

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**(Πρώην Τ.Ε.Ι Δυτ. Μακεδονίας)**

**Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Τμήμα Γεωπονίας**

**ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΜΕΛΙΟΥ  
QUALITY CHARACTERISTICS OF COMMERCIAL HONEY SAMPLES**

**ΜΗΤΡΟΥΣΗ ΕΛΕΝΗ**

**ΦΛΩΡΙΝΑ, 2023**

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**(Πρώην Τ.Ε.Ι Δυτ. Μακεδονίας)**

**Σχολή γεωπονικών Επιστημών Τμήμα Γεωπονίας**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:**

**ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΜΕΛΙΟΥ**

**QUALITY CHARACTERISTICS OF COMMERCIAL HONEY SAMPLES**

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΜΗΤΡΟΥΣΗ ΕΛΕΝΗ**

**ΑΜ: FG31483**

**ΕΠΙΒΛ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΚΑΣΑΠΙΔΟΥ ΕΛΕΝΗ**

**ΦΛΩΡΙΝΑ, 2023**

## **Δήλωση περί μη λογοκλοπής**

Δηλώνω ότι είμαι η συγγραφέας της παρούσας εργασίας με τίτλο « **Ποιοτικός έλεγχος εμπορικών δειγμάτων μελιού**», η οποία διεκπεραιώθηκε στο πλαίσιο των απαιτήσεων του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας. Το παρόν κείμενο αποτελεί προϊόν προσωπικής μελέτης και εργασίας καθώς επίσης, όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για τη συγγραφή της, δηλώνονται σαφώς είτε στις παραπομπές, είτε στη βιβλιογραφία. Τέλος, γνωρίζω πως η λογοκλοπή αποτελεί σοβαρότατο παράπτωμα και είμαι ενήμερη για τις αρνητικές επιπτώσεις που μπορεί να επιφέρει, συμπεριλαμβανομένης και της ακύρωσης του πτυχίου που θα μου απονεμηθεί.

<b>Επώνυμο</b>	ΜΗΤΡΟΥΣΗ
<b>Όνομα</b>	ΕΛΕΝΗ
<b>Αριθμός Μητρώου</b>	FG31483
<b>Ημερομηνία</b>	20/9/2023
<b>Υπογραφή</b>	ΜΗΤΡΟΥΣΗ ΕΛΕΝΗ

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κα. Κασαπίδου Ελένη, Επίκουρη καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας του Τμήματος Γεωπονίας, για την καθοδήγηση που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης των διεργασιών στο πλαίσιο του εργαστηρίου, αλλά και για τον χρόνο που διέθεσε χαρίζοντας μου χρήσιμες οδηγίες κατά το χρονικό διάστημα συγγραφής της εργασίας μου.

Επίσης, ευχαριστώ τον κ. Παπαδόπουλο Βασίλειο, Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό, για την ανεκτίμητη βοήθεια που μου παρείχε κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής των αναλύσεων στο εργαστήριο.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά τους γονείς μου για την στήριξή τους, τόσο οικονομικά όσο και ψυχικά, στο διάστημα των φοιτητικών μου χρόνων, όπως και τους φίλους μου για τις πολύτιμες συμβουλές τους και τη συμπαράσταση που μου προσέφεραν ανιδιοτελώς.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το μέλι πρόκειται για ένα φυσικό προϊόν, το οποίο παράγεται από τις μέλισσες και ανάλογα με την προέλευσή του διαφοροποιείται σε ανθόμελο ή μέλι μελιτώματος. Αυτή η φυσική γλυκιά ουσία αποτελείται κυρίως από φρουκτόζη και γλυκόζη, αλλά περιέχει επίσης μικρές ποσότητες άλλων σακχάρων καθώς και βιταμινών, ιχνοστοιχείων και άλλων. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η εξέταση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών και της χημικής σύνθεσης των επιλεγμένων δειγμάτων μελιού. Έτσι, διεξήχθησαν αναλύσεις σε 7 είδη μελιού, τα οποία προέρχονταν από άνθη και κωνοφόρα δάση, με κύρια προϋπόθεση να είναι όλα ιδιωτικής ετικέτας. Σε αυτά πραγματοποιήθηκε προσδιορισμός του pH, της ελεύθερης οξύτητας, του δείκτη διάθλασης, της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, του χρώματος, της αντιοξειδωτικής δράσης, της στροφικής ικανότητας και της ενεργότητας νερού. Όσον αφορά τη χημική τους σύνθεση, προσδιορίστηκε η περιεκτικότητά τους σε υγρασία, τέφρα, σάκχαρα, πρωτεΐνες και σε υδροξυ-μέθυλο-φουρφουράλη. Ο μέσος όρος των παραπάνω μετρήσεων για τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων μελιού ήταν, 4.46 pH για την ενεργό οξύτητα, 22.26 meq/kg για την ελεύθερη οξύτητα, 1.4999 για τον δείκτη διάθλασης, 0.552 mS/cm για την ηλεκτρική αγωγιμότητα, 78.4 mmPfund για το χρώμα, 0.505 nm για την αντιοξειδωτική δράση,  $-8.18 [\alpha]_D^{20}$  για την στροφική ικανότητα και 0.498  $a_w$  για την ενεργότητα νερού. Ενώ, στον προσδιορισμό της χημικής σύνθεσης η μέση τιμή των δειγμάτων με βάση τις αναλύσεις ήταν 14.70% για την υγρασία, 0.23% για την τέφρα, 83.5 % Brix για τα σάκχαρα, 985,964 μg/g μελιού για τις πρωτεΐνες και 4.033 mg/kg για την υδροξυ-μέθυλο-φουρφουράλη. Εν κατακλείδι, αξίζει να επισημανθεί ότι μέσω των διεργασιών που επιτεύχθηκαν αποδείχθηκε ότι όλα τα δείγματα είναι εντός των προδιαγραφών που ορίζει ο Κώδικας Τροφίμων και Ποτών.

**Λέξεις κλειδιά:** Μέλι, μέλι ανθέων, μέλι μελιτώματος, ιδιωτική ετικέτα, χημική σύνθεση, φυσικοχημικά χαρακτηριστικά.

## ABSTRACT

Honey is a natural product, produced by bees and depending on its origin it is differentiated into blossom honey or honey from honeycomb. This natural sweet substance is composed mainly of fructose and glucose, but also contains small amounts of other sugars as well as vitamins, minerals and others. The aim of the present study was to examine the physicochemical characteristics and chemical composition of the selected honey samples. Thus, analyses were carried out on 7 types of honey, originating from flower and coniferous forests, with the main requirement that they were all private label. The pH, free acidity, refractive index, electrical conductivity, colour, antioxidant activity, rotational capacity and water activity were determined. As regards their chemical composition, the moisture, ash, sugars, protein and hydroxymethylfurfural contents were determined. The average of the above measurements for the physicochemical characteristics of the honey samples were 4.46 pH for active acidity, 22.26 meq/kg for free acidity, 1.4999 for refractive index, 0.552 mS/cm for electrical conductivity, 78.4 mmPfund for color, 0.505 nm for antioxidant activity,  $-8.18 [\alpha]_D^{20}$  for rotational capacity and 0.498  $a_w$  for water activity. While, in the determination of chemical composition, the average value of the samples based on the analyses were 14.70% for moisture, 0.23% for ash, 83.5% Brix for sugars, 985.964  $\mu\text{g/g}$  of honey for proteins and 4.033 mg/kg for hydroxy-methylfurfural. In conclusion, it is worth pointing out that through the processes that had been achieved, has been demonstrated that all the samples are within the specifications laid down in the Food and Drinks Code.

**Keywords:** Honey, flower honey, honey from honeycomb, private label, chemical composition, physico-chemical characteristics.

## Πίνακας περιεχομένων

Δήλωση περί μη λογοκλοπής.....	ii
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iv
ABSTRACT.....	v
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> :Μέλι – εισαγωγή.....	1
1.1 Παραλαβή μελιού από άνθη και φυτά.....	2
1.1.1 Παραλαβή μελιού από το νέκταρ των φυτών.....	2
1.1.2 Παραλαβή μελιού από φυτά.....	3
1.2 Χαρακτηριστικά της σύστασης του μελιού.....	4
1.3 Η διατροφική αξία του μελιού.....	4
1.4 Οι ιδιότητες του μελιού.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> : Παράμετροι της ποιότητας του μελιού.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> : ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	16
3.1 Δειγματοληψία:.....	16
3.1.1 Προετοιμασία Δειγμάτων:.....	16
3.2 Αναλύσεις δειγμάτων μελιού:.....	17
3.2.1 Προσδιορισμός φυσικοχημικών χαρακτηριστικών.....	18
3.2.1.1 Προσδιορισμός της ενεργού οξύτητας (pH).....	17
3.2.1.2 Προσδιορισμός της ελεύθερης οξύτητας (free acidity).....	19
3.2.1.3 Προσδιορισμός του δείκτη διάθλασης (RI).....	21
3.2.1.4 Προσδιορισμός της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (electrical conductivity).....	22
3.2.1.5 Προσδιορισμός του χρώματος (color).....	24
3.2.1.6 Προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής δράσης (antioxidant activity).....	25
3.2.1.7 Προσδιορισμός της στροφικής ικανότητας (rotational activity).....	28
3.2.1.8 Προσδιορισμός της ενεργότητας νερού ( $a_w$ ).....	31
3.2.2 Προσδιορισμός της χημικής σύνθεσης.....	32
3.2.2.1 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε υγρασία (moisture).....	31
3.2.2.2 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε τέφρα (ash).....	32
3.2.2.3 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε σάκχαρα (sugars).....	34

3.2.2.4 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες (proteins).....	34
3.2.2.5 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε υδροξυ-μεθυλο-φουρφοϋράλη (HMF)...	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	43
4.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά.....	43
4.1.1 Ενεργός οξύτητα (pH) .....	43
4.1.2 Ελεύθερη οξύτητα (free acidity).....	44
4.1.3 Δείκτης διάθλασης (RI) .....	45
4.1.4 Ηλεκτρική αγωγιμότητα (electrical conductivity).....	46
4.1.5 Χρώμα (color).....	47
4.1.6 Αντιοξειδωτική δράση (antioxidant action) .....	48
4.1.7 Στροφοική ικανότητα (rotational activity) .....	48
4.1.8 Ενεργότητα νερού ( $a_w$ ) .....	49
4.2 Χημική σύνθεση δειγμάτων .....	50
4.2.1 Υγρασία (moisture) .....	50
4.2.2 Τέφρα (ash).....	51
4.2.3 Σάκχαρα (sugars) .....	52
4.2.4 Πρωτεΐνες (proteins).....	53
4.2.5 Υδροξυ-μεθυλο-φουρφοϋράλη (HMF) .....	54
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	56
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	58



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> :Μέλι – εισαγωγή**

Σύμφωνα με την Οδηγία 2001/110/ΕΚ του Συμβουλίου για το μέλι, ως μέλι ορίζεται η φυσική γλυκιά ουσία που παράγουν οι μέλισσες του είδους *Apis mellifera* από το νέκταρ των φυτών ή από εκκρίσεις ζώντων μερών φυτών ή εκκρίματα εντόμων απομυζούντων φυτά ευρισκόμενα πάνω στα ζώντα μέρη των φυτών, τα οποία οι μέλισσες συλλέγουν, μετατρέπουν αναμειγνύοντας με ειδικές ύλες του σώματός τους, αποθέτουν, αφυδατώνουν, εναποθηκεύουν και φυλάσσουν στις κηρήθρες της κυψέλης, προκειμένου να ωριμάσουν.

**Τα κυριότερα είδη μελιού είναι τα ακόλουθα:**

**α) ανάλογα με την προέλευση:**

i) μέλι ανθέων ή μέλι νέκταρος: το μέλι που λαμβάνεται από το νέκταρ των φυτών.

ii) μέλι μελιτώματος: 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. (Απόφ. Α.Χ.Σ. 68/2002, ΦΕΚ 641/Β/23-5-2002 «Τροποποίηση του άρθρου 67 του Κ.Τ. «Μέλι» σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 2001/110/Ε.Κ.».)

**β) ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής ή και παρουσίασης:**

iii) μέλι κηρήθρας: το μέλι το οποίο έχουν εναποθέσει οι μέλισσες στα επικαλυμμένα κελιά κηρηθρών κατασκευασμένων πρόσφατα από τις ίδιες ή σε λεπτά φύλλα κηρήθρας τα οποία γίνονται μόνον από κηρό μέλισσας, που δεν περιέχουν γόνο, και πωλείται σε κηρήθρες ολόκληρες ή κομμάτια κηρήθρων.

iv) μέλι με τεμάχια κηρήθρας ή τεμάχια κηρήθρας με μέλι: το μέλι που περιέχει ένα ή περισσότερα τεμάχια μελιού κηρήθρας.

v) μέλι στραγγισμένο: το μέλι που λαμβάνεται με στράγγιση των αποσφραγισμένων κηρηθρών που δεν περιέχουν γόνο.

vi) μέλι φυγοκεντρήσεως: το μέλι που λαμβάνεται με φυγοκέντρωση των αποσφραγισμένων κηρηθρών που δεν περιέχουν γόνο.

vii) μέλι πίεσεως: το μέλι που λαμβάνεται με πίεση των κηρηθρών που δεν περιέχουν γόνο, χωρίς θέρμανση ή με ήπια θέρμανση έως 45°C.

viii) διηθημένο μέλι: το μέλι που λαμβάνεται με την αφαίρεση ξένων ανόργανων ή οργανικών ουσιών κατά τρόπον ώστε να αφαιρείται σημαντικό μέρος της γύρης. (Απόφ. Α.Χ.Σ. 68/2002, ΦΕΚ 641/Β/23-5-2002 «Τροποποίηση του άρθρου 67 του Κ.Τ. «Μέλι» σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 2001/110/Ε.Κ.».)

## 1.1 Παραλαβή μελιού από άνθη και φυτά

### 1.1.1 Παραλαβή μελιού από το νέκταρ των φυτών

Στον πίνακα που παρατίθεται παρακάτω, εναποτίθενται τα άνθη από τα οποία λαμβάνεται το μέλι. Παράλληλα, δίνεται μια σύντομη περιγραφή για το καθένα, καθώς επίσης το χρώμα του μελιού που προκύπτει κάθε φορά.

**Πίνακας 1.1.1: Χαρακτηριστικά ανθόμελων**

Άνθος	Περιγραφή	Χρώμα
ΘΥΜΑΡΙ	Κατέχει σχεδόν το 10% του συνόλου της παραγωγής μελιού στην Ελλάδα. Επίσης, είναι πολύ ανθεκτικό και έτσι η κρυστάλλωση του επέρχεται μετά από 6-18 μήνες από τη παραγωγή του.	Ανοιχτό Κεχριμπαρένιο
ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΑ	Αποτελεί το 25% της παραγωγής μελιού στην Ελλάδα. Έχει έντονο άρωμα και γεύση, αλλά κρυσταλλώνει γρήγορα.	Ανοιχτό ξανθό ή Άσπρο (κρυσταλλωμένο)
ΡΕΙΚΙ	Από κάποιους θεωρείται το πιο υγιεινό. Κρυσταλλώνει όμως, σε διάστημα 1-3 μήνες από την παραγωγή του.	Ξανθό σκούρο ή Κοκκινωπό μετά από καιρό
ΚΟΥΜΑΡΙΑ	Έχει ελαφρώς πικρή γεύση. Αυτός είναι και ο λόγος που δεν έχει μεγάλη εμπορική αξία	Σκούρο κίτρινο
ΚΑΣΤΑΝΙΑ	Έχει ελαφρώς πικρή γεύση και έντονο άρωμα. Συλλέγεται από τον Μάιο μέχρι τον Ιούλιο. Τέλος έχει μεγάλη αντοχή και	Ανοιχτό έως σκούρο καφέ Κάποιες φορές κοκκινωπό

Άνθος	Περιγραφή	Χρώμα
	κρυσταλλώνει μέσα σε 1-2 χρόνια.	
ΗΛΙΑΝΘΟΣ	Κρυσταλλώνει μέσα σε 1-2 μήνες από την παραγωγή του.	Ανοιχτό ή Κιτρινωπό (κρυσταλλωμένο)
BAMBAKI	Κρυσταλλώνει μέσα σε 1-2 μήνες από την παραγωγή του.	Ανοιχτό ή Άσπρο (κρυσταλλωμένο)
ΨΕΥΔΟΑΚΑΚΙΑ	Έχει απαλή γεύση και έντονο άρωμα. Κρυσταλλώνει γρήγορα	Ανοιχτό αλλά γίνεται σκούρο μετά από καιρό.

(Γεωργίου Α., κ.ά., 2016)

### 1.1.2 Παραλαβή μελιού από φυτά

Στον παρακάτω πίνακα, συγκεντρώνονται τα φυτά από τα οποία λαμβάνεται το μέλι των μελιτωμάτων. Σε αυτόν περιλαμβάνονται, μια συνοπτική περιγραφή για το κάθε φυτό όπως και μια αναφορά στο χρώμα του μελιού που προκύπτει από το καθένα.

