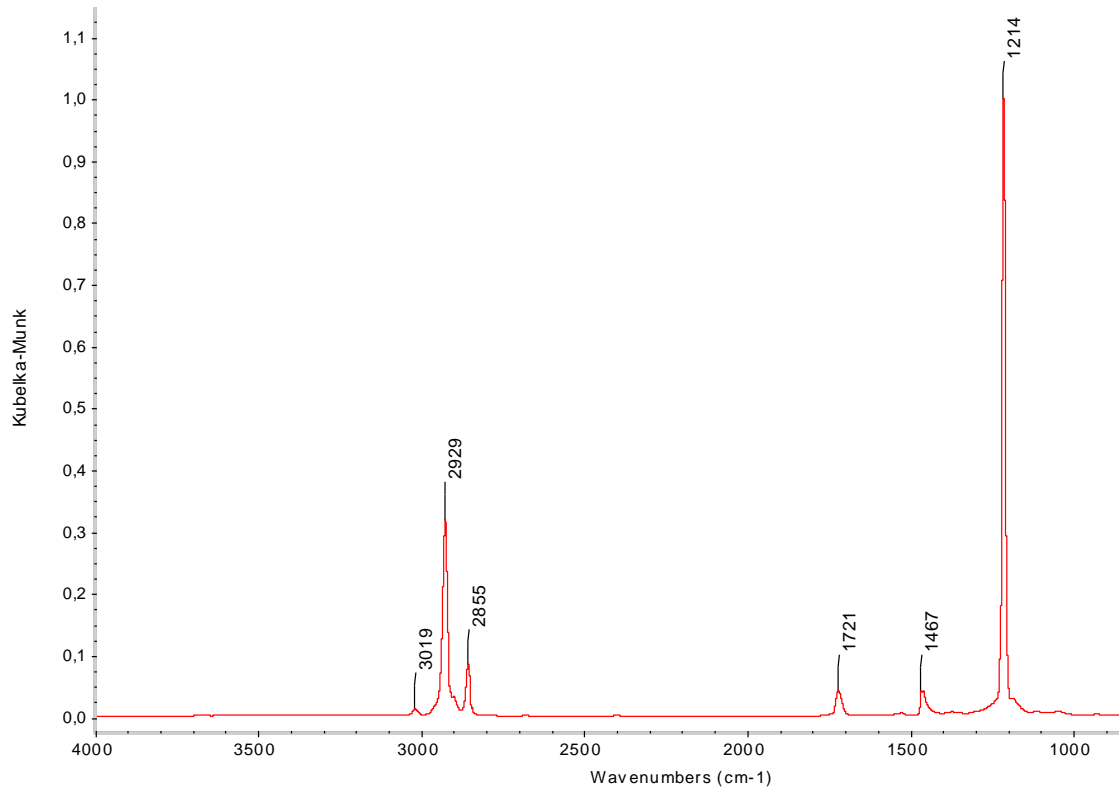
Εικόνα 7.10 Φάσμα του ΦΧ2



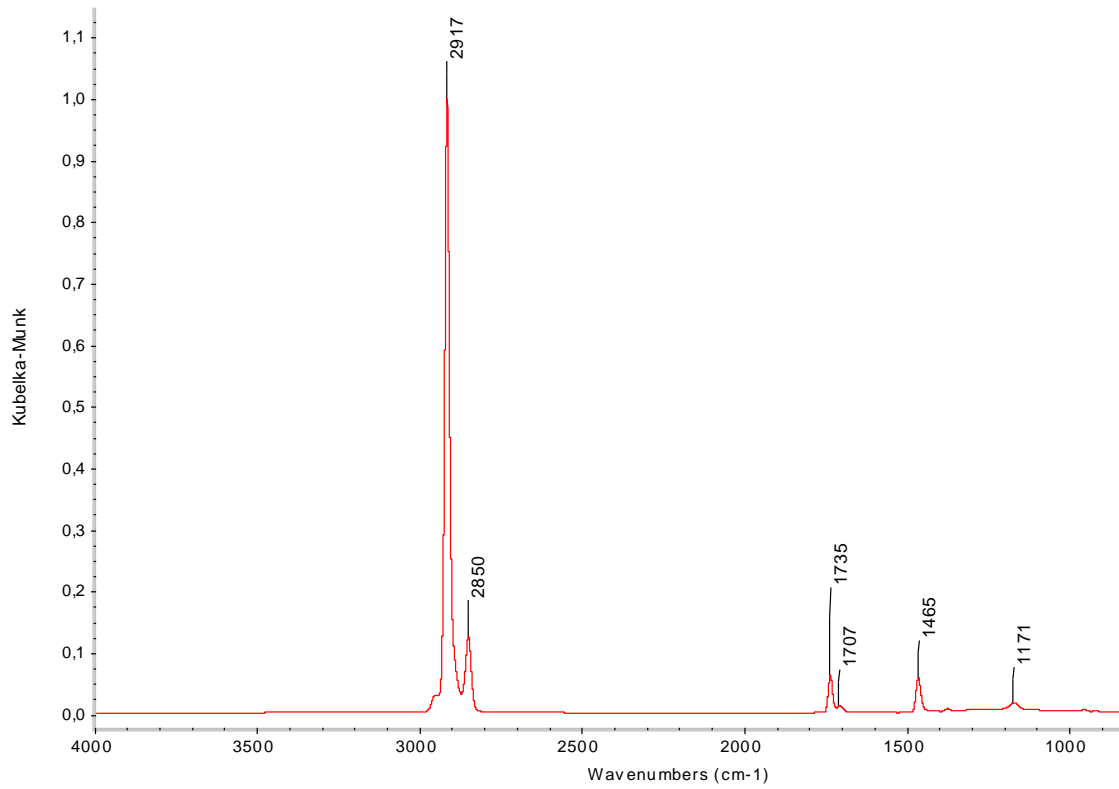
Εικόνα 7.11 Φάσμα του ΦΧ3



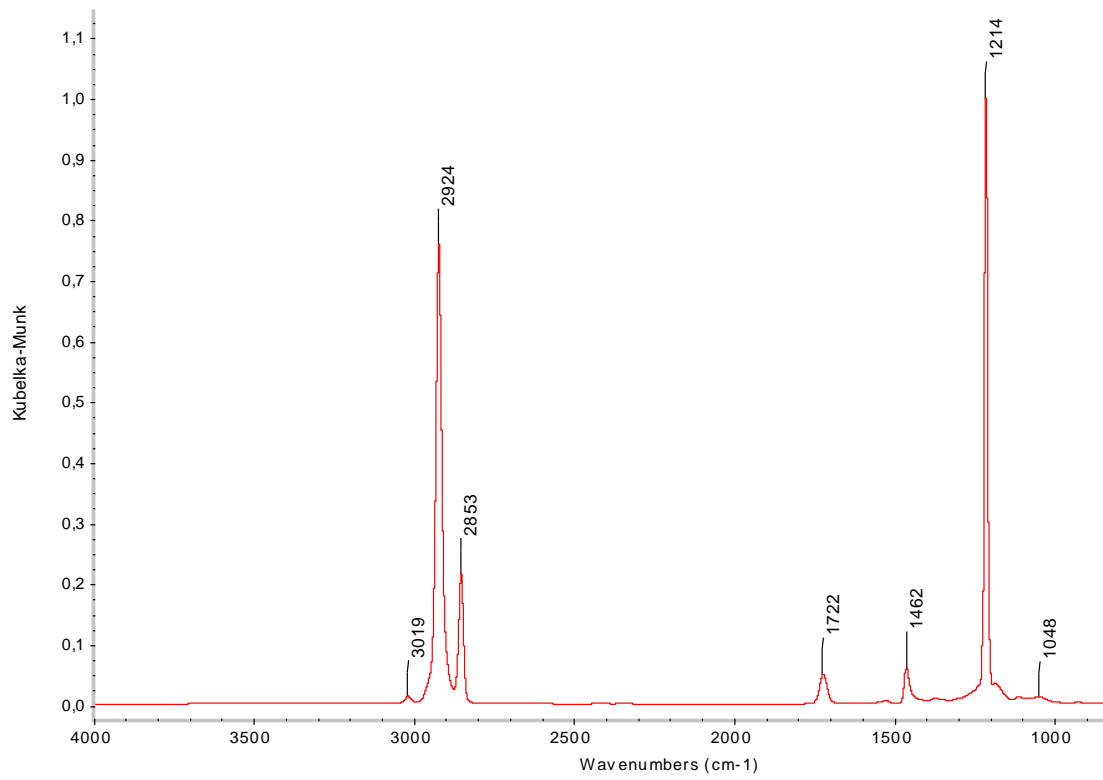
Εικόνα 7.12 Φάσμα του ΦΧ4



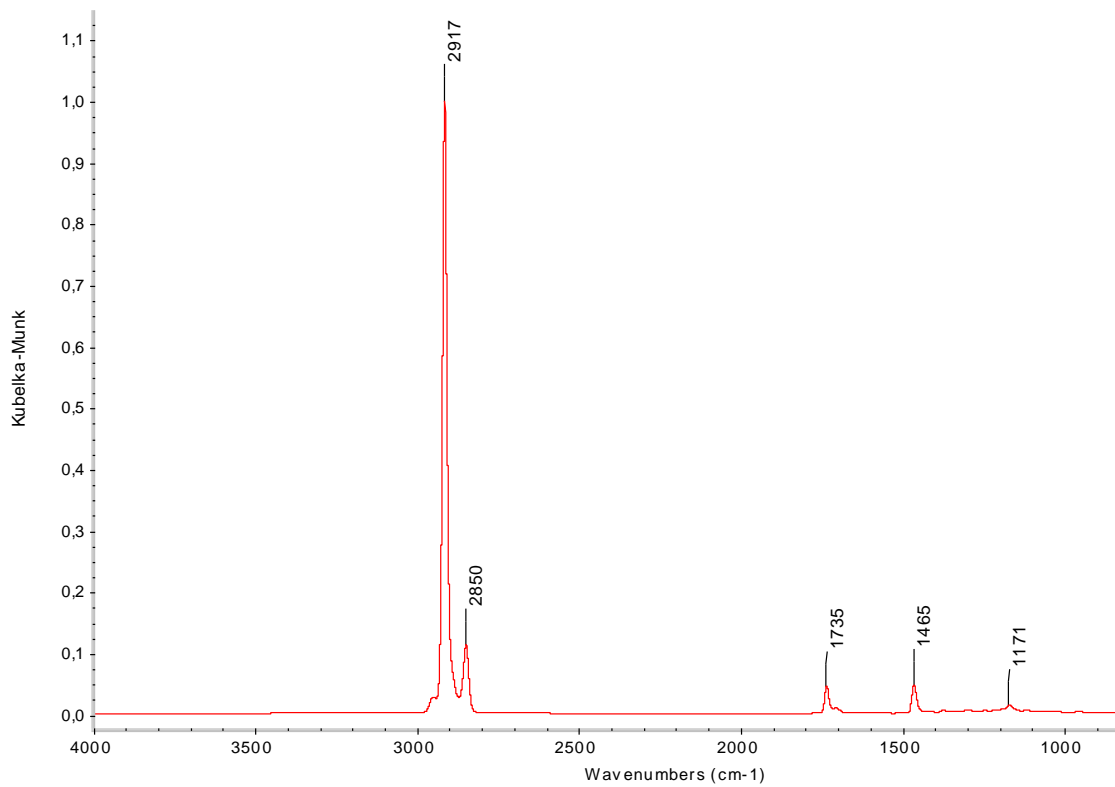
Εικόνα 7.13 Φάσμα του MA1



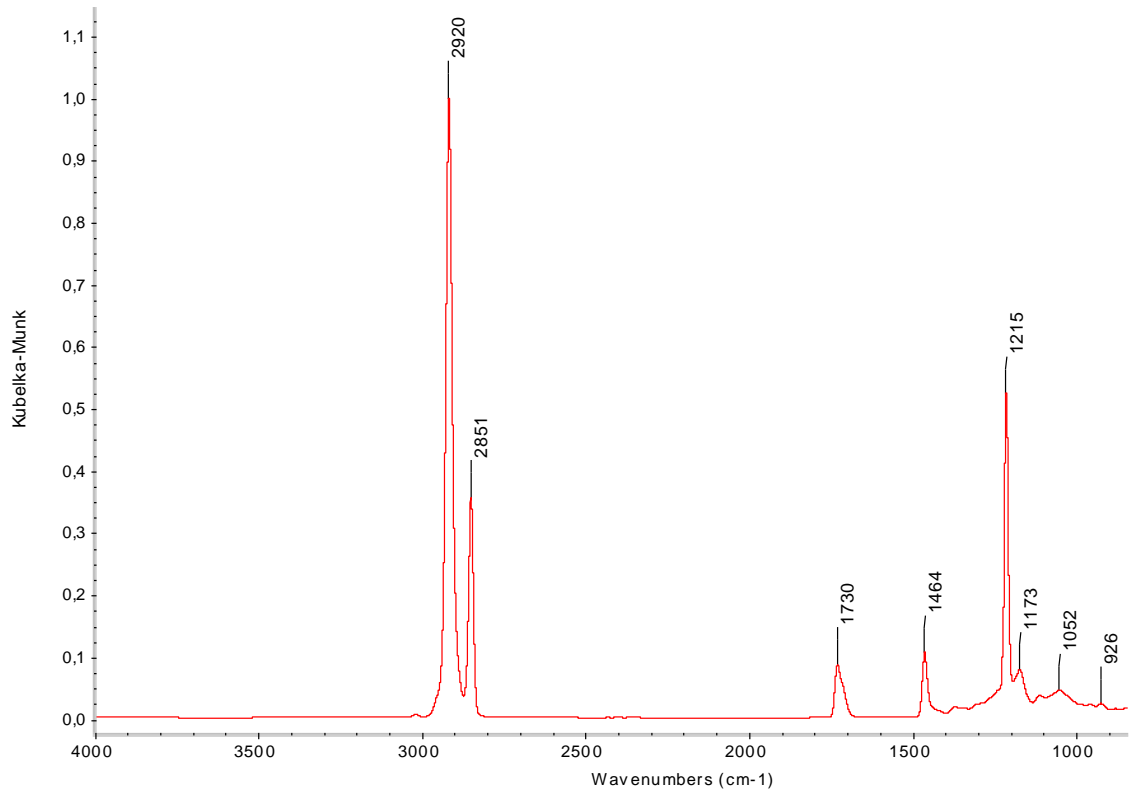
Εικόνα 7.14 Φάσμα του MA2



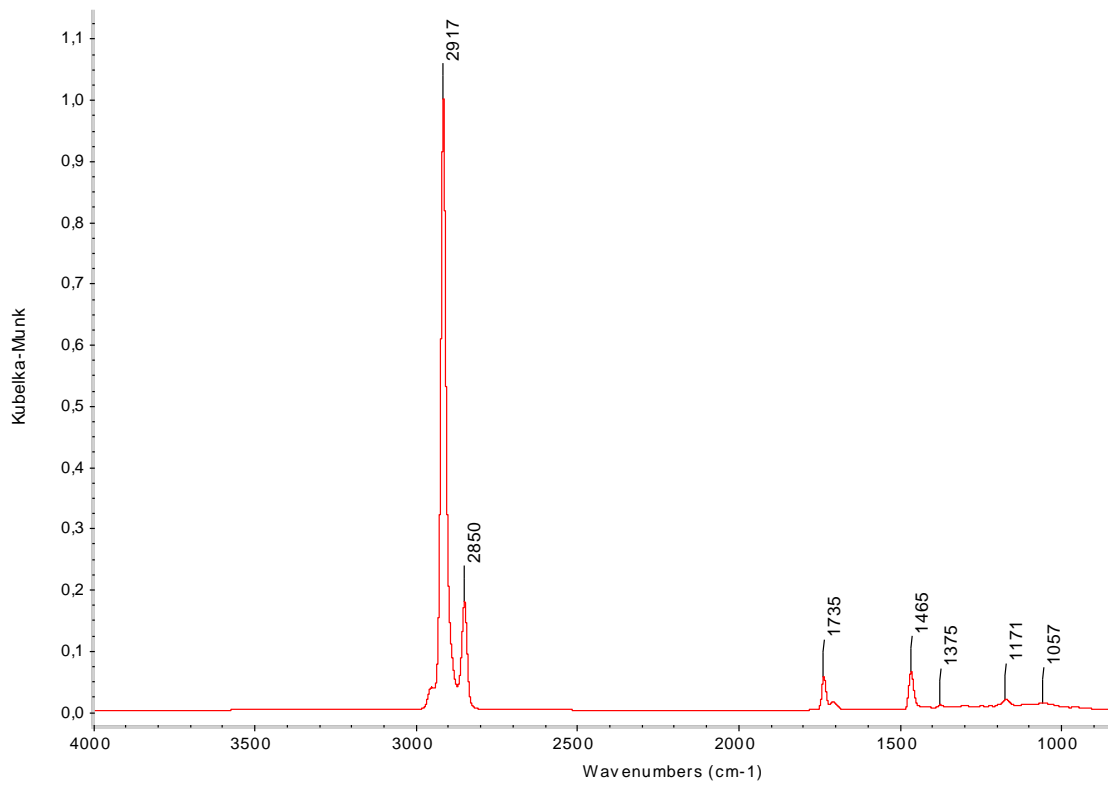
Εικόνα 7.15 Φάσμα του MX1



Εικόνα 7.16 Φάσμα του MX2



Εικόνα 7.17 Φάσμα του MX3



Εικόνα 7.18 Φάσμα του MX4

Πίνακας 5.6 Συγκεντρωτικός πίνακας με όλες τις θέσεις των κορυφών, που προέκυψαν από τα φάσματα IR των κηρών

Θέση	Δεσμός	Είδος δόνησης
3019-3020	=C-H (trans-)	Τάση
2955-2956	-C-H(CH ₃)	Ασύμμετρη τάση
