



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ
ΣΕ ΜΕΤΑΛΛΑ ΜΕ ΤΗΝ ΓΕΩΡΑΦΙΚΗ ΚΑΙ
ΒΟΤΑΝΟΛΟΓΙΚΗ ΤΟΥ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Εισηγητής: Μαρία-Ελένη , Κοπανίαρη, ΤΦ2051.

Επιβλέπων: Νικόλαος, Λυδάκης -Σημαντήρης, Καθηγητής

ΧΑΝΙΑ,2023

Υπεύθυνη Δήλωση: Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην πτυχιακή εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η πτυχιακή εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Ηλεκτρονικών Μηχανικών του ΕΛ.ΜΕ.Π.Α

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η βλαστική ποικιλότητα βασίζεται σε διαφορετικές κλιματικές και γεωγραφικές προελεύσεις. Όσον αφορά τη μελισσοκομία, η ποικιλία των βοτάνων σχετίζεται στενά με την παραγωγή μεγάλης ποικιλίας μελιού. Επομένως, με βάση την υπάρχουσα φυτική ποικιλότητα σε κάθε χώρα, παράγονται πολλαπλές ποικιλίες μελιού με διαφορετικά υγειονομικά χαρακτηριστικά. Ενώ το μελισσοκομικό δυναμικό και οι προτιμήσεις κατανάλωσης αντικατοπτρίζονται στην ποικιλία των προϊόντων, αυτό οδηγεί σε αύξηση της οικονομίας της περιοχής και σε εκτεταμένες εξαγωγές. Η σύνθεση του μελιού περιλαμβάνει μια ποικιλία θρεπτικών συστατικών ανάμεσά τους τα μέταλλα και τα ιχνοστοιχεία. Οι διαφορές στην περιεκτικότητα σε ιχνοστοιχεία σε διαφορετικούς τύπους μελιού οφείλονταν κυρίως στη βοτανική πηγή παρά στη γεωγραφική και περιβαλλοντική έκθεση της πηγής νέκταρ.

Λέξεις Κλειδιά: μέλι, μέταλλα, χημικές ιδιότητες, βοτανολογική προέλευση, υγρασία, πρωτεΐνες.

ABSTRACT

Vegetative diversity is based on different climatic and geographical origins. When it comes to beekeeping, the variety of herbs is closely related to the production of a wide variety of honey. Therefore, based on the existing plant diversity in each country, multiple varieties of honey are produced with different characteristics. While beekeeping potential and consumption preferences are reflected in the variety of products, this leads to an increase in the region's economy and extensive exports. The composition of honey includes a variety of nutrients including minerals and trace elements. The differences in the trace element content of different types of honey are mainly due to the botanical source rather than the geographical and environmental exposure of the nectar source.

Key Words: Heavy Metals, geographical origins, honey

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ	7
ΛΙΣΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	8
ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	8
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	10
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1.1. Εισαγωγικά Στοιχεία	11
1.2. Ιστορική Αναδρομή.....	12
1.3. Παραγωγή.....	13
1.3.1. Συλλογή.....	14
1.3.2. Διατήρηση.....	15
1.3.3. Νοθεία.....	15
1.4. Φυσικές ιδιότητες.....	16
1.4.1 Σύσταση και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού	16
1.4.1.1. Κυριότερα συστατικά του μελιού.....	17
1.4.1. Ρεολογία.....	18
1.4.2. Ηλεκτρικές και οπτικές ιδιότητες.....	19
1.4.3. Υδροσκοπικότητα και ζύμωση.....	20
1.4.4. Θερμικά χαρακτηριστικά	20
1.5. Χημικές ιδιότητες.....	21
1.5.1. Σάκχαρα	21
1.5.2. Πρωτεΐνες & Αμινοξέα	22
1.5.3. Αρωματικές & Φαινολικές ενώσεις	22
1.5.4. Υδροξυμεθυλοφουρφουράλη (HMF).....	23
1.5.5. Οξύτητα και pH.....	24
1.5.6. Μέταλλα και Ιχνοστοιχεία	24
1.5.7. Νερό.....	24
1.6. Ταξινόμηση/Κατηγοριοποίηση	25
1.6.1. Πηγή λουλουδιών.....	25
1.6.2. Μέλι μελιτώματος.....	26
1.6.3. Ταξινόμηση ανά συσκευασία.....	26

1.6.4. Δείκτες ποιότητας	27
1.7. Διατροφική και Φαρμακευτική αξία	28
1.7.1. Διατροφή.....	28
1.7.1.1. Για τις μέλισσες.....	28
1.7.1.2. Για τους ανθρώπους	29
1.7.2. Φαρμακολογικές επιδράσεις	29
1.7.2.1. Αντιφλεγμονώδης Δράση.....	30
1.7.2.2. Αντιοξειδωτική Δραστηριότητα.....	30
1.7.2.3. Αντιδιαβητικές Ιδιότητες	31
1.7.2.4. Αντιμικροβιακή Δραστηριότητα	31
1.7.2.5. Καταπράυνση του βήχα	31
1.7.2.6. Θεραπεία για στομαχικές/εντερικές διαταραχές	32
1.7.2.7. Αναπαραγωγική Υγεία.....	33
1.7.2.8. Επούλωση πληγών	33
1.7.2.9. Μείωση του κινδύνου καρκίνου.....	33
1.7.2.10. Άλλες χρήσεις	33
Κεφάλαιο 2° : Μελισσοκομικά προϊόντα	35
2.1. Γύρη.....	35
2.1.1. Ιδιότητες και σύνθεση.....	35
2.1.2. Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία	36
2.1.3. Εξαγωγή και Αποθήκευση	36
2.2. Μελισσόψωμο	37
2.2.1. Ιδιότητες και σύνθεση.....	37
2.2.2. Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία	37
2.3. Βασιλικός Πολτός	38
2.3.1 Αποθήκευση	38
2.3.2 Χρήσεις.....	38
2.3.1. Ιδιότητες και σύνθεση	39
2.3.2. Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία.....	39
2.4. Κερί μέλισσας.....	39
2.4.1. Ιδιότητες και σύνθεση	40
2.4.2. Χρήσεις	40
2.4.3. Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία	40
2.5. Πρόπολη	41
2.5.1. Ιδιότητες και σύνθεση	41
2.5.2. Χρήσεις	42

2.5.3. Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία	42
2.6. Δηλητήριο μέλισσας.....	43
2.6.1. Αξία για την Υγεία - Ιδιότητες.....	43
2.6.2. Χρήσεις.....	44
Κεφάλαιο 3° : Συστατικά-Σύνθεση & Οργανοληπτικός Έλεγχος Μελιού.....	44
3.1. Σύνθεση.....	45
3.1.1. Υδατάνθρακες	45
3.1.2. Πρωτεΐνες, ένζυμα και αμινοξέα.....	45
3.1.3. Βιταμίνες, μέταλλα και ιχνοστοιχεία.....	46
3.1.4. Προσδιορισμός των μετάλλων στο μέλι.....	46
3.1.5. Αρωματικές-Γευστικές ενώσεις και πολυφαινόλες.....	47
3.1.5. Μολυσματικοί και τοξικοί παράγοντες	48
3.2. Οργανοληπτικός έλεγχος μελιού	48
3.2.1. Υγρασία.....	48
3.2.2. Τέφρα	49
3.2.3. pH.....	50
3.2.4. Οξύτητα	51
3.2.5. Περιεκτικότητα σε φορμαλδεΐδη.....	51
3.2.6. Ηλεκτρική αγωγιμότητα.....	52
3.2.7 Θερμικές ιδιότητες	52
3.2.8. Χρώμα	53
3.2.8. Υδροξυμεθυλοφουρφουράλη (HMF).....	53
3.2.9. Ιξώδες και ρευστότητα του μελιού.....	54
3.2.10. Ολικά Σάκχαρα.....	55
3.2.11 Η κρυστάλλωση του μελιού	56
3.2.12 Σχέση χρόνου κρυστάλλωσης με το είδος του μελιού	58
3.2.13 Πυκνότητα του μελιού.....	63
Κεφάλαιο 4°.....	64
4.1. Η συσχέτιση της περιεκτικότητας σε μέταλλα και οργανικές ουσίες με βάση τη γεωγραφική και τη βοτανολογική του προέλευση	64
4.1.1 Εισαγωγικά Στοιχεία	64
4.1.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την συγκέντρωση των μετάλλων στο μέλι.....	65
4.2. Μέλι πεύκου	68
4.2.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά πευκόμελου.....	69

4.3. Μέλι ελάτης.....	70
4.3.2 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού ελάτης	71
4.4. Μέλι καστανιάς	73
4.4.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού καστανιάς.....	73
4.5. Μέλι θυμαριού.....	74
4.5.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά θυμαρίσιου μελιού	75
4.6. Μέλι ερείκης.....	76
4.6.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού ερείκης	77
α) Μέλι της φθινοπωρινής ερείκης (σουσουράς)	77
β) Ανοιξιάτικο μέλι ερείκης	77
γ) Μέλι κουμαριάς.....	77
δ) Μέλι ροδόδεντρου.....	78
4.7. Μέλι βαμβακιού	79
4.71 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά βαμβακόμελου	79
4.8. Μέλι εσπεριδοειδών	80
4.8.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού πορτοκαλιάς.....	80
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	90
5.1 Συμπεράσματα.....	90
Επίλογος	92
Βιβλιογραφία.....	93
Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία	93
Ελληνική Βιβλιογραφία.....	105

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίν.3.1.4 Η συνεισφορά των βιταμινών του μελιού στις ανάγκες της.....	47
Πίν.3.2.: Τα ανόργανα συστατικά του μελιού σε ppm	50
Πίν. 3.2.11 Ταχύτητα κρυστάλλωσης των ελληνικών αμιγών κατηγοριών μελιού.....	59
Πίν. 3.2.12 Σχέση γλυκόζης προς υγρασίας (Γ/Υ) και κρυστάλλωσης %.....	63
Πίν. 4.1. Χημικά Χαρακτηριστικά πευκόμελου.....	71
Πίν. 4.2. Χημικά Χαρακτηριστικά μέλι ελάτης.....	73
Πίν. 4.3. Χημικά Χαρακτηριστικά μέλι καστανιάς.....	75

Πίν. 4.4. Χημικά Χαρακτηριστικά Θυμαρίσιου μελιού.....	77
Πίν. 4.5. Χημικά Χαρακτηριστικά μέλι ερείκης.....	79
Πίν. 4.6. Χημικά Χαρακτηριστικά μέλι βαμβακιού.....	81
Πίν. 4.7. Χημικά Χαρακτηριστικά μέλι εσπεριδοειδών.....	82
Πίν. 4.8. Συγκενρωτικός πίνακας.....	83

ΛΙΣΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 4.9 Συγκέντρωση Καλίου.....	84
Διάγραμμα 4.10 Συγκέντρωση Ασβεστίου.....	85
Διάγραμμα 4.10 Συγκέντρωση Ασβεστίου.....	86
Διάγραμμα 4.12 Συγκέντρωση Σιδήρου	87
Διάγραμμα 4.13 Συγκέντρωση Χαλκού.....	88
Διάγραμμα 4.14 Συγκέντρωση Ψευδάργυρου.....	89
Διάγραμμα 4.15 Συγκέντρωση Μαγγάνιού.....	90
Διάγραμμα 4.16 Συγκέντρωση Μαγνησίου.....	91

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.2: Η μέλισσα ανακηρύχθηκε το πιο σημαντικό έμβιο ον στον πλανήτη.....	12
Εικόνα 1.7.3 : Χημική σύσταση του μελιού (Jaganathan and Mandal 2009).....	35
Εικόνα 3.2.11: Ομοιόμορφα και ανομοιόμορφα κρυσταλλωμένο μέλι.....	57

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.5.1	22
Σχήμα 1.5.2	24

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Μέσα από αυτές τις λίγες γραμμές, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με βοήθησαν και με στήριξαν για την εκπόνηση και την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας. Η εκπόνηση της εργασίας αυτής ήταν μια πρόκληση για μένα διότι είναι η βασική προϋπόθεση για την ολοκλήρωση του κύκλου σπουδών μου στο Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο.

Πρώτα από όλα θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον καθηγητή μου, Νικόλαο Λυδάκη-Σημαντήρη, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και την ανάθεση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας. Το αμείωτο ενδιαφέρον, οι υποδείξεις, η καθοδήγηση, η προθυμία του και η συμπαράστασή του κατά τη συγγραφή της εργασίας, ήταν καθοριστική. Θερμές ευχαριστίες απευθύνω σε όλους τους καθηγητές που είχα όλα τα χρόνια της ακαδημαϊκής μου ζωής, για τις γνώσεις που μου μετέδωσαν και με έκαναν καλύτερο άνθρωπο.

Ένα μεγάλο και εγκάρδιο ευχαριστώ στους καρδιακούς μου φίλους για τη στήριξη, τη συμπαράσταση και την κατανόησή τους, όπως επίσης, σε όλους όσους συνέβαλαν με οποιονδήποτε τρόπο στην επιτυχή εκπόνηση αυτής της πτυχιακής εργασίας. Τέλος αφιερώνω την παρούσα εργασία στους δύο ήρωες της καθημερινότητάς μου, στους γονείς μου Νικόλαο και Ευαγγελία, για την στήριξη τους ηθικά και οικονομικά όλα αυτά τα χρόνια, δίνοντάς μου κουράγιο να προχωρώ και τελικά να επιτύχω τους στόχους μου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ζήτηση για βιοπροϊόντα είναι υψηλή τα τελευταία χρόνια. Το μέλι της μέλισσας, ένα βιολογικό προϊόν που καταναλώνεται παγκοσμίως, αποτελείται από γλυκές εκκρίσεις φυτών και μελισσών που χρησιμοποιούνται και αποθηκεύονται από τις μέλισσες στις κυψέλες τους ως πηγή ενέργειας. Τα κύρια συστατικά του μελιού (~75%) είναι μονοσακχαρίτες (φρουκτόζη και γλυκόζη), με μικρές ποσότητες δισακχαριτών (σακχαρόζη) και πολυσακχαρίτες. Τα δευτερεύοντα συστατικά περιλαμβάνουν ένζυμα, οξέα, μέταλλα και μη αναγνωρισμένες ουσίες. Η σύνθεση του μελιού επηρεάζεται από ορισμένους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες που δημιουργούνται γύρω από την αποικία των μελισσών, π.χ. ανθικές πηγές, κλιματικές συνθήκες, έδαφος και πρακτικές των μελισσοκόμων (da Silva et al., 2016).

Το μέλι περιέχει διαφορετικές ποσότητες μετάλλων που κυμαίνονται από 0,02 g/100 g έως 1,03 g/100 g, με το κάλιο να είναι το πιο άφθονο στοιχείο που αποτελεί περίπου το ένα τρίτο της συνολικής περιεκτικότητας σε μεταλλικά στοιχεία (De Ferrer et al., 2004; Bogdanov et al., 2007 & Chakir et al., 2011). Τα μακρομεταλλικά στοιχεία, όπως το κάλιο, το ασβέστιο και το νάτριο, και ιχνοστοιχεία, όπως ο σίδηρος, ο χαλκός, ο ψευδάργυρος και το μαγγάνιο, διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στα βιολογικά συστήματα. Αυτά τα στοιχεία διατηρούν φυσιολογικές αντιδράσεις, προκαλούν γενικό μεταβολισμό, ευφορία, δρουν θετικά στο κυκλοφορικό σύστημα και επηρεάζουν την αναπαραγωγή ως καταλύτες διαφόρων βιοχημικών αντιδράσεων (Staniškienė et al., 2006).

Ορισμένα βαρέα μέταλλα, όπως ο μόλυβδος, το κάδμιο, ο υδράργυρος και το αλουμίνιο, μπορεί να είναι τοξικά εάν ξεπεραστούν τα μέγιστα επίπεδα (Bratu and Georgescu, 2005 & Tuzen and Soyak, 2020). Λόγω της χημικής του σύνθεσης, το μέλι έχει βρεθεί ότι επηρεάζει σημαντικά τη διατροφή του ανθρώπου, τη θεραπεία και την πρόληψη ασθενειών. Οι πιθανοί παράγοντες μόλυνσης του μελιού περιλαμβάνουν φυτοφάρμακα και υπολείμματα αντιβιοτικών, μέταλλα πάνω από τα επιτρεπόμενα επίπεδα και τοξικά βαρέα μέταλλα.

Επομένως, η παραγωγή μελιού απαλλαγμένου από επιβλαβείς χημικές ουσίες είναι απαραίτητη (Moretti et al., 2017).

Οι μέλισσες είναι άριστοι επιτηρητές της μόλυνσης στο περιβάλλον τους. Αντικατοπτρίζουν τις συγκεντρώσεις των ρύπων τόσο στο χρόνο όσο και σε μεγάλες περιοχές (Martinello et al., 2021). Το μέλι αντανakλά τα χημικά συστατικά των φυτών από τα οποία οι μέλισσες συλλέγουν την τροφή τους και η περιεκτικότητα σε ιχνοστοιχεία μπορεί να υποδεικνύει τη βοτανική προέλευση ενός συγκεκριμένου μελιού (Celli and Maccagnani, 2003 & Bogdanov, 2006). Τα σκούρα μέλια βρέθηκαν να έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ιχνοστοιχεία από τα ανοιχτόχρωμα (Sevlimli et al., 1992 & Gonzalez-Miret et al., 2005). Η παρούσα εργασία διεξήχθη με σκοπό τη διερεύνησης της συσχέτισης της περιεκτικότητας του μελιού σε μέταλλα ανάλογα με τη γεωγραφική και τη βοτανολογική του προέλευση.

1.1. Εισαγωγικά Στοιχεία

Το μέλι είναι μια κολλώδης, γλυκιά ουσία που παρασκευάζεται από τις μέλισσες (Grüter, 2020). Παράγεται από τις μέλισσες μέσω της μείωσης, της ενζυμικής δραστηριότητας και της εξάτμισης του νερού από τις ζαχαρώδεις εκκρίσεις των φυτών (νέκταρ) ή τις εκκρίσεις άλλων εντόμων (όπως το μελίτωμα). Αποθηκεύεται από τις μέλισσες σε «κέρινες» δομές, οι οποίες λέγονται κηρήθρες. Το γένος της μέλισσας *Apis* παράγουν την ποικιλία μελιών που είναι γνωστά για την παγκόσμια εμπορική παραγωγή τους και την κατανάλωση από τον άνθρωπο (Crane, 2000). Το μέλι συλλέγεται από αποικίες άγριων μελισσών ή εξημερωμένων κυψελών, μια πρακτική γνωστή ως «μελισσοκομία».

Η γλυκύτητα του μελιού προέρχεται από τα απλά σάκχαρα και τη γλυκόζη, που έχουν περίπου την ίδια γλυκύτητα με τη σακχαρόζη (κρυσταλλική ζάχαρη) (Oregon State University,

2012). Τα 14 gr (1 μεγάλο κουτάλι/της σούπας) μελιού παρέχουν περίπου 42,6 kcal ενέργειας (USDA, 2015). Όταν χρησιμοποιείται ως γλυκαντικό, έχει ιδιαίτερες ιδιότητες ψησίματος και μοναδική γεύση. Οι περισσότεροι μικροοργανισμοί δεν αναπτύσσονται στο μέλι και αποτελεί το μοναδικό τρόφιμο που δεν χαλάει ακόμη και μετά από χιλιάδες χρόνια (Geiling, 2013 & Harley et al., 1999). Ως αρχαία δραστηριότητα, η παραγωγή και οι χρήσεις του μελιού έχουν μακρά και ποικίλη ιστορία.



Εικόνα 1.2: Η μέλισσα ανακηρύχθηκε το πιο σημαντικό έμβιο ον στον πλανήτη

1.2. Ιστορική Αναδρομή

Η συλλογή μελιού είναι μια δραστηριότητα από την αρχαιότητα (Crane, 1986). Μια βραχογραφία της μεσολιθικής εποχής (που χρονολογείται τουλάχιστον 8.000 χρόνια πριν), σε μια σπηλιά στη Βαλένθια της Ισπανίας, απεικονίζει δύο τροφοσυλλέκτες μελιού να συλλέγουν μέλι και κηρήθρα από μια φωλιά άγριων μελισσών. Οι μορφές απεικονίζονται να κουβαλούν καλάθια ή κολοκύθες και να χρησιμοποιούν μια σκάλα ή μια σειρά από σχοινιά για να φτάσουν στη φωλιά (Crane, 1986). Τα παλαιότερα γνωστά υπολείμματα μελιού βρέθηκαν στη Γεωργία κατά την κατασκευή του αγωγού Μπακού-Τιφλίδα-Τσεϊχάν· οι αρχαιολόγοι ανακάλυψαν υπολείμματα μελιού στην εσωτερική επιφάνεια πήλινων αγγείων σε έναν αρχαίο τάφο, που χρονολογείται μεταξύ 4.700 και 5.500 χρόνια πριν (Kvavadze et al., 2006). Στην αρχαία Γεωργία, πολλά είδη μελιού θάβονταν μαζί με ένα άτομο για το ταξίδι του στη μετά θάνατον ζωή.

Τα πρώτα γραπτά σχετικά με τη μελισσοκομία προέρχονται από την αρχαία Αίγυπτο, στην οποία το μέλι χρησιμοποιήθηκε ως γλυκαντικό σε γλυκίσματα όπως το κέικ, τα μπισκότα και άλλα τρόφιμα και ως αντισηπτική βάση σε αλοιφές, όπως, διαφαίνεται από τα αιγυπτιακά ιερογλυφικά. Οι νεκροί συχνά θάβονταν μέσα ή με μέλι στην Αίγυπτο, τη Μεσοποταμία και άλλες περιοχές. Οι μέλισσες κρατούνταν στους ναούς για να παράγουν μέλι για προσφορές ναών, μουμιοποίηση και άλλες χρήσεις (Crane, 2000).

Η παραγωγή του μελιού στην Ελλάδα χρονολογείται από την Αρχαϊκή έως την Ελληνιστική περίοδο. 594 π.Χ. Ήταν τόσο διαδεδομένη η μελισσοκομία στην τότε Αθήνα που ο Σόλων δημιούργησε νόμο που όριζε: *«Όποιος έχει μελίτσια είναι υποχρεωμένος να τα τοποθετεί σε απόσταση τουλάχιστον 90 μέτρων από τα ήδη εγκατεστημένα μελίτσια κάποιου άλλου»* (Crane, 2000). Τα κεραμικά που βρέθηκαν έπειτα από αρχαιολογικές έρευνες περιείχαν ίχνη μελιού και κυψελών (Bresson & Rendall, 2019). Σύμφωνα με τον Columella, οι Έλληνες μελισσοκόμοι αυτής της περιόδου μετακίνησαν τις κυψέλες τους σε μακρύτερες αποστάσεις, προκειμένου να εκμεταλλευτούν τη διαφορετική βλάστηση σε διαφορετικές περιοχές, προκειμένου να μεγιστοποιήσουν την παραγωγή τους (Bresson & Rendall, 2019). Στην αρχαία Ινδία, οι πνευματικές και υποτιθέμενες θεραπευτικές χρήσεις του μελιού τεκμηριώνονται τόσο στις Βέδες όσο και στα Αγιουρβεδικά κείμενα (Sala, 2003).

1.3. Παραγωγή

Όπως αναφέρθηκε και πρωτίτερα, η παραγωγή του μελιού γίνεται από τις μέλισσες που συλλέγουν νέκταρ και μελίτωμα, το οποίο το χρησιμοποιούν ως ενέργεια για την υποστήριξη του μεταβολισμού της μυϊκής τους δραστηριότητας για την εύρεση τροφής ή για αποθήκευση ως μακροπρόθεσμη παροχή τροφής (Suarez et al., 1996). Όταν αναζητούν τροφή, οι μέλισσες καταναλώνουν ένα μέρος του νέκταρ που συνέλεξαν προκειμένου να λάβουν ενέργεια. Κατά τη διάρκεια του κρύου καιρού ή όταν άλλες πηγές τροφής είναι σπάνιες, οι ενήλικες μέλισσες και οι προνύμφες χρησιμοποιούν το αποθηκευμένο μέλι ως τροφή. Σε μια κυψέλη, οι τρεις τύποι μελισσών είναι:

- μια μόνη θηλυκή βασίλισσα μέλισσα
- ένας εποχιακά μεταβλητός αριθμός αρσενικών κηφήνων μελισσών για να γονιμοποιήσουν νέες βασίλισσες
- 30.000 έως 50.000 εργάτριες μέλισσες (Whitmyre, 2007).

Φεύγοντας από την κυψέλη, μια τροφοσυλλεκτική μέλισσα συλλέγει νέκταρ λουλουδιών πλούσιο σε σάκχαρα, το πιπιλίζει μέσω της προβοσκίδας της και το τοποθετεί στην κοιλιά της (στομάχι μελιού), που βρίσκεται ακριβώς ραχιαία στο στομάχι της τροφής της. Το στομάχι του μελιού έχει χωρητικότητα περίπου 40 mg νέκταρ, ή περίπου το 50% του άφορτου βάρους της μέλισσας, το οποίο μπορεί να απαιτήσει πάνω από χίλια άνθη και περισσότερο από μία ώρα για να γεμίσει. Το νέκταρ γενικά ξεκινά με περιεκτικότητα σε νερό από 70 έως 80% (Binkley , 2014). Τα ένζυμα του σάλιου και οι πρωτεΐνες από τον υποφαρυγγικό αδένα της μέλισσας προστίθενται στο νέκταρ για να αρχίσουν να διασπώνται τα σάκχαρα, αυξάνοντας ελαφρά την περιεκτικότητα σε νερό. Οι τροφοσυλλέκτες μέλισσες επιστρέφουν στη συνέχεια στην κυψέλη τους, και μεταφέρουν νέκταρ στις μέλισσες της κυψέλης.

Στη συνέχεια, οι μέλισσες της κυψέλης χρησιμοποιούν το στομάχι τους για να καταπιούν και να αναμασούν το νέκταρ, σχηματίζοντας φυσαλίδες μεταξύ των γνάθων τους μέχρι να αφομοιωθεί μερικώς. Οι φυσαλίδες δημιουργούν μια μεγάλη επιφάνεια ανά όγκο και ένα μέρος του νερού αφαιρείται μέσω της εξάτμισης (Suarez et al., 1996). Τα πεπτικά ένζυμα της μέλισσας υδρολύουν και μετατρέπουν τη σακχαρόζη σε ένα μείγμα γλυκόζης και φρουκτόζης και διασπούν άλλα άμυλα και πρωτεΐνες, αυξάνοντας την οξύτητα (Suarez et al., 1996 & Rossano et al., 2012).

Οι μέλισσες περνούν το νέκταρ από τη μία στην άλλη αναμασώντας το και χωνεύοντάς το για περίπου 20 λεπτά μέχρι το προϊόν να μπει στην κηρήθρα σε ποιότητα αποθήκευσης. Στη συνέχεια, οι μέλισσες το τοποθετούν στα κελιά της κηρήθρας ασφράγιστο, με την περιεκτικότητά του σε νερό να είναι υψηλή (περίπου 50 έως 70%) και με τις φυσικές ζύμες οι οποίες προκαλούν ζύμωση σακχάρων στο νεοσχηματισμένο μέλι. Οι μέλισσες είναι ένα από τα λίγα έντομα που μπορούν να ελέγχουν τη θερμότητα της κυψέλης, άλλοτε αυξάνοντας την και άλλοτε μειώνοντας την διατηρώντας τη θερμοκρασία στην κυψέλη στους 35° C (Binkley , 2014). Σε αυτό το στάδιο είναι σημαντική η εξάτμιση του νερού οπότε προκειμένου να βοηθήσουν τη διαδικασία οι μέλισσες χτυπούν τα φτερά τους για να κυκλοφορήσει ο αέρας και να εξατμιστεί το νερό στο μέλι φτάνοντας περίπου στο 18%, αυξάνοντας τη συγκέντρωση σακχάρου πέρα από το σημείο κορεσμού και αποτρέποντας τη ζύμωση (Binkley , 2014). Στη συνέχεια, οι μέλισσες καλύπτουν τα κελιά με κερί για να τα σφραγίσουν (Binkley , 2014).

1.3.1. Συλλογή

Η συλλογή του μελιού γίνεται είτε από άγριες αποικίες μελισσών είτε από εξημερωμένα μελίσσια. Κατά μέσο όρο, μια κυψέλη παράγει περίπου 29 κιλά μέλι ετησίως (National Honey Board , 2018). Για την ασφαλέστερη συγκομιδή του μελιού από μια κυψέλη, οι μελισσοκόμοι συνήθως προειδοποιούν τις μέλισσες με χρήση ενός καπνιστή μελισσών. Ο

καπνός ενεργοποιεί ένα γενετήσιο ένστικτο των μελισσών προστασίας των πόρων της κυψέλης από πιθανή πυρκαγιά, καθιστώντας τες λιγότερο επιθετικές ενώ ταυτόχρονα μπλοκάρει τις φερομόνες επικοινωνίας. Η κηρήθρα αφαιρείται από την κυψέλη και το μέλι μπορεί να εξαχθεί από αυτήν είτε με σύνθλιψη είτε με τη χρήση μελιτοεξαγωγέα. Το μέλι στη συνέχεια συνήθως φιλτράρεται για να αφαιρεθεί το κερί μέλισσας και άλλα υπολείμματα.

Πριν από την εφεύρεση των αφαιρούμενων πλαισίων, οι αποικίες μελισσών θυσιάζονταν για τη συγκομιδή. Ο τρυγητής μάζευε όλο το διαθέσιμο μέλι και αντικαθιστούσε ολόκληρη την αποικία την επόμενη άνοιξη. Από την εφεύρεση των αφαιρούμενων πλαισίων, οι αρχές της κτηνοτροφίας οδήγησαν τους περισσότερους μελισσοκόμους να διασφαλίζουν ότι οι μέλισσές τους έχουν αρκετά αποθέματα για να επιβιώσουν το χειμώνα, είτε αφήνοντας λίγο μέλι στην κυψέλη είτε παρέχοντας στην αποικία ένα υποκατάστατο μελιού, όπως π.χ. ζαχαρόνερο ή κρυσταλλική ζάχαρη (συχνά σε μορφή «candyboard»). Η ποσότητα της τροφής που απαιτείται για την επιβίωση του χειμώνα εξαρτάται από την ποικιλία των μελισσών και από τη διάρκεια και την ένταση των τοπικών χειμώνων.

1.3.2. Διατήρηση

Λόγω της σύνθεσης και των χημικών ιδιοτήτων του, το μέλι είναι κατάλληλο για μακροχρόνια αποθήκευση και αφομοιώνεται εύκολα ακόμα και μετά από μακροχρόνια συντήρηση. Το μέλι, και τα αντικείμενα βυθισμένα στο μέλι, διατηρούνται εδώ και αιώνες (Root & Root, 2007). Το κλειδί για τη διατήρηση είναι ο περιορισμός της πρόσβασης στην υγρασία. Στην ωριμασμένη του κατάσταση, το μέλι έχει αρκετά υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα για να αναστέλλει τη ζύμωση. Εάν εκτεθεί σε υγρό αέρα, οι υδρόφιλες ιδιότητές του τραβούν την υγρασία στο μέλι, αραιώνοντάς το τελικά σε σημείο που μπορεί να ξεκινήσει η ζύμωση (Root & Root, 2007). Η μεγάλη διάρκεια ζωής του μελιού αποδίδεται σε ένα ένζυμο που βρίσκεται στο στομάχι των μελισσών. Οι μέλισσες αναμειγνύουν την οξειδάση της γλυκόζης με το νέκταρ που καταναλώναν προηγουμένως, δημιουργώντας δύο υποπροϊόντα - το γλυκονικό οξύ και το υπεροξειδίο του υδρογόνου, τα οποία είναι εν μέρει υπεύθυνα για την οξύτητα του μελιού και την καταστολή της βακτηριακής ανάπτυξης (Geiling, 2013).

1.3.3. Νοθεία

Το μέλι μερικές φορές νοθεύεται με την προσθήκη άλλων σακχάρων, σιροπιών ή ενώσεων για να αλλάξει η γεύση ή το ιξώδες του, να μειωθεί το κόστος ή να αυξηθεί η περιεκτικότητα σε φρουκτόζη για να αποτραπεί η κρυστάλλωση. Η νόθευση του μελιού γινόταν από την

αρχαιότητα, όταν μερικές φορές το μέλι αναμειγνύονταν με φυτικά σιρόπια όπως του σφενδαμιού ή της σημύδας και πωλούνταν στους πελάτες ως αγνό μέλι. Μερικές φορές το κρυσταλλωμένο μέλι αναμειγνύονταν με αλεύρι ή άλλα υλικά πλήρωσης, κρύβοντας τη νοθεία από τους αγοραστές μέχρι να υγροποιηθεί το μέλι. Στη σύγχρονη εποχή, η πιο κοινή νόθευση είναι το σχεδόν χωρίς γεύση σιρόπι καλαμποκιού· το νοθευμένο μείγμα είναι πολύ δύσκολο να διακριθεί από το αγνό μέλι (Wilson, 2007).

Ορισμένα μέλια όπου έχουν υποβαθμιστεί από ζύμωση ή είναι εκτός αποδεκτών ορίων (HMF, διάστασης κτλ.), αποξηραίνονται, αποαρωματίζονται και φιλτράρονται ώστε να αναμειχθούν με αποδεκτά μέλια. Η πιο παλιά μέθοδος νοθείας σχετίζεται με τους πλαστούς χαρακτηρισμούς. Αυτή σχετίζεται με το μονοανθικό ή γεωγραφικό αυθαίρετο χαρακτηρισμό, σε ένα μέλι που δεν έχει αποκλειστικά την αναφερόμενη ανθική ή γεωγραφική προέλευση (Bruneau, 2007).

1.4. Φυσικές ιδιότητες

Οι φυσικές ιδιότητες του μελιού ποικίλλουν, ανάλογα με την περιεκτικότητα σε νερό, τον τύπο της γλωρίδας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του (βοσκή), τη θερμοκρασία και την αναλογία των συγκεκριμένων σακχάρων που περιέχει. Το φρέσκο μέλι είναι ένα υπερκορεσμένο υγρό, που περιέχει περισσότερη ζάχαρη από αυτή που μπορεί να διαλυθεί συνήθως στο νερό σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Σε θερμοκρασία δωματίου, το μέλι είναι ένα υπερψυγμένο υγρό, στο οποίο η γλυκόζη καθιζάνει σε στερεούς κόκκους. Αυτό σχηματίζει ένα ημιστερεό διάλυμα καταβυθισμένων κρυστάλλων γλυκόζης σε διάλυμα φρουκτόζης και άλλων συστατικών. Η πυκνότητα του μελιού κυμαίνεται τυπικά μεταξύ 1,38 και 1,45 kg/l στους 20° C (Tomasik, 2004).

1.4.1 Σύσταση και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού

Ανάλογα με την προέλευση τα κυριότερα είδη μελιού είναι τα εξής δύο:

- μέλι ανθέων ή μέλι νέκταρ είναι το μέλι που παράγεται από το νέκταρ των φυτών.

Παραδείγματα τέτοιου μελιού αποτελούν κυρίως τα μέλια θυμαριού, πορτοκαλιάς, βαμβακιού, ηλιάνθου, καστανιάς

- μέλι μελιτώματος είναι το μέλι που λαμβάνεται κυρίως από εκκρίματα εντόμων απομυζούντων φυτά (Hemiptera) ευρισκόμενα πάνω στα ζώντα μέρη των φυτών ή εκκρίσεις

προερχόμενες από ζώντα μέρη των φυτών. Κύρια παραδείγματα είναι το μέλι ελάτης και πεύκου.