**Πίνακας 1.1.2: Χαρακτηριστικά μελιών μελιτώματος**

Φυτά	Περιγραφή	Χρώμα
ΠΕΥΚΟ	Κατέχει το 65% της συνολικής παραγωγής μελιού. Επίσης, έχει έντονη γεύση αλλά δεν είναι πολύ γλυκό. Τέλος, δεν κρυσταλλώνει και συλλέγεται από τον Αύγουστο έως τον Οκτώβριο.	Σκούρο Πιο ανοιχτό την Άνοιξη από το Φθινόπωρο
ΕΛΑΤΟ	Αποτελεί μόνο το 5% της συνολικής παραγωγής στην Ελλάδα. Έχει έντονη γεύση και λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας σε γλυκόζη δεν κρυσταλλώνει παρά μόνο σπάνια.	Έντονο μελί ( πιο σκούρο ανοιχτό ανάλογα την περιοχή)

Φυτά	Περιγραφή	Χρώμα
ΒΕΛΑΝΙΔΙΑ	Θεωρείται το πιο σπάνιο και έχει ξεχωριστή γεύση. Λόγω του χρώματός του οι μελισσοκόμοι το αποκαλούν «μελούρα». Τέλος, συλλέγεται από τον Ιούνιο μέχρι αρχές Σεπτεμβρίου.	Σκούρο (σχεδόν μαύρο)

(Γεωργίου Α., κ.ά., 2016)

## 1.2 Χαρακτηριστικά της σύστασης του μελιού

Το μέλι αποτελείται ουσιαστικά από διάφορα σάκχαρα, κυρίως φρουκτόζη και γλυκόζη, καθώς και από άλλες ουσίες, όπως οργανικά οξέα, ένζυμα και στερεά σωματίδια που προέρχονται από τη συγκομιδή μελιού. Όσον αφορά, το χρώμα του μελιού ποικίλλει από σχεδόν άχρωμο έως καφέ σκούρο. Ως προς τη σύσταση, μπορεί να είναι ρευστό, παχύρρευστο ή, μερικά ή ολικά, κρυσταλλωμένο. Επιπλέον, η γεύση και το άρωμα ποικίλουν, αλλά εξαρτώνται από τη φυτική προέλευση. Όταν διατίθεται στο εμπόριο ως μέλι ή όταν χρησιμοποιείται σε οποιοδήποτε προϊόν προοριζόμενο για κατανάλωση από τον άνθρωπο, δεν πρέπει να έχει προστεθεί κανένα συστατικό τροφίμων στο μέλι, συμπεριλαμβανομένων των προσθέτων τροφίμων, ούτε να έχει γίνει καμία άλλη προσθήκη εκτός από μέλι. Στο μέτρο του δυνατού, το μέλι δεν πρέπει να περιέχει οργανικές ή ανόργανες ύλες, ξένες προς τη σύστασή του. Επίσης, με εξαίρεση το μέλι ζαχαροπλαστικής, δεν πρέπει να παρουσιάζει ασυνήθιστη γεύση ή οσμή ούτε να έχει αρχίσει να υφίσταται ζύμωση. Επιπρόσθετα, η οξύτητά του δεν πρέπει να έχει τροποποιηθεί τεχνητώς και δεν πρέπει να έχει θερμανθεί με τρόπο που να συνεπάγεται την καταστροφή ή τη σημαντική αδρανοποίηση των φυσικών ενζύμων. Τέλος, με την επιφύλαξη του διηθημένου μελιού, δεν δύναται να αφαιρείται ούτε η γύρη ούτε κανένα άλλο χαρακτηριστικό στοιχείο της σύνθεσης του μελιού, εκτός αν αυτό είναι αναπόφευκτο κατά την αφαίρεση ξένων οργανικών ή ανόργανων υλών. (Απόφ. Α.Χ.Σ. 68/2002, ΦΕΚ 641/Β/23-5-2002 «Τροποποίηση του άρθρου 67 του Κ.Τ. «Μέλι» σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 2001/110/Ε.Κ.».)

## 1.3 Η διατροφική αξία του μελιού

Το μέλι είναι ένα από τα πιο παραδοσιακά φυσικά γλυκαντικά, που χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο για χιλιετίες. Αξίζει να σημειωθεί ότι η σαφής διατροφική του αξία επηρεάζεται πρώτα από όλα από τον τύπο του μελιού και δευτερευόντως από την

περιοχή παραγωγής και την περίοδο της συλλογής του. Έχει αναφερθεί ότι περιλαμβάνει περίπου 200 ουσίες, εκτοξεύοντας έτσι τη διατροφική του αξία. Όπως διατυπώθηκε πρωτύτερα, το μέλι στην ουσία είναι ένα συμπυκνωμένο υδατικό διάλυμα διάφορων υδατανθράκων. Αυτοί κατέχουν περίπου το 95% του ξηρού βάρους ενός μελιού και περιλαμβάνουν τη φρουκτόζη, τη γλυκόζη (οι οποίες αποτελούν τα κύρια σάκχαρα), τη σακχαρόζη, τη μαλτόζη και άλλους ολιγο- και πολυσακχαρίτες. Οι κύριοι υδατάνθρακες αφομοιώνονται εύκολα από τον οργανισμό και χρησιμοποιούνται για τις ενεργειακές απαιτήσεις του. Επίσης, ορισμένοι ολιγοσακχαρίτες έχουν πρεβιοτική δράση, συμβάλλοντας έτσι στην ορθή λειτουργία του εντέρου. Παράλληλα, εκτός από τα κύρια συστατικά, το μέλι περιλαμβάνει και κάποια δευτερεύοντα, στα οποία ανήκουν και οι πρωτεΐνες. Αυτές λαμβάνονται από το νέκταρ και τη γύρη των ανθέων και των φυτών. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο κατέχουν τα ένζυμα και πιο συγκεκριμένα, η αμυλάση, η α-γλυκοσιδάση, η β-γλυκοσιδάση, η καταλάση και οι φωσφατάσες, με τις δύο πρώτες να λογίζονται ως οι πιο σημαντικές. Η αμυλάση δρα ως καταλύτης στη μετατροπή του αμύλου σε μαλτόζη και αποτελεί μέτρο της φρεσκότητας του μελιού, ενώ, η α-γλυκοσιδάση συμμετέχει στη μετατροπή της σουκρόζης σε γλυκόζη και φρουκτόζη. Λόγω, της ευαισθησίας των δύο αυτών ενζύμων στη θερμότητα, αποτελούν υπόδειξη για το αν το μέλι έχει υποστεί θέρμανση ή όχι. Ακόμη, έχουν αναγνωριστεί 26 αμινοξέα στο μέλι, με πιο σημαντική την προλίνη, της οποίας η περιεκτικότητα φτάνει τα 200 mg/kg. Επιπρόσθετα, το μέλι συμπεριλαμβάνει οργανικά οξέα, όπως το γλυκονικό, το κιτρικό, το μυρμηγκικό, το φωσφορικό και άλλα, τα οποία συντελούν στην δημιουργία μιας ισορροπημένης διατροφής. Επιπλέον συστατικά, είναι οι βιταμίνες, κυρίως οι υδατοδιαλυτές C και αυτές του συμπλέγματος της B (B2,B5,B6,B7 ή βιοτίνη και η B3), τα λιπίδια, τα αιθέρια έλαια, που προσφέρουν το άρωμα στο μέλι και τα μέταλλα. Το μέλι περιέχει περίπου όλα τα μέταλλα, για παράδειγμα θείο, φώσφορο, μαγνήσιο, σίδηρο, χλώριο, κάλιο, ασβέστιο, νάτριο, χαλκό, μαγγάνιο και πυρίτιο. Αξιοσημείωτο είναι πως τα πιο σκούρα προϊόντα μελιού διαθέτουν περισσότερα μέταλλα από αυτά που είναι πιο ανοιχτόχρωμα. Τέλος, στο μέλι περιέχονται φυτοχημικές ουσίες, κυρίως φλαβονοειδή όπως η λουτεόλη, η απιγενίνη ή η καμφερόλη και φαινολικές ενώσεις. («Διατροφική αξία του μελιού», 2019)

**Παρακάτω ακολουθεί η διατροφική αξία του μελιού συνοπτικά:**

**Υγρασία:** 13%–22%

**Σάκχαρα:** 75–80%

**Μέταλλα:** (K, Ca, Cl, Na, Mg)

**Ιχνοστοιχεία:** (Fe, Cu, Mn, Si )

**Ένζυμα :** (ιμπερτάση, διαστάση, καταλάση, αμυλάση, α- και β-γλυκοσιδάση)

**Οργανικά οξέα :** (γλουκονικό, οξικό, μηλικό, γαλακτικό, κιτρικό, φωσφορικό, μυρμηγκικό)

**Ρυθμιστικές ουσίες:** ( ακετυλοχολίνη, χολίνη)

**Αμινοξέα:** (ποικιλία σε μικρές ποσότητες)

**Χρωστικές ουσίες:** (καροτένια, φλαβονοειδή)

**Βιταμίνες :** ασκορβικό οξύ (C), θειαμίνη(B1), ριβοφλαβίνη (B2), νιασίνη (B3), παντοθενικό οξύ (B5), πυριδοξίνη (B6), βιοτίνη (B7)

(«Διατροφική αξία του μελιού», 2019)

**Πίνακας 1.3 (α): Η διατροφική αξία του μελιού ανα 100 g**

Ενέργεια και θρεπτικά συστατικά	Μέλι (100 g)
Ενέργεια	1272 Kj (304 kcal)
Υδατάνθρακες	82,4 g
Σάκχαρα	82,12 g
Φυτικές ίνες	0,2 g
Λιπαρά	0 g
Πρωτεΐνες	0,3 g
Νερό	17,1 g
Ριβοφλαβίνη (B2)	0,038 mg (3%)
Νιασίνη (B3)	0,121 mg (1%)
Παντοθενικό οξύ (B5)	0,068 mg (1%)
Βιταμίνη B6	0,024 mg (2%)
Φολικό οξύ	2 µg (1%)
Βιταμίνη C	0,5 mg (1%)

<b>Ενέργεια και θρεπτικά συστατικά</b>	<b>Μέλι (100 g)</b>
Ασβέστιο	6 mg (1%)
Σίδηρος	0,42 mg (3%)
Μαγνήσιο	2 mg (1%)
Φώσφορος	4 mg (1%)
Κάλιο	52 mg (1%)
Νάτριο	4 mg (0%)
Ψευδάργυρος	0,22 mg (2%)
<p>100 g ισοδυναμούν περίπου με 5 κουταλιές της σούπας.            Τα ποσοστά (%) της συνιστώμενης ημερίσιας ποσότητας για ενήλικες σύμφωνα με το USDA</p>	

(«Διατροφική αξία του μελιού», 2015)

**Πίνακας 1.3 (β): Η διατροφική αξία του μελιού σε σύγκριση με τη ζάχαρη ανα 100 g**

<b>Ενέργεια και θρεπτικά συστατικά</b>	<b>Μέσος όρος λευκής και καστανής ζάχαρης (100 g)</b>	<b>Μέλι (100 g)</b>
Ενέργεια (kcal)	383,5	304
Συνολικό λίπος (g)	0	0
Υδατάνθρακες (g)	99,0	82,4
Πρωτεΐνη (g)	0,1	0,3
Σάκχαρα (g)	98,4	82,12
Φρουκτόζη (g)	0,6	40,94
Γαλακτόζη (g)	0	3,1
Γλυκόζη (g)	0,7	35,75
Λακτόζη (g)	0	0,01
Μαλτόζη (g)	0	1,44
Σακχαρόζη (g)	97,2	0,89

<b>Ενέργεια και θρεπτικά συστατικά</b>	<b>Μέσος όρος λευκής και καστανής ζάχαρης (100 g)</b>	<b>Μέλι (100 g)</b>
Ασβέστιο (mg)	42,0	6
Φώσφορος (mg)	2,0	4
Μαγνήσιο (mg)	4,5	2
Νάτριο (mg)	14,5	4
Κάλιο (mg)	67,5	52
Νερό (g)	0,7	17,1
Φυλλικό οξύ (mcg)	0,5	2

(Δημακόπουλος, Γ., χ.χ.)

#### **1.4 Οι ιδιότητες του μελιού**

Εξαιτίας των πολλών συστατικών που περιέχονται στο μέλι, οι ιδιότητές του συγκαταλέγονται στις εξής:

- Αντιοξειδωτικές
- Αντιμικροβιακές
- Επουλωτικές
- Αντικαρκινικές και αντιμεταστατικές
- Αντιφλεγμονώδεις
- Ανοσοκατασταλτικές
- Καρδιοπροστατευτικές (Γεωργίου Α., κ.ά., 2016)

Αρχικά, το μέλι παρουσιάζει παρόμοια αντιοξειδωτική δράση με πολλά φρούτα και λαχανικά (Gheldof et al., 2002) . Όταν, οι μέλισσες περισυλλέγουν το νέκταρ ή το μελίτωμα, οι βιοδραστικές ενώσεις που βρίσκονται στα φυτά μπορούν να μεταφερθούν στο μέλι (Silici, Sagdic & Ekici, 2010). Επομένως, η αντιοξειδωτική δράση του, παρουσιάζει πλεονεκτήματα στο σύνολο της υγείας του ανθρώπου. Αυτό συμβαίνει διότι, αποτρέπει την οξείδωση των κυττάρων και δρα κατασταλτικά ενάντια στο ελικοβακτηρίδιο, το οποίο είναι υπαίτιο για πεπτικά έλκη και γαστρίτιδες (Διατροφική αξία του μελιού, 2019). Επίσης, η περιεκτικότητά του σε αντιοξειδωτικές ουσίες όπως τις πολυφαινόλες, τα φλαβονοειδή, τη βιταμίνη C, υπάρχει περίπτωση να έχει θετικό αντίκτυπο στο λιπιδαιμικό προφίλ και γενικότερα στην υγεία της καρδιάς (Khalil MI & Sulaiman SA, 2010; Samarghandian S, et al.,



2017). Επιπλέον, σύμφωνα με πειραματικές μελέτες έχουν βρεθεί ενδείξεις ότι το μέλι προλαμβάνει τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων και έτσι προωθεί την καταστροφή τους, αλλάζοντας τον κύκλο κυτταρικής ανάπτυξης σε καρκινικά κύτταρα όπως αυτά του δέρματος, του ενδομητρίου, του προστάτη, του ήπατος και άλλων (Erejuwa OO et al., 2014; Samarghandian S et al., 2017). Επιπρόσθετα, αυτό το φυσικό προϊόν, μέσω των αντιβακτηριακών, αντιοξειδωτικών και αντιφλεγμονωδών ιδιοτήτων που διαθέτει χρησιμοποιούνταν από αρχαιοτάτων χρόνων για την επούλωση πληγών, καθώς οι ιδιότητές του αυτές, συνέβαλαν στην απορρόφηση του νερού από τον περιβάλλοντα οίδηματώδη ιστό, στον καθαρισμό της πληγής και στην προστασία της από περαιτέρω μόλυνση (Journal of the Royal Society of Medicine, 1989). Ακόμη, το μέλι παρουσιάζει οφέλη στην αντιμετώπιση ενός απλού κρυολογήματος καθώς συμβάλλει στον κατευνασμό του βήχα και του πονόλαιμου. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως δεν είναι όλες αυτές οι ιδιότητες του μελιού επιστημονικά αποδεδειγμένες (Μέλι, 2021).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: Παράμετροι της ποιότητας του μελιού**

Βάσει του προτύπου ISO 9000:2000, η ποιότητα ορίζεται ως «ο βαθμός στον οποίο ένα σύνολο εγγενών χαρακτηριστικών πληρούν τις απαιτήσεις», δηλαδή εάν και κατά πόσον αυτά τις πληρούν σε μικρότερο, μεγαλύτερο βαθμό ή εξ ολοκλήρου («Ορισμός ποιότητας», 2014). Οι ποιοτικοί παράμετροι, στις οποίες γίνεται αναφορά παρακάτω πρόκειται για τις χημικές, βιοχημικές και φυσικές. Σκοπός αυτών, είναι να προσδιορίσουν την ποιότητα του μελιού, το οποίο προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση.

### **Χημικοί παράμετροι**

- **Υγρασία:** Η υγρασία σχετίζεται με την ικανότητα του μελιού να παραμένει σταθερό και να αντιστέκεται στην αλλοίωση από την ζύμωση μαγιάς. Η περιεκτικότητα του μελιού σε υγρασία εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως είναι η βοτανική του προέλευση, οι κλιματικές συνθήκες, ο βαθμός ωρίμανσης του μελιού, οι τεχνικές επεξεργασίας του, καθώς και οι συνθήκες στις οποίες αποθηκεύεται. Ακόμη, η υγρασία παρουσιάζει σημαντική επιρροή στα αισθητηριακά χαρακτηριστικά αυτού του φυσικού προϊόντος, κυρίως στη γεύση και στην κοκκοποίηση του (Consuelo Pita-Calvo et al., 2017). Αξιοσημείωτο είναι ότι η περιεκτικότητα του μελιού σε υγρασία γενικά, δεν πρέπει να ξεπερνάει το 20%. Όσον αφορά το μέλι ερείκης και το μέλι ζαχαροπλαστικής εν γένει, το ποσοστό της υγρασίας σε αυτά δεν πρέπει να είναι περισσότερο από 23%, ενώ στο μέλι ζαχαροπλαστικής από ερείκη η περιεκτικότητα σε υγρασία δεν πρέπει να είναι πάνω από 25% (Απόφ. Α.Χ.Σ. 68/2002, ΦΕΚ 641/Β/23-5-2002 «Τροποποίηση του άρθρου 67 του Κ.Τ. «Μέλι» σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 2001/110/Ε.Κ.»).
- **Ενεργότητα νερού:** Η ενεργότητα του νερού αποτελεί καίριο παράγοντα για την ανάπτυξη ή και την επιβίωση των μικροοργανισμών στο μέλι. Συνηθίζεται οι τιμές της ενεργότητας νερού στο μέλι να είναι χαμηλότερες από 0,60, γεγονός που καθιστά εφικτή την αποφυγή της ανάπτυξης οσμωτικών ζυμομυκήτων (Ruegg and Blanc, 1981; Tornuk, F. et al., 2013).

