



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«ΚΑΦΕΣ, ΟΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΤΟΥ, ΝΤΕΚΑΦ, ΚΑΦΕΪΝΗ ΚΑΙ ΟΙ ΠΡΟΤΙΜΗΣΕΙΣ  
ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ»**

**ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΚΩΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΕΛΕΝΗ ΣΠΥΡΙΔΟΥΛΑ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΧΟΥΧΟΥΛΑ ΔΗΜΗΤΡΑ**

**ΑΘΗΝΑ 2020**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΧΟΥΧΟΥΛΑ ΔΗΜΗΤΡΑ**

**ΜΕΛΟΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ: ΚΑΝΕΛΛΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ**

**ΜΕΛΟΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ: ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ**

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/η κάτωθι υπογεγραμμένος/η Ελένη-Σπυριδούλα Κωστοπούλου του Σωτηρίου, με αριθμό μητρώου 16052 φοιτητής/τρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

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

Ο/Η Δηλών/ούσα



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας, είναι η πληροφόρηση, η ανάλυση και η αποσαφήνιση, σε ότι αφορά τον καφέ σαν φυτό, ρόφημα, χημική ουσία και κυρίως η σχέση του με τις προτιμήσεις και την υγεία των καταναλωτών. Παρουσιάζεται η ιστορική του αναδρομή, η προέλευση του, το φυτό του καφέ. Αναλύονται οι κύριες χημικές ουσίες που τον αποτελούν, τριγονελλίνη, χλωρογενικό οξύ, λιπίδια, πρωτεΐνες, πολυσακχαρίτες, ελεύθερα αμινοξέα, μελανοιδίνες και πτητικές αρωματικές ενώσεις. Επίσης εξηγούνται τα είδη του, που βασίζονται στον τρόπο παρασκευής του ροφήματος, αλλά και οι διάφορες ποικιλίες που τον αποτελούν και είναι γνωστές στο εμπόριο. Επεξηγούνται οι μέθοδοι επεξεργασίας των κόκκων του καφέ στα στάδια της συγκομιδής, του καβουρδίσματος και της άλεσης και η σημαντικότητα τους στην ποιότητα του. Έπειτα λαμβάνει χώρα η ανάλυση του ντεκάφ καφέ, ο τρόπος αποκαφεϊνοποίησης του, η καφεΐνη σαν κύρια ουσία και η αποσαφήνιση της σχέση της υγείας με τους καταναλωτές. Τελικώς εκθέτεται ένα ερωτηματολόγιο, που αφορά και βασίζεται στις απόψεις των καταναλωτών γύρω από την κατανάλωση καφέ, τις ποικιλίες της αρεσκείας τους και της επιρροής τους από την καφεΐνη.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	7
2	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ.....	9
2.1	ΚΑΦΕΣ-ΙΣΤΟΡΙΑ-ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ .....	9
2.1.1	Ιστορία και σχέση της υγείας με τον καφέ .....	9
2.1.2	Ο καφές και ο προορισμός του .....	10
2.1.3	Το φυτό .....	13
2.1.4	Βασικές διαφορές Arabica και Robusta .....	15
2.1.5	Ποικιλίες καφέ .....	16
2.2	Βιοχημικά χαρακτηριστικά στο γένος Coffea .....	21
2.2.1	Τριγονελλίνη.....	22
2.2.2	Χλωρογενικό οξύ .....	24
2.2.3	Λιπίδια.....	25
2.2.4	Πρωτεΐνες.....	27
2.2.5	Ελεύθερα αμινοξέα .....	27
2.2.6	Πολυσακχαρίτες.....	27
2.2.7	Μελανοιδίνες.....	28
2.2.8	Πτητικές αρωματικές ενώσεις.....	29
2.3	Συγκομιδή και επεξεργασία.....	30
2.3.1	Συγκομιδή .....	31
2.3.2	Μηχανική Επεξεργασία .....	32
2.4	Καβουρδισμένος καφές .....	34
2.4.1	Φυσικοχημικές μεταβολές στον καβουρδισμένο κόκκο .....	35
2.4.2	Προφίλ ψησίματος .....	40
2.5	Άλεση .....	45
2.5.1	Μύλοι άλεσης κόκκων καφέ.....	46

2.6	Το ρόφημα του καφέ.....	48
2.6.1	Είδη καφέ .....	50
2.7	ΚΑΦΕΪΝΗ.....	52
2.7.1	Τι είναι η καφεΐνη .....	52
2.7.2	Χημική δομή.....	52
2.7.3	Οι πηγές της.....	53
2.7.4	Η καφεΐνη στο φυτό του καφέ.....	54
2.7.5	Κατανάλωση καφεΐνης.....	56
2.7.6	Η απορρόφηση της στον οργανισμό.....	59
2.7.7	Επιθυμητή κατανάλωση καφέ .....	60
2.8	Ντεκαφ .....	61
2.8.1	Φυσικός χωρίς καφεΐνη καφές Arabica .....	61
2.8.2	Αποκαφαινοποίηση.....	62
2.8.3	Πέντε οφέλη του ντεκαφεϊνέ καφέ .....	66
2.9	Καφές, Καφεΐνη και Υγεία.....	67
2.9.1	Αντιοξειδωτικές ιδιότητες .....	68
2.9.2	Καρκίνος .....	70
2.9.3	Διαβήτης τύπου 2 .....	71
2.9.4	Συκώτι .....	72
2.9.5	Αρτηριακή πίεση .....	73
2.9.6	Νευρολογικές παθήσεις.....	74
2.9.7	Καφεΐνη και ύπνος.....	75
2.9.8	Η επίδραση της καφεΐνης στα παιδιά και τους εφήβους.....	75
2.9.9	Εγκυμοσύνη.....	76
3	ΕΡΕΥΝΑ.....	77
3.1	Ερωτηματολόγιο.....	79
4	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	87

## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο καφές είναι το ρόφημα, που συνοδεύει τον μεγαλύτερο πλυθισμό παγκοσμίως στην καθημερινότητα του και κατά την διάρκεια της ημέρα του. Έχει συνδεθεί με ένα όμορφο ξύπνημα, με εργασία, με διασκέδαση, με μία βόλτα, είναι ένα ρόφημα που δίνει στον καταναλωτή του απόλαυση, μέσω του έντονου αρώματός και τις ιδιαίτερης γεύσής του. Τι είναι όμως ο καφές εκτός από ένα ρόφημα κι ποιά είναι η ιστορία του; Έχουν γεννηθεί διάφορα ερωτήματα γύρω από αυτόν, όπως από που προέρχεται, από τι αποτελείται, ποια είναι η διαδικασία παρασκευής του, όπως επίσης ποια είναι η σχέση του με τον άνθρωπο.

*“Coffee: the favorite drink of the civilized world.  
-Thomas Jefferson*

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να λύσει ερωτήματα που υπάρχουν γύρω από τον καφέ και να τα αποσαφηνίσει. Καθότι είναι άμεσα συνδεδεμένος με την ζωή του ανθρώπου και την διατροφή του, θεωρήθηκε ενδιαφέρον να μελετηθεί σαν φυτό, χημική ένωση και ρόφημα. Να αναλυθούν οι χημικές ενώσεις που τον αποτελούν, να «ανακαλυφθεί» η διαδικασία πίσω από τον έτοιμο τυποποιημένο, συσκευασμένο καφέ του εμπορίου, να προσδιοριστεί η πορεία επεξεργασίας του.

Η εργασία αρχικά πραγματεύεται την ιστορία της ανακάλυψης και διάδοσης του καφέ, μέσω επιστημονικών μελετών και πως διαδόθηκε στην Ευρώπη και στον υπόλοιπο κόσμο. Μετά από την ιστορική αναδρομή ακολουθεί η προέλευση του, η οποία είναι οι Ισημερινές και τροπικές χώρες, με κύρια ήπειρο την Αφρική, όπου σύμφωνα από μη επιστημονικά αποδεδειγμένα γεγονότα ανακαλύφθηκε αρχικά στην Αιθιοπία σαν στερεά τροφή, έπειτα διαδόθηκε στην Υεμένη και στην υπόλοιπη Αραβική Χερσόνησο. Όσο αφορά το φυτό ανήκει στην βοτανική οικογένεια Rubiaceae και στο γένος Coffea. Στο γένος αυτό ανήκουν αρκετές ποικιλίες, με κύριες και πιο διαδεδομένες στο εμπόριο την Coffea arabica και την Coffea canephora. Οι κόκοι του φυτού

αυτού, αποτελούνται από χημικές ενώσεις με κύρια την καφεΐνη και έπειτα την τριγονελλίνη, το χλωρογενικό οξύ, τα λιπίδια, τις πρωτεΐνες, τα ελεύθερα αμινοξέα, τους πολυσακχαρίτες, τις μελανοιδίνες και τις πτητικές αρωματικές ενώσεις. Αφού οι καρποί του δέντρου επιλεχθούν με την συγκομιδή, ανάλογα με τον βαθμό ωρίμανσης τους, λαμβάνουν μηχανική επεξεργασία ξήρης ή υγρής μορφής ή ημιξύρανσης, ώστε να ετοιμαστούν για την διαδικασία του καβουρδίσματος. Με το ψήσιμο του κόκκου δημιουργείται το έντονο άρωμα του και η ιδιαίτερη γεύση του, που τον κάνουν ξεχωριστό, ανάλογα τον βαθμό καβουρδίσματος του. Μόλις ο καφές καβουρδιστεί συσκευάζεται ή ακολουθεί την διαδικασία αλέσματος, όπου μετατρέπεται σε μορφή σκόνης και είναι έτοιμος για τους καταναλωτές.

Έπειτα παρουσιάζεται και αναλύεται η χημική ένωση καφεΐνης, βασική ένωση του καφέ, η οποία έχει απασχολήσει αρκετά τον επιστημονικό χώρο όσο και το επιστημονικό κοινό με την διαφορούμενη επίδραση της στην υγεία του ανθρώπου. Επεξηγείται η προέλευση της, η χημική δομή της, οι πηγές της, η κατανάλωση της και η απορρόφηση της από τον οργανισμό. Στην συνέχεια αναλύεται ο ντεκαφ καφές, ο οποίος παρασκευάζεται με την διαδικασία της αποκαφεΐνωσης, ή προέρχεται από φυτό καφέ, το οποίο φυσικά δεν περιέχει καφεΐνη. Έπειτα παραθέτονται οι σχέσεις του καφέ με κάποιες νόσους και γενικότερα με την υγεία του καταναλωτή. Ανά τα χρόνια ο καφές και οι ουσίες του έχουν αποδοκιμαστεί και στοχοποιηθεί για πολλές αρνητικές επιπτώσεις, σκοπός της ενότητας αυτής είναι η διαφώτιση του θέματος αυτού, με ανάλυση θεμάτων, όπως οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες του καφέ, ο καρκίνος, ο διαβήτης τύπου 2, το συκώτι, η αρτηριακή πίεση, οι νευρολογικές παθήσεις, η σχέση της καφεΐνης με τον ύπνο, η επίδραση της καφεΐνης στα παιδιά και τους εφήβους και η εγκυμοσύνη.

Στο τέλος, αφού έχουν παρουσιαστεί όλα τα δεδομένα, παραθέτεται ένα ερωτηματολόγιο. Σκοπός του είναι η απεικόνιση των απόψεων και των προτιμήσεων των καταναλωτών γύρω από το ρόφημα του καφέ. Βασίζεται σε απλές και κατανοητές ερωτήσεις, τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται σε γραφήματα και επεξηγούνται. Με αυτόν τον τρόπο η εργασία στοχεύει να καλύψει ένα μεγάλο κενό, που υπάρχει στη γνώση πίσω



από το ρόφημα και τον δεσμό που έχει δημιουργηθεί με την διατροφή του ανθρώπου.

## 2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

### 2.1 ΚΑΦΕΣ-ΙΣΤΟΡΙΑ-ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ

#### 2.1.1 Ιστορία και σχέση της υγείας με τον καφέ

Καθ' όλη την διάρκεια της ιστορίας, η χρήση του καφέ έχει υποβληθεί σε πολλά κύματα έγκρισης και περιορισμού. Η επιστήμη έχει χρησιμοποιηθεί για να επεκτείνει την κατανάλωση καφέ δίνοντας βάσεις σε επιστημονικές μελέτες, αλλά ταυτόχρονα έχει βρεθεί στην αντίθετη πλευρά με βάση επιστημονικών προπαγάνδων, ώστε να μειώσει την κατανάλωση του. Όποιοι και αν είναι οι λόγοι, πολιτικά, οικονομικά, γεωργικά και κοινωνικά κίνητρα συμπεριλαμβανομένης της διεύρυνσης των καταναλωτικών αγορών, έχουν συμβάλει στην επίτευξη της προόδου της επιστήμης του καφέ και στην διεύρυνση διαφόρων βιολογικών επιπτώσεων που ασκεί ο καφές. Με την πάροδο του χρόνου, οι θεωρητικές και οι πρακτικές αλλαγές στην επιστήμη και την ιατρική άνοιξαν τον δρόμο για την αναζήτηση αποσαφήνισης των περίπλοκων σχέσεων μεταξύ καφέ και υγείας.

Η σύγχρονη ιατρική και διαιτολογία έχουν τις ρίζες τους στην Ιπποκρατική γνώση. Βέβαια ούτε ο Έλληνας ιατρός Ιπποκράτης (460-370 π.Χ.), ούτε αργότερα ο Ρωμαίος ιατρός Αίλιος Γαληνός (129-199 π.Χ.) δεν ανέφεραν ποτέ για τον καφέ. Οι πρώτες αναφορές για αυτόν προήλθαν από Αιθίοπες πολεμιστές που τον κατανάλωναν σα στερεά τροφή. Έπειτα γνωστός έγινε και στην Υεμένη, στο νοτιοδυτικό άκρο της αραβικής χερσονήσου, από τους σκλάβους, που μετέφεραν οι Άραβες και που κατανάλωναν καφέ. Οι Περσικοί ιατροί Rhazes (860-932 μ.Χ.) και Αβέννα (980-1037 μ.Χ.) ήταν οι πρώτοι που ανέφεραν τον καφέ σε εξιδεικευμένα κείμενα και περιέγραψαν τις φαρμακευτικές του ιδιότητες. Αργότερα ο καφές αναγνωρίστηκε και από Δυτικούς επιστήμονες, όπως ο βοτανολόγος Leonhard Rauwolf (1535-1596), ο οποίος μελέτησε τη χλωρίδα της Εγγύς Ανατολής. Ο Σουηδός βοτανολόγος Carolus Linnaeus (1707-1778) συνέταξε την επιστημονική ονομασία του γένους Coffea και περιέγραψε διάφορες φυσιολογικές επιδράσεις του καφέ.

Η επιστημονική επανάσταση του 16<sup>ου</sup> και του 17<sup>ου</sup> αιώνα εγκαινίασε την επιστημονική μέθοδο, η οποία βασίζεται σε ελεγχόμενο πειραματισμό και πραγματοποιήθηκαν μελέτες της χημείας του καφέ και των βιολογικών της επιπτώσεων σε φυτά, ζώα και ανθρώπους. Σε εξειδικευμένα ιατρικά περιοδικά στις αρχές του 18<sup>ου</sup> αιώνα αναφέρθηκαν και οι νευρικές και αγγειοκινητικές διεγέρσεις, που προέρχονται από την φυσιολογική δράση του καφέ. Μέχρι το τέλος του 18<sup>ου</sup> αιώνα η χημεία έλαβε σημαντικότερο ρόλο στην ταυτοποίηση προσμίξεων και στην βελτίωση των προβλέψεων βιολογικών αποτελεσμάτων. Επίσης η διάδοση της κατανάλωσης καφέ και η θεσμοποίηση της επιστήμης στην Γερμανία, την Γαλλία και την Μεγάλη Βρετανία τον 19<sup>ο</sup> αιώνα μετέτρεψαν τον καφέ σε αντικείμενο μεγάλου ενδιαφέροντος.

Ο διάσημος Γερμανός χημικός Justus von Liebig (1803-1873 μ.Χ.) ήταν υποστηρικτής της ιδέας, ότι ορισμένες τροφές διεγείρουν τα όργανα και συμβάλλουν στην ζωτικότητα τους, πίστευε επίσης, ότι τα σώματα που σχηματίστηκαν κατά την διάρκεια του καβουρδίσματος καφέ, θα μπορούσαν να αποτρέψουν ανεπιθύμητες ζυμωτικές αντιδράσεις στο σώμα. Ο Γάλλος ιατρός Francois Magendie (1783-1855 μ.Χ.) συμπεριέλαβε τον καφέ σε θεραπεία για λοιμώξεις. Ο Claude Bernard (1813-1878 μ.Χ.) επίσης Γάλλος, ήταν ο πρώτος που έδειξε ότι τα μόρια τροφίμων χωρίζονται σε μικρότερες ενώσεις σε οργανισμούς και αναδιατάσσονται για να δημιουργήσουν νέες ουσίες, μελέτησε τις επιπτώσεις του καφέ στην αρτηριακή πίεση. Από τον 19<sup>ο</sup> αιώνα και μετά, οι δημοσιεύσεις για τον καφέ και την υγεία αυξήθηκαν σημαντικά. Μεταξύ 1850 και 1930 μ.Χ. το επιστημονικό υπόβαθρο της επιστήμης του καφέ υποβλήθηκε σε δυο σημαντικές εξελίξεις, στα ανθρώπινα διατροφικά πρότυπα, που έγιναν σημαντικό μέρος της δημόσιας υγείας και στην ανακάλυψη των ενζύμων, που βελτίωσαν την αποσαφήνιση των οργανικών αντιδράσεων (Bizzo, et al., 2015)

### 2.1.2 Ο καφές και ο προορισμός του

Ο καφές είναι ευρέως γνωστός ως το ρόφημα που προέρχεται από τους καρπούς του καφεόδεντρου, ο οποίος έχει περισσότερους από έναν

ορισμούς. Ορίζεται ως α) ο καρπός του καφεόδεντρου, β) (συνεκδοχικά) το ίδιο το καφεόδεντρο, γ) (συνεκδοχικά) η ποσότητα του παραπάνω καρπού, που παράγεται από την επεξεργασία του (ψήσιμο, άλεσμα) ώστε να είναι κατάλληλος για βράσιμο και πόση, δ) (συνεκδοχικά) το ρόφημα, που προκύπτει από το βράσιμο του καφέ σε νερό ή ατμό, ε) το συγκεκριμένο ρόφημα ανάλογα με τον τρόπο παρασκευής ή την προέλευση των κόκκων του καφέ, στ) (συνεκδοχικά) το ρόφημα, που παράγεται από οποιοδήποτε καρπό, ο οποίος έχει υποστεί την ίδια επεξεργασία (άλεσμα, ψήσιμο) ώστε να υποκαταστήσει τον καφέ, ζ) (συνεκδοχικά) το περιεχόμενο μιας δόσης καφέ ή φλιτζανιού, η) (συνεκδοχικά) η κατανάλωση του ροφήματος του καφέ (greek-language.gr, 2006-2008).

Οι πράσινοι κόκκοι καφέ που καβουρδίζουμε, αλέθουμε και παρασκευάζουμε για να παράγουμε το γνωστό ρόφημα στον κόσμο, είναι οι σπόροι που περιέχονται σε φρούτα από δέντρα και θάμνους, που καλλιεργούνται φυσικά στη σκιά των αφρικανικών δασών, συμπεριλαμβανομένων των νησιών της Μαδαγασκάρης και ο Μαυρίκιος. Καλλιεργήθηκε σε τροπικές περιοχές όπως η Ισημερινή Αφρική, η Ιάβα, η Σουμάτρα και άλλα νησιά των Ανατολικών Ινδιών, των Δυτικών Ινδιών, της Ινδίας, της Αραβίας, των νησιών του Ειρηνικού ωκεανού, Μεξικό και Κεντρική και Νότια Αμερική.

Το δέντρο του καφέ είναι μέρος της υπογενούς περιοχής των φυτών γνωστών επιστημονικά ως αγγειόσπερμα, που σημαίνει ότι το φυτό αναπαράγεται από σπόρους που περικλείονται στην ωοθήκη του λουλουδιού. Ανήκει στην βοτανική οικογένεια Rubiaceae, η οποία έχει περίπου 500 γένη και πάνω από 6000 είδη. Ο καφές ανήκει στο γένος Coffea (Εικ.1), στο οποίο συγκαταλέγονται πολλά υπογενή. Ένα από αυτά είναι το υπογονίδιο Eucoffea. Το Psylanthus είναι ένα άλλο σημαντικό γένος της οικογένειας Rubiaceae, τα είδη του συχνά συγχέονται με τα είδη του Coffea.



*Εικόνα 1: Coffea spp (horomidis.gr, 2017) .*

Οι βοτανολόγοι, λόγω της μεγάλης ποικιλίας των τύπων φυτών καφέ και σπόρων, δεν κατάφεραν να συμφωνήσουν σε ένα σύστημα για να τα ταξινομήσουν ή και να ορίσουν ορισμένα φυτά ως μέλη του γένους *Coffea*. Αν και έχουν περιγράψει εκατοντάδες είδη, το NCBI στις Ηνωμένες Πολιτείες και οι Davis περιέγραψαν πάνω από 90 είδη στο γένος *Coffea*, εκ των οποίων 25 έχουν μελετηθεί εκτενέστερα. Από αυτά τα 25 είδη μόνο 2 έχουν μεγάλη εμπορική σημασία, το *Coffea arabica* και το *Coffea canephora*. Έχει προταθεί ότι το *C.arabica* ένα τετραπλοειδές είδος ( $2n = 4x = 44$ ) προήλθε από φυσικό υβριδισμό μεταξύ *C.canephora* και *C.eugenioides*, ή οικοτύπων που σχετίζονται με αυτά τα δύο διπλοειδή ( $2n = 2x = 22$ ) είδη. Έχουν αναφερθεί και τριπλοειδή υβρίδια που προέρχονται από διασταυρώσεις μεταξύ *C.arabica* και διπλοειδών, τείνουν να είναι ισχυρά φυτά, αλλά σχεδόν εντελώς στείρα. Τα δέντρα *C.arabica* φτάνουν τα 6 μέτρα σε ύψος, ευδοκιμούν σε υψηλές θερμοκρασίες και οι σπόροι τους αντιπροσωπεύουν πάνω από το 60% της παγκόσμιας παραγωγής καφέ. Τα δέντρα *Coffea canephora* φτάνουν τα 10 μέτρα ύψος, αναπτύσσονται σε χαμηλά υψόμετρα και θερμότερα κλίματα και έχουν υψηλότερη αντοχή σε ασθένειες, χαμηλότερη ποιότητα προϊόντος και αγοραίας αξίας σε σύγκριση με τα δέντρα *Arabica*. Οι σπόροι τους αντιπροσωπεύουν λιγότερο από το 40% της παγκόσμιας παραγωγής καφέ. Το είδος *Coffea liberica* (διπλοειδές, υψος 18 μέτρα, ζεστό κλίμα, χαμηλές υψώσεις, κακή ποιότητα προϊόντος, ευαίσθητο σε ασθένειες) είναι το τρίτο πιο σχετικό είδος και είναι υπεύθυνο για ένα πολύ μικρό κομμάτι της αγοράς ( λιγότερο από 1%) (Farah & Santos, 2015). Επίσης πολύ

πρόσφατα ταξινομήθηκε ένα νέο μέλος της οικογένειας *Liberica* το *Excelsa* (*Coffea excelsa* ή *Coffea liberica* var. *Dewevrei*), τα οποίο δεν διαφέρει πολύ από το *Liberica*. Ονομάστηκε ως γένος της *Liberica* επειδή μεγαλώνει σε μεγάλα δέντρα όπως το *Liberica* σε παρόμοια υψόμετρα και έχει παρόμοιο σχήμα αμύγδαλου. Το *Excelsa* αναπτύσσεται κυρίως στη Νοτιοανατολική Ασία και αντιπροσωπεύει μόλις το 7% της παγκόσμιας κυκλοφορίας καφέ (Hutson, 2016). Επίσης ένα ακόμα πρωτότυπο φυτό, είναι το *Coffea Charrieriana*, ή το *Charrier Coffee*. Είναι ο μόνος καφές που φυσικά δεν περιέχει καφεΐνη. Είναι ένα φυτό καφέ από το Καμερούν που ανακαλύφθηκε πρόσφατα, όμως δεν παράγεται ακόμα στο εμπόριο (TheCoffeCoMission, 2015).

Έχει παρατηρηθεί μία σύγχυση σχετικά με την ονοματολογία, αναφορικά με το κύριο είδος του καφέ, εξαιτίας του πλούτου των ειδών και των ποικιλιών. Για παράδειγμα το *C. canephora* έχει περιγραφεί ως *Coffea robusta*, ενώ το «*robusta*» είναι η ποικιλία ή υποκαλλιέργεια του είδους *C. Canephora*. Με τον ίδιο τρόπο, η λέξη *robusta* έχει χρησιμοποιηθεί εσφαλμένα για εμπορικούς και άλλους σκοπούς ως συνώνυμο για το *kouilouensis* ή το *kouilon* ή το *conilon*, οποίο είναι μια διαφορετική ποικιλία του *C. Canephora* που καλλιεργείται ευρέως στη Βραζιλία (Farah & Santos, 2015).

### 2.1.3 Το φυτό

Ο καφές είναι ένα πολυετές φυτό με αειθαλή φύση. Συνήθως ζει για περίπου 10 έως 15 χρόνια στη φύση πριν πεθάνει, αλλά η παραγωγή φρούτων του μειώνεται σημαντικά νωρίτερα. Επομένως, στις εμπορικές φυτείες τα δέντρα πρέπει να ανανεώνονται τακτικά. Το σχήμα του δέντρου καφέ ποικίλλει ανάλογα με το είδος και την ποικιλία. Γενικά, το δέντρο του καφέ αποτελείται από έναν όρθιο κύριο βλαστό (κορμό) με πρωτογενή, δευτερεύοντα και τριτογενή πλευρικά κλαδιά. Αυτά τα κλαδιά ονομάζονται κοροίδα στο αναπτυσσόμενο στάδιο και στελέχη στο τελικό στάδιο. Τα φύλλα είναι αντίθετα αποσυντεθειμένα στα κοροίδα. Κάθε ζεύγος φύλλων τοποθετείται σταυρωτά στο επόμενο ζεύγος φύλλων. Τα φύλλα εμφανίζονται λαμπερά, κυματιστά και με σκούρο πράσινο χρώμα με εμφανείς φλέβες. Στον άξονα

κάθε φύλλου υπάρχουν τέσσερις έως έξι κατά συρροή οφθαλμοί και ακριβώς πάνω από αυτούς υπάρχει ένας οφθαλμός που ονομάζεται επιπλέον μασχαλιαίος οφθαλμός, εξαιτίας της σχετικά μακρινής θέσης του. Αυτός ο επιπλέον μασχαλιαίος οφθαλμός εξελίσσεται σε ένα πλαγιότροπο ή πλευρικό, οριζόντιο κλαδί, όπου αναπτύσσεται σχεδόν σε ορθή γωνία από τα κύρια στελέχη. Κανένας άλλος οφθαλμός στον ίδιο άξονα δεν μπορεί να αναπτυχθεί σε πλευρικό κλαδί, γεγονός που σημαίνει ότι εάν ένας τέτοιο κλαδί αποκοπεί, δεν μπορεί να συμβεί πλευρική αναγέννηση στον κόμβο ενός κυρίου κατακόρυφου στελέχους. Τα πλευρικά ονομάζονται συνήθως πρωτοβάθμια. Κάθε κατά συρροή οφθαλμός σε ένα πρωτεύον μπορεί να εξελιχθεί σε μία ταξιανθία ή σε ένα δευτερεύον κλαδί, το οποίο έχει μία δομή παρόμοια με εκείνη του πρωτογενούς κλαδιού, με κατά συρροή μπουμπούκια που αναπτύσσονται είτε σε μικρές δέσμες συμπυκνωμένων λουλουδιών, είτε σε τριτογενή κλαδιά δέντρου. Εάν ένα δευτερεύον κλαδί κοπεί ή αφαιρεθεί, ένα άλλο δευτερεύον στον ίδιο άξονα μπορεί να το αντικαταστήσει, επομένως είναι δυνατή η αναγέννηση των δευτερευόντων σε πρωτοβάθμια. Ένα ρηχό σύστημα ρίζας περιλαμβάνει μία κύρια ρίζα ριζών και πλευρικών και μικρών τροφοδοτών. Οι ρίζες τροφοδοσίας των δέντρων *C. Arabica* διεισδύουν σχετικά βαθιά στο έδαφος, ενώ τα δέντρα *C. Canephora* έχουν ρίζες τροφοδοσίας συγκεντρωμένες πολύ κοντά στην επιφάνεια του εδάφους.

Ο καφές είναι φυτό ημέρας με μικρή διάρκεια, όπου η ανθοφορία του διαρκεί για 8-11 ώρες φωτός. Τα άνθη σχηματίζονται σε ξύλο ενός έτους που είναι λίγο σκληρυμένο. Η επικονίαση πραγματοποιείται εντός 6 ωρών μετά την ανθοφορία. Η διαδικασία γονιμοποίησης ολοκληρώνεται εντός 24-48 ωρών μετά την επικονίαση. Το φρούτο που δημιουργείται έχει μήκος 10-15 mm που περιέχει δύο σπόρους. Ο καρπός περιλαμβάνει το δέρμα, το οποίο είναι ένα μονοκυτταρικό στρώμα που καλύπτεται με κηρώδη ουσία που προστατεύει τον καρπό, είναι συνήθως κόκκινο, σκούρο ροζ ή κίτρινο, τον πολτό που είναι σαρκώδης και σε ώριμα φρούτα έχει πηκτώδες στρώμα βλεννογόνου που προσκολλάται στο ενδοκάρπιο, το οποίο είναι ένα λεπτό, εύθρυπτο στρώμα, το αργίλιο που είναι το επίχρισμα σπόρου που αποτελείται κυρίως από πολυσακχαρίτες (κυρίως κυτταρίνη, ημικυτταρίνη, πρωτεΐνες, πολυφαινόλες

και άλλες δευτερεύουσες ενώσεις) και δύο ελλειπτικούς ή ωοειδείς σπόρους που περιέχουν ενδοσπέρμιο και έμβρυα (Farah & Santos, 2015).

#### 2.1.4 Βασικές διαφορές Arabica και Robusta

Οι ποικιλίες Arabica και Robusta είναι οι πιο εμπορικά διαδεδομένες ποικιλίες, όμως υπάρχουν κάποιες διαφορές μεταξύ τους.

Σύμφωνα με την γεύση, οι κόκκοι Arabica έχουν υψηλότερη οξύτητα και η γεύση είναι πιο γλυκιά. Αφού καβουρδιστούν δημιουργείται ένα έντονο φρουτώδες άρωμα με νότες ζάχαρης. Αντίθετα η γεύση των κόκκων στην ποικιλία Robusta διακρίνονται από μια βαρύτητα και πικρία.

Όσο αφορά την ποσότητα της καφεΐνης στις δύο ποικιλίες, η ποικιλία Robusta έχει διπλάσια ποσότητα, από ότι η Arabica. Αυτός είναι και ένας από τους λόγους που η γεύση της πρώτης είναι περισσότερο πικρή. Το γεγονός αυτό λειτουργεί ως σημαντικός παράγοντας στην άμυνα του φυτού από παράσιτα, έντομα και μύκητες.

Οι κόκκοι Arabica διαφοροποιούνται επίσης από τους Robusta στην περιεκτικότητα λιπιδίων και σακχάρων. Οι πρώτοι περιέχουν 60% περισσότερα λιπίδια και 50% παραπάνω σάκχαρα. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνονται κατά το καβούρντισμα διάφορες αρωματικές ενώσεις και περισσότερο δομημένο σώμα.

Όλες οι παραπάνω διαφορές συντελούν στις τελικές τιμές της αγοράς. Ο Robusta είναι πιο ανθεκτικός, επιτυγχάνει πλήρη παραγωγή γρηγορότερα, οπότε η απόδοσή του ανά φυτό είναι δύο φορές μεγαλύτερη και οι καλλιέργειες του εκμεταλλεύονται ευκολότερα λόγω του χαμηλού υψομέτρου. Καθότι όμως ο καφές Arabica είναι ανώτερης ποιότητας από αυτόν, αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ο Arabica να έχει μεγαλύτερη τιμή αγοράς ανά κιλό (coffetales.gr, 2020).

