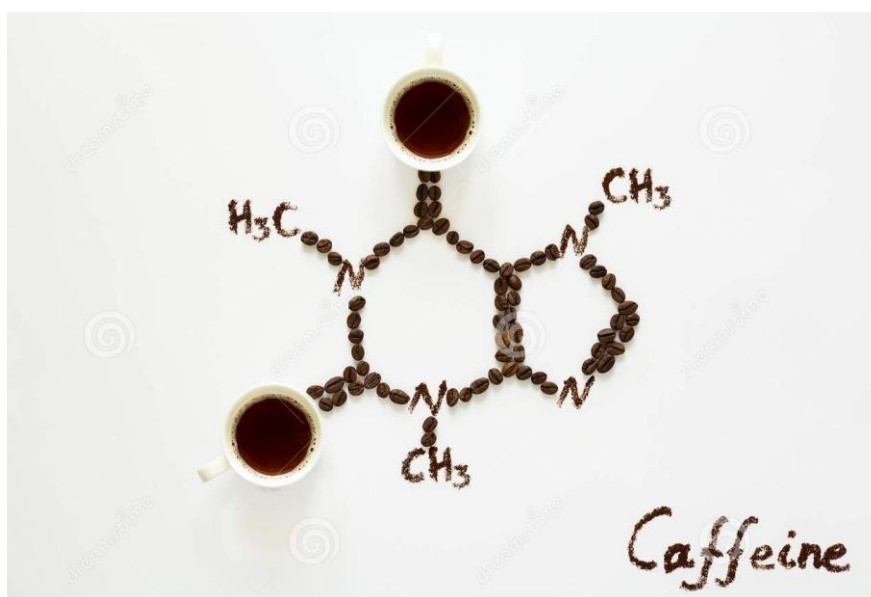




**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ :

**ΚΑΦΕΣ: ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΑΡΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ**

Διευθυντής

**Καθ. Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων (ΠΑ.Δ.Α) Ιωάννης
Τσάκης**

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ : ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ ΚΟΛΩΝΙΑ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΕΜΙΝΙ ΕΛΕΝΗ Α.Μ. 15030

ΑΘΗΝΑ 2021

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ ΚΟΛΩΝΙΑ

ΜΕΛΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ:

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΑΣΗΜΟΜΥΤΗΣ

ΕΥΤΥΧΙΑ ΚΡΙΤΣΗ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογράφουσα Εμίλι Ελένη του Άρτουρ, με αριθμό μητρώου 15030, φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Έχω συγγράψει αυτήν τη πτυχιακή/διπλωματική εργασία και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο, είτε ως χρήση ιδεών είτε ως χρήση λέξεων, αναφέρονται στο σύνολο τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν δικής μου πνευματικής ιδιοκτησίας αλλά και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».



ΕΛΕΝΗ ΕΜΙΝΙ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια κ. Κωνσταντίνα Κολώνια για τη πολύτιμη καθοδήγηση της.

Επιπλέον, οφείλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για τη συμπαράσταση που μου παρείχε σε όλα τα χρόνια της φοίτησης μου στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η γεύση και το άρωμα των τροφίμων και των ποτών είναι ένδειξη της ποιότητας τους. Η ποιότητα των τροφίμων εξαρτάται από το συνδυασμό τριών παραγόντων, τη γεύση, το άρωμα και τις χημειοθετικές αισθήσεις. Η γεύση των τροφίμων αποδίδεται σε μη πτητικές ενώσεις, ενώ η αρωματικότητα ή αλλιώς τα αρώματα που αναδύονται από τα τρόφιμα, αποδίδονται σε πτητικές ενώσεις. Έχουν γίνει πολλές μελέτες και έρευνες για την ανάλυση των πτητικών αυτών ουσιών. Όλες οι εξελίξεις στη χημεία της γεύσης οφείλονται στην ανάπτυξη τεχνολογικών διαδικασιών όπως η ηλεκτρονική μύτη και η ηλεκτρονική γλώσσα. Μέσω αυτών των διαδικασιών διευκολύνεται η ανάλυση των πτητικών και μη πτητικών ουσιών των τροφίμων. Πιο συγκεκριμένα, η εργασία αυτή θα αναφερθεί στη πορεία παραγωγής του καφέ και στα διάφορα στάδια που απαιτούνται, ώστε να λάβουμε στο φλιτζάνι μας ένα ποιοτικό καφέ, καθώς και στις αρωματικές ενώσεις του καφέ. Επίσης, αναφέρονται και άλλες διαδικασίες που θα μπορούσαν να επηρεάσουν το άρωμα του καφέ. Στόχος της βιβλιογραφικής αυτής ανασκόπησης είναι η παρουσίαση των χημικών ενώσεων στις οποίες οφείλεται το άρωμα του καφέ, των παραγόντων και των μεθόδων που επηρεάζουν την αρωματικότητα, καθώς και των κριτηρίων που λαμβάνονται υπόψη για την αξιολόγηση της ποιότητας του καφέ. Γίνεται μία σύντομη αναφορά στους λόγους που τον καθιστούν τόσο ελκυστικό στους καταναλωτές, αλλά και στα διάφορα είδη καφέ. Επιπροσθέτως, επισημαίνεται η συνεισφορά του καφέ στην υγεία των ανθρώπων, συνυπολογίζοντας τα αποτελέσματα των ερευνών που έχουν διεξαχθεί πάνω στην επιρροή του καφέ σε ασθένειες, όπως ο διαβήτης τύπου 2, καρδιαγγειακές παθήσεις και καρκίνο στο ήπαρ.

Λέξεις κλειδιά : άρωμα καφέ, πτητικές και μη πτητικές ενώσεις, ηλεκτρονική μύτη, ηλεκτρονική γλώσσα, χημικές ενώσεις

ABSTRACT

The taste and aroma of food and beverages are an indication of their quality. Food quality depends on the combination of three factors, which include the taste, the aroma and chemothetical sensation. Food flavor is attributed to the non volatile compounds, whereas food aroma is attributed to the volatile compounds. There are many studies on the analysis of volatile compounds. The latest news on the flavor chemistry, are attributed to the development of technological processes, such as electronic nose and electronic tongue. These processes eased the way for the analysis of volatile and non volatile compounds. The purpose of this thesis is to review the coffee production and the steps that are important for brewing a high quality coffee. There is also a reference to the aromatic compounds of the coffee. Afterwards, are being mentioned various factors that affect the coffee aroma. The aim of this review is to introduce the compounds which are responsible for the coffee aroma, as well as the criteria that are taken under consideration for the evaluation of the coffee quality. Furthermore, there is a quick reference, at the reasons why coffee is such an attractive beverage. Finally, is pointed out the effect of coffee consumption on human health.

Key words: coffee aroma, volatile and non volatile compounds, electronic nose, electronic tongue, chemical compounds.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Εισαγωγή	9
Κεφάλαιο 1^ο	11
Επεξεργασία του καφέ	11
1.1 Στάδια ανάπτυξης του καφέ και περιγραφή του καρπού.....	11
1.2 Συγκομιδή.....	12
1.3 Επεξεργασία των κερασιών.....	13
1.4 Επίδραση των μεθόδων επεξεργασίας.....	18
1.5 Ασθένειες και έντομα.....	19
1.6 Η τέχνη του καβουρδίσματος.....	23
1.6.1 Μηχανές καβουρδίσματος και εξέλιξη των μεθόδων και τεχνικών.....	24
1.6.2 Βαθμοί καβουρδίσματος.....	25
1.6.3 Η δομή των ψημένων κόκκων καφέ (SEM).....	27
1.7 Διαδικασία αλέσματος.....	28
1.8 Εκχύλιση.....	29
1.8.1 Διαδεδομένες μέθοδοι εκχύλισης του καφέ.....	32
1.8.2 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του παρασκευασμένου καφέ.....	36
1.8.2.1 Ολικά στερεά και απόδοση εκχύλισης.....	36
1.8.2.2 pH και ολική οξύτητα.....	38
Κεφάλαιο 2^ο	39
Αντίληψη της γεύσης του καφέ	39
2.1 Άρωμα και αίσθηση της γεύσης.....	39
2.2 Αίσθηση στο στόμα και χημειοθεσία.....	42
2.3 Γευσιγνωσία (Cupping).....	42
Κεφάλαιο 3^ο	44
Σύσταση του καφέ	44
3.1 Σύσταση του καφέ.....	44
3.1.1 Μη πτητικές ενώσεις στο ρόφημα του καφέ.....	44
3.1.1.1 Υδατάνθρακες.....	44
3.1.1.2 Χλωρογενικά οξέα.....	45
3.1.1.3 Λιπίδια.....	46
3.1.1.4 Μελανοϊδίνες.....	46

3.1.1.5 Αζωτούχα συστατικά.....	47
3.1.2 Πτητικές ενώσεις στο ρόφημα του καφέ.....	49
3.1.2.1 Αλδεΐδες.....	51
3.1.2.2 Πυραζίνες.....	53
3.1.2.3 Κετόνες.....	55
3.1.2.4 Θειούχες ενώσεις.....	56
3.1.2.5 Φουρανικά παράγωγα.....	57
3.1.2.6 Φαινόλες.....	59
Κεφάλαιο 4^ο	61
Σχηματισμός του αρώματος του καφέ.....	61
4.1 Μηχανισμοί στους οποίους στηρίζεται η εξαγωγή του αρώματος.....	61
4.2 Θερμική υποβάθμιση των αρχικών μορίων του αρώματος.....	61
4.3 Αντιδράσεις Maillard.....	62
4.4 Σχέση μεταξύ των μη πτητικών ενώσεων του μη καβουρδισμένου καφέ και του προφίλ αρώματος του καβουρδισμένου καφέ.....	64
4.5 Αρωματικές ενώσεις και σταθερότητα του αρώματος στο παρασκευασμένο καφέ	64
Κεφάλαιο 5^ο	68
Στρατηγικές μάρκετινγκ και αποθήκευση του καφέ.....	68
5.1 Προσέλκυση καταναλωτών μέσω τεχνικών, όπως το πολυαισθητικό μάρκετινγκ.....	68
5.2 Επίδραση των συνθηκών αποθήκευσης στη ποιότητα και διάρκεια ζωής του καφέ.....	70
Κεφάλαιο 6^ο	74
Νέες τάσεις στην έρευνα της επίδρασης του καφέ στην υγεία του ανθρώπου.....	74
6.1 Τα οφέλη της κατανάλωσης καφέ σε συνδυασμό με τη σωστή διατροφή και την άσκηση.....	74
6.2 Διαβήτης τύπου 2.....	74
6.3 Καρκίνος στο συκώτι.....	75
6.4 Καρδιαγγειακές παθήσεις.....	76
Κεφάλαιο 7^ο	77
Συμπεράσματα.....	77
Βιβλιογραφία.....	79

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο καφές είναι ένα δημοφιλές ρόφημα που καταναλώνεται από πολλούς ανθρώπους τους τελευταίους δέκα αιώνες. Έχει παρατηρηθεί πως υπάρχουν δύο ποικιλίες καφέ που θεωρούνται σημαντικής οικονομικής αξίας, ο καφέ Arabica και ο Robusta. Σύμφωνα με πληροφορίες που έχει συλλέξει ο Διεθνής Οργανισμός Καφέ (ICO), ο καφές είναι το πιο ευρέως διαδεδομένο εμπορικό προϊόν σε όλο τον κόσμο. Γενικά 70 χώρες περίπου ασχολούνται με τη παραγωγή καφέ. Το 2010 το ανθρώπινο δυναμικό που απασχολήθηκε σε διάφορες επιχειρήσεις του καφέ έφτασε τα 26 εκατομμύρια σε 52 από αυτές τις χώρες. (Stelmach, 2014).

Σύμφωνα με στατιστικά δεδομένα του 2004, τα οποία έχουν υποστεί σχετική επεξεργασία, ανάλυση και ερμηνεία, παρουσιάζονται στη συνέχεια οι 10 χώρες που παρήγαγαν τις μεγαλύτερες ποσότητες καφέ στο κόσμο.

Πίνακας 1 Χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή καφέ στο κόσμο.

Χώρα	Παραγωγή σε Χιλιάδες Τόνους
Βραζιλία	2.179
Βιετνάμ	990
Ινδονησία	760
Κολομβία	680
Μεξικό	310
Ινδία	275
Αιθιοπία	260
Γουατεμάλα	216
Ονδούρα	190
Ουγκάντα	186

Πηγή : Βασιλακάκης Μ., 2004

Ο καφές είναι το αποτέλεσμα που λαμβάνεται από τους καβουρδισμένους και αλεσμένους σπόρους των φυτών Coffea. Επιπλέον της διεγερτικής επίδρασης του καφέ στον άνθρωπο λόγω του όξινου χαρακτήρα του και της περιεκτικότητας σε καφεΐνη, περιέχει πολλά λειτουργικά συστατικά όπως φλαβονοειδή (κατεχίνες, ανθοκυανίνες), οξέα (χλωρογόνα, καφεϊκά, φερουλικά, γαλλικά, πρωτοκατεχικά) και ρουτίνη. (Meletis, 2006 & Chu, 2008).

Ο τρόπος παρασκευής του καφέ ποικίλει. Μπορεί να παρασκευαστεί ως αφέψημα, δηλαδή με βράσιμο του καφέ για λίγα λεπτά (π.χ. τουρκικός καφές, καφές που προέρχεται από καφετιέρα), με έγχυση (π.χ. καφές φίλτρου) και με πίεση (π.χ. μόκα, εσπρέσσο). (Petraacco M., 2001). Επιπροσθέτως, άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τη σύνθεση του τελικού αυτού ροφήματος είναι ο βαθμός άλεσης του καφέ, η αναλογία σκόνης/νερού, η θερμοκρασία νερού, ο χρόνος εκχύλισης, αλλά και η ποικιλία του καφέ. Έχει αποδειχθεί όμως πως οι διαφορετικές συνθήκες ψήσιματος των κόκκων του καφέ δίνουν διαφορετικά αποτελέσματα στην εξαγωγή των χημικών ενώσεων, οι οποίες διαφοροποιούνται ανάλογα, έπειτα από τη τελική παρασκευή του. Το βασικό συμπέρασμα που προκύπτει είναι πως οι χημικές ενώσεις παραμένουν, δεν απομακρύνονται όλες από το τελικό ρόφημα, αλλά βρίσκονται σε διαφορετικές συγκεντρώσεις διαδραματίζοντας βιοενεργό ρόλο, δηλαδή επιτελούν διάφορες λειτουργίες στον οργανισμό με στόχο τη βελτίωση της υγείας. (Alves Rita C., 2007 Alves Rita C., 2010).

Η καφεΐνη ως το πιο γνωστό συστατικό των καφεϊνούχων τροφίμων και ποτών, έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας, με αποτέλεσμα να γίνουν έρευνες σχετικά με την επίδραση που έχει στην υγεία του ανθρώπου. Εκτιμάται πως η πρόσληψη καφεΐνης συνδέεται με την αντιμετώπιση και πρόληψη σοβαρών ασθενειών. Μεταξύ αυτών των ασθενειών αξίζει να αναφερθούν οι θετικές επιδράσεις της στο σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2, στις καρδιαγγειακές παθήσεις και στον καρκίνο του ήπατος. Ωστόσο, υπάρχει μια συγκεκριμένη ημερήσια πρόσληψη καφεΐνης που συνιστάται από τους ειδικούς και που μπορεί να συνδυαστεί παράλληλα με μια ισορροπημένη διατροφή και τακτική σωματική άσκηση. Η υπερβολική κατανάλωση καφεΐνης μπορεί να επιφέρει αντίστροφα αποτελέσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : **ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΚΑΦΕ**

1.1 Στάδια ανάπτυξης του καφέ και περιγραφή του καρπού

Οι περισσότεροι άνθρωποι αναγνωρίζουν έναν ψημένο κόκκο καφέ, λίγοι όμως γνωρίζουν πώς είναι το δέντρο από το οποίο προέρχεται ο καφές. Τα δέντρα αυτά κλαδεύονται τακτικά έτσι ώστε να διατηρούνται κοντά και να πραγματοποιείται πιο εύκολα η διαδικασία της συγκομιδής τους. Ιδανικό υψόμετρο ανάπτυξης είναι αυτό που προσεγγίζει περίπου τα 1000 μέτρα. Καλύπτονται από πράσινα, κηρώδη φύλλα που μεγαλώνουν το ένα απέναντι στο άλλο. Τα κεράσια του καφέ μεγαλώνουν κατά μήκος των κλαδιών, ορισμένες φορές παρατηρούνται λουλούδια, ώριμα αλλά και ανώριμα φρούτα ταυτόχρονα.

Στις Εικόνες 1, 2 και 3 απεικονίζεται ο καφές σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης, στην ώριμη φάση ως κόκκινο κεράσι του καφέ, ενώ στην ανώριμη φάση ο καρπός είναι πράσινος.



Εικόνα 1 Ανώριμος καρπός στο καφεόδεντρο. **Εικόνα 2** Ωριμος καρπός στο καφεόδεντρο.



Πηγή: Βασιλακάκης Μ., 2004, Γενική και Ειδική Δενδροκομία.

Εικόνα 3 Στάδια ωρίμανσης του καρπού.

Ο καρπός του καφέ αποτελείται από το εξωκάρπιο, το μεσοκάρπιο και το ενδοκάρπιο. Το εξωκάρπιο είναι ένα μονοκυτταρικό στρώμα το οποίο προστατεύεται από κηρώδη ουσία. Το μεσοκάρπιο είναι ένας σαρκώδης, ινώδης και γλυκός πολτός, ο οποίος είναι πλούσιος σε υδατάνθρακες (γλυκόζη, φρουκτόζη και πηκτίνη), πρωτεΐνες, λίπος, λιπιδικά μέταλλα και σημαντικές ποσότητες τανινών, πολυφαινολών και καφεΐνης. (Jannisen B., Huynh T., 2018, Murthy P.S., Naidu M.M., 2012). Το ενδοκάρπιο είναι ένας λεπτός, κίτρινος και εύθρυπτος πολυσακχαρίτης που αποτελείται κυρίως από α -κυτταρίνη, ημικυτταρίνη, λιγνίνη και στάχτη. (Esquivel P., Jimenez V.M., 2012).

1.2 Συγκομιδή

Ανάλογα με τη ποικιλία, τα καφεόδεντρα χρειάζονται περίπου 3 έως 4 χρόνια για να αποδώσουν καρπούς. Ο καρπός στο ώριμο στάδιο ονομάζεται κεράσι, έχει κόκκινο χρώμα και είναι έτοιμο για συγκομιδή. Στις περισσότερες χώρες η συγκομιδή γίνεται με το χέρι, το οποίο αποτελεί μία εξαιρετικά δύσκολη διαδικασία. Σε άλλα μέρη, όπως η Βραζιλία, για τη διαδικασία της συγκομιδής χρησιμοποιούνται μηχανές. Κατά συνέπεια, υπάρχουν διαφορετικοί τρόποι συλλογής των καρπών του καφέ.

Ο πρώτος τρόπος ονομάζεται χειροδιαλογή (hand picking) και έχει να κάνει με τη συλλογή μόνο των ώριμων καρπών από το δέντρο με το χέρι. Τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι η ομοιογενής συλλογή, χωρίς να τραυματίζονται από μηχανήματα και η δυνατότητα συλλογής από δέντρα που βρίσκονται σε πιο δύσβατα σημεία. Τα μειονεκτήματά της είναι πως απαιτείται πολύς χρόνος για να ολοκληρωθεί η συλλογή, η διαδικασία είναι δαπανηρή για μία επιχείρηση και τέλος η τιμή του καφέ αυξάνεται, αφού βελτιώνεται και η ποιότητα του.

Ο δεύτερος τρόπος ονομάζεται stripping (απογύμνωση), μοιάζει αρκετά με το προηγούμενο καθώς η συλλογή των καρπών γίνεται πάλι με το χέρι, με τη διαφορά όμως ότι δεν επιλέγονται μόνο οι ώριμοι καρποί. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απόκτηση μιας ανομοιογενούς συλλογής, δηλαδή με όλα τα επίπεδα ωριμότητας των καρπών ακόμα και τους αποξηραμένους. Πλεονεκτεί στο ότι χρειάζεται λιγότερο χρόνο για να ολοκληρωθεί συγκριτικά με την προηγούμενη μέθοδο καθώς εξακολουθεί και αυτή να εφαρμόζεται σε δύσβατα σημεία. Ωστόσο, όπως όλες οι μέθοδοι παρουσιάζει και αυτή κάποια μειονεκτήματα. Από αυτά τα μειονεκτήματα αξίζει να σημειωθεί, η μερική ή ολική καταστροφή του φυτού.

Η τρίτη και τελευταία μέθοδος είναι η μηχανική διαλογή, στην οποία χρησιμοποιούνται τρακτέρ για τη συλλογή των καρπών και εφαρμόζεται κυρίως σε επίπεδες φυτείες. Δεν είναι δαπανηρή, προκαλεί όμως ζημιές στο καφεόδεντρο, καθώς για τη συλλογή των καρπών τα τρακτέρ περνούν ανάμεσα από κλαδιά τα οποία και σπάνε. Πολλές φορές στο τέλος αυτής της διαδικασίας, απαιτείται περαιτέρω ταξινόμηση των καρπών.

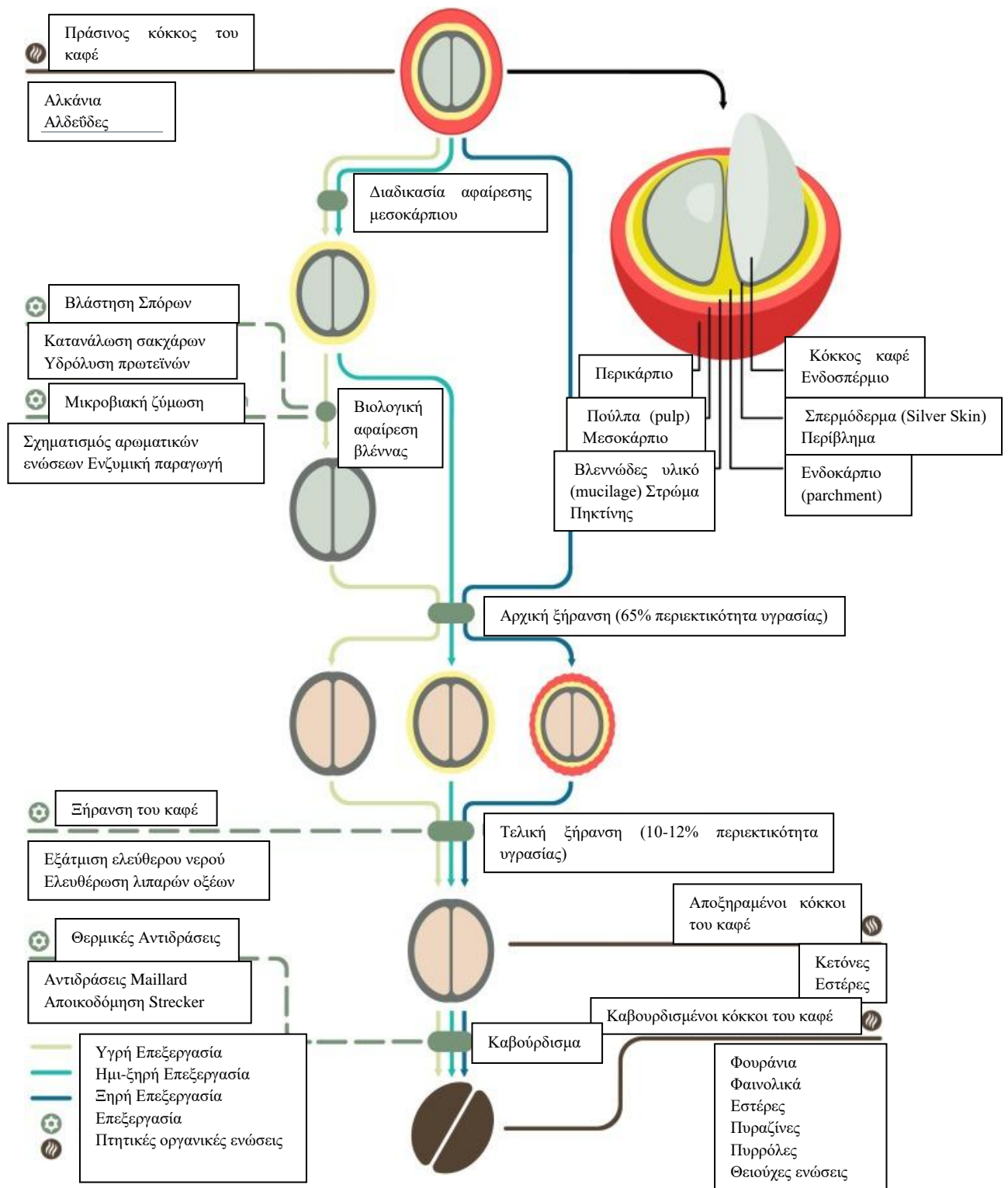
1.3 Επεξεργασία των κερασιών

Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία συλλογής των ώριμων καρπών από τα καφεόδεντρα, πρέπει να ξεκινήσει η επεξεργασία τους το συντομότερο δυνατό. Αυτό επιβάλλεται γιατί οι κόκκοι που περιβάλλονται από το καρπό και συλλέγονται από το δέντρο, έχουν πολλή υγρασία. Η υγρασία πρέπει να μειωθεί γιατί μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις, όπως αλλοίωση των καρπών με δυσμενή ζύμωση ή σχηματισμό μούχλας. (Bee S., 2005, Illy E., 2002).

Οι μέθοδοι επεξεργασίας συνίστανται στην απομάκρυνση άχρηστων στοιχείων από τη σοδειά και την αφαίρεση εξωτερικών στρώσεων του κερασιού, ώστε να αποκαλυφθεί ο κόκκος του καφέ (De Bruyn F., 2017). Με τον τρόπο αυτό, προκύπτει ο "νωπός καφές" (green coffee), ο όρος αυτός αναφέρεται στο καφέ μετά την επεξεργασία και πριν το καβούρδισμα.

Υπάρχουν τρεις μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση των εξωτερικών στρώσεων του κερασιού του καφέ και είναι η φυσική ή ξηρή επεξεργασία (Natural or Dry Process), η υγρή επεξεργασία ή πλυμένη (Wet Process or Fully Washed) και η ημι-ξηρή ή ημι-πλυμένη επεξεργασία (Semi Dry or Semi Washed). Στο Σχήμα 1, απεικονίζονται οι τρεις μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία του καφέ.

Γενικά έχει παρατηρηθεί πως όσο περισσότερο διαρκεί η αποξήρανση των καρπών τόσο πιο έντονα χαρακτηριστικά αποκτά ο καφές, όπως είναι η οξύτητα και το πιο μεστό ή πιο σαρκώδες σώμα. Αυτό συμβαίνει λόγω των φυσικών διεργασιών και ζυμώσεων που συμβαίνουν όταν ο καρπός εκτίθεται κάτω από την ηλιακή ακτινοβολία. Επίσης, όσο περισσότερο διαρκεί η αποξήρανση των κόκκων τόσο πιο εύκολα καβουρδίζονται.



Πηγή :<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814618314663#f0005>

Σχήμα 1 Σχηματική αναπαράσταση των μεθόδων επεξεργασίας μετά τη συγκομιδή καθώς και οι επιπτώσεις στις πτητικές ενώσεις και στο άρωμα του καφέ.

Στόχος της φυσικής ή ξηρής επεξεργασίας είναι η μείωση της υγρασίας των ώριμων καρπών του καφέ περίπου στο 10-11%. Αφού ολοκληρωθεί η συγκομιδή, ακολουθεί η αποξήρανση των καρπών κάτω από τον ήλιο για 10-25 μέρες. Ανακατεύονται όμως συχνά για να αποφευχθούν ανεπιθύμητες ζυμώσεις ή άλλες αλλοιώσεις. Το βράδυ μαζεύονται οι καρποί και εκτίθενται ξανά στον ήλιο την επόμενη ημέρα. Κατά τη διάρκεια αυτής της μεθόδου, ο κόκκος απορροφά σάκχαρα και άλλες ουσίες από το καρπό, αλλά έχουμε απώλεια αρωμάτων. Στο τέλος της αποξήρανσης απομακρύνεται το εξωκάρπιο, αποδίδοντας κόκκους καφέ με τελική περιεκτικότητα υγρασίας 10-11%. (Schwan R.F., Wheals A.E., 2003). Οι κόκκοι απομακρύνονται είτε μηχανικά, είτε χειρονακτικά. Από τις συχνότερες μεθόδους διαχωρισμού είναι τα κόσκινα και τα φίλτρα. Το ανθρώπινο χέρι όμως παραμένει από τις ακριβέστερες μεθόδους. (Εικόνα 4).

Ο καφές ο οποίος παράγεται με ξηρή επεξεργασία έχει συνήθως χαμηλότερη οξύτητα, πιο γλυκιά γεύση, πιο δυνατό σώμα, πιο έντονο τελείωμα, με ενδεχομένως πολύπλοκες γεύσεις φρούτων, χωρίς αυτό να σημαίνει πως είναι λιγότερο αρωματικός.



Πηγή: https://www.nikosfilippis.gr/wp-content/uploads/2018/01/Screenshot_132.jpg

Εικόνα 4 Απεικόνιση Ξηρής ή Φυσικής Επεξεργασίας (Natural or Dry Process).

Η υγρή επεξεργασία είναι μία πιο πολύπλοκη διαδικασία (Εικόνα 5). Στόχος της υγρής επεξεργασίας είναι ο διαχωρισμός του κόκκου από τη σάρκα του καρπού, η ζύμωση των κόκκων με αποτέλεσμα την απομάκρυνση των γλοιωδών ουσιών που υπάρχουν πάνω στους κόκκους και η απομάκρυνση του νερού με ξήρανση από τον ήλιο. Ο χρόνος που απαιτείται για να ολοκληρωθεί αυτή η επεξεργασία είναι λιγότερος από την ξηρή επεξεργασία και συγκεκριμένα 8-10 μέρες. (Bee S., 2005).