Με τον όρο ταυτότητα εννοούμε το σύνολο των φυσικοχημικών, οργανοληπτικών και μικροσκοπικών χαρακτηριστικών που ορίζουν μια συγκεκριμένη κατηγορία αμιγούς μελιού. Ως αμιγές ορίζεται το μέλι εκείνο που με βάση τα χαρακτηριστικά του κατατάσσεται σε μία κατηγορία μελιού συγκεκριμένης φυτικής προέλευσης. Τα συστατικά του μελιού που χρησιμοποιούνται για την ταυτοποίησή του χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες. Στην πρώτη, ανήκουν τα φυσικοχημικά και μικροσκοπικά χαρακτηριστικά που στηρίζουν κυρίως την ταυτότητα του προϊόντος βάση των νομοθετημένων ποιοτικών κριτηρίων, όπως τα σάκχαρα, τα ένζυμα, η HMF, η αγωγιμότητα, το φάσμα των γυρεόκοκκων και άλλα. Στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν ενώσεις που βρίσκονται στο μέλι σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις (φλαβονοειδή, αμινοξέα, κ.ά), οι οποίες προέρχονται από τη χλωρίδα της περιοχής και μπορούν να δώσουν πληροφορίες για τη γεωγραφική προέλευση των μελιών (Θρασυβούλου και συνεργάτες, 2002). Σπουδαίο ρόλο για την ποιότητα ενός μελιού έχουν και τα οργανοληπτικά και μακροσκοπικά χαρακτηριστικά του, δηλαδή η γεύση, το άρωμα, το χρώμα και η ρευστότητα, καθώς αυτά είναι που διαφοροποιούν τις προτιμήσεις των καταναλωτών από τη μία κατηγορία στην άλλη. Διάφορα άλλα χαρακτηριστικά επίσης, όπως η συσκευασία και η κρυστάλλωση παίζουν ρόλο στις προτιμήσεις του καταναλωτή. Ένα ρευστό, ανοιχτόχρωμο μέλι σε ελκυστική συσκευασία τραβά περισσότερο το ενδιαφέρον (Θρασυβούλου και συνεργάτες, 2002)

1.4.1.1. Κυριότερα συστατικά του μελιού

- Σάκχαρα: Τα σάκχαρα στο μέλι αποτελούνται από μονοσακχαρίτες (γλυκόζη και φρουκτόζη), δισακχαρίτες (σακχαρόζη, μαλτόζη, ισομαλτόζη) και τρισακχαρίτες (μαλτοτριόζη) (Kamal et al., 2011). Η γλυκόζη και η φρουκτόζη είναι τα δύο κύρια σάκχαρα του μελιού και αντιπροσωπεύουν περίπου το 75% των σακχάρων, ενώ οι δισακχαρίτες το 10-15%. Η σύνθεση των σακχάρων εξαρτάται και από τη βοτανική και από τη γεωγραφική προέλευση του μελιού, αλλά επηρεάζεται και από την επεξεργασία και την αποθήκευση του (Escuredo et al., 2014; Tornuk et al., 2013). Όταν το μέλι θερμαίνεται ή αποθηκεύεται για μεγάλο χρονικό διάστημα κάποια σάκχαρα αποσυντίθενται και δημιουργούνται ανεπιθύμητες ενώσεις που υποβαθμίζουν την ποιότητα του μελιού. Τέτοιες ενώσεις είναι η φουρφουράλη και η 5-υδροξυμεθυλοφουρφουράλη (HMF), για την οποία γίνεται αναλυτικότερη αναφορά παρακάτω (Moreira et al., 2010)

- **Οργανικά οξέα:** Το μέλι σύμφωνα με έρευνες έχει μία σχετικά μικρή οξύτητα που οφείλεται σε οργανικά οξέα (βουτυρικό, γλυκονικό, γαλακτικό κ.ά) (Karabagias et al., 2014). Τα οξέα αυτά σχετίζονται με την ηλεκτρική του αγωγιμότητα και το pH του (Mato et al., 2006), το οποίο κυμαίνεται από 3,3 έως 5,9 (Thrasyvoulou and Manikis, 1995). 5

- **Πρωτεΐνες και Αμινοξέα:** Η περιεκτικότητα του μελιού σε πρωτεΐνες ποικίλει ανάλογα με το είδος των μελισσών. Το πιο άφθονο αμινοξύ στο μέλι και στη γύρη είναι η προλίνη, ενώ άλλα είναι η τυροσίνη, η λυσίνη, η βαλίνη, η λευκίνη, το γλουταμικό οξύ κ.ά (Hermosin et al., 2003; Rebane et al., 2010).

- **Φαινολικές ενώσεις:** Οι φαινολικές ενώσεις είναι μία χημικά ετερογενής ομάδα με 10.000 περίπου ενώσεις, οι οποίες μπορούν να διαχωριστούν σε μη φλαβονοειδή (φαινολικά οξέα) και φλαβονοειδή (φλαβόνες, φλαβονόλες, ανθοκυανιδίνες, κ.ά) (Andersen, 2006).

- **Ένζυμα:** Τα κυριότερα ένζυμα που περιέχονται στο μέλι είναι η ιμβερτάση (διάσπαση σουκρόζης) και η διαστάση (διάσπαση αμύλου) που προέρχονται από τις μέλισσες και η καταλάση που είναι φυτικής προέλευσης. Μικρό ποσοστό της διαστάσης προέρχεται και από τα φυτά.. Η σημασία της τελευταίας στις αναλύσεις του μελιού είναι μεγάλη, καθώς όντας πολύ θερμοευαίσθητη, χρησιμοποιείται ως δείκτης θερμικής επεξεργασίας του μελιού (Crane, 1990).

- **Μέταλλα και ιχνοστοιχεία, τέφρα:** Το μη πτητικό, ανόργανο υπόλειμμα του μελιού έπειτα από καύση, ονομάζεται τέφρα, κυμαίνεται από 0,02-1% και αποτελείται από μέταλλα και ιχνοστοιχεία (Κάλιο, Θείο, Χλώριο κ.ά) (Crane, 1990)

- **Γυρεόκοκκοι:** Το μέλι περιέχει ένα σημαντικό αριθμό γυρεόκοκκων οι οποίοι προέρχονται από τα φυτά που επισκέπτονται οι μέλισσες προκειμένου να συλλέξουν την πρώτη ύλη για την παραγωγή του μελιού, αλλά και από τον άνεμο. Οι γυρεόκοκκοι, αν και η χημική τους σύνθεση εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες, αποτελούν πάντα την κύρια πηγή φαινολικών ενώσεων για το μέλι (Saric et al., 2013; Escuredo et al., 2011; Velasquez et al., 2017).

1.4.1. Ρεολογία

Το ιξώδες του μελιού επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό τόσο από τη θερμοκρασία όσο και από την περιεκτικότητα σε νερό. Όσο υψηλότερο είναι το ποσοστό νερού, τόσο πιο εύκολα ρέει το μέλι. Πάνω από το σημείο τήξης του, ωστόσο, το νερό έχει μικρή επίδραση στο ιξώδες. Εκτός από την περιεκτικότητα σε νερό, η σύνθεση των περισσότερων τύπων μελιού έχει επίσης μικρή επίδραση στο ιξώδες. Στους 25° C, το μέλι με περιεκτικότητα σε νερό 14% έχει γενικά ιξώδες περίπου 400 poise, ενώ ένα μέλι που περιέχει 20% νερό έχει ιξώδες περίπου 20 poise. Το ιξώδες αυξάνεται πολύ αργά με μέτρια ψύξη. Μέλι που περιέχει 16% νερό, στους 70° C, έχει ιξώδες περίπου 2 poise, ενώ στους 30° C, το ιξώδες είναι περίπου 70 poise. Με περαιτέρω ψύξη, η αύξηση του ιξώδους είναι πιο γρήγορη, φτάνοντας τα 600 poise στους περίπου 14° C (Krell, 1996).

Ωστόσο, ενώ το μέλι είναι παχύρρευστο, έχει χαμηλή επιφανειακή τάση 50-60 mJ/m², καθιστώντας τη διαβρεξιμότητά του παρόμοια με το νερό, τη γλυκερίνη ή τα περισσότερα άλλα υγρά (Aguilera et al., 2011). Το υψηλό ιξώδες και η διαβρεξιμότητα του μελιού προκαλούν κολλητικότητα, η οποία είναι μια διαδικασία εξαρτώμενη από το χρόνο σε υπερψυγμένα υγρά μεταξύ της θερμοκρασίας μετάπτωσης γυαλιού (T_g) και της θερμοκρασίας κρυσταλλικής τήξης. Τα περισσότερα είδη μελιού είναι νευτώνεια υγρά, αλλά μερικά είδη έχουν μη νευτώνειες ιξώδεις ιδιότητες. Τα μέλια από ρείκι ή μανούκα εμφανίζουν θιξοτροπικές ιδιότητες. Αυτοί οι τύποι μελιού εισέρχονται σε κατάσταση που μοιάζει με γέλη όταν είναι ακίνητα, αλλά υγροποιούνται όταν αναδεύονται (Krell, 1996).

1.4.2. Ηλεκτρικές και οπτικές ιδιότητες

Επειδή το μέλι περιέχει ηλεκτρολύτες, με τη μορφή οξέων και μετάλλων, παρουσιάζει διάφορους βαθμούς ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Οι μετρήσεις της ηλεκτρικής αγωγιμότητας χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της ποιότητας του μελιού ως προς την περιεκτικότητα σε τέφρα (Bogdanov, 2009). Η επίδραση που έχει το μέλι στο φως είναι χρήσιμη για τον προσδιορισμό του τύπου και της ποιότητας. Οι διακυμάνσεις στην περιεκτικότητά του σε νερό μεταβάλλουν τον δείκτη διάθλασης. Η περιεκτικότητα σε νερό μπορεί εύκολα να μετρηθεί με ένα διαθλασίμετρο. Τυπικά, ο δείκτης διάθλασης για το μέλι κυμαίνεται από 1,504 σε 13% περιεκτικότητα σε νερό έως 1,474 σε 25%. Το μέλι έχει επίσης επίδραση στο πολωμένο φως, καθώς περιστρέφει το επίπεδο πόλωσης. Η φρουκτόζη δίνει αρνητική περιστροφή, ενώ η γλυκόζη θετική. Η συνολική περιστροφή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση της αναλογίας του μείγματος (Bogdanov, 2009 & Root and Root, 2007). Το χρώμα του μελιού μπορεί να ποικίλλει μεταξύ ανοιχτού κίτρινου και σκούρου καφέ, αλλά περιστασιακά μπορεί να βρεθούν και άλλα φωτεινά χρώματα, ανάλογα με την πηγή των σακχάρων που συλλέγουν οι μέλισσες. Οι αποικίες μελισσών που αναζητούν τροφή στα λουλούδια Kudzu (*Pueraria*

montana var. lobata), για παράδειγμα, παράγουν μέλι που ποικίλλει σε χρώμα από κόκκινο έως μωβ.

1.4.3. Υγροσκοπικότητα και ζύμωση

Το μέλι έχει την ικανότητα να απορροφά την υγρασία απευθείας από τον αέρα, ένα φαινόμενο που ονομάζεται υγροσκοπικότητα. Η ποσότητα νερού που απορροφά το μέλι εξαρτάται από τη σχετική υγρασία του αέρα. Επειδή το μέλι περιέχει μαγιά, αυτή η υγροσκοπική φύση απαιτεί το μέλι να φυλάσσεται σε σφραγισμένα δοχεία για να αποφευχθεί η ζύμωση, η οποία συνήθως αρχίζει εάν η περιεκτικότητα του μελιού σε νερό υπερβεί το 25%. Το μέλι τείνει να απορροφά περισσότερο νερό με αυτόν τον τρόπο από ότι τα επιμέρους σάκχαρα επιτρέπουν από μόνα τους, κάτι που μπορεί να οφείλεται σε άλλα συστατικά που περιέχει (Root and Root, 2007). Η ζύμωση του μελιού συμβαίνει συνήθως μετά την κρυστάλλωση, επειδή χωρίς τη γλυκόζη, το υγρό τμήμα του μελιού αποτελείται κυρίως από ένα συμπυκνωμένο μείγμα φρουκτόζης, οξέων και νερού, παρέχοντας στη μαγιά αρκετή αύξηση στο ποσοστό νερού για ανάπτυξη. Το μέλι που πρόκειται να αποθηκευτεί σε θερμοκρασία δωματίου για μεγάλες χρονικές περιόδους συχνά παστεριώνεται, για να σκοτώσει οποιαδήποτε μαγιά, θερμαίνοντάς το πάνω από τους 70° C (Root and Root, 2007).

1.4.4. Θερμικά χαρακτηριστικά

Όπως όλες οι ενώσεις ζάχαρης, το μέλι καραμελώνει αν θερμανθεί επαρκώς, γίνεται πιο σκουρόχρωμο και τελικά καίγεται. Ωστόσο, το μέλι περιέχει φρουκτόζη, η οποία καραμελώνει σε χαμηλότερες θερμοκρασίες από τη γλυκόζη (Belitz et al., 2009). Η θερμοκρασία στην οποία αρχίζει η καραμελοποίηση ποικίλλει, ανάλογα με τη σύνθεση, αλλά είναι τυπικά μεταξύ 70 και 110° C. Το μέλι περιέχει επίσης οξέα, τα οποία λειτουργούν ως καταλύτες για την καραμελοποίηση. Οι συγκεκριμένοι τύποι οξέων και οι ποσότητες τους παίζουν πρωταρχικό ρόλο στον προσδιορισμό της ακριβούς θερμοκρασίας. Από αυτά τα οξέα, τα αμινοξέα, που απαντώνται σε πολύ μικρές ποσότητες, παίζουν σημαντικό ρόλο στο σκουρόχρωμο του μελιού. Τα αμινοξέα σχηματίζουν σκουρόχρωμες ενώσεις που ονομάζονται μελανοιδίνες, κατά τη διάρκεια μιας αντίδρασης Maillard. Η αντίδραση Maillard εμφανίζεται αργά σε θερμοκρασία δωματίου, χρειάζονται από μερικούς έως αρκετούς μήνες για να εμφανιστεί ορατό σκούρο, αλλά επιταχύνεται δραματικά με την αύξηση της θερμοκρασίας. Ωστόσο, η αντίδραση μπορεί επίσης να επιβραδυνθεί με την αποθήκευση του μελιού σε χαμηλότερες θερμοκρασίες (Root & Root, 2007).

Σε αντίθεση με πολλά άλλα υγρά, το μέλι έχει πολύ κακή θερμική αγωγιμότητα 0,5 W/(m · K) σε περιεκτικότητα 13% σε νερό (σε σύγκριση με 401 W/(m · K) του χαλκού), που χρειάζεται πολύς χρόνος για να φτάσει σε θερμική ισορροπία. Λόγω του υψηλού κινηματικού ιξώδους του, το μέλι δεν μεταφέρει θερμότητα μέσω διάχυσης ορμής (συναγωγή) αλλά μέσω θερμικής διάχυσης (περισσότερο σαν στερεό), επομένως η τήξη του κρυσταλλωμένου μελιού μπορεί εύκολα να οδηγήσει σε τοπική καραμελοποίηση εάν η πηγή θερμότητας είναι πολύ ζεστή ή δεν κατανέμεται ομοιόμορφα.

Ωστόσο, το μέλι χρειάζεται πολύ περισσότερο χρόνο για να ρευστοποιηθεί όταν βρίσκεται ακριβώς πάνω από το σημείο τήξης παρά σε υψηλές θερμοκρασίες (Bogdanov, 2009). Η τήξη 20 κιλών κρυσταλλωμένου μελιού στους 40ο C μπορεί να διαρκέσει έως και 24 ώρες, ενώ για 50 κιλά μπορεί να διαρκέσει διπλάσιο χρόνο. Αυτοί οι χρόνοι μπορούν να μειωθούν σχεδόν στο μισό με θέρμανση στους 50ο C. Ωστόσο, πολλές από τις δευτερεύουσες ουσίες του μελιού μπορούν να επηρεαστούν σε μεγάλο βαθμό από τη θέρμανση, με αποτέλεσμα την αλλαγή της γεύσης, του αρώματος ή άλλων ιδιοτήτων, επομένως η θέρμανση γίνεται συνήθως στη χαμηλότερη θερμοκρασία και για το συντομότερο δυνατό χρονικό διάστημα (Krell, 1996).

1.5. Χημικές ιδιότητες

Η σύνθεση του μελιού ποικίλλει ανάλογα με την ανθική πηγή, αλλά οι εποχικοί, οι περιβαλλοντικοί παράγοντες και οι συνθήκες επεξεργασίας είναι επίσης σημαντικοί.

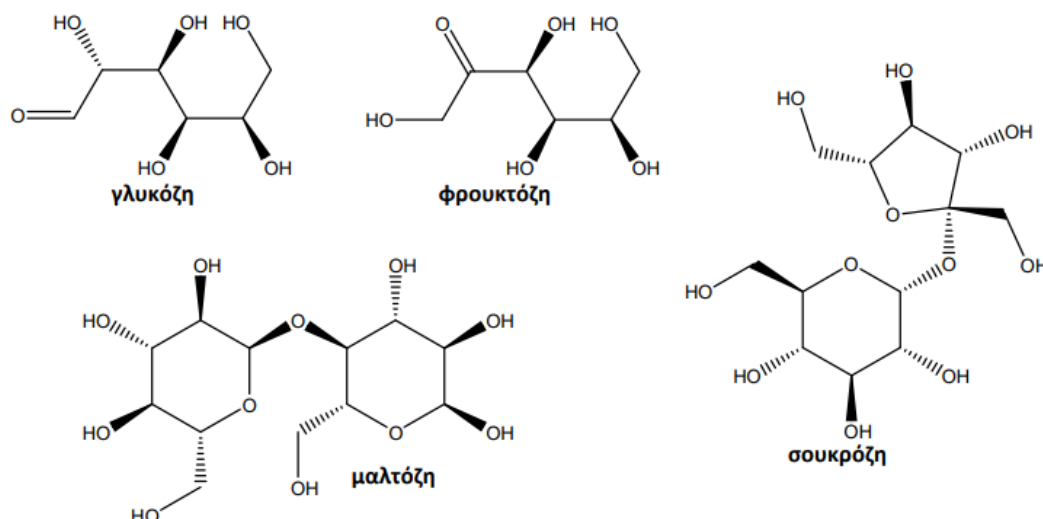
Οι βασικές χημικές ιδιότητες του μελιού περιλαμβάνουν :

- Υψηλή περιεκτικότητα σε φρουκτόζη και γλυκόζη
- Φυσικά σάκχαρα: σακχαρόζη, κετόζη, μαλτόζη
- Καρκεύματα : αμινοξέα, φυτοφάρμακα, βιταμίνες και μέταλλα .
- Υδατοδιαλύτες : περιέχεται από βιταμίνες C,θειαμίνη ,ριβοφλαβίνη,νιασίνη και παντοθενικό οξύ.
- Αντιβακτηριακές και αντιμικροβιακές ιδιότητες

1.5.1. Σάκχαρα

Το μέλι αποτελείται από 3 είδη σακχάρων. Πρόκειται για τη φρουκτόζη, η οποία έχει τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα (41%), τη γλυκόζη η οποία περιέχεται σε ποσοστό περίπου 34% και σακχαρόζη (συνηθισμένη ζάχαρη) που είναι μεταξύ 1 και 2% (Cummings and Stephen,

2007). Η αναλογία του ενός τύπου ζάχαρης προς τον άλλο εξαρτάται από την πηγή, π.χ. από το βοσκότοπο των λουλουδιών, και σε κάποιο βαθμό από το ένζυμο το ένζυμο αναστροφάση (ινβερτάση), με τη δράση του οποίου η σακχαρόζη διασπάται σε φρουκτόζη και γλυκόζη. Αυτό το ένζυμο βρίσκεται στο άνθος από το οποίο οι μέλισσες συλλέγουν νέκταρ, αλλά υπάρχει και στο σώμα της μέλισσας (Di Pasquale et al., 2013).



Σχήμα 1.5.1 Χημική δομή των σημαντικότερων σακχάρων του μελιού.

1.5.2. Πρωτεΐνες & Αμινοξέα

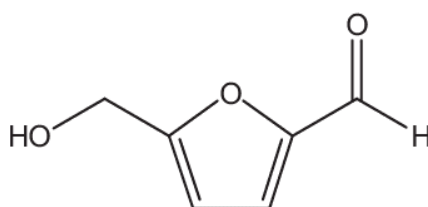
Οι πρωτεΐνες στο μέλι προέρχονται από το νέκταρ και τη γύρη ως αναπόσπαστο μέρος των φυτών. Στο μέλι περιέχονται ακόμα τα δομικά στοιχεία των πρωτεϊνών, τα αμινοξέα (Alvarez-Suarez et al., 2013). Η περιεκτικότητα σε αμινοξέα και πρωτεΐνες είναι σχετικά μικρή, το πολύ 0,7 %. Το μέλι περιέχει σχεδόν όλα τα φυσιολογικά σημαντικά αμινοξέα. Το κύριο αμινοξύ, η προλίνη, αποτελεί ένα μέτρο της ωρίμανσης του μελιού. Η περιεκτικότητα σε προλίνη των κανονικών μελιών πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 200 mg/kg. Τιμές κάτω από 180 mg/kg σημαίνουν ότι το μέλι είναι πιθανόν νοθευμένο με προσθήκη ζάχαρης (Bogdanov, 2009).

1.5.3. Αρωματικές & Φαινολικές ενώσεις

Οι πτητικές ουσίες του μελιού είναι οι ουσίες που ευθύνονται για το άρωμά του. Η έρευνα για τα πτητικά του μελιού ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1960. Πρόσφατα, με τη μελέτη των πτητικών που απομονώθηκαν από το μέλι (Bogdanov, 2009), διαπιστώθηκε ότι οι περισσότερες πτητικές ενώσεις προέρχονται πιθανώς από το φυτό, αλλά μερικές από αυτές προστίθενται από τις μέλισσες. Μέχρι σήμερα έχουν χαρακτηριστεί περίπου 600 ενώσεις σε διαφορετικά μέλια. Τα φαινολικά οξέα και οι πολυφαινόλες είναι δευτερογενείς μεταβολίτες φυτικής προέλευσης. Αυτές οι ενώσεις έχουν χρησιμοποιηθεί ως χημειοταξονομικοί δείκτες στη συστηματική των φυτών. Έχουν προταθεί ως πιθανοί δείκτες για τον προσδιορισμό της βοτανικής προέλευσης του μελιού (Bogdanov et al., 2004). Τα σκουρόχρωμα μέλια αναφέρεται ότι περιέχουν περισσότερα παράγωγα φαινολικού οξέος αλλά λιγότερα φλαβονοειδή από τα ανοιχτόχρωμα (Gheldof and Engeseth, 2002).

1.5.4. Υδροξυμεθυλοφουρουράλη (HMF)

Η HMF είναι μια ετεροκυκλική οργανική ένωση έξι ανθράκων που περιέχει λειτουργικές ομάδες αλδεΐδης και αλκοόλης (Σχήμα 1.5.2) (Lichtenthaler, 2002). Ο δακτύλιος της δομής αποτελείται από φουράνιο, ενώ οι δύο λειτουργικές ομάδες, δηλαδή ομάδες φορμυλίου και υδροξυ-μεθυλίου, συνδέονται στη δεύτερη και πέμπτη θέση, αντίστοιχα. Το HMF είναι μια στερεή, κίτρινη ουσία που έχει χαμηλό σημείο τήξης αλλά είναι εξαιρετικά διαλυτή στο νερό (Sharpla et al., 2018). Αποτελεί προϊόν διάσπασης της φρουκτόζης (ένα από τα κύρια σάκχαρα του μελιού) που σχηματίζεται αργά και φυσικά κατά την αποθήκευση του μελιού και πολύ πιο γρήγορα όταν το μέλι θερμαίνεται. Η ποσότητα HMF που υπάρχει στο μέλι είναι η αναφορά που χρησιμοποιείται ως οδηγός για την ποσότητα θέρμανσης που έχει λάβει χώρα: όσο υψηλότερη είναι η τιμή HMF, τόσο χαμηλότερη θεωρείται η ποιότητα του μελιού (da Silva et al., 2016). Ορισμένες χώρες θέτουν όριο HMF για το εισαγόμενο μέλι (μερικές φορές 40 χιλιοστόγραμμα ανά κιλό) και μέλι με τιμή HMF υψηλότερη από αυτό το όριο δεν θα γίνει αποδεκτό (Rodriguez-Otero et al., 1994).



Σχήμα 1.5.2

1.5.5. Οξύτητα και pH

Τα οξέα είναι επίσης συστατικά του μελιού. Κάποτε υπήρχε η πεποίθηση πως η συντήρηση του μελιού προέρχονταν από κάποιο δηλητήριο που έβαζαν μέσα στο κελί οι μέλισσες. Δεδομένου ότι ένα από τα κύρια συστατικά του δηλητηρίου της μέλισσας είναι το μυρμηκικό οξύ, θεωρήθηκε ότι το μέλι είχε μυρμηκικό οξύ (Molan et al., 2006). Μελέτες έχουν δείξει ότι η παραπάνω πεποίθηση ήταν εντελώς λανθασμένη, καθώς τα διαφορετικά οξέα που υπάρχουν στο μέλι περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων μηλεϊκό και κιτρικό οξύ. Το μέλι είναι ρυθμιστικό, που σημαίνει ότι το pH του δεν αλλάζει με την προσθήκη μικρών ποσοτήτων οξέων και βάσεων. Η ρυθμιστική ικανότητα οφείλεται στην περιεκτικότητα σε φωσφορικά, ανθρακικά και άλλα μεταλλικά άλατα (Machado De-Melo et al., 2017).

1.5.6. Μέταλλα και Ιχνοστοιχεία

Το μέλι περιέχει ποικίλες ποσότητες ανόργανων ουσιών. Το κύριο στοιχείο που βρίσκεται στο μέλι είναι το κάλιο, εκτός από πολλά άλλα στοιχεία. Το κάλιο, με μέσο όρο περίπου το ένα τρίτο του συνόλου, είναι το κύριο μεταλλικό στοιχείο, αλλά υπάρχει μεγάλη ποικιλία ιχνοστοιχείων. Αρκετές έρευνες έχουν δείξει ότι η περιεκτικότητα σε ιχνοστοιχεία του μελιού εξαρτάται κυρίως από τη βοτανική προέλευση του μελιού. Τα ορυκτά έχουν περίπου 3,68%. Αν και αυτό το μέρος του μελιού δεν παράγει μεγάλη ποσότητα, τα μέταλλα στο μέλι αυξάνουν την αξία του μελιού για ανθρώπινη κατανάλωση. Το μέλι περιέχει μέταλλα και άλλα στοιχεία όπως: κάλιο, χλώριο, θείο, ασβέστιο, νάτριο, φώσφορο, μαγνήσιο, πυρίτιο, σίδηρο, μαγγάνιο και χαλκό (Ailí et al., 2014). Τα σκούρα είδη μελιού είναι πλουσιότερα σε μέταλλα παρά τα πιο ανοιχτόχρωμα.

1.5.7. Νερό

Η περιεκτικότητα του μελιού σε νερό (water-in-honey) είναι η ποιοτική πτυχή που καθορίζει την ικανότητα του μελιού να παραμένει φρέσκο και να αποφεύγεται η αλλοίωση από τη ζύμωση της μαγιάς. Το ακατέργαστο μέλι μπορεί να έχει περιεκτικότητα σε νερό μικρότερη από 14% και όσο χαμηλότερη είναι η περιεκτικότητα σε νερό τόσο μεγαλύτερη είναι η αντιληπτή αξία του μελιού (Hatjina et al., 2014). Είναι διεθνώς αναγνωρισμένο ότι το μέλι καλής ποιότητας πρέπει να υποβάλλεται σε επεξεργασία με περιεκτικότητα σε νερό λιγότερο από 20%. Η χαμηλή περιεκτικότητα σε νερό είναι επιθυμητή επειδή το μέλι μπορεί να αρχίσει

να ζυμώνεται και να χάσει τη φρέσκια ποιότητά του εάν το νερό είναι περισσότερο από 20%. Το μη παστεριωμένο μέλι ζυμώνεται επειδή περιέχει άγρια μαγιά. Ωστόσο, λόγω της υψηλής συγκέντρωσης σακχάρου του μελιού, αυτές οι ζύμες είναι λιγότερο πιθανό να προκαλέσουν ζύμωση σε ένα μέλι χαμηλής περιεκτικότητας σε νερό (Maughan, 2002).

1.6. Ταξινόμηση/Κατηγοριοποίηση

Το μέλι ταξινομείται ανάλογα με την προέλευση των λουλουδιών του και οι διαιρέσεις γίνονται ανάλογα με τη συσκευασία και την επεξεργασία που χρησιμοποιείται. Στις ΗΠΑ, το μέλι βαθμολογείται επίσης ως προς το χρώμα και την οπτική του πυκνότητα σύμφωνα με τα πρότυπα του USDA, με την κλίμακα Pfund, η οποία κυμαίνεται από 0 για το μέλι "λευκό νερό" έως περισσότερο από 114 για το μέλι "σκούρο κεχριπαρένιο" (Fao.org, 2011).

1.6.1. Πηγή λουλουδιών

Γενικά, το μέλι ταξινομείται με βάση την ανθική πηγή του νέκταρ από το οποίο παρασκευάστηκε. Τα μέλια μπορούν να προέρχονται από συγκεκριμένους τύπους νέκταρ λουλουδιών ή μπορούν να αναμειχθούν μετά τη συλλογή. Η γύρη στο μέλι μπορεί να ανιχνευθεί στην πηγή των λουλουδιών και επομένως στην περιοχή προέλευσης. Οι ρεολογικές και μελισσοπαλινολογικές ιδιότητες του μελιού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της κύριας πηγής φυτικού νέκταρ που χρησιμοποιείται στην παραγωγή του.

- **Ανάμεικτο:** Τα περισσότερα μέλια που διατίθενται στο εμπόριο είναι ένα μείγμα (Nachel, 2008) δύο ή περισσότερων μελιών που διαφέρουν ως προς την προέλευση των λουλουδιών, το χρώμα, τη γεύση, την πυκνότητα ή τη γεωγραφική προέλευση (National Honey Board (NHB), 2018).
- **Πολύανθο:** Το πολύανθο μέλι, γνωστό και ως μέλι αγριολούλουδων, προέρχεται από το νέκταρ πολλών τύπων λουλουδιών (National Honey Board (NHB), 2018). Η γεύση μπορεί να διαφέρει από χρόνο σε χρόνο και το άρωμα και η γεύση μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο έντονα, ανάλογα με τα λουλούδια που ανθίζουν (National Honey Board (NHB), 2018).

- **Μονόανθο:** Το μονοανθικό μέλι παρασκευάζεται κυρίως από το νέκταρ ενός τύπου λουλουδιών. Τα μονοανθικά μέλια έχουν διακριτικές γεύσεις και χρώματα λόγω των διαφορών μεταξύ των κύριων πηγών νέκταρ τους. Για την παραγωγή μονόανθου μελιού, οι μελισσοκόμοι διατηρούν μελίσσια σε μια περιοχή όπου οι μέλισσες έχουν πρόσβαση, όσο το δυνατόν περισσότερο, σε ένα μόνο είδος λουλουδιών. Στην πράξη, ένα μικρό ποσοστό οποιουδήποτε μονόανθου μελιού θα είναι από άλλους τύπους λουλουδιών.

1.6.2. Μέλι μελιτώματος

Αντί να παίρνουν νέκταρ, οι μέλισσες μπορούν να πάρουν μελίτωμα, γλυκές εκκρίσεις αφίδων ή άλλων εντόμων που ρουφούν το φυτικό χυμό. Το μέλι μελιτώματος είναι πολύ σκούρο καφέ, με πλούσιο άρωμα βραστού φρούτου ή μαρμελάδας σύκου και δεν είναι τόσο γλυκό όσο τα μέλια από νέκταρ. Ο Μέλανας Δρυμός της Γερμανίας είναι μια πολύ γνωστή πηγή μελιού με βάση το μελίτωμα, όπως και ορισμένες περιοχές στη Βουλγαρία, την Τάρα στη Σερβία και τη Βόρεια Καλιφόρνια στις Ηνωμένες Πολιτείες. Στην Ελλάδα το πευκόμελο, ένα είδος μελιτώματος, αποτελεί το 60-65% της παραγωγής μελιού (Gounari, 2006). Το μέλι μελιτώματος είναι δημοφιλές σε ορισμένες περιοχές, αλλά σε άλλες περιοχές, οι μελισσοκόμοι δυσκολεύονται να πουλήσουν μέλι μελιτώματος, λόγω της ισχυρότερης γεύσης του (Altman, 2010).

Η παραγωγή μελιού μελιτώματος έχει κάποιες επιπλοκές και κινδύνους. Αυτό το μέλι έχει πολύ μεγαλύτερη αναλογία δύσπεπτων σε σύγκριση με τα ελαφριά μέλια λουλουδιών, προκαλώντας έτσι δυσεντερία στις μέλισσες (Bee Culture, 2015), με αποτέλεσμα τον θάνατο των αποικιών σε περιοχές με κρύους χειμώνες. Η καλή διαχείριση της μελισσοκομίας απαιτεί την αφαίρεση του μελιτώματος πριν από το χειμώνα σε ψυχρότερες περιοχές. Οι μέλισσες που συλλέγουν αυτόν τον πόρο πρέπει επίσης να τρέφονται με συμπληρώματα πρωτεΐνης, καθώς το μελίτωμα δεν έχει την πλούσια σε πρωτεΐνες συνοδεία γύρης που συλλέγεται από τα λουλούδια.

1.6.3. Ταξινόμηση ανά συσκευασία

Γενικά, το μέλι εμφιαλώνεται στη γνωστή υγρή του μορφή, αλλά πωλείται σε άλλες μορφές και μπορεί να υποβληθεί σε ποικίλες μεθόδους επεξεργασίας. Οι πιο συχνές μορφές περιλαμβάνουν:

- **Κρυσταλλωμένο μέλι:** συμβαίνει όταν μέρος της περιεκτικότητας σε γλυκόζη κρυσταλλώνεται και μπορεί να επιστραφεί σε υγρή κατάσταση με θέρμανση (Flottum, 2018).
- **Παστεριωμένο μέλι:** μέσω της παστερίωσης καταστρέφονται τα κύτταρα της μαγιάς καθυστερώντας την ορατή κρυστάλλωση. Ωστόσο, η υπερβολική έκθεση στη θερμότητα οδηγεί σε φθορά του προϊόντος επηρεάζοντας το χρώμα, τη γεύση και το άρωμα (Subramanian et al., 2007).
- **Ακατέργαστο μέλι:** δεν περιλαμβάνει καμία επεξεργασία, συνήθως περιέχει λίγη γύρη και μπορεί να περιέχει μικρά σωματίδια κεριού.
- **Φιλτραρισμένο μέλι:** το μέλι θερμαίνεται και περνάει από φίλτρο (Damerow, 2011). Αυτή η διαδικασία το καθιστά ιδιαίτερα διαυγές, δεν κρυσταλλώνει τόσο γρήγορα, με αποτέλεσμα να προτιμάται από τα σούπερ μάρκετ.
- **Κηρήθρα με μέλι:** παραδοσιακά συλλέγεται χρησιμοποιώντας τυποποιημένα ξύλινα πλαίσια στην κυψέλη. Τα πλαίσια συλλέγονται και κόβονται σε κομμάτια πριν τη συσκευασία.

1.6.4. Δείκτες ποιότητας

Το υψηλής ποιότητας μέλι διακρίνεται από το άρωμα, τη γεύση και τη συνοχή. Το ώριμο, φρεσκοσυλλεγμένο, υψηλής ποιότητας μέλι στους 20° C πρέπει να ρέει από ένα μαχαίρι σε ευθεία ροή, χωρίς να σπάει σε ξεχωριστές σταγόνες (Bogdanov, 2008). Αφού πέσει κάτω, το μέλι πρέπει να σχηματίζει μια χάντρα. Το μέλι, όταν χύνεται, πρέπει να σχηματίζει μικρές, προσωρινές στρώσεις που εξαφανίζονται αρκετά γρήγορα, υποδηλώνοντας υψηλό ιξώδες. Εάν όχι, υποδηλώνει μέλι με υπερβολική περιεκτικότητα σε νερό άνω του 20% (Bogdanov, 2008), ακατάλληλο για μακροχρόνια συντήρηση.

Στα βάζα, το φρέσκο μέλι πρέπει να εμφανίζεται ως καθαρό, σταθερό υγρό και δεν πρέπει να πήζει σε στρώσεις. Μέσα σε λίγες εβδομάδες έως λίγους μήνες από την εκχύλιση, πολλές ποικιλίες μελιού κρυσταλλώνονται σε ένα κρεμ στερεό. Ορισμένες ποικιλίες μελιού, όπως το tupelo, η ακακία και το φασκόμηλο, κρυσταλλώνονται λιγότερο τακτικά. Το μέλι μπορεί να θερμανθεί κατά την εμφιάλωση σε θερμοκρασίες 40-49° C για να καθυστερήσει ή να εμποδίσει την κρυστάλλωση. Η υπερθέρμανση υποδεικνύεται από την αλλαγή στα επίπεδα των ενζύμων, για παράδειγμα, τη δραστηριότητα της διαστάσης, η οποία μπορεί να προσδιοριστεί με τις μεθόδους Schade ή Phadebas. Μια αφράτη μεμβράνη στην επιφάνεια του μελιού (σαν λευκός αφρός) ή κρυστάλλωση με μαρμάρινο χρώμα ή λευκές κηλίδες στις πλευρές ενός δοχείου, σχηματίζεται από φυσαλίδες αέρα που παγιδεύονται κατά τη διαδικασία της εμφιάλωσης.

Μια ιταλική μελέτη του 2008 προσδιόρισε ότι η φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διάκριση μεταξύ διαφορετικών τύπων μελιού και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό της περιοχής όπου παρήχθη. Οι ερευνητές μπόρεσαν να εντοπίσουν διαφορές στα μέλια ακακίας και πολυανθών από τις διαφορετικές αναλογίες φρουκτόζης και σακχαρόζης, καθώς και τα διαφορετικά επίπεδα των αρωματικών αμινοξέων φαινυλαλανίνη και τυροσίνη. Αυτή η ικανότητα επιτρέπει μεγαλύτερη ευκολία στην επιλογή συμβατών αποθεμάτων (American Chemical Society, 2008).

1.7. Διατροφική και Φαρμακευτική αξία

Περισσότερα από 4000 χρόνια πριν, το μέλι χρησιμοποιήθηκε ως παραδοσιακό φάρμακο της Αγιουρβέδα (παλαιότερα πριν την εμφάνιση της ιατρικής, σύμφωνα με την οποία το μυαλό μπορεί να θεραπεύσει το σώμα), όπου θεωρήθηκε ότι ήταν αποτελεσματικό για την εξισορρόπηση των τριών χυμών του σώματος. Οι αρχαίοι του βεδικού πολιτισμού θεωρούσαν το μέλι ως ένα από τα πιο αξιόλογα δώρα της φύσης στην ανθρωπότητα. Στην αρχαία αιγυπτιακή εποχή, το μέλι χρησιμοποιούνταν τοπικά για τη θεραπεία πληγών. Οι αρχαίοι Έλληνες πίστευαν ότι η κατανάλωση μελιού μπορούσε να βοηθήσει κάποιον να ζήσει περισσότερο. Η σύγχρονη έρευνα δείχνει ότι αυτή η ουσία έχει μοναδικές θρεπτικές και φαρμακευτικές ιδιότητες.

