



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Πτυχιακή Εργασία

Αποκρυστάλλωση του μελιού με τη χρήση μικροκυμάτων και έλεγχος της επίδρασης αυτών στα φυσικοχημικά του χαρακτηριστικά.

English Title

Decrystallization of honey with the use of microwaves and control of their effect on its physicochemical characteristics.



Συγγραφέας / Author

Ράπτης Σπυρίδων / Raptis Spyridon

AM 71614383

Επιβλέπων / Supervisor

Αντωνόπουλος Διονύσιος / Antonopoulos Dionisios

ΑΙΓΑΛΕΩ / AIGALEO

05/03/2024

Έγινε δεκτή

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη πτυχιακή εργασία με τίτλο "Αποκρυστάλλωση του μελιού με τη χρήση μικροκυμάτων και έλεγχος της επίδρασης αυτών στα φυσικοχημικά του χαρακτηριστικά." που παρουσιάστηκε από τον **Ράπτη Σπυρίδων** και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

A/a	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΑΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Επιβλέπων Καθηγητής ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ	Μέλος ΕΔΙΠ, Σχολή Επιστημών Τροφίμων, Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων	
2	Μέλος Επιτροπής ΧΟΥΧΟΥΛΑ ΔΗΜΗΤΡΑ	Καθηγήτρια και Αντιπρόεδρος του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων	
3	Μέλος Επιτροπής ΛΕΤΣΙΟΥ ΣΟΦΙΑ	Ακαδημαϊκός Υπότροφος	

Δήλωση Συγγραφέα Πτυχιακής Εργασίας

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Ράπτης Σπυρίδων του Γεωργίου, με αριθμό μητρώου 71614383 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστήμων Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών

Ράπτης Σπυρίδων



Ευχαριστίες

Η κάτωθι πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο Γενικό Χημείο Έρευνας και Αναλύσεων Πασιάς – Ραπτοπούλου. Η ολοκλήρωση της αφήνει ένα μεγάλο αίσθημα περηφάνιας και ικανοποίησης, αλλά και λύπης για το τέλος αυτής της διαδρομής. Πάνω από όλα όμως, αφήνει γνωριμίες με ανθρώπους, συνεργάτες και καθηγητές, που χωρίς αυτούς δεν θα είχα καταφέρει να φτάσω στο τέλος.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Υποψήφιο Διδάκτορα του τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, κ. Αντωνόπουλο Διονύσιο για την ανάθεση του θέματος, την υπομονή του λόγο της απόστασης και τη καθοδήγηση του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης των πειραμάτων και συγγραφής της έκθεσης.

Οφείλω επίσης, πολλές ευχαριστίες στον κ. Πασιά Ιωάννη, κάτοχος διδακτορικού και μεταδιδακτορικού τίτλου σπουδών από το τμήμα Χημείας του ΕΚΠΑ που ήταν εκείνος που με παρακίνησε να ασχοληθώ και να αγαπήσω την επιστήμη της Μελισσοκομίας. Οι γνώσεις και οι συμβουλές του ήταν για μένα αμέριστη βοήθεια και αρωγός καθοδήγησης.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Ραπτοπούλου Καλομοίρα την Διευθύντρια του Χημείου κάτοχος μεταπτυχιακού διπλώματος με ειδίκευση στην Χημεία Τροφίμων του τμήματος Χημείας του ΕΚΠΑ για το ευχάριστο φιλικό κλίμα και την παροχή των υπηρεσιών του εργαστηρίου.

Τέλος, ευχαριστώ από καρδιάς την οικογένεια μου για την στήριξη τους, οικονομική και ψυχολογική, καθ' όλη τη διάρκεια της ακαδημαϊκής μου πορείας και την κατανόηση τους στις όποιες δυσκολίες. Ένα μεγάλο ευχαριστώ θέλω να δώσω στην αδελφή μου για την πολύτιμη υποστήριξη της καθώς και τους κοντινούς μου φίλους, για την συνεχή εμπύχωση, τη συμπαράσταση και την πίστη τους στις ικανότητες μου προς έμενα.

Περίληψη

Η παρούσα εργασία εξετάζει την επίδραση του φούρνου μικροκυμάτων στην αποκρυστάλλωση του μελιού καθώς και στα φυσικοχημικά του χαρακτηριστικά. Συγκεκριμένα, η εργασία εξέτασε ένα σύντομο τρόπο επίτευξης της αποκρυστάλλωσης του μελιού χωρίς να επηρεάσει την ποιότητα του.

Επιλέχθηκαν και μελετήθηκαν τρεις διαφορετικοί τύποι μελιού: α) θυμαριού, β) ερείκης και γ) δάσους. Έγινε έλεγχος των δειγμάτων ως προς τη βοτανική τους προέλευσή με γυρεοσκοπική ανάλυση. Τα δείγματα βρίσκονταν στο εργαστήριο σε κρυσταλλωμένη μορφή για τους σκοπούς της έρευνας. Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε οικιακό φούρνο μικροκυμάτων, με θέρμανση του μελιού, κάνοντας χρήση δύο διαφορετικών τιμών ισχύος μικροκυμάτων, 90 W και 600 W. Οι παράμετροι που εκλέχθηκαν για να αποδειχτεί η επίδραση των μικροκυμάτων ήταν οι πολυφαινόλες, η HMF (Υδροξυμεθυλοφουρουράλη) και η ενεργότητα του ενζύμου διαστάσης.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η αύξηση παραμονής στο φούρνο μικροκυμάτων οδήγησε στην αύξηση της θερμοκρασία στο εσωτερικό του μελιού και κατ' επέκταση στην αποκρυστάλλωσή του. Στα περισσότερα επεξεργασμένα δείγματα παρατηρείται πλήρης αποκρυστάλλωση ενώ σε αλλά μερική . Οι πολυφαινόλες επηρεάστηκαν ανάλογα με το χρόνο παραμονής τους στα μικροκύματα καθώς και με την ισχύ τους. Η HMF παρουσίασε και στις δυο ισχύς αύξηση ανεξάρτητα από το είδος μελιού. Αντίθετα, παρατηρείται ότι η ενεργότητα διάστασης μειώνεται με την αύξηση της ισχύος, λόγω αύξησης της θερμοκρασίας εσωτερικού του μελιού.

Λέξεις – Κλειδιά: μέλι, μικροκύματα, γυρεοσκοπική ανάλυση, πολυφαινόλες, HMF, ένζυμο διάστασης.

Abstract

This work examines the effect of the microwave oven on the crystallization of honey as well as on its physicochemical characteristics. In particular, the work examined a short way to achieve the crystallization of honey without affecting its quality.

Three different types of honey were selected and studied: a) thyme, b) heather and c) forest. The samples were checked for their botanical origin by pollen analysis. The samples were in the laboratory in crystallized form for research purposes. The process was carried out in a household microwave oven, heating the honey, using two different microwave power values, 90 W and 600 W. The parameters chosen to demonstrate the effect of microwaves were polyphenols, HMF (Hydroxymethylfurfural) and activity of the diastase enzyme.

The results of the research showed that the increase in time in the microwave oven led to an increase in the temperature inside the honey and, by extension, to its decrystallization. In most of the treated samples complete decrystallization is observed while in others it is partial. Polyphenols were affected depending on the residence time in the microwaves as well as their power. HMF showed an increase in both strengths regardless of the type of honey. On the contrary, it is observed that the diastase activity decreases with increasing power, due to an increase in the temperature of the interior of the honey.

Keywords: honey; microwaves; pollen analysis; polyphenols; HMF; diastase activity

Περιεχόμενα

Δήλωση Συγγραφέα Πτυχιακής Εργασίας	- 3 -
Ευχαριστίες	- 4 -
Περίληψη	- 5 -
Abstract	- 6 -
1 ^ο Κεφάλαιο	- 11 -
1.1 Ορισμός «μελιού».....	- 11 -
1.2 Κατηγορίες Μελιού	- 12 -
1.3 Διατροφικά θρεπτικά συστατικά μελιού.....	- 13 -
1.4 Φαρμακευτική και θεραπευτική χρήση	- 14 -
1.5 Κρυστάλλωση.....	- 14 -
1.6 Νομοθεσία	- 16 -
2 ^ο Κεφάλαιο	- 18 -
2.1 Φυσικοχημικά Μικροσκοπικά Χαρακτηριστικά.....	- 18 -
2.1.1 Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά.....	- 18 -
2.1.2 Μικροσκοπικά Χαρακτηριστικά	- 20 -
2.1.3 Νοθεία και αλλοίωση του μελιού.....	- 21 -
2.1.4 Αντιοξειδωτικά στο μέλι	- 22 -
2.2 Σκοπός της εργασίας	- 24 -
2.3 Διαδικασία παραγωγής μελιού.....	- 25 -
2.4 Μέθοδοι επεξεργασίας και αποκρυστάλλωσης.....	- 26 -
2.4.1 Θερμική επεξεργασία.....	- 27 -
2.4.2 Επεξεργασία με υπερήχους	- 28 -
2.4.3 Επεξεργασία υψηλής πίεσης	- 29 -
2.4.4 Επεξεργασία με χρήση μικροκυμάτων.....	- 30 -
2.5 Επιπτώσεις μεθόδων επεξεργασίας.....	- 31 -
2.6 Συμπεράσματα μεθόδων	- 33 -
3 ^ο Κεφάλαιο	- 34 -
3.1 Προσδιορισμός φυσικοχημικών παραμέτρων.....	- 34 -
3.1.2 Αρχή Μεθόδων.....	- 34 -

3.2 Αντιδραστήρια Διαλύματα.....	- 34 -
3.2.1 Προσδιορισμός Αγωγιμότητας.....	- 34 -
3.2.2 Προσδιορισμός Γυρεοσκοπικής.....	- 34 -
3.2.3 Προσδιορισμός HMF	- 34 -
3.2.4 Προσδιορισμός ενεργότητας διάστασης	- 34 -
3.2.5 Προσδιορισμός πολυφαινόλων	- 34 -
3.3 Οργανολογία -Εργαστηριακός εξοπλισμός.....	- 35 -
3.4 Προετοιμασία δειγμάτων – Τρόπος εργασίας.....	- 35 -
3.4.1 Πορεία προσδιορισμού αγωγιμότητας	- 35 -
3.4.2 Πορεία προσδιορισμού Γυρεοσκοπικής.....	- 36 -
3.4.3 Πορεία προσδιορισμού περιεκτικότητας HMF	- 38 -
3.4.4 Πορεία προσδιορισμού ενεργότητας διάστασης.....	- 38 -
3.4.5 Πορεία προσδιορισμού πολυφαινόλων	- 40 -
4° Κεφάλαιο	- 41 -
4.1 Πειραματική πορεία – Αποτελέσματα	- 41 -
4.1.1 Αγωγιμότητα	- 41 -
4.1.2 Γυρεοσκοπική Ανάλυση.....	- 41 -
4.2 Φυσικοχημικές παράμετροι αρχικών μη επεξεργασμένων μελιών	- 43 -
4.3 Επεξεργασία δειγμάτων με χρήση μικροκυμάτων	- 44 -
4.3.1 Όργανα και συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν.....	- 44 -
4.3.2 Μικροκύματα	- 44 -
4.4 Αποτελέσματα – Συζήτηση 90 W	- 45 -
4.4.1 Επίδραση μικροκυμάτων στα δείγματα μελιού σε ισχύ 90 W	- 45 -
4.5 Αποτελέσματα – Συζήτηση 600W	- 49 -
4.5.1 Επίδραση μικροκυμάτων στα δείγματα μελιού σε ισχύ 600 W	- 49 -
5° Κεφάλαιο	- 53 -
5.1 Συμπεράσματα	- 53 -
5.1.1 Επίδραση ισχύος μικροκυμάτων στην αποκρυστάλλωση των μελιών.....	- 53 -
5.1.2 Επίδραση ισχύος μικροκυμάτων στην περιεκτικότητα πολυφαινόλων	- 56 -
5.1.3 Επίδραση ισχύος μικροκυμάτων στην περιεκτικότητα HMF	- 57 -

5.1.4 Επίδραση ισχύος μικροκυμάτων στην ενεργότητα διαστάσης	- 58 -
5.2 Τελικά συμπεράσματα	- 59 -
6° Κεφάλαιο	- 60 -
6.1 Βιβλιογραφία.....	- 60 -
6.1.1 Ξενόγλωσση.....	- 60 -
6.1.2 Ελληνική	- 63 -
6.2 Πηγή Εικόνων	- 64 -

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 4.1	-43-
Πίνακας 4.2.....	-45-
Πίνακας 4.3	-46-
Πίνακας 4.4	-47-
Πίνακας 4.5	-48-
Πίνακας 4.6	-49-
Πίνακας 4.7	-49-
Πίνακας 4.8	-50-
Πίνακας 4.9.....	-52-
Πίνακας 5.1	-56-
Πίνακας 5.2	-57-
Πίνακας 5.3	-58-
Πίνακας 5.4	-59-

Κατάλογος εικόνων σχημάτων

Εικόνα 1.0.1 Μέλισσα μαζί με μέλι (Οικονομικός ταχυδρόμος-ot.gr)	- 11 -
Εικόνα 1.0.2 Μέλισσες πάνω σε κερύθρα (honey bees .jpg)	- 13 -
Εικόνα 1.0.3 Αρχικά κρυσταλλωμένα μέλια πτυχιακής.....	- 15 -
Εικόνα 1.0.4 Μέλια μετά τη θέρμανση στα 90W	- 17 -
Εικόνα 2.0.1 Μέλια-Γύρη-Κυρήθρα	- 18 -
Εικόνα 2.0.2 Γυρεοσκοπική ανάλυση μελιών πτυχιακής.....	- 21 -
Εικόνα 2.0.3 Ανάλυση μελιού.....	- 22 -
Εικόνα 2.0.4 Πολυφαινόλες πριν	- 23 -
Εικόνα 2.0.5 Πολυφαινόλες μετά.....	- 23 -
Εικόνα 2.0.6 Εξαγωγή μελιού	- 24 -

Εικόνα 2.0.7 Πορεία εξαγωγής μελιού	- 25 -
Εικόνα 2.0.8 Στάδια παραγωγής μελιού.....	- 26 -
Εικόνα 2.0.9 Βαζάκι μελιού	- 31 -
Εικόνα 2.0.10 Επεξεργασία μελιού	- 32 -
Εικόνα 3.0.1 Αγωγιμομέτρο.....	- 36 -
Εικόνα 3.0.2 Σύστημα Αντλίας Κενού.....	- 36 -
Εικόνα 3.0.3 Μικροσκοπική Ανάλυση	- 37 -
Εικόνα 3.0.4 Προσδιορισμός HMF	- 38 -
Εικόνα 3.0.5 Διάσταση.....	- 39 -
Εικόνα 3.0.6 Προσδιορισμός Διάστασης	- 39 -
Εικόνα 3.0.7 Προσδιορισμός πολυφαινόλων	- 40 -
Εικόνα 4.0.1 Γυρεόκοκκοι στο δείγμα θυμάρι.....	- 42 -
Εικόνα 4.0.2 Γυρεόκοκκοι δείγματος ερείκης	- 42 -
Εικόνα 4.0.3 Γυρεόκοκκοι δείγματος κασταριάς.....	- 42 -
Εικόνα 4.0.4 Γυρεόκοκκοι και μελιτώματα στο δείγμα πεύκο	- 42 -
Εικόνα 4.0.5 Εργαστηριακός εξοπλισμός	- 43 -
Εικόνα 4.0.6 Δείγμα μελιού πριν και μετά την αποκρυστάλλωση με χρήση φούρνου μικροκυμάτων	- 44 -
Εικόνα 4.0.7 Σχήμα Σ1 Εικόνα 4.0.8 Σχήμα Σαρχ.	- 46 -
Εικόνα 4.0.9 Σχήμα θ1 Εικόνα 4.0.10 Σχήμα Θαρχ	- 47 -
Εικόνα 4.0.11 Σχήμα Π1 Εικόνα 4.0.12 Σχήμα Παρχ	- 48 -
Εικόνα 4.0.13 Σχήμα Σ5 Εικόνα 4.0.14 Σχήμα Σ6	- 50 -
Εικόνα 4.0.15 Σχήμα Θ8 Εικόνα 4.0.16 Σχήμα Θ5	- 51 -
Εικόνα 4.0.17 Ενεργότητα διαστάσης.....	- 51 -
Εικόνα 4.0.18 Σχήμα Π11 Εικόνα 4.0.19 Σχήμα Π12	- 52 -
Εικόνα 4.0.20 Μέλια μετά την επεξεργασία στα 600w	- 52 -
Εικόνα 5.0.1 Επεξεργασμένα μελιά ερείκης (Σ)	- 53 -
Εικόνα 5.0.2 Επεξεργασμένα μελιά θυμάρι (Θ)	- 53 -
Εικόνα 5.0.3 Επεξεργασμένα μελιά δάσους (Π)	- 54 -
Εικόνα 5.0.4 Επεξεργασμένα μελιά ερείκης (Σ)	- 54 -
Εικόνα 5.0.5 Επεξεργασμένα μελιά θυμάρι (Θ)	- 55 -
Εικόνα 5.0.6 Επεξεργασμένα μελιά δασούς (Δ)	- 55 -

1^ο Κεφάλαιο

1.1 Ορισμός «μελιού»

Το μέλι είναι ένα βιολογικό φυσικό προϊόν που παράγεται από τις μέλισσες. Συγκεκριμένα, πρόκειται για μια γλυκιά, ρευστή και θρεπτική ουσία που προέρχεται είτε από το νέκταρ των φυτών και το μελίτωμα των δέντρων, είτε από ζωντανούς φυσικούς χυμούς των φυτών και άλλα εκκρίματα από έντομα που απομυζούν τα φυτά. Οι μέλισσες συλλέγουν όλα αυτά τα υλικά και τα μεταφέρουν στον πρόλοβό τους, το δεύτερο στομάχι και στη συνέχεια στις κηρήθρες της κυψέλης. Εκεί, τα κελιά σφραγίζονται με κερί για να αφυδατωθεί η ουσία και να αποθηκευτεί ως πυκνή ρευστή ουσία (European Commission, 2002-Οδηγία 2001/110/EK).

Με τη θερμότητα που παράγεται από το φτερούγισμα των μελισσών, το μέλι χάνει περαιτέρω υγρασία και προετοιμάζεται να λάβει την τελική του μορφή. Αυτή η διαδικασία ωρίμανσης καθορίζει το τελικό χαρακτήρα και τις ιδιότητες του μελιού. Παρόλο, που προορίζεται ως τροφή για τις μέλισσες, ο άνθρωπος συλλέγει το μέλι για διάφορους σκοπούς, όπως την παραγωγή και την κατανάλωση του.



Εικόνα 1.0.1 Μέλισσα μαζί με μέλι (Οικονομικός ταχυδρόμος-ot.gr)

Εκτός από το μέλι, οι μέλισσες παράγουν και άλλα πολύτιμα προϊόντα. Ένα από αυτά είναι το κερί, που χρησιμοποιείται ως βασικό συστατικό στη διαδικασία αντίχυνσης των φυτοφαρμάκων, επηρεάζοντας την κατηγορία του μελιού ως βιολογικό ή μη και στην παραγωγή κηραλοιφών. Ο βασιλικός πολτός είναι ιδιαίτερα θρεπτικός και έχει μια υγρή, κρεμόδη, λευκή-υποκίτρινη ουσία με όξινη γεύση που καίει τον φάρυγγα. Αποτελεί τη μοναδική τροφή των προνυμφών των μελισσών και καθορίζει την εξέλιξή τους σε βασίλισσες, εργάτριες ή κηφήνες. Η πρόπολη είναι μια ρητινώδης ουσία και χρησιμοποιείται από τις μέλισσες για τη στεγανοποίηση και απολύμανση της κυψέλης. Ταυτόχρονα, αξιοποιείται από τον άνθρωπο στην αντιμετώπιση

δερματικών προβλημάτων και διαφόρων ασθενειών όπως γρίπη, αλλεργίες, έλκη, αμυγδαλίτιδα και ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα κατά των ιώσεων και των μυκήτων.

Το μέλι αποτελεί ένα σύνθετο φυσικό προϊόν παγκόσμιας γεωργικής παραγωγής με σημαντική οικονομική συμβολή κυρίως στην Ελλάδα. Χρησιμοποιείται από την αρχαιότητα καθώς σχετίζεται με πληθώρα ευεργετικών επιδράσεων για την υγεία και τη μακροζωία του ανθρώπου.

Κάθε είδος μελιού, ακόμα και αν προέρχεται από το ίδιο μελίσσι, μπορεί να διαφέρει σημαντικά στη σύνθεση και την ποσότητα συστατικών, εξαρτάται από τη φυτική και γεωγραφική προέλευση, καθώς και τις συνθήκες ωρίμανσης του. Η ποικιλία των συστατικών και των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του μελιού, περιλαμβάνει σάκχαρα, οργανικά οξέα, πρωτεΐνες, βιταμίνες, μέταλλα, ένζυμα και πολλά άλλα. Η ποιότητα και ποσότητα αυτών των συστατικών επηρεάζει τα φυσικά χαρακτηριστικά του μελιού, όπως το χρώμα, το άρωμα, τη γεύση, τη τάση για κρυστάλλωση, τη πυκνότητα και πολλά άλλα. Μελετώντας αυτά τα χαρακτηριστικά, μπορεί να καθοριστεί η ταυτότητα και η ποιότητα του μελιού, εξασφαλίζοντας την συμμόρφωση προς τους κανονισμούς της Διεθνούς Νομοθεσίας. Είναι σημαντικό να υπάρχει διαρκής ενημέρωση για τον τρόπο καθορισμού της ποιότητας του μελιού καθώς αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την καταλληλότητα του, λαμβάνοντας υπόψη την πρακτική της νοθείας που απειλεί την αγορά (Αδαμοπούλου Καλλιόπη 2009)

1.2 Κατηγορίες Μελιού

Τα μέλια αναδύονται στον κόσμο μας με βάση μια ποικιλία χαρακτηριστικών που αντανακλούν την πλούσια ποικιλομορφία της φύσης μας. Βασίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες, καθεμία από τις οποίες ενσαρκώνει ένα μοναδικό σύνολο χαρακτηριστικών:

Τα **"Ανθόμελα"** προέρχονται από το γλυκό νέκταρ των λουλουδιών, αναδίδοντας τη γαλήνη της φύσης μέσα από την αίσθηση του αρώματος και της γεύσης τους. Είναι μια πανίσχυρη ομάδα που περιλαμβάνει το θυμάρι, την ερείκη, την πορτοκαλιά, τη λεβάντα, την ακακία, το δεντρολίβανο, το ευκαλύπτου και ακόμα το βαμβάκι. Τα ποικίλα αυτά λουλούδια παράγουν την ποικιλομορφία που αναγνωρίζουμε και αγαπάμε.