2924-2931	-C-H (CH ₂)	Ασύμμετρη τάση
2920-2929	-C-H (CH ₂)	Ασύμμετρη τάση
2916-2917	-C-H (CH ₂)	Ασύμμετρη τάση
2849-2861	-C-H (CH ₂)	Συμμετρική τάση
1735-1736	C=O	Τάση του καρβονυλίου της εστερομάδας
1719-1730	-CO-O-	Τάση
1707	-C=O	Τάση ελεύθερων λιπαρών οξέων
1462-1467	-C-H (CH ₂)	Συμμετρική παραμόρφωση (ψαλιδισμός)
1375-1377	CH ₃	Συμμετρική παραμόρφωση
1214-1215	C-O	Ασύμμετρη τάση
1169-1173	C-O	Συμμετρική τάση
1045-1055	C-O	Τάση
926-928	= CH ₂	Παραμόρφωση

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Aichholz., R. and E. Lorbeer 2000. Investigation of combwax of honeybees with high-temperature gas chromatography and high-temperature gas chromatography-chemical ionization mass spectrometry II: High-temperature gas chromatography-chemical ionization mass spectrometry. *J Chromatogr A*. 883(1-2):75-88.
- Aminu, I., U.I. Mustapha, M. Ismail, M. Rozi and Z.A.B. Zakaria 2014. Characterization of rice bran wax policosanol and its nanoemulsion formulation. *Int J Nanomed*. 9:2261-2269.
- Azuu, N. 2016. Role of pollinators for agricultural productivity. *Energia, ambiente e innovazione*. 3(2016):66-69.
- Badolato, M., G. Carullo, E. Cione, F. Aiello and M.C. Caroleo 2017. From the hive: Honey, a novel weapon against cancer. *Eur J Med Chem*. 142(2017):290-299.
- Biology Online. "Bee Species Outnumber Mammals And Birds Combined" 2008. Retrieved: 2018-08-12.