1.7.1. Διατροφή

1.7.1.1. Για τις μέλισσες

Οι μέλισσες παράγουν μέλι για να χρησιμοποιήσουν ως τροφή για την αποικία για περιόδους που δεν υπάρχουν λουλούδια ή το κλίμα είναι δυσμενές. Για παράδειγμα, κατά τους χειμώνες των βόρειων, εύκρατων χωρών, λίγα φυτά ανθίζουν μεταξύ Οκτωβρίου και Μαρτίου, και οι αποικίες μελισσών χρειάζονται αποθήκες μελιού για να επιβιώσουν σε όλη αυτή την περίοδο έλλειψης ανθοφορίας και όταν μπορεί να είναι πολύ κρύο για να φύγουν από τη φωλιά. Στις τροπικές χώρες, οι μέλισσες πρέπει να επιβιώνουν σε εποχές που δεν υπάρχουν λουλούδια, περιόδους ξηρασίας ή όταν οι μέλισσες δεν μπορούν να αναζητήσουν τροφή λόγω βροχής ή άλλων δυσμενών καιρικών συνθηκών

1.7.1.2. Για τους ανθρώπους

Το μέλι είναι μια χρήσιμη πηγή τροφής με υψηλή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες και συνήθως περιέχει μια πλούσια ποικιλία από δευτερεύοντα συστατικά (μέταλλα, πρωτεΐνες, βιταμίνες και άλλα), προσθέτοντας διατροφική ποικιλία στη διαίτα του ανθρώπου. Το USDA παρέχει τις ακόλουθες πληροφορίες για 1 κουταλιά της σούπας (21 γραμμάρια) 100% αγνό μέλι μέλισσας (USDA, 2015). Περιέχει:

Θερμίδες: 64

Λίπος: 0 γρ

Νάτριο: 0 mg

Υδατάνθρακες: 17 γρ

Φυτικές ίνες: 0 γρ

Ζάχαρα: 17 γρ

Πρωτεΐνη: 0 γρ

Υδατάνθρακες: Οι θερμίδες στο μέλι προέρχονται από υδατάνθρακες και συγκεκριμένα τη γλυκόζη. Ο γλυκαιμικός δείκτης του μελιού είναι περίπου 58. Για σύγκριση, ο γλυκαιμικός δείκτης της ζάχαρης είναι 65 (USDA, 2015).

Λίπη: Δεν υπάρχει λίπος στο μέλι.

Πρωτεΐνη: Το μέλι περιέχει ίχνη πρωτεΐνης ανάλογα με το προϊόν (έως 0,06 g σε ορισμένα προϊόντα μελιού), αλλά όχι αρκετή για να συμβάλει στις ημερήσιες ανάγκες του ατόμου σε πρωτεΐνη.

Βιταμίνες και μεταλλικά στοιχεία: Οι βιταμίνες και τα μέταλλα στο μέλι μπορεί να περιλαμβάνουν βιταμίνες B, ασβέστιο, χαλκό, σίδηρο, ψευδάργυρο και άλλα, τα οποία προέρχονται κυρίως από το έδαφος και τα φυτά που παράγουν νέκταρ. Η ποιότητα του μελιού και η περιεκτικότητά του σε ανόργανα άλατα καθορίζονται από το πού καλλιεργείται και τον τρόπο επεξεργασίας του. Γενικά, το πιο σκούρο μέλι παρέχει περισσότερες ευεργετικές βιταμίνες και μέταλλα από το ανοιχτόχρωμο μέλι (USDA, 2015).

1.7.2. Φαρμακολογικές επιδράσεις

Ορισμένες ποικιλίες μελιού έχει αποδειχθεί ότι προσφέρουν πολλές θετικές φαρμακολογικές επιδράσεις. Μερικές απ' αυτές θα αναλυθούν στη συνέχεια.

Στο μέλι βρέθηκαν ουσίες όπως η α-τοκοφερόλη (βιταμίνη E), το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C), η β-καροτίνη (βιταμίνη A), ουσίες με ιδιαίτερα ισχυρή αντιοξειδωτική δράση. Επίσης ανιχνεύτηκαν και ένζυμα με αντιοξειδωτική δράση όπως η καταλάση και η υπεροξειδάση. Τα ένζυμα αυτά χρησιμοποιούν ως υπόστρωμα το υπεροξειδίο του υδρογόνου και το μετατρέπουν σε αβλαβή προϊόντα. Ωστόσο πολλοί επιστήμονες αναφέρουν ότι η αντιοξειδωτική δράση του μελιού οφείλεται κυρίως στις φαινολικές ουσίες που περιέχονται σε αυτό.

1.7.2.1. Αντιφλεγμονώδης Δράση

Το μέλι μειώνει τις δραστηριότητες της κυκλοοξυγενάσης-1 και της κυκλοοξυγενάσης-2, εμφανίζοντας έτσι αντιφλεγμονώδη αποτελέσματα και επιδεικνύει ανοσοτροποποιητικές δραστηριότητες (Al-Waili, 2003). Επιπλέον, η κατάποση αραιωμένου φυσικού μελιού έδειξε μείωση των συγκεντρώσεων προσταγλανδινών στο πλάσμα φυσιολογικών ατόμων. Οι Bilsel και συνεργάτες (2002) απέδειξαν ότι η αντιφλεγμονώδης δράση του μελιού ήταν εξίσου αποτελεσματική με την πρεδνιζολόνη, φάρμακο αναφοράς. Επιπλέον, το μέλι έχει αντιφλεγμονώδη δράση απαλλαγμένη από ανεπιθύμητες παρενέργειες όπως καταστολή της ανοσολογικής απόκρισης, σχηματισμό ελκών στο στομάχι κ.α..

1.7.2.2. Αντιοξειδωτική Δραστηριότητα

Το μέλι έχει επιδείξει ισχυρό αντιοξειδωτικό δυναμικό και η δράση του σχετίζεται στενά με την περιεκτικότητα σε ολικές φαινολικές ουσίες (Chua et al., 2013) και το χρώμα του μελιού. Διαπιστώθηκε ότι το σκούρο μέλι έχει υψηλότερη ολική περιεκτικότητα σε φαινολικά, και κατά συνέπεια, υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα. Το μέλι αναστέλλει επίσης το οξειδωτικό στρες το οποίο μπορεί να είναι εν μέρει υπεύθυνο για τη νευροπροστατευτική του δράση (Shimazawa et al., 2005). Η υπερλιπιδαιμία και η παραγωγή ελεύθερων ριζών είναι παράγοντες κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα. Ένα ευρύ φάσμα φαινολικών ενώσεων υπάρχει στο μέλι που έχει πολλά υποσχόμενη επίδραση στη θεραπεία καρδιαγγειακών παθήσεων (Khalil & Sulaiman, 2010).

1.7.2.3. Αντιδιαβητικές Ιδιότητες

Η χρήση του μελιού στον διαβήτη Τύπου I και Τύπου II συσχετίστηκε με σημαντικά χαμηλότερο γλυκαιμικό δείκτη από ότι με τη σακχαρόζη (κοινή ζάχαρη). Λόγω του χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη του μελιού, βοηθά στη μείωση της απορρόφησης της χωνεμένης τροφής. Το μέλι σε σύγκριση με τη δεξτρόζη προκάλεσε σημαντικά χαμηλότερη αύξηση των επιπέδων γλυκόζης στο πλάσμα σε διαβητικά άτομα. Προκάλεσε επίσης μείωση των λιπιδίων του αίματος, των επιπέδων ομοκυστεΐνης και των επιπέδων C-αντιδρώσας πρωτεΐνης σε φυσιολογικά και υπερλιπιδαιμικά άτομα (Al-Waili, 2004). Σε προηγούμενες παρατηρήσεις, βρέθηκε ότι το μέλι διεγείρει την έκκριση ινσουλίνης, μειώνει τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, αυξάνει τη συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης και βελτιώνει το λιπιδικό προφίλ.

1.7.2.4. Αντιμικροβιακή Δραστηριότητα

Το μέλι έχει αναφερθεί ότι έχει αντιβακτηριακή δράση έναντι διαφόρων βακτηριακών ειδών, συμπεριλαμβανομένων των *Bacillus anthracis*, *Haemophilus influenzae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus mutans*, *Strep. pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes* και *Vibrio cholerae* (Olaitan et al., 2007). Έχει αναφερθεί αντιμυκητιακή δράση για το μέλι έναντι του *Aspergillus*, του *Penicillium*, καθώς και όλων των κοινών δερματοφύτων (Brady et al., 1996) και της *Candida albicans*. Το μέλι έχει δείξει επίσης αντική δράση. Η τοπική εφαρμογή του μελιού σε υποτροπιάζουσες κρίσεις ερπητικών βλαβών κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η τοπική εφαρμογή ήταν ασφαλής και αποτελεσματική στη διαχείριση των σημείων και συμπτωμάτων των υποτροπιάζοντων βλαβών από έρπητα των χειλέων και των γεννητικών οργάνων σε σύγκριση με την κρέμα acyclovir. Επιπλέον, το μέλι έχει επίσης αναφερθεί ότι έχει ανασταλτικές επιδράσεις στη δραστηριότητα του ιού της ερυθράς.

1.7.2.5. Καταπράυνση του βήχα

Έρευνες δείχνουν ότι το μέλι μπορεί να βοηθήσει στην καταπράυνση του βήχα. Μια ανασκόπηση έξι μελετών για τη θεραπεία του βήχα σε παιδιά διαπίστωσε ότι μια κουταλιά μέλι

καταστέλλει τον βήχα και έχει καλύτερες επιδράσεις από το Benadryl (διφαινυδραμίνη) ή τη μη φαρμακευτική αντιμετώπιση. Η έρευνα βρήκε επίσης ότι το μέλι μπορεί να προσφέρει μεγαλύτερη ανακούφιση από την αλβουτερόλη (σαλβουταμόλη).

1.7.2.6. Θεραπεία για στομαχικές/εντερικές διαταραχές

Πολλές ερευνητικές ομάδες έχουν επικυρώσει τους ισχυρισμούς σχετικά με τις επιδράσεις του μελιού χρησιμοποιώντας επιστημονικά ελεγχόμενα πειράματα. Το μέλι χρησιμοποιείται για τη θεραπεία και την προστασία από γαστρεντερικές λοιμώξεις όπως η γαστρίτιδα, η δωδεκαδακτυλίτιδα και το γαστρικό έλκος που προκαλείται από βακτήρια και ροταϊό (Alnaqdy et al., 2005). Η προσκόλληση βακτηρίων στα επιθηλιακά κύτταρα του βλεννογόνου θεωρείται το αρχικό συμβάν στην ανάπτυξη βακτηριακών λοιμώξεων του γαστρεντερικού σωλήνα. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η πρόληψη της βακτηριακής προσκόλλησης που αποδεικνύεται από το μέλι κατηγοριοποιείται σε διαφορετικούς μηχανισμούς: (α) η μη ειδική μηχανική αναστολή ίσως μέσω της επικάλυψης των βακτηρίων από το μέλι (β) η μεταβολή του βακτηριακού ηλεκτροστατικού φορτίου ή η υδροφοβία ίσως είναι σημαντικοί παράγοντες στην αλληλεπίδραση των βακτηρίων με τα κύτταρα ξενιστές (Alnaqdy et al., 2005) (γ) η θανάτωση των βακτηρίων λόγω των προαναφερθέντων αντιβακτηριακών παραγόντων στο μέλι (Alnaqdy et al., 2005).

Το ελικοβακτηρίδιο του πυλωρού βρέθηκε να είναι ευαίσθητο στο μέλι με μέσο επίπεδο αντιβακτηριδιακής δράσης του. Σύμφωνα με τους Nasutia και συνεργατών (2006) το μέλι (2 g/kg), απέτρεψε τις γαστρικές βλάβες που προκαλούνται από την ινδομεθακίνη, τη μικροαγγειακή διαπερατότητα και τη δραστηριότητα της μυελοϋπεροξειδάσης του στομάχου των αρουραίων. Επιπλέον, για την αξιολόγηση των γαστρικών κυτταροπροστατευτικών ιδιοτήτων του φυσικού μελιού, η αιμάτωση του στομάχου με ισοτονικό μέλι είχε ως αποτέλεσμα σημαντική μείωση της περιοχής των βλαβών που προκαλούνται από την αιθανόλη. Επίσης, έχει προταθεί ότι το φυσικό μέλι έχει θεραπευτικές ιδιότητες για την επούλωση των ελκών και μπορεί να χρησιμοποιηθεί όπως η σουκραλφάτη στη διαχείριση της νόσου του πεπτικού έλκους. Επιπλέον, το μέλι χρησιμοποιείται ως φάρμακο για τη διάρροια και τη γαστρεντερίτιδα σε συγκέντρωση 5% (v/v).

Μελέτες έχουν δείξει τη θετική επίδραση του μελιού και στη θεραπεία του συνδρόμου του ευερέθιστου εντέρου (IBS). Όταν λαμβάνεται με άδειο στομάχι, το ωμό μέλι Manuka καταπραΰνει το στομάχι και μειώνει τα συμπτώματα της διάρροιας και της δυσκοιλιότητας. Το μέλι μειώνει τη σοβαρότητα και τη διάρκεια της ιογενούς διάρροιας καλύτερα από τη συμβατική αντική θεραπεία.

1.7.2.7. Αναπαραγωγική Υγεία

Ένας τύπος μελιού, που ονομάζεται βασιλικός πολτός, έχει πολυάριθμες επιπτώσεις στη γυναικεία αναπαραγωγική υγεία. Ο βασιλικός πολτός έχει βρεθεί ότι μειώνει το προεμμηνορροϊκό σύνδρομο (PMS) και τα συμπτώματα της εμμηνόπαυσης. Τα αντιοξειδωτικά του βασιλικού πολτού μπορεί να βοηθήσουν στη μείωση της οξειδωτικής βλάβης που σχετίζεται με τη γήρανση των ωοθηκών. Προκαταρκτικές μελέτες σε ζώα υποδεικνύουν επίσης ότι ο βασιλικός πολτός βελτιώνει την ποιότητα του σπέρματος για τους άνδρες και, αν και πολλά υποσχόμενο, αυτό το αποτέλεσμα δεν έχει ακόμη αποδειχθεί στους ανθρώπους.

1.7.2.8. Επούλωση πληγών

Η πρόπολη, συστατικό του μελιού, αποτελείται από 50% ρητίνη, 30% κερί, 10% αιθέρια έλαια, 5% γύρη και 5% άλλες οργανικές ενώσεις. Η πρόπολη καταστέλλει τη δραστηριότητα των ελεύθερων ριζών και προάγει τη σύνθεση κολλαγόνου και τα δύο ευεργετικά για την επούλωση των πληγών. Η ικανότητα της πρόπολης να προάγει την επούλωση πληγών είναι αποδεδειγμένη για τα διαβητικά έλκη ποδιών και ορισμένους τύπους ακμής όταν χρησιμοποιείται τοπικά.

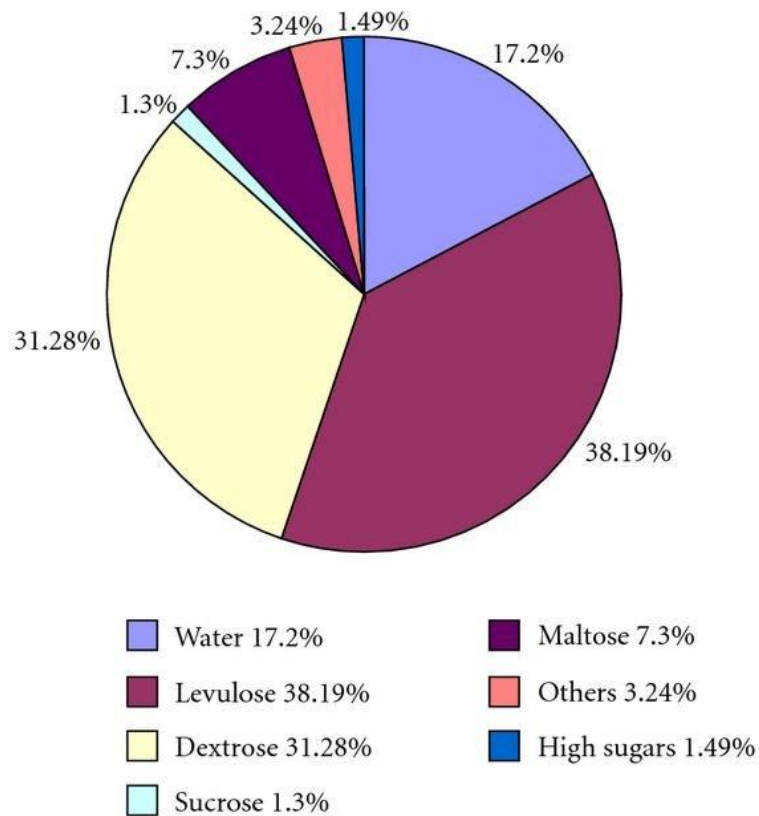
1.7.2.9. Μείωση του κινδύνου καρκίνου

Το μέλι επηρεάζει την ανάπτυξη του καρκίνου κατά τη διάρκεια πολλαπλών σταδίων της εξέλιξης της νόσου. Το μέλι έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί απόπτωση κυττάρων όγκου (θάνατος κυττάρων), μειώνει τη φλεγμονή και αναστέλλει την ανάπτυξη του όγκου. Αν και το μέλι δεν είναι από μόνο του αποτελεσματική θεραπεία για τον καρκίνο, οι προκαταρκτικές μελέτες υποδηλώνουν την ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης.

1.7.2.10. Άλλες χρήσεις

Το μέλι χρησιμοποιείται ευρέως ως πηγή σακχάρων για την παρασκευή κρασιών και μπίρας μελιού, καθώς και για την παρασκευή πολλών δευτερογενών προϊόντων: δημητριακά πρωινού, είδη αρτοποιίας και πλήθος άλλων προϊόντων προστιθέμενης αξίας.

Όπως και για καλλυντικές χρήσεις ειδικότερα έχει αντιβακτηριακές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες, καθιστώντας το εξαιρετικό συστατικό για την περιποίηση του δέρματος. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μάσκα προσώπου, καθαριστικό ή ενυδατική κρέμα για να καταπραΰνει και να ενυδατώσει το δέρμα.



Εικόνα 1.7.3 Χημική σύσταση του μελιού (Jaganathan and Mandal 2009)

Κεφάλαιο 2^ο : Μελισσοκομικά προϊόντα

2.1. Γύρη

Οι μέλισσες συλλέγουν γύρη από τους στήμονες των λουλουδιών. Η γύρη κολλάει στις τρίχες της μέλισσας ενώ η μέλισσα ρουφάει νέκταρ. Η μέλισσα αφαιρεί τη γύρη από τις τρίχες της χρησιμοποιώντας μια χτένα στα μπροστινά της πόδια και προσθέτει λίγο σάλιο για να τη βοηθήσει να κυλήσει σαν «μπάλα». Έπειτα πετά με αυτά τα φορτία / «καλάθια με γύρη» στα πίσω πόδια της προς την κυψέλη. Οι οικιακές μέλισσες σπρώχνουν αυτά τα φορτία με το κεφάλι τους στα κελιά της κηρήθρας, μαζί με μια μικρή ποσότητα μελιού και σάλιου. Στη συνέχεια, οι μέλισσες επεξεργάζονται αυτό το μείγμα και ωριμάζει σε μελισσόψωμο (Komosinska-Vassev et al., 2015).

2.1.1. Ιδιότητες και σύνθεση

Οι κόκκοι γύρης έχουν ένα σκληρό εξωτερικό τοίχωμα, το κέλυφος. Αυτό μερικές φορές έχει προεξοχές που του επιτρέπουν να κολλάει στις τρίχες της μέλισσας. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αυτού του εξωτερικού τοιχώματος είναι ότι καλύπτεται από ένα στρώμα κεριού, το οποίο καθιστά τη γύρη πολύ δύσκολη στην πέψη. Παρά όμως αυτό το σκληρό εξωτερικό τοίχωμα, οι μέλισσες το καθιστούν σιγά-σιγά εύπεπτο και τελικά μετά από αρκετές εβδομάδες φτιάχνουν βασιλικό πολτό (μια ουσία που μοιάζει με «γάλα μέλισσας» λόγω της διατροφικής της αξίας) για τις νεαρές προνύμφες. Κάθε φορτίο γύρης προέρχεται από ένα είδος φυτού. Το μοτίβο των αμινοξέων των πρωτεϊνών στη γύρη καθορίζει τη βιολογική αξία της για τις μέλισσες (Komosinska-Vassev et al., 2015).

Οι μέλισσες σε μια αποικία επισκέπτονται διάφορα είδη φυτών, επομένως το πολύχρωμο μείγμα φορτίων γύρης έχει συνήθως καλή σύνθεση αρκεί να μην κυριαρχεί ένας ελλιπής τύπος, όπως π.χ. η γύρη του καλαμποκιού. Όταν οι τροφοσυλλέκτες επιστρέφουν στην κυψέλη, ο μελισσοκόμος μπορεί συνήθως να αναγνωρίσει την προέλευση της γύρης από το χρώμα των φορτίων. Η σύνθεση και η υγειονομική αξία της γύρης ποικίλλει ανά είδος φυτού. Εξετάζοντας τη γύρη κάτω από ένα μικροσκόπιο είναι δυνατό να αναγνωριστεί η φυτική

οικογένεια, το γένος και το είδος της. Αυτό ονομάζεται μελισσοπαλυνολογία. Η γύρη περιέχει λιπίδια, αιθέρια έλαια, βιταμίνη Ε (τοκοφερόλη), υδατάνθρακες, πεπτίδια, μικρές πρωτεΐνες ή ολιγοπεπτίδια, αμινοξέα, παντοθενικό οξύ, ανθοκυανίνες, καροτενοειδή, φλαβονοειδή, φερουλικά οξέα και ένζυμα καθώς και πολλά μέταλλα όπως σίδηρο, μαγγάνιο και ψευδάργυρο (Komosinska-Vassev et al., 2015).

2.1.2. Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία

Οι βιολογικά δραστικές ουσίες, όπως οι ανθοκυανίνες, τα καροτενοειδή και τα φλαβονοειδή, στη γύρη βοηθούν στον καθαρισμό του αίματος απομακρύνοντας τις ελεύθερες ρίζες (Komosinska-Vassev et al., 2015 & Khalifa et al., 2021). Η γύρη βελτιώνει τη δύναμη και την ευεξία των ανθρώπων, υποστηρίζει την πνευματική καταπόνηση και ενισχύει τη ροή του αίματος στον εγκέφαλο. Είναι συμπληρωματική πηγή βιταμινών Β2, Β6 και Β12. Χρησιμοποιείται για τη βελτίωση της γονιμότητας, την ανακούφιση από τις ενοχλήσεις που έρχονται με τη γήρανση την καταπολέμηση των συμπτωμάτων της εμμηνόπαυσης, του διευρυμένου προστάτη, της ατονίας και του στρες. Επειδή είναι δύσπεπτη αποτελεί μια επιλογή θεραπείας για εντερικά προβλήματα (Komosinska-Vassev et al., 2015 & Khalifa et al., 2021).

2.1.3. Εξαγωγή και Αποθήκευση

Η παραγωγή γύρης είναι δυνατή μόνο στις αρχές της εποχής, σε μια περιοχή με καλή βλάστηση που αποτελείται από φυτά πλούσια σε γύρη και με ισχυρή αποικία. Η συγκομιδή της γύρης δεν είναι καλή κατά την ανάπτυξη της αποικίας, επειδή αν η γύρη είναι ελλιπής η αποικία δεν μπορεί να παρασκευάσει μελισσόψωμο και βασιλικό πολτό, τα οποία είναι απαραίτητα για τη διατροφή των νεαρών προνυμφών μελισσών. Ως εκ τούτου, ένα μέρος της γύρης αφήνεται πίσω. Η συγκομιδή της γίνεται με τη βοήθεια της γυρεοπαγίδας. Αυτό περιλαμβάνει ένα πλέγμα από το οποίο πρέπει να περάσουν οι μέλισσες όταν επιστρέψουν στην κυψέλη. Οι σπές εισόδου, οι οποίες μπορεί να είναι στρογγυλές ή λοβωμένες, είναι τόσο μικρές που τα φορτία «ξύνονται» από τις μέλισσες και πέφτουν μέσα από ένα πλέγμα στο οποίο οι μέλισσες δεν μπορούν να περάσουν (Lawag et al., 2021).

Τα διάφορα χρώματα των φορτίων γύρης αναμειγνύονται όλα μαζί στο συρτάρι συλλογής. Ένας πιο εύκολος τρόπος συλλογής γύρης είναι αφού γίνει μελισσόψωμο. Η γύρη χαλάει γρήγορα επομένως η συγκομιδή της πρέπει να γίνει γρήγορα αλλιώς αναπτύσσεται μούχλα. Τα φορτία αμέσως μετά τη συγκομιδή πρέπει να στεγνώσουν, για να αποφευχθεί η

μούχλα και να παραταθεί η διάρκεια ζωής της. Η περιεκτικότητα σε υγρασία μειώνεται κατά την ξήρανση από περίπου 25% σε μέσο όρο 11%. Η γύρη πρέπει να αποθηκεύεται σε ξηρό, σκοτεινό μέρος για να διατηρήσει τις καλές της ιδιότητες γι' αυτό είναι προτιμότερα τα καφέ από τα διάφανα γυάλινα βάζα (Lawag et al., 2021).

2.2. Μελισσόψωμο

Αφού οι μέλισσες περάσουν τα «φορτία» στα κελιά της κηρήθρας, η γύρη ανακατεύεται με μικρή ποσότητα μελιού και σάλιου. Αυτό το μείγμα υφίσταται βιοχημικές διεργασίες που προκαλούνται από ένζυμα από το σάλιο και το στομάχι των μελισσών. Οι παράγοντες: μικροοργανισμοί, υγρασία και θερμοκρασία, ωριμάζουν το μείγμα σε μελισσόψωμο (Mărgăoan et al., 2019).

2.2.1. Ιδιότητες και σύνθεση

Το μελισσόψωμο είναι μια πηγή πρωτεϊνών, λιπών, μικρο-στοιχείων και βιταμινών για τις μέλισσες. Παρόλο που παρασκευάζεται από τη γύρη έχει διαφορετική σύνθεση και περιέχει λιγότερες πρωτεΐνες απ' αυτήν αλλά είναι πιο εύπεπτο. Περιέχει τις βιταμίνες C, B1, B2, E, H (βιοτίνη), K, P (ρουτίνη), φολικό οξύ, παντοθενικό οξύ, τα ένζυμα σακχαράσης, αμυλάση και φωσφατάση και περισσότερα από 25 διαφορετικά μέταλλα και ιχνοστοιχεία. Δεδομένου ότι η ποσότητα του γαλακτικού οξέος στο μελισσόψωμο είναι περίπου έξι φορές μεγαλύτερη από ότι στην γύρη, έχει χαμηλότερο pH ικανή για αυτο-συντήρηση: αναστέλλει την ανάπτυξη μυκήτων και άλλων μικροοργανισμών, αντίθετα από τη γύρη (Mărgăoan et al., 2019).

2.2.2. Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία

Ο συνδυασμός των διαφόρων βιολογικά ενεργών ουσιών στο μελισσόψωμο το καθιστά αποτελεσματικό για την πρόληψη και θεραπεία διαφόρων ασθενειών. Η υψηλή περιεκτικότητα βιταμίνης B βελτιώνει το μεταβολισμό και τη λειτουργία του νευρικού συστήματος και διεγείρει την παραγωγή των ερυθρών αιμοσφαιρίων και την μέτρηση της αιμοσφαιρίνης των παιδιών όσο και των ενηλίκων. Ταυτόχρονα δρα θετικά στο ανοσοποιητικό σύστημα. Διεγείρει επίσης την ανάπτυξη των ιστών και την ανάκτηση και καθαρίζει το αίμα. Η χρήση του ψωμιού

μέλισσας συνιστάται για την αναιμία, την ηπατίτιδα, το διαβήτη και γαστρεντερικά προβλήματα όπως η κολίτιδα, η δυσκοιλιότητα κ.α. (Mărgăoan et al., 2019).

2.3. Βασιλικός Πολτός

Οι νεαρές μέλισσες προσθέτουν εκκρίσεις από κάποιους αδένες στο κεφάλι τους στο μελισσόψωμο για την παραγωγή βασιλικού πολτού. Αυτή είναι η ουσία που καταναλώνει η βασίλισσα, όπως και οι κηφήνες και οι προνύμφες η οποία τους κάνει να μεγαλώνουν. Αποτελείται από δύο συστατικά: ένα διαυγές (για τους κηφήνες και τις προνύμφες) και ένα γαλακτώδες λευκό υγρό (για τη βασίλισσα) σε περίπου ίσα μέρη (Collazo et al., 2021).

2.3.1 Αποθήκευση

Ο βασιλικός πολτός διατηρείται εύκολα. Αμέσως μετά την συλλογή του πρέπει να φιλτράρεται με λεπτό πανί ή λεπτή σήτα και να τοποθετείται αμέσως στο ψυγείο στους 1-2 °C. Για μεγάλο χρονικό διάστημα συντήρηση πρέπει να τοποθετείται στην κατάψυξη, τα φιαλίδια πρέπει να είναι καλά γεμάτα και πλυμένα, για να μην έρχεται ο βασιλικός πολτός σε επαφή με τον αέρα. Θα πρέπει επίσης να τυλίγονται και με φύλλο αλουμινίου για την προστασία από το φως.

2.3.2 Χρήσεις

Είναι ένα συμπυκνωμένο προϊόν από άποψη βιταμινών, πρωτεϊνών και λιπαρών οξέων. Το γεγονός ότι έχει την δυνατότητα να μετατρέπει την μικρή προνύμφη της εργάτριας, σε βασίλισσα, ότι η βασίλισσα παρόλο που γίνεται ενήλικο έντομο 5 μέρες νωρίτερα από την εργάτρια μπορεί να ζήσει 4-5 χρόνια, ενώ η εργάτρια μέχρι λίγους μήνες, μας βάζει λοιπόν σε σκέψεις ότι ο βασιλικός πολτός πρέπει να έχει εξαιρετικές θεραπευτικές και δυναμωτικές ιδιότητες. Η πιο ελπιδοφόρα εφαρμογή του είναι στην κατασκευή αλοιφών ή καλλυντικών εξαιτίας της αντιμικροβιακής δράσης του. Άλλες χρήσεις είναι η αντιμετώπιση αβιταμινώσεων, διαταραχών στομάχου, ήπατος και διαφόρων νευρώσεων. Ευεργετικές επιδράσεις του βασιλικού πολτού αναφέρθηκαν σε ανθρώπους που υποφέρουν από ρευματοειδή αρθρίτιδα, οι οποίοι έχουν μικρότερα επίπεδα παντοθενικού οξέος στο αίμα από το όριο. Ο βασιλικός πολτός προσφέρει ποσότητα παντοθενικού οξέος σε συνδυασμό με 10- υδρόξυ-δεκενοϊκό οξύ που

βοήθα στην απορρόφηση του. Έχει εξαιρετικές βακτηριοστατικές ιδιότητες ειδικά στην ανάπτυξη των *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus emolyticus*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Bacillus alvei* κ.α. Σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι αποτελεσματικός εναντίον του ιού της γρίπης. Έχουν εντοπιστεί αντικαρκινικές ιδιότητες σε πειραματόζωα.

2.3.1. Ιδιότητες και σύνθεση

Ο βασιλικός πολτός είναι η πιο πλούσια σε θρεπτικά συστατικά τροφή γι' αυτό με αυτήν τρέφεται η βασίλισσα. Αυτός είναι εν μέρει ο λόγος που η βασίλισσα γίνεται πολύ μεγαλύτερη και πιο δυνατή από τις εργάτριες. Η σύνθεσή του εξαρτάται εν μέρει από το μελισσόψωμο και συνεπώς από τη γύρη. Είναι πλούσιο σε βιταμίνες B1, B2, B6, φολικό οξύ, ινοσιτόλη, παντοθενικό οξύ, βιταμίνη C και βιταμίνη E (τοκοφερόλη). Ο βασιλικός πολτός περιέχει επίσης πεπτίδια, λιπίδια, στερόλες, αρωματικά έλαια, υδατάνθρακες, ένζυμα, ανθοκυανίνες, καροτενοειδή, φλαβονοειδή, φερουλικά οξέα, καθώς και μέταλλα και ιχνοστοιχεία (Collazo et al., 2021).

2.3.2. Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία

Ο βασιλικός πολτός συνιστάται για το στομάχι, το ήπαρ, τα προβλήματα πέψης, την υψηλή αρτηριακή πίεση, την απώλεια όρεξης, την απώλεια βάρους, την κόπωση, τη νωθρότητα, την αϋπνία, την κύηση, την εμμηνόπαυση και τον αθλητισμό (Collazo et al., 2021).

2.4. Κερί μέλισσας

Οι μέλισσες χρειάζονται κερί για να φτιάξουν τη φωλιά τους. Οι μέλισσες ιδρώνουν κερί από τέσσερα ζεύγη αδένων στην κάτω πλευρά της κοιλιάς τους. Η ανάπτυξη των αδένων του κεριού εξαρτάται από τη γύρη που καταναλώνεται από τις νεαρές μέλισσες. Ενώ παράγουν και χτίζουν με κερί, οι μέλισσες τρώνε και χωνεύουν πολύ μέλι. Ο υψηλός μεταβολισμός τους οδηγεί σε υψηλή θερμοκρασία σώματος και περιβάλλοντος, η οποία είναι απαραίτητη για να διατηρηθεί το κερί ρευστό. Το κερί στάζει από το στενό άνοιγμα του αδένα και σκληραίνει καθώς έρχεται σε επαφή με τον αέρα. Γίνεται έτσι διάφανα, λευκά, λεία σε σχήμα έλλειψης. Στη συνέχεια, οι μέλισσες κρατούν αυτά τα λεία με τα μπροστινά τους πόδια και τα μασούν στη σωστή μορφή για να φτιάξουν μια κηρήθρα (Fratini et al., 2016 & Cornara et al., 2017).

2.4.1. Ιδιότητες και σύνθεση

(Οι πληροφορίες που παρέχονται παρακάτω αναφέρονται κυρίως στη μέλισσα *Apis mellifera*)

Οι μέλισσες χωρίς κεντρί ιδρώνουν πολύ λίγο κερί, αλλά συλλέγουν από τη φύση κόλλες και ρητίνες. Αυτό κάνει το κερί πιο σκληρό και δυνατό. Το κερί μέλισσας είναι ένα φυσικό προϊόν που αποτελείται από έναν αριθμό αδιάλυτων κλασμάτων δίνοντας ένα εύρος τιμών τήξης αντί για ένα σημείο που κυμαίνεται μεταξύ 62 και 65° C και απαιτείται σχετικά υψηλό επίπεδο ενέργειας για να λιώσει. Το εύρος τήξης προσφέρει μια σειρά από πλεονεκτήματα. Κάνει το κερί εύκαμπτο: γίνεται μαλακό στους 35° C και μπορεί να εξαχθεί από τη κηρήθρα χρησιμοποιώντας τη θερμότητα από τον ήλιο, τον ατμό ή το ζεστό νερό. Το κερί μέλισσας είναι χημικά αδρανές (χρήση του ως κάλυψη για την προστασία υλικών από χημικές ουσίες), αδιάλυτο στο νερό (κατάλληλο για αδιαβροχοποίηση υλικών και υφασμάτων) και διαλυτό σε οργανικούς διαλύτες. Το χρώμα του κεριού καθορίζεται από τη γύρη που συλλέγουν οι μέλισσες κατά τη διαδικασία κατασκευής. Το νέο κερί είναι συνήθως λευκό, αλλά μπορεί επίσης να είναι κίτρινο έως κοκκινωπό-πορτοκαλί (Fratini et al., 2016 & Cornara et al., 2017).

2.4.2. Χρήσεις

Η πιο σημαντική χρήση του κεριού είναι στην ίδια τη μελισσοκομία, δηλαδή για την παραγωγή τεχνητών κηρήθρων. Το τεχνητό θεμέλιο κηρήθρας είναι κατασκευασμένο από χυτευμένα ή πεπιεσμένα φύλλα κεριού με αποτυπωμένα κελιά που οι μέλισσες πολύ γρήγορα και οικονομικά (χρησιμοποιώντας πολύ λίγο μέλι) χτίζουν σε κηρήθρα. Το κερί μέλισσας χρησιμοποιείται επίσης στην παραγωγή χρωματιστών κραγιονιών και χρωμάτων. Εφαρμόζεται στην ξυλουργική, στη χύτευση μετάλλων, στα τυπογραφικά πιεστήρια, στη στεγανοποίηση υφασμάτων και στην ηλεκτροτεχνική βιομηχανία. Είναι επίσης σημαντικό συστατικό στο γυάλισμα και το βερνίκι παπουτσιών. Στη βιομηχανία τροφίμων, χρησιμοποιείται ως αεροστεγές σφράγισμα για τη διατήρηση μαρμελάδων και φρούτων. Η βιομηχανία καλλυντικών το χρησιμοποιεί ως γαλακτωματοποιητή και συνδετικό παράγοντα σε έλαια και λίπη λόγω της υψηλής ποσότητας ενέργειας που απαιτείται για την τήξη του. Ως εκ τούτου, προστίθεται συχνά σε κρέμες, αλοιφές και λοσιόν (Fratini et al., 2016 & Cornara et al., 2017).