Ο καφές που παράγεται με την υγρή επεξεργασία είναι γνωστός με το όνομα “καφές parchment”. Επίσης, σύμφωνα με στοιχεία που έχει συλλέξει ο Διεθνής Οργανισμός Καφέ, το έτος 2013/2014 μόνο στο 9% των παραγόμενων καφέδων χρησιμοποιήθηκε η υγρή επεξεργασία. (International Coffee Organization 2014)

Η υγρή επεξεργασία, παρόλο που αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία, έχει και κάποια πλεονεκτήματα. Μπορεί να διατηρήσει τις εγγενείς ιδιότητες των κόκκων του καφέ, παράγοντας έτσι καφέ ανώτερης ποιότητας αρώματος σε σύγκριση με τη ξηρή μέθοδο. Επιπλέον, μειώνεται η πικρή γεύση, το σώμα είναι ελαφρύτερο και η οξύτητα υψηλότερη.



Πηγή : https://www.nikosfilippis.gr/wp-content/uploads/2018/01/washed-coffee-2744211_960_720-768x512-300x200.jpg

Εικόνα 5 Απεικόνιση της υγρής επεξεργασίας (Wet Process) .

Η τρίτη μέθοδος ονομάζεται ημι-ξηρή επεξεργασία (Semi Dry or Semi Washed Process) (Εικόνα 6). Ως επί των πλείστων, χρησιμοποιείται στην Ινδονησία και στη Βραζιλία. Είναι μία υβριδική μέθοδος, δηλαδή παρουσιάζει στάδια τόσο των ξηρών, όσο και των υγρών μεθόδων, όπου οι καρποί του καφέ απορρίπτονται μηχανικά και στη συνέχεια υποβάλλονται σε ξήρανση στον ήλιο. (Pereira G.V.M., 2017, Bee S., 2005).

Η μέθοδος αυτή έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση της οξύτητας και την αύξηση του σώματος. Η οξύτητα ως ένα βασικό χαρακτηριστικό του καφέ, είναι η ζωνρή αίσθηση που αφήνει ο καφές κυρίως στα πλάγια μέρη της γλώσσας και προέρχεται από τον συνδυασμό των οξέων και των σακχάρων που περιέχονται σε αυτόν. Αυτό οδηγεί σε αύξηση της γλυκύτητας του καφέ. Είναι κύριο χαρακτηριστικό του πλυμένου καφέ Arabica. Κάποιοι καφέδες είναι ιδιαίτερα περιζήτητοι λόγω του

χαρακτηριστικού αυτού. Επίσης, υπάρχουν τρεις κατηγορίες οξύτητας, η ευχάριστη φυσική, η ανεπιθύμητη φυσική και η ανεπιθύμητη καυστική. Το δεύτερο χαρακτηριστικό που επηρεάζεται από την ημι-ξηρή επεξεργασία είναι το σώμα. Με τον όρο αυτό αναφερόμαστε στη γεύση του καφέ που αφήνει στο στόμα. Σχετίζεται με τα έλαια και τα στερεά που εξέρχονται κατά την παρασκευή του καφέ. Έντονο σώμα συναντάται σε υψηλής ποιότητας καφέδες, καθώς αυτό συνεπάγεται τη διατήρηση της γεύσης έπειτα από αραίωση.

Η ημι-ξηρή επεξεργασία αποτελεί μία σχετικά απλή διαδικασία, καθώς συνίσταται στη συλλογή των ώριμων καρπών, στο σπάσιμο αυτών, στην απομάκρυνση των καρπών, τη διατήρηση των κόκκων και τέλος, στην ξήρανσή τους στον ήλιο.



Πηγή: https://www.nikosfilippis.gr/wp-content/uploads/2018/01/Screenshot_133.jpg

Εικόνα 6 Απεικόνιση της ημι-ξηρής επεξεργασίας (Semi Dry or Semi Washed Process).

Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές αυτής της μεθόδου, κατά τις οποίες οι κόκκοι του καφέ αποκτούν διαφορετικούς χρωματισμούς (Εικόνα 7). Οι πιο δημοφιλείς είναι:

- **Yellow Honey** : Δεν υπάρχει ολοκληρωτική απομάκρυνση του φλοιού και με την επίδραση του ήλιου αποκτά ένα απαλό κίτρινο χρώμα ή αλλιώς ένα μελί χρώμα. Έχει διάρκεια 7-8 ημέρες.
- **Red Honey** : Ο φλοιός δεν απομακρύνεται, παραμένει και αποξηραίνεται μαζί με το κόκκο, δίνοντας ένα κόκκινο χρωματισμό. Έχει διάρκεια 11-12 ημέρες.
- **Black Honey** : Μοιάζει με τη Red Honey, διαρκεί όμως περισσότερες μέρες διότι αφαιρείται μικρότερο μέρος του φλοιού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο κόκκος να αποκτά μαύρο χρωματισμό. Έχει διάρκεια 25 ημερών και ο καφές αποκτά έντονη γεύση και πλούσιο σώμα.



Πηγή: https://www.nikosfilippis.gr/wp-content/uploads/2018/01/Screenshot_134.jpg

Εικόνα 7 Χρωματισμοί που αποκτούν οι κόκκοι του καφέ με εφαρμογή διαφορετικών μεθόδων.

1.4 Επίδραση των μεθόδων επεξεργασίας

Οι καρποί του καφέ μπορούν να υποστούν επεξεργασία σύμφωνα με μία από τις τρεις προαναφερθείσες μεθόδους, δηλαδή την ξηρή, την υγρή και την ημι-ξηρή επεξεργασία. Όποια από αυτές τις μεθόδους χρησιμοποιηθεί, έχει άμεσο αντίκτυπο στην τελική ποιότητα του καφέ. (Gonzalez-Rios O., 2007, Joet T., 2010, Pereira G.V.M., 2017, Selmar D., 2006). Οι καφέδες που είναι επεξεργασμένοι σύμφωνα με την υγρή μέθοδο, εμφανίζουν κάποια θετικά χαρακτηριστικά τα οποία είναι η αύξηση της οξύτητας και το πιο πλούσιο άρωμα σε σύγκριση με αυτούς που έχουν υποστεί επεξεργασία σύμφωνα με την ξηρή μέθοδο. (Mazzafera P. & Purcino R.P., 2004). Αυτό μπορεί να αποδοθεί στις διάφορες μεταβολικές δράσεις του σακχάρου και των ελεύθερων αμινοξέων μέσα στους σπόρους, ως αποτέλεσμα των επιλεγμένων συνθηκών. Οργανικές ενώσεις όπως παράγωγα του φουρανίου, δικετόνες, πυραζίνες, πυρρολίνες, λακτόνες και φαινολικά οξέα, είναι υπαίτιες για τον σχηματισμό των πτητικών ουσιών και αυτές με τη σειρά τους για τη δημιουργία αρώματος. (Bytof G., 2005, Knopp S., 2006, Selmar D., 2006). Σε μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2006, παρατηρήθηκε πως η γλυκόζη και η φρουκτόζη μειώθηκε σημαντικά μέσω υγρής επεξεργασίας. Αυτό είναι απόρροια του μεταβολισμού του σακχάρου, με άλλα λόγια είναι επακόλουθο των συνθηκών έλλειψης οξυγόνου, όπως συμβαίνει στην

αλκοολική ή τη γαλακτική ζύμωση, αλλά και των αλληλεπιδράσεων που αναμένονται κατά τη διαδικασία της βλάστησης των σπόρων.(Joet T., 2010). Επιπλέον, η υψηλή συγκέντρωση ελεύθερων αμινοξέων στον υγρό επεξεργασμένο καφέ, δηλαδή υψηλή συγκέντρωση ασπαρτικού οξέος, γλουταμινικού οξέος και αλανίνης, συνδέεται με την υδρόλυση πρωτεϊνών που αποσκοπεί στη δημιουργία πρώτων υλών για τη διαδικασία βλάστησης (Bytof G., 2005, Selmar D., 2002).

Η διαδικασία βλάστησης των σπόρων μπορεί να οριστεί ως η επανάληψη της ανάπτυξης του εμβρύου, έπειτα από την αδράνεια. Αποτελεί ένα κρίσιμο αναπτυξιακό στάδιο στο κύκλο ζωής των φυτών και εξαρτάται από κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες. Ωστόσο, η αδράνεια των σπόρων καθυστερεί τη βλάστηση, με αποτέλεσμα να αποτρέπεται η βλάστηση σε αντίξοες συνθήκες καθώς απαιτείται επιπρόσθετος χρόνος για τη γεωγραφική διασπορά των σπόρων.

Από την άλλη πλευρά, η συσσώρευση γ-αμινοβουτυρικού οξέος σε καφέδες που έχουν υποστεί ξηρή επεξεργασία, μπορεί να αποδοθεί στην έλλειψη υγρασίας λόγω μακράς έκθεσης σε συνθήκες ξήρανσης. Αυτές οι μεταβολές στην ομάδα των ελεύθερων αμινοξέων και σακχάρων χαμηλού βάρους, μπορούν να δώσουν μια λογική εξήγηση στις διαφορές που παρατηρούνται μεταξύ των αρωμάτων των ξηρών και υγρών επεξεργασμένων καφέδων.

1.5 Ασθένειες και έντομα

Η πιο διαδεδομένη ασθένεια του ώριμου καρπού του καφέ, Coffee berry disease (CBD) προκαλείται από τον μύκητα *Colletotrichum kahawae* Waller & Bridge. Ο μύκητας αυτός αναστέλλει την ανάπτυξη των καρπών και οδηγεί στο σάπισμα. Πρόκειται δηλαδή για έναν παθογόνο μύκητα που εισβάλλει στο καρπό και δημιουργεί σκούρα καφέ σημεία που καλύπτουν σχεδόν ολόκληρο το κεράσι, με αποτέλεσμα να σαπίζει πριν προλάβει να σχηματιστεί ο κόκκος του καφέ και να πέσει από το δέντρο (Εικόνα 8).

Η ασθένεια αυτή έχει ως συνέπεια την απώλεια της σοδειάς, σε ποσοστό αρκετά μεγάλο που κυμαίνεται από 60-80%. Υπάρχουν τρεις μέθοδοι περιορισμού της ασθένειας αυτής, οι χημικές μέθοδοι, η ανάπτυξη ανθεκτικών ποικιλιών καφέ απέναντι στο μύκητα *Colletotrichum kahawae* και σε κάποιο βαθμό οι πολιτιστικές πρακτικές. Οι χημικές μέθοδοι περιορισμού της ασθένειας είναι δαπανηρές, αλλά παρόλα αυτά δεν είναι πάντα αποτελεσματικές καθώς σε περίπτωση βροχόπτωσης

μπορεί να μην αποδώσουν. Απεναντίας, το πρόγραμμα ανάπτυξης ανθεκτικών ποικιλιών είναι οικονομικά προσιτό και αποδοτικό.



Πηγή: <https://www.cirad.fr/en/news/all-news-items/articles/2010/science/coffee-berry-disease>

Εικόνα 8 Καρποί του καφέ που έχουν προσβληθεί από την ασθένεια, Coffee berry disease (CBD).

Μια άλλη ασθένεια που απειλεί το δέντρο του καφέ, είναι η «σκουριά» (Coffee leaf rust). Πρόκειται για μια ασθένεια που ταλαιπωρεί τους καλλιεργητές του καφέ, περισσότερο από έναν αιώνα. Προκαλείται από το μύκητα *Hemileia vastatrix*, ο οποίος είναι υπεύθυνος για τον αποχρωματισμό των φύλλων από λαμπερό πράσινο σε καφέ-κίτρινα. Αν το δέντρο δε λάβει την απαραίτητη περιποίηση ή θεραπεία, εκτός από τα φύλλα μπορεί να χάσει και την ικανότητα να παράγει καρπούς (Εικόνα 9).



Πηγή: <https://www.bbc.com/future/article/20171106-the-disease-that-could-change-how-we-drink-coffee>

Εικόνα 9 Ασθένεια της σκουριάς (Coffee leaf rust).

Άλλη διαδεδομένη ασθένεια είναι η *Cercospora* "Leaf Spot" ή *Cercospora* "Berry Blotch" (Εικόνα 10). Προκαλείται από τον μύκητα *Cercospora coffeicola*, είναι υπεύθυνος για την εμφάνιση μικρών κηλίδων που γίνονται κοκκινωπές και ανάγλυφες, τόσο στους καρπούς όσο και στα φύλλα. Ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης αυτής της ασθένειας είναι οι θερμοκρασίες από 20°C έως 28°C και η συνεχής περιβαλλοντική υγρασία για 36-72 ώρες.



Πηγή:

https://en.wikipedia.org/wiki/Mycosphaerella_coffeicola#/media/File:Cercospora_Berry_Blotch.jpg

Εικόνα 10 Ασθένεια *Cercospora* "Berry Blotch".

Ανάμεσα στα έντομα που προκαλούν καταστροφές στις φυτείες του καφέ, είναι το σκαθάρι *Hypothenemus hampei*, γνωστό και ως Coffee berry borer ή Coffee borer beetle (CBB) (Εικόνα 11). Είναι από τα έντομα που μπορούν να προκαλέσουν μεγάλη οικονομική καταστροφή στους παραγωγούς και στους καλλιεργητές του καφέ, καθώς μπορεί να επιτεθεί σε ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό της συγκομιδής.



Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Coffee_borer_beetle#/media/File:Hypothenemus.jpg

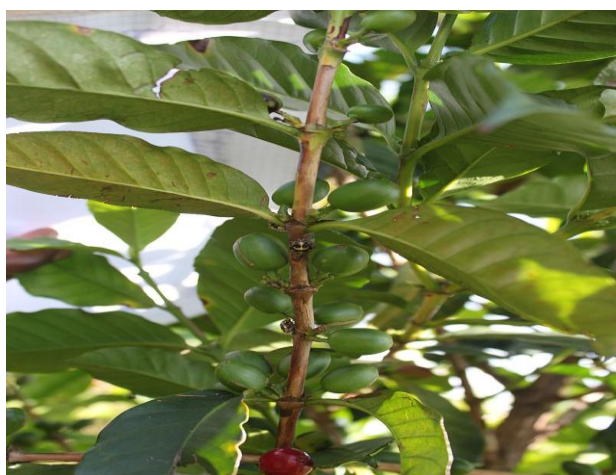
Εικόνα 11 Coffee berry borer (CBB).

Το έντομο *Antestia* (*Antestiopsis* spp.) (Εικόνα 12) συναντάται κυρίως στην Ανατολική Αφρική. Βλάπτει με έμμεσο τρόπο τον καρπό του καφέ, καθώς αυτό δημιουργεί πληγές στον καρπό και μέσω αυτών των πληγών εισέρχονται βακτήρια τα οποία με τη σειρά τους δίνουν στους κόκκους του καφέ μια χαρακτηριστική «γεύση πατάτας» (Εικόνα 13).

Για τη καταπολέμηση αυτού του εντόμου χρησιμοποιούνται κάποια αιθέρια έλαια που προέρχονται από ορισμένα είδη φυτών, όπως είναι τα *Thymus vulgaris*, *Ruta chalepensis* και *Chenopodium ambrosioides*. Αυτά τα έλαια έχουν ανακαλυφθεί από κάποια εργαστηριακά πειράματα και είναι αρκετά αποτελεσματικά, καθώς τα έντομα αυτού του είδους θανατώνονται σε ποσοστό 90%.



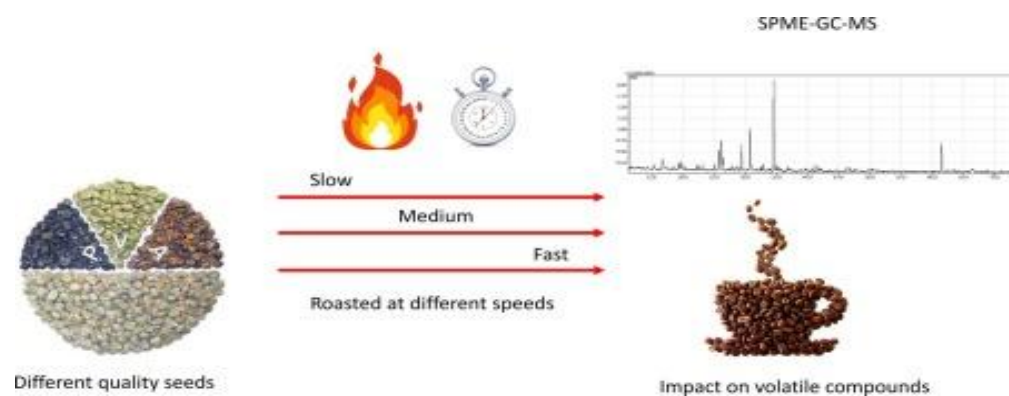
Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Antestiopsis#/media/File:Antestiopsis_thunbergii_2.jpg
Εικόνα 12 Έντομο *Antestiopsis*.



Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Antestiopsis#/media/File:Antestia_bug_on_coffee.jpg
Εικόνα 13 Το έντομο *Antestia* πάνω στο δέντρο του καφέ.

1.6 Η τέχνη του καβουρδίσματος.

Το καβούρδισμα ή αλλιώς το ψήσιμο του καφέ αποτελεί το πυρήνα της επεξεργασίας του καφέ, καθώς λαμβάνουν χώρα, πληθώρα χημικών μεταβολών. Μέσω της διαδικασίας αυτής επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό η ποιότητα του τελικού ροφήματος που λαμβάνουμε. Στο καβούρδισμα του καφέ υπάρχει μία συνεχής μεταφορά θερμότητας μέσω αγωγιμότητας από την επιφάνεια προς το κέντρο των σπόρων και μεταφορά μάζας προς τα έξω. (Bonnlander B., 2005, Hernandez J.A., 2007). Η ταχύτητα μεταφοράς θερμότητας εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των κόκκων του καφέ και από τη μέθοδο που χρησιμοποιείται για το ψήσιμο του καφέ. Συνεπώς, η αλληλεπίδραση μεταξύ χρόνου και θερμοκρασίας επηρεάζει το χρώμα των κόκκων του καφέ καθώς και την τελική χημική του σύνθεση (Σχήμα 2).



Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996920305718#f0025>

Σχήμα 2 Γραφική απεικόνιση των παραγόντων από τους οποίους εξαρτάται η ταχύτητα μεταφοράς θερμότητας καθώς και η επίδραση της στο καφέ.

Η διαδικασία του καβουρδίσματος συνίσταται στην παραγωγή και έλεγχο της θερμοκρασίας, μέχρις ότου οι κόκκοι του καφέ αποκτήσουν το επιθυμητό χρώμα. Παράγοντες από τους οποίους επηρεάζεται η διαδικασία ψησίματος των κόκκων του καφέ, είναι η θερμοκρασία του αέρα, η επιφάνεια του θαλάμου ψησίματος, οι ιδιότητες υλικού και η κατανομή θερμότητας στους σπόρους. (Bonnlander B., 2005). Η δομή των σπόρων είναι ανομοιογενής με αποτέλεσμα η θερμότητα να μην κατανέμεται ομοιόμορφα. (Fadai N.T., 2017, Oliveros N.O., 2017).

Το καβούρδισμα του καφέ περιλαμβάνει κάποια στάδια. Ο καφές από πρασινωπός αρχίζει να κιτρινίζει και να μυρίζει σαν λαχανικό. Στο πρώτο στάδιο, το νερό που περικλείεται στους κόκκους του καφέ, εξατμίζεται με αποτέλεσμα να προκαλείται αύξηση της πίεσης και να διογκώνονται οι κόκκοι. Ο ατμός αποκτά άρωμα, οι κόκκοι αρχίζουν να αποκτούν ένα καφετί χρώμα και ακούγεται το πρώτο

κρακ. Το ψήσιμο αυτό, οι αντιδράσεις Maillard, καθώς και άλλες αντιδράσεις που επηρεάζουν τον σχηματισμό του αρώματος του καφέ, πραγματοποιούνται σε θερμοκρασίες άνω των 160 °C (Strezov V. & Evans T.J., 2005). Στη συνέχεια, πραγματοποιούνται εξώθερμες αντιδράσεις. Πιο αναλυτικά, αυτό που συμβαίνει όταν ακούγεται το πρώτο κρακ είναι ότι τα σάκχαρα του καφέ караμελώνουν, το νερό χάνεται, η δομή του κόκκου διαλύεται και τα έλαια του καφέ δραπέτεύουν προς τα έξω.

Η διεργασία του καβουρδίσματος μπορεί να σταματήσει οποιαδήποτε στιγμή μετά το πρώτο κρακ, αλλά αυτό εξαρτάται από το χρώμα των κόκκων που θέλουμε να πετύχουμε.

Μία αργή αύξηση της θερμοκρασίας προτιμάται όταν θέλουμε να πετύχουμε ένα ομοιογενές ψήσιμο των κόκκων. Αντιθέτως, μία απότομη αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε υψηλή πίεση, η οποία αποδεικνύεται χρήσιμη για τον σχηματισμό γεύσης. (Bonnlander B., 2005).

Τα σάκχαρα του καφέ συνεχίζουν να караμελώνουν, τα έλαια πάνε στα εξωτερικά στρώματα, οι κόκκοι φουσκώνουν και αποκτούν πιο σκούρο καφέ χρώμα καθώς το καβούρδισμα συνεχίζεται. Όταν ακούγεται το δεύτερο κρακ, η διαδικασία είναι πλέον στο δεύτερο στάδιο. Ο καπνός που παράγεται κατά το δεύτερο κρακ είναι πολύ περισσότερος από αυτόν στο πρώτο κρακ, πράγμα που βοηθά κάποιον που δεν έχει πολλή εμπειρία στην διαδικασία αυτή, να ξεχωρίσει τα δύο στάδια. Τα σάκχαρα του καφέ συνεχίζουν να διασπώνται όλο και περισσότερο, με αποτέλεσμα να χαλάει η δομή του κόκκου και να αποκτά ένα μαύρο γυαλιστερό χρώμα. Ο καβουρδισμένος καφές έχει παραπάνω από 800 διαφορετικά συστατικά που συνθέτουν το γευστικό του προφίλ. Αυτό τον καθιστά ένα εξαιρετικά πολύπλοκο ρόφημα.

1.6.1 Μηχανές καβουρδίσματος και εξέλιξη των μεθόδων και τεχνικών

Παλαιότερα, οι μηχανές καβουρδίσματος του καφέ περιείχαν ένα τύμπανο ή κύλινδρο που περιστρεφόταν. Το ψήσιμο γίνονταν μόνο μέσω επαφής των σπόρων με τη θερμή επιφάνεια, δηλαδή μέσω αγωγιμότητας. Η τεχνική αυτή δεν πρόσφερε την επιθυμητή ομοιομορφία χρώματος των σπόρων, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται και η τελική τους γεύση.

Στην Εικόνα 14 απεικονίζονται οι μηχανές καβουρδίσματος, ενώ στην Εικόνα 15 δίνεται σε μεγέθυνση το τμήμα της μηχανής όπου ψύχονται οι κόκκοι έπειτα από το ψήσιμο.

Με την πάροδο των χρόνων αναπτύχθηκαν άλλες μέθοδοι και τεχνικές που βελτιώθηκαν σε αυτά στα οποία υστερούσε η προηγούμενη τεχνική. Πιο συγκεκριμένα, η μεταφορά θερμότητας γίνεται με ροή θερμού αέρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ομοιόμορφη κατανομή θερμότητας, και κατά συνέπεια την ομοιομορφία χρώματος των κόκκων και την καλύτερη γεύση.

Πλέον, στις βιομηχανίες χρησιμοποιούνται μηχανές καβουρδίσματος, είτε ρευστοποιημένης κλίνης, είτε ημι-ρευστοποιημένης κλίνης. Υπάρχουν δύο τρόποι μεταφοράς της θερμότητας, εκτός από τη ροή θερμού αέρα λειτουργούν και με θερμή επιφάνεια. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα παρακολούθησης της θερμοκρασίας των κόκκων, καθώς και η δυνατότητα ρύθμισης της θερμοκρασίας ώστε να επιτευχθούν τα επιθυμητά οργανοληπτικά αποτελέσματα. Ωστόσο, η παραπάνω ρύθμιση χρησιμοποιείται από λίγους επαγγελματίες και όχι από όλους. Η αντίληψη των χημικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα παίζει σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της ποιότητας του καφέ.



Πηγή: <http://derpanisequipment.gr/food-service/bibliotheke/kabourdisma-alesma/>

Εικόνα 14 Μηχανές καβουρδίσματος του καφέ με τις παραδοσιακές μεθόδους.



Πηγή: <http://derpanisequipment.gr/food-service/bibliotheke/kabourdisma-alesma/>

Εικόνα 15 Χώρος που μοιάζει με βαρέλι και διαθέτει εξαερισμό για να κρυώσουν γρήγορα οι κόκκοι.

1.6.2 Βαθμοί καβουρδίσματος

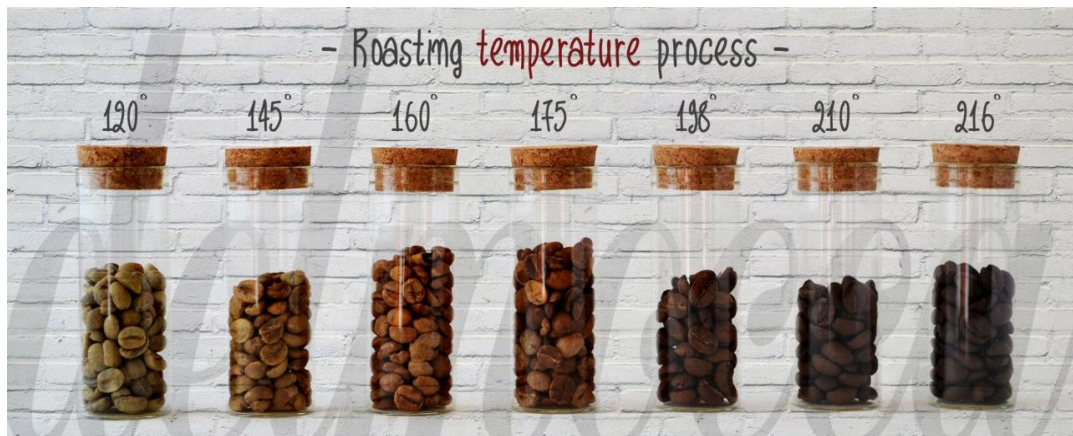
Ο ωμός πράσινος καφές κατά τη διαδικασία του ψησίματος αλλάζει αποχρώσεις, και συγκεκριμένα γίνεται όλο και πιο σκούρος με την πάροδο του χρόνου, μέχρις ότου αποκτήσει μαύρο χρώμα. Στη συνέχεια, παρατίθενται διάφοροι βαθμοί καβουρδίσματος :

1. Ανοιχτό Κανελί : Πολύ ανοιχτή απόχρωση του καφέ, ξηρή όψη, γεύση ψημένων λαχανικών, ξινό, χωρίς ιδιαίτερο άρωμα.
2. Κανελί: Κανελί χρώμα, ξηρή όψη, παρόμοια ξινή γεύση λαχανικών.
3. Νέας Αγγλίας: Ανοιχτό-μέτριο καφέ, ξινός. Ο κοινός φθηνός καφές στις Ανατολικές Η.Π.Α.
4. Αμερικάνικος ή Ξανθός (Light): Μέτριο ανοιχτό καφέ, κοινός καφές στις Ανατολικές Η.Π.Α. Ο καφές έχει αρχίσει να δείχνει τα γευστικά του χαρακτηριστικά, αλλά δεν έχει ολοκληρωθεί η ανάπτυξη του γευστικού προφίλ. Τα έλαια δεν έχουν απελευθερωθεί ακόμα.
5. Μέτριος (City, or Medium): Μέτριο καφέ χρώμα, κοινός καφές στις Δυτικές Η.Π.Α. Το γευστικό προφίλ του καφέ έχει αναπτυχθεί αρκετά και μπορεί πλέον να διακριθεί εύκολα το άρωμα. Ο βαθμός αυτός ψησίματος είναι καλός για καφέ φίλτρου. Η απόχρωση αυτή αποκτάται στην αρχή του πρώτου σταδίου καβουρδίσματος.
6. Μετρίως Σκούρος (Full City): Μέτριο προς σκούρο καφέ χρώμα. Ίσως ελάχιστα από τα έλαια του καφέ να έχουν βγει στην επιφάνεια. Η γλυκύτητα του καφέ έχει αυξηθεί, συνυπάρχει βέβαια με τη πικρή γεύση της καφεΐνης. Η απόχρωση αυτή αποκτάται στο τέλος του πρώτου σταδίου καβουρδίσματος.
7. Ανοιχτό Γαλλικό ή Εσπρέσο ή Βενετίας (Full City ⁺): Μέτριο προς σκούρο καφέ χρώμα, με λίγα έλαια πάνω στο καφέ, έχει σε μεγαλύτερο βαθμό τη γλυκιά και την πικρή γεύση και μειωμένη οξύτητα. Η απόχρωση αυτή αποκτάται στην αρχή του δεύτερου σταδίου καβουρδίσματος. Συνήθως, το καβούρδισμα αυτό χρησιμοποιείται στη Νότια Ιταλία για τον Εσπρέσο.
8. Γαλλικό ή Σκούρο: Σκούρο καφέ χρώμα, με έντονη εμφάνιση λαδιού στους κόκκους. Έχει γλυκόπικρη γεύση και χαμηλή οξύτητα. Η απόχρωση αυτή αποκτάται στο τέλος του δεύτερου σταδίου καβουρδίσματος.
9. Ιταλικό ή Αραβικό ή Πολύ Σκούρο ή Σκούρο Γαλλικό (Dark French): Πολύ σκούρο καφέ (σχεδόν μαύρο), με γυαλιστερή όψη από τα έλαια και καμένους αρωματικούς τόνους που πλέον γίνονται εμφανή.

10. Ισπανικό-Μαύρο: Μαύρο, γυαλιστερό χρώμα. Δεν έχει καθόλου άρωμα και οξύτητα.

Η θερμότητα που χρησιμοποιείται για το ψήσιμο των κόκκων του καφέ επιφέρει αλλαγές. Πιο αναλυτικά, οι κόκκοι του καφέ εκτός από τις αλλαγές στο χρώμα τους υφίστανται και άλλες αλλαγές όπως, η μείωση της υγρασίας, η αύξηση του όγκου τους λόγω σχηματισμού διοξειδίου του άνθρακα και η μείωση του βάρους τους λόγω της εξάτμισης του νερού. Οι παραπάνω αλλαγές συμβαίνουν σταδιακά με την αύξηση της θερμοκρασίας.

Η Εικόνα 16 βοηθά στην κατανόηση των αλλαγών που επιφέρει η αύξηση της θερμοκρασίας στο χρώμα των κόκκων του καφέ.