- Bogdanov, S. "Beeswax: Production, Properties, Composition and Control." *Beeswax*, April 2016.
<https://www.researchgate.net/publication/304012435_Beeswax_Production_Properties_Composition_Control> (28 July 2018).
- Cadicamo, P.A. and J.J. Cadicamo 1983. A second study of jojoba oil, its derivatives and other cosmetic oils. *Soap Cosmet Chem Spec*.59(6):36-38.
- Castro, A.V., S.K. Medici, E.G. Sarlo and M.J. Eguaras 2010. Effects of paraffin incorporation in beeswax foundations on comb-building and brood survivorship in *Apis mellifera* colonies. *Zootecnia Trop*. 28(3):353-361.
- Cedric, G. 1995. *Entomology*, διαθέσιμο στο: [https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=latCAAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR15&dq=Gillott,+Cedric+\(1995\).+Entomology.+Springer.+p.+79.&ots=64glFDKBSv&sig=0zeueWZ1XUWi14HQR9ef11BjGec&redir_esc=y#v=onepage&q=pollen&f=false](https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=latCAAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR15&dq=Gillott,+Cedric+(1995).+Entomology.+Springer.+p.+79.&ots=64glFDKBSv&sig=0zeueWZ1XUWi14HQR9ef11BjGec&redir_esc=y#v=onepage&q=pollen&f=false)
- Clake, M.R. 1978. Structure and proportions of the spermaceti organ in the sperm whale. *J Biol Assn UK*. 58(1):1-17.
- Cole, L.J. N. and J. B. Brown 1959. Chromatographic isolation of the original constituents of natural waxes. The composition of ouricuri wax. *J Am Oil Chem Soc*. (7):359-364.