**Πίνακας 1:** Διαφύρες ανάμεσα στον καφέ *Arabica* και *Robusta*

<b>Καφές Arabica</b>	<b>Καφές Robusta</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• ανώτατη ποιότητα ροφήματος</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• μικρότερο μέγεθος φασολιού</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• πιο εκτιμώμενα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• συνήθως φθηνότερος</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• χαμηλότερη συνολική περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• διπλάσια περιεκτικότητα σε καφεΐνη</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• περισσότερο ευάλωτος σε παράσιτα και ασθένειες</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• υψηλότερη απόδοση σε εκχυλίσμα στερεά</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• περισσότερο ανθεκτικός σε παράσιτα και ασθένειες</li></ul>



**Εικόνα 2:** Κόκκοι καφέ *C.Arabica* και *C.Robusta* (*perkcoffee.co*, 2020)

### 2.1.5 Ποικιλίες καφέ

Υπάρχουν πολλές ποικιλίες και χαρμάνια καφέ, πολλές από τις οποίες έχουν προκύψει υβριδικά (υβρίδιο: φυτό που έχει δημιουργηθεί με την διασταύρωση ειδών, που είναι γενετικά ανόμοια) ή είναι μονοποικιλιακές (*single origin*: είναι ο καφές ο οποίος δεν έχει αναμειχθεί με καμία άλλη ποικιλία, είναι καθαρός χωρίς προσμίξεις) με σκοπό την βελτιστοποίηση τους. Χαρμάνι είναι μίγμα δύο ίδιων στοιχείων (*Wiktionary.org*, 2020) το οποίο έχει προκύψει με την πρόσμιξη δύο ποικιλιών (π.χ. *Arabica* και *Robusta*) Τα χαρμάνια *Arabica* είναι



αρωματικά και απαλά στην γεύση, ενώ τα Arabica σε πρόσμιξη με Robusta παρουσιάζουν περισσότερο σώμα και πιο ξεκάθαρη γεύση. Επιπλέον σε ένα χαρμάνι πρόσμιξης η αναλογία του Arabica πρέπει να είναι μεγαλύτερη από ότι του Robusta (coffetales.gr, 2020). Μερικές από τις πιο διαδεδομένες ποικιλίες του εμπορίου παραθέτονται παρακάτω:

**Coffea Arabica:** Περίπου το 60% της συνολικής παραγωγής καφέ (84,3 εκατομμύρια σάκοι των 60 kg το 2014/2015, στατιστικές ICO) προέρχεται από το είδος Arabica. Οι περισσότεροι παραδοσιακές ποικιλίες όπως η Typica και η Bourbon, που προέρχονται από τους πληθυσμούς της Υεμένης, καθώς και ορισμένες μεταλλαγές τους όπως η Caturra, θεωρούνται εδώ και πολύ καιρό εξαιρετικά παράγωγα και παρουσιάζουν μία υψηλή ποιότητα κύπελλων. Μόνο μερικές συγκεκριμένες επιλογές όπως η Laurina, η Moka ή η Blue Mountain υποστηρίζονται από την αγορά ως παράγωγα καφέ υψηλής ποιότητας. Από την άλλη πλευρά, καφέδες που προέρχονται από τις περιοχές της Αιθιοπίας και του Σουδάν, όπως οι Geisha και Rume Sudan, θεωρούνται άγριες ή ημι-άγριες επιλογές, οι οποίες είναι προσαρμοσμένες στην προμήθεια εξειδικευμένων αγορών λόγω της χαμηλής παραγωγικότητάς τους (Herrera & Lambot, 2017).

- **Arusha:** Τανζανία και Παπούα Νέα Γουινέα. Προέρχεται από την ποικιλία Typica (γεύση: μαύρο τσάι, ακτινίδιο, σοκολάτα, λεμόνι, βατόμουρο / σώμα: καλό / οξύτητα: φωτεινή, έντονη, κιτρική) (espressocoffeeguide.com, 2020).
- **Benguet:** Φιλιππίνες (γεύση: βερίκοκο, λεμονόχορτο, τσάι / άρωμα: τριαντάφυλλου (Lorpez, 2020)
- **Blue Mountain:** περιοχή Blue Mountains της Τζαμάικα. Επίσης καλλιεργείται στην Κένυα, τη Χαβάη, την Αϊτή, την Παπούα Νέα Γουινέα (όπου είναι γνωστή ως PNG Gold) και το Καμερούν (όπου είναι γνωστό ως Boyo). Μια μοναδική μετάλλαξη του Typica, που είναι γνωστό ότι έχει κάποια αντίσταση στη νόσο του μούρου (γεύση: μεταξένια απαλή, ισορροπημένη, με εξαιρετικό γεμάτο σώμα, κλασική, εκλεπτυσμένη, ήπια και ελαφρώς ασυνήθιστα γλυκιά, συχνά με υπαινιγμούς σοκολάτας) (espressocoffeeguide.com, 2020).

- **Bourbon:** Βραζιλία, Κολομβία, Κόστα Ρίκα, Γουατεμάλα, Τανζανία, Δομινικανή Δημοκρατία, Αϊτή, Ρουάντα, Μπουρούντ, Ελ Σαλβαδόρ, Μαλάουι, Νικαράγουα, Μεξικό, Σουμάτρα, Πουέρτο Ρίκο, Παπούα Νέα Γουινέα, Περού, Αυστραλία. Είναι ένα υπο-είδος της ποικιλίας Arabica και από το οποίο προέρχονται πολλά υπο-υπο-ειδή (γεύση: σοκολάτας-βουτύρου και γλυκιά με ελαφριές αποχρώσεις φρούτων) (espressocoffeeguide.com, 2020).
- **Catuai:** Λατινική Αμερική. Είναι μία γενετική διασταύρωση μεταξύ δύο φυσικών μεταλλάξεων Arabica του Yellow Caturra και του Mundo Novo (γεύση: σοκολάτας, καραμέλας, καραμελωμένης ζάχαρης, μέλι, αμυγδάλων και μπαχαρικών όπως μοσχοκάρυδο) (SanMax, 2020).
- **Caturra:** Λατινική και Κεντρική Αμερική. Είναι φυσική μετάλλαξη της ποικιλίας Bourbon (ισορροπία μεταξύ οξύτητας και γλυκύτητας / γεύση: εσπεριδοειδών ακολουθούμενη από γλυκύτητα) (boroughmarket.org.uk, 2020).
- **Harrar:** Αιθιοπία (πικάντικος / άρωμα: μούρου, γήινο, σοκολάτας / γεύση: τυπική γεύση mocha και βατόμουρο).
- **Sidamo:** Αιθιοπία (πλούσιο, γεμάτο σώμα / γεύση: γλυκιά και σύνθετη / χαμηλή οξύτητα / άρωμα: λουλουδιών / φινίρισμα: φωτεινό και απαλό).
- **Yirgacheffe:** Αιθιοπία (άρωμα: λουλουδιών, γλυκό / γεύση: περίπλοκη, φρούτο, τσάι, λεμονιού).
- **French Mission:** Αφρική (γεύση: ομαλή, ήπια, καρυδιού και γλυκιά).
- **Gesha:** Αιθιοπία, Τανζανία, Κόστα Ρίκα, Παναμά, Κολομβία, Περού (διακριτικά χαρακτηριστικά / επιμήκη φρούτα, ή κεράσι καφέ, και το ελαφρύ σώμα / γεύση: μελιού και εσπεριδοειδών / άρωμα: έντονο, λουλουδιού και γιασεμιού / οξύτητα: διακριτική, ισορροπημένη και φωτεινή με λάμψη από λευκό κρασί και νότες από μούρα, μάνγκο, παπάγια και μανταρίνια).
- **Kona:** Χαβάη (γεύση: απλή αλλά πλούσια, συνήθως ελαφριά, λεπτή και ήπια / άρωμα: πολύπλοκο).
- **K7:** Κένυα (οξύτητα: ήπια και λεπτή / σώμα: γεμάτο) (Gichimu, 2020)
- **Maragogype:** Λατινική Αμερική. Θεωρείται μια φυσική μετάλλαξη από την Typica. Ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά κοντά στο Maragogipe,

στην πολιτεία Bahia της Βραζιλίας. Είναι γνωστό ότι παράγει μεγάλα φασόλια (γεύση: λεπτή και γλυκιά) (northern-tea.com, 2018).

- **Mocha:** Υεμένη (γεύση: ξηρή κανέλα, κάρδαμο και ξηρά φρούτα και περιστασιακές νότες καπνού, ξύλου, καβουρδισμένων ξηρών καρπών ή γλυκού μπαχαρικού).
- **Mundo Novo:** Λατινική Αμερική. Είναι υβρίδιο μεταξύ των ποικιλιών Bourbon και Typica. Εμφανίστηκε την δεκαετία του 1940 και δημιουργήθηκε για να είναι πιο ανθεκτικό και να έχει μεγαλύτερη απόδοση (γεύση: ήπια και σοκολατένια) (espressocoffeeguide.com, 2020)
- **Pacamara:** Λατινική Αμερική. Είναι ένα υβρίδιο μεταξύ της μετάλλαξης Bourbon Pacas και Maragogype (άρωμα: ισχυρό, γιασεμί / σώμα: καλό, κρεμώδες / οξύτητα: έντονη / γεύση: γλύκες νότες σοκολάτας, βουτύρου, μελιού, εσπεριδοειδή φρούτων και κρασιού).
- **Pacas:** Λατινική Αμερική, μια φυσική μετάλλαξη της ποικιλίας Bourbon που βρέθηκε στο Ελ Σαλβαδόρ (γεύση: ελαφρώς λιγότερο γλυκό από το Bourbon) (TryNewCoffee.com, 2020)
- **Pache Comum:** Λατινική Αμερική. Είναι μια μετάλλαξη του Typica που βρέθηκε για πρώτη φορά στη Santa Rosa της Γουατεμάλας (γεύση: ήπια).
- **Pache Colis:** Λατινική Αμερική, το Pache Colis είναι ένα υβρίδιο μεταξύ του Pache Comum και του Caturra. Αυτή η ποικιλία παράγει μεγαλύτερα φρούτα (coffeeseach.com, 2006).
- **S795:** Ινδία και Ινδονησία. Είναι διασταύρωση μεταξύ των ποικιλιών Kents και S.288 (γεύση: ισορροπημένη μόκας) (Neilson & Pritchard, 2009).
- **Sagada:** Φιλιπίνες. Ποικιλία, η οποία προέρχεται από την Typica (γεύση: γλυκόπικτη γεύση / άρωμα: καρυδιού και φρυγανιάς) (coffeellera.com, 2020)
- **Bourbon Santos:** Βραζιλία (γεύση: απαλή και ήπια γεύσεις, συχνά γλυκιά και ξηρή).
- **SL28:** Κένυα. Προέρχεται από την Bourbon. Εξαιρετικής ποιότητας.

- **SL34:** Κένυα. Επιλέχθηκε για την ανώτερη ποιότητα του κυπέλλου (αν και κατώτερο από το SL28).
- **Typica:** Υεμένη. Είναι μια υπό-ποικιλία της οικογένειας Arabica, μια πιο συγκεκριμένη διαίρεση αυτής που θεωρείται γενικά υψηλής ποιότητας κόκκοι καφέ. Προτιμάται για τις περισσότερες διασταυρώσεις (γεύση: γλυκιά) (espressocoffeeguide.com, 2020).
- **Blue Mountain:** Τζαμάικα. Έχει αντοχή στη νόσο του κερασιού του καφέ και ικανότητα ανάπτυξης σε μεγάλα υψόμετρα (γεύση: ήπια γλυκιά σοκολάτας / οξύτητα: ελαφριά, χωρίς πικράδα) (espressocoffeeguide.com, 2020).

**Coffea Robusta:** Οι στρατηγικές αναπαραγωγής στη Robusta καθορίζονται από την αυστηρή αυτοσυμβατότητα του είδους και κατά συνέπεια, οι στόχοι θα είναι η επιλογή κλώνων φυτικά πολλαπλασιασμένων ή κλωνικών υβριδίων, που πολλαπλασιάζονται με σπόρους και λαμβάνονται υπό ελεγχόμενη επικονίαση. Δύο βασικές προσεγγίσεις αναπτύχθηκαν από τα Ινστιτούτα αναπαραγωγής καφέ Robusta: η μαζική επιλογή, η οποία κυρίως εφαρμόζεται στη Βραζιλία και στο Βιετνάμ, και η επιλογή με υβριδοποίηση μεταξύ απομακρυσμένων γενετικών ομάδων που αναπτύχθηκαν από τους Γάλλους και Επιστήμονες της Ακτής Ελεφαντοστού (Herrera & Lambot, 2017).

#### **Hybrids:**

- **Ruiru 11:** Κένυα. Πρόκειται για μία νάνο-υβριδική ποικιλία, που παράγεται με υβριδισμό στο χέρι. Είναι γενικά ανθεκτική στις ασθένειες, παράγει χαμηλότερη ποιότητα φλυτζανιών ( γεύση: ξηρή κρασιού, νότες λεμονιού και κίτρου, πιπεριού και μούρων) (sca.coffee, 2020).
- **Timor (Hybrido de Timor):** Νότια Ασία. Είναι ένα μεσοειδικό υβρίδιο των Robusta (*Coffea canephora* var. Robusta) και *Coffea Arabica*. Καθότι, έντονης αντοχής τους στη σκουριά από φύλλα καφέ, μια ασθένεια που πλήττει τα περισσότερα είδη φυτών καφέ, η ποικιλία αυτή χρησιμοποιείται σε πολλές επιπλέον γενετικές διασταυρώσεις (γεύση και οξύτητα εκτεταμένη) (espressocoffeeguide.com, 2020).

- **Catimor:** Πορτογαλία, Ινδονησία και Βιετνάμ. Μια ομάδα ποικιλιών καθαρής γραμμής που προέρχονται από διασταυρώσεις μεταξύ Hibrido de Timors και Caturra (γεύση: πικάντικη σαν μαύρο πιπέρι) (sca.coffee, 2020).

#### **Coffea charrieriana:**

- **Charrier:** Καμερούν, πρόκειται για έναν καφέ χωρίς ίχνος καφεΐνης, διατηρώντας όλα τα χαρακτηριστικά του καφέ (γεύση, άρωμα, κτλ.) (coffees.gr)

## 2.2 Βιοχημικά χαρακτηριστικά στο γένος Coffea

Στην παρασκευή ποτών και καφέ χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο δύο είδη, τα οποία είναι το *Coffea arabica* και το *Coffea canephora*. Τα φυτά αυτά περιέχουν δύο αλκαλοειδή που παράγονται από νουκλεοτίδια και βρίσκονται στους σπόρους του φυτού. Το ένα είναι η καφεΐνη (1,3,7-N-τριμεθυλοξανθίνη) και το άλλο είναι η τριγονελλίνη (1-N-μεθυλνικοτινικό οξύ) και οι δύο ουσίες είναι N-μεθυλ ενώσεις και απαντώνται σε παρόμοιες συγκεντρώσεις. Οι ομάδες μεθυλίου παρέχονται και οι δύο από S-αδενοσυλ-1-μεθειονίνη.

Τα φυτά καφέ είναι φωτοαυτότροφα και παράγουν διαφόρους πρωτογενείς και δευτερογενείς μεταβολίτες χρησιμοποιώντας ατμοσφαιρικό διοξείδιο του άνθρακα και ανόργανο άζωτο που παρέχονται ως νιτρικά άλατα ή άλας αμμωνίου. Έκτος από πρωτογενείς μεταβολίτες, όπως σάκχαρα, λιπίδια, αμινοξέα, πρωτεΐνες και νουκλεϊκά όξια, παράγουν και δευτερεύοντες μεταβολίτες που συσσωρεύονται στους σπόρους. Οι κυριότεροι είναι τα χλωρογενικά οξέα (εστέρες ορισμένων trans-κινναμικών οξέων και κιννικού οξέος), η καφεΐνη και η τριγωνιλίνη. Τα χλωρογενικά οξέα και η καφεΐνη παράγονται από νουκλεοτίδιο φαινυλαλανίνης και πουρίνης αντίστοιχα. Τα φυτά καφέ παράγουν διάφορα ισομερή χλωρογενικών οξέων, συμπεριλαμβανομένων των καφεοϋλοκινικών οξέων, των δικαφεοϋλοκινοϊκών οξέων, των φουρουλοϋλοκινικών οξέων και του κύριου συστατικού τους, 5-καφεοϋλοκινοϊκό οξύ ως εξής: φαινυλαλανίνη → κινναμικό οξύ → 4-κουμαρικό οξύ → καφεϊκό οξύ → καφεοϋλ-συνένζυμο Α → 5-καφεοϋλοκινοϊκό οξύ. Η βιοσύνθεση της καφεΐνης ξεκινά από την ξανθοσίνη, η οποία παράγεται ως καταβόλο – λίγων νουκλεοτιδίων πουρίνης. Η κύρια βιοσυνθετική της οδός είναι η

ξανθοσίνη → 7-μεθυλοξαντοσίνη → 7-μεθυλοξανθίνη → θειοβρωμίνη → καφεΐνη (Ashihara, 2015).

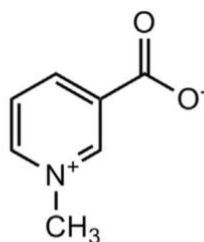
Σε σύγκριση με τα πράσινα φασόλια Robusta, τα πράσινα φασόλια Arabica έχουν σημαντικά υψηλότερο επίπεδα λιπιδίων, σακχαρόζης και τριγωνιλίνης αλλά χαμηλότερα σε καφεΐνη και χλωρογενικό οξύ (CGA). Το ψήσιμο προκαλεί χημικές αντιδράσεις που έχουν ως αποτέλεσμα την τροποποιημένη σύνθεση των καβουρδισμένων φασολιών, τα οποία εξαρτώνται επίσης σε μεγάλο βαθμό από το προφίλ ψησίματος-θερμοκρασίας και τον βαθμό ψησίματος. Σε γενικές γραμμές, το ψήσιμο των κόκκων καφέ προκαλεί έντονη αύξηση των μελανοειδινών, οι οποίες είναι ο κύριος συντελεστής του χρώματος, της γεύση και των ιδιοτήτων που προάγουν την υγεία του καφέ (Wang & Lim, 2015).

### 2.2.1 Τριγονελλίνη

Η Τριγονελλίνη ή N-μεθυλονικοτινικό οξύ υπάρχει στους σπόρους καφέ σε 1-3% ξηρού βάρους. Ο σκελετός πυριδίνης της τριγονελλίνης προέρχεται από νουκλεοτίδια πυριδίνης. Μελέτες του in situ μεταβολισμού ραδιενεργών προδρόμων για τη βιοσύνθεση και τον καταβολισμό νουκλεοτιδίων πυριδίνης, καθώς και για την ταυτοποίηση ενζύμων, έχουν αποδείξει ότι η βιοσυνθετική οδός τριγονελλίνης σχετίζεται στενά με το νουκλεοτίδιο πυριδίνης σε σύνθεση de novo και ο κύκλος νουκλεοτιδίων πυριδίνης. Το βασικό ένζυμο στη σύνθεση της τριγονελλίνης είναι η συνθετάση της τριγονελλίνης, η οποία καταλύει τη μεθυλίωση του νικοτινικού οξέος.

Η σύνθεση τριγονελλίνης αναφέρεται στο σχηματισμό τριγονελλίνης από νικοτινικό οξύ. Η αντίδραση είναι:

**S-αδενοσυλ-1-μεθειονίνη + νικοτινικό οξύ → S-αδενοσυλ-ομοκυστέϊνη + τριγονελλίνη (N-μεθυλονικοτινικό οξύ)**



Trigonelline

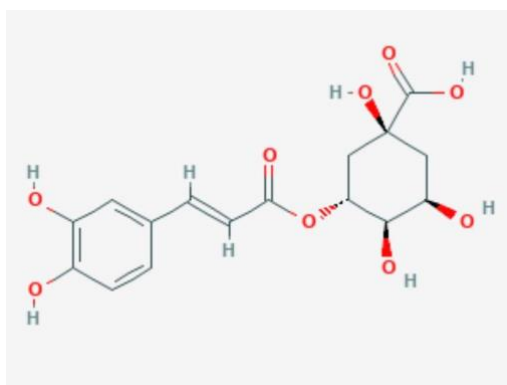
*Εικόνα 3: Χημική δομή τριγονελλίνης (Ashihara, 2015)*

Η συνθετάση τριγονελλίνης (νικοτινική N-μεθυλτρανσφεράση) είναι ο καταλύτης αυτής της αντίδρασης. Το ένζυμο έχει μελετηθεί σε εκχυλίσματα από το μπιζέλι (*Pisum sativum*). Το μοριακό βάρος μερικώς καθαρισμένου ενζύμου σόγιας εκτιμήθηκε ως 85.000-90.000 με διήθηση πήκτης και ~42.000 με ηλεκτροφόρηση πήκτης δωδεκυλ-θειικού νατρίου-πολυακρυλαμιδίου. Αυτά τα δεδομένα υποδηλώνουν ότι το ένζυμο υπάρχει ως ένα διμερές που αποτελείται από δύο πανομοιότυπες υπομονάδες. Το ένζυμο χρησιμοποιεί νικοτινικό οξύ ως υπόστρωμα, αλλά όχι νικοτιναμίδιο. Συμπληρωματικό DNA που κωδικοποιεί το ένζυμο της συνθετάσης της τριγονελλίνης δεν έχει ακόμη ληφθεί από κανένα οργανισμό.

Η τριγονελλίνη σε πρώτες ύλες καφέ όταν υπόκειται σε θερμική επεξεργασία μετατρέπεται σε νικοτινικό οξύ και άλλες ενώσεις κατά το ψήσιμο. Ως αποτέλεσμα, η περιεκτικότητα σε τριγονελλίνη στους καβουρδισμένους σπόρους είναι χαμηλότερη από την περιεκτικότητα στους ακατέργαστους σπόρους καφέ. Ο καφές παρέχει 1-3 mg νικοτινικού οξέος ανά φλιτζάνι. Έτσι, ένα φλιτζάνι καφέ θα μπορούσε να συνεισφέρει 6-18% της συνιστάμενης ημερήσιας ποσότητας νιασίνης (16mg / d) για ενήλικες άνδρες. Επιπρόσθετα του νικοτινικού οξέος και άλλα αζωτούχα υλικά, όπως το 1-μεθυλοπυριδίνιο (έως 0,25%) και το 1,2-διμεθυλοπυριδίνιο (έως 0,0025%), παρήχθησαν από την τριγονελλίνη με ψήσιμο (Ashihara, 2015).

## 2.2.2 Χλωρογενικό οξύ

Τα χλωρογενικά οξέα (CGAs: Chlorogenic acids) είναι μια οικογένεια εστέρων που είναι δομικά ανάλογα του κινικού οξέος (QA: Quinic acid) που φέρουν ένα ή περισσότερα παράγωγα, όπως καφεϊκό, φερουλικό, και ρ-κουμαρικά οξέα. Τα CGAs διανέμονται ευρέως ανάμεσα σε φυτά όπως το μήλο, το αχλάδι, το δαμάσκηνο, το λάχανο και την γλυκοπατάτα. Σύμφωνα με πληροφορίες, τα δαμάσκηνα (*Prunus domestica* L.) περιέχουν CGAs όπως 3-, 4- και 5-καφεοϋλοκινικό οξύ [3-, 4-, και 5-καφεοϋλοκινικό οξύ (CQA: Caffeoylquinic acid)] σε αναλογία 78,7: 18,4: 3,9. Επιπλέον, το μήλο, το βατόμουρο, το μπρόκολο και η πατάτα περιέχουν CGAs στα 62–385 mg kg<sup>-1</sup>, 500–2000 mg kg<sup>-1</sup>, 70 mg kg<sup>-1</sup>, 60 mg kg<sup>-1</sup>, και 500–1200 mg kg<sup>-1</sup>, αντίστοιχα. Οι άνθρωποι έχουν καταναλώσει CGA ως πρωτογενή διατροφική πολυφαινόλη από την αρχαιότητα. Η πρώτη αναφορά των CGAs δημοσιεύθηκε από τους Robiquet and Burton το 1837. Ερεύνησαν φυσιολογικά ενεργές ουσίες στον καφέ και απομόνωσαν όξινες ουσίες με πράσινες χρωστικές ουσίες που περιλάμβαναν το φερλικό χλωρίδιο από πράσινους κόκκους καφέ. Περίπου 100 χρόνια μετά από αυτήν την έκθεση, οι Fischer και Dangschat συνήγαγαν την δομή των CGA ως σύζευγμα καφεϊκού οξέος (CA: Caffeic acid) και QA. Η ονοματολογία των CGA βασίζεται στο



**Εικόνα 4:** Χλωρογενικό οξύ  $C_{16}H_{18}O_9$  ([pubchem.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov), 2020)

προτιμώμενο σύστημα αρίθμησης IUPAC, με το QA [1L-1 (OH), 3,4 / 5-τετραϋδροξυκυκλοεξανοκαρβοξυλικό οξύ] ως ικρίωμα. Υδροξυλικές ομάδες

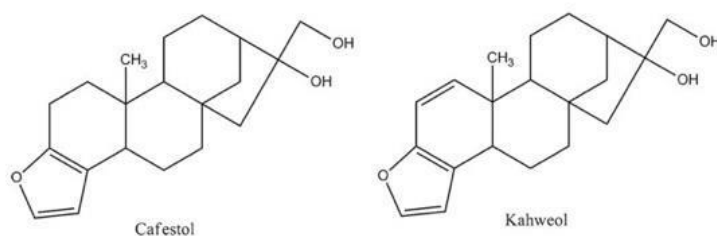


στις θέσεις 4- και 5- του QA είναι ισημερινές και στις 1- και 3- θέσεις είναι αξονικές. Η δομή QA συνήθως σχηματίζει έναν εστερικό δεσμό όχι μόνο στη θέση 5- αλλά και στις θέσεις 3- και 4-. Γενικά, το 5-CQA καλείται αποκλειστικά «χλωρογενικό οξύ» (CGA). Τα φάσματα απορρόφησης UV-Vis της CGA σε απεσταγμένο νερό σε θερμοκρασία δωματίου έχουν δύο μέγιστα (στα 217 nm με ένα ύψωμα στα 240 nm και στα 324 nm με ύψωμα στα 296 nm) και ένα ελάχιστο στα 262 nm. Τα φάσματα του CGA στους πολικούς διαλύτες όπως η μεθανόλη και αιθανόλη γενικά δείχνουν μια μπλε μετατόπιση, στην οποία η φασματική ζώνη αλλάζει στο μικρότερο μήκος κύματος (υποχρωματική επίδραση), με την αύξηση της πολικότητας των διαλυτών. Τα μέγιστα απορρόφησης του CGA σε νερό, σε μεθανόλη και σε αιθανόλη παρατηρούνται στα 324, 330 και 332 nm, αντίστοιχα. Ποσοτική ανάλυση των CGAs από πράσινο ή καβουρδισμένο καφέ συνήθως πραγματοποιούνται χρησιμοποιώντας HPLC αντίστροφης φάσης με ανιχνευτή UV. Τα CGA έχουν διάφορες βιολογικές δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένης της καταστολής μεταγευματικών αυξήσεων της γλυκόζης στο αίμα, αναστολή της παγκρεατικής α-αμυλάσης, έχουν αντιοξειδωτικές δραστηριότητες, αναστολή της παγκρεατικής λιπάσης και ενίσχυση της μετά τη χρήση λίπους (Narita & Inouye, 2015).

### 2.2.3 Λιπίδια

Οι κόκκοι καφέ περιέχουν 8% με 18% (ξηρή βάση) λίπος ανάλογα με την ποικιλία και το είδος. Τα πράσινα φασόλια Robusta έχουν γενικά χαμηλότερα περιεχόμενα λιπίδια από τα Arabica φασόλια. Περίπου το 75% του ελαίου καφέ είναι σε μορφή τριγλυκεριδίων, με το λινολεϊκό και το παλμιτικό οξύ να είναι τα κύρια λιπαρά οξέα. Το υπόλοιπο κλάσμα αποτελείται από τα μη σαπωνοποιήσιμα συστατικά, τα οποία αποτελούνται κυρίως από ~19% συνολικές ελεύθερες και εστεροποιημένες διτερπενικές αλκοόλες, ~5% συνολικές ελεύθερες και εστεροποιημένες στερόλες, και μια μικρή ποσότητα τοκοφερόλες. Οι ενώσεις διτερπενίου, είτε ελεύθερες είτε εστεροποιημένες, έχουν προσελκύσει σημαντική προσοχή πρόσφατα λόγω του φαινομένου της αύξησης της χοληστερόλης στον ορό τους. Η καφεστόλη, η καχεόλη και η 16-O-μεθυλοκαφεστόλη (16-OMC) είναι τα τρία κύρια διτερπένια. Οι καφέδες

Arabica περιέχουν καφεστόλη και καχεόλη, ενώ οι καφέδες Robusta περιέχουν καφεστόλη, με μια μικρή ποσότητα καχεόλη και 16-OMC. Έχει



**Εικόνα 5:** Δομή Καφεστόλης και Καχεόλης, αντίστοιχα (Silva, et al., 2012).

προταθεί ότι η 16-OMC μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αξιόπιστη ένωση δείκτη για τον καφέ Robusta (π.χ. ανίχνευση της παρουσίας Robusta στο μείγμα καφέ), επειδή αυτή η ένωση υπάρχει μόνο στους καφέδες Robusta (~10–50mg / kg) και όχι στους καφέδες Arabica.

Η πλειονότητα των διτερπενίων σε πράσινους κόκκους καφέ είναι εστεροποιημένη. Για παράδειγμα, στα φασόλια Arabica, η περιεκτικότητα σε καφεστόλη στη μορφή εστέρα κυμαίνεται από 5,2 έως 11,8 g / kg, ενώ η ελεύθερη περιεκτικότητα σε καφεστόλη είναι ~50–200mg /kg. Τα φασόλια Robusta έχουν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε καφεστόλη, με εστεροποιημένες και ελεύθερες μορφές στα 1,2–4,2g /kg και ~50–100mg /kg, αντίστοιχα. Το περιεχόμενο της ελεύθερης και εστεροποιημένης καφεστόλης και καχεόλης μειώνονται κατά το ψήσιμο, ανάλογα με τις θερμοκρασίες ψήσιματος. Αντίθετα, οι εστέρες 16-OMC είναι αρκετά σταθεροί κατά το ψήσιμο.

Η ποσότητα διτερπενίων στον παρασκευασμένο καφέ σε μεγάλο βαθμό εξαρτάται από τη μέθοδο παρασκευής που χρησιμοποιείται. Για παράδειγμα, στον παρασκευασμένο καφέ σκανδιναβικού τύπου, περίπου το 23% των διτερπενίων εκχυλίστηκε στο ρόφημα, ενώ σε καφέ εσπρέσο και φιλτραρισμένο με χαρτί, μόνο το 2,5% και το 0,3%, αναφέρθηκαν, αντίστοιχα. Τα διαφορετικά επίπεδα εκχύλισης που παρατηρούνται μεταξύ διαφορετικών μεθόδων παρασκευής είναι πιθανότατα λόγω των διαφορετικών

περιεχομένων λιπιδίων που εξάγονται. Για παράδειγμα, <7 mg / 150 ml λιπιδίων βρίσκεται στο φιλτραρισμένο καφέ, αλλά ~60-160mg / 150ml λιπιδίου βρίσκονται σε τυπικούς καφέδες που παρασκευάζονται χωρίς φίλτρο χαρτιού κυτταρίνης, όπως σε βραστό καφέ και καφέ εσπρέσο (Narita & Inouye, 2015).

#### 2.2.4 Πρωτεΐνες

Εκτός από την καφεΐνη, άλλα αζωτούχα κλάσματα στον καφέ είναι οι πρωτεΐνες. Οι πρωτεΐνες αποτελούν το ~8,5-12% (ξηρή βάση) στα φασόλια του πράσινου καφέ. Είναι κυρίως 11S αποθηκευτική πρωτεΐνη και περιέχουν περίπου ίση ποσότητα υδατοδιαλυτών και αδιάλυτων κλασμάτων. Οι υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες αποτελούνται κυρίως από σφαιρίνες (85%) και λευκωματίνες (15%). Κατά τη διάρκεια του ψησίματος, περίπου 21% των πρωτεϊνών χάνονται λόγω της εμπλοκής τους στις αντιδράσεις μαυρίσματος Maillard και στο σχηματισμό της μελανοειδίνης (Narita & Inouye, 2015).

#### 2.2.5 Ελεύθερα αμινοξέα

Τα ελεύθερα αμινοξέα στα φασόλια είναι κυρίως γλουταμινικά οξέα, προλίνη, αλανίνη, ασπαραγίνη και ασπαρτικό οξύ. Αυτά τα ελεύθερα αμινοξέα είναι ασταθή υπό συνθήκες ψησίματος. Ως αποτέλεσμα, μια αμελητέα ποσότητα ελεύθερων αμινοξέων παραμένει στα φασόλια μετά το ψήσιμο. Τα αμινοξέα εμπλέκονται στο σχηματισμό της γεύσης και του χρώματος του παρασκευασμένου καφέ, τόσο στην ποσότητα όσο και στους τύπους αμινοξέων που επηρεάζουν την ένταση και την ποιότητα του αρώματος (Narita & Inouye, 2015).

#### 2.2.6 Πολυσακχαρίτες

Οι πολυσακχαρίτες αποτελούν περίπου την μισή ξηρή ύλη του ακατέργαστου φασολιού και είναι το κύριο δομικό υλικό των κυτταρικών τοιχωμάτων. Το διαλυτό κλάσμα των πολυσακχαριτών συμβάλλει στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της παρασκευής καφέ, όπως η κρέμα (ιξώδες), η στοματική

αίσθηση, η κατακράτηση των αρωματικών ενώσεων και στη σταθερότητα του αφρού στον εσπρέσο.

Οι τρεις κύριοι πολυσακχαρίτες στον καφέ είναι διακλαδισμένη αραβινογαλακτάνη, η γραμμική μαννάνη (και / ή γαλακτομαννάνες) με χαμηλό βαθμό υποκατάστασης και η μη υποκατεστημένη κυτταρίνη. Οι αραβινογαλακτάνες έχουν αναλογία αραβινόζης προς γαλακτόζη 0,4: 1, αποτελούμενες στη ραχοκοκαλιά της β- (1 → 3) - συνδεδεμένης γαλακτάνης με γαλακτόζη και κατάλοιπα αραβινόζης που περιέχουν βραχείες πλευρικές αλυσίδες συνδεδεμένες στη θέση C-6. Σε ώριμα φασόλια, το ένα τρίτο περίπου των πολυσακχαρίτων είναι αραβινογαλακτάνες, μερικές από της οποίες συνδέονται ομοιοπολικά με πρωτεΐνες. Η μαννάνη έχει γραμμική δομή β- (1 → 4) - συνδεδεμένη με ένα υπόλειμμα γαλακτόζης προσαρτημένο στις θέσεις C-6 σε κάθε περίπου 100 υπολείμματα μαννόζης. Το περιεχόμενο της μαννάνης και της κυτταρίνης στα φασόλια Arabica και Robusta είναι παρόμοια, στο 22% και στο 7%, αντίστοιχα. Από την άλλη πλευρά, το περιεχόμενο αραβινογαλακτάνης στα πράσινα φασόλια Arabica είναι χαμηλότερη (14%) σε σύγκριση με τα φασόλια Robusta (17%) (Narita & Inouye, 2015).