2.4.3. Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία

Το κερι μέλισσας δεν περιέχει πρωτεΐνες, εύπεπτα λίπη ή υδατάνθρακες και επομένως δεν είναι πραγματικά τρόφιμο. Μπορεί όμως να είναι συστατικό σε τρόφιμα. Κατά την κατανάλωση κηρήθρας δεν είναι εύπεπτη αλλά λειτουργεί ως πληρωτικό. Ως εκ τούτου, βοηθά το φαγητό να περάσει από τη γαστρεντερική οδό, αλλά το ίδιο το κερι μέλισσας απεκκρίνεται άπεπτο. Άλλες χρήσεις του κεριού περιλαμβάνουν την «κάλυψη» για χάπια και σε οδοντιατρικά βοηθήματα. Δεν αποτελεί φάρμακο το ίδιο αλλά λειτουργεί ως δεσμευτικός παράγοντας. Σε θεραπείες φυσικοθεραπείας και μασάζ, χρησιμοποιείται ως κομπρέσα σε μύες και αρθρώσεις (Fratini et al., 2016 & Cornara et al., 2017).

2.5. Πρόπολη

Η πρόπολη φτιάχνεται από τις μέλισσες από κόμμεα δέντρων, κόλλες, κεριά και ρητίνες. Αυτά βρίσκονται συνήθως γύρω από τα μπουμπούκια των ανθέων και αποβάλλονται ως σταγόνες από το φλοιό του δέντρου εάν κοπεί ή ραγίσει. Οι μέλισσες τα φέρνουν με τα πίσω πόδια τους, όπως και τη γύρη, στην κυψέλη. Τα ανακατεύουν με το δικό τους κερι και σάλιο. Αυτό παράγει την πρόπολη (Pasupuleti et al., 2017; Braakhuis, 2019 & Anjum et al., 2019).

2.5.1. Ιδιότητες και σύνθεση

Η πρόπολη έχει τις δικές της ιδιότητες: είναι κολλώδης, καφέ και αρωματική. Η χρήση της από τις μέλισσες γίνεται για την πλήρωση ανεπιθύμητων ρωγμών στα τοιχώματα της κυψέλης και στο γυάλισμα των κελιών τους ως προστασία για τον μελλοντικό γόνο. Όλες οι μέλισσες παράγουν πρόπολη, αλλά η ουσία χρησιμοποιείται διαφορετικά από τα ασιατικά είδη μελισσών και τις μέλισσες χωρίς κεντρί. Μια αποικία θα συγκεντρώσει πολύ περισσότερα από τα απαραίτητα συστατικά από μια άλλη, και οι εποχές μπορούν επίσης να παίξουν σημαντικό ρόλο. Μπορεί κανείς να περιμένει παραγωγή 50 έως 100 γραμμαρίων πρόπολης ανά αποικία ετησίως (Pasupuleti et al., 2017; Braakhuis, 2019 & Anjum et al., 2019).

Τα ισχυρά συστατικά της πρόπολης είναι τα φλαβονοειδή, το φερουλικό οξύ, οι ρητίνες, τα αρωματικά έλαια και τα καροτενοειδή. Άλλα συστατικά περιλαμβάνουν βοτανικά κεριά και κερι μέλισσας (περίπου 30%) και διάφορα άλλα ακατέργαστα σωματίδια. Τα κόμμεα, οι ρητίνες και τα βοτανικά κεριά που συλλέγουν οι μέλισσες προέρχονται πάντα από ένα μείγμα

ειδών δέντρων, καθένα από τα οποία έχει το δικό του είδος φλαβονοειδών. Η πρόπολη λοιπόν ποικίλλει ανάλογα με τη βλάστηση και τη γεωγραφική της προέλευση. Τα φλαβονοειδή από διάφορες προελεύσεις έχουν όλα παρόμοια, αλλά όχι πανομοιότυπη, χημική φόρμουλα. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιούνται επιστημονικά για τον προσδιορισμό της γεωγραφικής και βοτανικής πηγής του μελιού. Η πρόπολη δεν είναι υδατοδιαλυτή και δεν επιτρέπει στον αέρα να περάσει. Είναι σκληρή σε χαμηλές θερμοκρασίες αλλά ρέει σε θερμοκρασίες άνω των 35°C. Το χρώμα της πρόπολης μπορεί να ποικίλλει από σκούρο καφέ έως κοκκινωπό ή κίτρινο (Pasupuleti et al., 2017; Braakhuis, 2019 & Anjum et al., 2019).

2.5.2. Χρήσεις

Οι μελισσοκόμοι χρησιμοποιούν πρόπολη, μερικές φορές αναμεμειγμένη με κερί, για να κάνουν τις κυψέλες πιο ελκυστικές για τα σμήνη. Οι μέλισσες εντοπίζουν τη μυρωδιά της πρόπολης από μεγάλη απόσταση. Η πρόπολη έχει και πολλές διαφορετικές παραδοσιακές χρήσεις. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως παράγοντας σε γύψο για τον νάρθηκα ενός σπασμένου ποδιού και ως κόλλα (με ή χωρίς προσθήκη κεριού), για παράδειγμα για την επισκευή σπασμένων πήλινων σκευών. Κάποτε χρησιμοποιούνταν ως συστατικό σε χρώματα, αλλά αυτή η μέθοδος δεν εφαρμόζεται πλέον. Η πρόπολη βελτιώνει την ποιότητα του ξύλου και έτσι χρησιμοποιείται κυρίως για το γυάλισμα ξύλινων μουσικών οργάνων. Όχι μόνο αποτρέπει τη μούχλα και τη σήψη, αλλά όταν αναμιγνύεται με κερί μέλισσας μαυρίζει ή βελτιώνει την όψη του ξύλου και του δέρματος (Pasupuleti et al., 2017; Braakhuis, 2019 & Anjum et al., 2019).

2.5.3. Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία

Η πρόπολη δεν περιέχει πρωτεΐνες, υδατάνθρακες ή λίπη και επομένως δεν έχει ενεργειακή αξία. Δεδομένου ότι αποτελεί μείγμα πολλών ουσιών, η αποτελεσματικότητά της καλύπτει ένα ευρύ φάσμα. Λόγω των θεραπευτικών της ιδιοτήτων, χρησιμοποιείται ως συμπλήρωμα διατροφής. Ο εγκλωβισμός ενός βακτηρίου, μύκητα ή ιού σε πρόπολη, τον καθιστά ανήμπορο να αναπνεύσει και να απορροφήσει νερό επομένως συρρικνώνεται και πεθαίνει. Αυτό είναι ένα αντιβιοτικό αποτέλεσμα και ο λόγος που η πρόπολη ονομάζεται συχνά φυσικό αντιβιοτικό. Το ανθρώπινο δέρμα και τα οστά μπορούν επίσης να ενισχυθούν από την

πρόπολη. Η πρόπολη εισέρχεται στους ιστούς μέσω του δέρματος και έτσι ενισχύει την επούλωση σπασμένων οστών και μυϊκών παθήσεων. Είναι καταπραυντικό για το δέρμα και έχει επουλωτική δράση. Όταν λαμβάνεται εσωτερικά, η πρόπολη καθαρίζει από το αίμα τις ελεύθερες ρίζες. Ανακουφίζει επίσης από τον πόνο όταν εφαρμόζεται εξωτερικά (Pasupuleti et al., 2017; Braakhuis, 2019 & Anjum et al., 2019).

2.6. Δηλητήριο μέλισσας

Οι θηλυκές μέλισσες, οι εργάτριες και η βασίλισσα, έχουν ένα κεντρί στην άκρη της κοιλιάς τους που μπορούν να το εκτείνουν. Η βασίλισσα συνήθως το χρησιμοποιεί μόνο για να γεννήσει αυγά, αλλά μπορεί επίσης να τσιμπήσει με αυτό. Οι εργάτριες μέλισσες δεν γεννούν αυγά και μόνο τσιμπούν με αυτό. Το κεντρί είναι καλυμμένο με ράβδους. Το δηλητήριο της μέλισσας παρασκευάζεται στον αδένα δηλητηρίου και αποθηκεύεται σε ένα σάκο δηλητηρίου στη βάση του κεντρίου. Οι νεαρές μέλισσες έχουν λίγο δηλητήριο. Ο σάκος δηλητηρίου τους δεν γεμίζει μέχρι την 15^η με 20^η ημέρα, όταν περιέχει περίπου 0,3 mg υγρού δηλητηρίου. Οι μέλισσες της άνοιξης που τρέφονται με πολλή γύρη έχουν το περισσότερο και αποτελεσματικότερο δηλητήριο. Το δηλητήριο της μέλισσας διαλύεται στο νερό αλλά όχι στο λάδι. Το αλκοόλ από την άλλη είναι επιβλαβές για το δηλητήριο μέλισσας (Wehbe et al., 2019 & Carpena et al., 2020).

2.6.1. Αξία για την Υγεία - Ιδιότητες

Σε μη αλλεργικά άτομα, το δηλητήριο μέλισσας διεγείρει την παροχή αίματος στους ιστούς και τη διαπερατότητα των κυτταρικών μεμβρανών. Τα αιμοφόρα αγγεία διευρύνονται και η αρτηριακή πίεση πέφτει. Χαλαρώνει επίσης τους μύες και μπορεί να μειώσει τον μυϊκό πόνο διαλύοντας το γαλακτικό οξύ στους ιστούς. Μια μικρή ποσότητα δηλητηρίου μέλισσας είναι αναζωογονητική, αλλά η υπερβολική ποσότητα μπορεί να προκαλέσει αίσθημα παλμών και αϋπνία, συγκρίσιμη με την επίδραση του πολύ καφέ. Μπορεί επίσης να προκύψει η παραγωγή περισσότερων ή λιγότερων ούρων (Wehbe et al., 2019 & Carpena et al., 2020).

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία, οι μελισσοκόμοι έχουν λιγότερες πιθανότητες να προσβληθούν από διάφορες ασθένειες επειδή δέχονται συνεχώς τσιμπήματα

μέλισσας. Αυτές περιλαμβάνουν ρευματικές παθήσεις, όπως η αρθρίτιδα και ο καρκίνος. Υπάρχουν πολλές τεκμηριωμένες περιπτώσεις ασθενών με σκλήρυνση κατά πλάκας με αναπηρία που μπόρεσαν να περπατήσουν ξανά μετά από πολλά τσιμπήματα μέλισσας. Το δηλητήριο της μέλισσας προκαλεί την παραγωγή κορτιζόνης, μιας ορμόνης του φλοιού των επινεφριδίων. Αυτό επηρεάζει το νευρικό σύστημα, δηλαδή την αγωγιμότητα στο περίβλημα της μυελίνης των νεύρων. Το δηλητήριο της μέλισσας λέγεται ότι έχει θεραπευτική επίδραση στις βλάβες σε αυτή την περιοχή (Wehbe et al., 2019 & Carpena et al., 2020).

2.6.2. Χρήσεις

Το δηλητήριο της μέλισσας χρησιμοποιείται με διάφορους τρόπους: εισπνέεται, τρώγεται με τη μορφή μελιού από δηλητήριο μέλισσας, εγχέεται με τη μορφή υγρού έγχυσης ή εφαρμόζεται στο δέρμα ως αλοιφή. Εφαρμόζεται επίσης με τσιμπήματα, είτε μόνο του είτε σε συνδυασμό με ηλεκτροθεραπεία ή βελονισμό. Αυτό ορισμένες φορές είναι οδυνηρό και μπορεί να καταστεί επικίνδυνο. Στην Κίνα και την Ιαπωνία μόνο το αφαιρούμενο κεντρί χρησιμοποιείται ως βελόνα σε σημεία βελονισμού. Αυτό το νιώθει ο ασθενής, αλλά δεν είναι επώδυνο. Μια ελάχιστη ποσότητα δηλητηρίου μέλισσας υπάρχει φυσικά στο μέλι (Wehbe et al., 2019 & Carpena et al., 2020).

Κεφάλαιο 3^ο : Συστατικά-Σύνθεση & Οργανοληπτικός Έλεγχος Μελιού

Το μέλι εκτός από μονοσακχαρίτες, σύνθετα σάκχαρα και μια ποικιλία άλλων ουσιών, συμπεριλαμβάνει επιπλέον ανόργανα ιόντα, ιχνοστοιχεία και άλλες ουσίες όπως μακρομοριακές ενώσεις πρωτεϊνών και πολυσακχαριτών, ένζυμα, οργανικά οξέα, αρωματικές ουσίες κ.λπ. Όλες αυτές οι ουσίες είναι τα κύρια συστατικά του μελιού και είναι οι ουσίες που βρίσκονται σε υψηλότερες ή χαμηλότερες συγκεντρώσεις σε όλα τα μέλια. Η μέση σύνθεση του μελιού περιλαμβάνει: υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, ένζυμα, αμινοξέα, βιταμίνες, μέταλλα, ιχνοστοιχεία, αρωματικές ενώσεις, γευστικές ενώσεις και πολυφαινόλες.

3.1. Σύνθεση

Η συνολική σύνθεση του μελιού αναφέρθηκε προωτέρα. Οι υδατάνθρακες είναι από τα κυριότερα συστατικά και αποτελούν περίπου το 95% του ξηρού βάρους του μελιού. Πέρα από τους υδατάνθρακες, το μέλι περιέχει πολυάριθμες ενώσεις όπως οργανικά οξέα, πρωτεΐνες, αμινοξέα, μέταλλα, πολυφαινόλες, βιταμίνες και αρωματικές ενώσεις. Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι η σύνθεση του μελιού εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη βοτανική προέλευση (Persano Oddo and Pigo, 2004), γεγονός που σπάνια λαμβάνεται υπόψη στις διατροφικές και φυσιολογικές μελέτες.

3.1.1. Υδατάνθρακες

Τα κύρια σάκχαρα είναι οι μονοσακχαρίτες φρουκτόζη και γλυκόζη. Επιπλέον, έχουν ανιχνευθεί περίπου 25 διαφορετικοί ολιγοσακχαρίτες (Doneg, 1977). Οι κύριοι ολιγοσακχαρίτες στο ανθόμελο είναι οι δισακχαρίτες σακχαρόζη, μαλτόζη, τρεαλόζη και τυρανόζη, καθώς και ορισμένοι διατροφικά σημαντικοί όπως η πανόζη, η 1-κεστοζη, η 6-κεστοζη και η παλατινόζη. Σε σύγκριση με το ανθόμελο, το μέλι μελιτώματος περιέχει υψηλότερες ποσότητες των ολιγοσακχαριτών μελεζιτόζη και ραφινόζη. Στη διαδικασία της πέψης μετά την πρόσληψη μελιού, οι κύριοι υδατάνθρακες φρουκτόζη και γλυκόζη μεταφέρονται γρήγορα στο αίμα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τις ενεργειακές απαιτήσεις του ανθρώπινου σώματος.

3.1.2. Πρωτεΐνες, ένζυμα και αμινοξέα

Το μέλι περιέχει περίπου 0,5% πρωτεΐνες, ένζυμα και ελεύθερα αμινοξέα. Τα τρία κύρια ένζυμα του μελιού είναι η *διασάση (αμυλάση)*, που αποσυνθέτει το άμυλο ή γλυκογόνο σε μικρότερες μονάδες σακχάρου, η *ινβερτάση (σακχαράση, α-γλυκοσιδάση)*, που αποσυνθέτει τη σακχαρόζη σε φρουκτόζη και γλυκόζη, καθώς και η *οξειδάση της γλυκόζης*, το οποίο διασπά τη γλυκόζη παράγοντας υπεροξειδίο του υδρογόνου και γλυκονικό οξύ.

3.1.3. Βιταμίνες, μέταλλα και ιχνοστοιχεία

Η ποσότητα βιταμινών και μετάλλων είναι μικρή. Διαφορετικά μονόανθα μέλια περιέχουν ποικίλες ποσότητες μετάλλων και ιχνοστοιχείων (Bogdanov et al., 2008). Από διατροφικής άποψης το χρώμιο, το μαγγάνιο και το σελήνιο είναι σημαντικά, ειδικά για παιδιά ηλικίας 1 έως 15 ετών. Τα στοιχεία θείο, βόριο, κοβάλτιο, φθόριο, ιώδιο, μολυβδαίνιο και πυρίτιο μπορεί να είναι σημαντικά και στην ανθρώπινη διατροφή, αν και δεν προτείνονται τιμές ημερήσιας πρόσληψης γι' αυτά τα στοιχεία. Το μέλι περιέχει 0,06 έως 5 mg/kg ακετυλοχολίνη και 0,3-25 mg/kg χολίνη (Bogdanov et al., 2008). Η χολίνη είναι απαραίτητη για την καρδιαγγειακή και εγκεφαλική λειτουργία καθώς και για τη σύνθεση και επισκευή της κυτταρικής μεμβράνης, ενώ η ακετυλοχολίνη δρα ως νευροδιαβιβαστής.

Βιταμίνη	Ποσότητα (mg) σε 100 gr μέλι	Ημερήσιες ανάγκες του ανθρώπου (mg)
A	-	2.500,0
B (Θειαμίνη)	<0,01	1,1-1,4
Ριβοφλαβίνη	<0,03	1,7
Νιασίνη	<0,3	1,0-2,0
B6(Πυριδοξίνη)	<0,002	10,0-20,0
Παντοθενικό οξύ	<0,25	
Φολικό οξύ	<0,01	0,05-0,1
B12	-	3,0-4,0
C(Ασκορβικό οξύ)	0,5	30,0
D	-	100,0
E	-	10,0
H (Βιοτίνη)	-	0,3

Πίνακας 3.1.4 Η συνεισφορά των βιταμινών του μελιού στις ανάγκες της ανθρώπινης διατροφής.

3.1.4. Προσδιορισμός των μετάλλων στο μέλι

Η σύνθεση των μετάλλων στο μέλι συσχετίζεται με το φυτικό είδος που προέρχεται το μέλι, από το οποίο οι πόροι (νέκταρ, γύρη, πρόπολη, μελίτωμα) συλλέγονται και ωριμάζουν από την μέλισσα στο μέλι. Ωστόσο κάτι αξιοσημείωτο είναι ότι η βοτανολογική προέλευση του μελιού αποδίδεται στην γεωγραφική τοποθεσία ενός μελισσοκομείου, διότι η σύσταση του εδάφους και οι κλιματικές συνθήκες καθορίζουν την παρουσία του σε ορισμένα αειφόρα άνθη και δέντρα.

3.1.5. Αρωματικές-Γευστικές ενώσεις και πολυφαινόλες

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία μελιών με διαφορετικές γεύσεις και χρώματα, ανάλογα με τη βοτανική τους προέλευση (Crane et al., 2018). Τα σάκχαρα είναι οι κύριες γευστικές ενώσεις. Γενικά, το μέλι με υψηλή περιεκτικότητα σε φρουκτόζη (π.χ. ακακία) είναι πιο γλυκό σε σύγκριση με εκείνα με υψηλή συγκέντρωση γλυκόζης (π.χ. κράμβη). Το άρωμα του μελιού εξαρτάται επίσης από την ποσότητα και τον τύπο των οξέων και των αμινοξέων που υπάρχουν. Τις τελευταίες δεκαετίες έχει διεξαχθεί εκτενής έρευνα για τις αρωματικές ενώσεις και εντοπίστηκαν περισσότερες από 500 διαφορετικές πτητικές ενώσεις σε διαφορετικούς τύπους μελιού. Οι περισσότερες δομικές αρωματικές ενώσεις ποικίλλουν στους διαφορετικούς τύπους μελιού ανάλογα με τη βοτανική προέλευσή του (Bogdanov et al., 2004). Η γεύση του μελιού είναι σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό για την επιλογή του καταναλωτή. Οι πολυφαινόλες είναι μια άλλη σημαντική ομάδα ενώσεων που αφορά την εμφάνιση και τις λειτουργικές ιδιότητες του μελιού. 56 έως 500 mg/kg ολικές πολυφαινόλες βρέθηκαν σε διαφορετικούς τύπους μελιού (Al-Mamary et al., 2002 & Gheldof and Engeseth, 2002). Οι πολυφαινόλες του μελιού είναι κυρίως φλαβονοειδή, φαινολικά οξέα και παράγωγα φαινολικού οξέος (Tomás-Barberán et al., 2001). Αυτές είναι ενώσεις με αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Οι κύριες πολυφαινόλες είναι τα φλαβονοειδή, η περιεκτικότητά τους μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 60 και 460 μg/100 g μελιού και είναι υψηλότερη σε δείγματα που παράγονταν κατά τη διάρκεια ξηρής περιόδου με υψηλές θερμοκρασίες (Kenjerić et al., 2007).

3.1.5. Μολυσματικοί και τοξικοί παράγοντες

Όπως και κάθε άλλη φυσική τροφή, το μέλι μπορεί να μολυνθεί από το περιβάλλον, π.χ. από βαρέα μέταλλα, φυτοφάρμακα, αντιβιοτικά κ.λπ. (Bogdanov, 2005). Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα τα τελευταία χρόνια ήταν η μόλυνση από αντιβιοτικά, που χρησιμοποιούνται κατά των ασθενειών του γόνου των μελισσών, αλλά στην Ευρωπαϊκή Ένωση τα αντιβιοτικά δεν επιτρέπονται και επομένως το μέλι που τα περιέχει δεν επιτρέπεται να διατίθεται στην αγορά. Μερικά φυτά που χρησιμοποιούνται από τις μέλισσες είναι γνωστό ότι παράγουν νέκταρ που περιέχει τοξικές ουσίες. Τα διτερπενοειδή και τα αλκαλοειδή πυραζολιδίνης είναι δύο κύριες ομάδες τοξινών που σχετίζονται με το νέκταρ. Περιπτώσεις δηλητηρίασης από μέλι έχουν αναφερθεί σπάνια στη βιβλιογραφία και αφορούσαν άτομα από τις ακόλουθες περιοχές: Καύκασο, Τουρκία, Νέα Ζηλανδία, Αυστραλία, Ιαπωνία, Νεπάλ, Νότια Αφρική, καθώς και ορισμένες χώρες της Βόρειας και Νότιας Αμερικής. Τα παρατηρούμενα συμπτώματα είναι έμετος, πονοκέφαλος, στομαχόπονος, απώλεια των αισθήσεων, παραλήρημα, ναυτία και αδυναμία όρασης. Γενικά τα δηλητηριώδη φυτά είναι γνωστά στους ντόπιους μελισσοκόμους και το μέλι που μπορεί να περιέχει δηλητηριώδεις ουσίες δεν κυκλοφορεί στην αγορά.

3.2. Οργανοληπτικός έλεγχος μελιού

Ο οργανοληπτικός έλεγχος - αισθητηριακή ανάλυση που εφαρμόζεται στο μέλι αποτελεί σημαντικό συμπλήρωμα των φυσικοχημικών παραμέτρων και των αναλύσεων γύρης. Μπορεί να επιβεβαιώσει ελαττώματα στη ζύμωση και την παρουσία ακαθαρσιών, την οσμή του καπνού, μεταλλική γεύση και άλλα χαρακτηριστικά. Μέσω της ανάλυσης το μέλι ελέγχεται ποιοτικά σε σχέση με τη βοτανική του προέλευση (González-Lorente et al., 2008). Τα σημαντικότερα στοιχεία που ελέγχονται είναι:

3.2.1. Υγρασία

Η υγρασία εξαρτάται από διάφορους παράγοντες (π.χ. είδος μέλισσας, λουλούδια, χρόνος συγκομιδής κ.α.) (Finola et al., 2007) και αναλύεται για να προσδιοριστεί η ασφάλεια του προϊόντος, δίνοντας ένα ποιοτικό κριτήριο που καθορίζει την ικανότητα του μελιού να

παραμένει σταθερό και χωρίς ζύμωση. Υψηλή υγρασία μπορεί να οδηγήσει σε κρυστάλλωση του προϊόντος και να προωθήσει την ανάπτυξη οσμόφιλων μικροοργανισμών.

Μέθοδος ελέγχου: η υγρασία προσδιορίζεται σύμφωνα με τη *διαθλασιμετρική μέθοδο*, η οποία βασίζεται στη σχέση μεταξύ της ταχύτητας του φωτός στο κενό και μιας ουσίας μέσω της οποίας διέρχεται μια τυχαία δέσμη φωτός, στην προκειμένη περίπτωση μέσω διαλύματος μελιού (ATAGO, 2018). Αυτή η συσκευή είναι προσαρμοσμένη στο διαθλασίμετρο Abbe και διαμορφώνει μια κλίμακα, η οποία εκφράζει την τιμή σε brix, από την οποία υπολογίζεται η τιμή υγρασίας. Η μέτρηση διάθλασης παρέχει την περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία σε όλες τις περιπτώσεις που υπάρχουν διαλύματα καθαρής ζάχαρης. Όταν το διάλυμα ζάχαρης αναμιγνύεται με άλλες ουσίες, όπως το μέλι, η τιμή που βρίσκεται είναι συνήθως πολύ κοντά στο σύνολο της ξηρής ύλης (Neto & França, 2020). Επομένως, για τη λήψη της υγρασίας του μελιού, η τιμή του δείκτη διάθλασης ελέγχεται με έναν πίνακα συσχέτισης που δείχνει τη σχέση μεταξύ του δείκτη διάθλασης και της υγρασίας του μελιού.

3.2.2. Τέφρα

Η περιεκτικότητα σε τέφρα εκφράζει την περιεκτικότητα του μελιού σε μεταλλικά στοιχεία (Marchini et al., 2005 & Estevinho et al., 2012).

Μέθοδος: η μέθοδος προτείνεται από τους Marchini και συνεργάτες (2005) και βασίζεται στην απώλεια βάρους που συμβαίνει όταν το προϊόν αποτεφρώνεται στους 550°C, με αποτέλεσμα στην καταστροφή της οργανικής ύλης χωρίς αλλαγή των συστατικών των ορυκτών υπολειμμάτων οφειλόμενη ή προκαλούμενη λόγω εξάτμισης. Τα χωνευτήρια θερμαίνονται σε κλίβανο για περίπου 25 λεπτά στους 300°C. Στη συνέχεια μεταφέρονται στον ξηραντήρα για 20 λεπτά να κρυσώσουν. Τα χωνευτήρια ζυγίζονται με ζυγό ακριβείας και καταγράφονται τα βάρη. Ζυγίζονται περίπου 10g δείγματος και καταγράφεται το ακριβές βάρος. Στη συνέχεια τα δείγματα απανθρακώνονται πλήρως χρησιμοποιώντας καυστήρα Bunsen. Στη συνέχεια αποτεφρώνονται σε φούρνο, ανεβάζοντας σταδιακά τη θερμοκρασία στους 600°C για 5-7 ώρες μέχρι να ολοκληρωθεί η αποτέφρωση (χρώμα λευκό έως ανοιχτό γκρι). Τα καυτά ακόμα χωνευτήρια αφαιρούνται από τον φούρνο και μεταφέρονται στον ξηραντήρα. Μετά από 20 λεπτά τα χωνευτήρια ζυγίζονται με ζυγό ακριβείας και καταγράφεται το βάρος. Η ποσότητα της τέφρας υπολογίζεται σύμφωνα με συγκεκριμένους τύπους.

Μακροστοιχεία	Μ.ό. σε ανοιχτόχρωμα μέλια	Μ.ό. σε σκουρόχρωμα μέλια	Ιχνοστοιχεία	
Κάλιο	205	1676	Χρώμιο	Άργυρος
Χλώριο	52	113	Λίθιο	Βάριο
Θείο	58	100	Νικέλιο	Γάλλιο
Νάτριο	18	76	Μόλυβδος	Βισμούθιο
Ασβέστιο	49	51	Κασσίτερος	Χρυσός
Φωσφόρος	35	47	Ψευδάργυρος	Γερμάνιο
Μαγνήσιο	19	35	Όσμιο	Στρόντιο
Σίδηρος	2,4	9,4	Βηρύλλιο	
Μαγγάνιο	0,3	4,1	Βανάδιο	
Χαλκός	0,3	0,6	Ζιρκόνιο	
Πυρίτιο (σαν SiO ₂)	9	14		

Πίνακας 3.2.: Τα ανόργανα συστατικά του μελιού σε ppm (από Crane, 1990).

Τα μέταλλα βρίσκονται στο έδαφος, προσλαμβάνονται από τα φυτά και καταλήγουν στο μέλι μέσω του νέκταρος ή των μελιτωμάτων, που οι μέλισσες συλλέγουν από αυτό. Το ποσοστό των ανόργανων συστατικών που περιέχει ένα μέλι, μπορεί να επηρεάσει το χρώμα του μελιού, και εξαρτάται από τη βοτανική προέλευση του φυτού από το οποίο τράφηκαν οι μέλισσες. Τα πολύ ανοιχτόχρωμα μέλια περιέχουν μικρές ποσότητες σε μέταλλα σε σχέση με τα σκουρόχρωμα, αν και αυτό δεν ισχύει πάντα, καθώς υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν το χρώμα και οι οποίοι είναι σε μεγάλο βαθμό άγνωστοι. Για παράδειγμα, χαμηλής περιεκτικότητας σε τέφρα είναι τόσο τα ανοιχτόχρωμα μέλια από ελαιοκράμβη και μηδική, όσο και τα μέσης σκουρότητας μέλια τριφυλλιού και δενδρολίβανου, αλλά και το σκούρο μέλι από *Fagopyrum esculentum*. Τα σκουρόχρωμα μέλια που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε τέφρα περιλαμβάνουν το μέλι ερείκης και κυρίως μέλια από μελιτώματα.

3.2.3. pH

Το pH που προσδιορίζεται αναφέρεται στα ιόντα υδρογόνου που υπάρχουν σε ένα διάλυμα μελιού και μπορούν να επηρεάσουν το σχηματισμό άλλων συστατικών, όπως η παραγωγή υδροξυμεθυλοφουρφουράλης - HMF (Gemeda et al., 2020). Ενώ η ανάλυση pH είναι χρήσιμη ως βοηθητική μεταβλητή για την εκτίμηση της ποιότητας του προϊόντος και ως παράμετρος για την αξιολόγηση της ολικής οξύτητας, δεν σχετίζεται άμεσα με την ελεύθερη οξύτητα λόγω των δράσεων των ρυθμιστικών οξέων και μετάλλων που υπάρχουν στο μέλι (Pereira et al., 2009). Το pH του μελιού κυμαίνεται μεταξύ 3,5 και 5,5 ανάλογα με τη βοτανική

του πηγής και τη συγκέντρωση διαφορετικών οξέων και μετάλλων όπως π.χ. ασβέστιο, νάτριο, κάλιο και άλλα συστατικά τέφρας.

Μέθοδος: Το pH προσδιορίζεται σύμφωνα με τη μέθοδο που περιγράφεται από τους De Moraes και Teixeira (Sereia et al., 2017).

- 10g μέλι σε ποτήρι ζέσεως 100 mL χρησιμοποιώντας ζυγό ακριβείας

- Ομογενοποίηση του δείγματος σε 75 mL απεσταγμένου νερού.

Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας ένα pH-μετρο μετριοούνται τα δείγματα μελιού και χαρακτηρίζονται από την άμεση ένδειξη που λαμβάνεται από τη συσκευή.

3.2.4. Οξύτητα

Η οξύτητα του μελιού μπορεί να προκύψει από τη δράση του ενζύμου οξειδάση της γλυκόζης παράγοντας γλυκονικό οξύ. Οργανικά οξέα από μέλι αντιπροσωπεύουν λιγότερο από το 0,5% των στερεών, αλλά έχουν σημαντική επίδραση στη γεύση (de Toledo & Chambó, 2020).

Μέθοδος: η οξύτητα προσδιορίζεται σύμφωνα με τη μέθοδο που περιγράφεται από τους De Moraes και Teixeira (Sereia et al., 2017).

- 10g μέλι σε ποτήρι ζέσεως 100 mL χρησιμοποιώντας ζυγό ακριβείας

- Ομογενοποίηση του δείγματος σε 75 mL απεσταγμένου νερού.

- Προσθήκη 5 σταγόνων αλκοολούχου διαλύματος φαινολοφθαλεΐνη.

Με τη βοήθεια ενός pH-μέτρου και ενός μαγνητικού αναδευτήρα, πραγματοποιείται τιτλοδότηση αργά με υδροξείδιο του νατρίου (NaOH) 0,1 N, έως ότου το διάλυμα φτάσει σε pH 8,5. Προσθήκη 10 mL υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) 0,1 N στο δείγμα για να αυξηθεί το pH σε περίπου 10. Τιτλοδότηση με υδροχλωρικό οξύ (HCl) 0,1 N για να επιστρέψει αργά το pH στο 8,3. Σημείωση των όγκων που χρειάστηκαν σε κάθε τιτλοδότηση. Η τιμή οξύτητας προσδιορίζεται από τύπους που βγαίνουν από συγκεκριμένες εξισώσεις.

3.2.5. Περιεκτικότητα σε φορμαλδεΰδη

Η περιεκτικότητα σε φορμαλδεΰδη στο μέλι αντιπροσωπεύει, κατά κύριο λόγο, αμινοενώσεις, επιτρέποντας την αξιολόγηση της περιεκτικότητας σε πεπτίδια, πρωτεΐνη και

αμινοξέα (Kamal & Klein, 2011). Όταν είναι χαμηλή, μπορεί να υποδηλώνει την παρουσία τεχνητών προϊόντων, ενώ όταν είναι υπερβολικά υψηλή μπορεί να δείξει ότι οι μέλισσες τρέφονταν με υδρολυμένη πρωτεΐνη. Η περιεκτικότητα σε φορμαλδεΰδη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αποδειχθεί η αυθεντικότητα του μελιού (Kamal & Klein, 2011).

Μέθοδος: Μετά την εκτέλεση της διαδικασίας για τον προσδιορισμό της οξύτητας όταν το pH του δείγματος φτάσει το 8,3, το pH μειώνεται στο 8,0 με δύο σταγόνες οξικού οξέος 0,1 N και στη συνέχεια προστίθενται 5 mL φορμαλίνης 35% στο δείγμα. Μετά από ένα λεπτό ανάδευσης, το διάλυμα τιτλοδοτείται με υδροξείδιο του νατρίου (NaOH) 0,1 N, επιστρέφοντας αργά το pH στο 8,0. Ο όγκος του υδροξειδίου του νατρίου που καταναλώθηκε από την τελευταία τιτλοδότηση σημειώνεται και ο δείκτης φορμαλδεΰδης υπολογίζεται σύμφωνα με συγκεκριμένες εξισώσεις.

3.2.6. Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα καθορίζεται από την ικανότητα των ιόντων που υπάρχουν σε ένα διάλυμα να άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα. Έχει βρεθεί ότι προσδιορίζει τη βοτανική προέλευση του μελιού, καθώς συσχετίζεται με την περιεκτικότητα σε τέφρα, το pH, την οξύτητα, τα μέταλλα, τις πρωτεΐνες και άλλες ουσίες στο μέλι (Bogdanov et al., 1999). Η αγωγιμότητα του μελιού είναι ένας δείκτης νοθείας.

Μέθοδος: Η ηλεκτρική αγωγιμότητα βασίζεται στο γεγονός ότι τα διαλύματα αλάτων άγουν ηλεκτρικό ρεύμα μεταξύ δύο ηλεκτροδίων. Για τη μέτρηση αυτού, χρησιμοποιείται ένας μετρητής αγωγιμότητας. Ζυγίζονται 10g μέλι σε ένα ποτήρι ζέσεως σε ζυγό ακριβείας και μεταφέρονται σε φιάλη με απεσταγμένο νερό 50ml. Η ένδειξη καταγράφεται όταν σταθεροποιηθεί η αγωγιμότητα.

3.2.7 Θερμικές ιδιότητες

Η ειδική θερμότητα του μελιού εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την περιεκτικότητα αυτού σε υγρασία. Κυμαίνεται μεταξύ 0,54 και 0,60 cal/g/°C, τιμή που φτάνει στις 0,73 cal/g/°C για το κρυσταλλωμένο μέλι. Η ειδική θερμότητα του μελιού καθορίζεται από την υγρασία, τη θερμοκρασία και τα ολικά στερεά, εις τρόπον ώστε αυξάνει με τη μείωση της υγρασίας και την αύξηση της θερμοκρασίας και των ολικών στερεών. Κυμαίνεται από

$118 \times 10^{-5} \text{ cal/cm sec } ^\circ\text{C}$ (υγρασία 21%, $T=2 \text{ } ^\circ\text{C}$) έως $143 \times 10^{-5} \text{ cal/cm sec } ^\circ\text{C}$ (υγρασία 15%, $T=71 \text{ } ^\circ\text{C}$). Το σημείο πήξης υδατικού διαλύματος 15% βρέθηκε ότι κυμαίνεται από $-1,42$ έως $-1,53 \text{ } ^\circ\text{C}$ ($29,44$ έως $29,57 \text{ } ^\circ\text{F}$). Η φύση του μελιού δεν επιτρέπει την πήξη αυτού αν το διάλυμα ήταν περιεκτικότητας σε μέλι άνω του 68%. Τότε το σημείο πήξης θα ήταν $-5,78 \text{ } ^\circ\text{C}$ ($21,6 \text{ } ^\circ\text{F}$) (Αδαμοπούλου, 2009).