Πηγή: <http://www.delmocca.gr/>

Εικόνα 16 Συσχετισμός θερμοκρασίας καβουρδίσματος και χρώματος του καφέ.

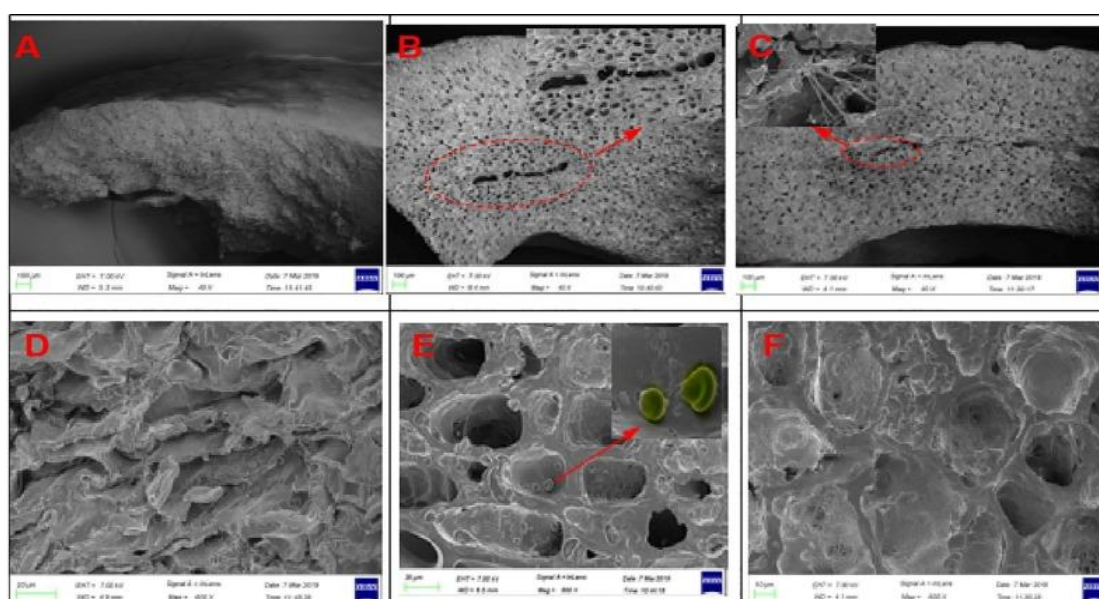
1.6.3 Η δομή των ψημένων κόκκων καφέ (SEM).

Το 2000 ο Schenker προσπάθησε να παρατηρήσει τη μικροσκοπική δομή των ψημένων κόκκων καφέ με τη μέθοδο SEM. Το SEM (Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης) μας δίνει τη δυνατότητα να εξετάζουμε την επιφάνεια αντικειμένων με τη χρήση ηλεκτρονικής δέσμης. Χρησιμοποιούνται δηλαδή ηλεκτρόνια και ηλεκτρομαγνητικοί φακοί για τη δημιουργία ειδώλου της επιφάνειας ενός αντικειμένου στην οθόνη ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή. Παρόλο που είναι μία πολύ καλή μέθοδος, δεν μπόρεσε να αποσαφηνιστεί η δομή των κόκκων του καφέ στα διάφορα επίπεδα ψησίματος.

Οι χημικές αλλαγές συνδέονται με τις αντιδράσεις Maillard, ενώ η αντίδραση καραμελοποίησης είναι υπεύθυνη για τη παραγωγή ευχάριστων ή δυσάρεστων οσμών. (Baggenstoss J., 2008, Steen I., 2017, Liu C.J., 2019). Προηγούμενες μελέτες

έχουν δείξει πως η συγκέντρωση ορισμένων σακχάρων και χλωρογενικών οξέων (CGAs) (Farah A., 2006, Sittipod S., 2019), μειώνονται συμμετέχοντας στις αντιδράσεις Maillard και καραμελοποίησης. Ωστόσο, οι αλλαγές που συμβαίνουν στη χημική τους σύνθεση κατά τη διάρκεια των διαφορετικών σταδίων καβουρδίσματος, δεν έχουν διευκρινιστεί με μεγάλη ακρίβεια.

Οι έρευνες που πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης (SEM), μας δίνει την δυνατότητα να εστιάσουμε στην επιφάνεια των ψημένων κόκκων καφέ και να τα παρατηρήσουμε στα διαφορετικά στάδια καβουρδίσματος (Εικόνα 17).



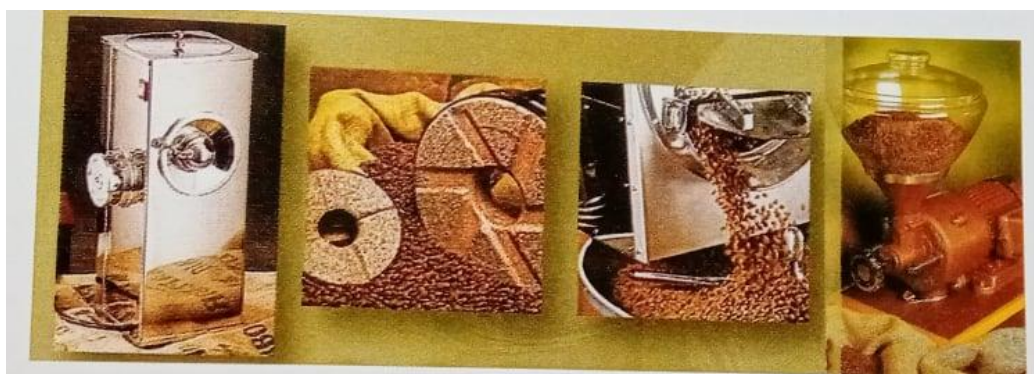
Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814620311912#f0005>

Εικόνα 17 Απεικόνιση πράσινων κόκκων του καφέ χωρίς να έχουν υποστεί τη διαδικασία καβουρδίσματος (εικόνα A,D). Μεσαίου βαθμού καβουρδισμένων κόκκων του καφέ (εικόνα B,E). Σκούροι ψημένοι κόκκοι του καφέ σε προχωρημένο στάδιο καβουρδίσματος (εικόνα C,F).

1.7 Διαδικασία αλέσματος

Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία καβουρδίσματος του καφέ, οι κόκκοι του ψύχονται, μέχρι να αποκτήσουν θερμοκρασία δωματίου. Ακολουθεί, η άλεση με την οποία οι κόκκοι του καφέ τεμαχίζονται και απελευθερώνονται τα αρώματά του. Αυτό συμβαίνει σε μύλο άλεσης του καφέ και το μέγεθος μπορεί να προσαρμοστεί ανάλογα με την επιθυμητή χρήση, όπως μηχανή εσπρέσο, καφές φίλτρου και στιγμιαίος καφές. Επομένως, απαιτείται η χρήση κατάλληλων ψηστικών και αλεστικών μηχανημάτων

(Εικόνα 18), για την επίτευξη των παραπάνω αποτελεσμάτων. Συμπερασματικά, με τον όρο άλεση αναφερόμαστε στα μικρά τεμάχια στα οποία έχει διαμεριστεί ο καφές και τα οποία έρχονται σε επαφή με το ζεστό νερό. Στόχος λοιπόν αυτής της διαδικασίας, είναι η απελευθέρωση των αρωμάτων του καφέ από τα κελιά που έχουν δημιουργηθεί στην επιφάνεια των κόκκων κατά το ψήσιμο.



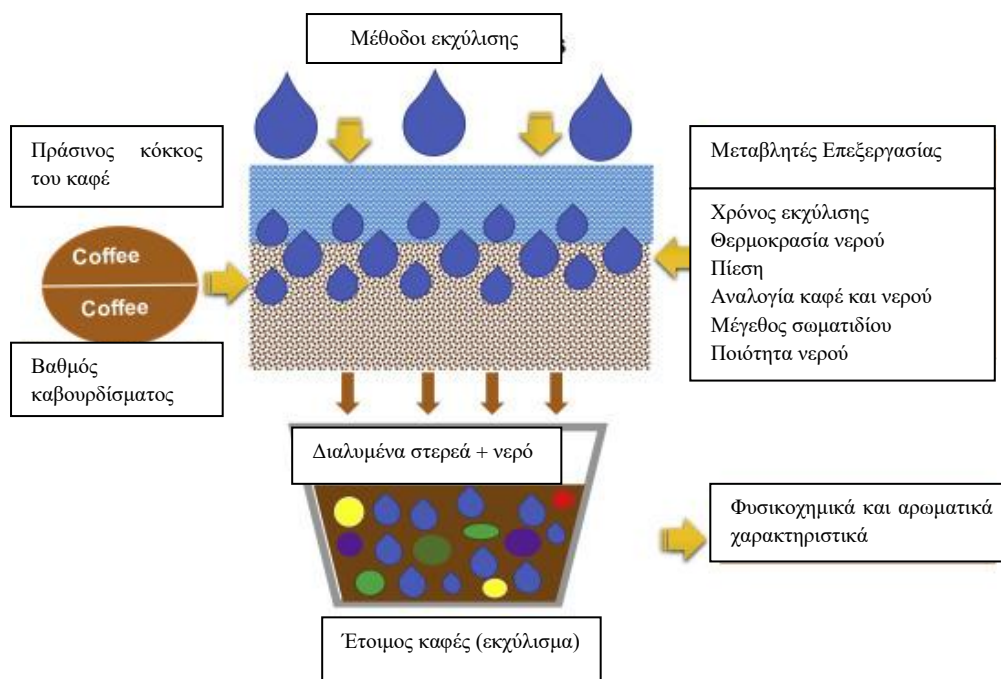
Πηγή: Βασιλακάκης Μ., 2004, Γενική και Ειδική Δενδροκομία.

Εικόνα 18 Άλεστικά και ψηστικά μηχανήματα κόκκων καφέ.

1.8 Εκχύλιση

Η εκχύλιση είναι μία διαδικασία που αφορά το τελευταίο στάδιο παρασκευής του καφέ. Ο καφές παρασκευάζεται από προσεκτικά ψημένους κόκκους καφέ, στη συνέχεια τεμαχίζεται σε μικρότερα κομμάτια με την διαδικασία της άλεσης και τέλος, γίνεται διαχωρισμός των αδιάλυτων στερεών, με τη διαδικασία της εκχύλισης. (Moroney K.M., Lee W.T., Brien S.O., Suijver F., Marra J., 2016). Η εκχύλιση διαρκεί λίγα λεπτά, παρόλα αυτά έχει μεγάλο αντίκτυπο στη τελική ποιότητα παρασκευής του καφέ. Οι δύο βασικοί τρόποι εκχύλισης του καφέ είναι η βιομηχανική εκχύλιση για την παραγωγή στιγμιαίου καφέ και η εκχύλιση σε οικιακές συσκευές για τη παραγωγή ενός φλιτζανιού καφέ. (Moroney K.M., Lee W.T., Brien S.O., Suijver F., Marra J., 2015). Οι μέθοδοι παρασκευής του καφέ διαμορφώνονται ανάλογα με τις προτιμήσεις και τις αρέσκειες των καταναλωτών, που επικρατούν στα διαφορετικά γεωγραφικά, κοινωνικά και πολιτιστικά περιβάλλοντα της γης. (Caporaso N., Genovese A., Canela M.D., Civitella A., Sacchi R., 2014, Gloess A.N., 2013, Mestdagh F., Glabasnia A., Giuliano P., 2017). Αυτό που δεν αλλάζει και αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη μεταφορά γεύσεων του καφέ στο πλέγμα του νερού, είναι η ύπαρξη στενής επαφής μεταξύ νερού και στερεών συστατικών του καβουρδισμένου καφέ.

Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαδικασία της εκχύλισης όπως, ο χρόνος εκχύλισης, η σύνθεση νερού, η θερμοκρασία, η πίεση, το μέγεθος των σωματιδίων και η αναλογία καφέ/νερού. (Σχήμα 3). Μέχρι στιγμής έχει δοθεί περισσότερη έμφαση στις χημικές αντιδράσεις που συμβαίνουν κατά τη διαδικασία παρασκευής του καφέ, ενώ λιγότερη προσοχή έχει δοθεί στα διάφορα φυσικά φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα. Υπάρχει δηλαδή έλλειψη πληροφοριών από μηχανικής πλευράς.



Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224419305692#fig1>

Σχήμα 3 Απεικόνιση των μεταβλητών που επηρεάζουν τη διαδικασία εκχύλισης καθώς και του τρόπου διαφοροποίησης της γεύσης και της ποιότητας του καφέ από τον τρόπο παρασκευής.

Η εκχύλιση του καφέ μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Υπάρχουν τρία βασικά βήματα στη διαδικασία της εκχύλισης, τα οποία περιλαμβάνουν την απορρόφηση νερού από τον καφέ, τη μαζική μεταφορά διαλυτών ενώσεων από τον αλεσμένο καφέ στο ζεστό νερό και τον διαχωρισμό του προκύπτοντος εκχυλίσματος από τα στερεά συστατικά του καφέ. (Petraacco M., 2001, Wang X., William J., Fu Y., Lim L.-T., 2016). Ο μηχανισμός της εκχύλισης ενοείται από την αυξημένη επιφάνεια ανά μονάδα όγκου εκχυλίσιμων στερεών και τις μικρές αποστάσεις σωματιδίων εντός των στερεών. Έτσι, η διαδικασία της εκχύλισης έχει

τυποποιηθεί, ακολουθεί δηλαδή μια συγκεκριμένη μεθοδολογία. Βασίζεται στο νόμο διάχυσης του Fick, με τη βοήθεια του οποίου καθορίζεται η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας που διέρχεται από ένα στερεό σώμα, το οποίο περιβάλλεται από υγρό. (Petracco M., 2001,2005). Οι νόμοι του Fick περιγράφουν την τάση διαμόρφωσης μιας ομογενούς κατανομής στο χώρο. Στην περίπτωση του καφέ, η συγκέντρωση της ύλης δεν είναι ομοιόμορφη στο διάλυμα, οπότε ρέει μέσα σε αυτό μέχρις ότου δημιουργηθεί μια δυναμική ισορροπία και σταματήσει να μεταβάλλεται.

Το 1984 προτάθηκε ένα μοντέλο σύμφωνα με το οποίο, η καφεΐνη διαχέεται στον καφέ ανάλογα με το μέγεθος των σωματιδίων του. Χρησιμοποιούνται δύο παραδοχές. Η πρώτη αναφέρει πως τα σωματίδια έχουν λάβει τη μέγιστη δυνατή ποσότητα νερού μετά από την εκχύλιση διαλυτών ενώσεων. Σύμφωνα με τη δεύτερη, το σχήμα των σωματιδίων είναι σφαιρικό και περιβάλλεται από ένα στρώμα διάχυσης Nernst, πάχους δ , το οποίο μειώνεται καθώς αυξάνεται η ανάδευση. Έστω c η συγκέντρωση της καφεΐνης έξω από το στρώμα του Nernst, και c_1 η συγκέντρωση καφεΐνης στη πλευρά του διαλύματος του σωματιδίου, σε μια δεδομένη χρονική στιγμή. Επίσης, c' η συγκέντρωση καφεΐνης στο κέντρο του καφέ, ενώ c_1' η συγκέντρωση καφεΐνης στην περιφέρεια ενός σωματιδίου. Η ποσότητα της καφεΐνης που διέρχεται από τον καφέ ανά μονάδα χρόνου, δίνεται με τις εξής εξισώσεις :

$$J = A D_{\text{bean}} (c' - c_1')/r$$

$$J = A (k_1 c_1' - k_{-1} c_1)$$

$$J = A D_{\text{solution}} (c_1 - c)/\delta$$

Το D αντιπροσωπεύει το συντελεστή διάχυσης καφεΐνης, το A την επιφάνεια του σωματιδίου του καφέ, το k_1 ορίζει τη μεταφορά καφεΐνης από τον καφέ στο διάλυμα και τέλος το k_{-1} ορίζει τη μεταφορά καφεΐνης από το διάλυμα στον καφέ.

Γενικά, οι μελέτες που έχουν διεξαχθεί επικεντρώνονται στη κινητική της καφεΐνης. Παράλληλα όμως, εξάγονται και άλλα συμπεράσματα σχετικά με τα φαινόμενα μάζας και τις μικροσκοπικές αλλαγές που συμβαίνουν κατά τη διαδικασία της εκχύλισης. Επιπλέον, υπάρχουν αρκετές πληροφορίες για τη ποιότητα των μη καβουρδισμένων πράσινων κόκκων του καφέ, τη διαδικασία του αλέσματος, τους διάφορους βαθμούς καβουρδίσματος, καθώς και πληροφορίες για τις μεθόδους παρασκευής του καφέ.

1.8.1 Διαδεδομένες μέθοδοι εκχύλισης του καφέ

Με το πέρασμα των χρόνων, έχουν ανακαλυφθεί διάφοροι τρόποι εκχύλισης και παρασκευής του καφέ ανάλογα με τις προσωπικές προτιμήσεις του καθενός αλλά και επηρεαζόμενοι από το κοινωνικό περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα, οι μέθοδοι εκχύλισης κατηγοριοποιούνται με τον εξής τρόπο: μέθοδος αφεψήματος (δηλαδή βρασμένος καφές όπως ο ελληνικός καφές), μέθοδος έγχυσης (καφές φίλτρου και Naroletana) και μέθοδος πίεσης (Plugger, Moka και Espresso).

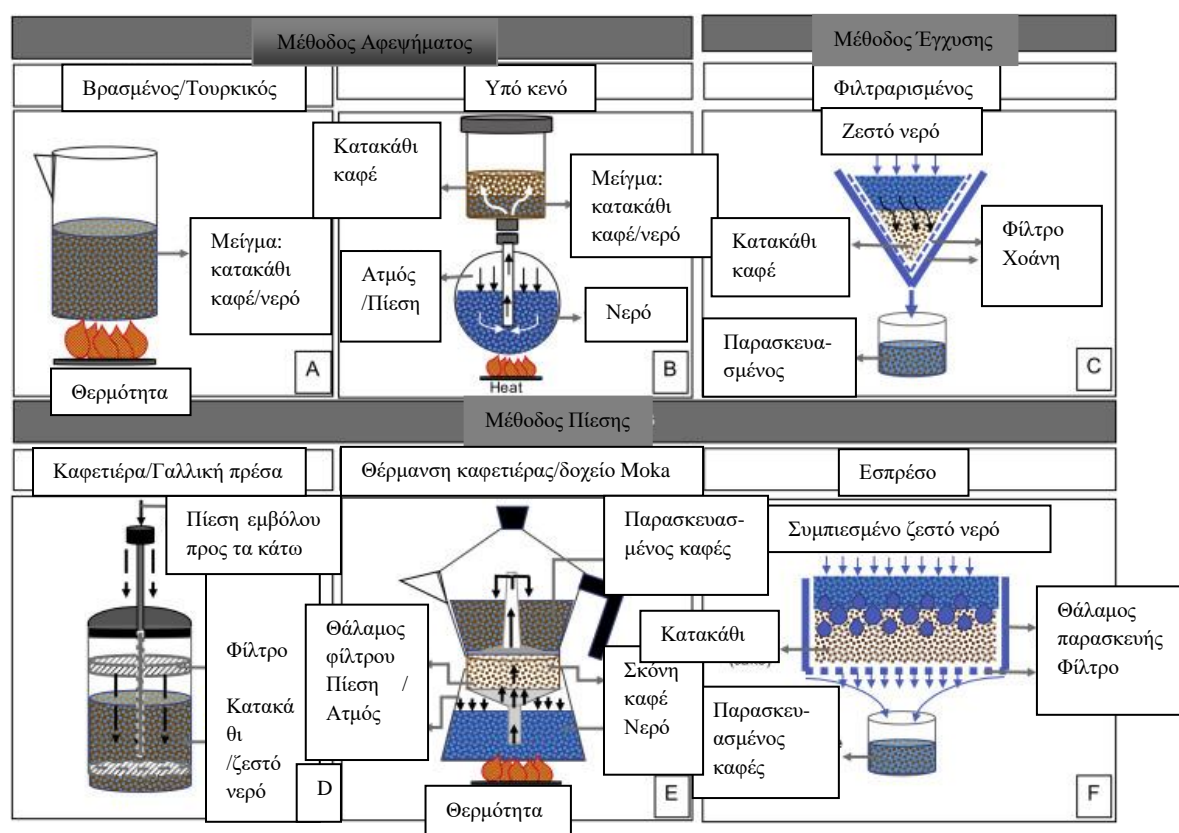
Στην πρώτη μέθοδο απαιτείται παρατεταμένη επαφή μεταξύ στερεών και υγρού. Μετά την κατανάλωση του ελληνικού ή του τουρκικού καφέ που παρασκευάζεται με αυτή τη μέθοδο, στον πάτο του φλιτζανιού παραμένει το κατακάθι του καφέ. Στη μέθοδο έγχυσης απαιτείται ροή ζεστού νερού μέσω μιας κλίνης καφέ, εδώ όμως ο χρόνος επαφής μεταξύ στερεών και υγρού είναι σύντομος. Συνήθως, χρησιμοποιείται η γαλλική πρέσα, η οποία είναι η πιο δημοφιλής μέθοδος αφού διατηρεί όλα τα έλαια του καφέ στη κούπα μας. Ο καφές έχει πλούσιο άρωμα, έντονο σώμα και ισορροπημένη γεύση. Η εκχύλιση γίνεται με πίεση από το μεταλλικό φίλτρο της πρόσμιξης ζεστού νερού και αλεσμένου καφέ. Τέλος, στη μέθοδο πίεσης η κινητήρια δύναμη είναι η πίεση, η οποία χρησιμοποιείται για τη ροή του νερού μέσω ενός συμπαγούς στρώματος που αποτελείται από αλεσμένους κόκκους καφέ. Στην τεχνική αυτή χρησιμοποιείται συνήθως το δοχείο Moka. Το μηχάνημα αυτό χρησιμοποιείται κυρίως στη Ιταλία, είναι οικονομικό στην αγορά του και παρασκευάζει γρήγορα το καφέ. Το μειονέκτημά του είναι πως η ποιότητα του τελικού ροφήματος δεν είναι πάντα καλή.

Άλλες μέθοδοι περιλαμβάνουν το μηχάνημα στάγδην τροφοδοσίας του καφέ (καφές φίλτρου), καφετιέρα με φίλτρο και το δοχείο κενού. Γενικά, η κάθε μέθοδος είναι διαφορετική και συνεπώς προσφέρει διαφορετικά αποτελέσματα. Επομένως, δεν μπορεί να ανακηρυχτεί κάποια ως η καλύτερη μέθοδος, αφού η καθεμιά από αυτές ικανοποιεί με διαφορετικό τρόπο τις απαιτήσεις ορισμένης κατηγορίας καταναλωτών.

Το Σχήμα 4 μας δίνει γενικές πληροφορίες για τις τρεις βασικές κατηγορίες εκχύλισης του καφέ.

Μολονότι υπάρχει πληθώρα μεθόδων εκχύλισης, οι έρευνες επικεντρώνονται περισσότερο σε ορισμένες μεθόδους λόγω της μεγαλύτερης ανταπόκρισής τους από τους καταναλωτές. Αυτές είναι οι μέθοδοι πίεσης που σχετίζονται με τον καφέ Espresso και οι μέθοδοι έγχυσης που σχετίζονται με τον φιλτραρισμένο καφέ. Υπάρχουν όμως και άλλοι τύποι καφέδων που η ζήτησή τους είναι γεωγραφικά

περιορισμένη, όπως ο καφές Mocha και ο τουρκικός καφές. (Toci A.T. & Boldrin M.V.Z., 2008).



Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224419305692#fig2>

Σχήμα 4 Μέθοδος αφεψήματος : βρασμένος / τουρκικός καφές (A) και υπό κενό (B). Μέθοδος έγχυσης : Φιλτραρισμένος καφές (C). Μέθοδος πίεσης : καφετιέρα / γαλλική πρέσα (D), θέρμανση καφετιέρας ή του δοχείου Moka στην εστία ηλεκτρικής κουζίνας (E) και Espresso (F).

Ο Εσπρέσο είναι ένας από τους δημοφιλέστερους τύπους καφέδων και έχει μπει στη ζωή των ανθρώπων λόγω της ποιότητας και της γεύσης του. Επίσης, η γρήγορη παρασκευή του, τον καθιστά ιδανικό για τους γρήγορους ρυθμούς της καθημερινότητας. Υπάρχουν διάφορα είδη Espresso, μεταξύ αυτών είναι ο Espresso Ristretto, ο Espresso Lungo, ο Espresso Americano, ο Espresso Macchiato και άλλοι.

Ο φιλτραρισμένος καφές ανήκει στη δεύτερη κατηγορία καφέδων που έχει τραβήξει την προσοχή των καταναλωτών. Σύμφωνα με έρευνες έχει αποδειχθεί, πως ο καφές αυτού του είδους είναι πιο υγιεινός.

Οι μελέτες που γίνονται σχετικά με τη μέθοδο παρασκευής του Espresso, εκτός των παραμέτρων που επηρεάζουν τη διαδικασία, αφορούν και τα αποτελέσματα

των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών και των αρωματικών ενώσεων στον έτοιμο παρασκευασμένο καφέ. Άλλη σημαντική εξέλιξη σχετικά με τη μέθοδο αυτή είναι η παρασκευή συσκευασμένου καφέ σε κάψουλες. (Albanese D., Di Matteo M., Poiana M. & Spagnamusso S., 2009, Gloess A.N., 2013, Parenti A., 2014, Rahn A., Yeretzian C., 2019, Wang X., 2016).

Βάση πρόσφατης έρευνας που διεξήχθη το 2019, στα τρία συστήματα εσπρέσο, σε ένα ψυχρό σύστημα παρασκευής και σε τέσσερις μεθόδους φιλτραρισμένου καφέ (V60, Aeropress, French Press και Moka), διαπιστώθηκε πως η μέγιστη συγκέντρωση καφεΐνης, χλωρογενικού οξέος και λοιπών βιοδραστικών ενώσεων βρίσκονται στον καφέ εσπρέσο, ενώ οι υπόλοιποι διαθέτουν τις παραπάνω ενώσεις σε μικρότερες συγκεντρώσεις.

Στον Πίνακα 2, παραθέτονται τα αποτελέσματα της παραπάνω έρευνας με τη συγκέντρωση να εκφράζεται σε mg/ml.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 Περιεκτικότητα καφεΐνης, χλωρογενικού οξέος και βιοδραστικών ενώσεων σε διαφορετικά ροφήματα καφέ.

	ECF	ECS	EC	V60	COLD BREW	AEROPRESS	FRENCH PRESS	MOKA
Caffeine	1.43±0.07b	4.20±0.09a	4.10±0.16a	0.74±0.09c	1.25±0.12b	0.78±0.09c	0.52±0.06c	1.28±0.04b
CQA [†]	0.07±0.02b	0.20±0.02a	0.18±0.03a	0.03±0.00c	0.04±0.00c	0.02±0.01a	0.02±0.00c	0.04±0.01c
3-CQA [†]	0.60±0.06b	1.86±0.01a	1.80±0.30a	0.31±0.05b	0.50±0.06b	0.27±0.04b	0.21±0.03b	0.45±0.07b
CeQA [†]	0.08±0.01b	0.23±0.02a	0.24±0.04a	0.03±0.00c	0.06±0.01b	0.03±0.01bc	0.02±0.00c	0.05±0.01bc
CeQA [†]	0.08±0.02b	0.17±0.02a	0.17±0.02a	0.03±0.00c	0.05±0.01b	0.03±0.01c	0.02±0.00c	0.04±0.01bc
5-CQA	1.56±0.17b	4.80±0.30a	4.46±0.10a	0.80±0.08c	1.39±0.15b	0.72±0.11c	0.53±0.07c	1.22±0.18b
4-CQA	0.85±0.11b	2.50±0.30a	2.59±0.14a	0.44±0.04c	0.76±0.08b	0.31±0.16c	0.31±0.04c	0.50±0.20bc
5-pCoQA	0.09±0.02b	0.27±0.07a	0.23±0.05a	0.03±0.00b	0.06±0.02b	0.04±0.02b	0.02±0.00b	0.05±0.01b
5-FQA	0.22±0.04b	0.71±0.08a	0.50±0.20a	0.09±0.01c	0.18±0.03b	0.09±0.01c	0.07±0.01c	0.15±0.03b
CQL [†]	0.04±0.01b	0.12±0.04a	0.17±0.01a	0.01±0.00c	0.02±0.01b	0.02±0.00b	0.01±0.00c	0.01±0.00bc
4-CQL	0.11±0.02b	0.31±0.07a	0.31±0.06a	0.04±0.01c	0.07±0.02bc	0.05±0.02c	0.03±0.00c	0.06±0.02bc
CQL [†]	0.21±0.04b	0.61±0.07a	0.43±0.19a	0.09±0.02b	0.16±0.02c	0.11±0.02bc	0.07±0.01c	0.16±0.03b
CQL [†]	0.19±0.03b	0.52±0.09a	0.41±0.09a	0.08±0.02c	0.12±0.02bc	0.07±0.02c	0.05±0.00c	0.13±0.02bc
1.4-diCQA	0.10±0.03b	0.28±0.08a	0.33±0.09a	0.33±0.00b	0.06±0.02b	0.05±0.02b	0.02±0.00b	0.05±0.02b
3.5-diCQA	0.08±0.02b	0.21±0.07a	0.26±0.11a	0.02±0.00b	0.04±0.01b	0.03±0.00b	0.02±0.00b	0.04±0.01b
4.5-diCQA	0.15±0.03b	0.41±0.11a	0.38±0.04a	0.05±0.01b	0.09±0.02b	0.07±0.03b	0.03±0.01b	0.09±0.02b

p-CoQA: p-Coumaroyl Quinic Acid, FQA: Feruloyl Quinic Acid, CQL: Caffeoyl Quinic Lactone Acid, diCQA: di-Caffeoyl Quinic Acid, EC: espresso coffee, ECS: specialty espresso, ECF: Caffè Firenze.

- Τα αποτελέσματα του πίνακα εκφράζονται με τη βοήθεια μέσης τυπικής απόκλισης, ενώ τα γράμματα a και b υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεθόδων εκχύλισης.
- Το σύμβολο [†] σημαίνει πως η θέση της ακυλίωσης ήταν αβέβαιη.

Παρατηρώντας τον πίνακα, καταλαβαίνουμε πως υπάρχουν διαφορές στις συγκεντρώσεις καφεΐνης μεταξύ των μεθόδων που χρησιμοποιούνται. Πιο αναλυτικά,

οι συγκεντρώσεις καφεΐνης είναι υψηλότερες για ECS και EC, ενώ στις υπόλοιπες μεθόδους χαμηλότερες.