### 2.2.7 Μελανοϊδίνες

Οι μελανοϊδίνες είναι καφέ ετερογενείς πολυμερείς ενώσεις που σχηματίστηκαν στο τελικό στάδιο των αντιδράσεων Maillard, οι οποίες αντιπροσωπεύουν περίπου το 23% της ξηράς ουσίας του καβουρδισμένου καφέ. Η χημική δομή των μελανοϊδίνων του καφέ είναι εξαιρετικά περίπλοκες. Όμως, έχει προταθεί ότι οι μελανοϊδίνες καφέ περιέχουν θραύσματα πρωτεΐνης και ότι τα CGAs ενσωματώνονται στις πρωτεϊνικές υπομονάδες. Επιπλέον, οι πολυσακχαρίτες ή θραύσματα πολυσακχαριτών πιθανώς εμπλέκονται επίσης στο σχηματισμό μελανοϊδίνης.

Οι μελανοϊδίνες έχουν αρκετούς σημαντικούς ρόλους στις χημικές ιδιότητες του καφέ, συμπεριλαμβανομένης της αρωματικής δέσμησης, της αντιοξειδωτικής ικανότητας και της μεταλλικής χηλικής ιδιότητας. Ο σχηματισμός μελανοϊδίνων αντισταθμίζει την απώλεια CGA και βρέθηκε να

είναι ο κύριος παράγοντας στην αντιοξειδωτική δράση του έντονα καβουρδισμένου καφέ (Narita & Inouye, 2015).

### 2.2.8 Πτητικές αρωματικές ενώσεις

Αν και οι πτητικές αρωματικές ενώσεις αποτελούν ένα μικρό μέρος του καβουρδισμένου καφέ κατά βάρος, οι συνθέσεις τους είναι πολύ περίπλοκες και συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στη μοναδική γεύση του καφέ. Τα προφίλ πτητικών αρωμάτων του καβουρδισμένου καφέ εξαρτώνται από είδη καφέ, ποικιλίες, περιοχές προέλευσης, καθώς και από τις συνθήκες χρόνου-θερμοκρασίας που χρησιμοποιούνται κατά το ψήσιμο. Περισσότερα από 850 πτητικά έχουν ταυτοποιηθεί στον καβουρδισμένο καφέ και περίπου 28 από αυτά συμβάλλουν σημαντικά στο άρωμα του καφέ. Μεταξύ των πολλών ενώσεων που εντοπίστηκαν η 2-φουρφυροθειόλη (2-FFT: 2-furfurylthiol), το 3-μερκαπτο3-μεθυλοβουτύλιο- μυρμηρικό, η μεθανοθειόλη, η β-δαμασκονόνη, η μεθυλοπροπανάλη, το 2- / 3-μεθυλοβουτανικό, η 2-αιθυλο-3,5-διμεθυλοπυραζίνη, η 2,3-δαιθυλο-5 μεθυλοπυραζίνη και η 4-βινυλγουαιακόλη είναι τα βασικά αρωματικά στον καβουρδισμένο καφέ. Ένα από τα πιο γνωστά αρωματικά στον καβουρδισμένο καφέ είναι η 2-FFT, το οποίο είναι η κύρια ένωση αρώματος που συμβάλλει στην μυρωδιά (Narita & Inouye, 2015).

Ωστόσο, η 2-FFT μειώνεται γρήγορα κατά τη διάρκεια επεξεργασίας ή παρασκευής και αποθήκευσης καφέ, λόγω αυτών των αντιδράσεων παλαίωσης. Αυτή η απώλεια θα μπορούσε να προκαλέσει σημαντική μείωση του αρώματος θείου και να είναι εν μέρει υπεύθυνη για την κατώτερη αισθητηριακή ποιότητα του παρασκευασμένου παλαιωμένου καφέ. Η μείωση της διαθέσιμης 2-FFT κατά τη διάρκεια της παλαίωσης καφέ μπορεί να χωριστεί σε αναστρέψιμη και μη αναστρέψιμη. Η μη αναστρέψιμη απώλεια της 2-FFT θεωρείται ότι οφείλεται στη φυσική διάχυση / πτητική απώλεια και στις αντιδράσεις χημικής αποικοδόμησης, όπως πολυμερισμός ή οξείδωση. Αυτό το μη αναστρέψιμο κλάσμα είναι πολύ δύσκολο να αναγεννηθεί. Η αναστρέψιμη απώλεια πιστεύεται ότι οφείλεται κυρίως σε ομοιοπολική σύνδεση με μη πτητικά συστατικά στη μήτρα του καφέ, αυτή λόγω

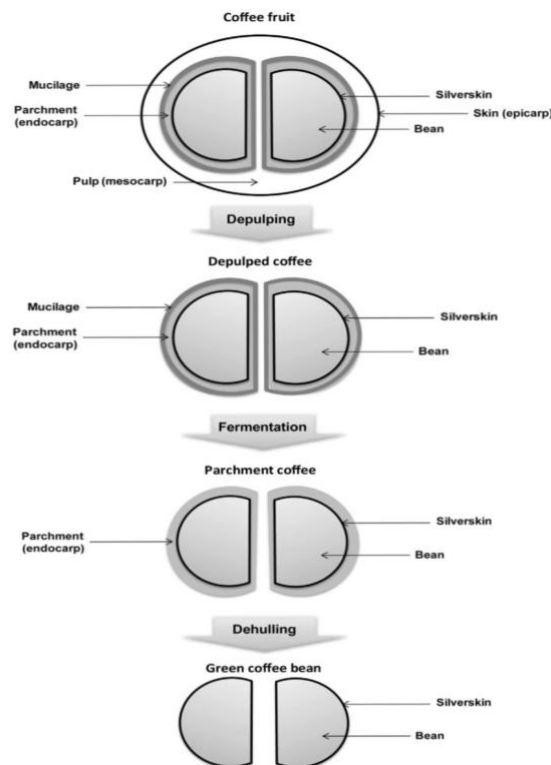
αναστρέψιμων αντιδράσεων θα μπορούσε στη συνέχεια να απελευθερωθεί ξανά με προσθήκη κυστεΐνης. Μελέτες έχουν δείξει, ότι η ομάδα θειόλης της 2-FFT είναι πυρηνόφιλη και μπορεί να εμπλέκεται σε πυρηνόφιλες και ριζικές αντιδράσεις. Μέσω της αντίδρασης δέσμευσης, η 2-FFT θα μπορούσε να δεσμευτεί αντίστροφα σε προϊόντα σύζευξης καφέ, όπως 1,4-δισ (5-αμινο-5-καρβοξυ 1-πεντυλο) πυραζινίου ριζικό κατιόν (CROSSPY) που βρίσκεται στον καφέ. Πιο πρόσφατες μελέτες έχουν αναφέρει ότι η υδροξυυδροκινόνη (HHQ: Hydroxyhydroquinone), που εντοπίζεται στις μελανοιδίνες του καφέ (Sun, et al., 2019).

### 2.3 Συγκομιδή και επεξεργασία

Η ποιότητα και η γεύση ενός καφέ παρασκευάζονται κυρίως από γενετικές ποικιλίες, κλίμα, έδαφος, γεωγραφική προέλευση, καλλιεργητικές πρακτικές και διαδικασίες. Τα φρούτα του καφέ πρέπει να συλλέγονται από τα δέντρα για να μεταφερθούν στις εγκαταστάσεις όπου μετατρέπονται σε ένα σταθερό προϊόν (Sanz-Uribe, et al., 2017). Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι συγκομιδής καφέ χειρωνακτικά ή μηχανικά. Η επιλογή της μεθόδου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως το τοπίο, η πλαγιά, η ποικιλία του καφέ, το κόστος εργασίας, το μέγεθος της εκμετάλλευσης και της κατανομής της ωριμότητας των κερασιών. Η μηχανική επεξεργασία του καφέ είναι το βήμα μετά τη συγκομιδή, όπου τα φρούτα μεταμορφώνονται και το πράσινο φασόλι αποκαλύπτεται. Η διαδικασία μπορεί να τροποποιήσει ή να βελτιώσει την εγγενή ποιότητα του φασολιού και να τονιστούν χαρακτηριστικά όπως η οξύτητα ή το σώμα χωρίς να χρειαστεί να αλλάξουν άλλα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των φασολιών.

Ο καρπός του καφέ έχει πέντε στρώσεις προστατευτικού υλικού που πρέπει να αφαιρεθούν για να αποκαλυφθεί το φασόλι μέσα. Από έξω προς τα μέσα, αποτελείται από:

1. το δέρμα (epicarp ή exocarp), ένα μονοκυτταρικό στρώμα καλυμμένο με κηρώδες ουσία, όταν είναι ώριμο μπορεί να είναι κόκκινο, κίτρινο ή ροζ, σύμφωνα με την ποικιλία του καφέ,
2. τον πολτό (mesocarp), που αποτελείται από έναν σαρκώδη πολτό και σε ώριμα φρούτα, έναν γλοιώδη πηκτώδες στρώμα του βλεννογόνου,
3. την περγαμινή (ενδοκάρπιο), ένα λεπτό κάλυμμα πολυσακχαρίτη,
4. το ασημόδερμα (ή άχυρο), ένα λεπτό στέλεχος που επικαλύπτει άμεσα τον σπόρο και
5. δύο σπόροι με ελλειπτική μορφή (Alves, et al., 2017).



*Εικόνα 6: Ανατομία του κόκκου καφέ (Alves, et al., 2017)*

### 2.3.1 Συγκομιδή

Η διαδικασία της συγκομιδής περιλαμβάνει και την μεταγενέστερη συγκομιδή, κατά την οποία αντί να συλλέγονται τα ώριμα κεράσια, μαζεύονται τα κεράσια του καφέ σε μεταγενέστερο στάδιο, δηλαδή όχι όταν είναι ώριμα (έντονο

κόκκινο χρώμα) αλλά μετά την αποχώρηση τους από το δέντρο, όταν δηλαδή το χρώμα τους είναι έντονο κόκκινο προς μοβ. Η διαδικασία αυτή δεν αποτελεί κάτι καινούριο στην βιομηχανία τροφίμων, καθότι η έμπνευση προέρχεται από τη βιομηχανία οίνου, όπου σε ορισμένες περιοχές τα σταφύλια (*Vitis vinifera*) αφήνονται στο αμπέλι πολύ περισσότερο από την προχωρημένη ωριμότητα τους, επιτρέποντάς τους να γίνουν γλυκά, παράγοντας ένα πολύ γλυκό κρασί (Sanz-Uribe, et al., 2017).

Υπάρχουν τρεις γνωστοί τρόποι συγκομιδής, οι οποίοι είναι οι εξής:

- **Picking:** Έναν προς έναν συλλέγονται οι ώριμοι καρποί σταδιακά και επαναλαμβάνεται έως και 8 φορές τον χρόνο.
- **Stripping:** Με αυτόν τον τρόπο όλοι οι καρποί συλλέγονται ανεξαρτήτως ωρίμανσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αντιστοιχείται σε καφέ κατώτερης ποιότητας, καθότι όσο πιο ανώριμοι είναι οι σπόροι, τόσο μειώνεται το άρωμα τους στο καβούρδιμα.
- **«Χτένισμα»:** Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί μία χτένα με αρκετά ευλύγιστα δόντια, γεγονός που την θέτει ως πιο επιλεκτική. Επί της ουσίας «χτενίζει» το δέντρο, επιλέγοντας τους ώριμους καρπούς του (Perrier-Robert, 2004).

### 2.3.2 Μηχανική Επεξεργασία

Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι επεξεργασίας του καφέ για τη λήψη σταθερών συνθηκών: η ξηρή και υγρή μέθοδος. Επίσης υπάρχουν και άλλες μέθοδοι λιγότερο διαδεδομένες, οι οποίες απορρέουν από τις δύο βασικές.

Η **ξηρή μέθοδος** επεξεργασίας καφέ, συνήθως ονομάζεται φυσική, αποτελείται από την ξήρανση των φρούτων μαζί με το δέρμα και το βλεννογόνο, τα οποία αφαιρούνται μόνο όταν στεγνώσουν. Η φυσική παρέχει ένα ποτό με βαρύ σώμα και γλυκά, λεία και σύνθετα χαρακτηριστικά. Εκτός από τον έλεγχο της ωριμότητας των φρούτων του καφέ που συγκομίζονται και χωρίζονται από τα πλωτά φρούτα από το κύριο ρεύμα, δεν υπάρχουν πολλές δυνατότητες επηρεασμού της ποιότητας των φασολιών.



Αρχικά οι καρποί διαχωρίζονται από ακαθαρσίες και στην συνέχεια ξεραίνονται στον ήλιο για 15 ημέρες με τακτική ανάδευση. Όταν η υγρασία βρίσκεται κάτω από 12% τότε γίνεται η αποφλοίωση με μηχανικό τρόπο (Perrier-Robert, 2004).

Η **υγρή μέθοδος**, από την άλλη πλευρά, έχει πολλούς τρόπους για να τροποποιήσει τη διαδικασία, για να επιτύχει αλλαγές στη γεύση και στη γεύση/άρωμα. Ο πολτός και το βλεννογόνο αφαιρούνται πριν από την ξήρανση και πιθανές παραλλαγές σε αυτές τις διαδικασίες μπορεί να επηρεάσουν σημαντικά την ποιότητα και τη γεύση στο κύπελλο. Ο παραδοσιακός τρόπος για την απομάκρυνση των βλεννογόνων είναι με φυσική ζύμωση, η οποία συνήθως παίρνει 12 έως 24 ώρες για να ολοκληρωθεί, και στην συνέχεια ακολουθεί το πλύσιμο. Αυτή η υποβάθμιση από τη ζύμωση μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο τρόπους, υποβρύχια ή χωρίς προσθήκη νερού, που δίνουν έντονες διαφορές στις γεύσεις και τις γεύσεις/άρωμα. Η υποβρύχια ζύμωση λέγεται ότι τονίζει την οξύτητα και το άρωμα και ότι απορρίπτει κάποια στυπτικότητα (Farah & Santos, 2015).

Συγκεκριμένα στην μέθοδο της υγρής επεξεργασίας προτιμώνται ώριμοι καρποί. Αρχικά με την διαδικασία της βύθισης σε δεξαμενές νερού διαχωρίζονται οι καρποί, οι γινομένοι βυθίζονται, ενώ οι άγουροι επιπλέουν και απομακρύνονται. Έπειτα οι καρποί διαχωρίζονται σε σπόρους και πολτό μέσα σε ειδικές μηχανές με δίσκους ή κυλίνδρους. Με ζύμωση διαχωρίζεται το υπόλειμμα πολτού στους σπόρους σε σκιά (18 – 36 h). Στην συνέχεια ακολουθεί πλύση και ξήρανση, καθότι σε αυτό το στάδιο ο καφές έχει 50% περιεκτικότητα σε υγρασία. Όταν η υγρασία βρίσκεται κάτω από 10% με 12%, η περγαμίνη διαχωρίζεται του σπόρου και αποχωρεί και με το καβούρδιμα χάνεται η ασημένια μεμβράνη. Στο τέλος οι κόκκοι καθαρίζονται από άχρηστα υπολείμματα και κατατάσσονται με βάση του μεγέθους, του χρώματος και του σχήματος τους (Perrier-Robert, 2004).

Υπάρχει και μία τρίτη μέθοδος, που ονομάζεται **«ημιξύρανση»** ή **«ημιπλύσιμο»**, όπου οι έννοιες της ξηρής και υγρής μεθόδου συνδυάζονται. Αυτή η μέθοδος συνίσταται στο πλύσιμο και την επιλογή των φρούτων σε δεξαμενές επίπλευσης, ακολουθούμενη από απομάκρυνση, αλλά

εξαιρουμένου του σταδίου ζύμωσης. Στη συνέχεια, ο αποτιθέμενος καφές, ο οποίος περιέχει το βλεννογόνο, μπορεί να στεγνώσει άμεσα. Αυτή η διαδικασία έχει χρησιμοποιηθεί στην Κεντρική Αφρική και τη Βραζιλία, παράγοντας τον «φυσικό αποτιμώμενο καφέ». Και η υγρή και η ημιπλυμένη μέθοδος απαιτούν ένα επιπλέον βήμα για την αφαίρεση της περγαμινής, μίας εσωτερικής μεμβράνης που παραμένει προσκολλημένη στα φασόλια (Alves, et al., 2017).

## 2.4 Καβουρδισμένος καφές

Το ψήσιμο των ωμών φασολιών διεξάγεται συνήθως στις καταναλωτικές χώρες, λόγω των χαρακτηριστικών της ευθρυπτότητας και της γεύσης των ψημένων φασολιών, τα οποία δεν θα αντισταθούν στις απαραίτητες κινήσεις διεθνούς κυκλοφορίας (Ferrao, 2009).

Το ψήσιμο είναι η βασική διαδικασία για τη μετατροπή των πράσινων κόκκων καφέ σε γευστικό καβουρδισμένο καφέ. Είναι η διαδικασία κατά την οποία δημιουργείται η γεύση και προσδιορίζονται οι φυσικές ιδιότητες των φασολιών και δίνει τις βασικές διαφορές μεταξύ των εταιριών παραγωγής καφέ. Το ψήσιμο ορίζεται γενικά ως ξηρή θερμική επεξεργασία. Πιο συγκεκριμένα, το ψήσιμο των κόκκων καφέ με ζεστό αέρα είναι μία παραδοσιακή θερμική διαδικασία με πρωταρχικό στόχο την παραγωγή καβουρδισμένου καφέ έτοιμο για άλεση και εκχύλιση με επιθυμητή γεύση, αλλά και για τη δημιουργία σκούρου χρώματος και εύθραυστης, πορώδους υφής. Κατά το ψήσιμο, οι κόκκοι καφέ εκτίθενται σε ζεστό αέρα. Η αυξανόμενη θερμοκρασία του προϊόντος προκαλεί εκτεταμένες χημικές αντιδράσεις, όπως αφυδάτωση και βαθιές αλλαγές της μικροδομής. Η διαδικασία δημιουργεί ευχάριστες αρωματικές ενώσεις που τελικά μπορούν να μεταφερθούν στην υγρή φάση κατά την προσεκτική εκχύλιση και τελικά να παραχθεί μια ευχάριστη κούπα καφέ.

## 2.4.1 Φυσικοχημικές μεταβολές στον καβουρδισμένο κόκκο

### 2.4.1.1 Θερμοκρασία προϊόντος

Σε σύγκριση με άλλες διαδικασίες ψησίματος σε εφαρμογές τροφίμων (ξηροί καρποί, κακάο κ.λπ.) το ψήσιμο του καφέ απαιτεί την υψηλότερη θερμοκρασία προϊόντος για την ανάπτυξη του επιθυμητού χαρακτηριστικού προϊόντος. Γενικά, η θερμοκρασία του κόκκου καφέ απαιτείται να υπερβεί τους 190° C για μια ορισμένη ελάχιστη διάρκεια για να ενεργοποιηθούν οι τυπικές χημικές αντιδράσεις του ψησίματος. Η θερμοκρασία κατά το ψήσιμο αυξάνεται σταθερά μέχρι να επιτύχει τον τελικό μέγιστο βαθμό, όπου στην συνέχεια μειώνεται με απότομη προαιρετική πρόψυξη (με νερό) και ψύξη. Μια τυπική θερμοκρασία τελικού προϊόντος μπορεί να είναι στο εύρος των 200-250° C. Η τυπική διάρκεια (χρόνος ψησίματος) μπορεί να είναι από 3 έως 20 λεπτά.

Ο όρος «θερμοκρασία προϊόντος» πρέπει πάντα να χρησιμοποιείται με τη δέουσα προσοχή. Η μέτρηση της πραγματικής θερμοκρασίας της επιφάνειας ή του πυρήνα κατά τη διάρκεια του ψησίματος είναι δύσκολο να επιτευχθεί. Αν και η μέτρηση της θερμοκρασίας του πυρήνα του φασολιού έχει επιτευχθεί σε πειράματα μικρής κλίμακας (Schenker, 2000) συνήθως δεν είναι δυνατή σε εργασίες ψησίματος βιομηχανικής κλίμακας. Για πρακτικούς λόγους, τα περισσότερα συστήματα ψησίματος χρησιμοποιούν ανιχνευτή θερμοκρασίας που βρίσκεται στο προτιμώμενο σημείο εντός του θαλάμου ψησίματος όπου βρίσκεται συνεχώς σε επαφή με τα φασόλια αλλά και με ζεστό αέρα. Επομένως, αυτό το θερμόμετρο πάντα αντιπροσωπεύει μια θερμοκρασία ανάμιξης της επιφάνειας των φασολιών και του θερμού αέρα. Αν και αυτό είναι επαρκές και κατάλληλο για έλεγχο της διαδικασίας, παραμένει εξαιρετικά ειδικό για ειδικές μηχανές. Αυτό καθιστά προβληματική τη σύγκριση τιμών θερμοκρασίας από το ένα σύστημα ψησίματος στο άλλο.

### 2.4.1.2 Ανάπτυξη χρωμάτων

Η αλλαγή χρώματος κατά το ψήσιμο είναι η πιο προφανής και ορατή ένδειξη του αυξανόμενου βαθμού ψησίματος. Οι κόκκοι καφέ αλλάζουν χρώμα από πράσινο-γκρι-μπλε (χρώμα του πράσινου φασολιού) σε κίτρινο, πορτοκαλί, καφέ, σκούρο καφέ, και τελικά σε σχεδόν μαύρο. Η ανάπτυξη χρωμάτων είναι

πολύ αλληλένδετη με την ανάπτυξη γεύσης. Ως εκ τούτου, το χρώμα των φασολιών είναι ο καλύτερος δείκτης για τον βαθμό ψησίματος και τα πιο σημαντικά κριτήρια ποιότητας. Αν και οι baristas αναφέρονται συχνά στην απλοποίηση συγκεκριμένων όρων, όπως «city roast», «espresso roast», «French roast» για να εκφράσουν διάφορους βαθμούς ψησίματος, οι βιομηχανικοί φορείς και οι επιστήμονες προτιμούν να μετράνε τον βαθμό ψησίματος. Για πιο αξιόπιστα αποτελέσματα, τα φασόλια αλέθονται και προετοιμάζονται με τυποποιημένο τρόπο και στη συνέχεια μετρούνται χρησιμοποιώντας εμπορική οπτική συσκευή μέτρησης χρώματος. Στον ευρέως γνωστό επιστημονικό  $L^* a^* b^*$  χρωματογράφο, μια τιμή φωτεινότητας  $L = 26$ , θα αντιστοιχεί σε μέσο βαθμό ψησίματος (που αντιστοιχεί σε τιμή περίπου 66 με βάση την "Gourmet Scale" του Agtron).

#### 2.4.1.3 Αύξηση όγκου και δομικές αλλαγές

Η δομή του κόκκου καφέ φαίνεται να είναι απαραίτητη για τη δημιουργία της τυπικής γεύσης καβουρδισμένου καφέ. Πειράματα έδειξαν ότι ο αλεσμένος πράσινος καφές σε σκόνη που εκτίθεται σε παρόμοια ιστορικά θερμοκρασίας με το ψήσιμο φασολιών παράγουν τις επιθυμητές αρωματικές ενώσεις. Το άθικτο φασόλι δρα ως απαραίτητος καταλύτης για τις χημικές αντιδράσεις. Ελέγχει το περιβάλλον αντίδρασης με τέτοιο τρόπο ώστε οι σωστοί πρόδρομοι να μπορούν να αντιδρούν μεταξύ τους στην σωστή αλληλουχία. Η θερμοκρασία, η δραστηριότητα νερού, η πίεση, καθώς και η μεταφορά μάζας φαινομενικά σχετίζονται με τη δομή και διέπουν την κινητική χημικών αντιδράσεων που παράγουν την γεύση.

Οι κόκκοι καφέ διογκώνονται κατά το ψήσιμο και μπορεί να αυξήσουν τον όγκο έως η μικροδομή να αλλάξει από πυκνή σε πολύ πορώδη. Σε αντίθεση με τη διαδικασία ψησίματος του ποπ κορν με ξαφνική επέκταση τύπου έκρηξης, οι κόκκοι καφέ διογκώνονται συνεχώς με σταθερή διαδικασία. Η αυξανόμενη πίεση αερίου μέσα στο φασόλι είναι η κύρια κινητήρια δύναμη για επέκταση, ενώ τα παχιά τοιχώματα των φυτικών κυττάρων συγκρατούνται πάνω του. Σύμφωνα με τη θεωρία μετάβασης γυαλιού, οι πολυσακχαρίτες των κυτταρικών τοιχωμάτων μπορεί να είναι σε κατάσταση "υαλώδη" ή

"ελαστική", ανάλογα με την πραγματική περιεκτικότητα σε υγρασία και θερμοκρασία. Οι αλλαγές της κατάστασης συμβαίνουν σταδιακά και αμυδρά λόγω της πολυπλοκότητας του συστήματος. Ωστόσο, τα φασόλια περνούν από «υαλώδη» σε «ελαστική» κατάσταση και τελικά ξανά σε «υαλώδη» κατά το ψήσιμο. Η αύξηση του όγκου λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια της «ελαστικής» κατάστασης στην οποία η φυσική αντίσταση του υλικού του κυτταρικού τοιχώματος μειώνεται. Επομένως, το πρήξιμο των φασολιών είναι το αποτέλεσμα μίας περίπλοκης δυναμικής μεταξύ της διαμόρφωσης του αερίου και της αντίστασης του στο κυτταρικό τοίχωμα. Δεδομένου ότι το διάγραμμα κατάστασης διέπεται από τη θερμοκρασία και την υγρασία, η κινητική αφυδάτωσης κατά το ψήσιμο παίζει βασικό ρόλο. Κατά συνέπεια, το προφίλ ψησίματος είναι κρίσιμο για την έκταση της αύξησης του όγκου των φασολιών.

Η αύξηση όγκου, η αφυδάτωση και οι χημικές αντιδράσεις κατά το ψήσιμο έχουν ως αποτέλεσμα μεγάλες αλλαγές στη μικροδομή του ιστού των φασολιών. Το πράσινο φασόλι χαρακτηρίζεται από μια πολύ συμπαγή και πυκνή δομή και περίπλοκη ενδοκυτταρική οργάνωση φυσικών βιολογικών κυττάρων. Τα τοιχώματα των κυττάρων των κόκκων καφέ είναι ασυνήθιστα παχιά σε σύγκριση με το φυτικό υλικό στα άλλα είδη. Είναι εξοπλισμένα με ενισχυτικούς δακτυλίους που τους δίνουν τυπική οζώδης εμφάνιση στην εγκάρσια όψη. Το ψήσιμο καταστρέφει τη φυσική δομή και οδηγεί σταδιακά στο σχηματισμό ανασκαμμένων κυττάρων. Παρόλο που το πλαίσιο των κυτταρικών τοιχωμάτων παραμένει ανέπαφο, το μειωμένο κυτόπλασμα ωθείται προς τον τοίχο που οδηγεί σε ένα μεγάλο κενό γεμάτο με αέριο που καταλαμβάνει το κέντρο. Μερικά από τα υπόλοιπα μετουσιωμένα κυτταρόπλασμα εκτείνονται κατά μήκος των κυτταρικών τοιχωμάτων. Αυτό το στρώμα γίνεται λεπτότερο κατά τη συνέχιση του ψησίματος, γιατί όλο και περισσότερη κυτταρική μάζα μετατρέπεται σε αέρια και υδρατμούς και το κυτταρικό μέγεθος αυξάνεται. Παράλληλα με την αύξηση του όγκου, το μετρούμενο πορώδες αυξάνεται επίσης σταδιακά κατά το ψήσιμο.

#### 2.4.1.4 Αφυδάτωση

Η αρχική τυπική περιεκτικότητα των κόκκων καφέ στην διαδικασία του ψησίματος είναι περίπου 10-12% [ g/100, υγρή βάση (wb)]. Κατά τη διάρκεια του ψησίματος πραγματοποιείται η αφυδάτωση. Αναλόγως των συνθηκών ψησίματος, τα ψημένα φασόλια μπορεί να φτάσουν με την επεξεργασία στην τελική υγρασία περίπου στο 2,5%. Η τελική περιεκτικότητα υγρασίας των ψημένων φασολιών μπορεί επίσης να επηρεαστεί από τις συνθήκες απόσβεσης του νερού, επειδή τα φασόλια ενδέχεται να απορροφήσουν μέρος του νερό που ψεκάζεται στην επιφάνεια των φασολιών κατά το στάδιο της προψύξης. Τα φασόλια με υψηλότερη περιεχόμενη αρχική υγρασία συνήθως χάνουν περισσότερο νερό κατά την πρώτη φάση ψησίματος και καταλήγουν σε παρόμοια τελική υγρασία που αντικατοπτρίζεται στην υψηλότερη απώλεια ψησίματος. Παρόλο που η αφυδάτωση κατά τη διάρκεια του ισοθερμικού ψησίματος λαμβάνει χώρα με σταθερό και συνεχή τρόπο, η κινητική αφυδάτωσης σε μη ισοθερμικές συνθήκες εξαρτάται από το προφίλ ψησίματος. Επιπρόσθετα με το νερό που υπάρχει στο πράσινο φασόλι υπάρχει επίσης μια σημαντική ποσότητα νερού που παράγεται ως αποτέλεσμα χημικών αντιδράσεων. Αυτό το νερό εξατμίζεται επίσης κατά τη διάρκεια του ψησίματος. Η πραγματική συνολική περιεκτικότητα σε νερό και η δραστηριότητα νερού σε διαφορετικά στάδια της διαδικασίας ψησίματος παίζουν βασικό ρόλο στην κινητική των φυσικών και χημικών αλλαγών στο φασόλι. Εκτός από τη θερμοκρασία, η ταχύτητα των σημαντικών χημικών αντιδράσεων που δημιουργούν την γεύση εξαρτώνται από τη διαθεσιμότητα σε νερό. Ορισμένες χημικές αντιδράσεις επιβραδύνουν όταν μειώνεται η περιεκτικότητα σε υγρασία κάτω από μια συγκεκριμένη κρίσιμη τιμή.

#### 2.4.1.5 Απώλεια ψησίματος

Κατά το ψήσιμο, το νερό εξατμίζεται και η ξηρά ύλη μετατρέπεται εν μέρει σε πτητικά συστατικά. Γενικά, οι κόκκοι καφέ μπορεί να χάσουν βάρος 12-20% κατά το ψήσιμο, ανάλογα με την ποιότητα των πράσινων φασολιών, τις παραμέτρους ψησίματος και τον τελικό βαθμό ψησίματος. Η απώλεια ψητού (Roast Loss, RL, σε%) ορίζεται ως,

$$RL = [(m_{\text{green}} - m_{\text{roast}})/m_{\text{green}}] \times 100$$

όπου  $m_{\text{green}}$ : είναι το βάρος των πράσινων κόκκων καφέ (kg),

$m_{\text{roast}}$ : είναι το βάρος των ψημένων κόκκων καφέ (kg).

Αυτή η απώλεια ψησίματος αποτελείται από διάφορα μέρη, όπως την εξάτμιση του νερού, την μετατροπή της οργανικής ύλης σε αέριο και πτητικά συστατικά, την φυσική απώλεια της ασημένιας μεμβράνης, τα θραύσματα σκόνης και φασολιών ή άλλων πτητικών συστατικών. Η απώλεια ψησίματος είναι πάντα συγκεκριμένων προϊόντων. Αυξάνεται με σταθερό και συνεχή τρόπο κατά τη διάρκεια του ψησίματος. Το υψηλότερο ποσοστό απώλειας βρίσκεται συνήθως στα αρχικά στάδια της διαδικασίας και προκαλείται κυρίως από την αφυδάτωση, ενώ η απώλεια οργανικών υλών ξεκινά αργότερα κατά τη διάρκεια των πιο προχωρημένων σταδίων. Τα σκούρα ψημένα φασόλια έχουν υψηλότερη απώλεια ψητού από τα ελαφριά ψημένα φασόλια. Όσο η ποιότητα και κυρίως η υγρασία της πρώτης ύλης πριν το ψήσιμο παραμένουν σταθερές, η απώλεια ψησίματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης βαθμού ψησίματος. Δεδομένου ότι ο πράσινος καφές στην πραγματικότητα υπόκειται πάντα σε φυσικές ποιοτικές διακυμάνσεις, η απώλεια του ψησίματος μπορεί επίσης να κυμαίνεται από τη μία παρτίδα στην άλλη, ακόμη και όταν λαμβάνεται πανομοιότυπο χρώμα φασολιών.

Η απώλεια καθαρής οργανικής ξηράς ύλης θα παρέχει ακριβέστερες πληροφορίες σχετικά με το βαθμό ψησίματος, επειδή λαμβάνει υπόψη τη διαφορετική απώλεια νερού. Αυτή η απώλεια οργανικού ψησίματος (ORL, σε %) ορίζεται ως,

$$\text{ORL} = 100 - [ (100 - \text{RL}) \times \text{dm}_{\text{roast}}/\text{dm}_{\text{green}} ]$$

όπου **RL**: είναι η απώλεια ψησίματος,

$\text{dm}_{\text{green}}$ : η ξηρή ύλη των κόκκων καφέ (g/100 g, wb),

$\text{dm}_{\text{roast}}$ : η ξηρή ύλη των ψημένων κόκκων καφέ (g/100 g, wb)

Το ORL συσχετίζεται καλά με την τιμή φωτεινότητας από τη μέτρηση χρώματος. Τα πράσινα φασόλια εξακολουθούν να είναι μερικώς επικαλυμμένα με το ασημί δέρμα πριν το ψήσιμο. Αυτά τα ασημικά δέρματα βγαίνουν φυσικά κατά το ψήσιμο λόγω της διόγκωσης των φασολιών και

παρασύρονται με τον αέρα. Ανάλογα με την ποιότητα των πράσινων φασολιών, η απώλεια από ασημί δέρμα μπορεί να αντιπροσωπεύει περίπου το 1% απώλεια βάρους. Επιπροσθέτως, σε οποιονδήποτε εμπορικά διαθέσιμο εξοπλισμό ψησίματος, τα φασόλια εκτίθενται σε μηχανικό στρες. Ο σχεδιασμός του θαλάμου ψησίματος και η κίνηση των κόκκων καφέ πρέπει να βελτιστοποιηθεί για να αποφευχθεί η θραύση των φασολιών. Η θραύση των φασολιών θα δημιουργούσε μικρά θραύσματα που μπορούν επίσης να χαθούν. Ασημί δέρμα, σκόνη, θραύσματα από μικρά φασόλια και άλλα ελαφριά υλικά μεταφέρονται μακριά με τον αέρα και διαχωρίζονται στον κυκλώνα ζεστού αέρα του συστήματος ψησίματος.