Από την άλλη, τα **"Μελιτώματα"** έχουν ρίζες στις εκκρίσεις των εντόμων, συγκεντρώνοντας την ουσία τους από φυτά και δέντρα, ακόμα και από την αρωματική ρετσίνι των πεύκων, βελανιδιών, ελάτων και καστανιών. Το μέλι από κάθε κυψέλη παίρνει το ξεχωριστό του χρώμα και γεύση μέσα από την επιρροή της χλωρίδας, της μορφολογίας, του κλίματος της περιοχής καθώς και της ηλιοφάνειας ακόμα και της εποχής της συλλογής από τον μελισσοκόμο.

Καθώς η επιστήμη εξερευνάει την ποικιλομορφία του μελιού, έχει αντιληφθεί ότι κάθε άνθρωπος διαισθάνεται όχι μόνο διαφορετικά στον ουρανό του, αλλά και στην ψυχή του. Από τα ευδιαστά Ανθόμελα μέχρι τα πιο ατμοσφαιρικά μελιτώματα, το μέλι αναδεικνύει την πλούσια ποικιλομορφία της φύσης, μοναδικό κεφάλαιο που περιμένει να εξερευνηθεί (Λαρυγγάκη Αλέξανδρου 2018).

1.3 Διατροφικά θρεπτικά συστατικά μελιού

Η θρεπτική αξία του μελιού είναι αρκετά σημαντική για τον ανθρώπινο οργανισμό, καθώς αποτελείται από πληθώρα φυσικών συστατικών που προσφέρουν διάφορα οφέλη για την υγεία. Τα βασικά θρεπτικά συστατικά του μελιού είναι:

- **Φυσικά σάκχαρα:** Το μέλι περιέχει φυσικά σάκχαρα, όπως γλυκόζη και φρουκτόζη, τα οποία προσφέρουν μια γρήγορη πηγή ενέργειας. Αυτή η φυσική γλυκύτητα το καθιστά ιδανικό για να αντικαταστήσει την προσθήκη ραφινρισμένων ζαχάρων σε διάφορες διατροφικές εφαρμογές.
- **Φυτοχημικά Συστατικά:** Το μέλι περιέχει φυτοχημικά συστατικά όπως φλαβονοειδή και πολυφαινόλες, τα οποία έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Αυτά τα συστατικά μπορούν να βοηθήσουν στην προστασία των κυττάρων από τις ελεύθερες ρίζες και να συμβάλουν στη γενική υγεία.
- **Βιταμίνες και Μέταλλα:** Το μέλι περιέχει μικρές ποσότητες βιταμινών και μετάλλων όπως βιταμίνες του συμπλέγματος Β, βιταμίνη C, κάλιο, ασβέστιο και μαγνήσιο. Αν και οι ποσότητες είναι σχετικά μικρές, αυτά τα στοιχεία συμβάλλουν στην ισορροπημένη διατροφή.
- **Φυτοστερόλες:** Το μέλι περιέχει φυτοστερόλες, τα οποία είναι φυσικά συστατικά που μοιάζουν με τη χοληστερόλη. Οι φυτοστερόλες μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση της απορρόφησης της χοληστερόλης από το εντερικό σύστημα, συμβάλλοντας έτσι στην υγεία της καρδιάς.
- **Ένζυμα:** Το μέλι περιέχει ένζυμα που μπορούν να βοηθήσουν στην πέψη και στην απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών.



Εικόνα 1.0.2 Μέλισσες πάνω σε κηρήθρα (honey bees .jpg)

Τα μέλια απαρτίζονται, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, κυρίως από φρουκτόζη και γλυκόζη, όπου ανάλογα την προέλευση τους καθορίζεται η περιεκτικότητά τους. Το μέλι της

κουμαριάς παρουσιάζει τη χαμηλότερη περιεκτικότητα σε σάκχαρα, και χαρακτηρίζεται από μια ελαφρά πικρή γεύση. Αντίθετα, το μέλι της ψευδοακακίας περιέχει τη μεγαλύτερη ποσότητα σάκχαρων. Υπάρχει επίσης το μέλι του ελάτου και του πεύκου, τα οποία περιέχουν μικρή ποσότητα σακχάρων. Το μέλι της καστανιάς είναι ιδανική πηγή για αμινοξέα. Επιπλέον, το μέλι είναι πλούσιο σε αντιοξειδωτικά και έχει την ικανότητά να καταπολεμά βακτήρια, η οποία οφείλεται στο υπεροξειδίο του υδρογόνου που παράγεται από τη διάσπαση της γλυκόζης.

Το μέλι που παρουσιάζει την υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση παράγεται από τα λουλούδια της βελανιδιάς, ενώ ακολουθούν σε σειρά ισχύος τα μέλια της καστανιάς, του ελάτου, του πεύκου, της κουμαριάς και της ερείκης. Καταλήγοντας, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το μέλι αποτελεί μια υγιεινή εναλλακτική για τη ζάχαρη, εφόσον καταναλώνεται με σωστές αναλογίες.

1.4 Φαρμακευτική και θεραπευτική χρήση

Με βάση την ιστορία το μέλι έχει χρησιμοποιηθεί για θεραπευτικούς σκοπούς σε διάφορες πολιτισμικές και ιατρικές παραδόσεις. Ορισμένες πιθανές θεραπευτικές χρήσεις του μελιού που έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία και τις παραδόσεις είναι οι εξής:

- **Η θεραπεία των ελαφρών εγκαυμάτων και των τραυμάτων:** Ο μηχανισμός είναι η αντιμικροβιακή δράση του μελιού, καθώς επίσης και η ικανότητά του να δημιουργεί ένα υγρό περιβάλλον που βοηθά στην επούλωση.
- **Η ανακούφιση από βήχα και κρυολόγημα:** Καταναλώνοντας ζεστό νερό με μελισσοκομικό μέλι και λεμόνι, μπορεί να υπάρξει κάποια ανακούφιση από τον βήχα και το κρυολόγημα.
- **Η καταπράνση του λαιμού:** Προστίθεται συχνά σε ζεστά ροφήματα για να βοηθήσει στην καταπράνση του πονόλαιμου.
- **Η αντιμικροβιακή δράση:** Το μέλι περιέχει υδρογόνο, το οποίο έχει αντιμικροβιακές ιδιότητες. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως φυσικό αντισηπτικό.
- **Η ενίσχυση της πέψης:** Σε ορισμένες παραδόσεις, το μέλι έχει χρησιμοποιηθεί για την προώθηση της πέψης και τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

1.5 Κρυστάλλωση

Το μέλι παρουσιάζει διάφορες φυσικές και βιολογικές ιδιότητες, μεταξύ των οποίων ξεχωρίζουν το ιξώδες, η ρευστότητα και η κρυστάλλωση. Ένα από τα βιολογικά φαινόμενα που σχετίζονται με το μέλι είναι η κρυστάλλωση, το οποίο πολλές φορές παρεξηγείται ως απώθηση ή αλλοίωση. Ωστόσο, η κρυστάλλωση είναι φυσικό φαινόμενο που συμβαίνει στο μη επεξεργασμένο μέλι και δεν επηρεάζει τις θρεπτικές και βιολογικές του ιδιότητες.



Εικόνα 1.0.3 Αρχικά κρυσταλλωμένα μέλια πτυχιακής

Η ικανότητα του μελιού να κρυσταλλώνει οφείλεται στην περιεκτικότητά του σε μόρια γλυκόζης, τα οποία μεταβολίζονται υπό χαμηλές θερμοκρασίες. Μερικά μέλια κρυσταλλώνουν μέσα σε 1 έως 3 μήνες από τη συλλογή τους, ενώ άλλα παραμένουν υγρά για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Ο ρυθμός κρυστάλλωσης εξαρτάται από την ποικιλία του μελιού, τις συνθήκες αποθήκευσης και την θερμοκρασία.

Είναι σημαντικό να γίνει αντιληπτό ότι η κρυστάλλωση του μελιού είναι απλά ένα φυσιολογικό φαινόμενο και δεν υποδεικνύει καμία αλλοίωση ή πρόβλημα. Ιδιαίτερα, η κρυστάλλωση δεν μεταβάλλει την ποιότητα του μελιού· μόνο το χρώμα και την υφή μπορεί να αλλάξουν. Επομένως, ένα μέλι που έχει κρυσταλλώσει δεν έχει προσβληθεί ή τροποποιηθεί.

Επιπλέον, το μέλι που κρυσταλλώνει μπορεί να αποκατασταθεί σε μια ομοιογενή και λεία μάζα, παρόμοια με το βούτυρο, με τη χρήση ενός ειδικού αναδευτήρα. Αυτό το προϊόν, που μπορούμε ονομάζεται "κρεμώδες μέλι", συνδυάζει το χονδρόκοκκο κρύσταλλο με μια μικρή ποσότητα λεπτοκόκκου κρυστάλλου, προσφέροντας μια ομοιόμορφη υφή και αίσθηση.

Ο ρυθμός κρυστάλλωσης διαφοροποιείται μεταξύ διαφορετικών τύπων μελιού. Για παράδειγμα, τα μελιά από πορτοκαλιά κρυσταλλώνουν συνήθως τον χειμώνα, ενώ τα μελιά από ερείκη, βαμβάκι, ηλιάνθο και ευκάλυπτο κρυσταλλώνουν πιο γρήγορα λόγω της υψηλότερης περιεκτικότητάς τους σε γλυκόζη, φρουκτόζη και σακχαρόζη. Το μέλι πεύκου διατηρείται υγρό για μεγάλο χρονικό διάστημα, ενώ το μέλι από ακακία δεν κρυσταλλώνει ποτέ.

Συνεπώς, η κρυστάλλωση του μελιού είναι ένα φυσικό φαινόμενο που εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η σύνθεση των σακχάρων, τη θερμοκρασία και τη παρουσία των καταλυτών. Αντιλαμβανόμενοι τη φύση αυτού του φαινομένου, εκτιμάται το μέλι στην ποικιλία του με την φυσική του γεύση και τα οφέλη του (Ευαγγελίας Κωτσέλης, 2019).

1.6 Νομοθεσία

Η νομοθεσία που αφορά το μέλι, το οποίο διατίθεται στην αγορά, παρουσιάζει εξαιρετική σημασία και σοβαρότητα. Για τα ελληνικά μέλια, τηρείται αυστηρά η Ευρωπαϊκή οδηγία 2001/110, η οποία προσδιορίζει τις αναλυτικές κατευθυντήριες γραμμές που είναι απαραίτητο να τηρούνται, συμπεριλαμβανομένων και των ανώτατων επιτρεπτών ορίων για κάθε παράμετρο. Εξετάζοντας λεπτομερέστερα τις ακόλουθες παραμέτρους:

- **Υγρασία:** Η υγρασία δεν πρέπει να υπερβαίνει το 20% για την πλειοψηφία των μελιών, 23% για το μέλι ερείκης και 18.5% για το μέλι ελάτης. Πρόσθετη υγρασία μπορεί να οφείλεται σε ανάχρονη αποθήκευση και ηλικία του μελιού, ενώ περιπτώσεις νοθείας με σκοπό την προσθήκη νερού προκειμένου να αυξηθεί το βάρος του μελιού είναι εξαιρετικά σπάνιες. Η υπερβολική ποσότητα νερού οδηγεί σε όξινη γεύση του μελιού.
- **Περιεκτικότητα σε μη υδατοδιαλυτές ουσίες:** Γενικά, αυτή δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0.1%, ενώ για τα μέλια πίεσης το ανώτατο όριο είναι 0.5%. Η νομοθεσία απαγορεύει την υπέρβαση αυτών των ορίων, αν και πολλοί παραγωγοί ορισμένες φορές παραβαίνουν αυτούς τους κανόνες, είτε σκόπιμα είτε ακούσια.
- **Περιεκτικότητα σε γλυκόζη και φρουκτόζη:** Το άθροισμα της γλυκόζης και της φρουκτόζης πρέπει να ανέρχεται σε περιεκτικότητα άνω του 60% για τα μέλια ανθέων και 45% για τα μέλια μελιτώματος ή μείγματα αυτών. Τα μέλια μελιτώματος, ως είδος, περιέχουν μικρότερη περιεκτικότητα γλυκόζης και φρουκτόζης, ως σύνολο.
- **Αγωγιμότητα:** Αυτή η παράμετρος είναι καθοριστική για την ταξινόμηση του μελιού. Τα μέλια μελιτώματος και δασών θα πρέπει να έχουν αγωγιμότητα μεγαλύτερη του 0.8 mS/cm, ενώ τα μέλια ανθέων θα πρέπει να έχουν αγωγιμότητα μικρότερη του 0.8 mS/cm. Παρά ταύτα, υπάρχουν μερικές εξαιρέσεις σε φυτά όπως η κουμαριά (*Arbutus unedo*), Manuka ή Jelly bush (*leptospermum*), ερείκη (*Erica*), καλούνα ή κοινή (*Calluna vulgaris*), ευκάλυπτος, φιλύρα (*Tilia spp*), φυτό τσαγιού (*Melaleuca spp.*) που μπορεί να παρουσιάζουν αγωγιμότητα μεγαλύτερη του 0.8 mS/cm.
- **Περιεκτικότητα σε σακχαρόζη:** Η συγκέντρωση της σακχαρόζης δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 5%. Στα ελληνικά μέλια, λόγω της προσεκτικής διαχείρισης από τους μελισσοκόμους, η περιεκτικότητα σε σακχαρόζη σπάνια υπερβαίνει το 1%. Η παρουσία υψηλής συγκέντρωσης σακχαρόζης συνδέεται συχνά με τη χρήση μελισσοτροφών σιροπιών ή ζαχαροδιαλυμάτων, κυρίως σε ακατάλληλες περιόδους, ή με την χρήση τροφών που περιέχουν σακχαρόζη, όπως βανίλια και άλλα. Σε ορισμένες χώρες, αυτή η υπέρβαση μπορεί να συμβαίνει επίτηδες για οικονομικούς λόγους.
- **Περιεκτικότητα σε HMF:** Η HMF (Υδροξυμεθυλοφουρουραλη) παράγεται από τη μετατροπή της σακχαρόζης σε γλυκόζη και φρουκτόζη. Η μέγιστη επιτρεπτή τιμή είναι 40

mg/kg. Η HMF αυξάνεται με τη θέρμανση για αποκρυσταλλώσεις και σε μέλια με χρήση τροφών, ενώ παλαιωμένα μέλια επίσης παρουσιάζουν αυξημένη τιμή HMF.

- **Δείκτης Διαστάσης:** Το μέλι θα πρέπει να έχει τιμή ενεργότητας διαστάσης πάνω από 8, εκτός από το μέλι πορτοκαλιάς που πρέπει να έχει τιμή πάνω από 3. Η τιμή αυτή μειώνεται με θέρμανση και παλαιότητα. Συνδυασμένη με τις τιμές σακχαρόζης και HMF, μπορεί να παράσχει έναν δείκτη νοθείας.
- **Ελεύθερα οξέα:** Η συγκέντρωσή τους δεν πρέπει να ξεπερνά τα 50 meq/kg δείγματος. Τα μέλια μελιτώματος και τα παλαιωμένα μέλια παρουσιάζουν συνήθως αυξημένη οξύτητα.
- **Γυρεοσκοπική ανάλυση:** Αυτή είναι απαραίτητη όταν το μέλι χαρακτηρίζεται στην ετικέτα ως προς την βοτανική προέλευσή του (π.χ. μέλι θυμαριού, πεύκου κ.λπ.).
- **Διατροφική επισήμανση:** Παρότι το μέλι είναι φυσικό προϊόν, υπάρχουν κάποιες περιπτώσεις όπου απαιτείται διατροφική επισήμανση, όπως για την εξαγωγή στις ΗΠΑ και τον Καναδά. Σε αυτές τις περιπτώσεις, απαιτούνται επιπλέον αναλύσεις, όπως βιταμίνη D, ασβέστιο, κάλιο και σίδηρο.
- **Επιπλέον αναλύσεις:** Ανάλογα με τη χώρα διακίνησης ή εξαγωγής, ενδέχεται να απαιτηθούν αναλύσεις για φυτοφάρμακα και αντιβιοτικά, τα οποία ενδέχεται να χρησιμοποιήθηκαν για την καταπολέμηση της βαρρόας και άλλων προβλημάτων.

Συνοψίζοντας, η νομοθεσία που διέπει την ποιότητα του μελιού είναι αυστηρή και πολυεπίπεδη, με στόχο τη διασφάλιση της αυθεντικότητας και της ποιότητας του προϊόντος που διατίθεται στους καταναλωτές.



Εικόνα 1.0.4 Μέλια μετά τη θέρμανση στα 90W

2^ο Κεφάλαιο

2.1 Φυσικοχημικά Μικροσκοπικά Χαρακτηριστικά

Η ταυτότητα του μελιού αναφέρεται στα χαρακτηριστικά που καθορίζουν μια συγκεκριμένη κατηγορία αμιγούς μελιού. Αυτά τα χαρακτηριστικά χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τα φυσικοχημικά και μικροσκοπικά χαρακτηριστικά που συμβάλλουν στην κατηγοριοποίηση βάσει των ποιοτικών κριτηρίων, όπως τα σάκχαρα, τα ένζυμα, η HMF, και άλλα. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει ενώσεις όπως φλαβονοειδή και αμινοξέα που μπορούν να παρέχουν πληροφορίες για τη γεωγραφική προέλευση του μελιού.

Επιπλέον, τα οργανοληπτικά και μακροσκοπικά χαρακτηριστικά, όπως η γεύση, το άρωμα, το χρώμα και η ρευστότητα, παίζουν σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του μελιού και επηρεάζουν τις προτιμήσεις των καταναλωτών. Τα χαρακτηριστικά αυτά διαφοροποιούν τις κατηγορίες μελιού μεταξύ τους.

Ακόμα, άλλοι παράγοντες όπως η συσκευασία και η κρυστάλλωση επηρεάζουν τις προτιμήσεις των καταναλωτών. Ένα ρευστό, ανοιχτόχρωμο μέλι σε ελκυστική συσκευασία είναι πιο προσίτιο στον καταναλωτή. Συνοψίζοντας, η ταυτότητα του μελιού περιλαμβάνει φυσικοχημικά, μικροσκοπικά, οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και παράγοντες όπως η γεύση και η συσκευασία που επηρεάζουν την ποιότητά του και τις προτιμήσεις των καταναλωτών. (Ευαγγελίας Κωτσέλης, 2019)



Εικόνα 2.0.1 Μέλια-Γύρη-Κηρήθρα

2.1.1 Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά

Παρακάτω αναλύονται λεπτομερώς τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των κυριότερων κατηγοριών μελιών (Θρασυβούλου και συνεργάτες, 2002).

- **Μέλι πεύκου:** Συνθέτει το 60-65% της συνολικής παραγωγής μελιού στην Ελλάδα. Πηγάζει από τις μελιτώδεις εκκρίσεις του εντόμου *Marchalina hellenica*, γνωστού ως «εργάτης» ή «παράσιτο» του πεύκου, το οποίο βρίσκεται κυρίως στη Θάσο, Χαλκιδική, Εύβοια, Σκόπελο, Σκιάθο. Διαθέτει τα κλασικά χαρακτηριστικά μελιού μελιτώματος,

συμπεριλαμβανομένων υψηλής συγκέντρωσης τέφρας, υψηλού pH και χαμηλής περιεκτικότητας σε σάκχαρα. Αυτό επιφέρει τη διακρυστάλωσή του με αργό ρυθμό. (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών [ΚΤΠ], άρθρο 67).

