



Σχολή Επιστημών Τροφίμων

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«Οργανοληπτική αξιολόγηση ελληνικών ποικιλιών μελιού»

MSc Thesis
«Sensory evaluation of Greek honey varieties»

Διευθύντρια: Σινάνογλου Βασιλεία



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ/NAME OF STUDENT

ΒΙΔΑΚΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ/VIDAKI VASILIKI

ΟΝΟΜΑ ΕΙΣΗΓΗΤΗ/NAME OF SUPERVISOR:

ΣΤΡΑΤΗ ΕΙΡΗΝΗ/STRATI EIRINI

ΑΙΓΑΛΕΩ/AIGALEO 2024

Έγινε δεκτή

Ο Διευθυντής του ΠΜΣ:

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία (master thesis) με τίτλο «**Οργανοληπτική αξιολόγηση ελληνικών ποικιλιών μελιού**» που παρουσιάσθηκε από την Βασιλική Βιδάκη, υποψηφίου για τον μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών στην ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

Ημερομηνία

Όνομα επιβλέποντος

Ημερομηνία

Όνομα μέλους επιτροπής

Ημερομηνία

Όνομα μέλους επιτροπής

Δήλωση συγγραφέων πτυχιακής εργασίας περί λογοκλοπής/ Copyright

Έχοντας πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικής ιδιοκτησίας, δηλώνω ότι είμαι αποκλειστικός συγγραφέας της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Δηλώνω, επίσης, ότι αναλαμβάνω όλες τις συνέπειες, όπως αυτές νομίμως ορίζονται, στην περίπτωση που διαπιστωθεί διαχρονικά ότι η εργασία μου αυτή ή τμήμα αυτής αποτελεί προϊόν λογοκλοπής.

Υπογραφή:

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping letters and a long horizontal stroke extending to the right.

Ευχαριστίες

Η παρούσα διατριβή ξεκίνησε κατά τη φοίτηση μου στο Π.Μ.Σ «Καινοτομία, Ποιότητα και Ασφάλεια Τροφίμων» του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και έχει ως θέμα «Οργανοληπτική αξιολόγηση ελληνικών ποικιλιών μελιού». Με την ολοκλήρωση της, θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω την Καθηγήτρια μου Ειρήνη Στρατή, διότι με βοήθησε στην επιλογή θέματος με αντικείμενο το μέλι, που έχω ασχοληθεί στην προπτυχιακή μου φοίτηση και με ενδιαφέρει πολύ, καθώς και λόγω της συνεχούς παρουσίας και αρωγής της, έγινε εφικτή η ολοκλήρωση της παρούσης. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου, που όλα αυτά τα χρόνια με στηρίζουν έμπρακτα και με βοηθούν ώστε να πετύχω τους στόχους μου.

Αφιέρωσεις

Στους φίλους που κάνουν τη ζωή...πιο γλυκιά

Περίληψη

Το μέλι, ένα φυσικό γλυκαντικό που εκτιμάται για τις ποικίλες γεύσεις και τις φαρμακευτικές του ιδιότητες, αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του ελληνικού πολιτισμού εδώ και χιλιετίες. Η οργανοληπτική αξιολόγηση των ελληνικών ποικιλιών μελιού αποτελεί μια πολυδιάστατη ερευνητική προσπάθεια με στόχο την κατανόηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, των ποιοτικών χαρακτηριστικών και της πολιτιστικής σημασίας αυτού του αρχαίου γαστρονομικού θησαυρού. Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία περιλαμβάνει μια επισκόπηση της διαδικασίας οργανοληπτικής αξιολόγησης, διερευνά τα μοναδικά οργανοληπτικά προφίλ των ελληνικών ποικιλιών μελιού, μελετά τους παράγοντες που επηρεάζουν την οργανοληπτική αντίληψη και υπογραμμίζει τις επιπτώσεις της οργανοληπτικής ανάλυσης στις μελισσοκομικές πρακτικές, τη βιομηχανία τροφίμων και τη γαστρονομία. Η οργανοληπτική αξιολόγηση χρησιμεύει ως θεμελιώδες εργαλείο για την αξιολόγηση των οργανοληπτικών ιδιοτήτων του μελιού, που περιλαμβάνουν τη γεύση, το άρωμα, την υφή και την εμφάνιση. Στο πλαίσιο του ελληνικού μελιού, η οργανοληπτική αξιολόγηση περιλαμβάνει τη συστηματική ανάλυση δειγμάτων ελληνικού μελιού που προέρχονται από διάφορες γεωγραφικές περιοχές και ανθοκομικές πηγές. Εκπαιδευμένοι σε τεχνικές οργανοληπτικής ανάλυσης παρατηρητές συμμετέχουν σε περιγραφικές συνεδρίες οργανοληπτικής αξιολόγησης, όπου αξιολογούν την ένταση και την ποιότητα των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών χρησιμοποιώντας τυποποιημένα πρωτόκολλα αξιολόγησης και έντυπα οργανοληπτικής αξιολόγησης. Το ελληνικό μέλι παρουσιάζει ένα πλούσιο φάσμα οργανοληπτικών χαρακτηριστικών. Το θυμαρίσιο μέλι από την Κρήτη, για παράδειγμα, φημίζεται για το έντονο άρωμά του, τις νότες βοτάνων και το κεχριμπαρένιο χρώμα του, ενώ το πευκόμελο από τις ορεινές περιοχές της βόρειας Ελλάδας χαρακτηρίζεται από τη σκούρα απόχρωση, το σύνθετο γευστικό προφίλ και τις ρητινώδεις νότες. Οι ανθοκομικές ποικιλίες, όπως το μέλι από άνθη πορτοκαλιάς, το μέλι από αγριολούλουδα και το μέλι από κάστανο, συνεισφέρουν ξεχωριστά ανθικά αρώματα και γευστικές αποχρώσεις, εμπλουτίζοντας περαιτέρω την οργανοληπτική ποικιλομορφία του ελληνικού μελιού. Πολλοί παράγοντες επηρεάζουν την οργανοληπτική αντίληψη του ελληνικού μελιού, συμπεριλαμβανομένων των περιβαλλοντικών συνθηκών, των ανθικών πηγών, των πρακτικών συγκομιδής και των μεθόδων μετασυλλεκτικής επεξεργασίας. Οι κλιματικές διακυμάνσεις, η σύσταση του εδάφους και το υψόμετρο επηρεάζουν τη σύνθεση του νέκταρος και της γύρης που συλλέγουν οι μέλισσες, επηρεάζοντας τη γεύση, το άρωμα και το χρώμα του μελιού. Οι μελισσοκομικές πρακτικές, όπως η διαχείριση των κυψελών, η εξαγωγή του μελιού και οι συνθήκες αποθήκευσης, διαδραματίζουν επίσης καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση της οργανοληπτικής

ακεραιότητας και της ποιότητας του ελληνικού μελιού. Η οργανοληπτική αξιολόγηση των ελληνικών ποικιλιών μελιού έχει σημαντικές συνέπειες για τις μελισσοκομικές πρακτικές, την παραγωγή μελιού και τις προτιμήσεις των καταναλωτών. Παρέχοντας πληροφορίες για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελληνικού μελιού, η οργανοληπτική ανάλυση επιτρέπει στους μελισσοκόμους να βελτιστοποιήσουν τις πρακτικές παραγωγής, να βελτιώσουν την ποιότητα του μελιού και να διαφοροποιήσουν τα προϊόντα τους στην αγορά. Επιπλέον, τα οργανοληπτικά δεδομένα μπορούν να ενημερώσουν τις στρατηγικές μάρκετινγκ, την επισήμανση των προϊόντων και τις γεωγραφικές ενδείξεις, προωθώντας έτσι την αξιοποίηση και την προστασία του ελληνικού μελιού ως ξεχωριστού γεωργικού προϊόντος. Στη βιομηχανία τροφίμων και τη γαστρονομία, η οργανοληπτική αξιολόγηση χρησιμεύει ως ακρογωνιαίος λίθος για την ανάπτυξη προϊόντων, τον έλεγχο ποιότητας και τη δημιουργία προφίλ γεύσης. Το ελληνικό μέλι, με τα ποικίλα οργανοληπτικά προφίλ και τη ευρεία γαστρονομική του χρήση, χρησιμεύει ως περιζήτητο συστατικό στην παραδοσιακή ελληνική κουζίνα και στις σύγχρονες γαστρονομικές δημιουργίες. Οι σεφ και οι τεχνίτες τροφίμων αξιοποιούν τις μοναδικές γεύσεις και τα αρώματα του ελληνικού μελιού για να απογειώσουν πιάτα που κυμαίνονται από επιδόρπια και γλυκά μέχρι αλμυρές σάλτσες και μαρινάδες, αναδεικνύοντας τις γαστρονομικές δυνατότητες αυτού του αρχαίου εδέσματος. Συμπερασματικά, η οργανοληπτική αξιολόγηση των ελληνικών ποικιλιών μελιού αποτελεί μια ολοκληρωμένη διερεύνηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, των ποιοτικών χαρακτηριστικών και της πολιτιστικής σημασίας του ελληνικού μελιού. Μέσω της αυστηρής οργανοληπτικής ανάλυσης, αυτή η ερευνητική προσπάθεια συμβάλλει στην εκτίμηση, την προώθηση και τη βιώσιμη ανάπτυξη του ελληνικού μελιού ως πολύτιμης γαστρονομικής κληρονομιάς και πολύτιμου γεωργικού προϊόντος.

Abstract

Honey, a natural sweetener cherished for its diverse flavors and medicinal properties, has been an integral part of Greek culture for millennia. The sensory evaluation of Greek honey varieties represents a multidimensional research endeavor aimed at understanding the organoleptic characteristics, quality attributes, and cultural significance of this ancient culinary treasure. This abstract provides an overview of the sensory evaluation process, explores the unique sensory profiles of Greek honey varieties, discusses the factors influencing sensory perception, and highlights the implications of sensory analysis in beekeeping practices, food industry, and gastronomy. Sensory evaluation serves as a fundamental tool for assessing the sensory properties of honey, encompassing taste, aroma, texture, and appearance. In the context of Greek honey, sensory evaluation entails the systematic analysis of honey samples sourced from diverse geographical regions and floral sources. Panelists trained in sensory analysis techniques participate in descriptive sensory evaluation sessions, where they assess the intensity and quality of sensory attributes using standardized evaluation protocols and sensory evaluation forms. Greek honey exhibits a rich spectrum of sensory attributes, reflecting the botanical origins, geographical variations, and unique terroir of each honey-producing region. Thyme honey from Crete, for instance, is renowned for its robust aroma, herbal notes, and amber color, while pine honey from the mountainous regions of northern Greece is characterized by its dark hue, complex flavor profile, and resinous undertones. Floral varieties such as orange blossom, wildflower, and chestnut honey contribute distinct floral aromas and flavor nuances, further enriching the sensory diversity of Greek honey. Several factors influence the sensory perception of Greek honey, including environmental conditions, floral sources, harvesting practices, and post-harvest processing methods. Climate variations, soil composition, and altitude impact the composition of nectar and pollen collected by honeybees, influencing the flavor, aroma, and color of honey. Beekeeping practices such as hive management, honey extraction, and storage conditions also play a crucial role in preserving the sensory integrity and quality of Greek honey. The sensory evaluation of Greek honey varieties holds significant implications for beekeeping practices, honey production, and consumer preferences. By providing insights into the sensory characteristics and quality attributes of Greek honey, sensory analysis enables beekeepers to optimize production practices, enhance honey quality, and differentiate their products in the marketplace. Moreover, sensory data can inform marketing strategies, product labeling, and geographical indications, thereby promoting the valorization and protection of Greek honey as a distinct agricultural product. In the food industry and gastronomy, sensory evaluation serves as a cornerstone for product development, quality control, and flavor

profiling. Greek honey, with its diverse sensory profiles and culinary versatility, serves as a coveted ingredient in traditional Greek cuisine and contemporary culinary creations. Chefs and food artisans leverage the unique flavors and aromas of Greek honey to elevate dishes ranging from desserts and pastries to savory sauces and marinades, showcasing the gastronomic potential of this ancient delicacy. In conclusion, the sensory evaluation of Greek honey varieties represents a comprehensive exploration of the sensory attributes, quality characteristics, and cultural significance of Greek honey. Through rigorous sensory analysis, this research endeavor contributes to the appreciation, promotion, and sustainable development of Greek honey as a cherished culinary heritage and prized agricultural commodity.

Περιεχόμενα

Δήλωση συγγραφέων πτυχιακής εργασίας περί λογοκλοπής/ Copyright.....	3
Ευχαριστίες	4
Αφιερώσεις	5
Περίληψη	6
Abstract	8
Περιεχόμενα.....	10
Εισαγωγή.....	13
Κεφάλαιο 1: Το μέλι	17
1.1 Ιστορία του ελληνικού μελιού	17
1.2 Στόχος της έρευνας, πεδίο εφαρμογής, περιορισμοί και προκλήσεις.....	19
1.2.1 Πεδίο εφαρμογής	19
1.2.2 Προκλήσεις.....	20
1.2.3 Ερευνητικά ερωτήματα	20
1.3 Ποικιλίες Ελληνικού μελιού.....	21
1.3.1 Θυμαρίσιο μέλι.....	21
1.3.2 Μέλι Πεύκου.....	22
1.3.3 Μέλι Ελάτης.....	22
1.3.4 Μέλι Καστανιάς	23
1.3.5 Μέλι Ηλίανθου	24
1.3.6 Μέλι βαμβακιού	24
1.3.7 Μέλι εσπεριδοειδών	25
1.4 Επισκόπηση της Ελληνικής Βιομηχανίας Μελιού	25
1.4.1 Στάδια γραμμής παραγωγής μελιού.....	27
Κεφάλαιο 2: Οργανοληπτικές μέθοδοι ανάλυσης.....	35
2.1 Οργανοληπτικές μέθοδοι	35

2.1.1	Δοκιμές Διάκρισης	35
2.1.2	Περιγραφικές Δοκιμές	40
2.2	Η χρήση του οργανοληπτικού ελέγχου στην αξιολόγηση του μελιού	44
2.3	Περιγραφική Μέθοδος Οργανοληπτικής Αξιολόγησης του Μελιού	47
2.3.1	Η αρχή της μεθόδου	47
2.3.2	Ο χώρος δοκιμής	48
2.3.3	Εγκατάσταση πάνελ: εκπαίδευση και επιλογή	48
2.3.4	Ποτήρια δειγματοληψίας	48
2.3.5	Ακατέργαστο δείγμα.....	48
2.3.6	Παραγωγή αραιωμένου δείγματος	49
2.3.7	Αξιολόγηση.....	50
2.3.8	Αξιολόγηση των ιδιοτήτων της οσμής	50
2.3.9	Ανάλυση των γευστικών-οσφρητικών ιδιοτήτων (γευσιγνωσία)	50
2.3.10	Μονοποικιλιακά προφίλ.....	51
2.3.11	Χειρισμός και ανάλυση των αποτελεσμάτων	51
2.4	Ενόργανες μέθοδοι αξιολόγησης της σύστασης του μελιού	52
2.4.1	Σάκχαρα και συναφείς ουσίες	54
2.4.2	Αμινοξέα και πρωτεΐνες.....	57
2.4.3	Λιπίδια και συναφείς ενώσεις	59
2.4.4	Φαινολικές ενώσεις.....	60
2.4.5	Βιταμίνες	63
Κεφάλαιο 3:	Οργανοληπτική αξιολόγηση Ελληνικών Μελιών	65
3.1	Η χρήση των Panel και του Flash-Profiling.....	66
3.2	Θυμαρίσιο Ελληνικό Μέλι	68
3.3	Η χρήση άλλων μεθόδων ανάλυσης.....	70
3.4	Χρήση ηλεκτρονικής μύτης.....	73

Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα	76
4.1 Περιγραφική οργανοληπτική ανάλυση των ποικιλιών ελληνικού μελιού	76
4.2 Συστάσεις για περαιτέρω έρευνα.....	77
Βιβλιογραφία	78

Εισαγωγή

Το μέλι ανήκει στην ομάδα των παραδοσιακών τροφίμων με μεγάλη ιστορική σημασία. Στην Αυστρία και τη Γερμανία, η μέση ετήσια κατά κεφαλήν κατανάλωση 1,1 kg είναι σημαντικά υψηλότερη από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο (περίπου 0,7 kg κατά κεφαλήν και έτος). Στην Αυστρία, η παραγωγή μελιού έχει μακρά παράδοση. Οι παραδοσιακοί τύποι μελιού, με βάση το αυστριακό τοπίο και τη γεωργική του χρήση, περιλαμβάνουν διάφορους τύπους μονόχρωμων μελιών, μελιτώδες μέλι από (καλλιεργούμενες) δασικές εκτάσεις (είτε ως μονοποικιλιακό μελιτώδες μέλι από έλατα ή ερυθρελάτες είτε ως μικτό μέλι από δασικές εκτάσεις), καθώς και μικτό μέλι από άνθη και επίσης μονόχρωμο μέλι από πικραλίδα ως αποτέλεσμα της ανθοφορίας του βοσκότοπου την άνοιξη.

Το μέλι είναι μια φυσική γλυκαντική ουσία που παράγεται από τις μέλισσες χρησιμοποιώντας το νέκταρ ή το μελίτωμα από τα φυτά, σε συνδυασμό με τις εκκρίσεις των ίδιων των μελισσών. Είναι ένα παχύρρευστο, αρωματικό, γλυκό τρόφιμο που καταναλώνεται από ανθρώπους σε όλο τον κόσμο. Ως φυσική τροφή, το μέλι ασκεί τα δυναμικά οφέλη για την υγεία, βελτιώνοντας το ανοσοποιητικό σύστημα, προάγοντας την πέψη και την απορρόφηση, ηρεμώντας τα νεύρα και προάγοντας την ανάπτυξη των παιδιών.

Το μέλι περιέχει μια ποικίλη ομάδα βιοδραστικών ουσιών, όπως φρουκτόζη, γλυκόζη, βιταμίνες, φλαβονοειδή, οξέα, πρωτεΐνες, μέταλλα και ουσίες που διαμορφώνουν τα τελικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (Pires et al., 2009). Ως εκ τούτου, το μέλι χρησιμοποιείται ευρέως σε μεθόδους επεξεργασίας τροφίμων, όπως το μαγείρεμα ή η παρασκευή γιαούρτης. Η εκτίμηση των καταναλωτών για το προϊόν βασίζεται αφενός στη γλυκύτητά του και αφετέρου στην πολύ ξεχωριστή γεύση του. Επιπλέον, το μέλι παραδοσιακά εφαρμοζόταν στη φυσική θεραπεία και τη «λαϊκή» ιατρική, όπου πρόσφατες ανασκοπήσεις δίνουν μια επισκόπηση σχετικά με τις ιατρικές επιδράσεις που παρουσιάζονται από τη χρήση του μελιού.

Τα κύρια συστατικά του μελιού είναι η φρουκτόζη και η γλυκόζη, όπως και στα περισσότερα άλλα τρόφιμα, οι πτητικές και αρωματικές ενώσεις είναι παρούσες μόνο σε χαμηλές ποσότητες, που ωστόσο ευθύνονται για το ξεχωριστό άρωμα του προϊόντος. Το άρωμα του μελιού είναι ένα από τα πιο ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του (Jerkonίc et al., 2009) και οι καταναλωτές συχνά καθορίζουν την επιλογή των προϊόντων μελιού με βάση αυτό. Οι πτητικές ουσίες είναι οι κύριοι παράγοντες που ευθύνονται για το άρωμα, το οποίο, μαζί με άλλους παράγοντες, όπως η γεύση και οι φυσικοί

παράγοντες, συμβάλλουν στη γεύση. Αυτές οι ενώσεις καθορίζουν την ιδιαίτερη φύση των δειγμάτων μελιού και, ως εκ τούτου, συμβάλλουν στις προτιμήσεις των καταναλωτών μεταξύ των πολλών τύπων μελιού. Γενικά, το μέλι ταξινομείται ανάλογα με τη φυτική πηγή του νέκταρ από το οποίο παρασκευάστηκε. Διαφορετικές γεύσεις και χαρακτηριστικά αρώματος βρέθηκαν μεταξύ των διαφόρων τύπων μελιού λόγω της διαφορετικής τους προέλευσης και των χαρακτηριστικών πτητικών ενώσεων. Η οργανοληπτική αξιολόγηση χρησιμοποιείται παραδοσιακά για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του αρώματος καθώς επίσης και σε πολλούς τομείς για τον προσδιορισμό του οργανοληπτικού προφίλ διαφόρων προϊόντων και αποτελεί σημαντικό εργαλείο για την αξιολόγηση της ποιότητας των τροφίμων. Βασίζεται στην αξιολόγηση και βαθμολόγηση των οργανοληπτικών ιδιοτήτων μέσω της οπτικής, οσφρητικής, γευστικής και απτικής αντίληψης. Η αξιολόγηση αυτή πραγματοποιείται συνήθως από μια ομάδα εκπαιδευμένων γευσιγνωστών, οι οποίοι έχουν αναπτύξει μια δική τους «γλώσσα» για να περιγράψουν τα διάφορα χαρακτηριστικά του μελιού. Αν και η μέθοδος αυτή είναι συμβατική και αναντικατάστατη, έχει επίσης τους περιορισμούς της. Η μέθοδος είναι χρονοβόρα και επηρεάζεται εύκολα από τα φυσιολογικά και ψυχολογικά χαρακτηριστικά των δοκιμαστών (He et al., 2009).

Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες αναλυτικές μέθοδοι για τη μελέτη των χαρακτηριστικών του αρώματος του μελιού, προκειμένου να ξεπεραστούν οι ελλείψεις της οργανοληπτικής αξιολόγησης που περιγράφηκαν προηγουμένως. Η οργανοληπτική αξιολόγηση του αρώματος του μελιού συμπληρώνεται πλέον συνήθως και με την αέρια χρωματογραφία-φασματομετρία μάζας (GC-MS), την τεχνολογία της ηλεκτρονικής μύτης ή και τις δυο αναλυτικές μεθόδους (Qin et al., 2013).

Η αέρια χρωματογραφία-φασματομετρία μάζας έχει την ικανότητα να διαχωρίζει, να ανιχνεύει και να ταυτοποιεί πτητικές ενώσεις και έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως για διάφορους σκοπούς στην έρευνα του μελιού. Η τεχνική αυτή έχει εφαρμοστεί με επιτυχία για την αξιολόγηση των ενώσεων-δεικτών στο μέλι και για τον χαρακτηρισμό ή την αυθεντικοποίηση των αρωματικών προφίλ του μελιού (Bianchi et al., 2005).

Η οργανοληπτική ανάλυση που εφαρμόζεται στο μέλι αποτελεί σημαντικό συμπληρωματικό μέρος των παραδοσιακών φυσικοχημικών αναλύσεων και των αναλύσεων γυρεόκοκκου. Χρησιμοποιείται ως αναλυτικό εργαλείο για τον ποιοτικό έλεγχο του μελιού σε σχέση με την

αξιολόγηση της βοτανικής προέλευσης. Επιβεβαιώνει επίσης την αναγνώριση ελαττωμάτων όπως η ζύμωση, η παρουσία προσμίξεων, οι οσμές καπνού, η μεταλλική γεύση και άλλα χαρακτηριστικά στα οποία δεν έχουν πρόσβαση οι συνήθεις εργαστηριακές αναλύσεις ρουτίνας. Επιπλέον, η οργανοληπτική αξιολόγηση του μελιού, έχει περιγραφεί από διάφορες ομάδες από διαφορετικές περιοχές, δείχνοντας ότι το μέλι εκφράζει ξεχωριστές οργανοληπτικές ιδιότητες, αφενός ανάλογα με τον τύπο του μελιού αλλά, αφετέρου, και με βάση τη γεωγραφική προέλευση των δειγμάτων μελιού (ΠΟΠ, ΠΓΕ, πρότυπα ποιότητας της εταιρείας). Επιπλέον, αποτελεί βασικό βήμα για την κατανόηση των προτιμήσεων και των αποστροφών των καταναλωτών (Bianchi et al., 2005).

Για την οργανοληπτική αξιολόγηση, στις περισσότερες περιπτώσεις πραγματοποιείται (ποσοτική) περιγραφική ανάλυση, η οποία παρουσιάζει επίσης συσχέτιση με τα δεδομένα από τις προαναφερθείσες έρευνες για τα αναλυτικά δεδομένα. Από οργανοληπτική άποψη, το μέλι έχει πολύ ευχάριστο άρωμα και γλυκιά γεύση (Aparna & Rajalakshmi, 2009). Έχει ήδη αποδειχθεί ότι τα μέλια διαφορετικής βοτανικής προέλευσης δεν έχουν τα ίδια οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Τα ανοιχτόχρωμα μέλια (ακακίας, φλαμουριάς κ.λπ.) έχουν πιο ήπια γεύση από τα σκουρόχρωμα (φαγόπυρο, καστανιά ή ρείκι).

Οι Tahir et al. (2017) διαπίστωσαν μια σχέση μεταξύ του οργανοληπτικού προφίλ των μελιών διαφόρων βοτανικών προελεύσεων και της σύστασης των αρωματικών τους ενώσεων. Είναι σημαντικό ότι η έρευνά τους έδειξε ότι «δεν μπορούσαν να εξηγηθούν όλα τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά από τις μετρούμενες αρωματικές ενώσεις» (Tahir et al., 2017). Με τη σειρά τους, οι Stolzenbach et al. (2011) παρουσίασαν την «οργανοληπτική τοπική μοναδικότητα» του μελιού και δήλωσαν ότι ο χαρακτηρισμός της γύρης συσχετίζεται με τις οργανοληπτικές ιδιότητες για διαφορετικούς τύπους μελιού (Stolzenbach et al., 2011). Επιπλέον, οι Siegmund et al. (2017) σημείωσαν ότι η βοτανική και γεωγραφική προέλευση του μελιού μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά, συμπεριλαμβανομένης της γεύσης, της οσμής, της υφής και του χρώματος του μελιού και ως εκ τούτου καθορίζει σημαντικά την αποδοχή των καταναλωτών. Οι καταναλωτές απαιτούν υψηλή ποιότητα- ως εκ τούτου, αναζητούν πληροφορίες σχετικά με τη γεωγραφική προέλευση του μελιού.

Η πλειονότητα των κόκκων γύρης εξαρτάται σημαντικά από την τοποθεσία, από την αλληλεπίδραση μεταξύ της τοποθεσίας (κλίμα) και από την βοτανική προέλευση (Kurtagić et al.,

2016). Προτάθηκε επίσης ότι οι προσδοκίες των καταναλωτών μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τη χώρα. Για παράδειγμα, στην Ινδία, το μέλι χρησιμοποιείται κυρίως ως φάρμακο. Έτσι, δεν υπάρχουν υψηλές προσδοκίες όσον αφορά την οργανοληπτική του ποιότητα (Aparna & Rajalakshmi, 1999). Ωστόσο, στη Σερβία, το μέλι καταναλώνεται συνήθως ως ένα από τα συστατικά, για παράδειγμα, των επιδόρπιων (Četojević-Simin et al., 2015). Ως εκ τούτου, επιλέχθηκαν τα μέλια ακακίας, λιβαδιού, φλαμουριάς και καστανιάς ως τα πιο δημοφιλή μέλια στη χώρα αυτή.

Στη Σλοβακία, τα μέλια ελάτης, ερυθρελάτης, πολύφυλλα και δάσους προστέθηκαν στην ομάδα των μελιών που καταναλώνονται περισσότερο, όπως η ακακία, η φλαμουριά και το κάστανο (Dias et al., 2012). Σύμφωνα με τους Korafa et al. (2019), στην Πολωνία, τα πιο προτιμώμενα μέλια είναι τα ανοιχτόχρωμα, όπως το πολύφυλλο, η φλαμουριά, η ακακία, η ελιά και το μελίτωμα, καθώς και το σκούρο μέλι από φαγόπυρο.

Κεφάλαιο 1: Το μέλι

1.1 Ιστορία του ελληνικού μελιού

Το μέλι αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του ελληνικού πολιτισμού και της ελληνικής κουζίνας εδώ και χιλιετίες, με πλούσια ιστορία που χρονολογείται από την αρχαιότητα. Το ελληνικό μέλι κατέχει μια σημαντική θέση στην κληρονομιά της χώρας, σεβαστό για τις ποικίλες γεύσεις και τις φαρμακευτικές του ιδιότητες. Αυτό το κεφάλαιο εξερευνά την ιστορική διαδρομή του ελληνικού μελιού, ανιχνεύοντας την προέλευση, την πολιτιστική σημασία και την εξέλιξή του μέσα στους αιώνες. Ελληνική μυθολογία είναι γεμάτη από αναφορές στο μέλι, παρουσιάζοντάς το ως μια θεϊκή ουσία με μυστικιστικές δυνάμεις. Ο Έλληνας θεός Δίας, για παράδειγμα, λέγεται ότι είχε τραφεί με μέλι όταν ήταν βρέφος, υπογραμμίζοντας τη συσχέτισή του με τη δύναμη και τη ζωτικότητα (Crane, 1999).

Επιπλέον, το μέλι έπαιζε κεντρικό ρόλο σε θρησκευτικές τελετουργίες και προσφορές, συμβολίζοντας τη γονιμότητα, την ευημερία και την αθανασία. Οι αρχαίοι Έλληνες ήταν ειδικευμένοι μελισσοκόμοι, πρωτοπορώντας σε διάφορες τεχνικές παραγωγής μελιού και διαχείρισης κυψελών. Η μελισσοκομία αποτελούσε βασική γεωργική δραστηριότητα, με τις αποικίες μελισσών να διατηρούνται σε κυψέλες κατασκευασμένες από υφαντό άχυρο ή κεραμικά. Ο διάσημος φιλόσοφος Αριστοτέλης κατέγραψε τις περιπλοκές της συμπεριφοράς των μελισσών και της δυναμικής των κυψελών στην πραγματεία του "Historia Animalium", παρέχοντας πολύτιμες πληροφορίες για τις αρχαίες μελισσοκομικές πρακτικές (Crane, 1999).

Το μέλι κατείχε εξέχουσα θέση στην αρχαία ελληνική κουζίνα, χρησιμεύοντας ως ευέλικτο συστατικό τόσο σε αλμυρά όσο και σε γλυκά πιάτα. Χρησιμοποιήθηκε για να γλυκάνει επιδόρπια, να αρωματίσει ποτά και να ενισχύσει τη γεύση αλμυρών πιάτων, όπως κρέατα και τυριά. Η ελληνική λογοτεχνία, συμπεριλαμβανομένων των έργων του Ομήρου και του Ησιόδου, βρίθει αναφορών σε πλούσιες σε μέλι λιχουδιές που απολάμβαναν θεοί και θνητοί (Crane, 1999).

