

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

**«ΤΑ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΤΟΥ ΤΣΑΓΙΟΥ ΚΑΙ Η
ΩΦΕΛΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥΣ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ»**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΠΥΡΟΝΙΚΟΣ



ΚΑΛΑΜΑΤΑ

2012

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής μελέτης συνέβαλαν κάποιοι άνθρωποι οι οποίοι χωρίς την βοήθεια τους δεν θα μπορούσα να την ολοκληρώσω. Πρώτο από όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Φαρμάκη Λάμπρο που με ανέλαβε και με βοήθησε στην πτυχιακή εργασία καθώς και τον κ. Βαμβακά Σωτήριο γιατί μου πρότεινε το θέμα της πτυχιακής μου εργασίας, για τη καθοδήγηση και τη υποστήριξη του καθ' όλη την διάρκεια διεκπεραίωσης της. Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ Αστρακά Λουκά λέκτορα του εργαστηρίου Φυσικής Ιατρικής της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων για την πολύτιμη παροχή υλικού και για τις εύστοχες παρατηρήσεις του για την εργασία. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου, για την κατανόηση τους και την βοήθεια που μου προσέφεραν.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το τσάι είναι ένα φυτό του οποίου η καλλιέργεια αλλά και η κατανάλωση του ξεκινά αιώνες πριν και φτάνει μέχρι τις μέρες μας. Με τις πλούσιες γεύσεις και ποικιλίες του χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο σαν ρόφημα αλλά και ως φάρμακο για την αντιμετώπιση ασθενειών. Το τσάι της ποικιλίας *Camellia Sinensis* ανάλογα με τον βαθμό επεξεργασίας μας δίνει τις τρεις κύριες ποικιλίες: το πράσινο, το μαύρο και το oolong τσάι. Όλες οι ποικιλίες τσαγιού είναι πλούσιες σε αντιοξειδωτικές ουσίες και αυτός είναι ένας ακόμη λόγος που το κάνει τόσο δημοφιλές προϊόν.

Σε αυτή την μελέτη θα γίνει αναφορά στο τσάι και τις ποικιλίες του όπως επίσης και στις μεθόδους καλλιέργειας, τις διαδικασίες παραγωγής και τα στάδια διαλογής και ταξινόμησης καθώς και μία οικονομική ανάλυση που θα περιλαμβάνει τα οικονομικά οφέλη από την παραγωγή και κατανάλωση του τσαγιού αλλά και τα προϊόντα που βρίσκονται στην αγορά όπως τα φακελάκια τσαγιού και το παγωμένο τσάι.

Τα αντιοξειδωτικά του τσαγιού έχουν ελκύσει το ενδιαφέρον των επιστημόνων τα οποία έχουν καταφέρει να τα προσδιορίσουν τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά μελετώντας τα αποξηραμένα φύλλα του. Έτσι γίνεται αναφορά στα αντιοξειδωτικά, στους μηχανισμούς δράσης και τις πηγές τους καθώς και στις διάφορες μεθόδους μέτρησης στο τσάι και σε άλλες τροφές.

Ο ρόλος των αντιοξειδωτικών ουσιών στην υγεία του ανθρώπου είναι ιδιαίτερα σημαντική και για τον λόγο αυτό η κατανάλωση του έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Οι επιδράσεις της χρήσης των αντιοξειδωτικών στην διατροφή του ανθρώπου είναι πολύ σημαντικές καθώς έρευνες έχουν αποδείξει ότι βοηθά την καταπολέμηση ασθενειών, θωρακίζουν την υγεία του ανθρώπου και παίζουν ρυθμιστικό παράγοντα στην διαμόρφωση του βάρους.

Λέξεις κλειδιά: τσάι, αντιοξειδωτικά, ωφελιμότητα τσαγιού

ABSTRACT

Tea is a plant the cultivation and consumption of which begins centuries ago and reaches nowadays. With its abundant tastes and varieties, tea is used as a beverage but also as medicine for confronting diseases. Tea from the *Camellia sinensis* variety provides us with three major varieties depending on the level of processing: green tea, black tea and oolong tea. All varieties of tea are rich in antioxidants, which is one more reason why it is such a popular product.