Μια άλλη μέθοδος εκχύλισης, η οποία χρησιμοποιεί κρύο νερό έχει σαρώσει την αγορά, καθώς οι λιανικές πωλήσεις παρασκευής κρύου καφέ στις Η.Π.Α. αυξήθηκαν 460% από το 2015 έως το 2017. (Mintel, 2017). Η διάρκεια παρασκευής του κρύου καφέ είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του ζεστού, έχει όμως μοναδική διαδικασία παρασκευής και για τον λόγο αυτό χαρίζει στον καταναλωτή που θα τον γευτεί υπέροχες γλυκές και σοκολατένιες νότες.

Εκτιμάται ότι η κατανάλωση κρύου καφέ έχει σημαντικά οφέλη στην υγεία λόγω της ύπαρξης βιοδραστικών ή βιοενεργών συστατικών. Σε αυτή τη κατηγορία ανήκουν τα μακροθρεπτικά και μικροθρεπτικά συστατικά (βιταμίνες, λιπαρά, οξέα κ.α.) ή οι φυτοχημικές ουσίες, όπως πολυφαινόλες και ταννίνες, οι οποίες συμβάλουν στη βελτίωση της υγείας του ανθρώπου. Η ύπαρξη των συστατικών αυτών βελτιώνει τη λειτουργία των μακροφάγων και του εντερικού ανοσοποιητικού συστήματος. Τέλος, στα εκχυλίσματα κρύου καφέ έχουν βρεθεί χαμηλότερες συγκεντρώσεις όξινων ενώσεων.

1.8.2 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του παρασκευασμένου καφέ.

Μέσω της διαδικασίας της εκχύλισης, εξάγονται υδατοδιαλυτά συστατικά συμπεριλαμβανομένων χλωρογενικών οξέων, καφεΐνης, νικοτινικού οξέος, διαλυτών μελανοειδών και πτητικών υδρόφιλων ενώσεων. (Farah A., 2012). Εξάιρεση αποτελεί το κλάσμα των λιπιδίων που δεν είναι υδατοδιαλυτό, αλλά παρόλα αυτά συναντάται στον καφέ, όταν σε αυτόν ασκούνται διαδικασίες όπου εφαρμόζονται υψηλές θερμοκρασίες και πίεση. Οι φυσικοχημικές και αισθητηριακές ιδιότητες των διαφόρων ειδών καφέ είναι αποτέλεσμα της πολυφασικής φύσης του καφέ, αλλά και της ύπαρξης πτητικών και μη πτητικών ενώσεων. (Illy A., Viani R., 2005).

1.8.2.1 Ολικά στερεά και απόδοση εκχύλισης

Η συνολική αναλογία διαλυμένου στερεού ορίζεται ως το κλάσμα του διαλυμένου στερεού (TDS) στο ρόφημα του καφέ ως προς τη συνολική μάζα ροφήματος. Επίσης, η απόδοση της εκχύλισης (EY), ορίζεται ως το κλάσμα της αναλογίας της μάζας των εκχυλισμένων διαλυτών του καφέ ως προς τη μάζα των κόκκων του καφέ που χρησιμοποιούνται. Οι παραπάνω ορισμοί δίνονται συνήθως ως ποσοστά επί τοις εκατό.

Οι ρυθμοί εκχύλισης των χημικών ενώσεων στον καβουρδισμένο καφέ ποικίλουν, για τον λόγο αυτό η απόδοση της εκχύλισης είναι υπεύθυνη για τις ιδιότητες της γεύσης που αποκτά ο καφές. (Wang X., 2016). Η Ένωση Ειδικεύσεως του Καφέ (SCA), προτείνει σύμφωνα με διάφορες μελέτες και σχεδιαγράμματα που χρησιμοποιεί, πως η απόδοση της εκχύλισης πρέπει να είναι 18-22% και τα ολικά στερεά 0,79-1,38%. Σταδιακά και με την ανάπτυξη νέων μεθόδων εκχύλισης, η εμπιστοσύνη στα παραπάνω αποτελέσματα χάθηκε. Επομένως, απαιτείται η λήψη επιπρόσθετων παραμέτρων εκχύλισης, καθώς και των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών που διαμορφώνουν τη γεύση του καφέ.

Το ρόφημα που περιέχει λιγότερα από 18% ολικά διαλυτά στερεά, ονομάζεται υποεκχυλισμένο, έχει όξινη γεύση και καθόλου έντονη. Αντιθέτως, το ρόφημα του οποίου η περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά υπερβαίνει το 22%, ονομάζεται υπερεκχυλισμένο, έχει πικρή και βαριά γεύση. Στο Σχήμα 5, δίνεται η καμπύλη εκχύλισης του καφέ. Στον αριστερό άξονα καταγράφεται το γευστικό αποτέλεσμα του καφέ, ενώ στον οριζόντιο άξονα καταγράφεται ο χρόνος της εκχύλισης. Το πιο επιθυμητό αποτέλεσμα επιτυγχάνεται στην κορυφή της καμπύλης. Σε αυτό το σημείο ο καφές έχει τη καλύτερη γεύση, τα ολικά διαλυτά στερεά βρίσκονται περίπου στο 20% και επιτυγχάνεται συνήθως με ένα καλό οικιακό εξοπλισμό.



Πηγή:

<https://www.greekespresso.gr/forum/download/file.php?id=7236&sid=3f2ddac156dace8acc1d4e193df4bf0a&mode=view>

Σχήμα 5 Καμπύλη εκχύλισης του καφέ

1.8.2.2 pH και ολική οξύτητα

Το pH εκφράζει τη συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου σε ένα διάλυμα. Η ολική οξύτητα και το pH αποτελούν χαρακτηριστικά που δίνουν ζωντάνια στη γεύση και αναδεικνύουν ορισμένες ιδιαίτερες μυρωδιές των ροφημάτων του καφέ. Αν και η ύπαρξη της οξύτητας στο καφέ σε γενικές γραμμές είναι επιθυμητή, είναι καλό να γνωρίζουμε πώς συνδέεται με τη γευστική αίσθηση και όχι τόσο με το pH. Για παράδειγμα, ένας καφές με έντονη οξύτητα παρουσιάζει τιμές pH που κυμαίνονται από 4,5 έως 5.

Η αντιληπτή οξύτητα αποδίδεται κυρίως σε αρκετά καρβοξυλικά οξέα, όπως οξικό οξύ, μηλικό οξύ, μυρμηκικό οξύ, γαλακτικό οξύ, χλωρογόνα, κινικό οξύ, καθώς και σε μελανοϊδίνες που έχουν ενσωματωμένα κάποια χλωρογόνα, ενώ υπάρχουν και διάφοροι περιβαλλοντικοί παράγοντες που την επηρεάζουν. Ο κυριότερος από αυτούς τους παράγοντες είναι η θερμοκρασία. Με άλλα λόγια, η οξύτητα γίνεται αντιληπτή περισσότερο σε χαμηλότερες θερμοκρασίες παρασκευής του καφέ. (Gloess A.N., 2013).

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την οξύτητα του καφέ είναι πάρα πολλοί, όπως η ποικιλία, η χώρα προέλευσης, οι συνθήκες καλλιέργειας, οι μέθοδοι επεξεργασίας του, το καβούρδισμα, αλλά και η μέθοδος εκχύλισης που χρησιμοποιείται. Στην Εικόνα 19 δίνονται δύο διαφορετικές ποικιλίες καφέ, μεταξύ των οποίων γίνεται σύγκριση των παραγόντων από τους οποίους διαμορφώνεται η τελική οξύτητα του καφέ.



	Υψηλή οξύτητα	Χαμηλή οξύτητα
Ποικιλία	Arabica	Robusta
Προέλευση	Αφρική	Ασία
Υψόμετρο	Υψηλό	Χαμηλό
Επεξεργασία	Υγρή	Στεγνή
Καβούρδισμα	Ελαφρύ	Σκούρο
Εκχύλιση	Γρήγορη	Αργή

Πηγή: <https://www.coffees.gr/coffees-and-acidity/>

Εικόνα 19 Σύγκριση των παραγόντων που επηρεάζουν την οξύτητα στον καφέ Arabica και στο Robusta.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο :

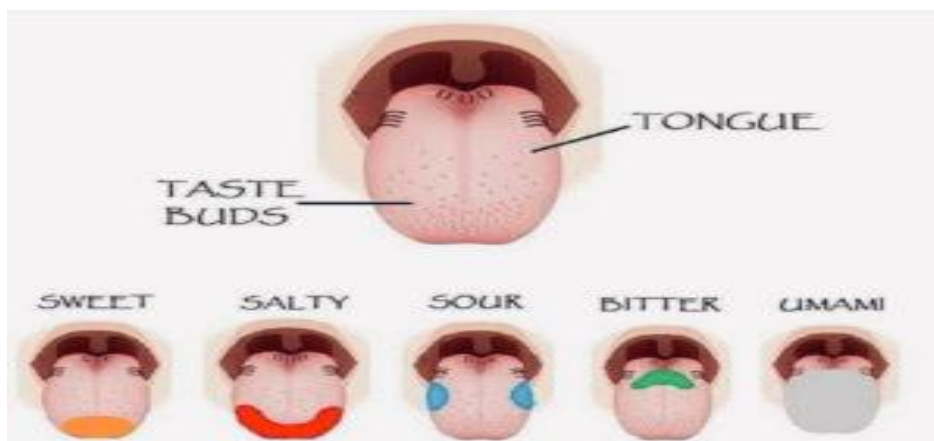
ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΓΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΚΑΦΕ

2.1 Άρωμα και αίσθηση της γεύσης

Γενικά η γεύση είναι μία αίσθηση που μπορεί να χαρακτηριστεί πολύπλοκη, καθώς συμπληρώνεται από την αίσθηση της υφής της γλώσσας, της όσφρησης και της ακοής. (Taylor A.J. & Roozen J.P., 1996). Το όργανο αντίληψης είναι η γλώσσα, ενώ το αντικείμενο αντίληψης είναι η χημική σύσταση των τροφίμων.

Οι καταναλωτές πολλές φορές συγχέουν την έννοια της γεύσης και την ερμηνεύουν ως αυτό που μυρίζουν, πράγμα που οδήγησε στον ορισμό της γεύσης ως το «οσφρητικό συστατικό της γεύσης». (Petracco M., 2001). Η ορθή έννοια της όσφρησης συμβαίνει όταν τα πτητικά συστατικά των τροφίμων εισπνέονται μέσω της μύτης και αλληλεπιδρούν απευθείας με το οσφρητικό σύστημα. (Petracco M., 2001). Ο άνθρωπος είναι σε θέση να αναγνωρίζει περίπου 10.000 μυρωδιές (Lancet D., 1986), ενώ μέσω των γευστικών καλύκων της γλώσσας ανιχνεύει πέντε γεύσεις, το γλυκό, το αλμυρό, το πικρό, το ξινό και το ουμάμι, δηλαδή η καλή γεύση ή νοστιμιά. (Rawson N.E. & Li X., 2004). Έτσι λοιπόν το αρωματικό συστατικό της γεύσης στα σύνθετα προϊόντα όπως ο καφές, θεωρείται πως διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη ποικιλομορφία της γεύσης. (Lawless H.T. and Heyman H., 2010, Murphy C., 1977).

Στο Σχήμα 6 απεικονίζεται ο χάρτης της γλώσσας στον οποίο φαίνονται οι γευστικοί κάλυκες της γλώσσας οι οποίοι αναγνωρίζουν τις πέντε βασικές γεύσεις.



Πηγή: <https://eighteenscreen.gr>

Σχήμα 6 Περιοχές της γλώσσας όπου αναγνωρίζεται το κάθε είδος γεύσης.

Το βασικό εργαλείο για την αντίχνευση των αρωμάτων του καφέ είναι η όσφρηση. Πρόκειται για μια διαδικασία ταυτοποίησης ουσιών μέσω των πτητικών μορίων που εκλύονται από τα αρώματα σε θερμοκρασία δωματίου. Ο αριθμός των αρωματικών ενώσεων που ανακαλύπτονται κάθε χρόνο είναι πολύ μεγαλύτερος από 800 και καθώς οι αναλυτικές μέθοδοι γίνονται όλο και πιο ακριβείς αναμένεται να ανακαλυφτούν ακόμα περισσότερες. Το άρωμα του καφέ προκύπτει από διαφορετικές πτητικές ενώσεις που παράγονται κατά το ψήσιμο του καφέ. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αρώματος περιέχονται στους καβουρδισμένους κόκκους καφέ. Η θέρμανση δηλαδή ευνοεί μια σειρά χημικών διαδικασιών για τον σχηματισμό πτητικών ουσιών που συνεισφέρουν στο άρωμα του καφέ.

Το γεγονός ότι με την πάροδο του χρόνου αυξήθηκε ολοένα και περισσότερο η ζήτηση του καφέ, προκάλεσε το ενδιαφέρον των επιστημόνων και των Βιομηχανιών, με αποτέλεσμα να πραγματοποιηθούν μελέτες σχετικά με τις αισθητηριακές του ιδιότητες. Το λεξιλόγιο που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις αισθητηριακές του ιδιότητες είναι οι εξής: στυφότητα, σώμα (το βάρος του καφέ), στυπτική, πλούσια γεύση, πικρή γεύση, καμένο άρωμα, αλκαλική, καραμελωμένη, ισορροπημένη. (Bicho N.C., Leitao A.E., Ramalho J.C., Alvarenga N.B., & Lindon F.C., 2013).

Σχετικά με τις δύο οικονομικά σημαντικότερες ποικιλίες καφέ, τον καφέ Arabica και τον Robusta, οι μελέτες που έχουν γίνει κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η ζύμωση οδηγεί σε αύξηση του γλυκού αρώματος καραμέλας στον Arabica, ενώ στον Robusta επικρατεί ένα πιο πικάντικο, βαρύ, γήινο άρωμα. Το πικάντικο άρωμα προέρχεται από μια σειρά αλδεΐδες και θυμίζει μπαχαρικά, π.χ. κανέλα, κάρδαμο και γαρίφαλο. (Blank I., Sen A. & Grosch W., 1991).

Η πικρή γεύση στον καφέ συσχετίζεται με τα συνολικά διαλυμένα στερεά. Η αντιλαμβανόμενη πικρία του καφέ είναι χαμηλότερη όταν η εκχύλιση γίνεται με ζεστό νερό παρά όταν χρησιμοποιείται δροσερό νερό. Έχουν διεξαχθεί διάφορες έρευνες σχετικά με τις ενώσεις που είναι υπεύθυνες για την πικρή γεύση του καφέ, η καφεΐνη και η τριγονελλίνη είναι δύο από αυτές. (Chen W.C., 1979). Επειδή όμως και ο καφές χωρίς καφεΐνη είναι εξίσου πικρός, οι έρευνες συνεχίστηκαν και απέδειξαν πως ο βαθμός πικρίας αυξάνεται με την αύξηση του βαθμού ψησίματος. Ετεροκυκλικές ενώσεις πικρής γεύσης που παράγονται κατά τη διαδικασία ψησίματος, όπως φουρφουρυλική αλκοόλη (Shibamoto T., 1981), 5-υδροξυμεθυλ-2-φουραναλδεΐδη (Belitz H.D., 1977) και 2,5-δικετοπιπεραζίνες (Ginz M. &

Engelhardt U.H., 2000) και πιο πρόσφατα λακτόνες χλωρογενικού οξέος (CGLs) δηλαδή ενώσεις ενδομοριακής συμπύκνωσης χλωρογενικών οξέων (CGAs) και ολιγομερή 4-βινυλοκατεχόλης (VCOs) έχουν αναγνωρισθεί επίσης ως πικρές ενώσεις. (Frank O., 2008 , Frank O., 2006 , Frank O., 2007)

Στο Σχήμα 7 παρουσιάζεται το λεξιλόγιο που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις γεύσεις και τα αρώματα του καφέ:



Πηγή: <https://gr.pinterest.com/pin/736057132819353865/>

Σχήμα 7 Ορολογίες για τη περιγραφή της γεύσης και του αρώματος του καφέ.

Οι επιστήμονες έχουν παρατηρήσει πως ανάλογα με τον βαθμό ψησίματος του καφέ, αλλάζουν οι αρωματικές του νότες και οι γεύσεις του. Αυτό σημαίνει πως όταν ψήνεται ελαφρά επικρατούν οι φρουτώδεις νότες και αυτές που προέρχονται από βότανα. Από την άλλη πλευρά, όταν το ψήσιμο του καφέ γίνεται πιο έντονο κυριαρχούν οι καπνιστές νότες και τα καμένα αρώματα, ενώ η οξύτητα μειώνεται.

Οι παραπάνω αισθητηριακές ιδιότητες είναι αποτελέσματα εκπαιδευμένων ανθρώπων που αξιολογούν την ποιότητα του καφέ στις βιομηχανίες. (Teixeira R., Teixeira A.A., & Brando C., 2005).

2.2 Αίσθηση στο στόμα και χημειοθεσία

Στα συστατικά που επηρεάζουν την αντίληψη της γεύσης του καφέ προστίθεται η αίσθηση στο στόμα και η χημειοθεσία. Αυτές επηρεάζονται από την αλληλεπίδραση της δομής του τροφίμου με το στόμα. (Taylor A.J. & Roozen J.P., 1996). Αυτές οι αισθήσεις περιλαμβάνουν ιδιότητες όπως τραγανότητα, λιπαρότητα, ιξώδες, απαλότητα ή σκληρότητα, αλλά και πιο πολύπλοκων αισθήσεων λόγω χημικής ευαισθησίας του δέρματος και των βλεννογόνων. (Cliff M.A. & Green B.G., 1994).

2.3 Γευσιγνωσία (Cupping)

Η γευσιγνωσία του καφέ είναι γνωστή και ως cupping. Πρόκειται για μία διαδικασία οργανοληπτικής αξιολόγησης του καφέ. Εφαρμόζεται από τους παραγωγούς του καφέ με στόχο την αξιολόγηση και τη σύγκριση διαφόρων ποικιλιών καφέ για την ανάδειξη της καλύτερης. Εφαρμόζεται επίσης από τους καβουρδιστές του καφέ (roasters), ώστε να ξέρουν πόση ώρα χρειάζεται ψήσιμο η κάθε παρτίδα, αλλά και από τους barista με στόχο την ανάδειξη της καλύτερης μεθόδου παρασκευής του καφέ (brewing).

Κάποια από τα χαρακτηριστικά του καφέ που εξετάζονται στη διαδικασία αυτή, είναι το χρώμα, το σώμα, ο αρωματικός χαρακτήρας, και η οξύτητα. Είναι σημαντικό οι δοκιμαστές που ακολουθούν αυτή τη διαδικασία αξιολόγησης του καφέ, να ξεχωρίζουν βασικές έννοιες, όπως το άρωμα (aroma) του καφέ και της γεύσης (taste). Το άρωμα γίνεται αντιληπτό από τους αισθητήρες της μύτης. Αντιθέτως, η γεύση του καφέ γίνεται αντιληπτή από τους γευστικούς κάλυκες της γλώσσας, με άλλα λόγια πρόκειται για την συνολική αντίληψη του καφέ στο στόμα.

Η διαδικασία γευσιγνωσίας του καφέ απαιτεί χρόνο και υπομονή, καθώς οι δοκιμαστές ξεκινούν με την οπτική παρατήρηση των κόκκων του καφέ και στη συνέχεια, αφού ο καφές παρασκευασθεί και κρυώσει αρχίζουν να γεύονται το καφέ. Τα βήματα αξιολόγησης του καφέ είναι τα εξής:

1^ο Βήμα : Αξιολόγηση του αρώματος των δειγμάτων πριν την εκχύλιση.

2^ο Βήμα : Μετά την εκχύλιση ο καφές σερβίρεται μέσα στα φλιτζάνια, έχοντας την ίδια θερμοκρασία σε όλα τα δείγματα για να γίνει με τον ίδιο τρόπο η αξιολόγηση.

3^ο Βήμα : Στη συνέχεια, η κρούστα που σχηματίζεται στην επιφάνεια του καφέ σπάζεται, με στόχο να απελευθερωθεί το άρωμα που εγκλωβίζεται κάτω από τη κρούστα και να γίνει η αξιολόγηση του.

4^ο Βήμα : Αφαιρείται τελείως η κρούστα από την επιφάνεια του καφέ.

5^ο Βήμα : Οι δοκιμαστές ξεκινούν να γεύονται το δείγμα του καφέ. Τη πρώτη φορά λαμβάνουν μια μικρή γουλιά καφέ με στόχο την ενεργοποίηση των γευστικών καλύκων της γλώσσας. Τη δεύτερη φορά λαμβάνουν μία μεγαλύτερη ποσότητα καφεΐνης, έτσι ενεργοποιούνται καλύτερα οι αισθητήρες της γεύσης, δηλαδή και της όσφρησης, για να υπάρξει μια ολοκληρωμένη αλλά και σωστή αντίληψη της γεύσης του καφέ.

Το άρωμα (fragrance/aroma), η γεύση (flavor), η επίγευση (aftertaste), η οξύτητα (acidity), το σώμα και η ισορροπία στο φλιτζάνι βαθμολογείται από το 6 έως το 10, με το 6 να αντιπροσωπεύει ένα καλό αποτέλεσμα (good), το 7 πολύ καλό (very good), το 8 το άριστο (excellent), και το 9 το εξαιρετικό (outstanding).

Κατά τη διαδικασία γευστιγνωσίας του καφέ (cupping), επάνω στο τραπέζι επιτρέπεται να υπάρχουν έως και 8 φλιτζάνια καφέ. Επίσης, ο δοκιμαστής έχει δεμένα μάτια έως το τέλος της δοκιμασίας, ώστε να αποφευχθούν οι προκαταλήψεις για το πώς θα πρέπει να είναι ένας δεδομένος καφές.



Πηγή: <https://www.google.com/search?biw=1536&bih>

Εικόνα 20 Γευστιγνωσία του καφέ (Cupping).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο :

ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΚΑΦΕ

3.1 Σύσταση του καφέ

Η αρχική χημική σύνθεση των ακατέργαστων κόκκων του καφέ διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον σχηματισμό αρώματος του καφέ, παρέχοντας τις αρχικές ενώσεις από τις οποίες σχηματίζεται το άρωμα. Το στάδιο καβουρδίσματος, δηλαδή το ψήσιμο των κόκκων του καφέ αποτελεί αναμφισβήτητα τη σημαντικότερη διαδικασία σχηματισμού αρώματος και γεύσης του καφέ. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως το άρωμα του καφέ είναι αυτό που έλκει τους ανθρώπους να το δοκιμάσουν, αποτελεί όμως και ένα βασικό κριτήριο προσδιορισμού της ποιότητάς του. (De Maria C.A.B., Trugo L.C., Aquino Neto F.R., Moreira R.F.A. & Alviano C.S., 1996).

Υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες ενώσεων που ανιχνεύονται στο καφέ. Στην πρώτη ανήκουν οι πτητικές ενώσεις, που συμβάλλουν στο άρωμα και στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι μη πτητικές ενώσεις, οι οποίες συμβάλλουν στη γεύση του καφέ.

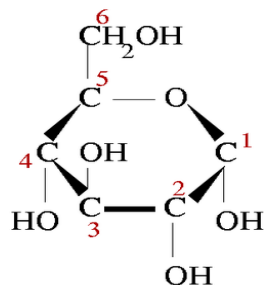
3.1.1 Μη πτητικές ενώσεις στο ρόφημα του καφέ

Οι παρασκευασμένοι καφέδες περιλαμβάνουν ποικιλία διαφόρων ενώσεων, όπως υδατάνθρακες, χλωρογενικά οξέα, λιπίδια, οργανικά οξέα, μελανοϊδίνες, μέταλλα και ενώσεις αζώτου όπως είναι η καφεΐνη και η τριγονελλίνη. (Ludwig I.A., Clifford M.N., Lean M.E.J., Ashihara H., Crozier A., 2014).

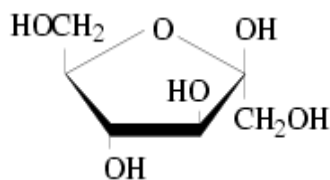
3.1.1.1 Υδατάνθρακες

Οι υδατάνθρακες αποτελούν μια σημαντική κατηγορία ενώσεων, καθώς είναι υπεύθυνοι για τη διαμόρφωση αρωματικών συστατικών του καφέ μέσω της καραμελοποίησης και της αντίδρασης Maillard. Οι πολυσακχαρίτες αποτελούν το 50% της ξηρής βάσης του ακαβούρδιστου καφέ. Στον πράσινο καφέ, δηλαδή στον μη επεξεργασμένο καφέ οι κυριότεροι μονοσακχαρίτες είναι η μαννόζη, η γλυκόζη, η αραβινόζη και η γαλακτόζη. Στη συνέχεια, λόγω της θερμικής επεξεργασίας, ο καφές χάνει ένα μέρος της περιεκτικότητας του σε πολυσακχαρίτες, με αποτέλεσμα να μειώνεται στο 30%. Γενικά, τα σάκχαρα που ανιχνεύονται στον καφέ είναι η

σακχαρόζη, η ινοσιτόλη, η γλυκόζη, η αραβινόζη, η σορβιτόλη, η μαννόζη, η μανιτόλη και η φρουκτόζη. Κάποια σάκχαρα, όπως η γλυκόζη περιέχονται στον καφέ σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις (Σχήμα 8), ενώ κάποια άλλα σε μικρότερες (Σχήμα 9).



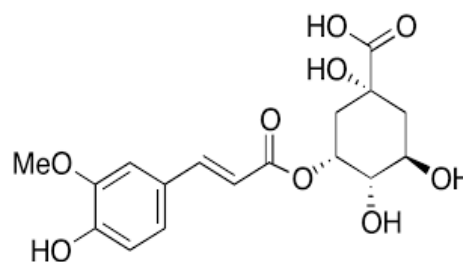
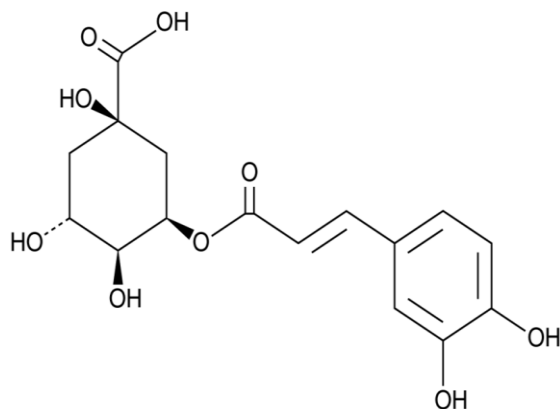
Σχήμα 8 Δομή Γλυκόζης



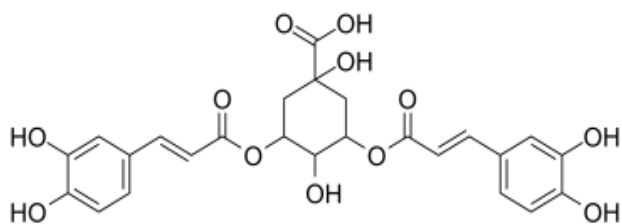
Σχήμα 9 Δομή Φρουκτόζης

3.1.1.2 Χλωρογενικά οξέα

Τα χλωρογενικά οξέα είναι εστέρες του κινικού οξέος με διάφορα υδροξυκιναμικά οξέα, όπως το καφεϊκό, φερουλικό και π-κουμαρικό οξύ. Τα κύρια χλωρογενικά οξέα του καφέ είναι το 5-καφεϋλοκινικό οξύ (5-CQA), το 5-φερουλοϋλοκινικό οξύ (5-FQA) και το 3,5-δικαφεϋλοκινικό οξύ (3,5-di CQA) (Σχήμα 10, 11, 12).



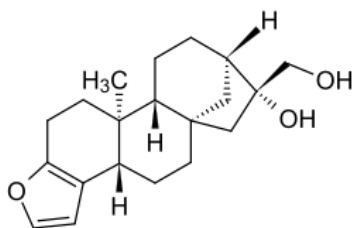
Σχήμα 10 5-καφεϋλοκινικό οξύ (5-CQA). Σχήμα 11 5-φερουλοϋλοκινικό οξύ (5-FQA).



Σχήμα 12 3,5-δι-καφεϋλο-κινικό οξύ (3,5-di-CQA).

3.1.1.3 Λιπίδια

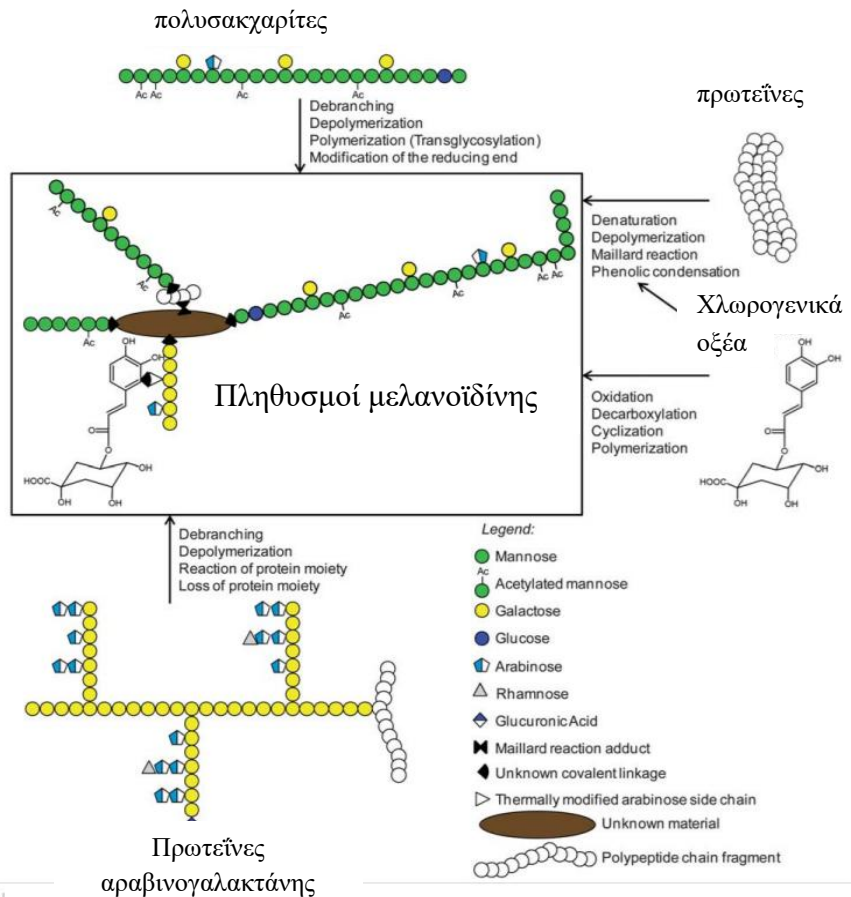
Στα λιπίδια το 75% είναι τριγλυκερίδια, το 20% τερπένια και μόλις το 2,2% περίπου αποτελείται από στερόλες. Ο ρόλος των λιπιδίων είναι πολύ σημαντικός για τη διατήρηση των αρωμάτων του καφέ, διότι σχηματίζουν γαλακτώματα που έχουν αυτή τη λειτουργία. Ανάμεσα στα διάφορα είδη λιπιδίων, έχει βρεθεί πως στην ποικιλία Robusta η καφεστόλη (Σχήμα 13) είναι η σημαντικότερη από αυτές.