Σήμερα, η Ελλάδα συνεχίζει να φημίζεται για το υψηλής ποιότητας μέλι της, το οποίο παράγεται από διάφορες πηγές λουλουδιών στα ποικίλα τοπία της χώρας. Από το αρωματικό θυμαρίσιο μέλι της Κρήτης μέχρι το ντελικάτο μέλι από άνθη πορτοκαλιάς της Πελοποννήσου, το ελληνικό μέλι προσφέρει ένα φάσμα γεύσεων και αρωμάτων που αντανακλά την πλούσια ανθοκομική βιοποικιλότητα της χώρας (Bogdanov et al., 2008). Οι σύγχρονες μελισσοκομικές

πρακτικές συνδυάζουν τις παραδοσιακές γνώσεις με τις σύγχρονες τεχνικές για να εξασφαλίσουν τη βιώσιμη παραγωγή αυτού του πολύτιμου αγαθού.

Οι μελισσοκόμοι μπορούν να χρησιμοποιούν την οργανοληπτική ανάλυση κατά τη συλλογή, την επεξεργασία και την προετοιμασία του μελιού, προκειμένου να διατηρήσουν τη φρεσκάδα, τις οσμές, τις γεύσεις και τη συνολική ποιότητα του νεοσυλλεγέντος μελιού. Είναι πολύ σημαντικό να διατηρηθεί η ποιότητα του μελιού κατά την αποθήκευσή του. Οι μελισσοκόμοι που έχουν εκπαιδευτεί στην οργανοληπτική ανάλυση κατανοούν πώς να διαχειρίζονται την παραγωγή και την αποθήκευση ώστε να διατηρείται η ποιότητα του μελιού και να γίνεται καλύτερη παρουσίαση για τον καταναλωτή. Επιπλέον, μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις δεξιότητες οργανοληπτικής ανάλυσης για να ταξινομήσουν τα μέλια ανάλογα με τη βοτανική τους προέλευση.

Στο παρελθόν, η οργανοληπτική ανάλυση γινόταν συνήθως από ειδικούς που είχαν μεγάλη εμπειρία με τα προϊόντα και εξέφραζαν γνώμη με βάση τις δικές τους γνώσεις (η λεγόμενη παραδοσιακή μέθοδος). Η μέθοδος αυτή ήταν χρήσιμη, γρήγορη, απλή και φθηνή, αλλά δεν είχε επιστημονικές απαιτήσεις (αναπαραγωγιμότητα, επαναληψιμότητα, αξιοπιστία) για να θεωρηθεί κατάλληλη αναλυτική μέθοδος. Στη δεκαετία του 1960 ο Pangborn ανέπτυξε την πρώτη σύγχρονη μέθοδο για την οργανοληπτική ανάλυση. Αυτή η νέα μεθοδολογία χρησιμοποίησε μια ομάδα αξιολογητών μαζί με καθορισμένα και ελεγχόμενα πειραματικά πρωτόκολλα και στατιστικές τεχνικές για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Η διαδικασία αυτή έχει πλέον τυποποιηθεί ώστε να είναι δυνατή η αντικειμενική αξιολόγηση (Pangborn & Dunkley, 1964). Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτή τη νέα μεθοδολογία είναι αναπαραγώγιμα, αλλά οι μέθοδοι είναι πιο πολύπλοκες, απαιτούν περισσότερο χρόνο και πολύ περισσότερα άτομα.

Όσον αφορά το μέλι, ο πρώτος επιστήμονας που εφάρμοσε την παραδοσιακή οργανοληπτική ανάλυση ήταν ο Michel Gonnet, μαζί με τον Gabriel Vache, ειδικό στον τομέα του κρασιού, οι οποίοι έδωσαν επιστημονική σημασία στη μεθοδολογία (Gonnet & Vache, 1979). Οι ιδέες και οι μέθοδοί τους υιοθετήθηκαν αμέσως στην Ιταλία, όπου εξαπλώθηκαν σε όλη τη χώρα με μεγάλη επιτυχία, τόσο μεταξύ των επιστημόνων όσο και μεταξύ των μελισσοκόμων. Αυτό το τεράστιο και έντονο ενδιαφέρον είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός Ιταλικού Μητρώου Εμπειρογνομόνων στην Οργανοληπτική Ανάλυση του Μελιού, επίσημα εγγεγραμμένου στο Ιταλικό Υπουργείο Γεωργίας. Έτσι, δημιουργήθηκαν έγγραφα και δημοσιεύσεις τα οποία παρέχουν μια

τυποποιημένη μεθοδολογία για τη χρήση της ορολογίας, την παραγωγή εντύπων αξιολόγησης, τις μεθόδους γευσιγνωσίας και εκπαίδευσης, την επιλογή των αξιολογητών και τον καθορισμό των οργανοληπτικών περιγραφών των κυριότερων ιταλικών μονοποικιλιακών μελιών (Persano Oddo et al., 2000).

Οργανοληπτική ανάλυση είναι η εξέταση ενός προϊόντος μέσω της αξιολόγησης των χαρακτηριστικών που γίνονται αντιληπτά από τα πέντε αισθητήρια όργανα (οργανοληπτικά χαρακτηριστικά), όπως το χρώμα, η οσμή, η γεύση, η αφή, η υφή και ο θόρυβος. Χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς, η οργανοληπτική ανάλυση επιτρέπει τον προσδιορισμό του οργανοληπτικού προφίλ διαφόρων προϊόντων (τρόφιμα, καλλυντικά, φαρμακευτικά προϊόντα, υφάσματα, προϊόντα οικιακής χρήσης) και μπορεί να είναι χρήσιμη για να γνωρίζουμε πώς τα αντιλαμβάνεται ο καταναλωτής. Μέχρι τη δεκαετία του 1960, οι τεχνικές οργανοληπτικής ανάλυσης βασιζόνταν βασικά στην προσωπική εμπειρία των ειδικών αξιολογητών. Η τεχνική αυτή ήταν απλή και χαμηλού κόστους, αλλά δεν διέθετε το βασικό προαπαιτούμενο της αναπαραγωγιμότητας προκειμένου να θεωρηθεί μια πλήρως ανεπτυγμένη αναλυτική μέθοδος.

1.2 Στόχος της έρευνας, πεδίο εφαρμογής, περιορισμοί και προκλήσεις

Ο στόχος της έρευνας έγκειται στην πολυδιάστατη συμβολή της στον τομέα της οργανοληπτικής επιστήμης, των μελισσοκομικών πρακτικών και της μαγειρικής τέχνης. Το παρόν κεφάλαιο διερευνά τις διάφορες πτυχές που υπογραμμίζουν τη σημασία της έρευνας, συμπεριλαμβανομένου του πεδίου εφαρμογής της, των προκλήσεων που αντιμετωπίστηκαν και των υποκείμενων ερευνητικών ερωτημάτων.

1.2.1 Πεδίο εφαρμογής

Η οργανοληπτική αξιολόγηση των ελληνικών ποικιλιών μελιού έχει σημασία σε διάφορους τομείς, που περιλαμβάνουν τη γεωργία, την επιστήμη των τροφίμων, τη διατροφή και τις προτιμήσεις των καταναλωτών. Η οργανοληπτική ανάλυση χρησιμεύει ως ζωτικό εργαλείο για την αξιολόγηση των οργανοληπτικών ιδιοτήτων του μελιού, συμπεριλαμβανομένων της γεύσης, του αρώματος, της υφής και της εμφάνισης, παρέχοντας έτσι πολύτιμες πληροφορίες για την ποιότητα και το οργανοληπτικό προφίλ του (Manzocco, 2019). Η κατανόηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των διαφόρων

ποικιλιών μελιού επιτρέπει στους μελισσοκόμους, τους παραγωγούς και τους καταναλωτές να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με την παραγωγή, την εμπορία και την κατανάλωση.

Επιπλέον, η οργανοληπτική αξιολόγηση παίζει καθοριστικό ρόλο στην ανάδειξη των μοναδικών χαρακτηριστικών του ελληνικού μελιού, συμβάλλοντας στην αναγνώριση και προώθησή του στις εγχώριες και διεθνείς αγορές. Προσδιορίζοντας οργανοληπτικούς δείκτες που σχετίζονται με συγκεκριμένες πηγές ανθοφορίας και γεωγραφική προέλευση, η έρευνα αυτή μπορεί να βοηθήσει στην αξιοποίηση και προστασία του ελληνικού μελιού ως ξεχωριστού και πολύτιμου γεωργικού προϊόντος (Karabagias et al., 2014).

1.2.2 Προκλήσεις

Η οργανοληπτική αξιολόγηση του μελιού παρουσιάζει αρκετές προκλήσεις που σχετίζονται με την υποκειμενική φύση της οργανοληπτικής αντίληψης, την πολυπλοκότητα των γευστικών προφίλ του μελιού και την επίδραση εξωτερικών παραγόντων, όπως οι συνθήκες αποθήκευσης και οι μέθοδοι επεξεργασίας (Bogdanov et al., 1999). Η επίτευξη συνέπειας και αξιοπιστίας στις οργανοληπτικές αξιολογήσεις απαιτεί αυστηρή εκπαίδευση των μελών της επιτροπής, τυποποίηση των πρωτοκόλλων αξιολόγησης και εφαρμογή μέτρων ελέγχου ποιότητας για την ελαχιστοποίηση των προκαταλήψεων και της μεταβλητότητας (Heymann & Lawless, 2013).

Επιπλέον, η ποικιλόμορφη βοτανική προέλευση και οι γεωγραφικές παραλλαγές που ενυπάρχουν στο ελληνικό μέλι δημιουργούν πρόσθετες προκλήσεις για τον ακριβή χαρακτηρισμό των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του. Οι διαφοροποιήσεις στο κλίμα, στη σύσταση του εδάφους και στη βιοποικιλότητα των λουλουδιών μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τη γεύση, το άρωμα και το χρώμα του μελιού, καθιστώντας αναγκαία την ολοκληρωμένη οργανοληπτική ανάλυση σε διαφορετικές περιοχές και εποχές (Fallico et al., 2004).

1.2.3 Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα που εξετάζονται σε αυτή τη διπλωματική εργασία αποσκοπούν στη διαλεύκανση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των ελληνικών ποικιλιών μελιού, στον εντοπισμό των παραγόντων που επηρεάζουν την οργανοληπτική αντίληψη και στη διερεύνηση των πιθανών εφαρμογών στη μελισσοκομία, τη βιομηχανία τροφίμων και τη γαστρονομία. Τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα περιλαμβάνουν:

- Ποια είναι τα οργανοληπτικά προφίλ των διαφόρων ελληνικών ποικιλιών μελιού όσον αφορά τη γεύση, το άρωμα, την υφή και την εμφάνιση;
- Πώς οι περιβαλλοντικοί παράγοντες, όπως οι πηγές ανθοφορίας, η γεωγραφική προέλευση και το κλίμα, επηρεάζουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του ελληνικού μελιού;
- Ποιες είναι οι προτιμήσεις και οι αντιλήψεις των καταναλωτών σχετικά με τις ελληνικές ποικιλίες μελιού και πώς αυτές διαφέρουν μεταξύ των δημογραφικών ομάδων και των πολιτισμικών υποβάθρων;
- Ποιες μέθοδοι οργανοληπτικής αξιολόγησης και τεχνικές οργανοληπτικής ανάλυσης είναι οι πλέον κατάλληλες για την αξιολόγηση της ποιότητας και της αυθεντικότητας του ελληνικού μελιού;
- Πώς μπορούν να αξιοποιηθούν τα οργανοληπτικά δεδομένα για τη βελτίωση των μελισσοκομικών πρακτικών, τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών παραγωγής μελιού και την προώθηση της αξιοποίησης του ελληνικού μελιού στις εγχώριες και διεθνείς αγορές;

Η αντιμετώπιση αυτών των ερευνητικών ερωτημάτων μπορεί να προσφέρει πολύτιμες γνώσεις σχετικά με τις οργανοληπτικές ιδιότητες του ελληνικού μελιού, να διευκολύνει την ανάπτυξη πρωτοκόλλων οργανοληπτικής αξιολόγησης και να ενημερώσει τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων σε ολόκληρη την αλυσίδα αξίας του μελιού.

1.3 Ποικιλίες Ελληνικού μελιού

1.3.1 Θυμαρίσιο μέλι

Το πιο προτιμώμενο μονοποικιλιακό μέλι στην Ελλάδα είναι το θυμαρίσιο μέλι, το οποίο κοστίζει δύο έως τρεις φορές περισσότερο από τα άλλα μέλια. Δεδομένου ότι το θυμαρίσιο μέλι είναι η σημαντικότερη συγκομιδή μελιού στην Ελλάδα και εκτιμάται ιδιαίτερα σε παγκόσμιο επίπεδο, έχει προσελκύσει μεγάλη προσοχή για μεγάλο χρονικό διάστημα. Λόγω αυτής της σημασίας, πρέπει να ληφθούν μέτρα για να εξασφαλιστεί το καλύτερο προϊόν για τον καταναλωτή, και ένας από τους κύριους στόχους είναι η ταυτοποίηση της φυτικής προέλευσης του προϊόντος με κατάλληλο τρόπο. Από τα 23 είδη θυμαριού που υπάρχουν σε όλη την Ελλάδα, το *Corydorthymus capitatus* L. είναι το πιο διαδεδομένο. Παράγει νέκταρ για περίπου 40 ημέρες μετά την άνθισή του στις αρχές του καλοκαιριού. Οι καιρικές συνθήκες αυτή την εποχή καθιστούν εξαιρετικά δύσκολη την παραγωγή

μελιού. Το μέλι που προκύπτει έχει καθαρό, ευχάριστο άρωμα και ανοιχτό κεχριμπαρένιο χρώμα. Η Ελλάδα παράγει πάνω από το 10% του θυμαρίσιου μελιού της από μονοποικιλιακά φυτά κάθε χρόνο. Από τους 12.000 περίπου τόνους που παράγει ετήσια η Ελλάδα οι 1.000, (δηλαδή ποσοστό 10%) είναι θυμαρίσιο. Το μέλι αυτό θεωρείται πως είναι άριστης ποιότητας και δείχνει να έχει την μεγαλύτερη ζήτηση. Παράγεται κυρίως στα νησιά αλλά και σε όλη την ηπειρωτική χώρα που καλλιεργούνται τα διάφορα είδη θυμαριού (Alissandrakis et al., 2007).

1.3.2 Μέλι Πεύκου

Το 65% περίπου της συνολικής παραγωγής 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. Το έντομο βρίσκεται σε αρκετές περιοχές της χώρας και κύρια στην Θάσο, Χαλκιδική, Εύβοια, Σκόπελο, Σκιάθο, Ζάκυνθο, Ρόδο, Κρήτη κ.λ.π.

Το μέλι πεύκου περιλαμβάνει όλες τις συνήθεις ιδιότητες του μελιτώματος, όπως υψηλή περιεκτικότητα σε κερύ, υψηλό pH και αγωγιμότητα και χαμηλό επίπεδο σακχάρων. Επειδή οι χαμηλές συγκεντρώσεις ανόργανων σακχάρων (>52,9% που δεν το καθιστά ιδιαίτερα γλυκό στη γεύση) ικανοποιούν συνήθως το όριο του 60% που ορίζει η νομοθεσία, προκαλούν προβλήματα κατά τη μεταφορά του. Η χαμηλή φυσική σύσταση του μελιού πεύκου προκαλεί την κρυστάλλωση της γλυκόζης με έναν κατάλληλα αργό ρυθμό. Το καθαρό μέλι πεύκου δεν κρυσταλλώνεται για περισσότερο από ενάμιση χρόνο- τα μείγματα με μέλι ερείκης, βαμβακιού, ηλίανθου ή πολυβαμβακιού το κάνουν σε δύο έως πέντε μήνες. Το μέλι πεύκου έχει ένα χαρακτηριστικό σκούρο χρώμα. Χαρακτηριστικά είναι η υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα (> 1,0 mS.cm⁻¹) και η τάση στροφής του επιπέδου του πολωμένου φωτός προς τα δεξιά (δεξιόστροφα).

1.3.3 Μέλι Ελάτης

Για τους Έλληνες μελισσοκόμους, το μέλι ελάτης αποτελεί σημαντική πηγή εσόδων, αντιπροσωπεύοντας το 5-10% της ετήσιας απόδοσης μελιού. Μεγάλες εκτάσεις των ορεινών περιοχών νότια του Ολύμπου, όπως η Ευρυτανία, το Περούλι, το Καρπενήσι, ο Ταΰγετος, η Αρκαδία, η Πάρνηθα και άλλα μέρη, φιλοξενούν την ελληνική ελάτη, *Abiescephalonica*. Η ευρωπαϊκή ελάτη, επίσης γνωστή ως *Abiesalba* ή *A. pectinata*, συναντάται μόνο σε μοναχικές τοποθεσίες κατά μήκος

των βόρειων ελληνικών συνόρων, που βρίσκονται βόρεια της οροσειράς του Ολύμπου. Εξαπλώνεται σε όλη την Ευρώπη μέχρι τον Καύκασο. Η υβριδογενής έλατη, *Abies hybrida* ή *A. borisii*, βρίσκεται στην οροσειρά της Πίνδου. Είναι αποτέλεσμα διασταύρωσης μεταξύ της ευρωπαϊκής και της ελληνικής ελάτης.

Ένα είδος ελληνικού μελιού που ξεχωρίζει είναι το μέλι ελάτης, το οποίο έχει ξεχωριστή γεύση και ελκυστική εμφάνιση. Το χαμηλό επίπεδο γλυκόζης που περιέχει, εμποδίζει την κρυστάλλωση, καθιστώντας το ένα επιθυμητό συστατικό για χρήση σε εμπορικές συνταγές.

Η περιοχή προέλευσής του επηρεάζει τόσο το χρώμα όσο και την εμφάνισή του. Το μέλι ελάτης παράγεται στην περιοχή Αρκαδίας της Βυτίνας. Λόγω των μεταλλικών αποχρώσεων στο εσωτερικό του, έχει μοναδική εμφάνιση και αναφέρεται ως «έλατο βάνιλιας». Είναι ιδιαίτερα πυκνό. Το μέλι "Ελάτης Μαίναλου-Βανίλιας" έχει λάβει την Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης (απόφαση 313049 ΦΕΚ/Β16.1.94). Οι χημικές του ιδιότητες είναι ίδιες με εκείνες του μελιού ελάτης, με υγρασία (14 έως 15,5%) και σακχαρόζης (8 έως 18%).

Χαρακτηριστικά μελιού ελάτης:

- Το επίπεδο υγρασίας του (Μ.Ο. 15,2%) είναι χαμηλό.
- Το χαμηλό επίπεδο γλυκόζης εμποδίζει τελικά τη γρήγορη κρυστάλλωση, η οποία ευνοείται σε ορισμένα δείγματα με υγρασία μικρότερη από 14%.
- Έχει υψηλό pH (το υψηλότερο από όλες τις κατηγορίες)
- Αλλοιώνεται πιο αργά από τα άλλα μέλια διότι η συγκέντρωση της υδροξυμεθυλοφουρφουράλης (HMF) αυξάνεται γρήγορα σε μέλια με χαμηλότερο pH (π.χ ανθόμελα).
- Έχει χαμηλά ανάγοντα ζάχαρα δηλαδή δεξτρόζη και φρουκτόζη (κάτω από περίπου 60%)

1.3.4 Μέλι Καστανιάς

Το μέλι καστανιάς παρασκευάζεται από τους αλευρώδεις βλαστούς και το νέκταρ της καστανιάς (*Castanea sativa*), ενός φυτού που είναι χρήσιμο για τη μελισσοκομία και αναπτύσσεται ευρέως στα υψίπεδα της χώρας μας. Η καστανιά συναντάται κυρίως στην ηπειρωτική περιοχή του Αγίου Όρους στη Μακεδονία. Το μυκήλιο *Myzocallis castanicola*, το οποίο αναπτύσσεται στην κάτω πλευρά των

φύλλων και στα μορφοφύλλα γύρω από τους καρπούς, είναι υπεύθυνο για την έκκριση του μελιτώματος. Ο Μάϊος σηματοδοτεί την έναρξη των εκκρίσεων μελιτώματος, οι οποίες διαρκούν μέχρι τον Ιούλιο ή ενδεχομένως και αργότερα (Santas, 1995). Το χρώμα του ποικίλλει ανάλογα με τη προέλευσή του.

1.3.5 Μέλι Ηλίανθου

Ο ηλίανθος είναι μια από τις πιο διαδεδομένες καλλιέργειες στην ύπαιθρο, που αποδίδει άφθονες ποσότητες μελιού με χαρακτηριστικό κίτρινο χρώμα. Μια μόνο συγκομιδή μπορεί να αποδώσει κατά μέσο όρο 2,4 έως 15 kg ηλίανθου, με δυνητική παραγωγή έως και τα 40 κιλά. Οι φυσικοχημικές του ιδιότητες περιλαμβάνουν υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία, η οποία βοηθά το προϊόν να ξινίζει γρήγορα, χαμηλή συγκέντρωση διαστάσης, η οποία το καθιστά ευαίσθητο στη θερμότητα, και υψηλή συγκέντρωση γλυκόζης, η οποία προκαλεί ομοιόμορφη και γρήγορη κρυστάλλωση.

1.3.6 Μέλι βαμβακιού

Ένα από τα αγνά είδη μελιού που παράγει η Ελλάδα σε σημαντικούς αριθμούς είναι το βαμβακόμελο. Λόγω των σημαντικών απωλειών των μελισσών από τα φυτοφάρμακα και των χαμηλών αποδόσεων από ορισμένους νεοφυείς και ανώριμους τύπους βαμβακιού, η παραγωγή του έχει περιοριστεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Οι μέλισσες παίρνουν νέктar από τα ανθικά και μη ανθικά τμήματα του φυτού, καθώς και από το μελίτωμα που εκκρίνουν οι αφίδες, τα περονόσπορα, ορισμένα ημίπτερα και άλλα έντομα που παρασιτούν στην καλλιέργεια. Οι πιο φυτεμένες περιοχές και το έδαφος με υψηλότερη περιεκτικότητα σε σάκχαρα φαίνεται να προτιμώνται από τις μέλισσες. Σε αντίθεση με το συνηθισμένο σκουρόχρωμο μέλι, αυτό του βαμβακόσπορου έχει ανοιχτό χρώμα και είναι άχρωμο όταν κρυσταλλώνεται. Λόγω του γεγονότος ότι περιέχει μόλις 2-7% κόκκους φρέσκου βαμβακιού, διαφέρει από το ανθόμελο στο ότι έχει υψηλότερη ηλεκτρική αγωγιμότητα. Το μέλι βαμβακιού διακρίνεται για την απουσία του πλούσιου γευστικού προφίλ των υπόλοιπων ποικιλιών. Το μέλι βαμβακιού από το άνθος, το οποίο έχει ωχρο χρώμα και εξομαλύνεται κατά την κρυστάλλωση, ενώ διαθέτει χαρακτηριστική γεύση βουτύρου. Το μέλι οφείλει την αντιμικροβιακή του δράση κατά κύριο λόγο στο υπεροξειδίο του υδρογόνου. Επειδή το μέλι βαμβακιού έχει το περισσότερο υπεροξειδίο του υδρογόνου από κάθε άλλο μέλι, έχει τη μεγαλύτερη βακτηριοκτόνο

δράση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με μια ποικιλία τροφίμων και καλλυντικών, συμπεριλαμβανομένων των υγιεινών τροφών και των βασικών γλυκών, εφόσον δεν θερμαίνεται πολύ.

1.3.7 Μέλι εσπεριδοειδών

Το μέλι εσπεριδοειδών έχει υψηλό ποσοστό κρυστάλλωσης και είναι αρωματικό, με πολύ καλές οργανοληπτικές ιδιότητες και χρώμα ανοικτό κίτρινο, με άρωμα ανθέων πορτοκαλιάς. Αυτή η καθαρή ποιότητα μελιού διακρίνεται για το χαμηλό επίπεδο ενζύμων φυσικής διάστασης. Το μέλι εσπεριδοειδών μπορεί να έχει μέγιστη περιεκτικότητα διαστάσης 3 DN σύμφωνα με τα πρότυπα της αγοράς, τα οποία αναγνωρίζουν την ιδιαιτερότητά του και το επιτρέπουν αυτό, εφόσον το HMF είναι κάτω από 15 mg/kg. Το όριο των 15 mg/kg HMF είναι αθέμιτο για το μέλι πορτοκαλιού, επειδή μπορεί εύκολα να ξεπεραστεί με την ηλικία ή την ανεπαρκή θέρμανση, επιτρέποντας στο προϊόν να χαρακτηριστεί ως «βιομηχανικό» μέλι, παρόλο που δεν έχει υποστεί τόσο μεγάλη θερμική επεξεργασία όσο άλλα μέλια.

1.4 Επισκόπηση της Ελληνικής Βιομηχανίας Μελιού

Μια από τις λίγες ανθρώπινες οικονομικές προσπάθειες που ωφελούν το περιβάλλον και συμβάλλουν στη λογική διαχείριση των φυσικών πόρων είναι η μελισσοκομία (Θρασυβούλου, 1998). Το μέλι είναι το πολυτιμότερο προϊόν της κυψέλης- ο κηρός των μελισσών, η γύρη, η πρόπολη, ο βασιλικός πολτός και το δηλητήριο των μελισσών είναι τα επόμενα σημαντικότερα προϊόντα. Επιπλέον, αν συμπεριληφθεί και η γονιμοποίηση, τα πλεονεκτήματα της μελισσοκομίας αυξάνονται. Πάνω από 1,4 εκατομμύρια κυψέλες ανήκουν σε Έλληνες μελισσοκόμους. Αυτές αντιστοιχούν στο 11% του συνόλου των κυψελών στην Ευρωπαϊκή Ένωση και στο 1,7% του συνόλου των κυψελών παγκοσμίως (FAO). Η Ελλάδα, κατατάσσεται στην έκτη θέση μεταξύ των 28 χωρών της ΕΕ και αντιπροσωπεύει το 8% της παραγωγής μελιού στην ήπειρο, είναι επομένως ένας σημαντικός παραγωγός μελιού στην ΕΕ, ιδίως αν ληφθούν υπόψη το μικρό μέγεθος και ο μικρός πληθυσμός της χώρας. Επιπλέον, το κλίμα στην Ελλάδα είναι ευνοϊκό για την παραγωγή μελιού, ενώ η αφθονία των μελιτοφόρων πηγών επιτρέπει την παραγωγή μοναδικών οργανοληπτικών μελιών από μονοποικιλιακές πηγές νέκταρ (Thrasynoulou & Manikis, 1995).

Οι Έλληνες καταναλωτές έχουν αναγνωρίσει την αξία αυτών των μοναδικών ιδιοτήτων, δεδομένου ότι το μέλι αποτελεί εδώ και χρόνια βασικό συστατικό της μεσογειακής διατροφής (Saridaki-Parakonstadinou et al., 2006) και η Ελλάδα έχει σήμερα την υψηλότερη κατά κεφαλήν πρόσληψη μελιού μεταξύ των 28 χωρών της ΕΕ.

Ακόμη και αν τα στοιχεία δείχνουν ότι η μελισσοκομία είναι ένας επικερδής γεωργικός κλάδος, οι ηλικιωμένοι και λιγότερο μορφωμένοι αγρότες εξακολουθούν να απασχολούνται στον κλάδο, ενώ το ένα τρίτο από αυτούς δεν εργάζεται κυρίως στη μελισσοκομία. Είναι σημαντικό να σημειωθεί αυτή η πτυχή, διότι μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο για την ανάπτυξη και την αναζωογόνηση του κλάδου. Επιπλέον, το μέλι είναι μακράν το σημαντικότερο υποπροϊόν της μελισσοκομίας, ενώ είναι πιθανό ότι τα οικονομικά αποτελέσματα των μελισσοκόμων θα μπορούσαν να βελτιωθούν με την αύξηση της παραγωγής άλλων μελισσοκομικών προϊόντων.

Τα αποτελέσματα σχετικά με την αποδοτικότητα της εκτροφής δείχνουν ότι η αναδιοργάνωση των εισροών της εκτροφής μπορεί να οδηγήσει σε αξιοσημείωτα κέρδη στον κλάδο της μελισσοκομίας. Συγκεκριμένα, μόνο το 8% των μελισσοκόμων είναι απολύτως αποδοτικοί βραχυπρόθεσμα και ο αριθμός αυτός μειώνεται στο 3% μακροπρόθεσμα. Αυτό σημαίνει ότι το 5% των πλήρως αποτελεσματικών εκμεταλλεύσεων βραχυπρόθεσμα πρέπει να προσαρμόσουν την κλίμακα παραγωγής τους επειδή είτε υπερπαραγούν είτε υπολειτουργούν (Lango & Lomba, 2020; Thrasynoulou & Manikis, 1995).

Με τις τεχνολογίες που έχουν στη διάθεσή τους, οι μελισσοκόμοι θα μπορούσαν, κατά μέσο όρο, να μειώσουν τις δαπάνες τους κατά 43% μακροπρόθεσμα και κατά 34% βραχυπρόθεσμα, διατηρώντας το ίδιο επίπεδο παραγωγής. Επιπλέον, προβλέπεται ότι οι τροποποιήσεις της επιχειρησιακής τους κλίμακας μπορούν να οδηγήσουν σε μείωση των εισροών κατά 14%. Η αναδιοργάνωση των γεωργικών εκμεταλλεύσεων αποκάλυψε την ανάγκη για μεγάλη μείωση των εισροών, ιδίως για τις λιγότερο παραγωγικές εκμεταλλεύσεις. Εάν αυτό γινόταν, η αποδοτικότητα και η οικονομική απόδοση των εκμεταλλεύσεων θα μπορούσαν να αυξηθούν σημαντικά (Lango & Lomba, 2020; Tan et al., 1990).

Η βιομηχανία μελιού είναι πιο πολύπλοκη από μια απλή σειρά βημάτων επεξεργασίας, παρά το τι μπορεί να θεωρεί ο μέσος καταναλωτής αρχικά. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι κάθε στάδιο της επεξεργασίας -από την πρώτη εξαγωγή/παραλαβή έως τη συσκευασία του τελικού προϊόντος

τροφίμου- δίνει λύση σε μοναδικά ζητήματα που αφορούν τα φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των διαφόρων μελιών.

Η παραγωγή μελιού συμπεριλαμβάνει τα παρακάτω βήματα-διαδικασίες στο διάγραμμα ροής της:

- Αρχική εξαγωγή
- Αφύγρανση
- Υγροποίηση και ανάμιξη
- Θέρμανση
- Παστερίωση
- Κρυστάλλωση
- Τελική συσκευασία

1.4.1 Στάδια γραμμής παραγωγής μελιού

Αρχική εξαγωγή: Μετά την αρχική συγκομιδή, το υλικό (π.χ. κηρήθρες, πλαίσια) εισάγεται στον λεγόμενο εξαγωγέα μελιού που είναι ένα δοχείο ικανό να απομακρύνει το μέλι με τη βοήθεια της φυγόκεντρης δύναμης. Η εργασία πρέπει να πραγματοποιείται σε ειδικούς χώρους, με δυνατότητα θέρμανσης. Κατά την έξοδο από τον εξαγωγέα, το μέλι α) συλλέγεται με τη βοήθεια της βαρύτητας σε δεξαμενές που τοποθετούνται συχνά στο δάπεδο (το κερι διαχωρίζεται από το μέλι) και β) στέλνεται στις καράφες με τη βοήθεια αντλιών από τον ίδιο όροφο.

