



Τ.Ε.Ι. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ



**ΚΑΛΛΙΟΠΗ ΑΔΑΜΟΠΟΥΛΟΥ**  
ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:  
**Δρ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΑΛΥΣΣΑΝΔΡΑΚΗΣ**

**ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2009**



Τ.Ε.Ι. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ



**ΚΑΛΛΙΟΠΗ ΑΔΑΜΟΠΟΥΛΟΥ**

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

**Δρ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΑΛΥΣΣΑΝΔΡΑΚΗΣ**

# **ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>1</b>
-----------------	----------

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

ΓΕΝΙΚΑ ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	2
Η ΜΕΛΙΣΣΟΚΟΜΙΑ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΜΑΣ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΤΩΝ 15	4
ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΜΕΛΙΣΣΟΚΟΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	6
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΜΑΣ	7

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>**

### **ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ**

1.1. ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ	8
1.1.1. ΣΑΚΧΑΡΑ (ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ)	9
1.1.2. ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΟΞΕΑ	12
1.1.3. ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΚΑΙ ΑΜΙΝΟΞΕΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ	14
1.1.4. ΕΝΖΥΜΑ	16
1.1.5. ΝΕΡΟ	18
1.1.6. ΜΕΤΑΛΛΑ & ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ, ΤΕΦΡΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ	19
1.1.7. ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΣΤΟ ΜΕΛΙ	20
1.1.8. ΠΤΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ	23
1.1.9. ΚΟΛΛΟΕΙΔΗ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ	25
1.1.10. ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΗ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ	25
1.1.11. ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ	26
1.1.12. ΗΜΦ	27
1.1.13. ΑΛΚΑΛΟΕΙΔΗ	29
1.1.14. ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΟΙ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ	30
1.2. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ	33
1.2.1. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ	33
1.2.2. ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ	37

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>**

### **ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ**

2.1. ΓΕΥΣΗ & ΑΡΩΜΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ	39
2.2. ΤΟ ΧΡΩΜΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ	40
2.3. Η ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΣΗ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ	44
2.4. ΖΥΜΩΣΗ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ	53

2.5. ΙΞΩΔΕΣ ΚΑΙ ΡΕΥΣΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ	55
2.6. ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ	56
2.7. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ & ΑΝΤΙΒΑΚΤΗΡΙΔΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ	57
2.8. ΑΛΛΕΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ	60
2.8.1. Υγροσκοπικότητα	60
2.8.2. Ηλεκτρική αγωγιμότητα	61
2.8.3. Στροφική ικανότητα	61
2.8.4. Θερμικές ιδιότητες	62
2.8.5. Θερμιδική αξία	62

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>**

### **ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ ΑΜΙΓΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΜΕΛΙΩΝ**

3.1. ΜΕΛΙ ΠΕΥΚΟΥ	65
3.1.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά πευκόμελου	66
3.1.2 Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά πευκόμελου	68
3.2. ΜΕΛΙ ΕΛΑΤΗΣ	68
3.2.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού ελάτης	69
3.2.2 Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά μελιού ελάτης	71
3.3. ΜΕΛΙ ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ	71
3.3.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού καστανιάς	71
3.3.2 Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά μελιού καστανιάς	73
3.4. ΘΥΜΑΡΙΣΙΟ ΜΕΛΙ	73
3.4.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά θυμαρίσιου μελιού	74
3.4.2 Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά θυμαρίσιου μελιού	74
3.5. ΜΕΛΙ ΕΡΕΙΚΗΣ	75
3.5.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού ερείκης	76
3.5.2 Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά μελιού ερείκης	78
3.6. ΜΕΛΙ ΗΛΙΑΝΘΟΥ	78
3.6.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού ηλίανθου	78
3.6.2 Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά μελιού ηλίανθου	79
3.7. ΜΕΛΙ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ (ΒΑΜΒΑΚΟΜΕΛΟ)	80
3.7.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά βαμβακόμελου	80
3.7.2 Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά βαμβακόμελου	81
3.8. ΜΕΛΙ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ	82
3.8.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού πορτοκαλιάς	82
3.8.2 Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά μελιού πορτοκαλιάς	82
3.9. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΜΙΓΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΜΕΛΙΩΝ	83

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

A. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

89

B. ΕΛΛΗΝΙΚΗ

90

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το μέλι είναι ένα πολυσύνθετο φυσικό προϊόν της παγκόσμιας αγροτικής παραγωγής που προέρχεται από την μέλισσα. Είναι γνωστό και συλλέγεται από τα αρχαία χρόνια, η κατανάλωσή του από τον άνθρωπο έχει συνδεθεί με πλήθος ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία και τη μακροζωία, ενώ η οικονομική συμβολή στην αγροτική παραγωγή της χώρας μας, είναι αξιοσημείωτη.

Ως φυσικό προϊόν, κάθε μέλι, ακόμα και αν προέρχεται από το ίδιο μελίσσι, μπορεί να είναι διαφορετικό ως προς τα περιεχόμενα συστατικά ή τις ποσότητες που αυτά ανιχνεύονται στο τελικό προϊόν. Η φυτική και γεωγραφική προέλευση και οι συνθήκες ωρίμανσης του μελιού, είναι οι κύριοι παράγοντες που ευθύνονται για τον μεγάλο αριθμό συστατικών του μελιού και κατά συνέπεια, για τις φυσικοχημικές ιδιότητες που παρουσιάζει το τελικό προϊόν. Έτσι, το μέλι μπορεί να περιέχει πλήθος ουσιών από 14 διαφορετικές κατηγορίες συστατικών: σάκχαρα, οργανικά οξέα, νερό, πρωτεΐνες, αμινοξέα, βιταμίνες, μέταλλα και ιχνοστοιχεία, ένζυμα, φλαβονοειδή, παράγωγα του φουρανίου, πτητικές-αρωματικές ουσίες, αλκαλοειδή, κολλοειδή, γυρεοκκόκκους.

Η ποιότητα και η ποσότητα που κάθε συστατικό απο τα παραπάνω βρίσκεται σε ένα μέλι, επηρεάζει όλες τις φυσικές του ιδιότητες: το χρώμα, το άρωμα, τη γεύση, την τάση του για κρυστάλλωση ή για ζύμωση, την πυκνότητα, το ιξώδες και τη ρευστότητά του, την υγροσκοπικότητα του, αλλά και την αντιοξειδωτική και την αντιβακτηριδιακή δράση που παρουσιάζει.

Μελετώντας το σύνολο των φυσικοχημικών, οργανοληπτικών και μικροσκοπικών χαρακτηριστικών που ορίζουν μία συγκεκριμένη κατηγορία αμιγούς μελιού, μπορούμε να δώσουμε ταυτότητα στο μέλι μας και να το αξιολογήσουμε ποιοτικά σύμφωνα με τους κανόνες της Διεθνούς Νομοθεσίας. Είναι σημαντικό να γνωρίζει ο καταναλωτής πως καθορίζεται η ποιότητα στο μέλι και να διατηρείται καλή σχέση ποιότητας τιμής, δεδομένης της ιδιαίτερα διαδεδομένης πρακτικής της νοθείας σε Ελληνικά και εισαγόμενα μέλια.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Έναν επιτυχημένο περιεκτικό ορισμό για το μέλι έχει διατυπώσει ο E. F. Phillips το 1930: το μέλι είναι ένα αρωματικό, γλοιώδες, γλυκό υλικό που προέρχεται από το νέκταρ των φυτών, το οποίο μαζεύουν οι μέλισσες και το μεταβάλλουν για την τροφή τους σε ένα πυκνότερο υγρό και τελικά το αποθηκεύουν στις κηρήθρες τους. Είναι όξινης αντίδρασης, ρευστό στην αρχική μορφή του, αλλά μεταβάλλεται σε κρυσταλλικό όταν μείνει πολύ καιρό. Αποτελείται κυρίως από δύο απλά ζάχαρα, την γλυκόζη (δεξτρόζη) και την φρουκτόζη (λεβουλόζη), με παρουσία κατά περιπτώσεις πιο σύνθετων υδατανθράκων, με επικρατέστερη συνήθως την λεβουλόζη και περιέχει ανόργανες ουσίες, φυτικά χρωστικά υλικά, μερικά ένζυμα και κόκκους γύρεως.

Σύμφωνα και με την Κοινοτική Νομοθεσία (Οδηγία 2001/110/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου), μέλι είναι 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.

Το μέλι από την αρχαιότητα μέχρι τον 18<sup>ο</sup> αιώνα ήταν το μόνο ζαχαρώδες τρόφιμο για τον άνθρωπο. Η άποψη ότι ασκεί ευεργετική επίδραση γενικά στην υγεία του ανθρώπου ήταν και είναι διαδεδομένη σε όλο τον κόσμο. Χρησιμοποιείται σαν δυναμωτικό, λόγω της γλυκόζης που περιέχει, η οποία είναι άμεσα αφομοιώσιμη από τον οργανισμό μας. Ασκεί ευεργετική επίδραση στην καρδιά, στο συκώτι και στο πεπτικό μας σύστημα. Επίσης, λόγω της παρουσίας υπεροξειδίου του υδρογόνου (οξυζενέ) και της υψηλής συγκέντρωσης ζαχάρων έχει καλή αντιβακτηριακή δράση (Γούναρη, 2004).

Το παραγόμενο μέλι διακρίνεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- το ανθόμελο, που παράγεται από το νέκταρ των λουλουδιών, κυρίως δε θυμαριού, πορτοκαλιάς, βαμβακιού, ηλίανθου, ερείκης, καστανιάς και
- το μέλι από μελιτώματα, που παράγεται από εκκρίματα των φυτών ή εντόμων που απομυζούν τα φυτά. Στην κατηγορία αυτή ανήκει το μέλι του πεύκου, της ελάτης και άλλων δασικών φυτών.

Η αξία της μέλισσας και των προϊόντων της είναι αναγνωρισμένη από όλους τους επιστημονικούς φορείς που σχετίζονται με τη μελέτη και την έρευνα για τη διατροφή και την υγεία του ανθρώπου, ενώ η συνεισφορά της στην γεωργία και την οικολογία είναι πραγματικά ανυπολόγιστη. Από τις εμπειρικές μεθόδους αξιολόγησης της μελισσοκομίας και των παραγόμενων προϊόντων, βρισκόμαστε σήμερα στην διενέργεια επιστημονικών μελετών, πειραμάτων και υπολογισμών ακριβείας, όλων των παραμέτρων που συνιστούν την μοναδικότητα της συνεισφοράς του εντόμου της μέλισσας στη βιολογική αλυσίδα και του μελιού στη διατροφική αλυσίδα του ανθρώπου, αλλά και στην αγροτική παραγωγή μίας χώρας.

Βάση όλων αυτών των μελετών και ερευνών, είναι η μελέτη και αναγνώριση των συστατικών στοιχείων του μελιού, τόσο ως προς την ποιότητα όσο και ως προς την ποσότητα στην οποία αυτά περιέχονται σε κάθε κατηγορία μελιού.

Η μελέτη των συστατικών του μελιού, σε συσχετισμό με πληροφορίες για την βοτανική και γεωγραφική του προέλευση αλλά και άλλες παραμέτρους, μπορεί να εξηγήσει τις αλληλεπιδράσεις που λαμβάνουν χώρα και διαμορφώνουν τα φυσικοχημικά του χαρακτηριστικά. Οι φυσικές ιδιότητες του μελιού είναι μία σειρά χαρακτηριστικών ιδιοτήτων που αποκτά το μέλι όταν είναι πλέον ώριμο, οι οποίες δύναται να τροποποιηθούν κατά την διάρκεια της αποθήκευσής του (Θρασυβούλου, ΧΧ). Μερικές από αυτές είναι το χρώμα, το άρωμα και η γεύση του, η κρυστάλλωση, η ζύμωση, η υγροσκοπικότητα, το ιξώδες και η πυκνότητα, η αντιμικροβιακή του δράση κ.α. Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του μελιού σχετίζονται άμεσα με τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του (γεύση, χρώμα, άρωμα, ρευστότητα) και τρόπο



που πρέπει να διαχειριστεί ο μελισσοκόμος ή ο καταναλωτής το μέλι μετά την συκομιδή του.

Η σύσταση και τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του μελιού, είναι από τις σημαντικότερες παραμέτρους που συμβάλουν στον ορισμό της ταυτότητας ενός μελιού. Όσο καλύτερα γνωρίζουμε την σύσταση και τις φυσικοχημικές ιδιότητες ενός μελιού, τόσο ευκολότερα μπορούμε να εξαγάγουμε συμπεράσματα για τα οργανοληπτικά, τα μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του και την ακριβή προέλευσή του και να το εντάξουμε στην σωστή ποιοτική ομάδα (Θρασυβούλου και συνεργάτες, 2002 ).

Σκοπός της παρούσας μελέτης, είναι να παρουσιαστούν τα μέχρι σήμερα επιστημονικά ευρήματα για την σύσταση και τις φυσικοχημικές ιδιότητες του μελιού, να αναφερθούν τα συμπεράσματα που έχουν εξαχθεί για τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους στην δομή του και να μελετηθεί πώς τα στοιχεία αυτά εμφανίζονται στις 8 κύριες κατηγορίες αμιγών Ελληνικών μελιών.

## **Η ΜΕΛΙΣΣΟΚΟΜΙΑ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΜΑΣ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΤΩΝ 15**

Η Ελλάδα διεκδικεί μια από τις πρώτες θέσεις στο διεθνή χώρο σε μελίσινα και σε παραγωγή μελιού, αναλογικά με τον πληθυσμό και την έκταση της. Ενώ σε όλες τις ευρωπαϊκές χώρες η ποιότητα μελισσιών μειώθηκε ή παρέμεινε στάσιμη τα τελευταία είκοσι χρόνια, στην Ελλάδα αυξήθηκε κατά 2,2 μελίσινα/Km<sup>2</sup> περίπου. Σήμερα η Ελλάδα έχει τη μεγαλύτερη πυκνότητα μελισσιών από όλες τις Ευρωπαϊκές χώρες, έχοντας τριπλάσιο αριθμό μελισσιών σε κάθε τετραγωνικό χιλιόμετρο από το μέσο όρο μελισσιών της Ευρώπης. Ο μέσος όρος του αριθμού των μελισσιών ανά εκμετάλλευση είναι μικρός, γεγονός που υποδηλώνει ότι υπάρχουν πολλές μικρές μελισσοκομικές εκμεταλλεύσεις. Πράγματι, το 63% των μελισσοκομικών εκμεταλλεύσεων έχει λιγότερα από 50 μελίσινα και μόνο το 6% έχει πάνω από 200 μελίσινα. Τεχνικοοικονομική ανάλυση έδειξε ότι ικανοποιητικό κέρδος και εισόδημα εξασφαλίζεται από μελισσοκομικές εκμεταλλεύσεις που έχουν πάνω από 200 μελίσινα (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων).

**Πίνακας Α.** Μελισσοκομικό Κεφάλαιο (αριθμός κυψελών) ανά Κράτος-Μέλος της Ε.Ε. το 2000 (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων)

A/A	Κράτος – Μέλος	Μελισσοκομικό Κεφάλαιο (αριθμός κυψελών)
1.	Ισπανία	2.397.840
2.	Ελλάδα	1.380.000
3.	Γαλλία	1.150.000
4.	Ιταλία	1.100.000
5.	Γερμανία	893.000
6.	Πορτογαλία	590.000
7.	Αυστρία	336.139
8.	Ηνωμένο Βασίλειο	274.000
9.	Δανία	155.000
10.	Σουηδία	145.000
11.	Βέλγιο	100.000
12.	Κάτω Χώρες	80.000
13.	Φινλανδία	47.000
14.	Ιρλανδία	20.000
15.	Λουξεμβούργο	10.213
<b>Σύνολο:</b>		<b>8.678.192</b>

Η μελισσοκομία αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους κλάδους της πρωτογενούς παραγωγής για τη Χώρα μας. Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, στον κλάδο της μελισσοκομίας απασχολούνται περί τους 23.000 μελισσοκόμοι, οι οποίοι κατέχουν περί τις 1.380.000 κυψέλες. Περίπου 5.000 από αυτούς κατέχουν άνω των 150 κυψελών και θεωρούνται ως επαγγελματίες. Γενικά πάντως, είτε ως αποκλειστική είτε ως δεύτερη απασχόληση, η μελισσοκομία είναι ένας κλάδος της αγροτικής οικονομίας που συμβάλλει σημαντικά στο εισόδημα των γεωργικών και μη οικογενειών (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων).

Η Χώρα μας είναι δεύτερη στην Ευρωπαϊκή Ένωση, μετά την Ισπανία και πριν τη Γαλλία, από απόψεως κατοχής μελισσοσμηνών και παράγει κατά μέσο όρο 14.000 τόνους μέλι ετησίως. Η εγχώρια παραγωγή καλύπτει περίπου το 90% της κατανάλωσης. Από πλευρά γεωγραφικής κατανομής, η μελισσοκομία είναι

διαδεδομένη σε όλη τη Χώρα. Υπάρχουν όμως περιοχές που έχουν αυξημένο μελισσοκομικό ενδιαφέρον, όπως εκείνες των Νομών Χαλκιδικής, Καβάλας, Φθιώτιδας, Ευβοίας, Αττικής, Αρκαδίας, Ηρακλείου, Χανίων και άλλες.

#### ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΜΕΛΙΣΣΟΚΟΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η ελληνική μελισσοκομία σήμερα αριθμεί γύρω στα 1.380.000 μελίσσια, από τα οποία το 96% περίπου είναι εγκατεστημένα σε «ευρωπαϊκές πλαισιοκυψέλες» και το υπόλοιπο σε εγχώριες διαφόρων τύπων. Με τη μελισσοκομία απασχολούνται 23.500 περίπου άτομα, από τα οποία το 80% είναι γεωργοί και το υπόλοιπο ετεροεπαγγελματίες, οι οποίοι ασκούν τη μελισσοκομία ως δευτερεύουσα απασχόληση. Από τους γεωργούς μόνο 1.500 περίπου άτομα ή το 6% του συνόλου έχουν ως αποκλειστική απασχόληση τη μελισσοκομία, ενώ οι υπόλοιποι εξασφαλίζουν απ' αυτήν συμπληρωματικό εισόδημα (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων).

**Πίνακας Β.** Κατανομή μελισσοκομικών μονάδων μελισσιών και παραγωγής μελιού ανά γεωγραφικό διαμέρισμα στην Ελλάδα το 2001 (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων).

Γεωγραφικό διαμέρισμα	Μελισσοκομικές μονάδες (Αριθμός)	Ποσοστό %	Μελίσσια (Αριθμός)	Ποσοστό %	Παραγωγή μελιού (κιλά)	Ποσοστό %
Μακεδονία	4.010	20,0	463.905	34,4	4.820.647	36,3
Πελοπόννησος	3.521	18,0	158.833	12,5	1.521.042	11,7
Κρήτη	2.880	14,0	109.070	8,6	868.694	6,5
Στερεά & Εύβοια	2.742	14,0	201.110	15,8	2.086.603	15,7
Ν. Αιγαίο	2.407	12,0	112.006	8,8	1.388.687	10,4
Θράκη	1.154	6,0	44.681	3,5	531.289	4,0
Ήπειρος	1.119	6,0	38.928	3,0	499.120	3,7
Θεσσαλία	1.102	5,0	82.247	6,4	699.507	5,2
Αττική	631	3,0	49.860	3,9	762.840	5,7
Ν. Ιονίου	349	2,0	13.496	1,0	107.000	0,8

Από πλευράς γεωγραφικής κατανομής, η μελισσοκομία είναι δεδομένη σε όλη τη χώρα. Υπάρχουν όμως περιοχές που έχουν περισσότερο μελισσοκομικό ενδιαφέρον. Η Μακεδονία έχει τις περισσότερες μελισσοκομικές μονάδες, το

μεγαλύτερο αριθμό μελισσιών, τη μεγαλύτερη παραγωγή μελιού και τους περισσότερους επαγγελματίες μελισσοκόμους, όπως αυτό φαίνεται από το μέσο όρο των μελισσιών για κάθε μελισσοκομική μονάδα. Η Πελοπόννησος, η Κρήτη, η Στερεά και η Εύβοια είναι επίσης περιοχές με μεγάλο αριθμό μελισσιών και μελισσοκόμων (Θρασυβούλου, 1998).

#### **ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΜΑΣ**

Η συνολική ετήσια παραγωγή μελιού κυμαίνεται από 10.000 έως 14.000. Το παραγόμενο μέλι από νέκταρ, στο οποίο συγκαταλέγονται τα διάφορα ανθόμελα (καστανιάς, θυμαριού, πορτοκαλιάς, βαμβακιού, ηλίανθου, ερείκης κ.ά.) και το μέλι από μελιτώματα (πεύκου, έλατου, βελανιδιάς κ.ά.). Οι μεγαλύτερες ποσότητες προέρχονται από το πεύκο (60-65%), το έλατο (10%) και το θυμάρι (15%). Δεν υπάρχουν ακριβή στοιχεία για την παραγωγή άλλων προϊόντων, όπως γύρης, βασιλικού πολτού, πρόπολης και κεριού (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων) (Θρασυβούλου, 1998).

Η παραγωγή του μελιού και η παραγωγικότητα του μελισσιού και μιας μελισσοκομικής εκμετάλλευσης στο σύνολό της, κατ' επέκταση, εξαρτάται και συναρτάται με πολλούς παράγοντες. Ο καιρός, η χλωρίδα (φυτά), η υγεία και η δυναμικότητα των μελισσιών, αλλά και η τέχνη του μελισσοκόμου είναι από τα βασικότερα. Όσον αφορά στις, λόγω επιρροής των ανωτέρω, διαμορφούμενες παραγωγές, κυμαίνονται από 0-100 Kg ανά κυψέλη. Η μέση ανθρώπινη κατανάλωση στην Ελλάδα ανέρχεται σε 1,5 Kg/κεφαλή.

Η διάθεση του μελιού γίνεται από τους μελισσοκόμους, είτε άμεσα στον καταναλωτή, είτε μέσω των συνεταιριστικών οργανώσεων και των εμπόρων-τυποποιητών. Οι δύο Κοινοπραξίες μελισσοκομικών συνεταιρισμών (Κοινοπραξία Μελισσοκομικών Συνεταιρισμών Ελλάδας «Μελισσοκομική Ελλάδας» και Κοινοπραξία Μελισσοκομικών Συνεταιρισμών Κρήτης) οι συνεταιρισμοί Νικήτης, Θάσου, Βουκολίων, Κορινθίας, Καλαμάτας και μερικοί ιδιώτες, διαθέτουν μονάδες τυποποίησης και επεξεργασίας του μελιού (Θρασυβούλου, 1998).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

### ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΗΣ

#### ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

#### 1.1. ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ

Το μέλι είναι ένα πυκνό, υπέρκορο υδατικό διάλυμα απλών και σύνθετων ζαχάρων, και μεγάλης ποικιλίας άλλων ουσιών, συμπεριλαμβανομένων ανόργανων ιόντων, ιχνοστοιχείων, ουσιών που βρίσκονται σε κολλοειδή διασπορά όπως είναι οι μακρομοριακές ενώσεις πρωτεϊνών και πολυζαχαριτών, ενζύμων, οργανικών οξέων, αρωματικών ουσιών, γυρεοκόκκων, κ.α. Το σύνολο των ουσιών αυτών αποτελούν τα κύρια συστατικά του μελιού και είναι οι ουσίες που συναντούμε σε όλα τα μέλια σε μεγαλύτερες ή μικρότερες συγκεντρώσεις. Η μέση σύσταση του ελληνικού μελιού φαίνεται στον Πίνακα 1.1.1:

**Πίνακας 1.1.1.:** Μέση σύσταση του ελληνικού μελιού, με βάση 144 δείγματα από μέλια ανθέων και 30 μελιτώματων (Thrasynoulou and Manikis, 1995).

Συστατικό	Μέλι ανθέων		Μέλι από μελιτώματα	
	Μέση τιμή	Διακύμανση	Μέση τιμή	Διακύμανση
Υγρασία (%)	17,2	14,9-23,0	15,9	13,0-18,9
Φρουκτόζη (%)	38,52	28,0-46,1	28,35	22,2-33,9
Γλυκόζη (%)	31,98	23,4-39,2	22,5	13,4-31,9
Σουκρόζη (%)	3,29	0,0-7,0	3,68	0,01-12,0
Μαλτόζη (%)	-	-	6,24	0,5-11,2
pH	4,0	3,3-5,4	4,9	4,5-5,9
Αγωγιμότητα (mS/cm)	0,64	0,15-2,06	1,33	1,01-1,69
Τέφρα (%)	0,32	0,1-1,2	0,75	0,4-1,1
HMF (mg/Kg)	5,1	0,0-11,9	2,4	0,0-8,2
Διασάση (DU)	22,92	8,6-51,0	23,45	10,4-37,2
Προλίνη (mg/Kg)	550	264-1205	452	290-673

Για την παραγωγή, ωρίμανση, συγκομιδή και μετασυλλεκτική μεταχείριση του μελιού, συντελούν πλήθος παραγόντων που μπορεί να επηρεάσουν τα συστατικά του

ως προς τις συγκεντρώσεις στις οποίες ανιχνεύονται μέσα στο τελικό προϊόν. Κάποιοι από τους παράγοντες αυτούς είναι το φυτικό είδος από το οποίο τρέφεται και το είδος της τροφής του μελισσιού (νέκταρ, γύρη, μελιτώδεις εκκρίσεις ή τεχνητή τροφή που παρέχεται από το μελισσοκόμο), η περιοχή στην οποία βρίσκεται το μελίσσι, οι συνθήκες συγκομιδής του μελιού (θέρμανση κατά τον τρύγο του μελιού, καθαριότητα και υγρασία του χώρου), οι συνθήκες αποθήκευσης του μελιού. Για παράδειγμα, τα μέλια ανθέων είναι πλουσιότερα σε απλά σάκχαρα, φτωχότερα σε δισακχαρίτες και ανώτερα σάκχαρα και περιέχουν πολύ λιγότερα οξέα. Η αυξημένη ποσότητα της τέφρας στο μέλι από μελιτώματα του δίνει υψηλότερο pH, ενώ έχει και υψηλότερα ποσά αζώτου.

Στο πλήθος και τη φύση των συστατικών του μελιού, οφείλονται μία σειρά από χαρακτηριστικές φυσικές ιδιότητες που σχετίζονται άμεσα με την εμφάνιση, τα οργανοληπτικά και τα μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του. Αυτό συμβαίνει γιατί τα συστατικά του μελιού βρίσκονται σε δυναμική ισορροπία μέσα στο μέλι και αλληλεπιδρούν με την πάροδο του χρόνου, μεταβάλλοντας τη φύση και τη δομή του μελιού. Έτσι, ένα μέλι που αμέσως μετά την παραγωγή του είναι ρευστό, αργότερα μπορεί να κρυσταλλώσει σε χρόνο που εξαρτάται από τη χημική του σύνθεση και την περιεκτικότητά του σε γυρεόκοκκους, κομμάτια από κεριά κ.α. (Θρασυβούλου, ΧΧ).

Η μελέτη των συστατικών του μελιού μας δίνει πολλές πληροφορίες για την ταυτότητα του μελιού και την ποιοτική του ταξινόμηση, παράμετροι που αυξάνουν ή μειώνουν την εμπορική και ποιοτική του αξία, πάντα σε συνδυασμό με τις ρήτρες της τοπικής και της Διεθνούς Νομοθεσίας.

#### **1.1.1. ΣΑΚΧΑΡΑ (ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ)**

Το μέλι αποτελείται κατά 83% περίπου από σάκχαρα (Πίν. 1.1.2). Τα σάκχαρα είναι οργανικές ενώσεις μικρού μέχρι μεγάλου μοριακού βάρους, που παρέχουν σημαντικό ποσοστό της ενέργειας που χρειάζονται οι ζωντανοί οργανισμοί για την εκτέλεση ζωτικών λειτουργιών, ενώ αποτελούν δομικά συστατικά των κυτταρικών

μεμβρανών και των κυττάρων σε ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς. Σε αναλύσεις στο μέλι, έχουν βρεθεί τουλάχιστον 22 διαφορετικά σάκχαρα.

Τα σάκχαρα που συναντάμε σε πολύ μεγάλες συγκεντρώσεις στο μέλι είναι οι μονοσακχαρίτες φρουκτόζη και γλυκόζη, σάκχαρα που δεν υπάρχουν στο νέκταρ ή τα μελιτώματα των φυτών, αλλά προέχονται από την ιμβερτοποίηση (υδρόλυση) της σουκρόζης στον πρόλοβο των μελισσών. Κατά την διαδικασία παραγωγής του μελιού, οι μέλισσες εκκρίνουν το ένζυμο ιμβερτάση (invertase) από τους υποφαρυγγικούς τους αδένες, το οποίο διασπά τη σουκρόζη σε γλυκόζη και φρουκτόζη. Λόγω της υψηλότερης διαλυτότητας της γλυκόζης από τη σουκρόζη στη θερμοκρασία κυψέλης, παράγεται ένα διάλυμα σακχάρων μεγαλύτερης συγκέντρωσης σε φρουκτόζη (Crane, 1990). Στο Σχήμα 1.1.1 φαίνεται η χημική δομή των σημαντικότερων σακχάρων του μελιού.