#### 2.4.1.6 Μετανάστευση λαδιού στην επιφάνεια των φασολιών

Οι κόκκοι καφέ περιέχουν έως και 18% λιπίδια (λάδι καφέ). Τα λιπίδια είναι ενσωματωμένα στο κυτόπλασμα του φυσικού φυτικού κυττάρου σε ξεχωριστή προστατευμένη μεμβράνη, τα σώματα λαδιού βρίσκονται κατά μήκος των κυτταρικών τοιχωμάτων. Δομικές αλλαγές στον ιστό του φασολιού του καφέ κατά τη διάρκεια του ψησίματος καταστρέφουν τη φυσική οργάνωση των βιολογικών κυττάρων, σπάνε τα σώματα λαδιού και κινητοποιούν το λάδι του καφέ. Οι σπασμένοι κόκκοι καφέ περιστασιακά παρουσιάζουν μία περισσότερο ή λιγότερο σοβαρή «εφίδρωση λαδιού». Η πίεση του αερίου στο εσωτερικό του φασολιού πιέζει το λάδι του καφέ μέσα από μικροσκοπικά κανάλια στο κυτταρικό τοίχωμα προς την επιφάνεια των φασολιών. Κατά τα αρχικά στάδια της μετανάστευσης λαδιού, στην επιφάνεια του φασολιού εμφανίζονται πολλά μικρά σταγονίδια λαδιού. Αυτά μπορεί να συγκεντρωθούν και να γίνουν πιο ορατά, καλύπτοντας τελικά ολόκληρο το φασόλι με μία γυαλιστερή στρώση λαδιού.

#### 2.4.2 Προφίλ ψησίματος

Οι συνθήκες ψησίματος πρέπει να βελτιστοποιηθούν για να μετατρέψουν τις δυνατότητες των πράσινων φασολιών ενός δεδομένου μείγματος στην επιθυμητή γεύση με τις φυσικές ιδιότητες των φασολιών. Η επιλογή του σωστού προφίλ ψησίματος κάνει τον καφέ ξεχωριστό. Για ένα συγκεκριμένο



μείγμα ο ειδικευόμενος ψησίματος απαιτείται να επικεντρωθεί στις ακόλουθες κύριες παραμέτρους επεξεργασίας, μείζονος σημασίας: στον βαθμό ψησίματος (θερμοκρασία τελικού προϊόντος), στον χρόνο ψησίματος, στην καμπύλη χρόνου θερμοκρασίας και στο ABR. Ανάλογα με το προφίλ ψησίματος οι κόκκοι του καφέ στην αγορά χαρακτηρίζονται ως:

- Cinnamon roast: ανοιχτό κανελί χρώμα,
- American roast: αμερικάνικος, χρώμα λίγο σκουρότερο από το κανελί,
- City roast: πιο σκουρόχρωμο από τον αμερικάνικο,
- Full city roast: βαθύ καφέ,
- Continental roast: εμφανίζεται το λάδι του σπόρου, στον κόκκο,
- Espresso roast: το χρώμα των κόκκων είναι μαύρο και οι κόκκοι είναι πιο γυαλιστεροί με πιο έντονο άρωμα και γεύση.

#### 2.4.2.1 Βαθμός ψησίματος

Τα περισσότερα χαρακτηριστικά του προϊόντος αλλάζουν συνεχώς κατά το ψήσιμο, ο επιτευχθείς βαθμός ψησίματος στο τελικό προϊόν είναι ο πιο σημαντικός στα κριτήρια ελέγχου της διαδικασίας. Καθώς το ψήσιμο συνεχίζεται, εξατμίζεται περισσότερο νερό και περισσότερο οργανική ύλη μετατρέπεται σε αέριο και πτητικά συστατικά. Η απώλεια ψησίματος αυξάνεται. Οι δομικές αλλαγές γίνονται πιο έντονες με αυξανόμενο βαθμό ψησίματος. Η πυκνότητα των φασολιών μειώνεται συνεχώς. Όσο πιο σκούρο είναι το ψητό θα δημιουργηθεί περισσότερος όγκος και πορώδεις φασολιών. Ωστόσο, η διόγκωση των φασολιών θα σταματήσει να αυξάνεται από ένα σημείο και έπειτα. Ο αυξανόμενος σχηματισμός αερίου μαζί με τον αυξανόμενο βαθμό ψησίματος οδηγεί σε μεγαλύτερες ποσότητες αερίου που απελευθερώνονται στην εκρόφηση αερίου στην επεξεργασία κατά την αποθήκευση φασολιών. Η διαδικασία μετανάστευσης λαδιού προχωρά γρηγορότερα στα σκουρόχρωμα ψημένα φασόλια λόγω της ισχυρότερης κινητικής δύναμης. Σε πολύ σκουρόχρωμους ψημένους κόκκους το λάδι μπορεί να εμφανίζεται στην επιφάνεια των φασολιών ήδη κατά τη διάρκεια του τελευταίου στάδιου ψησίματος. Η γεύση του ψητού γίνεται πιο έντονη με τον

αυξανόμενο βαθμό ψησίματος. Η οξύτητα μειώνεται και η πικρία αυξάνεται. Ο ελαφρύς καβουρδισμένος καφές έχει περισσότερη οξύτητα.

*Πίνακας II: Βαθμοί καβουρδίσματος*

<b>Ελαφρύ καβούρδισμα</b>	Ήπια γεύση, ελαφρύ σώμα και άφθονη οξύτητα.
<b>Μέτριο καβούρδισμα</b>	Έντονη γεύση, περισσότερο σώμα, λιγότερη οξύτητα και συνήθως περισσότερο φρουτώδης και γλυκός.
<b>Έντονο καβούρδισμα</b>	Πολύ πιο έντονη και πικρή γεύση, λιγότερο όξινο και συνήθως έχει μία καπνιστή ή σοκολατένια γεύση με γλυκές νότες.

#### 2.4.2.2 Χρόνος ψησίματος

Ο χρόνος ψησίματος παίζει βασικό ρόλο στην δημιουργία της γεύσης και των φυσικών ιδιοτήτων των φασολιών. Η διάρκεια ψησίματος LTLT (Low temperature low time) ή HTST (High temperature short time) δεν οδηγεί στις ίδιες ιδιότητες στο φασόλι. Δεδομένου ότι το σύντομο ψήσιμο συνδυάζεται με μεγαλύτερους ρυθμούς μεταφοράς θερμότητας, στο φασόλι η θερμοκρασία αυξάνεται γρηγορότερα, η αφυδάτωση και οι χημικές αντιδράσεις συνεχίζονται με μεγαλύτερους ρυθμούς. Οι ρυθμοί σχηματισμού αερίου είναι υψηλότεροι κατά το σύντομο ψήσιμο. Συγκρίνοντας φασόλια με τον ίδιο βαθμό ψησίματος, τα σύντομα ψημένα φασόλια παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες αερίου από ότι στους μακρά ψημένους κόκκους. Κατά συνέπεια, η διόγκωση των φασολιών επίσης προχωρά γρηγορότερα. Για ένα συγκεκριμένο χρώμα φασολιών, τα σύντομα ψημένα φασόλια δημιουργούν μεγαλύτερο όγκο και πορώδες φασολιών και χαμηλότερη πυκνότητα, από ότι τα αργά ψημένα

φασόλια. Οι διαφορές στη δομή επηρεάζουν επίσης την απόδοση στους περισσότερους τύπους διαδικασιών εξαγωγής. Γενικά, μπορούν να εξαχθούν πιο διαλυτές ύλες γρήγορα σε ψημένους κόκκους. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην μεγαλύτερη παραγωγή διαλυτής ύλης ή στην καλύτερη προσβασιμότητα του νερού σε δομή υψηλού πορώδους ή και στα δύο. Τα γρήγορα ψημένα φασόλια ολοκληρώνουν την διαδικασία ψησίματος με ελαφρώς υψηλότερη τελική περιεχόμενη υγρασία. Η ανακατανομή του νερού στο φασόλι απαιτεί χρόνο και μπορεί να περιορίσει τη διαδικασία αφυδάτωσης σε συνθήκες σύντομου ψησίματος. Τα γρήγορα ψημένα φασόλια εκθέτουν επίσης μία σημαντικά ισχυρότερη τάση για εφίδρωση λαδιού. Αν και η συνολική ένταση της γεύσης μπορεί να είναι ισχυρότερη για τα γρήγορα ψητά φασόλια σε σύγκριση με τα αργά ψητά φασόλια του ίδιου χρώματος, δεν σημαίνει ότι το προφίλ της κούπας καφέ είναι απαραίτητα καλύτερο. Οι προτιμήσεις των καταναλωτών και μόνο μπορούν να αποφασίσουν εάν το σύντομο ή μακράς διάρκειας ψήσιμο είναι πιο κατάλληλο για μια δεδομένη πρώτη ύλη. Οι ίδιες ενώσεις αρώματος σχηματίζονται ανεξάρτητα από το χρόνο ψησίματος. Ωστόσο, οι ποσότητες μεμονωμένων ενώσεων ή ομάδων ενώσεων εξαρτώνται από το χρόνο ψησίματος με διάφορους τρόπους. Ορισμένες ενώσεις αρώματος παράγονται κατά προτίμηση σε σύντομες συνθήκες ψησίματος ενώ άλλες βελτιώνονται σε συνθήκες αργού. Κατά συνέπεια, η μεταβολή του χρόνου ψησίματος οδηγεί σε διακεκριμένα προφίλ των συγκεντρώσεων αρωματικών ουσιών. Ο γρήγορος καβουρδισμένος καφές αποδίδει συνήθως περισσότερη οξύτητα στο προφίλ της κούπας καφέ και συχνά μια ισχυρότερη «ψητή» νότα. Ο αργά ψημένος καφές συχνά παρουσιάζει μία υψηλότερη ένταση στα αισθητήρια χαρακτηριστικά όπως «ισορροπημένο» και «φρουτώδες». Ένα πιθανό πρόβλημα που μπορεί να προκύψει σε ακραίες περιπτώσεις γρήγορου ψησίματος σχετίζεται με τη μεταφορά θερμότητας στο φασόλι. Υψηλοί ρυθμοί μεταφοράς θερμότητας στην επιφάνεια των φασολιών μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα μια σημαντική μεταβολή της θερμοκρασίας στο φασόλι, από την επιφάνεια των φασολιών στον πυρήνα. Στην πραγματικότητα, το φασόλι μπορεί να ψηθεί υπερβολικά στη ζώνη κοντά στην επιφάνεια, ενώ όχι τόσο καλά κοντά στον πυρήνα. Στο προφίλ της κούπας καφέ αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε «καμένες» και «άψητες» νότες την ίδια στιγμή.

### 2.4.2.3 Καμπύλη Χρόνου-Θερμοκρασίας

Τα παραδοσιακά προφίλ ψησίματος εφαρμόζουν συνθήκες λίγο πολύ της ισοθερμικής μεταφοράς θερμότητας, μερικές φορές συμπεριλαμβανομένης της σταδιακής μείωσης της θερμότητας στο δεύτερο μέρος της διαδικασίας. Η θερμοκρασία ζεστού αέρα έχει ρυθμιστεί υψηλότερα για πιο σύντομο χρόνο ψησίματος και χαμηλότερα για αργές συνθήκες ψησίματος. Η πραγματική θερμοκρασία προϊόντος εξελίσσεται σαν συνάρτηση των ρυθμίσεων θερμοκρασίας ζεστού αέρα και του σχεδίου μηχανής. Στο παρελθόν, αυτός ο καθιερωμένος, διαδεδομένος παραδοσιακός τρόπος δημιουργίας προφίλ ψησίματος αντιμετώπιζε τεχνικούς περιορισμούς λόγω εξοπλισμού ψησίματος. Αντίθετα, ο σύγχρονος εξοπλισμός ψησίματος επιτρέπει προσαρμοσμένες και ποικίλες εφαρμογές στη μεταφορά θερμότητας για τον συνολικό χρόνο ψησίματος (είτε διαδικασία πολλαπλών σταδίων, είτε ψήσιμο πραγματικού προφίλ). Σε αυτές τις μηχανές η μεταφορά θερμότητας στα φασόλια μπορεί να είναι εκτεταμένης διαμόρφωσης και να ελέγχεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να ακολουθεί μία επιθυμητή καμπύλη θερμότητας προϊόντος με επιθυμητό χρόνο.

Διατηρώντας σταθερό το τελικό χρώμα των φασολιών και το χρόνο ψησίματος, επιτυγχάνεται στο τελικό σημείο το κατάλληλο άρωμα/γεύση και οι φυσικές ιδιότητες του φασολιού. Η κινητική αφυδάτωσης μέσα στο φασόλι εξαρτάται από τον τρόπο μεταφοράς θερμότητας και οδηγεί σε διακεκριμένες καμπύλες αφυδάτωσης. Για παράδειγμα, περισσότερο ή λιγότερο νερό μπορεί να εξατμιστεί κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων ψησίματος. Η διαφορετική δραστηριότητα νερού σε διαφορετικά στάδια της διαδικασίας επηρεάζει τις χημικές αντιδράσεις και τις δομικές αλλαγές. Νέοι συνδυασμοί της θερμοκρασίας των φασολιών και της δραστηριότητας του νερού μπορεί να λάβουν χώρα κατά τη διάρκεια του ψησίματος. Παρατεταμένα στάδια σε χαμηλότερη θερμοκρασία μπορεί να αφήσουν περισσότερο χρόνο για τη δημιουργία συγκεκριμένων γεύσεων και να επηρεάσουν τις μεταγενέστερες χημικές αντιδράσεις. Συγκρίνοντας, ένα προφίλ όπου διατηρεί τη θερμοκρασία του προϊόντος χαμηλή στην αρχή της διαδικασίας και αυξάνει σημαντικά την ταχύτητα μεταφοράς θερμότητας κατά τη διάρκεια των τελικών σταδίων ψησίματος. Σε σύγκριση με τα φασόλια που έχουν ίδιο τελικό χρώμα, όπου

λαμβάνονται από μια παραδοσιακή διαδικασία ψησίματος με το ίδιο χρόνο ψησίματος, τα πρώτα επιτυγχάνουν συνήθως μεγαλύτερο όγκο φασολιών και πορώδες. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η διαφορά δομής οφείλεται επίσης στην υψηλή απόδοση εκχύλισης. Τα δύο προϊόντα έχουν στατιστικά αποδεδειγμένα τελείως διαφορετικό άρωμα/γεύση.

#### 2.4.2.4 Αναλογία αέρα-φασολιών

Το ABR (Air-to-Bean Ratio) δίνεται ευρέως από το σχεδιασμό του επιλεγμένου εξοπλισμού ψησίματος. Ωστόσο, ο σύγχρονος εξοπλισμός ψησίματος αφήνει περιθώρια για τροποποίηση του ABR με προσαρμογή της ταχύτητας ανεμιστήρα και των ρυθμίσεων πτερυγίων. Το ABR μπορεί να κάνει την διαφορά στην ανάπτυξη της γεύσης και της δομής των φασολιών. Υψηλό ABR μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη ταχύτητα αέρα στην επιφάνεια των φασολιών και κατά συνέπεια σε επιταχυνόμενη μεταφορά μάζας με εξάτμιση νερού από το φασόλι. Η αφυδάτωση των φασολιών εξελίσσεται ταχύτερα με αυξημένο ABR. Συνδυασμοί της θερμοκρασίας και της δραστηριότητας του νερού στο φασόλι κατά τη διάρκεια του ψησίματος επηρεάζονται από το ABR. Διατηρώντας σταθερές όλες τις άλλες παραμέτρους επεξεργασίας, μία παραλλαγή του ABR μπορεί να κάνει μια περιορισμένη αλλά στατιστικά σημαντική διαφορά στη γεύση. Παραλλαγές στο ABR επηρεάζουν επίσης τη δομή, αλλά όχι τόσο όσο ο βαθμός και ο χρόνος ψησίματος. Γενικά, το υψηλό ABR έχει ως αποτέλεσμα ελαφρώς μειωμένο τελικό όγκο φασολιών (Schenker & Rothgeb, 2017).

## 2.5 Άλεση

Μετά το καβούρδισμα του καφέ, πολύ σημαντική είναι και η διαδικασία του αλέσματος. Παλιότερα ο καφές αλεθόταν με γουδοχέρι και έπειτα κοσκινιζόταν. Στην συνέχεια έκανε την εμφάνιση του στην Ευρώπη μετά τα τέλη του 15<sup>ου</sup> αιώνα ο μύλος με μεταλλικούς δίσκους και αργότερα με κυλίνδρους.

Η καλύτερη δυνατή αξιοποίηση του φασολιού απαιτεί άλεση. Αυτό σημαίνει μεταμόρφωση του καβουρδισμένου κόκκου καφέ με εφαρμογή μηχανικών δυνάμεων σε ψημένο και αλεσμένο καφέ, ο οποίος αποτελείται από μικρά σωματίδια και η περιεκτικότητά του σε νερό δεν ξεπερνά το 5%. Τα σωματίδια εμφανίζουν μεγάλη επιφάνεια, με ανοιχτούς πόρους και μικρή απόσταση για μεταφορά των διαλυτών ουσιών που είναι προσβάσιμες για εξαγωγή. Η συσκευασία του πρέπει να γίνεται αεροστεγώς. Ανάλογα με τον βαθμό αλέσματος ο καφές είναι κατάλληλος για συγκεκριμένες χρήσεις:

- χοντροαλεσμένος καφές: χρησιμοποιείται για συμπυκνωμένο καφέ,
- μέτρια αλεσμένος καφές: κατάλληλος για καφέ φίλτρου και
- λεπτοαλεσμένος καφές: έχει χρήση για ελληνικό καφέ.

### 2.5.1 Μύλοι άλεσης κόκκων καφέ

Η εφαρμογή του αλέσματος ως λειτουργία μονάδας φτάνει πολύ πίσω στην ιστορία. Η άλεση σιτηρών είναι ο προπομπός σχεδόν οποιασδήποτε διαδικασίας κονιοποίησης, όπως η άλεση κόκκων καφέ. Ακόμα και σήμερα, οι περισσότερες από τις κοινές μεθόδους άλεσης καβουρδισμένων κόκκων καφέ μπορούν να συγκριθούν με άλεση σιτηρών. Ενόψει μιας βελτιστοποιημένης εξαγωγής, έχει δοθεί μία μεγαλύτερη προσοχή στο άλεσμα, οδηγώντας σε νέες εξελιγμένους μύλους βιομηχανιών και εμπορικών καταστημάτων, το οποίο είναι πολύ σημαντικό εργαλείο για τους κατασκευαστές καφέ και τους baristas, αντίστοιχα.

#### 2.5.1.1 Εμπορικός μύλος

Ο μύλος εμπορικών καταστημάτων εκτελεί την εκχύλιση αμέσως μετά το άλεσμα. Επίσης έχει τακτική παρακολούθηση του χρόνου ροής και του αποτελέσματος στο φλιτζάνι, οπότε είναι αρκετά κατάλληλο για τον έλεγχο της διαδικασίας άλεσης. Η εκχύλιση πρέπει να είναι συνεπής καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, να είναι δυνατή η εκτέλεση με τον απαιτούμενο ρυθμό ροής και να διαρκέσει, ώστε να έχει ως αποτέλεσμα την επιθυμητή ποιότητα του ροφήματος ως προς τη γεύση και το άρωμα.

### 2.5.1.2 Βιομηχανικός μύλος

Ο κυλινδρικός μύλος μπορεί ακόμα να θεωρηθεί υπερσύγχρονος για βιομηχανική άλεση καφέ, όπως για παράδειγμα ο κύλινδρος της Neuhaus Neotec, λόγω των ιδιοτήτων του καβουρδισμένου καφέ, έχει εξελιχθεί σε μια ακριβή μηχανή με πολύ στενές ανοχές κατασκευής και ειδικά χαρακτηριστικά που την διακρίνουν από τους μύλους σιτηρών σήμερα.

Ένας κυλινδρικός μύλος είναι ένας μύλος με διάφορα στάδια άλεσης μεταξύ 1 και 6, το καθένα με δύο κυλίνδρους ο ένας απέναντι στον άλλο. Οι κύλινδροι μπορεί να έχουν διάμετρο μεταξύ 120 και 200 mm, και μήκος 200-900 mm ή περισσότερο, για άλεση από 200 kg / h λεπτού καφέ έως αρκετοί τόνοι ανά ώρα χονδροειδούς καφέ. Στην τελευταία περίπτωση, ωστόσο, η ακρίβεια και η στενότητα του PSD (particle size distribution) μπορεί να υποφέρει. Οι κύλινδροι είναι κατασκευασμένοι από σκληρά υλικά σιδήρου με σκληρυσμένη επιφάνεια. Υπάρχουν ακτινικές ή αξονικές αυλακώσεις αλεσμένες σε αυτήν την επιφάνεια, εκτός εάν οι κύλινδροι είναι σκοπίμως ομαλοί. Οι αξονικές αυλακώσεις είναι ασύμμετρες με αιχμηρή και θαμπή άκρη. Οι κύλινδροι μπορεί να περιστρέφονται με διάφορες ταχύτητες που δημιουργούνται μέσω κιβωτίου ταχυτήτων. Τα διαφορετικά αυλάκια, ο προσανατολισμός τους και η ταχύτητα τους που μπορεί κάτι από όλα αυτά να επηρεάσει την πίεση του υλικού. Μπορεί να είναι το περισσότερο κόψιμο ή η πίεση και η διάτμηση, που μπορεί να επηρεάσουν το σχήμα των σωματιδίων και το PSD. Στους βιομηχανικούς μύλους, σκοπός της κοπής είναι να τείνει να παράγει περισσότερη κυκλικότητα και ένα στενό PSD, ενώ η πίεση και η διάτμηση οδηγούν σε μάλλον ακανόνιστα σχήματα και σε ευρύτερο PSD. Ωστόσο, η βέλτιστη διαμόρφωση ενός βιομηχανικού κυλινδρικού μύλου μπορεί να προσδιοριστεί καλύτερα εμπειρικά.

Για την παραγωγή ενός στενού PSD, ορισμένα βασικά μέτρα μπορεί να είναι χρήσιμα:

- ο αυξημένος αριθμός σταδίων άλεσης,
- οι ακτινικά κυματοειδείς ή λείοι κύλινδροι,
- τα λιγότερα αυλάκια,
- μια συγκεκριμένη, αλλά όχι πολύ υψηλή διαφορά ταχύτητας,

- ευθυγραμμισμένα κενά άλεσης, όχι πολύ φαρδιά στα κορυφαία στάδια, όχι πολύ στενά στα κατώτατα στάδια,
- ελεγχόμενη, σταθερή και όχι πολύ υψηλή θερμοκρασία,
- ένας συνεπής, όχι πολύ υψηλός ρυθμός ανατροφοδότησης,
- και η περιορισμένη ροή αερίων μέσα στο μύλο.

Αυτά τα μέτρα μειώνουν επίσης τη φθορά των εργαλείων άλεσης και αυξάνουν το χρόνο συντήρησης του μύλου, αν και ενδέχεται να επηρεάσουν την απόδοση του. Ακόμα ο καλύτερος τρόπος για τον έλεγχο της φθοράς των κυλίνδρων άλεσης είναι η παρακολούθηση των τιμών. Για ένα σταθερό μέσο μέγεθος σωματιδίων, οι τιμές θα αυξάνονται σταθερά κατά τη διάρκεια του χρόνου λειτουργίας. Τα επερχόμενα προβλήματα εξαγωγής ή διήθησης μπορεί να οφείλονται στη φθορά των κυλίνδρων άλεσης ακολουθούμενη από διεύρυνση του PSD. Αυτό το αποτέλεσμα μπορεί να αντισταθμιστεί με την αναπροσαρμογή των κενών άλεσης. Τελικά, μετά από περίπου 4000 ώρες χρόνου λειτουργίας, οι κύλινδροι με λεπτές αυλακώσεις θα πρέπει να ακονιστούν ή να αντικατασταθούν.

Σε μικρότερες βιομηχανικές εφαρμογές, μπορούν να εφαρμοστούν μύλοι δίσκων. Καθότι, λόγω του ενιαίου περάσματος, είναι αρκετά μικρότεροι σε χωρητικότητα και υπάρχουν λιγότερες πιθανότητες να επηρεάσουν το επιθυμητό μέγεθος PSD. Οι μύλοι δίσκων θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για έως και 400 kg / h με ανάγκη ακονίσματος ξανά μετά από περίπου 250 ώρες (Blittersdorff & Klatt, 2017).

## 2.6 Το ρόφημα του καφέ

Το ρόφημα του καφέ μπορεί να παρασκευαστεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους, συγκεκριμένα σαν:

- αφέψημα (π.χ. βραστός καφές, ελληνικός καφές, διηθημένος καφές),
- με έγχυση (π.χ., φιλτραρισμένος και καφές napoletana), και
- με πίεση (π.χ., με πρέσα, μόκα και καφές espresso).



Η σύνθεση του τελικού ροφήματος δεν θα εξαρτηθεί μόνο στη μέθοδο παρασκευής (π.χ. βαθμός άλεσης καφέ, αναλογία σκόνης / νερού, νερό θερμοκρασία, χρόνος εκχύλισης) αλλά και στα είδη καφέ που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ενός εμπορικού μείγματος. Επιπλέον, διάφορες μελέτες έχουν δείξει διαφορές στην εκχυλισσιμότητα των ενώσεων σύμφωνα με τις συνθήκες ψημένου καφέ. Με αυτόν τον τρόπο, η σύνθεση του υπολείμματος που παραμένει μετά την προετοιμασία ροφήματος καφέ θα ποικίλει επίσης. Ωστόσο, μπορεί να επιτευχθεί ένα βασικό συμπέρασμα: οι χημικές ενώσεις του καφέ δεν εξαγονται όλες κατά την παρασκευή και το υπόλειμμα εξακολουθεί να είναι πλούσιο σε διαφορετικές χημικές ουσίες με σημαντικές βιοδραστηριότητες.

Με την ίδια προοπτική και λαμβάνοντας υπόψη τη βιομηχανική προετοιμασία στιγμιαίου/διαλυτού καφέ, διάφορες μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή του, η οποίες γενικά βασίζονται στην παραγωγή ξηρού διαλυτού τμήματος υδατικών εκχυλισμάτων καφέ με διήθηση, συμπύκνωση και αφυδάτωση (π.χ. εξάτμιση, ξήρανση με ψύξη, ξήρανση με ψεκασμό). Σε αυτήν την περίπτωση, καφέδες με υψηλότερο βαθμό ψησίματος (κατά προτίμηση Robusta) χρησιμοποιούνται συνήθως για την αύξηση της απόδοσης εκχύλισης. Εκτός αυτού, ο αναλώσιμος καφές από τις βιομηχανίες στιγμιαίου καφέ εξάγεται πιο εξαντλητικά, σε σύγκριση με το «πλουσιότερο», αλλά με μεγαλύτερη διασπορά εξαγωγής καφέ που προκύπτει από την προετοιμασία ροφημάτων σε καφετέριες, εστιατόρια και σπίτια. Οι διαλυτοί καφέδες καταναλώνονται σε όλο τον κόσμο, αντιπροσωπεύοντας περισσότερο από το 70% του καφέ που καταναλώθηκε στη Μεγάλη Βρετανία, την Ιρλανδία και την Αυστραλία, > 50% στην Ιαπωνία, > 40% στις ΗΠΑ και τον Καναδά, ~20% στην Ισπανία και ~5% στην Πορτογαλία. Σε αυτήν την τελευταία περίπτωση, αυτό αντιπροσωπεύει κατανάλωση άνω των 100 τόνων εισαγόμενου διαλυτού καφέ ετησίως. Αυτός ο τύπος καφέ εκτιμάται ουσιαστικά για την ευκολία της προετοιμασίας για κατανάλωση (Alves, et al., 2017).

### 2.6.1 Είδη καφέ

Η συνεχής αναζήτηση του ανθρώπου γύρω από το ρόφημα του καφέ, τον οδήγησε σε πολλούς και διαφορετικούς τρόπους παρασκευής του. Μερικά είδη καφέ και οι τρόποι παρασκευής τους είναι οι εξής:

- **Τούρκικος-ελληνικός καφές:** Είναι διαδεδομένος στη Μέση Ανατολή, στα Βαλκάνια, στην Τουρκία και στη Βόρεια Αφρική. Έχει πολύ συγκεκριμένο τρόπο παρασκευής, που δεν απαιτεί φιλτράρισμα. Ο ελληνικός καφές ψήνεται στο μπρίκι, το οποίο αποτελεί βασικό εργαλείο για την παρασκευή του. Για να παρασκευαστεί, λοιπόν, πρέπει να θερμανθεί και όχι να βράσει ποσότητα νερού μέσα στο μπρίκι μαζί με λεπτοαλεσμένο καφέ και τη ζάχαρη, εάν το επιθυμεί κάποιος. Το κύριο χαρακτηριστικό του είναι το καϊμάκι, ένας πηχτός αφρός, που δημιουργείται κατά τη βράση του καθώς επίσης, και το ίζημα, που δημιουργείται στον πυθμένα του φλυτζανιού (Kucukkomurler & Ozgen, 2009).
- **Στιγμιαίος:** Ονομάζεται έτσι γιατί παρασκευάζεται άμεσα-στιγμιαία. Δηλαδή, σε καφέ με τη μορφή σκόνης προστίθεται ζεστό νερό και όχι βρασμένο, και η επαφή αυτή δημιουργεί άμεσα ρόφημα. Είναι εφεύρεση ενός Ιάπωνα χημικού, του Sartori Kato, ο οποίος είχε εφεύρει το στιγμιαίο τσάι και προσάρμοσε την τεχνική του στον καφέ. Η διάθεσή του στο εμπόριο άρχισε τη δεκαετία του 1930, όταν η βραζιλιάνικη κυβέρνηση στράφηκε στην ελβετική φίρμα Nestle. Μετά από έρευνες, δημιουργήθηκε ο διάσημος Nescafe (από το Nestle και το café), που βγήκε στο εμπόριο το 1938 στην Ελβετία και έπειτα πέρασε στη Γαλλία, την Αγγλία και τις Ηνωμένες Πολιτείες. Ο στιγμιαίος καφές δε μπορεί να συγκριθεί με τον αυθεντικό καφέ σε ό,τι αφορά το άρωμα και τη γεύση. Οι κόκκοι καφέ, που χρησιμοποιούνται είναι κατώτερης ποιότητας αλλά έχει το πλεονέκτημα ότι είναι πολύ πρακτικός, αφού διατηρείται πολύ περισσότερο από τον άκοπτο ή τον αλεσμένο καφέ.
- **Φραπές:** Πρόκειται για μία Ελληνική παραλλαγή του στιγμιαίου καφέ, στον οποίον προστίθενται παγάκια και δημιουργείται ένα απολαυστικό και δροσερό ρόφημα.

- **Φίλτρου/Γαλλικός:** Τελειοποιήθηκε από τους Γάλλους και γι' αυτό λέγεται και γαλλικός. Χρησιμοποιήθηκαν αρκετές μηχανές απόσταξης μέχρι τη σημερινή μηχανή φίλτρου. Πρόκειται για αλεσμένο καβουρδισμένο καφέ, ο οποίος διηθείται με ζεστό νερό σε ειδικά διηθητικά χαρτιά (φίλτρα) και χρησιμοποιείται μόνο το διήθημά του.
- **Espresso:** Στα ιταλικά σημαίνει άμεσο, γρήγορο. Όντως, ο καφές εσπρέσο ετοιμάζεται γρήγορα αφού η επαφή του νερού με τον καφέ διαρκεί ελάχιστα δευτερόλεπτα. Ο καφές αυτός παράγεται όταν καυτό νερό υπό πίεση περνά μέσα από συμπιεσμένο στρώμα λεπτοαλεσμένου και καλά καβουρδισμένου καφέ με αποτέλεσμα να προκύπτει ένα πυκνό ρόφημα καφέ. Ο καφές εσπρέσο παρουσιάστηκε σε ολόκληρο τον κόσμο στα πλαίσια μιας έκθεσης, που έγινε στο Μιλάνο, το 1906. Η Νέα Υόρκη και ολόκληρη η Αμερική ανακάλυψαν τον εσπρέσο το 1927, όταν λειτούργησε η πρώτη μηχανή εσπρέσο στην πόλη. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο εσπρέσο περιέχει λιγότερη καφεΐνη από τον καφέ φίλτρου. Με την προσθήκη διάφορων υλικών στον εσπρέσο, έχουμε διάφορες παραλλαγές του εσπρέσο με τις αντίστοιχες ονομασίες, όπως:
  - **Espresso doppio:** διπλός εσπρέσο, με τη διπλή ποσότητα νερού και αλεσμένου καφέ.
  - **Espresso ristretto:** συμπυκνωμένος εσπρέσο.
  - **Espresso lungo:** είναι το αντίθετο του ristretto. Έχει μεγαλύτερη χρονική διάρκεια εκχύλισης, οπότε παράγεται ένας καφές πιο ήπιος σε ένταση με περισσότερη καφεΐνη. Συνήθως σερβίρεται στα 90ml.
  - **Espresso macchiato:** εσπρέσο, στον οποίο έχει προστεθεί λίγο αφρόγαλα.
  - **Cappuccino:** εσπρέσο με γάλα και αφρόγαλα πάχους 1εκατ.
  - **Caffee Americano:** σε ένα διπλό espresso προστίθεται καυτό νερό.
  - **Espresso Freddo:** είναι μια Ελληνική επινόηση παραλλαγής του φραπέ, πρόκειται για έναν διπλό espresso στον οποίον προστίθενται παγάκια και έπειτα ανακατεύεται στο σέικερ.