Αφύγρανση: Οι μετρήσεις της σχετικής υγρασίας πρέπει να είναι μικρότερες από 18,0-18,5% και απαιτείται φάση αφύγρανσης για ορισμένα μέλια που προέρχονται από μη συνηθισμένα φυτικά είδη (όπως καστανιά, καλούνα, τριαντάφυλλο κ.λπ.), επειδή περιστασιακά έχουν υψηλά ποσοστά νερού που επηρεάζουν τη διατήρησή τους (De Oliveira, 2007).

Τα σωματίδια κηρού και οι φυσαλίδες αέρα, που μπορεί να ενωθούν με το μέλι κατά την εξαγωγή, πρέπει να απομακρύνονται από το εκχύλισμα στον κατάλληλο βαθμό καθαρισμού. Δύο διαφορετικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό: η διήθηση και η μετάγγιση.

Από την άποψη της ασφάλειας, είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη ότι η διαδικασία εξαγωγής (μαζί με τις διαδικασίες συλλογής και μεταγενέστερης επεξεργασίας) μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα του παραγόμενου μελιού, ιδίως του μελιού που χρησιμοποιείται για φαρμακευτικούς σκοπούς.

Επομένως, εφόσον τηρούνται ορισμένα μέτρα προφύλαξης πριν από την τελική εμπορία, μπορούν να διασφαλιστούν τα φυσικοχημικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος.

Εάν υπάρχουν μόνο λίγες κηρήθρες που πρέπει να υποβληθούν σε επεξεργασία, η διαδικασία μπορεί να ολοκληρωθεί γρήγορα ως εξής: οι κηρήθρες μπορούν να στοιβάζονται σε ένα ζεστό, ξηρό χώρο και ο αέρας μπορεί να απομακρύνεται από τη βάση τους με μια κανονική ηλεκτρική σκούπα. Ωστόσο, η ίδια διαδικασία δεν είναι εφικτή όταν πρόκειται για πολυάριθμες παρτίδες. Σε αυτή την περίπτωση, θα ήταν απαραίτητο να διατηρηθεί μια σταθερή θερμοκρασία στα λεγόμενα θερμά δωμάτια με την εισαγωγή ενός ρεύματος θερμού αέρα που παράγεται από γεννήτρια. Επιπλέον, τα δωμάτια θα πρέπει να ελέγχονται θερμοστατικά.

Σε κάθε περίπτωση, η θερμοκρασία δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 38 °C, καθώς το μέλι μπορεί να χάσει τις βασικές του ιδιότητες σε αυτό το σημείο. Πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 32 και 35 °C. Ανάλογα με τη σχετική υγρασία, η πορεία της επεξεργασίας θα πρέπει να παρατείνεται για διάρκεια 12-36 ωρών. Από μακροσκοπική άποψη, η κύρια διάκριση είναι η φυσική αύξηση της περιεκτικότητας σε ξηρά ουσία σε συνδυασμό με τη μείωση των σακχάρων και ειδικότερα, της σακχαρόζης. Ωστόσο, υπάρχουν δύο πρωταρχικοί λόγοι για τους οποίους μπορεί να υπάρξει αύξηση ορισμένων δεικτών ποιότητας, όπως η δράση του ενζύμου της διαστάσης και η υδροξυμεθυλοφουρφουράλη (προϊόν της αντίδρασης Maillard) (da Silva et al., 2016).

Ρευστοποίηση και ανάμιξη: Ένα συγκεκριμένο στάδιο ρευστοποίησης μπορεί να είναι απαραίτητο για τη φυσική κατάσταση του εξαγόμενου μελιού, ανάλογα με τη σταθερότητα ή τη συμπύκνωση αυτού του ενδιάμεσου προϊόντος. Ωστόσο, η ρευστοποίηση πρέπει να πραγματοποιείται σε θερμοκρασίες που δεν υπερβαίνουν τους 40 °C στο συντομότερο δυνατό χρονικό διάστημα, λόγω της χαμηλής θερμοανθεκτικότητας ορισμένων συστατικών του μελιού (ένζυμα, βιταμίνες κ.λπ.) και των πιθανών επιβλαβών και μη αναστρέψιμων τροποποιήσεων μετά τη θέρμανση (Mousa, 2001). Παρ' όλα αυτά, στη βιβλιογραφία αναφέρεται, η χρήση διαφόρων κύκλων ρευστοποίησης ή ρευστοποίησης/παστερίωσης (χρόνοι και θερμοκρασίες) (Escriche et al., 2014).

Το κύριο πρόβλημα οφείλεται στις υψηλές θερμοκρασίες που απαιτούνται κατά την παστερίωση και την ρευστοποίηση- γενικά, η ποιότητα του μελιού μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά. Από χημική άποψη, είναι πιθανό ότι υπό αυτές τις συνθήκες μπορεί να χαθεί μια ορισμένη ποσότητα

πτητικών μορίων, γεγονός που θα είχε επίσης ως αποτέλεσμα τη μείωση της ενζυμικής ικανότητας (Bogdanov & Martin, 2002). Τα δοχεία συνήθως διατηρούνται σε «θερμά δωμάτια» (hot rooms), ή σε υδατόλουτρο. Για τους μελισσοκόμους (ή τις εταιρείες) που διαχειρίζονται διάφορες προμήθειες μελιού, πρέπει να ακολουθείται μια συγκεκριμένη μέθοδος ανάμιξης για την παροχή ενός σταθερού τελικού προϊόντος (οι παράμετροι περιλαμβάνουν την υγρασία, την υφή και το χρώμα). Το μέλι ρευστοποιείται και στη συνέχεια τοποθετείται σε δοχεία όπου ολοκληρώνεται το στάδιο της ανάμιξης. Στο μέσο του δοχείου υπάρχει ένας περιστρεφόμενος άξονας που παρασύρει ελικοειδείς λεπίδες τοποθετημένες σε διαφορετικά ύψη για την ομοιόμορφη ανάμιξη της μάζας.

Θέρμανση: Θα πρέπει να αναφερθεί ότι, από οργανοληπτική άποψη, οι επεξεργασίες θέρμανσης μπορούν να μεταβάλουν σημαντικά τις θεμελιώδεις ιδιότητες του μελιού. Όταν το μέλι θερμαίνεται, σταδιακά μαυρίζει και χάνει ορισμένα από τα πτητικά συστατικά του, τα οποία του προσδίδουν το χαρακτηριστικό του άρωμα. Έχουν σημειωθεί οι ακόλουθες σημαντικές μεταβολές:

- Αλλαγή της κρυσταλλικής δομής
- Αύξηση της ποσότητας σύνθετων σακχάρων και ταυτόχρονη μείωση των απλών
- Αύξηση της συνολικής οξύτητας
- Μερική ενεργοποίηση των ενζύμων
- Αύξηση της ποσότητας υδροξυμεθυλοφορφοϋράλης (HMF).

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι το ιξώδες του μελιού κυμαίνεται από 5.000 έως 40.000 Pa·s και μειώνεται καθώς η θερμοκρασία ανεβαίνει στους 40 °C. Εάν ξεπεραστεί αυτή η θερμοκρασία, το ιξώδες θα μειωθεί σταδιακά και στη συνέχεια θα αυξηθεί σε υψηλότερους βαθμούς. Αυτή η ασυνήθιστη συμπεριφορά συνεπάγεται ότι, ακόμη και για το φιλτράρισμα φάσεων, οι θερμοκρασίες θέρμανσης δεν πρέπει να υπερβαίνουν τους 40°C. Επιπλέον, θα πρέπει να υπενθυμίζεται ότι η θερμική αγωγιμότητα του μελιού ισοδυναμεί με το ένα έκτο της αντίστοιχης του νερού (Lim et al., 2022).

Τα πιο δημοφιλή εργαλεία θέρμανσης και επεξεργασίας για τη μελισσοκομία είναι τα θερμαινόμενα δωμάτια (τα οποία απαιτούν κατάλληλη κυκλοφορία αέρα με θερμομετατροπέα) και το λεγόμενο συμβατικό μπεν μαρί (το οποίο πρέπει να θερμοστατείται κατάλληλα). Επιπλέον, μπορούν να χρησιμοποιηθούν μπανιέρες με μανδύες που διαθέτουν κεντρικό αναδευτήρα και

συνεχή κυκλοφορία ζεστού νερού. Τέλος, οι μεγάλοι εναλλάκτες θερμότητας είναι ένα συνηθισμένο θέαμα για τις μεγαλύτερες επιχειρήσεις.

Παστερίωση: Η διαδικασία παστερίωσης περιλαμβάνει τη θέρμανση σωματιδίων μελιού, όπως οι κόκκοι γύρης, έτσι ώστε να συσσωρεύονται γύρω από μικροσκοπικές φυσαλίδες αέρα και μικροσκοπικούς κρυστάλλους που χρησιμεύουν ως πυρήνες συσσωμάτωσης. Αυτός ο μηχανισμός μπορεί να διευκολύνει την κρυστάλλωση του μελιού. Οι θερμοκρασιακές τιμές πρέπει κανονικά να αυξάνονται γρήγορα στους 72°C και να διατηρούνται εκεί για περίπου 120 δευτερόλεπτα. Το επόμενο βήμα είναι η ταχεία ψύξη των μελιούχων μαζών (Bogdanov & Martin, 2002).

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι, σε αντίθεση με ανάλογες διαδικασίες που χρησιμοποιούνται στα περισσότερα τρόφιμα, η παστερίωση του μελιού γίνεται για να ικανοποιήσει τις εμπορικές απαιτήσεις και όχι για να εξασφαλίσει την ασφάλεια των τροφίμων, συμπεριλαμβανομένης της μεγαλύτερης διάρκειας ζωής. Ενδεικτικά, το μέλι θα πρέπει, για το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα που διατηρείται στα ράφια, να παραμένει στη συνήθη υγρή του κατάσταση και για να επιτευχθεί αυτή η συμπεριφορά απαιτούνται επεξεργασίες παστερίωσης. Σε κάθε περίπτωση, ο πρώτος νόμος του Parisi για την υποβάθμιση των τροφίμων αναφέρει ότι όλα τα παστεριωμένα μέλια είναι επιρρεπή σε μη αναστρέψιμη τροποποίηση με την πάροδο του χρόνου (Barbera & Gurnari, 2018).

Κρυσταλλοποίηση: Από εμπορική άποψη, η κρυστάλλωση είναι αναμφισβήτητα το σημαντικότερο φυσικό χαρακτηριστικό που καθορίζει τον τρόπο ταξινόμησης των μελιών. Ανάλογα με τις παραμέτρους επεξεργασίας, κατά τη διάρκεια της διαδικασίας κρυστάλλωσης σχηματίζονται κρύσταλλοι γλυκόζης διαφόρων μεγεθών, σχημάτων και διατάξεων.

Οι παραγόμενοι κρύσταλλοι είναι συχνά πιο ογκώδεις όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια της επεξεργασίας. Ανάλογα με τη σύνθεσή τους (όσο περισσότερη γλυκόζη και λιγότερο νερό, τόσο μεγαλύτερη η δυνατότητα κρυστάλλωσης), καθώς και τη θερμοκρασία αποθήκευσης (μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή 14 °C), τα διάφορα μέλια έχουν διαφορετικές τάσεις κρυστάλλωσης.

Δυστυχώς, ο απλός καταναλωτής εξακολουθεί να αντιμετωπίζει το κρυσταλλωμένο μέλι με δυσπιστία- παρόλα αυτά, η κρυστάλλωση είναι ένα φυσικό φαινόμενο που παρατηρείται συνήθως στα φυσικά μέλια. Στην πραγματικότητα, το εξαγόμενο μέλι είναι συνήθως ένα υπέρκορο διάλυμα σακχάρων σε νερό- ως εκ τούτου, μετά από λίγο, οι υπερβολικές ποσότητες διαφόρων σακχάρων

διαχωρίζονται φυσικά ως κρύσταλλοι από το υγρό διάλυμα. Μια σειρά από μεταβλητές επηρεάζουν το φαινόμενο της σύνθετης κρυστάλλωσης, μεταξύ των οποίων:

- Η συγκέντρωση φρουκτόζης και γλυκόζης
- Πιθανές επιμολύνσεις.

Επειδή η γλυκόζη είναι λιγότερο διαλυτή στο νερό από ό,τι η φρουκτόζη, υπόκειται σε σημαντική κρυστάλλωση σε σχέση με την ποσότητα των κύριων σακχάρων. Ως αποτέλεσμα, τα μέλια με υψηλή περιεκτικότητα σε φρουκτόζη, είτε κρυσταλλώνονται αργά είτε δεν κρυσταλλώνονται καθόλου. Όσον αφορά τις πιθανές προσμίξεις, η ύπαρξη επαρκών πυρήνων συμπύκνωσης, όπως μεμονωμένοι κρύσταλλοι γλυκόζης, κόκκοι σκόνης ή γύρης ή μικροφουσαλίδες αέρα, αποτελεί κρίσιμη και ουσιαστική προϋπόθεση για την κρυστάλλωση.

Σε κάθε περίπτωση, η ποσότητα των πυρήνων συμπύκνωσης επηρεάζει τόσο το είδος όσο και τον ρυθμό της κρυστάλλωσης- ένας μεγάλος αριθμός εστιών συσσώρευσης θα έχει ως αποτέλεσμα μια γρήγορη και λεπτή κρυστάλλωση, ενώ ένας μικρός αριθμός πυρήνων θα έχει ως αποτέλεσμα μια αργή και χονδροειδή κρυστάλλωση. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται στο εύρος θερμοκρασιών 5 έως 25 °C. Εάν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από 5 °C, το μέλι θα έχει μεγαλύτερο ιξώδες λόγω μη ικανοποιητικής κρυστάλλωσης, γεγονός που προκαλεί απώλεια μάζας κατά την ανάπτυξη των κρυστάλλων. Εάν η θερμοκρασία είναι υψηλότερη από 25 °C, ο σχηματισμός κρυστάλλων θα επιβραδυνθεί και τελικά θα διασπαστεί. Εάν οι θερμοκρασίες υπερβούν τους 78 °C, όλοι οι δημιουργούμενοι κρύσταλλοι θα διασπαστούν, καθιστώντας το μέλι μη ικανό να κρυσταλλωθεί ξανά.

Εξαιτίας αυτών των παραγόντων, έχουν επινοηθεί μοναδικές μέθοδοι για τον έλεγχο της έμφυτης τάσης του μελιού να κρυσταλλώνεται και την παραγωγή πλήρως κρυσταλλωμένων τελικών προϊόντων, που από την άποψη του καταναλωτή σημαίνει σταθερή, κρεμώδη υφή και καλές οργανοληπτικές ιδιότητες.

Η ταχύτερη διαδικασία περιλαμβάνει τον συνδυασμό υγρού μελιού με πλήρως κρυσταλλωμένο μέλι σε διάφορες αναλογίες ανάλογα με το ιξώδες και τη θερμοκρασία του προϊόντος (οι αναλογίες θα πρέπει κανονικά να είναι 9:1). Σε περίπτωση που οποιοδήποτε μέλι έχει επίπεδο υγρασίας που ευνοεί την ανάπτυξη ζυμομυκήτων, θα πρέπει να ακολουθήσει παστερίωση στους 65 °C για πέντε έως δέκα λεπτά και στη συνέχεια η διαδικασία κρυστάλλωσης. Επιπλέον, συνιστάται οι θερμοκρασίες λειτουργίας να κυμαίνονται μεταξύ 24-28 °C για να επιτευχθεί η

βέλτιστη κρυστάλλωση. Ο στόχος είναι να προαχθεί η ανάμιξη του μελιού χωρίς την προσθήκη φυσαλίδων αέρα, με ταυτόχρονη εισαγωγή κρυστάλλων τήγματος.

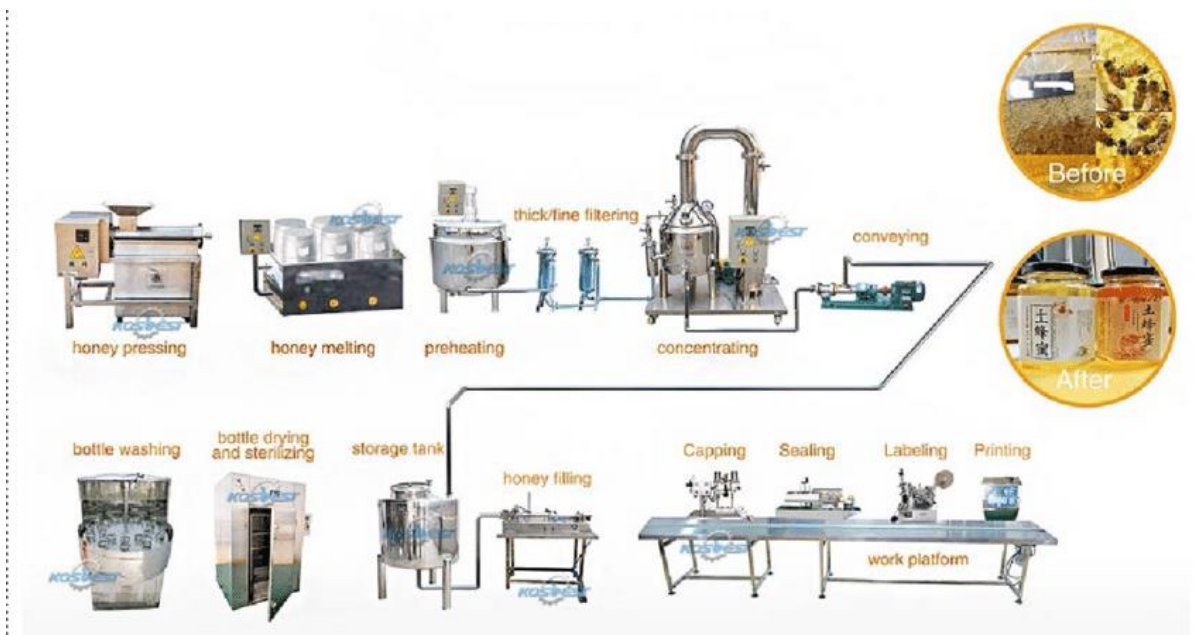
Το μέλι πρέπει να αποθηκευτεί στους 14 °C για μερικές ημέρες μετά τη συσκευασία, προκειμένου να ολοκληρωθεί η διαδικασία κρυστάλλωσης και να γίνει το προϊόν λεπτόκοκκο. Το μειονέκτημα αυτής της διαδικασίας είναι ότι προκαλεί την εμφάνιση λευκών κηλίδων στην επιφάνεια, οι οποίες αντιστοιχούν σε παγιδευμένες φυσαλίδες αέρα. Οι λευκοί κρύσταλλοι γλυκόζης είναι το οπτικό αποτέλεσμα της εξάτμισης του νερού και της ξήρανσης. Ο διαχωρισμός των κρυστάλλων του μελιού και η επακόλουθη κρεμώδης σύσταση μπορούν να βοηθήσουν στην αποφυγή αυτού του αισθητικού ελαττώματος. Για τους λόγους αυτούς, πριν από το στάδιο της συσκευασίας, το μέλι προστίθεται σε βαρέλια και θερμαίνεται σε θερμοκρασία 28 έως 30 °C σε θερμούς θαλάμους.

Στη συνέχεια, το μέλι περνά από ομογενοποιητή για να διαχωριστούν οι κρύσταλλοι και η μάζα που προκύπτει τοποθετείται σε βάζα. Σε περίπτωση που η ομογενοποίηση αποτύχει, εξακολουθεί να υπάρχει επαρκής χειρισμός του μελιού για τον διαχωρισμό των κρυστάλλων κατά τη μετάβαση από τους θερμαινόμενους χώρους στο στάδιο της συσκευασίας. Η εξαιρετικά ευαίσθητη διαδικασία της κρυστάλλωσης, ωστόσο, θα μπορούσε να οδηγήσει σε ατέλειες στο μέγεθος, τη μορφή και τη δομή των κρυστάλλων. Οι μεγάλες διάρκειες επεξεργασίας θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε χονδροειδή και ανομοιογενή κρυστάλλωση. Οι προκύπτοντες κρύσταλλοι στην περίπτωση αυτή έχουν αιχμηρές, γωνιώδεις μορφές. Αντίθετα, μια ταχεία επεξεργασία οδηγεί σε συμπαγή κρυστάλλωση, η οποία μπορεί να συμβεί από μόνη της σε μέλια με υψηλή αναλογία γλυκόζης/νερού.

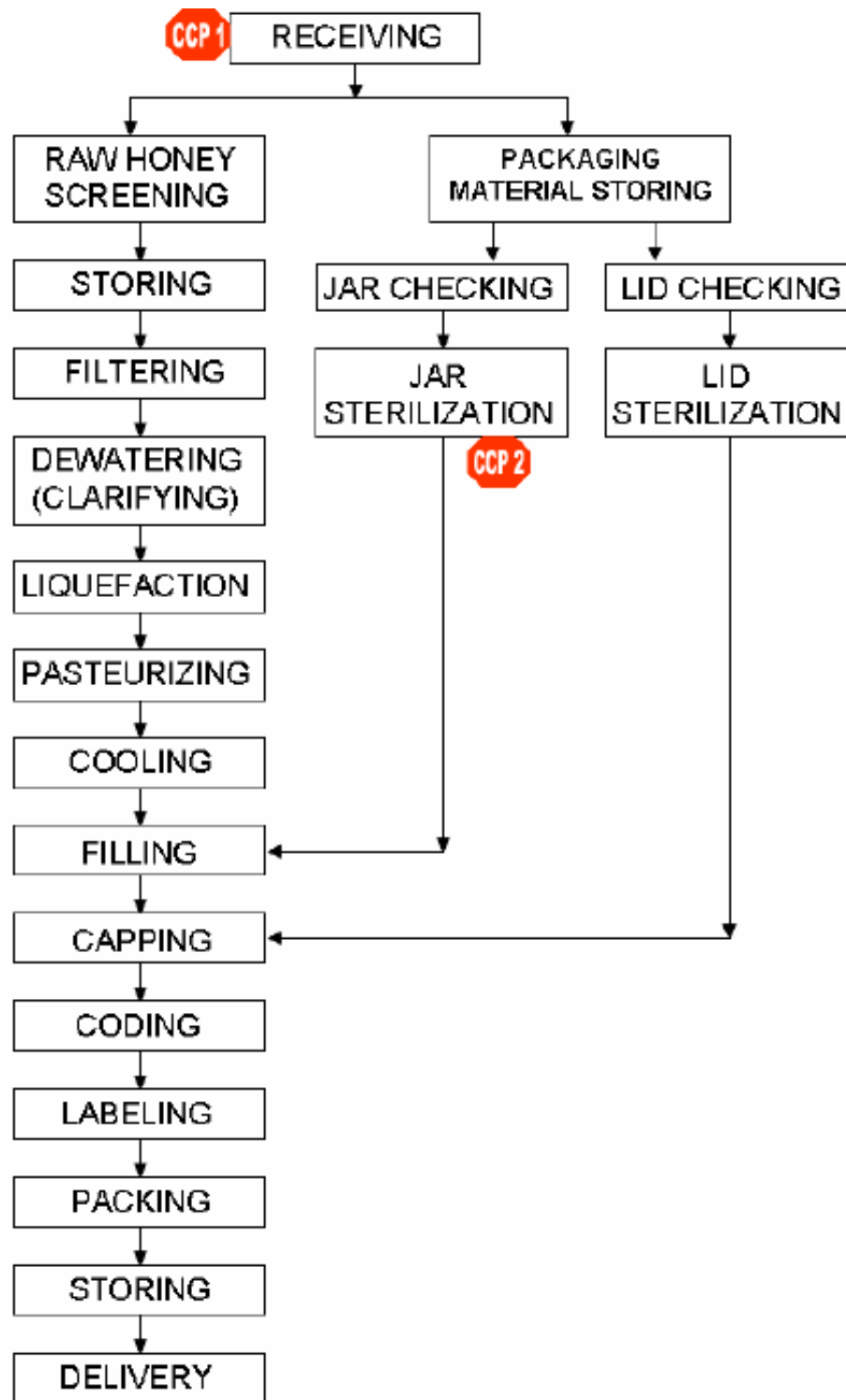
Τα μέλια με ιδιαίτερα συμπαγή κρυσταλλική δομή παρουσιάζουν συχνά κηλίδες ανάσχεσης, μερικές φορές γνωστές ως «λευκές φλέβες», στην επιφάνεια του μελιού, στα τοιχώματα των δοχείων ή σε ευθυγράμμιση με τις φυσαλίδες αέρα. Το μέλι μπορεί να βελτιωθεί με τη θέρμανσή του στους 30 °C για 24 έως 48 ώρες. Ο διαχωρισμός φάσεων είναι ένα ελάττωμα στην κρυστάλλωση μεγαλύτερου φορτίου- συμβαίνει σε μέλια που έχουν αποθηκευτεί σε υψηλές θερμοκρασίες για μεγάλο χρονικό διάστημα ή με υψηλά επίπεδα υγρασίας- υπό αυτές τις συνθήκες, οι κρύσταλλοι κατακρημνίζονται στον πυθμένα και σχηματίζεται μια στερεή επιφάνεια στη θέση ενός υγρού στρώματος.

Τελική συσκευασία: Όσον αφορά την τελική συσκευασία, η συσκευασία μικρών ποσοτήτων μελιού είναι απλή, τοποθετώντας τον κάδο και την καράφα μελιού τουλάχιστον 50 εκατοστά πάνω από το έδαφος. Στον κάδο πρέπει να τοποθετηθεί μια μεγάλη βρύση ή μπάλα κοπής που θα τοποθετηθεί κάτω από το δοχείο που πρόκειται να γεμίσει. Για τη ρύθμιση του αναγραφόμενου καθαρού βάρους, το δοχείο πρέπει να τοποθετείται κάτω από βαθμονομημένη ζυγαριά, με το βάρος του άδειου δοχείου να θεωρείται «μηδέν».

Για μεσαίες ή μεγάλες ποσότητες μελιού μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτόματες δοσομετρικές αντλίες, οι οποίες μπορούν να ρυθμιστούν από 25 έως 2500 g. Αυτό καθιστά την όλη διαδικασία συσκευασίας απλούστερη και ταχύτερη. Για μεγαλύτερες ποσότητες θα χρειαζόταν πρόσθετος εξοπλισμός που μπορεί να αφαιρεί, να γεμίζει και να σφραγίζει αυτόματα τα βάζα.



Εικόνα 1: Τυπική μονάδα επεξεργασίας μελιού



Διάγραμμα 1: Διάγραμμα ροής του μελιού, με κρίσιμα σημεία ελέγχου

Κεφάλαιο 2: Οργανοληπτικές μέθοδοι ανάλυσης

2.1 Οργανοληπτικές μέθοδοι

2.1.1 Δοκιμές Διάκρισης

Οι δοκιμές διάκρισης περιλαμβάνουν τις δοκιμασίες A-Όχι A (A-not-A test) (ISO 8588:1987), Σύγκριση σε ζεύγη (ISO 5495:1983), Duo-Trio (ISO 10399:1991) και Τριγωνική δοκιμασία (ISO 4120:1983). Στη δοκιμασία σύγκρισης σε ζεύγη, οι συμμετέχοντες καλούνται να επιλέξουν ποιο από τα δύο προϊόντα, με βάση ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό, όπως η φρουτώδης γεύση ή η γλυκύτητα, διαθέτει περισσότερο από το χαρακτηριστικό αυτό. Η δοκιμή Duo-Trio είναι η ευκολότερη εξέταση καθαρής διαφοράς. Εδώ, οι αξιολογητές καλούνται να καθορίσουν ποιο από τα δύο προϊόντα είναι περισσότερο συγκρίσιμο με ένα τρίτο που έχει οριστεί ως σημείο αναφοράς. Στη Τριγωνική δοκιμή (Triangle), οι αξιολογητές καλούνται να πουν ποιο από τα τρία προϊόντα είναι το πιο παρόμοιο με τα άλλα δύο ή ποιο είναι το πιο διαφορετικό από αυτά. Η τριγωνική είναι παρόμοια με τη διαδικασία «αναγκαστικής επιλογής τριών εναλλακτικών επιλογών» (3- Alternative Forced Choice, 3-AFC), και οι δύο μπορούν να χρησιμοποιηθούν γενικευμένα, η τριγωνική δοκιμή σε μια σειρά δοκιμασιών της μορφής «επιλέξτε m από τα n δείγματα» και η 3-AFC στην αναγκαστική επιλογή πολλαπλών εναλλακτικών επιλογών (m-AFC).

Πίνακες σημαντικών αποτελεσμάτων είναι διαθέσιμοι εδώ και πολλά χρόνια (π.χ. Amerine et al., 1965; Gacula & Singh, 1984) και διερευνούν ορισμένα στατιστικά χαρακτηριστικά του ελέγχου των παρατηρούμενων διαφορών ως προς τη σημαντικότητα. Υποθέτοντας ότι ένας αξιολογητής είναι μη ικανός να εντοπίσει τις πραγματικές διαφορές χωρίς να τις γνωρίζει εκ των προτέρων, κάθε δυνατή απάντηση έχει ίδια πιθανότητα επιλογής, εάν δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο προϊόντων. Αυτό εξηγεί γιατί υπάρχουν δύο δυνατές απαντήσεις στα λεγόμενα τεστ επιπέδου πιθανότητας 50% (σύγκριση ζεύγους και Duo-Trio) και τρεις πιθανές απαντήσεις στα τεστ 33% (Τριγωνική δοκιμή και 3-AFC). Η κανονική κατανομή χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της παρατηρούμενης κατανομής των απαντήσεων για σημαντική απόκλιση από την τυχαία. Τα δείγματα θεωρούνται ότι διαφέρουν στατιστικά σημαντικά εάν, στο επιλεγμένο επίπεδο σημαντικότητας, η κατανομή δεν συμπεριφέρεται όπως αναμένεται. Συνήθως, ο αναγκαίος αριθμός δοκιμών επιτυγχάνεται με τη χρήση μιας ομάδας αξιολογητών, καθένας από τους οποίους εφαρμόζει τη δοκιμασία μία ή περισσότερες φορές. Ωστόσο, ορισμένα τεκμήρια σε αυτό το διαφορετικό μοντέλο

δοκιμασίας δεν θα ισχύουν. Το πρώτο ζήτημα είναι η μεροληψία απόκρισης, η οποία είναι το πρότυπο με το οποίο ένας αξιολογητής αποφασίζει τι να κάνει. Όλες οι δημοφιλείς δοκιμασίες διάκρισης (τριαδικές και δυαδικές) που εφαρμόζονται σωστά απομακρύνουν τη μεροληψία απόκρισης από την εξίσωση απαιτώντας από το υποκείμενο να επιλέξει μεταξύ των δειγμάτων (O'Mahony, 1995). Ωστόσο, μια μικρή αλλαγή στις οδηγίες ή στην ερμηνεία του αξιολογητή, η απαίτηση δηλαδή από τον αξιολογητή να αποφασίσει αν μια διαφορά είναι παρούσα, θα προκαλέσει επαναφορά στην μεροληψία.