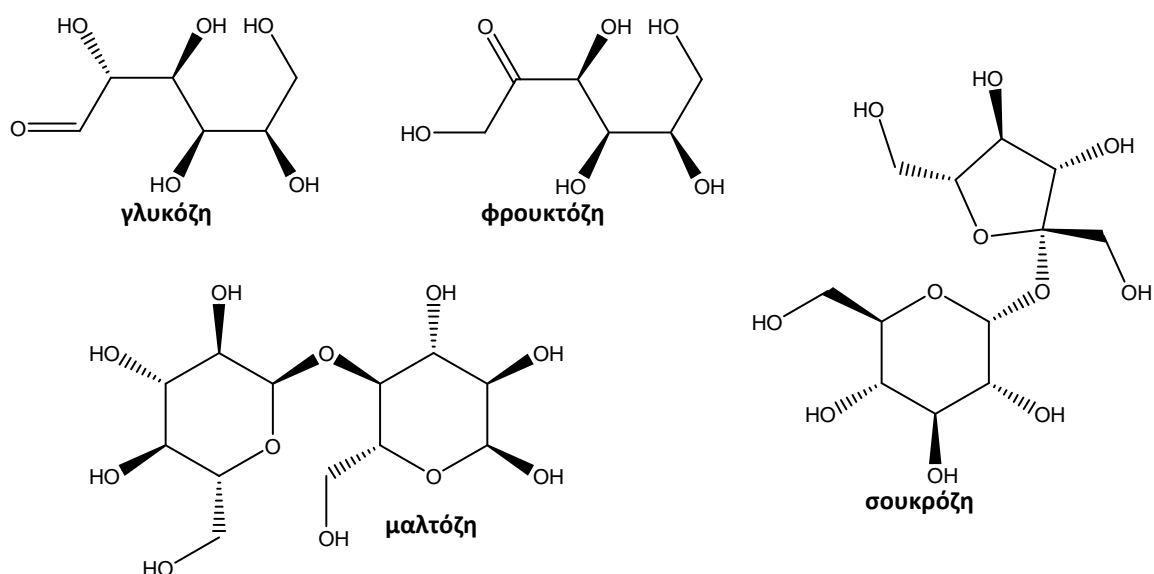
**Πίνακας 1.1.2.:** Οι κύριοι υδατάνθρακες του μελιού.

<i>Υδατάνθρακες</i>	<i>Μέση περιεκτικότητα (%)</i>	<i>Διακύμανση (%)</i>
<b>Φρουκτόζη</b>	39,3	21,7-53,9
<b>Γλυκόζη</b>	32,9	20,4-44,4
<b>Φρουκτόζη/Γλυκόζη</b>	1,19	1,06-1,21
<b>Σουκρόζη</b>	2,3	2,7-16
<b>Μαλτόζη και άλλοι ολιγοσακχαρίτες</b>	7,3	
<b>Άλλα ανώτερα σάκχαρα</b>	1,5	
<b>Σύνολο</b>	83,3	

Η σουκρόζη (δισακχαρίτης) είναι το βασικότερο σάκχαρο που περιέχεται στο νέκταρ και τα μελιτώματα των φυτών, ενώ αποτελεί και συστατικό του μελιού σε μικρή συγκέντρωση (2,5%). Η μαλτόζη, η μελεζιτόζη και άλλοι δισακχαρίτες, βρίσκονται στο μέλι σε ποσοστό 7,3%.

Το μέλι περιέχει επίσης πολλά σε αριθμό άλλα σάκχαρα, γνωστά ως ολιγοσακχαρίτες. Οι ολιγοσακχαρίτες είναι μέσου μεγέθους σύνθετα σάκχαρα, που περιέχουν πάνω από τρία απλά σάκχαρα, ενώ συχνά απαρτίζονται από μονοσακχαρίτες και δισακχαρίτες. Ενίοτε αναφέρονται και ως ανώτερα σάκχαρα. Η ισομαλτόζη, η ραφινόζη, η τρεχαλόζη, η καλοβιόζη, η νιγερόζη, η τυρανόζη, η κεστόζη,

η κεντοβιόζη, η τρεαλόζη, η δεξτρίνη είναι κάποια από τα περιεχόμενα στο μέλι σάκχαρα που αναφέρονται ενδεικτικά.



**Σχήμα 1.1.1:** Χημική δομή των σημαντικότερων σακχάρων του μελιού.

Συγκριτικά με τα άλλα σάκχαρα, η γλυκόζη είναι σχετικά αδιάλυτη και το ποσοστό της στο μέλι, καθορίζει την τάση του μελιού για κρυστάλλωση. Η φρουκτόζη είναι ένα πολύ γλυκό σάκχαρο, καθώς επίσης και υγροσκοπικό, απορροφώντας υγρασία από την ατμόσφαιρα. Αντίθετα η γλυκόζη και η σουκρόζη είναι κατά πολύ λιγότερο υγροσκοπικά σάκχαρα, συνεπώς οι υγροσκοπικές ιδιότητες του μελιού οφείλονται εξ ολοκλήρου στη φρουκτόζη. Πολύ λίγα μέλια είναι πλουσιότερα σε γλυκόζη παρά σε φρουκτόζη σύμφωνα με την μέση σύσταση του μελιού. Αυτό συμβαίνει στις περιπτώσεις της ελαιοκράμβης (*Brassica napus*), του ραδικιού (*Taraxacum officinale*) και της μέντας (*Trichostema lanceolatum*).

Η μέση σύσταση των σακχάρων σε ένα μέλι διαφέρει ανάλογα με το αν αυτό είναι ανθόμελο, ή είναι μέλι από μελιτώματα (Thrasynoulou and Manikis, 1995). Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.1.1, τα μέλια ανθέων είναι πλουσιότερα σε απλά σάκχαρα (γλυκόζη και φρουκτόζη) απ' ότι τα μέλια από μελιτώματα, αλλά φτωχότερα σε



δισακχαρίτες και ανώτερα σάκχαρα. Η μαλτόζη, ως συστατικό των μελιτωμάτων παρουσιάζεται μόνο στα μέλια μελιτωμάτων και μεγαλύτερη συγκέντρωση συγκριτικά με τη σουκρόζη. Στα αμιγή μέλια ανθέων η μαλτόζη δεν αποτελεί συστατικό.

Περίπου το 95% των σακχάρων του μελιού είναι ζυμώσιμα, χαρακτηριστικό που είναι σημαντικό για τις βιομηχανίες που παράγουν μπίρα και κρασί από μέλι, καθώς επίσης και για την αρτοποιία.

Οι υψηλές συγκεντρώσεις σακχάρων στο μέλι του προσδίδουν χαρακτηριστικές φυσικές ιδιότητες, όπως υψηλό ιξώδες, υψηλή πυκνότητα, τάση για κρυστάλλωση, υγροσκοπικότητα και αντιβακτηριακές ιδιότητες.

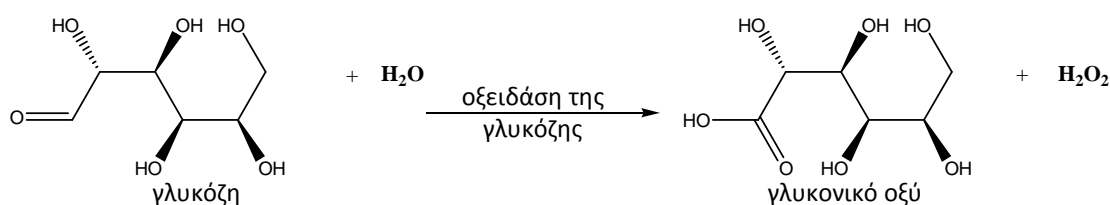
Στη μεγάλη ποικιλία, αλλά και το είδος των σακχάρων του μελιού οφείλεται το γεγονός ότι δεν πρόκειται απλά για μια γλυκαντική τροφή. Η ικανότητά του να κρατά χαμηλή την υγρασία και να παρατείνει τη διάρκεια ζωής σχετίζεται με τους υδατάνθρακες, ενώ είναι καταλυτική και η συνεισφορά αυτών στο χρώμα και τη γεύση.

### **1.1.2. ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΟΞΕΑ**

Ως οργανικά οξέα ορίζονται οι οργανικές ενώσεις που έχουν όξινες ιδιότητες. Πιο κοινά είναι τα καρβοξυλικά οξέα, τα οποία έχουν καρβοξυλική ομάδα στο μόριό τους (-COOH). Πολλά καρβοξυλικά οξέα βρίσκουν χρήση στη χημεία τροφίμων ως συντηρητικά, ενισχυτικά της γεύσης κλπ.

Το μέλι περιέχει έναν αριθμό 20 περίπου οργανικά οξέα, σε μέση συγκέντρωση 0,57% (διακύμανση 0,17-1,17%). Μερικά από αυτά είναι το γλυκονικό οξύ, το κιτρικό, το οξικό, το βουτυρικό, το ταρταρικό, το οξαλικό, το μαλεϊκό, το μηλικό, το μυρμηκικό κ.α. Τα οργανικά οξέα, παίζουν καθοριστικό ρόλο τόσο στην όξινη αντίδρασή του και στη γεύση του μελιού, όσο και στην αντιβακτηριακή του δράση. Το μέσο pH του μελιού κυμαίνεται μεταξύ 3,3 και 5,9 (Πιν. 1.1.1). Η ολική οξύτητα του μελιού είναι 29,12 meq/Kg, με την τιμή να κυμαίνεται μεταξύ 8,68 και 59,49 meq/kg και την τυπική απόκλιση να έχει τιμή 10,33 meq/Kg.

Από τα οργανικά οξέα που περιέχονται στο μέλι, το σημαντικότερο είναι το γλυκονικό οξύ, το οποίο παράγεται στο μέλι από την επίδραση του ενζύμου οξειδάση στη γλυκόζη στη γλυκόζη, αντίδραση κατά την οποία σχηματίζεται και υπεροξείδιο του υδρογόνου (Σχ. 1.1.2.). Στο υπεροξείδιο του υδρογόνου και σε άλλες ενώσεις, όπως κάποια καρβοξυλικά οξέα, οφείλεται μεγάλο μέρος της αντιβακτηριακής δράσης που έχει το μέλι. Το γλυκονικό οξύ, επίσης, ανάλογα με την συγκέντρωσή του σε ένα μέλι, έχει την ιδιότητα να εντείνει τη γεύση του.



**Σχήμα 1.1.2.** Αντίδραση μετατροπής της γλυκόζης σε γλυκονικό οξύ.

Ανάμεσα στα οργανικά οξέα του μελιού, περιλαμβάνονται και κάποια αλειφατικά και αρωματικά οξέα, με τα τελευταία να συνεισφέρουν σημαντικά στη γεύση αυτού.

Η παρουσία των οξέων στο μέλι είναι σημαντική για τους εξής λόγους:

- Τα οξέα αποτελούν σημαντικά συστατικά της γεύσης και του αρώματος των μελιών
- Το χαμηλό pH παρεμποδίζει την ανάπτυξη μικροοργανισμών στο μέλι.

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 1.1.1, τα ανθόμελα έχουν χαμηλότερο μέσο pH 4 (με διακύμανση pH 3,3-5,4), από τα μέλια μελιτωμάτων που είναι ίσο με 4,9 (με διακύμανση pH 4,5-5,9). Αυτό εξηγείται εν μέρει από την παρουσία μεγαλύτερης ποσότητας γλυκόζης (και ως εκ τούτου γλυκονικού οξέος) στα μέλια ανθέων.

### 1.1.3. ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΚΑΙ ΑΜΙΝΟΞΕΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ

Το μέλι διαθέτει περίπου 20 πρωτεΐνες και 18 αμινοξέα, συστατικά που ανιχνεύονται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις στο μέλι.

Οι πρωτεΐνες αποτελούν το 0,2% της μέσης σύστασης του μελιού. Είναι φυτικής προέλευσης, προέρχονται δηλαδή αποκλειστικά από τη γύρη, το νέκταρ και τις μελιτώδεις εκκρίσεις των φυτών από τα οποία τρέφονται οι μέλισσες. Οι πρωτεΐνες αποτελούν σημαντικότερη τροφή για τις μέλισσες. Χωρίς αυτές ο γόνος δεν αναπτύσσεται και το μέλισσι τελικά πεθαίνει. Οι περισσότερες πρωτεΐνες του μελιού είναι πεπτόνες, αλβουμίνες, γλοβουλίνες και νουκλεοπρωτεΐνες με κυριότερη την αλβουμίνη.

Το ολικό N που περιέχουν οι πρωτεΐνες του μελιού, ανέρχεται σε 0,04%, από το οποίο το 40-65% είναι πρωτεϊνικό, ενώ το υπόλοιπο υπάρχει στα ελεύθερα αμινοξέα. Από αυτές προέρχεται όλο το N που χρησιμοποιούν οι ζύμες για τροφή.

Λόγω της προέλευσης των πρωτεϊνών, είναι δυνατόν να συναντάμε διαφορετικές πρωτεΐνες σε κάθε μέλι. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι από τις 20 συνολικά που έχουν βρεθεί, μόνο οι 4 συναντώνται σε όλα τα μέλια.

Υπάρχουν περιπτώσεις μελιών που περιέχουν πρωτεΐνες σε μεγάλη συγκέντρωση, με αποτέλεσμα τα μέλια αυτά να είναι θιξοτροπικά. Αυτό συμβαίνει γιατί το μεγάλο μοριακό βάρος των πρωτεϊνών δίνει στο μέλι μεγαλύτερο ιξώδες. Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα είναι το μέλι ερείκης που περιέχει 1,5% πρωτεΐνες και αυτό από *Leptospermum* με 1-1,2% πρωτεΐνες, ενώ το φυσιολογικό ποσό πρωτεϊνών είναι 0,2%. Και τα δύο αυτά μέλια παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλό ιξώδες, με αποτέλεσμα να μη δύναται να τρυγηθούν με το συνήθη τρόπο και να απαιτείται ειδικός χειρισμός συγκομιδής.

Τα αμινοξέα (Πίν. 1.1.3) αποτελούν τις υπομονάδες των πρωτεϊνών. Συγκεκριμένα αμινοξέα του μελιού προέρχονται από τις μέλισσες και είναι κοινά σε όλα τα μέλια, ενώ άλλα βρίσκονται στα φυτά (White, 1975). Αυτό δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί το σύνολο των αμινοξέων των μελιών με στόχο τη διαφοροποίησή τους όσον αφορά στη βοτανική, αλλά και στη γεωγραφική προέλευσή τους. Τα

ελεύθερα αμινοξέα υπάρχουν στο μέλι επίσης σε μικρές ποσότητες (0,05-0,1%) και με μικρή θρεπτική συνεισφορά. Μερικά είναι η προλίνη, η λυσίνη, η βαλίνη, η αλανίνη, η φαινυλαλανίνη, η τυροσίνη, η λευκίνη, η ισολευκίνη, το γλουταμινικό το ασπαραγινικό, κ.α.

Το σημαντικότερο από τα αμινοξέα είναι η προλίνη, η οποία βρίσκεται και σε μεγαλύτερη αφθονία. Η προλίνη κατέχει το 50-85% του συνόλου των αμινοξέων του μελιού. Εκκρίνεται από τους υποφαρυγγικούς αδένες των μελισσών και έχει ως σκοπό τη ρύθμιση της προσθήκης ιμβερτάσης στο νέκταρ (Χαριζάνης, 1996).

**Πίνακας 1.1.3.:** Τα σημαντικότερα αμινοξέα του μελιού (από Bosi & Battaglini, 1978).

ΑΜΙΝΟΞΕΑ	ΜΕΛΙ ΑΠΟ ΝΕΚΤΑΡ (ppm)	ΜΕΛΙ ΑΠΟ ΜΕΛΙΤΩΜΑΤΑ (ppm)
<b>Ελεύθερα αμινοξέα</b>		
προλίνη	850	1057
φαινυλαλανίνη	559	110
ασπαρτικό οξύ+ασπαραγίνη	55	113
γλουταμινικό οξύ+γλυκίνη	49	195
<b>Σύνολο</b>	<b>1746 (0,17 %)</b>	<b>1784 (0,18 %)</b>
<b>Πρωτεϊνικά αμινοξέα</b>		
Ασπαρτικό οξύ	252	177
Γλουταμινικό οξύ	139	101
λευκίνη	115	79
φαινυλαλανίνη	86	69
βαλίνη	84	67
ισολευκίνη	80	62
<b>Σύνολο</b>	<b>1204 (0,12 %)</b>	<b>858 (0,09 %)</b>

Τα ελεύθερα αμινοξέα βρίσκονται σε μεγαλύτερες συνολικές συγκεντρώσεις στο μέλι απ' ό τι τα πρωτεϊνικά αμινοξέα (Πίν. 1.1.3). Όσων αφορά δε, την ποσότητα και την ποιότητα των αμινοξέων ανάλογα με την φυτική προέλευση των μελιών, τα μέλια ανθέων περιέχουν μεγαλύτερες ποσότητες σε πρωτεϊνικά αμινοξέα, έναντι των μελιών μελιτωμάτων, ενώ συμβαίνει το αντίθετο για τα ελεύθερα αμινοξέα, με εξαίρεση την φαινυλαλανίνη, που βρίσκεται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση στα ανθόμελα.

Από τα υπόλοιπα προϊόντα της κυψέλης, ο βασιλικός πολτός, ο γόνος και η γύρη περιέχουν σχετικά υψηλές ποσότητες αμινοξέων, το μέλι και το δηλητήριο μικρότερες, ενώ το κερι καθόλου.

#### 1.1.4. ENZYMA

Τα κύρια ένζυμα που περιέχονται στο μέλι είναι, η ιμβερτάση, η γλυκοξειδάση και η διαστάση, που προέρχονται από τους υποφαρυγγικούς αδένες των μελισσών και η καταλάση και η οξική φωσφατάση που είναι φυτικής προέλευσης (Πίν. 1.1.4).

**Πίνακας 1.1.4.:** Τα ένζυμα του μελιού (από Crane, 1990).

<b>Ένζυμα από τους υποφαρυγγικούς αδένες των μελισσών</b>	
Ιμβερτάση	Διασπά τη σουκρόζη σε γλυκόζη και φρουκτόζη, είναι πιο θερμοευαίσθητη από την αμυλάση
Γλυκοξειδάση	Οξειδώνει τη γλυκόζη σε γλουκονικό οξύ και υπεροξείδιο του υδρογόνου παρουσία νερού, πιο θερμοευαίσθητη από την ιμβερτάση
Διαστάση (Αμυλάση)	Διασπά το άμυλο, θερμοευαίσθητη, δεν έχει βρεθεί ο ρόλος της στην παραγωγή μελιού-πιθανόν να βοηθά στην πέψη της γύρης από τις μέλισσες
<b>Ένζυμα από τα φυτά (νέκταρ-μελιτώματα)</b>	
Καταλάση	Ρυθμίζει τη δράση της γλυκοξειδάσης με το να ελέγχει την ισορροπία του H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Οξική φωσφατάση	Υπάρχει στη γύρη, στο νέκταρ και το μέλι
Διαστάση (Αμυλάση)	Ένα μικρό ποσό αυτής προέρχεται από τα φυτά

Είναι από τα πιο ενδιαφέροντα και συνάμα τα πιο σημαντικά από τα συστατικά του μελιού, επειδή παίζουν ζωτικό ρόλο στην παραγωγή του ώριμου μελιού από το αρχικό ανώριμο υλικό, τον φυτικό χυμό. Κάθε ένα από αυτά λαμβάνει μέρος ως καταλύτης σε μία σειρά χημικών αντιδράσεων μεταξύ των συστατικών της τροφής της μέλισσας και των ουσιών που εκκρίνονται από αυτή και λαμβάνουν χώρα από την πρώτη στιγμή που η μέλισσα συλλέξει την τροφή τη, μέχρι τη στιγμή που το ώριμο μέλι σφραγιστεί στις κερήθρες. Κάποιες χημικές αντιδράσεις δε, εξακολουθούν να πραγματοποιούνται και μετά την συλλογή του μελιού, κατά την αποθήκευσή του, επιδρώντας στις φυσικοχημικές ιδιότητές του.

Αναλυτικά, τα ένζυμα του μελιού δρουν ως εξής (Crane, 1990; Χαριζάνης, 1996):

- i. Η **ιμπερτάση** ( $\alpha$ -γλυκοσειδάση) υδρολύει τη σουκρόζη που υπάρχει στο νέκταρ και τα μελιτώματα, σε φρουκτόζη και γλυκόζη. Ορισμένη ποσότητα αυτής παραμένει στο μέλι, κάτι που σημαίνει ότι η διάσπαση συνεχίζεται τόσο μετά την εξαγωγή του μελιού όσο και κατά την αποθήκευση. Το 1986 αναφέρθηκε η ύπαρξη της  $\beta$ -γλυκοσειδάσης από τους Low και συνεργάτες, όμως δεν έχει διευκρινιστεί αν προέρχεται από τις μέλισσες ή τα φυτά.
- ii. Η **γλυκοξειδάση** δρα μόνο σε διαλυμένο ή ανώριμο μέλι και είναι πιο δραστική όταν τα σάκχαρα είναι σε συγκέντρωση 25-30%. Αυτό το ένζυμο οδηγεί στην παραγωγή του γλυκονικού οξέος, που είναι το κυρίαρχο οξύ στο μέλι, και του υπεροξειδίου του υδρογόνου ( $H_2O_2$ ), ουσία για την οποία έχουμε ήδη αναφέρει τις αντιμικροβιακές της ιδιότητες. Το  $H_2O_2$  διασπάται σε νερό και οξυγόνο. Η διάσπαση και επανασύνθεσή του λαμβάνουν χώρα καθ' όλη τη διάρκεια της μετατροπής του νέκταρος σε μέλι. Η συγκέντρωση του  $H_2O_2$  παραμένει σταθερή υπό καθορισμένες συνθήκες, παρέχοντας έτσι προστασία στο μέλι από διάφορους μικροοργανισμούς. Για αυτό το λόγο, υδατικό διάλυμα μελιού μπορεί να επαλειφθεί σε ανοιχτές πληγές και να έχει θετική επίδραση. Η δράση της γλυκοξειδάσης μειώνεται καθώς αυξάνουν τα σάκχαρα κατά την ωρίμανση του μελιού, έως ότου σταματήσει με την ολοκλήρωση της ωρίμανσης.
- iii. Η **διαστάση (αμυλάση)** διασπά το άμυλο. Δε φαίνεται να λαμβάνει μέρος σε χημικές διεργασίες κατά την παραγωγή του μελιού. Η σημασία της στις αναλύσεις μελιών έγκειται στο γεγονός ότι είναι πολύ θερμοευαίσθητη, οπότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης θερμικής επεξεργασίας του μελιού, κάτι που προτάθηκε για πρώτη φορά από τον Gothe το 1914. Γενικά, όταν σε μία κυψέλη υπάρχει μεγάλη ροή νέκταρος ή μελιτωμάτων το μέλι περιέχει μικρότερες ποσότητες

ενζύμων, καθώς οι μέλισσες έχουν λιγότερο χρόνο για να το εμπλουτίσουν. Αντίστοιχα, νέκταρ με μεγάλη περιεκτικότητα σε σάκχαρα χρειάζεται λιγότερη επεξεργασία για να γίνει μέλι, οπότε περιέχει μικρότερες ποσότητες σε διασάση και ιμβερτάση.

- iv. Η **καταλάση**, η οποία είναι φυτικής προέλευσης και βρίσκεται στο νέκταρ και τη γύρη, διασπά το H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Μερικά μέλια δεν περιέχουν καταλάση, και ως εκ τούτου έχουν ισχυρές αντιμικροβιακές ιδιότητες. Παράδειγμα αποτελούν το μέλι από λευκό τριφύλλι (*Trifolium repens*) και το πευκόμελο (*Pinus sylvestris*).
- v. Η **οξική φωσφατάση** είναι ένα ένζυμο που προέρχεται από το νέκταρ. Η δράση του στη διαδικασία παραγωγής του μελιού δεν είναι γνωστή, και μάλλον η παρουσία του στο μέλι θεωρείται τυχαία.

Τέλος, το μέλι από μελιτώματα συνεισφέρει σημαντικά σε ιμβερτάση, ενώ το νέκταρ παρέχει μικρές ποσότητες διασάσης.

Τα ένζυμα είναι θερμοευαίσθητα, οπότε χαμηλό επίπεδο αυτών μπορεί να οφείλεται σε θερμική επεξεργασία. Πρέπει να πούμε ότι κάποια μέλια έχουν από φυσικού τους χαμηλό ενζυμικό δυναμικό, κάτι που πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη πριν εξαχθούν οποιαδήποτε συμπεράσματα για τυχόν θερμική επεξεργασία του μελιού.

#### **1.1.5. ΝΕΡΟ**

Η φυσική υγρασία του μελιού αποτελεί το 'υπόλειμμα' του νερού που υπήρχε στο νέκταρ προ της έναρξης της διαδικασίας της ωρίμασης. Το ποσό αυτής είναι σημαντικός παράγοντας που καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την ανθεκτικότητα του μελιού στις ζυμώσεις. Το μέλι περιέχει νερό σε ποσοστό 17% (κυμαίνεται από 13-25%). Οι μέλισσες, άλλωστε, σφραγίζουν το μέλι στις κηρήθρες όταν η υγρασία του φτάσει το 15-17%.

Υπάρχει ένα κατώτερο όριο περιεκτικότητας σε νερό ώστε να διατηρούνται τα σάκχαρα εν διαλύσει. Υπάρχει επίσης και ένα ανώτερο όριο, αυτό του 20%, το οποίο έχει θεσπιστεί με την με την οδηγία 2001/110/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου, και αφορά στην προστασία του μελιού από τυχόν ζυμώσεις.

Η περιεκτικότητα σε νερό μπορεί να αλλάξει με έκθεση του μελιού σε ξηρή ή υγρή ατμόσφαιρα κατά τη διαδικασία του τρυγητού. Η απορρόφηση υγρασίας από ένα υγρό περιβάλλον είναι ταχύτερη από ότι η απώλεια υγρασίας σε ένα ξηρό περιβάλλον. Ακόμα, η υγρασία αλλάζει κατά την αποθήκευση, ανάλογα με τις συνθήκες αυτής, λόγω της υγροσκοπικότητας του μελιού. Σε περιοχές με υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία, οι μέλισσες δε μπορούν να μειώσουν την περιεκτικότητα σε νερό σε ασφαλή επίπεδα.

Η υγρασία (νερό) στο μέλι είναι καθοριστικός παράγοντας που επηρεάζει πολλά από τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του μελιού και παίζει σημαντικό ρόλο στις φυσικοχημικές του ιδιότητες και την «συμπεριφορά» του μελιού μετά την συγκομιδή και τη συσκευασία του. Ιδιότητες όπως το χρώμα, η κρυστάλλωση, η ζύμωση, το ιξώδες, εξαρτώνται άμεσα από το νερό που περιέχεται στο μέλι .

#### **1.1.6. ΜΕΤΑΛΛΑ & ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ, ΤΕΦΡΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ**

Το μη πτητικό, ανόργανο υπόλειμμα του μελιού, έπειτα από καύση αυτού, καλείται τέφρα (ash) και αποτελείται από μέταλλα, μακροστοιχεία, ή ιχνοστοιχεία (Πίν. 1.5). Η ολική τέφρα στο μέλι κυμαίνεται από 0,02-1%, συνήθως δε βρίσκεται μεταξύ 0,1% και 0,3%.

Το στοιχείο που βρίσκεται σε μεγαλύτερη ποσότητα στο μέλι είναι το Κάλιο (K) και ακολουθεί το Θείο (S), το Χλώριο (Cl), το Ασβέστιο (Ca) και ο Φώσφορος (P). Τα υπόλοιπα ανόργανα συστατικά του μελιού βρίσκονται σε πολύ μικρότερες ποσότητες. Συγκριτικά, συνήθως τα ανοιχτόχρωμα μέλια έχουν μικρότερη περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά, από τα σκουρόχρωμα (Πιν. 1.1.5).



**Πίνακας 1.1.5.:** Τα ανόργανα συστατικά του μελιού σε ppm (από Crane, 1990).

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

Τα μέταλλα αρχικά βρίσκονται στο έδαφος, προσλαμβάνονται από τα φυτά και καταλήγουν στο μέλι μέσω του νέκταρος ή των μελιτωμάτων, που οι μέλισσες συλλέγουν από αυτό. Το ποσοστό των ανόργανων συστατικών που περιέχει ένα μέλι, μπορεί να επηρεάσει το χρώμα του μελιού, και εξαρτάται από τη βοτανική προέλευση του φυτού από το οποίο τράφηκαν οι μέλισσες.

Τα πολύ ανοιχτόχρωμα μέλια περιέχουν μικρές ποσότητες σε μέταλλα σε σχέση με τα σκουρόχρωμα, αν και αυτό δεν ισχύει πάντα, καθώς υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν το χρώμα και οι οποίοι είναι σε μεγάλο βαθμό άγνωστοι. Για παράδειγμα, χαμηλής περιεκτικότητας σε τέφρα είναι τόσο τα ανοιχτόχρωμα μέλια από ελαιοκράμβη και μηδική, όσο και τα μέσης σκουρότητας μέλια τριφυλλίου και δενδρολίβανου, αλλά και το σκούρο μέλι από *Fagopyrum esculentum*. Τα σκουρόχρωμα μέλια που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε τέφρα περιλαμβάνουν το μέλι ερείκης και κυρίως μέλια από μελιτώματα.

### 1.1.7. ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΣΤΟ ΜΕΛΙ

Στο μέλι απαντώνται κυρίως οσμοφιλικές ζύμες, ανθεκτικές στις υψηλές συγκεντρώσεις σακχάρων. Οι περισσότερες από αυτές ανήκουν στα γένη Νηματοσπόρα, Σακχαρομύκητες, Ζυγοσακχαρομύκητες, Σχίζοσακχαρομύκητες και

Τορούλα. Μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα, ειδικά σε περιπτώσεις που οι συνθήκες ευνοούν τον πολλαπλασιασμό τους, οπότε προκαλούν ζυμώσεις. Ορισμένες από τις ζύμες του μελιού αναφέρονται στον Πίνακα 1.1.6.