3.2.8. Χρώμα

Το χρώμα έχει άμεσο αντίκτυπο στην τιμή του μελιού καθώς επηρεάζει την προτίμηση των καταναλωτών και είναι έχει ιδιαίτερη σημασία στη διεθνή αγορά. Παραλλαγές στο χρώμα του μελιού σχετίζονται με την φυτική του προέλευση, την περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία, την αποθήκευση και την επεξεργασία του προϊόντος, όπως και την αναλογία της παρούσας φρουκτόζης και γλυκόζης κ.α. (Bath & Singh, 2000).

Μέθοδος: η αξιολόγηση του μελιού βασίζεται στη μεταβαλλόμενη απορρόφηση του φωτός διαφόρων μηκών κύματος , ανάλογα με τα συστατικά που υπάρχουν στο μέλι. Για τον προσδιορισμό του χρώματος, χρησιμοποιείται ένα φασματοφωτόμετρο ορατού. Χρησιμοποιείται το διάλυμα μελιού και ένα «λευκό δείγμα» ώστε να προσδιοριστεί το χρώμα (Aljohar et al., 2018).

3.2.8. Υδροξυμεθυλοφουρφουράλη (HMF)

Η υδροξυμεθυλοφουρφουράλη (HMF) είναι ένα ενδιάμεσο προϊόν της αντίδρασης Maillard που σχηματίζεται από την άμεση αφυδάτωση των σακχάρων υπό όξινες συνθήκες, κυρίως από την αποσύνθεση της φρουκτόζης κατά τη θερμική επεξεργασία που εφαρμόζεται στα τρόφιμα (Bogdanov et al., 1999). Όταν βρίσκεται σε υψηλές ποσότητες μπορεί να γίνει

τοξική. Στο μέλι, η HMF είναι ένας δείκτης ποιότητας που βοηθά στην αναγνώριση φρεσκάδας σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Η HMF είναι μια στερεή ουσία, άχρωμη, με ιδιαίτερα υψηλή υγροσκοπικότητα, η οποία όταν προέρχεται από κυτταρίνη, χωρίς ζύμωση, αποτελεί βασική πρώτη ύλη για την παραγωγή χημικών προϊόντων και βιοκαυσίμων. Από τα παράγωγα του φουρανίου, η HMF είναι η σημαντικότερη και αφθονότερη ουσία που υπάρχει στο μέλι. Όπως προαναφέρθηκε παράγεται κατά τη θέρμανση των σακχάρων του μελιού ή από την επίδραση της παρατεταμένης αποθήκευσης αυτού. Η ουσία αυτή μπορεί να σχηματιστεί ακόμα και όταν το μέλι θερμανθεί στους 50°C (Thrasynoulou, 1986). Η HMF υπάρχει σε όλα τα μέλια σε ποικίλες συγκεντρώσεις. Από το 1963 ξεκίνησαν προσπάθειες σύνδεσης της ποιότητας του μελιού με τα επίπεδα της HMF σε αυτό. Σήμερα η συγκέντρωση της αποτελεί κριτήριο ποιότητας του μελιού. Μάλιστα, σύμφωνα με την ευρωπαϊκή νομοθεσία, η συγκέντρωση της υδροξυμεθυλοφουρουράλης δεν πρέπει να ξεπερνά τα 40 mg/ kg, με εξαίρεση μέλια με χαμηλή περιεκτικότητα σε διαστάση, για τα οποία το όριο είναι 15 mg/kg (π.χ. μέλι Πορτοκαλιάς).

Μέθοδος: Για τον προσδιορισμό της HMF εφαρμόζεται με την μέθοδο HPLC (υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης). Στη μέθοδο αυτή προσδιορίζεται η συγκέντρωση της υδροξυμεθυλοφουρουράλης σε καθαρό, υδατικό διάλυμα μελιού χρησιμοποιώντας HPLC αντίστροφης φάσης συνδυασμένη με ανίχνευση υπεριώδους ακτινοβολίας (UV).

3.2.9. Ιξώδες και ρευστότητα του μελιού

Το ιξώδες και οι άλλες φυσικοχημικές ιδιότητες του μελιού εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως η σύνθεση και η θερμοκρασία. Αναλυτικότερα, όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία του μελιού, τόσο μειώνεται το ιξώδες του και αυξάνεται η ρευστότητά του. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό και αξιοποιείται κατά την επεξεργασία του μελιού προκειμένου να φιλτραρισθεί ή να αναμιχθεί με άλλα μέλια. Ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για το ιξώδες είναι το περιεχόμενο σε νερό, καθώς το ιξώδες γενικά μειώνεται όταν η περιεκτικότητα σε υγρασία αυξάνεται (Abu-Jdayil et al., 2002). Αυτή η γνώση είναι απαραίτητη για τον ποιοτικό έλεγχο στις γραμμές παραγωγής και για το σχεδιασμό εξοπλισμού και διαδικασιών (Queiroz et al., 2007).

Δεδομένου ότι ιξώδες λέγεται η εσωτερική τριβή, η οποία ελαττώνει τη ροή του μελιού, σχετίζεται με την ρευστότητά του. Το μέλι είναι παχύρρευστο, κολλώδες προϊόν αποτέλεσμα της περιεκτικότητάς του σε διάφορες ουσίες όπως είναι τα ζάχαρα, οι πρωτεΐνες, οι δέξτρινες, τα οργανικά οξέα οι γυρεοκόκκοι κ.ά. Η προέλευση του μελιού μας πληροφορεί

για το αναμενόμενο ιξώδες αυτού. Υπάρχουν μέλια με ιδιαίτερα υψηλό ιξώδες όπως είναι το μέλι ερείκης από το φυτό *Calluna vulgaris* που παράγεται στην Αγγλία και σε άλλες χώρες, το μέλι Manuka που παράγεται στην Ν. Ζηλανδία και το ελληνικό μέλι ελάτης Βυτίνας. Το ιξώδες των μελιών αυτών είναι τόσο υψηλό που δυσκολεύεται ακόμη και η εξαγωγή τους από τα πλαίσια. Αυτό το φαινόμενο είναι γνωστό ως θιξοτροπία (thixotropy) και αποδίδεται στην περιεκτικότητά τους σε συγκεκριμένες πρωτεΐνες που προκαλούν τη ζελατινώδη εμφάνιση. Αντιθέτως, υπάρχουν μέλια ιδιαίτερα ρευστά με μικρό ιξώδες όπως είναι το μέλι από τριφύλλια, από ευκάλυπτο από ακακία και αρκετά άλλα ανθόμελα. Γενικά, το ιξώδες του μελιού διαφέρει από μέλι σε μέλι ανάλογα με την φυτική του προέλευση, τη χημική του σύνθεση και την περιεκτικότητά του σε υγρασία και την θερμοκρασία διατήρησης. Κατά την επεξεργασία του προϊόντος η ρευστότητα του μελιού είναι σημαντικός παράγοντας, καθώς επηρεάζει την ροή του κατά τον τρύγο, το φιλτράρισμα, την ανάμιξη και την εμφιάλωση.

Μέθοδος: η αρχή για τον προσδιορισμό του ιξώδους είναι η τεχνική μέτρησης της ροπής, με βάση την αντίσταση που ασκεί το ρευστό κατά την περιστροφική κίνηση. Αφού ετοιμαστεί το διάλυμα (ανάλογα με το πρωτόκολλο που ακολουθείται) συνδέεται το ιξωδόμετρο και λαμβάνεται η ένδειξη. Ο τυπικός χρόνος για την εκτέλεση της ανάγνωσης είναι 1 λεπτό.

3.2.10. Ολικά Σάκχαρα

Τα ολικά σάκχαρα στο μέλι αποτελούνται από διάφορα είδη ζάχαρης ,για παράδειγμα από την φρουκτόζη, την γλυκόζη ,την σακχαρόζη και την μαλτόζη. Η συνολική ποσότητα των ολικών σακχάρων στο μέλι εξαρτάται από τον τύπο των λουλουδιών από τα οποία συλλέγουν το νέκταρ οι μέλισσες και από τον βαθμό με τον οποίο περνάει το νέκταρ από το στομάχι των μελισσών και μετατρέπεται σε μέλι .Τα σάκχαρα αποτελούν το 95% της ξηρής ουσίας του μελιού και μαζί με το νερό αποτελούν τα κύρια συστατικά. Οι μονοσακχαρίτες (γλυκόζη - φρουκτόζη) αντιπροσωπεύουν περίπου το 85% και οι δισακχαρίτες (σακχαρόζη - μαλτόζη) το 10% των σακχάρων που υπάρχουν στο μέλι (Goodall et al., 1995).

Μέθοδος: Υδρόλυση (ιμβερτοποίηση) γίνεται με υδροχλωρικό οξύ (HCl) και βρασμό. Στη συνέχεια γίνεται εξουδετέρωση του οξέος με NaOH και δείκτη φαινολοφθαλεΐνης και προσδιορισμός των συνολικών σακχάρων.

3.2.11 Η κρυστάλλωση του μελιού

Το μέλι γενικά είναι ασταθές και έχει την τάση να καταβυθίσει την περίσσεια των σακχάρων του, δεδομένου ότι περιέχει περισσότερα σάκχαρα από εκείνα που μπορεί να συγκρατήσει.

Στην αρχή δημιουργούνται μικροί κρύσταλλοι από γλυκόζη στα τοιχώματα και στον πυθμένα του δοχείου, και στη συνέχεια προστίθενται νέοι μέχρι να εμφανιστούν συσσωματώματα γλυκόζης. Το μέλι δεν κρυσταλλώνει με τον ίδιο τρόπο. Συγκεκριμένα, ανάλογα με το μέγεθος, την συμπεριφορά των κρυστάλλων και τις επιπτώσεις της κρυστάλλωσης στην ποιότητα και την εμφάνισή του, διακρίνονται τρεις τύποι κρυστάλλωσης όπως θα δούμε παρακάτω (Χαριζάνης, 1996):

- **Ανομοιόμορφα:** Σχηματίζονται στη μάζα του μελιού χοντροί κρύσταλλοι, οι οποίοι βυθίζονται στον πυθμένα του βάζου, δημιουργώντας έτσι μία άνιση κατανομή κρυστάλλων. Στα επιφανειακά στρώματα αυξάνεται η υγρασία και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το προϊόν να υποστεί ζύμωση, να ξινίσει και να αποκτήσει απωθητική εμφάνιση.
- **Ομοιόμορφα:** Σχηματίζονται μικροί κρύσταλλοι, οι οποίοι κατανέμονται ομοιόμορφα σ' όλη την μάζα του μελιού. Στην περίπτωση αυτή το προϊόν δεν κινδυνεύει να ξινίσει και η εμφάνισή του δεν καθίσταται απωθητική.
- **Λεπτοκρυστάλλωση:** Γίνεται τεχνητά, με ανάμειξη μικρής ποσότητας κρυσταλλωμένου μελιού (10-20 g/Kg) με ρευστό. Σ' αυτή την περίπτωση το μέλι αποκτά εμφάνιση «κρέμας», ενώ διατηρείται σε θερμοκρασία ψυγείου. Η μέθοδος είναι γνωστή και ως μέθοδος Dyce.



Είκ 3.2.11 : Ομοιόμορφα και ανομοιόμορφα κρυσταλλωμένο μέλι

Για να αξιολογήσουμε ένα μέλι ως προς την πιθανότητα που έχει να κρυσταλλώσει, χρησιμοποιούμε τους δείκτες κρυστάλλωσης. Με αυτούς μπορούμε να προβλέψουμε περίπου πόσο σύντομα θα κρυσταλλώσει, όπως επίσης μπορούμε να δημιουργήσουμε αναμίξεις μελιού που θα παραμένουν σε ρευστή κατάσταση για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Οι δείκτες κρυστάλλωσης είναι παράμετροι, που στηρίζονται στους παράγοντες εκείνους που επηρεάζουν την ταχύτητα κρυστάλλωσης του προϊόντος. Οι πιο χρήσιμοι δείκτες κρυστάλλωσης είναι (Thrasynoulou and Manikis, 2001): – Η συγκέντρωση της γλυκόζης: Με βάση τη συγκέντρωση την γλυκόζης προβλέπεται η ταχύτητα κρυστάλλωσης του μελιού στις ακραίες τιμές (35%), ενώ στις ενδιάμεσες τιμές (29 – 35%) η πρόγνωση είναι δύσκολη. – Σχέση γλυκόζη προς υγρασία: Ο δείκτης ανταποκρίνεται σ' όλες τις κατηγορίες αμιγών ελληνικών μελιών. – Σχέση γλυκόζη-υγρασία προς φρουκτόζη: Ο δείκτης είναι αξιόπιστος μόνο στις ακραίες τιμές της σχέσης. Σε ενδιάμεσες τιμές κάθε πρόβλεψη είναι παρακινδυνευμένη. – Σχέση φρουκτόζης προς γλυκόζη: Ο δείκτης επιτρέπει την πρόβλεψη μόνο σε μικρό ποσοστό περιπτώσεων (17%).

Οι βασικότεροι παράγοντες κρυστάλλωσης είναι:

- Η συγκέντρωση γλυκόζης: Η αυξημένη συγκέντρωση γλυκόζης στο μέλι, ευνοεί τη γρήγορη κρυστάλλωση, ιδιαίτερα όταν αυτή ξεπεράσει το 30%.
- Η υγρασία: Όσο λιγότερη υγρασία περιέχει το μέλι, τόσο πιο γρήγορα κρυσταλλώνει.

- Οι πυρήνες συμπίκνωσης: Κάποιες ξένες ύλες, όπως η γύρη, το κερί, οι κρύσταλλοι γλυκόζης, λειτουργούν ως πυρήνες, πάνω στους οποίους κολλούν και άλλοι κρύσταλλοι γλυκόζης, με αποτέλεσμα να επιταχύνεται η κρυστάλλωση
- Η θερμοκρασία διατήρησης: Η θερμοκρασία που ευνοεί την κρυστάλλωση του μελιού είναι οι 14 ο C. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες το ιξώδες του μελιού αυξάνει, με αποτέλεσμα την μείωση του συντελεστή διάχυσης και την καθυστέρηση της δημιουργίας κρυστάλλων. (Thrasynoulou and Manikis, 2001)

Κατηγορία Μελιού	Χρόνος κρυστάλλωσης σε μήνες*
Πευκόμελο	Μετά από 24 μήνες
Ελάτης	Δεν κρυσταλλώνει
Καστανιάς	12 – 18
Θυμαριού	8 – 18
Πορτοκαλιάς	1 – 3
Βαμβακιού	1 – 2
Ερείκης	2 – 3
Ηλίανθου	1 – 2

*Ο χρόνος κρυστάλλωσης ισχύει για αμιγή μέλια που δεν υπέστησαν κάποια θερμική ή άλλη επεξεργασία και διατηρούνται σε θερμοκρασία δωματίου.

Πίνακας 3.2.12: Ταχύτητα κρυστάλλωσης των ελληνικών αμιγών κατηγοριών μελιού (Θρασυβούλου, 2012).

Στον πίνακα 3.2.12 αποτυπώνεται ο χρόνος κρυστάλλωσης σε σχέση με το είδος του μελιού για αμιγή μέλια που δεν υπέστησαν κάποια θερμική ή άλλη επεξεργασία και σημαντική παρατήρηση είναι ότι η ταχύτητα κρυστάλλωσης των κυριότερων αμιγών κατηγοριών μελιού διαφέρει σημαντικά. Το μέλι μελιτώματος (πεύκου και ελάτης) δεν κρυσταλλώνει ή κρυσταλλώνει με πολύ αργό ρυθμό, ενώ τα ανθόμελα κρυσταλλώνουν με σχετικά γρήγορο ρυθμό.

3.2.12 Σχέση χρόνου κρυστάλλωσης με το είδος του μελιού

- Δείκτες κρυστάλλωσης:
Ο ορισμός των δεικτών κρυστάλλωσης ορίζεται με βάση τις παράμετρος που βασίζονται στους παράγοντες εκείνους που επηρεάζουν την ταχύτητα κρυστάλλωσης.

Χρησιμοποιούνται τόσο για την πρόβλεψη του χρόνου κρυστάλλωσης ενός μελιού όσο και για την ανάμειξη μελιών από διαφορετικές ποικιλίες έτσι ώστε να παραμένουν ρευστά για μεγαλύτερο διάστημα (Θρασυβούλου, 2012).

Η τιμή των δεικτών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την συγκέντρωση των σακχάρων αλλά και την περιεκτικότητα σε υγρασία. Δείκτης της συγκέντρωσης της γλυκόζης (Γ) δεν θεωρείται αξιόπιστος δείκτης καθώς μπορεί να προβλέψει την ταχύτητα κρυστάλλωσης μόνο σε ακραίες τιμές συγκέντρωσης γλυκόζης, μικρότερες από 30% και μεγαλύτερες από 35% ,όπου το μέλι καθυστερεί να κρυσταλλώσει ή η κρυστάλλωση εμφανίζεται ταχύτερα αντίστοιχα. Άρα αν η κρυστάλλωση κυμαίνεται σε ενδιάμεσες τιμές η πρόγνωση είναι παρακινδυνευμένη (Manikis and Thrasyvoulou, 2001). Ο πιο ακριβής και έγκυρος δείκτης πρόγνωσης της ταχύτητας κρυστάλλωσης είναι ο δείκτης της αναλογίας γλυκόζη προς υγρασία (Γ/Υ) και ανταποκρίνεται σε όλες τις κατηγορίες αμιγών μελιών με υψηλό ποσοστό επιτυχίας που αγγίζει το 68%. Μέλια που έχουν χαμηλή αναλογία Γ/Υ κρυσταλλώνουν δύσκολα και αυτά με υψηλότερη αναλογία ευκολότερα (Dobre et al., 2012).

Τα μέλια που έχουν λόγο Γ/Υ μικρότερο από 1,70 δεν κρυσταλλώνουν ποτέ ενώ αυτά με λόγο Γ/Υ μεγαλύτερο από 2,10 κρυσταλλώνουν πολύ γρήγορα. Τα μέλια που βρίσκονται ανάμεσα στις τιμές 1,71-2,00 κρυσταλλώνουν με ενδιάμεση ταχύτητα. (Manikis and Thrasyvoulou, 2001).

Το μέλι με περιεκτικότητα σε γλυκόζη μικρότερη από 23% δεν κρυσταλλώνει ποτέ ανεξάρτητα από την υγρασία του, τέτοιο είναι το μέλι ελάτης που η γλυκόζη του κυμαίνεται από 14%-22%. Τα μέλια με περιεκτικότητα σε γλυκόζη 24-25% δεν κρυσταλλώνουν αν η υγρασία είναι μεγαλύτερη από 15%. Εν αντιθέσει, τα μέλια με περιεκτικότητα σε γλυκόζη μεγαλύτερη από 35% και υγρασία χαμηλότερη από 17% κρυσταλλώνουν ταχύτατα. Τα περισσότερα ανθόμελα κρυσταλλώνουν με γρήγορο ρυθμό. Για να διατηρηθεί ένα μέλι που προέρχεται από ανάμειξη ποικιλιών ρευστό πάνω από έναν χρόνο θα πρέπει ο λόγος Γ/Υ να είναι μικρότερος του 2,00 ενώ στις αμιγείς ποικιλίες μετريέται η γλυκόζη και ρυθμίζεται το ποσοστό υγρασίας. Δείκτης της αναλογίας διαφορά γλυκόζης μείον υγρασία προς φρουκτόζη ((Γ-Υ)/Φ) Θεωρείται αναξιόπιστος ως δείκτης καθώς μπορεί να προβλέψει την ταχύτητα κρυστάλλωσης μόνο σε ακραίες τιμές. Τα μέλια που παραμένουν ρευστά για πολλά χρόνια έχουν αναλογία (Γ-Υ)/Φ μικρότερη από 0,20 και αυτά που κρυσταλλώνουν γρήγορα έχουν αναλογία που ξεπερνάει το 0,50 (Manikis and Thrasyvoulou, 2001).

Ο πιο ανακριβής δείκτης κρυστάλλωσης είναι ο δείκτης της αναλογίας φρουκτόζη προς γλυκόζη (Φ/Γ) ,διότι δε μπορεί να προβλέψει την τάση κρυστάλλωσης ενός μελιού παρά μόνο στις ακραίες τιμές του με ποσοστό επιτυχίας 14%. Όταν ο λόγος Φ/Γ είναι μικρότερος από 1,1, συνεπάγεται ότι το μέλι κρυσταλλώνει πολύ γρήγορα,

ενώ όταν είναι μεγαλύτερος από 1,33, κρυσταλλώνει αργά ή καθόλου (Manikis and Thrasyvoulou, 2001). Τα ανθόμελα περιέχουν υψηλότερη συγκέντρωση γλυκόζης, συγκριτικά με τα μέλια μελιτώματος, με αναλογία Φ/Γ 1,00 και 1,50-2,00 αντίστοιχα, τα ανθόμελα υπόκεινται πιο γρήγορα σε κρυστάλλωση σε σχέση με τα μέλια μελιτώματος (Bauer et al., 2001). Με βάση τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι τα μέλια που κρυσταλλώνουν γρήγορα έχουν υψηλή συγκέντρωση γλυκόζης (>35%), υψηλή αναλογία Γ/Υ (>2,1), υψηλό λόγο (Γ-Υ)/Φ (>0,4) και χαμηλή αναλογία Φ/Γ (1,1) κρυσταλλώνουν με αργό ρυθμό. Τέτοιου είδους μέλια είναι της ελάτης, του πεύκου, του κάστανου, της ερείκης κ.ά. (Manikis and Thrasyvoulou, 2001).

- Μέλι πεύκου :

Λόγω της χαμηλής φυσικής περιεκτικότητας του πευκόμελου σε γλυκόζη η κρυστάλλωσή του γίνεται με αρκετά βραδύ ρυθμό. Τα αμιγή πευκόμελα παραμένουν ρευστά για περισσότερο από ενάμιση χρόνο ενώ οι αναμίξεις τους με μέλι ερείκης, βαμβακιού, ηλιάνθου ή πολύκομβου κρυσταλλώνουν σε 2-5 μήνες. (Θρασυβούλου κ.α., 2002).

- Μέλι καστανιάς και θυμαριού:

Ανήκουν στην κατηγορία όπου κρυσταλλώνουν από 8-18 μήνες ανάλογα με τον αμιγή τους χαρακτήρα (Θρασυβούλου κ.α., 2002).

- Μέλι ελάτης:

Το μέλι ελάτης παρουσιάζει χαμηλό ποσοστό υγρασίας, η τιμή της κατά μέσο όρο της τάξης του ποσοστού του 15,2%. Σε μερικά δείγματα βρέθηκαν με υγρασία κάτω του 14%, γεγονός που ευνοεί την γρήγορη κρυστάλλωσή τους, η οποία όμως τελικά αποφεύγεται λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας σε γλυκόζη (Θρασυβούλου κ.α., 2002). Επιπλέον, εξαιτίας του χαμηλού ποσοστού γλυκόζης δεν κρυσταλλώνει, γεγονός που το κάνει περιζήτητο για ανάμιξη σε εμπορικούς τύπους.

Επίσης το pH του είναι υψηλότερο από όλες τις άλλες κατηγορίες μελιού. Γενικά, όσο υψηλότερο είναι το pH του μελιού, με τόσο βραδύτερο ρυθμό αυξάνεται η συγκέντρωση της. Συνεπώς, το μέλι ελάτης αλλοιώνεται με βραδύτερο ρυθμό συγκριτικά με τις άλλες κατηγορίες μελιού και ιδιαίτερα με τα ανθόμελα που έχουν χαμηλό pH.

- Μέλι ερείκης:

Από τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, ξεχωρίζουν οι τιμές υγρασίας που είναι συγκριτικά με άλλες κατηγορίες μελιού υψηλές, μάλιστα σε ορισμένες περιπτώσεις υπερβαίνουν το όριο των αγορανομικών διατάξεων (20%). Η υπέρβαση αυτή γίνεται δεκτή από τις αγορανομικές διατάξεις, ως ιδιομορφία κατ' εξαίρεση για το μέλι ερείκης.

Το μέλι αυτό κρυσταλλώνει πολύ γρήγορα, δηλαδή σε χρονικό διάστημα 1-3 μηνών, εξαιτίας της υψηλής φυσικής περιεκτικότητάς του σε γλυκόζη. Για το λόγο αυτό δεν προσφέρεται για ανάμειξη με άλλα μέλια και για δημιουργία εμπορικών τύπων (χαρμάνια). (Krochmal, 1994).

- Μέλι ηλίανθου και βαμβακιού:

Το μέλι ηλίανθου και βαμβακιού χαρακτηρίζονται από υψηλές συγκεντρώσεις γλυκόζης, που είναι αιτία της γρήγορης και ανομοιόμορφης κρυστάλλωσης τους.(1-2) μήνες.

Δεδομένου ότι το μέλι αυτό κρυσταλλώνει γρήγορα έχει βουτυρώδη γεύση προσφέρεται για λεπτοκρυστάλλωση. (Krochmal, 1994).

Γ/Υ	14	15	16	17	18	19	20	21
23	1,64	1,53	1,43	1,35	1,27	1,21	1,15	1,09
24	1,71	1,60	1,50	1,41	2,33	1,26	1,20	1,14
25	1,78	1,66	1,56	1,47	1,38	1,31	1,25	1,19
26	1,85	1,75	1,62	1,53	1,44	1,36	1,30	1,23
27	1,92	1,80	1,68	1,58	1,50	1,42	1,35	1,28
28	2,00	1,86	1,75	1,64	1,55	1,47	1,40	1,33
29	2,07	1,93	1,81	1,70	1,61	1,52	1,45	1,38
30	2,14	2,00	1,87	1,76	1,66	1,57	1,50	1,42
31	2,21	2,06	1,94	1,82	1,72	1,63	1,55	1,47
32	2,28	2,13	2,00	1,88	1,77	1,68	1,60	1,52
33	2,35	2,20	2,06	1,94	1,83	1,73	1,65	1,56
34	2,42	2,26	2,12	2,00	1,89	1,78	1,70	1,61
35	2,50	2,30	2,18	2,06	1,94	1,84	1,75	1,66
36	2,57	2,40	2,25	2,11	2,00	1,89	1,80	1,71
37	2,60	2,47	2,31	2,17	2,06	1,94	1,85	1,75
38	2,71	2,53	2,37	2,23	2,11	1,99	1,90	1,80
39	2,78	2,60	2,44	2,29	2,17	2,05	1,95	1,85
40	2,85	2,66	2,50	2,35	2,22	2,10	2,00	1,90
41	2,92	2,73	2,56	2,41	2,27	2,15	2,05	1,95
42	3,00	2,80	2,62	2,47	2,33	2,21	2,10	1,99
43	3,07	2,86	2,68	2,52	2,38	2,26	2,15	2,04
44	3,14	2,93	2,75	2,58	2,44	2,31	2,20	2,09
45	3,21	3,00	2,81	2,64	2,50	2,36	2,25	2,14

Πίνακας 3.2.13 Σχέση γλυκόζης προς υγρασίας (Γ/Υ) και κρυστάλλωσης % (Manikis & Thrasyvoulou, 2001).

Στην άνω δεξιά σκιασμένη περιοχή ανήκουν μέλια που δεν κρυσταλλώνουν ποτέ, στην κάτω αριστερή μέλια που κρυσταλλώνουν πάντα, ενώ η μη σκιασμένη περιοχή περιλαμβάνει μέλια ενδιάμεσης κατάστασης. Στον Πίνακα 3.2.13, αναφέρονται οι διάφορες τιμές της σχέσης Γ/Υ σε συνάρτηση με τον βαθμό της κρυστάλλωσης που υπολογίστηκαν από τους Manikis & Thrasyvoulou (2001). Όταν η σχέση Γ/Υ βρίσκεται στην περιοχή με τους έντονα 50 σκιασμένους αριθμούς (>2,1) τότε το μέλι κρυσταλλώνει πολύ γρήγορα. Όταν βρίσκεται στην περιοχή με τους λιγότερο σκιασμένους αριθμούς (<1,70) δεν κρυσταλλώνει με ενδιάμεση ταχύτητα. Σύμφωνα με τον πίνακα 3.2.12 μέλι με γλυκόζη μικρότερη από 23% ουδέποτε κρυσταλλώνει, ανεξάρτητα από την περιεκτικότητά του σε υγρασία. Στην κατηγορία αυτή ανήκει το μέλι ελάτης, του οποίου η γλυκόζη κυμαίνεται από 14% έως 22%. Δεν κρυσταλλώνει επίσης το προϊόν που έχει γλυκόζη 24% - 25%, εφόσον η υγρασία του είναι μεγαλύτερη από 15%. Αρκετά πευκόμελα πληρούν την προϋπόθεση αυτή, ενώ μερικά άλλα με μεγαλύτερη συγκέντρωση γλυκόζης (26-29%) είτε δεν κρυσταλλώνουν είτε κρυσταλλώνουν με αργό ρυθμό (μετά τους 12 μήνες αποθήκευσης) ανάλογα με την υγρασία που έχουν. Μέλια με περιεκτικότητα σε γλυκόζη μεγαλύτερη από 35% κρυσταλλώνουν πολύ γρήγορα (σ' ένα μήνα)

όταν η υγρασία τους είναι κάτω από 17%, γεγονός συνηθισμένο για τα ελληνικά ανθόμελα. Για να διατηρηθεί ρευστό το τελικό προϊόν τουλάχιστο για ένα έτος, όταν προέρχεται από αναμίξεις διαφόρων κατηγοριών μελιού (μίγμα, χαρμάνι), η τελική σχέση Γ/Υ θα πρέπει να είναι μικρότερη από 2.00. Στην περίπτωση των αμιγών κατηγοριών μελιού, μετριέται πρώτα η γλυκόζη και κατόπι ρυθμίζεται η επιθυμητή υγρασία, ώστε η σχέση Γ/Υ να βρεθεί στην ελαφρά ή την μη σκιασμένη περιοχή. Για παράδειγμα ένα μέλι με γλυκόζη 34% θα πρέπει να έχει υγρασία πάνω από 17% για να καθυστερήσει η κρυστάλλωσή του. Στις περιπτώσεις αυτές το μέλι χρειάζεται να ζεσταθεί στους 70ο C επί 5 λεπτά, ώστε να καταστραφούν οι ζυμομύκητες και να μην ξινίσει. Μερική απομάκρυνση των πυρήνων συμπύκνωσης. Μετά τον τρύγο, τα δοχεία ή βαρέλια με το στραγγισμένο μέλι κλείνονται καλά και αφήνονται αμετακίνητα σε ένα σχετικά ζεστό δωμάτιο. Οι φυσαλίδες αέρος που υπάρχουν ενσωματωμένες στο μέλι ανεβαίνουν στην επιφάνεια, συμπαρασύροντας τα λεπτά κομμάτια από κερί και γύρη και σχηματίζουν ένα στρώμα αφρού το οποίο απομακρύνεται προσεκτικά. Η χρησιμοποίηση λεπτών φίλτρων, που απομακρύνουν και μέρος της γύρης που έχει το 51 μέλι, βοηθά ακόμη περισσότερο στην καθυστέρηση της κρυστάλλωσης, μειώνει όμως τη θρεπτική του αξία.

3.2.13 Πυκνότητα του μελιού

Η πυκνότητα μιας ουσίας είναι η σχέση της μάζας της ανά μονάδα όγκου και σχετική πυκνότητα (ειδικό βάρος) είναι ο λόγος της μάζας ενός συγκεκριμένου όγκου της ουσίας, σε συγκεκριμένη θερμοκρασία, ως προς τη μάζα του ίδιου όγκου νερού. Οι μετρήσεις γίνονται στη θερμοκρασία αυτή, καθώς το νερό έχει πυκνότητα ίση με 1.0000 g για κάθε ml στους 4°C.

Η πυκνότητα του μελιού αποτελεί σημαντικό παράγοντα κατά το στάδιο επεξεργασίας και τυποποίησης του προϊόντος και ιδιαίτερα στις αναμίξεις (χαρμάνια). Συγκεκριμένα, μέλια με διαφορετική πυκνότητα δεν αναμιγνύονται εύκολα και ξεχωρίζουν με μορφή διαφόρων

στρωμάτων στη μάζα του προϊόντος. Το ειδικό βάρος του μελιού εξαρτάται από την περιεκτικότητα του μελιού σε υγρασία

Κεφάλαιο 4^ο

4.1. Η συσχέτιση της περιεκτικότητας σε μέταλλα και οργανικές ουσίες με βάση τη γεωγραφική και τη βοτανολογική του προέλευση

4.1.1 Εισαγωγικά Στοιχεία

Η περιεκτικότητα μελιού σε μέταλλα μπορεί να παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για την προέλευση και την ποιότητα του μελιού. Η γεωγραφική και βοτανολογική προέλευση του μελιού μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την περιεκτικότητά του σε διάφορα μέταλλα (Συγκεκριμένα Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb και Zn), πτητικές ουσίες και σάκχαρα. Σε αυτό το κεφάλαιο, θα παρατεθούν τεχνικές μελέτης του μελιού και παραδείγματα γεωγραφικής και βοτανολογικής του προέλευσης. Ακόμα θα αναφερθούν τρόποι ανιχνεύσεις για τους δευτερογενείς μεταβολίτες του μελιού είναι κυρίως μονοσακχαρίτες (γλυκόζη 31%, φρουκτόζη 38%), μερικοί πολυσακχαρίτες (15%) οι βιταμίνες (ασκορβικό οξύ), η υγρασία (10-20%), τα μέταλλα (κάλιο, νάτριο, ασβέστιο, μαγνήσιο, καθώς και μικρά οργανικά οξέα (γλυκονικό και οξικό οξύ)¹. (Pisani et al., 2008).

4.1.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την συγκέντρωση των μετάλλων στο μέλι

Η σύσταση του μελιού σε μέταλλα εξαρτάται από γεωχημικούς και γεωλογικούς παράγοντες όπως ηφαιστειακή και υδροθερμική δραστηριότητα, τοπικές καταστάσεις αλλά και κλιματικές αλλαγές που συμβαίνουν στην έκταση που οι μέλισσες συλλέγουν την τροφή τους (Pisani et al., 2008). Συμπερασματικά ο τύπος των φυτών, η πυκνότητα των λουλουδιών της περιοχής βόσκησης, η εποχή του έτους της συλλογής μελιού, παίζουν σημαντικό ρόλο στην περιεκτικότητα των προϊόντων κυψέλης σε μέταλλα (Pisani et al., 2008, Silici et al., 2008). Το μέλι που παράγεται από νέκταρ αρωματικών φυτών χαρακτηρίζεται από υψηλές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων, λόγω του ότι αυτά τα φυτά τείνουν να συγκεντρώνουν ρύπους πιο άμεσα σε σχέση με τα ποώδη φυτά. Η όξινη βροχή μπορεί να αυξήσει την πρόσληψη βαρέων μετάλλων από τα φυτά, με αποτέλεσμα η γύρη να περιέχει υψηλότερες συγκεντρώσεις μετάλλων (Jones, 1987). Λόγω της αερομεταφοράς, το μέλι από παραθαλάσσιες περιοχές ή νησιά έχει υψηλές συγκεντρώσεις σε κάλιο και νάτριο, βρέθηκε επίσης ότι μπορεί να αυξηθούν οι συγκεντρώσεις των μετάλλων αυτών πάνω από δέκα φορές, σε σχέση με μέλι άλλων εδαφών (Terrab et al., 2003). Βρέθηκε επίσης ότι υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στο χρώμα του μελιού και την περιεκτικότητά του σε μέταλλα. Ο Crane το 1977, σε εργασία του, αναφέρει ότι στα σκουρόχρωμα μέλια οι συγκεντρώσεις των καλίου (K), χλωρίου (Cl), νατρίου (Na), μαγνησίου (Mg), σιδήρου (Fe), μαγγανίου (Mn), χαλκού (Cu) είναι διπλάσιες από αυτές στα ανοιχτόχρωμα. Η απόχρωση στα σκούρα μέλια κυρίως σχετίζεται με τις συγκεντρώσεις του καδμίου (Cd), του σιδήρου (Fe) και του μολύβδου (Pb) σε αντίθεση στα ανοιχτόχρωμα με τις συγκεντρώσεις του αλουμινίου (Al) και του μαγνησίου (Mg). Μέλι το οποίο προέρχεται από μέλισσες των οποίων η θρέψη έγινε τεχνητά, με βιομηχανικής προέλευσης σιρόπι, εμφανίζει υψηλότερες συγκεντρώσεις σε κάδμιο (Cd), κοβάλτιο (Co), σίδηρο (Fe), κάλιο (K), μαγνήσιο (Mg), μαγγάνιο (Mn), μόλυβδο (Pb) και νάτριο (Na) από μέλι που προέρχεται με φυσική θρέψη μελισσών (Rashed & Soltan, 2004). Στην ίδια εργασία αναφέρεται ότι στο μέλι από πορτοκαλιά μετρήθηκαν οι χαμηλότερες συγκεντρώσεις μετάλλων ενώ τα τοξικά μέταλλα κάδμιο και μόλυβδος είχαν τις χαμηλότερες τιμές, 0,01 και 4,2 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ αντίστοιχα στο μέλι από τριφύλλι ενώ 8 υψηλότερες τιμές καδμίου και φθορίου, 0,5 και 12,5 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ αντίστοιχα, παρατηρήθηκαν στο μέλι σησαμιού. Crane, D. (1977).