In the present dissertation there is reference about tea and its varieties, cultivation methods, production processes, stages of sorting and classifying as well as an economic analysis which includes tea's production and consumption economic benefits and benefits from other products such as tea bags and ice tea.

Tea's antioxidants have drawn scientists' interest. Thus, they have managed to determine them both qualitatively and quantitatively by examining tea's dried leaves. Therefore, there is reference to antioxidants, their action mechanisms and sources as well as various measurement methods of antioxidants in tea and other foods.

Antioxidants' role in human health is particularly important, thus tea consumption has significantly increased during the last years. The effects of antioxidants' use in human diet are significant since studies have shown they help fighting illnesses, strengthen human health and play a regulatory factor in weight management.

Keywords: tea, antioxidants, usefulness of tea

Περιεχόμενα	
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT	4
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ:	8
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	9
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	9
ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	10
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	12
1.1 ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΤΣΑΓΙΟΥ	12
1.2 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	15
1.3 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ.....	25
1.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΣΑΓΙΟΥ.....	26
1.5 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΣΑΓΙΟΥ	28
1.5.1 ΤΥΠΟΙ ΤΣΑΓΙΟΥ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ.....	34
1.5.2 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΕΙΔΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ ΤΣΑΓΙΩΝ	35
1.5.3 ΑΦΕΨΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΓΝΩΣΤΑ ΜΕ ΤΟ ΟΝΟΜΑ «ΤΣΑΙ» ΑΛΛΑ ΠΡΟΕΡΧΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΑΛΛΑ ΦΥΤΑ ΚΑΙ ΟΧΙ ΤΗΝ CAMELLIA SINENSIS	36
1.6 ΔΙΑΛΟΓΗ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΤΣΑΓΙΟΥ	38
1.7 ΤΟ ΤΣΑΙ ΩΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΡΟΪΟΝ	41
1.7.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΣΑΓΙΟΥ.....	41
1.7.2 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΣΑΓΙΟΥ	42
1.7.3 ΦΑΚΕΛΑΚΙΑ ΤΣΑΓΙΟΥ	43
1.7.4 ΠΑΓΩΜΕΝΟ ΤΣΑΙ (ICE TEA)	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	47
2.1 ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΡΙΖΕΣ ΚΑΙ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟ ΣΤΡΕΣ	47
2.1.1 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΡΙΖΩΝ	49

2.1.2 ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ – ΥΓΕΙΑ	50
2.2 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ.....	51
2.2.1 ΤΡΟΠΟΣ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ	52
2.2.2 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ	52
2.3. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΤΣΑΓΙΟΥ	55
2.3.1 ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ	55
2.3.2 ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΗ	56
2.3.2 ΚΑΤΕΧΙΝΕΣ.....	61
2.3.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΤΣΑΓΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ.....	63
2.4 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ ΤΟΥ ΤΣΑΓΙΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ	64
2.5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΣΤΙΣ ΤΡΟΦΕΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΤΣΑΙ.....	67
2.5.1 ΜΕΘΟΔΟΣ FOLLIN – CIOCALTEU.....	67
2.5.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΥΠΕΡΜΑΓΓΑΝΙΚΟΥ ΚΑΛΙΟΥ (KMnO ₄).....	68
2.5.3 ΜΕΘΟΔΟΣ HPLC ΚΑΙ Η ΜΕΘΟΔΟΣ TLC	68
2.5.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity Assay)	70
2.5.5 ΜΕΘΟΔΟΣ FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)	70
2.5.6 ΜΕΘΟΔΟΣ DPPH	70
2.5.7 ΜΕΘΟΔΟΣ ABTS	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	73
3.1 ΚΑΡΚΙΝΟΣ	73
3.1.1 ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΤΟΥ ΔΕΡΜΑΤΟΣ	73
3.1.2 ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΤΩΝ ΠΕΥΜΟΝΩΝ	73
3.1.3 ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΤΟΥ ΓΑΣΤΡΕΝΤΕΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	74
3.1.4 ΑΛΛΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΚΑΡΚΙΝΟΥ	74
3.2 ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ.....	74
3.2.1 ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ.....	74