**Πίνακας 1.1.6.:** Είδη μυκήτων που έχουν βρεθεί στο μέλι (Χαριζάνης, 1996).

<b>Μύκητας</b>
<i>Nematospora ashbya gossupii</i>
<i>Saccharomyces bisporus, S. torulosus</i>
<i>Schizosaccharomyces octosporus</i>
<i>Schwanniornyces occidentilis</i>
<i>Torula mellis</i>
<i>Zygosaccharomyces barkeri, Z. japonicus, Z. mellis, Z. mellis acidii, Z. nussbaumeri, Z. prionanus, Z. richteri</i>

Το μέλι έχει την ικανότητα να παρεμποδίζει ή να θανατώνει τους περισσότερους μικροοργανισμούς, ένεκα των ακόλουθων λόγων:

- Η υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα και η χαμηλή σε νερό δημιουργούν μια οσμωτική πίεση που σκοτώνει τους μικροοργανισμούς
- Το σχετικά χαμηλό pH
- Το σύστημα της γλυκοξειδάσης, που παράγει H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ουσία τοξική για τους μικροοργανισμούς
- Το χαμηλό πρωτεϊνικό περιεχόμενο, το οποίο δεν είναι ελκυστικό για τους μικροοργανισμούς
- Το O<sub>2</sub> δε μπορεί να εισχωρήσει στο μέλι, λόγω του υψηλού ιξώδους, οπότε δεν επιβιώνουν οι αερόβιοι οργανισμοί
- Υπάρχουν συγκεκριμένες ουσίες που είναι θανατηφόρες για τους μικροοργανισμούς όπως: πινοκεμπρίνη, λυσοζύμη, φαινολικά οξέα, τερπένια, βενζυλική αλκοόλη και διάφορα πτητικά συστατικά.

Παρόλα αυτά, μερικοί μικροοργανισμοί επιβιώνουν, κάποιοι από αυτούς σε ληθαργική κατάσταση.

Οι μικροοργανισμοί του μελιού μπορεί να προέρχονται από το νέκταρ και τη γύρη. Οι ζύμες βρίσκονται στο νέκταρ, είτε ως συστατικά του χυμού του φυτού, είτε

ως αποτέλεσμα επιμόλυνσης από σπόρια που μεταφέρονται σ' αυτό μέσω του αέρα. Άλλη πηγή μικροοργανισμών για το μέλι είναι η ίδια η μέλισσα, που καθώς συλλέγει, μεταφέρει και επεξεργάζεται το νέκταρ, το επιβαρύνει με μύκητες που είτε βρίσκονται στο σώμα της, είτε βρίσκονται στην κυψέλη στα λουλούδια και στον περιβάλλοντα χώρο της. Οι συσκευές και τα σκεύη που χρησιμοποιεί ο μελισσοκόμος για την συλλογή, επεξεργασία και διατήρηση του μελιού, συμβάλλουν σημαντικά στην επιμόλυνση του μελιού με ζυμομύκητες όπως και άλλες τυχαίες πηγές, όπως τη σκόνη και ο αέρας. Όλες αυτές οι πηγές είναι δύσκολο να ελεγχθούν.

Εκτός αυτών υπάρχουν και οι μετασυλλεκτικές πηγές, οι οποίες μπορεί να ευθύνονται για μόλυνση από μικρόβια και οι οποίες δύναται να ελεγχθούν. Αυτές περιλαμβάνουν τον αέρα, την ανάμειξη υγιών με μολυσμένα δείγματα (διασταυρωτή μόλυνση), τον εξοπλισμό και τις κτιριακές εγκαταστάσεις, πηγές που δύναται να ελεγχθούν με σωστή πρακτική και χρήση της θερμότητας για αποστείρωση.

Η γνώση της υγρασίας και της θερμοκρασίας που ευνοούν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών χρησιμοποιείται για να κρατηθεί ο πληθυσμός αυτών σε χαμηλά επίπεδα. Οι μικροοργανισμοί που ενδιαφέρουν τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς του μελιού είναι αυτοί που βρίσκονται συνήθως στο μέλι (ζύμες και σπορογόνα βακτήρια), αυτοί που καθορίζουν την υγιεινή ή την εμπορική ποιότητα του μελιού (ζύμες και κολοβακτηρίδια) και αυτοί που υπό συγκεκριμένες συνθήκες μπορεί να προκαλέσουν ασθένεια στον άνθρωπο. Η ποσότητα αυτών το μέλι μπορεί να ποικίλει από μηδέν έως δεκάδες χιλιάδες άτομα ανά γραμμάριο μελιού. Τα περισσότερα δείγματα περιέχουν ανιχνεύσιμο αριθμό ατόμων. Παρότι σε μερικά μέλια ο αριθμός των ζυμών είναι χαμηλός, αυτός μπορεί να αυξηθεί ραγδαία εάν το ευνοήσουν οι συνθήκες.

Ένας μικροβιολογικός έλεγχος ρουτίνας στο μέλι μπορεί να περιλαμβάνει πολλές δοκιμές. Ο αριθμός των ατόμων των μικροοργανισμών δίνει γενικές πληροφορίες. Χρησιμοποιείται για να γίνει σύγκριση με άλλα δεδομένα και σαν γενικός δείκτης της μικροβιακής ποιότητας του μελιού. Απαιτούνται όμως

επιπρόσθετες μετρήσεις γιατί μπορεί ένα μέλι, με υψηλό αριθμό ατόμων (10000 /gr), να έχει αποδεκτό αριθμό άλλων μικροβίων, οπότε να είναι αποδεκτής ποιότητας.

Ειδικές δοκιμές για τη μέτρηση των ατόμων των ζυμών και των σπορογόνων βακτηρίων είναι επίσης ωφέλιμες. Τα άτομα αυτά βρίσκονται υπό κανονικές συνθήκες στο μέλι, ενώ η συγκέντρωσή τους ελέγχεται με κατάλληλη βιομηχανική πρακτική. Μια μέτρηση του αριθμού των ζυμών μπορεί να δείξει την ποιότητα του μελιού, αλλά και να προβλέψει τη διάρκεια ζωής του. Από τα σπορογόνα βακτήρια, είδη του γένους *Bacillus* βρίσκονται συνήθως σε συγκέντρωση 200 CFU (colony forming units)/gr, ενώ συχνά υπάρχει και το *Clostridium botulinum* σε συγκέντρωση 1 CFU/gr.

Τέλος, ο προσδιορισμός των κολοβακτηριδίων μπορεί να αποτελέσει έναν δείκτη της υγιεινής του μελιού. Συχνά μπορεί να απαιτούνται επιπρόσθετες δοκιμές για να εξηγήσουν ασυνήθεις υψηλούς πληθυσμούς μικροοργανισμών. Τέλος, η χρήση του μελιού σε προϊόντα στα οποία γίνεται μικρή ή καμία θερμική μεταχείριση χρειάζονται επιπρόσθετες δοκιμές.

#### **1.1.8. ΠΤΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ**

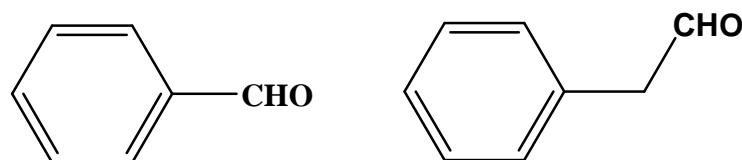
Η γεύση και το άρωμα του μελιού είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες που καθορίζουν την προτίμηση αυτού από τον καταναλωτή και, ως εκ τούτου, την τιμή του. Τα πτητικά συστατικά είναι οι ουσίες αυτές που συνθέτουν το άρωμα του εκάστοτε μελιού. Οι πτητικές αυτές ουσίες δύναται να προέλθουν από (Αλυσσανδράκης, 2007):

- Τη φυτική πηγή, χωρίς μετατροπή
- Μετατροπή των φυτικής προέλευσης συστατικών από ένζυμα που βρίσκονται στο νέκταρ ή εκκρίνονται από τη μέλισσα. Αυτή η μετατροπή λαμβάνει χώρα στον πρόλοβο της μέλισσας κατά τη μεταφορά του νέκταρος στην κυψέλη ή κατά των ωρίμανση του μελιού
- Την ίδια τη μέλισσα
- Από τα υπολείμματα κεριού και πρόπολης

- Την επίδραση διαφόρων μετασυλλεκτικών διαδικασιών, όπως θέρμανση του μελιού ή αποθήκευση

Από χημικής απόψεως, οι διάφορες ουσίες που συναντάμε στα μέλια ανήκουν σε πολλές ομάδες: τερπενοειδή, νορισοπρενοειδή, φαινολικά συστατικά, αζωτούχες ενώσεις, προϊόντα της αντίδρασης 'Maillard', υδρογονάνθρακες, λιπαρά οξέα και εστέρες αυτών, αλειφατικές αλκοόλες και αλδεΐδες, εστέρες κλπ.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το άρωμα του μελιού συντίθεται από το σύνολο των πτητικών του συστατικών, τόσο από ποιοτική όσο και από ποσοτική πλευρά. Μάλιστα, η σημαντικότερη παράμετρος συνεισφοράς μιας πτητικής ένωσης στο συνολικό άρωμα του μελιού είναι το όριο οσμής αυτής, η συγκέντρωση δηλαδή που αρκεί ώστε αυτή η ουσία να γίνει αντιληπτή από τους οσφρητικούς αδένες. Τέτοιες ουσίες είναι συνήθως αρωματικές αλδεΐδες, όπως η βενζαλδεΐδη και η φαινυλακεταλδεΐδη (Σχ. 1.1.3), ουσίες που απαντώνται σε πολλούς διαφορετικούς τύπους μελιών. Επίσης, μείζονα σημασία έχει και η αλληλεπίδραση των επί μέρους πτητικών συστατικών.



**Σχήμα 1.1.3.:** Χημική δομή της βενζαλδεΐδης (αριστερά) και της φαινυλακεταλδεΐδης (δεξιά).

Εκτός από τον καθορισμό της εμπορικής αξίας του μελιού, τα πτητικά συστατικά έχουν και άλλη μια μεγάλη χρησιμότητα. Αποτελούν δείκτες της βοτανικής και (κάποιες φορές) της γεωγραφικής προέλευσης του μελιού, καθώς η σύνθεσή τους διαφέρει σημαντικά από μέλι σε μέλι. Δεκάδες είναι οι ουσίες που έχουν αναγνωρισθεί ως πιθανοί βοτανικοί δείκτες για πολλούς διαφορετικούς τύπους μελιών (Anklam, 1998; Cuevas-Glory *et al.*, 2007), γεγονός πολύ σημαντικό για την

πάταξη του φαινόμενου της παραπλάνησης του καταναλωτή με ψεύτικες ετικέτες στα μέλια του εμπορίου.

#### **1.1.9. ΚΟΛΛΟΕΙΔΗ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ**

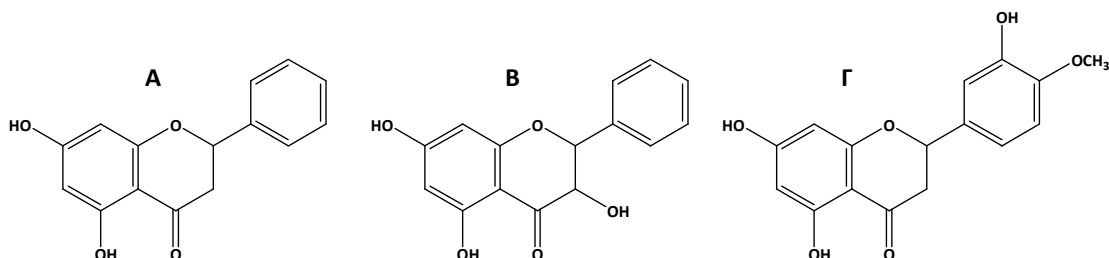
Τα κολλοειδή του μελιού αποτελούν το 0,1 έως και 1% του μελιού, με τα σκούρα μέλια να έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα από τα ανοιχτόχρωμα. Δε φιλτράρονται εύκολα, ενώ έχουν σημαντική συνεισφορά στη γεύση του μελιού. Αποτελούνται από πρωτεΐνες (κατά 55-65%), κομμάτια κεριού, πεντοζάνες και ανόργανα συστατικά. Φαίνεται να προέρχονται τόσο από τις μέλισσες, όσο και από τη βοτανική πηγή προέλευσης του μελιού. Τα συστατικά του μελιού που βρίσκονται σε κολλοειδή φάση επηρεάζουν κάποιες ιδιότητες αυτού, όπως το χρώμα, τη γεύση, τη διαύγεια και την κρυστάλλωση (Lothrop and Paine, 1931).

#### **1.1.10. ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΗ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ**

Τα φλαβονοειδή αποτελούν μια μεγάλη ομάδα φυτικών ουσιών. Αποτελούν το 0,5% της γύρης, το 10% της πρόπολης, ενώ το μέλι περιέχει κατά μέσο όρο 6000 μg/Kg. Το σημαντικότερο φλαβονοειδές του μελιού είναι η πινοκεμπρίνη, η οποία βρίσκεται σε όλα σχεδόν τα δείγματα, σε συγκέντρωση 2-3 μg/mL. Άλλα σημαντικά φλαβονοειδή είναι η χρυσίνη, η γκαλανγκίνη και η πινομπακσίνη (Σχ. 1.1.4).

Τα φλαβονοειδή του μελιού μπορεί να προέρχονται από την πρόπολη, τη γύρη, αλλά και το νέκταρ ή το μελίτωμα που οι μέλισσες συλλέγουν (Tomás-Barberán *et al.*, 2001). Στην πρώτη περίπτωση ανήκουν τα μείζονα φλαβονοειδή του μελιού που βρίσκονται σε όλα τα μέλια, όπως πινομπακσίνη, πινοκεμπρίνη, χρυσίνη, γκαλανγκίνη, τεκτοχρυσίνη, απιγενίνη, καθώς επίσης και μεθυλεστέρες της καμφερόλης. Από την πρόπολη προέρχονται και πολλά παράγωγα του καφεϊκού οξέος. Τα φλαβονοειδή που προέρχονται από την πρόπολη δε μπορούν να μας δώσουν πληροφορίες για τη βοτανική προέλευση των μελιών, σε αντίθεση με κάποια από αυτά που προέρχονται από τη γύρη ή το νέκταρ ή το μελίτωμα που συλλέγει η μέλισσα. Έτσι, η εσπερετίνη αποτελεί δείκτη του μελιού από εσπεριδοειδή, ενώ

πολλά άλλα φαινολικά παράγωγα μπορούν να καθορίζουν την προέλευση διαφόρων μελιών.



**Σχήμα 1.1.4.:** Χημική δομή της πινοκεμπρίνης (Α), πινομπακνσίνης (Β) και εσπερετίνης (Γ).

### 1.1.11. ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ

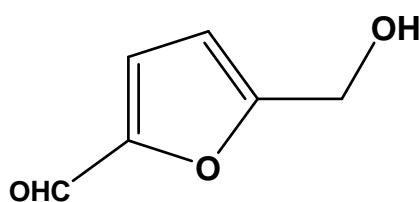
Το μέλι γενικά, δε θεωρείται ιδιαίτερα βιταμινούχο. Οι βιταμίνες που περιέχει και που είναι κυρίως του συμπλέγματος Β, αν και δε φτάνουν να καλύψουν τις ημερήσιες ανάγκες της διατροφής ενός ατόμου. Γενικά, η περιεκτικότητα του μελιού σε βιταμίνες είναι πολύ χαμηλή για να έχει κάποια διατροφική αξία (Πίν. 1.1.7). Όμως η παρουσία τους είναι σημαντική καθώς βοηθούν στην καλύτερη απορρόφηση των σακχάρων από τον ανθρώπινο οργανισμό.

**Πίνακας 1.1.7.:** Η συνεισφορά των βιταμινών του μελιού στις ανάγκες της ανθρώπινης διατροφής.

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

### 1.1.12. HMF

Η HMF (5-υδροξυμεθυλο-2-φουρανοκαρβοξαλδεΐδη, Σχ. 1.1.5) είναι η σημαντικότερη και αφθονότερη ουσία από αυτές που ανήκουν στα παράγωγα του φουρανίου και που υπάρχουν στο μέλι. Οι ουσίες αυτές παράγονται κατά τη θέρμανση των σακχάρων του μελιού ή από την επίδραση της παρατεταμένης αποθήκευσης αυτού. Οι ουσίες αυτές σχηματίζονται θερμαίνοντας το μέλι ακόμη και στους 50 °C (Αλυσσανδράκης, 2007).



Σχήμα 1.5. Χημική δομή της HMF.

Η HMF υπάρχει σε όλα τα μέλια, σε ποικίλες συγκεντρώσεις (βλ. Πίν. 1.1.1). Αποτελεί κριτήριο ποιότητας του μελιού. Ήδη από το 1963, ο Merz προσπάθησε να συνδέσει την ποιότητα του μελιού με τα επίπεδα της HMF σε αυτό. Ακόμη και σήμερα η συγκέντρωση της HMF αποτελεί κριτήριο ποιότητας του μελιού. Μάλιστα, σύμφωνα με την ευρωπαϊκή νομοθεσία, η συγκέντρωσή της δεν πρέπει να ξεπερνά τα 40 mg/Kg, με εξαίρεση μέλια με χαμηλή περιεκτικότητα σε διαστάση, για τα οποία το όριο της HMF είναι 15 mg/Kg (π.χ. μέλι πορτοκαλιάς).

Η HMF παράγεται στο μέλι με δύο τρόπους, με την αποδόμηση των μονοσακχαριτών σε όξινο περιβάλλον όπως του ώριμου μελιού και με τη θέρμανση των σακχάρων μέσω της αντίδρασης Maillard. Οι παράγοντες που καθορίζουν το σχηματισμό της HMF στο μέλι είναι η θερμοκρασία και ο χρόνος έκθεσής του σε αυτό, οι συνθήκες αποθήκευσης, η επαφή του με μεταλλικά σκεύη και τέλος οι φυσικοχημικές του ιδιότητες (Αλυσσανδράκης, 2007).

Είναι γνωστό εδώ και πολλά χρόνια ότι η θέρμανση και η παρατεταμένη αποθήκευση του μελιού έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της περιεκτικότητας σε



HMF (Thrasynoulou, 1986). Η επίδραση της θέρμανσης στην ποσότητα της HMF που δημιουργείται δεν είναι ίδια για κάθε μέλι (Thrasynoulou, 1986). Για το μέλι ηλίανθου, ο χρόνος αποθήκευσης θερμασμένων δειγμάτων ήταν σημαντικότερη παράμετρος από την ίδια τη θερμοκρασία και το χρόνο επίδρασης αυτής, ενώ για το μέλι ευκαλύπτου η διάρκεια της θέρμανσης είχε τη μεγαλύτερη επίδραση. Διαφορές βρέθηκαν και σε μια άλλη αντίστοιχη μελέτη στα μέλια της Ινδίας. Αξίζει να αναφερθεί ότι και στις δύο περιπτώσεις, τα μέλια με τη μεγαλύτερη αύξηση της HMF στις ίδιες συνθήκες ήταν και αυτά με το χαμηλότερο αρχικό pH (Αλυσσανδράκης, 2007).

Μια διεξοδική μελέτη αναφορικά με το σχηματισμό της HMF έπειτα από την επίδραση της θέρμανσης στο μέλι έγινε πρόσφατα από τους Fallico και συνεργάτες (2004). Έγινε συσχέτιση της δημιουργίας της HMF με κάποια χημικά χαρακτηριστικά του μελιού (pH, ελεύθερα οξέα, ολική οξύτητα και περιεκτικότητα σε λακτόνες) και βρέθηκε ότι υπάρχει σαφής συσχέτιση μεταξύ της ποσότητας της HMF που σχηματίζεται θερμαίνοντας ένα μέλι σε θερμοκρασίες μικρότερες από 50 °C και του pH αυτού. Μέλια με χαμηλό pH είχαν μεγαλύτερη αύξηση της HMF. Οι ερευνητές κατέληξαν στο ότι το όριο των 40 mg/Kg είναι πολύ υψηλό για το μέλι καστανιάς, ενώ αντίθετα το όριο των 15 mg/Kg είναι πολύ χαμηλό για το μέλι πορτοκαλιάς. Παρατηρήθηκε ότι το μέλι καστανιάς ήταν εντός ορίων μετά από μια βδομάδα συνεχούς έκθεσης στους 50 °C, σε αντίθεση με το μέλι πορτοκαλιάς που ήταν εκτός ορίων μετά από 4 μέρες. Τονίζουν δε ότι το όριο της HMF για κάθε μέλι θα πρέπει να καθορίζεται με βάση το αρχικό pH αυτού, και προτείνουν μέλια με pH<4 να έχουν όριο τα 40 mg/Kg, ενώ για μέλια με pH>4 το όριο των 20-25 mg/Kg φαίνεται καταλληλότερο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ανάλογη παρατήρηση έχει γίνει και για την επίδραση της παρατεταμένης αποθήκευσης στο μέλι, ότι δηλαδή η HMF αυξάνεται λιγότερο σε μέλια με υψηλό pH (Thrasynoulou, 1986). Στην ίδια εργασία βρέθηκε μεγαλύτερη συσχέτιση της αύξησης της HMF λόγω αποθήκευσης με την περιεκτικότητα σε γλυκόζη, αλλά και με την αρχική περιεκτικότητα στο ένζυμο διασάση.

### 1.1.13. ΑΛΚΑΛΟΕΙΔΗ

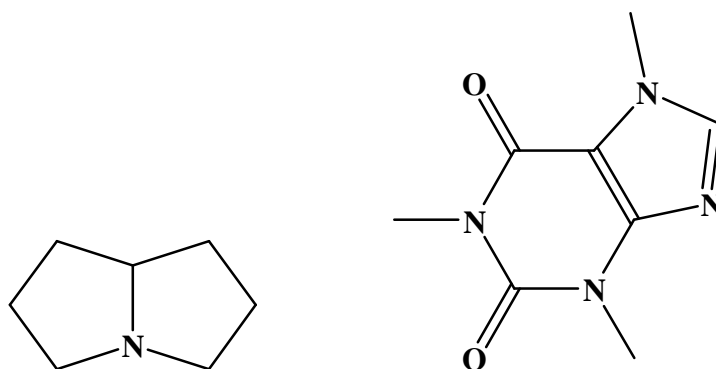
Ως αλκαλοειδή αναφέρονται οι οργανικές ενώσεις οι οποίες περιέχουν άζωτο σε μορφή που προκαλεί αλκαλική αντίδραση. Αποτελούν δευτερογενείς μεταβολίτες πολλών φυτών, βακτηρίων, μυκήτων και ζώων. Πολλά εξ αυτών έχουν φαρμακευτικές ή και δηλητηριώδεις ιδιότητες, ανάλογα με τη συγκέντρωση στην οποία χρησιμοποιούνται. Κατά το παρελθόν έχουν βρεθεί αρκετά αλκαλοειδή σε μέλια διαφόρων τύπων και σε ποικίλες συγκεντρώσεις. Πασίγνωστη είναι η ιστορία με το 'τρελόμελο του Πόντου', με το οποίο είχαν τραφεί οι άντρες του Ξενοφώντα κατά την κάθοδο των μυρίων και οι οποίοι εκδήλωσαν συμπτώματα δηλητηρίασης. Το μέλι αυτό προερχόταν από το νέκταρ ενός είδους ροδόδεντρου.

Η προέλευση των αλκαλοειδών είναι κυρίως φυτική (περιέχονται στο νέκταρ που συλλέγει η μέλισσα) και η παρουσία τους σχετίζεται άμεσα με τη σύνθεση της μελισσοκομικής χλωρίδας της περιοχής που βρίσκονται οι μέλισσες. Τα πιο σημαντικά φυτά παγκοσμίως που συνεισφέρουν σημαντικές ποσότητες αλκαλοειδών στο μέλι ανήκουν στην οικογένεια Boraginaceae, κυρίως δε στα γένη *Borago*, *Echium*, *Myosotis* και *Symphytum*, ενώ σημαντικά είναι και τα γένη *Senecio* (οικ. Compositae), *Crotalaria* (οικ. Fabaceae), *Rhododendron* (οικ. Ericaceae) και *Datura* (οικ. Solanaceae). Εκτενής αναφορά σε μέλια που περιέχουν αλκαλοειδή και φυτά από τα οποία αυτά προέρχονται γίνεται από τον Μαυροφρύδη (2007α; 2007β; 2008) και τους Edgar και συνεργάτες (2002).

Τα αλκαλοειδή που ανήκουν στην ομάδα της πυρρολιζιδίνης (Σχ. 1.6, pyrrolizidine alkaloids) έχουν βρεθεί σε κάποια αμιγή μέλια. Μεγαλύτερες ποσότητες αλκαλοειδών βρίσκονται στο ανώριμο μέλι, ποσότητες που μειώνονται καθώς το μέλι ωριμάζει. Σύμφωνα με παλαιότερες αναφορές, οι ποσότητες των αλκαλοειδών που υπάρχουν στο ώριμο μέλι είναι μικρές και σπάνια υπάρχει κίνδυνος για τη δημόσια υγεία. Πρόσφατα, όμως, μια μελέτη δείχνει ότι σε πολλές περιοχές του κόσμου παράγονται μέλια που περιέχουν αλκαλοειδή αυτής της ομάδας σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από το όριο των 0,1 μg/Kg που έχει θεσπιστεί στη Γερμανία. Συνιστάται η εκτίμηση της περιεκτικότητας όλων των μελιών σε αλκαλοειδή της ομάδας της

πυρρολιζιδίνης ώστε να εκτιμηθεί ή συνεισφορά του μελιού στη συνολική ποσότητα αυτών των ουσιών που καταναλώνονται από τον άνθρωπο (Edgar *et al.*, 2002).

Η καφεΐνη (Σχ. 1.1.6) είναι ένα πολύ γνωστό αλκαλοειδές, το οποίο απαντάται σε φυτά που ανήκουν κυρίως σε 7 γένη: *Coffea*, *Camellia*, *Theobroma*, *Herraria*, *Cola*, *Ilex* και *Paullinia* (Kretscmar & Baumann, 1999). Θεωρείται ότι αποτελεί μέσο άμυνας των φυτών απέναντι σε φυτοφάγα έντομα. Η πρώτη αναφορά για την παρουσία της καφεΐνης στο νέκταρ φυτών του γένους *Citrus* έγινε το 1985, ενώ μερικά χρόνια αργότερα, τα αποτελέσματα αυτά επαληθεύτηκαν (Kretscmar & Baumann, 1999). Η περιεκτικότητα του νέκταρος των εσπεριδοειδών σε καφεΐνη έχει ως αποτέλεσμα αυτή να καταλήγει και στο παραγόμενο μέλι, σε χαμηλές ποσότητες. Αξίζει να αναφερθεί ότι για να πάρει κανείς ποσότητα καφεΐνης που αντιστοιχεί σε ένα φλιτζάνι καφέ, πρέπει να καταναλώσει τουλάχιστον 10 κιλά μέλι πορτοκαλιάς. Η πρώτη αναφορά για την παρουσία της καφεΐνης στο μέλι πορτοκαλιάς έγινε το 1994 (Kretscmar & Baumann, 1999).



**Σχήμα 1.1.6.:** Χημική δομή της πυρρολιζιδίνης (αριστερά) και της καφεΐνης (δεξιά).

#### 1.1.14. ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΟΙ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ

Το μέλι περιέχει ένα σημαντικό αριθμό γυρεοκόκκων οι οποίοι προέρχονται από τα φυτά που επισκέπτεται η μέλισσα προκειμένου να συλλέξει την πρώτη ύλη για την παραγωγή του μελιού. Ανάλογα με την αναλογία των γυρεοκόκκων μες στο μέλι, αλλά και τον συνολικό αριθμό αυτών, τα μέλια κατηγοριοποιούνται ως προς την προέλευσή τους σε αμιγή μέλια, ανθόμελα ή μέλια μελιτώματος.

Για να χαρακτηριστεί ένα μέλι ως αμιγές ενός φυτού θα πρέπει να περιέχει γυρεόκοκκους από αυτό το φυτό σε ποσοστιαία αναλογία, αλλά και σε συνολικό αριθμό πάνω από ένα συγκεκριμένο όριο που έχει θεσπιστεί έπειτα από αναλύσεις πολλών ετών. Για παράδειγμα, το μέλι από καστανιά για να χαρακτηριστεί αμιγές θα πρέπει να περιέχει περισσότερους από 87% γυρεόκοκκους καστανιάς, ενώ ο συνολικός αριθμός γυρεοκόκκων στο μέλι να είναι πάνω από 100.000/10γρ. Εδώ θα πρέπει να τονιστεί ότι αυτοί οι αριθμοί διαφέρουν πολύ μεταξύ των μελιών επειδή τα διάφορα φυτά παράγουν ποικίλες ποσότητες γύρης. Έτσι, στο αμιγές μέλι πορτοκαλιάς, το ποσοστό γυρεοκόκκων από εσπεριδοειδή θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 3%, ενώ ο συνολικός αριθμός των γυρεοκόκκων δε θα πρέπει να ξεπερνά τους 70.000/10γρ.