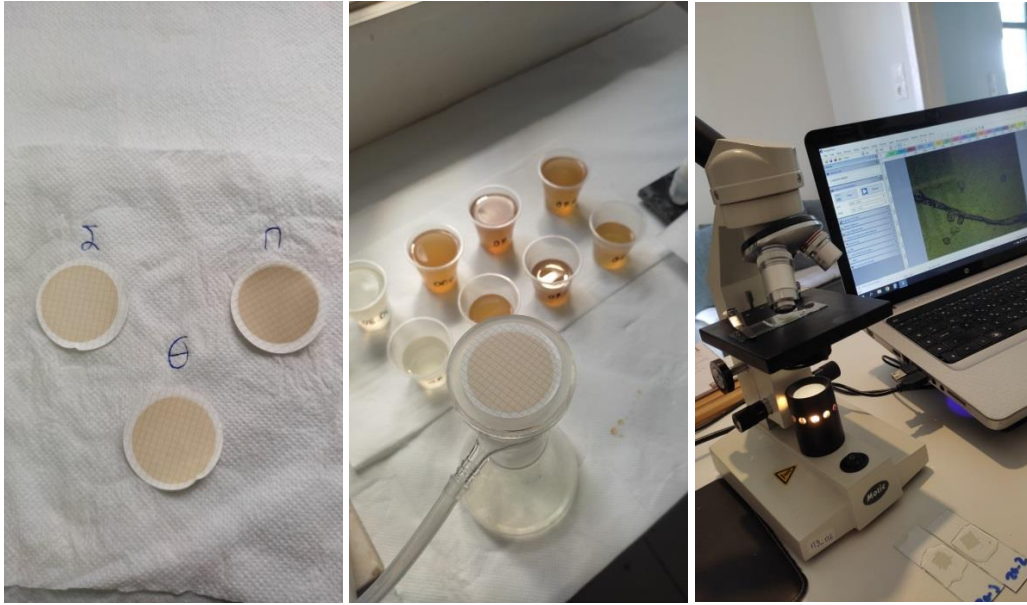
- **Μέλι ελάτης:** Συναποτελεί το 5-10% της συνολικής παραγωγής μελιού στην επικράτεια. Σε περιοχές νότια του Ολύμπου, στην Ευρυτανία, στο Περτούλι και αλλού υπάρχει η ελάτη η κεφαλληνιακή (*Abies cephalonica*), ενώ η ευρωπαϊκή ελάτη (*Abies alba*) φυτρώνει σε όλη την Ευρώπη. Το μέλι ελάτης έχει εξαιρετική γεύση και χαρακτηριστική όψη, με το χρώμα να ποικίλλει ανάλογα με την περιοχή προέλευσής του. Επιπλέον, έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα, κάτι που δεν τον καθιστά κρυσταλλωτικό. (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών [ΚΤΠ], άρθρο 67).
- **Θυμαρίσιο μέλι:** Αντιστοιχεί στο 15% της συνολικής παραγωγής μελιού στην Ελλάδα και παράγεται κυρίως στα νησιά. Αν και απολαμβάνει υπέροχη γεύση, η περιεκτικότητά του σε φρουκτόζη μπορεί να προκαλέσει καύσιμη αίσθηση στον λάρυγγα. Το χρώμα του είναι ανοιχτό και κρυσταλλώνει σε διάστημα 6-18 μηνών. (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών [ΚΤΠ], άρθρο 67).
- **Μέλι καστανιάς:** Προέρχεται από το νέκταρ και τις μελιτώδεις εκκρίσεις της καστανιάς (*Castanea Sativa*), που είναι δημοφιλόφυτο φυτό στις ορεινές περιοχές της Ελλάδας. Οι μελιτώδεις εκκρίσεις προέρχονται από την αφίδα *Myzocallis castanicola* και εμφανίζονται από τον Μάιο έως τον Ιούλιο. Αυτό το μέλι διακρίνεται για τις υψηλές τιμές pH, αγωγιμότητας και τέφρας, ενώ κατατάσσεται στα ανθόμελα. Το χρώμα του ποικίλει από ανοιχτό έως σκούρο καφέ ή μαύρο, εάν πρόκειται για μελίτωμα. Το κυριότερο χαρακτηριστικό του είναι η έντονη, δυνατή, και πικρή γεύση. Η ηλεκτρική αγωγιμότητά του είναι $\geq 1,1 \text{ ms/cm}$ (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών [ΚΤΠ], άρθρο 67).
- **Μέλι ερείκης:** Υπάρχει η φθινοπωρινή ερείκη ή 'σουσούρα' (*Erica verticillata*) και η ανοιζιάτικη ερείκη (*Erica arborea*). Το μέλι της φθινοπωρινής ερείκης έχει υψηλή θρεπτική αξία, αλλά διακρίνεται από υψηλή υγρασία και υψηλή περιεκτικότητα σε ζαχαρομύκητες, γεγονός που το καθιστά ευάλωτο στο ξινισμό. Κρυσταλλώνει γρήγορα (1-3 μήνες) λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε γλυκόζη, έχει κοκκινωπό χρώμα και ελαφρώς πικρή γεύση. Το μέλι ανοιζιάτικης ερείκης είναι πιο ανοιχτόχρωμο σε σχέση με το μέλι της φθινοπωρινής ερείκης και διαφέρει επίσης στη γεύση του.
- **Μέλι κουμαριάς:** Το κυριότερο χαρακτηριστικό του είναι η έντονη πικρή γεύση, και αυτός είναι ο λόγος που έχει χαμηλή εμπορική αξία. Λόγω του χαμηλού ποσοστού γλυκόζης και των χαμηλών θερμίδων που περιέχει, είναι κατάλληλο για δίαιτες και για διαβητικούς τύπου Β. Κρυσταλλώνει σχετικά γρήγορα και αποκτά βουτυρώδη υφή. Συνήθως αφήνεται στις κυψέλες για το ξεχειμώνιασμα του μελισσιού.

- **Μέλι εσπεριδοειδών:** Αυτό το μέλι διακρίνεται για τα εξαιρετικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του. Χαρακτηρίζεται από υψηλή ταχύτητα κρυστάλλωσης και χαμηλή περιεκτικότητα σε ένζυμο διασάσης.

2.1.2 Μικροσκοπικά Χαρακτηριστικά

Τα μικροσκοπικά χαρακτηριστικά ενός μελιού προσδιορίζονται κυρίως από τα ποσοστά και τα είδη των γυρεόκοκκων που παρουσιάζονται σε αυτό, ταυτόχρονα από τις ζύμες και οποιαδήποτε άλλα στοιχεία μπορεί να εμφανιστούν στην υφή του προϊόντος. Η αναγνώριση των ειδών και του αριθμού των γυρεόκοκκων επιτυγχάνεται μέσω γυρεοσκοπικής ανάλυσης με την χρήση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου και παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη βοτανική προέλευση και τη γεωγραφική καταγωγή. Στη συνέχεια παραθέτονται τα ποσοστά γυρεόκοκκων που παρατηρούνται στα κύρια είδη μελιού (Θρασυβούλου και συνεργάτες, 2002, Ευαγγελίας Κωτσέλης, 2019, Κώδικας Τροφίμων και Ποτών [ΚΤΠ], άρθρο 67):

- **Μέλι από πεύκο:** Η παρουσία γυρεόκοκκων σε αυτό το είδος μελιού είναι εξαιρετικά ποικιλόμορφη, με τους κυριότερους γυρεόκοκκους να περιλαμβάνουν την καστανιά και την ερείκη, με ποσοστό που κυμαίνεται από 1% έως 45%.
- **Μέλι από ελάτη:** Στα μελιά αυτού του είδους, οι γυρεόκοκκοι των φυλών Brassicaceae, Labiatae και Pyrus/Prunus παρατηρούνται σε ποσοστά από 3% έως 15%, ενώ οι γυρεόκοκκοι ερείκης κινούνται στο εύρος του 1% έως 3%.
- **Μέλι θυμαρίσιο:** Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, το μέλι θυμαρίσιο πρέπει να περιέχει περισσότερους από 18% γυρεόκοκκους θυμαριού, προσδιορίζοντας ότι πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον 18 γυρεόκοκκοι θυμαριού ανά 100 γυρεόκοκκους νεκταρογόνων φυτών.
- **Μέλι από καστανιά:** Η γύρη από καστανιά είναι πλούσια, και το μέλι θεωρείται αμιγές αν το ποσοστό των γυρεόκοκκων καστανιάς υπερβαίνει το 87% του συνολικού αριθμού των γυρεόκοκκων.
- **Μέλι από ερείκη:** Σε πολλά αμιγή μέλια ερείκης, το ποσοστό γυρεόκοκκων ερείκης υπερβαίνει συχνά το 80%. Σύμφωνα με τη νομοθεσία, απαιτείται τουλάχιστον το 45% των συνολικών γυρεόκοκκων νεκταρογόνων φυτών.
- **Μέλι από εσπεριδοειδή:** Το μέλι από εσπεριδοειδή κατατάσσεται στα μέλια που είναι φτωχά σε γυρεόκοκκους. Για παράδειγμα, το μέλι πορτοκαλιάς πρέπει να περιέχει τουλάχιστον 3



Εικόνα 2.0.2 Γυρεοσκοπική ανάλυση μελιών πτυχιακής

2.1.3 Νοθεία και αλλοίωση του μελιού

Υπάρχει συχνά η πιθανότητα να εμφανίζεται νοθεία στο μέλι που προορίζεται για κατανάλωση από τον άνθρωπο. Σύμφωνα με τον ΕΦΕΤ, η νοθεία του μελιού δεν αποτελεί απλώς οικονομική απάτη, καθώς το νοθευμένο προϊόν δεν διαθέτει τις ευεργετικές ιδιότητες του πραγματικού μελιού. Οι παράμετροι που μπορούν να δείξουν την ύπαρξη νοθείας στο μέλι περιλαμβάνουν τη διαστάση, την HMF, την περιεκτικότητα σε σάκχαρα και τη γυρεοσκοπική ανάλυση.

Μια συνηθισμένη μορφή νοθείας του μελιού είναι η προσθήκη φθινών γλυκαντικών ουσιών, όπως ζάχαρη από ζαχαροκάλαμο ή ραφινάρισμα ζάχαρη από ζαχαρότευτλα, σιρόπι καλαμποκιού ή σιρόπι μαλτόζης (Tomruk et al., 2013; Puscas et al., 2013). Επιπλέον, ένας άλλος τρόπος νοθείας είναι ο υπερσιτισμός των μελισσών με ζάχαρη. Ο προσδιορισμός των σακχάρων στο μέλι, ειδικότερα η αναλογία φρουκτόζης-γλυκόζης, αποτελεί έναν δείκτη για την ύπαρξη νοθείας.

Ένας συνήθης τρόπος νοθείας είναι η πώληση ενός μη αμιγούς μελιού ως αμιγές ενός είδους. Για παράδειγμα, τα χαρμάνια μελιών αποτελούν μέλια που δημιουργούνται από τον συνδυασμό διαφορετικών ειδών μελιών. Αυτά τα χαρμάνια ενδέχεται να μην πληρούν τις απαιτήσεις για αμίγη μέλια, αλλά παρουσιάζονται ως τέτοια οδηγώντας τον καταναλωτή στην αγορά τους.

Με την χρήση γυρεοσκοπικής ανάλυσης στο μέλι, δηλαδή τον υπολογισμό του αριθμού και του τύπου των γυρεόκοκκων που περιέχονται, είναι δυνατό να διαπιστωθεί εάν το μέλι είναι νοθευμένο.

Επιπλέον, ο προσδιορισμός του ενζύμου της διαστάσης και της ποσότητας της HMF είναι σημαντικός για την παρακολούθηση της ποιότητας του μελιού. Χαμηλά επίπεδα διαστάσεων

μπορούν να υποδείξουν πιθανή νοθεία του μελιού (Zalewski, 1962) όπως να δείξουν τη φρεσκάδα του αλλά είναι και ένας καθοριστικός θα λέγαμε δείκτης παλαιότητάς του (Haste et al., 1973). Σχετικά με την HMF, υψηλές τιμές αυτής της ενώσεως αποτελούν ένδειξη υπερθέρμανσης ή μακράς αποθήκευσης του μελιού, προκαλώντας αλλοιώσεις στην ποιότητά του και υποβαθμίζοντας το προϊόν (Ευαγγελίας Κωτσέλης 2019).



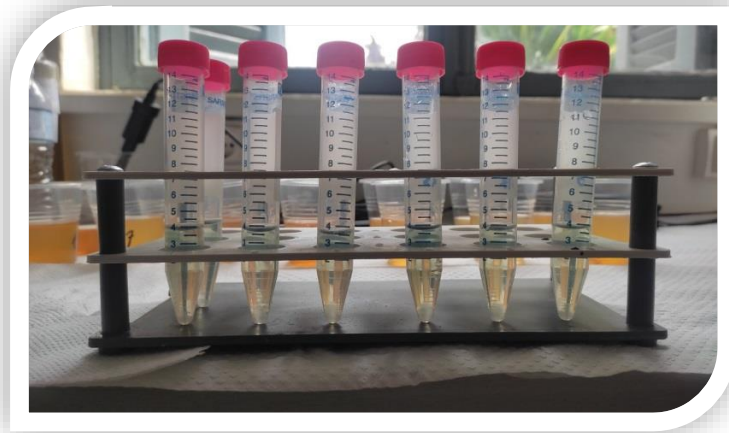
Εικόνα 2.0.3 Ανάλυση μελιού

2.1.4 Αντιοξειδωτικά στο μέλι

Η αντιοξειδωτική δράση αναφέρεται σε ουσίες που μπορούν να επιβραδύνουν ή ακόμα και να εξουδετερώσουν την οξείδωση άλλων ουσιών, με στόχο την περιορισμένη συσσώρευση ελεύθερων ριζών και άλλων οξειδωτικών ενώσεων. Οι αντιοξειδωτικές ουσίες έχουν σημαντικό ρόλο στην προστασία της υγείας του ανθρώπου, με μελέτες να δείχνουν ότι μειώνουν τον κίνδυνο εμφάνισης χρόνιων ασθενειών όπως ο καρκίνος και οι καρδιοπάθειες (Θρασυβούλου και συνεργάτες, 2002, Ευαγγελίας Κωτσέλης, 2019).

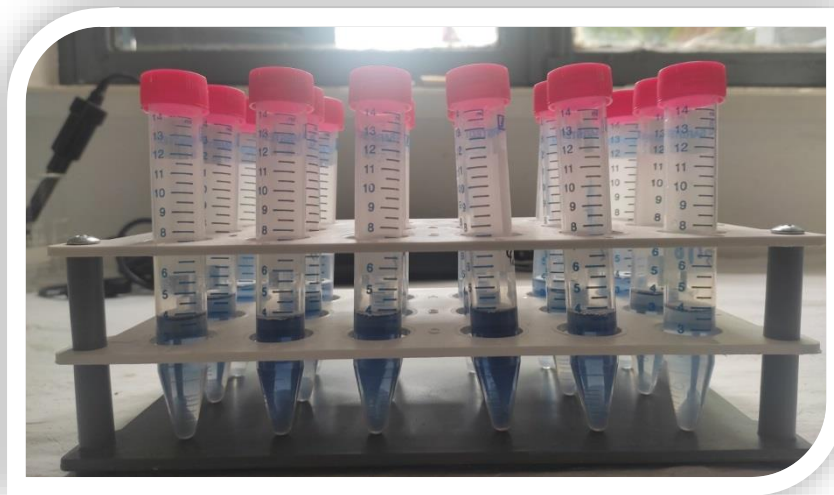
Στην κατηγορία των αντιοξειδωτικών ουσιών, ξεχωρίζουν οι φαινολικές ενώσεις, που χωρίζονται σε φαινολικά οξέα και φλαβονοειδή. Τα φλαβονοειδή ξεχωρίζονται σε επιμέρους μικρότερες υποκατηγορίες όπως φλαβονόλες, φλαβόνες, φλαβονόνες και αποτελούν τα βασικά λειτουργικά συστήματα του μελιού (Alvarez-Suarez et al., 2012). Το μέλι, ως τρόφιμο, περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών ουσιών, κυρίως φαινολικών ενώσεων και φλαβονοειδών, τα οποία προέρχονται κυρίως από τη γύρη των φυτών και των δέντρων (Saric et al., 2013).

Είναι γνωστό ότι τα σκουρόχρωμα μέλια έχουν υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση από τα ανοιχτόχρωμα (Σάρδαλου και συνεργάτες, 2002), ενώ τα πικρά μέλια, όπως το μέλι της καστανιάς και κουμαριάς έχουν πλουσιότερα αντιοξειδωτικά συστατικά από τα γλυκά, όπως το μέλι εσπεριδοειδών (Otmani et al, 2019, et al., Gul et al., 2018).



Εικόνα 2.0.4 Πολυφαινόλες πριν

Για την ανάλυση της αντιοξειδωτικής δράσης στο μέλι, χρησιμοποιούνται μέθοδοι όπως η μέθοδος Folin-Ciocalteu (Prior et al., 2005), η μέθοδος DPPH (Brand-Williams et al., 1995) και η μέθοδος FRAP (Benzie & Strain, 1996). Η πρώτη μέθοδος προσδιορίζει το περιεχόμενο των ολικών φαινολών στο μέλι, ενώ οι άλλες δύο μεθόδους εκτιμούν την ικανότητά του να αντιδρά με ελεύθερες ρίζες, χρησιμοποιώντας τα αντιοξειδωτικά μόρια που περιέχει (Ευαγγελίας Κωτσέλης, 2019).



Εικόνα 2.0.5 Πολυφαινόλες μετά

Ο προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής δράσης πρέπει να γίνεται με τη χρήση τουλάχιστον δύο διαφορετικών μεθόδων και να συγκρίνονται τα αποτελέσματα προκειμένου να εξαχουμε συμπεράσματα για την αντιοξειδωτική ικανότητα του μελιού (Frankel, 1998).

2.2 Σκοπός της εργασίας

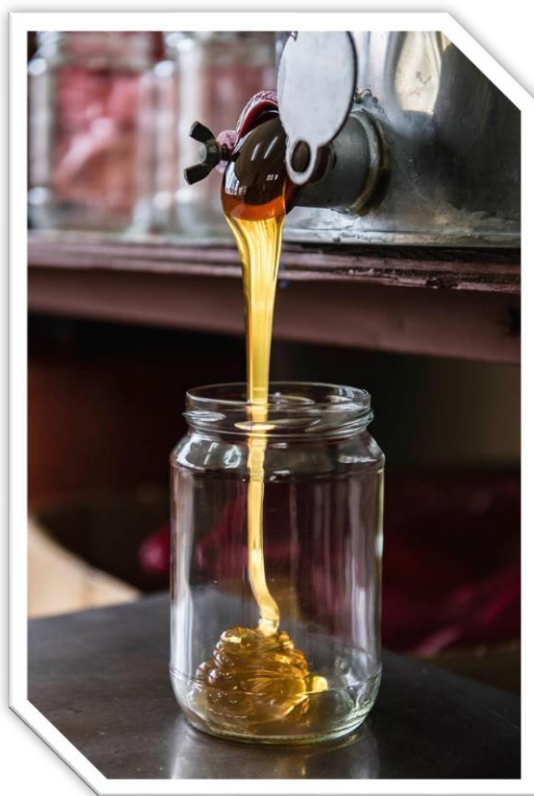
Σκοπός της εργασίας είναι να βρεθεί η δυνατότητα χρήσης μιας απλής και γρήγορης διαδικασίας αποκρυστάλλωσης του μελιού, συγκεκριμένα με τη χρήση φούρνου μικροκυμάτων, χωρίς να επηρεαστεί η ποιότητα του.

Για το λόγο αυτό θα μελετηθούν τρεις διαφορετικοί τύποι μελιών:

α) ένα μέλι θυμαρίσιο, β) ένα μέλι ερείκης και γ) ένα μέλι δασούς.

Τα δείγματα ελέγχθηκαν ως προς τη βοτανική προέλευσή τους με γυρεοσκοπική ανάλυση. Τα δείγματα βρίσκονταν στο εργαστήριο σε κρυσταλλωμένη μορφή (Εικόνα 1.0.6).

Στην εργασία μελετάται η επίδραση της χρήσης των μικροκυμάτων, ως μέσο αποκρυστάλλωσης, στην ποιότητά του μελιού. Η αποκρυστάλλωση πραγματοποιήθηκε σε οικιακό φούρνο μικροκυμάτων, με θέρμανση του μελιού, κάνοντας χρήση δύο διαφορετικών τιμών ισχύος μικροκυμάτων, 90 W και 600 W. Οι παράμετροι που εκλέχθηκαν για να αποδειχτεί η επίδραση των μικροκυμάτων ήταν οι πολυφαινόλες, η HMF και η ενεργότητα του ενζύμου διαστάσης. Οι παράμετροι αυτοί είχαν μετρηθεί στα αρχικά μη θερμασμένα δείγματα, αλλά και στα επεξεργασμένα δείγματα ώστε να φανεί η επίδραση της χρήσης μικροκυμάτων. Κατά την διάρκεια της θέρμανσης πραγματοποιείται συνεχής καταγραφή της θερμοκρασίας του μελιού με χρήση θερμομέτρου ακίδας το οποίο εμβαπτίζεται στο εσωτερικό του δείγματος. Στις επόμενες παραγράφους γίνεται μια λεπτομερής ανάλυση των μεθόδων αποκρυστάλλωσης του μελιού καθώς και των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων τους.



Εικόνα 2.0.6 Εξαγωγή μελιού

2.3 Διαδικασία παραγωγής μελιού

Στη συγκομιδή του μελιού, χρησιμοποιούνται δύο διαφορετικές μέθοδοι όπως ο παραδοσιακός τρόπος με φλόγα και οι πιο σύγχρονες πρακτικές με χρήση καπνού. Η παραδοσιακή μέθοδος συνεπάγεται τη χρήση φλόγας για απομάκρυνση ή ακόμα και θανάτωση των μελισσών, ενώ στις σύγχρονες μεθόδους η απομάκρυνση γίνεται φιλικότερα με τη χρήση καπνού. Οι συγγραφείς (Babarinde et. al, 2011) υποστηρίζουν ότι η σύγχρονη μέθοδος παράγει καλύτερη ποιότητα μελιού.

Στην παραδοσιακή μέθοδο, ο μελισσοκόμος χρησιμοποιεί φλόγα για να απομακρύνει τις μέλισσες και συλλέγει το μέλι και τη γύρη χωρίς διαλογή. Στη σύγχρονη μέθοδο, το μέλι συλλέγεται επιλεκτικά από κυψέλες, με τη χρήση καπνού για απομάκρυνση των μελισσών.