3.2.2 ΥΠΕΡΤΑΣΗ	75
3.3 ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΤΣΑΓΙΟΥ ΣΕ ΑΛΛΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	75
3.3.1 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΔΕΡΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΟΦΘΑΛΜΩΝ	75
3.3.2 ΔΙΑΒΗΤΗΣ	76
3.3.3 ΝΕΦΡΙΚΕΣ ΠΑΘΗΣΕΙΣ.....	76
3.3.4 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΕ ΟΔΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	76
3.3.5 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΩΝ ΙΩΝ.....	77
3.3.6 ΑΝΤΙΒΑΚΤΗΡΙΔΙΑΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΤΣΑΓΙΟΥ.....	77
3.3.7 ΑΝΤΙΑΡΘΡΙΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΑΜΙΝΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΤΣΑΓΙΟΥ	78
3.3.8 ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	78
3.4 ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ.....	79
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	82
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	82
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	84

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ:

Εικόνα 1. Φρέσκα φύλλα τσαγιού διαφορετικών μεγεθών, όσο μικρότερα το φύλλο τόσο πιο ακριβό το τσάι (www.Wikipedia.org).	13
Εικόνα 2. Φύλλα τσαγιού της ποικιλίας <i>Camellia Sinensis</i> (www.Britannica.com).....	16
Εικόνα 3. Λευκό τσάι (www.islandteashop.com).	17
Εικόνα 4. Φύλλα πράσινου τσαγιού (www.homefarming.gr).....	18
Εικόνα 5. Φύλλα μαύρου τσαγιού (www.letscook.gr).	18
Εικόνα 6. Φύλλα Oolong τσαγιού (www.Wikipedia.org).....	19
Εικόνα 7. Τσάι του βουνού (www.Wikipedia.org).	20
Εικόνα 8. Τσάι βλάχικο (www.tsaiaptavna.blogspot.com).	21
Εικόνα 9. Τσάι Ταϊγέτου (www.mani.org.gr).....	21
Εικόνα 10. Τσάι του Ολύμπου (www.ihunt.gr).....	22
Εικόνα 11. Χαρακτηριστικό αυτοφυές φυτό τσάι Παρνασσού το γένος <i>Sideritis Raeseri</i> σε υψόμετρο άνω των 1000 μέτρων στο όρος Όρθρυς (www.mylona.gr).....	23
Εικόνα 12. Τσάι της Κρήτης (www.cityfarmer.gr).	23
Εικόνα 13. Βλαστός τσαγιού Κρήτης που σκεπάζεται με λευκό χνούδι (www.cityfarmer.gr).	24
Εικόνα 14. Πέταλα του άνθους τσαγιού Κρήτης (www.cityfarmer.gr).	24
Εικόνα 15. Τσάι της Εύβοιας (www.ihunt.gr).....	25
Εικόνα 16. Καλλιέργεια τσαγιού <i>Camellia Sinensis</i> (www.foodbites.eu)...26	
Εικόνα 17. Κήπος τσαγιού στην Ινδία (www.trekearth.com).	28
Εικόνα 18. Συγκομιδή των φύλλων τσαγιού στην περιοχή Darjiling στην Ινδία (www.Britannica.com).	30
Εικόνα 19. Εργοστάσιο τσαγιού στην Ταϊβάν (www.Wikipedia.org).	30
Εικόνα 20. Το στάδιο του μαρασμού των φύλλων τσαγιού (www.teafountain.com).	31
Εικόνα 21. Το στάδιο του τυλίγματος των φύλλων τσαγιού (www.teafountain.com).	32
Εικόνα 22. Κόκκινο τσάι ή Roibos tea (www.Interasiastore.blogspot.gr)...36	
Εικόνα 23. Τσάι Μασάλα (www.yogicchai.com).	37
Εικόνα 24. Σερβιρισμένο τσάι Μασάλα (www.Wikipedia.org).	38
Εικόνα 25. Ποσοστό της συνολικής παγκοσμιας παραγωγής τσαγιού ανά χώρα το 2007 (www.wikipedia.org).....	42
Εικόνα 26. Ποσοστό της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής τσαγιού ανά χώρα το 2008 (www.Wikipedia.org).....	42