Στην περίπτωση που το παραγόμενο μέλι χαρακτηριστεί ως ανθόμελο, περιέχει γυρεόκοκκους από πολλά φυτά σε ποικίλες αναλογίες. Κανένας τύπος γυρεόκοκκου δεν ξεπερνά το όριο πάνω από το οποίο θα μπορούσε να δώσει αμιγή χαρακτήρα στο εν λόγω μέλι. Τέλος, στα μέλια μελιτώματος βρίσκονται γυρεόκοκκοι από διάφορα φυτά, όχι όμως από το ίδιο το φυτό προέλευσης. Για τον καθορισμό της προέλευσης του μελιού αναλύονται τα δείγματα μελιών για άλλα χαρακτηριστικά, όπως η ηλεκτρική αγωγιμότητα, η περιεκτικότητα σε νερό και σάκχαρα κλπ. Επίσης, στο ίζημα του μελιού που προκύπτει έπειτα από φυγοκέντριση υδατικού διαλύματος βρίσκονται σπόρια από μικροοργανισμούς, χαρακτηριστικό των μελιών από μελιτώματα.

Από αναλύσεις που έχουν γίνει στα ελληνικά μέλια, κατά μέσο όρο κάθε δείγμα περιείχε γυρεόκοκκους από 10-24 διαφορετικά είδη φυτών (Πίν. 1.1.8, Θρασυβούλου και συνεργάτες, 2002). Μεγάλος αριθμός σε είδη (>20) βρέθηκε στα μέλια από πεύκο και θυμάρι, μέσος αριθμός (15-20) στα μέλια ελάτου, ηλίανθου και ερείκης και μικρός (<15) στο μέλι καστανιάς, βαμβακιού και πορτοκαλιάς.

**Πίνακας 1.8.** Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά αμιγών κατηγοριών ελληνικού μελιού.

Είδος γυρεοκόκκου	Πεύκου N=14	Ελάτης N=16	Καστανιάς N=13	Θυμαριού N=20	Ηλιάνθου N=21	Βαμβακιού N=20	Ερείκης N=20	Εσπεριδοειδών N=17
<i>Acer spp</i>	M(2)	M(1)	-	-	M(1)	-	-	M(1)
<i>Aesculus</i>	M(3)	-	-	-	-	-	M(1)	-
<i>Asteraceae</i>	M(4)	M(5)	M(6)	M(9), IM(2)	P(12), S(9)	M(3)	M(5), IM(4)	-
<i>Berberis</i>	-	-	-	M(1)	-	-	-	M(1)
<i>Brassicaceae</i>	M(9)	M(3), IM(6)	M(3)	S(3), IM(11)	IM(7)	M(1)	-	S(5), IM(5)
<i>Castanea</i>	S (7), IM(6), M(1)	-	P(13)	S(7), IM(3)	S(2), IM(9)	-	IM(3), S(10)	M(1)
<i>Chamaenerion</i>	-	M(2)	-	-	-	-	M(1)	-
<i>Cistus</i>	M(5)	-	-	S(5), IM(8)	-	IM(6)	-	-
<i>Circum type</i>	M(7)	M(2)	-	M(3)	-	M(2)	-	-
<i>Citrus</i>	-	-	-	S (1), IM(6), M(1)	-	-	-	IM(17)
<i>Echium</i>	M(2)	M(3)	M(2)	M(2), IM(2)	-	-	-	-
<i>Erica spp</i>	S (2), IM(2), M(10)	M(9)	S (6), M(1)	S (2), IM(3), M(2)	IM(6)	M(1)	P(20)	S (8), IM(2)
<i>Eucalyptus</i>	-	-	-	M(2), IM(1)	-	S(4), M(6)	-	S(4)
<i>Gossypium</i>	M(7)	M(3)	-	-	M(4)	M(1)	M(4)	-
<i>Heracleum</i>	M(2)	-	-	M(3)	-	S(20)	-	-
<i>Labiatae type</i>	M(4)	M(4), IM(3)	M(3)	P(14), S(6)	S(1), IM(6)	-	-	IM(4)
<i>Ligustrum</i>	M(4)	M(4)	M(6)	-	-	IM(1)	M(1)	-
<i>Liliaceae</i>	M(3)	M(3)	M(4)	-	-	-	M(1)	-
<i>Malvaceae</i>	M(1)	-	M(1)	-	-	-	M(1)	-
<i>Olea</i>	M(5)	M(2)	M(5)	M(3)	-	-	M(3)	-
<i>Onobrychis</i>	-	M(1)	M(3)	M(1)	-	-	-	-
<i>Phlomis</i>	-	M(1)	M(2)	-	-	-	-	-
<i>Polygonum</i>	-	-	-	-	IM(2)	-	M(5)	-
<i>Pyrus/Prunus</i>	M(3)	M(5), IM(2)	M(2)	M(8), IM(2)	-	-	-	IM(4)
<i>Robinia</i>	M(4)	M(2)	-	M(10), IM(1)	IM(2), M(3)	-	-	-
<i>Rosaceae</i>	-	-	-	-	IM(7)	-	-	-
<i>Sinapis</i>	-	-	-	S(1), IM(2)	M(2)	-	-	-
<i>Spirae</i>	M(3)	M(4)	-	-	M(8)	-	-	-
<i>Syringa</i>	M(1)	M(1)	-	M(3)	-	-	-	-
<i>Taraxacum</i>	M(7)	M(6)	M(4)	M(10)	IM(5)	-	M(2)	-
<i>Tilia</i>	M(1)	-	-	M(1)	-	M(1)	-	-
<i>Trifolium spp</i>	M(6)	-	-	S(5), IM(6-)	IM(2)	-	-	IM(8)
<i>Veronica</i>	-	-	-	-	-	-	M(1)	-
<i>Viburnum</i>	-	-	-	-	-	-	M(1)	-
<i>Vicia form</i>	M(3)	M(3)	-	M(8), IM(1)	IM(2), M(4)	-	M(1)	IM(4)

Ποσοστά γυρεοκόκκων: P (κύριος)=>45%, S (δευτερεύον)=16-45%, IM (μέσος)=3-15%, M (ελλάσσον)=1-3%. Οι αριθμοί στην παρένθεση δείχνουν τον αριθμό δειγμάτων που είχαν το αντίστοιχο ποσοστό γυρεοκόκκων. Γυρεοκόκκοι σε ποσοστά <1% δεν αναγνωρίστηκαν.

Η γυρεοσκοπική ανάλυση του μελιού είναι μια διαδικασία πολύ σημαντική για τον καθορισμό της βοτανικής προέλευσης των μελιών, βοηθά ωστόσο και στον προσδιορισμό της νοθείας από εισαγόμενα μέλια (Καραμπουρνιώτη, 2002). Μέσω της ανάλυσης αυτής προσδιορίζονται γυρεόκοκκοι που είτε δεν υπάρχουν στις περιοχές προέλευσης των ελληνικών μελιών, είτε βρίσκονται σε πολύ διαφορετικές συγκεντρώσεις.

## **1.2. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ**

Τα κριτήρια ποιότητας για το μέλι έχουν καθοριστεί από την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2001/110/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου της 20ης Δεκεμβρίου του 2001. Η νέα αυτή οδηγία αναιρεί τις προηγούμενες. Η νέα ευρωπαϊκή οδηγία περιέχει σημαντικές διαφοροποιήσεις από την έως τώρα ισχύουσα νομοθεσία (Μανίκης και Βαρτάνη, 2004).

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, «μέλι είναι 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».

### **1.2.1. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ**

Κατά τη διάθεσή του στο εμπόριο ως μέλι ή όταν χρησιμοποιείται σε οιοδήποτε προϊόν που προορίζεται για κατανάλωση από τον άνθρωπο, το μέλι πρέπει να ανταποκρίνεται στα χαρακτηριστικά σύστασης που περιλαμβάνονται στον Πίνακα 1.2.1.

**Πίνακας 1.2.1.:** Χαρακτηριστικά της σύστασης του μελιού σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2001/110/ΕΚ.

<b>Ποιοτικό κριτήριο</b>	<b>Τιμή</b>
<b>Υγρασία</b>	
Γενικά	≤ 20%
Μέλι ερείκης ( <i>Calluna</i> ) και μέλι ζαχαροπλαστικής	≤ 23%
Μέλι ζαχαροπλαστικής από ερείκη ( <i>Calluna</i> )	≤ 25%
<b>Άθροισμα φρουκτόζης και γλυκόζης</b>	
Μέλι νέκταρος	≥ 60 g/100 g
Μέλι μελιτώματος, μείγμα μελιού μελιτώματος με μέλι ανθέων	≥ 45 g/100 g
<b>Περιεκτικότητα σε σακχαρόζη (σουκρόζη)</b>	
Γενικά	≤ 5 g/100 g
Ψευδακακία ( <i>Robinia pseudoacacia</i> ), μηδική ( <i>Medicago sativa</i> ), βαγξία ( <i>Banksia menziesii</i> ), ηδύσαρον ( <i>Hedysarum</i> ), ερυθρός ευκάλυπτος ( <i>Eucalyptus camadulensis</i> ), ( <i>Eucryphia lucida</i> , <i>Eucryphia milliganii</i> ), εσπεριδοειδή spp.	≤ 10 g/100 g
Λεβάντα ( <i>Lavandula</i> spp.), μποράντζα ( <i>Borago officinalis</i> )	≤ 15 g/100 g
<b>Μη υδατοδιαλυτά συστατικά</b>	
Γενικά	≤ 0,1 g/100 g
Μέλι πιέσεως	≤ 0,5 g/100 g
<b>Ηλεκτρική αγωγιμότητα</b>	
Μέλι μη αναφερόμενο κατωτέρω και μείγματα των μελιών αυτών	≤ 0,8 mS/cm
μέλι μελιτώματος και μέλι ανθέων καστανιάς και μείγματα των μελιών αυτών, πλην των μειγμάτων με τα αναφερόμενα κατώτερα μέλια	≥ 0,8 mS/cm
Εξαιρέσεις: κουμαριά ( <i>Arbutus unedo</i> ), ερείκη ( <i>Erica</i> ), ευκάλυπτος, φιλύρα ( <i>Tilia</i> spp), καλούνα η κοινή ( <i>Calluna vulgaris</i> ), <i>Manuka</i> ή Jelly bush ( <i>Leptospermum</i> ), φυτό τσαγιού ( <i>Melaleuca</i> spp.)	
<b>Ελεύθερα οξέα</b>	
Γενικά	≤ 50 meq/Kg
Μέλι ζαχαροπλαστικής	≤ 80 meq/Kg
<b>Δείκτης διαστάσης (κλίμακα Schade)</b>	
Γενικά, εκτός από το μέλι ζαχαροπλαστικής	≥ 8
Μέλι με χαμηλή περιεκτικότητα σε φυσικά ένζυμα (π.χ. μέλι εσπεριδοειδών) και του οποίου η περιεκτικότητα σε HMF δεν υπερβαίνει τα 15 mg/kg	≥ 3
<b>HMF</b>	
Γενικά, εκτός από το μέλι ζαχαροπλαστικής	≤ 40 mg/Kg
Μέλι δηλωμένης προέλευσης από περιοχές με τροπικό κλίμα και μείγματα των μελιών αυτών	≤ 80 mg/Kg

### Υγρασία

Η περιεκτικότητα σε υγρασία είναι το μόνο χαρακτηριστικό του μελιού που αποτελεί κριτήριο ποιότητας του μελιού, και ως εκ τούτου πρέπει να τηρείται στην εμπορία αυτού. Μέγιστο επιτρεπτό όριο είναι αυτό του 20%. Τα μέλια ερείκης αποτελούν εξαίρεση (23%) επειδή περιέχουν εν γένει υψηλά ποσά νερού. Στην πράξη,

όμως, σπάνια παρατηρούνται τόσο υψηλές τιμές υγρασίας, ιδιαίτερα δε στα ελληνικά μέλια, στα οποία η υγρασία συνήθως βρίσκεται γύρω από το 17%.

Σε μερικές χώρες, τα όρια έχουν διαφοροποιηθεί από την εγχώρια νομοθεσία για συγκεκριμένους τύπους μελιών, όπως στην περίπτωση της χώρας μας, όπου το ανώτερο όριο για το μέλι ελάτου είναι 18,5%. Ακόμα, ορισμένοι εθνικοί οργανισμοί (π.χ. γερμανικός, βελγικός, αυστριακός, ιταλικός, ελβετικός και ισπανικός) έχουν ανώτερο όριο υγρασίας 17,5-18,5% για υψηλότερες ποιοτικά κατηγορίες μελιού.

### **Σάκχαρα**

Οι προηγούμενες οδηγίες αναφέρονταν στα ανάγοντα σάκχαρα του μελιού, και όχι στην πραγματική περιεκτικότητα. Η νέα οδηγία αναφέρεται στο άθροισμα της συγκέντρωσης της γλυκόζης και φρουκτόζης, το οποίο πρέπει να είναι τουλάχιστον 60 g/100 g για τα ανθόμελα και τουλάχιστον 45 g/100g για τα μέλια μελιτωμάτων ή μείγματα αυτών με μέλι ανθέων. Η νέα αυτή οδηγία έχει δημιουργήσει κάποια προβλήματα που σχετίζονται με το μέλι ελάτου, στο οποίο η περιεκτικότητα στα δύο αυτά σάκχαρα συχνά είναι κάτω από 45% υπό φυσιολογικές συνθήκες.

Αναφορικά με την σακχαρόζη, σε γενικές γραμμές το όριο των 5 g/100 g είναι φυσιολογικό. Υπάρχουν αρκετές εξαιρέσεις οι οποίες αναφέρονται καθαρά στην οδηγία και αφορούν τα μέλια από ψευδακακία, μηδική, βαγξία, ηδύσαρον, ερυθρός ευκάλυπτος, *Eucryphia lucida*, *Eucryphia milliganii* και εσπεριδοειδή, στα οποία το όριο είναι 10 g/100 g, αλλά και στα μέλια από λεβάντα και μποράντζα, στα οποία το όριο ανέρχεται σε 15 g/100 g.

### **Μη υδατοδιαλυτά στερεά**

Ο υπολογισμός των μη υδατοδιαλυτών συστατικών ξεκίνησε την εποχή που το μέλι συγκομιζόταν με πίεση των κηρυθρών. Σήμερα γίνεται με φυγοκέντριση, κάτι που σημαίνει ότι δεν υπάρχουν πολλά 'ξένα' υλικά στο μέλι. Συνεπώς, το όριο των 0,1 g/100 g που υπάρχει είναι πολύ υψηλό, τη στιγμή που από τις αναλύσεις βρίσκουμε τιμές μεταξύ 0,005-0,05 g/100 g μελιού.



### **Ελεύθερα οξέα**

Η οξύτητα αποτελεί ένα πολύ σημαντικό κριτήριο ποιότητας. Η ζύμωση του μελιού προκαλεί αύξηση της οξύτητας, παρότι υπάρχει σημαντική φυσική παραλλακτικότητα. Το όριο των ελεύθερων οξέων είναι 50 meq/Kg, το οποίο διαφοροποιείται στο μέλι ζαχαροπλαστικής, όπου το όριο είναι 80 meq/Kg.

### **Διαστάση**

Η διαστάση υπολογίζεται σε βαθμούς της κλίμακας Schade (DU). Αποτελεί δείκτη σωστού μετασυλλεκτικού χειρισμού των μελιών, επειδή επηρεάζεται από την αποθήκευση και τη θέρμανση. Παρότι υπάρχει μεγάλη φυσική παραλλακτικότητα, το ελάχιστο όριο των 8 DU έχει φανεί χρήσιμο. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η ευρωπαϊκή οδηγία αναφέρεται στο περιεχόμενο σε διαστάση καθ' όλη την εμπορική ζωή του μελιού, δεν αναφέρεται δηλαδή απλά στην ημερομηνία συσκευασίας.

### **Υδροξυμεθυλοφουρφουράλη (HMF)**

Είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες ποιότητας, καθώς αποτελεί δείκτη φρεσκότητας του μελιού. Το φρέσκο μέλι περιέχει ελάχιστη ποσότητα HMF, η οποία αυξάνεται κατά την αποθήκευση, ανάλογα με το pH του μελιού και των θερμοκρασιών αποθήκευσης. Ορισμένοι εθνικοί οργανισμοί (π.χ. γερμανικός, βελγικός, αυστριακός, ιταλικός και ισπανικός) έχουν καθορίσει ανώτατο όριο τα 15 mg/Kg για το λεγόμενο μέλι ποιότητας. Η ευρωπαϊκή οδηγία έχει ως όριο τα 40 mg/Kg, με εξαίρεση το μέλι δηλωμένης προέλευσης από περιοχές με τροπικό κλίμα και μείγματα των μελιών αυτών, που έχει όριο τα 80 mg/Kg. Και εδώ, όπως και στην περίπτωση της διαστάσης, η οδηγία αναφέρεται στο περιεχόμενο καθ' όλη την εμπορική ζωή του μελιού

### **Ηλεκτρική αγωγιμότητα**

Η αγωγιμότητα είναι ένας δείκτης της βοτανικής πηγής του μελιού. Τα μέλια ανθέων και μείγματα αυτών με μέλια από μελιτώματα πρέπει να έχουν αγωγιμότητα

μικρότερη από 0,8 mS/cm, ενώ τα μέλι από μελιτώματα και το μέλι καστανιάς μεγαλύτερη από 0,8 mS/cm. Εξαιρέση αποτελούν τα μέλια από κουμαριά, ερείκη, ευκάλυπτο, φιλύρα (φλαμουριά), καλούνα η κοινή, *Leptospermum*, φυτό τσαγιού καθώς και τα μείγματα αυτών, τα οποία έχουν πολύ μεγάλη παραλλακτικότητα όσον αφορά στην αγωγιμότητα.

Η ελληνική νομοθεσία έχει διαφοροποιήσει τα κριτήρια σε πολλές αμιγείς κατηγορίες μελιού. Έτσι, το μέλι θυμαριού θα πρέπει να έχει αγωγιμότητα  $\leq 0,6$  mS/cm, το μέλι πορτοκαλιάς  $\leq 0,45$  mS/cm, το μέλι πεύκου  $\geq 0,9$  mS/cm, το μέλι ελάτου  $\geq 1,0$  mS/cm και τέλος το μέλι καστανιάς  $\geq 1,1$  mS/cm.

### **1.2.2. ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ**

Υπάρχουν ορισμένα χρήσιμα κριτήρια, που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της ποιότητας του μελιού, πέρα από τους διεθνείς κανονισμούς.

#### **Ιμβερτάση**

Η ιμβερτάση είναι ένα ένζυμο πολύ ευαίσθητο στην επίδραση της θερμότητας και της αποθήκευσης, οπότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης φρεσκότητας του μελιού. Έχει προταθεί ότι το φρέσκο μέλι, που δεν έχει υποστεί θέρμανση, πρέπει να έχει τιμή ιμβερτάσης (IN) πάνω από 10. Για μέλια με χαμηλή περιεκτικότητα σε ένζυμα, η IN πρέπει να είναι πάνω από 4. Παρά το γεγονός ότι υπάρχει μεγάλη φυσική παραλλακτικότητα, αυτό το κριτήριο μπορεί να είναι χρήσιμο.

#### **Προλίνη**

Η περιεκτικότητα του μελιού σε προλίνη αποτελεί δείκτη ωριμότητας, και σε μερικές περιπτώσεις νόθευσης του μελιού. Στα εργαστήρια όπου γίνεται ήδη αυτός ο έλεγχος το ελάχιστο όριο που γίνεται αποδεκτό είναι αυτό των 180 mg/kg. Πάλι όμως πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η μεγάλη φυσική παραλλακτικότητα.

### **Στροφική ικανότητα**

Η ικανότητα του μελιού να στρέφει το φως οφείλεται κυρίως στα σάκχαρα αυτού. Χρησιμοποιείται στην Ελλάδα, την Ιταλία και την Αγγλία για το διαχωρισμό μεταξύ των ανθόμελων από τα μέλια από μελιτώματα. Έχει βρεθεί ότι τα ανθόμελα είναι αριστερόστροφα (έχουν αρνητικές τιμές γωνίας τροφής), ενώ τα μέλια από μελιτώματα δεξιόστροφα. Παρότι αυτή η μέθοδος είναι ικανή να διαχωρίζει αυτά τα μέλια, πρέπει να ελεγχθεί η εγκυρότητά της και σε άλλες περιοχές της γης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ

#### 2.1. ΓΕΥΣΗ & ΑΡΩΜΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ

Η γεύση ενός συγκεκριμένου μελιού οφείλεται στην αλληλεπίδραση ενός αριθμού συστατικών. Μείζονα συνεισφορά έχει, όπως συμβαίνει σε όλες τις τροφές, και το άρωμα αυτού.

Τα οργανικά οξέα είναι μια ομάδα συστατικών που συμμετέχουν στη γεύση κάθε μελιού. Καθορίζουν την οξύτητα του μελιού. Σημαντικότερο οργανικό οξύ είναι το γλυκονικό. Πολύ σημαντικό ρόλο στη γεύση παίζει και η σύνθεση των υδατανθράκων του μελιού. Όπως έχουμε ήδη πει, τα σημαντικότερα σάκχαρα του μελιού είναι η γλυκόζη και η φρουκτόζη, ενώ ακολουθούν η σουκρόζη και η μαλτόζη. Η φρουκτόζη είναι ελαφρά γλυκύτερη από τη σουκρόζη, η γλυκόζη λιγότερο γλυκιά, ενώ η μαλτόζη είναι ακόμα λιγότερο. Στα περισσότερα μέλια, η φρουκτόζη είναι το κυρίαρχο σάκχαρο και έτσι το μέλι φαίνεται γλυκύτερο από τη ζάχαρη.

Σε μια μελέτη που έγινε με στόχο τον υπολογισμό της σχετικής γλυκύτητας διαφόρων σακχάρων διαπιστώθηκε ότι αυτή εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως τη συγκέντρωση άλλων σακχάρων, την παρουσία οξέων και τη θερμοκρασία στην οποία η τροφή δοκιμάζεται. Μάλιστα βρέθηκε ότι η σχετική γλυκύτητα διαλύματος φρουκτόζης 5% ήταν μέγιστη σε χαμηλές θερμοκρασίες (5 °C). Τέλος, διαπιστώθηκε συνεργιστική δράση της τάξης του 20-30% σε μίγματα φρουκτόζης-γλυκόζης.

Όπως ήδη αναφέρθηκε στο χρώμα του μελιού, η σύνθεση των μεταλλικών στοιχείων συμβάλει στη γεύση αυτού. Η περιεκτικότητα ποικίλει από μέλι σε μέλι, όμως ισχύει σαν κανόνας ότι μεγάλη περιεκτικότητα σχετίζεται με σκούρο χρώμα και υψηλό pH. Γενικά, τα σκούρα μέλια έχουν δυνατότερη γεύση, κάτι που πιθανώς οφείλεται σε αυτήν την αυξημένη περιεκτικότητα μεταλλικών στοιχείων. Το θείο (S)

έχει δειχτεί ότι προσδίδει έντονο άρωμα στο μέλι. Ακόμα, το νάτριο (Na) (είναι γνωστό ότι εντείνει τη γεύση) υπάρχει σε τετραπλάσια ποσότητα στα σκούρα από ότι στα ανοιχτόχρωμα μέλια, ενώ για το κάλιο (K) η ποσότητα αντίστοιχα είναι οκταπλάσια.

Οι πρωτεΐνες είναι μερικώς υπεύθυνες για την ξεχωριστή γεύση των μελιών από ρείκι, *Fagopyrum esculentum* και *Leptospermum scorarium*. Ακόμα, οι τανίνες, λόγω της πικρής γεύσης τους, συμβάλλουν στη γεύση ορισμένων μελιών (White, 1975α). Επίσης, τα κολλοειδή, τα αλκαλοειδή και η HMF αποτελούν συστατικά του συμπλέγματος που καθορίζει τη γεύση.

Σημαντικότατο ρόλο στο άρωμα του μελιού παίζουν και οι μετασλλεκτικοί του χειρισμοί. Είναι γνωστό από παλιά ότι η παρατεταμένη αποθήκευση του μελιού αλλάζει τη σύσταση των πτητικών συστατικών του. Οι Wootton και συνεργάτες (1978) μελέτησαν την επίδραση της αποθήκευσης στη χημική σύσταση και τις ιδιότητες μελιών της Αυστραλίας. Διαπίστωσαν ότι κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης μειώθηκαν οι συγκεντρώσεις των περισσότερων πτητικών συστατικών, ενώ παράλληλα αυξήθηκαν οι ποσότητες ουσιών που ανήκου στα παράγωγα του φουρανίου, όπως η HMF, η φουρφουράλη και η φουρανοδιαλδεΐδη. Οι ουσίες αυτές αποτελούν προϊόντα αντιδράσεων των αναγόντων σακχάρων και των αμινοξέων του μελιού στο όξινο αυτού περιβάλλον. Λόγω του χαμηλού ορίου οσμής πολλών από αυτές τις ουσίες, η αύξηση της περιεκτικότητάς τους στο μέλι του αλλάζει το άρωμα δίνοντας του νότες καραμέλας και γενικότερα 'ψημένων' σακχάρων.

## **2.2. ΤΟ ΧΡΩΜΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ**

Το χρώμα του μελιού θεωρείται ένα από τα κύρια κριτήρια ποιότητας του προϊόντος και επηρεάζει σημαντικά την προτίμηση του καταναλωτή. Ο καταναλωτής σε διάφορες χώρες δείχνει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για το χρώμα του προϊόντος, ανάλογα με την ενημέρωση που έχει. Στην Αμερική, στην Γερμανία και σ' άλλες χώρες προτιμάται το σκοτεινόχρωμο μέλι γιατί είναι πλουσιότερο σε ανόργανα συστατικά

(μαγνήσιο, φωσφόρο, σίδηρο, νάτριο κ.λπ.) και θεωρείται ότι έχουν μεγαλύτερη θρεπτική αξία. Η ελληνική αγορά προτιμά τα ανοιχτόχρωμα μέλια, τα οποία συνήθως έχουν καλύτερο άρωμα και γεύση.

Σε ένα μέλι το χρώμα μπορεί να ποικίλει από σχεδόν διάφανο, μέχρι σχεδόν μαύρο, με αποχρώσεις πράσινου, κόκκινου, ακόμα και μπλε. Λευκό περλέ χρώμα έχουν τα μέλια από τα είδη *Ipomoea*, φωτεινό χρυσαφί είναι το χρώμα του μελιού από *Echium vulgare*, σκοτεινό χρυσαφί από τα είδη *Solidago* και έντονο κίτρινο-χρυσάφι το μέλι από πικραλίδα. Ασυνήθιστο χρώμα έχουν το μέλι φλαμουριάς (πρασινωπό), το μέλι από το βότανο *Borago officinalis* (γκριζοκίτρινο) και τα μέλια από σφεντάμι και αϊλανθο (πρασινοκαφέ).

Γενικά, τα σκοτεινόχρωμα μέλια είναι πλουσιότερα σε θρεπτικά συστατικά ενώ τα ανοιχτόχρωμα έχουν καλύτερο άρωμα και γεύση. Τα ανοιχτόχρωμα μέλια έχουν πιο ελαφριά γεύση, εν αντιθέσει με τα σκοτεινά, στα οποία είναι πιο έντονη. Παρότι υπάρχουν αρκετές εξαιρέσεις (π.χ. το μέλι φλαμουριάς είναι ανοιχτόχρωμο με δυνατή γεύση, το μέλι λεύκας είναι σκουρόχρωμο με ήπια γεύση), το χρώμα χρησιμοποιείται από τις βιομηχανίες ως ένας ικανοποιητικός δείκτης της γεύσης και του αρώματος.

Οι παράγοντες που επιδρούν στο χρωματισμό ενός μελιού είναι είτε φυσικοί, οπότε δεν μπορούμε να επέμβουμε, είτε παράγοντες που σχετίζονται με την τεχνική συλλογής και μετασυλλεκτικής μεταχείρισης του προϊόντος. Οι αποκλίσεις από το φυσικό χρώμα ενός μελιού, που οφείλονται στους παράγοντες της τελευταίας κατηγορίας οδηγούν στην υποβάθμιση του μελιού και έχουν ως αποτέλεσμα αυτό να σκουραίνει. Μπορούν, όμως, να επηρεαστούν με μεταχείριση του μελιού με σωστούς χειρισμούς, έτσι ώστε το τελικό προϊόν να διατηρεί τα φυσικά του χαρακτηριστικά και την ποιοτική του αξία έως τον καταναλωτή.

Γενικά, οι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν το χρώμα του μελιού, είναι οι ακόλουθοι (Θρασυβούλου, ΧΧ):

**Η φυτική προέλευση:** Το χρώμα του μελιού εξαρτάται από τη φυτική του προέλευση, δηλαδή από το φυτό και το μέρος του φυτού από τα οποία τράφηκαν οι μέλισσες. Κατά κανόνα, τα ανθόμελα είναι πιο ανοιχτόχρωμα από τα μέλια μελιτωμάτων που

είναι σκουρόχρωμα, έως μαύρα, σε κάποιες περιπτώσεις. Για παράδειγμα, το μέλι που προέρχεται από πορτοκαλιές και βαμβάκια είναι ασπρουδερό, από την ερείκη κοκκινωπό, από τον ηλίανθο κιτρινωπό, το θυμάρι ξανθό, από τον πολύκομβο και την καστανιά μαυριδερό.

**Η υγρασία του μελιού:** Έχει παρατηρηθεί άμεση σχέση της περιεκτικότητας της υγρασίας του μελιού κατά την συλλογή με το χρώμα του. Το μέλι που τρυγιέται πριν σφραγιστούν καλά τα κελιά, πριν «ωριμάσει», έχει σκοτεινότερο χρωματισμό από το τυπικό χρώμα που θα είχε μετά την πλήρη ωρίμανση.

**Η ταχύτητα συλλογής:** Το μέλι που προέρχεται από νέκταρ που συλλέχθηκε νωρίς (πριν ωριμάσει πλήρως), έχει ανοικτότερο χρωματισμό από εκείνο της ίδιας προέλευσης που συλλέχθηκε με βραδύτερο ρυθμό.