➤ **Cappuccino Freddo:** επίσης μια Ελληνική επινόηση, ακολουθούνται τα στάδια παρασκευής του freddo espresso και έπειτα προστίθεται από πάνω στο ρόφημα χτυπημένο γάλα (αφρόγαλα) (coffetales.gr, 2020).

## 2.7 ΚΑΦΕΪΝΗ

### 2.7.1 Τι είναι η καφεΐνη

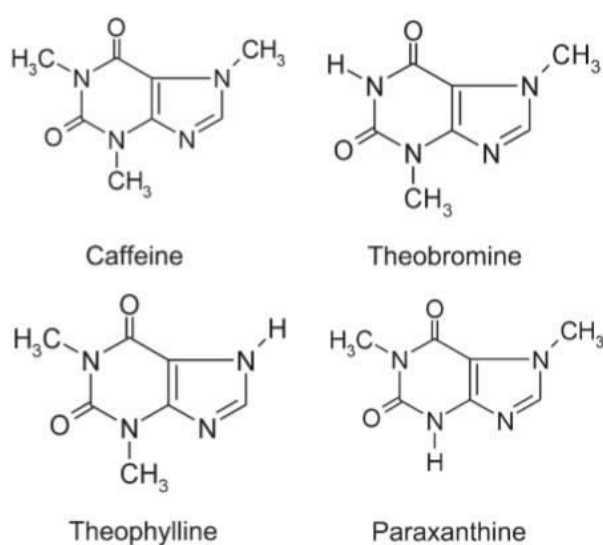
Η καφεΐνη είναι το κύριο δραστικό συστατικό στον καφέ και επίσης ένα από τα πιο δημοφιλή φάρμακα και ψυχοδραστικές ουσίες που καταναλώνονται στο κόσμο (Burdan, 2015). Οι ιδιότητες της είναι πολλές. Εκτός από τον δημοφιλή ρόλο της ως διεγερτικό του κεντρικού νευρικού συστήματος, έχει και αλλοπαθητικές ιδιότητες. Θα μπορούσε να μειώσει τις αρπακτικές δραστηριότητες των ζώων, να εμποδίσει αποτελεσματικά την παραγωγή της τοξίνης *Aspergillus ochraceus*. Επίσης δρα ως ζιζανιοκτόνο και θα μπορούσε να βοηθήσει στη ρύθμιση της ανάπτυξης της γεωργίας. Επιπλέον στα καλλυντικά, η καφεΐνη χρησιμοποιείται ευρέως για τη μείωση της κυτταρίτιδας, καθώς επιταχύνει τον υποβιβασμό των λιπιδίων (Hamon, et al., 2015).

Η πρώτη ιστορική καταγραφή κατανάλωσης καφεΐνης πραγματοποιήθηκε στην Αιθιοπία από τη φυλή Galla περίπου 1000 χρόνια πριν. Ωστόσο, ο Friedlieb Ferdinand Runge (1795–1867) ήταν ο πρώτος που απομόνωσε το αλκαλοειδές από τους κόκκους καφέ το 1819, ενώ η πρώτη de novo χημική σύνθεση πραγματοποιήθηκε το 1895 από τον Emil Fischer (1852-1919), ο οποίος ήταν αποδέκτης του βραβείου Νόμπελ Χημείας το 1902 προς τιμήν του έργου του στη ζάχαρη και στη σύνθεση πουρίνης (Burdan, 2015).

### 2.7.2 Χημική δομή

Λόγω της χημικής της δομής, η καφεΐνη (1,3,7-τριμεθυλοξανθίνη, 1,3,7-τριμεθυλ-1H-πουρίνη-2,6 (3H, 7H)-διόνη, 3,7-διϋδρο-1,3,7-τριμεθυλ-1H-πουρίνη-2,6-διόνη) ανήκει στις μεθυλοξανθίνες. Και στα φυτά και στα προϊόντα διατροφής συνήθως παρουσιάζεται μαζί με ξανθίνη (3,7-διϋδροπουρίνη-2,6-

διόνη, 1H-πουρίνης-2,6-διόλης) παράγωγα θεοφυλλίνης (1,3-διμεθυλοξανθίνη, 1,3-διμεθυλο-7H-πουρίνη-2,6-διόνη) και θεοβρωμίνη (3,7-διμεθυλοξανθίνη, 3,7-διμεθυλ-1H-πουρίνη-2,6-διόνη). Γενικά, στα περισσότερα προϊόντα, οι δύο τελευταίες ουσίες βρίσκονται σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις, ενώ η τέταρτη η ξανθίνη, ως παραξανθίνη (1,7-διμεθυλ-3H-πουρίνη 2,6-διόνη, 1,7-διμεθυλξανθίνη) έχει ανιχνευθεί μόνο στα θηλαστικά σε μορφή καφεΐνης και μεταβολίτης θεοβρωμίνης, δεδομένου ότι δεν συντίθεται σε φυτά (Burdan, 2015).



**Εικόνα 7:** Χημική δομή της καφεΐνης και άλλων μεθυλοξανθίνων (Burdan, 2015)

### 2.7.3 Οι πηγές της

Σε σύγκριση με άλλα αλκαλοειδή φυτών, όπως η νικοτίνη και η μορφίνη, τα αλκαλοειδή πουρίνης κατανέμονται ευρέως σε ολόκληρο το φυτικό βασίλειο (σχεδόν σε 100 είδη). Ωστόσο, η συσσώρευση υψηλών συγκεντρώσεων σε φύλλα και φασόλια περιορίζεται σε περιορισμένο αριθμό φυτών, συμπεριλαμβανομένου του *Coffea* spp. (καφές), *Theobroma* spp. (κακάο), *Camellia* spp. (τσάι), *Cola* spp., *Paulina curana* (guarana) και *Ilex paraguariensis*. Τα πιο δημοφιλή αλκαλοειδή πουρίνης είναι η καφεΐνη και η θεοβρωμίνη, τα οποία υπάρχουν κυρίως στα ροφήματα καφέ και τσαγιού μαζί με άλλα μη αλκοολούχα ποτά.

Η καφεΐνη παράγεται στα νεαρά φύλλα και τα ανώριμα φρούτα τσαγιού και καφέ και συσσωρεύεται κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης τους. Στη συνέχεια μπορεί να βρεθεί σε φύλλα αλλά και στο περικάρπιο φρούτων και σπόρων. Η καφεΐνη είναι τριμεθυλιωμένη ξανθίνη, ενώ η θεοβρωμίνη είναι μόνο διμεθυλιωμένη μορφή. Η βιοσύνθεση αλκαλοειδούς πουρίνης ξεκινά από τη ξανθοσίνη και οδηγεί στην καφεΐνη μέσω τριών N-μεθυλιώσεων και μίας υδρόλυσης μέσω ενός τελικού ενδιάμεσου, δηλαδή τη θεοβρωμίνης. Τα στάδια της μεθυλίωσης καταλύονται από διαφορετικές N-μεθυλοτρανσφεράσες.

Εκτός από την κύρια οδό βιοσύνθεσης καφεΐνης, υπάρχουν διάφορες δευτερεύουσες οδοί που παράγουν παραξανθίνη ως ενδιάμεσο. Η καφεΐνη καταβολίζεται κυρίως σε ξανθίνη μέσω θεοφυλλίνης και 3-μεθυλοξανθίνης. Ωστόσο, η θεοβρωμίνη θα μπορούσε επίσης να προκύψει από μια δευτερεύουσα οδό αποικοδόμησης καφεΐνης, όπως στο *Theobroma cacao*. Άλλα αλκαλοειδή πουρίνης όπως η θεκρίνη, η λιβερίνη και η μεθυλλιβρίνη παράγονται επίσης από την καφεΐνη στα ώριμα φύλλα καφέ (*Coffea liberica* var *liberica* και *Coffea liberica* var *dewevrei*) (Hamon, et al., 2015).

#### 2.7.4 Η καφεΐνη στο φυτό του καφέ

Η κύρια πηγή καφεΐνης καθημερινά στη σύγχρονη διατροφή του ανθρώπου, είναι στον καφέ, στο τσάι, στα ροφήματα κακάου, στην cola και στα συναφή. Ωστόσο, στη Νότια Αμερική, η μεγάλη πρόσληψη αλκαλοειδών προέρχεται από το guarana - ένα ποτό που παρασκευάζεται από φρούτα guarana (*Paullinia cupana*, οικογένεια Sapindaceae), μια έγχυση που παρασκευάζεται από τα φύλλα του yerba mate (*Ilex paraguariensis*; οικογένεια Aquifoliaceae)

Μέχρι τώρα, το αλκαλοειδές έχει βρεθεί σε περισσότερα από 60 φυτά, αλλά η υψηλότερη συγκέντρωση που εντοπίζεται είναι σε μαύρο τσάι (κατά ξηρό βάρος) και μούρα / σπόροι που λαμβάνονται από τα φυτά *Coffea* (οικογένεια Rubiaceae), ιδίως στο *Coffea canephora* (robusta) και *Coffea arabica* (arabica), ή σε λιγότερα ποσά σε *Coffea liberica* (dewevrei), *Coffea eugenioides*, *Coffea excelsa*, *Coffea heterocalyx*, *Coffea karakata*, *Coffea* sp. moloundou, *Coffea pseudozanguebariae*, *Coffea stenophylla*, *Coffea*

mauritiana και Recemosa Coffea. Εντοπίστηκαν πολύ μικρές ποσότητες στην Coffea charrieriana. Η συγκέντρωση ποικίλλει ανάλογα με τα είδη και την καλλιέργεια. Γενικά, οι σπόροι Robusta περιέχουν 40-50% περισσότερη καφεΐνη από τους Arabica. Μια πρώιμη δουλειά από τον Carvalho έδειξαν ότι οι κόκκοι καφέ "Laugina" arabica έχουν σημαντικά χαμηλότερη περιεκτικότητα σε καφεΐνη από άλλα φυτά από το ίδιο είδος στο οποίο η συνολική τιμή του αλκαλοειδούς ήταν 0,6% και 1,2% του βάρους ξηρού φασολιού, αντίστοιχα. Επίσης τονίζεται η μεταβλητότητα της συγκέντρωσης καφεΐνης στα φασόλια που λαμβάνονται από μεγάλο πληθυσμό φυτών C. Arabica είναι επειδή έχουν διαφορετικά επίπεδα παραγωγικότητας, όπως επίσης και η αντοχή σε παράσιτα και ασθένειες. Νέα υβρίδια του C. arabica και χαμηλής περιεκτικότητας σε καφεΐνη αφρικανικά είδη εισήχθησαν επιπλέον, αλλά εκτός από χαμηλή συγκέντρωση μεθυλξανθίνης, δυστυχώς χαρακτηρίζονται από κακή και απρόβλεπτη βλάστηση. Αποκαλύφθηκε επίσης διαφορετική συγκέντρωση καφεΐνης σε φασόλια που λαμβάνονται από τους απογόνους των φυτών που είχαν αρχικά ληφθεί από την Αιθιοπία αλλά αργότερα μεταφέρθηκαν στην Κόστα Ρίκα και μετά τελικά στη Βραζιλία. Οι μεγαλύτερες ενδο- και δια γονιδιακές διαφορές αποκαλύφθηκαν μεταξύ 499 φυτών από την περιοχή Kaffa (Αιθιοπία) και 166 φυτά από την περιοχή Illubabor (Βραζιλία) στην οποία η συγκέντρωση καφεΐνης κυμαίνεται 0,46-2,82% και 0,42-2,90%, αντίστοιχα. Από την άλλη πλευρά, 59 φυτά από Gojjam, Eritrea, Geisha, Harar και Shoa χαρακτηρίστηκαν από χαμηλότερο εύρος τιμών αλκαλοειδών. Μια ανάπτυξη της αγοράς προϊόντων χωρίς καφεΐνη και χαμηλής καφεΐνης σημαίνει ότι ο αριθμός των νέων φυτών χαμηλής καφεΐνης πιθανότατα να μεγαλώσουν γρήγορα, παρόλο που παράγουν λιγότερα. Επίσης αποδείχθηκε ότι διάφορα φασόλια που λαμβάνονται από τον ίδιο θάμνο θα μπορούσαν να παρουσιάσουν σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα σε καφεΐνη.

Οι σπόροι του C. charrieriana - γνωστοί ως Decaffito® - εισήχθησαν στην αγορά ως ο πρώτος φυσικός καφές χωρίς καφεΐνη. Σε ένα τέτοιο φυτό, η καφεΐνη έχει αντικατασταθεί από τη θεοβρωμίνη λόγω γενετικής τροποποίησης. Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε, αυτό το χαρακτηριστικό μπορεί να μεταφερθεί σε άλλα φυτά διασταυρώνοντας το με άλλα φυτά καφέ (Burdan, 2015).

### 2.7.5 Κατανάλωση καφεΐνης

Η καφεΐνη είναι η πιο δραστικά βιοενεργή ουσία σε όλο τον κόσμο. Είναι ένα φυσικό αλκαλοειδές που βρίσκεται σε περισσότερα από 60 φυτά, συμπεριλαμβανομένων στους κόκκους καφέ, στα φύλλα τσαγιού, στους ξηρούς καρπούς, και στο λοβό του κακάο. Η συγκέντρωσή της ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο του προϊόντος, τους αγρονομικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες και την επεξεργασία. Κοινά ποτά που περιέχουν μεταβλητή ποσότητα καφεΐνης περιλαμβανομένου του καφέ (τον σημαντικότερο διαιτητικό παράγοντα), το τσάι, τα αναψυκτικά, τα ενεργειακά ποτά, τα προϊόντα σοκολάτας, ορισμένα φάρμακα (θεραπείες πονοκέφαλου και παυσίπονα) και τα συμπληρώματα διατροφής. Η συνολική κατανάλωση καφέ και καφεΐνης εξαρτάται από την ηλικία ενός ατόμου, αλλά και από δευτερεύοντες παράγοντες, όπως από την τοπική κοινωνία, τον πολιτισμό και τα έθιμα. (Elvira Gonzalez de Mejia, Marco Vinicio Ramirez-Mares 2014)

Στατιστικές μελέτες στις Ηνωμένες Πολιτείες απεικονίζουν ότι περισσότεροι από 100 εκατομμύρια Αμερικανοί πίνουν 3,1 φλιτζάνια καφέ καθημερινά. Η κατανάλωση έχει μειωθεί τις τελευταίες δεκαετίες. Το 1962 ήταν 3,12 φλιτζάνια κατά κεφαλήν, ενώ το 1988, το 1991 και το 1993 έπεσε στα 1,67, 1,75 και 1,87 φλιτζάνια αντίστοιχα. Ωστόσο, οι λάτρεις του καφέ κατανάλωναν σχετικά υψηλότερο όγκο, ο οποίος αυξήθηκε από 3,34 σε 3,58 κύπελλα μεταξύ 1988 και 1993 αντίστοιχα. Μόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες η καθημερινή κατανάλωση καφέ αυξήθηκε από 1,31 σε 1,61 φλιτζάνια, ενώ μειώθηκε η κατανάλωση στιγμιαίων και χωρίς καφεΐνη καφέ από 0,34 σε 0,25 και από 0,43 σε 0,28 φλιτζάνια, αντίστοιχα. Βάσει των ίδιων στοιχείων, το 85% καταναλωθέντος καφέ ήταν με καφεΐνη και το 86% αυτού του καφέ, ήταν καβουρδισμένος και αλεσμένος και το υπόλοιπο 14% ήταν στιγμιαίος καφές.

Ο Barone και ο Roberts τονίζουν ότι το τυπικό φλιτζάνι του διηθημένου καφέ των 150ml περιέχει 85mg αλκαλοειδή. Ο ίδιος όγκος στιγμιαίου και χωρίς καφεΐνη καφέ έχει μόνο 60 και 3 mg αλκαλοειδούς, αντίστοιχα. Πολύ υψηλότερες τιμές αναφέρθηκαν σε канаδικές μελέτες. Τα αποτελέσματα φτάνουν στο επίπεδο των 81,9mg / καταναλωθέντος όγκου (εύρος 37.1–



128.1) για διηθημένο, 70.9mg / καταναλωθέντος όγκου (εύρος 21.3–117) για στιγμιαίο και 84mg / καταναλωθέντος όγκου (εύρος 36.6–148.1) για φιλτραρισμένο καφέ. Έπειτα η αναλωθείσα τιμή (25–330 ml) μετατράπηκε στα τυπικά 150 ml, η τελική συγκέντρωση καφεΐνης σε επιλεγμένους τύπους καφέ μειώθηκε σε 55 (24–88), 48 (13–72) και 56 (26–111) mg / φλιτζάνι, αντίστοιχα. Ωστόσο, βρέθηκε υψηλότερη συγκέντρωση μεθυλξανθίνης σε δείγματα που ελήφθησαν από εμπορικές πηγές, στις οποίες η μέση τιμή ήταν 78 mg / φλιτζάνι (130-205 ml) για φιλτραρισμένο καφέ. Παρόμοια αποτελέσματα εξαρτώμενα από τον όγκο, παρουσιάστηκαν από την D'Amicis και Viani για τον καφέ φίλτρου και τον διηθούμενο καφέ στις Ηνωμένες Πολιτείες (47 και 140 mg / φλιτζάνι), στο Ηνωμένο Βασίλειο (23 και 150 mg / φλιτζάνι), και στη Δανία (32 και 201 mg / φλιτζάνι). Και οι δύο τεχνικές έχουν σημαντικά διαφορετική απόδοση εκχύλισης καφεΐνης, η οποία αποκαλύφθηκε να είναι 97-100% για φιλτραρισμένο και 85% για διηθημένο. Πολύ υψηλότερες συγκεντρώσεις αναφέρονται σε σκανδιναβικές χώρες, όπου ο μέσος όρος βρέθηκε να είναι 50mg στη Δανία, στη Φινλανδία, στη Νορβηγία, 55mg στην Ισλανδία και 69mg στην Σουηδία ανά 100g καφέ.

Σύμφωνα με μια μελέτη της Market Research Corporation of America (MRCA), η μέση ημερήσια κατανάλωση καφεΐνης στις Ηνωμένες Πολιτείες για ενήλικες ήταν 2,64 και 2,4 mg / kg το 1975 και το 1989, αντίστοιχα. Η ίδια τιμή για βρέφη ήταν 0,47 και 0,32 mg / kg, για μικρά παιδιά (1-5 ετών) ήταν 1,21 και 0,95 mg / kg, για μεγαλύτερα παιδιά (6-11 ετών) ήταν 0,86 και 0,67 mg / kg και για εφήβους (12-17 ετών) ήταν 0,75 και 0,65 mg / kg. Και οι δύο μελέτες απέδειξαν ότι ο καφές ήταν η κύρια πηγή καφεΐνης μεταξύ των ενηλίκων, αλλά στα παιδιά το αλκαλοειδές απορρίφθηκε από το τσάι και λιγότερο πιθανό από τον καφέ. Παρόμοια δεδομένα αναφέρθηκαν επίσης και από άλλες επιτροπές όπως την US Nationwide Food Consumption Survey (NFCS). Η αρχική μελέτη που έγινε το 1977-1978 έδειξε ότι η πρόσληψη καφεΐνης από τον καφέ, το τσάι και την cola ήταν περίπου 3,3, 1,1 και 0,4 mg / kg, αντίστοιχα. Δέκα χρόνια αργότερα, οι ίδιες τιμές ήταν 3,7, 1,0 και 0,6 mg / kg αντίστοιχα. Είναι ενδιαφέρον ότι η πρόσληψη μεθυλξανθίνης στους νέους καταναλωτές καφέ στην πρώτη περίοδο κυμάνθηκε από 4,2 έως 1,6 mg / kg στα παιδιά των 1-2 και των 9-14 ετών, αντίστοιχα. Η χαμηλότερη και η

υψηλότερη πρόσληψη καφεΐνης στη δεύτερη έρευνα βρέθηκε στην ομάδα ηλικίας 1-5 ετών (6,5 mg / kg) και 15-19 ετών (1,4 mg / kg). Και οι δύο μελέτες έδειξαν μια ομάδα βαρέων καταναλωτών που έπινε καθημερινά μεθυλοξανθίνη στο επίπεδο των 5,20 mg / kg και 3,99-8,16 mg / kg αντίστοιχα, από όλα τα προϊόντα της καθημερινής διατροφής. Παρόμοια δεδομένα επίσης συλλέχθηκαν στο Ηνωμένο Βασίλειο και στη Δανία. Ωστόσο, σε αντίθεση με τις Ηνωμένες Πολιτείες, η κύρια πηγή καφεΐνης ήταν από το τσάι και όχι από τον καφέ, ειδικά σε παιδιά και μεγαλύτερους ενήλικες. Ακόμη και οι καταναλωτές τσαγιού ήταν κυρίαρχοι (81%), και ο αριθμός των καταναλωτών καφέ αυξήθηκε σημαντικά στην ομάδα μέσης ηλικίας ( 20-24 και 35-49 ετών) στην οποία ο καφές καλύπτει σχεδόν το 50% της καθημερινής πρόσληψης καφεΐνης. Στη Δανία το μεγαλύτερο μέρος της καθημερινής πρόσληψης καφεΐνης προέρχεται από τον καφέ (8,1 mg / kg), ακολουθούμενο από μικρή ποσότητα τσαγιού (1,4 mg / kg) και αναψυκτικά (0,2 mg / kg) και στο σύνολο η μέση τιμή από όλες τις πηγές ήταν 7,0 mg / kg κατά κεφαλή. Σε αντίθεση με τα δεδομένα των ΗΠΑ, μεταξύ των μικρών παιδιών (<5 ετών) η κατανάλωση ήταν χαμηλή και ορίστηκε στο επίπεδο των 0,3 mg / kg, αλλά στους ενήλικες (ηλικίας 35-49 ετών) ήταν πολύ υψηλότερη, 9,9 mg / kg.

Σε όλες τις χώρες που εξετάστηκαν, η υψηλή κατανάλωση καφεΐνης βρέθηκε μεταξύ εγκύων γυναικών. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η μέση πρόσληψη ήταν περίπου 1 mg / kg χαμηλότερη από ότι σε ολόκληρη την ομάδα, αλλά η μέση ημερήσια πρόσληψη ήταν 2,16 mg / kg από όλες τις πηγές και 2,9 mg / kg από τον καφέ το 1975 σε μελέτη της MRCA. Οι ίδιες τιμές σε επαναλαμβανόμενες μελέτες της MRCA (1989) και της NFCS (1987–1988) ήταν 0,91 και 1,47 mg / kg. Στο Ηνωμένο Βασίλειο και στη Δανία, η ημερήσια κατανάλωση ήταν 3,4 και 5,8 mg / kg, αντίστοιχα, αλλά για μεγαλύτερους καταναλωτές ήταν ακόμη υψηλότερο (6,5 και 12,1 mg / kg).

Στις τελευταίες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της εκτίμησης κινδύνου της κατανάλωσης καφεΐνης σε παιδιά και εφήβους το 2004 στις σκανδιναβικές χώρες, αναφέρθηκε υψηλή κατανάλωση, αλλά το μεγαλύτερο μέρος της ουσίας καταναλώθηκε από αναψυκτικά όπως η cola. Δανικά στοιχεία δείχνουν ότι ο καφές δεν καταναλώνεται από παιδιά κάτω των 13 ετών, αλλά ο αριθμός των καταναλωτών αυξάνεται σε μεγαλύτερες

ηλικίες και στις ηλικίες άνω των 18 ετών, όπου η μέση πρόσληψη καφεΐνης από τον καφέ ξεπερνά την πρόσληψη από τα αναψυκτικά. Η καθημερινή πρόσληψη βρέθηκε να είναι 0,7 και 1,6 mg / kg σε παιδιά ηλικίας κάτω των 6 και 17 ετών αντίστοιχα, αλλά στους φανατικούς καταναλωτές η ημερήσια πρόσληψη έφτασε τα 1,6-5,4 mg / kg και το 60-65% των αλκαλοειδών προέρχονται από αναψυκτικά. Πολύ υψηλή κατανάλωση αναφέρθηκε επίσης σε φινλανδικές μελέτες. Η μέση ετήσια κατανάλωση αναψυκτικών, καφέ και τσαγιού ήταν 30,9–61 , 132,8–164,8 και 8.8–12.81 κατά κεφαλή αντίστοιχα. Η πιο αξιοσημείωτη αύξηση της πρόσληψης καφεΐνης βρέθηκαν στην Ισλανδία, όπου η ετήσια πώληση αναψυκτικών ανά κεφάλι αυξήθηκε από 19 σε 150 λίτρα. Μεταξύ των εφήβων, το 83% της πρόσληψης καφεΐνης προερχόταν από αναψυκτικά, αλλά μετά από αλλαγές στη νομοθεσία το 2005, το μέγιστο ποσό της καφεΐνης στα αναψυκτικά αυξήθηκε από 135 σε 150mg / L. Η μέση ημερήσια πρόσληψη καφεΐνης ήταν 71,7mg κατά κεφαλή, και προέρχεται από την cola (83%), τα ενεργειακά ποτά (1%), τον καφέ (2%), το τσάι (1%), το κακάο (3%) και την σοκολάτα (10%). Στην Νορβηγία και στη Σουηδία, τα αναψυκτικά ήταν επίσης η κύρια πηγή καφεΐνης. Η κατανάλωσή τους αυξήθηκε από 60 έως 102 και από 40 έως 73 λίτρα κατά κεφαλή και ήταν 72-81% και 52–53% της ημερήσιας πρόσληψης καφεΐνης, αντίστοιχα. Η τελευταία τιμή εξαρτάται από την ηλικία των ατόμων που εξετάστηκαν. Η δεύτερη πηγή ήταν η σοκολάτα, αφού μόνο στη Σουηδία η ετήσια κατανάλωση το 2005 ανέρχεται σε 6,2 κιλά κατά κεφαλή. Στη Νορβηγία, ο καφές πινόταν περιστασιακά από παιδιά ηλικίας 4, 9 και 13 ετών και αντιστοιχούσε μόνο στο 1% της καθημερινής πρόσληψης καφεΐνης (Burdan, 2015).

### 2.7.6 Η απορρόφηση της στον οργανισμό

Το αλκαλοειδές ταχέως και σχεδόν πλήρως (99%) απορροφάτε από το στομάχι (20%) και το λεπτό έντερο (80%). Παρατηρήθηκε γρήγορη και πλήρη απορρόφηση ( $T_{max} = 29,8 \pm 8,1$  λεπτά) της στοματικής δόσης καφεΐνης (5mg / kg) σε άνδρες εθελοντές, με μέγιστη συγκέντρωση στο πλάσμα στα  $10,0 \pm 1,0\mu\text{g} / \text{ml}$  (52μM). Ωστόσο, δεδομένου ότι η καφεΐνη καταναλώνεται τακτικά

σε μια καθημερινή διατροφή, η πραγματική συγκέντρωσή της μπορεί να είναι πάνω από την αναφερόμενη τιμή.

Η μεθυλξανθίνη διανέμεται επίσης γρήγορα στους περισσότερους ιστούς και όργανα. Επιπλέον, μπορεί εύκολα να διασχίσει ενδοκυτταρικά εμπόδια και είναι εύκολα ανιχνεύσιμη σε διάφορα σωματικά υγρά, ενώ η αποβολή γίνεται μέσω των ούρων και λιγότερο πιθανό μέσω περιττωμάτων, σάλιο ή ιδρώτα

Στους ανθρώπους, η καφεΐνη μεταβολίζεται κυρίως από το κυτόχρωμα P450 και το 90% τέτοιων βιοχημικών αντιδράσεων καταλύονται από το CYP1A2. Αυτό εμπλέκεται στην καφεΐνη και στην απομεθυλίωση της παραξανθίνης. Μετατρέπει την καφεΐνη κυρίως σε παραξανθίνη (81,5%), θεοβρωμίνη (10,8%) και θεοφυλλίνη (5,4%) (Burdan, 2015).

### 2.7.7 Επιθυμητή κατανάλωση καφέ

Η καθημερινή πρόσληψη τριών έως τεσσάρων φλιτζανιών καφέ (συνολικά 400 mg καφεΐνης / ημέρα) ή η κατανάλωση πέντε αναψυκτικών με καφεΐνη ή τσάι μπορεί να θεωρηθεί μέτριο ποσό (110-345 mg καφεΐνης / ημέρα) για τους περισσότερους ενήλικες και φαίνεται να συνδέεται με ουδέτερο έως δυνητικά ευεργετικό αποτέλεσμα για την υγεία. Τα παιδιά (6-12 ετών) μπορούν να καταναλώνουν 45-85 mg καφεΐνης / ημέρα και οι έφηβοι 100–175 mg καφεΐνης / ημέρα. Για όσους κινδυνεύουν να αναπτύξουν οστεοπόρωση, προσθέτοντας δύο κουταλιές γάλα μπορεί να αντισταθμίσουν την ποσότητα ασβεστίου που έχασε από την κατανάλωση ενός φλιτζανιού καφέ.

Η σύσταση για τις γυναίκες που προσπαθούν να μείνουν έγκυες είναι να περιορίσουν την κατανάλωση καφεΐνης σε <300 mg / ημέρα. Επίσης άτομα με υψηλό επίπεδο αρτηριακής πίεσης ή με ακανόνιστους καρδιακούς ρυθμούς πρέπει επίσης να περιορίσουν την καφεΐνη (Mejia & Ramirez-Mares, 2014)

## 2.8 Ντεκαφ

Το Decaf (ντεκαφ) σημαίνει καφές χωρίς καφεΐνη, την οποία την έχουν αφαιρέσει (αποκαφεΐνοποίηση) ή καφές που προέρχεται από φυτό που φυσικά δεν περιέχει καφεΐνη. «Σύμφωνα με τον κανονισμό που ισχύει στις Ευρωπαϊκές αγορές, ντεκαφ χαρακτηρίζεται ο καφές, το περιεχόμενο καφεΐνης του οποίου είναι λιγότερη από 0,1% στους καβουρδισμένους κόκκους καφέ και από 0,3% στον διαλυτό/στιγμαίο καφέ» (Karoli, 2015). Οι ανεπιθύμητες παρενέργειες της καφεΐνης έχουν, αυξήσει την αγορά του καφέ χωρίς καφεΐνη έως περίπου το 10% της κατανάλωσης καφέ παγκοσμίως, παρά την απώλεια βασικών αρωματικών ενώσεων στη βιομηχανική διαδικασία αποκαφεΐνοποίησης (Silvarolla, et al., 2004).

Το decaffito είναι ο όρος που εισάγεται για τον καφέ που προέρχεται από τα φυτά Arabica με φασόλια φυσικά χαμηλά σε ή σχεδόν χωρίς καφεΐνη. Ο όρος «decaffito» αποτελείται από το «decaf» και το επίθημα «fito» από Ελληνικό φυτό που σημαίνει φυτό ή λαχανικό. Δηλαδή το «decaffito» είναι decaf που καλλιεργείται φυσικά στο φυτό του καφέ.

Πολλά από τα περίπου εκατό είδη καφέ που αναπτύσσονται στον πλανήτη μας δεν περιέχουν καφεΐνη. Μεταξύ των ειδών που περιέχουν καφεΐνη δύο (*Coffea arabica*, *C. canephora*) είναι παγκόσμιας σημασίας και άλλα λίγα καταναλώνονται τοπικά σε ορισμένες αφρικανικές χώρες. Αυτά τα δύο ανήκουν στα είδη με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε καφεΐνη φασολιών. Φαινομενικώς, οι άνθρωποι επέλεξαν την καφεΐνη για να ζήσουν μαζί της (Mazzafera, et al., 2009).

### 2.8.1 Φυσικός χωρίς καφεΐνη καφές Arabica

Έχει ανακαλυφθεί ένα φυσικά αποκαφεΐνοποιημένο φυτό *Coffea Arabica* από την Αιθιοπία, το οποίο είδος συνήθως αναγνωρίζεται για την υψηλή ποιότητα των φασολιών του.

Το *Coffea Arabica* είναι ο πιο καλλιεργούμενος και καταναλωμένος καφές στον κόσμο. Έχουν γίνει προσπάθειες για να μεταφερθεί η ιδιότητα του, χωρίς καφεΐνη καφέ, σε είδη άγριου καφέ της Μαδαγασκάρης, τα οποία παράγουν

ένα κατώτερο ποτό, από το *C. Arabica*, αλλά απέτυχαν λόγω ενός ισχυρού γενετικού φραγμού: το *C. arabica* είναι ένα αυτογαμικό (άνω του 95% αυτο-επικονίαση) αλλοτετραπλοειδές ( $2n = 4X = 44$ ), ενώ όλα τα άλλα είδη καφέ είναι διπλοειδή και αλλογαμικά (κανένα δεν είναι αυτο-επικονιούμενο). Βιοτεχνολογικές προσπάθειες έχουν επίσης γίνει, για να παρέμβουν στην παραγωγή καφεΐνης εμποδίζοντας την έκφραση γονιδίων που κωδικοποιούν βασικά ένζυμα στην οδό βιοσύνθεσης καφεΐνης, με αποκορύφωμα την παραγωγή ενός δια γονιδιακού *Coffea canephora* με 50-70% μείωση της καφεΐνης στα φύλλα.