Εικόνα 27. Φακελάκια τσαγιού (www.Wikipedia.org).....	44
Εικόνα 28. Στρόγγυλα φακελάκια τσαγιού (www.publicdomainpictures.net).	44
Εικόνα 29. Φακελάκια τσαγιού σε σχήμα πυραμίδας της εταιρείας Lipton (www.threehugger.com).	45
Εικόνα 30. Φακελάκι τσαγιού με στικ (www.tsai.gr).	45
Εικόνα 31. Παγωμένο τσάι σερβιρισμένο σε ποτήρι με μια φέτα λεμόνι (www.Wikipedia.org).	46
Εικόνα 32. Παγωμένο τσάι σφραγισμένο σε μπουκάλι που πωλείται στο εμπόριο των εταιρειών Nestea και Lipton (www.Wikipedia.org).	466

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Διαδικασίες παραγωγής του πράσινου και του μαύρου τσαγιού (Cabrera, Artacho & Gimenez ,2006).....	14
Σχήμα 2. Βασική δομή φλαβονοειδών (Wang et al, 2000).	55
Σχήμα 3. Δομή Φλαβονολών (Wang et al., 2000).....	58
Σχήμα 4. Δομή φλαβονολών (Wang et al., 2000).	58
Σχήμα 5. Δομή θειαφλαβιβίων και θειαρουμπιγινών μαύρου τσαγιού (Wang et al., 2000).	60
Σχήμα 6. Δομή αλκαλοειδών (Wang et al., 2000).....	61
Σχήμα 7. Οι κυριότερες κατεχίνες στο τσάι (Ho, Lin & Shahidi, 2009).....	62
Σχήμα 8. Παραγωγή αδρανών προϊόντων μετά την αντίδραση των κατεχινών EGCG και EGC με το υπεροξειδίο του υδρογόνου (Ho, Lin & Shahidi, 2009).	65
Σχήμα 9. Προτεινόμενος μηχανισμός δέσμευσης των υπεροξειδικών ριζών από τις θειοφλαβίνες (Ho, Lin & Shahidi, 2009).	66
Σχήμα 10. Συμπλοκοποίηση του Fe ³⁺ από τις θειοφλαβίνες και την παραγωγή διάφορων πολυμερών (Ho, Lin & Shahidi, 2009).	67

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. ΔΡΑΣΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ (Grooper et al, 2005)....	48
Πίνακας 2. ΔΡΑΣΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΑΖΩΤΟΥ (Grooper et al, 2005).	48
Πίνακας 3. Κατηγορίες φλαβονοειδών, χημικές δομές και κυριότεροι εκπρόσωποι.....	56
Πίνακας 4. Περιοχόμενες φλαβονόλες στα φύλλα του πράσινου και του μαύρου τσαγιού (g/Kg ξηρού βάρους) (Wang et al., 2000).	59

ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1. Διάγραμμα της διαδικασίας παρασκευής του τσαγιού.....	29
Διάγραμμα 2. Κατάταξη των αντιοξειδωτικών	53

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το τσάι είναι ένα δημοφιλές ρόφημα που καταναλώνεται από άτομα διάφορων κοινωνικών και οικονομικών τάξεων. Η ιστορία του ξεκινάει αιώνες πριν και φτάνει μέχρι τις μέρες μας με σχεδόν ίδιες τεχνικές παραγωγής και κατανάλωσης. Τα οφέλη από την κατανάλωση του είναι πολλά και βοηθούν τον ανθρώπινο οργανισμό να είναι σε ευεξία. Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής μελέτης είναι η ανάλυση της ωφελιμότητας του τσαγιού, τα αντιοξειδωτικά συστατικά που περιέχονται σε αυτό, η αναφορά στις ποικιλίες του καθώς και η λεπτομερής ανάπτυξη της διαδικασίας παραγωγής που χρειάζεται ώστε να φτάσει ως τελικό προϊόν για κατανάλωση από τον άνθρωπο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Σε αυτό το κεφάλαιο θα μελετήσουμε τα χαρακτηριστικά του τσαγιού καθώς και τα είδη και τις ποικιλίες που υπάρχουν ανά τον κόσμο αλλά και την χημική του σύσταση. Θα εξετάσουμε τον τρόπο καλλιέργειας όπως και τα στάδια παραγωγής που περιλαμβάνουν τα στάδια από την συγκομιδή των φρέσκων φύλλων μέχρι το στάδιο της συσκευασίας. Τέλος γίνεται μια οικονομική ανάλυση της παραγωγής του τσαγιού.