Η γενική ερμηνεία των δοκιμών βασίζεται στη θεμελιώδη παραδοχή ότι κάθε αξιολογητής έχει ίσες πιθανότητες να επιλέξει τη σωστή απάντηση. Είναι λογικό να ελέγχεται η σημαντικότητα ενός αποτελέσματος χρησιμοποιώντας τη κανονική κατανομή υπό αυτή την προϋπόθεση. Αυτό είναι πιθανό να ισχύει, ωστόσο, μόνο εάν δεν υπάρχει διακριτή διαφορά μεταξύ των δειγμάτων ή εάν η διαφορά είναι τόσο μεγάλη ώστε να μπορεί να γίνει εύκολα αντιληπτή από όλους τους αξιολογητές. Η επιτροπή θα περιλαμβάνει πιθανότατα ένα μείγμα διακριτών και μη διακριτών για κάθε δεδομένο σύνολο δεδομένων, δεδομένου ότι ορισμένοι αξιολογητές θα είναι σε θέση να παρατηρήσουν μια διαφορά όσο αυτή γίνεται μεγαλύτερη.

Το βήτα-διωνυμικό μοντέλο (beta-binomial model) (Harries & Smith, 1982) επιτρέπει στην τιμή σημαντικότητας (p value), την πιθανότητα σωστής επιλογής, να μεταβάλλεται ανάλογα με την κατανομή βήτα. Αυτό έχει μικρή επιρροή όταν η τιμή σημαντικότητας (p value) έχει στενή κατανομή-αλλά, αν οι παράμετροι της β -κατανομής επιλεγούν ώστε να επιτρέπουν μεγαλύτερη διακύμανση, θα υπάρξει σημαντική απόκλιση από τη διωνυμική κατανομή. Αυτό μπορεί εύκολα να εξηγήσει την κατάσταση κατά την οποία το p -value είναι σχεδόν $1/3$ για ορισμένους αξιολογητές (δηλ. εκείνους που δεν είναι σε θέση να διακρίνουν μια διαφορά) και σχεδόν 1 για άλλους αξιολογητές (εκείνους που είναι σε θέση να το κάνουν). Αυτό το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε από τους Harries & Smith (1982) για να εξηγήσουν την μεγαλύτερη από την αναμενόμενη διακύμανση του p -value, χρησιμοποιώντας ένα μεγάλο σύνολο δεδομένων τριγωνικών δοκιμών.

Αυτή η συλλογιστική επεκτείνεται εύκολα στον υπολογισμό διαστημάτων εμπιστοσύνης και στην ανάλυση του κλάσματος των διακριθέντων σε μια ομάδα αξιολογητών (MacRae, 1995). Η μετατροπή σε ποσοστό διακριθέντων κάνει την υπόθεση ότι οι αξιολογητές είτε απλώς θα μαντέψουν πλήρως είτε θα ανιχνεύσουν την σωστή επιλογή με ακρίβεια. Παρόλο που η υπόθεση

αυτή είναι μη ρεαλιστική, αποτελεί μια χρήσιμη μέθοδο παρουσίασης των γεγονότων και είναι περισσότερο θεμελιωμένη στην πραγματικότητα από την υπεραπλουστευμένη παραδοχή «υπάρχει ή δεν υπάρχει διαφορά». Για να αποφευχθεί το σφάλμα τύπου 1 (λανθασμένο συμπέρασμα ότι υπάρχει διαφορά), πρέπει να καθοριστεί ένα «επίπεδο σημαντικότητας» πριν από τη χρήση ενός τεστ σημαντικότητας στην παραδοσιακή ερμηνεία των ευρημάτων της τριγωνικής δοκιμής. Το σφάλμα τύπου 2, δηλαδή το συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει διαφορά, ενώ στην πραγματικότητα υπάρχει, έχει λάβει ελάχιστη προσοχή.

Παρόλο που αυτός είναι συχνά ο στόχος της δοκιμής (να διασφαλιστεί ότι ένα προϊόν δεν έχει αλλάξει), δεν μπορεί να επιτευχθεί με τις πιο συνηθισμένες μεθόδους εκτέλεσης (μικρός αριθμός αξιολογητών) και ερμηνείας (έλεγχος σημαντικότητας του αριθμού των ακριβών απαντήσεων). Πίνακες με τους κινδύνους αυτών των λαθών για διάφορα αποτελέσματα της τριγωνικής δοκιμής παρασχέθηκαν από τον Schlich (1993), ενώ ο MacRae (1995) υπολόγισε και δημοσίευσε πλέγματα διαστημάτων εμπιστοσύνης για διάφορα αποτελέσματα. Το πιο εντυπωσιακό εύρημα από την έρευνα του MacRae, όπως σημείωσε, ήταν ότι, ακόμη και με απλά το επίπεδο τύχης των σωστών απαντήσεων 150 τριγωνικών δοκιμών προσφέρουν πολύ μικρή εγγύηση ότι τα προϊόντα που εξετάζονται είναι ίδια. Πραγματική διαβεβαίωση απαιτεί ένα ποσοστό σωστών απαντήσεων μικρότερο από το επίπεδο πιθανότητας. Οι αξιολογήσεις της ομοιότητας περιλαμβάνονται τώρα στα πρότυπα ISO για τις τριγωνικές και Duo-Trio δοκιμές.

Η τριγωνική δοκιμή όχι μόνο δεν μπορεί να καταδείξει την ανομοιότητα των δειγμάτων, αλλά ούτε να εντοπίσει με σαφήνεια τις μικροσκοπικές διαφορές. Αυτό σημαίνει ότι η ισχύς του είναι ελάχιστη. Με τη μετατροπή της μορφής του τεστ στο 3-AFC, η ισχύς του μπορεί να ενισχυθεί σημαντικά (ENNIS, 1993). Το μειονέκτημα της μορφής 3-AFC είναι ότι απαιτεί τη γνώση και τον εκ των προτέρων προσδιορισμό της φύσης της διαφοράς, γεγονός που αποτελεί και τον κύριο λόγο για την ευρεία χρήση της τριγωνικής δοκιμής. Η χρήση δειγμάτων «προθέρμανσης», τα οποία δοκιμάζονται επανειλημμένα μέχρι οι αξιολογητές να εντοπίσουν μια διαφορά, μπορεί να βοηθήσει στην επίτευξη αυτού του στόχου (O'MAHONY et al., 1988). Στη συνέχεια, ένα 3-AFC μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πραγματική δοκιμή. Χρησιμοποιώντας το τεστ της τριγωνικής δοκιμής ως τεστ προτίμησης - ουσιαστικά, ένα 3-AFC για την προτίμηση - μπορεί να προκύψει το ίδιο

αποτέλεσμα, ωστόσο μόνο στις περιπτώσεις που υπάρχει διακριτό χάσμα προτίμησης (MacRae, 1995).

Σύμφωνα με τον Frijters (1988), το μοντέλο «Thurstonian» εξηγεί γιατί η 3-AFC είναι καλύτερη. Θεωρείται ότι τα φυσικά ερεθίσματα δεν είναι διακριτά σημεία αλλά μάλλον κατανομές που μεταγράφονται σε ένα ψυχολογικό συνεχές. Η γευστική εμπειρία εξάγεται στη συνέχεια από την κανονική κατανομή. Αυτό σημαίνει ότι η αίσθηση μπορεί να αλλάζει από στιγμή σε στιγμή και δεν είναι σταθερή. Αυτό απαντά στο προβληματισμό των «διακριτών ή μη-διακριτών», ή αλλιώς, των αξιολογητών που απαντούν σωστά σε μια δοκιμή 3-AFC αλλά λανθασμένα σε μια τριγωνική δοκιμή. Η επιλογή του δείγματος με τη πιο έντονη διαφορά σε ένα τεστ 3-AFC θα μπορούσε να είναι ακριβής, ενώ η επιλογή του περιττού δείγματος σε μία τριγωνική δοκιμή θα ήταν λανθασμένη, εάν οι αισθήσεις αντλούνται από τις κανονικές κατανομές με τρόπο που καθιστά το περιττό δείγμα σε μια τριγωνική δοκιμή πιο κοντά στο ένα από τα δύο ζεύγη από το άλλο της δοκιμής ζεύγους. Το τεστ είναι όσο συνεπές όσο το 3-AFC εάν χρησιμοποιούνται δείγματα «προθέρμανσης». Ωστόσο, εάν οι αξιολογητές εντοπίσουν μια διαφορά στη μέση μιας σειράς τριγωνικών δοκιμών και υιοθετήσουν μια στρατηγική AFC, τα στατιστικά στοιχεία της δοκιμής γίνονται διφορούμενα, καθιστώντας την ερμηνεία δύσκολη (O'Mahony, 1995; Dacremont & Sauvageot, 1997).

Με τη χρήση της μοντελοποίησης «Thurstonian», είναι δυνατόν να ερμηνευθούν τα αποτελέσματα μιας δοκιμής διαφοράς ως προς την οργανοληπτική διαφορά ή τη διακριτική ικανότητα των δειγμάτων. Έχουν δημοσιευτεί διάφοροι πίνακες, όπως αυτοί των Frijters (1981), που μετατρέπουν τον αριθμό των σωστών επιλογών σε δεκατημόριο d_9 . Ο υπολογισμός της διακύμανσης του d_9 επιτρέπει την αξιολόγηση διαφόρων τιμών d_9 , τη δημιουργία περιοχών εμπιστοσύνης και την εξακρίβωση της ποσότητας των αξιολογήσεων που απαιτούνται για να προσφερθεί μια εκτίμηση του d_9 με δεδομένο επίπεδο ακρίβειας (Bi et al., 1997). Μια προδιαγραφή προϊόντος που μπορεί να καθοριστεί με όρους ανεκτής απόκλισης d_9 από το απαιτούμενο πρότυπο μπορεί να έχει περισσότερο νόημα σε ένα περιβάλλον ελέγχου ποιότητας (Quality Control, QC) ή ανάπτυξης παραγωγής από ό,τι σε μια μη σημαντική τριγωνική δοκιμή, όπου η πραγματική διαφορά εξαρτάται από τον αριθμό των αξιολογήσεων (Frijters, 1987).

Ένα ακόμη αποτέλεσμα της μοντελοποίησης «Thurstonian» είναι η πρόβλεψη ότι, σε ένα τετραδικό τεστ (επιλέξτε δύο από τα τέσσερα), η αποκάλυψη του τύπου της διαφοράς δεν θα πρέπει να ενισχύει τη διάκριση (Delwiche & O'Mahony, 1996). Η επαλήθευση αυτού έδειξε ότι η τακτική των

αξιολογητών κατά την αντιμετώπιση των διαφόρων προβλημάτων και όχι η ίδια η διάκριση είναι αυτή που οδηγεί σε καλύτερες επιδόσεις στο 3-AFC. Επιπλέον, φαίνεται λογικό ότι η 4-AFC θα ήταν μια ανώτερη μέθοδος χορήγησης μιας δοκιμασίας «επιλογή ενός από τα τέσσερα» από την αντίστοιχη της τριγωνικής δοκιμής.

Παρόλο που δεν αποτελεί ολοκληρωμένη εξήγηση, η μοντελοποίηση «Thurstonian» έχει αποδειχθεί αρκετά χρήσιμη για την εξήγηση των διακυμάνσεων στις επιδόσεις μεταξύ δοκιμασιών που φαίνονται συγκρίσιμες, όπως η τριγωνική και η 3-AFC. Η διαδοχική ανάλυση ευαισθησίας (Sequential Sensitivity Analysis, SSA) έχει επινοηθεί για να εξηγήσει τη διακύμανση στο d9 που έχει βρεθεί ως αποτέλεσμα των διακυμάνσεων στη σειρά με την οποία δοκιμάζονται τα δείγματα σε μια τριάδα (O'Mahony & Goldstein, 1986). (O'Mahony, 1995). Ένα δείγμα με πιο έντονη διαφορά εντοπίζεται καλύτερα μετά από ένα με λιγότερα έντονη Τα ζεύγη που είναι λιγότερο έντονο-καθόλου έντονο και περισσότερο έντονο-καθόλου έντονο είναι ενδιάμεσα. Ένα συμπέρασμα είναι ότι όταν το μόνο δείγμα είναι το έντονο σε μια τριαδική δοκιμή, επιτυγχάνονται τα καλύτερα αποτελέσματα.

Η Thurstonian μοντελοποίηση μπορεί να επεκταθεί με SSA συμπεριλαμβάνοντας τέσσερις κατανομές της αίσθησης. Επίσης αυτή προϋποθέτει ότι δεν υπάρχει μεταφορά μεταξύ των δειγμάτων και ότι οι κατανομές είναι ανεξάρτητες. Από κάθε δείγμα μπορεί να προκύψουν δύο κατανομές, ανάλογα με το δείγμα που προηγήθηκε. Τα φαινόμενα ακολουθίας φαίνεται ότι απαιτούν να ληφθεί υπόψη μόνο ένα προηγούμενο δείγμα για να εξηγηθούν επαρκώς (Ennis & O'Mahony, 1995). Αν και η πρακτική χρησιμότητα του μοντέλου περιορίζεται από την επακόλουθη πολυπλοκότητα, η SSA και η συμβατική Thurstonian μοντελοποίηση μπορούν ωστόσο να χρησιμοποιηθούν ανεξάρτητα (O'Mahony, 1995). Αν και μελέτες (Rousseau & O'Mahony, 1997) σε πραγματικά γεύματα δεν ήταν πειστικές, επιβεβαίωσαν ότι μια δοκιμή σύγκρισης ζεύγους (2-AFC) είναι κάπως πιο ισχυρή από μια δοκιμή 3-AFC, εν μέρει επειδή αφαιρεί τις λιγότερο ευνοϊκές γευστικές απαντήσεις από άποψη στατιστικής σημαντικότητας.

Η μοντελοποίηση Thurstonian έχει εφαρμοστεί κυρίως σε συστήματα μοντέλων μίας μεταβλητής. Το ποσοστό των σωστών απαντήσεων (στις τριγωνικές και Duo-Trio δοκιμές) εξαρτάται από τη συμβολή κάθε διάστασης σε ένα σταθερό δέλτα (d9) και από έναν αριθμό άλλων παραγόντων στην περίπτωση πολλαπλών μεταβλητών, η οποία είναι πιο πολύπλοκη και πιθανόν να συμβαίνει όταν δοκιμάζονται πραγματικά τρόφιμα σε ένα σύστημα ελέγχου ποιότητας (Quality Control, QC)

(ENNIS, 1993). Επομένως, στην περίπτωση αυτή, το ποσοστό των σωστών απαντήσεων και η οργανοληπτική διαφορά δεν συσχετίζονται απλώς.

2.1.2 Περιγραφικές Δοκιμές

Ανεξάρτητα από το αν οι διαφορές που διαπιστώνονται στις προαναφερθείσες δοκιμές είναι στατιστικά σημαντικές ή όχι, μπορούν να υποστηρίξουν την περιγραφική ανάλυση για να προσφέρουν περισσότερες λεπτομέρειες που θα μπορούσαν να υποδείξουν τα αίτια των παρατηρούμενων ανισοτήτων.

Ο όρος «περιγραφική ανάλυση» αναφέρεται συχνά σε μια τεχνική που αποδίδει τον προσδιορισμό, τη μέτρηση και την περιγραφή των οργανοληπτικών ιδιοτήτων των τροφίμων με τη χρήση εκπαιδευμένων εθελοντών. Η μέθοδος προφίλ γεύσης (Flavor Profile Method FPM), η μέθοδος προφίλ υφής (Texture Profile Method TPM), η ποσοτική περιγραφική ανάλυση (Quantitative Descriptive Analysis QDA) και η μέθοδος φάσματος είναι οι τέσσερις προσεγγίσεις που συνήθως θεωρούνται ως μεθοδολογίες περιγραφικής ανάλυσης (Powers, 1984).

Η μέθοδος FPM, είναι μια συστηματική προσέγγιση για την αξιολόγηση και την περιγραφή των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των τροφίμων και των ποτών. Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει την επιλογή και την εκπαίδευση μιας ομάδας ατόμων που αναγνωρίζουν και περιγράφουν με συνέπεια διάφορα γευστικά χαρακτηριστικά. Η διαδικασία περιλαμβάνει την ανάπτυξη ενός συγκεκριμένου λεξικού περιγραφικών όρων, την προετοιμασία και παρουσίαση δειγμάτων υπό ελεγχόμενες συνθήκες και την αξιολόγηση της έντασης κάθε γευστικού χαρακτηριστικού από τα μέλη της ομάδας. Στη συνέχεια, τα δεδομένα που συλλέγονται αναλύονται για τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου προφίλ γεύσης. Η μέθοδος αυτή παρέχει λεπτομερείς και ποσοτικές περιγραφές της γεύσης ενός προϊόντος, χρήσιμες για την ανάπτυξη προϊόντων, τον έλεγχο ποιότητας και την ανάλυση του ανταγωνισμού. Αν και απαιτητική σε πόρους και κάπως υποκειμενική, η μέθοδος αυτή προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των προϊόντων, βοηθώντας στη διασφάλιση της συνέπειας και της ποιότητας (Powers, 1984).

Η μέθοδος TPM αποσκοπεί στον ποιοτικό και ποσοτικό προσδιορισμό των ιδιοτήτων υφής των τροφίμων. Σκοπός της μεθόδου TPM είναι να βοηθήσει τους ερευνητές τροφίμων στη συλλογή ποιοτικών και ποσοτικών οργανοληπτικών πληροφοριών σχετικά με τις ιδιότητες υφής των τροφίμων. Τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι δύο: 1) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιοδήποτε προϊόν ή χαρακτηριστικό υφής τροφίμων με ευελιξία και 2) διατηρεί την αμεροληψία

μέσω αυστηρά καθορισμένης ονοματολογίας και σημείων αναφοράς. Το επίπεδο εμπειρογνωμοσύνης που παρουσιάζουν οι επιτροπές που χρησιμοποιούν τη διαδικασία καθορίζει και τους περιορισμούς της (Powers, 1984). Η ποσοτική περιγραφική ανάλυση (QDA) είναι μια μέθοδος οργανοληπτικής αξιολόγησης που αναπτύχθηκε για την ποσοτικοποίηση και την περιγραφή των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των προϊόντων. Περιλαμβάνει μια εκπαιδευμένη ομάδα που χρησιμοποιεί ένα τυποποιημένο λεξιλόγιο για να αξιολογήσει την ένταση συγκεκριμένων χαρακτηριστικών, όπως η γεύση, το άρωμα και η υφή. Οι συμμετέχοντες στην επιτροπή αξιολογούν αυτά τα χαρακτηριστικά σε μια αριθμητική κλίμακα, συνήθως από 0 έως 15, επιτρέποντας ακριβείς και αναπαραγωγίμες μετρήσεις. Τα δεδομένα που συλλέγονται αναλύονται στατιστικά για τη δημιουργία ενός λεπτομερούς οργανοληπτικού προφίλ, το οποίο συχνά απεικονίζεται σε διαγράμματα "αράχνης" ή "ραντάρ". Το QDA είναι πολύτιμο για την ανάπτυξη προϊόντων, τον έλεγχο ποιότητας και τη συγκριτική αξιολόγηση έναντι των ανταγωνιστών, λόγω της ικανότητάς του να παρέχει λεπτομερείς, ποσοτικές και αντικειμενικές περιγραφές των οργανοληπτικών ιδιοτήτων. Παρά το γεγονός ότι είναι εντατική σε πόρους, απαιτεί σημαντική εκπαίδευση και συνεπή μεθοδολογία, η QDA χρησιμοποιείται ευρέως στις βιομηχανίες τροφίμων, ποτών και καταναλωτικών αγαθών για τη διασφάλιση της ποιότητας και της συνέπειας των προϊόντων (Powers, 1984).

Οι ρίζες της τεχνικής βρίσκονται στο Εγχειρίδιο Επεξεργασίας Τροφίμων (Food Processing Manual, FPM), το οποίο δημιουργήθηκε για να ενσωματώσει τις επίσημες και ανεπίσημες οργανοληπτικές διαδικασίες για τις αναπτυσσόμενες επιχειρήσεις τροφίμων. Είναι η πιο εκτενής και χρονοβόρα οργανοληπτική προσέγγιση, με απώτερο στόχο τη δημιουργία μιας ομάδας αξιολογητών που έχουν λάβει εκπαίδευση για να χρησιμεύσουν ως αναλυτικό εργαλείο (Powers, 1988). Ο σκοπός της ήταν να καταστήσει ευκολότερα κατανοητή τη σχέση μεταξύ των ρεολογικών αρχών και της δημοφιλούς ονοματολογίας, παρά να καθορίσει τα χαρακτηριστικά υφής των τροφίμων (Szczeniak, 1963). Αν και οι στατιστικές μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί από την έλευση των γραμμοσκαλών, η TPM είναι παρόμοια με την FPM στο ότι η επιτροπή έχει εκπαιδευτεί εκτενώς και έχει καθιερωθεί συναίνεση για όλες τις ιδιότητες για όλα τα αγαθά (Powers, 1984).

Ο Land (1977) έκανε κάποιες από τις πρώτες έρευνες για τις περιγραφικές τεχνικές μετά την FPM και την TPM. Συντάσσοντας ένα λεξικό συχνά χρησιμοποιούμενων οσφρητικών ερεθισμάτων, ο πρώτος τους στόχος ήταν να εξαλειφθεί η υποκειμενικότητα από τις περιγραφές γεύσεων. Αυτή η εμπειριστατωμένη μελέτη περιελάμβανε μια λεπτομερή περιγραφή δύο πειραμάτων, στα οποία συμμετέχοντες με και χωρίς προηγούμενη εμπειρία χαρακτήριζαν μια ποικιλία οσφρητικών

ερεθισμάτων χρησιμοποιώντας έναν κατάλογο περιγραφικών χαρακτηριστικών οσμών. Τα αποτελέσματα αυτών των δοκιμών έδειξαν ότι ορισμένα οσφρητικά ερεθίσματα -όπως η αμμωνία- περιγράφονται καλά, ενώ άλλα όχι. Στη δεύτερη περίπτωση, οι αντιλήψεις των αξιολογητών διαφέρουν, εν μέρει λόγω του ιστορικού τους και εν μέρει λόγω των ερεθισμάτων. Η εργασία αυτή λειτούργησε ως πρώιμο παράδειγμα και έθεσε τις βάσεις για μια μέθοδο που αργότερα θα χρησιμοποιούνταν ευρέως στην έρευνα και τον έλεγχο ποιότητας σε όλο τον κόσμο (Land, 1977).

Ο στόχος της ανάπτυξης της ποσοτικής περιγραφικής ανάλυσης ήταν να ενσωματωθούν μέθοδοι για τη συνεκτίμηση των συμπεριφορικών συνιστωσών (behavioural factors) της αντίληψης. Ωστόσο, η επιλογή των υποκειμένων και η διδασκαλία εξακολουθούσαν να θεωρούνται υψίστης σημασίας. Ορισμένες συμπεριφορικές επιπτώσεις μπορούσαν να ληφθούν υπόψη λόγω της χρήσης της κλίμακας διαστάσεων και της εστίασης στη στατιστική ανάλυση των δεδομένων. Αντί η ομάδα να συζητά τα ευρήματα για να καταλήξει σε συμπέρασμα, τα δεδομένα υπολογίζονται κατά μέσο όρο σε ολόκληρη την ομάδα.

Οι έννοιες από την QDA και την FPM ενσωματώνονται στην τεχνική φάσματος (Spectrum). Η τεχνική φάσματος, παρομοίως με την FPM, προσφέρει μια λεπτομερή περιγραφή των οργανοληπτικών κατηγοριών ενός προϊόντος και επιλέγει στοιχεία αναφοράς για να προσφέρει αναφορές έντασης χαρακτηριστικών. Οι διαφορές μεταξύ των προσεγγίσεων που συνήθως αναφέρονται ως τεχνικές περιγραφικής ανάλυσης είναι ο βαθμός εκπαίδευσης που παρέχεται στους αξιολογητές και τα αποτελέσματα που παράγουν οι διαδικασίες. Αρχικά, οι συζητήσεις στο πάνελ προσέφεραν μια συναινετική προοπτική για τα χαρακτηριστικά που σκιαγραφούνταν τόσο από το FPM όσο και από το TPM. Για τη συλλογή των απαντήσεων από κάθε αξιολογητή και τον προσδιορισμό ενός μέσου όρου για το πάνελ, δημιουργήθηκαν η QDA και η τεχνική Spectrum (Einstein, 1991).

Το «προφίλ της ελεύθερης επιλογής» (Free Choice Profiling) είναι μια παραλλαγή της περιγραφικής ανάλυσης (FCP). Τα δεδομένα δεν μπορούν να αποτελέσουν μέσο όρο σε μια ομάδα, σε αντίθεση με την QDA και την προσέγγιση φάσματος, επειδή κάθε περιγραφικός δείκτης έχει ξεχωριστή σημασία για κάθε αξιολογητή. Χρησιμοποιώντας τη γενικευμένη ανάλυση «Procrustes», μια στατιστική μέθοδο που χρησιμοποιείται για τη σύγκριση σχημάτων με την κλιμάκωση, την περιστροφή και τη μετατόπισή τους ώστε να ευθυγραμμίζονται καλύτερα μεταξύ τους,

ελαχιστοποιούνται οι διαφορές μεταξύ αντίστοιχων σημείων, παρέχοντας ένα μέτρο ομοιότητας μεταξύ των σχημάτων. Έτσι εξετάζονται οι σχέσεις μεταξύ των προϊόντων. Αν και η ανάλυση Procrustes είναι γνωστή από καιρό ως μέθοδος για την αντιστοίχιση διαμορφώσεων σημείων (Schönemann, 1966), η κατηγοριοποίηση κρέατος φαίνεται να ήταν η πρώτη σημαντική εφαρμογή της μεθοδολογίας σε αισθητηριακά δεδομένα (Banfield & Harries, 1975). Ορισμένα από τα προβλήματα με την παραδοσιακή δημιουργία προφίλ, όπως οι διαφορές στη χρήση των λέξεων μεταξύ των αξιολογητών, μπορούν να αντιμετωπιστούν με την προσέγγιση αυτή (Oreskovich et al., 1991).

Είναι λογικό ότι η ελευθερία των αξιολογητών να επιλέγουν τη δική τους ορολογία επεκτείνεται και στο FCP. Οι σχέσεις μεταξύ των προϊόντων έχουν έκτοτε εφαρμοστεί για την ανάλυση δεδομένων από ομάδες καταναλωτών και εκπαιδευμένων (JACK et al., 1993), καθώς και από μαθητές δημοτικού σχολείου (Baxter et al., 2005). Το απαραίτητο λεξιλόγιο μπορεί να παραχθεί με τη μέθοδο του «πλέγματος επανάληψης», κατά την οποία οι αξιολογητές παρουσιάζουν τα δείγματα σε ζεύγη ή τριπλέτες και καλούνται να προτείνουν λέξεις για τη διάκρισή τους, ή με τη μέθοδο της «πλήρους παρουσίασης δειγμάτων», κατά την οποία οι αξιολογητές παρουσιάζουν τα δείγματα και καλούνται να προτείνουν όρους που περιγράφουν τα χαρακτηριστικά τους (Piggott & Watson, 1992). Εναλλακτικά, για να μειωθεί ο αντίκτυπος των διαφορών μεταξύ των αξιολογητών (π.χ. Muir et al., 1995), οι σχέσεις μεταξύ των προϊόντων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση δεδομένων από την παραδοσιακή λεξιλογική σκιαγράφηση με συναίνεση.

Ο επανυπολογισμός και η τυχαιοποίηση των δεδομένων, σε συνδυασμό με τον πιο ενδελεχή έλεγχο της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων, έχουν διαλύσει τις αρχικές αμφιβολίες σχετικά με τα αποτελέσματα των FCP και GPA (Huitson, 1989). Η βασική παραδοχή αυτής της δοκιμής είναι ότι, εφόσον υπάρχει οποιαδήποτε γνήσια και επαναλαμβανόμενη δομή στο πραγματικό σύνολο δεδομένων, η διακύμανση που λαμβάνεται υπόψη σε αυτό θα είναι υψηλότερη από ό,τι στο τυχαιοποιημένο σύνολο δεδομένων. Οι King και Arents (1991) παρέχουν τα δεδομένα. Εναλλακτικά, προτού αναγνωριστεί ότι μια διάσταση της μεθόδου «σχέσεις μεταξύ των προϊόντων» φέρει γνήσια πληροφορία και όχι απλώς λάθος, τα δεδομένα μπορεί να συλλεχθούν εις τριπλούν και μπορεί να είναι απαραίτητη η ουσιαστική συμφωνία μεταξύ των αντιγράφων (King και Arents, 1991).

2.2 Η χρήση του οργανοληπτικού ελέγχου στην αξιολόγηση του μελιού

Μέσω της οργανοληπτικής ανάλυσης, είμαστε σε θέση να προσδιορίσουμε τη βοτανική προέλευση του μελιού, καθώς και να αναγνωρίσουμε και να μετρήσουμε ορισμένα ελαττώματα (ζύμωση, προσμίξεις, ενοχλητικές γεύσεις και οσμές). Επιπλέον, είναι ζωτικής σημασίας για τον καθορισμό των προδιαγραφών του προϊόντος και των κανονισμών που τις συνοδεύουν, όπως αυτοί που αφορούν τις βοτανικές ονομασίες ή άλλες ιδιαίτερες ετικέτες. Επιπλέον, αποτελεί κρίσιμο συστατικό των μελετών σχετικά με την επιλογή και την αποστρόφη των καταναλωτών.

Προς το παρόν δεν υπάρχουν εναλλακτικές αναλυτικές διαδικασίες για ορισμένα χαρακτηριστικά, αλλά κάποια που μπορούν να αποκαλυφθούν με την οργανοληπτική ανάλυση μπορούν επίσης να προσδιοριστούν με εργαστηριακή ανάλυση (π.χ. η ζύμωση μπορεί να προσδιοριστεί με την εξέταση για προϊόντα ζύμωσης ή ζύμες).

Η επαλήθευση της συμμόρφωσης των μονοποικιλιακών μελιών απαιτεί προσεκτική εξέταση διαφόρων παραγόντων, συμπεριλαμβανομένης της οργανοληπτικής αξιολόγησης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η οργανοληπτική αξιολόγηση μπορεί να εντοπίσει φυτικά συστατικά που άλλα αναλυτικά συστήματα (φυσικοχημικά και μελισσοκομικά) μπορεί να παραλείψουν και τα οποία ωστόσο μεταβάλλουν τις τυπικές οργανοληπτικές ιδιότητες του μελιού - μερικές φορές σε σημείο που το προϊόν να μην είναι πλέον κατάλληλο για πώληση ως μονοποικιλιακό.

Η συμπλήρωση και η ερμηνεία των συνολικών ερευνητικών αποτελεσμάτων είναι μια ευρέως διαδεδομένη χρήση της οργανοληπτικής αξιολόγησης στη μελέτη και τον έλεγχο των μονοποικιλιακών μελιών. Ως εκ τούτου, θεωρήθηκε απαραίτητο να ενσωματωθούν οι περιγραφές με τα διαθέσιμα οργανοληπτικά δεδομένα στην προσπάθεια του International Honey Commission (IHC) να χαρακτηρίσει τα κυριότερα ευρωπαϊκά μονοαρωματικά μέλια (Oddo et al., 2004).