Εικόνα 2.0.7 Πορεία εξαγωγής μελιού

Η παραγωγή μελιού απαιτεί προσοχή και διαφέρει μεταξύ μικρών παραγωγών και μεγάλων εταιρειών. Τα βασικά βήματα περιλαμβάνουν τη συγκομιδή, την αφύγρανση, την αφαίρεση κεριού, και την υγροποίηση. Ο έλεγχος της ποιότητας γίνεται πριν από την εμπορευματοποίηση.

Ορισμένα μέλια απαιτούν αφύγρανση για να μειωθεί η υγρασία και να βελτιωθεί η ποιότητα. Η διαδικασία αφύγρανσης μπορεί να γίνει σε ξηρό δωμάτιο ή με τη χρήση γεννήτριας για μεγάλη παραγωγή. Η υγροποίηση γίνεται σε θερμοκρασία κάτω των 40 °C.

Η ροή παραγωγής περιλαμβάνει έξι στάδια, από την αρχική εκχύλιση έως την τελική συσκευασία, με διαφορετικούς τρόπους εκτέλεσης ανάλογα με τη βιομηχανία.



Εικόνα 2.0.8 Στάδια παραγωγής μελιού

2.4 Μέθοδοι επεξεργασίας και αποκρυστάλλωσης

Η κρυστάλλωση του μελιού είναι μια φυσιολογική φαινομενική εξέλιξη που συμβαίνει στα ακατέργαστα μέλια. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, η γλυκόζη στο μέλι αρχίζει να διαχωρίζεται από το νερό και σχηματίζει κρυστάλλους, ενώ η φρουκτόζη παραμένει υγρή. Αυτή η διαδικασία επιταχύνεται σε θερμοκρασίες γύρω στους 14°C και επιβραδύνεται σε θερμοκρασίες γύρω στους 25°C. Αυτό συμβαίνει σε όλα τα μέλια εκτός από κάποιες εξαιρέσεις. Για να επαναφερθεί το μέλι στην αρχική του ρευστή κατάσταση, χρειάζεται να ακολουθηθούν προσεκτικά οι ακόλουθες διαδικασίες θέρμανσης. Για μια κουζίνα ενός σπιτιού:

- Μια επιλογή είναι η χρήση της μεθόδου Μπεν Μαρί, όπου το μέλι τοποθετείται σε ένα βάζο και αυτό το βάζο τοποθετείται μέσα σε μια κατσαρόλα με ζεστό νερό. Το νερό στην κατσαρόλα θα πρέπει να έχει θερμοκρασία γύρω στους 55°C, ώστε να αποφευχθεί η υπερβολική θέρμανση του μελιού.
- Μια άλλη επιλογή είναι να τοποθετήσετε το μέλι στον φούρνο της κουζίνας σε θερμοκρασία λίγο κάτω από τους 50°C για 5-6 ώρες. Αυτό μπορεί να γίνει με κλειστό καπάκι στο βάζο του μελιού.
- Μια άλλη μέθοδος είναι η θέρμανση του μελιού σε φούρνο μικροκυμάτων τοποθετείται το μέλι σε ένα γυάλινο μπολ χωρίς καπάκι και ακολουθεί η αποκρυστάλλωση.

Είναι σημαντικό να αποφεύγετε τη θέρμανση του μελιού σε υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 60°C), καθώς αυτό μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα και τη θρεπτική αξία του.

Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι, ανεξαρτήτως της διαδικασίας θέρμανσης, το μέλι ενδέχεται να κρυσταλλωθεί ξανά με την πάροδο του χρόνου, αλλά αυτό δεν επηρεάζει την ποιότητά του. Η κρυστάλλωση και αποκρυστάλλωση είναι φυσικά χαρακτηριστικά του μελιού και δεν επηρεάζουν την ποιότητα του.

Το μέλι υφίσταται επεξεργασία στην εμπορική μονάδα επεξεργασίας με σκοπό τον καθαρισμό, το φιλτράρισμα και τη μείωση της υγρασίας σε τυπικά επίπεδα. Αυτή η διαδικασία είναι σημαντική για την προστασία από την ανάπτυξη μικροοργανισμών και την κρυστάλλωση του μελιού, παρατείνοντας τη διάρκεια ζωής του. Επίσης σύμφωνα με τους (Gleite et al.2006), η υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία ευνοεί τη ζύμωση του μελιού, επηρεάζοντας αρνητικά τη γεύση του. Η κρυστάλλωση αποτρέπεται για να διατηρηθεί η ομοιογενής όψη του μελιού. Υπάρχουν τέσσερις κοινές μέθοδοι επεξεργασίας και αποκρυστάλλωσης: θερμική επεξεργασία, χρήση υπερήχων, υψηλή πίεση και χρήση μικροκυμάτων.

2.4.1 Θερμική επεξεργασία

Το μέλι υποβάλλεται σε θερμική επεξεργασία πριν από την αποθήκευσή του. Αυτή η επεξεργασία περιλαμβάνει την αύξηση της θερμοκρασίας με σκοπό τη μείωση του ιξώδους του μελιού, τη μείωση της περιεκτικότητας σε νερό για την αποφυγή ζύμωσης, τη βελτίωση του χρώματος του μελιού για επιθυμητή εμφάνιση, τη διάλυση των κρυστάλλων σακχάρων για την αποτροπή της κοκκοποίησης και την αντιμετώπιση της οσμοφιλικής ζύμης για αύξηση της διάρκειας ζωής του μελιού (Anklam, 1998. Subramanian et al., 2007. Abu-Jdayil et al., 2002. Escriche et al., 2009).

Ο τρόπος θέρμανσης του μελιού ποικίλλει ανάλογα με τη θερμοκρασία και τον χρόνο που χρησιμοποιούνται. Συγκεκριμένα, οι βιομηχανικές πρακτικές χρησιμοποιούν θερμοκρασίες περίπου 45°C και 80°C για υγροποίηση και παστερίωση αντίστοιχα (Escriche et al., 2009). Με βάση αναφορές, η θέρμανση του μελιού στους 63°C, 65°C και 68°C για 35, 25 και 7,5 λεπτά αντίστοιχα μπορεί να καταστρέψει τα κύτταρα ζύμης (Subramanian et al., 2007). Ωστόσο, αυτή η διαδικασία μπορεί να οδηγήσει σε αρνητικά αποτελέσματα, όπως απώλεια αρωματικών ουσιών, μείωση της δραστηριότητας της αντιοξειδωτικής δράσης, και αύξηση της περιεκτικότητας σε υδροξυμεθυλοφουρφουράλη (HMF) (Tosi et al., 2008. Sahinler and Gul, 2005. Subramanian et al., 2007. Samborska and Czelejewska, 2014).

Η επίδραση της θερμοκρασίας στο μέλι εξαρτάται από την θερμοκρασία και τον χρόνο επεξεργασίας. Όσο υψηλότερες είναι οι θερμοκρασίες και ο χρόνος επεξεργασίας, τόσο περισσότερες αρνητικές επιπτώσεις παρατηρούνται στο μέλι. Συγκεκριμένα, τα φλαβονοειδή, τα αμινοξέα και τα φαινολικά είναι αντιοξειδωτικές ενώσεις στο μέλι που είναι ευαίσθητες στον χρόνο και τη θερμοκρασία, με αποτέλεσμα να μειώνεται η αντιοξειδωτική δράση του μελιού λόγω αποσύνθεσης βιταμινών και ενζύμων, ιδίως σε υψηλές θερμοκρασίες (Nagai et al., 2001). Με βάση τα ευρήματα των Chaikham και Prangthip (2015), η αύξηση του χρόνου επεξεργασίας οδηγεί σε μείωση των αντιοξειδωτικών επιπέδων. Επιπλέον, η θέρμανση του μελιού στους 100°C για 5 λεπτά μειώνει σημαντικά τη φαινολική περιεκτικότητα και την αντιοξειδωτική δράση του σε σύγκριση με το μη επεξεργασμένο μέλι.

Ο Kowalski (2013) αναφέρει ότι η θέρμανση στους 90°C για 60 λεπτά μειώνει σημαντικά τις φαινολικές ενώσεις και την αντιοξειδωτική δράση του μελιτώματος σε σύγκριση με

το ανεπεξέργαστο μέλι. Παρά την ευκολία της θερμικής επεξεργασίας για την αλλαγή της συνοχής του μελιού και την αποτροπή της ζύμωσης, η υψηλή θερμοκρασία μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα του μελιού και τις βιολογικές του ιδιότητες.

2.4.2 Επεξεργασία με υπερήχους

Η συνένωση των υπερήχων με τη θερμότητα αναφέρεται ως θερμοήχηση, και τα προϊόντα που υποβάλλονται σε αυτήν την τεχνολογία εμφανίζουν βελτιωμένα αποτελέσματα με ελάχιστες επιπτώσεις στα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους σε αντίθεση με τη μόνη χρήση των υπερήχων (Chong et al., 2017. Aadil et al., 2015). Οι υπερήχοι είναι μια τεχνολογία που απαιτεί ελάχιστη επεξεργασία και μπορεί να απενεργοποιήσει μικροοργανισμούς και να προάγει την αφύδατη επεξεργασία των τροφίμων (Musielak et al., 2016). Επιπλέον, μπορεί να διατηρήσει και να βελτιώσει τις θρεπτικές και αισθητηριακές ιδιότητες των τροφίμων (Chemat et al., 2011; Abid et al., 2013; Chaikham & Prangthip, 2015).

Η μεταφορά των υπερήχων μέσω του υγρού μελιού προκαλεί την εμφάνιση φυσαλίδων ή κοιλοτήτων που αυξάνουν γρήγορα το μέγεθός τους και καταρρίπτονται υπό την επίδραση του ακουστικού πεδίου. Αυτή η κατάρρευση των φυσαλίδων οδηγεί σε έντονη τοπική θέρμανση ή θερμά σημεία, αλλάζοντας γρήγορα τη θερμοκρασία και την πίεση στο περιβάλλον του. Ενώ τα κύματα υπερήχων μόνα τους ενδέχεται να μην είναι αποτελεσματικά στην καταστροφή των μικροοργανισμών, εκτός αν χρησιμοποιούνται με υψηλές εντάσεις, η θερμοήχηση αποτελεί μια ενδεδειγμένη εναλλακτική διαδικασία για την αυξημένη καταστροφή των μικροοργανισμών. Έχει παρατηρηθεί ότι οι υπερήχοι είναι συχνά πιο αποτελεσματικοί όταν συνδυάζονται με άλλες μεθόδους συντήρησης, όπως η θερμότητα (σε θερμοκρασία 30-50 °C) για την ενίσχυση της ενζυμικής και μικροβιακής απενεργοποίησης.

Η θέρμανση με παράλληλη χρήση υπερήχων μείωσε τη δραστηριότητα του νερού και την υγρασία κατά 7,9% και 16,6% αντίστοιχα, σε αντίθεση με το 3,5% και το 6,9% που παρατηρήθηκαν με τη συμβατική θέρμανση (Chong et al., 2017). Παρόλα αυτά, η έρευνα σχετικά με τις επιπτώσεις της υψηλής πίεσης, των υπερήχων και της θερμοθεραπείας στα βιοενεργά συστατικά και τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες του μελιού παραμένει περιορισμένη. Συγκεκριμένα, η επίδραση των υψηλών πιέσεων, των υπερήχων και της θερμικής θεραπείας στα βιοενεργά συστατικά και τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες του μελιού δεν έχει ερευνηθεί επαρκώς (Chaikham και Prangthip, 2015). Μια άλλη εκτίμηση από τους Chaikham και Prangthip (2015) αναφέρει ότι οι συνολικές φαινολικές ενώσεις, τα συνολικά φλαβονοειδή και η αντιοξειδωτική ικανότητα στο μέλι αυξήθηκαν ελαφρώς ($P \leq 0,05$) όταν υποβλήθηκαν σε υπερηχητική επεξεργασία στα 20kHz και στα 20-60%, για 5-20 λεπτά. Επιπλέον, ο χρόνος θεραπείας βελτίωσε τη διαθεσιμότητα αντιοξειδωτικών ενώσεων και ιδιοτήτων του μελιού (Chaikham και Prangthip, 2015).

Η αύξηση των βιοενεργών ενώσεων σε δείγματα που υποβάλλονται σε υπερηχητική επεξεργασία οφείλεται κυρίως στη διάσπαση των φυτικών κυττάρων. Οι κυτταρικές μεμβράνες και

τα οργανίδια διαταράσσονται, ενώ τα ένζυμα απελευθερώνονται μέσω κενотоπίων, τα οποία στη συνέχεια επηρεάζουν τις φαινόλες και την αντιοξειδωτική δράση στα δείγματα (Akhmazillah et al., 2013). Εφόσον το μέλι δεν περιέχει άθικτα κύτταρα, πιθανή εξήγηση για την αυξημένη συγκέντρωση φαινόλης και αντιοξειδωτικής δράσης λόγω υπερηχητικής διέγερσης είναι η διάσπαση της γύρης (Chaikham και Prangthip, 2015).

2.4.3 Επεξεργασία υψηλής πίεσης

Τα πρόσφατα χρόνια, η υψηλή πίεση, γνωστή και ως υδροστατική πίεση, έχει αποδειχθεί επιτυχημένη στην παραγωγή υψηλής ποιότητας τροφίμων. Αυτή η διαδικασία απενεργοποιεί μικροοργανισμούς σε τροφές, επιπλέον, επεκτείνοντας τη διάρκεια ζωής τους (Cao et al., 2012; Chaikham and Apichartsrangkoon, 2012; Keenan et al., 2012). Η επεξεργασία υψηλής πίεσης μπορεί να αποτελέσει μια εναλλακτική μέθοδο διατήρησης των ιδιοτήτων των προϊόντων διατροφής, σε υψηλότερο βαθμό σε σχέση με τη θερμική επεξεργασία (Cao et al., 2012· Carbonell-Capella et al., 2013· Kaushik et al., 2013).

Σε όλα τα επίπεδα πίεσης, οι ποσότητες αυτών των συστατικών και των ιδιοτήτων τους στο δείγμα είναι θετικά συσχετισμένες με τον χρόνο επεξεργασίας, ειδικά στην περίπτωση του μελιού που υποβλήθηκε σε επεξεργασία υπό πίεση 500 MPa για 20 λεπτά. Σε αυτήν την περίπτωση, το μέλι εμφάνισε τα υψηλότερα επίπεδα φαινολών και αντιοξειδωτικής δραστηριότητας (Chaikham και Prangthip, 2015). Είναι αξιοσημείωτο ότι παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση των αντιοξειδωτικών ενώσεων και της δραστηριότητας αποψίλωσης των ριζών DPPH μετά την επεξεργασία.

Οι Akhmazillah et al. (2013) και Fauzi et al. (2014) ανέφεραν ότι η συνολική φαινολική περιεκτικότητα και η αντιοξειδωτική δράση του μελιού αυξήθηκαν σημαντικά με τη χρήση επεξεργασίας υψηλής πίεσης. Ιδιαίτερα, το μέλι που υποβλήθηκε σε πίεση 600 MPa για 10 λεπτά εμφάνισε τα υψηλότερα επίπεδα συνολικής φαινολικής περιεκτικότητας και δραστηριότητας αποψίλωσης των ριζών DPPH, με αύξηση κατά 47% και 30% αντίστοιχα, σε σύγκριση με τα μη επεξεργασμένα δείγματα. Η αύξηση αυτή των ιδιοτήτων του μελιού μετά την επεξεργασία υπό πίεση οφείλεται πιθανόν στην αποσύνθεση της γύρης, η οποία ενισχύει τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες των ενώσεων. Επίσης, η γύρη γνωστοποιήθηκε για την περιεκτικότητά της σε διάφορα αντιοξειδωτικά συστατικά, συμπεριλαμβανομένων των φαινολικών ενώσεων 2-5 g/100 g, 7-56 mg/100 g ασκορβικού οξέος, 1-20 mg/ 100 g β-καροτένιου και 4-32 mg/100 g τοκοφερόλης (Campos et al., 2003; Campos et al., 2008).

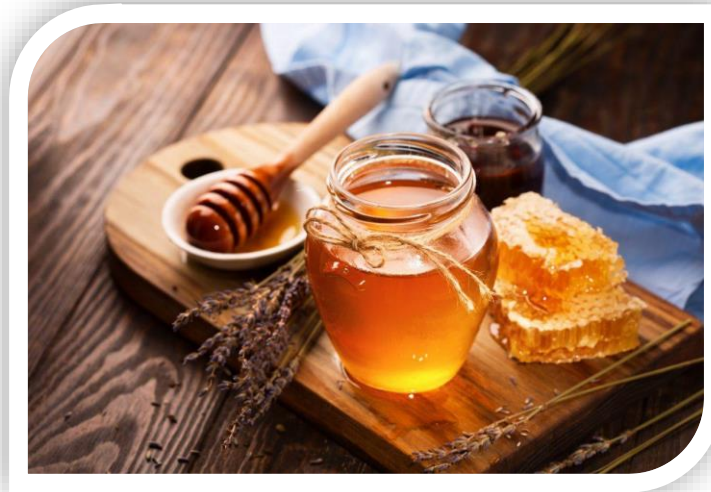
2.4.4 Επεξεργασία με χρήση μικροκυμάτων

Τα πρόσφατα χρόνια, η χρήση της θέρμανσης μικροκυμάτων έχει εξαπλωθεί ευρέως για την θερμική επεξεργασία των τροφίμων. Αυτή η πρακτική έχει γίνει δημοφιλής όχι μόνο στον κόσμο των νοικοκυριών για οικιακή χρήση, αλλά επίσης και στον βιομηχανικό τομέα. Η θέρμανση μικροκυμάτων παρουσιάζει πλεονεκτήματα σε σχέση με την κλασική θέρμανση, όπως τα πιο σύντομα χρονικά διαστήματα θέρμανσης, πράγμα που συνεπάγεται εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς και την εξοικονόμηση χώρου με την ευκολία και την άνεση στη χρήση του μικροκυματικού εξοπλισμού. Τα μικροκύματα ανήκουν στην ηλεκτρομαγνητική φάσμα με συχνότητες από 300 MHz έως 300 GHz, και αποτελούν μη ιονίζουσα ακτινοβολία. Η χρήση αυτού του είδους ακτινοβολίας επιτρέπει την αποτελεσματική μετατροπή της ενέργειας σε θερμότητα σε ολόκληρο το προϊόν τροφίμων (Bartákova et al., 2011).

Σύμφωνα με τη μελέτη των Dimiņš και συνεργατών (2019), το μέλι που υποβάλλεται σε θερμική επεξεργασία με μικροκύματα, ακόμη και για μόλις 10 δευτερόλεπτα, επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα του μελιού. Η μείωση της δραστηριότητας της ιμπερτάσης και η αύξηση της περιεκτικότητας σε HMF επηρεάζουν αρνητικά την ποιότητα του μελιού. Λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε υγρασία (20%) και του μεγάλου ποσοστού διαλυμένων σακχαριτών (70-80%) στο μέλι, η θέρμανση του μελιού με χρήση μικροκυματικής ακτινοβολίας αναδεικνύεται ως πιο αποτελεσματική, σύμφωνα με τη μελέτη των Hebbar και συνεργατών (2003). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα υλικά που περιέχουν πολικά μόρια, όπως το νερό, αντιδρούν γρήγορα στην ακτινοβολία μικροκυμάτων λόγω της μοριακής τριβής που προκαλείται από τη διπολική περιστροφή υπό την επίδραση του εναλλασσόμενου ηλεκτρικού πεδίου. Το μέλι δεν υφίσταται χημικές αλλαγές κατά την θέρμανσή του σε φούρνο μικροκυμάτων, καθώς ο αριθμός των φωτονίων σε αυτόν τον φούρνο είναι πολύ μικρός για να προκαλέσει διάσπαση ή ιονισμό των πολλαπλών φωτονίων. Έτσι, η μόνη επίδραση είναι η αύξηση της κινητικής ενέργειας (Aguilar-Reynosa et al., 2017).

Τα ένζυμα αποτελούν κρίσιμους δείκτες για την ποιότητα του μελιού και τη βιολογική του δράση, καθώς επιτελούν αντιδράσεις εντός του κυττάρου. Μικρές ποσότητες ενζύμων που διατηρούνται φυσικά στο μέλι, όπως η αμυλάση, η οξειδάση της γλυκόζης, η καταλάση και η ιμπερτάση, έχουν σημαντική επίδραση στη σύνθεση και την ποιότητα του μελιού (Dimiņš et al., 2019). Το ένζυμο ιμπερτάση αποτελεί έναν από τους κύριους δείκτες για τη θερμική επεξεργασία του μελιού (Belitz et al., 2009). Αντίθετα με την αμυλάση, η ιμπερτάση είναι ευαίσθητη στη θερμότητα και χάνει την δραστηριότητά της κατά την αποθήκευση σε σχέση με την αμυλάση. Ένας άλλος δείκτης της θερμικής επεξεργασίας του μελιού είναι η υδροξυμεθυλοφουρφουράλη (HMF), που αποτελεί μία από τις κύριες παραμέτρους ποιότητας και ασφάλειας του μελιού. Η περιεκτικότητα του HMF αυξάνεται κατά την αποθήκευση (με βάση το pH και τη διάρκεια αποθήκευσης) και κατά τη θέρμανση του μελιού, όπως αναφέρει η μελέτη των Contreras και συνεργατών (2017). Η χρήση των μικροκυμάτων έχει αναδειχθεί ως προτιμητέα έναντι της

κλασικής θέρμανσης λόγω της ταχύτητάς της. Τα μικροκύματα διεισδύουν στο εσωτερικό των τροφίμων και δεν περιορίζονται στην επιφάνεια, προσφέροντας έτσι αποτελεσματικότερη μετατροπή της ενέργειας σε θερμότητα σε όλο το προϊόν.