**Η κρυστάλλωση του μελιού:** Το μέλι συνήθως γίνεται πιο ανοιχτόχρωμο απ' ότι είναι φυσιολογικά, με την επίδραση της φυσικής διαδικασίας της κρυστάλλωσης. Η ένταση της αλλαγής του χρώματος ενός συγκεκριμένου δείγματος αφού αυτό κρυσταλλωθεί, εξαρτάται από το μέγεθος των κρυστάλλων που θα δημιουργηθούν. Όσο μεγαλύτερο μέγεθος έχουν οι κρύσταλλοι, τόσο το χρώμα του δείγματος γίνεται πιο ανοιχτό. Γι' αυτό και το κρεμώδες μέλι έχει γαλακτώδες και ανοιχτό χρώμα.

**Ο χρόνος και οι συνθήκες αποθήκευσης:** Το αποθηκευμένο μέλι αποκτά σκοτεινότερο χρωματισμό ως αποτέλεσμα χημικών μεταβολών των συστατικών του. Οι αλλαγές στο χρώμα του προϊόντος επηρεάζονται κυρίως από την περιεκτικότητα του σε φρουκτόζη, κολλοειδή, χαλκό, σίδηρο, από την οξύτητα και την υγρασία του. Η ταχύτητα με την οποία επηρεάζεται το χρώμα του αποθηκευμένου προϊόντος εξαρτάται από την περιεκτικότητα των χημικών αυτών χαρακτηριστικών. Το άμεσο φως και οι υψηλές θερμοκρασίες είναι οι περισσότερο ευνοϊκοί παράγοντες που επηρεάζουν το χρώμα μελιού κατά την αποθήκευση. Σε χαμηλές θερμοκρασίες οι αλλαγές είναι μικρότερες.

**Οι μελισσοκομικοί χειρισμοί:** Η κηρήθρα στην οποία οι μέλισσες αποθηκεύουν το μέλι, επηρεάζει σημαντικά το χρώμα του. Το προϊόν διατηρεί το αρχικό χρωματισμό του, όταν αποθηκεύεται σε καινούργιες κηρήθρες στον μελιτοθάλαμο και όταν δεν

υπάρχουν κοντά κηρήθρες γόνου ή γύρης. Στις παλιές κηρήθρες το μέλι γίνεται σκοτεινόχρωμο και χάνει την διαύγειά του λόγω χρωστικών ουσιών που απορροφά από τα τοιχώματα του κελιού. Ο μελισσοκόμος γίνεται η αιτία να αποκτήσει σκοτεινότερο χρώμα το μέλι όταν:

- i. Τοποθετεί στο μελιτοθάλαμο κηρήθρες, που χρησιμοποιήθηκαν προηγούμενα στην γονοφωλιά.
- ii. Δεν ανανεώνει συχνά τις κηρήθρες και τρυγά από παλιές μαύρες κηρήθρες.
- iii. Τρυγά από την γονοφωλιά
- iv. Δεν χρησιμοποιεί βασιλικά διαφράγματα.

**Το φιλτράρισμα:** Το καλό φιλτράρισμα αμέσως μετά τον τρύγο βοηθά στο να διατηρηθεί ο αρχικός χρωματισμός του μελιού. Φίλτρα μελιού που συγκρατούν μέρος των γυρεοκόκκων συμβάλλουν σημαντικά στη διατήρηση ανοικτότερου χρώματος.

**Η διαύγαση του μελιού:** Όταν το μέλι παραμείνει για μία δύο ημέρες μετά τον τρύγο, σε σχετικά ζεστό χώρο ( περίπου 30-35 °C), οι φυσαλίδες αέρος που ενσωματώθηκαν στη μάζα του κατά την φυγοκέντριση, μετακινούνται προς την επιφάνεια σχηματίζοντας στρώμα αφρού. Ο αφρός αποτελείται από γύρη, κερί, σκόνη και άλλα στερεά. Η απομάκρυνση του αφρού, γνωστή σαν διαύγαση, είναι απαραίτητη διαδικασία για να διατηρηθεί το τυπικό χρώμα του μελιού.

**Η έκθεση του μελιού στον αέρα:** Ευνοεί την εμφάνιση σκοτεινότερου χρωματισμού, λόγω σχηματισμού ταννικού και δεψικού οξέος.

**Η συσκευασία:** Το χρώμα των γυάλινων δοχείων συσκευασίας, ο όγκος του μελιού και ο φωτισμός του χώρου αποθήκευσης ή έκθεσης, επηρεάζουν έμμεσα τον χρωματισμό του.

**Η θέρμανση του μελιού:** Η θέρμανση του προϊόντος σε οποιοδήποτε βαθμό επηρεάζει, μεταξύ άλλων, και το χρώμα του. Η επίδραση είναι ανεπαίσθητη στις χαμηλές θερμοκρασίες και σημαντική στις υψηλές. Για να περιοριστεί η αλλοίωση του χρώματος, το μέλι πρέπει να ζεσταίνεται σε χαμηλές θερμοκρασίες, για σύντομο



χρονικό διάστημα, σε δοχεία με διπλά τοιχώματα που περιέχουν νερό (μπεν-μαρί) και αμέσως μετά να ψύχεται.

Όσον αφορά στο χρώμα του μελιού δεν υπάρχει ένα κοινό λεξιλόγιο, που να χρησιμοποιείται σε όλες τις χώρες. Συνήθως μετράται με το χρωματόμετρο του Pfund. Αν και είναι φτηνό και εύκολο στη χρήση, υπάρχει παραλλακτικότητα από όργανο σε όργανο, αλλά και μεταξύ των ατόμων που θα διαβάσουν τις ενδείξεις. Ουσιαστικά, οι ενδείξεις συνδέονται περισσότερο με την οπτική πυκνότητα, παρά με το χρώμα.

### 2.3. Η ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΣΗ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ

Η κρυστάλλωση του μελιού είναι μία από τις γνωστότερες φυσικές του ιδιότητες. Πρόκειται για μία **απόλυτα φυσική ιδιότητα** που, θεωρητικά, χαρακτηρίζει όλα τα μέλια, εκτός από αυτά του πεύκου και της ελάτης. Οφείλεται στην συμπύκνωση των μορίων της γλυκόζης, οπότε και δημιουργούνται κρύσταλλοι.

Η έκταση της κρυστάλλωσης σχετίζεται με τη σύσταση του μελιού, τις συνθήκες αποθήκευσης, τη θέρμανση και το φιλτράρισμα που αυτό έχει υποστεί. Κάποια μέλια κρυσταλλώνουν ομοιόμορφα, ενώ άλλα είναι πιο αραιά στην επιφάνεια. Όσο ταχύτερα κρυσταλλώσει ένα μέλι, τόσο λεπτότεροι είναι οι κρύσταλλοι.

Το μέλι θα μπορούσαμε να το χαρακτηρίσουμε ως υπέρκορο διάλυμα ζάχαρης σε νερό. Ως υπέρκορο διάλυμα, λοιπόν, είναι ασταθές, έχοντας την τάση να σταθεροποιηθεί με την καταβύθιση της περίσσειας ποσότητας ζάχαρης που βρίσκεται σε αυτό. Οι πρώτοι κρύσταλλοι ζάχαρης που καταβυθίζονται, λειτουργούν ως πόλοι έλξης και άλλων, με συνέπεια την δημιουργία μεγαλύτερων συσσωματωμάτων, το σύνολο των οποίων δημιουργεί την εικόνα του κρυσταλλωμένου νερού. Αναλυτικότερα, κατά τη διαδικασία της κρυστάλλωσης η γλυκόζη αφυδατώνεται και παίρνει τη μορφή κρυστάλλου. Οι κρύσταλλοι σχηματίζουν ένα πλέγμα (lattice), που ακινητοποιεί άλλα συστατικά του μελιού σε ένα εναιώρημα, το οποίο παρουσιάζεται ημι-στερεό. Το νερό που αποδεσμεύεται από τη γλυκόζη διατίθεται για άλλους σκοπούς, αυξάνοντας έτσι την υγρασία του σε μερικά σημεία του μελιού. Λόγω της

αύξησης της υγρασίας το μέλι γίνεται πιο ευαίσθητο στις διαδικασίες της ζύμωσης. Μεγαλύτερο κίνδυνο έχουν τα μέλια που δεν κρυσταλλώνουν ομοιόμορφα.

Το μέλι δεν κρυσταλλώνει με τον ίδιο τρόπο. Ανάλογα με το μέγεθος, την συμπεριφορά των κρυστάλλων και τις επιπτώσεις της κρυστάλλωσης στην ποιότητα και την εμφάνισή του, διακρίνονται τρεις τύποι κρυστάλλωσης (Χαριζάνης, 1996):

Η ανομοιόμορφη κρυστάλλωση (Εικ. 2.3.1), κατά την οποία σχηματίζονται στο μέλι χοντροί κρύσταλλοι, οι οποίοι καθιζάνουν, δημιουργώντας στο σώμα του μελιού δύο στρώματα, το κρυσταλλωμένο μέλι στον πυθμένα (Εικ. 2.3.1 Α) και την υδαρή φάση του μελιού στην επιφάνεια (Εικ. 2.3.1 Β). Αυτή η υδαρής φάση στην επιφάνεια είναι δυνατόν να ζυμωθεί και να ξινίσει, καθώς η περιεκτικότητα των ζαχάρων έχει κατά πολύ μειωθεί.



**Εικόνα 2.3.1.:** Ανομοιόμορφη κρυστάλλωση μελιού.

Η ομοιόμορφη κρυστάλλωση (Εικ. 2.3.2), κατά την οποία σχηματίζονται μικροί κρύσταλλοι, οι οποίοι κατανέμονται σε όλη την μάζα του μελιού. Στην περίπτωση αυτή το μέλι δίνει την εμφάνιση του «πηγμένου», αλλά δεν κινδυνεύει να ξινίσει.

Η λεπτοκρυστάλλωση, η οποία γίνεται τεχνητά, με ανάμειξη μικρής ποσότητας κρυσταλλωμένου μελιού (10-20 g/Kg) με ρευστό. Σ' αυτή την περίπτωση το μέλι αποκτά εμφάνιση «κρέμας», ενώ διατηρείται σε θερμοκρασία ψυγείου. Η μέθοδος είναι γνωστή και ως μέθοδος Dyce.



**Εικόνα 2.3.2.:** Ρευστό (αριστερά) και ομοιόμορφα κρυσταλλωμένο (δεξιά) μέλι ερείκης.

Το μέλι, ανάλογα με την φυσική του προέλευση και την χημική του σύνθεση, κρυσταλλώνει γρήγορα, αργά ή και καθόλου. Από τους παράγοντες που επηρεάζουν την κρυστάλλωσή του, οι κυριότεροι είναι:

1. **Η συγκέντρωση γλυκόζης:** Η μεγάλη συγκέντρωση γλυκόζης στο μέλι, ευνοεί τη γρήγορη κρυστάλλωση, ιδιαίτερα όταν αυτή ξεπεράσει το 30%.
2. **Η υγρασία:** Όσο λιγότερη υγρασία περιέχει το μέλι, τόσο πιο γρήγορα κρυσταλλώνει ιδιαίτερα δε όταν η υγρασία πέφτει κάτω από το 14%.

3. **Οι πυρήνες συμπύκνωσης:** Διάφορες ξένες ύλες, όπως γύρη, κερί, κρύσταλλοι γλυκόζης, λειτουργούν ως πυρήνες, πάνω στους οποίους κολλούν και άλλοι κρύσταλλοι γλυκόζης, με αποτέλεσμα να επιταχύνεται η κρυστάλλωση.
4. **Η θερμοκρασία διατήρησης:** Η θερμοκρασία που ευνοεί την κρυστάλλωση του μελιού είναι οι 14 °C. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες το ιξώδες του μελιού αυξάνει, με αποτέλεσμα την μείωση του συντελεστή διάχυσης και την καθυστέρηση της δημιουργίας κρυστάλλων. Στους -45 °C το μέλι μπορεί να διατηρηθεί σε ρευστή φάση για απεριόριστο χρόνο. Αντίστοιχα και σε υψηλότερες θερμοκρασίες καθυστερεί η κρυστάλλωση, καθώς αυξάνεται η κινητικότητα των διαφόρων μορίων.

Για να αξιολογήσουμε ένα μέλι ως προς την πιθανότητα που έχει να κρυσταλλώσει, χρησιμοποιούμε τους **δείκτες κρυστάλλωσης**. Με αυτούς μπορούμε να προβλέψουμε περίπου πόσο σύντομα θα κρυσταλλώσει, όπως επίσης μπορούμε να δημιουργήσουμε αναμίξεις μελιού που θα παραμένουν σε ρευστή κατάσταση για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Οι δείκτες κρυστάλλωσης είναι παράμετροι, που στηρίζονται στους παράγοντες εκείνους που επηρεάζουν την ταχύτητα κρυστάλλωσης του προϊόντος. Οι πιο χρήσιμοι δείκτες κρυστάλλωσης είναι (Thrasynoulou and Manikis, 2001):

1. **Η συγκέντρωση της γλυκόζης:** Με βάση τη συγκέντρωση την γλυκόζης προβλέπεται η ταχύτητα κρυστάλλωσης του μελιού στις ακραίες τιμές (<29% και >35%), ενώ στις ενδιάμεσες τιμές (29 – 35%) η πρόγνωση είναι δύσκολη.
2. **Σχέση γλυκόζη προς υγρασία:** Ο δείκτης ανταποκρίνεται σ' όλες τις κατηγορίες αμιγών ελληνικών μελιών.
3. **Σχέση γλυκόζη-υγρασία προς φρουκτόζη:** Ο δείκτης είναι αξιόπιστος μόνο στις ακραίες τιμές της σχέσης. Σε ενδιάμεσες τιμές κάθε πρόβλεψη είναι παρακινδυνευμένη.

4. **Σχέση φρουκτόζης προς γλυκόζη:** Ο δείκτης επιτρέπει την πρόβλεψη μόνο σε μικρό ποσοστό περιπτώσεων (17%).

Μέλια που κρυσταλλώνουν γρήγορα έχουν υψηλή συγκέντρωση σε γλυκόζη (>35%), υψηλή σχέση γλυκόζη προς υγρασία (>2,1), υψηλή σχέση γλυκόζη-υγρασία προς φρουκτόζη (>0,40) και χαμηλή σχέση φρουκτόζη προς υγρασία (<1,14) (Manikis & Thrasyvoulou, 2001).

Μείζονα ρόλο στην κρυστάλλωση έχει η σύνθεση των υδατανθράκων του μελιού. Οι αναλογίες φρουκτόζη/γλυκόζη και γλυκόζη/νερό είναι οι παράμετροι που βοηθούν να προβλεφθεί η τάση του μελιού για κρυστάλλωση. Μέλια με χαμηλή την αναλογία γλυκόζη/νερό γενικά, δεν κρυσταλλώνουν εύκολα. Αυτή η αναλογία έχει χρησιμοποιηθεί από τον White (1975β) για την πρόβλεψη της τάσης των μελιών για κρυστάλλωση. Παρατήρησε την έκταση της κρυστάλλωσης σε μέλια που είχαν αποθηκευτεί στους 23-28 °C για 6 μήνες (Πίν. 2.1). Ακόμα, μέλια με χαμηλή υγρασία κρυσταλλώνουν πιο αργά από ότι αυτά με υψηλή υγρασία.

**Πίνακας 2.3.1.:** Έκταση της κρυστάλλωσης σε σχέση με την αναλογία γλυκόζη/νερό

Αναλογία γλυκόζη/νερό	Έκταση της κρυστάλλωσης
1,58	καμία
1,76	ελάχιστοι σκόρπιοι κρύσταλλοι
1,79	1,5-3 mm ζώνη κρυστάλλων
1,83	6-12 mm ζώνη κρυστάλλων
1,86	μερικές συστάδες κρυστάλλων
1,99	¼ του πυθμένα κρυσταλλωμένο
2,06	½ του πυθμένα κρυσταλλωμένο
2,16	ολική μαλακή κρυστάλλωση
2,24	ολική σκληρή κρυστάλλωση

Εκτός από τα σάκχαρα υπάρχουν και άλλες ουσίες που επηρεάζουν την κρυστάλλωση, όπως η τέφρα, τα οξέα και οι πρωτεΐνες. Ακόμα, η κρυστάλλωση μπορεί να ευνοηθεί από την παρουσία μικρών σωματιδίων (όπως σκόνη, γύρη, κομματάκια κεριού, φυσαλίδες αέρα), τα οποία λειτουργούν σαν πυρήνες

κρυστάλλωσης. Τέλος, οι συνθήκες αποθήκευσης, όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία και ο τύπος του δοχείου, σχετίζονται με την τάση του μελιού για κρυστάλλωση. Η πιο ευνοϊκή θερμοκρασία για κρυστάλλωση είναι αυτή των 14 °C (57 °F).

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.3.2, η ταχύτητα κρυστάλλωσης των κυριότερων αμιγών κατηγοριών μελιού διαφέρει σημαντικά. Το μέλι μελιτώματος (πεύκου και ελάτης) δεν κρυσταλλώνει ή κρυσταλλώνει με πολύ αργό ρυθμό, ενώ τα ανθόμελα κρυσταλλώνουν με σχετικά γρήγορο ρυθμό.

**Πίνακας 2.3.2.:** Ταχύτητα κρυστάλλωσης των ελληνικών αμιγών κατηγοριών μελιού (Θρασυβούλου, ΧΧ).

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

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

Το πρώτο βήμα στην προσπάθεια περιορισμού της κρυστάλλωσης θα πρέπει να αξιοποιήσουμε τους δείκτες που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Ο ακριβέστερος δείκτης πρόγνωσης της ταχύτητας κρυστάλλωσης είναι η σχέση γλυκόζης προς υγρασία (Γ/Υ). Σε γενικές γραμμές, όταν αυτός είναι μικρότερος από 1,58 το μέλι δεν κρυσταλλώνει, ενώ σε τιμές πάνω από 2,24 η κρυστάλλωση είναι πλήρης και ταχεία (Χαριζάνης, 1996).

Στον Πίνακα 2.3.3, αναφέρονται οι διάφορες τιμές της σχέσης Γ/Υ σε συνάρτηση με τον βαθμό της κρυστάλλωσης που υπολογίστηκαν από τους Manikis & Thrasynoulou (2001). Όταν η σχέση Γ/Υ βρίσκεται στην περιοχή με τους έντονα

σκιασμένους αριθμούς (>2,1) τότε το μέλι κρυσταλλώνει πολύ γρήγορα. Όταν βρίσκεται στην περιοχή με τους λιγότερο σκιασμένους αριθμούς (<1,70) δεν κρυσταλλώνει, και όταν βρίσκεται στην λευκή ζώνη (1,71-2,00) κρυσταλλώνει με ενδιάμεση ταχύτητα.

Σύμφωνα με το Πίνακα 2.3.3, μέλι με γλυκόζη μικρότερη από 23% ουδέποτε κρυσταλλώνει, ανεξάρτητα από την περιεκτικότητά του σε υγρασία. Στην κατηγορία αυτή ανήκει το μέλι ελάτης, του οποίου η γλυκόζη κυμαίνεται από 14% έως 22%. Δεν κρυσταλλώνει επίσης το προϊόν που έχει γλυκόζη 24% - 25%, εφόσον η υγρασία του είναι μεγαλύτερη από 15%. Αρκετά πευκόμελα πληρούν την προϋπόθεση αυτή, ενώ μερικά άλλα με μεγαλύτερη συγκέντρωση γλυκόζης (26-29%) είτε δεν κρυσταλλώνουν είτε κρυσταλλώνουν με αργό ρυθμό (μετά τους 12 μήνες αποθήκευσης) ανάλογα με την υγρασία που έχουν. Μέλια με περιεκτικότητα σε γλυκόζη μεγαλύτερη από 35% κρυσταλλώνουν πολύ γρήγορα (σ' ένα μήνα) όταν η υγρασία τους είναι κάτω από 17%, γεγονός συνηθισμένο για τα ελληνικά ανθόμελα.

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

μέλι, βοηθά ακόμη περισσότερο στην καθυστέρηση της κρυστάλλωσης, μειώνει όμως τη θρεπτική του αξία.

**Πίνακας 2.3.3.:** Σχέση γλυκόζης προς υγρασίας (Γ/Υ) και κρυστάλλωσης % (Manikis & Thrasynoulou, 2001). Στην άνω δεξιά σκιασμένη περιοχή ανήκουν μέλια που δεν κρυσταλλώνουν ποτέ, στην κάτω αριστερή μέλια που κρυσταλλώνουν πάντα, ενώ η μη σκιασμένη περιοχή περιλαμβάνει μέλια ενδιάμεσης κατάστασης.

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

Μέχρι τώρα, παρ' όλη την έρευνα που διεξάγεται, δεν έχει βρεθεί μέθοδος πλήρους αναστολής την κρυστάλλωσης του μελιού. Παρ' όλα αυτά, υπάρχει τρόπος να καθυστερήσει η εμφάνιση του φαινομένου, χρησιμοποιώντας μία από τις παρακάτω μεθόδους:

1. Μερική απομάκρυνση των πυρήνων συμπύκνωσης
2. Απομάκρυνση της γύρης
3. Αύξηση της υγρασίας



4. Θέρμανση του μελιού
5. Θερμοκρασία αποθήκευσης
6. Η ανάμειξη διαφόρων ειδών μελιού και η παρασκευή μειγμάτων

Οι παραπάνω μέθοδοι είναι κάποιοι τρόποι που μπορούν να περιορίσουν, ή σε κάποιες περιπτώσεις να αποτρέψουν την κρυστάλλωση σε κάποιο μέλι. Αυτό, όμως δε γίνεται σε όλες τις περιπτώσεις και προκειμένου να αυξήσουμε την εμπορική αξία ενός κρυσταλλωμένου πια μελιού, πρέπει να το ρευστοποιήσουμε.

Ρευστοποίηση είναι η διαδικασία που ακολουθείται ώστε να διαλυθούν οι κρύσταλλοι στο μέλι και αυτό να επανέλθει στην αρχική του μορφή. Η ρευστοποίηση του μελιού γίνεται συνήθως με θέρμανσή, μία μέθοδο που χρησιμοποιείται από όλους σχεδόν, μελισσοκόμους και καταναλωτές, αλλά και με την επίδραση των υπερήχων.

Όταν η θέρμανση γίνει με τον ενδεδειγμένο τρόπο, δεν επηρεάζει τις ιδιότητες του μελιού. Αντίθετα υψηλή θέρμανση για μεγάλο χρονικό διάστημα καταστρέφει τα ένζυμα, την βακτηριοστατική δράση του μελιού, διασπά τα ζάχαρα και επηρεάζει αρνητικά τις υπεύθυνες για την γεύση και το άρωμα ουσίες (Θρασυβούλου και Μανίκης, 2000).

Η ρευστοποίηση του μελιού με υπερήχους είναι νέα, σχετικά, μέθοδος που εφαρμόζεται σε μεγαλύτερες μονάδες τυποποίησης μελιού. Οι Θρασυβούλου και Μανίκης (1994), μελέτησαν την επίδραση των υπερήχων (23 KHz) στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του μελιού και τη συνέκριναν με εκείνη της θέρμανσης στους 60 °C για 30 λεπτά. Από την εργασία αυτή βρέθηκε ότι οι υπέρηχοι, όχι μόνο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ρευστοποίηση του μελιού, αλλά και ότι έχουν μικρότερη ανεπιθύμητη επίδραση στην ποιότητα του προϊόντος.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η κρυστάλλωση είναι μια απόλυτα φυσική κατάσταση του μελιού, η οποία επηρεάζεται από διάφορους φυσικούς παράγοντες, είναι δε αναστρέψιμη. Ακόμα, πρέπει να αναφέρουμε ότι η κρυστάλλωση δεν έχει καμία σχέση με την νοθεία του μελιού, αν και ορισμένοι καταναλωτές θεωρούν το μέλι που

κρυσταλλώνει, νοθευμένο. Για το λόγο αυτό, με την κατάλληλη επεξεργασία μπορούμε να επαναφέρουμε το μέλι στην αρχική του κατάσταση, χωρίς να χάσει τις φυσικές του ιδιότητες και την θεραπευτική του αξία, καθιστώντας το έτσι και πάλι εμπορεύσιμο.

#### **2.4. ΖΥΜΩΣΗ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ**

Η ζύμωση (ξίνισμα) του μελιού οφείλεται σε ωσμώφιλους ζυμομύκητες, οι οποίοι υπάρχουν στην σύνθεσή του και, όταν βρουν κατάλληλες συνθήκες, βλαστάνουν και πολλαπλασιάζονται καταστρέφοντας έτσι το προϊόν. Το ξινισμένο μέλι φουσκώνει, σχηματίζει φυσαλίδες αέρος στην επιφάνειά του και αφρό, αποκτά γεύση ξινή και χαρακτηριστική. Κλειστά δοχεία διογκώνονται εξαιτίας των αερίων που εκλύονται κατά την δράση και τον πολλαπλασιασμό των ζυμών, ενώ, μερικές φορές, τα καπάκια τους εκτινάσσονται.

Οι ζύμες του μελιού, όπως έχει ήδη αναφερθεί, είναι μύκητες ανθεκτικοί σε υψηλή συγκέντρωση ζαχάρων και ανήκουν στα γένη Νηματοσπόρα, Ζαχαρομύκητες, Σχιζοζαχαρομύκητες, Ζυγοζαχαρομύκητες και Τορούλα.

Η ζύμωση του μελιού ευνοείται από την περιεκτικότητά του σε υγρασία και από τη θερμοκρασία διατήρησης και επεξεργασίας του μετά τη συγκομιδή του. Το ώριμο μέλι, με υγρασία κάτω από 17%, δεν κινδυνεύει να ξινίσει ανεξάρτητα από την περιεκτικότητά του σε μύκητες. Όταν η υγρασία του προϊόντος ξεπεράσει το 17% τότε αρχίζει η ζύμωσή του σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 2.4.1.

Όταν το μέλι τρυγηθεί πριν να σφραγιστούν οι κηρήθρες, όταν εκτεθεί σε σχετική υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία και όταν κρυσταλλώσει ανομοιόμορφα τότε πιθανό η υγρασία του να ξεπεράσει το 17%. Ακόμα, η κρυστάλλωση οδηγεί σε αύξηση της υγρασίας στα σημεία που σχηματίζονται οι κρύσταλλοι, ή στην επιφάνειά του μελιού, επειδή οι κρύσταλλοι περιέχουν μόνο 9,1% νερό. Συνήθως, η ζύμωση είναι μια διαδικασία που ακολουθεί την κρυστάλλωση του μελιού. Υψηλή υγρασία στο μέλι μπορεί να είναι φυσιολογική. Μελισσοκομικά φυτά που δίνουν μέλι με υψηλή φυσική

περιεκτικότητα σε υγρασία είναι τα αγριοτριφύλλα, η λεβάντα, το βαμβάκι και η ερείκη.

**Πίνακας 2.4.1:** Προδιάθεση του μελιού για ζύμωση ανάλογα με την περιεκτικότητα σε υγρασία και ζύμες (White, 1975β).

Περιεκτικότητα σε υγρασία	Προδιάθεση για ζύμωση
< 17,1%	Ασφαλές ανεξάρτητα από ζύμες
17,1-18,0%	Ασφαλές αν οι ζύμες είναι < 1000 σπ.ζ. /g
18,1-19,0%	Ασφαλές αν οι ζύμες είναι < 10 σπ.ζ. /g
19,1-20,0%	Ασφαλές αν οι ζύμες είναι < 1 σπ.ζ. /g
> 20,0%	Πάντα επικίνδυνο
σπ.ζ.= σπόρια συμών	

Η θερμοκρασία που ευνοεί την ζύμωση του προϊόντος κυμαίνεται μεταξύ 11 και 21 °C, οπότε ο κίνδυνος να ξινίσει το μέλι, είναι μεγαλύτερος το χειμώνα παρά την άνοιξη ή το καλοκαίρι. Ένα ώριμο μέλι που διατηρείται σε θερμοκρασία πάνω από 26,7 °C δεν κινδυνεύει από ζυμώσεις. Οι μύκητες του μελιού δεν αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες. Οι περισσότεροι καταστρέφονται όταν το προϊόν θερμανθεί στους 60 °C για 5-10 λεπτά και σχεδόν όλοι, όταν ζεσταθεί στους 70 °C για 1-5 λεπτά. Τα σπόρια των μυκήτων καταστρέφονται στους 72 °C για 10 λεπτά.

Αλκοολούχα ποτά παράγονται με ελεγχόμενη ζύμωση του μελιού. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις η ζύμωση καταστρέφει το μέλι, γι' αυτό πρέπει να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα. Αυτά είναι η αποθήκευσή του μόνο αν η υγρασία του είναι αρκετά χαμηλή και σε θερμοκρασία κάτω από 11 °C. Υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 27 °C, 80 °F ) δε συνιστώνται, καθώς επιδρούν αρνητικά στο χρώμα και τη γεύση του μελιού. Επίσης, θέρμανση του μελιού στους 63 °C (145 °F) για 30 λεπτά προστατεύει το μέλι από τις ζυμώσεις, υπό την προϋπόθεση ότι δε θα υπάρξει μεταγενέστερη μόλυνση αυτού. Μεγαλύτερες θερμοκρασίες (68-74 °C, 155-165 °F) πρέπει να εφαρμόζονται μόνο για λίγα λεπτά. Χρειάζεται πολύ προσοχή επειδή οι υψηλές θερμοκρασίες συνήθως προκαλούν σημαντική υποβάθμιση της ποιότητας του μελιού.