Σχήμα 13 Καφεστόλη

3.1.1.4 Μελανοΐδινες

Οι μελανοΐδινες είναι έγχρωμες ενώσεις (καφέ) και περιέχονται στο καφέ ο οποίος έχει υποστεί θερμική επεξεργασία, σε ποσοστό 30% επί ξηρής βάσης. Είναι αποτέλεσμα της αντίδρασης Maillard ή της καραμελοποίησης των υδατανθράκων που ακολουθείται από αντιδράσεις πολυμερισμού. Επιπλέον, είναι χρήσιμες για τον ανθρώπινο οργανισμό, καθώς έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες λόγω του ότι περιέχουν φαινολικά τμήματα. Παρόλο που ο σχηματισμός μελανοΐδινών απέχει πολύ από την πλήρη κατανόηση, έχει γίνει μία προσπάθεια απόκτησης γνώσεων στους σχετικούς μηχανισμούς. Το Σχήμα 14 απεικονίζει έναν απλό μηχανισμό σχηματισμού μελανοΐδινών του καφέ στον οποίο συμμετέχουν πολυσακχαρίτες, πρωτεΐνες και χλωρογενικά οξέα (φαινολικές ενώσεις).



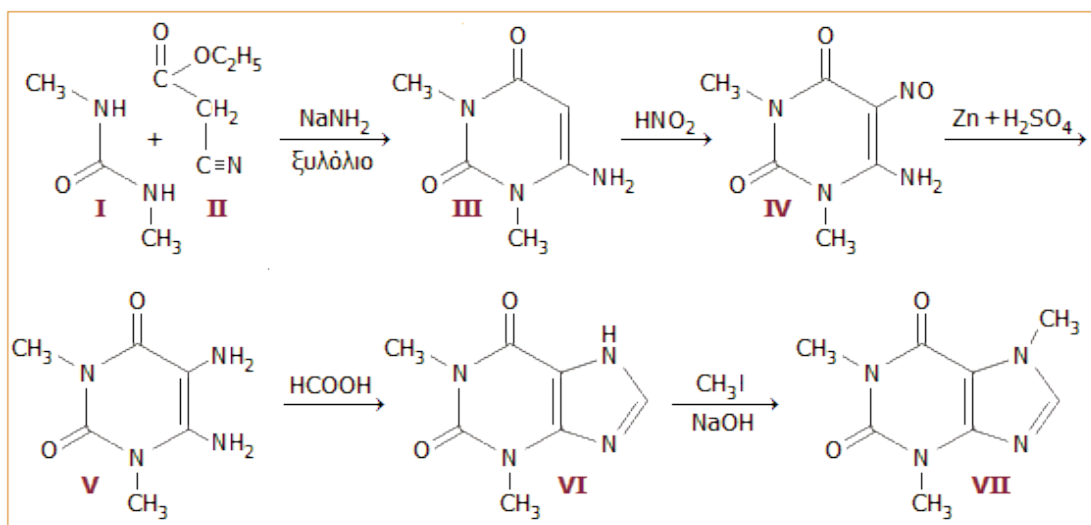
Πηγή: Moreira Ana S. P., Nunes Fernando M., Domingues M. Rosario and Coimbra Manuel A., 2012

Σχήμα 14 Σχηματική αναπαράσταση της διαδικασίας σχηματισμού μελανοϊδινών.

3.1.1.5 Αζωτούχα συστατικά

Στις ενώσεις αζώτου ανήκουν η καφεΐνη και η τριγωνελλίνη. Η καφεΐνη ανήκει στη κατηγορία των αλκαλοειδών και είναι υπεύθυνη για την πικρή γεύση του καφέ. Αρχικά, η καφεΐνη περιέχεται σε μικρή συγκέντρωση στους πράσινους κόκκους του καφέ και αποτελεί περίπου το 1-2,5%. Στην πορεία της επεξεργασίας του, αφού υποστεί θερμική επεξεργασία ο καφές, αυξάνεται και η συγκέντρωσή της στο 10%.

Η καφεΐνη (1,3,7-τριμεθυλο-ξανθίνη), απομονώθηκε από τον καφέ για πρώτη φορά από το Γερμανό χημικό Friedrich Ferdinand Runge, το 1819. Αρκετά χρόνια αργότερα, το 1900 ο Wilhelm Traube παρουσίασε ένα σχήμα, στο οποίο περιγράφεται η σύνθεση της καφεΐνης (Σχήμα 15).



Πηγή: http://195.134.76.37/chemicals/chem_caffeine.htm

Σχήμα 15 Σχήμα σύνθεσης της καφεΐνης σύμφωνα με τη γενική μέθοδο πουρινών και των παραγώγων τους, από τον Wilhelm Traube (1900).

Σύμφωνα με το Σχήμα του Traube, πραγματοποιείται αντίδραση συμπύκνωσης της 1,3-διμεθυλουρίας (I) με κυανοξικό αιθυλεστέρα (II) παρουσία νατραμιδίου, η οποία παρέχει 4-αμινο-1,3-διμεθυλο-ουρακίλη (III). Η (III) αντιδρά με νιτρώδες οξύ παρέχοντας το νιτρωδοπαραγώγο (IV), που ανάγεται με ψευδάργυρο και θειικό οξύ προς 1,3-διμεθυλο-4,5-διαμινο-ουρακίλη (V). Αντίδραση της (V) με μυρμηκικό οξύ οδηγεί στον σχηματισμό του πενταμελούς ιμιδαζολικού δακτυλίου παρέχοντας θεοφυλλίνη (VI). Τέλος, μεθυλίωση της (VI) με μεθυλοϊωδίδιο παρέχει καφεΐνη (VII).

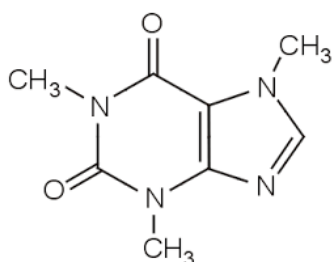
Η καφεΐνη στην περίπτωση που περιέχεται φυσικά σε κάποιο προϊόν, όπως η coca cola που παράγεται από τον καρπούς της Kola, τσάι που παράγεται από φύλλα του τσαγιού *Thea sinensis*, και κακάο που χρησιμοποιείται για την παρασκευή σοκολάτας, αποτελούν περιπτώσεις που δεν είναι απαραίτητη η αναγραφή της στην ταμπέλα που φέρει το προϊόν. Υπάρχουν όμως και τρόφιμα ή ποτά στα οποία η καφεΐνη χρησιμοποιείται ως προσθετικό. Στις περιπτώσεις αυτές, οι κρατικές υγειονομικές υπηρεσίες χρήζουν απαραίτητη την αναγραφή της σύστασής της στην ταμπέλα του προϊόντος. Παραδείγματα συγκεντρώσεων καφεΐνης σε διάφορα είδη φυτών, παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3 Περιεκτικότητες διαφόρων φυτών σε καφεΐνη.

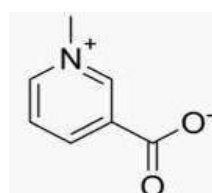
Πηγή	Καφεΐνη %
Κόκκοι καφέ Arabica	1,1
Κόκκοι καφέ Robusta	2,2
Φύλλα τσαγιού (camellia sinensis)	3,5
Καρπός κόλα (Cola acuminata, nitida)	1,5
Τσάι ματέ (Ilex paraguariensis)	<0,7
Γκουαρανά (Paulinia carana)	>4
Κακάο (Theobroma cacao)	0,03

Πηγή : http://195.134.76.37/chemicals/chem_caffeine.htm#01

Η τριγονελλίνη περιέχεται και αυτή στους πράσινους κόκκους του καφέ, μειώνεται όμως με τη θερμική επεξεργασία. Είναι γνωστή για τις θρεπτικές της ιδιότητες, καθώς από την διάσπασή της προκύπτει, νικοτινικό οξύ, νικοτινικός μεθυλεστέρας και N-μεθυλο-νικοτιναμίδιο.



Σχήμα 16 Καφεΐνη

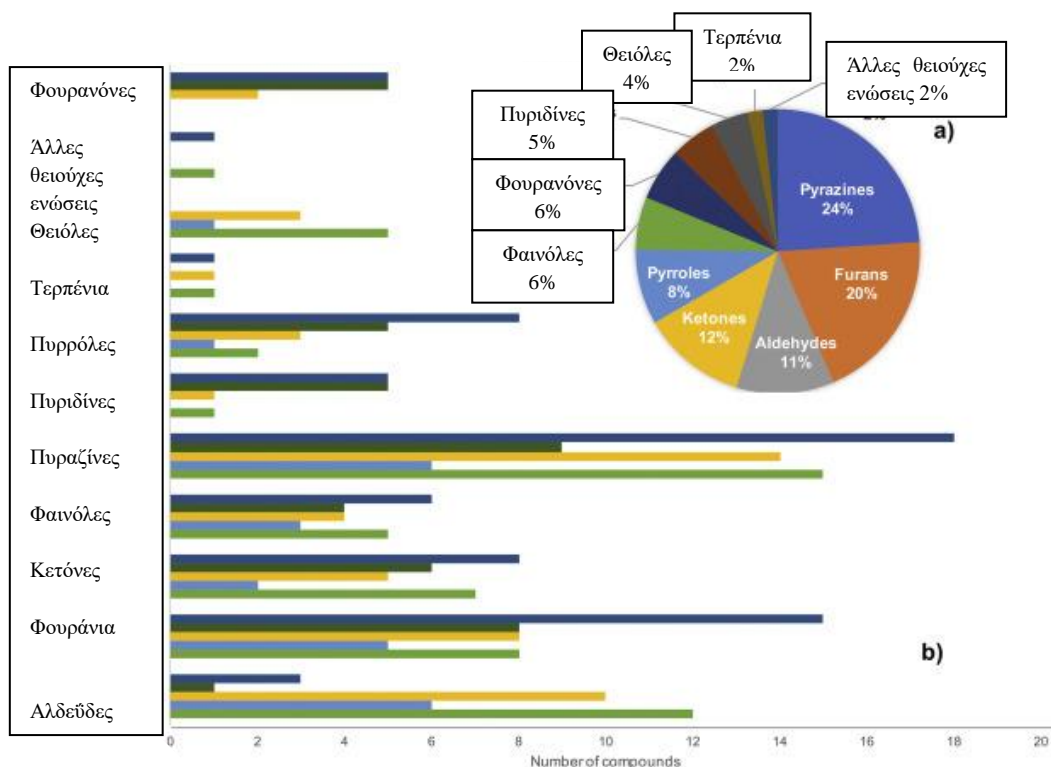


Σχήμα 17 Τριγονελλίνη

3.1.2 Πτητικές ενώσεις στο ρόφημα του καφέ

Αρχικά, ο πράσινος καφές περιέχει πάνω από 300 πτητικές ενώσεις, στη συνέχεια και κατά τη διαδικασία καβουρδίσματος ο αριθμός αυτός αυξάνεται, ξεπερνώντας τελικά τις 1000 ενώσεις. Παρόλα αυτά μόνο 30 έως 50 από αυτές συνεισφέρουν στον σχηματισμό του αρώματος. (Cantergiani E., 2001, Czerny M. and Grosch W., 2000, Sanz C., 2002). Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε αλλά και αξιοποιώντας επιστημονικές βάσεις δεδομένων Scopus, εντοπίστηκαν 117 πτητικές ενώσεις σε όλες τις μεθόδους παρασκευής καφέ. Πιο αναλυτικά βρέθηκαν 28 πυραζίνες, 23 φουράνια, 13 αλδεΐδες, 14 κετόνες, και 10 πυρόλες, οι οποίες αντιπροσωπεύουν περισσότερο από 70% των πτητικών ενώσεων στα ροφήματα του καφέ. (Jelen H., 2012). Στο Σχήμα 18 απεικονίζονται τα αποτελέσματα της έρευνας.

Στο Σχήμα 18α δίνονται τα ποσοστά των πτητικών ενώσεων που περιέχονται στα ροφήματα του καφέ, ενώ στο Σχήμα 18β δίνονται οι περιεκτικότητες των πτητικών ενώσεων που περιέχονται σε καθεμιά από τις εξής μεθόδους: τουρκικός καφές (μπλε), γαλλική πρέσα (σκούρο πράσινο), εσπρέσο (κίτρινο), δοχείο μόκα (γαλάζιο), φιλτραρισμένος καφές (ανοιχτό πράσινο).



Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224419305692#fig4>

Σχήμα 18 α) ποσοστά πτητικών ενώσεων στα ροφήματα καφέ. β) περιεκτικότητα των πτητικών ενώσεων σε 5 διαφορετικές μεθόδους παρασκευής καφέ.

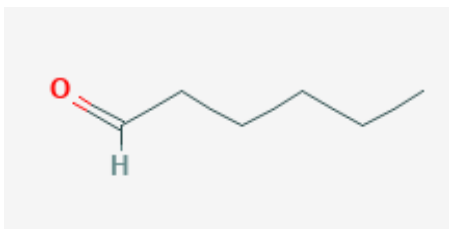
Για τη διαδικασία ταυτοποίησης των πτητικών ενώσεων χρησιμοποιούνται τέσσερις βασικές τεχνικές, η αέρια χρωματογραφία, η φασματομετρία μάζας, η ολφακτομετρία και τέλος μια σύνθετη διαδικασία που συνδυάζει την αέρια χρωματογραφία με την ανίχνευση ιονισμού φλόγας. Επιπλέον, έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες μέθοδοι δειγματοληψίας χώρου, με κυριότερη τη μικροεκχύλιση σε στερεά φάση (SPME). (Bressanello D., 2017, Kim S.Y., Ko J.A., Kang B.S., Park H.J., 2018). Γίνονται διάφορες μελέτες σχετικά με την παρακολούθηση και τον σχηματισμό οργανικών πτητικών ενώσεων. Η φασματομετρία μάζας ιοντισμού-μεταφοράς πρωτονίου/χρόνου πτήσης (PTR-ToF-MS) χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της κινητικής εκχύλισης των πτητικών ενώσεων. Με το πέρασμα των

χρόνων, η ανάπτυξη και χρησιμοποίηση νέων τεχνικών οργάνων δίνει την δυνατότητα πραγματοποίησης μελετών πάνω στην κινητική των χημικών ενώσεων, υπό διαφορετικές συνθήκες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη και βελτιστοποίηση νέων διαδικασιών και προϊόντων.

3.1.2.1 Αλδεΐδες

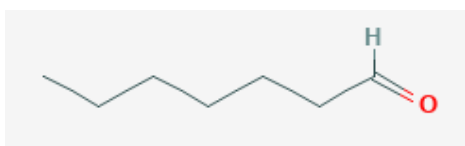
Οι αλδεΐδες σχηματίζονται κυρίως μέσω της αποικοδόμησης Strecker των αμινοξέων και από την οξειδωτική αποικοδόμηση των αμινοξέων κατά την αλληλεπίδρασή τους με σάκχαρα σε υψηλές θερμοκρασίες. Δίνονται ενδεικτικά οι παρακάτω αλδεΐδες καθώς και η επιρροή τους στο άρωμα και τη γεύση του καφέ.

- **Εξανάλη (C₆H₁₂O)**



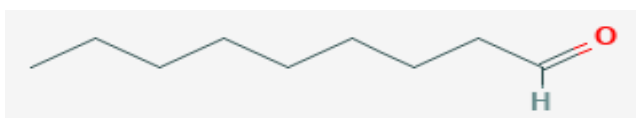
Η εξανάλη είναι μία ένωση που ανιχνεύεται κατά το «μπαγιάτεμα» του καφέ και οφείλεται στην οξείδωση των ακόρεστων λιπαρών οξέων, όπως του λινελαϊκού οξέος. Συναντάται τόσο στον καβουρδισμένο, όσο και στον μη καβουρδισμένο καφέ. Η μυρωδιά της είναι έντονη και θυμίζει αυτή του γρασιδιού.

- **Επτανάλη (C₇H₁₄O)**



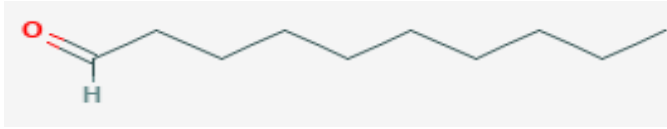
Υπάρχει τόσο στον καβουρδισμένο όσο και στον μη καβουρδισμένο καφέ. Σχετίζεται με το «μπαγιάτεμα» του καφέ και πιο συγκεκριμένα δίνει την αίσθηση του ταγγισμένου.

- **Εννεανάλη (C₉H₁₈O)**



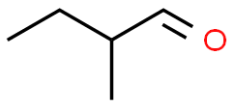
Υπάρχει τόσο στον καβουρδισμένο όσο και στον μη καβουρδισμένο καφέ. Προσδίδει μια δυνατή, μεταλλική και σαπωναειδή αίσθηση.

- **Δεκανάλη (C₁₀H₂₀O)**



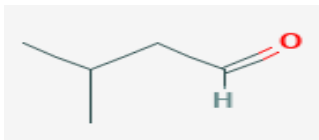
Έχει ανιχνευθεί στον πράσινο καφέ σε συγκεντρώσεις της τάξης των ppb.

- **2-μεθυλ-βουτανάλη (C₅H₁₀O)**



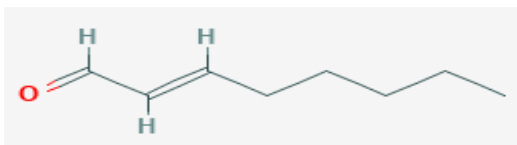
Συναντάται στον καβουρδισμένο αλλά και στον μη καβουρδισμένο καφέ. Είναι προϊόν της αντίδρασης Maillard ή προϊόν της αποικοδόμησης Strecker της βαλίνης, της ισολευκίνης και της λευκίνης. Προσδίδει ένα έντονο και φρουτώδες άρωμα στον καφέ.

- **3-μεθυλο-βουτανάλη (C₅H₁₀O)**



Έχει ανιχνευθεί σε έξι ποικιλίες Arabica και σε έξι ποικιλίες Robusta. Επίσης, υπάρχει στον καβουρδισμένο και στον μη καβουρδισμένο καφέ. Είναι μία αλδεΐδη που προέρχεται από την αποικοδόμηση Strecker και προσδίδει στο καφέ ένα έντονο και φρουτώδες άρωμα.

- **Trans-2-οκτενάλη (CH₃(CH₂)₄CH=CHCHO)**

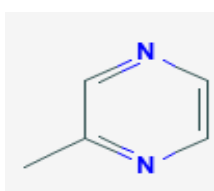


Έχει ανιχνευθεί στον πράσινο καφέ και προέρχεται από την αυτοοξειδωση του λινελαϊκού οξέος. Επίσης, προσδίδει μία λιπαρή αίσθηση στον καφέ.

3.1.2.2 Πυραζίνες

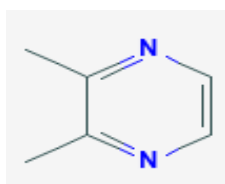
Οι πυραζίνες είναι ετεροκυκλικά παράγωγα και σχηματίζονται κατά το καβούρδισμα μέσω της αντίδρασης Maillard, μεταξύ των αμινοξέων και των σακχάρων. Οι διυδρο-πυραζίνες αποτελούν μια ιδιαίτερη κατηγορία, καθώς είναι πολύ ασταθείς με αποτέλεσμα να υπάρχει δυσκολία στην απομόνωση και μελέτη της δομής τους. Οι αλκυλοπυραζίνες είναι προϊόντα της αντίδρασης Maillard και είναι υπεύθυνες για το καβουρδισμένο άρωμα του καφέ.

- **2-μεθυλοπυραζίνη (C₅H₆O)**



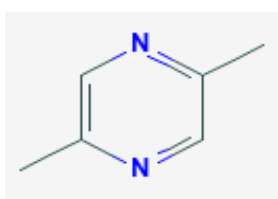
Ο ρυθμός σχηματισμού της συγκεκριμένης πυραζίνης αυξάνεται, όσο αυξάνεται η θερμοκρασία ψησίματος του καφέ. Έχει βρεθεί στον μη καβουρδισμένο καφέ, σε έξι ποικιλίες καφέ Arabica και σε έξι ποικιλίες καφέ Robusta. Είναι υπεύθυνη για την αίσθηση που αφήνει στο στόμα ο ψημένος καφές.

- **2,3 διμεθυλο πυραζίνη (C₆H₈N₂)**



Ο ρυθμός σχηματισμού της πυραζίνης αυτής αυξάνεται, καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία καβουρδίσματος. Προσδίδει μία έντονη καβουρδισμένη γεύση, σαν αυτή του καρυδιού. Σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις παρουσιάζει μία ελαφριά γεύση καραμέλας.

- **2,5 διμέθυλο πυραζίνη (C₆H₈N₂)**

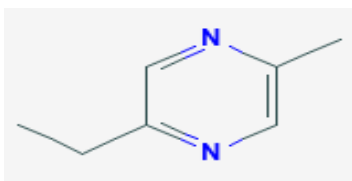


Η πυραζίνη αυτή συναντάται στον καβουρδισμένο αλλά και στον πράσινο καφέ. Σχηματίζεται μέσω της αντίδρασης Strecker ενός αμινοξέος και της πυρουβαλδεΐδης και στη συνέχεια μέσω διαδοχικών συμπυκνώσεων και οξειδώσεων της παραγόμενης αμινοκετόνης. Η μυρωδιά του είναι γλωώδης, ενώ ταυτόχρονα θυμίζει αυτή του καβουρδισμένου καρυδιού και των σπόρων καλαμποκιού. Επίσης, η γεύση του θυμίζει πατατάκια, σοκολάτα ή ψημένα φιστίκια.

- **2 αιθυλο 3-μεθυλο πυραζίνη (C₇H₁₀N₂)**

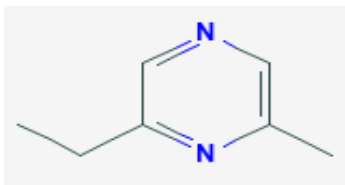
Η πυραζίνη αυτή συναντάται στον καβουρδισμένο καφέ. Σχηματίζεται μέσω της αντίδρασης συμπύκνωσης μεταξύ της αιθυλενοδιαμίνης με την 2,3 πεντανεδιόνη. Η γεύση του θυμίζει αυτή του ψημένου ξηρού καρπού.

- **2 αιθυλο 5-μεθυλο πυραζίνη (C₇H₁₀N₂)**



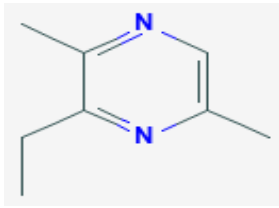
Συναντάται τόσο στον καβουρδισμένο όσο και στον μη καβουρδισμένο καφέ. Σχηματίζεται κατά το καβούρδισμα μέσω της συμπύκνωσης (συμπεριλαμβανομένης και της αποικοδόμησης της αντίδρασης Strecker ενός αμινοξέος) της πυρουβαλδεΐδης με την αιθυλογλυοξάλη. Η γεύση του θυμίζει αυτή του καβουρδισμένου φουντουκιού.

- **2-αιθυλο 6-μεθυλο πυραζίνη (C₇H₁₀N₂)**



Συναντάται στους πράσινους κόκκους του καφέ αλλά και στον ψημένο. Είναι προϊόν σχηματισμού της μεθυλίωσης της 2,6 διμέθυλο πυραζίνης και έχει γεύση που θυμίζει καβουρδισμένο φουντούκι.

- **3-αιθυλο 2,5 διμέθυλο πυραζίνη (C₇H₁₀N₂)**

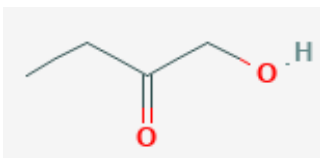


Συναντάται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στον καβουρδισμένο καφέ, αλλά και σε μικρότερες συγκεντρώσεις στον πράσινο καφέ. Είναι προϊόν σχηματισμού της αντίδρασης Maillard μεταξύ του διπεπτιδίου Ala-Asp (αλανίνη – ασπαρτικό οξύ) με τη γλυκόζη. Ένας άλλος τρόπος σχηματισμού της συγκεκριμένης πυραζίνης είναι μέσω της συμπύκνωσης της πυρουβαλδεΐδης με την 2,3 πεντανεδιόνη (αποικοδόμηση Strecker). Έχει την αίσθηση του καβουρδισμένου, ενώ σε συγκεντρώσεις περίπου 20 ppm έχει γεύση φουντουκιού.

3.1.2.3 Κετόνες

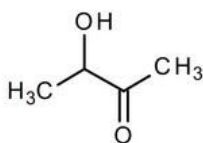
Οι κετόνες αντιπροσωπεύουν το 21,5% των συστατικών του αρώματος του καφέ. Κάποιες αλειφατικές υδροξυ-κετόνες δημιουργούνται από την καταλύομενη με βάση αποικοδόμηση της φρουκτόζης. Επίσης, ορισμένες δικετόνες σχηματίζονται από τη πυρόλυση υδατανθράκων.

- **1-υδροξυ-2-βουτανόνη (C₄H₈O₂)**



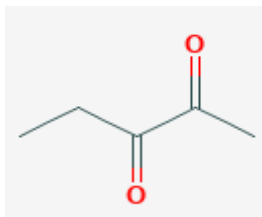
Ανήκει στη κατηγορία αλειφατικών υδροξυ κετονών και έχει ανιχνευθεί στον καφέ.

- **3-υδροξυ-2-βουτανόνη (C₄H₈O₂)**



Όπως και η προηγούμενη κετόνη, έτσι και αυτή έχει βρεθεί στον καβουρδισμένο καφέ και σε μη υγιείς πράσινους κόκκους. Είναι προϊόν σχηματισμού κάποιας ζύμωσης αντίστοιχης αυτής που πραγματοποιείται από τα εντεροβακτήρια ή απλά κάποιας συμπύκνωσης δύο μορίων ακεταλδεΐδης. Ένας άλλος τρόπος σχηματισμού της συγκεκριμένης κετόνης είναι κατά τη θέρμανση της γλυκόζης και τέλος συναντάται κατά τη θερμική αλληλεπίδραση της γλυκόζης με την κυστεΐνη. Θυμίζει τη λιπαρή αίσθηση που αφήνει το βούτυρο στο στόμα.

- **2,3-πεντανοδιόνη (C₅H₈O₂)**



Πρόκειται για μία αλειφατική δικετόνη που έχει βρεθεί στον ψημένο καφέ. Έχει ανιχνευθεί κατά τη θερμική αλληλεπίδραση της γλυκόζης με την κυστεΐνη. Επίσης, έχει γεύση βουτύρου και ταυτόχρονα αφήνει μια πικάντικη αίσθηση.

3.1.2.4.Θειούχες ενώσεις

Υπάρχουν δύο πιθανοί τρόποι σχηματισμού των θειούχων ενώσεων. Ο πρώτος αφορά τον σχηματισμό τους από τις μεταβολικές διαδικασίες του φυτού, ενώ ο δεύτερος αφορά τον σχηματισμό τους κατά τη διαδικασία καβουρδίσματος. Οι θειούχες ενώσεις παίζουν σημαντικό ρόλο στον καθορισμό του αρώματος του καφέ. Τέλος, έχει παρατηρηθεί πως η συγκέντρωση των θειούχων ενώσεων είναι υψηλότερη στον καφέ Arabica, από ότι σε ποικιλίες Robusta.

- **Μεθανοθειόλη (H₃C-SH)**

Η συγκεκριμένη ουσία προσδίδει μία έντονη νότα στον καβουρδισμένο καφέ, ενώ παράλληλα είναι υπεύθυνη για τη φρεσκάδα του.

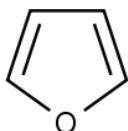
- **Διμέθυλο-σουλφίδιο (HS-H₂C-SH)**

Είναι προϊόν οξείδωσης της μεθανοθειόλης. Συναντάται στον καβουρδισμένο αλλά και στον πράσινο καφέ.

3.1.2.5. Φουρανικά παράγωγα

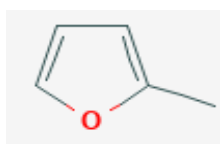
Τα φουράνια είναι κυκλικοί αιθέρες, που προέρχονται από τη συμπύκνωση υδατανθράκων που συμμετέχουν στις αντιδράσεις αμαύρωσης. Ο μη καβουρδισμένος καφές έχει μεγαλύτερες ποσότητες σακχαρόζης και άλλων σακχάρων, και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία φουρανικών παραγώγων κατά το καβούρδισμα. Συγκρίνοντας τις δύο πιο δημοφιλείς ποικιλίες καφέ, παρατηρείται πως ο καφέ Arabica έχει μεγαλύτερες περιεκτικότητες φουρανικών παραγώγων από ότι στο Robusta. Επίσης, είναι προϊόν σχηματισμού της αντίδρασης Maillard, σχηματίζονται μέσω θερμικής οξειδωσης των λιπιδίων, μέσω της αποικοδόμησης της θιαμίνης και από τη διάσπαση των νουκλεοτιδίων.