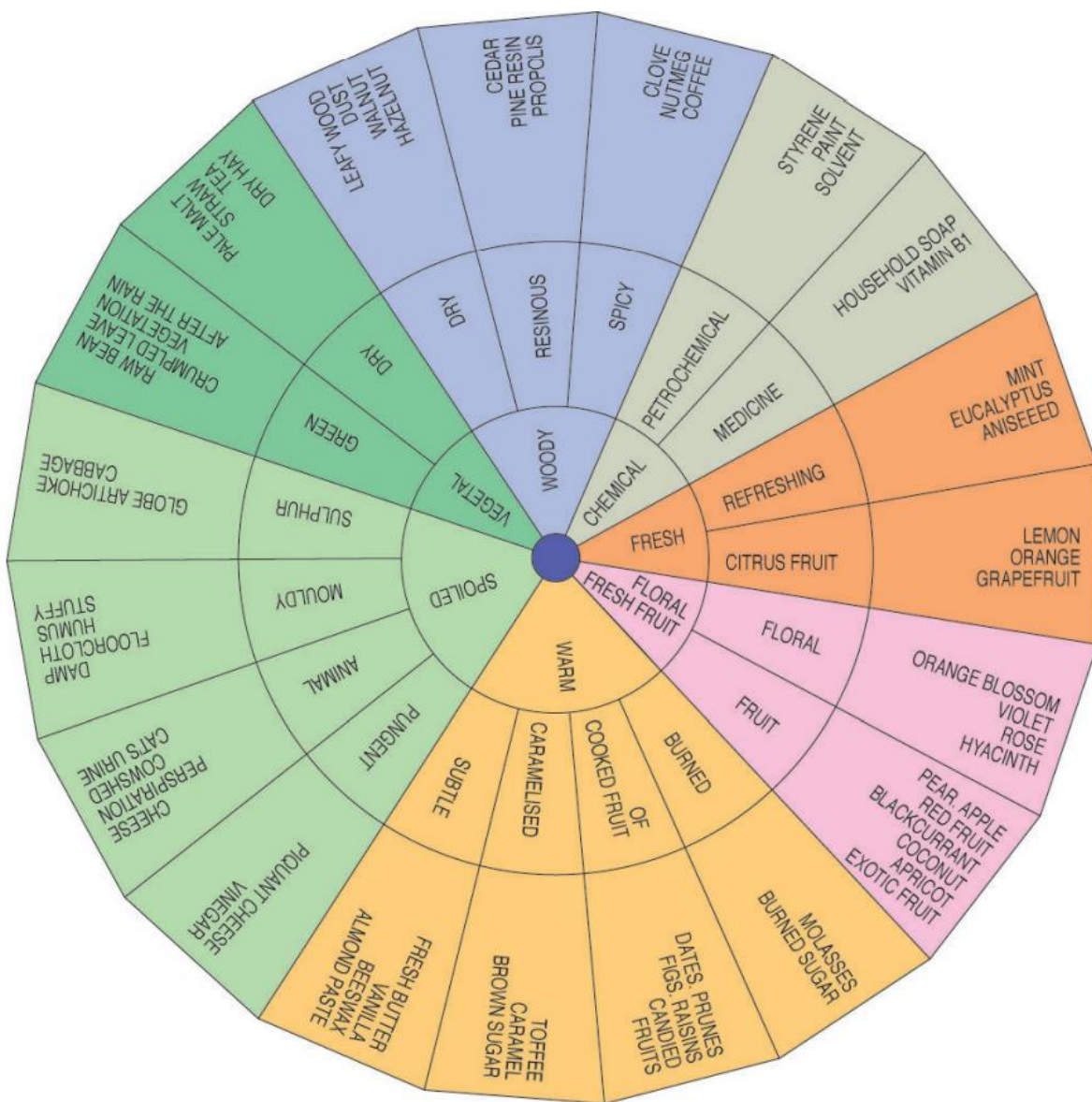
Η πρόκληση ήταν ο τρόπος πρόσβασης στον τεράστιο όγκο γνώσεων που συσσωρεύτηκε από διάφορους ειδικούς, ο οποίος ήταν δύσκολα προσβάσιμος επειδή δημιουργήθηκε με απαραιτήτες τεχνικές χωρίς συστηματική και συνεπή διαδικασία. Παρόλο που υπήρχε επίγνωση των ελλείψεων μιας λιγότερο αυστηρής διαδικασίας υπό το πρίσμα των σύγχρονων οργανοληπτικών τεχνικών, θεωρήθηκε, παρόλα αυτά, ότι ήταν ζωτικής σημασίας να διατηρηθούν τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν από ακόμα και τις παλαιότερες τεχνικές.

Χρησιμοποιώντας τις γνώσεις των συγγραφέων που είχαν ασχοληθεί με τις οργανοληπτικές περιγραφές του μελιού, το αρχικό βήμα ήταν η δημιουργία ενός τυποποιημένου λεξιλογίου (IHC, 2000).

Όλη η ορολογία και τα χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται στις οργανοληπτικές περιγραφές των ευρωπαϊκών μονοποικιλιακών μελιών (Persano Oddo & Piro, 2004) καλύπτονται από το εναρμονισμένο λεξικό (2), με εξαίρεση τους περιγραφόμενους χαρακτήρες της οσμής και του αρώματος (περιλαμβάνονται στην ηλεκτρονική έκδοση της παρούσας έρευνας, βλ. παράρτημα Ι). Η βελγική ομάδα της εταιρείας CARI συνέβαλε σημαντικά σε αυτά αργότερα με τη δημιουργία μιας ενιαίας ορολογίας. Παρόμοια με τα μοντέλα που είχαν προηγουμένως παραχθεί για το κρασί (Reynaud, 1980; Guinard and Noble, 1986), την μπύρα (Meilgaard et al., 1979a, b) και τα σκληρά και ημίσκληρα τυριά (Issanchou et al., 1995), κατασκεύασαν έναν «δίσκο γεύσεων και αρωμάτων για το μέλι» (Oddo et al., 2004).

Η καθιέρωση τυποποιημένης ορολογίας που βασίζεται σε πραγματικές αναφορές αποτελεί κρίσιμη συνιστώσα αυτής της στρατηγικής, καθώς επιτρέπει τη σαφή και συνεπή παρουσίαση του προϊόντος. Οφείλει να διαθέτει ένα αρκετά ευρύ λεξιλόγιο ώστε να καλύπτει κάθε πιθανό συνδυασμό του προϊόντος. Ακόμα και αν οι όροι είναι κοινοί και μπορεί να μην προκαλούν απαραίτητα κάποιο συναίσθημα σε έναν άπειρο γευσιγνώστη, όταν δύο άτομα με την ίδια κατάρτιση συνομιλούν, θα πρέπει να το κάνουν με σαφήνεια και ακρίβεια. Συνήθως, οι φράσεις ομαδοποιούνται σε έναν τροχό που χωρίζεται σε τομείς ή οικογένειες και υποτομείς ή υποοικογένειες που αντιστοιχούν σε μία ή περισσότερες πραγματικές αναφορές. Η εμπειρία έχει δείξει ότι το εργαλείο αυτό μπορεί επίσης να βελτιώσει την αντίληψη του προϊόντος και της επικοινωνίας, καθώς οι όροι που ορίζονται για τεχνικούς σκοπούς υιοθετούνται σταδιακά από τους καταναλωτές.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε μια ολοκληρωμένη ανάλυση των περιγραφικών οργανοληπτικών δεδομένων σχετικά με τα μονοποικιλιακά μέλια που βρέθηκαν σε διάφορες δημοσιεύσεις (Persano Oddo et al., 1995). Τα δεδομένα αυτά συνδυάστηκαν στη συνέχεια με προτάσεις της ομάδας εργασίας IHC για τη δημιουργία ενοποιημένων περιγραφών που χρησιμοποιούσαν εναρμονισμένη ορολογία. Έτσι καθιερώθηκε η ορολογία που αφορά την περιγραφή του μελιού.



Εικόνα 2: Δίσκος Γεύσεων και Αρωμάτων για το Μέλι

2.3 Περιγραφική Μέθοδος Οργανοληπτικής Αξιολόγησης του Μελιού

Για τον έλεγχο της ποιότητας του μελιού απαιτείται ένα σύστημα διαβάθμισης ή ταξινόμησης του μελιού με βάση τα ελαττώματα ή τη συμμόρφωση με το ενιαίο μονοποικιλιακό προφίλ. Η μέθοδος που παρουσιάζεται εδώ είναι το αποτέλεσμα της πολυετούς τεχνογνωσίας που έχουν συσσωρεύσει τα εργαστήρια του IHC. Παρουσιάζει την εφαρμογή μιας τεχνικής οργανοληπτικής ανάλυσης στο μέλι, για το οποίο υπάρχουν ήδη εκτεταμένα πρότυπα για το σχεδιασμό του χώρου δοκιμών (ISO 8589, 1988), τη γενική καθοδήγηση οργανοληπτικής ανάλυσης (ISO 6658, 1985) και την εκπαίδευση των αξιολογητών (ISO 8586-1, 1993- ISO 8586-2, 1994). Το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου (1996) έχει δηλώσει ότι η πρωταρχική βάση για την ανάπτυξη όλων των περιγραφικών μεθόδων είναι η εμπειρία που αποκτήθηκε στη βιομηχανία ελαιολάδου.

Στόχος της μεθόδου αυτής είναι η αξιολόγηση των οσφρητικών-γευστικών ιδιοτήτων του μελιού. Προορίζεται ειδικά για τη χρήση προηγουμένως δεσμευμένων προτύπων για την επιβεβαίωση ότι τα οργανοληπτικά προφίλ των μονοποικιλιακών μελιών συμφωνούν μεταξύ τους και ότι δεν υπάρχουν ελαττώματα.

Παρά το γεγονός ότι είναι ζωτικής σημασίας για τη συνολική αξιολόγηση του προϊόντος, οι οπτικές και απτικές ιδιότητες παραλείπονται, διότι είναι απαραίτητο να γίνει διάκριση μεταξύ του οσφρητικού-γευστικού και του οπτικού και απτικού σταδίου, επειδή υπάρχουν πολλά στοιχεία που συνδέουν το πρώτο με τα αποτελέσματα του δεύτερου. Επιπλέον, δεδομένου ότι οι τεχνικές επεξεργασίας έχουν αντίκτυπο σε ορισμένα οπτικά και απτικά χαρακτηριστικά (όπως η φυσική κατάσταση, η συνοχή και οι κρύσταλλοι), η προέλευση του προϊόντος δεν είναι ο μόνος παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την αξιολόγηση των μονοποικιλιακών μελιών. Ορισμένα χαρακτηριστικά, όπως το χρώμα, μπορούν να εκτιμηθούν με τη χρήση ενόργανης ανάλυσης.

2.3.1 Η αρχή της μεθόδου

Η μεθοδολογία βασίζεται σε αξιολογητές οι οποίοι εκπαιδεύονται να αναγνωρίζουν αισθητηριακά ερεθίσματα με βάση κριτήρια που έχουν προηγουμένως μάθει (ISO 8586-1, 1993- ISO 8586-2, 1994) και τα μετρούν σε μη δομημένη κλίμακα 10 cm (ISO 4121, 1987). Οι αξιολογητές αξιολογούν τις οσφρητικές-γευστικές ιδιότητες του μελιού. Η αξιολόγηση πραγματοποιείται σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές και τη γενική μεθοδολογία που περιγράφονται στο ISO 6658 (1985).

2.3.2 Ο χώρος δοκιμής

Ο χώρος που χρησιμοποιείται για τις οργανοληπτικές αναλύσεις πρέπει τουλάχιστον να πληροί το πρότυπο ISO 8589 (1988) όσον αφορά τις βασικές προδιαγραφές (θερμοκρασία, στάθμη θορύβου, φωτισμός και οσμές). Για να μπορούν οι αξιολογητές να εργάζονται ανεξάρτητα και χωρίς διακοπή, πρέπει να δημιουργηθούν ξεχωριστοί θάλαμοι (μπορούν να χρησιμοποιηθούν αρθρωτές μεταφερόμενες μονάδες).

2.3.3 Εγκατάσταση πάνελ: εκπαίδευση και επιλογή

Μια επιτροπή πρέπει να έχει τουλάχιστον επτά αξιολογητές. Το πρότυπο ISO 8586 πρέπει να τηρείται κατά την επιλογή και την εκπαίδευση των αξιολογητών. Οι ιδιότητες που εξετάζουν οι αξιολογητές πρέπει να έχουν απομνημονευθεί από τους αξιολογητές. Ένας επικεφαλής της ομάδας πρέπει επίσης να είναι υπεύθυνος για την οργάνωση των δοκιμών και τη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων. Ο επικεφαλής της επιτροπής είναι επίσης υπεύθυνος για την επιλογή, την προετοιμασία και την παρακολούθηση της απόδοσης των μελών της επιτροπής.

2.3.4 Ποτήρια δειγματοληψίας

Τα ποτήρια ή τα δοχεία που χρησιμοποιούνται για την παρουσίαση των δειγμάτων στους αξιολογητές πρέπει να πληρούν τις ακόλουθες προδιαγραφές:

- να επιτρέπουν την παρουσίαση των δειγμάτων με ομοιογενή και ανώνυμο τρόπο (πανομοιότυπα δοχεία χωρίς διακριτικά γνωρίσματα εκτός από τον κωδικό αναγνώρισης)
- να είναι άοσμα
- να καλύπτουν το χρώμα του μελιού (έγχρωμα ή αδιαφανή μη λευκά δοχεία- εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί έγχρωμο φως (π.χ. κόκκινο με λευκά δοχεία)
- να βοηθούν στην απελευθέρωση και τη συγκέντρωση των οσμών του μελιού καθυστερώντας τη διασπορά τους (π.χ. με ένα καπάκι που καλύπτει).

2.3.5 Ακατέργαστο δείγμα

Αυτό το παρασκεύασμα πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των οσφρητικών-γευστικών ιδιοτήτων σύμφωνα με την αντίληψη του καταναλωτή. Ακολουθεί ο τρόπος παρασκευής των δειγμάτων:

Σε κάθε δείγμα αποδίδεται ένας τυχαίος τριψήφιος κωδικός. Περίπου 30-40 g του δείγματος τοποθετούνται στο ποτήρι δειγματοληψίας (ένα για κάθε αξιολογητή), το οποίο στη συνέχεια καλύπτεται με κατάλληλο καπάκι (όπως ένα τρυβλίο Petri, αλουμινόχαρτο ή μεμβράνη). Είναι σημαντικό να μεταφέρεται το μέλι με μια μέθοδο που ελαχιστοποιεί τις αλλαγές που προκαλούνται από τους χειρισμούς και εγγυάται ότι τα υποδείγματα έχουν την ίδια εμφάνιση. Ο τεχνικός που χειρίζεται την προετοιμασία των δειγμάτων για τον έλεγχο δεν πρέπει να είναι αυτός που κάνει την οργανοληπτική ανάλυση, προκειμένου να διασφαλιστεί η ανωνυμία. Το απαιτούμενο εύρος θερμοκρασίας για το δείγμα είναι 18 έως 25 °C. Το απαιτούμενο εύρος θερμοκρασίας για το δείγμα είναι 18 έως 25 °C. Η εξέταση πρέπει να γίνει 24 ώρες μετά την ετοιμασία του δείγματος. Τα δείγματα μπορούν να αξιολογηθούν ταχύτερα εάν το μέλι είναι σφραγισμένο με στεγανό καπάκι. Η συνιστώμενη ποσότητα για ένα ποτήρι εξέτασης με συνολική χωρητικότητα περίπου 130 ml είναι 30-40 g. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν δοχεία διαφορετικού μεγέθους, αρκεί η αναλογία δείγματος/όγκου να διατηρείται μεταξύ 1/4 και 1/5 και κάθε αξιολογητής να έχει τουλάχιστον 10 g μελιού.

2.3.6 Παραγωγή αραιωμένου δείγματος

Όταν φαίνεται ότι δευτερεύοντες παράγοντες (όπως το είδος και η φυσική κατάσταση της κρυστάλλωσης ή η περιεκτικότητα σε νερό) θα μπορούσαν να επηρεάσουν την αναπαραγωγιμότητα της διαδικασίας, τα δείγματα πρέπει να αραιώνονται. Η αραιώση συνιστάται ιδιαίτερα για την αξιολόγηση των οσφρητικών ιδιοτήτων και της συμμόρφωσης με ένα βοτανικό προφίλ. Σε αυτή την περίπτωση τα δείγματα παρασκευάζονται ως εξής: ένα μέρος του δείγματος αραιώνεται σε νερό σε τελική περιεκτικότητα περίπου 30% με την προσθήκη 1 μέρους άοσμου νερού (αποσταγμένου ή χαμηλού σε περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα) σε πέντε μέρη μέλι (κατά βάρος). Ο συνδυασμός έχει ομογενοποιηθεί- ωστόσο, εάν εξακολουθούν να υπάρχουν κρυσταλλωμένα κομμάτια, το διάλυμα μπορεί να θερμανθεί σε κλειστό δοχείο πάνω από υδατόλουτρο στους 40 °C μέχρι να διαλυθούν πλήρως οι κρύσταλλοι της ζάχαρης.

2.3.7 Αξιολόγηση

Πριν από την αξιολόγηση, οι αξιολογητές πρέπει να απέχουν από το φαγητό, το ποτό ή το κάπνισμα εκτός από νερό για τριάντα λεπτά. Επιπλέον, θα πρέπει να απέχουν από τη χρήση οτιδήποτε θα μπορούσε να προκαλέσει την είσοδο οποιασδήποτε μορφής οσμής στην περιοχή γευσιγνωσίας, όπως αρωματικά σαμπουάν, οδοντόκρεμες ή στοματικά διαλύματα με έντονα αρώματα.

Τα υλικά που απαιτούνται για την οργανοληπτική ανάλυση και τα έντυπα αξιολόγησης είναι διαθέσιμα σε κάθε αξιολογητή. Οι αξιολογητές συμπληρώνουν ο καθένας μόνος του το έντυπο, το οποίο παραδίδει ο επικεφαλής της ομάδας.

Το πολύ επτά δείγματα θα πρέπει να λαμβάνονται καθ' όλη τη διάρκεια κάθε συνεδρίας. Οι αξιολογητές πρέπει να κάνουν διάλειμμα τουλάχιστον 30 λεπτών μεταξύ των συνεδριών και να αναπαύονται.

2.3.8 Αξιολόγηση των ιδιοτήτων της οσμής

Αρχικά, αξιολογούνται οι οσφρητικές ιδιότητες. Για να προαχθεί η απελευθέρωση πτητικών χημικών ουσιών και να δημιουργηθεί μια επιφάνεια εξάτμισης που να είναι σταθερή για όλα τα δείγματα, η οσμή των δειγμάτων ακατέργαστου μελιού αξιολογείται αμέσως μετά την εξάπλωση του μελιού στην επιφάνεια του ποτηριού ζέσεως χρησιμοποιώντας ένα πλαστικό κουτάλι. Το ανακάτεμα του δείγματος στο ποτήρι ζέσεως αρκεί για να προαχθεί η εξάτμιση στην περίπτωση αραιωμένων δειγμάτων. Ο εξεταστής πρέπει να εισπνεύσει από το πάνω μέρος του ποτηριού για μερικά δευτερόλεπτα. Είναι απαραίτητο να αξιολογηθεί η οσμή τόσο αμέσως, αφού απλωθεί ή αναδευτεί το μέλι, όσο και μετά από δέκα ή είκοσι δευτερόλεπτα. Ο κριτής πρέπει να περιμένει πέντε έως είκοσι δευτερόλεπτα ή και περισσότερο για να ανιχνεύσει πλήρως την οσμή πριν πάρει μια δεύτερη μυρωδιά. Ο βαθμός οποιουδήποτε παρατηρούμενου ελαττώματος καταχωρείται αμέσως στο έντυπο, μαζί με την τυχόν αναγκαία συμμόρφωση με το μονοποικιλιακό προφίλ.

2.3.9 Ανάλυση των γευστικών-οσφρητικών ιδιοτήτων (γευσιγνωσία)

Χρησιμοποιώντας ένα κουτάλι μίας χρήσης (ή από ανοξείδωτο ατσάλι), μια μικρή ποσότητα μελιού - 1 ή 2 g - λαμβάνεται για να εκτιμηθούν οι στοματικές αισθήσεις. Προκειμένου να ανιχνευθεί η γεύση (γλυκιά, αλμυρή, όξινη ή πικρή), το άρωμα (ένταση και ποιότητα), η παραμονή της γεύσης, η

επίγευση και άλλες στοματικές αισθήσεις, το μέλι αφήνεται να διαλυθεί στη γλώσσα πριν από τη σταδιακή κατάποση.

2.3.10 Μονοποικιλιακά προφίλ

Μια ομάδα ειδικευμένων εμπειρογνομόνων αξιολογητών, οι οποίοι έχουν μάθει να αναγνωρίζουν τους διάφορους τύπους μονοποικιλιακών μελιών και οι οποίοι έχουν απομνημονεύσει τόσο τις τυπικές ιδιότητες του προϊόντος όσο και κάθε πιθανή παραλλαγή, αξιολογεί τη συμμόρφωση των δειγμάτων. Ο αξιολογητής καλείται να ερμηνεύσει ένα σύνθετο προφίλ που αποτελείται από πολλαπλά συστατικά τα οποία μπορεί να μεταβάλλονται ανεξάρτητα το ένα από το άλλο κατά τη διάρκεια αυτής της αξιολόγησης.

2.3.11 Χειρισμός και ανάλυση των αποτελεσμάτων

Μετά την ολοκλήρωση των αξιολογήσεων των αξιολογητών, ο επικεφαλής της ομάδας συγκεντρώνει τα δεδομένα (υπολογίζοντας το μήκος του χρόνου σε εκατοστά μεταξύ του αριστερού άκρου της κλίμακας και του σημείου του αξιολογητή) και τα χρησιμοποιεί για τον υπολογισμό των ακόλουθων στατιστικών δεικτών: ισχυρή τυπική απόκλιση (S) και διάμεσος (M): όπου το N αντιπροσωπεύει τον συνολικό αριθμό των απαντήσεων. Η διασπορά μεταξύ του 75ου και του 25ου εκατοστημορίου, ή το 75ο εκατοστημόριο μείον το 25ο εκατοστημόριο, είναι γνωστό ως ενδοτεταρτημοριακό εύρος ή IQR.

$$S = \frac{1.25 \cdot \text{IQR}}{1.35 \cdot \sqrt{N}}$$

Στην περίπτωση των μονοποικιλιακών, τα δείγματα κατηγοριοποιούνται με βάση τη συμμόρφωση και την ύπαρξη αισθητηριακών ελαττωμάτων χρησιμοποιώντας τις διάμεσες τιμές. Μια ισχυρή τυπική απόκλιση χρησιμεύει ως μέτρο για την αξιοπιστία της δοκιμής. Μόνο τα αποτελέσματα στα οποία η τιμή αυτής της παραμέτρου είναι ίση ή μικρότερη από 1 πρέπει να λαμβάνεται υπόψη.

2.4 Ενόργανες μέθοδοι αξιολόγησης της σύστασης του μελιού

Περίπου 200 ουσίες υπάρχουν στο μέλι, καθιστώντας το ένα από τα πιο σύνθετα φυσικά τρόφιμα (da Silva et al., 2016). Οι υδατάνθρακες, ή σάκχαρα, είναι τα κύρια συστατικά, ιδιαίτερα τα αναγωγικά σάκχαρα όπως η φρουκτόζη και η γλυκόζη (Trifkonιά et al., 2017). Αλλά επιπλέον, το προϊόν αυτό της μέλισσας περιλαμβάνει οργανικά οξέα, μέταλλα, φαινολικές ενώσεις, πρωτεΐνες, αμινοξέα, λιπίδια, βιταμίνες και άλλα συστατικά. Η βοτανική και γεωγραφική προέλευση του μελιού, εκτός από άλλα στοιχεία, όπως οι καιρικές συνθήκες και οι πρακτικές των μελισσοκόμων, έχουν σημαντικό αντίκτυπο στη χημική του σύσταση (da Silva et al., 2016).

Δεδομένου ότι η γνησιότητα του μελιού καθορίζεται εδώ και καιρό από τη σύστασή του, η αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο αποτελεί σημαντικό στοιχείο (Trifkonιά et al., 2017). Επιπλέον, η ανάλυση της σύνθεσης του μελιού βοηθά στον ποιοτικό έλεγχο επιβεβαιώνοντας την ύπαρξη των ουσιών που συνδέονται με ορισμένα από τα διατροφικά και προαγωγικά οφέλη του προϊόντος για την υγεία. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι πρόσφατα βρέθηκαν στο μέλι φυτικά μικροριβονουκλεϊκά οξέα ή miRNAs. Τα μόρια αυτά είναι απαραίτητα για τον έλεγχο της γονιδιακής έκφρασης στα κύτταρα (Smith et al., 2019).

Τα επόμενα χρόνια, η παρουσία των miRNAs στο μέλι μπορεί να έχει σημαντικό ενδιαφέρον, καθώς μπορεί να βοηθήσει στην εξήγηση ορισμένων βιολογικών χαρακτηριστικών του. Επιπλέον, δεδομένου ότι το προφίλ των miRNA είναι μοναδικό για κάθε μέλι, η ανακάλυψη αυτή εγείρει την πιθανότητα να χρησιμοποιηθούν ως μέθοδοι αιχμής για την επαλήθευση του μελιού.

Όπως ήταν αναμενόμενο, τα τελευταία χρόνια έχει δημοσιευτεί μεγάλος αριθμός ερευνών σχετικά με την εξαγωγή και τον προσδιορισμό συστατικών του μελιού με πιθανά οφέλη για την υγεία ή τη διατροφική αξία. Ο εκτεταμένος κατάλογος των χωρών στις οποίες διεξήχθησαν αυτές οι μελέτες, με σημαντικό αριθμό δημοσιεύσεων από τη Βραζιλία, την Κίνα και την Ισπανία, υποδηλώνει το ενδιαφέρον που έχει συγκεντρώσει το θέμα αυτό παγκοσμίως.

Μια σειρά από ενδιαφέρουσες ανασκοπήσεις έχουν δημοσιευτεί ως αποτέλεσμα της εκτεταμένης έρευνας των τελευταίων ετών σχετικά με τα συστατικά του μελιού. Ορισμένες από αυτές τις δημοσιεύσεις επικεντρώθηκαν κυρίως στην παροχή μιας γενικής συζήτησης για τη χημική σύσταση και τις σχετικές ιδιότητες που προάγουν την υγεία (da Silva et al., 2016).

Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι συγγραφείς επέλεξαν να διερευνήσουν λεπτομερώς ορισμένες από τις πιθανές βιοϊατρικές δραστηριότητες, όπως αντιοξειδωτικές (Lewogehu and Amare, 2019), αντικαρκινικές (Afrin et al., 2020), ή μια οικογένεια ενώσεων, όπως φαινολικές ενώσεις (Cianciosi et al., 2018), αρωματικές ενώσεις (Rahman et al., 2017) ή ανόργανα συστατικά (Märgäoan et al., 2021). Σε άλλες περιπτώσεις, ωστόσο, οι συγγραφείς επέλεξαν να διερευνήσουν έναν συγκεκριμένο τύπο μελιού, όπως το μέλι εσπεριδοειδών (Seraglio et al., 2021a) ή το μέλι μελιτώματος (Seraglio et al., 2019), ή μια οικογένεια ενώσεων, όπως οι φαινόλες. Πρόσθετες ανασκοπήσεις επικεντρώθηκαν στις αναλυτικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται για την αυθεντικότητα και τον ποιοτικό έλεγχο του μελιού (Trifković et al., 2017).

Ένα από αυτά τα άρθρα (Siddiqui et al., 2017) ασχολήθηκε με τις πρωτογενείς αναλυτικές μεθόδους, με έμφαση στον πυρηνικό μαγνητικό συντονισμό (NMR), ως μέσο πιστοποίησης της γνησιότητας του μελιού. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι όταν το κόστος των τεχνικών NMR μειωθεί και τα όργανα γίνουν ευκολότερα στη χρήση, η χρήση τους θα αυξηθεί. Οι Trifković et al. (2017) κάλυψαν επίσης τη χρήση του NMR για την αξιολόγηση της γνησιότητας του μελιού. Αλλά σε αυτή την περίπτωση, οι συγγραφείς συμπεριέλαβαν επίσης πρόσθετες σχετικές τεχνικές, όπως ηλεκτροχημικές μεθόδους, υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC) ή αέρια χρωματογραφία (GC), υπέρυθρη (IR), φασματοφωτομετρία φθορισμού και χρωματογραφικές τεχνικές όπως η φασματομετρία μάζας με αναλογία ισωτόπων (IRMS). Οι συγγραφείς συζήτησαν μερικές από τις πιο σχετικές εφαρμογές για κάθε μεθοδολογία που έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα, αλλά δεν έκαναν καμία διάκριση με βάση τις διάφορες οικογένειες χημικών ουσιών κατά τη συζήτηση της αναλυτικής προσέγγισης. Οι Pita-Calvo et al. (2017) έκαναν μια βαθύτερη ανάλυση των αναλυτικών μεθόδων που χρησιμοποιούνται συχνά για την αξιολόγηση του ποιοτικού ελέγχου του μελιού (Pita-Calvo & Vázquez, 2017). Ενώ συζητούσαν διαδικασίες παρόμοιες με αυτές που περιγράφονται από τους Trifković et al. (2017) (NMR, IR, GC, HPLC κ.λπ.), έδωσαν μεγαλύτερη έμφαση στην επεξήγηση των πειραματικών συνθηκών και των αποτελεσμάτων. Όμως, η συγκέντρωση αφορούσε αποκλειστικά τους υδατάνθρακες και τις σχετικές με αυτούς ουσίες. Δύο πρόσφατες εργασίες (Balkanska et al., 2020) εξέτασαν ορισμένες ομάδες ουσιών, όπως σάκχαρα, πρωτεΐνες, αμινοξέα ή ανόργανα άλατα. Παρόμοια με τις προηγούμενες εργασίες που συζητήθηκαν, οι συγγραφείς και των δύο περιπτώσεων παρείχαν εμπειριστατωμένο σχολιασμό των ευρημάτων ορισμένων από τις πιο

σχετικές δημοσιεύσεις- ωστόσο, έδωσαν ελάχιστη προσοχή στις ιδιαιτερότητες των πειραμάτων. Οι Pascual-Maté et al. (2018) πραγματοποίησαν μια πιο εμπειριστατωμένη ανασκόπηση των διαδικασιών ανάλυσης του μελιού. Οι συγγραφείς παρέχουν μια εμπειριστατωμένη επισκόπηση των νέων ή/και τυποποιημένων τεχνικών για τον προσδιορισμό των βασικών στοιχείων και χαρακτηριστικών του μελιού (Pascual-Mate et al., 2018).