4.1.3 Βαρέα μέταλλα

Ως βαρέα μέταλλα, διακρίνονται αυτά που έχουν πυκνότητα μεγαλύτερη από 5,0 g/cm^3 . Τα βαρέα μέταλλα έχουν πολλαπλές χρήσεις. Κάποια εκ των οποίων αποτελούν σημαντικά ιχνοστοιχεία για τον ανθρώπινο οργανισμό και κάποια άλλα έχουν εξειδικευμένες

χρήσεις, οι οποίες όταν είναι ανεξέλεγκτες τα μεταμορφώνουν σε τοξικές ενώσεις. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι όλα τα μέταλλα μπορούν να εκδηλώσουν τοξική δράση στους ζωντανούς οργανισμούς όταν εκτίθεται σε υψηλότερα από τα φυσιολογικά επίπεδα (Γιαγκίνης, Κ., Θεοχάρης, Σ., Καραντώνης, Χ., (2015). Η τοξικότητα τους οφείλεται στο κοινό χαρακτηριστικό των μετάλλων, να συμπεριφέρονται ως δότες ηλεκτρονίων αντιδρώντας με βιολογικά συστήματα του οργανισμού, μέσω οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων. Ωστόσο, οι μηχανισμοί αυτοί με τους οποίους εκδηλώνεται η τοξική δράση κάθε μετάλλου δεν έχουν προσδιοριστεί πλήρως. Αυτό συμβαίνει χάρις στις διαφορετικές χημικές ιδιότητες και τα τοξικά αποτελέσματα του κάθε μετάλλου. Τα βαρέα μέταλλα δεν μπορούν να αποσυντεθούν στο περιβάλλον ή να καταστραφούν με αποτέλεσμα να συσσωρεύονται και να καταλήγουν στα φυτά και στα ζώα και κατόπιν στον άνθρωπο. Η ιδιότητά τους αυτή τα καθιστά τοξικά σε υψηλές συγκεντρώσεις. (Alves, C. N., Araujo, R. J. O., Morte, E. S. B., Oliveira, S. S., Santos, D. C. M. B., Santos Júnior, A. F., (2019). Στην κατηγορία των βαρέων μετάλλων ανήκουν και πολλά ιχνοστοιχεία, τα οποία είναι απαραίτητα για τους ζωντανούς οργανισμούς και τον μεταβολισμό τους σε μικρές ποσότητες, όπως το κοβάλτιο, ο σίδηρος, ο χαλκός, το μαγγάνιο, ο ψευδάργυρος και άλλα. (Bosancic, B., Mihajlovic (2020). Συγκεκριμένα το κάδμιο και ο μόλυβδος αποτελούν τα συχνότερα εμφανιζόμενα βαρέα μέταλλα στη φύση και εντοπίζονται σε ποικίλα βιολογικά συστήματα. Η συσσώρευσή τους στη φύση είναι αποτέλεσμα της συνεχώς αυξανόμενης βιομηχανικής δραστηριότητας και της παρατεταμένης χρήσης φυτοφαρμάκων (Cóce, H., Góder, A., Temel, F. A., Temizer, İ. K., (2018)

Έχουν διεξαχθεί πολλές μελέτες [Gan, S. H., Islam, A., Islam, N., Khalil, I., (2013), Cappelletti, D., Elia, A. C., Galletti, M., Gardi, B., Goga, B. T. C., Goretti, E., Moroni, B., Pallottini, M., Petroselli, C., Porta, G., Selvaggi, R., (2020), Buyukisik, H., Kargar, N., Matin, G., (2016), Zhelyazkova, I., (2012)] στις οποίες συγκρίνεται η περιεκτικότητα των βαρέων μετάλλων ανάμεσα σε μελίσσια που βρίσκονται κοντά σε βιομηχανικές περιοχές και αυτοκινητοδρόμους και σε μελίσσια που βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές. Στην πρώτη κατηγορία η περιεκτικότητα των βαρέων μετάλλων ήταν πολλή υψηλότερη σε σχέση με την πρώτη κατηγορία. Συμπερασματικά η τοποθέτηση του μελισσιού κατέχει καθοριστικό ρόλο στην μόλυνση του μελιού από βαρέα μέταλλα.

4.1.4 Ανίχνευση της γεωγραφικής και βοτανολογικής προέλευσης του μελιού

Η γεωγραφική και βοτανολογική προέλευση του μελιού έχει σημαντικό αντίκτυπο στην ποιότητα, τη γεύση και τις θρεπτικές του ιδιότητες. Για τον προσδιορισμό της βοτανικής προέλευσης του μελιού, μια παραδοσιακή τεχνική περιλαμβάνει τη μικροσκοπική εξέταση των κόκκων γύρης που βρίσκονται στην κηρήθρα (Melissopalynology). Η συγκεκριμένη μέθοδος αναπτύχθηκε για πρώτη φορά από τη Διεθνή Επιτροπή Βοτανικής το 1970 και αργότερα αναθεωρήθηκε από τους Louveaux et al. το 1978. Έτσι τα φυσικοχημικά και μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του μελιού όπως τα σάκχαρα, τα ένζυμα η υδροξυ-μεθυλο-φουρφουράλη (HMF), η ηλεκτρική αγωγιμότητα, η οξύτητα, το φάσμα των γυρεόκοκκων και άλλα μπορούν να προσδιορίσουν την βοτανική προέλευση των μελιών. Μια αναδρομή στις εργασίες των προγενεστέρων μελετητών (Anklam, 1998) ανάγεται στην έρευνα σχετικά με την καταλληλότητα των αναλυτικών μεθόδων, οι οποίες παραδέχονται τον καθορισμό της βοτανικής και γεωγραφικής προέλευσης του μελιού. Αφού και ο προσδιορισμός μερικών μόνο παραμέτρων όπως η 5-υδροξυμεθυλοφουρφουρόλη (HMF), η υγρασία, η δραστηριότητα των ενζύμων, το άζωτο, οι μονοσακχαρίτες και οι δισακχαρίτες, υπολείμματα από την ιατρική περίθαλψη ή τα φυτοφάρμακα στο μέλι δεν οδηγούν σε συγκεκριμένες πληροφορίες για την βοτανική και γεωγραφική προέλευσή του, υπάρχουν ορισμένες κατάλληλες μέθοδοι βασισμένες στην ανάλυση συγκεκριμένων συστατικών ή στην ανάλυση πολλών συστατικών μαζί που συνήθως είναι περισσότερο διαφωτιστικές. Οι μέθοδοι αυτοί που περιγράφονται στη σχετική βιβλιογραφία έχουν ήδη αξιολογηθεί. Αυτές οι μέθοδοι δίνουν ενδείξεις της βοτανικής προέλευσης, αναφερόμενες στην διανομή της γύρης στο μέλι, τις ενώσεις αρώματος και τις ειδικές ενώσεις δεικτών. Από αυτήν τη μελέτη της βιβλιογραφίας παρατηρούμε όμως ότι υπάρχουν και διάφορα αλλά συστατικά του μελιού τα οποία θα μπορούσαν πιθανώς να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση της γεωγραφικής προέλευσης όπως οι ολιγοσακχαρίτες, τα αμινοξέα και τα ιχνοστοιχεία. Πιο συγκεκριμένα, η ένωση πολλών μεθόδων μαζί θα μπορούσε να αποτελέσει μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση, η οποία θα αποδεικνύει την αυθεντικότητα, ειδικά όταν θα εφαρμόζονται σύγχρονες τεχνικές αξιολόγησης στατιστικών στοιχείων. Σε γενικές γραμμές το μέλι εμπλουτίζεται από μονοσακχαρίτες, γλυκόζη και φρουκτόζη. Το έγκυρο ποσοστό γλυκόζης και φρουκτόζης σε ένα συγκεκριμένο μέλι εξαρτάται, σε μεγάλο βαθμό, από την πηγή του νέκταρ. Η μέση αναλογία φρουκτόζης προς γλυκόζη είναι 1,2 : 1 (White, 1978a White, 1980). Η σακχαρόζη, επίσης, είναι παρούσα στο μέλι (περίπου 1% του ξηρού του βάρους). Σε αυτή την περίπτωση αυτό το επίπεδο μπορεί να αυξηθεί εάν ο μελισσοκόμος δίνει στις μέλισσες υπερβολικές δόσεις ζάχαρης κατά τη διάρκεια της άνοιξης. Η περιεκτικότητα των μετάλλων ποικίλλει από

περίπου 0,04% στα ανοιχτόχρωμα μέλια, μέχρι 0,2% σε μερικά σκουρόχρωμα δείγματα μελιού. Αυτό το συμπέρασμα εξαρτάται από το χόμα στο οποίο αναπτύχθηκαν τα φυτά που έφεραν το νέκταρ. Οι πρωτεΐνες του μελιού είναι κανονικά λιγότερες από 0,5%. Ένα ελάχιστο μέρος των πρωτεϊνών είναι ένζυμα, και σε αυτά περιλαμβάνονται τα παρακάτω: ινβερτάση, διαστάση, οξειδάση γλυκόζης και καταλάση. Υπάρχουν και πολλά άλλα δευτερεύοντα συστατικά του μελιού, μεταξύ των οποίων βρίσκονται χαμηλές συγκεντρώσεις των βιταμινών και φυτικών οξέων. Ανάμεσα στα κριτήρια σύνθεσης που ορίζονται στην υπάρχουσα οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το μέλι, υπάρχουν και παρατηρήσεις σχετικά με τις συγκεντρώσεις της οξύτητας, της γλυκόζης και σακχαρόζης, 5 υδροξυ-μεθυλοφουρφουράλη (HMF), ορυκτό περιεχόμενο (τέφρα), υγρασία και μη-υδροδιαλυτά στερεά στοιχεία. Πάνω σε ένα παρόμοιο θέμα (καθορισμός των ιχνοστοιχείων και μετάλλων σε περιοχές υψηλής συγκέντρωσης ουρανίου με την πειραματική μέθοδο της ενεργοποίησης των πυρήνων με νετρόνια ,organic neutron activation analysis) ασχολήθηκε ο Islander (1996). Επίσης μελετήθηκαν τα παρακάτω στοιχεία K, Na, As, Ba, Br, Ce, Co, Cr, Fe, Hf, Hg, La, Ni, Rb, Sb, Sc, Se, Sm, Sr, Th, U Zn, Zr. Ο Islander έδωσε μεγάλη βαρύτητα στον τρόπο παρασκευής των δειγμάτων ώστε τα αποτελέσματα να μην επηρεαστούν από την ερευνητική διαδικασία. Η συγκέντρωση του καλίου στην περιοχή αυτή βρέθηκε 416 ppm και του νατρίου από 14,3 - 15,8 ppm. Επίσης οι συγκεντρώσεις των στοιχείων αυτών, που εντοπίστηκαν στις περιοχές αυτές του ουρανίου, δεν έδειξαν να διαφέρουν σε σχέση με τις συγκεντρώσεις που περιγράφονται στη μέχρι τώρα βιβλιογραφία των ΗΠΑ, αλλά και άλλων χωρών.

4.2. Μέλι πεύκου

Η πιο μεγάλη ελληνική παραγωγή είναι το πευκόμελο που αποτελεί το 65% της συνολικής ελληνικής παραγωγής καθιστώντας το, το σημαντικότερο μελισσοκομικό φυτό στη χώρα μας. Οι περιοχές παραγωγής βρίσκονται στη βόρεια Εύβοια, τη Χαλκιδική, τη Θάσο, τη Σκόπελο, τη Ζάκυνθο και τη Ρόδο. Έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε ζάχαρη ενώ θυμίζει έντονα άρωμα δάσους. Θεωρείται μέλι υψηλής διατροφικής θρεπτικής αξίας εξαιτίας των πλούσιων και διαφορετικών ουσιών που το συνθέτουν. Από αυτές τις ουσίες κυριαρχούν τα μέταλλα και τα ιχνοστοιχεία (ασβέστιο, μαγνήσιο, ψευδάργυρος, σίδηρος, χαλκός κ.λπ.), τα οποία βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα στο ελληνικό πευκόμελο. Θεωρείται ιδανικό για τη θεραπεία παθήσεων του λαιμού και της αναιμίας.

4.2.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά πευκόμελου

Το πευκόμελο χαρακτηρίζεται από υψηλή συγκέντρωση τέφρας, υψηλό pH και αγωγιμότητα και χαμηλά ανάγοντα σάκχαρα (Πίν. 4.1.) Τα υπόλοιπα αγορανομικά χαρακτηριστικά του πευκόμελου δεν παρουσιάζουν ιδιομορφία. Λόγω της χαμηλής φυσικής περιεκτικότητας του πευκόμελου σε γλυκόζη, η κρυστάλλωσή του γίνεται με αρκετά βραδύ ρυθμό. Τα αμιγή πευκόμελα παραμένουν ρευστά για περισσότερο από ενάμισι χρόνο, ενώ μίγματα τους με μέλι βαμβακιού, ερείκης, ηλιάνθου ή πολυκόμβου κρυσταλλώνουν σε 2-5 μήνες. Το χρώμα των πευκόμελων είναι χαρακτηριστικό. Συνήθως στρέφουν το επίπεδο του πολωμένου φωτός δεξιά (δεξιόστροφα) και έχουν ηλεκτρική αγωγιμότητα υψηλή ($>1,0 \text{ mS.cm}^{-1}$). Σύμφωνα με το ελληνικό Υπ.Α.Α.Τ., τα ελληνικά πευκόμελα πρέπει να έχουν αγωγιμότητα μεγαλύτερη από $0,9 \text{ mS.cm}^{-1}$. Άτομα εξοικειωμένα με τις διάφορες γεύσεις μελιών, μπορούν να ξεχωρίσουν εύκολα ένα πευκόμελο από ένα ανθόμελο. Το πευκόμελο που παράγεται την Άνοιξη, δεν είναι το ίδιο με εκείνο του Φθινοπώρου. Είναι πιο ανοιχτόχρωμο, πιο διαυγές, έχει ιδιαίτερο άρωμα, η HMF είναι πιο χαμηλή και στο ίζημα του βρίσκονται γυρεόκοκκοι πεύκου.

ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΕΛΑΧ.-ΜΕΓ. ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	ΣΥΝΤΕΛ. ΠΑΡΑΛ. %
Υγρασία %	68	16,7	14,8-18,9	1,060	34,7
Τέφρα %	68	0,6	0,4-0,7	0,300	5,0
pH	68	4,5	3,8-5,4	0,210	4,6
HMF ppm	70	2,4	0,0-8,9	2,310	96,2
Γλυκόζη %	60	24,7	22,2-28,5	2,110	8,5
Φρουκτόζη %	60	30,4	26,5-36,7	2,300	7,5
Γλυκόζη+Φρουκτόζη %	60	55,1	48,7-65,2	4,400	4,1
Ανάγοντα σάκχαρα %	60	58,8	52,9-67,4	4,990	8,4
Σουκρόζη %	60	0,9	0,6-1,9	0,200	32,1
Ελεύθερη οξύτητα (meq/Kg)	35	20,7	12,3-29,9	3,300	62,7
Συνολική οξύτητα (meq/Kg)	35	28,9	18,4-37,1	4,500	15,7
Χρώμα 560nm	35	0,6	0,348-0,925	0,200	33,3
Αγωγιμότητα mS/cm	68	1,23	1,00-1,65	0,120	9,7
Διαστάση DN	48	28,4	15,1-37,2	8,200	28,8
Ιμβερέταση IN	45	25,3	10,3-36,6	4,310	13,6
Προλίνη (mg/Kg)	75	525	312-799	260	49,5
HD.E/P	45	0,28	0,05-0,92	0,230	82,1
Κάλιο (mg/Kg)	20	3,35	2,4-4,65	0,640	19,1
Νάτριο (mg/Kg)	20	0,45	0,15-0,75	0,850	188,8
Ασβέστιο (mg/Kg)	20	5,3	2,8-11,2	2,000	37,7
Μαγνήσιο (mg/Kg)	20	3,2	0,8-6,4	1,700	53,2
Μαγγάνιο (mg/Kg)	20	0,005	0,001-0,012	0,004	80,0
Ψευδάργυρος (mg/Kg)	20	0,007	0,000-0,014	0,004	57,1
Σίδηρος (mg/Kg)	20	0,013	0,000-0,031	0,011	84,6
Χαλκός (mg/Kg)	20	0,020	0,000-0,041	0,010	50,0

Πιν. 4.1. Χημικά Χαρακτηριστικά πευκόμελου

Πηγή: Θρασυβούλου και συνεργάτες., 2002

Το μέλι πεύκου οφείλει τη μεγαλύτερη θρεπτική του αξία στον μεγάλο αριθμό ποικίλων ουσιών που συνυπάρχουν στην σύστασή του. Σημαντικό ρόλο κατέχουν τα ιχνοστοιχεία, που υπάρχουν σε μεγάλες συγκεντρώσεις στο πευκόμελο της χώρας μας, κατατάσσοντας το ως μέλι σε υψηλή θέση θρεπτικής αξίας.

4.3. Μέλι ελάτης

Το 5-10% του μελιού ελάτης παράγεται στην Ελλάδα, έχει μοναδική εμφάνιση, ιδιαίτερη γεύση και είναι πολύ κολλώδες και συμβάλει στην συνολική ετήσια παραγωγή.

Περιοχές που παράγεται είναι τα βουνά της Ευρυτανίας, της Πίνδου, του Ολύμπου, στον Ταΰγετο, στην Αρκαδία, στην Πάρνηθα κ.α.. Στην οροσειρά της Πίνδου συναντάται η υβριδογενής ελάτη (*Abies hidrida* ή *Abies borisii*), η οποία είναι διασταύρωση της ευρωπαϊκής ελάτης με την ελληνική. Διαφοροποιείται ανάλογα με τη χώρα από όπου προέρχεται με έντονο χρώμα που είναι πιο σκούρο σε ορισμένες περιοχές και πιο ανοιχτό σε άλλες. Εμπλουτισμένο σε μέταλλα (κάλιο, μαγνήσιο, φώσφορο, σίδηρο κ.λπ.). Το μέλι ελάτης είναι από τις κατηγορίες ελληνικού μελιού με ιδιαίτερα καλή γεύση και χαρακτηριστική εμφάνιση, παράμετροι που το κάνουν να ξεχωρίζει. Το χρώμα και η εμφάνιση του ποικίλουν ανάλογα με τον τόπο προέλευσής του. Για παράδειγμα, το μέλι ελάτης που παράγεται στην περιοχή Βυτίνα Αρκαδίας, έχει ιδιαίτερη, χαρακτηριστική εμφάνιση λόγω των μεταλλικών ανταυγείων που δημιουργούνται στο εσωτερικό του, είναι ιδιαίτερα πυκνόρρευστο και φέρει την ονομασία «έλατο βανίλιας». Για το μέλι Ελάτης Μαίναλου-Βανίλιας, αναγνωρίστηκε Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης (Απόφαση 313049 ΦΕΚ/Β 16.1.1994) με χημικά χαρακτηριστικά εκείνα του μελιού ελάτης και με επιπλέον χαρακτηριστικό την υγρασία (14%-15,5%) και τη φαινόμενη σακχαρόζη (8%-18%).

4.3.2 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού ελάτης

Τα χημικά χαρακτηριστικά του ελληνικού μελιού ελάτης, καταγράφονται αναλυτικά στον Πίνακα 4.2 Από τον πίνακα παρατηρείται ότι το μέλι ελάτης παρουσιάζει χαμηλό ποσοστό υγρασίας (Μ.Ο. 15,7%). Μερικά δείγματα βρέθηκαν με υγρασία χαμηλότερη του 14%, γεγονός που όπως είναι γνωστό, ευνοεί τη γρήγορη κρυστάλλωση του μελιού. Η κρυστάλλωση όμως αποτρέπεται λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας του μελιού ελάτης σε γλυκόζη. Το pH του είναι υψηλότερο από όλες τις άλλες κατηγορίες μελιού. Όσο υψηλότερο είναι το pH ενός μελιού, με τόσο βραδύτερο ρυθμό αυξάνεται η συγκέντρωση της HMF. Έτσι, το μέλι ελάτης αλλοιώνεται με βραδύτερο ρυθμό, συγκριτικά με τις άλλες κατηγορίες μελιού και ιδιαίτερα με τα ανθόμελα, που έχουν χαμηλό pH. Η αγωγιμότητα του ελατόμελου είναι επίσης υψηλή και σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία θα πρέπει να έχει αγωγιμότητα μεγαλύτερη από 1 mS.cm⁻¹

ΧΗΜΙΚΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΜΕΣΟΣ	ΕΛΑΧ.-ΜΕΓ.	ΤΥΠΙΚΗ	ΣΥΝΤΕΛ.
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	ΟΡΟΣ	ΤΙΜΗ	ΑΠΟΚΛΙΣΗ	ΠΑΡΑΛ. %
Υγρασία %	80	15,7	13,0-18,5	1,180	7,5
Τέφρα %	80	0,85	0,4-1,2	0,130	15,2
pH	80	4,75	4,0-5,9	0,260	5,0
HMF mg/Kg	80	3,62	0,6-7,35	2,300	63,5
Γλυκόζη %	60	24,0	21,1-27,7	1,300	5,4
Φρουκτόζη %	60	32,1	27,4-37,2	2,300	7,1
Γλυκόζη+Φρουκτόζη %	44	56,1	38,5-64,9	6,700	11,9
Ανάγοντα σάκχαρα %	40	53,4	41,7-66,7	7,130	13,3
Σουκρόζη %	80	1,2	0,8-1,7	0,040	10,0
Χρώμα 560nm	80	0,285	0,189-480	0,090	30,2
Αγωγιμότητα mS/cm	80	1,34	1,0-1,71	0,590	44,0
Διαστάση DN	80	18,5	10,4-35,6	5,040	27,2
Ιμβερτάση IN	80	26,5	17,2-38,7	8,600	21,6
Προλίνη (mg/Kg)	80	491	290-840	167,000	34,1
Ελεύθερη οξύτητα meq/Kg	20	25,7	22,4-29,6	2,300	8,9
Λακτόνη meq/Kg	20	5,6	5,11-6,10	0,600	10,7
Συνολική οξύτητα meq/Kg	20	31,3	28,6-34,1	3,500	11,1
HD.E/P	65	0,72	0,12-1,45	1,210	172,0
Κάλιο (mg/Kg)	20	3,93	3,05-4,45	0,450	11,4
Νάτριο (mg/Kg)	20	0,28	0,15-0,45	0,070	25,0
Ασβέστιο (mg/Kg)	20	3,8	2,0-7,2	1,500	39,4
Μαγνήσιο (mg/Kg)	20	3,9	1,6-6,4	1,500	38,4
Μαγγάνιο (mg/Kg)	20	0,390	0,004-0,177	0,050	12,8
Ψευδάργυρος (mg/Kg)	20	0,006	0,000-0,008	0,002	33,3
Σίδηρος (mg/Kg)	20	0,032	0,000-0,127	0,045	140,0
Χαλκός (mg/Kg)	20	0,003	0,000-0,005	0,001	33,3

Πιν. 4.2. Χημικά Χαρακτηριστικά μέλι ελάτης

Πηγή: Θρασυβούλου και συνεργάτες., 2002

Επίσης, παρατηρείται χαμηλή περιεκτικότητα σε ανάγοντα σάκχαρα, δηλαδή χαμηλή φυσική περιεκτικότητα σε δεξτρόζη και φρουκτόζη. Η ιδιαιτερότητα αυτή αναφέρθηκε πρώτα από τον Κωδούνη (1962), ο οποίος βρήκε σε αντιπροσωπευτικό δείγμα μελιού ελάτης ανάγοντα σάκχαρα 58,78%. Από αναλύσεις που έγιναν στο Α.Π.Θ. και το Γερμανικό Ινστιτούτο της Βρέμης, διαπιστώθηκε ότι το 83% των 71 δειγμάτων του μελιού ελάτης που εξετάστηκαν, είχαν ανάγοντα σάκχαρα κάτω από 60%. Επίσης, η ομάδα εργασίας για το μέλι του Υπουργείου Γεωργίας, στην έκθεσή της αναφέρει ανάγοντα σάκχαρα σε 16 δείγματα πευκόμελου και μελιού ελάτης από 51,53% έως 69,89% και μέσο όρο 58,7%. Με τη νέα οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2001/110 ΕΚ) τα ανάγοντα σάκχαρα καταργούνται ως ποιοτικό κριτήριο και αντί αυτού χρησιμοποιείται το άθροισμα γλυκόζης και φρουκτόζης (>45%). Στο νέο αυτό κριτήριο, τα μέλια ελάτης επίσης δεν ανταποκρίνονται (Πιν. 3.2.1).

4.4. Μέλι καστανιάς

Μέλι μελιτώματος, θεωρείται ένα από τα καλύτερα μελισσοκομικά φυτά και είναι αρκετά διαδεδομένα στα βουνά της Ελλάδας. Παράγεται από το νέκταρ και τις μελιτώδεις εκκρίσεις της Καστανιάς (*Castanea sativa*), που είναι αξιόλογο μελισσοκομικό φυτό και αρκετά διαδεδομένο στην ορεινή ζώνη της χώρας μας. Στη Μακεδονία το μέλι καστανιάς συλλέγεται κυρίως στην χερσόνησο του Άθω (Άγιο Όρος). Έχει έντονη και πικρή γεύση λόγω της μεγάλης παρουσίας γύρης. Το χρώμα του κυμαίνεται από ανοιχτό καφέ έως σκούρο καφέ πλησιάζοντας το μαύρο, ανάλογα από το [πού](#) προέρχεται. Πλούσιο σε ιχνοστοιχεία, έχει θεραπευτικές ιδιότητες και η υψηλής ποιότητας γύρη που περιέχει το καθιστά ένα από τα πιο θρεπτικά μέλια. Οι μελιτώδεις εκκρίσεις παράγονται από την αφίδα *Myzocallis castanicola* που εγκαθίσταται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων, αλλά και πάνω στα εχινόμορφα κύπελλα που περιβάλλουν τους καρπούς.

4.4.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού καστανιάς

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.3 που παρατίθεται η χημική σύνθεση του ελληνικού μελιού καστανιάς, οι τιμές τέφρας, pH, αναγόντων σακχάρων και αγωγιμότητας, είναι οι χαρακτηριστικές μελιού μελιτώματος, το καστανόμελο όμως, κατατάσσεται στα ανθόμελα. Το ελληνικό μέλι καστανιάς δεν διαφέρει από το αντίστοιχο μέλι της ίδιας βοτανικής προέλευσης που παράγεται σε άλλες χώρες (Accorti et al. 1986; Persano Oddo 1995). Όλα χαρακτηρίζονται από υψηλές τιμές pH, αγωγιμότητας, τέφρας και υψηλές συγκεντρώσεις ενζύμων.

ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΕΛΑΧ.-ΜΕΓ. ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	ΣΥΝΤΕΛ. ΠΑΡΑΛ. %
Υγρασία %	25	16,4	14,8-17,6	0,710	4,3
Τέφρα %	25	0,8	0,6-1,2	0,150	18,7
pH	25	4,9	4,4-5,4	0,190	3,8
HMF ppm	25	3,5	1,68-8,25	1,760	50,2
Γλυκόζη %	25	29,5	23,5-33,3	2,300	7,7
Φρουκτόζη %	25	37,6	33,0-44,8	3,200	8,5
Γλυκόζη+Φρουκτόζη %	25	67,1	56,5-78,1	5,800	8,6
Ανάγοντα σάκχαρα	25	64,1	57,8-75,6	4,900	7,6
Σουκρόζη %	25	1,5	1,1-1,9	0,250	50,0
Χρώμα 560nm	25	0,52	0,31-0,68	0,089	17,1
Αγωγιμότητα mS/cm	25	1,53	1,11-2,06	0,320	21,1
Διαστάση DN	25	32,5	16,5-51,0	8,900	27,3
Ιμπερτάση IN	25	20,4	16,4-34,3	4,000	16,6
Προλίνη (mg/Kg)	25	554	432-734	139,000	25,0
Ελεύθερη οξύτητα (meq/Kg)	25	13,4	9,5-27,5	3,000	22,3
Συνολική οξύτητα (meq/Kg)	25	17,3	12,1-21,3	4,000	23,1
Γυρεόκοκκοι %	25	90,4	85,0-95,0	3,300	3,6
Κάλιο (mg/Kg)	15	3,09	2,0-3,7	0,630	20,5
Νάτριο (mg/Kg)	15	0,260	0,15-0,35	0,050	19,9
Ασβέστιο (mg/Kg)	15	5,300	3,2-7,2	1,300	24,6
Μαγνήσιο (mg/Kg)	15	4,100	2,4-6,4	1,300	32,9
Μαγγάνιο (mg/Kg)	15	0,005	0,001-0,010	0,003	67,9
Σίδηρος (mg/Kg)	15	0,010	0,005-0,017	0,004	37,8

Πιν. 4.3. Χημικά Χαρακτηριστικά μέλι καστανιάς

Πηγή: Θρασυβούλου και συνεργάτες., 2002

Το μέλι καστανιάς έχει μικρότερη περιεκτικότητα σε ζύμες και ανθίσταται περισσότερο στη ζύμωση από άλλα μέλια. Ως προς το χρώμα ποικίλει ανάλογα με τον τόπο προέλευσης από ανοικτό μέχρι σκούρο καφέ, ακόμα και μαύρο όταν πρόκειται για μελίτωμα. Η γεύση του είναι δυνατή, έντονη, πικρή και με διάρκεια και συνοδεύει την δυνατή εντύπωση που προκαλεί το άρωμά του. Η γεύση και το άρωμα του μελιού καστανιάς είναι τόσο δυνατά και χαρακτηριστικά, που μια μικρή αναλογία του υπερκαλύπτει τη γεύση άλλων μελιών. Σύμφωνα με τον Caillas (1971), το μέλι καστανιάς επιταχύνει την κυκλοφορία του αίματος και δρα ως στυπτικό σε μερικές περιπτώσεις δυσεντερίας. Στη νέα οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης το μέλι καστανιάς αναφέρεται ως ανθόμελο με χαρακτηριστικά μελιτώματος (κατ' εξαίρεση). Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να αναγράφεται στην ετικέτα συσκευασίας του η βοτανική του προέλευση, είτε αυτό διατίθεται αμιγές, είτε σε ανάμιξη. Λόγω αυτής της ιδιαιτερότητας θα πρέπει να έχει αγωγιμότητα μεγαλύτερη από $1,1 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$.

4.5. Μέλι θυμαριού

Περίπου το 10% της συνολικής ελληνικής παραγωγής μελιού. Η ανάμιξή του με άλλα είδη μελιού (ακόμα και σε μικρές ποσότητες) καθορίζει την επίδραση του αρώματός τους.

Οι καλύτερες περιοχές για την παραγωγή θυμαρίσιου μελιού θεωρούνται τα ελληνικά νησιά, ιδιαίτερα η Κρήτη και τα Κύθηρα αλλά και σε περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας που φυτρώνουν διάφορα είδη θυμαριού. Παρά την ευχάριστη γεύση του πολλές φορές μπορεί να αφήσει μια αίσθηση καψίματος λόγω της υψηλής συγκέντρωσης φρουκτόζης. Το χρώμα του είναι συνήθως ανοιχτό κεχριμπαρένιο. Θεωρείται ότι έχει θρεπτικές και αντισηπτικές ιδιότητες.

Το θυμαρίσιο μέλι στην Ελλάδα αποτελεί το 10% του συνόλου του παραγόμενου μελιού και είναι πρώτο στην κατάταξη ποιότητας (<http://www.kythira.gr>).

4.5.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά θυμαρίσιου μελιού

Τα χημικά χαρακτηριστικά του θυμαρίσιου μελιού, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 4.4, ανταποκρίνονται στις νομοθετημένες αγορανομικές διατάξεις του Προεδρικού Διατάγματος 498, όχι όμως και της Οδηγίας 110/2001 ΕΚ όσον αφορά το άθροισμα φρουκτόζης+γλυκόζης. Σε ακραίες περιπτώσεις το θυμαρίσιο μέλι πιθανό να έχει άθροισμα των δύο αυτών σακχάρων μικρότερο από το όριο του 60%. Χαρακτηριστικοί παράμετροι για το θυμαρίσιο μέλι είναι τα υψηλά ποσοστά των ενζύμων. Το θυμαρίσιο μέλι έχει χαρακτηριστικό ανοιχτό χρώμα και ανάλογα με τον αμιγή του χαρακτήρα κρυσταλλώνει σε 6 έως 18 μήνες. Σύμφωνα με τη νομοθεσία, η αγωγιμότητά του δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 0,6 mS.cm⁻¹.

ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΕΛΑΧ.-ΜΕΓ. ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	ΣΥΝΤΕΛ. ΠΑΡΑΛ. %
Υγρασία %	63	16,3	14,7-20,3	0,780	4,7
Τέφρα %	62	0,2	0,1-0,6	0,120	60,0
pH	63	3,5	3,1-4,1	0,140	4,0
HMF ppm	60	5,6	0,2-15,1	2,500	44,6
Γλυκόζη %	40	26,9	24,4-35,2	5,370	19,9
Φρουκτόζη %	40	37,4	30,2-44,5	1,100	2,9
Γλυκόζη+Φρουκτόζη %	40	64,3	54,6-79,7	6,370	9,9
Ανάγοντα σάκχαρα	50	72,6	65,3-80,6	7,900	10,8
Σουκρόζη %	40	0,5	0,3-1,85	0,050	8,3
Αγωγιμότητα mS/cm	69	0,39	0,22-0,60	0,090	23,3
Διαστάση DN	60	30,2	15,1-48,2	8,600	28,4
Ιμβερτάση IN	25	24,1	16,5-34,4	9,010	25,7
Προλίνη (mg/Kg)	45	790	596-1205	232	29,3
Ελεύθερη οξύτητα (meq/Kg)	40	22,5	19,5-42,3	4,500	20,0
Συνολική οξύτητα (meq/Kg)	40	28,5	20,1-42,1	4,200	14,7
Γυρεόκοκκοι %	60	25,6	15,5-85,1	16,800	65,6
Κάλιο (mg/Kg)	40	1,150	0,7-2,35	0,430	37,7
Νάτριο (mg/Kg)	40	0,19	0,05-0,85	0,170	88,3
Ασβέστιο (mg/Kg)	40	4,8	2,8-7,6	1,300	27,1
Μαγνήσιο (mg/Kg)	40	1,6	0,4-8,4	1,800	110,4
Μαγγάνιο (mg/Kg)	40	0,050	0,08-0,081	0,050	58,7
Ψευδάργυρος (mg/Kg)	40	0,007	0,00-0,012	0,003	48,7
Σίδηρος (mg/Kg)	40	0,110	0,00-0,138	0,060	56,7
Χαλκός (mg/Kg)	40	0,050	0,002-0,123	0,070	138,7

Πιν. 4.4. Χημικά Χαρακτηριστικά Θυμαρίσιου μελιού

Πηγή: Θρασυβούλου και συνεργάτες., 2002

Συνοδευτικοί γυρεόκοκκοι στα Ελληνικά θυμαρίσια μέλια είναι *Castanea*, *Cistus*, *Citrus*, *Compositae*, *Brassicaceae*, *Erica spp.*, *Prunus/Pyrus*, *Robinia*, *Taraxacum*, *Trifolium* και *Vicia* σε διάφορα ποσοστά.

4.6. Μέλι ερείκης

Στην Ελλάδα υπάρχουν τέσσερα φυτά της οικογένειας των Ερεικωδών, από την νεκταροέκκριση των οποίων παράγονται αντίστοιχοι τύποι μελιών Τα δέντρα ερείκης (η φθινοπωρινή ερείκη ή σουσούρα, η ανοιξιάτικη ερείκη, η κουμαριά και το ροδόδεντρο). Η σουσούρα βοηθά την ανάπτυξη της μέλισσας εξαιτίας των άφθονων ανθών της. Παράγει μυρωδάτο μέλι με σκούρο χρώμα που περιέχει και άφθονη γύρη. Η γεύση είναι έντονη, με μια νότα πικραλίδας. Περιέχει πυρίτιο, βόριο και βάριο.

4.6.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού ερείκης

α) Μέλι της φθινοπωρινής ερείκης (σουσούρας)

Από τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά (Πίν. 4.5) που ξεχωρίζουν είναι οι τιμές υγρασίας που είναι συγκριτικά με άλλες κατηγορίες μελιού υψηλές. Μάλιστα σε ορισμένες περιπτώσεις υπερβαίνουν το όριο των αγορανομικών διατάξεων (20%). Η υπέρβαση αυτή γίνεται δεκτή από τις αγορανομικές διατάξεις ως ιδιομορφία κατ' εξαίρεση για το ερεικόμελο. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι επίσης σχετικά υψηλή και βρίσκεται ανάμεσα στις τιμές των ανθόμελων και των δασόμελων, γεγονός που επιτρέπει τη διάκριση του ερεικόμελου από τα άλλα ανθόμελα. Το χρώμα του φθινοπωρινού ερεικόμελου είναι κοκκινωπό, η γεύση και το άρωμά του χαρακτηριστική. Λόγω της φυσικής περιεκτικότητάς του σε γλυκόζη, κρυσταλλώνει πολύ γρήγορα (1-3 μήνες), γι' αυτό και δεν προσφέρεται για ανάμιξη με άλλα μέλια και δημιουργία εμπορικών τύπων (χαρμάνια). Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή γιατί ξινίζει πιο εύκολα από τα άλλα είδη μελιών λόγω της υψηλής του υγρασίας και της μεγάλης του περιεκτικότητας σε σακχαρομόκητες.