- **Φουράνιο**



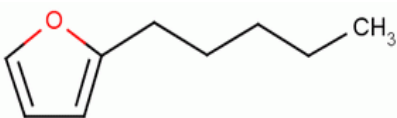
Συναντάται στον καβουρδισμένο αλλά και στον μη καβουρδισμένο καφέ. Προκύπτει από τη θέρμανση της γλυκόζης και αποτελεί σημαντικό παράγοντα καθορισμού του τυπικού αρώματος του καφέ. Έχει παρόμοια γεύση με αυτήν της κανέλας καθώς επίσης αφήνει μια πικάντικη αίσθηση στο στόμα.

- **2-μεθυλο-φουράνιο**



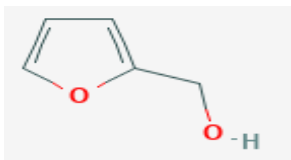
Η ουσία αυτή, όπως και το φουράνιο που αναφέρθηκε προηγουμένως, είναι υπεύθυνη για το τυπικό άρωμα του καφέ. Επίσης, αποτελεί προϊόν σχηματισμού της θερμικής αποικοδόμησης της γλυκόζης.

- **2-αμυλ-φουράνιο (2-pentylfuran)**



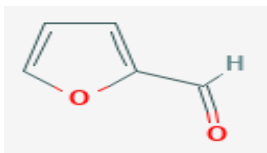
Έχει εντοπιστεί στον πράσινο αλλά και στον καβουρδισμένο καφέ. Υπάρχουν ενδείξεις πως στον καφέ παράγεται από το λινελαϊκό οξύ. Επίσης, η αίσθηση που αφήνει στο στόμα, είναι γαιώδης και μερικές φορές λιπαρή.

- **Φουρφουρυλική αλκοόλη (2-furan methanol, furfuryl alcohol)**



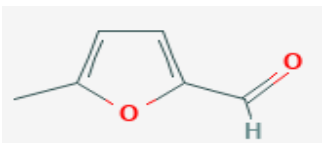
Η συγκεκριμένη αλκοόλη έχει εντοπιστεί στους κόκκους του μη καβουρδισμένου καφέ και αυξάνεται αφού υποστεί θερμική επεξεργασία. Είναι προϊόν σχηματισμού της αντίδρασης της κυστεΐνης και της μεθιονίνης με την 2-φουραλδεΐδη μέσω θέρμανσης, όπου ένα ποσοστό της αλδεΐδης μετά από αναγωγή δίνει την αλκοόλη. Επίσης, παρουσιάζει μια καραμελοειδή οσμή, ενώ ορισμένες φορές συνδέεται με το δυσάρεστο πικάντικο και πικρό χαρακτήρα των έντονα καβουρδισμένων κόκκων του καφέ.

- **Φουρφουράλη (2-furaldehyde, furfural, 2-furancarboxaldehyde)**



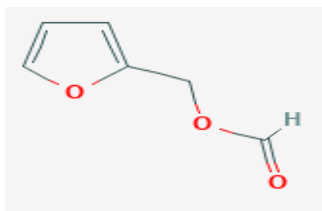
Η φουρφουράλη συναντάται σε μεγάλες συγκεντρώσεις στον μη θερμικά επεξεργασμένο καφέ. Σε αντίθεση με την προηγούμενη αλκοόλη, η συγκέντρωση αυτής μειώνεται με την επίδραση της θερμικής επεξεργασίας του καφέ. Είναι αποτέλεσμα της οξείδωσης της φουρφουρυλικής αλκοόλης και της θερμικής αποικοδόμησης της γλυκόζης. Επίσης, σχηματίζεται και από τη διάσπαση της πεντοζάνης. Υπάρχουν διάφοροι χαρακτηρισμοί της οσμής αυτής της ένωσης, όπως πικάντικη, γλυκιά και καραμελοειδή, παρόμοια με αυτή της κανέλας και του αμυγδάλου.

- **5-μέθυλο-φουρφουράλη (5-methyl-2-furaldehyde)**



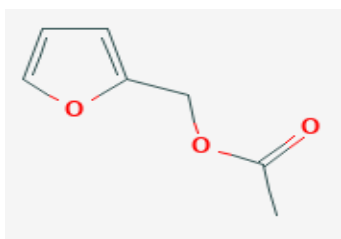
Συναντάται στους πράσινους κόκκους του καφέ. Κατά τη θερμική επεξεργασία του καφέ η συγκέντρωσή της αυξάνεται κατά τα πρώτα πέντε λεπτά (μέχρι τους 230 °C) και στη συνέχεια μειώνεται απότομα. Προκύπτει κατά τη θερμική αποικοδόμηση της γλυκόζης. Επίσης, η οσμή της ένωσης αυτής χαρακτηρίζεται ως γλυκιά, καυτερή, ζεστή και καραμελώδης.

- **Furfuryl formate (2-furanmethanol formate)**



Είναι εστέρας της φουρφουρυλικής αλκοόλης και συναντάται μόνο στον καβουρδισμένο καφέ.

- **Furfuryl acetate (2-furanmethanol acetate)**

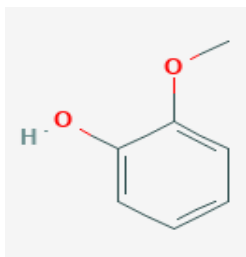


Είναι εστέρας της φουρφουρυλικής αλκοόλης, συναντάται στον πράσινο και στον καβουρδισμένο καφέ. Η οσμή της ένωσης αυτής χαρακτηρίζεται ως ελαφριά, αιθέρια-λουλουδένια.

3.1.2.6 Φαινόλες

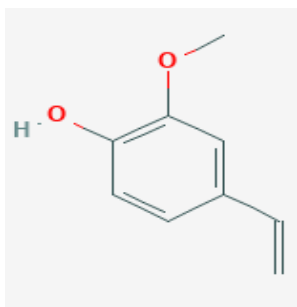
Πρόκειται για ουσίες με χαμηλή πτητικότητα, δηλαδή δεν εξατμίζονται εύκολα υπό κανονικές συνθήκες. Αποτελούν σημαντικό παράγοντα για τη διαμόρφωση της ποιότητας του καφέ και σχηματίζονται από τη διάσπαση των χλωρογενικών οξέων. Στην πλειοψηφία τους οι φαινόλες αφήνουν δυσάρεστη αίσθηση στο στόμα έπειτα από τη δοκιμή τους. Υπάρχουν όμως κάποιες φαινόλες, οι οποίες σε χαμηλές συγκεντρώσεις προσδίδουν μια γλυκύτητα στον καφέ. Η συγκέντρωση των φαινολών αυξάνεται όσο αυξάνεται και ο βαθμός καβουρδίσματος και είναι μεγαλύτερη στη ποικιλία Robusta από ότι στην ποικιλία Arabica.

- **Γουαϊακόλη (2-methoxyphenol)**



Υπάρχει στους κόκκους του καφέ που δεν έχουν υποστεί ακόμη θερμική επεξεργασία. Στη συνέχεια, κατά τη θερμική επεξεργασία αυξάνεται η συγκέντρωσή του, ενώ κατά την αποθήκευση του καφέ μειώνεται.

- **p-βίνυλο-γουαϊακόλη (2-methoxy-4-vinylphenol)**



Είναι αποτέλεσμα της θερμικής αποικοδόμησης του φεουλικού οξέος. Η συγκέντρωση της ένωσης αυτής αυξάνεται κατά την αποθήκευση του καφέ, φθάνοντας στη μέγιστη τιμή της έπειτα από 4-5 εβδομάδες αποθήκευσης σε συνθήκες περιβάλλοντος και συσκευασίες διαπερατές από τον αέρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο :

ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΡΩΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΚΑΦΕ

4.1 Μηχανισμοί στους οποίους στηρίζεται η εξαγωγή του αρώματος.

Ο σχηματισμός αρώματος του καφέ αποτελεί μία εξαιρετικά πολύπλοκη διαδικασία. Για το λόγο αυτό, το άρωμα του καφέ στηρίζεται στην εξαγωγή του μέσω διαφόρων μηχανισμών. Οι μηχανισμοί αυτοί μπορεί να αφορούν αντιδράσεις όπως είναι η αποικοδόμηση Strecker, η αποικοδόμηση μεμονωμένων αμινοξέων, ιδιαίτερα αμινοξέων θείου, υδροξυαμινοξέων και προλίνης, η αποδόμηση της ζάχαρης, η αποικοδόμηση των φαινολικών οξέων, ιδιαίτερα του τμήματος κινανικού οξέος, η υποβάθμιση λιπιδίων και τέλος η αλληλεπίδραση μεταξύ ενδιάμεσων προϊόντων αποσύνθεσης.

4.2 Θερμική υποβάθμιση των αρχικών μορίων του αρώματος.

Τα σάκχαρα, τα αμινοξέα, οι πρωτεΐνες και οι φαινολικές ενώσεις, βρίσκονται στους πράσινους κόκκους καφέ, δηλαδή στον μη καβουρδισμένο καφέ και είναι υπεύθυνες για τον σχηματισμό του αρώματος. Τα προϊόντα καραμελοποίησης προκύπτουν κατά το ψήσιμο, όπου καταστρέφονται οι πολυσακχαρίτες και τα απλά σάκχαρα. Επίσης, τα χλωρογενικά οξέα και τα πτητικά φαινορικά παράγωγα υδρολύονται εύκολα, αποδίδοντας παράγωγα υδροξυκινναμικού οξέος. Τα υδροξυκινναμικά οξέα υφίστανται με τη σειρά τους αποκαρβοξυλίωση και άλλες χημικές αντιδράσεις, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό ισχυρών πτητικών φαινολικών ενώσεων, όπως η γουαϊακόλη, η π-βινυλγουαϊακόλη και οι φαινόλες. (Dorfner R., Ferge T., Ketrup A., Zimmermann R., & Yeretzi C. 2003).

Η τριγονελλίνη είναι ένα αλκαλοειδές που υπάρχει στους πράσινους κόκκους καφέ. Αυτή διασπάται, αποδίδοντας σημαντικές οσμές καφέ όπως πυριδίνες και πυρόλες. Οι επιπτώσεις της πυρόλυσης των αρχικών μορίων του αρώματος επισημάνθηκαν στη μελέτη που διεξήχθη από τους De Maria C.A.B. (1996), όπου η πυρόλυση υδροξυαμινοξέων όπως η σερίνη και η θρεονίνη που συμβαίνει κατά τη διάρκεια του ψήσιματος ήταν υπεύθυνη για τη δημιουργία παραγώγων αλκυλοπυραζινών και πυρρολών. Σημαντικός σχηματισμός πυριδίνης οφείλεται στη διάσπαση της τριγονελλίνης.

4.3 Αντιδράσεις Maillard

Μέσω αυτών των αντιδράσεων σχηματίζονται οι ετεροκυκλικές ενώσεις (πυρόλες, φουράνια, θειοφαίνια και θειαζόλες) οι οποίες βρίσκονται στα εκχυλίσματα καφέ, έχουν αντιοξειδωτική δράση και επηρεάζουν το άρωμα του καφέ.(Fuster et al., 2000). Τα αμινοξέα και τα αναγωγικά σάκχαρα που δημιουργούνται από την υδρόλυση των πρωτεϊνών και της σακχαρόζης κατά το ψήσιμο, είναι οι πρόδρομες ενώσεις ή αλλιώς τα αρχικά μόρια της γεύσης που παίρνουν μέρος στις αντιδράσεις Maillard. (Σχήμα 19, 20).

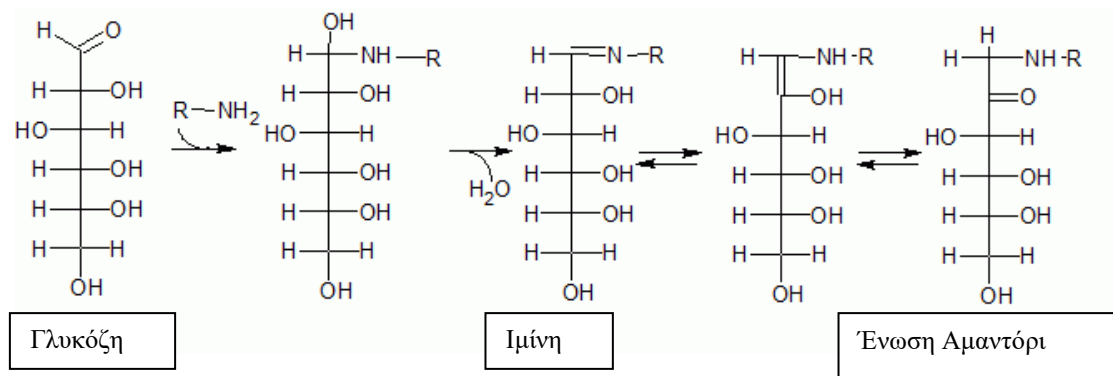
Συνθήκες που ευνοούν την ανάπτυξη Maillard είναι η υψηλή θερμοκρασία, το pH (η προσθήκη βάσεων ευνοεί την αντίδραση) και τέλος, το σχετικά χαμηλό ποσοστό υγρασίας το οποίο με τη σειρά του αυξάνει τη συγκέντρωση των αντιδρώντων. Τα αποτελέσματα αυτών των αντιδράσεων άλλοτε είναι επιθυμητά και άλλοτε ανεπιθύμητα. Επίσης, οι μελέτες που έχουν διεξαχθεί, αποδεικνύουν πως οι αντιδράσεις Maillard ενός συγκεκριμένου μείγματος αμινοξέων με γλυκόζη, αποδίδουν το ίδιο άρωμα με εκείνο των αμινοξέων που υπάρχουν στο σύστημα. (Wong K.H., Abdul Aziz S. & Mohamed S., 2008).

Η εφαρμογή της σήμανσης ισοτόπων ^{13}C οδηγούν στο σχηματισμό αλκυλοπυραζινών . Δεδομένου ότι ο σχηματισμός αλκυλοπυραζινών από διαφορετικά αμινοξέα γίνεται με διαφορετικούς μηχανισμούς, το προφίλ των αμινοξέων παίζει σημαντικό ρόλο στις αντιδράσεις Maillard, ως πρόδρομες ενώσεις της γεύσης για τον σχηματισμό αρώματος. (Montavon P., Mauron A.-F. & Duruz E., 2003). Αλλαγές στο προφίλ της πρωτεΐνης των πράσινων κόκκων καφέ παρατηρήθηκαν χρησιμοποιώντας ηλεκτροφόρηση πηκτής δύο διαστάσεων πολυακρυλαμιδίου, και αποδόθηκε στους κατακερματισμούς της πρωτεΐνης κατά το ψήσιμο, για να σχηματίσουν πρόδρομες ενώσεις αμινοξέων. Η ηλεκτροφόρηση είναι μία τεχνική διαχωρισμού και εν συνεχεία προσδιορισμού μίγματος ουσιών μεγάλου μοριακού βάρους, όπως π.χ. πρωτεϊνών, ή μορίων με μικρότερο μοριακό βάρος, όπως πεπτίδια ή ακόμη και μίγματος ουσιών με μικρό μοριακό βάρος, όπως π.χ. αμινοξέα.

Η μείωση των σακχάρων παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στις αντιδράσεις Maillard. Από έρευνα που πραγματοποιήθηκε, διαπιστώθηκε πως απομονώθηκαν τα διαλυτά κλάσματα στην αιθανόλη, ενώ τα αδιάλυτα κλάσματα των πράσινων κόκκων καφέ καθώς και τα συστατικά που υπάρχουν στα μεμονωμένα κλάσματα αξιολογήθηκαν για τον ρόλο τους στον σχηματισμό αρώματος του καφέ. Στο διαλυτό στην αιθανόλη κλάσμα, η πλήρης αποικοδόμηση της σακχαρόζης που αντιστοιχεί σε

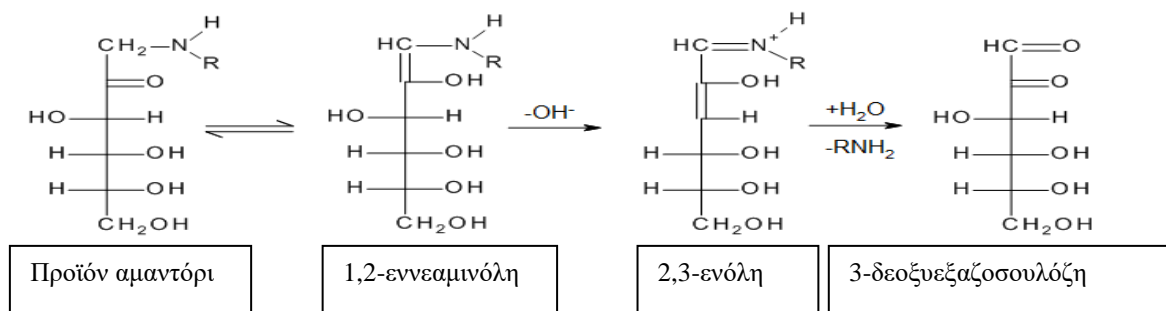
σημαντικό σχηματισμό φουρανίων μετά το ψήσιμο υπογράμμισε τον ρόλο των υδρολυτικών προϊόντων σακχαρόζης στις αντιδράσεις Maillard. Η απουσία σακχαρόζης στο αδιάλυτο στην αιθανόλη κλάσμα αναμένεται να αποδώσει χαμηλότερο αριθμό φουρανίων. (Poisson L. 2009). Επιπλέον, βρέθηκε πως διαφορετικά αναγωγικά σάκχαρα εμφανίζουν διαφορετικούς ρυθμούς αντιδράσεων στις αντιδράσεις Maillard, με τη φρουκτόζη να αποδεικνύεται πιο αποτελεσματική πρόδρομος ένωση σε σύγκριση με τη γλυκόζη.

Επομένως, όλες οι προαναφερθείσες μελέτες τόνισαν τη σημασία των πρωτεϊνών, των υδατανθράκων και των αντίστοιχων υδρολυτικών προϊόντων ως πρόδρομων ενώσεων της γεύσεως στον σχηματισμό ισχυρών οσμών αρώματος καφέ από τις αντιδράσεις Maillard.



Πηγή: <https://i1.wp.com/foodcrumbles.com/wp-content/uploads/2016/04/Maillard-step-1.gif?resize=666%2C207&ssl=1>

Σχήμα 19 Απεικόνιση της πορείας των αντιδράσεων που συμβαίνουν στην πρώτη φάση της αντίδρασης Maillard, ως παράδειγμα χρησιμοποιείται η γλυκόζη.



Πηγή: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dicarbonyls.png>

Σχήμα 20 Τελευταία στάδια της αντίδρασης Maillard, με σχηματισμό δικαρβονυλικών προϊόντων.

Τα δικαρβονύλια (Σχήμα 20) αντιδρούν με αμινομάδες αμινοξέων και τα αποδομούν σε αλδεΐδες (αποικοδόμηση Strecker) και CO₂. Συνεπώς, οι αλδεΐδες που σχηματίζονται συμβάλλουν στο άρωμα του καφέ.

4.4 Σχέση μεταξύ των μη πτητικών ενώσεων του μη καβουρδισμένου καφέ και του προφίλ αρώματος του καβουρδισμένου καφέ

Οι πτητικές ενώσεις, δηλαδή οι οργανικές ενώσεις που έχουν υψηλή τάση ατμών σε συνηθισμένη θερμοκρασία δωματίου, το αρωματικό προφίλ του καφέ καθώς και οι ιδιότητες κοπής του καβουρδισμένου καφέ, εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη σύνθεση των πρόδρομων ενώσεων του αρώματος που υπάρχουν στους πράσινους κόκκους καφέ πριν ψηθούν. Το παραπάνω τεκμηριώθηκε από μελέτες που έγιναν και έδειξαν πως οι διαφορές στις συγκεντρώσεις των πρόδρομων ενώσεων του αρώματος, όπως οι πρωτεΐνες, οι υδατάνθρακες και τα χλωρογενικά οξέα σε πράσινους κόκκους καφέ της ίδιας ποικιλίας, αντιστοιχούσαν σε διαφορετικές ιδιότητες κοπής μετά το ψήσιμο. (Franca A.S., Mendonca J.C.F., Oliveira L.S., 2005).

Επομένως, δεδομένου ότι τα αρχικά μόρια του αρώματος των πράσινων κόκκων καφέ παίζουν ουσιαστικό ρόλο στο σχηματισμό πτητικών ενώσεων που σχετίζονται με το άρωμα του καφέ κατά το ψήσιμο, το ίδιο θα ισχύει και στον καβουρδισμένο καφέ. Από αυτήν την αλληλοεξαρτώμενη σχέση μεταξύ των πτητικών συστατικών και του αντίστοιχου αρώματος καβουρδισμένου καφέ, προκύπτει πως οι διεργασίες που γίνονται κατά την επεξεργασία, όπως η ζύμωση, επιφέρουν αλλαγές στη σύνθεση των μη πτητικών συστατικών, με αποτέλεσμα να αλλάζει και η γεύση του καφέ.

4.5 Αρωματικές ενώσεις και σταθερότητα του αρώματος στο παρασκευασμένο καφέ.

Μέχρι στιγμής έχουν ταυτοποιηθεί 850 πτητικές ενώσεις στο αρωματικό κλάσμα του καβουρδισμένου καφέ. Από αυτές μόνο οι 40 συνεισφέρουν στο άρωμα του καφέ. Οι 28 από αυτές τις 40 ενώσεις έχουν εντοπιστεί στο μέτρια καβουρδισμένο καφέ Arabica.

Πίνακας 4 Ενώσεις που προσδίδουν οσμή στο καβουρδισμένο καφέ.

Αρωματικές Ενώσεις
Ακεταλδεΐδη , μεθανοθειόλη, προπανάλη, μεθυλοπροπανάλη, 2-/3-μεθυλοβουτανάλη, 2,3-βουτανοδιόνη, 2,3-πεντανοδιόνη, 3-μεθυλο-2-βουτενο-1-θειόλη, 2-μεθυλο-3-φουρανοθειόλη, 2-φουρφοφυρολοθειόλη, 2-/3-μεθυλο-βουτυρικό οξύ, μεθειονάλη, 2,3,5—τριμεθυλοθειαζόλιο, τριμεθυλοπυραζίνη, 3-μερκαπτο-3-μεθυλο-1-βουτανόλη, 3-μερκαπτο-3-μεθυλοβουτυλομυρμηκικό, 2-(1-μερκαπτοαιθυλο)-φουράνιο, 2-μεθοξυ-3-ισοπροπυλοπυραζίνη, 5-αιθυλο-2,4-διμεθυλοθειαζόλη, 2-αιθυλο-3,5-διμεθυλοπυραζίνη, φαινυλακεταλδεΐδη, 2-αιθυνελο-3,5-διμεθυλοπυραζίνη, λιναλοόλη, 2,3-διαιθυλο-5-μεθυλοπυραζίνη, 3,4-διμεθυλο-2-κυκλοπεντενολ-1-όνη, γουαϊκόλη, 4-υδροξυ-2,5-διμεθυλο-3(2 H)-φουρανόνη, 3-ισοβουτυλο-2-μεθοξυ-πυραζίνη, 2-αιθένυλο-3-αιθυλο-5-μεθυλοπυραζίνη, 6,7-διυδρο-5-μεθυλο-5 H-κυκλοπενταπυραζίνη, (E)-2-εννεανάλη, 5-αιθυλο-4-υδροξυ-2-μεθυλο-3(2 H)-φουρανόνη, 3-υδροξυ-4,5-διμεθυλο-2(5 H)-φουρανόνη, 4-αιθυλογουαϊκόλη, π-ανισαλδεΐδη, 5-αιθυλο-3-υδροξυ-4-μεθυλο-2(5H)-φουρανόνη, 4-βινυλογουαϊκόλη, (E)-β-δαμασκηνόνη, δις(2-μεθυλο-3-φουρυλο)δισουλφίδιο, βανιλίνη.

Πηγή: Belitz H.D., Grosch W. & Schieberle P. (4^η έκδοση) (2018) Χημεία Τροφίμων (Στυλιανός Ν. Ραφαηλίδης, Μετάφρ.) Θεσσαλονίκη : Εκδόσεις Τζιόλα.

Στον Πίνακα 5 δίνονται οι αποδόσεις των αρωματικών ουσιών του μέτρια καβουρδισμένου καφέ Arabica, κατά την παρασκευή του με 54g σκόνης καφέ και νερό θερμοκρασίας περίπου 90 °C. (μ.α. = μη αναλυθέν).

Το άρωμα του καφέ δε διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα. Σύμφωνα με έρευνες που έχουν διεξαχθεί, έχει διαπιστωθεί πως η 2-φουρφοφυρολοθειόλη (2-FFT) είναι η ένωση που κατά κύριο λόγο ευθύνεται για το άρωμα του καφέ. (Blank I., 1992, Hofmann T. and Schieberle P., 2002, Semmelroch P. and Grosch W., 1995). Ωστόσο, η ένωση αυτή μειώνεται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας ή της αποθήκευσης του καφέ. Οι πρόδρομες ενώσεις της 2-φουρφοφυρολοθειόλης είναι πολυσακχαρίτες που περιέχουν αραβινόζη π.χ. αραβινογαλακτάνες, αλλά και η κυστεΐνη στην ελεύθερη και δεσμευμένη μορφή της.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 Συγκεντρώσεις έντονα οσμηρών ουσιών στο μέτρια καβουρδισμένο καφέ Arabica.

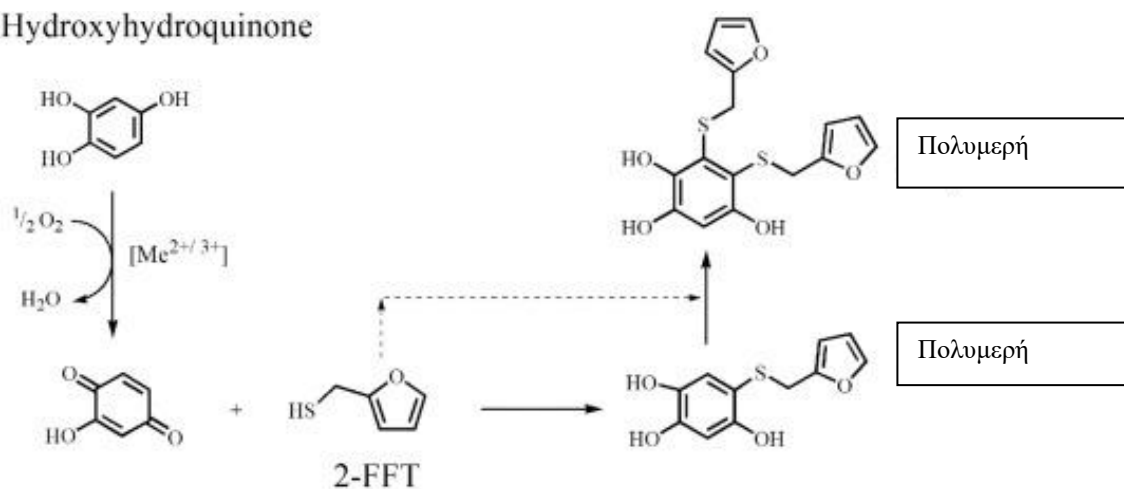
A/A Ομάδα/Οσμηρή ουσία	Συγκέντρωση (mg/kg)	Απόδοση (%)
Γλυκείς οσμές/ομάδα που προσομοιάζει την οσμή της καραμέλας		
1. Μεθυλοπροπανάλη	28,2	59
2. 2-Μεθυλοβουτανάλη	23,4	62
3. 3-Μεθυλοβουτανάλη	17,8	62
4. 2,3-Βουτανοδιόνη	49,4	79
5. 2,3-Πεντανοδιόνη	36,2	85
6. 4-Υδροξυ-2,5-διμεθυλο-3(2H)-φουρανόνη(HD3F)	120	95
7. 5-Αιθυλο-4-υδροξυ-2-μεθυλο-3(2H)-φουρανόνη (EHM3F)	16,7	93
8. Βανιλίνη	4,1	95
Ομάδα γαιωδών οσμών		
9. 2-Αιθυλο-3,5-διμεθυλοπυραζίνη	0,326	79
10. 3-Αιθυλο-3,5-διμεθυλοπυραζίνη	0,053	35
11. 2,3-Διαιθυλο-5-μεθυλοπυραζίνη	0,090	67
12. 2-Αιθυλο-3-αιθυλο-5-μεθυλοπυραζίνη	0,017	25
13. 3-ισοβουτυλο-2-μεθοξυ-πυραζίνη	0,087	23
Ομάδα θειούχων οσμών/οσμών καβουρδίσματος		
14. 2-Φουρφοφυρλοθειόλη	1,70	19
15. 2-Μέθυλο-3-φουρανοθειόλη	0,064	34
16. Μεθειονάλη	0,239	74
17. 3-Μερκαπτο-3-μεθυλοβουτυλο-μυρμηκικό	0,112	81
18. 3-Μέθυλο-2-βουτενο-1-θειόλη	0,0099	85
19. Μεθανοθειόλη	4,55	72
20. Διμέθυλοτρι σουλφίδιο	0,028	μ.α.
Ομάδα οσμών καπνού/οσμής φαινόλης		
21. Γουαϊακόλη	3,2	65
22. 4-Αιθυλογουαϊκόλη	1,6	49
23. 4-Βινυλογουαϊκόλη	55	30
Ομάδα φρουτωδών οσμών		
24. Ακεταλδεΐδη	130	73
25. Προπανάλη	17,4	μ.α.
26. (E)-β-Δαμασκινόνη	0,226	11
Ομάδα οσμών μπαχαρικών		
27. 3-Υδροξυ-4,5-διμέθυλο-3(5H)-φουρανόνη(HD2F)	1,58	78
28. 5-Αιθυλο-3-Υδροξυ-4-μέθυλο-2(5H)-φουρανόνη(EHM2F)	0,132	μ.α.

Πηγή : Belitz H.D., Grosch W. & Schieberle P. (4^η έκδοση) (2018) Χημεία Τροφίμων

(Στυλιανός Ν. Ραφαηλίδης, Μετάφρ.) Θεσσαλονίκη : Εκδόσεις Τζιόλα.

Η μείωση της συγκέντρωσης της 2-φουρφοουλοθειόλης γίνεται λόγω των αντιδράσεων αποσύνθεσης, οι οποίες διαιρούνται σε αναστρέψιμες και μη αναστρέψιμες. (Charles-Bernard M., 2005, Guichard E., 2002). Έχει βρεθεί πως η ομάδα θειόλης της 2-φουρφοουλοθειόλης είναι ένα καλό νουκλεόφιλο, το οποίο εμπλέκεται σε πυρηνόφιλες αντιδράσεις και αντιδράσεις ριζών. (Rowe D., 2009). Η υδροξυϋδροκινόνη (HHQ) είναι ένα από τα προϊόντα αποδόμησης του χλωρογενικού οξέος, από αυτήν δεσμεύεται η 2-φουρφοουλοθειόλη και μέσω της κίνησης αρχίζει η μείωση της συγκέντρωσης της. (Σχήμα 21).