Εικόνα 2.0.9 Βαζάκι μελιού

2.5 Επιπτώσεις μεθόδων επεξεργασίας

Το μέλι που υφίσταται θερμική επεξεργασία παρουσιάζει μειωμένη πυκνότητα σε σχέση με το ακατέργαστο μέλι, όπως φαίνεται φυσικά στο μέλι που διαλύεται σε υψηλή θερμοκρασία. Η ποιότητα του μελιού υποβαθμίζεται κατά την θερμική επεξεργασία, με την αλλοίωση της γεύσης και του χρώματος του μελιού, ενώ επίσης διασπά βιοενεργές σύνολο συστατικών στο μέλι (Nagai et al., 2001). Αυτή η διάσπαση συμβαίνει λόγω της αστάθειας και των θερμομεταλλαγμένων στοιχείων στο μέλι (Nagai et al., 2001). Η ανεξέλεγκτη θέρμανση επηρεάζει τις ποιοτικές παραμέτρους, όπως η περιεκτικότητα σε υδροξυμεθυλοφουρουράλη (HMF) και η δραστηριότητα ενζύμων (Subramanian et al., 2007).

Κατά τη διαδικασία της μικροκυματικής επεξεργασίας, ο σύντομος χρόνος που απαιτείται για την επίτευξη της απαιτούμενης θερμοκρασίας εξασφαλίζει ελάχιστες αλλαγές στα χημικά χαρακτηριστικά. Το θερμαινόμενο μέλι εμφανίζει μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην αλλοίωση σε σύγκριση με το μη επεξεργασμένο, που οφείλεται στον αριθμό ζυμομυκήτων (Subramanian et al., 2007). Κατά την αποθήκευση του μελιού μετά την επεξεργασία, παρατηρείται μια αυξημένη σκούρα απόχρωση χρώματος με την πάροδο του χρόνου. Επιπλέον, το χρώμα γίνεται πιο έντονο στο θερμαινόμενο μέλι σε σύγκριση με το ανεπεξεργαστο, ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία αποθήκευσης. Η περιεκτικότητα σε υγρασία του μελιού δεν επηρεάζεται σημαντικά, και δεν παρατηρείται αισθητή αλλαγή στα επίπεδα της τέφρας, του αζώτου, του pH και της οξύτητας. Αντίθετα, η θερμική επίδραση οδηγεί σε απώλεια 37,5% της δραστηριότητας διάσπασης

(Subramanian et al., 2007). Η αύξηση της ισχύος των μικροκυμάτων και η διάρκεια της θέρμανσης οδηγούν σε υψηλότερη παραγωγή του HMF και σε φαινόμενο αμαύρωσης.

Η αυξημένη αντιοξειδωτική δραστηριότητα που παρατηρείται στο μέλι με επεξεργασία υψηλής πίεσης (HPP) σε σύγκριση με τις συνδυασμένες θερμικές και υψηλής πίεσης διαδικασίες HPP (Fauzi et al., 2014), συμφωνεί με τις μετρήσεις της συνολικής φαινολικής περιεκτικότητας (Akhmazillah et al., 2013), όπου η HPP στη θερμοκρασία περιβάλλοντος οδηγεί σε σημαντική αύξηση. Μέσω της HPP, η αντιοξειδωτική δραστηριότητα διατηρείται και αυξάνεται έως και 30% σε σχέση με το μη επεξεργασμένο μέλι. Η επεξεργασία HPP διατηρεί το αρχικό χρώμα του μελιού μετά την επεξεργασία.

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας θερμοήθησης, η αποσύνθεση του νερού είναι υψηλή, κυρίως λόγω των μηχανικών επιδράσεων που προκαλούν κατάρρευση των μικροφουσαλίδων, προκαλώντας αύξηση στη μεταφορά της μάζας (Chong et al., 2017). Τόσο η θερμοήθησία όσο και η θερμική επεξεργασία μειώνουν την περιεκτικότητα σε υγρασία κατά λιγότερο από 30%, με τη θερμοήθησία να επιδεικνύει την υψηλότερη απόδοση. Η θερμοήθησία στους 45°C και 55°C διατηρεί το χρώμα του μελιού σε ελαφρύτερες αποχρώσεις λόγω της ήπιας θερμότητας. Κατά τη διάρκεια της θερμοσπερμάτωσης, παρατηρείται λιγότερη εξάτμιση εξαιτίας της χαμηλής θερμοκρασίας που εφαρμόζεται σε υψηλή περιεκτικότητα νερού, με μικρές μεταβολές στο ιξώδες. Η δραστηριότητα της ριζικής περισυλλογής αυξάνεται όταν το μέλι υποβάλλεται σε επεξεργασία στους 90°C για 120 λεπτά, με την αναστολή του DPPH να αυξάνεται κατά 63,0% και 72,5% για τη θερμοήθησία και τη θερμική επεξεργασία αντίστοιχα.

Κατά την ανάλυση της διάρκειας αποθήκευσης, οι περιορισμένες απώλειες φαινολικών ενώσεων και η διατήρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας στα δείγματα που υποβλήθηκαν σε υψηλή πίεση και υπερήχηση ήταν υψηλότερες σε σχέση με το θερμαινόμενο δείγμα καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης αποθήκευσης (Chaikham & Prangthip, 2015). Μέσω της αξιολόγησης των θρεπτικών αξιών, τόσο η υψηλή πίεση όσο και η υπερήχηση μπορούν να αποτελέσουν εναλλακτικές τεχνικές για τη διατήρηση των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων του μελιού από τα ανθοφόρα φυτά, καλύτερα από τη θερμική επεξεργασία (Chaikham & Prangthip, 2015).



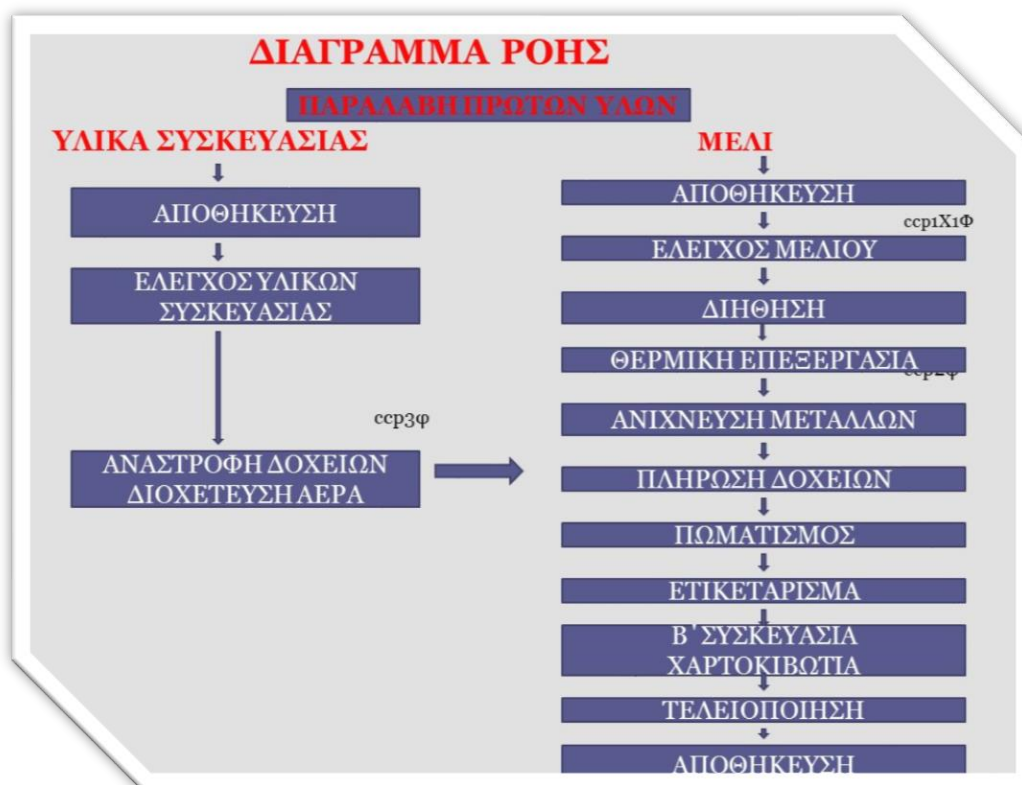
Εικόνα 2.0.10 Επεξεργασία μελιού

2.6 Συμπεράσματα μεθόδων

Η βελτιστοποίηση της διαδικασίας μελιού αναδεικνύεται ως ζωτικής σημασίας παράγοντας για την παραγωγή υψηλής ποιότητας προϊόντων και την επέκταση της διάρκειας ζωής του μελιού. Διάφορες τεχνικές επεξεργασίας, όπως η θερμική διαδικασία, η χρήση υπερήχων, η χρήση υψηλής πίεσης και η επεξεργασία μικροκυμάτων, αναδεικνύονται ως απαραίτητες για τη βελτίωση της εμπορικής αξίας του μελιού. Η ποιότητα του μελιού αποτελεί κρίσιμο παράγοντα τόσο για τις τοπικές όσο και για τις διεθνείς αγορές, εξασφαλίζοντας έτσι την επίτευξη ανταγωνιστικών τιμών και τη διατήρηση της ανθρώπινης υγείας. Συνολικά, η θερμική επεξεργασία αναδεικνύεται ως αναπόσπαστο κομμάτι της μελισσοκομίας.

Αυτή η προσέγγιση μπορεί να εφαρμοστεί για τη μείωση της υγρασίας στο μέλι, αποφεύγοντας τη ζύμωση, για την ομογενοποίηση του προϊόντος, προσαρμόζοντάς το στις προτιμήσεις των καταναλωτών, και για την εξάλειψη της οσμοφιλικής μαγιάς, που είναι ανθεκτική στη ζάχαρη. Μέσω αυτής της διαδικασίας, αυξάνεται σημαντικά η διάρκεια ζωής του μελιού. Επιπρόσθετα, η υιοθέτηση εναλλακτικών μεθόδων σε σχέση με την παραδοσιακή θερμική επεξεργασία προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα που αντιμετωπίζουν τα μειονεκτήματα της τελευταίας. Για μελλοντικές έρευνες, είναι αναγκαίο να εξεταστούν περαιτέρω εμπορικές μεθόδους επεξεργασίας μελιού, συνδυάζοντας τις με τη συμβατική θερμική επεξεργασία, προκειμένου να προσδιοριστεί η βέλτιστη διαδικασία.

Πίνακας 1 Διάγραμμα ροής μελιού



3^ο Κεφάλαιο

3.1 Προσδιορισμός φυσικοχημικών παραμέτρων

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν η ηλεκτρική αγωγιμότητα και η γυρεοσκοπική ανάλυση για τον προσδιορισμό της βοτανικής προέλευσης επίσης ο προσδιορισμός της HMF, της ενεργότητας διαστάσης και της περιεκτικότητας των ολικών πολυφαινόλων σε τρία δείγματα μελιού για τον έλεγχο της επίδρασης της χρήσης μικροκυμάτων στην ποιότητα των μελιών.

3.1.2 Αρχή Μεθόδων

Ποσότητα του υγρού δείγματος νερού και μελιού υφίσταται ανάλυση είτε μέσω της εφαρμογής ηλεκτροδίων (για την αξιολόγηση της αγωγιμότητας), είτε με τη χρήση αντλίας κενού, φίλτρου και αργότερα μικροσκοπική ανάλυση (για την γυρεοσκοπική ανάλυση), είτε με τη χρήση φασματοφωτομετρίας (για τη μέτρηση των επιπέδων HMF, της ενεργότητας διαστάσεων και των πολυφαινόλων).

3.2 Αντιδραστήρια Διαλύματα

3.2.1 Προσδιορισμός Αγωγιμότητας

- Δείγμα ελέγχου για έλεγχο αγωγιμότητας
- Απιονισμένο νερό

3.2.2 Προσδιορισμός Γυρεοσκοπικής

- Απιονισμένο νερό
- Κολλά υγρή Entellan new Rapid Mouning Med
- Αιθέριο έλαιο (κεδρέλαιο)

3.2.3 Προσδιορισμός HMF

- Αντιδραστήρια Carrez I και II έτοιμα προς χρήση
- Διάλυμα διθειώδες 0.2%
- Απιονισμένο νερό

3.2.4 Προσδιορισμός ενεργότητας διάστασης

- Διάλυμα χλωριούχου νατρίου 0.5 M
- Διάλυμα αμύλου 2% (w/v)
- Διάλυμα KI 4% (w/v) στο οποίο έχει προστεθεί 0.5 mL διαλύματος ιωδίου.
- Ρυθμιστικό διάλυμα οξικού pH 5.3.
- Απιονισμένο νερό.

3.2.5 Προσδιορισμός πολυφαινόλων

- Αντιδραστήριο Folin Ciocalteau έτοιμο προς χρήση

- Διάλυμα ανθρακικού νατρίου Na_2CO_3 0,05% (w/v)

3.3 Οργανολογία -Εργαστηριακός εξοπλισμός

- Χρησιμοποιήθηκε το φασματοφωτόμετρο HACH LANGE DR 6000 για τις φασματοφωτομετρικές μεθόδους.
- Χρησιμοποιήθηκε το αγωγιμομέτρο HACH LANGE
- Χρησιμοποιήθηκε ο φούρνος θερμοστάτησης HACH LANGE LT200 HACH
- Αναλυτικός ζυγός KER EMB200-3
- Χρησιμοποιήθηκε Microscope monocular SFC-100FL
- Χρησιμοποιήθηκε σύστημα Αντλίας κενού
- Εργαστηριακός εξοπλισμός
- Αυτόματες πιπέτες μεταβλητού όγκου 100-1000 μL και 1-10 mL, διακριβωμένες.
- Ογκομετρικές φιάλες 25 mL και 100 mL
- Κωνικές φιάλες
- Πλαστικοί σωλήνες 15 mL
- Προχοϊδες 50 mL
- Σιφόνια 10 mL
- Κυψελίδα από γυαλί
- Κυψελίδες χαλαζία
- Γυάλινο χωνί Vilabo 6 cm
- Πλαστικές πιπέτες τύπου Pasteur
- Διηθητικό χαρτί MN 640 md 110 mm
- Φιλτράκια Whatman cytiva 47mm
- Καλυπτρίδες 22 x 22 mm
- Αντικειμενοφόρες πλάκες
- Πλαστικά ποτηράκια - κουταλάκια

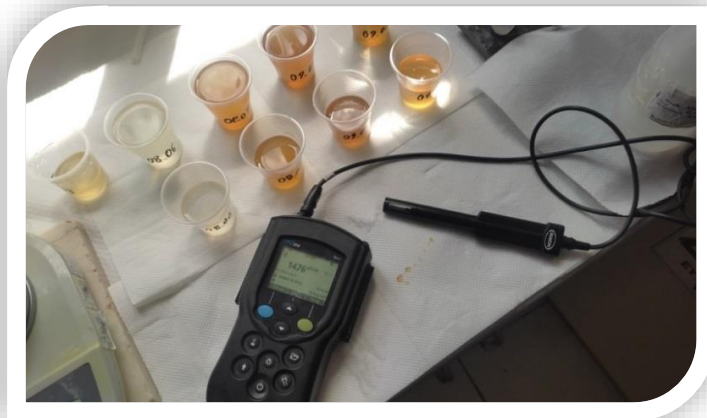
3.4 Προετοιμασία δειγμάτων – Τρόπος εργασίας

Η διαδικασία επεξεργασίας των δειγμάτων για τις επιμέρους χημικές παραμέτρους απαιτεί την υλοποίηση πολλαπλών σταδίων.

3.4.1 Πορεία προσδιορισμού αγωγιμότητας

Αρχικά, το αγωγιμομέτρο ρυθμίζεται σύμφωνα με τις οδηγίες χρήσης του και ελέγχεται η καλή λειτουργία του με βάση το διάγραμμα ελέγχου ποιότητας. Στη συνέχεια, ζυγίζονται με ακρίβεια 20.0g δείγματος μελιού (η μάζα αναφέρεται διορθωμένη ως προς την υγρασία, επί ξηρού)

προστίθεται ποσότητα περίπου 50 mL απιονισμένου νερού και διαλύεται καλά το δείγμα. Μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL και αραιώνεται μέχρι τη χαραγή. Εναποθέτεται το ηλεκτρόδιο και το αγωγιμόμετρο και καταγράφεται η ένδειξη σε mS/cm.



Εικόνα 3.0.1 Αγωγιμόμετρο

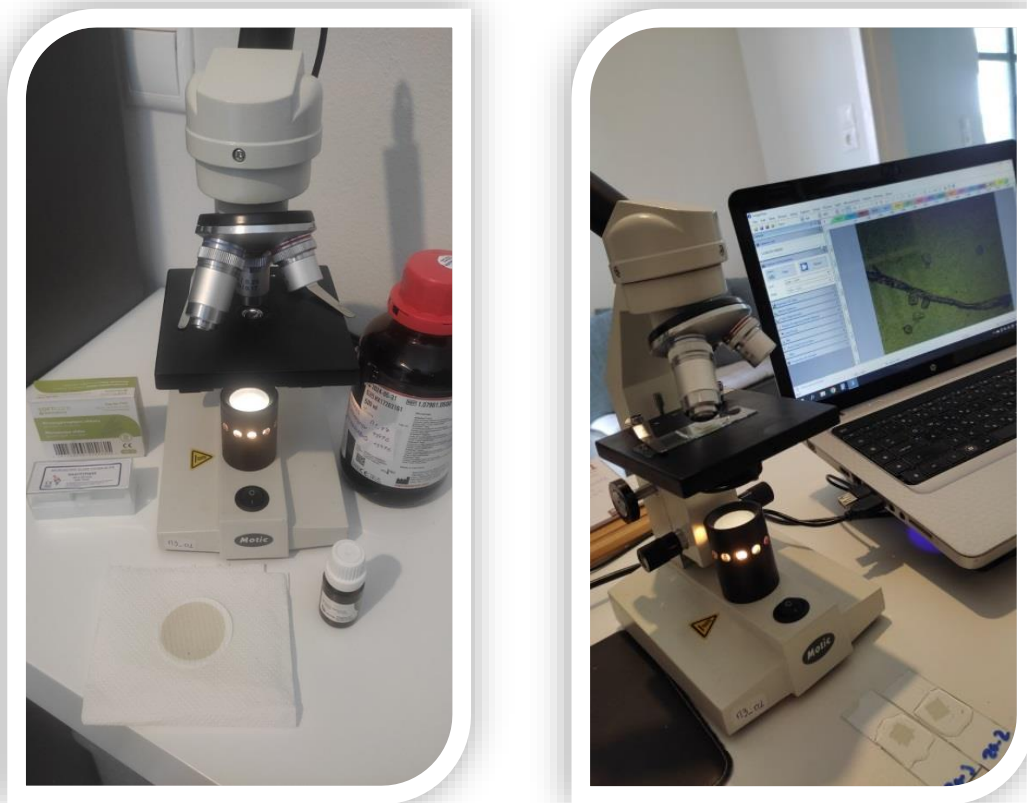
3.4.2 Πορεία προσδιορισμού Γυρεοσκοπικής

Για να προσδιοριστούν οι γυρεόκοκκοι ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία. Αρχικά, ζυγίζονται 10g δείγματος μελιού, προστίθεται ποσότητα περίπου 25mL απιονισμένου νερού και διαλύεται καλά το δείγμα. Μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 50mL και αραιώνεται μέχρι τη χαραγή. Στη συνέχεια, συναρμολογείται το σύστημα της αντλίας κενού τοποθετείται ένα φιλτράκι στο σύστημα και ξεκινάει η γυρεοσκοπική ανάλυση. Προστίθεται 9-10mL αραιωμένο μελί με ένα παστεράκι και ακολουθεί η διήθηση όπου στο πάνω μέρος στο φιλτράκι θα μείνουν οι γυρεόκοκκοι μαζί με κάποια ξένα υλικά που μπορεί να έχει συλλέξει η μέλισσα. Αφού ολοκληρωθεί η διήθηση αφαιρείται το φιλτράκι με μια τσιμπίδα και το αφήνεται να στεγνώσει για 2-3 ώρες σε θερμοκρασία δωματίου.



Εικόνα 3.0.2 Σύστημα Αντλίας Κενού

Αργότερα αφού στεγνώσει το φιλτράκι το κόβεται σε μικρότερα κομμάτια προτιμάται ένα τετράγωνο 4x4, το φιλτράκι πάνω περιέχει γραμμές όποτε κόβεται παράλληλα με την γραμμές. Έπειτα επιλέγεται η καλυπτρίδα και τοποθετείται μια σταγόνα κόλλα, έπειτα το κομμάτι από το κομμένο φιλτράκι από την μεριά των γυρεόκοκκων την χρωματισμένη περιοχή πάνω στην σταγόνα της κόλλας. Στην συνέχεια, τοποθετούνται άλλες δυο σταγόνες πάνω στην αντικειμενόφορο πλακά και στην καλυπτρίδα αντίστοιχα, πάνω στην λευκή περιοχή απλώνεται ενώ αναμένεται να ποτιστεί το φιλτράκι από την κόλλα, έτσι ώστε να γίνει από λευκό διαφανές για να μην υπάρχει πρόβλημα στο να είναι ορατοί οι γυρεόκοκκοι στο μικροσκόπιο, χωρίς να δημιουργείται θάμπωμα στον φακό. Τοποθετείται η καλυπτρίδα πάνω στην αντικειμενόφορο πλακά έτσι ώστε να κολλήσει και αφήνεται πάλι να στεγνώσει για 2-3 ώρες. Μετά το στέγνωμα της κόλλας ακολουθεί το τελικό στάδιο στο μικροσκόπιο, ρίχνεται μια σταγόνα κεδρέλαιο πάνω στην καλυπτρίδα τοποθετείται η αντικειμενόφορο πλακά πάνω στην τράπεζα, ανοίγει το φως του μικροσκοπίου και ξεκινάει η γυρεοσκοπική ανάλυση. Το μικροσκόπιο είναι συνδεδεμένο με τον υπολογιστή με ενσωματωμένη κάμερα έτσι ώστε να τραβάει φωτογραφίες τους γυρεόκοκκους, όταν τραβήξει αρκετές φωτογραφίες μετρούνται οι γυρεόκοκκοι και εκφράζονται επί τις % ξεχωριστά.