Ως μέρος προγράμματος γενετικής αναπαραγωγής για τη μείωση της καφεΐνης, που ξεκίνησε το 1987 στο Instituto Agronômico de Campinas, έχουν μελετηθεί 3.000 δέντρα καφέ. Διαπιστώθηκε ότι τρία από αυτά τα φυτά της Αιθιοπίας (*C. Arabica*, ορίζονται εδώ ως AC1, AC2 και AC3) ήταν σχεδόν εντελώς απαλλαγμένα από καφεΐνη. Ανιχνεύθηκαν κατά τη διάρκεια υγρής χρωματογραφίας ρουτίνας υψηλής απόδοσης (HPLC) μεθανολικά εκχυλίσματα σπόρων. Οι σπόροι των φυτών έδειξαν μέση περιεκτικότητα σε καφεΐνη  $0,76 \text{ mg g}^{-1}$  ξηρού βάρους, Mundo Novo (MN), μια εμπορική ποικιλία της *C. arabica*, περιέχει  $12 \text{ mg g}^{-1}$ . Τα φύλλα και άλλα μέρη των φρούτων ήταν επίσης πολύ χαμηλά σε καφεΐνη. Επίσης βρέθηκε στα φυτά AC συσσωρευμένη θεοβρωμίνη (περίπου  $6,1 \text{ mg g}^{-1}$  ξηρό βάρος) ο άμεσος πρόδρομος της καφεΐνης, υποδεικνύοντας ότι αυτά τα φυτά μπορεί να είναι ανεπαρκή στο ένζυμο συνθετάση καφεΐνης, που δρα στη θεοβρωμίνη (Silvarolla, et al., 2004).

### 2.8.2 Αποκαφεΐνοποίηση

Ο βαθμός της απαιτούμενης μείωσης της καφεΐνης για την επισήμανση του καφέ «χωρίς καφεΐνη» δεν είναι συνεπής σε ολόκληρο τον κόσμο. Οι περισσότεροι ευρωπαϊκοί νόμοι περιορίζουν τα προϊόντα καφέ που διατίθενται στο εμπόριο ως «χωρίς καφεΐνη» έως 0,1% κ.β. άνυδρη καφεΐνη με βάση την ξηρά ύλη σε πράσινο και καβουρδισμένο καφέ και κατ' ανώτατο όριο 0,3% κ.β. (ξηρή ουσία βάσης) σε εκχυλίσματα στερεού, πάστας ή υγρού καφέ.

Η ιδανική διαδικασία καφεΐνης αφαιρεί την καφεΐνη από τα κύτταρα των φασολιών χωρίς άλλη αλλαγή στο φασόλι. Λόγω της φύσης του μορίου της καφεΐνης και της θέσης του μέσα στα κύτταρα των κόκκων καφέ, είναι προφανές ότι είναι μια ιδανική αφαίρεση αντιμετωπίζει σοβαρά εμπόδια. Οι ανεπιθύμητες παρενέργειες μπορεί να περιλαμβάνουν απώλεια αρώματος ή προδρόμων μορίων, αλλαγές στη δομή και το μέγεθος των φασολιών, απώλεια στη μάζα, υπολείμματα διαλύτη και αλλαγές στην εμφάνιση των φασολιών. Στην αρχή έγιναν πολλές ανεπιτυχείς προσπάθειες για την εξαγωγή καφεΐνης άμεσα από τα φασόλια με διάφορους οργανικούς διαλύτες. Η ανακάλυψη ήρθε όταν ο Ludwig Roselius, ο ιδρυτής της εταιρείας Kaffee HAG στη Γερμανία, πρόσθεσε μία πρόσθετη προ επεξεργασία: διαβροχή και διόγκωση των πράσινων φασολιών με νερό και ατμό. Το 1908, οι Meier, Roselius και Wimmer κατοχύρωσαν με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας την πρώτη χρήσιμη διαδικασία καφεΐνης (Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας ΗΠΑ 897.763). Ο όγκος των φασολιών αυξάνεται έως και 100% επιτρέποντας ευκολότερη διείσδυση των διαλυτών και τη μεταφορά μάζας στη μήτρα του φασολιού. Αργότερα η έρευνα αποκάλυψε ότι η αυξημένη περιεκτικότητα σε νερό απελευθερώνει την καφεΐνη από μια δομή με χλωρογενικά οξέα. Μετά τη διαδικασία εξαγωγής, η αρχική περιεκτικότητα σε νερό των φασολιών πρέπει να αποκατασταθεί με ξήρανση, ένα δυσμενές και δαπανηρό βήμα διαδικασίας. Συνοπτικά, η ακολουθία διεργασιών σε όλες τις βιομηχανικές διεργασίες προπορεύεται με νερό, εκχύλιση καφεΐνης και επακόλουθη ξήρανση φασολιών.

#### *2.8.2.1 Εκχύλιση με οργανικούς διαλύτες*

Η επιλογή ενός διαλύτη εκχύλισης υπόκειται σε διάφορες απαιτήσεις όπως δυνατότητα διαλυτότητας, κόστος, δυνατότητα διαχείρισης, νομικά όρια και διαθεσιμότητα, μεταξύ άλλων. Η διαλυτότητα εξαρτάται από τον διαλύτη και τη θερμοκρασία. Η εκχύλιση καφεΐνης από τα διογκωμένα με νερό φασόλια απαιτεί έναν διαλύτη που είναι σχεδόν αναμίξιμος με το νερό, ώστε να μην χάνουμε άλλα υδατοδιαλυτά συστατικά από το φασόλι. Φυσικά, τα συστατικά του προδρόμου γεύσης πρέπει να παραμείνουν στα φασόλια όσο το δυνατόν ευρύτερα. Μια ποικιλία οργανικών διαλυτών έχει βρεθεί ότι είναι κατάλληλα, αλλά μόνο δύο χρησιμοποιούνται συνήθως: DCM (χλωριούχο μεθυλένιο,

CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) και ο οξικός αιθυλεστέρας (αιθανοϊκός αιθυλεστέρας, CH<sub>3</sub>-COO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>).

Με την καφεΐνη του οργανικού διαλύτη, τα φασόλια έρχονται πρώτα σε επαφή με ατμό και νερό για την αύξηση της περιεκτικότητάς τους σε υγρασία από περίπου 10 έως 25 ή ακόμα και 40% κ.β.. Τα φασόλια απαοκαφεΐνοποιούνται με εκχύλιση με τον οργανικό διαλύτη. Η διάχυση της καφεΐνης στα φασόλια είναι αργή και επομένως ελέγχει τον ρυθμό, και έτσι η έντονη ανάδευση των φασολιών, δεν είναι επιτακτική. Η περιορισμένη ικανότητα διαλυτοποίησης επιβάλλει πολλαπλές εκχυλίσεις με φρέσκο οργανικό διαλύτη ή μια ακολουθία δοχείων που λειτουργεί σε λειτουργία αντίθετου ρεύματος. Μετά την ολοκλήρωση ο υπόλοιπος οργανικός διαλύτης αποστραγγίζεται και αφαιρείται με ατμό. Τέλος, η αρχική περιεχόμενο υγρασία αποκαθίσταται με ξήρανση με αέρα (συχνά μια ακολουθία διαφορετικών τεχνολογιών ξήρανσης, π.χ. ρευστοποιημένη βάση, δονητικοί ιμάντες, στεγνωτήρια κενού). Ο χαμηλός αέρας και οι θερμοκρασίες, ο αποκλεισμός οξυγόνου και η ολοκλήρωση με ψύξη μπορούν να βοηθήσουν στην ελαχιστοποίηση της αποσύνθεσης του αρώματος. Ο χρησιμοποιημένος οργανικός διαλύτης ανακυκλώνεται μέσω απόσταξης (π.χ., εξαμιστής συνεχούς φυσικής κυκλοφορίας) που παράγει ένα στερεό κατάλοιπο (~60% καφεΐνη, ~40% άλλα, κυρίως λιπίδια). Η καφεΐνη διαχωρίζεται από το υπόλειμμα, με τα υπολείμματα που ονομάζονται κεριά καφέ λόγω εμφάνισης, αν και κυριαρχούν τα τριγλυκερίδια.

#### 2.8.2.2 Εκχύλιση με νερό

Η διαλυτότητα της καφεΐνης στο νερό αυξάνεται σημαντικά με τη θερμοκρασία και επομένως η εκχύλιση πραγματοποιείται με ζεστό νερό σε ατμοσφαιρική πίεση. Το πρήξιμο των φασολιών είναι επίσης απαραίτητο και επιτυγχάνεται είτε με προκαταρκτική διαδικασία διαβροχής / ατμού ή απλά μέσα στον απορροφητήρα. Η επιλογή των συστημάτων εξαγωγής μοιάζουν με μία από τις διαδικασίες διαλύτη. Έχουν απλές στήλες διήθησης και ο τυπικός χρόνος εξαγωγής είναι 8 ώρες. Προβληματική είναι η περιορισμένη επιλεκτικότητα σε σχέση με τα άλλα συστατικά του καφέ. Τα πρόδρομα συστατικά του αρώματος όπως τα σάκχαρα θα εξαχθούν τουλάχιστον εν μέρη όταν χρησιμοποιηθεί νερό. Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι αντιμετώπισης αυτού του εμποδίου: είτε το νερό παρεμποδίζεται κάπως για την εξαγωγή διαλυτών καφέ



χωρίς καφεΐνη, ή τα εκχυλισμένα διαλυτά πρέπει να ενσωματωθούν ξανά στο πράσινο φασόλι.

Η τελευταία διαδικασία συζητείται πρώτα. Η ακολουθία της διαδικασίας έχει ως εξής: η βάση των πράσινων φασολιών εξάγεται με γλυκό νερό. Το ρεύμα εκχυλίσματος που περιέχει καφεΐνη καθώς και διάφορες άλλες διαλυτές ουσίες καφέ περνούν μια απορροφητική βάση ενεργού άνθρακα (AC). Ένας ειδικός τύπος AC εμφανίζει υψηλή επιλεκτικότητα για την καφεΐνη, έτσι ώστε οι περισσότερες άλλες ουσίες να παραμένουν στην υδατική φάση. Το πλέον σχεδόν χωρίς καφεΐνη διάλυμα συμπυκνώνεται (π.χ. έως 30%) για μετέπειτα προσθήκη στα φασολάκια και έτσι ανακυκλώνει το μεγαλύτερο μέρος των προηγούμενων εκχυλισμένων ουσιών χωρίς καφεΐνη. Για να παρασκευαστούν τα φασόλια χωρίς καφεΐνη και να πρέπει να απορροφήσουν το συμπύκνωμα, χρειάζονται ένα αξιοσημείωτο στάδιο στεγνώματος. Το επεξεργασμένο συμπύκνωμα περιμένει περίπου 1-1,5 h προτού προστεθεί ξανά στην επιβάρυνση φασολιών. Μετά την προσθήκη του συμπυκνώματος, η τελική ξήρανση των φασολιών ολοκληρώνει τη διαδικασία.

#### *2.8.2.3 Εκχύλιση με CO<sub>2</sub>, διοξειδίου του άνθρακα υπό πίεση*

Αν και είναι κοινώς γνωστό ως αέριο, το διοξείδιο του άνθρακα υπάρχει σε υψηλές πιέσεις είτε ως υγρό είτε ως το επονομαζόμενο υπερκρίσιμο ρευστό. Στο υγρό και ακόμη περισσότερο στην υπερ κρίσιμη κατάσταση ( $T > 31^{\circ}\text{C}$ ,  $p > 7,39 \text{ MPa}$ ), το CO<sub>2</sub> μπορεί διαλύσει λίγη καφεΐνη αλλά λιγότερο από άλλους διαλύτες. Το πλεονέκτημά του είναι η ανώτερη εκλεκτικότητα. Η αποκαφεΐνοποίηση με scCO<sub>2</sub> λειτουργεί σε περίπου 25 MPa και 100°C. Το CO<sub>2</sub> είναι άμεσα διαθέσιμο, φυσιολογικά αβλαβές και μη εύφλεκτο. Αυτό επιτρέπει μια διαδικασία αποφαινώσεως χωρίς κανένα άλλο μειονέκτημα, αλλά απαιτεί δαπανηρή εγκατάσταση και συντήρηση και τη χρήση μάλλον ειδικής τεχνολογίας υψηλής πίεσης.

Η γενική διαδικασία ακολουθεί όπως και στις άλλες διεργασίες: τα φασόλια διογκώνονται με νερό και στη συνέχεια εκχυλίζονται σε διηθούμενες στήλες, οι οποίες σε αυτήν την περίπτωση είναι μαζικά δοχεία υψηλής πίεσης με ονομαστική πίεση όπως 30 MPa. Διάφορες μέθοδοι αναγέννησης έχουν προταθεί για τη ροή του CO<sub>2</sub> με φορτίο καφεΐνης, όπως η χρήση μεμβρανών

διαχώρισε την καφεΐνη από το scCO<sub>2</sub>. Δύο μέθοδοι χρησιμοποιούνται σήμερα: είτε προσρόφηση με AC ή απογύμνωση σε στήλη πλύσης υψηλής πίεσης με νερό. Στη δεύτερη περίπτωση, το νερό με καφεΐνη λέγεται ότι ανακυκλώνεται μέσω μεμβρανών, μία μη τετριμμένη διαδικασία (Pietsch, 2017).

### 2.8.3 Πέντε οφέλη του ντεκαφεϊνέ καφέ

#### 1. Τα αντιοξειδωτικά παραμένουν άθικτα

Ο παρασκευασμένος καφές περιέχει πολλές φυτοχημικές ουσίες που έχουν αντιοξειδωτική δράση που απομακρύνει τις ελεύθερες ρίζες. Στην πραγματικότητα, είναι ένας από τους μεγαλύτερους αντιοξειδωτικούς παρόχους της δυτικής διατροφής. Τα καλά νέα είναι ότι η διαδικασία της αποκαφεϊνοποίησης δεν επηρεάζει αρνητικά την αντιοξειδωτική περιεκτικότητα του καφέ. Αλλά θα μπορούσε να υπάρξει μια μικρή διαφορά στην ποσότητα των αντιοξειδωτικών, ακολουθώντας τη διαδικασία του ντεκαφ.

#### 2. Μειωμένος κίνδυνος πρόωρου θανάτου

Σε μια μελέτη, διερευνήθηκαν οι επιπτώσεις της κατανάλωσης καφέ στις καρδιαγγειακές παθήσεις και τον καρκίνο. Οι συμμετέχοντες, 41.736 άνδρες και 86.214 γυναίκες που δεν είχαν ιστορικό αυτών των ασθενειών μελετήθηκαν σε μια μελέτη που διήρκεσε 18 χρόνια. Διαπιστώθηκε ότι η κατανάλωση καφέ χωρίς καφεΐνη μείωσε τον κίνδυνο πρόωρου θανάτου, αν και με μικρό περιθώριο.

#### 3. Μειωμένος κίνδυνος διαβήτη τύπου 2

Η διαδικασία της αποκαφεϊνοποίησης δεν μπερδεύει τα υγιή συστατικά του καφέ. Μελέτες επιβεβαιώνουν ότι τόσο ο ντεκαφεϊνέ όσο και ο καφεϊνούχος καφές μειώνουν τον κίνδυνο διαβήτη τύπου.

#### 4. Προστατεύει από εκφυλιστικές ασθένειες

Παρόλο που τόσο ο καφές με καφεΐνη όσο και ο καφές χωρίς καφεΐνη έχουν θετικά αποτελέσματα στις νευρικές διαταραχές που σχετίζονται με την ηλικία, μελέτες δείχνουν ότι ο καφές χωρίς καφεΐνη μπορεί να έχει πλεονέκτημα

έναντι του πρώτου, επειδή μπορεί επίσης να αποτρέψει εκφυλιστικές νευρικές ασθένειες όπως το Αλτσχάιμερ και το Πάρκινσον.

## 5. Μειωμένη οξύτητα

Ένα από τα μεγαλύτερα παράπονα κατά του καφέ είναι ότι επιδεινώνει την οξύτητα και την καούρα. Αλλά χωρίς την καφεΐνη, οι πιθανότητες παλινδρόμησης οξέος μειώνονται σημαντικά (Raghavan, 2017).

## 2.9 Καφές, Καφεΐνη και Υγεία

Είναι γνωστό ότι ο καφές είναι ένα από τα πιο ευρέως καταναλωθέντα ποτά παγκοσμίως. Από την ανακάλυψή του, έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη ζωή πολλών ανθρώπων. Με το υπέροχο άρωμα και την έντονη γεύση του, είναι ένα ρόφημα, όπου οι περισσότεροι καταναλωτές τον απολαμβάνουν πρώτο πράγμα το πρωί, κατά τη διάρκεια ενός μικρού διαλείμματος στην ημέρα ή για να ολοκληρώσουν ένα γεύμα (Folmer, et al., 2017). Για άλλους, ωστόσο, η καφεΐνη που περιέχει, μπορεί να έχει δυσάρεστα συμπτώματα. Η καφεΐνη έχει εθιστικές ιδιότητες, η συνήθεια από τους καταναλωτές σε τρόφιμα ή ποτά και η αύξηση της κατανάλωσης περισσότερο των τροφίμων αυτών, έχει ως αποτέλεσμα η απόσυρση της να προκαλεί απώλεια εγρήγορσης και μερικές φορές συμπτώματα όπως πονοκέφαλος. Επίσης οδηγεί σε κατάσταση ενθουσιασμού και άγχους. Για μερικούς ανθρώπους ακόμη και ένα φλιτζάνι μπορεί να είναι έντονα δυσάρεστο και να προκαλέσει αϋπνία. Για άλλους, με ανοχή στην έκθεση της, μπορεί να καταναλώσουν και δέκα φορές αυτό το ποσό και να εξακολουθεί η κατανάλωση της να είναι ευχάριστη.

Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι η κατανάλωση καφέ ασκεί θετικές και αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Η σχέση μεταξύ κατανάλωσης καφέ και μιας ποικιλίας ευεργετικών καταστάσεων και ασθενειών έχει εξεταστεί εκτενώς. Οι κύριες ανησυχίες για την ασφάλεια προκύπτουν όσον αφορά την περιεκτικότητα σε καφεΐνη. Η καφεΐνη είναι το πιο διαδεδομένο φυσιολογικό διεγερτικό παγκοσμίως, με παρενέργειες που μπορεί να επηρεάσουν τα καρδιαγγειακά αποτελέσματα. Η περιεκτικότητα σε καφεΐνη έχει θεωρηθεί

κυρίως υπεύθυνη για καρδιαγγειακές επιδράσεις, που οφείλονται στην ικανότητά της, να αυξάνει την αρτηριακή πίεση ως αποτέλεσμα την αύξηση της συνολικής περιφερειακής αντίστασης (Grosso , et al., 2017). Επίσης, αποτελέσματα επιδημιολογικής έρευνας δείχνουν ότι η κατανάλωση καφέ μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη αρκετών χρόνιων ασθενειών συμπεριλαμβανομένων του σακχαρώδους διαβήτη τύπου 2, της νόσου του Πάρκινσον και της ηπατικής νόσου (κίρρωση και ηπατοκυτταρικό καρκίνωμα). Επιπλέον υπάρχουν λίγες ενδείξεις ότι η κατανάλωση αυξάνει τον κίνδυνο καρκίνου. Για ενήλικες που καταναλώνουν μέτρια ποσότητες καφέ (3-4 φλιτζάνια / ημέρα παρέχοντας 300-400 mg / ημέρα καφεΐνη), υπάρχουν λίγα στοιχεία για κινδύνους και ορισμένα ευεργητικά αποδεικτικά στοιχεία για την υγεία. Ωστόσο, ορισμένες ομάδες, συμπεριλαμβανομένων ατόμων με υπέρταση, παιδιών, εφήβων, και ηλικιωμένων, μπορεί να είναι πιο ευάλωτοι στην ανεπιθύμητη ενέργεια της καφεΐνης (Kuczkowski, 2009).

### 2.9.1 Αντιοξειδωτικές ιδιότητες

Τα περισσότερα από τα πιθανά ευεργετικά αποτελέσματα του καφέ βασίζονται στην υπόθεση, ότι ο καφές μπορεί να έχει αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις δράσεις που, μακροπρόθεσμα, μπορεί να προκαλέσουν προστασία από υποκλινική φλεγμονή και χρόνιες ασθένειες που προκαλούνται από φλεγμονή. Πειραματικά μοντέλα και μελέτες σε ανθρώπους έχουν δείξει, αν και με κάποια αντίθετα αποτελέσματα, την εξασθένηση φλεγμονωδών δεικτών - όπως η ιντερλευκίνη, ο παράγοντας νέκρωσης όγκου-α, η ιντερφερόνη-γ και ο μετασχηματιστικός αυξητικός παράγοντας-β-μετά από χορήγηση καφέ.

Τα κύρια συστατικά του καφέ είναι φαινολικές ενώσεις (καφεΐνη, διτερπένια, τριγονελλίνη και μελανοιδίνες). Το φαινολικό συστατικό του καφέ χαρακτηρίζεται κυρίως από χλωρογενικά οξέα, μια οικογένεια εστέρων υδροξυκινναμικών οξέων (κυρίως καφεϊκό οξύ και φουρουλικό οξύ) με D - (-) - κινικό οξύ. Αυτές οι ενώσεις αντιπροσωπεύουν το υψηλότερο φαινολικό συστατικό των σπόρων πράσινου καφέ, μαζί με τις τανίνες, λιγνάνες και ανθοκυανίνες, και καθορίζουν σημαντικά την ποιότητα, το άρωμα και τη γεύση

του καφέ. Τα χλωρογενικά οξέα έχουν αποδειχθεί ότι προκαλούν αντιοξειδωτικά αποτελέσματα, μειώνοντας την παραγωγή φλεγμονωδών διαμεσολαβητών μέσω διαφόρων μηχανισμών, συμπεριλαμβανομένου (α) αναστολής της πρωτεΐνης τυροσίνης φωσφατάση 1B, (β) αναστολή έκφρασης προφλεγμονωδών γονιδίων κυτοκίνης, και (γ) διαμόρφωση φλεγμονώδους πυρηνικού παράγοντα ενισχυτής κάππα ελαφριάς αλυσίδας ενεργοποιημένων B κυττάρων (NF-κB) μέσω της σχετιζόμενης με την οξειδοαναγωγή πρωτεΐνης τυροσίνης κινάσης / εξωκυτταρικής κινάσης ρυθμιζόμενου σήματος και NF-κB– πρόκληση οδών κινάσης / κινάσης IκB μέσω της μείωσης του οξειδωτικού στρες.

Η καφεΐνη ήταν μακράν το πιο μελετημένο συστατικό του καφέ λόγω των επιδράσεων των υποδοχών αδενοσίνης στον εγκέφαλο, καθώς και στα καρδιαγγειακά, αναπνευστικά, νεφρικά και γαστρεντερικά συστήματα και στον λιπώδη ιστό. Ωστόσο, η καφεΐνη έχει αναφερθεί ότι έχει την ικανότητα να αναστέλλει την ενεργοποίηση NF-κB.

Η καφεστόλη και η καχεόλη είναι δύο διτερπένια που εμφανίζονται φυσικά στους κόκκους καφέ. Είναι ασαφές εάν τα διτερπένια του καφέ μπορούν να ασκήσουν άμεσες αντιοξειδωτικές ιδιότητες, αλλά έχει αποδειχθεί ότι (α) μπορούν να αυξήσουν την έκφραση της NAD (P) H: οξειδορεδοουκτάση 1 της κινόνης, ένα ένζυμο που εμπλέκεται στη σύνθεση ενδογενών αντιοξειδωτικών μέσω του πυρηνικού παράγοντα (που προέρχεται από ερυθροειδή 2) 2 (NFE2L2) και (β) αυξάνουν την παραγωγή γλουταθειόνης και συνθάσης γλουταμυλκυστεΐνης, το περιοριστικό ένζυμο για τη σύνθεση γλουταθειόνης, το οποίο είναι ένα σημαντικό ενδογενές αντιοξειδωτικό και συμπαράγοντας του αποτοξινωτικού μεταβολισμού.

Μελέτες σε ζώα έδειξαν ότι η τριγωνιλίνη μειώνει τις συγκεντρώσεις της μαλοναλδεΐδης και του αζώτου και αυξάνει τη δραστηριότητα του υπεροξειδίου της δισμουτάσης, καταλάσης, γλουταθειόνης και συνθετάσης νιτρικού οξειδίου στο πάγκρεας, γεγονός που υποδηλώνει ότι η τριγωνιλίνη μπορεί επίσης να ασκήσει αντιοξειδωτικές επιδράσεις μέσω της ρύθμισης των δραστηριοτήτων του αντιοξειδωτικού ενζύμου και μείωση της υπεροξειδωσίας των λιπιδίων.

Οι μελανοιδίνες μπορεί να ασκήσουν αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδη δράση με βάση τη ριζική τους σάρωση ή τις μεταλλικές τους χηλικές ικανότητες ή και τα δύο, παρά το γεγονός ότι εξαρτώνται από τον βαθμό καβουρδίσματος του καφέ (η αντιοξειδωτική δράση του μπορεί να μειωθεί εάν ο καφές ψηθεί περισσότερο) (Grosso , et al., 2017).

### 2.9.2 Καρκίνος

Με την ευρύτερη έννοια, ο καρκίνος αντιπροσωπεύει το τελικό αποτέλεσμα της ανώμαλης κυτταρικής ανάπτυξης και μπορεί να εμφανιστεί στους περισσότερους ανθρώπινους ιστούς. Στο παρελθόν ο καφές βρέθηκε να σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο καρκίνου. Ωστόσο, με βάση πρόσφατα επιδημιολογικά δεδομένα, η επιστημονική κοινότητα συμφωνεί ότι η κατανάλωση καφέ συνδέεται στην πραγματικότητα με χαμηλότερο συνολικό κίνδυνο καρκίνου, ειδικά του ήπατος και καρκίνου του παχέος εντέρου. Στο παρελθόν, έχει αναφερθεί ελαφρώς αυξημένος κίνδυνος καρκίνου της ουροδόχου κύστης στο υψηλότερο επίπεδο πρόσληψης καφέ. Στη συνέχεια, άλλες μελέτες απέτυχαν να δείξουν αυξημένο κίνδυνο καρκίνου της ουροδόχου κύστης.

Επίσης υπάρχουν πολλές ενώσεις στον καφέ, που έχουν βρεθεί, ότι παίζουν προστατευτικό ρόλο κατά του καρκίνου. Τα πιο γνωστά είναι τα χλωρογενικά οξέα και τα παράγωγά τους. Συχνά αναφέρονται ως ισχυρές αντιοξειδωτικές ενώσεις, λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των *in vitro* και ζωικών μελετών, καθώς και μερικές ανθρώπινες μελέτες. Ωστόσο, όπως και με όλες τις πολυφαινόλες, οι περισσότερες μελέτες έχουν μέχρι στιγμής αποτύχει να δείξουν μια σημαντική αντιοξειδωτική δράση στο ανθρώπινο πλάσμα μετά την πρόσληψη καφέ, η οποία θα μπορούσε απλώς να είναι θέμα αναλυτικών περιορισμών ή και γρήγορης πρόσληψης ιστών. Ταυτόχρονα, αυτές οι ενώσεις έχουν βρεθεί να ενεργούν ως χημειοπροληπτικοί παράγοντες τροποποιώντας την έκφραση των ενζύμων γονιδιακής κωδικοποίησης που εμπλέκονται σε ενδογενείς αντιοξειδωτικές άμυνες. Τα χλωρογενικά οξέα μπορούν επίσης να ασκήσουν αντικαρκινική δραστηριότητα μέσω άλλων μηχανισμών, συμπεριλαμβανομένης της αναστολής των ενζύμων που

εμπλέκονται στην αναπαραγωγή DNA, της διαφοροποίησης κυττάρων και της γήρανσης.

Στο παχύ έντερο, τα χλωρογενικά οξέα μπορούν να απενεργοποιήσουν τις ελεύθερες ρίζες και να βοηθήσουν την πρόληψη του καρκίνου του παχέος εντέρου. Μπορούν επίσης να επηρεάσουν την επιμήκυνση του καρκίνου, αλλά αυτοί οι μηχανισμοί πρέπει ακόμη να μελετηθούν περαιτέρω. Οι μελανοιδίνες του καφέ συμπεριφέρονται *in vivo* ως διαιτητικές ίνες και είναι σε μεγάλο βαθμό άπεπτες και έτσι ζυμώνονται στο έντερο.

Όπως και με τα χλωρογονικά οξέα έχει προταθεί ότι η συμβολή των μελανοιδίνων στην πρόληψη του καρκίνου του παχέος εντέρου μπορεί να συμβεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους: α) αύξηση του ποσοστού αποβολής των καρκινογόνων με μεγαλύτερη κινητικότητα του παχέος εντέρου και έξοδο των κοπράνων, β) μειώνοντας τη φλεγμονή του παχέος εντέρου μέσω βελτιωμένης ισορροπίας μικροβίων (πρεβιοτική επίδραση) και γ) λειτουργώντας ως «σφουγγάρι» για τις ελεύθερες ρίζες.

Παρά όλα αυτά τα οφέλη, ορισμένοι άνθρωποι εξακολουθούν να θεωρούν τον καφέ καρκινογόνο επειδή περιέχει διάφορες καρκινογόνες ενώσεις όπως το ακρυλαμίδιο και τους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες. Ωστόσο, οι επιδημιολογικές μελέτες έχουν αποτύχει να βρουν έναν σύνδεσμο μεταξύ των δύο αυτών ενώσεων στον καφέ με αυξημένο κίνδυνο καρκίνου (Folmer, et al., 2017).

### 2.9.3 Διαβήτης τύπου 2

Ο σακχαρώδης διαβήτης χαρακτηρίζεται από υψηλά επίπεδα γλυκόζης στο αίμα. Αυτό μπορεί να προκαλέσει επιπλοκές, όπως καρδιαγγειακές παθήσεις, εγκεφαλικό επεισόδιο, χρόνια νεφρική βλάβη, έλκη στα πόδια και βλάβη στα μάτια.

Υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι διαβήτη: Τύπος 1, στον οποίο το πάγκρεας δεν παράγει αρκετή ινσουλίνη. Τύπος 2, ο οποίος ξεκινά με αντίσταση στην ινσουλίνη (η έλλειψη ινσουλίνης μπορεί επίσης να αναπτυχθεί), και προωθείται από την παχυσαρκία και τον καθιστικό τρόπο ζωής και τον

διαβήτη κύησης, είναι συχνή παροδική ασθένεια που εμφανίζεται όταν οι έγκυες γυναίκες αναπτύσσουν υψηλό επίπεδο σακχάρου στο αίμα.

Μια πρόσφατη μετα-ανάλυση μεγάλων επιδημιολογικών μελετών έδειξε σχέση μεταξύ μέτριας κατανάλωσης καφέ και μειωμένου κινδύνου ανάπτυξης διαβήτη τύπου 2 σε διαφορετικούς πληθυσμούς. Τα ευρήματα από αυτές τις συστηματικές μελέτες καταδεικνύουν μια σαφής αντίστροφη σχέση μεταξύ της κατανάλωσης καφέ και του κινδύνου ανάπτυξης διαβήτη. Σε σύγκριση με την όχι ή σπάνια κατανάλωση καφέ, ο κίνδυνος ανάπτυξης διαβήτη τύπου 2 μειώθηκε γραμμικά με 33% για έξι φλιτζάνια καφέ που καταναλώθηκαν ανά ημέρα. Σε μία παρόμοια σύγκριση, πίνοντας έως και τέσσερα φλιτζάνια καφέ χωρίς καφεΐνη την ημέρα συσχετίστηκε με 20% μειωμένο κίνδυνο. Αυτό δείχνει ότι οι προστατευτικές επιδράσεις του καφέ στον διαβήτη προκαλούνται κυρίως από άλλα συστατικά του καφέ και όχι τόσο από την καφεΐνη (Folmer, et al., 2017).

#### 2.9.4 ΣΥΚΩΤΙ

Υπάρχουν ορισμένες ασθένειες που μπορούν να επηρεάσουν την υγεία του ήπατος. Αυτό περιλαμβάνει και τον καρκίνο του ήπατος και την κίρρωση, μια προοδευτική ασθένεια που προκαλείται από στεάτωση του ήπατος (λιπαρά στο ήπαρ) και κατάχρηση αλκοόλ, όπου ο υγιής ιστός αντικαθίσταται από ουλώδη ιστό και τελικά αποτρέπει τη σωστή λειτουργία του ήπατος (Saab, et al., 2014). Σύμφωνα με πρόσφατη μετα-ανάλυση 16 μελετών σε ανθρώπους, η κατανάλωση καφέ μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του ήπατος κατά 40% σε σύγκριση με την μη κατανάλωση καφέ (Larsson & Wolk, 2007).