- pH: Το pH σχετίζεται με τη σταθερότητα και τη διάρκεια ζωής του μελιού. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υπόδειξη τυχόν μικροβιακής μόλυνσης (Consuelo Pita-Calvo et al., 2017). Το κυρίαρχο οξύ που βρίσκεται στο μέλι είναι το γλυκονικό οξύ. Η παρουσία του σε όλα τα είδη μελιού προέρχεται από την δράση της οξειδάσης της γλυκόζης, στην οποία οι μέλισσες συμβάλλουν κατά την διάρκεια της ωρίμανσης. Τέλος, σε μια μελέτη αναφέρθηκαν τιμές pH μεταξύ 3,89-5,27 για μέλια μελιτώματος και 3,68-4,24 για τα ανθόμελα (Manzanares et al., 2011; Karabagias, I.K. et al., 2014).
- Τέφρα: Η περιεκτικότητα σε τέφρα είναι ένας δείκτης της περιεκτικότητας σε μεταλλικά στοιχεία. Επιπλέον, θεωρείται ως κριτήριο ποιότητας για την προέλευση του μελιού (Consuelo Pita-Calvo et al., 2017: 7). Αξίζει να σημειωθεί ότι, τα ανθόμελα έχουν μικρότερη περιεκτικότητα σε τέφρα από τα μελιτώματα (IHC). Γενικότερα, τα ανθόμελα έχουν περιεκτικότητα σε τέφρα  $\leq 0,6$  % (w/w) ενώ τα μέλια μελιτώματος, τα μείγματα των μελιτωμάτων και τα μέλια ανθέων ή μέλια από κάστανο έχουν  $\leq 1,2$  % (w/w) (Ouchemoukh, S. et al., 2007: 52-58).
- Αναλογία γλυκόζης/ υγρασία: Για την πρόβλεψη της αποκρυστάλλωσης του μελιού χρησιμοποιείται η αναλογία γλυκόζης προς υγρασία. Συγκεκριμένα, όταν η αναλογία είναι 1,7 ή χαμηλότερη, το μέλι δεν θα κρυσταλλώσει. Επιπλέον, προτείνεται να λαμβάνεται υπόψη και η αναλογία φρουκτόζης προς γλυκόζη. Όταν αυτή η αναλογία είναι μεγαλύτερη από 1,3, το μέλι παραμένει υγρό ή κρυσταλλώνεται αργά (Ruoff, K. et al., 2007: 415-423 ). Τέλος, τόσο η αναλογία φρουκτόζης/ γλυκόζη, όσο και αυτή της γλυκόζης/ υγρασία είναι χρήσιμες για την ταξινόμηση των μονοανθών μελιών (Bogdanov, S. et al., 2004: 4-17).
- Προλίνη: Η προλίνη πρόκειται για το κύριο αμινοξύ του μελιού και συνδέεται με τον αντιοξειδωτικό του χαρακτήρα (Meda, A. et al., 2005). Η ποσότητα αυτού του αμινοξέος στο μέλι χρησιμοποιείται σαν κριτήριο της ωρίμανσης του. Ακόμη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως ένδειξη της τυχόν νοθείας του με ζάχαρη, καθώς σε αυτή την περίπτωση το επίπεδο της προλίνης μειώνεται σημαντικά. Παρόλο που δεν έχει οριστεί ελάχιστη τιμή για την συγκέντρωση της προλίνης στο μέλι από την ευρωπαϊκή νομοθεσία, το μέλι που περιέχει

προλίνη λιγότερη από 180 mg/kg θεωρείται ότι είναι είτε νοθευμένο, είτε μη ώριμο (Bogdanov, S.etal., 1999).

- Σακχαρόζη: Η περιεκτικότητα της σακχαρόζης στο μέλι χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της ενδεχόμενης νοθείας με εμπορική σακχαρόζη. Αξίζει να σημειωθεί ότι, το μέλι που δεν έχει υποστεί νοθεία περιέχει σχεδόν 5% σακχαρόζη (Wang, S.et al., 2015). Ένας λόγος που καθιστά υψηλή αυτή την ποσότητα είναι η πρόωμη συγκομιδή του μελιού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η σακχαρόζη να μην έχει προλάβει να μετατραπεί πλήρως σε γλυκόζη και φρουκτόζη από το ένζυμο ιμπερτάση (Azeredo, L.et al., 2003). Ακόμη κάποιοι λόγοι που μπορεί να συμβάλλουν στα υψηλά επίπεδα της σακχαρόζης είναι η ανεπαρκής ωρίμανση του μελιού, καθώς και το γεγονός ότι οι μέλισσες μπορεί να δέχτηκαν παραπάνω ποσότητα ζάχαρης κατά τη διάρκεια της άνοιξης. Από την άλλη μεριά, είναι ιδιαίτερα σημαντικό ότι το επίπεδο της σακχαρόζης μπορεί να μειωθεί με την δράση της ιμπερτάσης κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης του μελιού (Anklam, E., 1998).
- HMF: Ο προσδιορισμός της υποβάθμισης της ποιότητας του μελιού, όταν αυτή επέρχεται από υπερβολική θέρμανση ή ανεπαρκείς συνθήκες αποθήκευσης, πραγματοποιείται με την χρήση της HMF. Αυτή βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα στα φρέσκα μέλια, ενώ στα παλιά, σε αυτά που έχουν υποστεί θέρμανση, αποθηκευτεί σε ακατάλληλες συνθήκες ή νοθευθεί με ιμπερτοποιημένο σάκχαρο ή σιρόπι, η συγκέντρωσή της πρόκειται για υψηλή (Nozal, M. et al., 2001). Επιπλέον, η HMF μπορεί να σχηματιστεί ακόμη και σε χαμηλές θερμοκρασίες σε όξινες συνθήκες με αφυδάτωση της ζάχαρης (Lee and Nagy, 1990). Ακόμη, επισημαίνεται ότι η περιεκτικότητα του μελιού σε HMFεπηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως το pH, η οξύτητα, η περιεκτικότητα σε υγρασία, η διάρκεια αποθήκευσης και άλλα (Tornuk,F.et al., 2013). Τέλος, αξιολογείται πως έχουν αναφερθεί ποσότητες HMF μεγαλύτερες από 500 mg/kg λόγω νοθείας με ιμπερτοποιημένο σιρόπι (LoCoco, F.et al., 1996), όταν οι τιμές της γενικά, σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών δεν πρέπει να ξεπερνάν τα 40 mg/kg. Ενώ, στα μέλια δηλωμένης προέλευσης από περιοχές με τροπικό κλίμα και στα μείγματα των μελιών αυτών, οι τιμές αυτής δεν πρέπει να είναι παραπάνω από 80 mg/kg.
- Ελεύθερη οξύτητα: Σύμφωνα με των Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, το ανώτερο όριο για την ελεύθερη οξύτητα γενικά είναι τα 50 χιλιοστοϊσοδύναμα

οξέος ανα 1000 g μελιού, ενώ για το μέλι ζαχαροπλαστικής τα 80 (Απόφ. Α.Χ.Σ. 68/2002, ΦΕΚ 641/Β/23-5-2002 «Τροποποίηση του άρθρου 67 του Κ.Τ. «Μέλι» σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 2001/110/Ε.Κ.»). Οι τιμές της οξύτητας του μελιού επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες όπως, η προέλευση του, η παρουσία ή μη οργανικών οξέων και σε έναν βαθμό η γεωγραφική του προέλευση. Ιδιαίτερα σημαντικό είναι, ότι το μέλι που βρίσκεται εντός των επιτρεπτών ορίων υποδηλώνει την απουσία ανεπιθύμητων ζυμώσεων (Tornuk, F. et al., 2013).

### **Βιοχημικοί παράμετροι**

- **Ενζυμική δραστηριότητα:** Λόγω της χαμηλής δραστηριότητας της διαστάσης και της ιμπερτάσης στα παλιά ή θερμαινόμενα μέλια, τα παραπάνω ένζυμα χρησιμοποιούνται ως ένδειξη της φρεσκότητας του μελιού. (Consuelo Pita-Calvo et al., 2017).
- **Αντιοξειδωτική δράση:** Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχει μία σύνδεση μεταξύ της συνολικής περιεκτικότητας σε φαινολικά και της αντιοξειδωτικής δράσης των τροφίμων. Οι παραπάνω, στα μέλια εξαρτώνται από την ανθική τους προέλευση (Al-Mamary et al., 2002) , αλλά κάποιες φορές και από άλλους παράγοντες, όπως οι κλιματικές και περιβαλλοντικές συνθήκες κατά τις οποίες παράχθηκαν τα μέλια (Silici et al., 2010). Παρόλο, που οι φαινολικές ενώσεις συμβάλουν στην αντιοξειδωτική δράση των μελιών, η τελευταία είναι αποτέλεσμα όχι μόνο αυτών αλλά και της δράσης των πεπτιδίων, του οργανικού οξέος και του συνδυασμού των ενζύμων (Gheldof et al., 2002; Tornuk, F. et al., 2013).

### **Φυσικοί παράμετροι**

- **Ηλεκτρική αγωγιμότητα:** Η ηλεκτρική αγωγιμότητα αποτελεί κριτήριο για το διαχωρισμό της βοτανικής προέλευσης του μελιού, σε μέλι από νέκταρ ή μελιτωμάτων, αφού οι τιμές της στα μέλια από άνθη είναι σε χαμηλότερα επίπεδα από αυτές των μελιτωμάτων. Συγκεκριμένα, οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στα ανθόμελα και στα μείγματα αυτών είναι  $\leq 0,8$  mS/cm, με ορισμένες εξαιρέσεις όπως, ο ευκάλυπτος, η ερείκη, η φράουλα και άλλα. Αντίθετα, οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο μέλι μελιτωμάτων, το

μέλι καστανιάς και τα μείγματα με ανθόμελο (με εξαίρεση τα προαναφερόμενα) πρόκειται για 0,8mS/cm και μεγαλύτερες. Τέλος, οι τιμές της έχουν χρησιμοποιηθεί και για την κατανομή των μονοανθών μελιών. (Bogdanov, S. et al., 2004: 4-17).

➤ Χρώμα: Το χρώμα πρόκειται για ένα από τα χαρακτηριστικά του μελιού με μεγάλη ποικιλότητα. Αυτό συνδέεται κυρίως με τη βοτανική προέλευση του μελιού αλλά εξαρτάται και από διάφορους άλλους παράγοντες, οι οποίοι είναι, η περιεκτικότητα σε τέφρα, η διάρκεια αποθήκευσης του και η θερμοκρασία, καθώς επίσης η παρουσία αντιοξειδωτικών χρωστικών όπως φλαβονοειδή και καροτενοειδή (Baltrusaityte, V. et al., 2007: 502-514). Τέλος, με εξαίρεση την καστανιά και την ερείκη και κάποια άλλα ανθόμελα, τα μέλια των μελιτωμάτων έχουν γενικά πιο σκούρο χρώμα από αυτά των ανθέων (Consuelo Pita-Calvo et al., 2017). Με βάση τα Πρότυπα των Ηνωμένων Πολιτειών ορίζονται οι παρακάτω περιοχές χρωμάτων:



**Πίνακας 2: Χρωματικές περιοχές μελιού σύμφωνα με την μονάδα μέτρησης Pfund**

mmPfund	Χρωματική Περιοχή
0-8	Water White
9-17	White
35-50	Extra Light Amber
51-81	Water White
0-8	Light Amber
86-114	Amber
115-150	Dark Amber

(«Προσδιορισμός χρώματος στο μέλι», 2022)

➤ Στροφική ικανότητα: Το μέλι έχει την ιδιότητα να περιστρέφει το επίπεδο του πολωμένου φωτός. Αυτή η εναλλαγή εξαρτάται κυρίως από τους τύπους μελιού και τις σχετικές ποσότητες των σακχάρων τους. Ο προσδιορισμός της στροφικής ικανότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης για τον διαχωρισμό ανάμεσα στο μέλι μελιτώματος και στο ανθόμελο. Αξίζει να επισημανθεί ότι τα πιο πολλά μέλια από μελιτώματα είναι δεξιόστροφα, σε αντίθεση με τα μέλια από άνθη που είναι αριστερόστροφα. Επιπρόσθετα, η

ειδική εναλλαγή μπορεί να αποδειχθεί χρήσιμη στην ταξινόμηση των μονοανθών μελιών. (Bogdanov, S. et al., 2004: 4-17).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Στο κεφάλαιο αυτό, παρατίθενται πληροφορίες για τα υλικά, τον εξοπλισμό και τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν, προκειμένου να προσδιοριστούν διάφορα στοιχεία των δειγμάτων που λήφθηκαν. Αξίζει να επισημανθεί ότι η αρίθμηση των δειγμάτων στις εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν παρακάτω, επρόκειτο για τυχαία κατά τη διάρκεια των πειραμάτων στο εργαστήριο, γι' αυτό στην εργασία αντικαταστήθηκε με μία απλούστερη.

### 3.1 Δειγματοληψία:

Κατά την πειραματική διαδικασία χρησιμοποιήθηκαν 7 προϊόντα μελιού, τα οποία προέρχονταν από άνθη και κωνοφόρα δάση. Βασική προϋπόθεση ήταν όλα τα δείγματα να είναι ιδιωτικής ετικέτας, δηλαδή να εντάσσονται στα προϊόντα που παρασκευάζονται αποκλειστικά για τα καταστήματα στα οποία διατίθενται. Όλα τα μέλια/ μελιτώματα προμηθεύτηκαν από αλυσίδες τροφίμων της πόλης της Φλώρινας. Στον παρακάτω πίνακα περιλαμβάνονται τα προς προσδιορισμό δείγματα που επιλέχθηκαν, με τον αριθμό και το είδος του καθενός.

**Πίνακας 3.1: Δείγματα προς εξέταση**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΕΙΔΟΣ
1	Ανθέων δασών
2	Ανθέων δασών
3	Ανθέων και κωνοφόρων δασών
4	Ανθέων και κωνοφόρων δασών
5	Δασόμελο με άνθη
6	Ανθέων και κωνοφόρων δασών
7	Ανθέων και κωνοφόρων δασών

#### 3.1.1 Προετοιμασία Δειγμάτων:

Καταρχάς, τα προϊόντα μελιού αφού αγοράστηκαν, τοποθετήθηκαν σε σκιερό και ξηρό μέρος στο χώρο του εργαστηρίου, μέχρι το πέρας των εργασιών. Αξίζει να σημειωθεί ότι προνοήθηκε, τα προϊόντα που επιλέχθηκαν να μην έχουν υποστεί το



φαινόμενο της κρυστάλλωσης, προκειμένου να μην καταστεί πιο δύσκολη η διαδικασία εξέτασής τους. Ωστόσο, κάθε φορά πριν την διεξαγωγή των αναλύσεων τα δείγματα μελιού θερμαίνονταν σε υδατόλουτρο υπερήχων, στους 40°C για 30 λεπτά, ούτως ώστε εάν υπήρχαν τυχόν κρύσταλλοι να διαλύονταν. Για να επιτευχθεί αυτό, τα δείγματα τοποθετούνταν σε σωλήνες, οι οποίοι γεμίζονταν έως τα  $\frac{3}{4}$  αυτών. Στη συνέχεια, εντάσσονταν σε στατώ και τελικά στο υδατόλουτρο πάντα με προσοχή να μην καλύπτονται τα καπάκια από τους σωλήνες με νερό. (Κασαπίδου, Ε., 2020).



Εικόνα 3.1.1 (α) Υδατόλουτρο υπερήχων, Πηγή: <https://www.nkcare.gr/product/digital-ultrasonic-cleaner-syskeves-yperichon/>



Εικόνα 3.1.1 (β) Υδατόλουτρο υπερήχων, Πηγή: Προσωπικό αρχείο

### 3.2 Αναλύσεις δειγμάτων μελιού:

Οι αναλύσεις που διεξήχθησαν είχαν ως σκοπό, τον προσδιορισμό των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών και της χημικής σύνθεσης των προεπιλεγμένων

προϊόντων μελιού ιδιωτικής ετικέτας. Επομένως, διενεργήθηκε προσδιορισμός της ενεργού οξύτητας (pH), της ελεύθερης οξύτητας, του δείκτη διάθλασης, της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, του χρώματος, της αντιοξειδωτικής δράσης, της στροφικής ικανότητας και της ενεργότητας νερού. Όσον αφορά τη χημική σύνθεση, πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε υγρασία, τέφρα, σάκχαρα, πρωτεΐνες και σε υδροξυ-μεθυλο-φουρφουράλη.

### **3.2.1 Προσδιορισμός φυσικοχημικών χαρακτηριστικών**

#### **3.2.1.1 Προσδιορισμός της ενεργού οξύτητας (pH)**

##### **Υλικά, σκεύη και εξοπλισμός:**

- Ποτήρια ζέσεως των 250 ml
- Ογκομετρικός κύλινδρος των 100ml
- Γυάλινη ράβδος
- Απεσταγμένο νερό
- Ρυθμιστικό διάλυμα Ph 4
- Ρυθμιστικό διάλυμα Ph 7
- Θερμαντική πλάκα VELP SCIENTIFICA
- Πεχάμετρο GLP 21 CRISON

##### **Πειραματική διαδικασία:**

Για τον προσδιορισμό της ενεργού οξύτητας, λόγω της σύστασης του δείγματος μας χρειάστηκε να δημιουργηθεί ένα διάλυμα. Αρχικά, σε ποτήρια ζέσεως των 250 ml τοποθετήθηκε απεσταγμένο νερό προκειμένου, με τη βοήθεια θερμαντικής πλάκας, να φτάσει σε σημείο βρασμού. Αυτό είχε ως σκοπό την απελευθέρωση του νερού από το CO<sub>2</sub> ούτως ώστε, να μην είναι εφικτή η πιθανή παραγωγή αδιάλυτων αλάτων, τα οποία είναι ικανά να μετατοπίσουν την ισορροπία της χημικής αλυσίδας και να αλλάξουν την οξύτητα του νερού. Στη συνέχεια, σε άλλα ποτήρια ζέσεως των 250 ml ζυγίστηκαν 10 g μελιού. Όταν πλέον είχε κρυώσει λίγο το απεσταγμένο νερό, μεταφέρθηκαν 75 ml αυτού σε ογκομετρικό κύλινδρο και κατόπιν προστέθηκαν στο δείγμα, αναδεύοντας με γυάλινη ράβδο έως ότου να διαλυθεί το μέλι και να ομογενοποιηθεί το διάλυμα. Έχοντας έτοιμο το διάλυμα ακολούθησε η βαθμονόμηση του πεχάμετρου με τη βοήθεια των ρυθμιστικών διαλυμάτων buffer 4 και buffer 7. Τέλος, ακολούθησαν δύο διαδοχικές μετρήσεις για κάθε ένα δείγμα ξεχωριστά από

τις οποίες λήφθηκε ο μέσος όρος αυτών για την εξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων. Αξίζει να σημειωθεί ότι η απόκλιση μεταξύ των δύο μετρήσεων έπρεπε να είναι μέχρι 0,03 pH. (Κασαπίδου, Ε., 2020).