Εικόνα 3.0.3 Μικροσκοπική Ανάλυση

3.4.3 Πορεία προσδιορισμού περιεκτικότητας HMF

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας HMF βασίστηκε στην επίσημη AOAC μέθοδο (επίσημη μέθοδος AOAC 980.23, 1983) με μερικές τροποποιήσεις. Πέντε γραμμάρια δείγματος μελιού διαλύονται σε 25 mL νερού και μετά την προσθήκη 0.5 mL διαλύματος Carrez I και 0.5 ml Carrez II μεταφέρονται ποσοτικά σε ογκομετρική φιάλη των 50 mL και συμπληρώνονται έως 50 mL με νερό. Το διάλυμα διηθείται μέσω διηθητικού χαρτιού μέσα σε γυάλινο χωνί απορρίπτοντας τα πρώτα mL του διηθήματος. Στη συνέχεια σε δύο δοκιμαστικούς σωλήνες τοποθετούνται 5 mL απιονισμένου νερού και 5 mL διηθήματος (προς μέτρηση διάλυμα) και 5 mL όξινου θειώδους νατρίου 0.2% και 5 mL διηθήματος προστέθηκαν στο δεύτερο (διάλυμα αναφοράς). Στη συνέχεια, προσδιορίστηκε η απορρόφηση των διαλυμάτων στα 284 nm (A₂₈₄) και 336 nm (A₃₃₆) χρησιμοποιώντας το φασματοφωτόμετρο. Ο προσδιορισμός γίνεται με σύρση του φάσματος για να επιβεβαιωθεί η κορυφή στα 284 nm. Για περισσότερες πληροφορίες της μεθόδου (IHC 2009 HARMONISED METHODS)

Το περιεχόμενο HMF υπολογίστηκε με την εξίσωση

$$\text{HMF (mg/kg)} = [(A_{284}) - (A_{336}) * 14.97 * 5 * (1000/100)] / 5.0g \text{ Μελιού}$$

$$\text{ή πιο σύντομα} \Rightarrow \text{HMF (mg/kg)} = [(A_{284}) - (A_{336}) * 149.7]$$



Εικόνα 3.0.4 Προσδιορισμός HMF

3.4.4 Πορεία προσδιορισμού ενεργότητας διάστασης

Η δραστηριότητα της διάστασης προσδιορίστηκε χρησιμοποιώντας 10.0 g ζυγισμένου μελιού στα οποία προστέθηκαν περίπου 25 mL νερού. Το δείγμα διαλύεται και προστίθενται 5 mL ρυθμιστικού διαλύματος οξικού pH=5.3 και 3 mL χλωριούχου νατρίου 0.5 M και το διάλυμα αραιώνεται σε τελικό όγκο 50 mL με απιονισμένο νερό. Επιπλέον, ετοιμάστηκε διάλυμα αμύλου 2% (w/v) και το διάλυμα ιωδίου-ιωδιούχου καλίου. 5 mL του διαλύματος μελιού και 5 mL

απιονισμένου νερού θερμαίνονται στο θερμοστατούμενο φούρνο στους 40 °C. Στην ίδια θερμοκρασία τοποθετείται και το άμυλο. Ο χρόνος προθέρμανσης είναι περίπου 10 λεπτά. Στη συνέχεια 5 mL αμύλου προστίθενται τόσο στο απιονισμένο νερό όσο και στο δείγμα μελιού και μηδενίζεται το χρονόμετρο για να καταγραφεί ο χρόνος.



Εικόνα 3.0.5 Διάσταση

Παράλληλα σε δοκιμαστικούς σωλήνες τοποθετούνται 10 mL διαλύματος ιωδίου και ιωδιούχου καλίου και με κατάλληλη ρύθμιση του όγκου της πιπέτας προστίθενται διαφορετικές μάζες αμύλου ώστε η απορρόφηση να βρεθεί στην περιοχή 0.720-0.780. Όταν βρεθεί ο κατάλληλο όγκος με την πιπέτα αυτός κρατείται σταθερός και με αυτόν γίνονται σταθερές προσθήκες του δείγματος μελιού στο διάλυμα ιωδίου-ιωδιούχου καλίου ανά 5 λεπτά ή σε συντομότερο διάστημα. Μετά από κάθε προσθήκη καταγράφεται η απορρόφηση και υπολογίζεται ο χρόνος που απαιτείται ώστε να μειωθεί η απορρόφηση στην τιμή 0.235. Τέλος, ο αριθμός 300 διαιρείται με αυτή την τιμή του χρόνου και το αποτέλεσμα εκφράζεται ως DN ή αριθμός διαστάσης σε μονάδες Shade.



Εικόνα 3.0.6 Προσδιορισμός Διάστασης

3.4.5 Πορεία προσδιορισμού πολυφαινόλων

Ο προσδιορισμός των πολυφαινόλων γίνεται με την ακόλουθη σειρά: πρώτα ζυγίζονται 5 g μελιού γίνεται προσθήκη απιονισμένου νερού και αραιώση σε ογκομετρική φιάλη των 25 mL. Στην συνέχεια, σε ένα πλαστικό σωλήνα των 15 mL προστίθενται 0.100 mL με την πιπέτα από το αραιωμένο μέλι και μετά 0.100 mL (Folin Ciocalteu) ακολουθεί συμπλήρωση με 3.5 mL απιονισμένο νερό αφήνεται στο σκοτάδι για 2–8 λεπτά μετά ρίχνονται 300 mL Na_2CO_3 2g/10 mL απιονισμένο νερό (Sodium carbonate). Αναδεύονται και αφήνονται στο σκοτάδι για άλλη μια ώρα τα δείγματα. Μετά το πέρας του χρονικού ορίου ξεκινάει ο φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός των πολυφαινόλων μηδενίζοντας με νερό (τυφλό), γεμίζοντας την κυψελίδα χαλάζια. Στην συνέχεια αφού μηδενιστεί το όργανο γίνεται η μέτρηση των δειγμάτων. Το όργανο μας δίνει αποτέλεσμα σε mg/L έπειτα γίνεται πολλαπλασιασμός επί 25 mL νερό και διαιρείται με το 5 g μελιού που ζυγίστηκαν. Το αποτέλεσμα εκφράζεται σε mg/γαλλικού οξέος ανά κιλό.



Εικόνα 3.0.7 Προσδιορισμός πολυφαινόλων

4^ο Κεφάλαιο

4.1 Πειραματική πορεία – Αποτελέσματα

Αναλύθηκαν και μετρήθηκαν 3 διαφορετικά μέλια: ένα μέλι θυμαρίσιο, μια ερείκη και ένα μέλι δάσους (πεύκο, βελανίδι, βαμβάκι, καστανιά).

4.1.1 Αγωγιμότητα

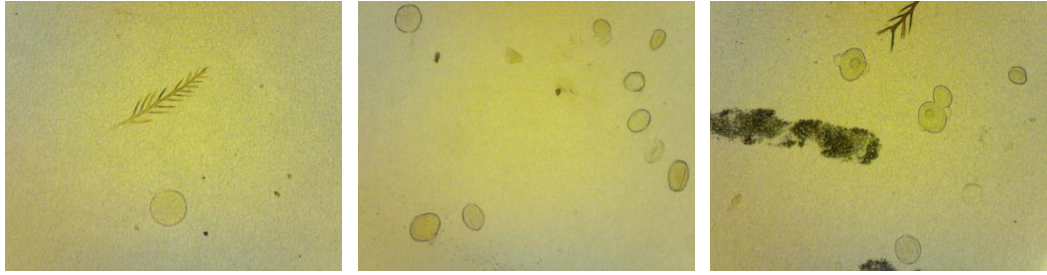
Σε πρώτο στάδιο έγινε προσδιορισμός της αγωγιμότητας και τα αποτελέσματα είχαν ως εξής:

- Θυμάρι $EC=0.2 \text{ mS/cm}$
- Ερείκη $EC=0.7 \text{ mS/cm}$
- Δάσους $EC=1.2 \text{ mS/cm}$

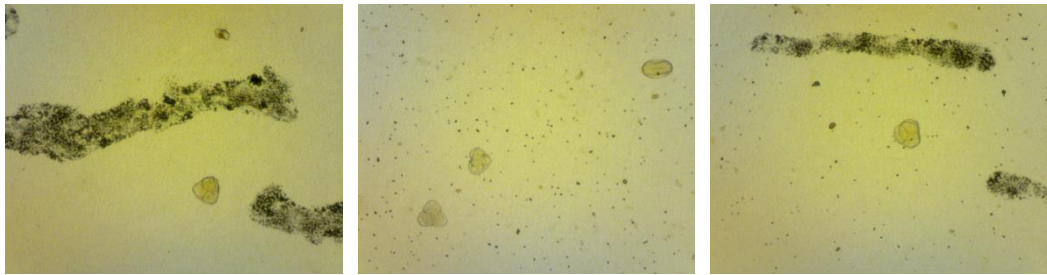
Σύμφωνα με το πρώτο κεφάλαιο, όσα μέλια έχουν αγωγιμότητα κάτω από 0.8 mS/cm είναι μέλια ανθέων, ενώ όσα μέλια είναι πάνω από 0.8 mS/cm χαρακτηρίζονται ως μέλια δάσους ή μελιτώματος, εκτός από κάποιες εξαιρέσεις που έχουν αναφερθεί ήδη. Συνεπώς, αναμένονται οι ανάλογοι γυρεόκοκκοι για να υπάρχει μια πρώτη εικόνα για την κατηγοριοποίηση του μελιού σε μια γενική ομάδα. Σύμφωνα με το άρθρο 67^α του Ελληνικού Κώδικα Τροφίμων και ποτών, το θυμαρίσιο μέλι πρέπει να έχει αγωγιμότητα $<0.6 \text{ mS/cm}$

4.1.2 Γυρεοσκοπική Ανάλυση

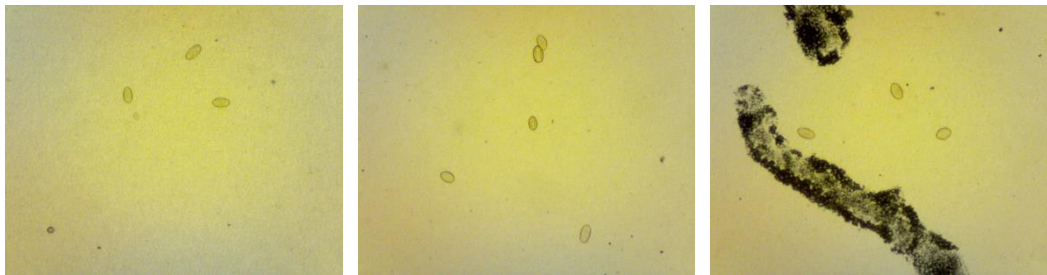
Για να χαρακτηριστεί το μέλι ως προς την κύρια βοτανική του προέλευση, πραγματοποιήθηκε γυρεοσκοπική ανάλυση των τριών μελιών, ώστε να επιβεβαιωθεί η ονομασία και κωδικοποίηση του δείγματος. Η γυρεοσκοπική ανάλυση περιλαμβάνει την διαδικασία που αναφέρθηκε, γίνεται διάλυση του μελιού με απιονισμένο νερό (20% κ.β) και στη συνέχεια πραγματοποιείται διήθηση υπό κενό. Αφού στεγνώσει το φιλτράκι, μέρος του κόβεται και τοποθετείται στην καλυπτρίδα και στην αντικειμενόφορο πλακά μαζί με κόλλα. Μόλις στεγνώσει γίνεται μικροσκοπική ανάλυση βάζοντας μια σταγόνα κεδρέλαιο και αργότερα εξάγεται το ποσοστό των γυρεόκοκκων για κάθε ένα μέλι ξεχωριστά. Κάθε γυρεόκοκκος έχει χαρακτηριστικό σχήμα και μέγεθος ενώ υπάρχουν πρότυπα δείγματα για την ταυτοποίηση των γυρεόκοκκων. Οι παρακάτω φωτογραφίες είναι από τα δείγματα που αναλύθηκαν στην εργασία.



Εικόνα 4.0.1 Γυρέοκοκκοι στο δείγμα θυμάρι



Εικόνα 4.0.2 Γυρέοκοκκοι δείγματος ερείκης



Εικόνα 4.0.3 Γυρέοκοκκοι δείγματος καστανιάς



Εικόνα 4.0.4 Γυρέοκοκκοι και μελιτώματα στο δείγμα πέυκο

4.2 Φυσικοχημικές παράμετροι αρχικών μη επεξεργασμένων μελιών

Για να επιτευχθεί η ορθή σύγκριση και να είναι εφικτή η κατανόηση της επίδρασης της χρήσης φούρνου μικροκυμάτων στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των μελιών, πραγματοποιήθηκε ανάλυση των κρίσιμων παραμέτρων κατά το αρχικό στάδιο όπου τα μέλια δεν είχαν υποστεί καμία επεξεργασία. Πιο συγκεκριμένα, έγινε ανάλυση στα αρχικά δείγματα για τον προσδιορισμό της HMF (υδροξυμεθυλοφουρουράλη), της ενεργότητας διάστασης και των πολυφαινόλων. Ακολουθείται η πειραματική πορεία των 3 μεθόδων προστίθενται τα αντίστοιχα αντιδραστήρια που έχουν αναφερθεί και φορτώνεται το αντίστοιχο πρόγραμμα στο φασματοφωτόμετρο, έτσι ώστε να ξεκινήσουν οι μετρήσεις. Στο φασματοφωτόμετρο χρησιμοποιήθηκαν τρία προγράμματα

- Total Polyphenols Για τις πολυφαινόλες
- Σάρωση μήκους κύματος Για την HMF
- Diastasi Για την διάσταση

Πίνακας 4.1 Φυσικοχημικές παράμετροι μη επεξεργασμένων δειγμάτων.

ΑΡΧΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ			
ΜΕΛΙΑ	ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ (mgGAE/kg)	HMF (mg/kg)	ΕΝΕΡΓΟΤΗΤΑ ΔΙΑΣΤΑΣΗΣ (Shade units)
(Σ)ΕΡΕΙΚΗ	789	≤1	25
(Θ)ΘΥΜΑΡΙ	537	8,9	12
(Π)ΔΑΣΟΥΣ	1008	≤1	33.5



Εικόνα 4.0.5 Εργαστηριακός εξοπλισμός

4.3 Επεξεργασία δειγμάτων με χρήση μικροκυμάτων

Στο συγκεκριμένο στάδιο της εργασίας, πραγματοποιήθηκε αποκρυστάλλωση των μελιών με χρήση του φούρνου μικροκυμάτων. Χρησιμοποιήθηκαν γυάλινα βαζάκια, ζυγίστηκαν 20 g από τα κρυσταλλωμένα μέλια στον ζυγό και γεμίστηκαν 8 βαζάκια για κάθε δείγμα.

4.3.1 Όργανα και συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν

- Αναλυτικός ζυγός KERN EMB200-3
- Φούρνος μικροκυμάτων LG MS1927C
- Ψηφιακό θερμομέτρο φούρνου με ακίδα 0 °C/+250 °C THERMO PRO (TP-04)
- Χρονόμετρο

4.3.2 Μικροκύματα

Μετά την ζύγιση των μελιών στα βαζάκια γίνεται η κωδικοποίηση τους και χωρίζονται ανά τετράδες. Τα πρώτα 12 βαζάκια θα χρονομετρηθούν στα 90 W ενώ τα αλλά 11 στα 600 W. Το κάθε ένα βαζάκι μπαίνει ξεχωριστά μέσα στο φούρνο, ξεκινάει η αποκρυστάλλωση τους. Ρυθμίζονται τα μικροκύματα, αρχικά στα 90 W και ξεκινάει το χρονόμετρο ώστε να παρθούν μετρήσεις σε 4 διαφορετικούς χρόνους στα 20 s, 40 s, 50 s και 60 s. Παράλληλα, καταγράφεται και η θερμοκρασία των μελιών έτσι ώστε να καταγραφεί η τελική θερμοκρασία που φτάνουν τα μέλια στα συγκεκριμένα δευτερόλεπτα με την βοήθεια του θερμομέτρου. Αντίστοιχα, γίνεται και η καταγραφή στα 600 W σε χρόνους των 10 s, 13 s, 15 s και 20 s μετρώντας και εδώ την θερμοκρασία των δειγμάτων. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία αφήνονται τα δείγματα να κρυσώσουν και αναλύονται μετά από 1 ώρα για τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τους.



Εικόνα 4.0.6 Δείγμα μελιού πριν και μετά την αποκρυστάλλωση με χρήση φούρνου μικροκυμάτων

4.4 Αποτελέσματα – Συζήτηση 90 W

4.4.1 Επίδραση μικροκυμάτων στα δείγματα μελιού σε ισχύ 90 W

Πίνακας 4.2 Επίδραση μικροκυμάτων στα μέλια σε ισχύ 90 W.

ΜΕΛΙΑ 90 W ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ					
ΜΕΘΟΔΟΙ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ (°C)	ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ (mgGAE/kg)	HMF (mg/kg)	ΕΝΕΡΓΟΤΗΤΑ ΔΙΑΣΤΑΣΗΣ (Shade units)	
ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕΛΙΩΝ / ΧΡΟΝΟΣ	Σ1/60 s	89	837.5	3.9	6.66
	Σ3/50 s	85	864	1.5	9.06
	Σ2/40 s	59	740.5	≤1	20.18
	Σ4/20 s	51	870	≤1	21.12
	ΑΡΧΙΚΑ	-	789	≤1	25
	Θ1/60 s	81	524.5	10.48	8
	Θ3/50 s	77	601.5	9.88	8.34
	Θ2/40 s	61	559	9.58	10.52
	Θ4/20 s	45	542.5	9.88	10.9
	ΑΡΧΙΚΑ	-	537	8.9	12
	Π1/60 s	104	1290	19.46	9.1
	Π3/50 s	82	940.5	3	20.72
	Π2/40 s	55	989	≤1	33.1
	Π4/20 s	26	1112	≤1	31.46
	ΑΡΧΙΚΑ	-	1008	≤1	33.5

Στον πίνακα 4.2 παρουσιάζονται αναλυτικά οι παράμετροι που προσδιορίστηκαν και πως επηρεάστηκαν μετά την επεξεργασία του σε ισχύ μικροκυμάτων 90W, ενώ στους πίνακες 4.3 έως 4.5 παρουσιάζονται συνοπτικά η επίδραση της ισχύς μικροκυμάτων σε κάθε διαφορετικό μέλι.

Πίνακας 4.3 Μέλι ερείκη 90w

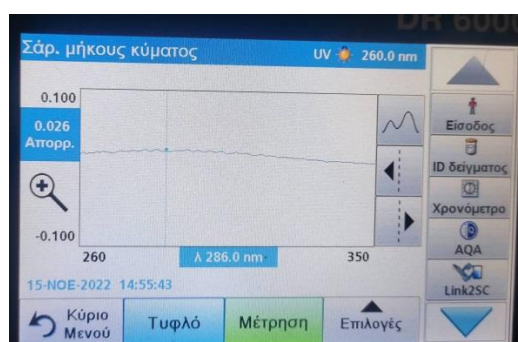
ΜΕΛΙ ΕΡΕΙΚΗ 90W				
ΜΕΘΟΔΟΙ		ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ	HMF	ΔΙΑΣΤΑΣΗ
ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	Σ1 / 60s / 89°C	837.5	3.9	6.66
	Σ3 / 50s / 85°C	864	1.5	9.06
	Σ2 / 40s / 59°C	740.5	≤1	20.18
	Σ4 / 20s / 51°C	870	≤1	21.12
	Σ / ΑΡΧΙΚΟ	789	≤1	25

Από τα επεξεργασμένα μέλια ερείκης στον (πίνακα 4.3) παρατηρείται ότι οι πολυφαινόλες είχαν μια μικρή αύξηση σε σχέση με το αρχικό δείγμα, ειδικά σε μεγαλύτερους χρόνους παραμονής στα μικροκύματα. Η αύξηση αυτή πιθανόν οφείλεται σε εκχύλιση φαινολικών ενώσεων από τη γύρη μετά την επίδραση μικροκυμάτων.

Στην HMF βλέπουμε μια ανοδική αύξηση πολύ μικρή στο Σ1/Σ3 λόγω της θερμοκρασίας που έφτασε στους (89°C/85°C) στα (60s/50s) με τιμή (3.9/1.5), σε αντίθεση με το Σ2/Σ4 και το αρχικό δείγμα με θερμοκρασίες (59°C/51°C) στα (40s/20s) με τιμές (≤1). Στην (Εικόνα 4.0.7) παρατηρείται η καμπύλη που είχε το Σχήμα Σ1 σε σχέση με την (Εικόνα 4.0.8) αρχικό δείγμα το οποίο τραβήχτηκε κατά την διεξαγωγή του προσδιορισμού της HMF στο φασματοφωτόμετρο.



Εικόνα 4.0.7 Σχήμα Σ1



Εικόνα 4.0.8 Σχήμα Σαρχ.