Παρ' όλα αυτά, δεν υπήρξε ένα κεφάλαιο αφιερωμένο στην εξέταση των λιπιδίων και οι πειραματικές ρυθμίσεις των επιλεγμένων εργασιών δεν δόθηκαν ούτε διερευνήθηκαν. Επιπλέον, η πλειονότητα των αναφορών που παρατίθενται σε αυτή τη σελίδα γράφτηκαν πριν από το 2015. Ως εκ τούτου, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, έχει δημοσιευτεί ένας αριθμός ανασκοπήσεων σχετικά με τη σύσταση του μελιού ή/και τις ιδιότητες που προάγουν την υγεία. Μόνο ένας μικρός αριθμός από αυτές εξέτασε το θέμα από αναλυτική σκοπιά, συμπεριλαμβανομένων πειραματικών εφαρμογών. Ορισμένες από αυτές συζήτησαν τις διάφορες προσεγγίσεις για τον προσδιορισμό των διαφόρων οικογενειών συστατικών του μελιού.

Προκειμένου να προτείνουμε τις ιδανικές συνθήκες για κάθε οικογένεια ενώσεων, θεωρούμε επομένως απαραίτητο να προβούμε σε μια επικαιροποίηση των προαναφερόμενων δημοσιεύσεων, εξετάζοντας τις τρέχουσες τάσεις στην ανάλυση των συστατικών του μελιού, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στις ιδιαίτερες συνθήκες εκχύλισης και προσδιορισμού.

Παρακάτω ακολουθούν πιο αναλυτικά οι κύριες τεχνικές εκχύλισης και ανάλυσης που έχουν καταγραφεί με σκοπό τη λήψη, τον εντοπισμό, τον χαρακτηρισμό ή/και την ποσοτικοποίηση των συστατικών του μελιού με πιθανές επιπτώσεις στην υγεία και τη διατροφή κατά την εξαετία 2015-2021.

2.4.1 Σάκχαρα και συναφείς ουσίες

Τα σάκχαρα αποτελούν την πλειονότητα του μελιού (>85%) και η κύρια χρήση τους στα έμβια όντα είναι ως πηγή ενέργειας (Elamine et al.; 2021). Το μέλι περιέχει περισσότερους από 22 διαφορετικούς τύπους σακχάρων, με τη φρουκτόζη και τη γλυκόζη να είναι τα επικρατέστερα. Σημαντικές μεταβλητές που αφορούν την ποιότητα του μελιού περιλαμβάνουν τη συνολική ποσότητα φρουκτόζης και γλυκόζης, την αναλογία φρουκτόζης/γλυκόζης (F/G) και την αναλογία γλυκόζης/νερού (G/W). Αν και ο λόγος G/W μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη της

κρυστάλλωσης του μελιού, ο λόγος F/G δείχνει την ικανότητα του μελιού να κρυσταλλώνεται (Elamine et al., 2021). Κατά την αξιολόγηση του κατά πόσον τα μέλια θα μπορούσαν να είναι νοθευμένα, είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη η ακριβής περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα. Σύμφωνα με τους Pereira et al. (2020), η υψηλή συγκέντρωση σακχαρόζης στο μέλι υποδηλώνει ότι ο μελισσοκόμος εξήγαγε το μέλι από την κυψέλη πολύ σύντομα. Η συνιστώμενη περιεκτικότητα σε σακχαρόζη με βάση τη μάζα δεν υπερβαίνει το 5% w/w.

Υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι που έχουν χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της περιεκτικότητας του μελιού σε σάκχαρα. Ορισμένοι συγγραφείς έχουν επικεντρωθεί στην εκτίμηση της περιεκτικότητας σε ολικά σάκχαρα, συγκεκριμένα της περιεκτικότητας σε αναγωγικά σάκχαρα με χρωματομετρικές αναλύσεις που χρησιμοποιούν δινιτροσαλικυλικό οξύ ή τιτλοδότηση. Η μέτρηση της ποσότητας των διαφόρων αναγωγικών σακχάρων, όπως η γλυκόζη, η φρουκτόζη και/ή η μαλτόζη, είναι η δεύτερη στρατηγική (Can et al., 2015). Η τελευταία μέθοδος είναι πιο περίπλοκη επειδή κάθε είδος σακχάρου είναι διαφορετικό. Με εξαίρεση τις εργασίες που βασίζονται στην τιτλοδότηση (Sant'ana et al., 2020) και τις μελέτες στις οποίες επιλέχθηκε η GC ως τεχνική διαχωρισμού, τις περισσότερες περιπτώσεις, η επεξεργασία των δειγμάτων περιελάμβανε αραίωση με νερό. Ωστόσο, επειδή τα μη πτητικά σάκχαρα πρέπει προηγουμένως να παραγωγοποιηθούν (για να μετατραπούν σε πτητικά) και επειδή η GC απαιτεί συνήθως μεγαλύτερη διάρκεια ανάλυσης από την HPLC, χρησιμοποιήθηκε σπάνια σε σύγκριση με την HPLC. Ο ανιχνευτής δείκτη διάθλασης (Refractive Index Detector, RID) ήταν ο κύριος ανιχνευτής HPLC και έχουν επιλεγεί διάφορες στάσιμες φάσεις, όπως οι αμιδικές ή άλλες που έχουν κατασκευαστεί ειδικά για την ανάλυση υδατανθράκων (Can et al., 2015). Οι Dong et al. (2018) χρησιμοποίησαν IRMS σε συνδυασμό με στοιχειακό αναλυτή και HPLC για να εξετάσουν μερικά δείγματα κινεζικού μελιού που είχαν νοθευτεί με ζάχαρη ή γλυκαντικές ουσίες.

Μια ξεχωριστή μεθοδολογία που χρησιμοποιεί χρωματογραφία ανταλλαγής ανιόντων υψηλής απόδοσης με παλμική αμπερομετρική ανίχνευση (HPAEC/PAD) για τον προσδιορισμό των επιπέδων σακχάρων χρησιμοποιήθηκε σε πολλές μελέτες (Vasić et al., 2019). Επειδή η PAD είναι αρκετά ευαίσθητη ώστε να επιτρέπει τον προσδιορισμό χαμηλότερων συγκεντρώσεων υδατανθράκων και επειδή η HPAEC προσφέρει διαχωρισμούς υψηλής ανάλυσης που συχνά δεν είναι εφικτοί με άλλες τεχνικές, αποτελεί μια καθιερωμένη τεχνική για τον προσδιορισμό των υδατανθράκων. Σε μία από αυτές τις έρευνες με βάση την HPAEC/PAD (Gašić et al., 2015)

διαπιστώθηκε ότι η φρουκτόζη και η γλυκόζη είναι τα κύρια σάκχαρα στα κροατικά μέλια, με το σύνολο των δύο σακχάρων να είναι ίσο ή μεγαλύτερο από 600 g/kg.

Για τον προσδιορισμό των σακχάρων, η τριχοειδής ηλεκτροφόρηση (CE) είναι μια άλλη επιλογή. Ο χαμηλός όγκος δείγματος, η χαμηλή κατανάλωση διαλύτη, η γρήγορη ανάλυση και η καλή ανάλυση με μικρή προετοιμασία του δείγματος είναι όλα τα πλεονεκτήματα αυτής της προσέγγισης. Οι Domínguez et al. (2016) χρησιμοποίησαν μια απλή αραιώση μελιού ως προεπεξεργασία δείγματος και μπόρεσαν να διαχωρίσουν και να προσδιορίσουν τη γλυκόζη, τη φρουκτόζη και τη σακχαρόζη με τριχοειδή ηλεκτροφόρηση συνδυασμένη με ανιχνευτή συστοιχίας διόδων (Capillary Electrophoresis-Diode Array Detector) CE-DAD σε λιγότερο από πέντε λεπτά. Κανένα από τα τρία υπό ανάλυση μέλια -από τη Σουηδία, τη Βραζιλία και την Αργεντινή- δεν περιείχε σακχαρόζη. Τέλος, τα πρότυπα διάσπασης συγκρίθηκαν με τη χρήση φασματομετρίας μάζας με υποβοηθούμενη από μήτρα απορόφηση/ιονισμό με λέιζερ (MALDI-MS) για τον προσδιορισμό των ισομερών δισακχαριτών (Lee et al., 2020). Επτά δισακχαρίτες αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας οξείδιο του γραφενίου ως μήτρα MALDI-MS σε δείγματα μελιού από τη Νότια Αμερική, τη Νότια Κορέα και το Βιετνάμ. Τα ευρήματα έδειξαν τις δυνατότητες της τεχνικής για τη μέτρηση ισομερών δισακχαριτών σε περίπλοκες μήτρες.

Συμπερασματικά, η ανάλυση σακχάρων έχει γίνει πολύ συχνά τα τελευταία χρόνια, συνήθως για να διαπιστωθεί η γνησιότητα του μελιού. Ενώ η πρόσθεση των συστατικών στοιχείων ήταν ο προτιμώμενος τρόπος υπολογισμού των ολικών σακχάρων, σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκαν τιτλοδοτήσεις και χρωματομετρικές διαδικασίες για την εκτίμηση του συνολικού περιεχομένου των σακχάρων. Ενώ η ανάλυση HPLC-RID των αραιωμένων (με νερό) εκχυλισμάτων μελιού φαίνεται να είναι η πιο δημοφιλής μέθοδος για τον προσδιορισμό συγκεκριμένων σακχάρων στο μέλι, η χρωματογραφία ιονταταλλαγής υψηλής απόδοσης (High-Performance Anion-Exchange Chromatography, HPAEC και η Τριχοειδής Ηλεκτροφόρηση (CE) μπορούν επίσης να είναι χρήσιμες από την άποψη αυτή. Η υψηλή ευαισθησία και ανάλυση παρέχονται από το HPAEC-PAD, αλλά τα μικρά μεγέθη δειγμάτων και η χαμηλή κατανάλωση διαλύτη αποτελούν πλεονεκτήματα του CE με DAD. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι πολύ λίγα σάκχαρα ανιχνεύθηκαν με τη χρήση ανιχνευτών MS ή MS/MS. Αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στις μεγάλες συγκεντρώσεις αυτών των ουσιών στο μέλι ή στον ασθενή ιονισμό και τη μη γραμμική απόκριση των σακχάρων στο φασματόμετρο μάζας.

2.4.2 Αμινοξέα και πρωτεΐνες

Η γύρη των μελισσών είναι η κύρια πηγή αμινοξέων και πρωτεϊνών στο μέλι, ωστόσο πρωτεΐνες και αμινοξέα μπορούν επίσης να βρεθούν στο νέκταρ, το μελίτωμα και τις εκκρίσεις των μελισσών (Kowalski, Koruncová, Ciesarová, & Kukuřová, 2017). Στην πραγματικότητα, η περιεκτικότητα του μελιού σε αμινοξέα έχει χρησιμοποιηθεί σε αρκετές μελέτες για τον προσδιορισμό της βοτανικής προέλευσης του μελιού (Cabrero et al., 2020). Ειδικότερα, η προλίνη αντιπροσωπεύει σχεδόν το ήμισυ όλων των ελεύθερων αμινοξέων (Free Amino Acids, FAA) στα μέλια, καθιστώντας την το κυρίαρχο αμινοξύ (Fröschle et al., 2018). Επιπλέον, η περιεκτικότητα προλίνης του μελιού χρησιμεύει ως καθοριστικός παράγοντας ποιότητας, ένδειξη ωρίμανσης και, σε ορισμένες περιπτώσεις, ως μέσο αναγνώρισης νοθείας. Πρόσφατα έχουν δημοσιευθεί διάφορες μελέτες που εξετάζουν τη σχέση μεταξύ των αμινοξέων και των πρωτεϊνών στο μέλι. Οι προσεγγίσεις που χρησιμοποιήθηκαν διέφεραν σημαντικά ανάλογα με τη συγκεκριμένη χημική ουσία.

Για παράδειγμα, η συνολική περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες υπολογίστηκε με τρεις διαφορετικές μεθόδους σε πολλές δημοσιεύσεις: (Cabrero et al., 2020, da Costa and Toro, 2020, Κονάčík et al., 2016, Ramón-Sierra et al., 2015, Valdés-Silverio et al., 2018, Zhang et al., 2019), την μέθοδο προσδιορισμού πρωτεϊνών του Συνδέσμου Επίσημης Αναλυτικής Συνεργασίας (Association of Official Analytical Collaboration, AOAC), του προσδιορισμού του ολικού αζώτου με τη μέθοδο «Dumas» (Dong et al., 2018, Vasić et al., 2019) και τη μέθοδο Kjeldahl (El Sohaimy et al., 2015). Για σχεδόν έναν αιώνα, η μέθοδος Kjeldahl χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του αζώτου και τον υπολογισμό της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες σε διάφορα δείγματα. Σύμφωνα με τους Ares et al. (2018), η διαδικασία αυτή μπορεί ουσιαστικά να αναλυθεί σε τρία στάδια: χώνευση ή ανοργανοποίηση, απόσταξη και τιτλοδότηση. (Rebello, Ferreira, & Carvalho-Zilse, 2016).

Η τρίτη τεχνική για τον προσδιορισμό της νοθείας του μελιού με σάκχαρα C4 βασίζεται στην επίσημα αναγνωρισμένη ανάλυση αναλογίας σταθερών ισotόπων άνθρακα (Επίσημη μέθοδος, 1999) (Dong et al., 2018). Βασίζεται στις διακρίσεις μεταξύ των σχέσεων άνθρακα-13 και άνθρακα-12 των φυτών C4 από μονοκοτυλήδονα είδη (καλαμπόκι και ζάχαρη ζαχαροκάλαμου) και δικοτυλήδονα είδη (φυτά C3).

Τα ελεύθερα αμινοξέα στο μέλι μετρήθηκαν με τις ακόλουθες μεθόδους: (Biluca et al., 2019), Φθορισμομετρία (με τη χρήση φθορισμομετρικού ανιχνευτή, Fluorescence Detector, FLD) (Biluca et

al., 2019, Fröschle et al., 2018), φασματοφωτομετρία (με τη χρήση ανιχνευτή συστοιχίας διόδων, Diode-Array Detector, DAD) (Bonhevi et al., 2019; Fröschle et al., 2018; Zhao et al., 2016), ή φασματομετρία μάζας (με τη χρήση δύο διαφορετικών ανιχνευτών μάζας, Mass Spectrography, MS/MS) (Kowalski et al., 2017; Mannina et al., 2015). Το δείγμα επεξεργάστηκε με αραιώσεις σε νερό, όξινο νερό ή ρυθμιστικό διάλυμα- ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι τα ελεύθερα αμινοξέα έχουν συνήθως τροποποιηθεί κατά τη χρήση αναλυτών όπως η DAD, χρησιμοποιώντας ο-φθαλδιαλδεΐδη και αντιδραστήρια που περιέχουν φθόριο (9-φθορενυλομεθυλοχλωροφορμικό, FMOC-Cl- αντιδραστήριο Fluor). Οι Biluca et al. (2019) προσδιόρισαν τα ελεύθερα αμινοξέα σε μέλια της Βραζιλίας χρησιμοποιώντας δύο διαφορετικούς ανιχνευτές (φθορισμομετρικό και μάζας).

Η προλίνη μετρήθηκε με την επίσημη μέθοδο στην πλειονότητα των ερευνών αυτών (AOAC, 2005). Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει την αραιώση του μελιού με μείγμα μυρμηκικού οξέος και νερού, ακολουθούμενη από την προσθήκη διαλύματος νινυδρίνης. Η ισοπροπανόλη προστίθεται στο μείγμα και αναδεύεται αφού θερμανθεί. Χρησιμοποιείται UV-Vis για τη μέτρηση του τελικού προϊόντος της αντίδρασης στα 520 nm (Fechner et al., 2016). Οι Valdés-Silverio et al. (2018) χρησιμοποίησαν αντιδραστήριο Cd-νινυδρίνης σε μια μέθοδο που ήταν συγκρίσιμη με την παρούσα, προκειμένου να προσδιορίσουν τη συνολική συγκέντρωση ελεύθερων αμινοξέων. Η ανάλυση τριχοειδούς ηλεκτροφόρησης σε συνδυασμό με ανιχνευτή συστοιχίας διόδων (Capillary Electrophoresis coupled with Diode-Array Detector, CE-DAD) είναι ένα πιθανό υποκατάστατο του επίσημου πρωτοκόλλου (Domínguez et al., 2016). Η προλίνη βρέθηκε και στα έξι εμπορικά δείγματα μελιού από την Αργεντινή, τη Βραζιλία και τη Σουηδία που εξέτασαν οι συγγραφείς της μελέτης, με ποσότητες μεγαλύτερες από 200 mg/kg.

Σε μία μελέτη των Zheng et al. (2015), οι συγγραφείς κατάφεραν να εντοπίσουν μια συσχέτιση μεταξύ της αντίδρασης Maillard και της μείωσης της περιεκτικότητας των αμινοξέων με το χρόνο αποθήκευσης, χρησιμοποιώντας ποσοτικοποίηση της φαινυλαλανίνης και της τυροσίνης μέσω NMR σε κινέζικα μέλια που είχαν ληφθεί σε διαφορετικές ημερομηνίες. Παρ' όλα αυτά, η θρεονίνη είχε τις μεγαλύτερες ποσότητες στα μέλια, που κυμαίνονταν από 2,6 έως 3,9 mg/g. Με βάση τη συνολική απόδοση αυτών των μεθόδων, φαίνεται ότι η μέθοδος Bradford είναι η πιο απλή και οικονομικά αποδοτική επιλογή, αν και είναι σημαντικό να θυμόμαστε ότι η IRMS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση πιθανής νοθείας του μελιού. Η μέθοδος HPLC/UHPLC επιλέχθηκε

κυρίως για τα ελεύθερα αμινοξέζπροκειμένου να εξεταστεί η περιεκτικότητά τους στο μέλι. Η χρήση λιγότερο ακριβών ανιχνευτών, όπως είναι οι ανιχνευτές συστοιχίας φωτοδιόδων (DAD) ή ανιχνευτές φθορισμού (FLD), απαιτεί ένα στάδιο παραγωγοποίησης - από την άλλη πλευρά, οι MS και MS/MS είναι πιο δαπανηρές επιλογές, αλλά προσφέρουν ανώτερη ευαισθησία και εκλεκτικότητα και δεν απαιτούν την παραγωγοποίηση των αναλυτών. Όταν χρησιμοποιείται GC-MS, απαιτείται επίσης παραγωγοποίηση-ωστόσο, στην περίπτωση αυτή, ο χρόνος ανάλυσης ήταν αισθητά μικρότερος από εκείνον της HPLC. Η CE θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μια λιγότερο δαπανηρή επιλογή σε σχέση με την HPLC, ενώ η ¹H NMR έχει τη δυνατότητα να προσδιορίζει και τα FAAs. Παρόλο που η ανάλυση είναι ταχύτερη και απαιτεί λιγότερη προετοιμασία δείγματος από την παραδοσιακή HPLC, είναι πιο δαπανηρή και πιο περίπλοκη.

2.4.3 Λιπίδια και συναφείς ενώσεις

Η ανάπτυξη της κυτταρικής μεμβράνης και η αποθήκευση της ενέργειας εξαρτώνται αμφότερες σε μεγάλο βαθμό από τα λιπίδια. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ορισμένα ζωτικής σημασίας λιπίδια πρέπει να καταναλώνονται μέσω της διατροφής, επομένως το μέλι μπορεί να είναι μια βιώσιμη πηγή λιπιδίων. Τα τερπένια και οι συναφείς ενώσεις (TERPRCs), που αναφέρονται επίσης ως τερπενοειδή, όπως τα λιπαρά οξέα (FAs) και τα καροτενοειδή (CARS), είναι τα κύρια συστατικά του λιπιδικού τμήματος του μελιού. Τα TERPRCs, γνωστά και ως ισοπρενοειδή, είναι πτητικά, αρωματικά, χημικά μόρια που ανήκουν στην κατηγορία των μη σαπωνοποιησιμων λιπιδίων ή απλών λιπιδίων. Αποτελούνται από διάφορες μονάδες ισοπρενίου. Συμβάλλουν στη γεύση και το άρωμα των φυτών, καθώς και έχουν αντιβακτηριακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες που είναι ευεργετικές για την ανθρώπινη υγεία. Τα καροτενοειδή είναι οργανικές χρωστικές ουσίες που απαντώνται φυσικά στα φυτά και είναι μέλη της οικογένειας των τετρατερπενίων. Έχει αποδειχθεί ότι έχουν αντικαρκινικές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες (Bernal, Mendiola, Ibáñez, & Cifuentes, 2011). Αποτελούν κρίσιμο συστατικό της σύστασης της πλειονότητας των λιπών και των ελαίων. Μια συγκεκριμένη κατηγορία λιπαρών οξέων, γνωστή ως υδροξυ-λιπαρά οξέα FAs (OH-FAs), μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντική σε μια ποικιλία φυσιολογικών διεργασιών στα έμβια όντα, συμπεριλαμβανομένης της εμφάνισης αντιβακτηριακών και αντικαρκινικών ιδιοτήτων και της

σηματοδότησης της κατάστασης των μονοπατιών οξειδωτικής αποικοδόμησης των λιπιδίων (Zhu, An, & Feng, 2020).

Η κατηγορία των λιπιδίων επηρεάζει σημαντικά την αναλυτική τεχνική που επιλέγεται για την ταυτοποίηση των λιπιδίων του μελιού και των συναφών ουσιών. Αν και ο τύπος του εκχυλιστικού μέσου ποικίλλει, είναι αλήθεια ότι τα δείγματα μελιού για τις διάφορες οικογένειες λιπιδίων συχνά αραιώνονται με νερό. Επιπλέον, υπάρχουν διαφοροποιήσεις στη μεθοδολογία προσδιορισμού ανάλογα με την κατηγορία των λιπιδίων και τον στόχο της έρευνας. Ο προσδιορισμός των ολικών καρτενοειδών γινόταν πάντοτε φασματοφωτομετρικά (UV-Vis), που είναι μια απλή και πολύ φθηνή διαδικασία- ωστόσο, προκειμένου να προσδιοριστούν συγκεκριμένα συστατικά, ήταν απαραίτητος ο διαχωρισμός. Κατά την εξέταση της περιεκτικότητας σε FAs, η GC είναι η προτιμώμενη μέθοδος- ωστόσο, η HPLC ή η GC είναι εξίσου κατάλληλες για τον προσδιορισμό των τερπενοειδών. Στην περίπτωση αυτή, η επιλογή βασίζεται στα χαρακτηριστικά (πηκτικά ή μη) των αναλυτών και άλλων ουσιών που εξετάστηκαν ταυτόχρονα σε ορισμένες έρευνες. Από την άλλη πλευρά, δεδομένου ότι οι ανιχνευτές μάζας MS και MS/MS χρησιμοποιήθηκαν ευρέως, δεν υπάρχει διαφωνία όσον αφορά την επιλογή του ανιχνευτή. Τα λιπίδια είναι συνήθως παρόντα σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις, γεγονός που καθιστά αναγκαία τη χρήση ευαίσθητων ανιχνευτών, γεγονός που μπορεί να έχει άμεση σχέση με αυτό. Επιπλέον, ο εντοπισμός νέων ενώσεων ή η εξέταση προφίλ ήταν ο πρωταρχικός σκοπός ορισμένων ερευνών και η MS/MS είναι η πιο αποτελεσματική μέθοδος για την επίτευξη αυτού του στόχου.

2.4.4 Φαινολικές ενώσεις

Οι φαινολικές ενώσεις είναι αρωματικοί δακτύλιοι με ομάδες υδροξυλίου συνδεδεμένες σε έναν ή περισσότερους από αυτούς (πολυφαινόλες). Είναι γνωστές για τις πολυάριθμες ιδιότητές τους που προάγουν την υγεία, ιδίως ως αντιοξειδωτικά. Διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες: τα флаβονοειδή (φλαβονόλες, флаβόνες, ανθοκυανιδίνες, флаβανόνες, ισοφλαβόνες και άλλες- (Ares et al., 2018; Minatel et al., 2017) και εκείνες που δεν είναι флаβονοειδή (φαινολικά οξέα, στυλβένια και λιγνάνες). Οι δύο κύριες κατηγορίες φαινολικών χημικών ουσιών που απαντώνται στο μέλι είναι τα флаβονοειδή και τα φαινολικά οξέα. Τα φαινολικά οξέα συνδέονται με την άμυνα των λιπιδίων της κυτταρικής μεμβράνης και του δεοξυριβονουκλεϊκού οξέος (DNA) έναντι των αντιδρώντων ειδών

οξυγόνου, ενώ τα φλαβονοειδή είναι η πιο διαδεδομένη κατηγορία πολυφαινολικών ενώσεων στην ανθρώπινη διατροφή και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο ως αντιοξειδωτική πηγή (Ares et al., 2018). Κατά συνέπεια, οι φαινολικές ενώσεις έχουν προταθεί ως δείκτες για τον προσδιορισμό της προέλευσης του μελιού. Η σύσταση των φαινολικών ενώσεων στο μέλι εξαρτάται από διάφορα στοιχεία, όπως οι καιρικές συνθήκες και η βοτανική και γεωγραφική προέλευση.

Έχουν χρησιμοποιηθεί πολλές μέθοδοι για τον ποσοτικό προσδιορισμό των φαινολικών χημικών ουσιών στο μέλι οι οποίες αναλύονται παρακάτω:

- Μέθοδος Folin-Ciocalteu (FCM), ή αλλιώς μέθοδος προσδιορισμού ολικού φαινολικού περιεχομένου και η χρωματομετρική δοκιμή $AlCl_3$ ή αλλιώς μέθοδος προσδιορισμού ολικών φλαβονοειδών. Η επεξεργασία του δείγματος συνίσταται συνήθως σε απλή αραιώση με νερό ή με νερό και ένα οξύ (HCl ή μυρμηκικό οξύ) (Sancho et al., 2016). Σε βασικό pH, οι φαινολικές ουσίες και το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu αντιδρούν και παράγουν μια μπλε απόχρωση που μπορεί να μετρηθεί φασματοφωτομετρικά. Λόγω της ικανότητάς του να αντιδρά με οποιαδήποτε αναγωγική χημική ουσία εκτός από τις φαινόλες, το αντιδραστήριο αυτό έχει ένα πρόβλημα με την εκλεκτικότητα (Ares et al., 2018). Το κατιόν αργιλίου στη μεθανόλη σχηματίζει σταθερά σύμπλοκα με φλαβονοειδή, γεγονός που αποτελεί τη βάση της τεχνικής $AlCl_3$. Με αυτόν τον τρόπο, τα φλαβονοειδή μπορούν να ταυτοποιηθούν χωρίς την παρεμβολή άλλων φαινολικών χημικών ουσιών, ιδίως φαινολικών οξέων (Ares et al., 2018).

- Μια εναλλακτική μέθοδος για την εκτίμηση των ολικών φλαβονοειδών χρησιμοποιεί μια παραλλαγή της μεθόδου Glorieé (Can et al., 2015). Στη μέθοδο αυτή, η οποία χρησιμοποιεί ομοίως τη φασματοφωτομετρία, περιλαμβάνει την ανάμειξη μελιού με αιθανόλη και HCl και τη χρήση κερκετίνης ως προτύπου. Η μελέτη είναι πιο περίπλοκη προκειμένου να προσδιοριστεί κάθε μοναδικό φαινολικό συστατικό που υπάρχει στα δείγματα μελιού. Μετά την αραιώση που περιγράφηκε προηγουμένως, απαιτείται συχνά ένα στάδιο εκχύλισης/καθαρισμού. Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται με εκχύλιση στερεάς φάσης (SPE) με χρήση ιοντοεναλλακτικών προσροφητικών ουσιών. Ακολουθεί ένα στάδιο διαχωρισμού, το οποίο συνήθως συνίσταται σε ανάλυση υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης αντίστροφης φάσης (HPLC/UHPLC) με χρήση διαφόρων ανιχνευτών (UV, συστοιχία διόδων (DAD), ηλεκτροχημική (ECD), φασματομετρία μάζας (MS), tandem MS (MS/MS)).

- Ο προσδιορισμός των φαινολικών οξέων σε σκόνες μελιού γίνεται με τη χρήση αέριας χρωματογραφίας με ανιχνευτή φασματογράφου μάζας (GC-MS/MS) (τριπλό τετράπολο) (Kozłowicz et al., 2020).

- Ευρέως χρησιμοποιούνται μέθοδοι όπως η UHPLC που ενισχύει την ευαισθησία και την εκλεκτικότητα της μεθόδου, όπως η χρήση ανιχνευτών MS/MS, έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως τα τελευταία χρόνια.

- Δύο διαδικασίες αποτελούν την πιο συχνά χρησιμοποιούμενη επεξεργασία δείγματος για τον προσδιορισμό συγκεκριμένων φαινολικών ενώσεων: 2) Εκχύλιση Στερεής Φάσης (Solid Phase Extraction, SPE) με τη χρήση ενός προσροφητικού μέσου ανταλλαγής ανιόντων, συχνά XAD-2. Σύμφωνα με τους Avino et al. (2011), πρόκειται για ένα γνωστό υδρόφοβο συμπολυμερές ρητίνης στυρενίου-διβινυλοβενζολίου που απορροφά οργανικά μόρια, όπως φαινολικές ενώσεις. Έχουν επιλεγεί όμως και διάφορα απορροφητικά SPE, όπως πολυμερή, νανοσωλήνες άνθρακα με πολλαπλά τοιχώματα, πολυμερή ανιόντων, C18 και πολυμερή (Avino et al., 2011).

- Οι τεχνικές μικροσκοπικής προσυγκέντρωσης αποτελούν πλέον την προτιμώμενη προσέγγιση γιατί σε σύγκριση με την εκχύλιση Soxhlet (Soxhlet Extraction, SE) και την SPE, τηρούν περισσότερο τα ιδανικά της πράσινης αναλυτικής χημείας για απλότητα και χαμηλότερη χρήση διαλυτών. Για παράδειγμα, κατά την εξέταση της ποσότητας των μορίων των άγλυκων (μη γλυκοζυλιωμένων) φλαβονοειδών σε ισπανικά μέλια, χρησιμοποιήθηκε ως επεξεργασία του δείγματος η μικροεκχύλιση διασκορπιστικού υγρού-υγρού (DLLME). Χρησιμοποιώντας μια συσκευή HPLC-DAD-MS/MS (QTOF), οι συγγραφείς κατάφεραν να ταυτοποιήσουν οκτώ φλαβονοειδείς αγλυκόνες μετά τη βελτιστοποίηση των πιο κατάλληλων συνθηκών DLLME.

- Για τον προσδιορισμό των φαινολικών ενώσεων στα κινεζικά μέλια, προτάθηκε μια νέα μέθοδος εκχύλισης υγρού-υγρού, γνωστή ως εκχύλιση υγρού-υγρού με τη βοήθεια ζάχαρης (Sugaring-out assisted liquid/liquid extraction, SULLE) (Zhu et al., 2019). Η SULLE αποτελεί μέρος της ομοιογενούς τεχνικής εκχύλισης υγρού-υγρού (LLE), η οποία περιλαμβάνει τον συνδυασμό ακετονιτριλίου (ACN) με νερό για τη δημιουργία ενός ομοιογενούς διαλύματος που διευκολύνει την εκχύλιση των αναλυτών. Στην SULLE, τα σάκχαρα προκαλούν τον διαχωρισμό φάσεων σε μείγματα ACN-νερού.