### Υπολογισμός:

Για τον προσδιορισμό του pHσε κάθε δείγμα λήφθηκαν δύο μετρήσεις με το πεχάμετρο, οι οποίες καταγράφηκαν και έπειτα υπολογίστηκε ο μέσος όρος αυτών από τον παρακάτω τύπο:

$$M.O = (A + B) \div 2$$

Όπου:

- **M.O:** Ο μέσος όρος
- **A:** Η πρώτη μέτρηση που λήφθηκε από το πεχάμετρο
- **B:** Η δεύτερη μέτρηση που λήφθηκε από το πεχάμετρο



Εικόνα 3.2.1.1 (α) Πεχάμετρο CRISON GLP 22, Πηγή:

<https://gsbanalyticalmicrosystems.files.wordpress.com/2013/03/crison-glp-221.pdf>



Εικόνα 3.2.1.1 (β) Θερμαντική πλάκα, ογκομετρικός κύλινδρος, ποτήρια ζέσεως, γυάλινη ράβδος, Πηγή: Προσωπικό αρχείο

### 3.2.1.2 Προσδιορισμός της ελεύθερης οξύτητας (*free acidity*)

#### Υλικά, σκεύη και εξοπλισμός:

- NaOH 0,05 N
- Δείκτης φαινολοφθαλείνης
- Απεσταγμένο νερό
- Ποτήρια ζέσεως των 250 ml
- Ογκομετρικός κύλινδρος των 100 ml
- Γυάλινη ράβδος
- Μαγνητικοί αναδευτήρες
- Προχοΐδα
- Θερμαντική πλάκα VELP SCIENTIFICA
- Πεχάμετρο GLP 21 CRISON

#### Πειραματική διαδικασία:

Αρχικά, η προετοιμασία των δειγμάτων ήταν ακριβώς ίδια με αυτή στον προσδιορισμό της ενεργού οξύτητας. Επομένως, έχοντας έτοιμο το διάλυμα από την προηγούμενη ανάλυση ακολούθησε το στήσιμο του εξοπλισμού προκειμένου να πραγματοποιηθεί η ογκομέτρηση. Πρώτα, σειρά είχε το γέμισμα της προχοΐδας με NaOH 0,05N. Φροντίζοντας να μην υπάρχουν φυσαλίδες στο σημείο της στρόφιγγας, πάρθηκε η αρχική ένδειξη. Έπειτα, προστέθηκε στο ποτήρι ζέσεως, (που περιείχε το δείγμα), ένας μαγνητικός αναδευτήρας και τοποθετήθηκε πάνω σε θερμαντική εστία,

ανοίγοντας αυτή στο stirring (ανακίνηση) και όχι στο heating (θέρμανση). Παράλληλα, για διευκόλυνση και πιο έγκυρη ογκομέτρηση, πίσω από την θερμομαντική πλάκα τοποθετήθηκε το πεχάμετρο, το οποίο ρυθμίστηκε σε pH8,3, διότι εκεί γίνεται η αλλαγή του χρώματος του δείκτη της φαινολοφθαλεΐνης. Συνεπώς, βυθίζοντας το ηλεκτρόδιο του πεχάμετρου στο δείγμα και ανοίγοντας την στρόφιγγα στάγδην, ακολούθησε ογκομέτρηση μέχρι να φτάσει το pH όσο πιο κοντά στο 8,3 και να εμφανιστεί ροζ χρώμα στο διάλυμα. Επιπρόσθετα, διεξήχθη λευκός προσδιορισμός κατά τον οποίο ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία αλλά χωρίς δείγμα, μόνο με απεσταγμένο νερό και δείκτη. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι ανάμεσα στα δείγματα, το ηλεκτρόδιο του πεχάμετρου ξεπλένονταν με απεσταγμένο νερό και σκουπιζόταν καλά. (Κασαπίδου, Ε., 2020)

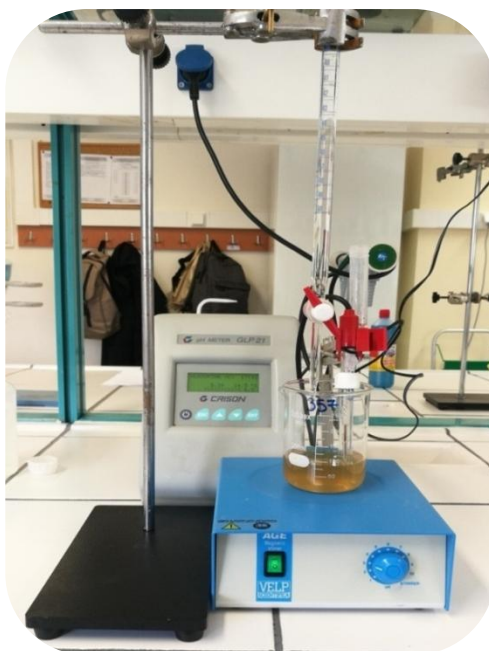
### Υπολογισμός:

Η ελεύθερη οξύτητα (mg/kg) υπολογίστηκε από τον παρακάτω τύπο:

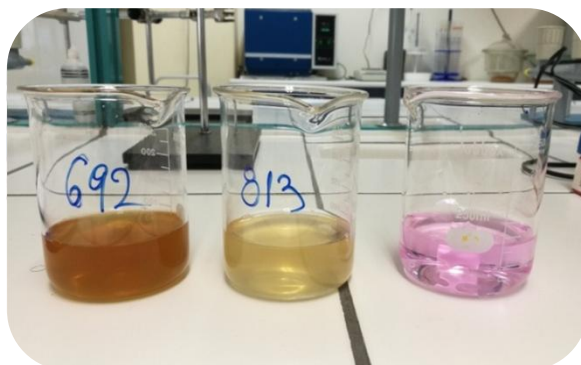
$$EO = \left( \frac{(ml \text{ διαλύματος } NaOH \text{ δείγματος} - ml \text{ διαλύματος } NaOH \text{ λευκού προσδιορισμού}) \times \text{κανονική τιμή διαλύματος } NaOH}{\text{Βάρος δείγματος}} \right) \times 100$$

Όπου:

- **EO:** Η ελεύθερη οξύτητα
- **ml NaOH δείγματος:** Τα ml NaOH που καταναλώθηκαν κατά την ογκομέτρηση του δείγματος μελιού
- **ml NaOH λευκού προσδιορισμού:** Τα ml NaOH που καταναλώθηκαν κατά την ογκομέτρηση του απεσταγμένου νερού με δείκτη, χωρίς το δείγμα μελιού (Κασαπίδου, Ε., 2020)



Εικόνα 3.2.1.2 (α) Προχοΐδα, πεχάμετρο GLP 21 CRISON, θερμαντική πλάκα VELP SCIENTIFICA, ποτήρι ζέσεως με το δείγμα μελιού από άνθη και δάση, Πηγή: Προσωπικό αρχείο



Εικόνα 3.2.1.2 (β) 1<sup>ο</sup> Ποτήρι ζέσεως με το δείγμα μελιού από: δάση και άνθη, 2<sup>ο</sup> Ποτήρι ζέσεως με το δείγμα μελιού από: άνθη και κωνοφόρα δάση, 3<sup>ο</sup> Ποτήρι ζέσεως χωρίς δείγμα για λευκό προσδιορισμό, Πηγή: Προσωπικό αρχείο

### 3.2.1.3 Προσδιορισμός του δείκτη διάθλασης (RI)

#### Υλικά, σκεύη και εξοπλισμός:

- Απεσταγμένο νερό
- Γυάλινη ράβδος
- Διαθλασίμετρο A. KRUSS OPTRONIC
- Χαρτί

### **Πειραματική διαδικασία:**

Η μέτρηση του δείκτη διάθλασης επιτεύχθηκε με το διαθλασίμετρο. Αρχικά, με τη βοήθεια γυάλινης ράβδου, τοποθετήθηκε μικρή ποσότητα δείγματος μελιού στο πρίσμα του διαθλασίμετρου. Έπειτα, επιλέχθηκε η μέθοδος 3 από τη συσκευή για την λήψη των αποτελεσμάτων. Το μηχάνημα λάμβανε 10 μετρήσεις και έβγαζε τον μέσο όρο, ο οποίος τελικά καταγραφόταν. Αξιοσημείωτο είναι ότι, μεταξύ των μετρήσεων το πρίσμα του διαθλασίμετρου καθαριζόταν απαλά με ένα χαρτί με απεσταγμένο νερό. (Κασαπίδου, Ε., 2020)

\*RI: Refractive Index



Εικόνα 3.2.1.3 Διαθλασίμετρο, Πηγή: <https://asteriadis.gr/product/epistimonikos-exoplismos/syskeves-piotikou-elegchou/syskeves-piotikou-elegchou-trofimon-klp/diathlasimetra/abbe-refractometer/>

### **3.2.1.4 Προσδιορισμός της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (electrical conductivity)**

#### **Υλικά, σκεύη και εξοπλισμός:**

- Ποτήρια ζέσεως των 100 ml
- Ογκομετρικός κύλινδρος
- Γυάλινη ράβδος
- Μαγνητικοί αναδευτήρες
- Απεσταγμένο νερό
- Ρυθμιστικό διάλυμα 147  $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Ρυθμιστικό διάλυμα 1413  $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Ρυθμιστικό διάλυμα 12.88  $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Αναλυτικό ζυγό
- Αγωγιμόμετρο

### Πειραματική διαδικασία:

Ο προσδιορισμός της αγωγιμότητας έγινε με την χρήση άνυδρου μελιού. Έχοντας ήδη υπολογίσει την υγρασία από την προηγούμενη ανάλυση, ήταν εύκολο να βρεθούν τα γραμμάρια της ξηρής ουσίας του κάθε δείγματος, χρησιμοποιώντας απλή μέθοδο των τριών. Έτσι, σε ποτήρι ζέσεως των 100 ml ζυγίστηκε ποσότητα μελιού που ισοδυναμούσε με 10 g άνυδρου. Στη συνέχεια, σε ογκομετρικό κύλινδρο τοποθετήθηκαν 50 ml απεσταγμένου νερού, τα οποία έπειτα μεταφέρθηκαν στο ποτήρι ζέσεως που περιείχε το δείγμα και ακολούθησε ανάδευση με γυάλινη ράβδο μέχρις ότου να ομογενοποιηθεί το διάλυμα. Ύστερα, προστέθηκε σε αυτό ένας μαγνητικός αναδευτήρας και επήλθαν δύο διαδοχικές μετρήσεις στο αγωγιμόμετρο στους 20°C, από τις οποίες λήφθηκε και σημειώθηκε ο μέσος όρος αυτών. Επιπλέον, μεταξύ των μετρήσεων των δειγμάτων το ηλεκτρόδιο του μηχανήματος ξεπλένονταν με απεσταγμένο νερό και στεγνώνονταν καλά με χαρτί. Τέλος, υπογραμμίζεται ότι προτού διεξαχθεί οποιαδήποτε μέτρηση, ήταν απαραίτητο να είχε προηγουμένως βαθμονομηθεί το αγωγιμόμετρο. Η βαθμονόμηση αυτού πραγματοποιούνταν κάθε 15 μέρες με την χρήση των ρυθμιστικών διαλυμάτων που προαναφέρθηκαν. (Bogdanov, S., n.d.)

### Υπολογισμός:

Για τον προσδιορισμό της ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε κάθε δείγμα λήφθηκαν δύο μετρήσεις με το αγωγιμόμετρο, οι οποίες καταγράφηκαν και έπειτα υπολογίστηκε ο μέσος όρος αυτών από τον παρακάτω τύπο:

$$M.O = (A + B) \div 2$$

Όπου:

- **M.O:** Ο μέσος όρος
- **A:** Η πρώτη μέτρηση που λήφθηκε από το αγωγιμόμετρο
- **B:** Η δεύτερη μέτρηση που λήφθηκε από το αγωγιμόμετρο





Εικόνα 3.2.1.4 Αγωγιμόμετρο, Πηγή: <https://qcontrol.gr/shop/category/exoplismos-ergastiriou-mikroskopia/pexametra-agogimometra/>

### 3.2.1.5 Προσδιορισμός του χρώματος (*color*)

#### Υλικά, σκεύη και εξοπλισμός:

- Στατώ
- Δοκιμαστικοί σωλήνες με ευρύ στόμιο και βιδωτό πώμα
- Γυάλινη ράβδος
- Πιπέτα
- Κυψελίδες
- Γλυκερίνη
- Υδατόλουτρο υπερήχων
- Φωτόμετρο

#### Πειραματική διαδικασία:

Αρχικά, χρησιμοποιώντας γυάλινη ράβδο προστέθηκε ικανοποιητική ποσότητα δείγματος μελιού σε δοκιμαστικό σωλήνα, που διαθέτε ευρύ στόμιο και βιδωτό πώμα, προκειμένου να θερμανθεί σε υδατόλουτρο υπερήχων στους 40°C για 30 λεπτά. Αυτό είχε ως σκοπό την διάλυση κρυστάλλων που ενδεχομένως περιέχονταν στο δείγμα. Έπειτα, μια κυψελίδα συμπληρώθηκε (μέχρι πριν το θαμπό της μέρος) με γλυκερίνη και τοποθετήθηκε στο φωτόμετρο, ούτως ώστε να το μηδενίσει και να το προετοιμάσει για την εισαγωγή των επερχόμενων δειγμάτων. Κατόπιν, λήφθηκε ποσότητα δείγματος από τον δοκιμαστικό σωλήνα με πιπέτα, (της οποίας η άκρη είχε πρωτύτερα κοπεί για να επιτευχθεί η εισαγωγή μεγαλύτερης ποσότητας μελιού σε αυτή) και μεταφέρθηκε σε μια κυψελίδα, προσεκτικά ώστε να αποφευχθεί η

δημιουργία φυσαλίδων. Εν τέλει, η γεμάτη με δείγμα κυψελίδα τοποθετήθηκε στο φωτόμετρο και με το πάτημα ενός κουμπιού (read) λήφθηκε και καταγράφηκε η ένδειξη του χρώματος σε τιμές Pfund. (Κασατίδου, Ε., 2020).



Εικόνα 3.2.1.5 (α) Φωτόμετρο, Πηγή: Προσωπικό αρχείο



Εικόνα 3.2.1.5 (β) Κυψελίδες με τρία διαφορετικά δείγματα μελιού, Πηγή: Προσωπικό αρχείο

### **3.2.1.6 Προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής δράσης (antioxidant action)**

#### **Υλικά, σκεύη και εξοπλισμός:**

- Ποτήρια ζέσεως
- Στατώ
- Δοκιμαστικοί σωλήνες με ευρύ στόμιο και βιδωτό πώμα
- Γυάλινη ράβδος
- Ογκομετρικός κύλινδρος
- Απεσταγμένο νερό
- Κυψελίδες χαλαζία
- Πανί/χαρτί
- Αναλυτικός ζυγός

- Υδατόλουτρο υπερήχων
- Vortex
- Φυγόκεντρος
- Φασματοφωτόμετρο

### **Πειραματική διαδικασία:**

Καταρχάς, ένα ποτήρι ζέσεως των 100 ml τοποθετήθηκε πάνω σε αναλυτικό ζυγό και με την βοήθεια γυάλινης ράβδου ζυγίστηκε ποσότητα δείγματος 10 γραμμαρίων. Έπειτα, το ποτήρι στερεώθηκε σε στατώ και μεταφέρθηκε σε υδατόλουτρο υπερήχων για 5 λεπτά, για την διάλυση τυχόν κρυστάλλων που μπορεί να περιέχονταν στο μέλι. Στη συνέχεια, με την χρήση ενός ογκομετρικού κυλίνδρου προστέθηκαν 20 ml απεσταγμένου νερού στο προζυγισμένο και προθερμασμένο δείγμα και πραγματοποιήθηκε ανάδευση με γυάλινη ράβδο, μέχρις ότου να ομογενοποιούνταν το διάλυμα. Από τη στιγμή που το διάλυμα ήταν έτοιμο, επιτελέστηκε ποσοτική μεταφορά αυτού σε δοκιμαστικό σωλήνα με ευρύ στόμιο και βιδωτό πώμα και αφού διενεργήθηκε ανακίνηση αυτού στο μηχάνημα vortex, για καλύτερο αποτέλεσμα, ακολούθησε φυγοκέντριση στις 5000 rpm για 20 λεπτά. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως στην φυγόκεντρο δεν μπορεί να τοποθετηθεί μόνο ένας δοκιμαστικός σωλήνας, διότι χρειάζεται αντίβαρο για να μπορέσει να εκτελεστεί η φυγοκέντριση. Ύστερα από την ολοκλήρωση αυτής της διαδικασίας, σειρά είχε ο μηδενισμός του φασματοφωτόμετρου, ο οποίος επιτυγχάνονταν ρυθμίζοντας αρχικά το μηχάνημα σε μία από τις δύο επιθυμητές απορροφήσεις. Στη διάρκεια, έχοντας φτάσει στο περιβάλλον μέτρησης, δύο κυψελίδες χαλαζία συμπληρώθηκαν με απεσταγμένο νερό και εντάχθηκαν στην πρώτη και δεύτερη θήκη του μηχανήματος. Ιδιαίτερα σημαντικό ήταν, η κυψελίδα να πιανόταν από τη ματ επιφάνειά της και κάθε φορά που εισερχόταν απεσταγμένο νερό ή δείγμα σε αυτή, να σκουπίζονταν καλά με πανί τα όχι ματ τοιχώματά της, προκειμένου να ήταν διαυγή και να εκπληρώνονταν σωστά η μέτρηση από το φασματοφωτόμετρο. Αφότου είχε πραγματοποιηθεί ο μηδενισμός, το περιεχόμενο της πρώτης κυψελίδας, που βρίσκονταν στην πρώτη θήκη του οργάνου, απορρίφθηκε σε ένα ποτήρι ζέσεως. Κατόπιν, στην ίδια κυψελίδα εισήλθε μικρή ποσότητα του προς εξέταση δείγματος, η οποία με τη σειρά της απορρίφθηκε και αυτή σε ποτήρι ζέσεως, με σκοπό το ξέπλυμα της κυψελίδας από την προηγούμενη της χρήση. Από τη στιγμή που αυτή κατέστη καθαρή, συμπληρώθηκε με κανονική

ποσότητα δείγματος και τοποθετήθηκε στη πρώτη θήκη του οργάνου για τη λήψη των απορροφήσεων στα 450 nm και 720 nm αντίστοιχα. Επισημαίνεται, ότι ο μηδενισμός του φασματοφωτόμετρου εκτελούνταν κάθε φορά που άλλαζε η απορρόφηση. Τέλος, η καταγραφή του τελικού αποτελέσματος για κάθε δείγμα επέρχονταν μετά από αφαίρεση των τιμών των δύο απορροφήσεων στα 450 nm και στα 720 nm που αντιστοιχούσαν σε αυτό.