β) Ανοιξιάτικο μέλι ερείκης

Το ανοιξιάτικο ρεικίσιο μέλι, σε σχέση με το φθινοπωρινό, είναι ανοιχτόχρωμο, έχει διαφορετική γεύση και χαρακτηρίζεται από υψηλότερη συγκέντρωση γλυκόζης, που σε πολλές περιπτώσεις κυμαίνεται υψηλότερα από την συγκέντρωση της φρουκτόζης.

γ) Μέλι κουμαριάς

Η κουμαριά είναι ένας θάμνος που βρίσκεται σχεδόν σε όλη τη χώρα. Η ανθοφορία του θάμνου παρατηρείται από τον Οκτώβριο μέχρι τις αρχές του Δεκέμβρη. Στο δέντρο της κουμαριάς έχει απομονωθεί η κουμαρίνη, η οποία είναι το πιο διαδεδομένο αντισηπτικό. Το μέλι κουμαριάς έχει υψηλά ποσοστά υγρασίας και μεγάλη περιεκτικότητα σε ζύμες, γι' αυτό το λόγο πολλές φορές ξινίζει εύκολα. Έχει έντονο άρωμα αλλά πικρή γεύση και το χρώμα του είναι πολύ σκούρο, σχεδόν μαύρο. Μερικές από τις ιδιότητές του είναι να καθαρίζει το αίμα και να ρυθμίζει τα επίπεδα της χοληστερόλης εξαιτίας της ουσίας αρβουτίνη που περιέχει. Επιπλέον τονώνει το ανοσοποιητικό σύστημα, χαρίζει μακροζωία και θεωρείται μέλι που ενδείκνυται για τους διαβητικούς. Περιέχει και φυσικές αντιβιοτικές ουσίες σε μεγαλύτερο ποσοστό από τα υπόλοιπα μέλια με αποτέλεσμα να αποτελεί ασπίδα για τον οργανισμό για διάφορες ασθένειες. Το μέλι αυτό επίσης περιέχει τον πολυσακχαρίτη τυρανόζη, ο οποίος όπως αποδείχτηκε πειραματικά αυξάνει την ζωή των κυττάρων και το ένζυμο διασάση ή αμυλάση,

το οποίο διασπά το άμυλο. Στην Ελλάδα παράγεται σχεδόν κάθε χρόνο στην Πελοπόννησο, στη Χαλκιδική και σε άλλα μέρη. (Θρασυβούλου και Μανίκης., 1990).

δ) Μέλι ροδόδεντρου

Είναι, από την Κύρου Ανάβαση του Ξενοφόντα, γνωστή η ιστορία των «μυρίων» που δηλητηριάστηκαν από μέλι το οποίο, όπως αποδείχθηκε, προερχόταν από ένα είδος Ροδόδεντρου. Υπάρχουν περίπου 400 είδη Ροδόδεντρου. Στην Ελλάδα συναντώνται κυρίως η Αζαλέα, η Κάλμια και η Ασκληπιάς. Το μέλι που προέρχεται από τα φυτά αυτά, πριν ωριμάσει περιέχει την ουσία ανδρομεδοτοξίνη, η οποία είναι τοξική τόσο για τις μέλισσες όσο και για τον άνθρωπο. (Olszowy, 1977). Όταν το μέλι ωριμάσει πλήρως, η τοξικότητα της ουσίας αυτής εξαφανίζεται. Πιστεύεται ότι η δηλητηρίαση των «μυρίων» οφείλεται στην κατανάλωση ανώριμου μελιού ροδόδενδρου, που άρθηκε από κηρήθρες πριν σφραγιστούν (Olszowy, 1977). Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, οι περιπτώσεις δηλητηρίασης από μέλι ροδόδενδρου είναι τόσο σπάνιες που θα μπορούσε κανείς να τις κατατάξει μάλλον σε αλλεργική αντίδραση του ανθρώπινου οργανισμού (Olszowy, 1977 Krochmal, 1994).

ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΕΛΑΧ.-ΜΕΓ. ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	ΣΥΝΤΕΛ. ΠΑΡΑΛ. %
Υγρασία %	35	18,8	16,0-23,0	2,190	11,60
Τέφρα %	35	0,4	0,3-0,6	0,110	27,50
pH	35	4,2	3,3-4,62	0,270	6,40
HMF ppm	35	4,3	0,0-11,9	3,200	7,40
Γλυκόζη %	35	31,2	29,4-38,8	1,500	4,80
Φρουκτόζη %	35	36,8	34,8-43,4	2,500	6,70
Γλυκόζη+Φρουκτόζη %	35	68,0	64,2-82,2	4,100	6,00
Ανάγοντα σάκχαρα	35	74,3	69,8-81,7	8,300	11,10
Σουκρόζη %	35	0,25	0,20-0,50	0,040	16,00
Χρώμα 560nm	35	0,524	0,396-0,644	0,114	26,80
Αγωγιμότητα mS/cm	35	0,67	0,56-0,89	0,160	23,80
Διασάση DN	35	27,6	15,9-32,1	5,300	19,20
Ιμβερτάση IN	20	19,6	12,7-39,6	4,700	29,20
Προλίνη (mg/Kg)	35	536	329-931	332	61,2
Συνολική οξύτητα (meq/Kg)	20	31,6	31,8-43,6	2,500	7,90
Ποσοστό γυρεοκόκκων %	35	63,3	45,0-90,0	15,600	24,60
Κάλιο (mg/Kg)	20	2,38	2,15-2,55	0,130	5,69
Νάτριο (mg/Kg)	20	0,1	0,1-0,1	0,000	0,00
Ασβέστιο (mg/Kg)	20	5,1	4,0-6,0	0,700	13,40
Μαγνήσιο (mg/Kg)	20	2,8	1,6-5,2	1,300	46,90
Μαγγάνιο (mg/Kg)	20	0,030	0,00-0,042	0,020	60,70

Πιν. 4.5. Χημικά Χαρακτηριστικά μέλι ερείκης

Πηγή: Θρασυβούλου και συνεργάτες., 2002

4.7. Μέλι βαμβακιού

Το μέλι βαμβακιού είναι μία από τις αμιγείς κατηγορίες μελιού που παράγει η Ελλάδα σε μεγάλες ποσότητες. Τα τελευταία χρόνια η παραγωγή του περιορίστηκε σημαντικά λόγω των μεγάλων απωλειών μελισσών που προκαλούνται στα μελίσσια από τα φυτοφάρμακα, καθώς και από τις μικρές αποδόσεις νέктar των νέων καλλιεργούμενων αυτογονιών ποικιλιών βαμβακιού.

Το μέλι του βαμβακιού είναι ανοιχτόχρωμο και μπορεί εκτός από ανθόμελο να είναι και μέλι μελιτώματος. Είναι από τα μέλια με την υψηλότερη βακτηριοκτόνο δράση καθώς είναι το πιο άφθονο σε υπεροξειδίο του υδρογόνου. Είναι επίσης κατάλληλο για ανάμειξη με βασιλικό πολτό για κρέμες ομορφιάς και καλλυντικά.

4.71 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά βαμβακόμελου

Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του βαμβακόμελου είναι σε γενικές γραμμές τα τυπικά χαρακτηριστικά των ανθόμελων (Πίν. 3.7.1). Στο μέλι βαμβακιού που προέρχεται από μελιτώματα, το χρώμα είναι ανοιχτόχρωμο και όταν κρυσταλλώνει γίνεται σχεδόν άχρωμο, σε αντίθεση με τα τυπικά μέλια μελιτωμάτων που είναι σκοτεινόχρωμα. Διακρίνεται από το ανθόμελο από την υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα που παρουσιάζει και τη φτωχή περιεκτικότητά του σε γυρεόκοκκους βαμβακιού, που μόλις φτάνουν το 2%-7%. Το μέλι από μελιτώματα βαμβακιού μερικές φορές δεν έχει ιδιαίτερα καλή γεύση. Το βαμβακόμελο που προέρχεται από το άνθος είναι επίσης ανοιχτόχρωμο και όταν κρυσταλλώσει γίνεται γαλακτόχρωμο. Η γεύση του είναι χαρακτηριστική βουτυρώδης. Σύμφωνα με την ξένη βιβλιογραφία, σε ξηρικά αμμώδη εδάφη, το μέλι από βαμβάκι γίνεται σκοτεινόχρωμο και αποκτά έντονο άρωμα. Τέτοιο μέλι δεν παρατηρήθηκε ακόμα στα δείγματα που συγκεντρώνονται στην Ελλάδα. Το βαμβακόμελο έχει την υψηλότερη βακτηριοκτόνο δράση από όλα τα άλλα μέλια, αφού είναι το πλουσιότερο σε υπεροξειδίο του υδρογόνου και προσφέρεται για αναμίξεις με βασιλικό πολτό, καλλυντικά, είδη υγιεινής διατροφής κ.α., με την προϋπόθεση να μην έχει ζεσταθεί.

ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΕΛΑΧ.-ΜΕΓ. ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	ΣΥΝΤΕΛ. ΠΑΡΑΛ. %
Υγρασία %	40	17,9	16,8-19,8	0,93	5,10
Τέφρα %	40	0,2	0,1-0,5	0,05	25,00
pH	40	3,9	4,7-4,3	0,16	4,10
HMF ppm	40	5,8	2,4-9,2	1,67	28,70
Γλυκόζη %	40	33,4	30,5-38,9	3,81	11,40
Φρουκτόζη %	40	34,7	32,6-41,8	4,59	13,20
Γλυκόζη+Φρουκτόζη %	40	68,1	63,1-80,7	8,40	12,30
Σουκρόζη %	40	0,43	0,2-1,64	0,08	18,60
Αγωγιμότητα mS/cm	40	0,6	0,45-0,76	0,98	66,60
Διαστάση DN	40	17,6	10,2-27,0	4,18	23,70
Ιμπερτάση IN	40	22,1	12,8-29,2	-	-
Προλίνη (mg/Kg)	40	432	305-650	103	238,40
Γυρεόκοκκοι %	40	13,3	10,2-20,3	4,50	33,80
Κάλιο (mg/Kg)	20	3,37	2,9-3,8	0,30	9,17
Νάτριο (mg/Kg)	20	0,15	0,05-0,20	0,04	32,00
Ασβέστιο (mg/Kg)	20	5,1	2,4-7,2	1,50	29,70
Μαγνήσιο (mg/Kg)	20	6,5	0,8-11,6	4,70	72,70
Μαγγάνιο (mg/Kg)	20	0,002	0,001-0,005	0,54	55,30
Σίδηρος (mg/Kg)	20	0,002	0,00-0,005	0,12	-
Χαλκός (mg/Kg)	20	0,060	0,055-0,071	0,51	-

Πιν. 4.6. Χημικά Χαρακτηριστικά μέλι βαμβακιού

Πηγή: Θρασυβούλου και συνεργάτες., 2002

4.8. Μέλι εσπεριδοειδών

Το μέλι από τα εσπεριδοειδή, μαζί με το μέλι άλλων φρούτων, αποτελεί το 25% της ελληνικής παραγωγής. Το μέλι από άνθη πορτοκαλιάς είναι πολύ αρωματικό και νόστιμο. Το αρνητικό του είναι η μεγάλη ευαισθησία στην κρυστάλλωση μέσα σε διάστημα λίγων μηνών από την παραγωγή του. Πολύ ανοιχτό χρώμα και γίνεται λευκό μετά την κρυστάλλωση. Είναι πλούσιο σε εσπεριδίνη, ένα φλαβονοειδές γλυκοσίδιο που είναι πλούσιο σε αντιοξειδωτική δράση.

4.8.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού πορτοκαλιάς

Χαρακτηριστικό της αμιγούς αυτής κατηγορίας μελιού, είναι η χαμηλή φυσική περιεκτικότητα στο ένζυμο διαστάση. Οι αγορανομικές διατάξεις αναγνωρίζουν την ιδιαιτερότητα αυτή και δέχονται ως όριο διαστάσης για το μέλι εσπεριδοειδών το 3 DU, με τον

όρο όμως η HMF να μην υπερβαίνει το 15 mg/kg. Ο περιορισμός των 15 mg/ kg. της HMF, αδικεί το μέλι πορτοκαλιάς, γιατί με την παλαίωση έστω και την περιορισμένη, εύκολα η HMF μπορεί να ξεπεράσει το όριο και το προϊόν να βρεθεί στην κατηγορία των «βιομηχανικών» μελιών, μολονότι δέχτηκε λιγότερη θερμική επεξεργασία από άλλα κανονικά μέλια. Στον Πίνακα 4.7 δίνονται τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του μελιού από πορτοκάλι. Το άθροισμα γλυκώζης και φρουκτόζης σε ακραίες περιπτώσεις είναι πιθανό να βρίσκεται κάτω από το όριο του 60% που απαιτεί η Οδηγία 110/2001 ΕΚ.

ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΕΛΑΧ.-ΜΕΓ. ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	ΣΥΝΤΕΛ. ΠΑΡΑΛ. %
Υγρασία %	35	16,9	16,0-18,5	0,660	3,90
Τέφρα %	35	0,1	0,1-0,2	0,050	50,00
pH	35	3,4	3,3-3,6	0,050	1,40
HMF ppm	35	5,6	2,5-10,7	2,530	45,10
Γλυκόζη %	35	31,2	24,8-35,7	2,500	8,00
Φρουκτόζη %	35	39,2	32,3-41,2	2,500	6,30
Γλυκόζη+Φρουκτόζη %	35	70,4	57,1-76,9	5,100	7,20
Σουκρόζη %	35	0,43	0,2-1,2	0,020	4,60
Αγωγιμότητα mS/cm	35	0,19	0,15-0,31	0,080	42,10
Διαστάση DN	35	11,7	8,6-22,5	3,780	32,30
Ιμβερτάση IN	20	13,2	8,7-33,1	8,820	38,00
Προλίνη (mg/Kg)	35	526	264-734	134,000	25,40
Ελεύθερη οξύτητα (meq/Kg)	35	19,5	14,4-25,2	3,200	16,40
Συνολική οξύτητα (meq/Kg)	35	22,3	12,1-34,5	6,100	27,30
Ποσοστά γυρεοκόκκων %	35	9,6	7,6-14,1	1,800	18,70
Κάλιο (mg/Kg)	20	0,52	0,32-0,75	0,100	18,50
Νάτριο (mg/Kg)	20	0,06	0,05-0,10	0,030	51,20
Ασβέστιο (mg/Kg)	20	4,0	2,0-7,2	1,500	36,50
Μαγνήσιο (mg/Kg)	20	1,9	0,4-3,6	0,900	45,00
Μαγγάνιο (mg/Kg)	20	0,0016	0,001-0,010	0,032	20,50
Ψευδάργυρος (mg/Kg)	20	0,0210	0,00-0,014	0,021	102,90
Σίδηρος (mg/Kg)	20	0,0040	0,001-0,015	0,004	109,10
Χαλκός (mg/Kg)	20	0,0120	0,00-0,041	0,014	122,90

Πιν. 4.7. Χημικά Χαρακτηριστικά μέλι εσπεριδοειδών

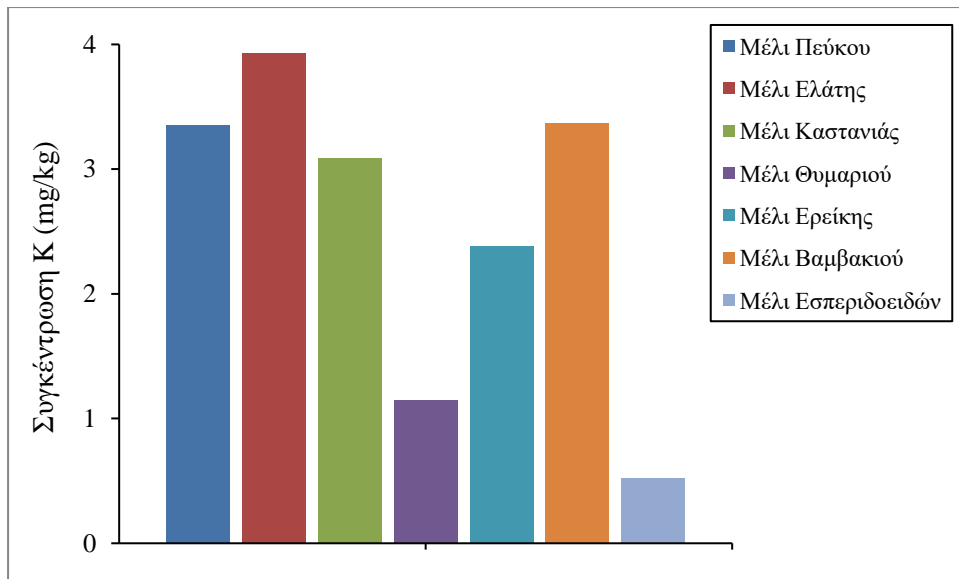
Πηγή: Θρασυβούλου και συνεργάτες., 2002

	πεύκο	έλατο	καστανιά	θυμάρι	ερείκη	ηλιανθος	βαμβάκι	εσπεριδοειδή
Υγρασία %	16,7	15,7	16,4	16,3	18,8	17,9	17,9	16,9
Τέφρα %	0,6	0,9	0,8	0,2	0,4	0,2	0,2	0,1
pH	4,5	4,8	4,9	3,5	4,2	3,6	3,9	3,4
HMF ppm	2,4	3,6	3,5	5,6	4,3	4,7	5,8	5,6
Γλυκόζη %	24,7	24,0	29,5	26,9	31,2	35,4	33,4	31,2
Φρουκτόζη %	30,4	32,1	37,6	37,4	36,8	39,7	34,7	39,2
Γλυκόζη+Φρουκτόζη %	55,1	56,1	67,1	64,3	68,0	75,1	68,1	70,4
Σουκρόζη %	0,90	1,20	1,50	0,50	0,25	0,50	0,43	0,43
Αγωγιμότητα mS/cm	1,23	1,34	1,53	0,39	0,67	0,42	0,60	0,19
Διαστάση DN	28,4	18,5	32,5	30,2	27,6	20,4	17,6	11,7
Ιμβερτάση IN	25,3	26,5	20,4	24,1	19,6	27,3	22,1	13,2
Προλίνη (mg/Kg)	525	491	554	790	536	665	432	526
Ελεύθερη οξύτητα (meq/Kg)	20,7	25,7	13,4	22,5		21,4		19,5
Συνολική οξύτητα (meq/Kg)	28,9	31,3	17,3	28,5	31,6	25,4		22,3
Γυρεόκοκκοι %			90	26	63	41	13	10
Κάλιο (mg/Kg)	3,4	3,9	3,09	1,2	2,4	0,9	3,4	0,5
Νάτριο (mg/Kg)	0,45	0,28	0,26	0,19	0,10	0,05	0,15	0,06
Ασβέστιο (mg/Kg)	5,3	3,8	5,3	4,8	5,1	4,7	5,1	4,0
Μαγνήσιο (mg/Kg)	3,2	3,9	4,1	1,6	2,8	4,3	6,5	1,9
Μαγγάνιο (mg/Kg)	0,005	0,390	0,005	0,050	0,030	0,006	0,002	0,002
Ψευδάργυρος (mg/Kg)	0,007	0,006	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,021
Σίδηρος (mg/Kg)	0,013	0,032	0,010	0,110	0,000	0,022	0,002	0,004
Χαλκός (mg/Kg)	0,020	0,003	0,000	0,050	0,000	0,013	0,060	0,012

Πίν. 4.8 Συγκεντρωτικός πίνακας

Πηγή: Θρασυβούλου και συνεργάτες., 200

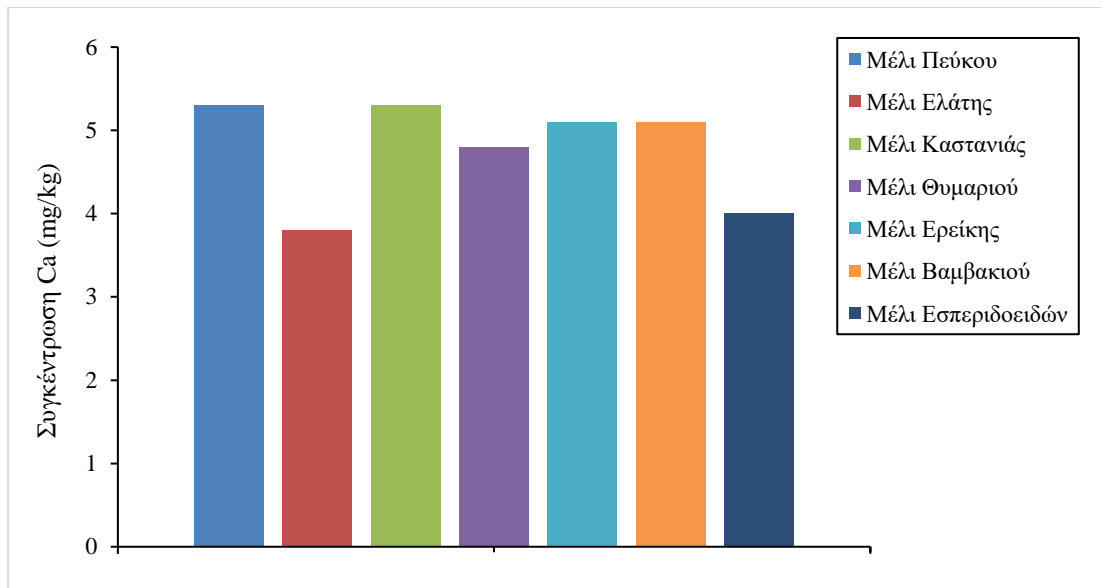
4.9 Συγκέντρωση των μετάλλων με βάση τους συγκεντρωτικούς πίνακες



Διάγραμμα 4.9 Συγκέντρωση Καλίου

Σύμφωνα με το διάγραμμα 4.9 παρατηρείται ότι η υψηλότερη συγκέντρωση Κ παρουσιάζεται στο μέλι ελάτης με συγκέντρωση 3,93 (mg/kg) στα 20 δείγματα .Ενώ η χαμηλότερη συγκέντρωση Κ διακρίνεται στα 20 δείγματα μελιού εσπεριδοειδών με συγκέντρωση 0,5 (mg/kg).

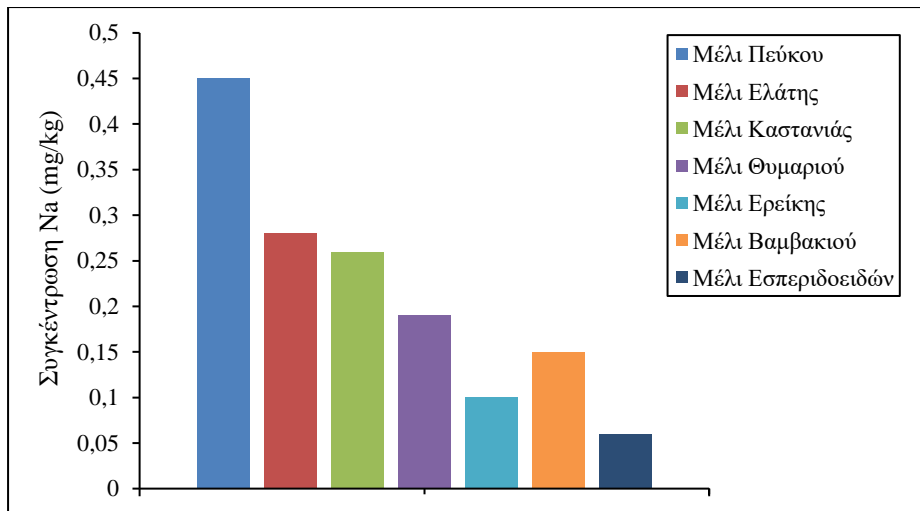
Το Κ είναι ένας σημαντικός ηλεκτρολύτης που είναι απαραίτητος για τη διατήρηση της ισορροπίας των υγρών, τις συσπάσεις των μυών και τη λειτουργία των νεύρων. Οι τιμές του καλίου στο μέλι μπορούν να ποικίλλουν ανάλογα με διάφορους παράγοντες, όπως η περιοχή παραγωγής του μελιού, ο τύπος του μελιού και οι γεωλογικές συνθήκες του εδάφους.



Διάγραμμα 4.10 Συγκέντρωση Ασβεστίου

Με βάση την συγκέντρωση Ca στο διάγραμμα 4.10 διαπιστώνεται πως όλα τα δείγματα μελιών διακρίνονται από υψηλή περιεκτικότητα συγκέντρωσης ασβεστίου με μικρές διαφορές μεταξύ τους. Σε 20 δείγματα μέλι πεύκου και αντίστοιχα σε άλλα 20 δείγματα, από μέλι καστανιάς παρατηρείται η ίδια συγκέντρωση 5,3 Ca (mg/kg). Σε αντίθεση με το μέλι ελάτης που κατέχει την μικρότερη συγκέντρωση με 3,8 Ca (mg/kg).

Το Ca είναι ένα απαραίτητο μέταλλο που είναι σημαντικό για την υγεία των οστών και τη μυϊκή λειτουργία. Σύμφωνα με μια μελέτη που δημοσιεύτηκε στο Journal of Food Science and Technology, η περιεκτικότητα του μελιού σε Ca μπορεί να κυμαίνεται από 5,5 έως 52,6 mg/100 g, ανάλογα με την ανθική προέλευση και τη γεωγραφική θέση του μελιού (Miguel et al., 2017).

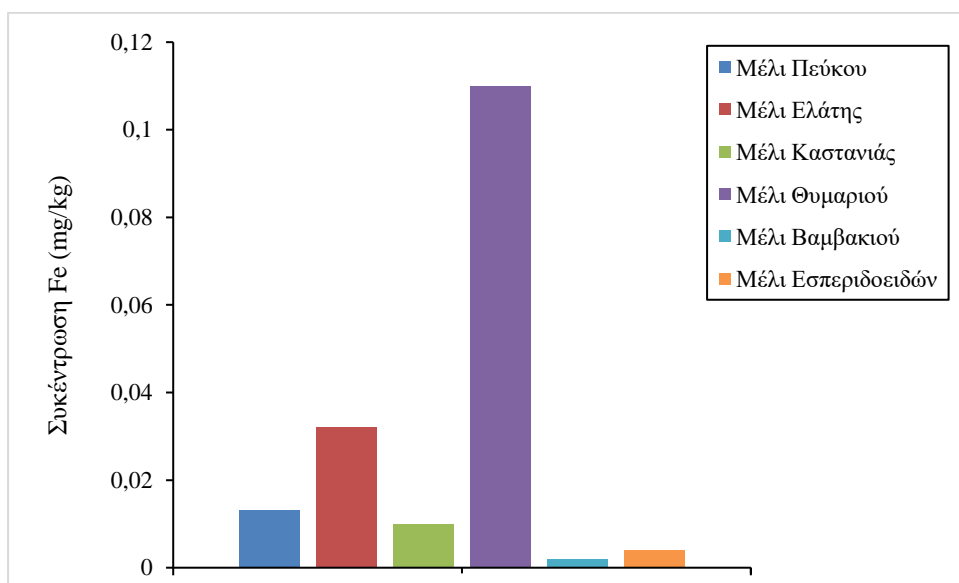


Διάγραμμα 4.11 Συγκέντρωση Νατρίου

Στην συνέχεια στο διάγραμμα 4.11 όπου μελετήσαμε την συγκέντρωση Na στα δείγματα μελιού παρατηρείται πως το μέλι πεύκου με συγκέντρωση 0,45 (mg/kg) στα 20 δείγματα διακρίνεται για την υψηλότερη συγκέντρωση Na ενώ το μέλι εσπεριδοειδών με την μικρότερη συγκέντρωση με 0,06 (mg/kg) στα 20 δείγματα.

Οι τιμές νατρίου στο μέλι μπορούν να ποικίλλουν ανάλογα με πολλούς παράγοντες, όπως η περιοχή παραγωγής του μελιού, ο τύπος του μελιού, οι κλιματικές συνθήκες, οι γεωλογικές συνθήκες του εδάφους και οι πρακτικές των μελισσοκόμων. Ο μέσος όρος των τιμών του νατρίου στο μέλι κυμαίνεται συνήθως από μερικά μέχρι περίπου 40 mg/kg (ppm). Ωστόσο, αυτές οι τιμές μπορούν να διαφέρουν ανάμεσα σε διάφορες αγορές, οικίες και περιοχές παραγωγής.

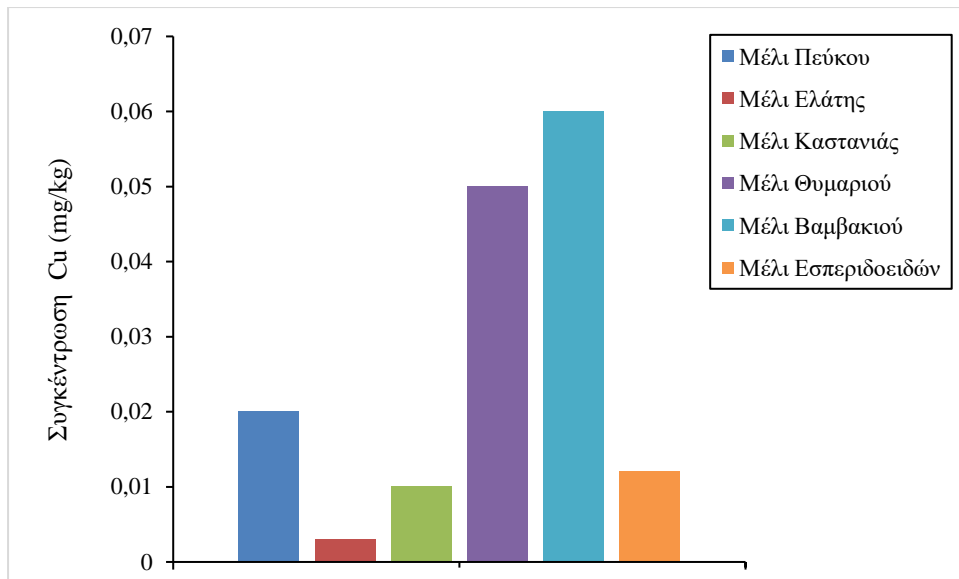
Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι τιμές νατρίου στο μέλι είναι συνήθως σε πολύ χαμηλά επίπεδα και δεν προκαλούν ανησυχία για την υγεία. Το μέλι θεωρείται γενικά ασφαλές για κατανάλωση, αλλά πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι οδηγίες και οι περιορισμοί που ισχύουν για τη μέγιστη επιτρεπτή περιεκτικότητα των μετάλλων στα τρόφιμα. Το Na είναι ένας σημαντικός ηλεκτρολύτης που είναι απαραίτητος για τη διατήρηση της ισορροπίας των υγρών, των μυϊκών συσπάσεων και της λειτουργίας των νεύρων. (Bogdanov et al., 2008).



Διάγραμμα 4.12 Συγκέντρωση Σιδήρου

Με βάση το διάγραμμα 4.12 που πραγματοποιήθηκε, σχεδόν όλα τα δείγματα διακρίνονται από χαμηλή περιεκτικότητα συγκέντρωσης Fe, εκτός από το μέλι θυμαριού που του προσδίδεται 0,11 (mg/kg) στα 40 δείγματα.

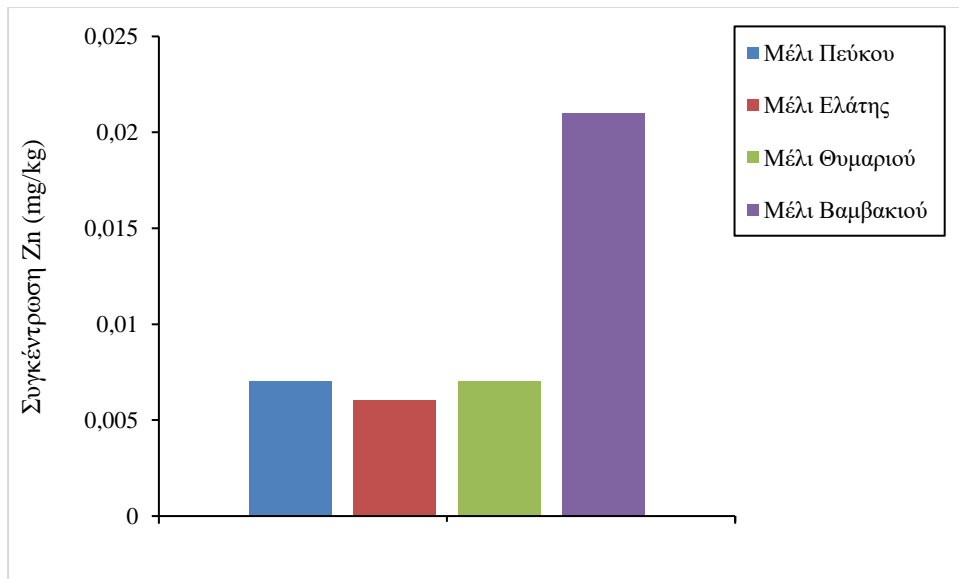
Ο Fe είναι ένα απαραίτητο μέταλλο που είναι σημαντικό για την παραγωγή ερυθρών αιμοσφαιρίων και τη μεταφορά οξυγόνου. Η περιεκτικότητα σε Fe του μελιού μπορεί να κυμαίνεται από 0,03 έως 1,42 mg/100 g, ανάλογα με την ανθική προέλευση και τη γεωγραφική θέση του μελιού, σύμφωνα με μια μελέτη που δημοσιεύτηκε στο Journal of Agricultural and Food Chemistry (Bogdanov et al., 2008).



Διάγραμμα 4.13 Συγκέντρωση Χαλκού

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα του διαγράμματος 4.13 της συγκέντρωσης Cu, παρατηρείται ότι στην χαμηλότερη κατάταξη συγκέντρωσης Cu με συγκέντρωση 0,003 (mg/kg) βρίσκεται το μέλι ελάτης. Επίσης διαπιστώνεται η υψηλή συγκέντρωση Cu στο μέλι πεύκου με 0,02 (mg/kg) με 20 δείγματα μελιού.

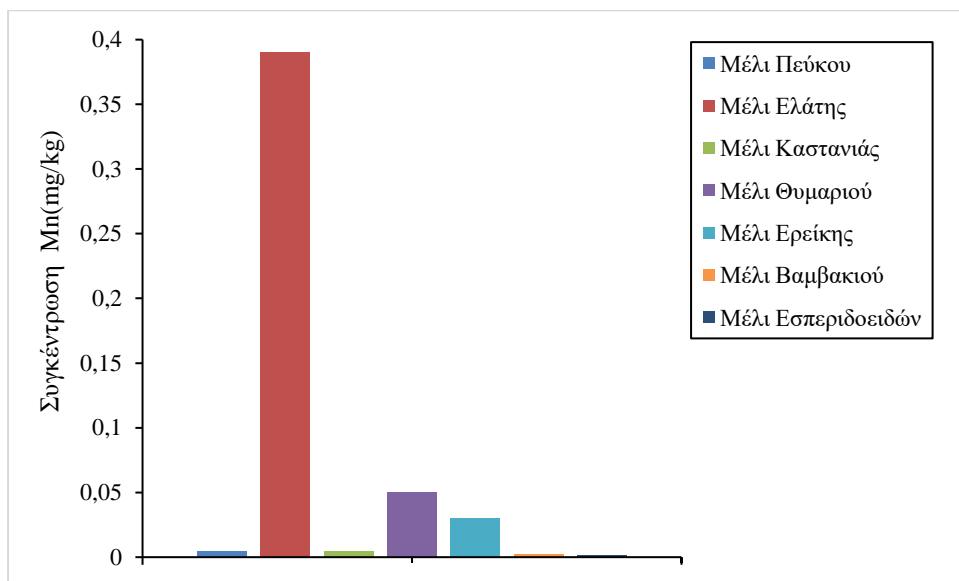
Ο Cu είναι ένα απαραίτητο μέταλλο που είναι σημαντικό για την παραγωγή ερυθρών αιμοσφαιρίων, τη λειτουργία των νεύρων και τη λειτουργία του ανοσοποιητικού. Η περιεκτικότητα σε χαλκό του μελιού είναι γενικά χαμηλή και κυμαίνεται από 0,02 έως 0,42 mg/100 g, σύμφωνα με μια μελέτη που δημοσιεύτηκε στο Journal of Food Science and Technology (Miguel et al., 2017).



Διάγραμμα 4.14 Συγκέντρωση Ψευδάργυρου

Από το διάγραμμα 4.14 είναι εμφανές ότι η συγκέντρωση Zn βρέθηκε μόνο σε τέσσερις ποικιλίες δειγμάτων μελιών .Την πιο αυξημένη συγκέντρωση Zn την έχει το μέλι βαμβακιού με 0,021 (mg/kg) στα 20 δείγματα .Με ίδια συγκέντρωση Zn το μέλι πεύκου και το μέλι θυμαριού και με 0,006 (mg/kg) με 20 δείγματα.