- Το QuEChERS, το οποίο σημαίνει «γρήγορο, εύκολο, φθινό, αποτελεσματικό, στιβαρό και ασφαλές», είναι μία από τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες τεχνικές μικροσκοπικής εκχύλισης (Silva et al., 2019). Πρόκειται για μια διαδικασία εκχύλισης που χωρίζεται σε δύο φάσεις: ένα στάδιο

εκχύλισης που συχνά χρησιμοποιεί ACN και ένα δεύτερο στάδιο που χρησιμοποιεί SPE διασποράς (Dispersive SPE) για τον καθαρισμό του εκχυλίσματος. Σε μέλια της Βραζιλίας έχει χρησιμοποιηθεί μια τροποποιημένη μέθοδο QuEChERS, η οποία, όταν χρησιμοποιήθηκε σε συνδυασμό με HPLC-DAD, κατέστησε δυνατή την ταυτοποίηση μιας σειράς φαινολικών χημικών ουσιών.

2.4.5 Βιταμίνες

Οι βιταμίνες είναι περίπλοκες χημικές ενώσεις με ποικίλες μοριακές δομές που είναι φυσιολογικά δραστικές. Ορισμένες βιταμίνες (B, C, E και K) έχουν ανιχνευθεί σε δείγματα μελιού. Ωστόσο, η πλειονότητα των ερευνών έχει γίνει για τη βιταμίνη C. Η τελευταία αυτή θρεπτική ουσία είναι διαλυτή στο νερό και υπάρχει σε ορισμένα τρόφιμα. Λειτουργεί ως αντιοξειδωτικό στον οργανισμό, θωρακίζοντας τα κύτταρα από βλάβες που προκαλούν οι ελεύθερες ρίζες (Ares et al., 2021). Μια άλλη υδατοδιαλυτή ουσία, η βιταμίνη B2 (ριβοφλαβίνη) είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη του οργανισμού, τη σύνθεση των ερυθρών αιμοσφαιρίων και την απελευθέρωση ενέργειας από τις πρωτεΐνες (Ares et al., 2018).

Εν τω μεταξύ, ο οργανισμός χρησιμοποιεί το φολικό ή φυλλικό οξύ, επίσης γνωστό ως βιταμίνη B9, μια υδατοδιαλυτή βιταμίνη, για τη διατήρηση και τη δημιουργία νέων κυττάρων. Και οι δύο λιποδιαλυτές βιταμίνες, η K2 και η E, έχουν διακριτούς ρόλους στο σώμα. Η βιταμίνη K2 είναι ζωτικής σημασίας για τη χρήση του ασβεστίου από τον οργανισμό, για τη στήριξη της ανάπτυξης των οστών και την πρόληψη της ασβεστοποίησης των αιμοφόρων αγγείων, ενώ η βιταμίνη E είναι μια οικογένεια οκτώ δομικά συγγενών αντιοξειδωτικών που χωρίζονται σε δύο ομάδες (τοκοφερόλες και τοκοτριενόλες). Η βιταμίνη E έχει ισχυρή αντιοξειδωτική δράση (Sawicki et al., 2020).

Η πλειονότητα των μεθόδων που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των βιταμινών στο μέλι είναι φασματοφωτομετρικές/χρωματομετρικές και υγροχρωματογραφικές (HPLC). Οι κύριες διακρίσεις μεταξύ των προτεινόμενων τεχνικών αφορούν την επεξεργασία του δείγματος, καθώς χρησιμοποιήθηκαν πολλαπλές τεχνικές, συμπεριλαμβανομένης της αραιώσης του μελιού με τη χρήση διαφόρων μιγμάτων νερού και αντιδραστηρίων/διαλυτών (Álvarez-Suárez et al., 2018; Jahan et al., 2015; Leyva-Daniel et al., 2020; Majkut et al., 2021; Ranneh et al., 2018; Villacrés-Granda et al., 2021), εκχύλιση με διαλύτη (SE) (Guo et al., 2019; Mouhoubi-Tafinine et al., 2016; Sawicki et al., 2020) ή συνδυασμό χρωματογραφίας αποκλεισμού μεγέθους (SEC) και SPE (Kim & Brudzyski, 2018).

Η σχετική βιβλιογραφία δείχνει ότι δεν έχουν γίνει πολλές έρευνες σχετικά με τις βιταμίνες στο μέλι. Πιθανώς επειδή ορισμένες από αυτές είναι λιποδιαλυτές και άλλες υδατοδιαλυτές, η ανάλυσή τους είναι πολύπλοκη. Με βάση την ποσότητα των άρθρων, η βιταμίνη C έτυχε μεγαλύτερης προσοχής από τα άλλα θρεπτικά συστατικά. Είναι επίσης εκπληκτικό ότι, με μία αξιοσημείωτη εξαίρεση, κάθε βιταμίνη στο μέλι έχει προσδιοριστεί ξεχωριστά (Mannina et al., 2015). Αυτό καθιστά την πρόταση ενός γενικού μηχανισμού που καθορίζει τις βιταμίνες μάλλον δύσκολη. Είναι δυνατόν να υποθέσουμε, ωστόσο, ότι για την πλειονότητα των βιταμινών, οι αραιώσεις με υδατικό διαλύτη λειτουργούν καλά ως επεξεργασίες δειγμάτων. Επιπλέον, οι τεχνικές με βάση την υπεριώδη ακτινοβολία (χρωματομετρικές ή HPLC) είναι ο πιο απλός και προσιτός τρόπος μέτρησης των βιταμινών στο μέλι, Ωστόσο, εάν απαιτείται δομική επιβεβαίωση ή υπάρχει χαμηλή συγκέντρωση βιταμινών, η HPLC-MS/MS μπορεί να είναι μια βιώσιμη επιλογή.

Κεφάλαιο 3: Οργανοληπτική αξιολόγηση Ελληνικών Μελιών

Παραδοσιακά, η ανάλυση γύρης ή η μελισσοπαλμολογία χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της βοτανικής προέλευσης του μελιού. Η ανάλυση γύρης μπορεί να έχει ορισμένα μειονεκτήματα, ωστόσο αυτά μπορούν να αντιμετωπιστούν και να προκύψουν αξιόπιστα ευρήματα συνδυάζοντας την ανάλυση γύρης με φυσικοχημικές και οργανοληπτικές ιδιότητες (Von Der Ohe et al., 2004).

Δυστυχώς, δεν υπάρχει διεθνής νομοθεσία που να ενσωματώνει τις τρεις μορφές ανάλυσης -οργανοληπτική, φυσικοχημική και εικονιστική- που απαιτούνται για την πιστοποίηση του μελιού και η βιβλιογραφία που αφορά τα Ελληνικά μέλια είναι πολύ περιορισμένη. Τα μόνα πρότυπα ποιότητας που αναφέρονται είναι τα φυσικοχημικά, σύμφωνα με την ευρωπαϊκή νομοθεσία (EU Council, 2002) και την Επιτροπή Codex Alimentarius. Λόγω του πλούτου και της εμπορικής τους σημασίας, η Διεθνής Επιτροπή Μελιού (IHC) προσπάθησε να προσδιορίσει 15 μονοποικιλιακά μέλια που είναι τα πιο αντιπροσωπευτικά στην Ευρώπη. Κάθε έθνος θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει αυτό το έργο ως εφελθτήριο για τη δημιουργία νέων κριτηρίων για τον χαρακτηρισμό των δικών του ποικιλιών μελιού.

Ένα από τα κυριότερα ανθόμελα στην Ελλάδα είναι το θυμαρίσιο μέλι, το οποίο αντιπροσωπεύει το 10% της ετήσιας παραγωγής μελιού της χώρας. Παρασκευάζεται κυρίως στην ηπειρωτική χώρα και στα νησιά όπου υπάρχουν φυτά *Thymus*. Το θυμάρι ανθίζει το καλοκαίρι και οι καιρικές συνθήκες (π.χ. μεσογειακό κλίμα) επηρεάζουν τη ροή του νέκταρος. Από την αρχαιότητα, οι μέλισσες παρήγαγαν αρωματικό μέλι συλλέγοντας νέκταρ. Λόγω των πολύτιμων οργανοληπτικών ιδιοτήτων της, αυτή η ποικιλία ελληνικού μελιού πωλείται σε υψηλή τιμή και έχει υψηλότερη δραστηριότητα διασάσης και υψηλότερα επίπεδα προλίνης σε σχέση με άλλα μονοποικιλιακά μέλια (Rodriguez et al., 2021; Tan et al., 1990).

Η ελληνική νομοθεσία ορίζει ότι το θυμαρίσιο μέλι δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως μονοποικιλιακό, εκτός εάν το ποσοστό γύρης θυμαριού είναι τουλάχιστον 18% του συνόλου των γυρεόκοκκων και λιγότερο από 90.000 γυρεόκοκκους σε 10 γραμμάρια μελιού (ΦΕΚ Β'924/01.03.2022).

Οι φυσικοχημικές και μικροσκοπικές ιδιότητες του θυμαρίσιου μελιού έχουν αποτελέσει αντικείμενο πολυάριθμων δημοσιεύσεων (Tan et al., 1990). Ειδικότερα, έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες σχετικά με τις φυσικοχημικές ιδιότητες, την περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά, το φάσμα της γύρης, τις βιοδραστικές ενώσεις και τα πτητικά συστατικά του ελληνικού θυμαρίσιου

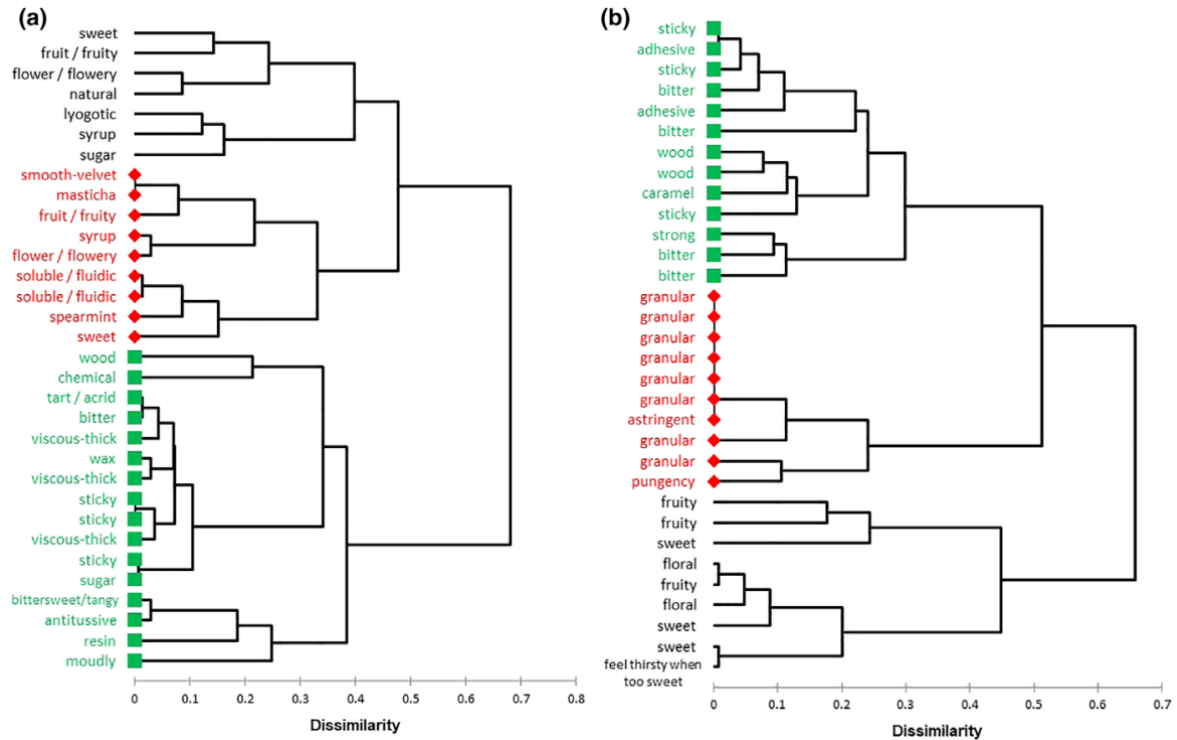
μελιού, αλλά δεν έχουν ανακαλυφθεί πληροφορίες σχετικά με τις οργανοληπτικές του ιδιότητες. Λίγες έρευνες για τις οργανοληπτικές ιδιότητες του θυμαρίσιου μελιού έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια (Alissandrakis et al., 2007; Karabagias et al., 2014).

3.1 Η χρήση των Panel και του Flash-Profiling

Στην έρευνα των Price et al. (2018), χρησιμοποιήθηκε Flash-Profiling (FP) οργανοληπτική αξιολόγηση για την ταυτοποίηση και σύγκριση Ελληνικού μελιού με αντίστοιχο Κινέζικο.

Το Flash profiling είναι μια τεχνική ταχείας οργανοληπτικής αξιολόγησης που έχει σχεδιαστεί για τη σύγκριση πολλαπλών προϊόντων με βάση τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους, απασχολεί συμμετέχοντες που απαιτούν ελάχιστη εκπαίδευση. Η διαδικασία ξεκινά με τους συμμετέχοντες να περιγράφουν ελεύθερα τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά κάθε προϊόντος. Αφού δημιουργήσουν περιγραφικούς όρους, οι συμμετέχοντες κατατάσσουν την ένταση αυτών των χαρακτηριστικών σε όλα τα προϊόντα που αξιολογούνται. Η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα γρήγορη και οικονομικά αποδοτική, γεγονός που την καθιστά ιδανική για προκαταρκτικές αξιολογήσεις, ανάπτυξη προϊόντων και ανταγωνιστική ανάλυση. Τα δεδομένα από τις κατατάξεις αναλύονται στατιστικά, συχνά με τη χρήση ανάλυσης κύριων συνιστωσών (Principal Component Analysis, PCA), για τον εντοπισμό προτύπων και τη διαφοροποίηση των προϊόντων. Το Flash profiling προσφέρει μια ευέλικτη και αποτελεσματική προσέγγιση στην αισθητηριακή ανάλυση, παρέχοντας πολύτιμες πληροφορίες χωρίς τον εκτεταμένο χρόνο και τους πόρους που απαιτούν οι πιο παραδοσιακές μέθοδοι.

Και τα δύο panel χρησιμοποίησαν ανάλυση FP για να εξετάσουν τις αντιληπτές διαφορές μεταξύ των έξι δειγμάτων μελιού. Οι Έλληνες αξιολογητές παρήγαγαν 45 μοναδικές φράσεις μετά την πρώτη συνεδρία (session), σε σύγκριση με τις 41 φράσεις των Κινέζων αξιολογητών. Για τη δεύτερη συνεδρία, οι κριτές από την Ελλάδα επέλεξαν να χρησιμοποιήσουν συνολικά 42 όρους για να αξιολογήσουν τα δείγματα, με κάθε αξιολογητή να χρησιμοποιεί 5-12 όρους, αλλά οι Κινέζοι αξιολογητές χρησιμοποίησαν μόνο 27 διαφορετικές φράσεις, με κάθε αξιολογητή να χρησιμοποιεί 3-13 όρους (Διάγραμμα 2). Η ANOVA και ο συντελεστής συσχέτισης κατάταξης του Spearman (SCC) χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της διάκρισης και της αναπαραγωγιμότητας των αξιολογήσεων των κριτών. Λόγω της χαμηλής διάκρισης των ιδιοτήτων και της κακής αναπαραγωγιμότητας, τρεις Έλληνες κριτές αποκλείστηκαν από την ανάλυση.

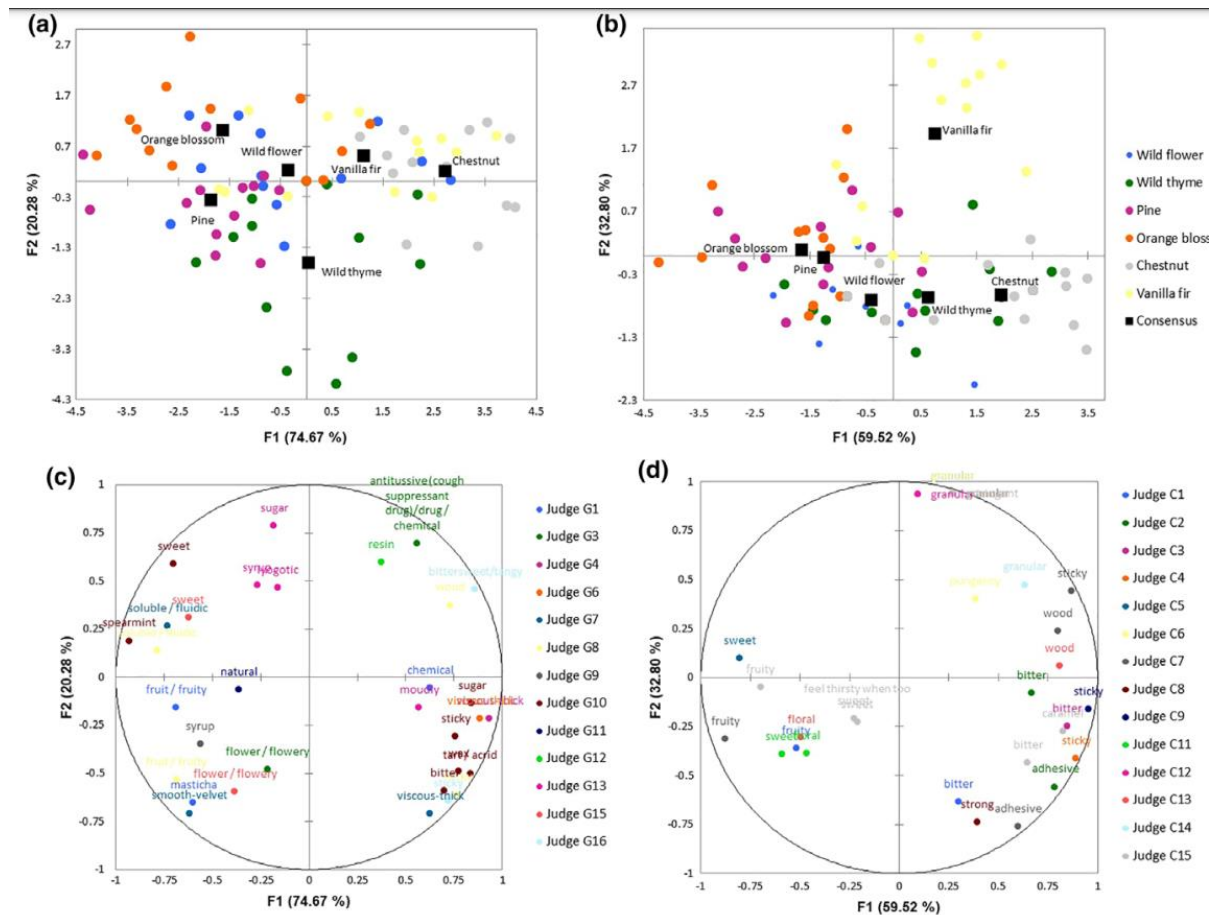


Διάγραμμα 2: Όροι που χρησιμοποιήθηκαν στο Ελληνικό και στο Κινέζικο πάνελ

Αν και ορισμένες ποικιλίες παρουσιάζουν μη-νευτώνεια χαρακτηριστικά, το μέλι θεωρείται γενικά ότι έχει νευτώνεια συμπεριφορά. Η κοκκώδης αίσθηση της ελάτης βανίλιας (*vanilla fir*) μπορεί να σχετίζεται με την κρυστάλλωση, η οποία είναι χαρακτηριστική αυτού του τύπου, και τη χαμηλή αναλογία φρουκτόζης προς γλυκόζη. Η ρεολογία αυτού του καρπού δεν έχει καταγραφεί στο παρελθόν. Επιπλέον, η θιξοτροπική δραστηριότητα στο μέλι ελάτης βανίλιας συνδέθηκε με την ανάπτυξη μεγαλύτερων κρυστάλλων (Conforti et al., 2006). Οι Κινέζοι συμμετέχοντες στην επιτροπή φάνηκε να είναι ιδιαίτερα ευαισθητοποιημένοι σχετικά με την υποτιθέμενη τραχιά αίσθηση του στόματος. Συγκριτικά, οι Έλληνες panelists βρήκαν το πεύκο και το άνθος πορτοκαλιού ιδιαίτερα διακριτά παρά το γεγονός ότι είχαν το χαμηλότερο ιξώδες.

Τα προϊόντα που είναι λιγότερο οικεία στους καταναλωτές λέγεται ότι δίνουν προτεραιότητα στη συνολική αποδοχή έναντι συγκεκριμένων οργανοληπτικών ιδιοτήτων (Kim, Jombart, Valentin, & Kim, 2013). Αυτό υποδηλώνει ότι η εξοικείωση με το προϊόν επηρεάζει τις περιγραφές καθώς και την προτίμηση που εκφράζεται κατά τη διάρκεια των οργανοληπτικών αξιολογήσεων (Kim, Jombart, Valentin, & Kim, 2015). Έχει παρατηρηθεί σε προηγούμενες διαπολιτισμικές αξιολογήσεις ότι οι κριτές που είναι πιο εξοικειωμένοι με ένα προϊόν χρησιμοποιούν ένα πιο περιορισμένο λεξιλόγιο

που είναι πιο στοχευμένο και παρόμοιο (Blancher et al., 2007; Tu et al., 2010). Στην παρούσα μελέτη, όμως, παρόλο που ο αριθμός των περιγραφών που δημιουργήθηκαν κατά τη διάρκεια της Συνεδρίας 1 (Session 1) ήταν πανομοιότυπος, οι Έλληνες κριτές χρησιμοποίησαν ένα σημαντικό ποσοστό περισσότερων όρων από τους Κινέζους κριτές για την αξιολόγηση του FP.



Διάγραμμα 3: Η ανάλυση κύριων συνιστωσών στο Ελληνικό και στο Κινέζικο πάνελ

3.2 Θυμαρίσιο Ελληνικό Μέλι

Τα ευρήματα της βιβλιογραφίας κατέδειξαν την ύπαρξη ενός σταθερού ποιοτικού προφίλ, με όλα τα μέλια να είναι παχύρρευστα, μέτριας έντασης χρώματος, να έχουν οσμή λουλουδιών, να έχουν γλυκιά και αλμυρή γεύση και να έχουν χαμηλή-μέτρια επίγευση. Επιπλέον, ορισμένες έρευνες περιείχαν δείγματα όπου μύριζαν «χημικά» και περιείχαν οσμές ξύλου, κεριού και ρητίνης. Στην μελέτη των Karabagias et al. (2014) εξαίρεση το άρωμα λουλουδιών, όλα τα κοινά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά αποκάλυψαν σημαντικές διαφορές ($p < 0,01$) μεταξύ των ομάδων με διαφορετική

περιεκτικότητα σε κόκκους γύρης. Τα δείγματα από την ομάδα Α (περιεκτικότητα σε γύρη θυμαριού > 60%) είχαν την υψηλότερη ένταση ανθικής οσμής, το ελαφρύτερο χρώμα και την πιο αλμυρή γεύση.

Υπάρχουν πολύ λίγες μελέτες για το θυμαρίσιο μέλι, και ιδιαίτερα πολύ λίγες μελέτες οργανοληπτικού ελέγχου ελληνικών μελιών. Τα ελληνικά μέλια περιγράφονται ως μέτριας σκούρας απόχρωσης, γλυκιάς και όξινης γεύσης, μέτριας ανθεκτικότητας και με άρωμα ξύλου, χημικών και λουλουδιών-φρέσκων φρούτων. Τα ισπανικά μέλια περιγράφονται ως έχοντα αρωματικά βότανα, εσπεριδοειδή, ώριμα φρούτα, καραμέλα, βαλσαμικό και οσφρητικά χαρακτηριστικά συγκεκριμένων ειδών, ενώ τα τουρκικά μέλια περιγράφονται ως έχοντα αρώματα λουλουδιών, πικραμύδαλου, θυμαριού και κεριού. Με εξαίρεση την όξινη γεύση, το οργανοληπτικό προφίλ που βρέθηκε για το θυμαρίσιο μέλι των ελληνικών νησιών ήταν συγκρίσιμο με αυτό που περιγράφεται από τους Persano Oddo et al. (2004)

Οι εργασίες αναφοράς δείχνουν ότι τις τελευταίες δεκαετίες έχουν δημιουργηθεί διάφορες ομάδες εργασίας για την παρουσίαση των οργανοληπτικών προφίλ του μελιού, ιδίως περιγραφικές τεχνικές για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και τις ενδείξεις για τα μονοποικιλιακά μέλια από συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές και τη συσχέτισή τους με τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά.. Αυτές οι προηγούμενες έρευνες έδειξαν ότι τα μέλια με διαφορετική βοτανική και γεωγραφική προέλευση μπορούν να διακριθούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας το οργανοληπτικό προφίλ. Δεδομένου ότι ο πρωταρχικός παράγοντας που επηρεάζει την προθυμία ενός καταναλωτή να αγοράσει ένα προϊόν είναι η οργανοληπτική του αντίληψη, αυτό μπορεί να έχει κάποιο νόημα. Με αυτόν τον τρόπο, οι καταναλωτές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις περιγραφές των οργανοληπτικών προφίλ του μελιού ως έναν χρήσιμο οδηγό κατά την επιλογή ενός τύπου μελιού.

Αξίζει να τονιστεί ότι η περιεκτικότητα του μελιού σε γυρεόκοκκους επηρεάζει το οργανοληπτικό του προφίλ- τα μέλια με υψηλή περιεκτικότητα σε γυρεόκοκκους (>60%, ομάδα Α) παρουσιάζουν ανθικό και χημικό οσφρητικό προφίλ.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή κατέληξε πρόσφατα στο συμπέρασμα ότι πρέπει να δημιουργηθεί και να διατηρηθεί μια δημόσια προσβάσιμη βάση δεδομένων με τις χημικές και βιολογικές ιδιότητες των πραγματικών μελιών. Για τη διαδικασία αυτή, θα πρέπει να συλλέγονται δείγματα από προσεκτικά επιλεγμένους παραγωγούς μελιού από εξουσιοδοτημένο προσωπικό. Επιπλέον, στον ιδιωτικό τομέα, θα πρέπει να καθοριστεί εκ των προτέρων η αυθεντικότητα ενός δείγματος. Κατά

συνέπεια, θα ήταν ωφέλιμο να ερευνηθούν και να παρουσιαστούν τα οργανοληπτικά προφίλ των μονοποικιλιακών μελιών από διάφορες βοτανικές και γεωγραφικές πηγές σε αυτή τη δημόσια προσβάσιμη βάση δεδομένων.

3.3 Η χρήση άλλων μεθόδων ανάλυσης

Η οδηγία 2001/110/ΕΚ του Συμβουλίου σχετικά με τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του μελιού έχει ενσωματωθεί στην ελληνική νομοθεσία. Επιπλέον, όπως αναφέρεται στο ΦΕΚ Β-239/23-2-2005, η ηλεκτρική αγωγιμότητα του ελληνικού μελιού πεύκου πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0,9 και να υπάρχει αξιόλογη ποσότητα συστατικών μελιτώματος. Αυτές είναι οι ελάχιστες απαιτήσεις για τα μονοποικιλιακά ελληνικά είδη μελιού.

Η μελέτη των πτητικών χημικών ουσιών έχει εξελιχθεί σε μια ισχυρή προσέγγιση τα τελευταία χρόνια για τον προσδιορισμό της προέλευσης του μελιού. Τα τερπενοειδή, οι φαινολικές χημικές ουσίες, τα νορισοπρενοειδή και τα αλειφατικά δικαρβοξυλικά οξέα έχουν προταθεί ως αποτελεσματικοί δείκτες της βοτανικής προέλευσης του μελιού.

Η μικροεκχύλιση στερεάς φάσης (SPME) είναι μια μέθοδος διαχωρισμού χωρίς διαλύτες που γίνεται όλο και πιο δημοφιλής στις επιχειρήσεις τροφίμων ως τρόπος διαχωρισμού πτητικών χημικών ουσιών από το κενό χώρου (headspace). Ο τομέας των τροφίμων εκτιμά σε μεγάλο βαθμό την SPME, η οποία εισήχθη πρόσφατα, για την ικανότητά της να αναλύει πτητικές χημικές ουσίες. Η ανάλυση πτητικών χημικών ουσιών στο υπερκείμενο χώρο του μελιού με τη μέθοδο αυτή έχει αποδειχθεί επιτυχής (Verzera et al., 2001).

Στη βιβλιογραφία έχουν δημοσιευτεί πολυάριθμες μελέτες σχετικά με τις πτητικές ενώσεις που εξαγονται από το θυμαρίσιο μέλι από διάφορες γεωγραφικές περιοχές. Ορισμένες από αυτές τις ενώσεις αναφέρονται ως χαρακτηριστικές, όπως το φαινυλακετικό αιθενύλιο και το α-υδροξυβενζολοπροπανοϊκό οξύ, η 1,3-διφαινυλο-2-προπανόνη, το (3-μεθυλοβουτυλο)βενζόλιο, το 3,4, 5-τριμεθοξυβενζαλδεΐδη, βανιλίνη και θυμόλη, 3,4,5-τριμεθοξυβενζαλδεΐδη και φαινυλακετονιτρίλιο και 1-φαινυλο-2,3-βουτανανδιόνη σε συνδυασμό με αυξημένες συγκεντρώσεις φαινυλακεταλδεΐδης (Πίνακας 2) (Tananaki et al., 2005).