Σε ότι αφορά την ενεργότητα του ένζυμου της διάστασης μειώνεται κατά την θέρμανση αλλά και στην πάροδο του χρόνου. Όπως φαίνεται παρακάτω μειώνεται με την εξής σειρά:

$$\text{Σαρχ.} > \Sigma 4 > \Sigma 2 > \Sigma 3 > \Sigma 1 \Rightarrow$$

$$25 > 21.12 > 20.18 > 9.06 > 6.66$$

Το φαινόμενο της αύξησης της HMF και της μείωσης της ενεργότητας διάστασης είναι φυσιολογικό καθώς η HMF αυξάνεται με τη θέρμανση ενώ αντίθετα η ενεργότητα της διάστασης μειώνεται καθώς καταστρέφεται το ενζύμο.

Σε ότι αφορά το θυμαρίσιο μέλι (Πινάκας 4.4) φαίνεται πως στο συγκεκριμένο δείγμα δεν επηρεάστηκε η περιεκτικότητα πολυφαινόλων σε χαμηλή ισχύ μικροκυμάτων καθώς γενικά οι γυρεόκοκκοι που ανιχνεύθηκαν στο συγκεκριμένο δείγμα δεν διαθέτουν υψηλό φαινολικό περιεχόμενο, εώ ήταν επίσης και λιγότεροι σε συνολικό αριθμό.

Πίνακας 4.4 Μέλι θυμαρί 90w

ΜΕΛΙ ΘΥΜΑΡΙ 90W				
ΜΕΘΟΔΟΙ		ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ	HMF	ΔΙΑΣΤΑΣΗ
ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	Θ1 / 60s / 81°C	524.5	10.48	8
	Θ3 / 50s / 77°C	601.5	9.88	8.34
	Θ2 / 40s / 61°C	559	9.58	10.52
	Θ4 / 20s / 45°C	542.5	9.88	10.9
	Θ / ΑΡΧΙΚΟ	537	8.9	12

Από την άλλη η HMF παρουσιάζει και στο συγκεκριμένο δείγμα μια συνεχή μικρή αύξηση λόγω της θερμοκρασίας που έφτασε στους (81°C) στα (60s) με τιμή (10,48). Στην (Εικόνα 4.0.9) παρουσιάζεται η καμπύλη του δείγματος Θ1 σε σχέση με το αρχικό δείγμα (Εικόνα 4.0.10).



Εικόνα 4.0.9 Σχήμα Θ1



Εικόνα 4.0.10 Σχήμα Θαρχ

Η ενεργότητα του ενζύμου της διάστασης μειώνεται, αλλά με μικρότερο ρυθμό σε σχέση με το μέλι της ερείκης. Ο ρυθμός μείωσης ακολουθεί την εξής σειρά:

$$\Theta_{\text{αρχ.}} > \Theta 4 > \Theta 2 > \Theta 3 > \Theta 1 \Rightarrow$$

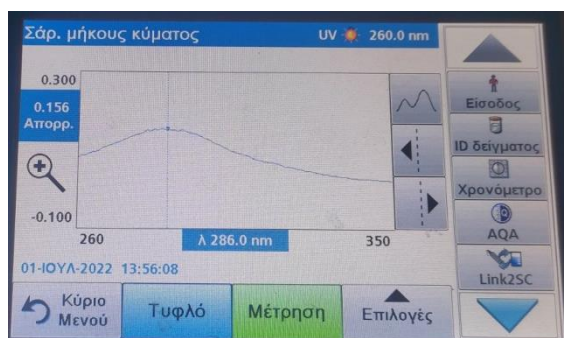
$$12 > 10.9 > 10.52 > 8.34 > 8$$

Σε ότι αφορά το επεξεργασμένο μελί δασούς παρατηρούμε σημαντική αύξηση των πολυφαινολών (πίνακα 4.5) σε σχέση με το αρχικό δείγμα.

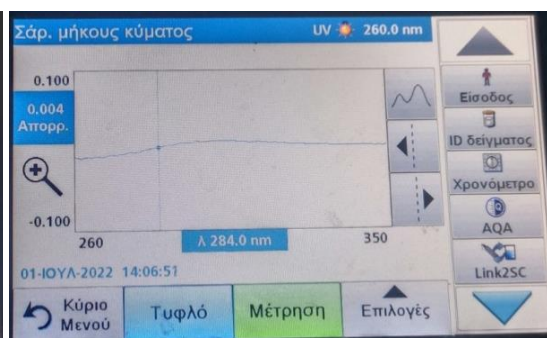
Στην ΗΜF παρουσιάζεται μια απότομη αύξηση στο Π1, λόγω της υψηλής θερμοκρασίας που έφτασε στους (104°C) στα (60s) με τιμή (19,46), σε αντίθεση με τα αλλά 3 και το Παρχ. με τιμές (≤ 1). Στο (Εικόνα 4.0.11) παρατηρείται την καμπύλη που είχε το Σχήμα Π1 αρκετά μεγάλη σε σχέση με το (Εικόνα 4.0.12) αρχικό δείγμα που είναι ευθεία.

Πίνακας 4.5 Μέλι δασούς 90w

ΜΕΛΙ ΔΑΣΟΥΣ 90W				
ΜΕΘΟΔΟΙ		ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ	ΗΜF	ΔΙΑΣΤΑΣΗ
ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	Π1 / 60s / 104°C	1290	19.46	9.1
	Π3 / 50s / 82°C	940.5	3	20.72
	Π2 / 40s / 55°C	989	≤ 1	33.1
	Π4 / 20s / 26°C	1112	≤ 1	31.46
	Π / ΑΡΧΙΚΟ	1008	≤ 1	33.5



Εικόνα 4.0.11 Σχήμα Π1



Εικόνα 4.0.12 Σχήμα Παρχ

Η ενεργότητα της διάστασης μειώνεται ελάχιστα μέχρι τα 40s για το Π2/Π4 με τιμές (33.1/31.46) σε σχέση με το αρχικό δείγμα., σε αντίθεση όμως με το Π3 που πέφτει γρήγορα στο (20.72) και ακαριαία πέφτει το Π1 στα 60s με τιμή (9.1). Όπως γίνεται φανερό η ενεργότητα διαστάσης μειώνεται άλλα σταθερά για αρχή και μετά απότομα:

$$\text{Παρχ.} > \text{Π2} > \text{Π4} > \text{Π3} > \text{Π1} \Rightarrow$$

$$33.5 > 33.1 > 31.46 > 20.72 > 9.1$$

4.5 Αποτελέσματα – Συζήτηση 600W

4.5.1 Επίδραση μικροκυμάτων στα δείγματα μελιού σε ισχύ 600 W

Πίνακας 4.6 Επίδραση μικροκυμάτων στα μέλια σε ισχύ 600 W.

ΜΕΛΙΑ 600 W ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ					
ΜΕΘΟΔΟΙ		ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ (mgGAE/kg)	HMF (mg/kg)	ΕΝΕΡΓΟΤΗΤΑ ΔΙΑΣΤΑΣΗΣ (Shade units)
ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕΛΙΩΝ / ΧΡΟΝΟΣ	Σ5/15 s	92°C	926.5	12.6	7.08
	Σ7/13 s	90°C	859	10.33	10.28
	Σ6/10 s	81°C	790	4.94	17.31
	ΑΡΧΙΚΑ	-	789	≤1	25
	Θ8/20 s	115°C	612.5	23.5	2.35
	Θ7/15 s	72°C	547.5	19.46	7.9
	Θ6/13 s	65°C	601	16.32	9.63
	Θ5/10 s	60°C	518.5	15.27	10.79
	ΑΡΧΙΚΑ	-	537	8.9	12
	Π5/20 s	111°C	2259	37.12	3.22
	Π7/15 s	82°C	1214	7.93	15.42
	Π8/13 s	77°C	1329	6.29	21.94
	Π6/10 s	45°C	1120	≤1	30.55
ΑΡΧΙΚΑ	-	1008	≤1	33.5	

Παρόμοια συμπεράσματα προέκυψαν και με την επίδραση μεγάλης ισχύος στα δείγματα μελιού (600W).

Πίνακας 4.7 Μέλι ερείκη 600w

ΜΕΛΙ ΕΡΕΙΚΗΣ 600W				
ΜΕΘΟΔΟΙ		ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ	HMF	ΔΙΑΣΤΑΣΗ
ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	Σ5 / 15s / 92°C	926.5	12.6	7.08
	Σ7 / 13s / 90°C	859	10.3	10.28
	Σ6 / 10s / 81°C	790	4.94	17.31
	Σ / ΑΡΧΙΚΟ	789	≤1	25

Πιο συγκεκριμένα, στα επεξεργασμένα μέλια ερείκης (πίνακα 4.7) παρουσιάζεται αύξηση της περιεκτικότητας πολυφαινόλων σε σχέση με το αρχικό δείγμα. Στην HMF παρατηρείται μια συνεχή αύξηση πιο μεγάλη στο Σ5/Σ7 λόγω της θερμοκρασίας που έφτασε στους (92°C/90°C) στα (15s/13s) με τιμή (12.6/10.3), σε αντίθεση με το Σ6 και το αρχικό δείγμα με τιμή (≤ 1) με θερμοκρασία (81°C) στα (10s) με τιμή (4.94).



Εικόνα 4.0.13 Σχήμα Σ5



Εικόνα 4.0.14 Σχήμα Σ6

Η ενεργότητα του ένζυμου της διάστασης μειώνεται κατά την θέρμανση αλλά και στην πάροδο του χρόνου, μειώνεται με την εξής σειρά:

$$\text{Σαρχ.} > \Sigma 6 > \Sigma 7 > \Sigma 5 \Rightarrow$$

$$25 > 17.31 > 10.28 > 7.08$$

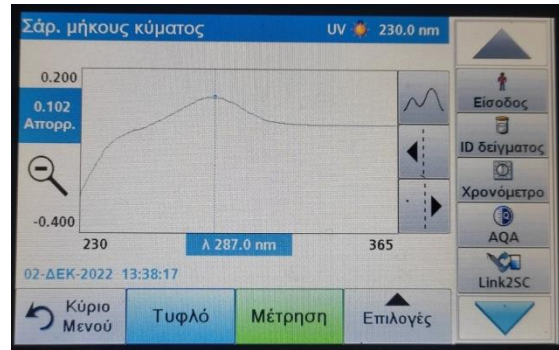
Πίνακας 4.8 Μέλι θυμάρι 600w

ΜΕΛΙ ΘΥΜΑΡΙ 600W				
ΜΕΘΟΔΟΙ		ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ	HMF	ΔΙΑΣΤΑΣΗ
ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	Θ8 / 20s / 115°C	612.5	23.5	2.35
	Θ7 / 15s / 72°C	547.5	19.5	7.9
	Θ6 / 13s / 65°C	601	16.3	9.63
	Θ5 / 10s / 60°C	518.5	15.3	10.79
	Θ / ΑΡΧΙΚΟ	537	8.9	12

Από τα επεξεργασμένα μέλια θυμαριού στον (πίνακα 4.8) παρατηρείται ότι οι πολυφαινόλες δεν έχουν επηρεαστεί. Στην HMF παρατηρείται μια ανοδική αύξηση αρκετά μεγάλη στο Θ8 λόγω της θερμοκρασίας που έφτασε στους (115°C) στα (20s) με τιμή (23.5), σε αντίθεση με το Θ7/Θ6/Θ5 που είχε μια πιο σταθερή αύξηση με θερμοκρασίες (72°C/65°C/60°C) στα (15s/13s/10s) με τιμές (19.5/16.3/15.3) σε σχέση με το αρχικό δείγμα με τιμή (8.9). Στην (Εικόνα 4.0.15) παρατηρείται ότι η καμπύλη που είχε το Σχήμα Θ8 είναι πιο απότομη σε σχέση με την (Εικόνα 4.0.16) Σχήμα Θ5.



Εικόνα 4.0.15 Σχήμα Θ8

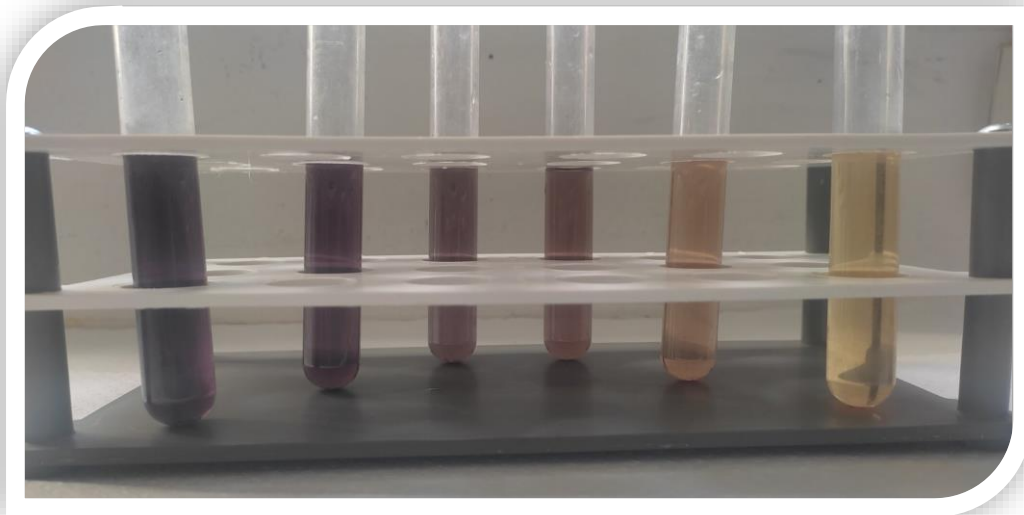


Εικόνα 4.0.16 Σχήμα Θ5

Η ενεργότητα του ενζύμου της διάστασης μειώνεται σε σχέση με την αρχική συγκέντρωση, σχεδόν καταστρέφεται.

$$\Theta_{\text{αρχ.}} > \Theta_5 > \Theta_6 > \Theta_7 > \Theta_8 \Rightarrow$$

$$12 > 10.79 > 9.63 > 7.90 > 2.35$$

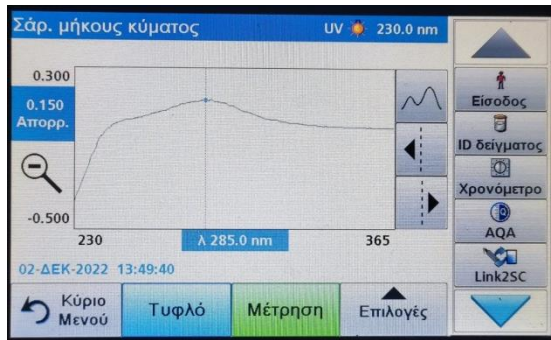


Εικόνα 4.0.17 Ενεργότητα διάστασης

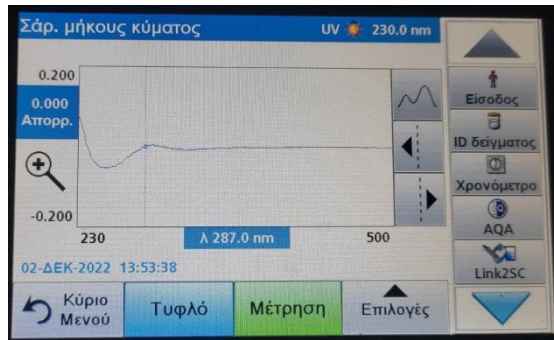
Τέλος, στο επεξεργασμένο μελί δάσους φαίνεται στον (πίνακα 4.9) ότι οι πολυφαινόλες είχαν σταθερή μεγάλη αύξηση σε σχέση με το αρχικό δείγμα, σχεδόν διπλάσια. Στην HMF παρατηρείται μια απότομη αύξηση στο Π5 λόγω της υψηλής θερμοκρασίας, που έφτασε στους (111°C) στα (20s) με τιμή (37.12), σε αντίθεση με τα αλλά 2 Π7/Π8 με θερμοκρασία (82 °c/77 °c) στα (15s/13s) είχαν πολύ μικρή αύξηση και καθόλου το Π6/Παρχ. με τιμές (≤ 1). Στην (Εικόνα 4.0.18) φαίνεται ότι η καμπύλη που είχε το Σχήμα Π1 έχει αρκετά μεγάλη κορυφή σε σχέση με το (Εικόνα 4.0.19) Σχήμα Π6 που είναι ευθεία με τιμή (≤ 1).

Πίνακας 4.9 Μέλι δάσους 600w

ΜΕΛΙ ΔΑΣΟΥΣ 600W				
ΜΕΘΟΔΟΙ		ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ	HMF	ΔΙΑΣΤΑΣΗ
ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	Π5 / 20s / 111°C	2259	37.12	3.22
	Π7 / 15s / 82°C	1214	7.93	15.42
	Π8 / 13s / 77°C	1329	6.29	21.94
	Π6 / 10s / 45°C	1120	≤1	30.55
	Π / ΑΡΧΙΚΟ	1008	≤1	33.5



Εικόνα 4.0.18 Σχήμα Π11



Εικόνα 4.0.19 Σχήμα Π12

Η ενεργότητα της διάστασης μειώνεται ελάχιστα μέχρι τα 10s για το Π6 με τιμή (30.55) σε σχέση με το Παρκ. σίγα πέφτει και το Π8 στα (13s) με τιμή (21.94), σε αντίθεση όμως με το Π7/Π5 που πέφτει γρήγορα στο (15.42/3.22) σε χρόνους (15s/20s). Όπως φαίνεται μειώνεται σταθερά στην αρχή και μετά απότομα:

$$\text{Παρχ.} > \text{Π6} > \text{Π8} > \text{Π7} > \text{Π5} \Rightarrow \\ 33.5 > 30.55 > 21.94 > 15.42 > 3.22$$

Η διάσταση μειώνεται στην αρχή αργά, αλλά μετά πολύ γρήγορα. Αντίθετα, η HMF δεν αυξάνεται στην αρχή αλλά και αυτή έχει μια ανοδική ταχύτητα όπως η διάσταση. Αυτό δείχνει ότι το ενζυμο της διάστασης έχει μειωθεί και σχεδόν έχει καταστραφεί.



Εικόνα 4.0.20 Μέλια μετά την επεξεργασία στα 600w

5^ο Κεφάλαιο

5.1 Συμπεράσματα

5.1.1 Επίδραση ισχύος μικροκυμάτων στην αποκρυστάλλωση των μελιών

Από τον (πίνακα 4.2) γίνεται φανερό πως η αύξηση παραμονής στο φούρνο μικροκυμάτων είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασία στο εσωτερικό του μελιού και κατ' επέκταση την αποκρυστάλλωσή του. Οι παρακάτω φωτογραφίες δείχνουν την αποκρυστάλλωση του μελιού ερείκης μετά την επεξεργασία με μικροκύματα.



Εικόνα 5.0.1 Επεξεργασμένα μελιά ερείκης (Σ)

Τα επεξεργασμένα μελιά της (Εικόνας 5.0.1) έχουν αποκρυσταλλωθεί πλήρως, εκτός από το Σ4/Σ2 που έχουν υποστεί μερική αποκρυστάλλωση φτάνοντας σε θερμοκρασία (51°C/59°C), σε αντίθεση με τα Σ3 και Σ1 (85°C/89°C).



Εικόνα 5.0.2 Επεξεργασμένα μελιά θυμάρι (Θ)

Από τα θυμαρίσια μέλια της (Εικόνας 5.0.2) αποκρυσταλλώθηκαν πλήρως το Θ1/Θ3 με θερμοκρασίες (81°C/77°C), ενώ μερική αποκρυστάλλωση έχει υποστεί το Θ2(61°C) και πολύ λίγο το Θ4(45°C).



Εικόνα 5.0.3 Επεξεργασμένα μελιά δάσους (Π)

Τα επεξεργασμένα μελιά δάσους της (Εικόνας 5.0.3) έχουν αποκρυσταλλωθεί πλήρως το Π1/Π3 με θερμοκρασίες (104°C/82°C), ενώ μερική αποκρυστάλλωση έχει υποστεί το Π2(55°C) και καθόλου το Π4(26°C) με ίδιους χρόνους όπως της ερείκης και του θυμαρίσιου. Πιο φανερή είναι η αποκρυστάλλωση στα επεξεργασμένα μελιά δάσους στην (Εικόνας 5.0.3).

Παρόμοια συμπεράσματα προέκυψαν και με την επίδραση μεγάλης ισχύος στα δείγματα μελιού (600W) στις ακόλουθες εικόνες.



Εικόνα 5.0.4 Επεξεργασμένα μελιά ερείκης (Σ)

Τα επεξεργασμένα μελιά της (Εικόνας 5.0.4) έχουν αποκρυσταλλωθεί πλήρως Σ5/Σ7/Σ6 φτάνοντας σε θερμοκρασία (92°C/90°C/81°C). Με αντίστοιχους χρόνους Σ5=15s, Σ7=13s και Σ6=10s.



Εικόνα 5.0.5 Επεξεργασμένα μελιά θυμάρι (Θ)

Από τα θυμαρίσια μέλια της (Εικόνας 5.0.5) αποκρυσταλλώθηκαν πλήρως το Θ7/Θ8 με θερμοκρασίες (72°C/115°C) ενώ μερική αποκρυστάλλωση έχει υποστεί το Θ5/Θ6 με θερμοκρασία (60°C/65 °C) με χρόνους Θ5=10s, Θ6=13s, Θ7=15s και Θ8=20s.



Εικόνα 5.0.6 Επεξεργασμένα μελιά δασούς (Δ)

Τα επεξεργασμένα μέλια δάσους της (Εικόνας 5.0.6) έχουν αποκρυσταλλωθεί πλήρως το Π5/Π7/Π8 με θερμοκρασίες (111°C/82°C/77°C), ενώ το Π6 δεν έχει υποστεί αποκρυστάλλωση με θερμοκρασία (45°C) με χρόνους Π6=10s, Π8=13s, Π7=15s και Π5=20s.