- Crane, E. 2013. Honey from honeybees and other insects. *Ethol Ecol Evol.* 3:100-105.
- Detroy, B.F. and E. H. Erickson 1977. The use of plastic combs for brood rearing and honey storage by honeybees. *J Apic Res.* 16(3):154-160.
- EFSA 2007. Beeswax (E 901) as a glazing agent and as carrier for flavours: Scientific Opinion of the Panel on Food additives, Flavourings, Processing aids and Materials in Contact with Food (AFC). *The EFSA Journal.* 615(2007):1-28.
- Endlein, E. and K.H. Peleikis 2011. Natural waxes: properties, compositions and applications. *SOFW J.*137(4):1-8.
- Evon, P., V. Vandenbosssche, P.Y. Pontalier and L. Rigal 2007. Direct extraction of oil from sunflower seeds by twin-screw extruder according to an aqueous process: Feasibility study and influence of operating conditions. *Ind Crops Prod.*26:351-359.
- Fratini, F., G. Cilia, B. Turchi and A. Felicioli 2016. Beeswax: A minireview of its antimicrobial activity and its application in medicine. *Asian Pac J Trop Dis.* 9(9):839-843.
- Gentry, H.S. 1958. The natural history of Jojoba (*Simmondsia chinensis*) and its cultural aspects. *Econ Bot.* 12(3):261–295.
- Hagenmaier, R.D. and R.A. Baker 1996. Edible coatings from candelilla wax microemulsions. *J Food Sci.*61(3):562-565.
- Hodge, W.H. and H.H. Sineath 1956. The Mexican candelilla plant and its wax. *Econ Bot.*10(2):134-154.
- Horn, D.H.S. 1958. Wool wax. VIII.-The composition of the unsaponifiable material. *J Sci Food Agric.*9(10):632-638.
- Howes, F.N. 1936. Sources of vegetable wax. *Bull Misc Inf, R Bot Gard.* 10:503-526.
- Jiménez, J.J., J.L. Bernal, S. Aumente, Ma.J. del Nozal, Ma.T. Martín and J. Bernal Jr. 2007. Quality assurance of commercial beeswax Part I. Gas chromatography-electron impact ionization mass spectrometry of hydrocarbons and monoesters. *J Chromatogr A.* 1024 (2004):147-154.
- Jun, G., Z. Mi, Z. Hui-fen, H. Jing, Q. Yi and L. Bao-cai 2014. Chemical constituents of montan resin from Yunnan Esan. *J Chem Pharm Res.* 6 (6):882-885.
- Kanya, T.C.S., L.J. Rao and M.C.S. Sastry 2007. Characterization of wax esters, free fatty alcohols and free fatty acids from crude wax from sunflower seed oil refineries. *Food Chem.*101:1552-1557.