### Υπολογισμός:

Ο προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής δράσης υπολογίστηκε από τον παρακάτω τύπο:

$$ABS = (A450 \text{ nm} - A720 \text{ nm})$$

Όπου:

- **ABS:** absorbance: απορρόφηση
- **A450 nm:** η απορρόφηση στα 450 nm
- **A720 nm:** η απορρόφηση στα 720 nm



Εικόνα 3.2.1.6 (α) Φυγόκεντρος, Πηγή: Προσωπικό αρχείο



Εικόνα 3.2.1.6 (β) Εσωτερικό της φυγόκεντρος, δοκιμαστικοί σωλήνες με ευρύ στόμιο και βιδωτό πώμα, Πηγή: Προσωπικό αρχείο



Εικόνα 3.2.1.6 (γ) Κυψελίδες χαλαζία, Πηγή:  
Προσωπικό αρχείο



Εικόνα 3.2.1.6 (δ) Φασματοφωτόμετρο, Πηγή:  
Προσωπικό αρχείο

### 3.2.1.7 Προσδιορισμός της στροφικής ικανότητας (*rotational activity*)

#### Υλικά, σκεύη και εξοπλισμός:

- Ποτήρια ζέσεως των 100 ml
- Γυάλινη ράβδος
- Ογκομετρικός κύλινδρος των 100 ml
- Απεσταγμένο νερό
- Διάλυμα Carrez I
- Διάλυμα Carrez II
- Δυο σιφώνια των 10 ml
- Πουάρ
- Ογκομετρική φιάλη των 100 ml
- Σταγονόμετρο
- Στατώ
- Δακτύλιος με στέλεχος
- Διαχωριστικό χωνί
- Πτυχωτό διηθητικό χαρτί
- Πιπέτες
- Αναλυτικός ζυγός
- Πολωσίμετρο

#### Πειραματική διαδικασία:

Ο προσδιορισμός της στροφικής ικανότητας όπως και στην περίπτωση της αγωγιμότητας, προϋποθέτει την χρήση άνυδρου μελιού. Από προηγούμενη ανάλυση είχε βρεθεί το ποσοστό της περιεκτικότητας της υγρασίας του κάθε δείγματος, έτσι με την βοήθεια αυτού υπολογίστηκαν και τα γραμμάρια του μελιού που αντιστοιχούσαν σε 10 g ξηρής ουσίας. Συνεπώς αυτά, ζυγίστηκαν πάνω στον αναλυτικό ζυγό, σε ποτήρι ζέσεως των 100 ml με την χρήση γυάλινης ράβδου. Στη συνέχεια, σε ογκομετρικό κύλινδρο των 100 ml εισχώρησαν 50 ml απεσταγμένου νερού, τα οποία προστέθηκαν στο ποτήρι που έφερε το δείγμα και αναδεύτηκαν με μία ράβδο, ώσπου να διαλυθεί το μέλι. Κατόπιν, το έτοιμο διάλυμα μεταφέρθηκε ποσοτικά σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml και με ένα σιφόνιο προστέθηκαν σε αυτή, 10 ml του διαλύματος Carrez I. Αφότου αναδεύτηκε καλά το διάλυμα για 30 δευτερόλεπτα, εντάχθηκαν σε αυτό αλλά 10 ml, από το διάλυμα Carrez II αυτή τη φορά και αναμίχτηκε ξανά για 30 δευτερόλεπτα. Έπειτα, με την βοήθεια ενός σταγονόμετρου συμπληρώθηκε η ογκομετρική φιάλη με απεσταγμένο νερό μέχρι την χαραγή, ύστερα πωματίστηκε και ανακινήθηκε καλά. Αφού παράχθηκε το διάλυμα, έμεινε για μία μέρα στο εργαστήριο και την επόμενη διηθήθηκε. Αυτό επιτεύχθηκε, χρησιμοποιώντας ένα στατώ, στο οποίο τοποθετήθηκε ένας δακτύλιος με ένα διαχωριστικό χωνί, που έφερε ένα πτυχωτό διηθητικό χαρτί. Έτσι, το περιεχόμενο της ογκομετρικής φιάλης άδειασε σε αυτό και μετά στάγδην σε ένα ποτήρι ζέσεως των 100 ml. Ακολούθως το διηθημένο πλέον διάλυμα ήταν έτοιμο για μέτρηση στο πολωσίμετρο. Προτού συμβεί αυτό, ο σωλήνας του μηχανήματος με την χρήση μιας πιπέτας ξεπλύθηκε με απεσταγμένο νερό, το οποίο μετά απορρίφθηκε σε ένα ποτήρι ζέσεως. Στη διάρκεια, αυτός συμπληρώθηκε ξανά με απεσταγμένο νερό, με προσοχή να μην δημιουργηθούν φυσαλίδες και τοποθετήθηκε μέσα στο πολωσίμετρο, προκειμένου να πραγματοποιηθεί ο μηδενισμός του. Μετέπειτα, ο σωλήνας ξεπλύθηκε με λίγη ποσότητα από το δείγμα, η οποία απορρίφθηκε πάλι σε ποτήρι ζέσεως. Τελικά, γέμισε με κανονική ποσότητα από το διάλυμα και τοποθετήθηκε στο μηχάνημα για την μέτρηση της γωνιακής περιστροφής στους 20°C. (Bogdanov, S., n.d.)

### **Υπολογισμός:**

Ο προσδιορισμός της στροφικής ικανότητας υπολογίστηκε από τον παρακάτω τύπο:

$$[\alpha]_D^{20} = \alpha \times 100 \div l \times \rho$$

Όπου:

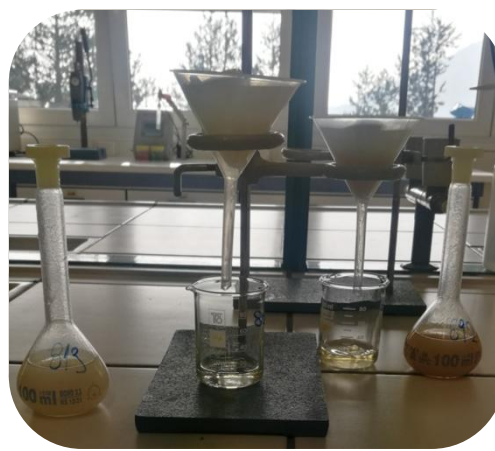
- $[\alpha]_D^{20}$ : η γωνιακή περιστροφή
- $\alpha$ : το αποτέλεσμα από το πολωσίμετρο
- $l$ : το μήκος της κυψελίδας που περιέχει το διάλυμα της ουσίας σε dm
- $p$ : βάρος επί ξηρού

(Bogdanov, S., n.d.)

Σημειώνεται ότι καταγράφηκαν τόσο θετικά όσο και αρνητικά αποτελέσματα.



Εικόνα 3.2.1.7 (α) 3 ποτήρια ζέσεως των 100 ml, 3 ογκομετρικές φιάλες των 100 ml, ογκομετρικός κύλινδρος των 100 ml, πουάρ, δύο σιφόνια των 10 ml, διάλυμα Cagez I, διάλυμα Cagez II, Πηγή: Προσωπικό αρχείο



Εικόνα 3.2.1.7 (β) 1<sup>η</sup> ογκομετρική φιάλη των 100 ml με δείγμα το μέλι από άνθη και κωνοφόρα δάση, 2<sup>η</sup> ογκομετρική φιάλη των 100 ml με δείγμα το μέλι από δάση και άνθη, δύο στατά, δύο διαχωριστικά χωνιά, δύο διηθητικά χαρτιά, δύο ποτήρια ζέσεως των 100 ml, Πηγή: Προσωπικό αρχείο



Εικόνα 3.2.1.7 (γ) Πολωσίμετρο, Πηγή: Προσωπικό αρχείο

### 3.2.1.8 Προσδιορισμός της ενεργότητας νερού ( $a_w$ )

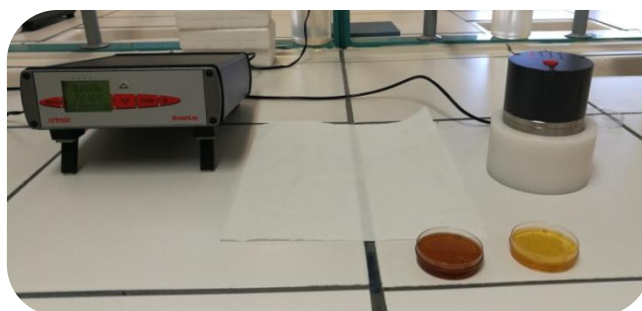
**Υλικά, σκεύη και εξοπλισμός:**

- Τρυβλία  $a_w$
- Γυάλινη ράβδος
- Μηχάνημα ενεργότητας

**Πειραματική διαδικασία:**

Σε αυτή την ανάλυση χρησιμοποιώντας γυάλινη ράβδο τοποθετήθηκε ποσότητα δείγματος σε τρυβλίο  $a_w$  μέχρι την εγκοπή του. Έπειτα, στήθηκε το μηχάνημα ενεργότητας και αφότου ήταν έτοιμο εισχώρησε σε αυτό το δείγμα. Από την στιγμή που ξεκινούσε το χρονόμετρο, στα 3 λεπτά σημειωνόταν ένας ήχος από το μηχάνημα που σήμαινε ότι εκείνη η ένδειξη έπρεπε να καταγραφεί. (Bogdanov, S., 1999).

\*  $a_w$  : water activity



Εικόνα 3.2.1.8 Μηχάνημα ενεργότητας, Τρυβλία  $a_w$  συμπληρωμένα με δείγματα, Πηγή: Προσωπικό αρχείο

## 3.2.2 Προσδιορισμός της χημικής σύνθεσης

### 3.2.2.1 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε υγρασία (*moisture*)

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε υγρασία, καθίστατο εφικτός με την εύρεση του δείκτη διάθλασης, η διεργασία του οποίου αναλύεται παραπάνω, καθώς βασιζόταν στην εφαρμογή ενός τύπου. (Κασαπίδου, E., 2020)

**Υπολογισμός:**

Το ποσοστό της περιεκτικότητας σε υγρασία υπολογίστηκε από τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Υγρασία (\%)} = [-0,2681 - \log(RI - 1)] \div 0,002243$$



Όπου:

- **Log:** Ο λογάριθμος
- **RI:** Ο δείκτης διάθλασης

(Wedmore, E., 1955)

### 3.2.2.2 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε τέφρα (ash)

**Υλικά, σκεύη και εξοπλισμός:**

- Χωνευτήρια
- Γυάλινη ράβδος
- Λαβίδα
- Αναλυτικός ζυγός
- Ξηραντήρας
- Κλίβανος ξήρανσης
- Κλίβανος αποτέφρωσης

**Πειραματική διαδικασία:**

Στην αρχή, τα χωνευτήρια αριθμήθηκαν για κάθε δείγμα ξεχωριστά και προξηράνθηκαν σε κλίβανο ξήρανσης για 30 λεπτά στους  $102 \pm 2^\circ\text{C}$ . Εν συνεχεία, τοποθετήθηκαν σε ξηραντήρα μέχρι να κρυώσουν, έπειτα ζυγίστηκαν στον αναλυτικό ζυγό με ακρίβεια 0,001 g και καταγράφηκε το αρχικό τους βάρος. Κατόπιν, τοποθετήθηκαν 5 g δείγματος περίπου, σε κάθε προξηραμένο και προζυγισμένο χωνευτήρι και σημειώθηκε εκ νέου το βάρος τους πριν την αποτέφρωση. Στη διάρκεια, τα χωνευτήρια εισήλθαν σε κλίβανο αποτέφρωσης, του οποίου η θερμοκρασία ρυθμίστηκε στους  $100^\circ\text{C}$ . Αυτή, αυξανόταν κατά  $100^\circ\text{C}$  ανά ώρα, έως ότου, έφτανε στους  $550^\circ\text{C}$ , ώσπου η τέφρα να αποκτούσε γκριζόλευκο χρώμα και να γινόταν σταθερό το βάρος. Ύστερα, με το πέρας αυτής της διαδικασίας και αφού η θερμοκρασία στον κλίβανο είχε πέσει, τα χωνευτήρια τοποθετήθηκαν σε ξηραντήρα, έτσι ώστε να κρυώσουν. Τέλος, ζυγίστηκαν και καταγράφηκε το τελικό τους βάρος μετά την αποτέφρωση. (Bogdanov, S., n.d.).

**Υπολογισμός:**

Η επί τοις εκατό περιεκτικότητα σε τέφρα υπολογίσθηκε από τον παρακάτω τύπο:

$$WA = ((m1 - m2) \div m0) \times 100$$

Όπου:

- **WA:** Η % περιεκτικότητα σε τέφρα του δείγματος μελιού
- **M1:** Το βάρος του χωνευτηρίου και του δείγματος μετά την αποτέφρωση
- **M2:** Το βάρος του χωνευτηρίου κενό
- **M0:** Το βάρος του χωνευτηρίου και του δείγματος πριν την αποτέφρωση

(Bogdanov, S., n.d.)



Εικόνα 3.2.2.2 (α) Κλίβανος ξήρανσης, Πηγή: <https://www.analytika.gr/product-categories-46075/klivanoi-xiransis-aposteirosis-ovens-46036/>



Εικόνα 3.2.2.2 (β) Κλίβανος αποτέφρωσης, Πηγή: <https://www.achema.gr/%CE%BA%CE%BB%CE%AF%CE%B2%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CE%B9-%CE%B1%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%AD%CF%86%CF%81%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82/347->

### **3.2.2.3 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε σάκχαρα (sugars)**

#### **Υλικά, σκεύη και εξοπλισμός:**

- Απεσταγμένο νερό
- Γυάλινη ράβδος
- Διαθλασίμετρο A. KRUSS OPTRONIC
- Χαρτί

#### **Πειραματική διαδικασία:**

Η μέτρηση των σακχάρων όπως και του δείκτη διάθλασης, ο οποίος αναφέρθηκε παραπάνω, επιτεύχθηκε με το ίδιο μηχάνημα. Όταν το σύνολο των διαλυτών στερεών αποτελείται από σάκχαρα η μέτρηση με διαθλασίμετρο αντιστοιχίζεται κατευθείαν σε συγκέντρωση σακχάρων και γίνεται σε βαθμούς Brix με σακχαροδιαθλασίμετρα (Κασαπίδου, Ε., 2020: 76). Αρχικά, τοποθετήθηκε μικρή ποσότητα δείγματος μελιού στο πρίσμα του διαθλασίμετρου με τη χρήση γυάλινης ράβδου. Στη περίπτωση των σακχάρων, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος 2 από τη συσκευή, για την λήψη των αποτελεσμάτων σε βαθμούς Brix. Το μηχάνημα λάμβανε 10 μετρήσεις και έβγαζε τον μέσο όρο, ο οποίος τελικά καταγραφόταν. Αξίζει να σημειωθεί ότι μεταξύ των μετρήσεων το πρίσμα του διαθλασίμετρου καθαριζόταν απαλά με ένα χαρτί με απεσταγμένο νερό. (Κασαπίδου, Ε., 2020).

### **3.2.2.4 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες (proteins)**

#### **Υλικά, σκεύη και εξοπλισμός:**

- Διάλυμα Bradford
- Απεσταγμένο νερό
- Ποτήρι ζέσεως
- Γυάλινη ράβδος
- Ογκομετρική φιάλη των 10 ml

- Σταγονόμετρο
- Στατώ
- Δοκιμαστικοί σωλήνες με βιδωτό πώμα
- Πιπέτα ακριβείας 100-1000  $\mu\text{L}$
- Πιπέτα ακριβείας 1000-5000  $\mu\text{L}$
- tips
- Κυψελίδα πλαστική
- Αναλυτικός ζυγός
- Περιστρεφόμενος αναδευτήρας (vortex)
- Φασματοφωτόμετρο διπλής δέσμης

### **Πειραματική διαδικασία:**

Αρχικά, έπρεπε να παρασκευαστεί ένα διάλυμα 50% β/ο. Αυτό επιτεύχθηκε ζυγίζοντας πρώτα σε ένα ποτήρι ζέσεως στον αναλυτικό ζυγό 5 g από το δείγμα. Έπειτα, προστέθηκαν σε αυτά κάποια ml απεσταγμένου νερού, που ήταν αρκετά για την διάλυση του μελιού αναδεύοντας με γυάλινη ράβδο. Η διαδικασία παρασκευής αυτού του διαλύματος ολοκληρώθηκε μεταφέροντας ποσοτικά το περιεχόμενο από το ποτήρι ζέσεως σε ογκομετρική φιάλη των 10 ml και συμπληρώνοντας με απεσταγμένο νερό τον όγκο της φιάλης μέχρι την χαραγή, με την χρήση σταγονόμετρου. Μετά από αυτό κατατάχθηκαν σε στατώ τόσοι δοκιμαστικοί σωλήνες με βιδωτό πώμα, όσα ήταν τα δείγματα. Ακολούθως, προσαρμόζοντας από ένα tip στο άκρο και των δύο πιπετών ακριβείας, 100-1000  $\mu\text{L}$  και 1000-5000  $\mu\text{L}$ , κατέστησαν έτοιμες να βυθιστούν στο διάλυμα μελιού και στο διάλυμα Bradford, αντίστοιχα. Αξίζει να σημειωθεί ότι, η μέθοδος Bradford είναι φασματοσκοπική και χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της πρωτεϊνικής συγκέντρωσης. Αυτή, βασίζεται στην αλλαγή του χρώματος της χρωστικής που ονομάζεται Coomassie Blue G, από τη στιγμή που υπάρχουν πρωτεϊνικά μόρια στο διάλυμα («Η μέθοδος Bradford», χ.χ.). Ακόμη, επισημαίνεται πως το διάλυμα Bradford αποθηκεύεται στο ψυγείο αλλά, όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί πρέπει να εξέρχεται από αυτό προκειμένου να πάρει θερμοκρασία δωματίου, πράγμα που επιτυγχάνεται ευκολότερα ανακινώντας την φιάλη ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Συνεπώς, η μία πιπέτα των 100-1000 $\mu\text{L}$  τοποθετήθηκε στην ογκομετρική φιάλη, που περιείχε το διάλυμα μελιού και λήφθηκαν 0,1 ml, τα οποία μεταφέρθηκαν σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα (με

βιδωτό πόμα), ενώ η άλλη πιπέτα τοποθετήθηκε στο διάλυμα Bradford για την λήψη 5 ml από αυτό, τα οποία μεταφέρθηκαν και αυτά στον ίδιο σωλήνα. Στη συνέχεια, αυτός πωματίστηκε και αναδεύτηκε καλά για λίγα δευτερόλεπτα στον περιστρεφόμενο αναδευτήρα. Ύστερα, αφέθηκε σε ηρεμία για 2 λεπτά και με το πέρασμα αυτών σειρά είχε η μέτρηση της οπτικής απορρόφησης στο φασματοφωτόμετρο στα 595 nm. Πρώτα, πραγματοποιήθηκε ο μηδενισμός του οργάνου, χρησιμοποιώντας ως λευκό το διάλυμα Bradford. Κατόπιν, ακολούθησε η εισαγωγή του δείγματος, που περιέχονταν στο δοκιμαστικό σωλήνα, σε πλαστική κυψελίδα και έπειτα μετρήθηκε η απορρόφηση στα 595 nm. Τέλος, καταγράφηκαν τα αποτελέσματα και δημιουργήθηκε η πρότυπη καμπύλη από την οποία βρέθηκαν και οι συγκεντρώσεις που αντιστοιχούσαν σε κάθε απορρόφηση.