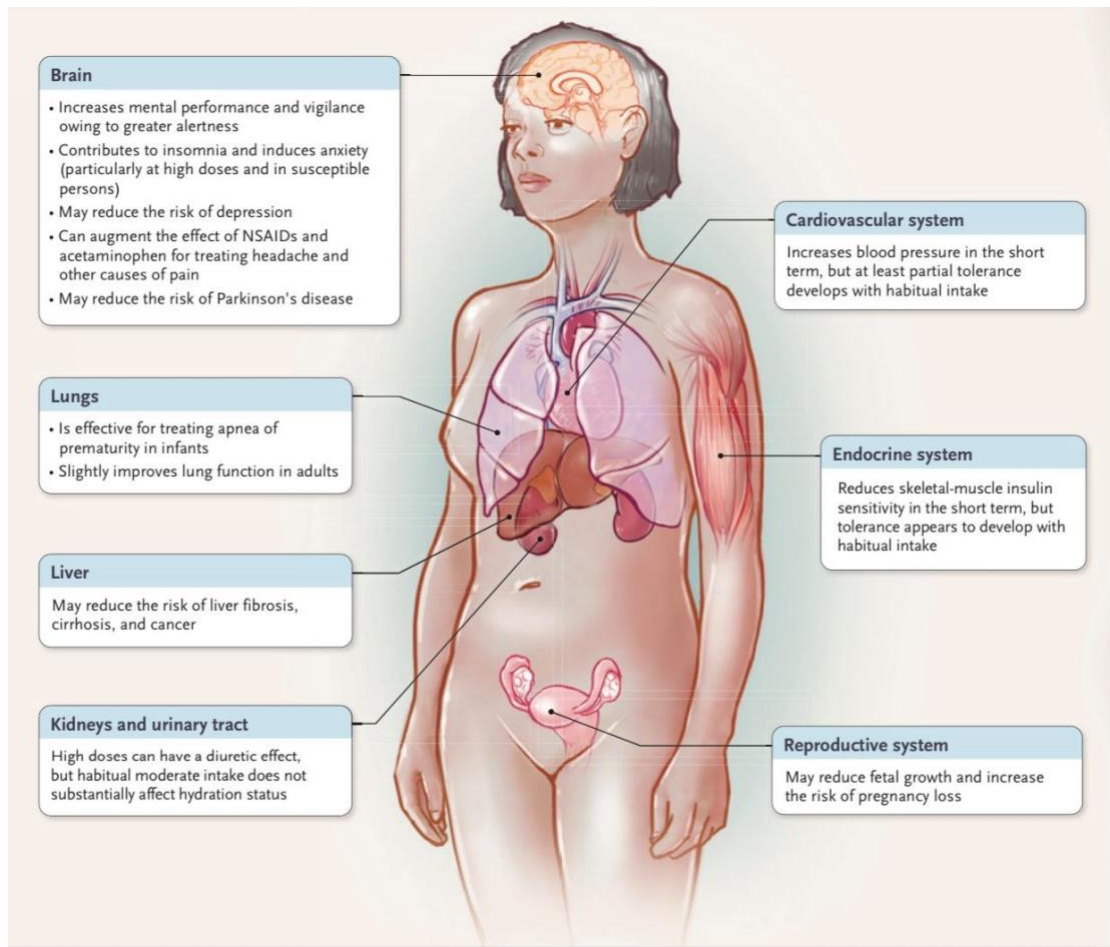
Ο καφές συνδέεται επίσης με δοσοεξαρτώμενο τρόπο με βελτιωμένες συγκεντρώσεις ορού γ-γλουταμυλτρανσφεράσης, ασπαρτικής αμινοτρανσφεράσης και αμινοτρανσφεράσης αλανίνης, με τη σοβαρότητα της στεατοπαπατίτιδας σε ασθενείς με μη αλκοολική λιπώδη ηπατική νόσο και με μειωμένη ίνωση ήπατος, όπου και οι δύο είναι χρόνιες αλλοιώσεις πριν από το ηπατοκυτταρικό καρκίνωμα. Οι κύριοι προτεινόμενοι μηχανισμοί για την ηπατοπροστασία του καφέ περιλαμβάνουν καφεΐνη, φαινολικές ενώσεις, και μελανοιδίνες. Η καφεΐνη μπορεί να εξουδετερώσει την διαδικασία της



ηπατικής ινωδογένεσης με μείωση της ρύθμισης της παραγωγής παράγοντα ανάπτυξης συνδετικού ιστού που προκαλείται από μετασχηματισμό του αυξητικού παράγοντα-β1, από αύξηση της ρύθμισης του PPAΚγ υποδοχέα, και με αναστολή της σύνθεσης της εστιακής προσκόλλησης κινάσης και ακτίνης. Οι φαινολικές ενώσεις, οι μελανοιδίνες και η καφεΐνη είναι υπεύθυνες για αντιοξειδωτικά αποτελέσματα σε ηπατικό επίπεδο που εμποδίζει τη βλάβη ιστών ελευθέρων ριζών μειώνοντας τα είδη αντιδραστικών οξυγόνων, τα οποία, με τη σειρά τους, διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στις διαδικασίες φλεγμονής που χαρακτηρίζουν την μη αλκοολική λιπώδη ηπατική νόσο, την στεατοπατίτιδα και, τελικά, την ίνωση του ήπατος (Grosso , et al., 2017).

### 2.9.5 Αρτηριακή πίεση

Η πρόσληψη καφεΐνης σε άτομα που δεν έχουν καταναλώσει προηγουμένως καφεΐνη, αυξάνει τα επίπεδα της επινεφρίνης και της αρτηριακής πίεσης βραχυπρόθεσμα. Η ανοχή αναπτύσσεται εντός μιας εβδομάδας αλλά μπορεί να είναι ημιτελής σε ορισμένα άτομα. Πράγματι, οι μετα-αναλύσεις των δοκιμών μεγαλύτερης διάρκειας δείχνουν ότι η μεμονωμένη πρόσληψη καφεΐνης (δηλαδή, καθαρή καφεΐνη, όχι με τη μορφή καφέ ή άλλων ποτών) είχε ως αποτέλεσμα μία μέτρια αύξηση της συστολικής και διαστολικής αρτηριακής πίεσης. Ωστόσο, δεν βρέθηκε να υπάρχει ουσιαστική επίδραση σχετικά με την αρτηριακή πίεση, σε δοκιμές καφεϊνούχου καφέ, ακόμη και μεταξύ ατόμων με υπέρταση, πιθανώς επειδή άλλα συστατικά του καφέ, όπως το χλωρογενικό οξύ, εξουδετερώνει την επίδραση της καφεΐνης στην αύξηση της αρτηριακής πίεσης (Dam, et al., n.d.).



*Εικόνα 8: Επιδράσεις καφεΐνης στην υγεία, με βάση το σύστημα οργάνων (Dam, et al., n.d.).*

### 2.9.6 Νευρολογικές παθήσεις

Προοπτικές μελέτες στις Ηνωμένες Πολιτείες, στην Ευρώπη και στην Ασία έχουν δείξει μια ισχυρή αντίστροφη σχέση μεταξύ της πρόσληψης καφεΐνης και του κινδύνου της νόσου του Πάρκινσον. Η κατανάλωση του καφέ χωρίς καφεΐνη δεν σχετίζεται με την νόσο του Πάρκινσον, που υποδηλώνει ότι η καφεΐνη, αντί για άλλα στοιχεία καφέ, λογαριάζει για την αντίστροφη ένωση. Επιπλέον, η καφεΐνη αποτρέπει τη νόσο του Πάρκινσον σε ζωικά μοντέλα, πιθανώς αναστέλλοντας τις ντοπαμινεργικές νευροτοξικές επιδράσεις και τον νευροεκφυλισμό μέσω του ανταγωνισμού υποδοχέα αδενοσίνης A<sub>2A</sub>. Η κατανάλωση καφέ και καφεΐνης επίσης σχετίζεται με μειωμένους κινδύνους

κατάθλιψης και αυτοκτονίας σε πολλές κοόρτες στις Ηνωμένες Πολιτείες και στην Ευρώπη, αν και αυτά τα ευρήματα μπορεί να μην κρατάνε άτομα που έχουν πολύ υψηλή πρόσληψη ( $\geq 8$  φλιτζάνια την ημέρα). Η κατανάλωση καφέ δεν συνδέεται κατά συνέπεια με τον κίνδυνο άνοιας ή νόσο του Alzheimer (Dam, et al., n.d.).

### 2.9.7 Καφεΐνη και ύπνος

Καθώς η καφεΐνη βοηθά στην αύξηση της εγρήγορσης και της διέγερσης αποκλείοντας την αδενοσίνη, ελέγχει τον κύκλο ύπνου. Επομένως, δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι η καφεΐνη μπορεί να μειώσει την ποιότητα του ύπνου αυξάνοντας το χρόνο που απαιτείται για να κοιμηθεί κάποιος, παρεμβαίνει στο βάθος του ύπνου και μειώνει τον συνολικό χρόνο ύπνου. Μπορεί επίσης να προκαλέσει συχνότερη αφύπνιση ή κατακερματισμό ύπνου (Huang , et al., 2011). Επιπλέον, η καφεΐνη μπορεί να προκαλέσει άγχος, ιδιαίτερα σε υψηλές δόσεις ( $> 200$  mg ανά περίπτωση ή  $> 400$  mg ανά ημέρα) και σε ευαίσθητα άτομα, συμπεριλαμβανομένων αυτών με άγχος ή διπολικές διαταραχές. Η σχέση του άγχους και της κακής ποιότητας ύπνου είναι αλληλένδετες (Fulton, et al., 2018; Nehling , 2018). Η ταχύτητα με την οποία ένα άτομο διασπά την καφεΐνη θα βοηθήσει επίσης να καθοριστεί η επίδραση της στην αϋπνία (Youngberg, et al., 2011).

### 2.9.8 Η επίδραση της καφεΐνης στα παιδιά και τους εφήβους

Τα παιδιά (2–12 ετών) και οι έφηβοι (13–17 ετών) μεταβολίζουν ταχύτερα την καφεΐνη σε σχέση με τους ενήλικες. Τα παιδιά γενικά καταναλώνουν λιγότερη καφεΐνη (24-37 mg / ημέρα) από ό, τι οι ενήλικες. Τα παιδιά και οι έφηβοι, συμπεριλαμβανομένων αυτών που χαρακτηρίζονται ως υπερκινητικοί, δεν είναι πιο ευαίσθητοι στις επιδράσεις της καφεΐνης από τους ενήλικες. Όσο περισσότερη καφεΐνη καταναλώνουν οι νέοι, τόσο λιγότερο ύπνο έχουν, ο οποίος παίζει κρίσιμο ρόλο. Αυτό μπορεί τελικά να οδηγήσει σε άλλα προβλήματα υγείας. Τα παιδιά καταναλώνουν καφεΐνη κυρίως με τη μορφή τσαγιού και ανθρακούχων αναψυκτικών, κάτι που πρέπει να αποφεύγεται, ιδιαίτερα επειδή είναι άγνωστο πώς η υπερβολική πρόσληψη καφεΐνης

επηρεάζει τον αναπτυσσόμενο εγκέφαλο. Μεταξύ των εφήβων, η κατανάλωση γλυκού καφέ και ενεργειακών ποτών έχει αυξηθεί. Η κατανάλωση ενεργειακών ποτών με αλκοόλ έχει γίνει επικίνδυνα δημοφιλής στους εφήβους. Η καφεΐνη στα ενεργειακά ποτά μπορεί να καλύψει την υπνηλία που σχετίζεται με την πρόσληψη αλκοόλ, η οποία μπορεί να αυξήσει την πιθανότητα τραυματισμού που σχετίζεται με το αλκοόλ. Τα άτομα με καρδιακά προβλήματα θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικά για την ανάμειξη καφεΐνης και αλκοόλ. Και οι δύο ενώσεις δρουν για να αυξήσουν τον καρδιακό ρυθμό και εάν ληφθούν μαζί μπορεί να οδηγήσουν σε καρδιακές αρρυθμίες. Επιπλέον, ορισμένοι άνθρωποι μπορεί να έχουν αυξημένη ευαισθησία στα διάφορα συστατικά (ταυρίνη, γλυκουρονολακτόνη, εκχύλισμα πράσινου τσαγιού) στα ενεργειακά ποτά και επομένως μπορεί να έχουν οξεία φυσιολογική απόκριση, συγκεκριμένα αύξηση της αρτηριακής πίεσης και του καρδιακού ρυθμού (Mejia & Ramirez-Mares, 2014).

### 2.9.9 Εγκυμοσύνη

Υπάρχει μια ευρεία διακύμανση μεταξύ των ατόμων στον μεταβολισμό της καφεΐνης, κυρίως λόγω διακυμάνσεων της δραστηριότητας του ενζύμου CYP1A2. Υπάρχουν αρκετά αποδεικτικά στοιχεία, όπου ο μεταβολισμός της μητέρας στην καφεΐνη επηρεάζεται από μια ποικιλία ενδογενών και εξωγενών παραγόντων. Μελέτες για τις επιπτώσεις της καφεΐνης στην ανθρώπινη υγεία, ενώ είναι πολυάριθμες, παρήγαγαν ασυνεπή αποτελέσματα. Ένα από τα περισσότερα αβέβαια και αμφιλεγόμενα αποτελέσματα είναι στην εγκυμοσύνη. Η κύρια πρόκληση είναι η ακριβής αξιολόγηση της πρόσληψης ποσότητας καφεΐνης.

Το σύνδρομο φυσικής εξάρτησης καφεΐνης μπορεί να οδηγήσει σε περιπλοκές επιπλοκές, όπως πονοκέφαλος, ναυτία, έμετος και μυϊκούς πόνους. Ωστόσο, απότομη διακοπή της τακτικής καθημερινής πρόσληψης καφεΐνης θα οδηγήσει σε άγχος και σε ήπιο έως μέτριο πονοκέφαλο. Η κατανάλωση της σε όλη την εγκυμοσύνη συσχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο περιορισμού της ανάπτυξης του εμβρύου σε αναλογίες 1,2 (95% CI: 0,9-1,6)

για 100-199 mg/ημέρα, 1,5 (1.1-2.1) για 200-299 mg/ημέρα και 1.4 (1.0-2.0) για > 300 mg/ημέρα σε σύγκριση με <100 mg/ημέρα.

Επιπλέον είναι συνετό για έγκυες γυναίκες να περιορίσουν την κατανάλωση καφέ σε 3 φλιτζάνια / ημέρα, όχι δηλαδή περισσότερο από 300 mg / ημέρα καφεΐνη, για να αποκλειστεί η αυξημένη πιθανότητα αυθόρμητης άμβλωσης ή εξασθένησης της εμβρυϊκής ανάπτυξης (Kuczkowski, 2009).

### 3 ΕΡΕΥΝΑ

Παρά τις αντικρουόμενες ενδείξεις σχετικά με τα οφέλη του καφέ για το σώμα, η κατανάλωσή του καφέ στην Αμερική δεν δείχνει κανένα σημάδι επιβράδυνσης. Η έρευνα του Zagat Coffee 2014 για τον καφέ συγκέντρωσε πάνω από 1.500 αναγνώστες, διαπιστώνοντας ότι οι περισσότεροι άνθρωποι που πίνουν καφέ, τον καταναλώνουν κάθε μέρα. Αυτή η ημερήσια δόση είναι στην πραγματικότητα 2,3 φλιτζάνια, κατά μέσο όρο. Το 90% των συμμετεχόντων στο ερωτηματολόγιο, δήλωσε ότι επιλέγουν καφέ με καφεΐνη. Συγκεκριμένα τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν, τα ποσοστά του δείγματος με βάση την συχνότητα που καταναλώνει καφέ:

- Κάθε μέρα: 87%
- Μερικές φορές την εβδομάδα: 10%
- Μερικές φορές το μήνα: 2%
- Μερικές φορές το χρόνο: 1%

Επίσης το 55% των ερωτηθέντων δήλωσαν, ότι είναι εθισμένοι στην καθημερινή τους κατανάλωση. Είναι ενδιαφέρον, ότι εμφανίστηκε, πως οι γυναίκες είναι πιο εξαρτημένες σε σχέση με τους άντρες κατά 61% και 49%, αντίστοιχα. Στην ερώτηση εάν έχουν προσπαθήσει ποτέ να κόψουν τον καφέ απαντήθηκαν τα εξής:

- Ναι, δοκίμασαν αλλά απέτυχαν: 5%
- Ναι, για καθορισμένη περίοδο (π.χ. εγκυμοσύνη, Σαρακοστή κ.λπ.): 23%.

- Προσπάθησαν μόνο να μειώσουν την κατανάλωση: 18%
- Όχι ακόμα, αλλά σκοπεύουν να: 0%
- Όχι, δεν προσπάθησαν: 54%

Επιπλέον διαπιστώθηκε, ότι οι περισσότεροι άνθρωποι δεν ενδιαφέρονται, από πού προέρχονται οι κόκκοι καφέ. Παρουσιάζεται, ότι λιγότεροι από τους μισούς (40%) των ερωτηθέντων, πιστεύουν ότι είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζουν από πού προέρχονται. Τα δεδομένα δείχνουν, ότι οι άνδρες είναι πιο πιθανό από τις γυναίκες (46% έναντι 35%, αντίστοιχα) να ενδιαφέρονται για αυτήν την πτυχή. Στο ερώτημα πόσο σημαντικό είναι να γνωρίζει ο καταναλωτής τα εξής, απαντήθηκαν κατά ποσοστά:

- Να γνωρίζουν από πού προέρχονται οι κόκκοι: 40%
- Ο καφές είναι δίκαιο εμπόριο: 39%
- Τα φασόλια ψήνονται στο εσωτερικό: 29%
- Τα φασόλια είναι single-origin: 11%
- Ο καφές είναι πιστοποιημένος βιολογικός: 10% (Alburger, 2014)

Επίσης σε μία μεταγενέστερη έρευνα του Zagat στην Αμερική το 2015 αποδείχθηκε ότι, στους 1500 ερωτηθέντες, το 24% προτιμάει «black coffee» ή αλλιώς καφέ φίλτρου, χωρίς προσθήκες ζάχαρης ή γάλακτος. Τα υπόλοιπα ροφήματα ακολουθούν με ποσοστά 17% ο latte (καφές με γάλα), 12% ο cappuccino, 8% ο Americano και ο espresso αντίστοιχα, 5% ο iced coffee και ο flavored latte (καφές με γάλα και προσθήκη γεύσης με σιρόπι) (Brown, 2015).

Η καφεΐνη είναι ένα από τα πιο διερευνημένα συστατικά των τροφίμων, με τη συντριπτική πλειονότητα των διατροφικών συνεισφορών να προέρχονται από την κατανάλωση ποτών. Ωστόσο, υπάρχουν λίγα δεδομένα σε επίπεδο πληθυσμού σχετικά με την πρόσληψη καφεΐνης στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής. Πραγματοποιήθηκε μελέτη το 2014, με σκοπό την εκτίμηση της πρόσληψης καφεΐνης του πληθυσμού τους, χρησιμοποιώντας το Kantar Worldpanel Beverage Consumption Panel. Ένα εθνικό αντιπροσωπευτικό δείγμα 37.602 καταναλωτών (ηλικίας άνω 2 ετών) ποτών με καφεΐνη, ολοκλήρωσαν ημερολόγια 7 ημερών που διευκόλυναν την ανάπτυξη μιας λεπτομερούς βάσης δεδομένων για τις τιμές της καφεΐνης για την αξιολόγηση

της πρόσληψης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το 85% του πληθυσμού των ΗΠΑ καταναλώνει τουλάχιστον ένα ποτό με καφεΐνη την ημέρα. Η μέση καθημερινή πρόσληψη καφεΐνης από όλα τα ποτά ήταν  $165 \pm 1$  mg για όλες τις ηλικίες σε συνδυασμό. Η κατανάλωση καφεΐνης ήταν υψηλότερη στους καταναλωτές ηλικίας 50–64 ετών ( $226 \pm 2$  mg / ημέρα). Η πρόσληψη 90ου εκατοστημορίου ήταν 380 mg / ημέρα για όλες τις ηλικίες σε συνδυασμό.

Ο καφές ήταν ο κύριος συντελεστής της πρόσληψης καφεΐνης σε όλες τις ηλικιακές ομάδες. Ανθρακούχα αναψυκτικά και το τσάι παρείχε μεγαλύτερο ποσοστό καφεΐνης στις νεότερες (<18 ετών) ηλικιακές ομάδες. Το ποσοστό των καταναλωτών ενεργειακών ποτών σε όλες τις ηλικιακές ομάδες ήταν χαμηλό (<10%) (Mitchell , et al., 2014).

Το 2019 στην Κίνα, στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε για τον καφέ, παρουσιάστηκε, ότι υπάρχουν ελαφρώς περισσότερες γυναίκες καταναλώτριες (52,10%) καφέ, από ότι οι άνδρες (47,90%). Από τις διαφορετικές ηλικιακές ομάδες, η ομάδα ατόμων με ηλικία 26-35 ετών είναι σχετικά η μεγαλύτερη ομάδα. Το 76,25% των συνολικών καταναλωτών καφέ είναι έως 35 ετών. Παρατηρήθηκε αύξηση του ποσοστού κατανάλωσης καφέ στα άτομα ηλικιακής ομάδας 36-50 ετών, κατά 3,16% σε σύγκριση με προηγούμενη περσινή έρευνα. Επίσης παρουσιάστηκε, ότι σχεδόν το 70% των οπαδών του καφέ πίνουν καφέ καθημερινά. Περισσότερο από το 60% των καταναλωτών απολαμβάνουν τον καφέ σε καφετέριες εβδομαδιαίως. Οι 5 πιο αγαπημένοι τύποι καφέ είναι ο single-origin, ο καφές με γάλα (cappuccino), ο αμερικάνικο, ο εσπρέσο και οι κρύοι καφέδες (freddo espresso) (Hu, 2019).

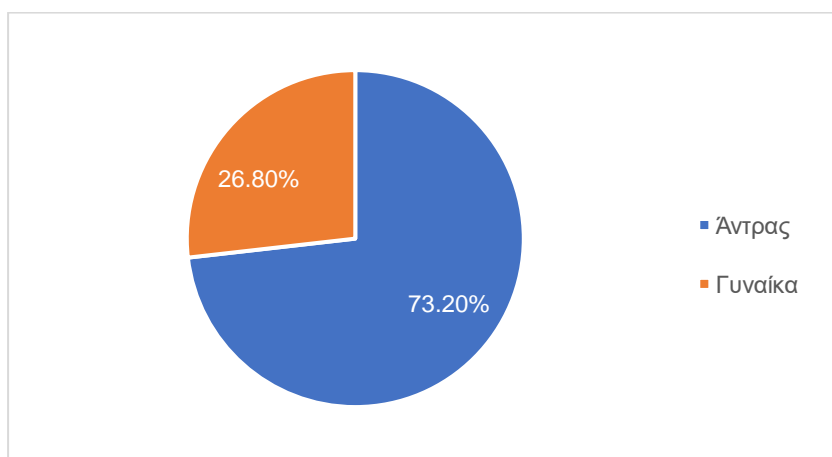
### 3.1 Ερωτηματολόγιο

Για την ολοκλήρωση της πτυχιακής έρευνας γύρω από τον καφέ, σχεδιάστηκε ένα δομημένο ερωτηματολόγιο με την βοήθεια του προγράμματος Google Forms. Οι δομή του χωρίζεται σε τρεις ομάδες ερωτήσεων (εισαγωγικές, για τον καφέ και για την σχέση καφεΐνης υγείας ερωτήσεις) και αποτελείται από

διχοτομικές, απλής επιλογής και πολλαπλής επιλογής κλίμακες. Αυτό βασίστηκε στις απαντήσεις του μέσου καταναλωτή, την άποψη του, τις προτιμήσεις του, για τα είδη, τις ποικιλίες του καφέ και την σχέση του με την καφεΐνη.

Το ερωτηματολόγιο στηρίζεται συνολικά σε 13 ερωτήσεις που απαντήθηκαν από 71 άτομα, οι οποίες παραθέτονται μαζί με τις αναλύσεις τους παρακάτω:

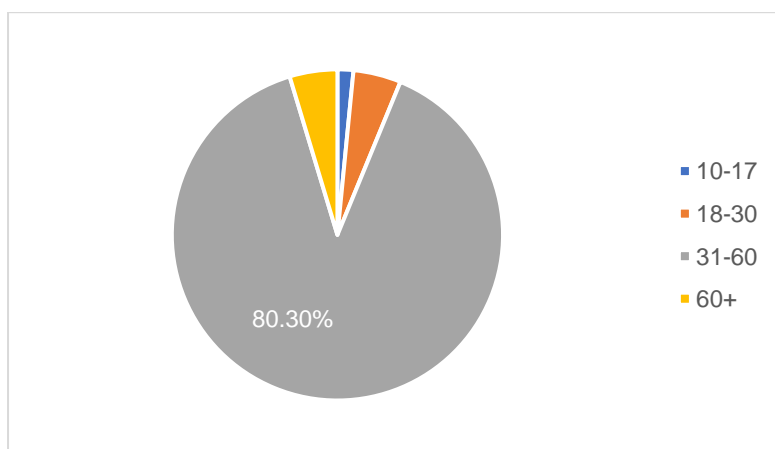
### 1. Ερώτηση: Φύλο;



**Σχήμα 1**

Το παραπάνω γράφημα μας παρουσιάζει ότι το ποσοστό ατόμων που απάντησαν το ερωτηματολόγιο είναι 73,2% (52 άτομα) άντρες και 26,8% (19 άτομ) γυναίκες.

### 2. Ερώτηση: Ηλικία;

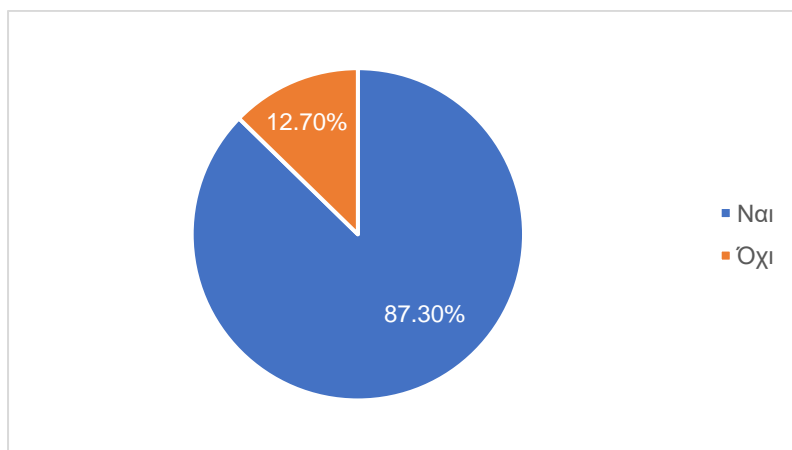


**Σχήμα 2**



Οι ηλικίες των ατόμων που απάντησαν κυμαίνονται κατά 1,4% 10-17 ετών, 80,3% 18-30 ετών, 14,1% 31-60 ετών και 4,2% 60 ετών και άνω.

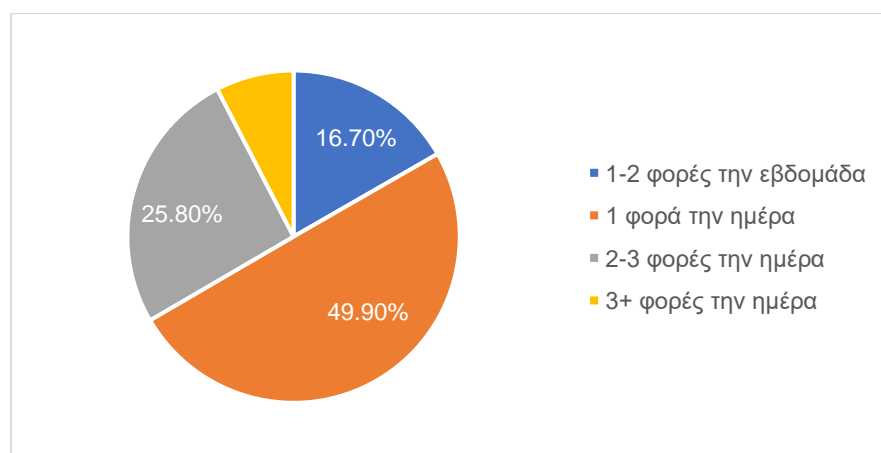
### 3. Ερώτηση: Καταναλώνεται καφέ;



**Σχήμα 3**

Στην ερώτηση εάν καταναλώνουν καφέ το 87,3% (62 άτομα) του δείγματος απάντησε ότι ναι καταναλώνουν και το 12,7% (9 άτομα) πως όχι.

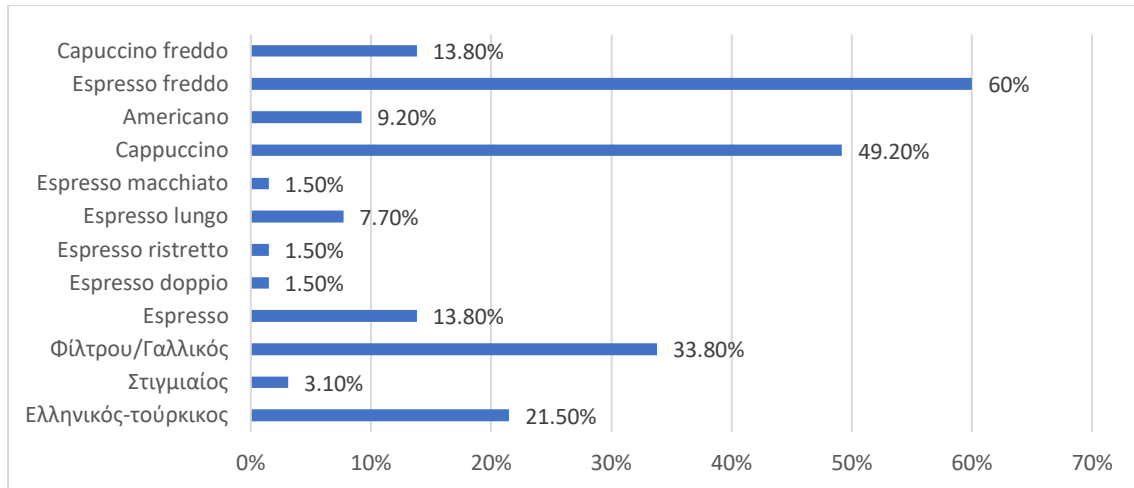
### 4. Ερώτηση: Εάν καταναλώνετε καφέ, τότε πόσο συχνά;



**Σχήμα 4**

Στην παραπάνω ερώτηση το γράφημα μας παρουσιάζει, ότι το 16,7% του δείγματος καταναλώνει 1-2 φορές την εβδομάδα καφέ, 49,9% μία φορά την ημέρα, 25,8% 2-3 φορές την ημέρα και το 7,6% 3 φορές και παραπάνω.

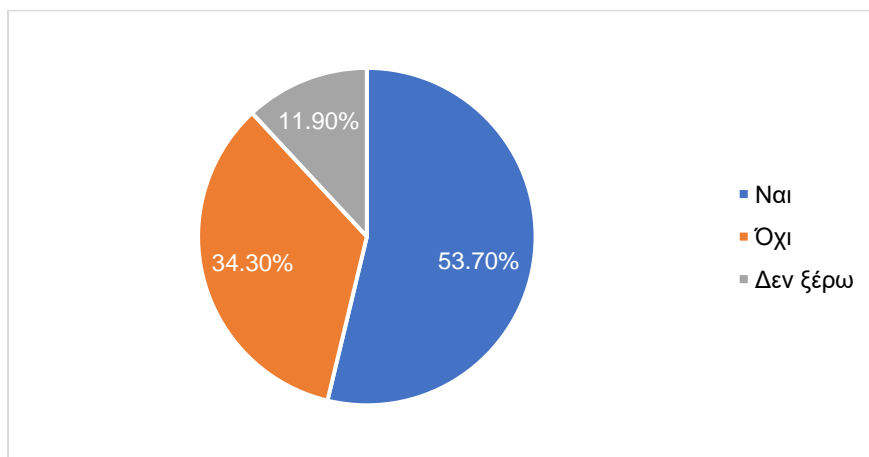
##### 5. Ερώτηση: Τι είδος ροφήματος καφέ προτιμάται;



##### Σχήμα 5

Σε αυτό το γράφημα παρουσιάζονται οι προτιμήσεις του μέσου καταναλωτή, ως προς το είδος του καφέ, όπου καταναλώνει. Εμφανίζεται ότι ο espresso freddo προτιμάται περισσότερο σε σύγκριση με τους άλλους καφέδες και στην συνέχεια ακολουθεί ο cappuccino, ο καφές φίλτρου/γαλλικός, ο ελληνικός-τούρκικος καφές, ο espresso και ο cappuccino freddo, ο Americano, ο espresso lungo, ο στιγμιαίος και στο τέλος οι espresso doppio, ristretto και macchiato.

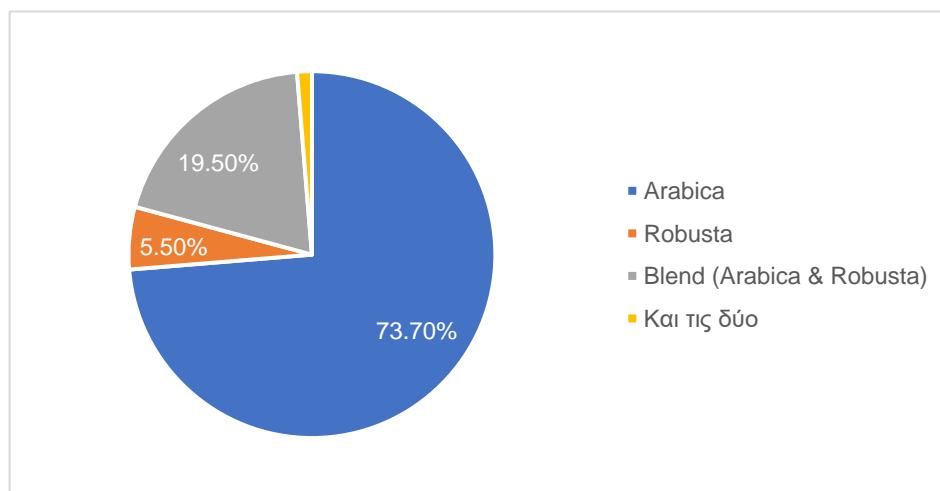
## 6. Ερώτηση: Έχετε ποικιλία καφέ της προτίμησής σας;



Σχήμα 6

Εμφανίζεται ότι το 53,7% του δείγματος δήλωσε, ότι έχει ποικιλία καφέ της προτίμησής του, το 34,3% δεν έχει και το 11,9% δεν ξέρει εάν έχει.

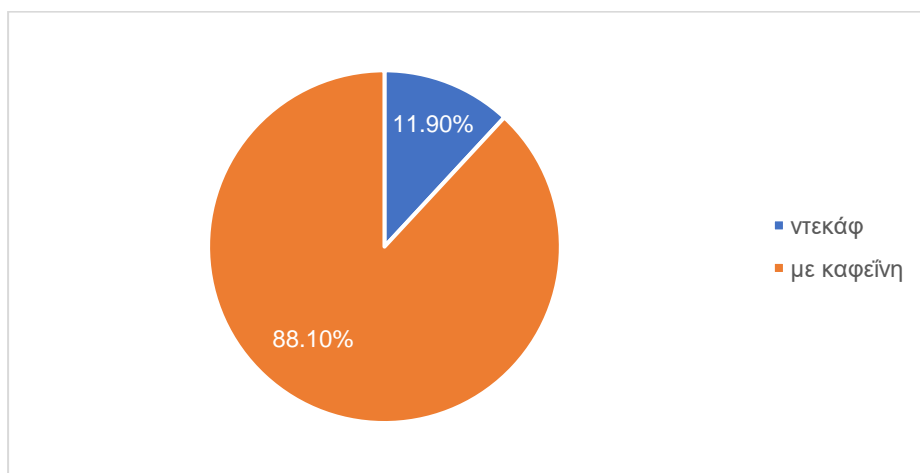
## 7. Ερώτηση: Ποια ποικιλία προτιμάτε;



Σχήμα 7

Οι περισσότεροι καταναλωτές προτιμούν κυρίως ποικιλία 100% Arabica κατά 73,7%, έπειτα χαρμάνι ποικιλίας blend (Arabica & Robusta) κατά 19,5%, καθαρή ποικιλία Robusta επέλεξε το 5,5% του δείγματος και στο τέλος υπάρχει ένα μικρό ποσοστό 1% του δείγματος που προτιμάει και τις δύο ποικιλίες .