No.	RT (min)	Compounds
1	4.555	toluene
2	4.893	3-methyl-2-butenal
3	5.167	octane
4	5.550	octene
5	7.082	furfural
6	8.270	ethylbenzene
7	8.716	xylene
8	9.213	1-hexanol
9	10.105	1-nonene
10	10.208	2-heptanone
11	10.779	nonane
12	10.951	heptanal
13	11.700	1-(2-furanyl)-ethanone
14	13.014	α -pinene
15	14.683	unknown (m/z 65, 77, 91, 119, 189)
16	15.317	benzaldehyde
17	16.580	β -pinene
18	17.032	1-heptanol
19	17.250	1-ethyl-3-methyl-benzene
20	17.861	1-octen-3-ol
21	18.449	6-methyl-5-hepten-2-one
22	18.644	2-pentyl furan
23	19.581	decane
24	19.953	octanal
25	21.541	p-cymene

Πίνακας 1: Πτητικές ουσίες μελιού (1)

27	22.816	2-ethyl-1-hexanol
28	23.433	benzeneacetaldehyde
29	24.582	γ -terpinene
30	24.948	1-chloro octane
31	25.118	acetophenone
32	26.308	1-octanol
33	27.435	2-nonanone
34	27.948	undecane
35	28.228	nonanal
36	30.177	camphor
37	31.806	borneol
38	32.492	4-terpineol
39	32.692	nonanol
40	33.132	1,2,3-trimethylidene
41	33.423	methyl salicate
42	33.984	dodecane
43	34.292	decanal
44	38.139	unknown (m/z 70, 81, 93, 123, 185)
45	39.082	tridecane
46	39.419	undecanal
47	42.699	damascenone
48	43.220	tetratecane
49	43.705	caryophyllene
50	44.654	geranylacetone

Πίνακας 2: Πτητικές ουσίες μελιού (2)

Το ελληνικό μέλι έχει περισσότερα από 60 πτητικά συστατικά που έχουν ταυτοποιηθεί. Το επικρατέστερο είδος ήταν οι φαινολικές ενώσεις. Η φαινυλακεταλδεΐδη (32,9% της συνολικής επιφάνειας κορυφής), η 1-φαινυλ-2,3-βουτανодиόνη (13,4%), οι ακυλίνες 3-υδροξυ-4-φαινυλ-2-βουτανόνη και 3-υδροξυ-1-φαινυλ-2-βουτανόνη (14,7%), η βενζαλδεΐδη (5. 8%), η φαινυλαιθυλική αλκοόλη (4,7%), το φαινυλακετονιτρίλιο (βενζυλοκυανίδιο, 4,8%), η nonanal (3,6%), η 3-υδροξυ-4-φαινυλ-3-βουτεν-2-όνη (3%) και η δεκανάλη (2,1%) είναι οι κορυφές υψηλής έντασης στην αέρια χρωματογραφία (GC). Η καρβακρόλη, η 2-μεθυλοβουτυροφαινόνη και η 2-φαινυλο-2-βουτενάλη (α-αιθυλιδενοφαινυλακεταλδεΐδη) είναι δευτερεύοντα συστατικά που έχουν σημασία .

Η παρουσία 1-φαινυλο-2,3-βουτανодиόνης στο μέλι ανιχνεύθηκε αρχικά σε αυστραλιανό μπλε κόμμι και κίτρινο κουτί (*Eucalyptus melliodora*). Προηγούμενες μελέτες έχουν ανακτήσει 3-υδροξυ-4-φαινυλ-2-βουτανονόνη από μέλι (Rowland et al., 1995), με ένα παράδειγμα το μονοποικιλιακό ελληνικό θυμάρι. Έχει έντονη γλυκιά οσμή ανθών και χαμηλό κατώφλι οσμής (odor threshold) (75-100 ng). Για πρώτη φορά, η 3-υδροξυ-1-φαινυλ-2-βουτανόνη διαχωρίστηκε ως συστατικό τροφίμων από αλκοολούχο ποτό «ξηρό fino sherry». Οι δύο αυτές ουσίες φαίνεται να υπάρχουν στα τρόφιμα μαζί, όπως και στην περίπτωση του ξηρού fino sherry. Υπάρχουν αναφορές για φαινυλακετονιτρίλιο σε διάφορα μέλια, συμπεριλαμβανομένου του θυμαριού.

Υπάρχουν και άλλες αξιοσημείωτες ουσίες, όπως η φαινυλαιθυλική αλκοόλη που είναι ένα τυπικό συστατικό του μελιού που υπάρχει σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στο θυμαρίσιο μέλι. Το θυμάρι και άλλα είδη *Lamiaceae* περιλαμβάνουν την καρβακρόλη ως ένα από τα κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου τους. Έχει απομονωθεί στο παρελθόν από διάφορα μέλια, ενώ το μέλι της φλαμουριάς λέγεται ότι την διαθέτει. Προηγούμενες μελέτες σε μέλια έχουν εντοπίσει την 3,4,5-τριμεθοξυβενζαλδεΐδη, η οποία θεωρείται ότι αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα του μελιού του θυμαριού (Alissandrakis et al., 2007; Tananaki et al., 2005).

3.4 Χρήση ηλεκτρονικής μύτης

Οι ηλεκτρονικές μύτες είναι συσκευές που μιμούνται την ανθρώπινη μύτη αναγνωρίζοντας μοτίβα αερίων ή οσμών και συνδέοντας με ένα προκαθορισμένο δείγμα. Οι αισθητήρες αυτού του εξοπλισμού αλληλεπιδρούν με αέρια ή ατμούς, αλλάζοντας τα φυσικά χαρακτηριστικά του συστήματος με βάση τη σύνθεση της ατμόσφαιρας στην οποία εκτίθεται ο αισθητήρας. Είναι εφικτή

η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του αισθητήρα στην ανίχνευση ή τη διαφοροποίηση των πτητικών οργανικών ενώσεων και ακόμη και η ποσοτικοποίηση συγκεκριμένων ειδών που υπάρχουν στο δείγμα, αναλύοντας τις διακυμάνσεις αυτών των ιδιοτήτων με τη χρήση μαθηματικών και στατιστικών μεθόδων. Η χρήση μιας ηλεκτρονικής μύτης έχει πολλά πλεονεκτήματα, μερικά από τα οποία έχουν αναφερθεί (Preedy, 2016): ελάχιστος χρόνος απόκρισης, φθινό κόστος κατασκευής και λειτουργίας και ευκολία χειρισμού.

Έχουν γίνει έρευνες για τον χαρακτηρισμό του μελιού με ηλεκτρονικές μύτες που έχουν καταγραφεί λόγω της παρουσίας πτητικών ειδών και του χαρακτηριστικού οσφρητικού μοτίβου του. Οι ηλεκτρονικές μύτες έχουν χρησιμοποιηθεί σε διάφορες μελέτες για τη διάκριση μεταξύ των μελιών με βάση τη βοτανική και γεωγραφική προέλευσή τους. Δεδομένου ότι η λανθασμένη επισήμανση είναι συχνό φαινόμενο, η τεχνική αυτή μπορεί επίσης να είναι χρήσιμη για την πρόληψη της απάτης.

Οι Subari et al. (2012) εξέτασαν μια τεχνική για τη διαφοροποίηση μεταξύ του καθαρού μελιού Tualang και της νοθείας που προκαλείται από διαλύματα ζάχαρης (από ζαχαροκάλαμο και τεύτλα), μειώνοντας σταδιακά τις συγκεντρώσεις του καθαρού μελιού (80%, 60%, 40%, 20% και 0%). Η μέθοδος αυτή επικεντρώθηκε στη νοθεία με την προσθήκη άλλων συστατικών εκτός από το μέλι. Η φασματοσκοπία υπερύθρου και η ηλεκτρονική μύτη ήταν οι δύο μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν. Χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές πολυμεταβλητές μέθοδοι για την ανάλυση των δεδομένων που παρήχθησαν από τις δύο τεχνικές, αφού προηγουμένως είχαν υποστεί προεπεξεργασία χρησιμοποιώντας είτε τα κανονικοποιημένα δεδομένα είτε τις σχετικές αποκρίσεις. Συνδυάζοντας τα δεδομένα από τη φασματοσκοπία υπερύθρων και τη φασματοσκοπία e-nose και χρησιμοποιώντας τη γραμμική ανάλυση διάκρισης (LDA), οι συγγραφείς κατάφεραν να επιτύχουν ακρίβεια 92,2% για την προτεινόμενη μεθοδολογία τους (Subari et al., 2012).

Χρησιμοποιώντας μια ηλεκτρονική γλώσσα (e-tongue) και μια ηλεκτρονική μύτη μαζί, οι Zakaria et al. έδειξαν πώς να διακρίνουν και να κατηγοριοποιούν το σιρόπι ζάχαρης, τα μολυσμένα δείγματα και το μέλι με διαφορετική βοτανική προέλευση. Για την κατάλληλη κατανομή των δειγμάτων, οι συγγραφείς τόνισαν τη σημασία της επιμέλειας των δεδομένων με τη χρήση διαφόρων ταξινομητών. Δεδομένης της μη γραμμικής φύσης των δεδομένων που ελήφθησαν από την ηλεκτρονική μύτη και την ηλεκτρονική γλώσσα, ο ταξινομητής πιθανοτικού νευρωνικού δικτύου

(PNN) επέδειξε ανώτερη απόδοση. Τα αποτελέσματα αυτά υποστηρίχθηκαν από πρόσθετες έρευνες, οι οποίες επίσης υπογράμμισαν τη σημασία της επιλογής της κατάλληλης τεχνικής επεξεργασίας δεδομένων για την αύξηση της ευαισθησίας και της ειδικότητας της μεθόδου. Οι μελέτες αυτές ανέδειξαν επίσης τις δυνατότητες της ηλεκτρονικής μύτης και της ηλεκτρονικής γλώσσας για τον εντοπισμό απάτης και άλλων χαρακτηριστικών στο μέλι (Faal et al., 2019).

Sensor	Detect	Detection range (PPM)
MQ-2	Methane, Butane, LPG, Smoke	200-5000
MQ-3	Alcohol, Ethanol, Smoke	0.05-10
MQ-4	Methane, CNG Gas	200-10000
MQ-5	Natural gas, LPG	200-10000
MQ-6	LPG, Butane gas	200-10000
MQ-136	Hydrogen Sulfide gas	1-200
TGS-2610	High sensitivity to LP and its component gases	500-10000
TGS-2620	For alcohol, toluene, xylene, other volatile organic vapors	500-5000

Πίνακας 4: Ουσίες που ελέγχονται από έναν ανιχνευτή ηλεκτρονικής μύτης και τα εύρη ανίχνευσης (σε ppm)

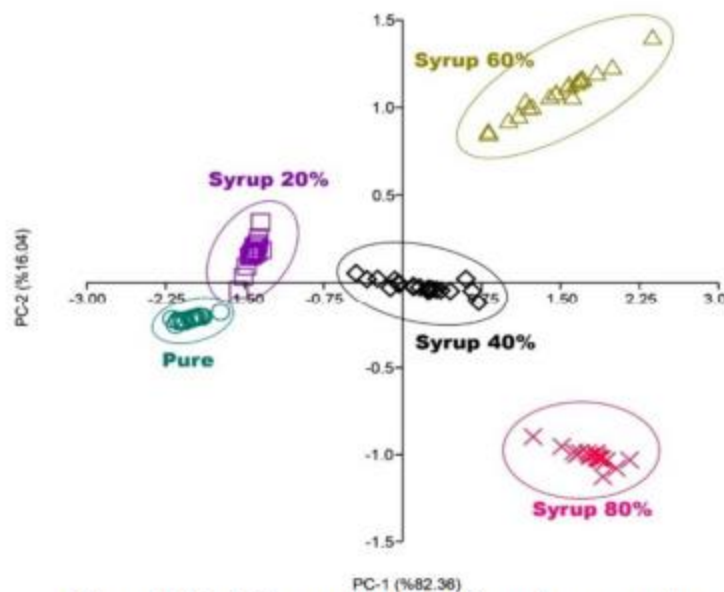


Figure 6. The PCA score plot for different honey samples

Πίνακας 3: Ανάλυση κύριων συνιστωσών για την ανίχνευση νοθείας μελιών με τη χρήση ηλεκτρονικής μύτης

Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα

Η οργανοληπτική αξιολόγηση των ελληνικών ποικιλιών μελιού αποτελεί μια σημαντική προσπάθεια που ρίχνει φως στις περίπλοκες γεύσεις, τα αρώματα και τις υφές αυτού του αρχαίου γαστρονομικού θησαυρού. Μέσω της περιγραφικής οργανοληπτικής ανάλυσης, οι ερευνητές έχουν ξετυλίξει το κουβάρι της οργανοληπτικής ποικιλίας και των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ελληνικού μελιού, παρέχοντας πολύτιμες πληροφορίες για τους μελισσοκόμους, τους επαγγελματίες της βιομηχανίας τροφίμων και τους καταναλωτές. Αυτό το κεφάλαιο συμπερασμάτων συνοψίζει τα κύρια ευρήματα της οργανοληπτικής αξιολόγησης, συζητά τις επιπτώσεις για μελλοντική έρευνα και διερευνά τις πιθανές χρήσεις και εφαρμογές του ελληνικού μελιού σε διάφορους τομείς.

4.1 Περιγραφική οργανοληπτική ανάλυση των ποικιλιών ελληνικού μελιού

. Εκπαιδευμένοι σε τεχνικές οργανοληπτικής αξιολόγησης εμπειρογνώμονες συμμετείχαν σε συνεδρίες οργανοληπτικής αξιολόγησης όπου αξιολόγησαν τη γεύση, το άρωμα, την υφή και την εμφάνιση κάθε ποικιλίας μελιού χρησιμοποιώντας τυποποιημένα έντυπα και διαδικασίες οργανοληπτικής αξιολόγησης.

Τα οργανοληπτικά προφίλ των ελληνικών ποικιλιών μελιού αποκάλυψαν ένα πλούσιο μωσαϊκό γεύσεων, αρωμάτων και χρωμάτων, που αντανακλά τις διαφορετικές βοτανικές καταβολές και το «terroir» κάθε περιοχής παραγωγής μελιού. Το θυμαρίσιο μέλι από την Κρήτη παρουσίασε έντονες νότες βοτάνων, ανθικά αρώματα και μια χρυσαφένια κεχριμπαρένια απόχρωση, χαρακτηριστική των άφθονων ανθών θυμαριού του νησιού. Το μέλι πεύκου από τις ορεινές περιοχές της βόρειας Ελλάδας εμφάνισε σκούρο κεχριμπαρένιο χρώμα, στιβαρό γευστικό προφίλ και νότες ρητίνης και δασικών υπονοούμενων, ενδεικτικές των κωνοφόρων δέντρων που επικρατούν στην περιοχή.

Οι ανθοκομικές ποικιλίες, όπως το μέλι από άνθη πορτοκαλιάς, το μέλι από αγριολούλουδα και το μέλι καστανιάς, συνεισέφεραν ξεχωριστά ανθικά αρώματα, γευστικές αποχρώσεις και χρωματικές παραλλαγές, αναδεικνύοντας την οργανοληπτική ποικιλομορφία του ελληνικού μελιού. Το μέλι από άνθη πορτοκαλιάς απέπνεε λεπτές νότες εσπεριδοειδών και ένα ελαφρύ χρυσό χρώμα, ενώ το μέλι αγριολούλουδου παρουσίαζε ένα σύνθετο μπουκέτο λουλουδιών και μια χρυσή κεχριμπαρένια απόχρωση.

Το μέλι καστανιάς, με το βαθύ κεχριμπαρένιο χρώμα του και το στιβαρό, ελαφρώς πικρό γευστικό προφίλ του, προσέφερε μια μοναδική οργανοληπτική εμπειρία που θυμίζει τους καστανότοπους της κεντρικής και βόρειας Ελλάδας.

Η περιγραφική οργανοληπτική ανάλυση παρείχε πολύτιμες πληροφορίες για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και τις περιφερειακές παραλλαγές του ελληνικού μελιού, θέτοντας τα θεμέλια για περαιτέρω έρευνα και διερεύνηση στον τομέα της οργανοληπτικής επιστήμης και των μελισσοκομικών πρακτικών.

4.2 Συστάσεις για περαιτέρω έρευνα

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας έχουν αρκετές επιπτώσεις για μελλοντικές μελέτες στον τομέα της οργανοληπτικής αξιολόγησης του μελιού, των μελισσοκομικών πρακτικών και της μαγειρικής τέχνης. Μελλοντικές ερευνητικές προσπάθειες θα μπορούσαν να επικεντρωθούν σε:

- **Οργανοληπτικά προφίλ:** Διεξαγωγή ολοκληρωμένων μελετών οργανοληπτικού προφίλ για την περαιτέρω διαλεύκανση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών και των γευστικών προφίλ των ελληνικών ποικιλιών μελιού, συμπεριλαμβανομένων πρόσθετων βοτανικών πηγών και γεωγραφικών περιοχών.
- **Καταναλωτικές προτιμήσεις:** Διερεύνηση των προτιμήσεων και των αντιλήψεων των καταναλωτών σχετικά με τις ελληνικές ποικιλίες μελιού μέσω οργανοληπτικών μελετών καταναλωτών, έρευνας αγοράς και χαρτογράφησης των προτιμήσεων των καταναλωτών.
- **Διασφάλιση ποιότητας:** Ανάπτυξη πρωτοκόλλων και προτύπων διασφάλισης ποιότητας με βάση τις αισθήσεις για την παραγωγή ελληνικού μελιού, συμπεριλαμβανομένων κριτηρίων οργανοληπτικής αξιολόγησης, εκπαίδευσης της οργανοληπτικής επιτροπής και μέτρων ελέγχου ποιότητας.
- **Επιδράσεις του «Terroir»:** Διερεύνηση της επίδρασης του terroir, συμπεριλαμβανομένων των κλιματικών, εδαφικών και μικροκλιματικών παραλλαγών, στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελληνικού μελιού.
- **Προϊόντα προστιθέμενης αξίας:** Διερεύνηση καινοτόμων χρήσεων και εφαρμογών του ελληνικού μελιού σε προϊόντα προστιθέμενης αξίας, συμπεριλαμβανομένων ποτών με βάση το μέλι, γλυκισμάτων, προϊόντων περιποίησης του δέρματος και φυσικών θεραπειών. **Γεωγραφικές ενδείξεις:** Εξέταση των δυνατοτήτων των γεωγραφικών ενδείξεων και των συστημάτων πιστοποίησης για την προστασία και την προώθηση του ελληνικού μελιού ως μοναδικού και υψηλής ποιότητας γεωργικού προϊόντος.

Βιβλιογραφία

- Alissandrakis, E., Tarantilis, P. A., Harizanis, P. C., & Polissiou, M. (2007). Aroma investigation of unifloral Greek citrus honey using solid-phase microextraction coupled to gas chromatographic--mass spectrometric analysis. *Food Chemistry*, *100*(1), 396–404.
- Amerine, M. A., Roessler, E. B., & Ough, C. S. (1965). Acids and the acid taste. I. The effect of pH and titratable acidity. *American Journal of Enology and Viticulture*, *16*(1), 29–37.
- Aparna, A. R., & Rajalakshmi, D. (1999). Honey—its characteristics, sensory aspects, and applications. *Food Reviews International*, *15*(4), 455–471.
- Ares, A. M., Valverde, S., Bernal, J. L., Nozal, M. J., & Bernal, J. (2018). Extraction and determination of bioactive compounds from bee pollen. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, *147*, 110–124.
- Avino, P., Cinelli, G., Notardonato, I., & Russo, M. V. (2011). Evaluation of different adsorbents for large-volume pre-concentration for analyzing atmospheric persistent organic pollutants at trace levels. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, *400*, 3561–3571.
- Balkanska, R., Stefanova, K., & Stoikova--Grigorova, R. (2020). Main honey botanical components and techniques for identification: A review. *Journal of Apicultural Research*, *59*(5), 852–861.
- Barbera, M., & Gurnari, G. (2018). *Wastewater treatment and reuse in the food industry*. Springer.
- Baxter, I. A., Easton, K., Schneebeli, K., & Whitfield, F. B. (2005). High pressure processing of Australian navel orange juices: Sensory analysis and volatile flavor profiling. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *6*(4), 372–387.
- Bianchi, F., Careri, M., & Musci, M. (2005). Volatile norisoprenoids as markers of botanical origin of Sardinian strawberry-tree (*Arbutus unedo* L.) honey: Characterisation of aroma compounds by dynamic headspace extraction and gas chromatography--mass spectrometry. *Food Chemistry*, *89*(4), 527–532.
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., & Gallmann, P. (2008). Honey for nutrition and health: a review. *Journal of the American College of Nutrition*, *27*(6), 677–689.
- Can, Z., Yildiz, O., Sahin, H., Turumtay, E. A., Silici, S., & Kolayli, S. (2015). An investigation of Turkish honeys: Their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. *Food Chemistry*, *180*, 133–141.
- Četojević-Simin, D. D., Velićanski, A. S., Cvetković, D. D., Markov, S. L., Četković, G. S.,

- Šaponjac, V. T. T., Vulić, J. J., Čanadanović-Brunet, J. M., & Djilas, S. M. (2015). Bioactivity of Meeker and Willamette raspberry (*Rubus idaeus* L.) pomace extracts. *Food Chemistry*, *166*, 407–413.
- Conforti, P. A., Lupano, C. E., Malacalza, N. H., Arias, V., & Castells, C. B. (2006). Crystallization of honey at- 20 C. *International Journal of Food Properties*, *9*(1), 99–107.
 - Council, E. U. (2002). Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey. *Official Journal of the European Communities L*, *10*, 47–52.
 - Crane, E. (1999). *The world history of beekeeping and honey hunting*. Routledge.
 - da Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O., & Fett, R. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, *196*, 309–323.
 - De Oliveira, R. S. (2007). Business success, Angola-style: postcolonial politics and the rise and rise of Sonangol. *The Journal of Modern African Studies*, *45*(4), 595–619.
 - Dias, A. S., Araújo, J. V, Braga, F. R., Araujo, J. M., Puppim, A. C., Fernandes, F. M., Ramos, R. F., Bertoneceli, R. M., da Silva, R. G., & Perboni, W. R. (2012). Biological control of *Fasciola hepatica* eggs with the *Pochonia chlamydosporia* fungus after passing through the cattle gastrointestinal tract. *Parasitology Research*, *110*, 663–667.
 - Einstein, M. A. (1991). Sensory science theory and applications in foods. *IFT Basic Symposium Series*, 317–338.
 - Elamine, Y., Imtara, H., Miguel, M. G., Anjos, O., Estevinho, L. M., Alaiz, M., Girón-Calle, J., Vioque, J., Mart\`in, J., & Lyoussi, B. (2021). Antibacterial activity of Moroccan Zantaz honey and the influence of its physicochemical parameters using chemometric tools. *Applied Sciences*, *11*(10), 4675.
 - ENNIS, D. M. (1993). The power of sensory discrimination methods. *Journal of Sensory Studies*, *8*(4), 353–370.
 - Escriche, I., Kadar, M., Juan-Borrás, M., & Domenech, E. (2014). Suitability of antioxidant capacity, flavonoids and phenolic acids for floral authentication of honey. Impact of industrial thermal treatment. *Food Chemistry*, *142*, 135–143.
 - Faal, S., Loghavi, M., Kamgar, S., Raoufat, M. H., Golmakani, M. T., & others. (2019). Utilizing pattern recognition methods for detecting the adulteration of glucose and fructose in honey. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, *7*(4), 419–430.
 - Fallico, B., Zappala, M., Arena, E., & Verzera, A. (2004). Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. *Food Chemistry*, *85*(2), 305–313.

- Frijters, J. E. R. (1987). Sensory sweetness perception, its pleasantness, and attitudes to sweet foods. In *Sweetness* (pp. 67–80). Springer.
- Gonnet, M., & Vache, G. (1979). Technique de dégustation des miels et recherche d'un système de notation et de classification objectif pour apprécier leur qualité par l'analyse sensorielle, 27th Apimondia Int. *Apic. Congr., Athènes*, 499–506.
- Harries, J. M., & Smith, G. L. (1982). The two-factor triangle test. *International Journal of Food Science & Technology*, 17(2), 153–162.
- He, W., Hu, X., Zhao, L., Liao, X., Zhang, Y., Zhang, M., & Wu, J. (2009). Evaluation of Chinese tea by the electronic tongue: Correlation with sensory properties and classification according to geographical origin and grade level. *Food Research International*, 42(10), 1462–1467.
- Heymann, H., & Lawless, H. T. (2013). *Sensory evaluation of food: principles and practices*. Springer Science & Business Media.
- JACK, F. R., PIGGOTT, J. R., & PATERSON, A. (1993). Relationships between electromyography, sensory and instrumental measures of cheddar cheese texture. *Journal of Food Science*, 58(6), 1313–1317.
- Jerković, I., Tuberoso, C. I. G., Marijanović, Z., Jelić, M., & Kasum, A. (2009). Headspace, volatile and semi-volatile patterns of Paliurus spina-christi unifloral honey as markers of botanical origin. *Food Chemistry*, 112(1), 239–245.
- Karabagias, I. K., Badeka, A. V., Kontakos, S., Karabournioti, S., & Kontominas, M. G. (2014). Botanical discrimination of Greek unifloral honeys with physico-chemical and chemometric analyses. *Food Chemistry*, 165, 181–190.
- KING, B. M., & ARENTS, P. (1991). A statistical test of consensus obtained from Generalized Procrustes Analysis of sensory data. *Journal of Sensory Studies*, 6(1), 37–48.
- Kozłowicz, K., Różyło, R., Gładyszewska, B., Matwijczuk, A., Gładyszewski, G., Chocyk, D., Samborska, K., Piekut, J., & Smolewska, M. (2020). Identification of sugars and phenolic compounds in honey powders with the use of GC--MS, FTIR spectroscopy, and X-ray diffraction. *Scientific Reports*, 10(1), 16269.
- Kurtagić, H., Memić, M., & Barudanović, S. (2016). Determination of type of honey produced in the different climatic regions of Bosnia and Herzegovina. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 13, 2721–2730.
- Land, D. G. (1977). *Flavour research in the ARC*.
- Lango, M. L., & Lomba, Y. L. (2020). *Review on the Status of Honey Bee Feeding Practice and*

Honey Production Potential: Ethiopia.

- Lim, A. H. R., Sam, L. M., Gobilik, J., Ador, K., Choon, J. L. N., Majampan, J., & Benedick, S. (2022). Physicochemical Properties of Honey from Contract Beekeepers, Street Vendors and Branded Honey in Sabah, Malaysia. *Tropical Life Sciences Research*, 33(3), 61.
- MacRae, A. W. (1995). Confidence intervals for the triangle test can give reassurance that products are similar. *Food Quality and Preference*, 6(2), 61–67.
- Manzocco, R. (2019). Transhumanism. *Engineering the Human Condition. Suiza: Springer*.
- O'MAHONY, M., Thieme, U., & Goldstein, L. R. (1988). The warm-up effect as a means of increasing the discriminability of sensory difference tests. *Journal of Food Science*, 53(6), 1848–1850.
- Oddo, L. P., Piro, R., Bruneau, É., Guyot-Declerck, C., Ivanov, T., Piskulová, J., Flamini, C., Lheritier, J., Morlot, M., Russmann, H., & others. (2004). Main European unifloral honeys: descriptive sheets. *Apidologie*, 35(Suppl. 1), S38--S81.
- Oreskovich, D. C., Klein, B. P., & Sutherland, J. W. (1991). Procrustes analysis and its applications to free-choice and other sensory profiling. *Sensory Science Theory and Applications in Foods*, 353–393.
- Pangborn, R. M., & Dunkley, W. L. (1964). Sensory discrimination of fat and solids-not-fat in milk. *Journal of Dairy Science*, 47(7), 719–726.
- Pascual-Mate, A., Oses, S. M., Fernandez-Muino, M. A., & Sancho, M. T. (2018). Methods of analysis of honey. *Journal of Apicultural Research*, 57(1), 38–74.
- Persano Oddo, L., Sabatini, A. G., Accorti, M., Colombo, R., Marcazzan, G. L., Piana, M. L., Piazza, M. G., & Pulcini, P. (2000). *I mieli uniflorali italiani. Nuove schede di caratterizzazione*.
- Pires, J., Estevinho, M. L., Feás, X., Cantalapiedra, J., & Iglesias, A. (2009). Pollen spectrum and physico-chemical attributes of heather (*Erica* sp.) honeys of north Portugal. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(11), 1862–1870.
- Pita-Calvo, C., & Vázquez, M. (2017). Differences between honeydew and blossom honeys: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 59, 79–87.
- Powers, J. J. (1984). Current practices and application of descriptive methods. *Sensory Analysis of Foods/Edited by JR Piggott*.
- Preedy, V. R. (2016). *Electronic noses and tongues in food science*. Academic Press.
- Qin, Z., Pang, X., Chen, D., Cheng, H., Hu, X., & Wu, J. (2013). Evaluation of Chinese tea by the electronic nose and gas chromatography--mass spectrometry: Correlation with sensory

- properties and classification according to grade level. *Food Research International*, 53(2), 864–874.
- Rodríguez, I., Tananaki, C., Galán-Soldevilla, H., Pérez-Cacho, P. R., & Serrano, S. (2021). Sensory profile of Greek islands thyme honey. *Applied Sciences*, 11(20), 9548.
 - Rowland, C. Y., Blackman, A. J., D'Arcy, B. R., & Rintoul, G. B. (1995). Comparison of organic extractives found in leatherwood (*Eucryphia lucida*) honey and leatherwood flowers and leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(3), 753–763.
 - Sant'ana, R. da S., de Carvalho, C. A. L., Oda-Souza, M., Souza, B. de A., & Dias, F. de S. (2020). Characterization of honey of stingless bees from the Brazilian semi-arid region. *Food Chemistry*, 327, 127041.
 - Smith, K. E., Weis, D., Amini, M., Shiel, A. E., Lai, V. W.-M., & Gordon, K. (2019). Honey as a biomonitor for a changing world. *Nature Sustainability*, 2(3), 223–232.
 - Stolzenbach, S., Byrne, D. V., & Bredie, W. L. P. (2011). Sensory local uniqueness of Danish honeys. *Food Research International*, 44(9), 2766–2774.
 - Subari, N., Saleh, J. M., Shakaff, A. Y. M., & Zakaria, A. (2012). A hybrid sensing approach for pure and adulterated honey classification. *Sensors*, 12(10), 14022–14040.
 - Tahir, H. E., Xiaobo, Z., Zhihua, L., Jiyong, S., Zhai, X., Wang, S., & Mariod, A. A. (2017). Rapid prediction of phenolic compounds and antioxidant activity of Sudanese honey using Raman and Fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopy. *Food Chemistry*, 226, 202–211.
 - Tan, S. T., Wilkins, A. L., Holland, P. T., & McGhie, T. K. (1990). Extractives from New Zealand honeys. 3. Unifloral thyme and willow honey constituents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38(9), 1833–1838.
 - Tananaki, C., Zotou, A., & Thrasyvoulou, A. (2005). Determination of 1, 2-dibromoethane, 1, 4-dichlorobenzene and naphthalene residues in honey by gas chromatography--mass spectrometry using purge and trap thermal desorption extraction. *Journal of Chromatography A*, 1083(1–2), 146–152.
 - Thrasyvoulou, A., & Manikis, J. (1995). Some physicochemical and microscopic characteristics of Greek unifloral honeys. *Apidologie*, 26(6), 441–452.
 - Trifković, J., Andrić, F., Ristivojević, P., Guzelmeric, E., & Yesilada, E. (2017). Analytical methods in tracing honey authenticity. *Journal of AOAC International*, 100(4), 827–839.
 - Vasić, N., Kilibarda, M., & Kaurin, T. (2019). The influence of online shopping determinants on customer satisfaction in the Serbian market. *Journal of Theoretical and Applied Electronic*

- Commerce Research*, 14(2), 70–89.
- Verzera, A., Campisi, S., Zappalà, M., Bonaccorsi, I., & others. (2001). SPME-GC-MS analysis of honey volatile components for the characterization of different floral origin. *American Laboratory*, 33(15), 18–23.
 - Von Der Ohe, W., Oddo, L. P., Piana, M. L., Morlot, M., & Martin, P. (2004). Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*, 35(Suppl. 1), S18--S25.