### Υπολογισμός:

Ο προσδιορισμός των πρωτεϊνών υπολογίστηκε από τον παρακάτω τύπο:

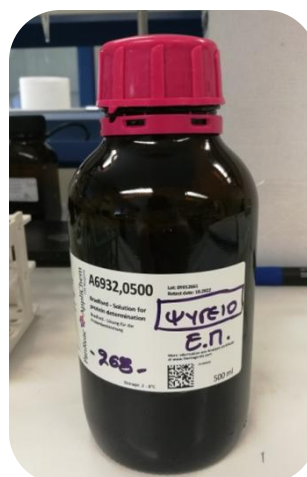
$$\begin{aligned} & \text{Πρωτεΐνη} \mu\text{g}/\text{g} \text{ μελιού} \\ & = \text{Συγκέντρωση} (\mu\text{g}/0,1 \text{ ml}) \times 1 \\ & \div (\text{Βάρος μελιού}/0,1 \text{ ml}) \end{aligned}$$

Όπου:

- **Συγκέντρωση (  $\mu\text{g}/0,1\text{ml}$ ):** οι συγκεντρώσεις που προέκυψαν από την πρότυπη καμπύλη
- **Βάρος μελιού/0,1 ml:** Το βάρος του δείγματος κάθε φορά επί 0,1 και έπειτα διά δέκα



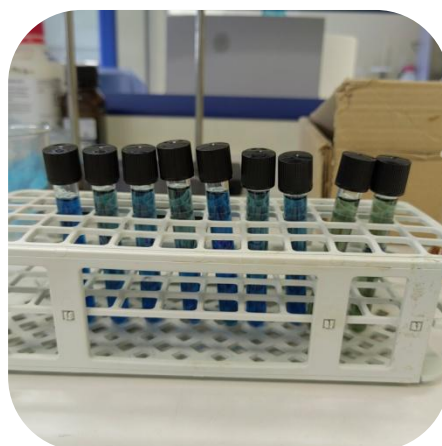
Εικόνα 3.2.2.4 (α) Ογκομετρικές φιάλες των 10 ml,  
Πηγή: Προσωπικό αρχείο



Εικόνα 3.2.2.4 (β) Διάλυμα Bradford, Πηγή:  
Προσωπικό αρχείο



Εικόνα 3.2.2.4 (γ) Πιπέτα ακριβείας 100-1000  $\mu\text{L}$ ,  
πιπέτα ακριβείας 1000-5000  $\mu\text{L}$ , Πηγή:  
Προσωπικό αρχείο



Εικόνα 3.2.2.4 (δ) Στατώ, δοκιμαστικοί σωλήνες με  
βιδωτό πώμα, Πηγή: Προσωπικό αρχείο



Εικόνα 3.2.2.4 (ε) Περιστρεφόμενος αναδευτήρας  
(vortex), Πηγή: Προσωπικό αρχείο



Εικόνα 3.2.2.4 (ζ) Φασματοφωτόμετρο διπλής  
δέσμης με αποτυπωμένες τις τιμές απορρόφησης  
του κάθε δείγματος στα 595 nm, Πηγή: Προσωπικό  
αρχείο

### 3.2.2.5 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε υδροξυ-μέθυλο-φουρφουράλη (HMF)

#### Αντιδραστήρια:

- Διάλυμα Carrez I
- Διάλυμα Carrez II
- Διάλυμα Μεταδιθειώδους Νατρίου ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ )

(Κασαπίδου, Ε., 2020)

Για την παρασκευή των παραπάνω διαλυμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω σκεύη;

- 2 ογκομετρικές φιάλες των 100 ml
- 1 ογκομετρική φιάλη των 25 ml
- 2 ποτήρια ζέσεως των 100 ml
- 1 ποτήρι ζέσεως των 50 ml
- 1 σπάτουλα
- Αναλυτικός ζυγός

#### **Σκεύη και εξοπλισμός:**

- Δοκιμαστικοί σωλήνες με ευρύ στόμιο και βιδωτό πόμα
- Ποτήρια ζέσεως των 50 ml
- Ογκομετρικός κύλινδρος των 50 ml
- Απεσταγμένο νερό
- Ογκομετρική φιάλη των 50 ml
- 2 σιφόνια του 1 ml
- Πουάρ
- Σταγονόμετρο
- Στατώ
- Δακτύλιος με στέλεχος
- Διαχωριστικό χωνί
- Δηθητικό χαρτί
- 3 σιφόνια των 5 ml
- Κυψελίδες χαλαζία
- Πανί/χαρτί
- Αναλυτικός ζυγός
- Περιστρεφόμενος αναδευτήρας vortex
- Φασματοφωτόμετρο διπλής δέσμης

#### **Παρασκευή διαλυμάτων:**

1. **Διάλυμα Carrez I:** Σε ποτήρι ζέσεως των 100 ml ζυγίστηκαν με σπάτουλα 10,6 g  $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3 H_2O$ . Έπειτα, προστέθηκε μία ποσότητα απεσταγμένου

νερού (κάτω από 80 ml) και έγινε ανάδευση με γυάλινη ράβδο. Στη συνέχεια, το διάλυμα μεταφέρθηκε ποσοτικά σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml και συμπληρώθηκε με νερό μέχρι την χαραγή. Τέλος, η φιάλη πωματίστηκε και ανακινήθηκε καλά.

2. **Διάλυμα Carrez II:** Σε ποτήρι ζέσεως των 100 ml ζυγίστηκαν με σπάτουλα 30 g  $ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$ . Ύστερα, προστέθηκε μία ποσότητα απεσταγμένου νερού (κάτω από 80 ml) και πραγματοποιήθηκε ανάδευση με γυάλινη ράβδο. Κατόπιν, έγινε ποσοτική μεταφορά του διαλύματος σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml, η οποία συμπληρώθηκε με νερό ως την χαραγή και έπειτα πωματίστηκε και ανακινήθηκε.
3. **Διάλυμα Μεταδιθειώδους Νατρίου ( $Na_2S_2O_5$ ):** Ιδιαίτερα σημαντικό για αυτό το διάλυμα είναι ότι έπρεπε να παρασκευάζεται φρέσκο πριν την ανάλυση.

#### **Πειραματική διαδικασία:**

Η HMF είναι ένα συστατικό που σχηματίζεται από τη διάσπαση της φρουκτόζης. Κατά την διάρκεια της αποθήκευσης του μελιού σε θερμοκρασία περιβάλλοντος η υδροξυμεθυλοφουρφουράλη δημιουργείται αργά, ενώ όταν αυτό θερμαίνεται σχηματίζεται πολύ γρήγορα. Συνεπώς, η HMF δημιουργείται από την αποσύνθεση των σακχάρων από την θερμότητα και έτσι αποτελεί τεκμήριο αν το μέλι έχει υποστεί θέρμανση («Ανάλυση HMF Υδροξυμεθυλοφουρφουράλης», 2017). Επομένως, σε αυτή την ανάλυση δεν απαιτούνταν η θέρμανση των δειγμάτων. Ο προσδιορισμός της HMF ξεκίνησε ζυγίζοντας στον αναλυτικό ζυγό 5 g του δείγματος μελιού σε δοκιμαστικό σωλήνα με ευρύ στόμιο και βιδωτό πώμα. Ύστερα, τοποθετήθηκαν σε ογκομετρικό κύλινδρο των 50 ml, 25 ml απεσταγμένου νερού, το οποίο βρίσκονταν σε θερμοκρασία δωματίου και έπειτα, προστέθηκαν στο δείγμα και πραγματοποιήθηκε καλή ανάμειξη αυτών μέχρις ότου να διαλυθεί το μέλι. Στη συνέχεια, το διάλυμα μεταφέρθηκε ποσοτικά από τον δοκιμαστικό σωλήνα σε ογκομετρική φιάλη των 50 ml και επιτελέστηκε προσθήκη 0,50 ml από τα διαλύματα Carrez I και II αντίστοιχα (που παρασκευάστηκαν προωότερα), χρησιμοποιώντας 2 σιφόνια του ενός ml, ένα για κάθε διάλυμα. Κατόπιν, με την βοήθεια σταγονόμετρου έγινε συμπλήρωση του όγκου της φιάλης με απεσταγμένο νερό μέχρι την χαραγή. Μετά από αυτό στήθηκε το στατώ με το δακτύλιο, το χωνί και το διηθητικό χαρτί προκειμένου να γίνει το φιλτράρισμα. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η διήθηση σε



δοκιμαστικό σωλήνα μέχρι την απόρριψη των 10 πρώτων ml και ύστερα συνεχίστηκε κανονικά σε ποτήρι ζέσεως των 50 ml. Ολοκληρώνοντας το φιλτράρισμα, διενεργήθηκε μεταφορά 5 ml από το διήθημα σε δοκιμαστικούς σωλήνες με βιδωτό πώμα των 15 ml με τον εξής τρόπο:

- Σωλήνας 1 (δείγμα): Σε αυτόν το σωλήνα τοποθετήθηκαν 5 ml από το διήθημα και 5 ml απεσταγμένο νερό, χρησιμοποιώντας 2 σιφόνια των 5 ml αντίστοιχα.
- Σωλήνας 2 (δείγμα αναφοράς): Σε αυτόν το σωλήνα μεταφέρθηκαν 5 ml από το διήθημα και 5 ml από το διάλυμα μεταδιθειώδους νατρίου, χρησιμοποιώντας για το διήθημα το ίδιο σιφόνιο με τον πρώτο σωλήνα, καθώς πρόκειται για το ίδιο δείγμα και επιπλέον ένα νέο σιφόνιο των 5 ml για το άλλο διάλυμα. (Κασαπίδου, Ε., 2020).

Οι έτοιμοι πλέον δοκιμαστικοί σωλήνες, πωματίστηκαν και πραγματοποιήθηκε καλή ανάμειξη του περιεχομένου τους σε περιστρεφόμενο αναδευτήρα (vortex) έως ότου να ομογενοποιηθούν. Τέλος, έγινε ο μηδενισμός του φασματοφωτόμετρου διπλής δέσμης με το δείγμα αναφοράς, προκειμένου να ακολουθήσει σε αυτό η μέτρηση της οπτικής πυκνότητας του δείγματος έναντι του δείγματος αναφοράς, στα μήκη κύματος 284 nm και 336 nm χρησιμοποιώντας κάθε φορά κυψελίδα χαλαζία. Αξιοσημείωτο είναι ότι η κυψελίδα πριν μπει στο φασματοφωτόμετρο σκουπίζονταν καλά με ένα πανάκι, ούτως ώστε να υπήρχε διαύγεια στα τοιχώματά της. Ολοκληρώνοντας, ιδιαίτερα σημαντικό ήταν η μέτρηση της οπτικής απορρόφησης να συνέβαινε εντός μίας ώρας από την παρασκευή των δειγμάτων, προκειμένου να μην παρατηρούνταν περίεργα αποτελέσματα. (Κασαπίδου, Ε., 2020).

\* HMF: Hydroxy-methyl-furfural

### **Υπολογισμός:**

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας της HMF στα δείγματα μελιού υπολογίστηκε από τον παρακάτω τύπο:

$$\begin{aligned} & \mathbf{mgHMF/100g\text{μελιού}} \\ & = (((\mathbf{A284} - \mathbf{A336}) \times \mathbf{14,97} \times \mathbf{5}) \\ & \times \mathbf{\Sigma\upsilon\upsilon\upsilon\tau\epsilon\lambda\epsilon\sigma\tau\acute{\eta}\ \alpha\rho\alpha\acute{\iota}\omega\sigma\eta\varsigma} \div \mathbf{B\acute{\alpha}\rho\omicron\varsigma\delta\epsilon\acute{\iota}\gamma\mu\alpha\tau\omicron\varsigma\ (g)}) \end{aligned}$$

Όπου:

- **A284:** η απορρόφηση του δείγματος στα 284 nm
- **A336:** η απορρόφηση του δείγματος στα 336 nm
- **Συντελεστής 14,97:**  $(126/16830) \times (1000/10) \times (100/5)$
- **126 :** μοριακό βάρος υδροξυ-μεθυλο-φουρφοϋράλης
- **16830 :** απορρόφηση διαλύματος υδροξυ-μεθυλο-φουρφοϋράλης 1M στα 284 nm
- **1000:** mg/g 10 = ml/1000 ml
- **100:** γραμμάρια μελιού
- **5:** γραμμάρια δείγματος

(Κασαπίδου, Ε., 2020: 92)

**Συντελεστής αραιώσης:** (τελικός όγκος δείγματος (ml)/10), όπου 10 είναι ο αρχικός όγκος δηλαδή, τα 5 ml διηθήματος και τα 5 ml απεσταγμένου νερού ή μεταδιθειώδους νατρίου (Κασαπίδου, Ε., 2020).



Εικόνα 3.2.2.5 (α) 2 στατώ, 3 δακτύλιοι με στελέχους, 3 διαχωριστικά χωνιά, 3 διηθητικά χαρτιά, 3 δοκιμαστικοί σωλήνες, 3 ποτήρια ζέσεως των 50 ml, Πηγή: Προσωπικό αρχείο



Εικόνα 3.2.2.5 (β) 2 στατώ, δακτύλιος με στέλεχος, διαχωριστικό χωνί, ποτήρι ζέσεως των 50 ml, πουάρ, 2 σιφόνια του 1 ml, 3 σιφόνια των 5 ml, ογκομετρικός κύλινδρος των 50 ml, ογκομετρική φιάλη των 50 ml, διάλυμα Carrez I, διάλυμα Carrez II, 3 δοκιμαστικοί σωλήνες των 15 ml, Πηγή: Προσωπικό αρχείο

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρατίθενται σε ξεχωριστούς πίνακες κάθε φορά, τα αποτελέσματα από κάθε εργαστηριακή ανάλυση που διενεργήθηκε, όπως αυτές αναφέρθηκαν προτύτερα. Σαφώς στους πίνακες αναγράφονται οι αριθμοί των δειγμάτων που εξετάστηκαν και το είδος τους. Ακόμη, επισημαίνεται το εύρος και ο μέσος όρος των αποδεκτών τιμών σε όλες τις αναλύσεις καθώς και η νομοθεσία που διέπεται τόσο στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, όσο και στη χημική σύνθεση των προς εξέταση δειγμάτων μελιού. Στο τέλος αυτού του κεφαλαίου, γίνεται λόγος για τα συμπεράσματα που προκύπτουν με βάση τα αποτελέσματα που διεξήχθησαν.

### 4.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά

#### 4.1.1 Ενεργός οξύτητα (pH)

Τα αποτελέσματα κάθε δείγματος μελιού από αυτή την εργαστηριακή ανάλυση αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα. Γενικά, το pH του μελιού κυμαίνεται από 3,5 έως 5,5 με βάση την βοτανική του πηγή, το pH από το νέκταρ, το έδαφος ή το φυτό και εννοείται τη συγκέντρωση των οξέων και των ιχνοστοιχείων («Προσδιορισμός pH/ ελεύθερων οξέων στο μέλι», 2022). Στα ανθόμελα το pH κυμαίνεται από 3,3-5,4, ενώ στο μέλι από μελιτώματα μεταξύ 4,5-5,9. (Κασαπίδου, Ε., 2020). Στον πίνακα 4.1.1 παρουσιάζεται το εύρος των τιμών του pH, το οποίο κυμαίνεται από 4,23 έως 4,67 με μέσο όρο 4,46.

Πίνακας 4.1.1: Ενεργός οξύτητα των δειγμάτων μελιού (pH)

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΕΙΔΟΣ	pH
1	Ανθέων δασών	4,55
2	Ανθέων δασών	4,23
3	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	4,37
4	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	4,54
5	Δασόμελο με άνθη	4,42
6	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	4,47

7	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	4,67
---	----------------------------	------

**Πίνακας 4.1.1 (α): Περιγραφή στατιστικών στοιχείων της ενεργού οξύτητας**

Στατιστικός όρος	Αποτέλεσμα
Μέσος όρος	4,46
Ελάχιστη τιμή	4,23
Μέγιστη τιμή	4,67

#### 4.1.2 Ελεύθερη οξύτητα (free acidity)

Στον πίνακα που εναποτίθενται παρακάτω, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τις αναλύσεις που διεκπεραιώθηκαν όσον αφορά τον προσδιορισμό της ελεύθερης οξύτητας. Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, τα ελεύθερα οξέα στο μέλι δεν πρέπει να ξεπερνούν τα 50 χιλιοστοϊσοδύναμα ανα 1000 g, ενώ στο μέλι ζαχαροπλαστικής δεν πρέπει να είναι περισσότερα από 80 χιλιοστοϊσοδύναμα οξέος ανα 1000 g μελιού. Στον πίνακα 4.1.2 αναγράφεται το εύρος των τιμών της ελεύθερης οξύτητας, το οποίο κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 13,58 και 40,05 με μέσο όρο 22,26. (Απόφ. Α.Χ.Σ. 68/2002, ΦΕΚ 641/Β/23-5-2002 «Τροποποίηση του άρθρου 67 του Κ.Τ. «Μέλι» σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 2001/110/Ε.Κ.».)

**Πίνακας 4.1.2: Ελεύθερη οξύτητα των δειγμάτων μελιού (free acidity)**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΕΙΔΟΣ	ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΟΞΥΤΗΤΑ (meq/kg)
1	Ανθέων δασών	37,98
2	Ανθέων δασών	15,99
3	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	17,41
4	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	15,51
5	Δασόμελο με άνθη	40,05
6	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	15,30
7	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	13,58

**Πίνακας 4.1.2 (α): Περιγραφή στατιστικών στοιχείων της ελεύθερης οξύτητας**

Στατιστικός όρος	Αποτέλεσμα
Μέσος όρος	22,26
Ελάχιστη τιμή	13,58
Μέγιστη τιμή	40,05

#### 4.1.3 Δείκτης διάθλασης (RI)

Ο προσδιορισμός του δείκτη διάθλασης, σύμφωνα με τις μετρήσεις που διενεργήθηκαν, απέδωσε τα ακόλουθα αποτελέσματα όπως αυτά παρατίθενται στον πίνακα 4.1.3. Γενικά, η βοτανική προέλευση του μελιού και συνεπώς, η φύση της ξηράς ουσίας επηρεάζουν τον δείκτη διάθλασης. (Isengard, H.-D., & Schultheiß, D. 2003). Στον παρακάτω πίνακα, γίνεται αντιληπτό ότι το εύρος των τιμών για τον δείκτη διάθλασης κυμαίνεται από 1,4960 έως 1,5020, με μέσο όρο 1,4999.