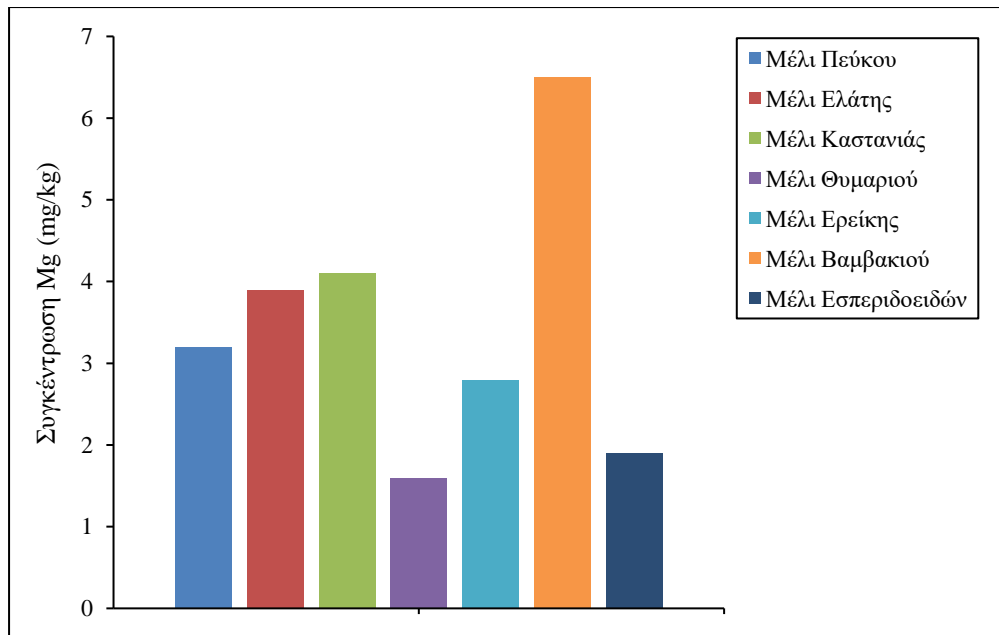
Η συγκέντρωση ψευδαργύρου στο μέλι μπορεί να προέρχεται από διάφορες πηγές, όπως η περιβαλλοντική ρύπανση, οι ατμοσφαιρικές εκπομπές, οι γεωχημικές διεργασίες και οι ανθρώπινες δραστηριότητες. Οι πηγές ψευδαργύρου μπορεί να περιλαμβάνουν τη χρήση παλαιών μολυβδούχων βαφών, οχημάτων με μολυβδούχα καύσιμα, βιομηχανικές εκπομπές, καθώς και από τη χρήση μολυβδούχων γεωργικών φυτοφαρμάκων σε κοντινές γεωργικές εκτάσεις. Οι τιμές συγκέντρωσης ψευδαργύρου στο μέλι μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με την περιοχή παραγωγής, την περιβαλλοντική κατάσταση και τις ανθρώπινες δραστηριότητες σε αυτήν την περιοχή. Σε πολλές χώρες, υπάρχουν κανονισμοί και περιορισμοί σχετικά με τη μέγιστη επιτρεπτή περιεκτικότητα μολύβδου στο μέλι, προκειμένου να διασφαλιστεί η ασφάλεια του καταναλωτή. (Bogdanov, S. (2017).



Διάγραμμα 4.15 Συγκέντρωση Μαγγανίου

Σύμφωνα με το διάγραμμα 4.15 παρατηρείται ότι το μέλι ελάτης βρίσκεται σε αυξανούσα θέση με την υψηλότερη περιεκτικότητα συγκέντρωσης Mn με 0,39 (mg/kg) με 20 δείγματα μελιού. Ακολουθούν κατά φθίνουσα σειρά το μέλι ερείκης και θυμαριού. Τέλος με ελάχιστη συγκέντρωση Mn από >0,005(mg/kg) τα δείγματα πεύκου, καστανιάς, βαμβακιού και εσπεριδοειδών.

Το Mn είναι ένα απαραίτητο μέταλλο που είναι σημαντικό για την υγεία των οστών, την παραγωγή ενέργειας και την αντιοξειδωτική λειτουργία. Η συγκέντρωση του μαγγανίου στο μέλι μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την περιοχή παραγωγής και τις γεωχημικές συνθήκες του εδάφους. Δεν υπάρχει ένα σταθερό επίπεδο μαγγανίου που να ισχύει για όλα τα μέλια, καθώς η συγκέντρωση μπορεί να ποικίλλει από μέλι σε μέλι. Για παράδειγμα, μια μελέτη που διεξήχθη στην Ελλάδα βρήκε ότι η συγκέντρωση μαγγανίου σε δείγματα μελιού κυμαίνονταν από 0,06 mg/kg έως 1,54 mg/kg (Κουλίγκας και συν., 2017). Άλλη μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Τουρκία ανέφερε μια παρόμοια εύρος συγκέντρωσης, από 0,02 mg/kg έως 2,17 mg/kg (Silici και Ünver-Saraydın, 2010). Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι τιμές αυτές είναι ενδεικτικές και μπορεί να υπάρχουν διαφορές μεταξύ διαφορετικών μελισσοκομικών περιοχών και παραγωγών μελιού. Επιπλέον, οι κανονισμοί και οι περιορισμοί για τη μέγιστη επιτρεπτή συγκέντρωση μαγγανίου στο μέλι μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με την χώρα ή την περιφέρεια. (Bogdanov, S. (2017).



Διάγραμμα 4.16 Συγκέντρωση Μαγνησίου

Όπως παρατηρείται στο διάγραμμα 4.16 η ποσότητα της συγκέντρωσης Mg στα 20 δείγματα βαμβακιού με 6,5 (mg/kg) είναι αρκετά αυξημένη ενώ παρατηρείται σημαντική μείωση της συγκέντρωσης Mg στα δείγματα θυμαριού με 1,6 (mg/kg).

Το Mg είναι ένα απαραίτητο μέταλλο που είναι σημαντικό για την υγεία των οστών, την παραγωγή ενέργειας και τη λειτουργία των μυών. Η συγκέντρωση μαγνησίου στο μέλι μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την περιοχή παραγωγής, το φυτικό περιβάλλον και τις γεωχημικές συνθήκες του εδάφους. Οι τιμές μπορεί να ποικίλουν από μέλι σε μέλι και από μια περιοχή σε μια άλλη. Το μέλι από άνθη ερείκης και λεβάντας έχει αναφερθεί ότι έχει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε μαγνήσιο. (Bogdanov, S. (2017).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Συμπεράσματα

Από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα, το μέλι έχει δυνητικό ρόλο να συμβάλει στην ανθρώπινη υγεία. Είναι χημικά πολύ περίπλοκο και η χημική του σύνθεση εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη βοτανική του προέλευση. Τα μονόανθα μέλια αποτελούν επίσης πηγή οικονομικού εισοδήματος για πολλές χώρες. Οι τοπικά διαθέσιμοι τύποι μελιού σε διάφορες χώρες είναι πλούσιοι σε βιοενεργά συστατικά που παρουσιάζουν εξαιρετικές εφαρμογές για

την ανθρώπινη υγεία. Υπάρχουν περίπου 200 ενώσεις στο μέλι. Η ποικιλία αυτών των ενώσεων έχει ως αποτέλεσμα διαφορετικό χρώμα, γεύση, τύπο μελιού και θεραπευτικές δράσεις. Το μέλι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πιθανή πηγή φυσικών αντιοξειδωτικών. Επιπλέον, η κατανάλωση μελιού έχει υψηλές θρεπτικές και θεραπευτικές αξίες.

Η συγκέντρωση των διαφορετικών ενώσεων στο μέλι εξαρτάται κυρίως από διάφορους παράγοντες, όπως η πηγή άνθους και ο τύπος του μελιού, καθώς και από περιβαλλοντικούς και μεταποιητικούς παράγοντες. Αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν τις βιολογικές δραστηριότητες κάθε είδους μελιού στον κόσμο. Εν συντομία, τα μονοανθικά μέλια παρουσιάζουν μια ποικιλία διαιτητικών φυτοχημικών ενώσεων με λειτουργικές ιδιότητες όπως φαινολικά οξέα, μέταλλα, φαινολικά και φλαβονοειδή. Επομένως, λαμβάνοντας υπόψη τη βιομηχανία τροφίμων και τις θετικές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία, τα μονοανθή μέλια έχουν τεράστιες δυνατότητες παραγωγής και χρήσης ως φυσικά και λειτουργικά συστατικά με ιδιαίτερη προσοχή στη χρήση τους στον ιατρικό τομέα.

Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η βοτανολογική προέλευση έχει έντονη επίδραση στις φυσικοχημικές ιδιότητες των δειγμάτων, όπου βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στο pH και την ηλεκτρική αγωγιμότητα μεταξύ των μονοανθών τύπων. Η ανάλυση γύρης των δειγμάτων έδειξε σαφώς διαχωρισμένες συστάδες που σχετίζονται με τη βοτανική και τη γεωγραφική προέλευση.

- Οι φυσικές ιδιότητες του μελιού ποικίλλουν, ανάλογα με την περιεκτικότητα σε νερό, τον τύπο της χλωρίδας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του (βοσκή), τη θερμοκρασία και την αναλογία των συγκεκριμένων σακχάρων που περιέχει.
- Η σύνθεση του μελιού ποικίλλει ανάλογα με την ανθική πηγή, αλλά οι εποχικοί, οι περιβαλλοντικοί παράγοντες και οι συνθήκες επεξεργασίας είναι επίσης σημαντικοί.
- Εκτός από αυτά τα μέταλλα, το μέλι είναι επίσης πηγή υδατανθράκων, συμπεριλαμβανομένης της φρουκτόζης και της γλυκόζης, που παρέχουν ενέργεια στον οργανισμό. Περιέχει επίσης μικρές ποσότητες βιταμινών, όπως βιταμίνη C, βιταμίνη B6 και νιασίνη, καθώς και αντιοξειδωτικά, όπως φαινολικά οξέα και φλαβονοειδή, που μπορεί να έχουν προστατευτική δράση έναντι χρόνιων ασθενειών.
- Από τα ανωτέρω φαίνεται ότι σε όλα τα μέλια τα μέταλλα που βρέθηκαν σε υψηλότερη συγκέντρωση είναι το ασβέστιο, το κάλιο, το νάτριο και το μαγνήσιο. Ενώ σε χαμηλότερη περιεκτικότητα απαντώνται ο σίδηρος, ο χαλκός και το μαγγάνιο.

- Τέλος συμπεραίνουμε ότι το μέλι ελάτης είναι το πιο εμπλουτισμένο σε περιεκτικότητα μετάλλων σε σχέση με τα υπόλοιπα μέλια.

Επίλογος

Για να ολοκληρωθεί αυτή η εργασία προηγήθηκε εκτεταμένη έρευνα μηνών σε πολλούς τύπου πηγές. Όλες οι αναλύσεις και οι ορισμοί που υπάρχουν είναι επιστημονικά τεκμηριωμένοι όπως επίσης και οι αναφορές σε έρευνες. Οι δυσκολίες που αντιμετώπισα κατά την συγγραφή της εργασίας δεν ήταν πολλές. Η μεγαλύτερη δυσκολία, θα έλεγα ότι ήταν η απόδοση των αγγλικών άρθρων στην ελληνική γλώσσα, με την καλύτερη δυνατή μετάφραση και χωρίς την αλλαγή του νοήματος.

Η ενασχόληση μου με την εργασία αυτή μου έδωσε τη δυνατότητα να ασχοληθώ με ένα πολύ ιδιαίτερο θέμα, να το διερευνήσω σε βάθος και να αποκομίσω και εγώ με τη σειρά μου σημαντικές γνώσεις βάση των μέχρι τώρα στοιχείων που υπάρχουν.

Βιβλιογραφία

Ξενογλώσση Βιβλιογραφία

- Abu-Jdayil, B., Al-Majeed Ghzawi, A., Al-Malah, K. and Zaitoun, S. (2002). Heat effect on rheology of light- and dark-colored honey. *Journal of Food Engineering*. 51 (1). pp. 33-38.
- Aguilera José Miguel et al., 2011. *Food engineering interfaces*, New York, NY: Springer New York.
- Aili, S.R. et al., 2014. Diversity of peptide toxins from stinging ant venoms. *Toxicon*, 92, pp.166–178.
- Ajibola, A., Chamunorwa, J. and Erlwanger, K., 2012. Nutraceutical values of natural honey and its contribution to human health and wealth. *Nutrition & Metabolism*, 9(1), p.61.
- Aljohar, H., Maher, H., Albaqami, J., Al-Mehaizie, M., Orfali, R., Orfali, R. and Alrubia, S. (2018). Physical and chemical screening of honey samples available in the Saudi market: An important aspect in the authentication process and quality assessment. *Saudi Pharmaceutical Journal*. 26 (7). pp. 932-942.
- Al-Mamary, M., Al-Meerri, A. and Al-Habori, M., 2002. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition Research*, 22(9), pp.1041-1047.
- Alnaqdy, A. et al., 2005. Inhibition effect of honey on the adherence of salmonella to intestinal epithelial cells in vitro. *International Journal of Food Microbiology*, 103(3), pp.347–351.
- Altman, N., 2010. *The Amazing Power on Honey as medicine*, Healing Arts.
- Alvarez-Suarez, J., Giampieri, F. & Battino, M., 2013. Honey as a source of dietary antioxidants: Structures, bioavailability and evidence of protective effects against human chronic diseases. *Current Medicinal Chemistry*, 20(5), pp.621–638.
- Alves, C. N., Araujo, R. J. O., Morte, E. S. B., Oliveira, S. S., Santos, D. C. M. B., Santos Júnior, A. F., (2019), Determination of essential and potentially toxic elements and their estimation of bioaccessibility in honeys, *Microchemical Journal*, 151, <https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.104221>

- Alqarni, A. S., Owayss, A. A., Mahmoud, A. A., & Hannan, M. A. (2014). Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia. *Journal of Saudi Chemical Society*, 18(5), 618-625.
- Al-Waili, N.S., 2003. Effects of daily consumption of honey solution on hematological indices and blood levels of minerals and enzymes in normal individuals. *Journal of Medicinal Food*, 6(2), pp.135–140.
- Al-Waili, N.S., 2004. Natural honey lowers plasma glucose, C-reactive protein, homocysteine, and blood lipids in healthy, diabetic, and hyperlipidemic subjects: Comparison with dextrose and Sucrose. *Journal of Medicinal Food*, 7(1), pp.100–107.
- American Chemical Society, 2008. Concentrates. *Chemical & Engineering News Archive*, 86(35), pp.43–44.
- Anjum, S., Ullah, A., Khan, K., Attaullah, M., Khan, H., Ali, H., Bashir, M., Tahir, M., Ansari, M., Ghramh, H., Adgaba, N. and Dash, C., 2019. Composition and functional properties of propolis (bee glue): A review. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(7), pp.1695-1703.
- Anklam, E., 1998. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 63(4), pp.549-562.
- ATAGO (2018). *ATAGO CO.,LTD. - Easy guide to refractometers- Honey -refractometers, polarimeter, saccharimeter, Brix meter, ph meter, saltmeter*. Available from: https://www.atago.net/english/g_honey.html (Accessed: 3 January 2022).
- Bath, P. and Singh, N. (2000). Chemical changes in Helianthus annuus and Eucalyptus lanceolatus honey during storage. *Journal of Food Quality*. 23 (4). pp. 443-451.
- Bee Culture, 2015. A short story about a wintering colony with dysentery. *Bee Culture* -. Available at: <https://www.beeeculture.com/a-short-story-about-a-wintering-colony-with-dysentery/> [Accessed January 24, 2022].
- Belitz, H.-D. et al., 2009. *Food Chemistry with 634 tables*, Berlin: Springer.
- Bilsel, Y. et al., 2002. Could honey have a place in colitis therapy? effects of honey, prednisolone, and disulfiram on inflammation, nitric oxide, and Free Radical Formation. *Digestive Surgery*, 19(4), pp.306–312.

- Binkley , D., 2014. How bees make honey is complex process. *The Columbus Dispatch*. Available at: <https://eu.dispatch.com/story/news/technology/2014/08/31/how-bees-make-honey-is/23975471007/> [Accessed January 24, 2022].
- Bogdanov, S., 2006. Contaminants of bee products. *Apidologie*, 37(1), pp.1-18.
- Bogdanov, S., 2008. Honey production. *Bee Product Science*. Available at: <https://web.archive.org/web/20090305184128/http://www.bee-hexagon.net/files/file/fileE/Honey/Honey%20ProductionCorr.pdf>.
- Bogdanov, S., 2009. Physical Properties of Honey. *www.bee-hexagon.net*. Available at: <https://web.archive.org/web/20090920094501/http://www.bee-hexagon.net/files/file/fileE/Honey/4PhysicalPropertiesHoney.pdf>.
- Bogdanov, S., Haldimann, M., Luginbühl, W. and Gallmann, P., 2007. Minerals in honey: environmental, geographical and botanical aspects. *Journal of Apicultural Research*, 46(4), pp.269-275.
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R. and Gallmann, P., 2008. Honey for Nutrition and Health: A Review. *Journal of the American College of Nutrition*, 27(6), pp.677-689.
- Bogdanov, S., Kilchenmann, V., Fluri, P., Bühler, U. and Lavanchy, P., 1999. Influence of organic acids and components of essential oils on honey taste. *American Bee Journal*, 139(1).
- Bogdanov, S., Lüllmann, C., Martin, P., von der Ohe, W., Russmann, H., Vorwohl, G., Oddo, L., Sabatini, A., Marcazzan, G., Piro, R., Flamini, C., Morlot, M., Lh eritier, J., Borneck, R., Marioleas, P., Tsigouri, A., Kerkvliet, J., Ortiz, A., Ivanov, T., D'Arcy, B., Mossel, B. and Vit, P. (1999). Honey quality and international regulatory standards: review by the International Honey Commission. *Bee World*. 80 (2). pp. 61-69.
- Bogdanov, S., Ruoff, K. and Persano Oddo, L., 2004. Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie*, 35(Suppl. 1), pp.S4-S17.
- Bosancic, B., Mihajlovic, D., Mirjanic, G., Samardzic, J., Bosancic, B., (2020), Comparative study of toxic heavy metal residues and other properties of honey from different environmental production systems, *Environmental Science and Pollution Research*, 27 (30),38200-38211 , <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09882-y>
- Braakhuis, A., 2019. Evidence on the Health Benefits of Supplemental Propolis. *Nutrients*, 11(11), p.2705.

- Brady, N., Molan, P. & Harfoot, C., 1996. The Sensitivity of Dermatophytes to the Antimicrobial Activity of Manuka Honey and Other Honey. *Pharmacy and Pharmacology Communications*, 2(10), pp.471–473.
- Bratu, I. and Georgescu, G., 2005. Chemical contamination of bee honey - Identifying sensor of the environment pollution. *Journal of Central European Agriculture*, 6(1).
- Bresson, A. & Rendall, S., 2019. *The making of the ancient greek economy: Institutions, markets, and growth in the city-states*, Princeton ; Oxford: Princeton University Press.
- Brown, P. F., Della Pietra, S. A., Della Pietra, V. J., & Mercer, R. L. (1993). The mathematics of statistical machine translation: Parameter estimation.
- Buyukisik, H., Kargar, N., Matin, G., (2016), Bio-monitoring of cadmium, lead, arsenic and mercury in industrial districts of Izmir, Turkey by using honey bees, propolis and pine tree leaves, *Ecological Engineering*, 90, 331-335, <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.01.035>
- Cappelletti, D., Elia, A. C., Galletti, M., Gardi, B., Goga, B. T. C., Goretti, E., Moroni, B., Pallottini, M., Petroselli, C., Porta, G., Selvaggi, R., (2020), Heavy metal bioaccumulation in honey bee matrix, an indicator to assess the contamination level in terrestrial environments, *Environmental Pollution*, 256, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.11338>
- Carpena, M., Nuñez-Estevez, B., Soria-Lopez, A. and Simal-Gandara, J., 2020. Bee Venom: An Updating Review of Its Bioactive Molecules and Its Health Applications. *Nutrients*, 12(11), p.3360.
- Celli, G. and Maccagnani, B., 2003. Honey bees as bioindicators of environmental pollution. *Bulletin of Insectology*, 56(1).
- Chakir, A., Abderrahmane, R., Barbagianni, N., Bartoli, D. and Ferrazzi, P., 2011. Major and Trace Elements in Different Types of Moroccan Honeys. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(4), p.223.
- Chua, L.S. et al., 2013. Antioxidant activity of three honey samples in relation with their biochemical components. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2013, pp.1–8.

- Cóce, H., Góder, A., Temel, F. A., Temizer, İ. K., (2018), Antioxidant Activities and Heavy Metal Contents of *Castanea Sativa* Honey, *Global NEST Journal*, 20 (3), 541-555, <https://doi.org/10.30955/gnj.002628>
- Coco, F., Novelli, V., Valentini, C. and Ceccon, L., 1997. High-Performance Liquid Chromatographic Determination of 2-Furaldehyde and 5-Hydroxymethyl-2-furaldehyde in Fruit Juices. *Journal of Chromatographic Science*, 35(12), pp.578-583.
- Collazo, N., Carpena, M., Nuñez-Estevez, B., Otero, P., Simal-Gandara, J. and Prieto, M., 2021. Health Promoting Properties of Bee Royal Jelly: Food of the Queens. *Nutrients*, 13(2), p.543.
- Cornara, L., Biagi, M., Xiao, J. and Burlando, B., 2017. Therapeutic Properties of Bioactive Compounds from Different Honeybee Products. *Frontiers in Pharmacology*, 8.
- Crane, E., 2000. *The world history of beekeeping and honey hunting*, London: Duckworth.
- Crane, E., Walker, P. and Day, R., 2018. *Directory of important world honey sources*. Northern Bee Books.
- Crane, D. (1977). Social structure in a group of scientists: a test of the “invisible college” hypothesis. In *Social networks* (pp. 161-178). Academic Press.
- Cummings, J.H. & Stephen, A.M., 2007. Carbohydrate terminology and classification. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61(S1).
- da Silva, P., Gauche, C., Gonzaga, L., Costa, A. and Fett, R., 2016. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196, pp.309-323.
- Damerow, G., 2011. *The Backyard Homestead Guide to Raising Farm Animals*, United States: Storey Publishing, LLC.
- De Ferrer, B., De Rodríguez, G., Peña, J., Martínez, J. and Morán, M., 2004. Mineral content of the honey produced in Zulia state, Venezuela. 54(3), pp.346-348.
- de Toledo, V. and Chambó, E. (2020). *Honey Analysis - New Advances and Challenges*. IntechOpen, [S.l.].
- Devillers, J., Doré, J., Marengo, M., Poirier-Duchêne, F., Galand, N. and Viel, C., 2002. Chemometrical Analysis of 18 Metallic and Nonmetallic Elements Found in Honeys Sold in France. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(21), pp.5998-6007.

- Di Pasquale, G. et al., 2013. Influence of pollen nutrition on Honey Bee Health: Do Pollen Quality and diversity matter? *PLoS ONE*, 8(8).
- Doner, L., 1977. The sugars of honey—A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 28(5), pp.443-456.
- Estevinho, L., Feás, X., Seijas, J. and Pilar Vázquez-Tato, M. (2012). Organic honey from Trás-Os-Montes region (Portugal): Chemical, palynological, microbiological and bioactive compounds characterization. *Food and Chemical Toxicology*. 50 (2). pp. 258-264.
- Fao.org, 2011. Value-added products from beekeeping. Chapter 2. *Value-added products from beekeeping. Chapter 2*. Available at: <https://www.fao.org/3/w0076E/w0076e04.htm> [Accessed January 24, 2022].
- Ferreres, F., Ortiz, A., Silva, C., Garcia-Viguera, C., Tomás-Barberán, F. A., & Tomás-Lorente, F. (1992). Flavonoids of La Alcarria honey: A study of their botanical origin. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 194(2), 139-143.
- Finola, M., Lasagno, M. and Marioli, J. (2007). Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. *Food Chemistry*. 100 (4). pp. 1649-1653.
- Flottum, K., 2018. *The backyard beekeeper: An absolute beginner's guide to keeping bees in your yard and garden*, Beverly, MA: Quarry Books.
- Fratini, F., Cilia, G., Turchi, B. and Felicioli, A., 2016. Beeswax: A minireview of its antimicrobial activity and its application in medicine. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 9(9), pp.839-843.
- Gan, S. H., Islam, A., Islam, N., Khalil, I., (2013), Toxic compounds in honey, *Journal of Applied Toxicology*, 34 (7), 733-742, <https://doi.org/10.1002/jat.2952>
- Geiling, N., 2013. The science behind Honey's Eternal Shelf Life. *Smithsonian.com*. Available at: <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/the-science-behind-honeys-eternal-shelf-life-1218690/?no-ist> [Accessed January 24, 2022].
- Gemeda, M., Kebeba, D., Damto, T. and Legesse, G. (2020). Chemical and Physical Properties of Adulterated Honey and Developing Means of Identifying Adulterants. *International Journal of Advanced Research in Chemical Science*. 7 (5).

- Gheldof, N. & Engeseth, N.J., 2002. Antioxidant capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of in vitro lipoprotein oxidation in human serum samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10), pp.3050–3055.
- González-Lorente, M., De Lorenzo, C. and Pérez-Martin, R., 2008. SENSORY ATTRIBUTES AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF SPANISH HONEYS. *Journal of Sensory Studies*, 23(3), pp.293-302.
- González-Miret, M., Terrab, A., Hernanz, D., Fernández-Recamales, M. and Heredia, F., 2005. Multivariate Correlation between Color and Mineral Composition of Honeys and by Their Botanical Origin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(7), pp.2574-2580.
- Goodall, I., Dennis, M., Parker, I. and Sharman, M. (1995). Contribution of high-performance liquid chromatographic analysis of carbohydrates to authenticity testing of honey. *Journal of Chromatography A*. 706 (1-2). pp. 353-359.
- Gounari, S., 2006. Studies on the phenology of *Marchalina Hellenica* (gen.) (Hemiptera: Coccoidea, Margarodidae) in relation to honeydew flow. *Journal of Apicultural Research*, pp.8–12.
- Grüter Christoph, 2020. *Stingless Bees: Their behaviour, ecology and evolution*, Cham, Switzerland: Springer.
- Harley, J.P., Prescott, L.M. & Klein, D.A., 1999. *Microbiology*, Boston, MA: WCB, McGraw-Hill.
- Hatjina, F. et al., 2014. Population dynamics of European honey bee genotypes under different environmental conditions. *Journal of Apicultural Research*, 53(2), pp.233–247.
- Islander, G., Bendixen, D., Ranklev-Twetman, E., & Ørding, H. (1996). Results of in vitro contracture testing of both parents of malignant hyperthermia susceptible probands. *Acta anaesthesiologica scandinavica*, 40(5), 579-584.
- Jones, R. W. (1987). Organic facies.
- Kamal, M. and Klein, P. (2011). Determination of sugars in honey by liquid chromatography. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 18 (1). pp. 17-21.

- Kenjerića, D., Mandić, M., Primorac, L., Bubalo, D. and Perl, A., 2007. Flavonoid profile of Robinia honeys produced in Croatia. *Food Chemistry*, 102(3), pp.683-690.
- Khalifa, S.A. et al., 2021. Bee Pollen: Current status and therapeutic potential. *Nutrients*, 13(6), p.1876.
- Khalil, M., Moniruzzaman, M., Boukraâ, L., Benhanifia, M., Islam, M., Islam, M., Sulaiman, S. and Gan, S., 2012. Physicochemical and Antioxidant Properties of Algerian Honey. *Molecules*, 17(9), pp.11199-11215.
- Khalil, M.L. & Sulaiman, S.A., 2010. The potential role of honey and its polyphenols in preventing heart disease: A Review. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 7(4).
- Komosinska-Vassev, K. et al., 2015. Bee Pollen: Chemical composition and therapeutic application. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015, pp.1–6.
- Krell, R., 1996. *Value-added products from beekeeping*, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Krochmal, P., & Riley, T. A. (1994). Increased health care costs associated with ED overcrowding. *The American journal of emergency medicine*, 12(3), 265-266.
- Kvavadze, E. et al., 2006. The first find in southern Georgia of fossil honey from the bronze age, based on Palynological Data. *Vegetation History and Archaeobotany*, 16(5), pp.399–404.
- Lawag, I., Yoo, O., Lim, L., Hammer, K. and Locher, C., 2021. Optimisation of Bee Pollen Extraction to Maximise Extractable Antioxidant Constituents. *Antioxidants*, 10(7), p.1113.
- Lichtenthaler, F.W., 2002. Unsaturated O- and N-heterocycles from carbohydrate feedstocks. *Accounts of Chemical Research*, 35(9), pp.728–737.
- Machado De-Melo, A.A. et al., 2017. Composition and properties of apis mellifera honey: A Review. *Journal of Apicultural Research*, 57(1), pp.5–37.
- Marchini, L., Moreti, A. and Otsuk, I. (2005). Análise de agrupamento, com base na composição físico-química, de amostras de méis produzidos por Apis mellifera L. no Estado de São Paulo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 25 (1). pp. 8-17.

- Mărgăoan, R., Stranț, M., Varadi, A., Topal, E., Yücel, B., Cornea-Cipcigan, M., Campos, M. and Vodnar, D., 2019. Bee Collected Pollen and Bee Bread: Bioactive Constituents and Health Benefits. *Antioxidants*, 8(12), p.568.
- Martinello, M., Manzinello, C., Dainese, N., Giuliani, I., Gallina, A. and Mutinelli, F., 2021. The Honey Bee: An Active Biosampler of Environmental Pollution and a Possible Warning Biomarker for Human Health. *Applied Sciences*, 11(14), p.6481.
- Marey, M., Dobre, O. A., & Inkol, R. (2012). Classification of space-time block codes based on second-order cyclostationarity with transmission impairments. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 11(7), 2574-2584.
- Maughan, R., 2002. The athlete's diet: Nutritional goals and dietary strategies. *Proceedings of the Nutrition Society*, 61(1), pp.87–96.
- Miguel, M. G., Nunes, S., Anjos, O., Antunes, M. D. C., & Faleiro, M. L. (2017). Contribution of minerals in honey to the human body daily intake. *Journal of Food Science and Technology*, 54(2), 392-399.
- Molan , P., 2006. Authenticity of honey. In P. R. Ashurst & M. J. Dennis, eds. Boston, MA: Springer, pp. 259–303.
- Moretti, S., Saluti, G. and Galarini, R., 2017. Residue Determination in Honey. *Honey Analysis*,.
- Nachel, M., 2008. *Homebrewing for dummies*, S.I.: JOHN WILEY & SONS.
- Nanda, V., Sarkar, B., Sharma, H. and Bawa, A., 2003. Physico-chemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in Northern India. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16(5), pp.613-619.
- Nasuti, C. et al., 2006. Antioxidative and gastroprotective activities of anti-inflammatory formulations derived from chestnut honey in rats. *Nutrition Research*, 26(3), pp.130–137.
- National Honey Board (NHB), 2018. Honey varietals. *National Honey Board*. Available at: <https://honey.com/about-honey/honey-varietals> [Accessed January 24, 2022].
- National Honey Board , 2018. How honey is made. *National Honey Board*. Available at: <https://www.honey.com/about-honey/how-honey-is-made> [Accessed January 24, 2022].
- Neto, I. and França, M. (2020). *The Portuguese School of Group Analysis*. Routledge.

- Olaitan, P., Adeleke, O. & Ola, I., 2007. Honey: a reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes. *Afr Health Sci.* , 7(3), pp.159–165.
- Oregon State University, 2012. What is the relative sweetness of different sugars and sugar substitutes? *Learning, food resource* [<http://food.oregonstate.edu/>], Oregon State University, Corvallis, or. Available at: https://web.archive.org/web/20121101092211/http://food.oregonstate.edu/learn/faq/faq_sugar53.html [Accessed January 24, 2022].
- Pasupuleti, V., Sammugam, L., Ramesh, N. and Gan, S., 2017. Honey, Propolis, and Royal Jelly: A Comprehensive Review of Their Biological Actions and Health Benefits. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2017, pp.1-21.
- Pereira, A., Dias, T., Andrade, J., Ramalhosa, E. and Estevinho, L. (2009). Mead production: Selection and characterization assays of *Saccharomyces cerevisiae* strains. *Food and Chemical Toxicology*. 47 (8). pp. 2057-2063.
- Perez-Cerrada, M., Herrero-Villen, M. A., & Maquieira, A. (1989). Sugar-rich food: Determination of inorganic anions by ionic chromatography. *Food chemistry*, 34(4), 285-294.
- Persano Oddo, L. and Piro, R., 2004. Main European unifloral honeys: descriptive sheets. *Apidologie*, 35(Suppl. 1), pp.S38-S81.
- Peterson, K. J., Cotton, J. A., Gehling, J. G., & Pisani, D. (2008). The Ediacaran emergence of bilaterians: congruence between the genetic and the geological fossil records. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1496), 1435-1443.
- Pohl, P., 2009. Determination of metal content in honey by atomic absorption and emission spectrometries. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 28(1), pp.117-128.

- Queiroz, A., Figueirêdo, R., Silva, C. and Mata, M. (2007). Comportamento reológico de méis de florada de silvestre. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 11 (2). pp. 190-194.
- Rodriguez-Otero, J.L. et al., 1994. Mineral content of the Honeys produced in Galicia (North-West Spain). *Food Chemistry*, 49(2), pp.169–171.
- Root, A.I. & Root, E.R., 2007. *The ABC and XYZ of bee culture: An encyclopedia pertaining to scientific and practical culture of bees*, U.S.: Kessinger.
- Rossano, R. et al., 2012. What are the proteolytic enzymes of honey and what they do tell us? A fingerprint analysis by 2-D zymography of Unifloral Honeys. *PLoS ONE*, 7(11).
- Sabatier, S., Amiot, M. J., Tacchini, M., & Aubert, S. (1992). Identification of flavonoids in sunflower honey. *Journal of Food Science*, 57(3), 773-774.
- Sala, F., 2003. Vaccine antigen production in transgenic plants: Strategies, gene constructs and Perspectives. *Vaccine*, 21(7-8), pp.803–808.
- Saxena, S., Gautam, S. and Sharma, A., 2010. Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. *Food Chemistry*, 118(2), pp.391-397.
- Sereia, M., Março, P., Perdoncini, M., Parpinelli, R., de Lima, E. and Anjo, F. (2017). Techniques for the Evaluation of Physicochemical Quality and Bioactive Compounds in Honey. *Honey Analysis*.
- Sevimli, H., Bayulgen, N. and Varinlioglu, A., 1992. Determination of trace elements in honey by INAA in Turkey. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry Letters*, 165(5), pp.319-325.
- Siess, M. H., Le Bon, A. M., Canivenc-Lavier, M. C., Amiot, M. J., Sabatier, S., Aubert, S. Y., & Suschetet, M. (1996). Flavonoids of honey and propolis: characterization and effects on hepatic drug-metabolizing enzymes and benzo [a] pyrene– DNA binding in rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(8), 2297-2301
- Shapla, U.M. et al., 2018. 5-hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: Effects on bees and human health. *Chemistry Central Journal*, 12(1).

- Shimazawa, M. et al., 2005. Neuroprotection by Brazilian green propolis against *in vitro* and *in vivo* ischemic neuronal damage. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2(2), pp.201–207.
- Sousa, J. P., Santos, L. L., Estevinho, L. M., & Pereira, A. P. (2018). Mineral content and botanical origin of Portuguese honeys. *Journal of Food Composition and Analysis*, 69, 75-83.
- Staniškienė, B., Matusėvicius, P. and Budreckienė, R., 2006. Honey as an indicator of environmental pollution. *Engineering and Management*, 2(36), pp.53-58.
- Suarez, R.K. et al., 1996. Energy metabolism, enzymatic flux capacities, and metabolic flux rates in flying honeybees. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 93(22), pp.12616–12620.
- Subramanian, R., Umesh Hebbar, H. & Rastogi, N.K., 2007. Processing of Honey: A Review. *International Journal of Food Properties*, 10(1), pp.127–143.
- Terrab, A., Gonzalez, A. G., Díez, M. J., & Heredia, F. J. (2003). Mineral content and electrical conductivity of the honeys produced in Northwest Morocco and their contribution to the characterisation of unifloral honeys. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(7), 637-643.
- Truxillo, D. M., Bauer, T. N., & Sanchez, R. J. (2001). Multiple dimensions of procedural justice: Longitudinal effects on selection system fairness and test-taking self-efficacy. *International journal of selection and assessment*, 9(4), 336-349.
- Tomás-Barberán, F., Martos, I., Ferreres, F., Radovic, B. and Anklam, E., 2001. HPLC flavonoid profiles as markers for the botanical origin of European unifloral honeys. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(5), pp.485-496.
- Tomasik, P., 2004. *Chemical and functional properties of food saccharides*, Boca Raton: CRC Press.
- Tuzen, M. and Soylak, M., 2020. Trace heavy metal levels in microwave digested honey samples from Middle Anatolia, Turkey. *Journal of Food and Drug Analysis*, 13(4).

[E%AD%CF%84%CE%B7/%CE%A4%CE%B1%CF%85%CF%84%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%20%CE%B5%CE%BB%CE%BB%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D%20%CE%BC%CE%B5%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CF%8D.pdf> \[Accessed 12 February 2022\].](#)

Θρασυβούλου, Α. (XX). Φυσικές ιδιότητες του μελιού. Διαθέσιμο on-line στη διεύθυνση: <http://www.melinet.gr/pages/show/4>.