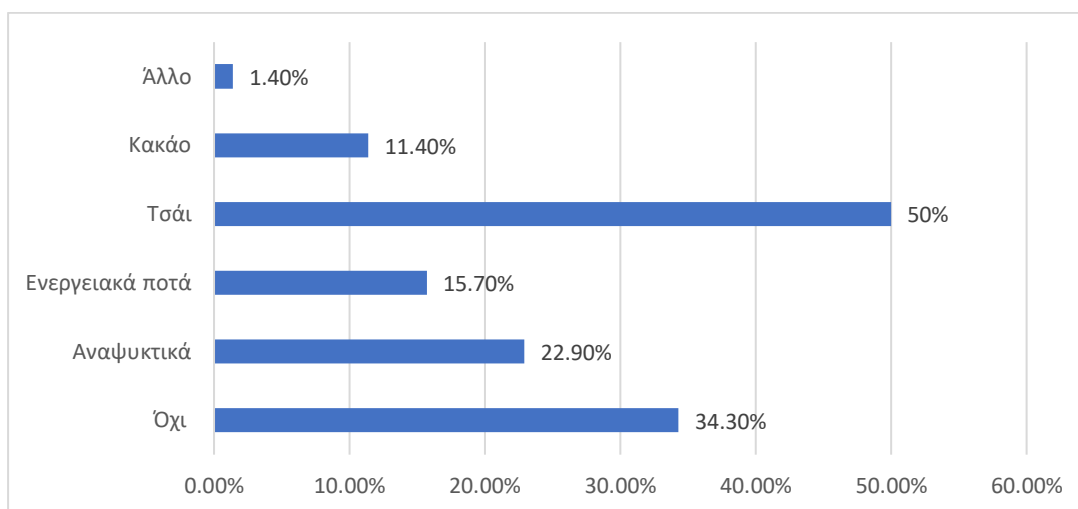
## 8. Ερώτηση: Προτιμάτε ο καφές σας να είναι ντεκάφ ή με καφεΐνη;



**Σχήμα 8**

Το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος (88,10%) που καταναλώνει καφέ προτιμάει ο καφές του να είναι με καφεΐνη, ενώ ένα μόλις 11,90% καταναλώνει καφέ ντεκάφ.

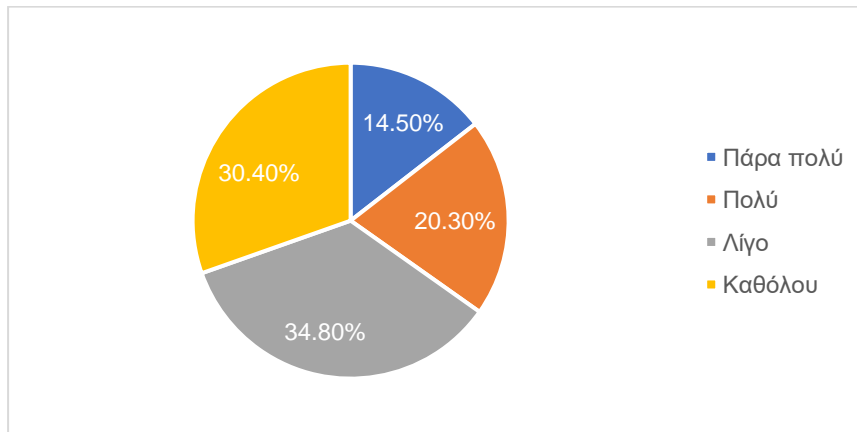
## 9. Ερώτηση: Καταναλώνετε καφεΐνη με άλλους τρόπους εκτός του καφέ;



**Σχήμα 9**

Παρουσιάζεται στο παραπάνω γράφημα ότι ένα ποσοστό 34,30% λαμβάνει καφεΐνη μόνο από τον καφέ, ενώ το τσάι επίσης προτιμάται κατά μόλις 50%, τα αναψυκτικά κατά 22,90%, τα ενεργειακά ποτά κατά 15,70%, ο κακάο κατά 11,40% και η κατηγορία «άλλο» κατά 1,40%.

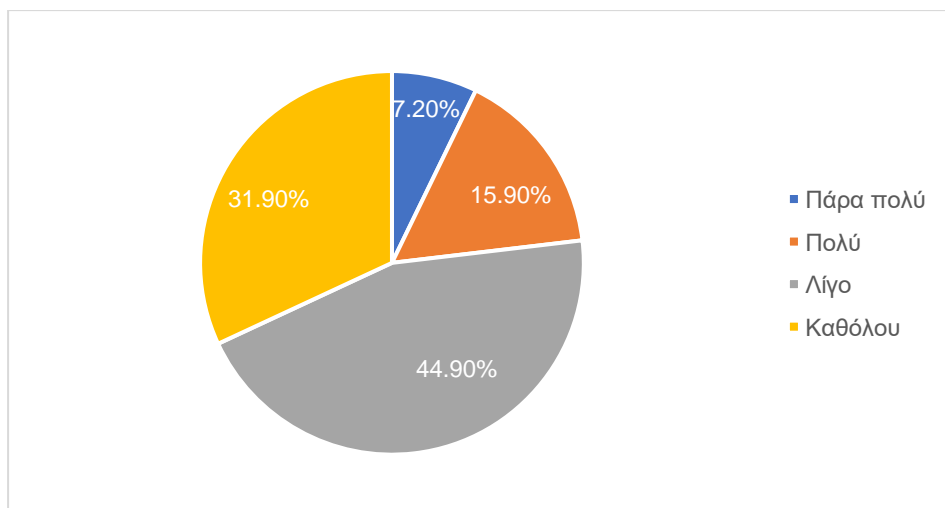
### 10. Ερώτηση: Σας επηρεάζει η ώρα, ώστε να καταναλώσετε καφεΐνη;



**Σχήμα 10**

Βάση του γραφήματος διακρίνεται ότι το 30,40% του δείγματος δεν επηρεάζεται από την ώρα ώστε να καταναλώσει καφέ, ενώ το υπόλοιπο δείγμα επηρεάζεται (πάρα πολύ 14,50%, πολύ 20,30%, λίγο 34,8%).

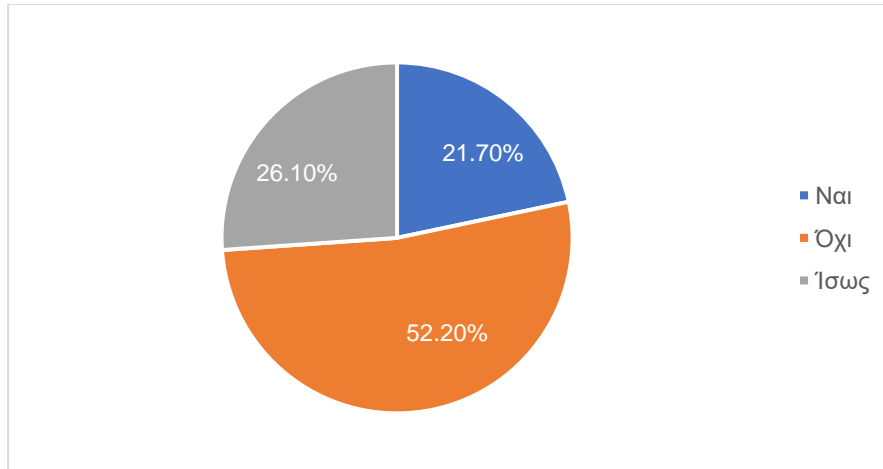
### 11. Ερώτηση: Αισθάνεστε έλλειψη, εάν δεν καταναλώσετε καφεΐνη;



**Σχήμα 11**

Στο παραπάνω γράφημα εμφανίζεται ότι ένα ποσοστό 31,90% δεν επηρεάζεται καθόλου από την έλλειψη καφεΐνης, ενώ ένα μεγάλο ποσοστό 44,90% του είναι λίγο αισθητή η έλλειψη της. Το 15,90% επηρεάζετε πολύ και το 7,20% πάρα πολύ, εάν δεν καταναλώσει καφεΐνη.

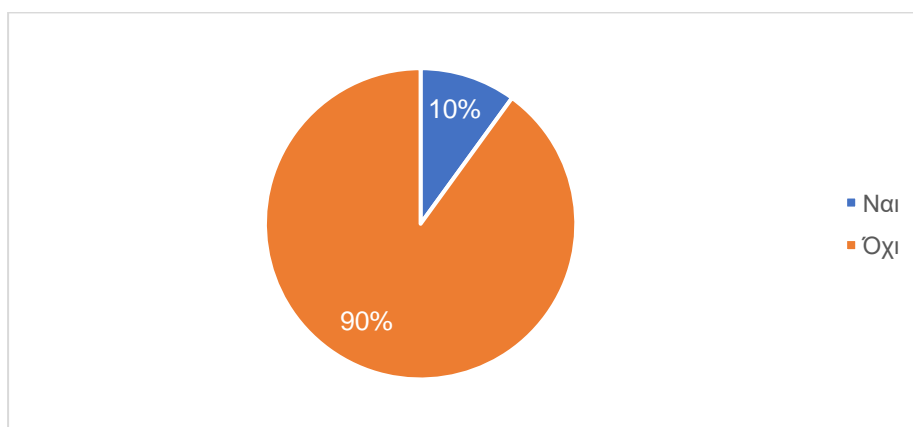
**12. Ερώτηση: Αντιμετωπίζετε πρόβλημα στον ύπνο, εάν έχετε καταναλώσει καφεΐνη;**



**Σχήμα 12**

Παρατηρείται στο παραπάνω διάγραμμα, ότι το 52,20% του δείγματος δεν επηρεάζεται στον ύπνο εάν έχει καταναλώσει καφεΐνη, ενώ το 21,70% αντιμετωπίζει πρόβλημα. Επίσης ένα ποσοστό της τάξης του 26,10% δεν γνωρίζει εάν έχει ή όχι πρόβλημα.

**13. Έχετε δεχτεί συμβουλή από ιατρό που να σας αποτρέπει να καταναλώσετε καφεΐνη για λόγους υγείας (διατροφή, εγκυμοσύνη, καρδια, κτλ.);**



**Σχήμα 13**

Στο παραπάνω διάγραμμα εμφανίζεται, ότι το 90% του ποσοστού του δείγματος δεν έχει λάβει ιατρική συμβουλή για λόγους υγείας, να μην

καταναλώνει καφεΐνη. Μόνο ένα ποσοστό 10% ψήφισε ότι έχει δεχτεί συμβουλή.

#### 4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αρχικά διαπιστώνεται η δύναμη του καφέ σαν εμπορική αξία. Είναι ένα προϊόν με μεγάλη ζήτηση, που επηρεάζει και απασχολεί την αγορά και το εμπόριο με μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης. Έχει συνδεθεί στις ζωές σχεδόν καθέ νοικοκυριού, είτε με την μορφή του ως καφέ με καφεΐνη, είτε ως ντεκαφ. Όλο και περισσότερες χώρες τον καλλιεργούν και τον εξάγουν σε όλο τον κοσμό, λαμβάνοντας μεγάλο ρόλο στην εμπορική οικονομία τους. Καθώς επίσης, πόλλες είναι αυτές που τον εισάγουν σαν αγαθό, διότι είναι ένα φυτό που δεν ευδοκιμεί σε όλα τα κλίματα.

Ο χώρος της καλλιέργειας, παραγωγής, επεξεργασίας του καφέ είναι ένα κλάδος, ο οποίος δεν έχει κορεστεί, υπάρχει χώρος και ενδιαφέρον από τις επιστημονικές κοινότητες, για περαιτέρω μελέτη και ανάπτυξη. Υπάρχουν πολλές πιθανές διασταυρώσεις και σενάρια, με σκοπό την δημιουργία όλο ένα και περισσότερου βελτιστοποιημένου, επιθυμητού και ανεκτικού προϊόντος. Λαμβάνοντας υπόψη, ότι υπάρχουν ακόμα είδη που δεν έχουν ταξινομηθεί ή άλλα που ανακαλύφθηκαν πρόσφατα και τώρα εισβάλουν στον κλάδο μελέτης και επεξεργασίας. Μαζί με τον κλάδο της γεωπονίας, της γενετικής και της μοριακής βιολογίας αναπτύσσεται και αυτός, με στόχο, μέσω της ανάπτυξης των καλλιεργητικών τεχνικών και των υβριδικών διασταυρώσεων, την δημιουργία φυτών και ποικιλιών, τα οποία να ευδοκιμούν σε περισσότερα κλίματα, να είναι πιο ανθεκτικά, με μεγαλύτερες αποδόσεις σε καρπούς, με αποτέλεσμα να αυξηθεί το οικονομικό κέρδος.

Ο καφές είναι ένα φυτό, όπου αποτελείται από ουσίες με ευεργητικές ιδιότητες. Αυτές οι ουσίες, καθώς και ο ίδιος μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την διατροφή, για καλλυντικά και σε φαρμακευτικά προϊόντα. Σαν ρόφημα δεν περιέχει πολλές θερμίδες, ούτε λιπαρά και υδατάνθρακες, οπότε είναι μία καλή λύση για χρησιμοποίηση του σε διατροφές, καθότι είναι ένα ευχάριστο

ρόφημα που θα προκαλέσει αίσθηση κορεσμού στο στομάχι και είναι προτιμότερος από άλλα ροφήματα που περιέχουν ζάχαρη, λιπαρά και έχουν θερμίδες. Υπάρχει μεγάλο περιθώριο μελέτης των επιπλέον ιδιοτήτων του, όπως επίσης και της συνεισφοράς του σε περισσότερους επιστημονικούς κλάδους.

Ανα το πέρασμα των χρόνων, ο καφές καθότι διεισδύει όλο και περισσότερο στις ζωές και την καθημερινότητα του ανθρώπου, έχει απασχολήσει αρκετό κόσμο. Ο άνθρωπος έχοντας λατρεύει το ρόφημα αυτό, έχει ανακαλύψει αρκετούς τρόπους παρασκευής του και ακόμα προσπαθεί με κάθε τρόπο να τον κάνει πιο απολαυστικό. Τα τελευταία χρόνια άνοδος έχει εμφανιστεί στην κατηγορία του espresso, με χαρακτηριστικά προτιμώμενο, στην Ελλάδα, την Αμερική, αλλά και την Κίνα τον freddo espresso και τον cappuccino. Ο γαλλικός καφές ή φίλτρου είναι ένας επίσης διαχρονικός και διηθούμενος καφές, όπου προτιμάται από το καταναλωτικό κοινό. Ακολουθεί επίσης ο ελληνικός-τούρκικος καφές, ο οποίος είναι βαθιά ριζομένος στην ιστορία της χώρας και τα περισσότερα νοικοκυριά μεγάλωσαν με αυτόν. Στις χώρες του εξωτερικού, μέσω μελετών και ερευνών αποδείχθηκε ότι μεγάλη απήχηση έχουν και οι καφέδες με προσθήκη γάλακτος (latte).

Ενδιαφέρον επίσης προκαλεί, ότι το καταναλωτικό κοινό παρουσιάζει μία έλλειψη πληροφόρησης στον τομέα των ποικιλιών καφέ. Παρότι, το ρόφημα είναι πολύ αγαπητό και καταναλώνεται από τον κόσμο πολύ συχνά, μερικές φορές και παραπάνω από μία και δύο φορές την ημέρα, ο καταναλωτής του κατά περίπου 11,90% δεν γνωρίζει εάν έχει ποικιλία προτίμησης και κατά 34,30% δεν έχει. Το γεγονός αυτό, επιβεβαιώνεται και από μελέτες που έγιναν στην Αμερική και αποδείχθηκε, ότι τουλάχιστον το 60% του δείγματος, δεν το απασχολούσα η προέλευση και η ποικιλία του καφέ. Εκπορεύεται λοιπόν, ότι ο τομέας του μάρκετινγκ, της διαφήμισης και της πληροφόρησης, έχει μεγάλα περιθώρια βελτιστοποίησης, ώστε το κοινό να γνωρίσει και να ενημερωθεί για τον καφέ καλύτερα. Υπάρχουν πολλές ποικιλίες και χαρμάνια, ώστε να συναντήσει κάποιος, αυτήν/α που του ταιριάζει. Μέσω του ερωτηματολογίου εμφανίστηκε, ότι το ποσοστό των καταναλωτών της τάξης του 53,70% που γνωρίζει τις προτιμήσεις του, επιλέγει ποικιλίες Arabica, οι οποίες είναι ανώτατης ποιότητας, με λιγότερη καφεΐνη, ήπια γεύση και ιδιαίτερο άρωμα.



Επιπλέον διαπίστωθηκε ότι, υπάρχει ένα ποσοστό του πληθυσμού που δεν καταναλώνει καφέ, ή προτιμάει καφέ χωρίς καφεΐνη ή άλλα καφεϊνούχα ποτά. Ένα από τα ροφήματα αυτά είναι το τσάι, το οποίο έχει και αυτό μεγάλη ιστορία και ενδιαφέρον από τον παρελθόν, με πολλές ευεργητικές ιδιότητες, όπου μέχρι και σήμερα προτιμάται σε κάποιες χώρες περισσότερο από τότε ο καφές, όπως στην Αγγλία. Άλλα ροφήματα που καταναλώνονται είναι τα αναψυκτικά, τα ενεργειακά ποτά και το κακάο.

Επίσης μελετήθηκε ο ρόλος του καφέ στην υγεία του ανθρώπου. Συμπεραίνεται ότι, είναι ένα ρόφημα με αντιοξειδωτικές ιδιότητες, γεγονός το οποίο, τον θέτει μεγάλου ενδιαφέροντος για περαιτέρω μελέτη στις επιδράσεις, που θα μπορεί να επιφέρει στην διατροφή. Ενώ παλιότερα είχε κατηγορηθεί για αυξημένο κίνδυνο καρκίνου, επιδημιολογικές μελέτες τον θέτουν εκτός κινδύνου, με χαμηλότερο συνολικό κίνδυνο. Εμφανίζει επίσης ευεργητικές ιδιότητες όσον αφορά την ανάπτυξη διαβήτη τύπου 2, καρκίνο και ίνωση του ήπατος, βάση επιδημιολογικών μελετών. Επίσης η ιδέα της αύξησης της αρτηριακής πίεσης, λόγω της κατανάλωσης καφέ, διαψεύθηκε. Καταναλώνοντας καφεΐνη ένα άτομο, που δεν έχει ξανά λάβει την ουσία αυτή, αυξάνονται τα επίπεδα της, αλλά εντός μίας εβδομάδας αποκτά ανοχή. Επιπλέον διαπιστώθηκε ότι η καφεΐνη δεν σχετίζεται με την νόσο του Πάρκινσον και του Alzheimer.

Ο καφές είναι αποδεδειγμένα ένα διεργητικό ρόφημα, το οποίο προκαλεί αισθήματα ευεξίας, εγρήγορσης, τόνωσης και έχει επίπτωση στην ψυχική αλλά και στην φυσική υγεία. Βοήθει στην περιπτώση έντονου διαβάσματος ή εργασίας, καθότι διεγείρει το μυαλό και το σώμα, αυξάνοντας την προσοχή, την ετοιμότητα και την συγκέντρωση. Έχει επίσης αποδειχθεί, ότι συμβάλλει στην καταπολέμηση της κατάθλιψης. Από την άλλη πλευρά, η υπερβολική δόση και η κατανάλωση του μπορεί να έχει αρνητικό αντίκτυπο. Ένα από αυτά είναι η αύξηση του άγχους, το οποίο επηρεάζει τον ύπνο και μπορεί να καταλήξει σε αϋπνία.

Υπάρχουν, βέβαια, ομάδες ανθρώπων όπου η κατανάλωση της, από αυτά, υπάρχει περίπτωση, να τα θέσει σε μειωμένο κίνδυνο. Αυτά είναι τα παιδιά (λιγότεροι οι έφηβοι) και οι εγκυμονούσες γυναίκες. Οι οποίες ενδέχεται ακόμα

και να αποβάλλουν εάν δεν ρυθμίσουν σωστά τα ποσοστά που λαμβάνουν. Επίσης, μεγάλο κίνδυνο διατρέχουν άνθρωποι με αρτηριακή πίεση, που δεν κατανάλωναν παλαιότερα καφέ και λαμβάνουν μεγάλη και απότομη δόση καφεΐνης, διότι ο οργανισμός τους δεν το έχει συνηθίσει. Εμφανίζεται βάση μελετών, ότι η κατανάλωση καφέ επιρεάζει ένα κομμάτι του πλυθησμού στον ύπνο. Σε αυτό όμως λαμβάνεται σημαντικός παράγοντας, η ώρα όπου λήφθηκε η δόση. Επιπλέον παρουσιάζεται μία εξάρτηση ενός ποσοστού των καταναλωτών, οι οποίοι αισθάνονται έλλειψη, εάν δεν καταναλώσουν καφέ. Αυτό οφείλεται, στο ότι η καφεΐνη είναι μια διεργητική και τονωτική ουσία, οπότε όταν ένας οργανισμός έχει συνηθίσει να την λαμβάνει σε μεγάλες ποσότητες, έπειτα μπορεί να νιώσει ατονία ή και πονοκέφαλο, εάν την στερηθεί.

Συμπερασματικά ο καφές είναι κάτι παραπάνω από ένα απολαυστικό ρόφημα. Έχει ευεργετικές ιδιότητες, οι οποίες είναι χρήσιμες σε πολλούς κλάδους, όπως η γεωπονία, η διατροφή, η υγεία, η οικονομία και το εμπόριο. Έχει πολλά περιθώρια εξερεύνησης επιπλέον χαρισμάτων και γνωρισμάτων, καθότι αναπτύσσεται και εξελίσσεται η «τέχνη» του. Συνετό θεωρείται η κατανάλωση του να γίνεται με μέτρο, όπως οποιοδήποτε άλλου τροφήμου ή ροφήματος, ώστε να μην δημιουργούνται αρνητικά αντίκτυπα στην υγεία του καταναλωτή, καθώς επίσης να μην υπάρχουν αισθήματα έλλειψης ή εξάρτησης. Η κατανάλωση συνολικής ποσότητας περίπου στα < 400 mg/ημέρα καφεΐνης, θεωρείται ιδανική.

## 5 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alburger, C., 2014. *Caffeine Nation: Zagat 2014 Coffee Survey Results*, s.l.: www.zagat.com.
- Alves, R. και συν., 2017. State of the art in coffee processing by-products. Στο: C. Galanakis, επιμ. *Handbook of Coffee Processing By-Products*. s.l.:s.n., pp. 1-26.

- Ashihara, H., 2015. Plant Biochemistry: Trigonelline Biosynthesis in *Coffea arabica* and *Coffea canephora*. Στο: V. R. Preedy, επιμ. *Coffee in Health and Disease Prevention*. s.l.:s.n., pp. 19-28.
- Bizzo, M. L. G., Farah, A., Kemp, J. A. & Scancetti, L. B., 2015. Highlights in the History of Coffee Science Related to Health. Στο: V. R. Preedy, επιμ. *Coffee in Health and Disease Prevention*. s.l.:s.n., pp. 11-17.
- Blittersdorff, M. & Klatt, C., 2017. The Grind- Particles and Particularities. Στο: B. Folmer, επιμ. *The Craft and Science of Coffee.2*. s.l.:s.n., pp. 311-328.
- boroughmarket.org.uk, 2020. *BOROUGH MARKET*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://boroughmarket.org.uk/articles/caturra-coffee> [Πρόσβαση 10 December 2020].
- Brown, N., 2015. *Inside Zagat's 2015 Coffee Consumer Trends Survey*, s.l.: dailycoffeeneews.com.
- Burdan, F., 2015. Caffeine in Coffee. Στο: V. R. Preedy, επιμ. *Coffee in Health and Disease Prevention*. s.l.:s.n., pp. 201-207.
- coffeellera.com, 2020. *coffeellera.com*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://www.coffeellera.com/product/sagada-dark/> [Πρόσβαση 20 December 2020].
- coffeesearch.com, 2006. *coffeesearch.com*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <http://www.coffeeresearch.org/coffee/varietals.htm> [Πρόσβαση 20 December 2020].
- coffetales.gr, 2020. *Τα πιο δημοφιλή είδη καφέ*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://www.coffetales.gr/blog/3-popular-coffee>
- Dam, R. M., Hu, F. B. & Willet, W. C., n.d. Coffee, Caffeine, and Health. *The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE*, pp. 369-378.
- espressocoffeeguide.com, 2020. *Espresso & Coffee Guide*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://espressocoffeeguide.com/gourmet>

[coffee/arabian-and-african-coffees/tanzania-coffee/](https://www.coffee/arabian-and-african-coffees/tanzania-coffee/)

[Πρόσβαση 1 December 2020].

- Farah, A. & Santos, T. F., 2015. The Coffe Plant and Beans: An Introduction. Στο: V. R. Preedy, επιμ. *Coffe in Health amd Disease Prevention*. s.l.:s.n., pp. 5-10.
- Ferrao, J., 2009. A Bebida Negra Dos Sonhos Claros. Στο: *O Cafe*. Lisboa: Chaves Ferreira-Publica-coes S.A.
- Folmer, B., Farah, A., Lawrence, J. & Fogliano, V., 2017. Human Wellbeing-Sociability, Performance, and Health. Στο: B. Folmer, επιμ. *The Craft and Science of Coffee..* s.l.:s.n., pp. 493-520.
- Fulton, J. L. .. και συν., 2018. Impact of Genetic Variability on Psysiological Responses to Caffeinein Humans: A Systematic Review. *Nutrients*, Τόμος 10, p. 1373.
- Gichimu, B., 2020. *trabocca.com*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.trabocca.com/our-stories/kenyan-coffee-varieties-a-comprehensive-overview-of-the-top-varieties/>  
[Πρόσβαση 10 December 2020].
- greek-language.gr, 2006-2008. *greek-language.gr*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://www.greek-language.gr/greekLang/modern\\_greek/tools/lexica/triantafyllides/search.html?start=10&lq=%CE%BA%CE%B1%CF%86%CE%AD&dq=](https://www.greek-language.gr/greekLang/modern_greek/tools/lexica/triantafyllides/search.html?start=10&lq=%CE%BA%CE%B1%CF%86%CE%AD&dq=)  
[Πρόσβαση 23 November 2020].
- Grosso , G., Godos, J., Galvano, F. & Giovannucci, E. L., 2017. Coffe, Caffeine, and Health Outcomes: An Umbrella Review. *Annual Review of Nutrition*, 8 August, pp. 131-156.
- Hamon, P. και συν., 2015. Caffeine-free Species in the Genus Coffea. Στο: V. R. Preedy, επιμ. *Coffe in Health and Disease Preventation*. s.l.:s.n., pp. 39-44.

- Herrera, J. C. & Lambot, C., 2017. The Coffee Tree - Genetic Diversity and Origin. Στο: B. Folmer, επιμ. *The Craft and Science of Coffee*. s.l.:s.n., pp. 1-16.
- horomidis.gr, 2017. *horomidis.gr*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://horomidis.gr/product/kafeodentro/>  
[Πρόσβαση 12 December 2020].
- Huang , Z., Urade, Y. & Hayaishi, O., 2011. The role of adenosine in the regulation of sleep.. Στο: *Current Topics in Medicinal Chemistry* 11. s.l.:s.n., pp. 1047-1057.
- Hutson, C., 2016. *A Definitive Guide to the 4 Main Types of Coffee Beans*, s.l.: ATLAS Coffee Club.
- Hu, X., 2019. *2019 China Coffee Survey Report*, s.l.: CoffeeSalon.
- Kapoli, G., 2015. *onmed.gr*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.onmed.gr/diatrofi/story/332577/osa-prepei-na-ignorizete-gia-tin-apokafeinopoiisi>  
[Πρόσβαση 16 December 2020].
- Kucukkomurler, S. & Ozgen, L., 2009. Coffe and Turkish Coffee Culture. *Pakistan Journal of Nutrition* 8, Issue 10, pp. 1693-1700.
- Kuczkowski, K., 2009. Caffeine in pregnancy. *Arch Gynecol Obstet*, pp. 695-698.
- Larsson , S. C. & Wolk, A., 2007. Coffe consumption and risk of liver cancer: a meta-analysis. *Gastroenterology* 132, pp. 1740-1745.
- Lopez, L. T., 2020. *Why Benguet Arabica Coffee is the best*, s.l.: Philippines Information Agency.
- Mazzafera, P., Baumann, T. W., Shimizu, M. M. & Silvarolla, M. B., 2009. Decaf and the Steeplechase Towards Decaffito-the Coffee from Caffeine-Free Arabica Plants. *Tropical Plant Biology* 2, pp. 63-76.
- Mejia, E. G. & Ramirez-Mares, M. V., 2014. Impact of caffeine and coffe on our health. *Trends in Endocrinology and Metabolism*, pp. 1-4.

- Mitchell , D. C. και συν., 2014. Beverage caffeine intakes in the U.S.. *Food and Chemical Toxicology* 63, pp. 136-142.
- Narita , Y. & Inouye, K., 2015. Chlorogenic Acids from Coffee. Στο: V. R. Preedy, επιμ. *Coffee in Health and Disease Prevention*. s.l.:s.n., pp. 189-199.
- Nehling , A., 2018. Interindividual differences in caffeine metabolism and factors driving caffeine consumption.. *Pharmacol Review*, April, pp. 384-411.
- Neilson, J. & Pritchard, B., 2009. *Value Chain Struggles: Institutions and Governance in the Plantation Districts of South India*. s.l.:s.n.
- northern-tea.com, 2018. *Nothern Tea Merchants*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.northern-tea.com/buy/mexican-maragogype-maragogipe-coffee/>  
[Πρόσβαση 10 Decemeber 2020].
- perkcoffee.co, 2020. *perkcoffee.co*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://perkcoffee.co/sg/arabica-beans-vs-robusta-beans-whats-difference/>  
[Πρόσβαση 23 December 2020].
- Perrier-Robert, A., 2004. *Book of Tea*. s.l.:Hachette Illustrated Uk.
- Pietsch, A., 2017. Decaffeination-Process and Quality. Στο: B. Folmer, επιμ. *The Craft and Science of Coffee*. s.l.:s.n., pp. 225-243.
- pubchem.ncbi.nlm.nih.go, 2020. *Pub Chem*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Chlorogenic-acid#section=ATR-IR-Spectra>  
[Πρόσβαση 28 November 2020].
- Raghavan, S., 2017. *thehealthsite.com*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://www.thehealthsite.com/fitness/diet/health-benefits-of-decaf-coffee-k0817-516514/?fbclid=IwAR01MaEBQ0VJBpbnJ2ZZ7zomvWaaS\\_susZAu6i](https://www.thehealthsite.com/fitness/diet/health-benefits-of-decaf-coffee-k0817-516514/?fbclid=IwAR01MaEBQ0VJBpbnJ2ZZ7zomvWaaS_susZAu6i)

oggdWn0HUhIOHHXzr0NA

[Πρόσβαση 20 December 2020].

- Saab, S., Mallam, D., Gerald, A. & Tong, M. J., 2014. Impact of coffee on liver diseases: a systematic review. *Liver Int.*, April, pp. 495-504.
- SanMax, I. M., 2020. *Exploring The Catuai Coffee Variety*, s.l.: Perfect Daily Grind.
- Sanz-Uribe, J. και συν., 2017. Postharvest Processing - Revealing the Green Bean. Στο: F. Britta, επιμ. *The Craft and Science of Coffee..* s.l.:s.n., pp. 51-75.
- sca.coffee, 2020. *SpecialtyCoffeeAssociation*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://sca.coffee/research/coffee-plants-of-the-world> [Πρόσβαση 21 December 2020].
- Schenker, S. & Rothgeb, T., 2017. The Roast - Creating the Beans' Signature. Στο: B. Folmer, επιμ. *The Craft and Science of Coffee..* s.l.:s.n., pp. 245-271.
- Silva, J. A., Borges, N., Santos, A. & Alves, A., 2012. Method Validation for Cafestol and Kahweol Quantification in Coffee Brews by HPLC-DAD. *Food Analytical Methods* 5, 23 March, pp. 1404-1410.
- Silvarolla, M. B., Mazzafera, P. & Fazuoli, L. C., 2004. A naturally decaffeinated arabica coffee. *Nature*, 24 June, p. 826.
- Sun, Z. και συν., 2019. Aroma blindind and stability in brewed coffee: A case of 2-furfurylthiol. *Food Chemistry* 295, pp. 499-455.
- TheCoffeCoMission, 2015. *The Coffee CoMission*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://medium.com/@CoffeeCoMission/infographic-periodic-table-of-coffee-varieties-or-cultivars-57dbce92c788> [Πρόσβαση 1 December 2020].
- TryNewCoffee.com, 2020. *Try New Coffee*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://trynewcoffee.com/pacamara-coffee-what-is-it-and->

[why-should-i-try-it/](#)

[Πρόσβαση 2 December 2020].

- Wang, X. & Lim, L. T., 2015. Physicochemical Characteristics of Roasted Coffee. Στο: V. R. Preedy, επιμ. *Coffee in Health and Disease Prevention*. s.l.:s.n., pp. 247-254.
- Wiktionary.org, 2020. *Wiktionary*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [el.m.wiktionary.org](http://el.m.wiktionary.org)  
[Πρόσβαση 10 December 2020].
- Youngberg, M. R. και συν., 2011. Clinical and Physiological Correlates of Caffeine and Caffeine Metabolites in Primary Insomnia. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 15 April, pp. 196-203.