

Η Χημεία του Μελιού – Με Απλά λόγια

****Το παρόν έγγραφο δεν είναι επιστημονική μελέτη. Είναι μια συνοπτική παρουσίαση του μελιού με στοιχεία που έχουν δημοσιοποιηθεί από επιστημονικές ομάδες στην Ελλάδα και διεθνώς (βλέπε χρήσιμη βιβλιογραφία στο τέλος του εγγράφου).**

Το μέλι είναι ένα πυκνό, διάλυμα νερού με απλά και σύνθετα σάκχαρα που συμπεριλαμβάνει μια μεγάλη ποικιλία άλλων ουσιών όπως αρωματικών ουσιών, γυρεοκόκκων, κλπ.

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Η μέση σύσταση του Ελληνικού μελιού φαίνεται στον Πίνακα 1^(α)

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

ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΣΗ

Το μέλι, ως διάλυμα σακχάρων, έχει την τάση να σχηματίζει μικρούς κρυστάλλους από γλυκόζη οι οποίοι μετατρέπονται σε συσσωματώματα σιγά-σιγά. Η κρυστάλλωση λοιπόν είναι ένα φυσικό φαινόμενο και δεν σχετίζεται με τη ποιότητα του μελιού. Ο πίνακας 2 παρουσιάζει τη ταχύτητα κρυστάλλωσης των ελληνικών αμιγών μελιών^(β).

Κατηγορία Μελιού	Χρόνος Κρυστάλλωσης σε μήνες
Πευκόμελο	Μετά από 24 μήνες
Ελάτης	Δεν κρυσταλλώνει
Καστανιάς	12-18
Θυμαριού	8-18
Πορτοκαλιάς	1-3
Ηλιάνθου	1-2

ΝΕΡΟ (ΥΓΡΑΣΙΑ)

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 μεταξύ 13 και 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 διαλυμένα. Υπάρχει επίσης και ένα ανώτερο όριο, αυτό του 20%, το οποίο έχει θεσπιστεί με την με οδηγία 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 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^(v).

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. 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 επιφάνειας 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.

Η θερμοκρασία που ευνοεί την ζύμωση του προϊόντος κυμαίνεται μεταξύ 11 και 21C, 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 26,7C δεν κινδυνεύει από ζυμώσεις.

Προδιάθεση του μελιού για ζύμωση ανάλογα με την περιεκτικότητα σε υγρασία και ζύμες^(ε).

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	

ΣΑΚΧΑΡΑ (ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ)

Το μέλι αποτελείται κατά 83% περίπου από σάκχαρα. Τα σάκχαρα είναι οργανικές ενώσεις, που παρέχουν σημαντικό ποσοστό της ενέργειας που χρειάζονται οι ζωντανοί οργανισμοί για την εκτέλεση ζωτικών λειτουργιών, ενώ αποτελούν βασικά 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 η φρουκτόζη και η γλυκόζη. Αυτά τα σάκχαρα δεν υπάρχουν στο νέκταρ ή τα μελιτώματα των φυτών, αλλά προέχονται από την ιμβερτοποίηση (υδρόλυση) της σουκρόζης από τις μέλισσες. 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.

Η μέση σύσταση των σακχάρων σε ένα μέλι διαφέρει ανάλογα με το αν αυτό είναι ανθόμελο ή είναι μέλι από μελιτώματα^(α).

Η οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αναφέρονται στο άθροισμα της συγκέντρωσης της γλυκόζης και φρουκτόζης.

- Άθροισμα για τα ανθόμελα: τουλάχιστον 60 g/100 g (60%)
- Άθροισμα για τα μελιτώματα: τουλάχιστον 45 g/100g (45%)

Ένα **φορητό Διαθλασίμετρο Μελισσοκομίας** είναι ένα εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο για το μελισσοκόμο. Ειδικό για τη μέτρηση των σακχάρων και της υγρασίας του μελιού.



Το συγκεκριμένο Διαθλασίμετρο χρησιμοποιείται – μεταξύ άλλων – για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των συγκεντρώσεων σακχάρου στο μέλι και σε άλλα τρόφιμα και ποτά.

Στη μελισσοκομία χρησιμεύει για τον έλεγχο της ωρίμανσης του μελιού πριν από τον τρύγο, κατά την πώληση ή την τυποποίηση.

ΤΥΠΙΚΑ Τεχνικά Χαρακτηριστικά:

- Εύρος μέτρησης σακχάρων: 58 – 90% Brix
- Ακρίβεια μέτρησης σακχάρων: $\pm 0,5\%$ Brix
- Εύρος μέτρησης υγρασίας: 17 – 27 % H₂O
- Ακρίβεια μέτρησης υγρασίας: $\pm 1\%$ H₂O
- Αυτόματη αντιστάθμιση θερμοκρασίας από + 10 έως +40 C
- Δυνατότητα βαθμονόμησης
- Λειτουργεί με βάση το φως, χωρίς ανάγκη για παροχή ενέργειας

ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΟΙ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ

Το μέλι περιέχει ένα σημαντικό αριθμό γυρεοκόκκων οι οποίοι προέρχονται από τα φυτά από όπου η μέλισσα συλλέγει 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.

Στην Ελλάδα 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.

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 ύπαρξη σπόριων από μικροοργανισμούς (χαρακτηριστικό των μελιών από μελιτώματα) αλλά και ηλεκτρική αγωγιμότητα, η περιεκτικότητα σε νερό και σάκχαρα κλπ.

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^(δ).

Μέσω της ανάλυσης αυτής προσδιορίζονται γυρεόκοκκοι που είτε δεν υπάρχουν στις περιοχές προέλευσης των εγχώριων μελιών, είτε βρίσκονται σε πολύ διαφορετικές συγκεντρώσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ & ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

(α) Thrasyvoulou, A. and Manikis, I. (1995). Some physicochemical and microscopic characteristics of Greek unifloral honeys. *Apidologie*, 26:441-452.

(β) Α.Θ. Θρασυβούλου, ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΜΕΛΙΣΣΟΚΟΜΙΑ, 2015, Εκδόσεις Μελισσοκομική Επιθεώρηση

(γ) Πτυχιακή Εργασία «ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΜΕΛΙΟΥ», Καλλιόπη Αδαμοπούλου, ΤΕΙ Ηρακλείου Κρήτης, 02/2009

(δ) Καραμπουρνιώτη, Σ., «Προσδιορισμός της νοθείας με εισαγόμενα μέλια μέσω της γυρεολογικής ανάλυσης», Πρακτικά του 1 Επιστημονικού Συνεδρίου Μελισσοκομίας Σηροτροφίας, Αθήνα 29/11 έως και 1/12/2002

(ε) White, J. W., 1975β. Physical Characteristics of honey. Chapter 6, pp: 207-239. In: *Honey, a comprehensive survey*, (Ed. By E. Crane).