5.1.2 Επίδραση ισχύος μικροκυμάτων στην περιεκτικότητα πολυφαινολών

Στον πίνακα 5.1 παρατηρείται η επίδραση ισχύος των μικροκυμάτων των επεξεργασμένων μελιών στην περιεκτικότητα πολυφαινολών ως προς το αρχικό δείγμα.

Πίνακας 5.1 Επίδραση ισχύος μικροκυμάτων στην περιεκτικότητα πολυφαινολών 90w-600w

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ (mgGAE/kg)				
ΙΣΧΥΣ ΚΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ		ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ 90w (mgGAE/kg)	ΙΣΧΥΣ ΜΙΚΡ/ΤΩΝ	ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ 600w (mgGAE/kg)
ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕΛΙΑ ΕΡΕΙΚΗΣ	Σ1	837.5	Σ5	926.5
	Σ3	864	Σ7	859
	Σ2	740.5	Σ6	790
	Σ4	870	-	-
	Σ ΑΡΧΙΚΟ	789		
ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕΛΙΑ ΘΥΜΑΡΙ	Θ1	524.5	Θ8	612.5
	Θ3	601.5	Θ7	547.5
	Θ2	559	Θ6	601
	Θ4	542.5	Θ5	518.5
	Θ ΑΡΧΙΚΟ	537		
ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕΛΙΑ ΔΑΣΟΥΣ	Π1	1290	Π5	2259
	Π3	940.5	Π7	1214
	Π2	989	Π8	1329
	Π4	1112	Π6	1120
	Π ΑΡΧΙΚΟ	1008		

Στον πίνακα 5.1 παρατηρούνται αλλαγές στις πολυφαινόλες των ερείκης (Σ), των μελιών θυμαριού (Θ) και των μελιών δασούς (Π).

Στην περίπτωση της ερείκης, οι πολυφαινόλες έχουν μικρή αύξηση λόγω μεγαλύτερων χρόνων παραμονής στα μικροκύματα και εκχύλισης φαινολικών ενώσεων από τη γύρη.

Στα μέλια θυμαριού, οι πολυφαινόλες διατηρούνται σταθερές, ενώ οι γυρεόκοκκοι παραμένουν χαμηλοί σε περιεχόμενο.

Στα επεξεργασμένα μέλια δασούς, παρατηρείται σημαντική αύξηση των πολυφαινολών λόγω της υψηλής αντιοξειδωτικής δράσης των γυρεόκοκκων καστανιάς, προκαλώντας αύξηση στην εκχυλίστηκη ικανότητα και στη συνολική περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις.

5.1.3 Επίδραση ισχύος μικροκυμάτων στην περιεκτικότητα HMF

Στον πίνακα 5.2 παρατηρούμε την επίδραση ισχύος μικροκυμάτων των επεξεργασμένων μελιών στην περιεκτικότητα HMF ως προς το αρχικό δείγμα.

Πίνακας 5.2 Επίδραση ισχύος μικροκυμάτων στην περιεκτικότητα HMF 90w-600w

ΠΙΝΑΚΑΣ HMF (mgGAE/kg)				
ΙΣΧΥΣ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ		HMF 90w (mg/kg)	ΙΣΧΥΣ ΜΙΚΡ/ΤΩΝ	HMF 600w (mg/kg)
ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕΛΙΑ ΕΡΕΙΚΗΣ	Σ1	3.9	Σ5	12.57
	Σ3	1.5	Σ7	10.33
	Σ2	≤1	Σ6	4.94
	Σ4	≤1	-	-
	Σ ΑΡΧΙΚΟ	≤1		
ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕΛΙΑ ΘΥΜΑΡΙ	Θ1	10.48	Θ8	23.5
	Θ3	9.88	Θ7	19.46
	Θ2	9.58	Θ6	16.32
	Θ4	9.88	Θ5	15.27
	Θ ΑΡΧΙΚΟ	8.9		
ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕΛΙΑ ΔΑΣΟΥΣ	Π1	19.46	Π5	37.12
	Π3	3	Π7	7.93
	Π2	≤1	Π8	6.29
	Π4	≤1	Π6	≤1
	Π ΑΡΧΙΚΟ	≤1		

Υπάρχει μια αύξηση στα επίπεδα HMF στα μέλια ερείκης (Σ) και στα δείγματα θυμαριού (Θ) στα 600W σε σχέση με τα 90W, με το αρχικό δείγμα να μην επηρεάζει τις τιμές. Η αύξηση αυτή αποδίδεται στην αυξημένη ισχύ (w) και, κατά συνέπεια, στην τελική θερμοκρασία κορύφωσης των επεξεργασμένων δειγμάτων.

Παρόμοια παρατηρούνται αποτελέσματα και στα μελιά δάσους (Π), με τα επίπεδα HMF να αυξάνονται γρήγορα στις δύο ισχύς μικροκυμάτων.

5.1.4 Επίδραση ισχύος μικροκυμάτων στην ενεργότητα διάστασης

Στον πίνακα 5.3 παρατηρούμε την επίδραση ισχύος των μικροκυμάτων των επεξεργασμένων μελιών στην ενεργότητα διάστασης ως προς το αρχικό δείγμα.

Πίνακας 5.3 Επίδραση ισχύος μικροκυμάτων στην ενεργότητα διάστασης 90w-600w

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΝΕΡΓΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΣΤΑΣΗΣ (mgGAE/kg)				
ΙΣΧΥΣ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ		ΕΝΕΡΓΟΤΗΤΑ ΔΙΑΣΤΑΣΗΣ 90w (Shade units)	ΙΣΧΥΣ ΜΙΚΡ/ΤΩΝ	ΕΝΕΡΓΟΤΗΤΑ ΔΙΑΣΤΑΣΗΣ 600w (Shade units)
ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕΛΙΑ ΕΡΕΙΚΗΣ	Σ1	6.66	Σ5	7.08
	Σ3	9.06	Σ7	10.28
	Σ2	20.18	Σ6	17.31
	Σ4	21.12	-	-
	Σ ΑΡΧΙΚΟ	25		
ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕΛΙΑ ΘΥΜΑΡΙ	Θ1	8	Θ8	2.35
	Θ3	8.34	Θ7	7.9
	Θ2	10.52	Θ6	9.63
	Θ4	10.9	Θ5	10.79
	Θ ΑΡΧΙΚΟ	12		
ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕΛΙΑ ΔΑΣΟΥΣ	Π1	9.1	Π5	3.22
	Π3	20.72	Π7	15.42
	Π2	33.1	Π8	21.94
	Π4	31.46	Π6	30.55
	Π ΑΡΧΙΚΟ	33.5		

Οι παράγοντες που επηρεάζουν αυτή τη μείωση περιλαμβάνουν το pH, τη θερμοκρασία, και την προσθήκη άμυλου στο δείγμα.

Στα επεξεργασμένα δείγματα ερείκης (Σ), παρατηρείται μια ταχεία μείωση στα 600W λόγω της ισχυρότερης επίδρασης της ισχύος (w) και του χρόνου, ενώ στα 90W παρατηρείται πιο σταθερή μείωση.

Παρόμοια παρατηρούνται και στα δείγματα θυμαριού (Θ), όπου τα 600W οδηγούν σε γρήγορη μείωση, ενώ τα 90W προκαλούν μια πιο σταθερή μείωση.

Τέλος, τα επεξεργασμένα δείγματα δάσους (Π) παρουσιάζουν χαμηλή ενεργότητα διάστασης λόγω της υψηλής θερμοκρασίας και χρόνου παραμονής στα μικροκύματα, οδηγώντας σε καταστροφική μείωση του ενζύμου.

Η αύξηση της HMF και η μείωση της ενεργότητας διάστασης θεωρούνται φυσιολογικά, καθώς η HMF αυξάνεται με τη θέρμανση, ενώ η ενεργότητα διάστασης μειώνεται λόγω καταστροφής του ενζύμου.

5.2 Τελικά συμπεράσματα

Πίνακας 5.4 Συμπεράσματα

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ Η ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΙΣΧΥΣ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ 90W	ΙΣΧΥΣ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ 600W
Κρυστάλλωση	Αποκρυστάλλωση μελιών μετά από παραμονή σε 40 sec	Αποκρυστάλλωση μελιών μετά από παραμονή σε 13 sec
Πολυφαινόλες	Αυξήθηκαν μετά από παραμονή σε 40 sec	Αυξήθηκαν μετά από παραμονή σε 15 sec
HMF	Συνεχής σταθερή αύξηση	Συνεχής μεγάλη αύξηση
Ενεργότητα Διαστάσης	Συνεχής σταθερή μείωση	Συνεχής απότομη μείωση

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι στα περισσότερα επεξεργασμένα δείγματα παρατηρείται πλήρης αποκρυστάλλωση ενώ σε αλλά μερική .

Οι πολυφαινόλες επηρεάστηκαν ανάλογα με το χρόνο παραμονής τους στα μικροκύματα καθώς και με την ισχύ τους.

Η HMF παρουσίασε και στις δυο ισχύς αύξηση ανεξάρτητα από το είδος μελιού.

Αντίθετα, παρατηρείται ότι η ενεργότητα διάστασης μειώνεται με την αύξηση της ισχύος, λόγω αύξησης της θερμοκρασίας εσωτερικού του μελιού.

6^ο Κεφάλαιο

6.1 Βιβλιογραφία

6.1.1 Ξενόγλωσση

- Aadil, R. M., Zeng, X. A., Zhang, Z. H., Wang, M. S., Han, Z., Jing, H., & Jabbar, S. (2015). Thermosonication: A potential technique that influences the quality of grapefruit juice. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(5), 1275–1282.
- Abid, M., Jabbar, S., Wu, T., Hashim, M.M., Hu, B., Lei, S., Zhang, X. and Zeng, X. (2013). Effect of ultrasound on different quality parameters of apple juice. *Ultrasonics Sonochemistry*, 20(5), 1182–1187.
- Abu-Jdayil, B., Al-Majeed Ghzawi, A., Al-Malah, K. I. M., & Zaitoun, S. (2002). Heat effect on rheology of light- and dark-colored honey. *Journal of Food Engineering*, 51(1), 33–38.
- Aguilar-Reynosa, A., Romani, A., Ma. Rodríguez-Jasso, R., Aguilar, C. N., Garrote, G., & Ruiz, H. A. (2017). Microwave heating processing as alternative of pretreatment in second-generation biorefinery: An overview. *Energy Conversion and Management*, 136, 50–65.
- Akhmazillah, M. F. N., Farid, M. M., & Silva, F. V. M. (2013). High pressure processing (HPP) of honey for the improvement of nutritional value. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 20, 59–63.
- Alvarez-Suarez J., Giampieri F., González-Paramás A., Damiani E., Astolfi P., Martínez-Sánchez G., Bompadre S., Quiles J., Santos-Buelga C., Battino M., (2012). Phenolics from monofloral honeys protect human erythrocyte membranes against oxidative damage. *Food and Chemical Toxicology*, pp. 1508–1516
- Anklam, E. (1998). A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 63, 549–562.
- AOAC official method 980.23, 1983. HMF in honey, Spectrophotometric method.
- Babarinde G.O, Babarinde S.A, Adegbola D.O, Ajayeoba S.I, (2011). Effects of harvesting methods on physicochemical and microbial qualities of honey. *Journal of Food Science and Technology*
- Bartáková, K., Dračková, M., Borkovcová, I., & Vorlova, L. (2011). Impact of microwave heating on hydroxymethylfurfural content in Czech honeys. *Czech Journal of Food Sciences*, 29(4), 328–336.
- Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). Wine. In *Food Chemistry*. Springer-Verlag Berlin
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology* 28(1), pp. 25-30
- Frankel, E.N. (1998). Lipid oxidation. The Oily Press Dundee

- Campos, M. G. R., Bogdanov, S., de Almeida-Muradian, L. B., Szczesna, T., Mancebo, Y., Frigerio, C., & Ferreira, F. (2008). Pollen composition and standardisation of analytical methods. *Journal of Apicultural Research*, 47(2), 154–161.
- Campos, M. G., Webby, R. F., Markham, K. R., Mitchell, K. A., & Da Cunha, A. P. (2003). Age-induced diminution of free radical scavenging capacity in bee pollens and the contribution of constituent flavonoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(3), 742–745.
- Cao, X., Bi, X., Huang, W., Wu, J., Hu, X., & Liao, X. (2012). Changes of quality of high hydrostatic pressure processed cloudy and clear strawberry juices during storage. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 16, 181–190.
- Carbonell-Capella, J., Barba, F., Esteve, M. J., & Frigola, A. (2013). High pressure processing of fruit juice mixture sweetened with *Stevia rebaudiana* Bertoni: Optimal retention of physical and nutritional quality. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 18, 48–56.
- Chaikham, P., & Apichartsrangkoon, A. (2012). Comparison of dynamic viscoelastic and physicochemical properties of pressurised and pasteurised longan juices with xanthan addition. *Food Chemistry*, 134(4), 2194–2200.
- Chaikham, P., & Prangthip, P. (2015). Alteration of antioxidative properties of longan flower-honey after high pressure, ultra-sonic and thermal processing. *Food Bioscience*, 10, 1–7.
- Chemat, F., Zill-E-Huma, & Khan, M. K. (2011). Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*, 18(4), 813–835.
- Chong, K. Y., Chin, N. L., & Yusof, Y. A. (2017). Thermosonication and optimization of stingless bee honey processing. *Food Science and Technology International*, 23(7), 608–622.
- Contreras, C., Benlloch-Tinoco, M., Rodrigo, D., & Martínez-Navarrete, N. (2017). Impact of microwave processing on nutritional, sensory, and other quality attributes. In *The Microwave Processing of Foods: Second Edition*. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, 65- 99
- Dimiņš, F., Miķelsons, V., Augšpole, I., & Niklāvs, A. (2019). Microwave facilities for thermal treatment of honey. *Key Engineering Materials*, 800 KEM, 103–107.
- Escríche, I., Visquert, M., Juan-Borrás, M., & Fito, P. (2009). Influence of simulated industrial thermal treatments on the volatile fractions of different varieties of honey. *Food Chemistry*, 112(2), 329–338.
- Fauzi, N. A., Farid, M. M., & Silva, F. V. M. (2014). High-pressure processing of Manuka honey: improvement of antioxidant activity, preservation of colour and flow behaviour. *Food and Bioprocess Technology*, 7(8), 2299–2307.
- Gul A. and Pehlivan T., (2018). Antioxidant activities of some monofloral honey types across Turkey. *Saudi journal of Biological Sciences*, pp.1-10

- Gleiter, R. A., Horn, H., & Isengard, H. D. (2006). Influence of type and state of crystallisation on the water activity of honey. *Food Chemistry*, 96(3), 441–445.
- Haste et al, (1973). Pollen koeffizienten als Grundmischung der quantitativen Pollenanalyse des Honigs. *Nahrung*, 5, pp. 95-96
- Hebbar, H. U., Nandini, K. E., Lakshmi, M. C., & Subramanian, R. (2003). Microwave and infrared heat processing of honey and its quality. *Food Science and Technology Research*, 9(1), 49–53.
- Heidelberg (4th ed.). Benzie, I., & Strain, J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239(1), pp. 70 – 76
- IHC 2009 HARMONISED METHODS**
- Kaushik Shandilya, N., Kaur, B., Rao, P., & Mishra, H. N. (2013). Effect of high pressure processing on color, biochemical and microbiological characteristics of mango pulp (*Mangifera indica* cv. Amrapali). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 22, 40-50.
- Kowalski, S. (2013). Changes of antioxidant activity and formation of 5-hydroxymethylfurfural in honey during thermal and microwave processing. *Food Chemistry*, 141(2), 1378–1382.
- Musielak, G., Mierzwa, D., & Kroehnke, J. (2016). Food drying enhancement by ultrasound – A review. *Trends in Food Science and Technology*, 56, 126–141.
- Nagai, T, Sakai, M., Inoue, R., Inoue, H., & Suzuki, N. (2001). Antioxidative activities of some commercially honeys, royal jelly, and propolis. *Food Chemistry*, 75(2), 237—240.
- Nur Syahidah Ramly, Izzati Shahira Rosidi Sujanto, Asmaliza Abd Ghani, John Tang Yew Huat, Nadiawati Alias, Norhayati Ngah (2021). The Impact of Processing Methods on the Quality of Honey: A Review. *Malaysian Journal of Applied Sciences*, 6(1), 99-110.
- Otmani I., Abdennour C., Dridi A., Kahalerras L. and Halima-Salem A., (2019). Characteristics of the bitter and sweet honey from Algeria Mediterranean coast. *Veterinary World*, pp. 551-557
- Prior, R., Wu, X., & Shaich, K. (2005). Standardized Methods for the Determination of Antioxidant. *Journal of Agricultural and Food Science* 53, pp. 4290 – 4302
- Puscas A., Hosu A., Cimpoi C., (2013) Application of a newly developed and validated high performance thin-layer chromatographic method to control honey adulteration. *Journal of Chromatography*, pp. 132–135
- Sahinler, N., & Gul, A. (2005). Effect of heating and storage on honey hydroxy methylfurfural and diastase activity. *Journal of Food Technology*, 3, 152–157.
- Samborska, K., & Czelejewska, M. (2014). The Influence of thermal treatment and spray drying on the physicochemical properties of polish honeys. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(1), 413–419.

- Saric G., Markociv K., Vukicevic D., Lez E., Hruskar M. and Vahcic N., (2013). Changes of Antioxidant Activity in Honey after Heat Treatment. *Czech J. Food Sci*, pp. 601–606
- Subramanian, R., Hebbar, H. U., & Rastogi, N. K. (2007). Processing of honey: A review. *International Journal of Food Properties*, 10(1), 127–143.
- Tornuk F., Karaman S., Ozturk I., Toker O., Tastemur B., Sagdic O., Dogan M., Kayacier A., (2013). Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. *Industrial Crops and Products*, pp. 124–131
- Tosi, E., Martinet, R., Ortega, M., Lucero, H., & Ré, E. (2008). Honey diastase activity modified by heating. *Food Chemistry*, 106(3), 883–887.
- Zalewski W., (1962). Determination of the activity of sugar splitting enzymes in local honeys. *Pszczelarstwo* 13, pp. 67-69

6.1.2 Ελληνική

- Αδαμοπούλου Κ. (2009). «Σύσταση και φυσικοχημικές ιδιότητες του μελιού». *Πτυχιακή εργασία* Τ.Ε.Ι. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ, ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
- Θρασυβούλου Α., Μανίκης Ι., Τανανάκη Χ., Τσέλλιος Δ., Καραμπουρνιώτη Σ., Δήμου Μ., (2002). «Η ταυτότητα του ελληνικού μελιού. Α. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά που στηρίζουν την ποιότητα του προϊόντος». *Πρακτικά του 1 ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ ΜΕΛΙΣΣΟΚΟΜΙΑΣ-ΣΗΡΟΤΡΟΦΙΑΣ*, Αθήνα 29 Νοεμβρίου - 1 Δεκεμβρίου. Σελ. 232-253
- Κώδικας Τροφίμων και Ποτών [ΚΤΠ], άρθρο 67
- Κωτσέλης Ε. (2019). «Επίδραση της παστερίωσης στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του μελιού-προσδιορισμός του βαθμού κρυστάλλωσης με μηχανικά μέσα». *Διπλωματική εργασία* ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ, ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ, ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΩΝ
- Λαρυγγάκης Α. (2018). «Απομόνωση και ταυτοποίηση από το μέλι βακτηρίων με αντιμικροβιακή δράση». *Προπτυχιακή εργασία* ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ, ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ, ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ & ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
- Σάρδαλου Γ., Μενκίσογλου-Σπυρούδη Ο., Διαμαντίδης Γ. και Θρασυβούλου Α., (2002). Αντιοξειδωτική και αντιβακτηριακή δράση διαφόρων ελληνικών μελιών. *Πρακτικά του 1ου Επιστημονικού Συνεδρίου Μελισσοκομίας-Σηροτροφίας*, Αθήνα 29 Νοεμβρίου – 1 Δεκεμβρίου 2002
- European Commission, 2002-Οδηγία 2001/110/ΕΚ

6.2 Πηγή Εικόνων

Εικόνα 1.0.1: <https://www.ot.gr/2022/08/17/agro/melisses-to-mikro-skathari-tis-kypselis-troei-to-meli/>

Εικόνα 1.0.2: <https://2.bp.blogspot.com/-EfUk-EI4uRg/WlqULUDYZaI/AAAAAAAAIU0/L0xHECdgpe86kS2T7Z1G3UPc2a15tJjuQCK4BGAYYCw/s640/honey%2Bbees.jpg>

Εικόνα 1.0.3: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 1.0.4: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 2.0.1: <https://www.olivemagazine.gr/proionta/honey-sak-cheiropoiita-proionta-melissas/>

Εικόνα 2.0.2: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 2.0.3: <https://melissokomos.gr/tag/%CE%B5%CF%86%CE%B5%CF%84/>

Εικόνα 2.0.4: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 2.0.5: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 2.0.6: Διαδίκτυο Εξαγωγή μελιού

Εικόνα 2.0.7: Διαδίκτυο Στάδια διαδικασίας παραγωγής μελιού

Εικόνα 2.0.8: Διαδίκτυο Πτυχιακή εργασία Αποστόλου, Βούρτης, Γρατσία 2021

Εικόνα 2.0.9: <https://www.sofokleousin.gr/ayksimeni-paragogi-meliou-perimenoun-fetos-oi-melissokomoi-eksago>

Εικόνα 2.0.10: Διαδίκτυο Επεξεργασία μελιού

Εικόνα 3.0.1 έως Εικόνα 3.0.7 : Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 4.0.1 έως Εικόνα 4.0.20 : Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 5.0.1 έως Εικόνα 5.0.6 : Προσωπικό αρχείο