- Krell, R. 2004. Value-added products from beekeeping, Διαθέσιμο στο: <http://www.hunter-valley-amateur-beekeepers.org/wp-content/uploads/2013/04/Value-added-products-from-beekeeping.-.pdf>
- Lopez-Mesas, M., J. Christoe, M. Carillo and M. Crespi 2003. Supercritical fluid extraction with cosolvents of wool wax from wool scour wastes. *J Supercrit Fluids*. 35(3):235-239.
- Maia, M. and F.M. Nunes 2012. Authentication of beeswax (*Apis mellifera*) by high-temperature gas chromatography and chemometric analysis. *Food Chem*. 136(2013):961-968.
- Maleszka, R. 2008. Epigenetic integration of environmental and genomic signals in honey bees: the critical interplay of nutritional, brain and reproductive networks. *Epigenetics*.3:188-192.
- Michener, C.D. 2007. The Bees of the World, διαθέσιμο στο: <http://base.dnsgb.com.ua/files/book/Agriculture/Beekeeping/Thep-Bees-of-the-World.pdf>
- Morri, R.J. 1973. The lipid structure of the spermaceti organ of the sperm whale (*Physeter catadon*). *Deep Sea Res Oceanog*. 20(11):911-912.
- Morrison, R.I. and W. Bick 1967. The wax fraction of soils: separation and determination of some components. *J Sci Food Agric*.18(8):351-355.
- Rojas-Molina, R., M.A. De Leon-Zapata, S. Saucedo-Pompa, M.A. Aguilar-Gonzalez and C.N. Aguilar 2013. Chemical and structural characterization of candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.). *J Med Plants Res*. 7(12):702-705.
- Sabale, V., P.M. Sabale and C.L. Lakhotiya 2009. Comparative evaluation of rice bran wax as an ointment base with standard base. *Indian J Pharm Sci*:71(1):77-79.
- Seeley, T.D., A.M. Reich and J. Tautz 2005. Does plastic comb foundation hinder waggle dance communication? *Apidologie*. 36(2005):513-521.
- Semkiw, P. and P. Skubida 2013. Comb construction and brood development on beeswax foundation adulterated with paraffin. *J Apic Sci*. 57(1):75-83.
- Sforcin, J.M. and V. Bankova 2011. Propolis: Is there a potential for the development of new drugs?. *J Ethnopharmacol*. 133(2011):253-260.
- Sharma, S.K., S.K. Shukla and D.N. Vaid 1983. Shellac-structure, characteristics & modification. *Defence Sci J*. 33(3):261-271.

- Svečnjak., L., G. Baranović, M. Vinceković, S. Prđun, D. Bubalo and I.T. Gajger 2015. An approach for routine analytical detection of beeswax adulteration using FTIR-ATR spectroscopy. *J Apic Sci.* 59(2):37-49.
- Tinto, W.F., T.O. Elufioye and J. Roach "Waxes." *Pharmacognosy: Fundamentals, Applications and Strategies*, 18 November 2016. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128021040000226>> (5 September 2018).
- Toreti, V.C., H.H. Sato, G.M. Pastore and Y.K. Park 2013. Recent progress of propolis for its biological and chemical compositions and its botanical origin. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2013:697390.
- Waś, E., T. Szczesna and H. Rybak-Chmielewska 2016. Efficiency of GC-MS method in detection of beeswax adulterated with paraffin. *J Apic Sci.* 60(1): 145-161.

Ελληνική βιβλιογραφία

- Θρασυβούλου, Α.Θ. 2015. Πρακτική Μελισσοκομία. Εκδόσεις Μελισσοκομική Επιθεώρηση, Θεσσαλονίκη. 330 σελ.

Ιστότοποι

ΟΜΣΕ: <http://www.omse.gr/index.php/el/>

Εικόνες:

Εικόνα 1.5.10:

<https://www.indiamart.com/proddetail/carnauba-wax-1389354812.html>

Εικόνα 1.5.11:

<https://www.lushusa.com/ingredient-finder/ingredient?iid=10507>

Εικόνα 1.5.12:

<https://www.gracefruit.com/item/214/Gracefruit/Jojoba-Wax.html>

Εικόνα 1.5.13:

<https://www.cosmacon.de/sonnenblumenwachs/>

Εικόνα 1.5.14:

<http://www.svmaagro.com/rice-bran-wax.php>

Εικόνα 1.5.15:

<https://www.restauro-online.com/Shellac-Wax-bleached>

Εικόνα 1.5.16:

<http://birthbreathlivehealthyloveluck.com/index.php/2017/04/10/animal-waxes-used-for-medical-products/>

Εικόνα 1.5.17:

<https://364analyze.com/2018/04/30/global-and-north-america-wool-wax-alcohol-market-analysis-of-top-players-share-growth-and-forecasts-2023/>

Εικόνα 1.5.18:

<https://na2.pressly.com/priya-gupta-ba647/reportsnreports/posts/montan-wax-market-revenue-2017-by-top-key-players-and-application-with-trend-and-8180011>

Εικόνα 1.5.19:

<https://www.indiamart.com/proddetail/paraffin-wax-13286016348.html>