**Πίνακας 4.1.3: Δείκτης διάθλασης των δειγμάτων μελιού (RI)**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΕΙΔΟΣ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ (RI)
1	Ανθέων δασών	1,5005
2	Ανθέων δασών	1,4994
3	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	1,4999
4	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	1,5005
5	Δασόμελο με άνθη	1,5013
6	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	1,5020
7	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	1,4960

**Πίνακας 4.1.3 (α): Περιγραφή στατιστικών στοιχείων του δείκτη διάθλασης**

Στατιστικός όρος	Αποτέλεσμα
Μέσος όρος	1,4999
Ελάχιστη τιμή	1,4960

<b>Μέγιστη τιμή</b>	1,5020
---------------------	--------

#### 4.1.4 Ηλεκτρική αγωγιμότητα (electrical conductivity)

Στον πίνακα που δίνεται παρακάτω, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των εργαστηριακών αναλύσεων που αποπερατώθηκαν όσον αφορά την ηλεκτρική αγωγιμότητα των δειγμάτων μελιού. Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών η ηλεκτρική αγωγιμότητα στο μέλι μελιτώματος αναμειγμένο με μέλι ανθέων δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 0,8 mS/cm. Γενικά στα ανθόμελα η ηλεκτρική αγωγιμότητα κυμαίνεται από 0,15-2,06 mS/cm , αντίθετα στο μέλι μελιτωμάτων κυμαίνεται μεταξύ 1,01-1,69 mS/cm. (Κασαπίδου, Ε., 2020). Στον πίνακα 4.1.4 καταγράφονται τα αποτελέσματα και παρατίθεται το εύρος των τιμών, το οποίο κυμαίνεται από 0,267 mS/cm μέχρι 0,995 mS/cm, με μέσο όρο 0,552 mS/cm. (Απόφ. Α.Χ.Σ. 68/2002, ΦΕΚ 641/Β/23-5-2002 «Τροποποίηση του άρθρου 67 του Κ.Τ. «Μέλι» σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 2001/110/Ε.Κ.».)

**Πίνακας 4.1.4: Ηλεκτρική αγωγιμότητα των δειγμάτων μελιού (electrical conductivity)**

<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ</b>	<b>ΕΙΔΟΣ</b>	<b>ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (mS/cm)</b>
1	Ανθέων δασών	0,995
2	Ανθέων δασών	0,267
3	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	0,430
4	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	0,470
5	Δασόμελο με άνθη	0,877
6	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	0,423
7	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	0,406

**Πίνακας 4.1.4 (α): Περιγραφή στατιστικών στοιχείων της ηλεκτρικής αγωγιμότητας**

Στατιστικός όρος	Αποτέλεσμα
Μέσος όρος	0,552
Ελάχιστη τιμή	0,267
Μέγιστη τιμή	0,995

#### 4.1.5 Χρώμα (color)

Για τον προσδιορισμό του χρώματος διενεργήθηκαν οι μετρήσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω και από αυτές διεξήχθησαν τα αποτελέσματα που εναποτίθενται στον παρακάτω πίνακα. Το χρώμα του μελιού μπορεί να κυμαίνεται από πιο ανοιχτούς μέχρι σκούρους τόνους και η τιμή του μελιού είναι ανάλογη του χρώματός του. Γενικά, το μέλι από μελιτώματα είναι πιο σκούρο από το μέλι ανθέων. (Μαυρίδη, Μ. & Παναγοπούλου, Ε., 2017). Σύμφωνα με την επιτροπή του Κώδικα Τροφίμων το χρώμα του μελιού θα πρέπει να είναι από σχεδόν άχρωμο έως καφέ σκούρο. Στον πίνακα 4.1.5, ο οποίος περιέχει τα αποτελέσματα, γίνεται αντιληπτό πως το εύρος των τιμών κυμαίνεται από 38 mmPfund έως 137 mmPfund, με μέσο όρο 78,4 mmPfund.

**Πίνακας 4.1.5: Χρώμα δειγμάτων μελιού σύμφωνα με την κλίμακα Pfund (color)**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΕΙΔΟΣ	Χρώμα (mmPfund)
1	Ανθέων δασών	100
2	Ανθέων δασών	38
3	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	45
4	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	54
5	Δασόμελο με άνθη	131
6	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	44
7	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	137

**Πίνακας 4.1.5 (α): Περιγραφή στατιστικών στοιχείων του χρώματος**

Στατιστικός όρος	Αποτέλεσμα
Μέσος όρος	78,4
Ελάχιστη τιμή	38

<b>Μέγιστη τιμή</b>	137
---------------------	-----

#### 4.1.6 Αντιοξειδωτική δράση (antioxidant action)

Στον πίνακα που ακολουθεί καταγράφονται τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από τις αναλύσεις για τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής δράσης των δειγμάτων μελιού. Στον πίνακα 4.1.6 φαίνεται ότι το εύρος των τιμών κυμαίνεται από 0,160 nm έως 1,153 nm, με μέσο όρο 0,505 nm.

**Πίνακας 4.1.6: Αντιοξειδωτική δράση των δειγμάτων μελιού (antioxidant action)**

<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ</b>	<b>ΕΙΔΟΣ</b>	<b>ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ (ABS 450-720) nm</b>
1	Ανθέων δασών	0,882
2	Ανθέων δασών	0,289
3	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	0,325
4	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	0,387
5	Δασόμελο με άνθη	1,153
6	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	0,339
7	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	0,160

**Πίνακας 4.1.6 (α): Περιγραφή στατιστικών στοιχείων της αντιοξειδωτικής δράσης**

<b>Στατιστικός όρος</b>	<b>Αποτέλεσμα</b>
<b>Μέσος όρος</b>	0,505
<b>Ελάχιστη τιμή</b>	0,160
<b>Μέγιστη τιμή</b>	1,153

#### 4.1.7 Στροφοική ικανότητα (rotational activity)

Για τον προσδιορισμό της στροφοικής ικανότητας, με βάση τις μετρήσεις που εκτελέστηκαν, καταγράφηκαν τα αποτελέσματα που συγκεντρώνονται στον παρακάτω πίνακα. Η στροφοική ικανότητα στην Ελλάδα και σε κάποιες άλλες χώρες,



χρησιμοποιείται με σκοπό να διαχωρίζει το μέλι που προέρχεται από άνθη από το μέλι από μελιτώματα. Σύμφωνα με έρευνες έχει βρεθεί ότι το πρώτο έχει αρνητικές τιμές γωνιακής περιστροφής, ενώ το δεύτερο έχει θετικές τιμές. Ωστόσο, η πληροφορία αυτή χρήζει περαιτέρω έρευνας ώστε να θεωρείται καθολική. (Αδαμοπούλου, Κ., 2009). Στον πίνακα 4.1.7 φαίνεται ότι το εύρος των τιμών κυμαίνεται από  $-19,60 [\alpha]_D^{20}$  έως  $3,72[\alpha]_D^{20}$ , με μέσο όρο  $-8,18 [\alpha]_D^{20}$ .

**Πίνακας 4.1.7: Στροφική ικανότητα των δειγμάτων μελιού (rotational activity)**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΕΙΔΟΣ	ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ $[\alpha]_D^{20}$
1	Ανθέων δασών	3,72
2	Ανθέων δασών	-19,60
3	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	-7,60
4	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	-9,96
5	Δασόμελο με άνθη	2,27
6	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	-12,66
7	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	-13,45

**Πίνακας 4.1.7 (α): Περιγραφή στατιστικών στοιχείων της στροφικής ικανότητας**

Στατιστικός όρος	Αποτέλεσμα
Μέσος όρος	-8,18
Ελάχιστη τιμή	-19,60
Μέγιστη τιμή	3,72

#### 4.1.8 Ενεργότητα νερού ( $a_w$ )

Για τον προσδιορισμό της ενεργότητας νερού διενεργήθηκαν οι κατάλληλες εργαστηριακές αναλύσεις από τις οποίες τα αποτελέσματα που βρέθηκαν, κατατάσσονται στον ακόλουθο πίνακα. Αξίζει να σημειωθεί πως στο μέλι συνήθως, η ενεργότητα νερού κυμαίνεται ανάμεσα σε  $0,50 a_w$  με  $0,65 a_w$ , με το όριο της μικροβιακής σταθερότητας να κρίνεται σοβαρό με τιμές που ξεπερνάν τα  $0,60 a_w$ .

Παρόλο που τα πρότυπα δεν αναγκάζουν συγκεκριμένα όρια σε αυτό το χαρακτηριστικό ποιότητας, τίθεται ωφέλιμο να ελέγχεται η ενεργότητα νερού, διότι κάποιες ζύμες που περιέχονται στο μέλι μπορούν να προκαλέσουν ζύμωση και μέσα από τη δημιουργία αιθυλικής αλκοόλης και διοξειδίου του άνθρακα να υποβαθμιστεί η ποιότητά του. (Μαυρίδη, Μ. & Παναγοπούλου, Ε., 2017). Στον πίνακα 4.1.8 με τα αποτελέσματα, παρατηρείται ότι το εύρος των τιμών κυμαίνεται από 0,474  $a_w$  έως 0,529  $a_w$ , με μέσο όρο 0,498  $a_w$ .

**Πίνακας 4.1.8: Ενεργότητα νερού των δειγμάτων μελιού ( $a_w$ )**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΕΙΔΟΣ	ΕΝΕΡΓΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ( $a_w$ )
1	Ανθέων δασών	0,498
2	Ανθέων δασών	0,474
3	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	0,494
4	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	0,503
5	Δασόμελο με άνθη	0,529
6	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	0,486
7	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	0,499

**Πίνακας 4.1.8 (α): Περιγραφή στατιστικών στοιχείων της ενεργότητας νερού**

Στατιστικός όρος	Αποτέλεσμα
Μέσος όρος	0,498
Ελάχιστη τιμή	0,474
Μέγιστη τιμή	0,529

## 4.2 Χημική σύνθεση δειγμάτων

### 4.2.1 Υγρασία (moisture)

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε υγρασία, σύμφωνα με τις μετρήσεις που διενεργήθηκαν, απέδωσε τα ακόλουθα αποτελέσματα όπως αυτά παρατίθενται στον πίνακα 4.2.1. Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, η υγρασία στο μέλι γενικά, δεν πρέπει να ξεπερνάει το 20%. Γενικά στο μέλι ανθέων η υγρασία

κυμαίνεται από 14,9%-23,0%, ενώ στο μέλι μελιτωμάτων από 13,0%-18,9%. (Κασαπίδου, Ε., 2020). Στον παρακάτω πίνακα με τα αποτελέσματα, γίνεται αντιληπτό ότι το εύρος των τιμών για την υγρασία κυμαίνεται από 13,91% μέχρι 16,24%, με μέσο όρο 14,70%. (Απόφ. Α.Χ.Σ. 68/2002, ΦΕΚ 641/Β/23-5-2002 «Τροποποίηση του άρθρου 67 του Κ.Τ. «Μέλι» σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 2001/110/Ε.Κ.»).

**Πίνακας 4.2.1: Περιεκτικότητα των δειγμάτων μελιού σε υγρασία (moisture)**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΕΙΔΟΣ	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)
1	Ανθέων δασών	14,49
2	Ανθέων δασών	14,91
3	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	14,72
4	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	14,49
5	Δασόμελο με άνθη	14,18
6	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	13,91
7	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	16,24

**Πίνακας 4.2.1 (α): Περιγραφή στατιστικών στοιχείων της υγρασίας**

Στατιστικός όρος	Αποτέλεσμα
Μέσος όρος	14,70
Ελάχιστη τιμή	13,91
Μέγιστη τιμή	16,24

#### 4.2.2 Τέφρα (ash)

Για τον προσδιορισμός της τέφρας στα δείγματα μελιού, με βάση τις μετρήσεις που διεξήχθησαν, βρέθηκαν τα παρακάτω αποτελέσματα που αποτίθενται στον πίνακα 4.2.2. Παρότι η επιτροπή του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών δεν διαθέτει μία ακριβή τιμή για αυτό το χαρακτηριστικό, έρευνες έχουν παρουσιάσει πως η μέση περιεκτικότητα σε τέφρα στο μέλι είναι 0,17% w/w (κυμαίνεται από 0,02% έως 1,03% w/w). (Μαυρίδη, Μ. & Παναγοπούλου, Ε., 2017). Γενικά, τα μέλια από άνθη

έχουν περιεκτικότητα σε τέφρα  $\leq 0,6$  %. (κ. β.), ενώ τα μέλια μελιτώματος, τα μείγματα μελιτώματος και ανθέων ή τα μέλια καρυδιού  $\leq 1,2$  % (κ. β.). (Consuelo Pita-Calvo et al., 2017). Στον προσφερόμενο πίνακα παραχωρείται το εύρος των τιμών της τέφρας, οι οποίες κυμαίνονται από 0,04% έως 0,52%, με μέσο όρο 0,23%.

**Πίνακας 4.2.2: Περιεκτικότητα των δειγμάτων μελιού σε τέφρα (ash)**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΕΙΔΟΣ	ΤΕΦΡΑ (%)
1	Ανθέων δασών	0,52
2	Ανθέων δασών	0,10
3	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	0,04
4	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	0,20
5	Δασόμελο με άνθη	0,46
6	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	0,13
7	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	0,16

**Πίνακας 4.2.2 (α): Περιγραφή στατιστικών στοιχείων της τέφρας**

Στατιστικός όρος	Αποτέλεσμα
Μέσος όρος	0,23
Ελάχιστη τιμή	0,04
Μέγιστη τιμή	0,52

### 4.2.3 Σάκχαρα (sugars)

Στον πίνακα 4.2.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των εργαστηριακών αναλύσεων όσον αφορά τη περιεκτικότητα των δειγμάτων σε σάκχαρα. Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών η περιεκτικότητα σε φρουκτόζη και γλυκόζη, που πρόκειται για τα δύο βασικά σάκχαρα που περιέχονται στο μέλι, δεν πρέπει να είναι λιγότερη από 45 g ανά 100 g μείγματος μελιού μελιτώματος με μέλι ανθέων, το οποίο εξετάζουμε. Ενώ, στα ανθόμελα το άθροισμα φρουκτόζης και γλυκόζης πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 60 g ανά 100 g μελιού. («Χημικός έλεγχος νομοθεσίας», 2018). Σχετικά με τη περιεκτικότητα σε σακχαρόζη, αυτή γενικά δεν πρέπει να ξεπερνάει τα

5 g ανα 100 g μελιού («Χημική ανάλυση μελιού και ερμηνεία παραμέτρων», 2021 ; Απόφ. Α.Χ.Σ. 68/2002, ΦΕΚ 641/Β/23-5-2002 «Τροποποίηση του άρθρου 67 του Κ.Τ. «Μέλι» σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 2001/110/Ε.Κ.»). Στον πίνακα 4.2.3 που διατίθεται παρακάτω, το εύρος των τιμών κυμαίνεται από 82,4 έως 84 βαθμούς Brix, με μέσο όρο 83,5 βαθμούς Brix.

**Πίνακας 4.2.3: Περιεκτικότητα των δειγμάτων μελιού σε σάκχαρα (sugars)**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΕΙΔΟΣ	ΣΑΚΧΑΡΑ (%) (Brix)
1	Ανθέων δασών	83,2
2	Ανθέων δασών	83,5
3	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	83,7
4	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	83,8
5	Δασόμελο με άνθη	84
6	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	83,9
7	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	82,4

**Πίνακας 4.2.3 (α): Περιγραφή στατιστικών στοιχείων των σακχάρων**

Στατιστικός όρος	Αποτέλεσμα
Μέσος όρος	83,5
Ελάχιστη τιμή	82,4
Μέγιστη τιμή	84

#### 4.2.4 Πρωτεΐνες (proteins)

Για τον προσδιορισμό των πρωτεϊνών διεξήχθησαν οι προαναφερόμενες αναλύσεις, οι οποίες απέδωσαν τα αποτελέσματα που παρατίθενται στον ακόλουθο πίνακα. Το φυσιολογικό όριο των πρωτεϊνών στο μέλι είναι στο 0,2% (Αδαμοπούλου, Κ., 2009). Γενικά, στο μέλι ανθέων η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες κυμαίνεται από 0,2-0,4 g/100g μελιού, ενώ στο μέλι από μελιτώματα κυμαίνεται μεταξύ 0,4-0,7 g/100g μελιού. (Bogdanov, S., 2017). Στον πίνακα 4.2.4 φαίνεται το εύρος των τιμών των

δειγμάτων, που κυμαίνεται από 136,00 µg/g έως 1825,92 µg/g μελιού, με μέση τιμή 985,964 µg/g μελιού.

**Πίνακας 4.2.4: Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες (proteins)**

<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ</b>	<b>ΕΙΔΟΣ</b>	<b>ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ (µg/g)</b>
1	Ανθέων δασών	3844,10
2	Ανθέων δασών	136,00
3	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	1825,92
4	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	710,23
5	Δασόμελο με άνθη	4375,37
6	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	1100,69
7	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	1156,98

**Πίνακας 4.2.4 (α): Περιγραφή στατιστικών στοιχείων των πρωτεϊνών**

<b>Στατιστικός όρος</b>	<b>Αποτέλεσμα</b>
Μέσος όρος	985,964
Ελάχιστη τιμή	136,00
Μέγιστη τιμή	1825,92

#### **4.2.5 Υδροξυ-μεθυλο-φουρφοϋράλη (HMF)**

Ο προσδιορισμός της υδροξυμεθυλοφουρφοϋράλης σύμφωνα με τις μετρήσεις που διεκπεραιώθηκαν, απέδωσε τα ακόλουθα αποτελέσματα, όπως αυτά εναποτίθενται στον παρακάτω πίνακα. Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, οι τιμές της HMF στο μέλι γενικά εκτός από αυτό της ζαχαροπλαστικής δεν πρέπει να ξεπερνάνε τα 40 mg/kg. Γενικά στο μέλι ανθέων οι τιμές της HMF κυμαίνονται από 0,0-11,9 mg/kg, ενώ στο μέλι μελιτωμάτων από 0,0-8,2 mg/kg. (Κασαπίδου, Ε., 2020). Στον πίνακα 4.2.5 γίνεται αντιληπτό το εύρος των τιμών, το οποίο κυμαίνεται από 1,195 mg/ kg μέχρι 8,544 mg/kg, με μέσο όρο 4,033 mg/kg. (Απόφ. Α.Χ.Σ. 68/2002, ΦΕΚ 641/Β/23-5-2002 «Τροποποίηση του άρθρου 67 του Κ.Τ. «Μέλι» σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 2001/110/Ε.Κ.»).