Hydroxyhydroquinone



Πηγή: Muller C., Hofmann T. (2007)

Σχήμα 21 Μηχανισμός δέσμευσης της 2-φουρφοουλοθειόλης από την υδροξυϋδροκινόνη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο :

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΜΑΡΚΕΤΙΝΓΚ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΤΟΥ ΚΑΦΕ

5.1 Προσέλκυση καταναλωτών μέσω τεχνικών, όπως το πολυαισθητικό μάρκετινγκ

Ο σχεδιασμός των τροφίμων και των ροφημάτων παίζουν σημαντικό ρόλο στην αποδοχή τους από τον καταναλωτή. Επομένως, οι μεγάλες εταιρίες τροφίμων ξοδεύουν πολλά χρήματα κάθε χρόνο σε στρατηγικές μάρκετινγκ που θα αυξήσουν τις πωλήσεις τους. Αυτό συμβαίνει γιατί οι άνθρωποι επηρεάζονται αρκετά από τις διάφορες πληροφορίες που αναγράφονται στις ετικέτες των προϊόντων. Κρίνουν δηλαδή ένα προϊόν από την εξωτερική εμφάνιση, διότι η εμπειρία του ανθρώπου στη γεύση χαρακτηρίζεται ως πολυαισθητική. (Piqueras-Fiszman B., Spence C., 2015, Spence C., 2011).

Το πολυαισθητικό μάρκετινγκ μπορεί να οριστεί ως η συνδυασμένη χρήση των πέντε αισθήσεων του ανθρώπου, οι οποίες συνδέονται με το μέρος του εγκεφάλου που είναι υπεύθυνο για τα συναισθήματα, τις αναμνήσεις και τις απολαύσεις. Βασικός στόχος της εταιρείας που χρησιμοποιεί αυτό το είδος μάρκετινγκ, είναι να δημιουργήσει και να καθιερώσει μια βιώσιμη εικόνα για αυτήν, με αποτέλεσμα να αποκτήσει σταθερούς καταναλωτές που θα την εμπιστεύονται.

Οι άνθρωποι συνδυάζουν σταθερά και αξιόπιστα συγκεκριμένα οπτικά σχήματα με γούστα (Velasco C., 2014), σκληρότητα αφής και ηχητική ένταση (Walker P., 2012), ενώ τα χρώματα ταιριάζουν με τις προτιμήσεις και τις οσμές. (Spencer C., 2015, Guerdoux E., Trouillet R., Brouillet D., 2014).

Αναλυτικότερα, το σχέδιο του προϊόντος είναι ένας τρόπος έκφρασης της διαφορετικότητάς του από άλλα ομοειδή αγαθά. Ο λόγος για τον οποίο οι εταιρείες δίνουν ιδιαίτερη σημασία στη θελκτική εικόνα του προϊόντος, είναι η κάλυψη των προσωπικών αναγκών των καταναλωτών.

Το χρώμα, όπως και το σχέδιο του προϊόντος ανήκει και αυτό στην οπτική εμπειρία του καταναλωτή. Διαφορετικά χρώματα έχουν διαφορετικό ψυχολογικό αντίκτυπο, δημιουργούν δηλαδή διαφορετικά συναισθήματα καθώς ενεργοποιούν σκέψεις, αναμνήσεις και προηγούμενες εμπειρίες μας.

Η αίσθηση της αφής χρησιμεύει ως βοηθητική αίσθηση, η οποία ανακαλεί προηγούμενες εμπειρίες και βιώματα των καταναλωτών, σε περιπτώσεις που οι υπόλοιπες αισθήσεις δεν μπορούν να αξιοποιηθούν πλήρως. Παράγοντες που επηρεάζουν την αίσθηση της αφής είναι τα υλικά από τα οποία είναι κατασκευασμένο το προϊόν, καθώς και η εξωτερική επιφάνεια αυτού.

Η αίσθηση της οσμής είναι δύσκολο να παρερμηνευθεί καθώς κατευθύνεται προς τον εγκέφαλο και δεν υπάρχουν ενδιάμεσοι μηχανισμοί που θα επηρεάσουν το σήμα που αντιλαμβάνεται ο εγκέφαλος. Η οσμή συντελεί στη δημιουργία του προφίλ του προϊόντος που προωθεί η εταιρεία. Έτσι, διαφορετικές οσμές προκύπτουν από την υλοποίηση διαφορετικών στόχων, δημιουργώντας μια μοναδική οσφρητική εμπειρία.

Τέλος, ο ήχος χρησιμοποιείται κυρίως για να προσδώσει ένταση σε κάποιο μήνυμα. Η αίσθηση του ήχου λειτουργεί ως μηχανισμός αφύπνισης εμπειριών, καθιστώντας το αναπόσπαστο κομμάτι της "πολυαισθητικής" στρατηγικής.

Μία πρωτοποριακή μελέτη που πραγματοποιήθηκε πριν από χρόνια, απέδειξε πως το χρώμα της συσκευασίας επηρεάζει την άποψη του καταναλωτή σχετικά με τη γεύση και την οσμή του προϊόντος. (Dichter E., 1964). Στους συμμετέχοντες δόθηκαν τέσσερα φλιτζάνια καφέ για αξιολόγηση και το καθένα από αυτά είχε σερβιριστεί σε φλιτζάνι διαφορετικού χρώματος (καφέ, κόκκινο, μπλε, ή κίτρινο). Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης έδειξαν πως ο καφές που σερβιρίστηκε στο καφέ φλιτζάνι, χαρακτηρίστηκε ως "πολύ δυνατός", ενώ ο καφές στο κόκκινο φλιτζάνι χαρακτηρίστηκε ως πλούσιος και γεμάτος άρωμα. Ο καφές στο μπλε φλιτζάνι χαρακτηρίστηκε πιο ήπιος και τέλος ο καφές στο κίτρινο φλιτζάνι χαρακτηρίστηκε ως "αδύναμος". Παρά τις διαφορετικές αξιολογήσεις, ο καφές που περιείχαν τα τέσσερα διαφορετικού χρώματος φλιτζάνια ήταν ο ίδιος. Έτσι, έγινε εύκολα κατανοητή η επίδραση του χρώματος της συσκευασίας στην αντίληψη της γεύσης του καταναλωτή.

Γενικά, έχουν γίνει διάφορες έρευνες σχετικά με τον καταλληλότερο τρόπο προώθησης των προϊόντων. Αυτό σηματοδοτεί μια νέα εποχή στο μάρκετινγκ, όπου δίνεται έμφαση και στις πέντε αισθήσεις των καταναλωτών με κύριο σημείο εστίασης την όραση. Ο τρόπος δηλαδή παρουσίασης και πώλησης του καφέ στον καταναλωτή έχει αλλάξει. Παρόλα αυτά, η σχέση μεταξύ των εξωγενών στοιχείων της συσκευασίας και των αρωματικών χαρακτηριστικών του καφέ παραμένει άγνωστη.

5.2 Επίδραση των συνθηκών αποθήκευσης στη ποιότητα και διάρκεια ζωής του καφέ

Όταν ανοίγουμε μια καινούρια συσκευασία καφέ μάς κατακλύζει το άρωμα, το οποίο είναι δυστυχώς παροδικό. Τη λύση σε αυτό το πρόβλημα έρχεται να δώσει η αποθήκευση. Η αποθήκευση του καφέ κρύβει πολλά μυστικά, τα οποία έχουν σημαντικό αντίκτυπο στη γεύση του. Αρχικά, η αποθήκευση των πράσινων κόκκων του καφέ σε πρώιμο στάδιο της επεξεργασίας του, αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα για τη βελτίωση της ποιότητας του καφέ πριν από την εξαγωγή του στο εμπόριο. Ο εμπορικός πράσινος καφές έχει συγκεκριμένο χρονικό περιθώριο στο οποίο μπορεί να αποθηκευτεί χωρίς να προκληθεί αλλοίωση των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών, και συγκεκριμένα διαρκεί έως και τρία χρόνια. Η παρατεταμένη αποθήκευση των πράσινων κόκκων του καφέ μπορεί να επιδράσει αρνητικά, καθώς ενδεχομένως να συνοδεύεται και από υποβάθμιση της ποιότητάς του. (Broissin – Vargas L.M., 2018). Ο πράσινος καφές αποθηκεύεται σε σάκους από γιούτα (jute), καθαρού βάρους 60kg (Εικόνα 21) (Clarke R.J. 2012, Illy A. & Viani R., 2005). Μερικές φορές χρησιμοποιούνται πλαστικές ενδιάμεσες σακούλες (Grain Pro)(Εικόνα 22). Επιπλέον, οι σάκοι τοποθετούνται σε ξύλινες ή πλαστικές παλέτες για να αποφευχθεί η μεταφορά υγρασίας. Ο κυριότερος λόγος για τον οποίο είναι απαραίτητη η ορθή αποθήκευση (Εικόνα 23), είναι ότι στους πράσινους κόκκους βρίσκονται οι πρόδρομες ενώσεις από τις οποίες προέρχεται και σχηματίζεται το άρωμα του καφέ κατά το ψήσιμο. Επομένως, η ορθή αποθήκευση συνεισφέρει στη διατήρηση της ποιότητας αλλά και στη διάρκεια ζωής του ροφήματος.



Εικόνα 21 Σάκοι από γιούτα (jute bags).



Πηγή: <https://www.pogoncoffee.com/coffee-packing/>

Εικόνα 22 Ενδιάμεσες πλαστικές σακούλες (Grain Pro)



Εικόνα 23 Αποθήκευση των σάκων σε ξύλινες παλέτες.

Επιπλέον, η αποθήκευση του καφέ πρέπει να εφαρμόζεται σωστά και σε πιο προχωρημένο στάδιο της επεξεργασίας του. Η υγρασία, οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, το φως του ήλιου και το πέρασμα του χρόνου, αποτελούν τις συνθήκες από τις οποίες πρέπει να αποτραπεί η αποθήκευση του καφέ.

Η υγρασία απορροφάται πολύ εύκολα από τον καφέ. Ο συνδυασμός καφέ και υγρασίας προκαλεί έντονη οξείδωση, με αποτέλεσμα να αλλοιώνεται η γεύση του. Η χρήση αεροστεγούς δοχείου ως μέσο αποθήκευσης, αποτελεί τον καταλληλότερο τρόπο καταπολέμησης του φαινομένου αυτού. (Εικόνα 24).



Πηγή: https://datalabs.edu.gr/Article/apothikeysi_kafe_mystika_barista

Εικόνα 24 Αεροστεγές δοχείο αποθήκευσης του καφέ.

Σχετικά με τη θερμοκρασία αποθήκευσης του καφέ, υπάρχουν διάφοροι μύθοι που προτείνουν τη ψύξη ή την κατάψυξη ως τη καταλληλότερη μέθοδο συντήρησης του καφέ. Όμως, η επιτυχημένη εκχύλιση του καφέ βασίζεται στην αποτελεσματική εξαγωγή των ελαίων του. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με την αποθήκευση του καφέ σε χαμηλές θερμοκρασίες, αφού τα έλαια του καφέ στερεοποιούνται, με αποτέλεσμα να παρεμποδίζεται η εκχύλιση. Επιπλέον, ο ατμοσφαιρικός αέρας όταν ψυχρανθεί υγροποιείται, πράγμα που σημαίνει πως αυξάνεται η υγρασία των κόκκων. Επομένως, από όσα ειπώθηκαν παραπάνω καταλήγουμε στο συμπέρασμα, πως η αποθήκευση σε θερμοκρασία δωματίου φέρνει πιο αποδοτικά αποτελέσματα στη διάρκεια ζωής και διατήρησης του αρώματος του καφέ.

Η επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας στην αποθήκευση του καφέ μπορεί να έχει δυσάρεστες συνέπειες. Ο καφές όπως και πολλά άλλα προϊόντα σε στερεή ή υγρή μορφή που καταναλώνουμε, περιέχουν κάποια λιπαρά συστατικά σε διάφορες αναλογίες. Έτσι, το φως επιταχύνει τον ρυθμό αλλοίωσης των λιπαρών αυτών συστατικών, με αποτέλεσμα να προκαλείται τάγγισμα των ελαίων του καφέ. Το τάγγισμα ορίζεται ως το φαινόμενο αλλοίωσης των λιπαρών συστατικών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης και πολλές φορές συνοδεύεται από ανεπιθύμητες οσμές. Ταξινομείται σε δύο κατηγορίες, το οξειδωτικό και το υδρολυτικό τάγγισμα. Συνεπώς, ο καφές είναι προτιμότερο να διατηρείται σε ένα σκιερό σημείο.

Ο χρόνος αποτελεί τον τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει τη διάρκεια ζωής και τη ποιότητα του καφέ. Από τη στιγμή που θα ανοιχτεί για πρώτη φορά η συσκευασία του καφέ, αρχίζει σταδιακά να χάνεται το άρωμα του. Για τον λόγο αυτό συνιστάται η αγορά μικρής ποσότητας καφέ και η κατανάλωση του εντός δύο εβδομάδων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο :

ΝΕΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΚΑΦΕ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

6.1 Τα οφέλη της κατανάλωσης καφέ σε συνδυασμό με τη σωστή διατροφή και την άσκηση

Η σωστή διατροφή και η τακτική σωματική άσκηση είναι τα κλειδιά για τη διατήρηση ενός υγιούς σωματικού βάρους. Ωστόσο, η ενημέρωση της πλειοψηφίας των ανθρώπων σχετικά με τις συνήθειες ενός υγιεινού τρόπου ζωής είναι περιορισμένες. Αυτό έδειξε η έρευνα που πραγματοποίησε το Ινστιτούτο επιστημονικών πληροφοριών για το καφέ (ISIC), καθώς το 76% των Ευρωπαίων δήλωσε πως χρειάζονταν περαιτέρω πληροφορίες.

Λόγω της πληθώρας των συστατικών από τα οποία αποτελείται ο καφές και σε συνδυασμό με μία μέτρια κατανάλωση που αντιστοιχεί σε 3-5 φλιτζάνια καφέ την ημέρα, μπορεί να αποτελέσει μέρος μιας ισορροπημένης διατροφής παρέχοντας μικρές ποσότητες θρεπτικών συστατικών, όπως το μαγνήσιο, το κάλιο και η νιασίνη. Επιπλέον, έχει διαπιστωθεί πως η μέτρια κατανάλωση καφέ συμβάλει στην ενυδάτωση του ανθρώπου και σχετίζεται με οφέλη της υγείας του. Κυριότερες ασθένειες με τις οποίες αλληλεπιδρά θετικά μειώνοντας τον κίνδυνο εμφάνισής τους, είναι διαβήτης τύπου 2, καρκίνος στο συκώτι και καρδιαγγειακές παθήσεις.

6.2 Διαβήτης τύπου 2

Ο διαβήτης τύπου 2 είναι μία ασθένεια που οφείλεται στη διαταραχή του μεταβολισμού της γλυκόζης, η οποία οδηγεί σε υπεργλυκαιμία, δηλαδή αυξημένα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα. Συνδέεται άμεσα με τη παχυσαρκία και παρατηρείται όλο και πιο συχνά ακόμα και σε άτομα νεαρής ηλικίας.

Τον Οκτώβριο του 2018, στην Ετήσια Συνάντηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη Μελέτη του Διαβήτη (EASD), στο Βερολίνο της Γερμανίας, ο Mattias Carlstrom και η Susanna C. Larsson παρουσίασαν τα αποτελέσματα της έρευνάς τους με τίτλο 'Κατανάλωση καφέ και μειωμένος κίνδυνος ανάπτυξης διαβήτη τύπου 2'.

Ο καφές αποτελεί μια σημαντική πηγή καφεΐνης, η οποία έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να μειώσει την ευαισθησία στην ινσουλίνη. Έτσι, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παραπάνω έρευνας, οι άνθρωποι που κατανάλωναν μεγαλύτερες

ποσότητες καφέ είχαν χαμηλότερο κίνδυνο εμφάνισης διαβήτη τύπου 2, σε σύγκριση με αυτούς που κατανάλωναν μικρότερες ποσότητες.

Ως μέτρια κατανάλωση καφέ έχει οριστεί η κατανάλωση 3-5 φλιτζανιών καφέ την ημέρα. Η αντίστροφη σχέση μεταξύ κατανάλωσης καφέ και κινδύνου διαβήτη τύπου 2, εξαρτάται από την δόση του καφέ και συγκεκριμένα με μείωση του κινδύνου κατά 6% με κάθε ένα φλιτζάνι καφέ ημερησίως. Επίσης, τα αποτελέσματα αλλάζουν ανά γεωγραφική περιοχή, δηλαδή άλλα αποτελέσματα επικρατούν στην Ευρώπη, την Ασία και την Αμερική. Άλλο πόρισμα που βγήκε από την έρευνα αυτή, αναφέρει πως ανάμεσα στα δύο φύλα η επίδραση του καφέ σε σχέση με την ασθένεια του διαβήτη τύπου 2 διαφέρει. Τέλος, παρατηρήθηκε πως ο καφεϊνούχος καφές είχε πιο ισχυρή επίδραση σε σύγκριση με τον ντεκαφεϊνέ.

Οι προτεινόμενοι μηχανισμοί που δείχνουν την σχέση που αναπτύσσεται μεταξύ πρόληψης του διαβήτη και πρόσληψης του καφέ, είναι οι εξής: μέσω του ανταγωνισμού των υποδοχέων αδενosίνης, μέσω φυτοχημικών και αντιοξειδωτικών ουσιών, μέσω συσχέτισης με τα επίπεδα αντιγονεκτίνης και τέλος, μέσω ιντερλευκίνης-6 και ινσουλινοαντίστασης.

6.3 Καρκίνος στο συκώτι

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, ο καρκίνος στο συκώτι είναι ο δεύτερος πιο θανατηφόρος καρκίνος παγκοσμίως, μετά τον καρκίνο του πνεύμονα και υπολογίζεται πως κοστίζει 788.000 ζωές ετησίως.

Το 2016, ο Διεθνής Οργανισμός Έρευνας για τον Καρκίνο (IARC), ανακοίνωσε πως όχι μόνο δεν έχει βρει κάποιο στοιχείο που να αποδεικνύει την καρκινογόνο δράση του καφέ, αλλά αντιθέτως μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα στη πρόληψη του καρκίνου στο συκώτι. Η ευεργετική επίδραση του καφέ στο συκώτι, μπορεί να σχετίζεται αποδεδειγμένα με τη προληπτική δράση του κατά της εμφάνισης διαβήτη, γνωστός παράγοντας εμφάνισης καρκίνου στο συκώτι, και τις θετικές επιπτώσεις του σε ότι αφορά την κίρρωση του ήπατος και τα ηπατικά ένζυμα.

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν πως η κατανάλωση καφέ μειώνει την συχνότητα εμφάνισης ηπατοκυτταρικού καρκινώματος κατά 38% σε όσους έπιναν 2-3 φλιτζάνια καφέ την ημέρα και 41% σε όσους έπιναν περισσότερο από 4 φλιτζάνια καφέ την ημέρα.

Οι προτεινόμενοι μηχανισμοί που δείχνουν τη σχέση μεταξύ κατανάλωσης καφέ και πρόληψης της εμφάνισης ηπατοκυτταρικού καρκινώματος γίνεται δια μέσου

των αντιφλεγμονωδών δεικτών και των δεικτών που δηλώνουν την ηπατοκυτταρική βλάβη.

Μία ανασκόπηση που δημοσιεύθηκε το 2014 αναφέρει πως η κατανάλωση καφέ επιφέρει θετικά αποτελέσματα σε άτομα που νοσούν από ηπατική νόσο, κίρρωση, ηπατοκυτταρικό καρκίνο και μη αλκοολική λιπώδη υπατική νόσο. Λίγα χρόνια αργότερα, το 2016 άλλη έρευνα έρχεται να συμπληρώσει πως η κατανάλωση καφέ άνω των δύο φλιτζανιών ημερησίως συμβάλει στη μείωση της θνησιμότητας των ατόμων που ήδη νοσούν.

6.4 Καρδιαγγειακές παθήσεις

Σύμφωνα με μια νέα γερμανική επιστημονική μελέτη που δημοσιεύθηκε στην PLOS Biology, οι ευεργετικές επιδράσεις της καφεΐνης δεν περιορίζονται μόνο στα παραπάνω. Αντιθέτως, έχει αποδειχθεί πως η πρόσληψη καφεΐνης επιδρά θετικά στη λειτουργία του καρδιαγγειακού συστήματος.

Η πρωτεΐνη p27 είναι ένας αναστολέας του πυρηνικού κυτταρικού κύκλου, η οποία είναι απαραίτητη για τη μετανάστευση ενδοθηλιακών κυττάρων με την ενίσχυση των μιτοχονδριακών λειτουργιών. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί πως η πρωτεΐνη p27 προστατεύει τα καρδιακά μυϊκά κύτταρα από τον θάνατο των κυττάρων και είναι απαραίτητη για τη μετατροπή των ινοβλαστών σε μηχανικά ισχυρούς μυοϊνοβλάστες, μια διαδικασία πολύ σημαντική έπειτα από έμφραγμα του μυοκαρδίου. Ο ρόλος της καφεΐνης είναι πολύ σημαντικός, καθώς αυτή είναι η αιτία για την εκκίνηση των παραπάνω διαδικασιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο: **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Ο καφές είναι ένα από τα δημοφιλέστερα ροφήματα παγκοσμίως. Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό από τις υψηλές πωλήσεις και τη μεγάλη αποδοχή του από το καταναλωτικό κοινό. Το προϊόν αυτό υπολογίζεται πως έχει εισαχθεί στο εμπόριο πριν από δέκα αιώνες. Στο πέρασμα του χρόνου οι αλλαγές στον τρόπο ζωής του ανθρώπου επιδρούν άμεσα στην εξέλιξη της τροφής και στο διατροφικό μοντέλο. Συγχρόνως, η ανάπτυξη και η δημιουργία νέων βελτιωμένων ποικιλιών φυτών και η εξέλιξη του κλάδου της βιομηχανίας τροφίμων και ποτών, συνετέλεσαν στην αύξηση της ποσότητας και στην αναβάθμιση της ποιότητας του καφέ. Ο κλάδος της επιστήμης πάνω στον οποίο βασίζεται η βιομηχανία τροφίμων και ποτών για την επίτευξη των στόχων της, είναι κυρίως η Τεχνολογία Τροφίμων. Αντικείμενο της επιστήμης αυτής είναι η μεταποίηση, ο χειρισμός, η επεξεργασία και η συντήρηση των τροφίμων γενικά.

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η ανάλυση της πορείας του καφέ από τη συγκομιδή και τις μετέπειτα επεξεργασίες που υφίσταται μέχρι να φτάσει στο φλιτζάνι μας. Αναφέρονται οι τρόποι συσκευασίας και αποθήκευσης του καφέ, με κίνητρο την ελκυστική εμφάνιση του, ώστε να το παρατηρεί ο καταναλωτής, τη σωστή συντήρηση του, ώστε να μην αλλοιώνονται τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά και να επεκτείνεται όσο γίνεται περισσότερο η διάρκεια ζωής του καφέ. Επιπλέον, αφιερώνεται ένα μεγάλο μέρος της εργασίας στην ανάλυση του σχηματισμού του αρώματος καθώς και στις αρωματικές ενώσεις στις οποίες οφείλεται το άρωμα του.

Η μελέτη αυτή συμβάλει στη κατανόηση των λειτουργιών που επιτελούν τα συστατικά που περιέχονται στους κόκκους του μη καβουρδισμένου καφέ, αλλά και των συστατικών που σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της θερμικής επεξεργασίας των κόκκων. Η αντίδραση Maillard είναι η χημική διεργασία που είναι υπεύθυνη για τον σχηματισμό πτητικών ενώσεων. Άλλες αντιδράσεις που συμβάλουν στον σχηματισμό πτητικών ενώσεων είναι η αποικοδόμηση Strecker, η αποικοδόμηση μεμονωμένων αμινοξέων, η αποδόμηση της ζάχαρης, η αποικοδόμηση φαινολικών οξέων, η υποβάθμιση των λιπιδίων και τέλος, η αλληλεπίδραση μεταξύ ενδιάμεσων προϊόντων αποσύνθεσης.

Επιπλέον, γίνεται αναφορά στις αρωματικές ενώσεις που περιέχονται στον καβουρδισμένο καφέ, από αυτές ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη 2-φουρφουρυλοθειόλη. Η ένωση αυτή είναι ο λόγος για τον οποίο ο καφές αποκτά το χαρακτηριστικό άρωμα που το καθιστά τόσο ελκυστικό και διατηρεί σταθερά το καταναλωτικό κοινό του επί χρόνια. Δυστυχώς όμως το άρωμα του καφέ δε διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα. Το άρωμα μειώνεται καθώς μειώνεται και η συγκέντρωση της 2-φουρφουρυλοθειόλης. Η μείωση της συγκέντρωσης αυτής γίνεται λόγω των αντιδράσεων αποσύνθεσης και βασίζεται στον μηχανισμό δέσμευσης της 2-φουρφουρυλοθειόλης από την υδροξυϋδροκινόνη.

Οι θετικές επιδράσεις του καφέ στην υγεία του ανθρώπου αποδίδονται στη παρουσία βιοδραστικών ενώσεων με ισχυρή αντιοξειδωτική δράση και ικανότητα δέσμευσης ελεύθερων ριζών, ιδιαίτερα των πολυφαινολών, ανάμεσα στις οποίες κυριαρχεί το χλωρογενικό οξύ, ακολουθούμενο από το καφεϊκό, το φερούλικό, το π-κουμαρικό οξύ κ.α.

Σύμφωνα με έρευνες που έχουν γίνει σχετικά με το πώς επιδρά στον ανθρώπινο οργανισμό ο καφές, έχει αποδειχθεί πως επιτυγχάνει την πρόληψη χρόνιων νοσημάτων. Μεταξύ αυτών των νοσημάτων αναφέρονται χαρακτηριστικά ο διαβήτης τύπου 2, ο καρκίνος στο ήπαρ και οι καρδιαγγειακές παθήσεις. Σαφώς υπάρχουν και άλλες ασθένειες με τις οποίες αλληλεπιδρά θετικά. Παρόλα αυτά η υπέρβαση της ημερήσιας πρόσληψης του καφέ, θα μπορούσε να επιφέρει τα αντίστροφα αποτελέσματα. Για το λόγο αυτό η υπέρμετρη κατανάλωση καφέ θα πρέπει να αποφεύγεται, καθώς μπορεί να οδηγήσει σε αϋπνίες, άγχος, εκνευρισμό κ.α. Ωστόσο, οι έρευνες σχετικά με την επίδραση του καφέ στην υγεία του ανθρώπου συνεχίζονται. Το ίδιο πολλά υποσχόμενες είναι και οι έρευνες σχετικά με τις πτητικές ενώσεις στις οποίες οφείλεται το άρωμα του καφέ, καθώς ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν και άλλες ενώσεις που είναι λιγότερο σταθερές κατά την αποθήκευση, με αποτέλεσμα το άρωμα του να ξεθωριάζει.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

1. Belitz H.D., Grosch W. & Schieberle P. (4^η έκδοση) (2018) Χημεία Τροφίμων (Στυλιανός Ν. Ραφαηλίδης, Μετάφρ.) Θεσσαλονίκη : Εκδόσεις Τζιόλα.
2. Βασιλακάκης Μ., 2004. Γενική και Ειδική Δενδροκομία. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, Ελλάς. Ε.Υ.

Ξενόγλωσση

1. Albanese D., Di Matteo M., Poiana M., Spagnamusso S., 2009, Espresso coffee (EC) by POD: Study of thermal profile during extraction process and influence of water temperature on chemical-physical and sensorial properties. Food Research International, 42 (5–6) (2009), pp. 727-732.
2. Alves R.C., Beatriz M., Oliveira P.P., in Handbook of Coffee Processing By-Products, 2017.
3. Andueza S., Maeztu L., Lucía P., Ibañez C., Paz de Peña M., Concepcion C., 2003, Influence of extraction temperature on the final quality of espresso coffee. Journal of the Science of Food and Agriculture, 83 (2003), pp. 240-248.
4. Andueza S., Paz De Peña M., Cid C., 2003, Chemical and sensorial characteristics of espresso coffee as affected by grinding and torrefacto roast. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51 (24) (2003), pp. 7034-7039.
5. Andueza S., Vila M.A., Paz de Peña M., Cid C., 2007, Influence of coffee/water ratio on the final quality of espresso coffee. Journal of the Science of Food and Agriculture, 87 (2007), pp. 586-592.
6. Angeloni G., Guerrini L., Masella P., Bellumori M., Daluiso S., Parenti A., Innocenti M., 2019, What kind of coffee do you drink? An investigation on effects of eight different extraction methods. Food Res. Int., 116 (2019), pp. 1327-1335.
7. Angeloni G., Guerrini L., Masella P., Bellumori M., Daluiso S., Parenti A., et al., 2019, What kind of coffee do you drink? An investigation on effects of eight different extraction methods. Food Research International, 116 (2019), pp. 1327-1335.