1.1 ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΤΣΑΓΙΟΥ

Το τσάι (παλαιότερα γνωστό στην καθαρεύουσα ως τείον) είναι ένα παγκόσμιο διαδεδομένο ρόφημα και το πιο δημοφιλές ποτό στον κόσμο μετά το νερό. Η ετυμολογία της λέξης τσάι προέρχεται από την κινέζικη λέξη τσα (ch'a). Η λέξη τσα διαδόθηκε μέσω του δρόμου του μεταξιού στην κεντρική Ασία και την Περσία (σημερινό Ιράν). Οι Πέρσες πρόσθεσαν την κατάληξη -ι και η λέξη τσάι διαδόθηκε σε πολλές γλώσσες όπως η Αραβική, η Τουρκική, η Ελληνική και η Ρωσική, κλπ. Στα Αγγλικά η λέξη tea χρησιμοποιείται για το τσάι. Στην Αγγλική γλώσσα η λέξη chai («τσάι») υπονοεί το τσάι με τα μπαχαρικά (το τσάι «Μασάλα»). Η προέλευση του τσαγιού είναι κινέζικη και το ανακάλυψε ο αυτοκράτορας Σεν Νουνγκ το 2737π.Χ. κατά την διάρκεια ενός ταξιδιού στην αυτοκρατορία του. Ο θρύλος λέει πως την ώρα που έβραζε το νερό, ένα ρεύμα παρέσυρε φύλλα από κάποιο γειτονικό θάμνο και αυτά κατέληξαν στο ξεσκέπαστο τσουκάλι. Πριν προλάβει κανείς να αντιδράσει, τα φύλλα άρχισαν να βράζουν και να το χρωματίζουν. Ο Σεν Νουνγκ μύρισε το γλυκό άρωμα και δοκίμασε το πρώτο τσάι. Από τότε το τσάι χρησιμοποιήθηκε αρχικά ως φαρμακευτικό βότανο και σταδιακά διαδόθηκε ως ρόφημα, ιδίως μετά τον 3^ο αιώνα μ.Χ. οπότε άρχισε να καλλιεργείται. Οι Πορτογάλοι έφεραν το 1610 το τσάι στην Ευρώπη για λογαριασμό των Ολλανδών. Λίγο αργότερα, οι Ολλανδοί ξεκίνησαν την μαζική εισαγωγή του τσαγιού. Σαν νέα μόδα με φανατικούς οπαδούς, το τσάι τα πρώτα χρόνια ήταν πανάκριβο. Μετά το 1675 η τιμή του έπεσε σε λογικά πλαίσια και το τσάι από την Ολλανδία πέρασε στην Γαλλία και από εκεί διαδόθηκε σε όλη την Ευρώπη. Στα τέλη του 19^{ου} αιώνα αναπτύχθηκε η βιομηχανία παραγωγής του τσαγιού και η εμφάνιση διαφόρων ειδών τσαγιού σε συνδυασμό με την βελτίωση της συσκευασίας (tea bags) έδωσαν ώθηση στην παγκόσμια κατανάλωση του προϊόντος αυτού (Westertep – Plantenga, 2010).