## 2.5. ΙΞΩΔΕΣ ΚΑΙ ΡΕΥΣΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ

Το ιξώδες του μελιού αφορά στη ρευστότητά του. Ιξώδες λέγεται η εσωτερική τριβή, η οποία ελαττώνει τη ροή του μελιού. Το μέλι είναι παχύρρευστο, κολλώδες προϊόν αποτέλεσμα της περιεκτικότητάς του σε διάφορες ουσίες όπως είναι τα ζάχαρα, οι πρωτεΐνες, οι δεξτρίνες, τα οργανικά οξέα οι γυρεόκοκκοι κ.ά.

Το ιξώδες του μελιού διαφέρει από μέλι σε μέλι ανάλογα με την φυτική του προέλευση, τη χημική του σύνθεση και την περιεκτικότητά του σε υγρασία και την θερμοκρασία διατήρησης. Είναι σημαντικός παράγοντας κατά την επεξεργασία του προϊόντος, γιατί επηρεάζει την ροή του κατά τον τρύγο, το φιλτράρισμα, την ανάμιξη και την συσκευασία.

Η περιεκτικότητα σε νερό είναι το σημαντικότερο χαρακτηριστικό που καθορίζει το ιξώδες (Πίν. 2.5.1). Μέλια με χαμηλή περιεκτικότητα σε νερό έχουν μικρή ρευστότητα (υψηλότερο ιξώδες), η οποία μπορεί να αυξηθεί περίπου 3 φορές αν το νερό ανέλθει από 15 σε 18,6%. Υψηλότερες συγκεντρώσεις σε υγρασία έχουν τα εισαγόμενα μέλια σε σχέση με τα ελληνικά, γι' αυτό και είναι πιο «νερουλά».

**Πίνακας 2.5.1.:** Ιξώδες του μελιού ανάλογα με την περιεκτικότητα σε νερό.

Νερό (%)	Ιξώδες (poise) στους 25 °C
15,5	138,0
17,1	69,0
18,2	48,1
19,1	34,9
20,1	20,4

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που καθορίζει το ιξώδες του μελιού είναι η θερμοκρασία (Πίν. 2.5.2.). Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία του μελιού, τόσο μειώνεται το ιξώδες του και αυξάνεται η ρευστότητά του. Το φαινόμενο είναι γνωστό και αξιοποιείται κατά την επεξεργασία του μελιού προκειμένου να φιλτραριστεί ή να αναμιχθεί με άλλα μέλια.

**Πίνακας 2.5.2.:** Ιξώδες του μελιού από τριφύλλια σε σχέση με την θερμοκρασία διατήρησης.

Θερμοκρασία (°C)	Ιξώδες (poise) σε 16.1% H <sub>2</sub> O
13,7	600,0
29,0	68,4
39,4	21,4
48,1	10,7
71,1	2,6

Η βοτανική προέλευση του μελιού μας πληροφορεί για το αναμενόμενο ιξώδες αυτού. Υπάρχουν μέλια με ιδιαίτερα υψηλό ιξώδες, όπως είναι το μέλι ερείκης από το φυτό *Calluna vulgaris* που παράγεται στην Αγγλία και σε άλλες χώρες, το μέλι Manuka που παράγεται στην Ν. Ζηλανδία και το ελληνικό μέλι ελάτης Βυτίνας. Το ιξώδες των μελιών αυτών είναι τόσο υψηλό που δυσκολεύεται ακόμη και η εξαγωγή τους από τα πλαίσια και δεν δύναται να τρυγηθούν κανονικά με φυγοκέντριση. Το φαινόμενο είναι γνωστό ως θιξοτροπία (thixotropy) και αποδίδεται στην περιεκτικότητά τους σε συγκεκριμένες πρωτεΐνες που προκαλούν τη ζελατινώδη εμφάνιση. Αντίθετα υπάρχουν μέλια ιδιαίτερα ρευστά με μικρό ιξώδες όπως είναι το μέλι από τριφύλλια, από ευκάλυπτο από ακακία και αρκετά άλλα ανθόμελα.

Μια άλλη ιδιότητα του μελιού που σχετίζεται με τη ρευστότητά του είναι το 'φούσκωμα' ή 'διαστολή' (dilatancy), ήτοι αυξημένο ιξώδες και συνάμα αυξημένες δυνάμεις συνάφειας. Έχει παρατηρηθεί σε μέλια από είδη *Eucalyptus* και το φυτό *Opuntia engelmani* και έχει αποδοθεί στην παρουσία της δεξτράνης, ενός πολυσακχαρίτη με MB της τάξεως των 1.250.000. Διαπιστώνεται εύκολα, καθώς σχηματίζονται μακριά κορδόνια αν βάλουμε ένα ξυλάκι στο μέλι και το τραβήξουμε απότομα.

## 2.6. ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ

Η πυκνότητα μιας ουσίας είναι η σχέση της μάζας της ανά μονάδα όγκου. Σχετική πυκνότητα (ειδικό βάρος) είναι ο λόγος της μάζας ενός συγκεκριμένου όγκου

της ουσίας, σε συγκεκριμένη θερμοκρασία, ως προς τη μάζα του ιδίου όγκου νερού. Επειδή το νερό έχει πυκνότητα ίση με 1 g για κάθε mL στους 4 °C, οι μετρήσεις γίνονται στη θερμοκρασία αυτή.

Η πυκνότητα του μελιού είναι σημαντικός παράγοντας στο στάδιο τυποποίησης και επεξεργασίας του προϊόντος, ιδιαίτερα στις αναμίξεις (χαρμάνια). Μέλια με διαφορετική πυκνότητα δεν αναμιγνύονται εύκολα και ξεχωρίζουν με μορφή διαφόρων στρωμάτων στη μάζα του προϊόντος. Το ειδικό βάρος του μελιού εξαρτάται από την περιεκτικότητα του μελιού σε υγρασία όπως φαίνεται από τον Πίνακα 2.6.1.

**Πίνακας 2.6.1.:** Το ειδικό βάρος του μελιού σε σχέση με την συγκέντρωση υγρασίας (White, 1979).

Υγρασία %	Ειδικό βάρος στους 20 °C
13,0	1,4457
14,0	1,4404
15,0	1,4350
16,0	1,4295
17,0	1,4237
18,0	1,4171
19,0	1,4101
20,0	1,4027
21,0	1,3950

## 2.7. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ & ΑΝΤΙΒΑΚΤΗΡΙΔΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ

Ως αντιοξειδωτικό χαρακτηρίζεται ένα μόριο που έχει τη δυνατότητα να επιβραδύνει ή να αποτρέπει την οξείδωση άλλων μορίων. Οι ουσίες με αντιοξειδωτική δράση παίζουν σημαντικό ρόλο στην υγεία του ανθρώπου προστατεύοντας την υγεία του. Επιστημονικές μελέτες έχουν καταδείξει ότι μειώνουν τον κίνδυνο εκδήλωσης χρόνιων ασθενειών, όπως ο καρκίνος και οι καρδιακές παθήσεις. Κύρια πηγή φυσικών αντιοξειδωτικών αποτελούν οι σπόροι δημητριακών, τα φρούτα και τα λαχανικά. Πολλά συστατικά έχουν αναγνωρισθεί ως έχοντα ισχυρή

αντιοξειδωτική δράση, όπως είναι οι βιταμίνες C και E, τα καροτενοειδή, τα φαινολικά οξέα και τα φυτοοιστρογόνα. Από άποψη χημικής δομής, αυτές οι ουσίες ανήκουν σε πολλές ομάδες, δεικνύοντας ποικίλες φυσικοχημικές ιδιότητες.

Το μέλι περιέχει πολλές ουσίες με αντιοξειδωτική δράση, όπως φλαβονοειδή και άλλα φαινολικά συστατικά, πεπτίδια, ένζυμα (π.χ. καταλάση), οργανικά οξέα, μέταλλα και ιχνοστοιχεία, προϊόντα της αντίδρασης Maillard και άλλα ελάσσονα συστατικά (Gheldof *et al.*, 2002). Η αντιοξειδωτική δράση του κάθε μελιού ποικίλει πολύ και εξαρτάται από τα επιμέρους συστατικά του. Σε γενικές γραμμές, τα σκουρόχρωμα μέλια έχουν ισχυρότερη αντιοξειδωτική δράση, όντας πλουσιότερα σε φαινολικές ουσίες και μέταλλα. Εξάλλου, η αντιοξειδωτική δράση των μελιών συνδέεται στενά με το περιεχόμενο σε φαινολικά συστατικά και το χρώμα του μελιού. Είναι πολύ σημαντικό να τονιστεί ότι από μελέτες διαπιστώθηκε ότι αυτές οι ουσίες του μελιού είναι άμεσα βιοδιαθέσιμες στον ανθρώπινο οργανισμό (Schramm *et al.*, 2003).

Τα φλαβονοειδή του μελιού συνεισφέρουν σημαντικά στην αντιοξειδωτική του δράση. Κάποια από αυτά προέρχονται από την πρόπολη, ενώ άλλα είναι φυτικής προέλευσης. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν η πινοκεμπρίνη, η πινομπανκσίνη και η χρυσίνη, που συχνά απαρτίζουν το μεγαλύτερο μέρος του συνολικού δυναμικού των φλαβονοειδών στα μέλια.

Τα προϊόντα της αντίδρασης Maillard σε γενικές γραμμές οδηγούν στο μαύρισμα του μελιού, ενώ αλλοιώνουν και την οσμή αυτού. Όμως, αυτές οι ουσίες έχουν υψηλή αντιοξειδωτική δράση, με αποτέλεσμα τα μέλια που δέχονται την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών να έχουν σημαντικά αυξημένη αντιοξειδωτική δράση σε σχέση με τα μη θερμοασμένα (Αλυσσανδράκης, 2007).

Σε μελέτη που έγινε μετρήθηκε η αντιοξειδωτική δράση αμιγών ελληνικών μελιών ελάτου, πορτοκαλιού και θυμαριού (Σάρδαλου και συνεργάτες, 2002). Από τα αποτελέσματα δείχτηκε ότι τα σκουρότερα μέλια είχαν ισχυρότερη αντιοξειδωτική δράση σε σχέση με τα ανοιχτόχρωμα. Επίσης, υπήρχαν διαφορές μεταξύ δειγμάτων του ίδιου τύπου μελιού, αλλά από διαφορετική περιοχή.

Συγκρινόμενο με άλλες τροφικές πηγές αντιοξειδωτικών, το μέλι υστερεί σημαντικά, ωστόσο αποτελεί μια ακόμη τροφή που θα μπορούσε να συνεισφέρει μαζί με τα άλλα θρεπτικά συστατικά και αντιοξειδωτικές ουσίες σε εύγευστη μορφή. Η σημασία του μελιού ως πηγή αντιοξειδωτικών γίνεται ακόμα μεγαλύτερη αν συγκριθεί με τη ζάχαρη, η οποία εκτός του ότι δεν προσφέρει τίποτε άλλο εκτός από υδατάνθρακες, σε μεγάλες ποσότητες οδηγεί στην παραγωγή ελεύθερων ριζών.

Το μέλι έχει αποδειχτεί ότι κατέχει σημαντική αντιμικροβιακή δράση, γεγονός που οφείλεται σε έναν αριθμό παραγόντων, όπως την υψηλή συγκέντρωση των σακχάρων του, το χαμηλό pH, αλλά και η περιεκτικότητα σε ουσίες με αντιμικροβιακή δράση. Πλείστα είναι τα είδη μικροοργανισμών των οποίων το μέλι αναστέλλει την ανάπτυξη, όπως είδη στρεπτόκοκκου, σταφυλόκοκκου και λυστέριας, την ασθένεια του άνθρακα και άλλα μικρόβια (Γούναρη, 2004).

Από τα πολλά επιμέρους συστατικά του μελιού με αντιβακτηριακή δράση, κυρίαρχο των οποίων είναι το υπεροξείδιο του υδρογόνου ( $H_2O_2$ , οξυζενέ). Η περιεκτικότητα των διαφόρων μελιών ποικίλει πολύ, με το μέλι από βαμβάκι να περιέχει τη μεγαλύτερη ποσότητα (Πίν. 2.7.1.).

**Πίνακας 2.7.1.:** Περιεκτικότητα του μελιού σε  $H_2O_2$  (Γούναρη, 2004).

<i>Είδος μελιού</i>	<i><math>H_2O_2</math> σε <math>\mu g/g</math> μελιού</i>
Βαμβακιού	292,0
Μελιτώματος	185,6
Καστανιάς	180,5
Ανθόμελο άνοιξης	97,0
Θυμαριού, Μέντας	57,5
Πορτοκαλιάς	4,3
Ανθόμελο φθινοπώρου	3,5
Ανθόμελο καλοκαιριού	1,0

Το  $H_2O_2$  παράγεται στο μέλι κατά τη μετατροπή της γλυκόζης σε γλυκονικό οξύ παρουσία του ενζύμου οξειδάση της γλυκόζης. Εν συνεχεία, διασπάται σε νερό και οξυγόνο από τη δράση του ενζύμου καταλάση. Η περιεκτικότητα ενός μελιού σε  $H_2O_2$  καθορίζεται από διάφορους παράγοντες, όπως για παράδειγμα η περιεκτικότητα σε



γλυκόζη, η παρουσία του νερού, η περιεκτικότητα στα ένζυμα οξειδάση της γλυκόζης και καταλάση κλπ.

Σημαντική συνεισφορά στην αντιμικροβιακή δράση του μελιού έχει και η παρουσία οργανικών οξέων, με κύριο το γλυκονικό οξύ, τα φλαβονοειδή και τα υπόλοιπα φαινολικά συστατικά, οι ουσίες τερπενικής φύσεως.

Κλείνοντας αναφορικά με την αντιοξειδωτική και αντιμικροβιακή δράση του μελιού θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι η συνολική δράση που έχει το μέλι οφείλεται στη συνέργεια όλων των επιμέρους συστατικών και δεν είναι εύκολο να αποδοθεί σε ένα ή μερικά αυτού συστατικά.

## **2.8. ΑΛΛΕΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ**

### **2.8.1. Υγροσκοπικότητα**

Το μέλι είναι υγροσκοπικό, δηλαδή κάτω από ειδικές συνθήκες απορροφά υγρασία από την ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα την αύξηση της υγρασίας του. Το ποσοστό της υγρασίας ως γνωστό, είναι παράγοντας που επιδρά δραστικά στην δομή και τα χαρακτηριστικά του μελιού. Οι υγροσκοπικές ιδιότητές του μελιού οφείλονται εξ ολοκλήρου στην φρουκτόζη που περιέχει, γιατί από όλα τα σάκχαρα του μελιού, είναι πολύ πιο υγροσκοπική.

Όταν το μέλι εκτεθεί στην ατμόσφαιρα χάνει η απορροφά υγρασία, ανάλογα με τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία (Σ.Υ., relative humidity) της ατμόσφαιρας και το ποσό της υγρασίας σε αυτήν (moisture content).

Για κάθε μέλι υπάρχει μια τιμή της σχετικής υγρασίας, στην οποία το μέλι ούτε χάνει, αλλά ούτε απορροφά υγρασία από την ατμόσφαιρα, και λέγεται τιμή ισορροπίας. Αυτή η τιμή καθορίζεται κυρίως από την περιεκτικότητα του μελιού σε υγρασία. Εξαιτίας του υψηλού ιξώδους του μελιού, η υγρασία που απορροφάται στην επιφάνεια αυτού διαχέεται αργά προς το εσωτερικό του, οπότε η επιφάνεια μπορεί να θεωρηθεί ως διάλυμα. Όταν το μέλι εκτεθεί σε Σ.Υ. με τιμή χαμηλότερη από την τιμή ισορροπίας, λαμβάνει χώρα αφυδάτωση.

### 2.8.2. Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Η τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε άλατα, οργανικά οξέα, πρωτεΐνες και πιθανώς σάκχαρα. Γενικά αυξάνει με την αύξηση της τέφρας, με την οποία συνδέεται με τη γραμμική σχέση:

$$C = 0,14 + 1,74 A$$

όπου C είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα σε mS/cm (milli Siemens per cm) και A η τέφρα σε g/100g.

Ο Vorwohl το 1964 παρατήρησε ότι οι τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας ήταν κατά πολύ μικρότερες στα μέλια ανθέων [ $0,6-1,46 \times 10^{-4}$  /ohm cm, ερείκη ( $7,7 \times 10^{-4}$  /ohm cm)] από ότι στα μέλια από μελιτώματα ( $6,3-16,41 \times 10^{-4}$  /ohm cm) και πρότεινε το συνδυασμό αυτής με τη γυρεοσκοπική ανάλυση με στόχο τον προσδιορισμό της βοτανικής πηγής προέλευσης και της προσθήκης μελιτωμάτων στο μέλι.

### 2.8.3. Στροφική ικανότητα

Η ικανότητα του μελιού να στρέφει το φως οφείλεται κυρίως στα σάκχαρα αυτού. Χρησιμοποιείται στην Ελλάδα, την Ιταλία και την Αγγλία για το διαχωρισμό μεταξύ των ανθόμελων από τα μέλια από μελιτώματα. Έχει βρεθεί ότι τα ανθόμελα είναι αριστερόστροφα (έχουν αρνητικές τιμές γωνίας στροφής), ενώ τα μέλια από μελιτώματα δεξιόστροφα. Αυτό οφείλεται στα σάκχαρα του μελιού και στην ειδική στροφική ικανότητα (specific rotation) αυτών, οι οποίες είναι:

- Φρουκτόζη:  $[\alpha]_D^{20} = -92.4^\circ$
- Γλυκόζη:  $[\alpha]_D^{20} = +52.7^\circ$
- Μελεζιτόζη:  $[\alpha]_D^{20} = +88.2^\circ$
- Ερλόζη:  $[\alpha]_D^{20} = +121.8^\circ$

Στα μέλια ανθέων κυριαρχεί η φρουκτόζη, οπότε έχουν αρνητικές τιμές γωνίας στροφής. Αντίθετα, τα μέλια από μελιτώματα περιέχουν λιγότερη φρουκτόζη, ενώ βρίσκονται σε μεγαλύτερες ποσότητες η μελεζιτόζη και η ερλόζη, οπότε η γωνία στροφής έχει θετικές τιμές.

#### 2.8.4. Θερμικές ιδιότητες

Η **ειδική θερμότητα** του μελιού εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την περιεκτικότητα αυτού σε υγρασία. Κυμαίνεται μεταξύ 0,54 και 0,60 cal/g/oC, τιμή που φτάνει στις 0,73 cal/g/oC για το κρυσταλλωμένο μέλι. Η **θερμική αγωγιμότητα** του μελιού καθορίζεται από την υγρασία, τη θερμοκρασία και τα ολικά στερεά, εις τρόπον ώστε αυξάνει με τη μείωση της υγρασίας και την αύξηση της θερμοκρασίας και των ολικών στερεών. Κυμαίνεται από  $118 \times 10^{-5}$  cal/cm sec oC (υγρασία 21%, T=2 oC) έως  $143 \times 10^{-5}$  cal/cm sec oC (υγρασία 15%, T=71 oC). Το **σημείο πήξης** υδατικού διαλύματος 15% βρέθηκε ότι κυμαίνεται από -1,42 έως -1,53 oC (29,44 έως 29,57 oF). Η φύση του μελιού δεν επιτρέπει την πήξη αυτού αν το διάλυμα ήταν περιεκτικότητας σε μέλι άνω του 68%. Τότε το σημείο πήξης ήταν -5,78 oC (21,6 oF).

#### 2.8.5. Θερμιδική αξία

Το μέλι έχει κατά μέσο όρο 304 Kcal/100g. Η θερμιδική του αξία σχετίζεται άμεσα με τη βοτανική του προέλευση (Πίν. 2.8.1.) και καθορίζεται από διάφορους παράγοντες, όπως η περιεκτικότητα σε σάκχαρα και η επιμέρους αναλογίες αυτών, η περιεκτικότητα σε υγρασία, η παρουσία μεγαλομορίων κλπ.

**Πίνακας 2.8.1.:** Θερμιδικό περιεχόμενο του μελιού (Γούναρη, 2004).

Είδος μελιού	Θερμίδες (Kcal/Kg)
Πεύκου	3.080
Ελάτου	3.422
Θυμαριού	3.515
Βαμβακιού	3.300
Πορτοκαλιάς	3.299
Ηλίανθου	3.755
Ερείκης	3.521

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ

### ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ ΑΜΙΓΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΜΕΛΙΩΝ

Με τον όρο ταυτότητα, εννοούμε το σύνολο των φυσικοχημικών, οργανοληπτικών και μικροσκοπικών χαρακτηριστικών που ορίζουν μια συγκεκριμένη κατηγορία αμιγούς μελιού. Ως αμιγές ορίζεται το μέλι εκείνο που με βάση τα χαρακτηριστικά του, κατατάσσεται σε μία κατηγορία μελιού συγκεκριμένης φυτικής προέλευσης (Θρασυβούλου και συνεργάτες, 2002).

Τα συστατικά του μελιού που χρησιμοποιούνται για την ταυτοποίηση του, χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες.

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα γνωστά φυσικοχημικά και μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του μελιού, που στηρίζουν κυρίως την ταυτότητα του προϊόντος, βάση των νομοθετημένων ποιοτικών κριτηρίων, όπως είναι τα σάκχαρα, τα ένζυμα, η ΗΜΦ, η αγωγιμότητα, η οξύτητα, το φάσμα των γυρεόκοκκων κ.α. Τα χαρακτηριστικά αυτά, με τη βοήθεια των γυρεόκοκκων, μπορούν να δώσουν και την βοτανική προέλευση των μελιών.

Στην δεύτερη κατηγορία, ανήκουν ενώσεις που βρίσκονται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις, προέρχονται από τη χλωρίδα της περιοχής και μπορούν να δώσουν πληροφορίες για τη γεωγραφική προέλευση των αμιγών κατηγοριών μελιού. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι πτητικές ενώσεις, τα φλαβονοειδή, τα αμινοξέα, ο συνδυασμός γυρεόκοκκων κ.α. Το σύνολο των ουσιών αυτών περιγράφονται ως μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του μελιού. Επιπρόσθετες πληροφορίες για τη γεωγραφική προέλευση του δείγματος, δίνει η αντιμικροβιακή και η αντιοξειδωτική δράση του μελιού.

Η μελέτη των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του Ελληνικού μελιού ξεκίνησε από το 1932, όταν ο Εμμανουήλ προσδιόρισε τις φυσικές ιδιότητες (χρώμα, οσμή, γεύση, ειδικό βάρος) και ορισμένα χημικά χαρακτηριστικά (υγρασία, τέφρα, σάκχαρα,

οξύτητα κ.α.), 17 δειγμάτων μελιού από διάφορες γεωγραφικές περιοχές της χώρας. Το 1962 ο Κωδούνης συσχέτισε τη χημική σύσταση αμιγών Ελληνικών μελιών (ευκαλύπτου, ερείκης, πεύκου, θυμαριού και ελάτης) με την ταχύτητα κρυστάλλωσής τους. Το 1977 ο Καραούλας και συνεργάτες ταυτοποίησαν τα λιπίδια του Ελληνικού μελιού και ένα χρόνο αργότερα, ο Μαυρίκιος και συνεργάτες (1978) προσδιόρισαν τα ελεύθερα αμινοξέα. Η μελέτη του Ελληνικού μελιού συνεχίστηκε το 1983 από τους Θρασυβούλου και Μπλαδενοπούλου οι οποίοι παρουσίασαν συγκριτικές αναλύσεις ιχνοστοιχείων πευκόμελου και ανθόμελου. Στην ημερίδα μελισσοκομίας που έγινε στη Γερακινή Χαλκιδικής, οι Θρασυβούλου και Μανίκης (1993), Δρίμτζιας (1993) και Μπακανδίτσος και συνεργάτες (1993), παρουσίασαν αποτελέσματα αναλύσεων μεγάλου αριθμού δειγμάτων αμιγών Ελληνικών μελιών. Οι Βαρδαβάκης και συνεργάτες (1994), μελέτησαν τα είδη των ωσμώφιλων ζυμομυκήτων που βρίσκονται στο Ελληνικό μέλι ερείκης, θυμαριού, ηλίανθου, πεύκου και βαμβακιού και οι Τυρπένου (2001) και Τσέλιος και συνεργάτες (2001) τα σάκχαρα. Στον διεθνή χώρο, η ταυτότητα του Ελληνικού μελιού τεκμηριώθηκε με ερευνητικές εργασίες που δημοσιεύτηκαν από τους Thrasynoulou και Mnikis (1995), Drimtjias και Karabournioti (1995), Karabournioti και Drimtjias (1996), Tsigouri και Pasaloglou (2001) και Mnikis και Thrasynoulou (2001). Όλες οι προαναφερθείσες βιβλιογραφίες περιλαμβάνονται στην εργασία των Θρασυβούλου και συνεργάτες (2002) και δεν περιέχονται στη βιβλιογραφία της παρούσας μελέτης πλην όσων χρησιμοποιήθηκαν σε άλλα σημεία αυτής.

Μεγάλη σημασία στον καθορισμό της ποιότητας ενός μελιού έχουν και τα οργανοληπτικά και μακροσκοπικά χαρακτηριστικά του, δηλαδή η γεύση, το άρωμα, το χρώμα, η ρευστότητα και γενικά η εμφάνισή του. Άλλωστε τα χαρακτηριστικά αυτά είναι εκείνα που τελικά επηρεάζουν την προτίμηση του καταναλωτή στην μία ή την άλλη κατηγορία μελιού.

Η γεύση του μελιού είναι χαρακτηριστική της βοτανικής προέλευσής του. Οι διάφορες κατηγορίες μελιού, αρέσουν περισσότερο ή λιγότερο, ανάλογα με τις γευστικές συνήθειες του καταναλωτή. Σε αρκετές περιοχές ο καταναλωτής δείχνει να

προτιμά το είδος μελιού που του προσφέρεται συχνότερα. Στη Χαλκιδική για παράδειγμα, προτιμάται το πευκόμελο, στην Πελοπόννησο το μέλι ελάτης και στα νησιά το θυμαρίσιο. Το φαινόμενο επεκτείνεται και μεταξύ του ντόπιου και του εισαγόμενου μελιού μιας χώρας. Σε αρκετές χώρες οι καταναλωτές δείχνουν προτίμηση στο εγχώριο, παρά στο εισαγόμενο μέλι.

Παρά το γεγονός ότι το χρώμα σχετίζεται επίσης περισσότερο με την βοτανική προέλευση και λιγότερο με την ποιότητα του μελιού, η προτίμηση του καταναλωτή καθορίζεται τις περισσότερες φορές με βάση το χρώμα του προϊόντος. Το μεγαλύτερο ποσοστό των Ελλήνων καταναλωτών, δείχνει προτίμηση στο μέλι με ανοικτό λαμπερό χρωματισμό, αγνοώντας το γεγονός ότι αρκετές αμιγείς κατηγορίες, όπως για παράδειγμα του πεύκου, της ελάτης, της καστανιάς, της ερείκης κ.α., είναι από τη φύση τους σκοτεινόχρωμες και έχουν μειωμένη διαύγεια. Οι τυποποιητές, διακινητές μελιού, λαμβάνουν σοβαρά υπ' όψη τους την προτίμηση του καταναλωτή και προσφέρουν συσκευασίες μελιού με το χρώμα που τον προσελκύει περισσότερο. Πρέπει όμως να επισημάνουμε ότι ποιοτικά καλό, είναι το μέλι που διατηρεί τον τυπικό χρωματισμό της φυτικής του προέλευσης.

Διάφορα άλλα χαρακτηριστικά της εμφάνισης του προϊόντος όπως είναι η καθαρότητα, η παρουσία αφρού στην επιφάνεια, η συσκευασία και η κρυστάλλωση, παίζουν σπουδαίο ρόλο στην προτίμηση του καταναλωτή, αλλά και στη ποιότητα του μελιού. Ένα ρευστό μέλι, σε πρωτότυπη και ελκυστική συσκευασία, σε βάζο πολλαπλής χρήσης, τραβά πάντα το ενδιαφέρον του καταναλωτή-αγοραστή.

Στη συνέχεια ακολουθεί λεπτομερής περιγραφή των φυσικοχημικών και μικροσκοπικών χαρακτηριστικών των αμιγών κατηγοριών ελληνικών μελιών, όπως παρουσιάστηκαν από τους Θρασυβούλου και συνεργάτες (2002).

### **3.1. ΜΕΛΙ ΠΕΥΚΟΥ**

Το 65% περίπου της συνολικής παραγωγής του μελιού στην Ελλάδα, είναι πευκόμελο. Το μέλι προέρχεται από τις μελιτώδεις εκκρίσεις του εντόμου *Marchalina*

*hellenica* γνωστό ως «βαμβακάδα», «εργάτης», «μικρόβιο» ή «παράσιτο» του πεύκου. Ο «εργάτης» βρίσκεται σε αρκετές περιοχές της χώρας και κυρίως στη Θάσο, στη Χαλκιδική, στην Εύβοια, στη Σκόπελο, στη Σκιάθο, στη Ζάκυνθο, στη Ρόδο, στην Κρήτη κ.τ.λ.