8. Angeloni G., Guerrini L., Masella P., Innocenti M., Bellumori M., Parenti A., 2019, Characterization and comparison of cold brew and cold drip coffee extraction methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99 (1) (2019), pp. 391-399.
9. Baggenstoss J., Perren R., Escher F., 2008, Water content of roasted coffee: Impact on grinding behaviour, extraction, and aroma retention. *European Food Research and Technology*, 227 (5) (2008), pp. 1357-1365.
10. Baggenstoss J., Poisson L., Kaegi R., Perren R., Escher F., 2008, Coffee roasting and aroma formation: Application of different time-temperature conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (14) (2008), pp. 5836-5846.
11. Baggenstoss J., Poisson L., Kaegi R., Perren R., Escher F., 2008, Coffee roasting and aroma formation: Application of different time-temperature conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (14) (2008), pp. 5836-5846.
12. Bee S., Brando C.H.J., Brumen G., Carvalhes N., Kölling-Speer I., Speer K., Vitzthum O.G., UK , 2005, The raw bean. Illy A., Viani R. (Eds.), *Espresso coffee: The science of quality*, Elsevier Academic Press, London, UK (2005), pp. 87-178.
13. Bee S., Brando C.H.J., Brumen G., Carvalhes, Kölling-Speer I., Speer K., Vitzthum O.G., 2005, The raw bean, Illy A., Viani R. (Eds.), *Espresso coffee: The science of quality*, Elsevier Academic Press, London, UK (2005), pp. 87-178.
14. Bee S., Brando C.H.J., Brumen G., Carvalhes N., Kölling-Speer I., Speer K., Vitzthum O.G., 2005, The raw bean. Illy A., Viani R. (Eds.), *Espresso coffee: The science of quality*, Elsevier Academic Press, London, UK (2005), pp. 87-178.
15. Belitz H.D., Taste-active substances in coffee, Bremen, Hamburg Proceedings of the 7th colloquium of the international coffee science association; ASIC (1997), pp. 3-252.
16. Bicchi C., Iori C., Rubiolo P., Sandra P., 2002, Headspace sorptive extraction (HSSE), stir bar sorptive extraction (SBSE), and solid phase microextraction (SPME) applied to the analysis of roasted Arabica coffee and coffee brew. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (3) (2002), pp. 449-459.
17. Bicho N.C., Leitão A.E., Ramalho J.C., de Alvarenga N.B., Lidon F.C., Impact of roasting time on the sensory profile of Arabica and Robusta coffee, *Ecology of Food and Nutrition*, 52 (2) (2013), pp. 163-177.

18. Blank I., Sen A., Grosch W., 1991, Aroma impact compounds of Arabica and Robusta coffee. Qualitative and quantitative investigations. Paper presented at the 14th ASIC Colloquium, San Francisco (1991).
19. Blank I., Sen A., Grosch W., Potent odorants of the roasted powder and brew of Arabica coffee. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 195 (3) (1992), pp. 239-245.
20. Blank I., Sen A., Grosch W., 1992, Potent odorants of the roasted powder and brew of Arabica coffee *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 195 (3) (1992), pp. 239-245.
21. Bonnländer B., Eggers R., Engelhardt U.H., Maier H.G., 2005. Roasting. Illy A., Viani R. (Eds.), *Espresso coffee: The science of quality*, Elsevier Academic Press, Italy (2005), pp. 184-191.
22. Borém F.M., de Oliveira P.D., Isquierdo E.P., Giomo G.D.S., Saath R., Cardoso R.A., 2013, Scanning electron microscopy of coffee beans subjected to different forms of processing and drying. *Coffee Science*, 8 (2) (2013), pp. 218-225.
23. Bressanello D., Liberto E., Cordero C., Rubiolo P., Pellegrino G., Ruosi M.R., et al., 2017, Coffee aroma : Chemometric comparison of the chemical information provided by three different samplings combined with GC – MS to describe the sensory properties in cup. *Food Chemistry*, 214 (2017), pp. 218-226.
24. Broissin-Vargas L.M., Snell-Castro R., Godon J.J., González-Ríos O., Suárez-Quiroz M.L., 2018, Impact of storage conditions on fungal community composition of green coffee beans *Coffea arabica* L. stored in jute sacks during 1 year. *J. Appl. Microbiol.*, 124 (2) (2018), pp. 547-558.
25. Bytof G., Knopp S.-E., Schieberle P., Teutsch I., Selmar D., 2005, Influence of processing on the generation of γ -aminobutyric acid in green coffee beans. *European Food Research and Technology*, 220 (2005), pp. 245-250.
26. Cantergiani E., Brevard H., Krebs Y., Feria-Morales A., Amadò R., Yeretizian C., 2001, Characterisation of the aroma of green Mexican coffee and identification of mouldy/earthy defect. *European Food Research and Technology*, 212 (6) (2001), pp. 648-657.
27. Caporaso N., Genovese A., Canela M.D., Civitella A., Sacchi R., 2014, Neapolitan coffee brew chemical analysis in comparison to espresso, moka and American brews. *Food Research International*, 61 (2014), pp. 152-160.

28. Carlström M., Larsson S.C. (2018), Coffee consumption and reduced risk of developing type 2 diabetes: a systematic review with meta-analysis. *Nutr Rev*, p. 395–417.
29. Charles-Bernard M., Kraehenbuehl K., Rytz A., Roberts D.D., 2005, Interactions between volatile and nonvolatile coffee components. 1. Screening of nonvolatile components. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53 (11) (2005), pp. 4417-4425.
30. Chen W.C., 1979, Studies on the bitter taste of roasted coffee. Relationship between structure and bitter taste of some organic compounds (in German). Ph.D. Thesis University of Munich, Germany (1979).
31. Cheong M.W., Tong K.H., Ong J.J.M., Liu S.Q., Curran P., Yu B., (2013) Volatile composition and antioxidant capacity of Arabica coffee. *Food Research International* 51 (1) (2013), pp. 388-396.
32. Clarke, R.J.(Ed.).(2012) *Coffee: Volume 2: Technology* (Vol. 2) Springer Science & Business Media.
33. Cliff M.A., Green B.G., 1994, Sensory irritation and coolness produced by menthol: Evidence for selective desensitization of irritation.
34. Cordoba N., Pataquiva L., Osorio C., Moreno F.L., Ruiz R.Y., 2019, Effect of grinding, extraction time and type of coffee on the physicochemical and flavour characteristics of cold brew coffee. *Scientific Reports*, 9 (1) (2019), p. 8440.
35. Corrochano B.R., Melrose J.R., Bentley A.C., Fryer P.J., Bakalis S., 2015, A new methodology to estimate the steady-state permeability of roast and ground coffee in packed beds. *Journal of Food Engineering*, 150 (2015), pp. 106-116.
36. Czerny M., Grosch W., Potent odorants of raw Arabica coffee. Their changes during roasting. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (3) (2000), pp. 868-872.
37. Czerny M., Mayer F., Grosch W., Sensory study on the character impact odorants of roasted Arabica coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (2) (1999), pp. 695-699.
38. Czerny M., Grosch W., 2000, Potent odorants of raw Arabica coffee. Their changes during roasting. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (3) (2000), pp. 868-872.

39. D'Agostina A., Boschini G., Bacchini F., Arnoldi A., 2004, Investigations on the high molecular weight foaming fractions of espresso coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (23) (2004), pp. 7118-7125.
40. De Bruyn F., Zhang S.J., Pothakos V., Torres J., Lambot C., Moroni A.V., ..., De Vuyst L., 2017, Exploring the impacts of postharvest processing on the microbiota and metabolite profiles during green coffee bean production. *Applied and Environmental Microbiology*, 83 (2017), pp. 2398-2416.
41. De Maria C.A.B., Trugo L.C., Aquino Neto F.R., Moreira R.F.A., Alviano C.S., Composition of green coffee water-soluble fractions and identification of volatiles formed during roasting. *Food Chemistry*, 55 (3) (1996), pp. 203-207.
42. De Oliveira G.H.H., Corrêa P.C., De Oliveira A.P.L.R., Baptestini F.M., Vargas-Elías G.A., 2016, Roasting, grinding, and storage impact on thermodynamic properties and Adsorption isotherms of Arabica coffee. *Journal of Food Processing and Preservation* (2016), pp. 1-12.
43. Deshpande S., Devi Rajeswari V., in *Caffeinated and Cocoa Based Beverages*, 2019.
44. Dias R.C.E., Valderrama P., Marçó P.H., dos Santos Scholz M.B., Edelmann M., Yeretizian C., 2018, Quantitative assessment of specific defects in roasted ground coffee via infrared-photoacoustic spectroscopy. *Food Chemistry*, 255 (March) (2018), pp. 132-138.
45. Dichter E., 1964, *Handbook of Consumer Motivations*. McGraw-Hill, New York, NY (1964).
46. Ding M. et al. (2014), Caffeinated and decaffeinated coffee consumption and risk of type 2 diabetes: A systematic review and dose response meta-analysis. *Diab Care*, pp. 569-586.
47. Dorfner R., Ferge T., Kettrup A., Zimmermann R., Yeretizian C., (2003), Real-time monitoring of 4-vinylguaiacol, guaiacol, and phenol during coffee roasting by resonant laser ionization time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (19) (2003), pp. 5768-5773.
48. EFSA (2015) Scientific Opinion on the Safety of Caffeine, *EFSA Journal*, 13(5):4102.
49. EFSA (2015) Scientific Opinion on the Safety of Caffeine. *EFSA Journal*, 13(5):4102.

50. Eom I.-Y., Jung M.-J., 2013, Identification of coffee fragrances using needle trap device-gas chromatograph/mass spectrometry (NTD-GC/MS). *Bulletin of the Korean Chemical Society*, 34 (6) (2013), pp. 1703-1707.
51. Esquivel P., Jiménez V.M., 2012, Functional properties of coffee and coffee by-products, *Food Research International*, 46 (2012), pp. 488-495.
52. Fadai N.T., Melrose J., Please C.P., Schulman A., Van Gorder R.A., 2017, A heat and mass transfer study of coffee bean roasting. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 104 (2017), pp. 787-799.
53. Farah A., 2012, Coffee constituents. Chu Y.-F. (Ed.), *Coffee: Emerging health effects and disease prevention* (Primera ed), John Wiley & Sons (2012), pp. 21-58.
54. Farah A., De Paulis T., Moreira D.P., Trugo L.C., Martin P.R., 2006, Chlorogenic acids and lactones in regular and water-decaffeinated arabica coffees. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (2) (2006), pp. 374-381.
55. Farah A., Monteiro M.C., Calado V., Franca A.S., Trugo L.C., 2006, Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. *Food Chemistry*, 98 (2) (2006), pp. 373-380.
56. Franca A.S., Mendonça J.C.F., Oliveira S.D., 2005, Composition of green and roasted coffees of different cup qualities. *LWT – Food Science and Technology*, 38 (7) (2005), pp. 709-715.
57. Franca A.S., Oliveira L.S., Mendonça J.C.F., Silva X.A., 2005, Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans. *Food Chemistry*, 90 (1–2) (2005), pp. 89-94.
58. Frank O., Blumberg S., Krumpei G., Hofmann T., Structure Determination of 3-O-caffeoyl-epi- γ -quinide, an orphan bitter lactone in roasted coffee *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (2008), pp. 9581-9585.
59. Frank O., Blumberg S., Kunert C., Zehentbauer G., Hofmann T., Structure determination and sensory analysis of bitter-tasting 4-vinylcatechol oligomers and their identification in roasted coffee by means LC-MS/MS *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (2007), pp.1945-1954.
60. Frank O., Zehentbauer G., Hofmann T., Bioresponse-guided decomposition of roast coffee beverage and identification of key bitter taste compounds. *European Food Research and Technology*, 492 (2006), pp. 492-508.

61. Fuller M., Rao N.Z., 2017, The effect of time, roasting temperature, and grind size on caffeine and chlorogenic acid concentrations in cold brew coffee. *Scientific Reports*, 7 (1) (2017), p. 17979.
62. Fuse T., Kusu F., Takamura K., 1997, Determination of acidity of coffee by flow injection analysis with electrochemical detection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45 (6) (1997), pp. 2124-2127.
63. Ginz M., Engelhardt U.H., 2000, Identification of proline-based diketopiperazines in roasted coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (2000), pp. 3528-3532.
64. Gloess A.N., Schonbachler B., Klopprogge B., Lucio D., Chatelain K., Bongartz A., Strittmatter A., Rast M., Yeretizian C., 2013, Comparison of nine common coffee extraction methods: instrumental and sensory analysis. *Eur. Food Res. Technol.*, 236 (2013), pp. 607-627.
65. Gloess A.N., Schönbächler B., Klopprogge B., D'Ambrosio L., Chatelain K., Bongartz A., et al., 2013, Comparison of nine common coffee extraction methods: Instrumental and sensory analysis. *European Food Research and Technology*, 236 (4) (2013), pp. 607-627.
66. Gloess A.N., Vietri A., Wieland F., Smrke S., Schönbächler B., Sánchez López J.A. , et al., 2014, Evidence of different flavour formation dynamics by roasting coffee from different origins: On-line analysis with PTR-ToF-MS. *International Journal of Mass Spectrometry*, 365 (366) (2014), pp. 324-337.
67. Gonzalez-Rios O., Suarez-Quiroz M.L., Boulanger R., Barel M., Guyot B., Guiraud J.P., Schorr-Galindo S., 2007, Impact of “ecological” post-harvest processing on the volatile fraction of coffee beans. I. Green coffee. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20 (2007), pp. 289-296.
68. Guerdoux E., Trouillet R., Brouillet D., 2014, Olfactory–visual congruence effects stable across ages: Yellow is warmer when it is pleasantly lemony. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 76 (5) (2014), pp. 1280-1286.
69. Guichard E., 2002, Interactions between flavor compounds and food ingredients and their influence on flavor perception. *Food Reviews International*, 18 (1) (2002), pp. 49-70.
70. Hečimović I., Belščak-Cvitanović A., Horžić D., Komes D., 2011, Comparative study of polyphenols and caffeine in different coffee varieties affected by the degree of roasting. *Food Chemistry*, 129 (3) (2011), pp. 991-1000.

71. Hernández J.A., Heyd B., Irlés C., Valdovinos B., Trystram G., 2007. Analysis of the heat and mass transfer during coffee batch roasting. *Journal of Food Engineering*, 78 (2007), pp. 1141-1148.
72. Hofmann T., Schieberle P., 2002, Chemical interactions between odor-active thiols and melanoidins involved in the aroma staling of coffee beverages. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50 (2) (2002), pp. 319-326.
73. Huxley R. et al. (2009) Coffee, Decaffeinated Coffee, and Tea Consumption in Relation to Incident Type 2 Diabetes Mellitus. *Arch Int Med*, p. 2053-2063.
74. Illy A. & Viani R. (Eds.) 2005 Espresso Coffee: The Science of Quality. Academic Press.
75. Illy A., Viani R., 2005, Espresso coffee. The science of quality. (2nd ed.), Elsevier Academic Press (2005) (Elsevier Academic Press).
76. Illy E., 2002, The complexity of coffee, *Scientific American*, 286 (6) (2002), pp. 86-91.
77. Janissen B., Huynh T., 2018, Chemical composition and value-adding applications of coffee industry by-products: A review, *Resources, Conservation and Recycling*, 128 (2018), pp. 110-117.
78. Jelén H. (Ed.), 2012, Food flavors: Chemical, sensory and technological properties, CRS Press. Taylor & Francis Group (2012).
79. Jöet T., Laffargue A., Descroix F., Doubeau S., Bertrand B., de Kochko A., Dussert S., 2010, Influence of environmental factors, wet processing and their interactions on the biochemical composition of green Arabica coffee beans. *Food Chemistry*, 118 (2010), pp. 693-701.
80. Killer S. C. et al. (2014) No Evidence of Dehydration with Moderate Daily Coffee Intake: A Counterbalanced Cross-Over Study in a Free-Living Population. *PLoS ONE*, 9(1):e84154.
81. Kim S.Y., Ko J.A., Kang B.S., Park H.J., 2018, Prediction of key aroma development in coffees roasted to different degrees by colorimetric sensor array. *Food Chemistry*, 240 (2018), pp. 808-816. July 2017.
82. Knopp S., Bytof G., Selmar D., 2006, Influence of processing on the content of sugars in green Arabica coffee beans. *European Food Research and Technology*, 223 (2006), pp. 195-201.
83. Komes D., Bušić A., in *Processing and impact on Antioxidants in Beverages*, 2014.

84. Lancet D., 1986, Vertebrate olfactory reception. [Review]. *Annual Review of Neuroscience*, 9 (1986), pp. 329-355.
85. Lawless H.T., Heymann H., 2010, Physiological and psychological foundations of sensory function *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. Food Science Text Series, Springer New York, New York (2010), pp. 19-56.
86. Lee L.W., Cheong M.W., Curran P., Yu B., Liu S.Q., 2015, Coffee fermentation and flavor – An intricate and delicate relationship. *Food Chemistry*, 185 (2015), pp. 182-191.
87. Lingle T.R., 2011, *The coffee brewing handbook : A systematic guide to coffee preparation*. Specialty Coffee Association of America (2011)
88. Liu C.J., Yang N., Yang Q., Ayed C., Linforth R., Fisk I.D., 2019, Enhancing Robusta coffee aroma by modifying flavour precursors in the green coffee bean. *Food Chemistry*, 281 (2019), pp. 8-17.
89. Lopez-Galilea I., Fournier N., CID C., Guichard E., Changes in headspace volatile concentrations of coffee brews caused by the roasting process and the brewing procedure. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (22) (2006), pp. 8560-8566.
90. Ludwig I.A., Clifford M.N., Lean M.E.J., Ashihara H., Crozier A., 2014, Coffee: Biochemistry and potential impact on health. *Food and Function*, 5 (8) (2014), pp. 1695-1717.
91. Ludwig I.A., Sanchez L., Caemmerer B., Kroh L.W., De Peña M.P., Cid C., 2012, Extraction of coffee antioxidants: Impact of brewing time and method. *Food Research International*, 48 (1) (2012), pp. 57-64.
92. Maeztu L., Sanz C., Andueza S., Paz De Pena M., Bello J., Cid. C., Characterization of espresso coffee aroma by static headspace GC-MS and sensory flavor profile. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (11) (2001), pp. 5437-5444.
93. Masayuki, M. K, Othani N., Iwatsuki K., Sotoyama K., Wada A., et al., 2003, Analysis of volatile compounds released during the grinding of roasted coffee beans using solid-phase microextraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (2003), pp. 1961-1969.

94. Masi C., Dinnella C., Barnabà M., Navarini L., Monteleone E., 2013, Sensory properties of under-roasted coffee beverages. *Journal of Food Science*, 78 (8) (2013).
95. Mayer F., Czerny M., Grosch W., (2000) Sensory study of the character impact aroma compounds of a coffee beverage. *European Food Research and Technology*, 211 (4) (2000), pp. 272-276.
96. Mayer F., Grosch W., (2001) Aroma simulation on the basis of the odourant composition of roasted coffee headspace. *Flavour and Fragrance Journal*, 16 (3) (2001), pp. 180-190.
97. Mazzafera, P., & Purcino, R. P. (2004, October). Farm management: Post harvest processing methods and physiological alterations in the coffee fruit. Paper presented at the 20th International Scientific Colloquium on Coffee, Bangalore, India.
98. Mestdagh F., Glabasnia A., Giuliano P., 2017, The brew. Extraction for excellence. Folmer B., (Ed.), *The craft and science of coffee*, Academic Press (2017), pp. 355-380.
99. Mestdagh F., Davidek T., Chaumonteuil M., Folmer B., Blank I., 2014, The kinetics of coffee aroma extraction. *Food Research International*, 63 (2014), pp. 271-274.
100. Mestdagh F., Davidek T., Chaumonteuil M., Folmer B., Blank I., 2014, The kinetics of coffee aroma extraction. *Food Research International*, 63 (2014), pp. 271-274.
101. Mintel, 2017, US coffee house sales expected to reach \$28.7 billion by 2021.
102. Mongrand S., D. Hare P., Chua N.-H., in *Encyclopedia of Hormones*, 2003.
103. Montavon P., Mauron A.-F., Duruz E., Changes in green coffee protein profile during roasting. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (8) (2003), pp. 2335-2343.
104. Moreira Ana S. P., Nunes Fernando M., Domingues M. Rosario and Coimbra Manuel A., Coffee melanoidins: structures, mechanisms of formation and potential health impacts. Article in *Food & Function*, May 2012.
105. Moroney K., Lee W., O'Brien S., Suijver F., Marra J., 2015, Modelling of coffee extraction during brewing using multiscale methods: An experimentally validated model. *Chemical Engineering Science*, 137 (2015), pp. 216-234.

106. Moroney K.M., Lee W.T., Brien S.O., Suijver F., Marra J., 2019, Asymptotic analysis of the dominant mechanisms in the coffee extraction process. *SIAM J. Appl. Math.*, 76 (2016), pp. 2196-2217.
107. Murthy P.S., Naidu M.M., 2012, Sustainable management of coffee industry by-products and value addition—A review, *Resources, Conservation and Recycling*, 66 (2012), pp. 45-58.
108. Oliveros N.O., Hernández J.A., Sierra-Espinosa F.Z., Guardián-Tapia R., Pliego-Solórzano R., 2017, Experimental study of dynamic porosity and its effects on simulation of the coffee beans roasting. *Journal of Food Engineering*, 199 (2017), pp. 100-112.
109. Orecchio S., Barreca S., in *Quality Control in the Beverage Industry*, 2019.
110. Parenti A., Guerrini L., Masella P., Spinelli S., Calamai L., Spugnoli P., 2014, Comparison of espresso coffee brewing techniques. *Journal of Food Engineering*, 121 (1) (2014), pp. 112-117.
111. Pereira G.V.M., Soccol V.T., Brar S.K., Neto E., Soccol C.R., 2017, Microbial ecology and starter culture technology in coffee processing, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57 (2017), pp. 2775-2788.
112. Pereira G.V.M., Soccol V.T., Brar S.K., Neto E., Soccol C.R., 2017, Microbial ecology and starter culture technology in coffee processing, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57 (2017), pp. 2775-2788.
113. Pérez-Martínez M., Caemmerer B., De Peña M.P., Concepción C., Kroh L.W., 2010, Influence of brewing method and acidity regulators on the antioxidant capacity of coffee brews. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (5) (2010), pp. 2958-2965.
114. Petisca C., Pérez-Palacios T., Farah A., Pinho O., Ferreira I.M.P.L.V.O., 2013, Furans and other volatile compounds in ground roasted and espresso coffee using headspace solid-phase microextraction: Effect of roasting speed. *Food and Bioproducts Processing*, 91 (3) (2013), pp. 233-241.
115. Petisca C., Pérez-Palacios T., Farah A., Pinho O., Ferreira I., 2013, Furans and other volatile compounds in ground roasted and espresso coffee using headspace solid-phase microextraction: Effect of roasting speed. *Food and Bioproducts Processing*, 91 (3) (2013), pp. 233-241.

116. Petracco M. 2001, Beverage preparation: brewing trends for the new millennium. Clarke R.J., Vitzthum O.G. (Eds), *Coffee: Recent Developments*, Blackwell Science, Oxford (2001), pp. 140-164.
117. Piqueras-Fiszman B., Spence C., 2015, Sensory expectations based on product-extrinsic food cues: An interdisciplinary review of the empirical evidence and theoretical accounts. *Food Quality and Preference*, 40 (2015), pp. 165-179.
118. Poisson L., Schmalzried F., Davidek T., Blank I., Kerler J., 2009, Study on the role of precursors in coffee flavor formation using in-bean experiments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (21) (2009), pp. 9923-9931.
119. Prabhakaran Nair K.P., 2010, *The Agronomy and Economy of Important Tree Crops of the Developing World*, 2010.
120. Rahn A., Yeretizian C., 2019, Impact of consumer behavior on furan and furan-derivative exposure during coffee consumption. A comparison between brewing methods and drinking preferences. *Food Chemistry*, 272 (May) (2019), pp. 514-522.
121. Rao N.Z., Fuller M., 2018, Acidity and antioxidant activity of cold brew coffee. *Scientific Reports*, 8 (1) (2018), pp. 1-9.
122. Rawson N.E., Li X., 2004, 3. The cellular basis of flavour perception: taste and aroma. Taylor A.J., Roberts D.D. (Eds.), *Flavor Perception*, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK (2004), p. 75.
123. Rowe D., 2009, John Wiley & Sons, Hoboken (2009), *Chemistry and technology of flavours and fragrances*.
124. Sanchez K., Chambers E., 2015, How does product preparation affect sensory properties? An example with coffee. *Journal of Sensory Studies*, 30 (6) (2015), pp. 499-511.
125. Santos J.R., Lopo M., Rangel A.O.S.S., Lopes J.A., 2016, Exploiting near infrared spectroscopy as an analytical tool for on-line monitoring of acidity during coffee roasting. *Food Control*, 60 (2016), pp. 408-415.
126. Sanz C., Maeztu L., Zapelena M.J., Bello J., Cid C., 2002, Profiles of volatile compounds and sensory analysis of three blends of coffee: Influence of different proportions of Arabica and Robusta and influence of roasting coffee with sugar. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82 (8) (2002), pp. 840-847.

127. Schenker S., Handschin S., Frey B., Perren R., Escher F., 2000, Pore structure of coffee beans affected by roasting conditions. *Journal of Food Science*, 65 (3) (2000), pp. 452-457.
128. Schwan R.F., Wheals A.E., 2003, Mixed microbial fermentations of chocolate and coffee, Boekhout T., Robert V. (Eds.), *Yeasts in food*, Behr's Verlag, Germany (2003), pp. 429-449.
129. Selmar D., Bytof G., & Knopp S. (2002). New aspects of coffee processing: The relation between seed germination and coffee quality. In *Proceedings of the international congress of ASIC* (pp. 19).
130. Selmar D., Bytof G., Knopp S.-E., Breitenstein B., 2006, Germination of coffee seeds and its significance for coffee quality. *Plant Biology*, 8 (2006), pp. 260-264.
131. Semmelroch P., Grosch W., 1995, Analysis of roasted coffee powders and brews by gas chromatography-olfactometry of headspace samples. *LWT-Food Science and Technology*, 28 (3) (1995), pp. 310-313.
132. Shibamoto T., Harada K., Mihara S., Nishimura O., Yamaguchi K., Aitoku A., Fukada T., 1981, Application of HPLC for evaluation of coffee flavor quality. Charalambous G., Inglett G. (Eds.), *In The Quality of Foods and Beverages*, Vol. 2, Academic press Inc, New York (1981), pp. 311-334.
133. Sittipod S., Schwartz E., Paravisini L., 2019, Identification of flavor modulating compounds that positively impact coffee quality. *Food Chemistry* (2019).
134. Smrke S., Kroslovakova I., Gloess A.N., Yeretizian C., 2015, Differentiation of degrees of ripeness of Catuai and Tipica green coffee by chromatographical and statistical techniques. *Food Chemistry*, 174 (2015), pp. 637-642.
135. Spence C., 2011, Crossmodal correspondences: A tutorial review. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 73 (4) (2011), pp. 971-995.
136. Spiro M., Selwood R., 1984, The kinetics and mechanism of caffeine infusion from coffee: The effect of particle size. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 35 (1984), pp. 915-924.
137. Spiro M., Selwood R., 1985, The kinetics and mechanism of caffeine infusion from coffee: The effect of roasting. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 36 (1985), pp. 871-876.

138. Steen I., Waehrens S.S., Petersen M.A., Munchow M., Bredie W.L.P., 2017, Influence of serving temperature on flavour perception and release of Bourbon Caturra coffee. *Food Chemistry*, 219 (2017), pp. 61-68.
139. Strezov V., Evans T.J., 2005, Thermal analysis of the reactions and kinetics of green coffee during roasting. *International Journal of Food Properties*, 8 (2005), pp. 101-111.
140. Taylor A.J., Roozen J.P., 1996, Volatile flavor release from foods during eating. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 36 (8) (1996), pp. 765-784.
141. Teixeira R., Teixeira A.A., Brando C., 2005, Chapter 3. The raw bean, 3.8 Classification: Physical and sensorial analysis. Illy A., Viani R. (Eds.), *Espresso coffee: The science of quality* (2nd ed.), Elsevier Academic Press, London, UK (2005), pp. 134-141.
142. Toci A.T., Boldrin M.V.Z., 2018, Coffee beverages and their aroma compounds. A. Grumezescu, A. Holbal (Eds.), *Handbook of food bioengineering: Natural and artificial flavoring agents and food dyes*, Academic Press (2018), pp. 397-425.
143. Tylewicz U., Gómez Caravaca A.M., in *Polyphenols: Properties, Recovery, and Applications*, 2018.
144. Uman E., Colonna-Dashwood M., Colonna-Dashwood L., Perger M., Klatt C., Leighton S., et al. The effect of bean origin and temperature on grinding roasted coffee. *Nature*, 6 (April) (2016), p. 24483.
145. Variyam JN et al. (2001) Consumer misperceptions of diet quality. *Journal of Nutrition Education*, 33(6):314-21.
146. Velasco C., Wan X., Salgado-Montejo A., Woods A., Oñate G.A., Mu B., Spence C., 2014, The context of colour–flavour associations in crisps packaging: A cross-cultural study comparing Chinese, Colombian, and British consumers. *Food Quality and Preference*, 38 (2014), pp. 49-57.
147. Walker P., 2012, Cross-sensory correspondences and cross talk between dimensions of connotative meaning: Visual angularity is hard, high-pitched, and bright. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 74 (8) (2012), pp. 1792-1809.
148. Wang X., William J., Fu Y., Lim L.-T., 2016, Effects of capsule parameters on coffee extraction in single-serve brewer. *Food Research International*, 89 (2016), pp. 797-805.

149. Wong K.H., Abdul Aziz S., Mohamed S., Sensory aroma from Maillard reaction of individual and combinations of amino acids with glucose in acidic conditions. *International Journal of Food Science & Technology*, 43 (9) (2008), pp. 1512-1519.

Πηγές στο διαδίκτυο

1. Coffees.gr, Πως επηρεάζει το υψόμετρο τη γεύση του καφέ; , διαθέσιμο στο: https://www.coffees.gr/coffee-altitudes/?s_layout=13
2. Difford's Guide, Coffee Cupping, διαθέσιμο στο: <https://www.diffordsguide.com/el-gr/g/1113/coffee/cupping>
3. Gusto quality products, Τι είναι το cupping?, διαθέσιμο στο: <https://www.gustoproducts.gr/ti-einai-cupping>
4. Mercanta, The coffee hunters, (2020), Coffee Berry Borer : What it is and what damages it causes, διαθέσιμο στο: <https://www.coffeehunter.com/the-journal/coffee-berry-borer/>
5. National Coffee Association, 'The History of Coffee'. Available at: <http://www.ncausa.org/i4a/pages/index.cfm?pageid=68>.
6. Tvxs, (2018), Η ασθένεια που μπορεί να σκοτώσει τον καφέ, διαθέσιμο στο : <https://tvxs.gr/news/kosmos/i-astheneia-poy-mporei-na-skotosei-ton-kafe>
7. Valcafe coffee roasters (2013), Γευσιγνωσία (Cupping), διαθέσιμο στο : <http://www.valcafe.gr/index.php?route=pavblog/blog&id=9>
8. Βλάμης Α. , Διαλέξεις Βιοχημείας Τροφίμων, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Πατρών.
9. Μακρή Εμμανουέλα, (2011). Μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας και της ενεργότητας νερού στις αρωματικές ενώσεις ελληνικού καφέ. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.