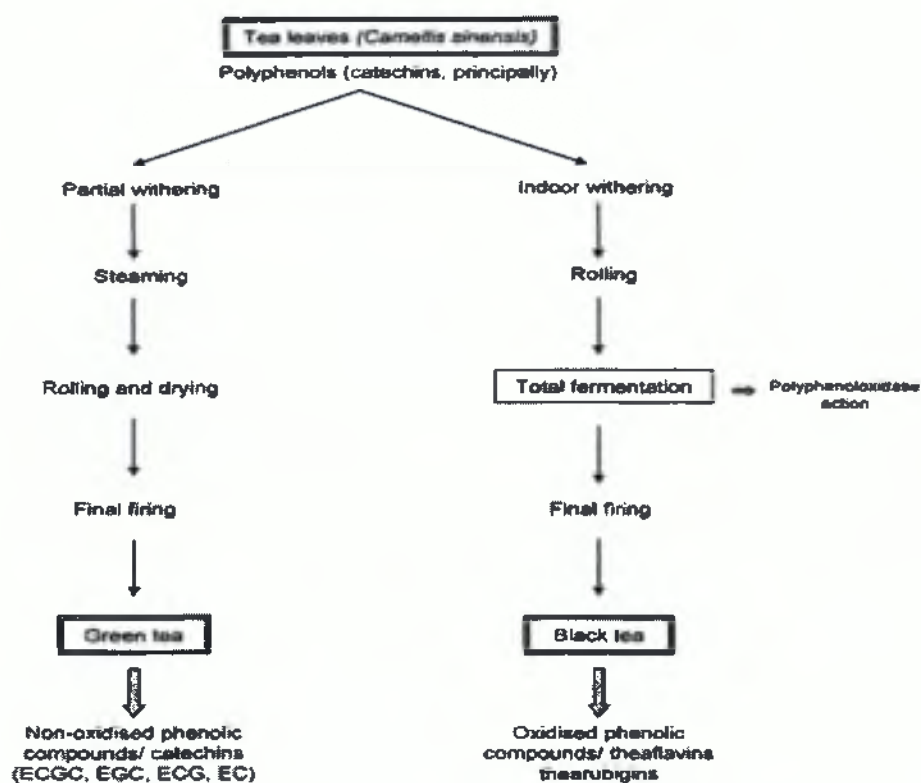
Το τσάι είναι δικότυλο φυτό της οικογένειας των θειδών και είναι δέντρο αιθαλές με ύψος 4-9 μέτρα αλλά θεωρείται θάμνος γιατί δεν έχει κορμό και διακλαδίζεται πολύ από την ρίζα του. Τα φύλλα του είναι στενόμακρα, αβγοειδή και μυτερά στην κορυφή και το χρώμα τους είναι βαθύ πράσινο. Όσο πιο μικρά και τρυφερά είναι τα φύλλα, τόσο πιο διαλεχτή είναι η ποιότητα του τσαγιού (Εικόνα 1). Η συγκομιδή τους γίνεται 3-4 φορές τον χρόνο από τον Απρίλιο μέχρι τον Δεκέμβριο ανάλογα με την περιοχή. Στις τροπικές περιοχές όπως η Σρι Λάνκα και η Ινδονησία η συγκομιδή γίνεται όλο τον χρόνο, αφήνοντας όμως κάθε φορά πάνω στο φυτό όσα φύλλα είναι απαραίτητα για την αναπνοή και την αφομοίωση (Εγκυκλοπαίδεια Επιστήμη και Ζωή). Οι ποικιλίες του τσαγιού υπολογίζονται ότι ξεπερνούν τις 3000, για τον λόγο αυτό τις διακρίνουμε σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Πρόκειται για τα τσάγια που προέρχονται από βότανα (Herbal) και για τα υπόλοιπα που δεν προέρχονται από τα βότανα (Non herbal) (Potter N.N, 1995). Τα τσάγια που προέρχονται από βότανα δημιουργούνται από λουλούδια, μούρα, φλούδες, σπόρους και ρίζες πολλών διαφορετικών φυτών αλλά αυτά δεν περιέχουν καθόλου καφεΐνη (Westerterp – Plantenga, 2010). Τα υπόλοιπα που δεν προέρχονται από βότανα ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες: το πράσινο τσάι, το μαύρο τσάι και το oolong τσάι . Όλα προέρχονται από το ίδιο φυτό το *Camellia sinensis*. Όλα έχουν καφεΐνη σε ποσοστό 1-5% και σε ποσοστό 4-16,5% άλλα συστατικά όπως λίπη, φλαβονοειδή, αμινοξέα, στερόλες, βιταμίνη C και διάφορες αρωματικές ουσίες. Σε μικρά ποσά υπάρχουν ακόμη αλκαλοειδή όπως θεοβρωμίνη, θεοφυλλίνη, διμεθυλοξανθίνη, ξανθίνη και αδενίνη (Potter N.N, 1995).



Εικόνα 1. Φρέσκα φύλλα τσαγιού διαφορετικών μεγεθών, όσο μικρότερα το φύλλο τόσο πιο ακριβό το τσάι (www.Wikipedia.org).