### **3.1.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά πευκόμελου**

Το πευκόμελο έχει τα τυπικά χαρακτηριστικά μελιού μελιτώματος, δηλαδή υψηλή συγκέντρωση τέφρας, υψηλό pH και αγωγιμότητα και χαμηλά ανάγοντα σάκχαρα (Πιν. 3.1.1.). Οι χαμηλές συγκεντρώσεις αναγόντων σακχάρων (>52,9%) δημιουργούσαν προβλήματα διακίνησης του πευκόμελου κατά το παρελθόν γιατί δεν ανταποκρίνονταν πάντα στο όριο (>60%) που θέτει η νομοθεσία ελέγχου του μελιού (Π.Δ. 198/1983). Η νέα οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2001/110 ΕΚ) η οποία ισχύει από τον Αύγουστο του 2003, καταργεί τα ανάγοντα σάκχαρα, και αντί αυτών χρησιμοποιεί το άθροισμα της γλυκόζης και της φρουκτόζης, στο οποίο τα Ελληνικά πευκόμελα ανταποκρίνονται. Τα υπόλοιπα αγορανομικά χαρακτηριστικά του πευκόμελου δεν παρουσιάζουν ιδιομορφία.

Λόγω της χαμηλής φυσικής περιεκτικότητας του πευκόμελου σε γλυκόζη, η κρυστάλλωσή του γίνεται με αρκετά βραδύ ρυθμό. Τα αμιγή πευκόμελα παραμένουν ρευστά για περισσότερο από ενάμισι χρόνο, ενώ η ανάμιξή τους με μέλι βαμβακιού, ερείκης, ηλίανθου ή πολυκόμβου κρυσταλλώνουν σε 2-5 μήνες. Το χρώμα των πευκόμελων είναι χαρακτηριστικό. Συνήθως στρέφουν το επίπεδο του πολωμένου φωτός δεξιά (δεξιόστροφα) και έχουν ηλεκτρική αγωγιμότητα υψηλή (>1,0 mS.cm<sup>-1</sup>). Σύμφωνα με το ελληνικό Υπ.Α.Α.Τ., τα ελληνικά πευκόμελα πρέπει να έχουν αγωγιμότητα μεγαλύτερη από 0,9 mS.cm<sup>-1</sup>.

Άτομα εξοικειωμένα με τις διάφορες γεύσεις μελιών, μπορούν να ξεχωρίσουν εύκολα ένα πευκόμελο από ένα ανθόμελο. Το πευκόμελο που παράγεται την Άνοιξη, δεν είναι το ίδιο με εκείνο του Φθινοπώρου. Είναι πιο ανοιχτόχρωμο, πιο διαυγές, έχει ιδιαίτερο άρωμα, η HMF είναι πιο χαμηλή και στο ίζημα του βρίσκονται γυρεόκοκκοι πεύκου.

**Πίνακας 3.1.1.:** Η χημική σύσταση του ελληνικού πευκόμελου (Θρασυβούλου, Μανίκης, Τανανάκη, Τσέλλιος, Καραμπουρνιώτη, Δήμου 2001).

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

Η θρεπτική αξία του πευκόμελου οφείλεται στο μεγάλο αριθμό διαφορετικών ουσιών που συνυπάρχουν στη σύστασή του. Ξεχωριστή θέση κατέχουν τα ιχνοστοιχεία, τα οποία βρίσκονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις στο Ελληνικό πευκόμελο, χαρακτηρίζοντάς το ως μέλι υψηλής θρεπτικής αξίας.



### 3.1.2 Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά πευκόμελου

Ο μεγάλος αριθμός ειδών γυρεόκοκκων που βρίσκεται στα ελληνικά πευκόμελα μπορεί να εξηγηθεί ως δευτερογενής επιβάρυνση του προϊόντος από την αποθηκευμένη ανοιξιιάτικη γύρη. Είναι γνωστό πως ο γόνος στα πευκοδάση το Φθινόπωρο λιγοστεύει σημαντικά και αρκετή γύρη που βρίσκεται στα στεφάνια του γόνου, σκεπάζεται με μέλι. Αρκετοί μελισσοκόμοι τρυγάνε τα πλαίσια αυτά δύο και τρεις φορές, με αποτέλεσμα μέρος από την αποθηκευμένη γύρη να πέσει στο μέλι κατά τη διαδικασία της φυγοκέντρωσης. Επιπρόσθετη γύρη στα πευκόμελα μπορεί να βρεθεί από τα αποθηκευμένα ανοιξιιάτικα ή καλοκαιρινά μέλια, τα οποία αφήνονται στις κερήθρες και τρυγιούνται μαζί με το φθινοπωρινό πευκόμελο.

Γυρεόκοκκοι που ανιχνεύονται στα Ελληνικά πευκόμελα, είναι κυρίως γυρεόκοκκοι καστανιάς και ερείκης, σε ποσοστά από 1%-45%. Στο ανοιξιιάτικο πευκόμελο συναντώνται γυρεόκοκκοι πεύκου.

### 3.2. ΜΕΛΙ ΕΛΑΤΗΣ

Το μέλι ελάτης αποτελεί σημαντική πηγή εισοδήματος για τον Έλληνα μελισσοκόμο, αφού συμβάλει κατά 5%-10% στην συνολική ετήσια παραγωγή του μελιού στην Ελλάδα.

Στην Ελλάδα απαντάται η **ελάτη η κεφαλληνιακή** (*Abies cerhalonica*), που καλύπτει μεγάλες εκτάσεις στις ορεινές περιοχές νότια του Ολύμπου, στην Ευρυτανία, στο Περούλι, στον Ταΰγετο, στην Αρκαδία, στην Πάρνηθα κ.α. Η **ευρωπαϊκή ελάτη** (*Abies alba* ή *Abies pectinata*), φύεται σε όλη την Ευρώπη μέχρι τον Καύκασο και συναντάται μόνο σε μεμονωμένα σημεία των βορείων ελληνικών συνόρων (βορείως της οροσειράς του Ολύμπου). Στην οροσειρά της Πίνδου συναντάται η **υβριδογενής ελάτη** (*Abies hidrida* ή *Abies borisii*), η οποία είναι διασταύρωση της ευρωπαϊκής ελάτης με την ελληνική.

Σύμφωνα με τον Santas (1983, 1988), στα ελληνικά δάση ελάτης παρασιτούν τα κοκκοειδή *Physokermes hemicryphus* και *Eulecanium sericeum* και οι αφίδες *Mindarus*

*abierinus*, *Cinara confines* και *Cinara pertinata* που παράγουν μελιτώδεις εκκρίσεις εκμεταλλεύσιμες από τις μέλισσες. Το σημαντικότερο από τα έντομα αυτά, είναι το *Physokermes hemicryphus* το οποίο παρασιτεί στην ευρωπαϊκή και κεφαλληνιακή ελάτη και οι αποδόσεις μπορεί να φτάσουν ως 30 κιλά μελιού ανά μελίσι.

Το μέλι ελάτης είναι από τις κατηγορίες ελληνικού μελιού με ιδιαίτερα καλή γεύση και χαρακτηριστική εμφάνιση, παράμετροι που το κάνουν να ξεχωρίζει. Το χρώμα και η εμφάνιση του ποικίλουν ανάλογα με τον τόπο προέλευσής του. Για παράδειγμα, το μέλι ελάτης που παράγεται στην περιοχή Βυτίνα Αρκαδίας, έχει ιδιαίτερη, χαρακτηριστική εμφάνιση λόγω των μεταλλικών ανταυγείων που δημιουργούνται στο εσωτερικό του, είναι ιδιαίτερα πυκνόρρευστο και φέρει την ονομασία «έλατο βανίλιας». Για το μέλι Ελάτης Μαινάλου-Βανίλιας, αναγνωρίστηκε Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης (Απόφαση 313049 ΦΕΚ/Β 16.1.1994) με χημικά χαρακτηριστικά εκείνα του μελιού ελάτης και με επιπλέον χαρακτηριστικό την υγρασία (14%-15,5%) και τη φαινόμενη σακχαρόζη (8%-18%).

Λόγω του χαμηλού του ποσοστού σε γλυκόζη, δεν κρυσταλλώνει, γεγονός που το κάνει περιζήτητο για ανάμιξη σε εμπορικούς τύπους.

### **3.2.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού ελάτης**

Τα χημικά χαρακτηριστικά του ελληνικού μελιού ελάτης, καταγράφονται αναλυτικά στον Πίνακα 3.2.1 Από τον πίνακα παρατηρείται ότι το μέλι ελάτης παρουσιάζει χαμηλό ποσοστό υγρασίας (Μ.Ο. 15,2%). Μερικά δείγματα βρέθηκαν με υγρασία χαμηλότερη του 14%, γεγονός που όπως είναι γνωστό, ευνοεί τη γρήγορη κρυστάλλωση του μελιού. Η κρυστάλλωση όμως αποτρέπεται λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας του μελιού ελάτης σε γλυκόζη.

Το pH του είναι υψηλότερο από όλες τις άλλες κατηγορίες μελιού. Όσο υψηλότερο είναι το pH ενός μελιού, με τόσο βραδύτερο ρυθμό αυξάνεται η συγκέντρωση της HMF. Έτσι, το μέλι ελάτης αλλοιώνεται με βραδύτερο ρυθμό, συγκριτικά με τις άλλες κατηγορίες μελιού και ιδιαίτερα με τα ανθόμελα, που έχουν

χαμηλό pH. Η αγωγιμότητα του ελατόμελου είναι επίσης υψηλή και σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία θα πρέπει να έχει αγωγιμότητα μεγαλύτερη από 1 mS.cm<sup>-1</sup>.

**Πίνακας 3.2.1.:** Η χημική σύσταση του Ελληνικού μελιού ελάτης (Θρασυβούλου, Μανίκης, Τανανάκη, Τσέλλιος, Καραμπουρνιώτη, Δήμου 2001).

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

Επίσης, παρατηρείται χαμηλή περιεκτικότητα σε ανάγοντα σάκχαρα, δηλαδή χαμηλή φυσική περιεκτικότητα σε δεξτρόζη και φρουκτόζη. Η ιδιαιτερότητα αυτή αναφέρθηκε πρώτα από τον Κωδούνη (1962), ο οποίος βρήκε σε αντιπροσωπευτικό δείγμα μελιού ελάτης ανάγοντα σάκχαρα 58,78%. Από αναλύσεις που έγιναν στο Α.Π.Θ. και το Γερμανικό Ινστιτούτο της Βρέμης, διαπιστώθηκε ότι το 83% των

δειγμάτων του μελιού ελάτης που εξετάστηκαν, είχαν ανάγοντα σάκχαρα κάτω από 60%. Επίσης, η ομάδα εργασίας για το μέλι του Υπουργείου Γεωργίας, στην έκθεσή της αναφέρει ανάγοντα σάκχαρα σε 16 δείγματα πευκόμελου και μελιού ελάτης από 51,53% έως 69,89% και μέσο όρο 58,7%. Με τη νέα οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2001/110 ΕΚ) τα ανάγοντα σάκχαρα καταργούνται ως ποιοτικό κριτήριο και αντί αυτού χρησιμοποιείται το άθροισμα γλυκόζης και φρουκτόζης (>45%). Στο νέο αυτό κριτήριο, τα μέλια ελάτης επίσης δεν ανταποκρίνονται (Πιν. 3.2.1).

### **3.2.2 Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά μελιού ελάτης**

Από τα μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του μελιού ελάτης, μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι γυρεόκοκκοι των ειδών Brassicaceae, Labiatae και Pyrus/Prunus, που βρίσκονται σε ποσοστά 3%-15%. Γυρεόκοκκοι ερείκης συναντώνται επίσης, σε μικρότερες όμως συγκεντρώσεις (1%-3%).

## **3.3. ΜΕΛΙ ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ**

Παράγεται από το νέκταρ και τις μελιτώδεις εκκρίσεις της Καστανιάς (*Castanea sativa*), που είναι αξιόλογο μελισσοκομικό φυτό και αρκετά διαδεδομένο στην ορεινή ζώνη της χώρας μας. Στη Μακεδονία το μέλι καστανιάς συλλέγεται κυρίως στην χερσόνησο του Άθω (Άγιο Όρος). Οι μελιτώδεις εκκρίσεις παράγονται από την αφίδα *Myzocallis castanicola* που εγκαθίσταται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων, αλλά και πάνω στα εχινόμορφα κύπελλα που περιβάλλουν τους καρπούς. Οι μελιτώδεις εκκρίσεις ξεκινούν τον Μάιο και συνεχίζονται μέχρι τον Ιούλιο και αργότερα (Santas, 1995).

### **3.3.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού καστανιάς**

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.3.1 που παρατίθεται η χημική σύνθεση του ελληνικού μελιού καστανιάς, οι τιμές τέφρας, pH, αναγόντων σακχάρων και αγωγιμότητας, είναι οι χαρακτηριστικές μελιού μελιτώματος, το καστανόμελο όμως,

κατατάσσεται στα ανθόμελα, γιατί είναι αριστερόστροφο. Το ελληνικό μέλι καστανιάς δεν διαφέρει από το αντίστοιχο μέλι της ίδιας βοτανικής προέλευσης που παράγεται σε άλλες χώρες (Accorti *et al.* 1986; Persano Oddo 1995). Όλα χαρακτηρίζονται από υψηλές τιμές pH, αγωγιμότητας, τέφρας και υψηλές συγκεντρώσεις ενζύμων.

**Πίνακας 3.3.1:** Η χημική σύσταση του Ελληνικού μελιού καστανιάς (Θρασυβούλου, Μανίκης, Τανανάκη, Τσέλλιος, Καραμπουρνιώτη, Δήμου 2001).

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

Το μέλι καστανιάς έχει μικρότερη περιεκτικότητα σε ζύμες και ανθίσταται περισσότερο στη ζύμωση από άλλα μέλια. Ως προς το χρώμα ποικίλει ανάλογα με τον τόπο προέλευσης από ανοικτό μέχρι σκούρο καφέ, ακόμα και μαύρο όταν πρόκειται για μελίτωμα. Η γεύση του είναι δυνατή, έντονη, πικρή και με διάρκεια και συνοδεύει την δυνατή εντύπωση που προκαλεί το άρωμά του. Η γεύση και το άρωμα του μελιού καστανιάς είναι τόσο δυνατό και χαρακτηριστικό, που μια μικρή αναλογία του

υπερκαλύπτει τη γεύση άλλων μελιών. Σύμφωνα με τον Caillas (1971), το μέλι καστανιάς επιταχύνει την κυκλοφορία του αίματος και δρα ως στυπτικό σε μερικές περιπτώσεις δυσεντερίας.

Στη νέα οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης το μέλι καστανιάς αναφέρεται ως ανθόμελο με χαρακτηριστικά μελιτώματος (κατ' εξαίρεση). Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να αναγράφεται στην ετικέτα συσκευασίας του η βοτανική του προέλευση, είτε αυτό διατίθεται αμιγές, είτε σε ανάμιξη. Λόγω αυτής της ιδιαιτερότητας θα πρέπει να έχει αγωγιμότητα μεγαλύτερη από  $1,1 \text{ mS.cm}^{-1}$ .

### **3.3.2 Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά μελιού καστανιάς**

Η γύρη της καστανιάς είναι άφθονη και η πυκνότητα των γυρεόκοκκων στην μικροσκοπική ανάλυση πάρα πολύ μεγάλη. Το μέλι θεωρείται ότι προέρχεται αμιγώς από καστανιά, εάν το ποσοστό γυρεόκοκκων καστανιάς ξεπερνά το 90% του συνόλου (Louveaux *et al.* 1978). Ο μέσος όρος των γυρεόκοκκων καστανιάς στα ελληνικά μέλια καστανιάς βρέθηκε  $90,4\% \pm 4,5\%$ , με το μέγιστο 95% και το ελάχιστο 85%. Σύμφωνα με τη νομοθεσία, το αμιγές μέλι καστανιάς περιέχει τουλάχιστον 87% γυρεόκοκκους καστανιάς, ενώ ο συνολικός αριθμός αυτών είναι τουλάχιστον 100.000 ανά 10 γρ. μελιού.

### **3.4. ΘΥΜΑΡΙΣΙΟ ΜΕΛΙ**

Από τους 12.000 περίπου τόνους μέλι που παράγει ετησίως η χώρα μας, οι 1.000, δηλαδή το 10% περίπου, είναι θυμαρίσιο. Το θυμαρίσιο μέλι θεωρείται και είναι άριστης ποιότητας λόγω του εξαιρετικού αρώματος και γεύσης που διαθέτει. Παράγεται κυρίως στα νησιά, αλλά και σε περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας που φυτρώνουν διάφορα είδη θυμαριού. Το θυμαρίσιο μέλι έχει ευχάριστη γεύση, αλλά μερικές φορές, λόγω της υψηλής συγκέντρωσης σε φρουκτόζη, δίνει την αίσθηση «καψίματος» στο λάρυγγα. Το άρωμά του είναι ευχάριστο και χαρακτηριστικό.

Αναφέρεται ότι το θυμαρίσιο μέλι είναι τονωτικό, έχει αντισηπτικές ιδιότητες, αυξάνει την ενεργητικότητα και τις φυσικές δυνάμεις του ανθρώπου (Kagias 1971).

#### **3.4.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά θυμαρίσιου μελιού**

Τα χημικά χαρακτηριστικά του θυμαρίσιου μελιού, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.4.1, ανταποκρίνονται στις νομοθετημένες αγορανομικές διατάξεις του Προεδρικού Διατάγματος 498, όχι όμως και της Οδηγίας 110/2001 ΕΚ όσων αφορά το άθροισμα φρουκτόζης+γλυκόζης. Σε ακραίες περιπτώσεις το θυμαρίσιο μέλι πιθανό να έχει άθροισμα των δύο αυτών σακχάρων μικρότερο από το όριο του 60%. Χαρακτηριστικοί παράμετροι για το θυμαρίσιο μέλι είναι τα υψηλά ποσοστά των ενζύμων διαστάση και προλίνη.

Το θυμαρίσιο μέλι έχει χαρακτηριστικό ανοικτό χρώμα και ανάλογα με τον αμιγή του χαρακτήρα κρυσταλλώνει σε 6 έως 18 μήνες. Σύμφωνα με τη νομοθεσία, η αγωγιμότητά του δεν πρέπει να υπερβαίνει τα  $0,6 \text{ mS.cm}^{-1}$ .

#### **3.4.2 Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά θυμαρίσιου μελιού**

Λόγω της σημαντικής εμπορικής αξίας του θυμαρίσιου μελιού, είναι ποικίλα τα ποσοστά εκείνα των γυρεόκοκκων που αναφέρονται ότι προσδίδουν τον αμιγή χαρακτήρα του προϊόντος. Για παράδειγμα οι Ιταλοί (Persano Oddo *et al.*, 1995) αναφέρουν ως θυμαρίσια τα δείγματα με ποσοστά γυρεόκοκκων θυμαριού πάνω από 15%, ενώ οι Θρασυβούλου και Μανίκης (1995), το ποσοστό 25%. Στα Ελληνικά μέλια με οργανοληπτικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά θυμαρίσιου μελιού βρέθηκαν ποσοστά γυρεόκοκκων από 7,8% έως 85,1%. Για τον καθορισμό των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του ελληνικού θυμαρίσιου μελιού του Πίνακα 3.4, τα δείγματα είχαν ποσοστά γυρεόκοκκων θυμαριού πάνω από 35%. Σύμφωνα με την τρέχουσα νομοθεσία, το θυμαρίσιο μέλι πρέπει να περιέχει περισσότερο από 18% γυρεόκοκκους θυμαριού σε σύνολο γυρεοκόκκων το πολύ 90.000 ανά 10 γρ. μελιού.

**Πίνακας 3.4.1.:** Η χημική σύσταση του Ελληνικού θυμαρίσιου μελιού (Θρασυβούλου, Μανίκης, Τανανάκη, Τσέλλιος, Καραμπουρνιώτη, Δήμου 2001).

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

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

### 3.5. ΜΕΛΙ ΕΡΕΙΚΗΣ

Στην Ελλάδα υπάρχουν τέσσερα φυτά της οικογένειας των Ερεικωδών, από την νεκταροέκκριση των οποίων παράγονται αντίστοιχοι τύποι μελιών. Η φθινοπωρινή ερείκη, γνωστή και ως «σουσούρα» (*Erica verticillata*), η ανοιξιάτικη ερείκη (*Erica arborea*), η Κουμαριά (*Arbutus unedo*) και το Ροδόδενδρο (*Rhododendron*).



Το μέλι της φθινοπωρινής ερείκης (σουσούρα) παράγεται σε μεγάλες ποσότητες σε πολλές περιοχές της χώρας. Είναι προϊόν με ιδιαίτερα υψηλή θρεπτική αξία γι' αυτό και η διάθεσή του γίνεται συχνά από τα καταστήματα υγιεινής διατροφής.

Το μέλι κουμαριάς είναι τονωτικό για τα μελίσσια, είναι όμως υπόπικρο για τον άνθρωπο και με περιορισμένη εμπορική αξία. Συνήθως δεν συλλέγεται αλλά αφήνεται στις κυψέλες για το ξεχειμώνιασμα του μελισσιού.

Το ερεικόμελο θεωρείται υψηλής θρεπτικής και διατροφικής αξίας, τονωτικό για τον ανθρώπινο οργανισμό, δεν υπάρχουν όμως δημοσιευμένα αποτελέσματα επιστημονικών ερευνών που να τεκμηριώνουν τις παρατηρήσεις αυτές.

Το μέλι που παράγεται από τα τέσσερα αυτά φυτά έχει διαφορετικές ιδιότητες, γι' αυτό και εξετάζεται χωριστά.

### **3.5.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού ερείκης**

**α) Μέλι της φθινοπωρινής ερείκης (σουσούρας):** Από τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά (Πιν. 3.5.1.) ξεχωρίζουν είναι οι τιμές υγρασίας που είναι συγκριτικά με άλλες κατηγορίες μελιού υψηλές. Μάλιστα σε ορισμένες περιπτώσεις υπερβαίνουν το όριο των αγορανομικών διατάξεων (20%). Η υπέρβαση αυτή γίνεται δεκτή από τις αγορανομικές διατάξεις ως ιδιομορφία κατ' εξαίρεση για το ερεικόμελο.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι επίσης σχετικά υψηλή και βρίσκεται ανάμεσα στις τιμές των ανθόμελων και των δασόμελων, γεγονός που επιτρέπει τη διάκριση του ερεικόμελου από τα άλλα ανθόμελα.

Το χρώμα του φθινοπωρινού ερεικόμελου είναι κοκκινωπό, η γεύση και το άρωμά του χαρακτηριστική. Λόγω της φυσικής περιεκτικότητάς του σε γλυκόζη, κρυσταλλώνει πολύ γρήγορα (1-3 μήνες), γι' αυτό και δεν προσφέρεται για ανάμιξη με άλλα μέλια και δημιουργία εμπορικών τύπων (χαρμάνια). Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή γιατί ξινίζει πιο εύκολα από τα άλλα είδη μελιών λόγω της υψηλής του υγρασίας και της μεγάλης του περιεκτικότητας σε σακχαρομύκητες.

**Πίνακας 3.5.1.:** Η χημική σύσταση του Ελληνικού μελιού ερείκης (Θρασυβούλου, Μανίκης, Τανανάκη, Τσέλλιος, Καραμπουρνιώτη, Δήμου 2001).

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

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

**γ) Μέλι κουμαριάς:** Δεν υπάρχουν στοιχεία για την χημική του σύνθεση και τις φυσικές του ιδιότητες.

**δ) Μέλι ροδόδενδρου:** Είναι, από την Κύρου Ανάβαση του Ξενοφώντα, γνωστή η ιστορία των «μυρίων» που δηλητηριάστηκαν από μέλι το οποίο, όπως αποδείχθηκε, προερχόταν από ένα είδος Ροδόδενδρου. Υπάρχουν περίπου 400 είδη Ροδόδενδρου. Στην Ελλάδα συναντώνται κυρίως η Αζαλέα, η Κάλμια και η Ασκληπιάς. Το μέλι που προέρχεται από τα φυτά αυτά, πριν ωριμάσει περιέχει την ουσία *ανδρομεδοτοξίνη*, η οποία είναι τοξική τόσο για τις μέλισσες όσο και για τον

άνθρωπο. Όταν το μέλι ωριμάσει πλήρως, η τοξικότητα της ουσίας αυτής εξαφανίζεται. Πιστεύεται ότι η δηλητηρίαση των «μυρίων» οφείλεται στην κατανάλωση ανώριμου μελιού ροδόδενδρου, που πάρθηκε από κηρήθρες πριν σφραγιστούν (Olszowgy, 1977). Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, οι περιπτώσεις δηλητηρίασης από μέλι ροδόδενδρου είναι τόσο σπάνιες που θα μπορούσε κανείς να τις κατατάξει μάλλον σε αλλεργική αντίδραση του ανθρώπινου οργανισμού (Olszowgy, 1977 Krochmal, 1994).

### **3.5.2 Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά μελιού ερείκης**

Τα αμιγή ερεικόμελα έχουν ποσοστά γυρεόκοκκων ερείκης που ξεπερνούν το 80% και σε μερικές περιπτώσεις φτάνουν το 90%. Η νομοθεσία απαιτεί ένα ελάχιστο ποσοστό του 45%. Οι γυρεόκοκκοι των τεσσάρων φυτών της οικογένειας των Ερεικωδών μοιάζουν τόσο, ώστε να είναι δύσκολη η διάκρισή τους στο κοινό μικροσκόπιο. Συνοδευτικοί γυρεόκοκκοι είναι συνήθως γυρεόκοκκοι Καστανιάς.

## **3.6. ΜΕΛΙ ΗΛΙΑΝΘΟΥ**

Ο ηλίανθος καταλαμβάνει σημαντικές καλλιεργούμενες εκτάσεις στη χώρα μας και δίνει μεγάλη παραγωγή μελιού. Σε μέτριες χρονιές ένα μελίσι μπορεί να συλλέξει από 2,4 έως και 15 κιλά μελιού ηλίανθου, με δυνατότητα μέχρι και 40 κιλά.

### **3.6.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού ηλίανθου**

Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του ηλίανθου αναγράφονται στον Πίνακα 3.6.1. Από αυτά επισημαίνεται το υψηλό ποσοστό υγρασίας που συμβάλλει στο γρήγορο ξίνισμα του προϊόντος, η χαμηλή συγκέντρωση διαστάσης που το κάνει ευαίσθητο στην θέρμανση και οι υψηλές συγκεντρώσεις γλυκόζης που είναι η αιτία της γρήγορης και ανομοιόμορφης κρυστάλλωσής του μελιού αυτής της κατηγορίας. Το μέλι ηλίανθου είναι πλούσιο σε πολυφαινόλες, οι οποίες παίζουν σημαντικό ρόλο

στη διατροφή μας. Επειδή κρυσταλλώνει γρήγορα και έχει βουτυρώδη γεύση, προσφέρεται για λεπτοκρυστάλλωση.

**Πίνακας 3.6.1.:** Η χημική σύσταση του Ελληνικού μελιού ηλιάνθου (Θρασυβούλου, Μανίκης, Τανανάκη, Τσέλλιος, Καραμπουρνιώτη, Δήμου 2001).

ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΕΛΑΧ.-ΜΕΓ. ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	ΣΥΝΤΕΛ. ΠΑΡΑΛ. %
Υγρασία %	40	17,9	15,5-20,6	0,840	4,60
Τέφρα %	40	0,2	0,1-0,4	0,100	50,00
pH	40	3,6	2,9-4,0	0,120	3,30
HMF ppm	40	4,7	1,0-8,2	1,780	37,80
Γλυκόζη %	40	35,4	30,4-39,8	6,260	17,60
Φρουκτόζη %	40	39,7	34,5-46,8	2,740	7,20
Γλυκόζη+Φρουκτόζη %	40	75,1	64,9-86,6	8,300	11,01
Σουκρόζη %	40	0,5	0,3-0,9	-	-
Αγωγιμότητα mS/cm	40	0,42	0,26-0,57	0,220	52,30
Διαστάση DN	40	20,4	12,3-44,2	9,170	44,90
Ιμβερτάση IN	40	27,3	22,5-31,3	4,600	16,80
Προλίνη (mg/Kg)	40	665	298-1199	352	52,90
Ελεύθερη οξύτητα (meq/Kg)	40	21,4	10,3-35,4	6,700	31,30
Συνολική οξύτητα (meq/Kg)	40	25,4	15,4-36,2	5,400	21,20
Γυρεόκοκκοι %	20	40,5	21,1-81,1	17,700	43,70
Κάλιο (mg/Kg)	20	0,88	0,65-1,10	0,200	22,90
Νάτριο (mg/Kg)	20	0,05	0,05-0,05	0,000	0,00
Ασβέστιο (mg/Kg)	20	4,7	3,2-5,6	1,000	20,30
Μαγνήσιο (mg/Kg)	20	4,3	1,2-9,6	2,500	58,60
Μαγγάνιο (mg/Kg)	20	0,006	0,01-0,013	0,004	72,10
Σίδηρος (mg/Kg)	20	0,022	0,005-0,046	0,013	57,70
Χαλκός (mg/Kg)	20	0,013	0,005-0,026	0,007	48,60

### 3.6.2 Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά μελιού ηλιάνθου

Στα Ελληνικά αμιγή μέλια ηλιάνθου, το ποσοστό γυρεόκοκκων ηλιάνθου κυμαίνονται από 21,1% έως 81,7%. Τα ποσοστά αυτά θεωρούνται υψηλά δεδομένου ότι το μέλι ηλιάνθου κατατάσσεται στις κατηγορίες εκείνες των μελιών που είναι φτωχά σε ποσοστά κυρίαρχων γυρεόκοκκων. Πάντως, σύμφωνα με τη νομοθεσία, το μέλι από ηλιάνθο πρέπει να περιέχει τουλάχιστον 20% γυρεόκοκκους του φυτού, ενώ ο συνολικός αριθμός τους δεν πρέπει να είναι πάνω από 55.000 ανά 10 γρ. μελιού.