**Πίνακας 4.2.5: Περιεκτικότητα των δειγμάτων μελιού σε υδροξυ-μεθυλο-φουρφουράλη (HMF)**

<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ</b>	<b>ΕΙΔΟΣ</b>	<b>HMF (mg/kg)</b>
<b>1</b>	Ανθέων δασών	1,195
<b>2</b>	Ανθέων δασών	6,951
<b>3</b>	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	4,566
<b>4</b>	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	1,443
<b>5</b>	Δασόμελο με άνθη	8,544
<b>6</b>	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	2,827
<b>7</b>	Ανθέων και κωνοφόρων δασών	2,709

**Πίνακας 4.2.5 (α): Περιγραφή στατιστικών στοιχείων της υδροξυ-μεθυλο-φουρφουράλης**

<b>Στατιστικός όρος</b>	<b>Αποτέλεσμα</b>
<b>Μέσος όρος</b>	4,033
<b>Ελάχιστη τιμή</b>	1,195
<b>Μέγιστη τιμή</b>	8,544

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Εν κατακλείδι, μέσα από αυτή την εργασία γίνεται αντιληπτό πόσο ωφέλιμο φυσικό αγαθό είναι το μέλι. Χρησιμοποιήθηκαν 7 δείγματα μελιών και διενεργήθηκαν 13 εργαστηριακές αναλύσεις σε κάθε ένα από αυτά, προκειμένου να εξετασθεί η ποιότητά τους. Έτσι, με βάση τα αποτελέσματα που καταγράφηκαν παραπάνω και χωρίζοντας τα δείγματα σε δύο κατηγορίες, 1<sup>η</sup> κατηγορία: Ανθέων δασών (δείγματα 1,2,5) και 2<sup>η</sup> κατηγορία: Ανθέων και κωνοφόρων δασών (δείγματα 3,4,6,7), αποδόθηκαν τα ακόλουθα συμπεράσματα.

Αρχικά, στην ενεργό οξύτητα τα δείγματα της 2<sup>ης</sup> κατηγορίας παρουσίασαν σε γενικά πλαίσια μεγαλύτερες τιμές σε σύγκριση με την 1<sup>η</sup>. Ωστόσο, το δείγμα 1 της 1<sup>ης</sup> ομάδας εμφάνισε υψηλή τιμή σε σχέση με τα υπόλοιπα της ίδιας κατάταξης, (δείγμα 1: pH=4,55). Στην ελεύθερη οξύτητα, οι τιμές των δειγμάτων της 2<sup>ης</sup> κατηγορίας ήταν χαμηλότερες σε σχέση με αυτές της 1<sup>ης</sup>. Εξαιρέση αποτέλεσε το δείγμα 2 της 1<sup>ης</sup> κατάταξης, το οποίο παρουσίασε μεγάλη απόκλιση συγκριτικά με τα υπόλοιπα δείγματα αυτής, (δείγμα 2: ελεύθερη οξύτητα=15,99 meq/kg). Όσον αφορά τον δείκτη διάθλασης το δείγμα 1 των Ανθέων δασών είχε την ίδια τιμή με το δείγμα 4 των Ανθέων και κωνοφόρων δασών. Στην ηλεκτρική αγωγιμότητα οι τιμές των δειγμάτων ήταν υψηλότερες στην 1<sup>η</sup> κατηγορία σε σύγκριση με τη 2<sup>η</sup>, με μόνη εξαίρεση το δείγμα 2, το οποίο εμφάνισε πολύ μεγάλη απόκλιση συγκριτικά με τα άλλα δύο δείγματα της ίδιας κατάταξης, (δείγμα 2: ηλεκτρική αγωγιμότητα=0,267 mS/cm). Στη περίπτωση του χρώματος, σε γενικές γραμμές, μεγαλύτερες τιμές κατείχε η 1<sup>η</sup> ομάδα, άρα περιείχε τα πιο σκούρα μέλια. Εξαιρέση ήταν το δείγμα 2, το οποίο είχε μικρή τιμή σε σύγκριση με τα υπόλοιπα αυτής της κατηγορίας, (δείγμα 2: χρώμα= 38 mmPfund). Αξιοσημείωτη είναι και η μεγάλη απόκλιση του δείγματος 7 από τα υπόλοιπα της 2<sup>ης</sup> τάξης, (δείγμα 7: χρώμα=137 mmPfund). Ακολούθως, στην αντιοξειδωτική δράση, υψηλότερες τιμές εμφάνισε η 1<sup>η</sup> κατηγορία, καθώς θεωρείται γενικά ότι τα πιο σκούρα μέλια έχουν και μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά, με εξαίρεση το δείγμα 2. Αυτό παρουσίασε μεγάλη διαφορά στη τιμή σε σχέση με τα άλλα δείγματα της ομάδας του, (δείγμα 2: αντιοξειδωτική δράση= 0,289 nm). Έπειτα, στην στροφική ικανότητα αποδείχθηκε ότι εκτός από το δείγμα 2, τα δείγματα της 1<sup>ης</sup> ομάδας επρόκειτο για δεξιόστροφα, εν αντιθέσει αυτά της 2<sup>ης</sup>, τα



οποία ήταν αριστερόστροφα, (δείγμα 2: στροφική ικανότητα=  $-19,60[\alpha]_D^{20}$ ). Στην ενεργότητα νερού, το δείγμα 2 είχε την μικρότερη τιμή σχετικά με όλα τα άλλα δείγματα, (δείγμα 2 :ενεργότητα νερού=0,474  $a_w$ ). Όσον αφορά τη χημική σύνθεση, στην υγρασία αποδείχθηκε ότι το δείγμα 1 της 1<sup>ης</sup> κατηγορίας και το 4 της 2<sup>ης</sup> κατείχαν την ίδια τιμή, (δείγμα 1= δείγμα 4: υγρασία=14,49%). Στην περίπτωση της τέφρας, η 2<sup>η</sup> ομάδα διέθετε χαμηλότερες τιμές από την 1<sup>η</sup>, εκτός από το δείγμα 2 της 1<sup>ης</sup>, το οποίο είχε εξίσου χαμηλή τιμή, (δείγμα 2: τέφρα= 0,10 %). Σχετικά με τα σάκχαρα, γενικά μικρότερες τιμές είχε η 1<sup>η</sup> κατάταξη, με εξαίρεση το δείγμα 5, που κατείχε την υψηλότερη τιμή και από τις δύο κατατάξεις, (δείγμα 5: σάκχαρα= 84% Brix). Αναφορικά με τις πρωτεΐνες, πιο υψηλές τιμές διέθετε η 1<sup>η</sup> ομάδα, με απόκλιση το δείγμα 2, το οποίο εμφάνισε πολύ χαμηλή τιμή σε σχέση με τα άλλα δύο της ομάδας του, (δείγμα 2: πρωτεΐνες= 136,00  $\mu\text{g/g}$  μελιού). Τέλος, στην HMF υψηλότερες τιμές παρουσίασε η 1<sup>η</sup> κατηγορία. Εξαίρεση αποτέλεσε το δείγμα 1, που διέθετε την χαμηλότερη τιμή από όλα τα δείγματα, (δείγμα 1: HMF= 1,195  $\text{mg/kg}$ ). Αξιοσημείωτο είναι ότι τα αποτελέσματα που προέκυψαν από όλες τις αναλύσεις τηρούσαν τα επιτρεπτά όρια τιμών.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **Ελληνική:**

Αδαμοπούλου, Κ.(2009). Σύσταση και φυσικοχημικές ιδιότητες μελιού. Πτυχιακή εργασία. Τμήμα Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τ.Ε.Ι Ηρακλείου Κρήτης.

Απόφ. Α.Χ.Σ. 68/2002, ΦΕΚ 641/Β/23-5-2002 «Τροποποίηση του άρθρου 67 του Κ.Τ. «Μέλι» σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 2001/110/Ε.Κ.».

Κασαπίδου, Ε.(2020). Τεχνολογία και ποιοτικός έλεγχος Αλιευμάτων, μελιού και αβγών. Εργαστηριακές σημειώσεις. Τμήμα γεωπονίας, Σχολή γεωπονικών επιστημών, Φλώρινα.

Κασαπίδου, Ε.(2020). Τεχνολογία και ποιοτικός έλεγχος Αλιευμάτων, μελιού και αβγών. Μαθήματα Power Point θεωρία. Τμήμα γεωπονίας, Σχολή γεωπονικών επιστημών, Φλώρινα.

Μαυρίδη, Μ., Παναγοπούλου, Ε. (2017). Προσδιορισμός φαινολικών ενώσεων σε δείγμα μελιού με την τεχνική LC-QTOF-MS. Πτυχιακή εργασία. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

ΟΔΗΓΙΑ 2001/110/ΕΚ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 20ής Δεκεμβρίου 2001 για το μέλι. Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.

### **Ξενόγλωσση:**

Al-Mammary, M., Al-Meeri, A., Al-Habori, M. (2002). Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutr. Res.* 22, 1041–1047.

Anklam, E. (1998). A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chem.* 63, 549-562.

Anonymous, (1989). Honey- a remedy rediscovered. *Journal of the Royal Society of Medicine.* <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/014107688908200704>

Azeredo, L.; Azeredo, M.; de Souza, S.; Dutra, V. (2003). Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. *Food Chem.* 80, 249-254.

Baltrusaityte, V.; Venskutonis, P.R.; Ceksteryte, V. (2007). Radical scavenging activity of different floral origin honey and beebread phenolic extracts. *Food Chem.* 101, 502-514

Bogdanov, S. (n.d.). HARMONISED METHODS OF THE INTERNATIONAL HONEY COMMISSION.

Bogdanov, S. (2017). *Honey Composition. The Honey Book.*

Bogdanov, S.; Lullmann, C.; Martin, P.; von der Ohe, W.; Russmann, H.; Vorwohl, G.; Odo, L.; Sabatini, A.; Marcazzan, G.; Piro, R.; Flamini, C.; Morlot, M.; Lheritier, J.; Borneck, R.; Marioleas, P.; Tsigouri, A.; Kerkvliet, J.; Ortiz, A.; Ivanov, T.; D'Arcy, B.; Mossel, B.; Vit, P.; Int (1999). Honey Commission Honey quality and international regulatory standards: review by the International Honey Commission. *Bee World* 80, 61-69.

Bogdanov, S.; Ruoff, K.; Persano Oddo, L. (2004). Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie* 35, 4-17.

Consuelo Pita-Calvo, María Esther Guerra-Rodríguez, and Manuel Vázquez, A. (2017). Review of the Analytical Methods used in the Quality Control of Honey, *J. Agric. Food Chem.* doi:10.1021/acs.jafc.6b04776

de Rodríguez, G.; de Ferrer, B.; Ferrer, A.; Rodríguez, B. (2004). Characterization of honey produced in Venezuela. *Food Chem.* 84, 499-502.

Erejuwa OO, Sulaiman SA, Wahab MS. (2014). Effects of honey and its mechanisms of action on the development and progression of cancer. *Molecules* 19(2):2497-522.

Gheldof, N., Wang, X.H., Engeseth, N.H. (2002). Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *J. Agric. Food Chem.* 50, 5870–5877.

Isengard, H.-D., & Schultheiß, D. (2003). Water determination in honey—Karl Fischer titration, an alternative to refractive index measurements? *Food Chemistry*, 82(1), 151–154.

Karabagias, I.K., Vavoura, M.V., Nikolaou, C., Badeka, A., Kontakos, S. & Kontominas, M.G. (2014). Floral authentication of Greek unifloral honeys based on the combination of phenolic compounds, physicochemical parameters and chemometrics, *Food Research International*. doi: 10.1016/j.foodres.2014.04.015

Khalil MI, Sulaiman SA. (2010). The potential role of honey and its polyphenols in preventing heart diseases: a review. *African Journal of Traditional, Complementary, and Alternative Medicines*. 7(4):315-321.

Lee, H.S., Nagy, S.(1990). Relative reactivities of sugars in the formation of 5-hydroxymethyl furfural in sugar-catalyst model systems. *J. Food Process. Preserv.* 14, 171–178.

LoCoco, F.; Valentini, C.; Novelli, V.; Ceccon, L.(1996).High-performance liquid chromatographic determination of 2-furaldehyde and 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde in honey. *J. Chromatogr. a*, 749, 95-102.

Manzanares, A.B., García, Z.H., Galdón, B.R., Rodríguez, R.,& Romero, C.D.(2011). Differentiation of blossom and honeydew honeys using multivariate analysis on the physicochemical parameters and sugar composition. *Food Chemistry*, 126, 664-672.

Meda, A.; Lamien, C.; Romito, M.; Millogo, J.; Nacoulma, O. (2005).Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chem.* 91, 571-577.

Nozal, M.; Bernal, J.; Toribio, L.; Jimenez, J.; Martin, M. (2001).High-performance liquid chromatographic determination of methyl anthranilate, hydroxymethylfurfural and related compounds in honey. *J. Chromatogr. a* 917, 95-103.

Ouchemoukh, S.;Louaileche, H.; Schweitzer, P. (2007). Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control*, 18, 52-58.

Ruegg, M., Blanc, B.(1981). The water activity of honey and related sugar solutions. LWT – Food Sci. Technol. 14, 1–6.

Ruoff, K.; Luginbühl, W.; Bogdanov, S.; Bosset, J.-.; Estermann, B.; Ziolkó, T.; Kheradmandan, S.; Amadó, R. (2007).Quantitative determination of physical and chemical measurands in honey by near-infrared spectrometry. Eur. Food Res. Technol. 225, 415-423.

Samarghandian S, Farkhondeh T, Samini F. (2017).Honey and health: A review of recent clinical research. *Pharmacognosy Research*. 9(2):121-127.

Silici, S., Sagdic, O., Ekici, L. (2010).Total phenolic content, antiradical, antioxidant and antimicrobial activities of Rhododendron honeys. Food Chem. 121, 238–243.

Tornuk, F., Karaman, S., Ozturk, I., Toker, O. S., Tastemur, B., Sagdic, O., Kayacier, A. (2013). Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. Industrial Crops and Products. doi:10.1016/j.indcrop.2012.12.042

Wang, S.; Guo, Q.; Wang, L.; Lin, L.; Shi, H.; Cao, H.; Cao, B. (2015).Detection of honey adulteration with starch syrup by high performance liquid chromatography. Food Chem. 172, 669-674.

Wedmore, E. (1955). The accurate determination of the water content of honeys. BeeWorld 36: 197 – 206.

#### **Λιαδίκτυο:**

Beesart. (2019).Διατροφική αξία μελιού. <https://www.beesart.gr/diatrofiki-axia/>

Βιοχημική. (2021). Χημική ανάλυση μελιού και ερμηνεία παραμέτρων. <https://www.bioximiki.gr/analyseis-trofimon/honey/>

Δημακόπουλος, Γ.(χ.χ.). Μέλι vs Ζάχαρη. <https://www.dimakopoulosi.gr/meli-vs-zaxari/>

Eurolab. (2017). Ανάλυση HMF υδροξυμεθυλοφουρφουράλης. <https://www.eurolab.com.tr/el/sektorel-test-ve-analizler/gida-testleri/hmf-hidroksmetilfurfural-analizi>

Food for health. (2021,11,21). Μέλι. <https://foodforhealth.gr/leksiko-diatrofis/meli>

Interfind. (2022). Προσδιορισμός χρώματος στο μέλι. <https://www.interfind.gr/ypiresies/xroma-meliou/>

Γεωργίου, Α., Παπαχρήστου, Π., Δημοσθενόπουλου, Χ., Σιατίτσα Ε.(2016, 2, 10). Μέλι, το χρυσάφι της διατροφής μας. medNutrition. <https://www.mednutrition.gr/portal/lifestyle/diatrofi/13624-meli-to-xrysafi-tis-diatrofis-mas>

Μέλι Ερύμανθου.(2015). Διατροφική αξία του μελιού. <https://melierymanthos.wordpress.com/%CE%B1%CF%81%CE%B8%CF%81%CE%B1/%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%B9%CE%BA%CE%B7-%CE%B1%CE%BE%CE%B9%CE%B1/>

Science Shop.gr. (2018). Χημικός έλεγχος νομοθεσίας. <https://www.science-shop.gr/analysis.php?id=1131>

Quality in health.(2014). Ορισμός της ποιότητας. <https://www.qualityinhealth.gr/14-2014-11-26-01-09-51/8-o-orismos-tis-poiotitas.html>

utopia.duth.gr. (χ.χ.). Η μέθοδος Bradford. [https://utopia.duth.gr/glykos/ioannina/html/c\\_01/tsld025.htm](https://utopia.duth.gr/glykos/ioannina/html/c_01/tsld025.htm)

### **Βιβλιογραφία εικόνων:**

Εικόνα 3.1.1 (α): <https://www.nkcare.gr/product/digital-ultrasonic-cleaner-syskeves-yperichon/>

Εικόνα 3.2.1.3 : <https://asteriadis.gr/product/epistimonikos-exoplismos/syskeves-piotikou-elegchou/syskeves-piotikou-elegchou-trofimon-klp/diathlasimetra/abbe-refractometer/>

Εικόνα 3.2.1.4 : <https://qcontrol.gr/shop/category/exoplismos-ergastirioy-mikroskopia/pexametra-agogimometra/>

Εικόνα 3.2.2.2 (α): <https://www.analytika.gr/product-categories-46075/klivanoi-xiransis-aposteirosis-ovens-46036/>

Εικόνα 3.2.2.2 (β):

<https://www.achema.gr/%CE%BA%CE%BB%CE%AF%CE%B2%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CE%B9->

[%CE%B1%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%AD%CF%86%CF%81%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82/347-](https://www.achema.gr/%CE%B1%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%AD%CF%86%CF%81%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82/347-)

[%CE%BA%CE%BB%CE%AF%CE%B2%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CF%82-%CE%B1%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%AD%CF%86%CF%81%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82-82-lt-1100%C2%B0c.html](https://www.achema.gr/%CE%BA%CE%BB%CE%AF%CE%B2%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CF%82-%CE%B1%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%AD%CF%86%CF%81%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82-82-lt-1100%C2%B0c.html)

Όλες οι υπόλοιπες εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν επρόκειτο για προσωπικό αρχείο.