### **3.7. ΜΕΛΙ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ (ΒΑΜΒΑΚΟΜΕΛΟ)**

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

Οι μέλισσες συλλέγουν νέκταρ από τα ανθικά και εξωανθικά νεκτάρια του φυτού του βαμβακιού, καθώς και το μελίτωμα που εκκρίνουν διάφορα έντομα που παρασιτούν την καλλιέργεια (αφίδες, αλευρώδεις, μερικά Ημίπτερα κ.α.). Συχνά οι μέλισσες δείχνουν προτίμηση στα εξωανθικά νεκτάρια και τα μελιτώματα που είναι πλουσιότερα σε σάκχαρα.

#### **3.7.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά βαμβακόμελου**

Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του βαμβακόμελου είναι σε γενικές γραμμές τα τυπικά χαρακτηριστικά των ανθόμελων (Πίν. 3.7.1).

Στο μέλι βαμβακιού που προέρχεται από μελιτώματα, το χρώμα είναι ανοιχτόχρωμο και όταν κρυσταλλώνει γίνεται σχεδόν άχρωμο, σε αντίθεση με τα τυπικά μέλια μελιτωμάτων που είναι σκοτεινόχρωμα. Διακρίνεται από το ανθόμελο από την υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα που παρουσιάζει και τη φτωχή περιεκτικότητά του σε γυρεόκοκκους βαμβακιού, που μόλις φτάνουν το 2%-7%. Το μέλι από μελιτώματα βαμβακιού μερικές φορές δεν έχει ιδιαίτερα καλή γεύση. Το βαμβακόμελο που προέρχεται από το άνθος είναι επίσης ανοιχτόχρωμο και όταν κρυσταλλώσει γίνεται γαλακτόχρωμο. Η γεύση του είναι χαρακτηριστική βουτυρώδης.

Σύμφωνα με την ξένη βιβλιογραφία, σε ξηρικά αμμώδη εδάφη, το μέλι από βαμβάκι γίνεται σκοτεινόχρωμο και αποκτά έντονο άρωμα. Τέτοιο μέλι δεν παρατηρήθηκε ακόμα στα δείγματα που συγκεντρώνονται στην Ελλάδα.

Το βαμβακόμελο έχει την υψηλότερη βακτηριοκτόνο δράση από όλα τα άλλα μέλια, αφού είναι το πλουσιότερο σε υπεροξειδίο του υδρογόνου και προσφέρεται

για αναμίξεις με βασιλικό πολτό, καλλυντικά, είδη υγιεινής διατροφής κ.α., με την προϋπόθεση να μην έχει ζεσταθεί.

**Πίνακας 3.7.1.:** Η χημική σύσταση του Ελληνικού βαμβακόμελου (Θρασυβούλου, Μανίκης, Τανανάκη, Τσέλλιος, Καραμπουρνιώτη, Δήμου 2001).

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

### 3.7.2 Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά βαμβακόμελου

Το μέλι βαμβακιού κατατάσσεται και αυτό στις κατηγορίες εκείνες των μελιών που είναι φτωχά σε ποσοστά κυρίαρχων γυρεοκόκκων (Talrey, 1985). Τα αμιγή Ελληνικά μέλια με οργανοληπτικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού από βαμβάκι, είχαν ποσοστά γυρεοκόκκων από 3% έως 45%, ενώ βρέθηκαν συνοδευτικοί γυρεόκοκκοι ερείκης. Το όριο του 3% κρίνεται επαρκές για το βαμβακόμελο, ενώ το σύνολο των γυρεοκόκκων θα πρέπει να είναι το πολύ 90.000 ανά 10 γρ. μελιού.

### **3.8. ΜΕΛΙ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ**

Το μέλι εσπεριδοειδών είναι αρωματικό, με ιδιαίτερα καλά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και με γρήγορο ρυθμό κρυστάλλωσης.

#### **3.8.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μελιού πορτοκαλιάς**

Χαρακτηριστικό της αμιγούς αυτής κατηγορίας μελιού, είναι η χαμηλή φυσική περιεκτικότητα στο ένζυμο διασάση. Οι αγορανομικές διατάξεις αναγνωρίζουν την ιδιαιτερότητα αυτή και δέχονται ως όριο διασάσης για το μέλι εσπεριδοειδών το 3 DU, με τον όρο όμως η HMF να μην υπερβαίνει το 15 mg/Kg. Ο περιορισμός των 15 mg/Kg της HMF, αδικεί το μέλι πορτοκαλιάς, γιατί με την παλαίωση ή την περιορισμένη, εύκολα η HMF μπορεί να ξεπεράσει το όριο και το προϊόν να βρεθεί στην κατηγορία των «βιομηχανικών» μελιών, μολονότι δέχτηκε λιγότερη θερμική επεξεργασία από άλλα κανονικά μέλια.

Στον Πίνακα 3.8.1 δίνονται τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του μελιού από πορτοκάλι. Το άθροισμα γλυκόζης και φρουκτόζης σε ακραίες περιπτώσεις είναι πιθανό να βρίσκεται κάτω από το όριο του 60% που απαιτεί η Οδηγία 110/2001 ΕΚ.

#### **3.8.2 Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά μελιού πορτοκαλιάς**

Το μέλι πορτοκαλιάς είναι άλλο ένα μέλι που κατατάσσεται στις κατηγορίες εκείνες των μελιών που είναι φτωχά σε ποσοστά κυρίαρχων γυρεοκόκκων. Τα ποσοστά γυρεοκόκκων πορτοκαλιάς που βρέθηκαν στα Ελληνικά μέλια πορτοκαλιάς, κυμαίνονται από 7,3% έως 14,1%. Για το μέλι πορτοκαλιάς ισχύει το ελάχιστο όριο του 3% γυρεοκόκκων εσπεριδοειδών και το μέγιστο όριο των 90.000 γυρεοκόκκων ανά 10 γρ. μελιού. Συχνοί συνοδευτικοί γυρεόκοκκοι στο μέλι πορτοκαλιάς, είναι εκείνοι των Brassicaceae, *Erica* spp. και *Trifolium* σε διάφορα ποσοστά.

**Πίνακας 3.8.1.:** Η χημική σύσταση του Ελληνικού μελιού πορτοκαλιάς (Θρασυβούλου, Μανίκης, Τανανάκη, Τσέλλιος, Καραμπουρνιώτη, Δήμου 2001)

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

### 3.9. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΜΙΓΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΜΕΛΙΩΝ

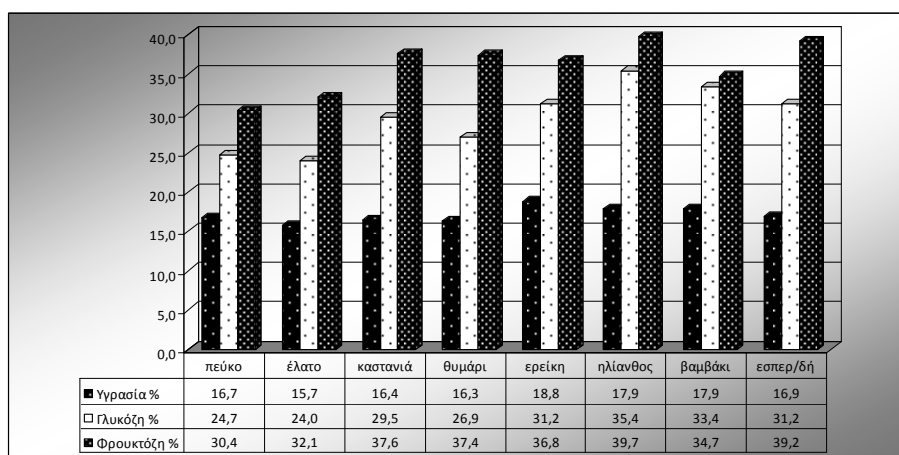
Στον Πίνακα 3.9.1 συνοψίζονται οι μέσες τιμές για τα χαρακτηριστικά των αμιγών κατηγοριών ελληνικών μελιών. Στο Σχήμα 3.1. δίνονται οι περιεκτικότητες του μελιού στα μείζονα συστατικά του, δηλαδή υγρασία, γλυκόζη και φρουκτόζη. Το μέλι ερείκης έχει τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε υγρασία, ενώ το μέλι από έλατο τη μικρότερη. Παρότι, όμως, η υγρασία είναι τόσο χαμηλή, το μέλι αυτό δεν κρυσταλλώνει λόγω της πολύ μικρής περιεκτικότητας σε γλυκόζη. Τα ανθόμελα, με



εξάιρεση το θυμάρι, περιέχουν περισσότερο από 30% γλυκόζη, γεγονός που συνάδει με τη γρήγορη σχετικά κρυστάλλωση. Το θυμαρίσιο μέλι δεν κρυσταλλώνει τόσο γρήγορα, κυρίως επειδή συνήθως περιέχει ποσότητες πεύκου, μέλι που κρυσταλλώνει αργά. Επίσης, η χαμηλή περιεκτικότητα των μελιών μελιτώματος σε φρουκτόζη τα καθιστά πιο απαλά στη γεύση, σε αντίθεση με τα ανθόμελα, τα οποία προκαλούν κάψιμο στο λαιμό κατά την κατανάλωσή τους.

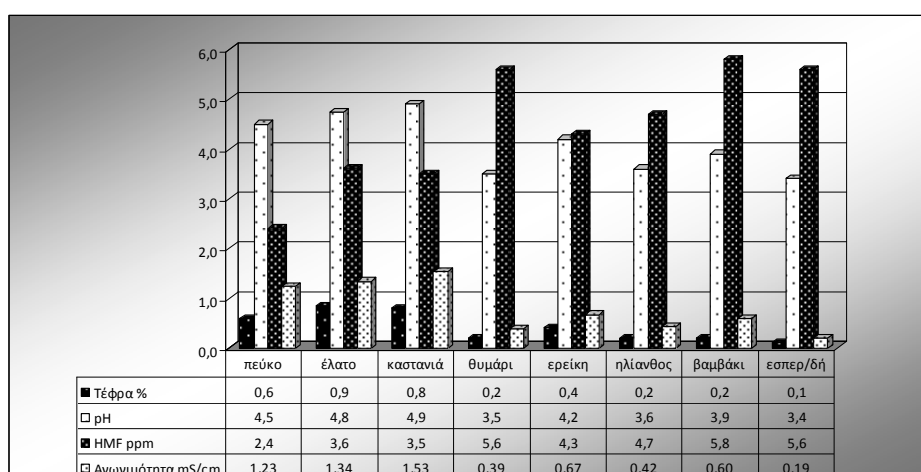
**Πίνακας 3.9.1.:** Συγκεντρτικός πίνακας της σύστασης των αμιγών ελληνικών μελιών (Θρασυβούλου, Μανίκης, Τανανάκη, Τσέλλιος, Καραμπουρνιώτη, Δήμου 2001).

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



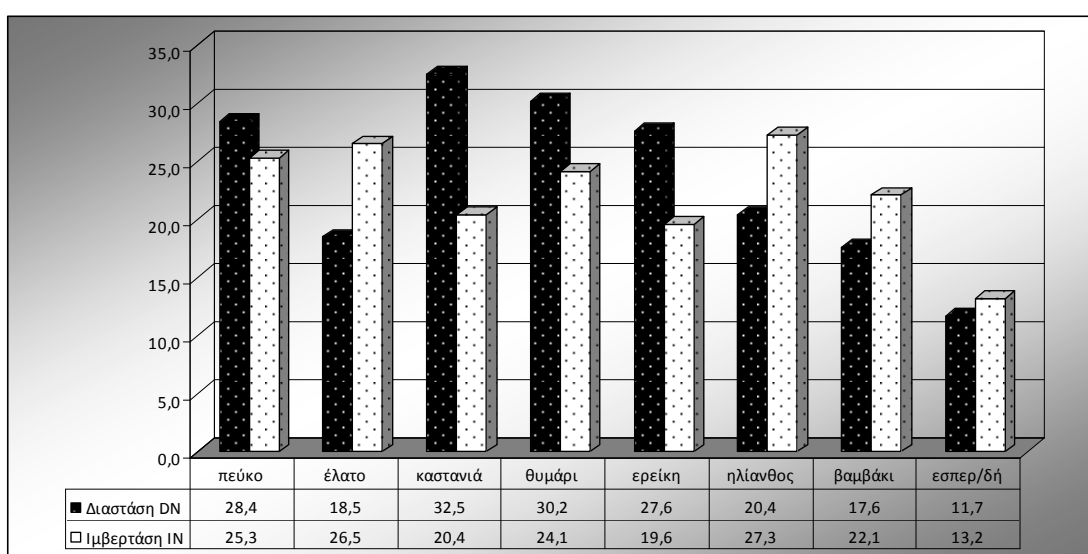
**Σχήμα 3.9.1.:** Περιεκτικότητα των ελληνικών μελιών σε υγρασία, γλυκόζη και φρουκτόζη.

Στο Σχήμα 3.9.2. δίνονται οι τιμές της τέφρας, του pH, της HMF και της αγωγιμότητας. Τα μέλια μελιτώματος και η καστανιά περιέχουν πολύ περισσότερα μέταλλα και ιχνοστοιχεία (τέφρα) σε σύγκριση με τα υπόλοιπα μέλια, γεγονός που τους προσδίδει μεγαλύτερη θρεπτική αξία. Από την τέφρα καθορίζεται και η υψηλή τιμή ηλεκτρικής αγωγιμότητας αυτών των μελιών. Το pH των μελιών μελιτώματος και της καστανιάς είναι υψηλότερο από των υπολοίπων μελιών, το οποίο συναρτάται με τις χαμηλές τιμές της HMF. Όπως έχει αναφερθεί, όσο πιο όξινο είναι το pH του μελιού, τόσο ευνοείται ο σχηματισμός της HMF.



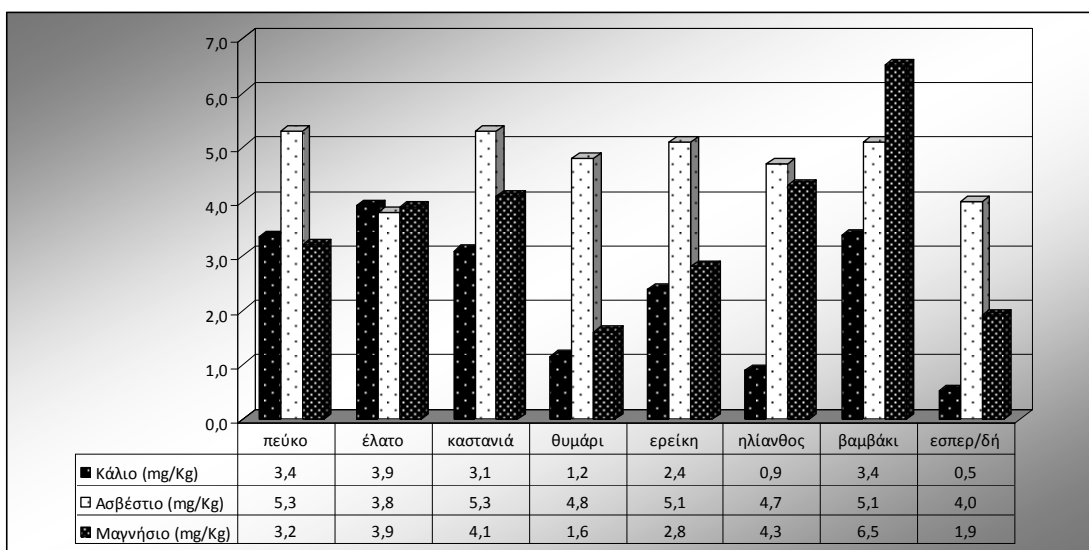
**Σχήμα 3.9.2.:** Περιεκτικότητα των ελληνικών μελιών σε τέφρα και HMF και τιμές του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας αυτών.

Η περιεκτικότητα σε διαστάση και ιμβερτάση δε σχετίζεται με το αν το μέλι είναι ανθέων η μέλι από μελιτώματα (Σχ. 3.9.3). Τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε διαστάση την έχει η καστανιά και τη μικρότερη το μέλι εσπεριδοειδών. Στην περίπτωση της ιμβερτάσης, τη μεγαλύτερη ποσότητα έχει το μέλι από ηλίανθο και τη μικρότερη πάλι το μέλι εσπεριδοειδών. Γενικά, το μέλι από εσπεριδοειδή έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε ένζυμα, γι' αυτό και εξαιρείται του ορίου των 8DN που ισχύει για όλα τα μέλια, έχοντας ως όριο αυτό των 3DN.

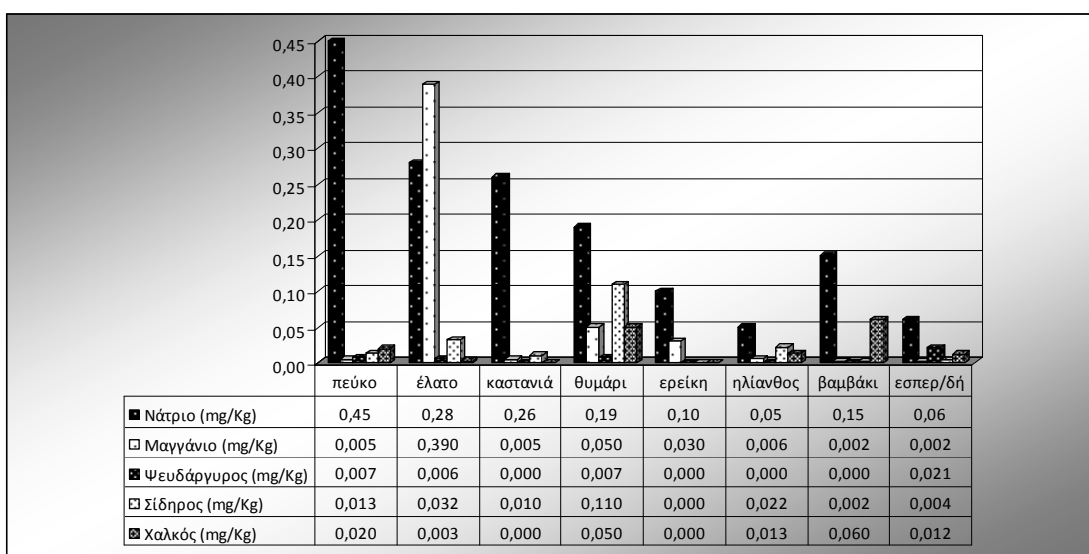


**Σχήμα 3.9.3.:** Περιεκτικότητα των ελληνικών μελιών σε διαστάση και ιμβερτάση.

Αναφορικά με τα επιμέρους μέταλλα του μελιού (Σχ. 3.9.4), βλέπουμε ότι τα μέλια μελιτωμάτων έχουν περισσότερο κάλιο, ενώ για το ασβέστιο υπάρχει μια σχετική ομοιομορφία. Στο μαγνήσιο υπάρχει σημαντική παραλλακτικότητα, με την υψηλότερη τιμή να συναντάται στο μέλι από βαμβάκι. Από το Σχήμα 3.9.5 ξεχωρίζει η μεγάλη περιεκτικότητα του πευκόμελου σε νάτριο και η μακράν υψηλότερη περιεκτικότητα του μελιού από έλατο σε μαγγάνιο. Το μέλι πορτοκαλιάς έχει περισσότερο ψευδάργυρο, το μέλι ελάτου σίδηρο και το θυμαρίσιο χαλκό.

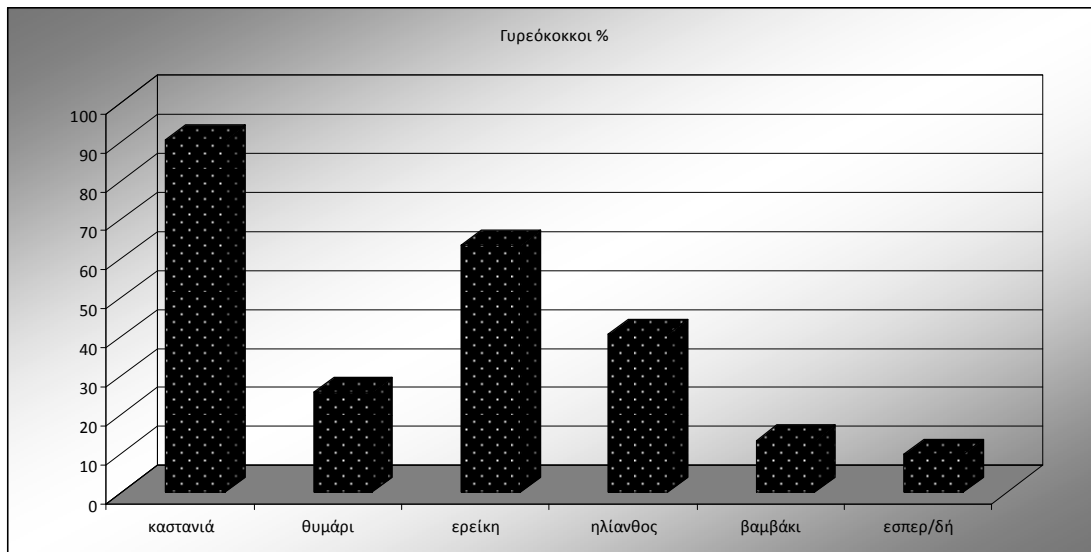


**Σχήμα 3.9.4.:** Περιεκτικότητα των ελληνικών μελιών σε κάλιο, ασβέστιο και μαγνήσιο.



**Σχήμα 3.9.5.:** Περιεκτικότητα των ελληνικών μελιών σε νάτριο, μαγνήσιο, ψευδάργυρο, σίδηρο και χαλκό.

Τέλος, στο Σχήμα 3.9.6 δίνεται η μέση περιεκτικότητα σε γυρεόκοκκους. Η καστανιά περιέχει τους περισσότερους γυρεόκοκκους από καστανιά (κοντά στο 90%), η ερείκη βρίσκεται στη δεύτερη θέση με περίπου 70%, ο ηλιανθος κάπου στη μέση με 45% περίπου, ακολουθεί το θυμάρι με λίγο περισσότερο από 30% και τέλος το βαμβάκι και η πορτοκαλιά με λιγότερο από 10% γυρεόκοκκους κατά μέσο όρο.



**Σχήμα 3.9.6.:** Περιεκτικότητα % των ελληνικών μελιών σε γυρεόκοκκους της βοτανικής πηγής.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **A. Ξενόγλωσση βιβλιογραφία**

- Anklam, E. (1998). A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 63:549-562.
- Bosi, G. and Battaglini, M. (1978). Gas Chromatographic analysis of free and protein amino acids in some unifloral honeys. *Journal of Apicultural Research*, 17:152-166.
- Crane, E., (1990). The traditional hive products: honey and beeswax, Chapter 13, pp: 388-451. In: *Bees and Beekeeping* (Ed. By E. Crane).
- Edgar, J. A., Roeder, E. and Molyneux, R. J. (2002). Honey from plants containing pyrrolizidine alkaloids: a potential threat to health. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50:2719-2730.
- Gheldof, N., Wang, X.-H. and Engeseth, N. J. (2002). Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50:5870–5877.
- Guevas-Glory, L. F., Pino, J. A., Santiago, L. S. and Sauri-Duch, E. (2007). A review of volatile analytical methods for determining the botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 103:1032-1043.
- Kretschmar, J. A., & Baumann, T. W. (1999). Caffeine in *Citrus* flowers. *Phytochemistry*, 52:19-23.
- Lothrop, R. E. and Paine, H. S. (1931). Some properties of honey colloids and the removal of colloids from honey with bentonite. *Industrial and Engineering Chemistry*, 23: 328-332.
- Manikis, I. and Thrasyvoulou, A. (2001). The relation of physicochemical properties characteristics of honey and the crystallization sensitive parameters. *Apiacta*, XXXVI (3):106-112.
- Thrasyvoulou, A. (1986). The use of HMF and diastase activity as criteria of quality of Greek honey. *Journal of Apicultural Research*, 25:186-195.
- Thrasyvoulou, A., Manikis, I. and Tsellios, D. (1994). Liquefying crystallized honey with ultra-sonic waves. *Apidologie*, 25:297-302.
- Thrasyvoulou, A. and Manikis, I. (1995). Some physicochemical and microscopic characteristics of Greek unifloral honeys. *Apidologie*, 26:441-452.

- Thrasynvoulou, A. and Manikis, I. (2001). The relation of physicochemical characteristics of honey and the crystallization sensitive parameters. *Apidologie*, 36:106-112.
- Tomás-Berberán, F. A., Martos, I., Ferreres, F., Radovic, B. S. and Anklam, E. (2001). HPLC flavonoid profiles as markers for the botanical origin of European unifloral honeys. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81:485-496.
- White, J. W., 1975α. Composition of honey. Chapter 5, pp: 157-206. In: *Honey, a comprehensive survey*, (Ed. By E. Crane).
- White, J. W., 1975β. Physical Characteristics of honey. Chapter 6, pp: 207-239. In: *Honey, a comprehensive survey*, (Ed. By E. Crane).
- Wootton, M., Edwards, R. A., Faraji-Haremi, R. and Williams, P. J. (1978). Effect of accelerated storage conditions on the chemical composition and properties of Australian honeys. III. Changes in volatile components. *Journal of Apicultural Research*, 17:167-172.

## **B. Ελληνική βιβλιογραφία**

- Αλυσσανδράκης, Ε. (2007). Διαφοροποίηση αμιγών ελληνικών μελιών πορτοκαλιάς, θυμαριού και βαμβακιού με βάση τα πτητικά συστατικά τους. Διδακτορική Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Γούναρη, Σ. (2004). Η ωφελιμότητα των προϊόντων της μέλισσας στον άνθρωπο. Πρακτικά του 2<sup>ο</sup> Επιστημονικού Συνεδρίου Μελισσοκομίας-Σηροτροφίας, Αθήνα 21-23 Μαΐου 2004, σελ. 29-36.
- Θρασυβούλου, Α. (1998). *Πρακτική Μελισσοκομία*, Εκδόσεις Μελισσοκομική Επιθεώρηση, Ν. Παππάς, Μεσημέρι Θεσ/νίκης, σελίδες 255.
- Θρασυβούλου, Α. (XX). Φυσικές ιδιότητες του μελιού. Διαθέσιμο on-line στη διεύθυνση: <http://www.melinet.gr/pages/show/4>.
- Θρασυβούλου, Α., Γαλάνης, Κ., Τανανάκη, Χ., Καραζαφείρης, Ε., Δήμου, Μ. και Παναγιώτου, Π. (2004). Η ποιότητα του ελληνικού μελιού. Πρακτικά του 2<sup>ο</sup> Επιστημονικού Συνεδρίου Μελισσοκομίας-Σηροτροφίας, Αθήνα 21-23 Μαΐου 2004, σελ. 60-
- Θρασυβούλου, Α. και Μανίκης, Ι. (2000). Νοθείες στα ελληνικά μέλια. *Μελισσοκομική Επιθεώρηση*, 14(4):172-174.
- Θρασυβούλου, Α., Μανίκης, Ι., Τανανάκη, Χ., Τσέλλιος, Δ., Καραμπουρνιώτη, Σ. και Δήμου, Μ. (2002). Η ταυτότητα του ελληνικού μελιού Α. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά που

- στηρίζουν την ποιότητα του προϊόντος. Πρακτικά του 1<sup>ο</sup> Επιστημονικού Συνεδρίου Μελισσοκομίας-Σηροτροφίας, Αθήνα 29 Νοεμβρίου – 1 Δεκεμβρίου 2002, σελ. 232-253.
- Καραμπουρνιώτη, Σ. (2002). Προσδιορισμός της νοθείας με εισαγόμενα μέλια μέσω της γυρεολογικής ανάλυσης. Πρακτικά του 1<sup>ο</sup> Επιστημονικού Συνεδρίου Μελισσοκομίας-Σηροτροφίας, Αθήνα 29 Νοεμβρίου – 1 Δεκεμβρίου 2002, σελ. 327-332.
  - Μανίκης, Ι. και Βαρτάνη, Σ.. (2004). Εφαρμογή της νομοθεσίας για το μέλι και διανίκηση του μελιού στην ελληνική αγορά. Πρακτικά του 2<sup>ο</sup> Επιστημονικού Συνεδρίου Μελισσοκομίας-Σηροτροφίας, Αθήνα 21-23 Μαΐου 2004, σελ. 61-67.
  - Μαυροφρύδης, Γ. (2007α). Τοξικά μέλια Ι. Το «παλαλόν το μέλι» (τρελόμελο) του Πόντου. *Μελισσοκομική Επιθεώρηση*, 21(5):276-279.
  - Μαυροφρύδης, Γ. (2007β). Τρελόμελο του Πόντου. Συμπληρωματικά στοιχεία. *Μελισσοκομική Επιθεώρηση*, 21(6):340-341.
  - Μαυροφρύδης, Γ. (2008). Τοξικά μέλια ΙΙ. Ευρασία και νέος όσμος. *Μελισσοκομική Επιθεώρηση*, 22(1):39-42.
  - Σάρδαλου, Γ., Μενκίσογλου-Σπυρούδη, Ο., Διαμαντίδης, Γ. και Θρασυβούλου, Α. (2002). Αντιοξειδωτική και αντιβακτηριακή δράση διαφόρων ελληνικών μελιών. Πρακτικά του 1<sup>ο</sup> Επιστημονικού Συνεδρίου Μελισσοκομίας-Σηροτροφίας, Αθήνα 29 Νοεμβρίου – 1 Δεκεμβρίου 2002, σελ. 277-288.
  - Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Πληροφορίες για τη Μελισσοκομία. Διαθέσιμο on-line: <http://www.minagric.gr/greek/2.8.5.html>.
  - Χαριζάνης, Π. Χ. (1996). Μέλισσα και μελισσοκομική τεχνική. Β' Έκδοση του ιδίου, Θεσ/νίκη. 263 σελίδες.