Οι τρεις αυτές κατηγορίες διαφέρουν στον διαφορετικό βαθμό οξείδωσης που αλλάζει εν μέρει και τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά τους. Το πράσινο τσάι δεν

υφίσταται καμία επεξεργασία μετά την συγκομιδή του πέρα της αποξήρανσης δηλαδή δεν οξειδώνεται/ζυμώνεται σε κανένα βαθμό (Σχήμα 1). Το χρώμα των φύλλων του διατηρείται και η γεύση του είναι πιο ελαφριά. Το άρωμα του αποδίδεται κυρίως στο διμεθυλοσουφλιδίο αλλά και σε άλλα συστατικά όπως βενζυλαλδεΐδη , βενζυλαλκοόλη. Επιπλέον περιέχει πολυφαινόλες και αμινοξέα σε μεγαλύτερο ποσοστό από το oolong και από το μαύρο τσάι.



Σχήμα 1. Διαδικασίες παραγωγής του πράσινου και του μαύρου τσαγιού (Cabrera, Artacho & Gimenez, 2006).

Το μαύρο τσάι οξειδώνεται πλήρως και για αυτό τα φύλλα του αμαυρώνουν. Αυτό δείχνει ότι το όνομα ή το χρώμα κάθε τσαγιού είναι πιο γεμάτη και οφείλεται σε συστατικά που έχουν σχηματιστεί κατά την οξείδωση όπως οι θεαφλαβίνες, οι θεαρουβγίνες και ο l-ECG. Άλλα χημικά που δίνουν στο μαύρο τσάι το άρωμα και την γεύση του είναι τα : theogallin, theaspirone, διυδροακτινιδιολύνη, διμεθύλοσουφλιδίο (ιονες α- και β-), Jasmone, furfuryl alcohol, genarial και πολλά άλλα στο σύνολο τους

πάνω από 300 συστατικά (πρωτεΐνες, τριτερπενοειδή κα). Τέλος το τσάι oolong υφίσταται μερική οξειδωση και η γεύση του βρίσκεται κάπου ανάμεσα στην γεύση του πράσινου και στην γεύση του μαύρου (Leung and Foster, 1996).

1.2 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Όλα τα πραγματικά τσάγια προέρχονται από το φυτό *Camellia Sinensis* έναν αειθαλή πράσινο θάμνο τα φύλλα του οποίου αν δεν αποξηραθούν αμέσως μετά την συλλογή, αρχίζουν να μαραινούνται και να οξειδώνονται. Η εκτίμηση της ποικιλίας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την εκτίμηση της ποιότητας η οποία γίνεται με βάση τον αριθμό και το μέγεθος των φύλλων αμέσως μετά την συγκομιδή και πριν την επεξεργασία που μας δίνει το πράσινο, το μαύρο και το oolong τσάι. Έτσι, όσο πιο μικρά και τρυφερά είναι τα φύλλα τόσο καλύτερη είναι η ποιότητα του τσαγιού. Κατά την συγκομιδή, παλαιότερα κόβονταν μόνο η πάνω συστάδα των φύλλων που μόλις είχαν ξεδιπλωθεί από τον βλαστό. Στην σημερινή εποχή κόβονται και τα δύο φύλλα της επόμενης ακριβώς συστάδας και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να δίνει το καλύτερο τσάι και να είναι γνωστό ως Pekoe ή Flower Pekoe το οποίο προέρχεται από το κινέζικο Pak Ho που σημαίνει λεπτό λευκό χνούδι επειδή αυτό καλύπτει τα φύλλα κατά το πρώιμο στάδιο ανάπτυξης. Pekoe ονομάζεται η αμέσως επόμενη κατώτερη ποικιλία, που περιλαμβάνει, και τρίτη συστάδα φύλλων. Η τέταρτη και η πέμπτη συστάδα φύλλων συναποτελούν την ποιότητα Souchong που καλύπτει και το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής.

Από το φυτό *Camellia Sinensis* έχουν πιστοποιηθεί 3000 ποικιλίες τσαγιού και κατηγοριοποιούνται σε τέσσερις κύριους διαφορετικούς τύπους με βάση την διαδικασία που υποβάλλονται: λευκό, πράσινο, μαύρο και oolong τσάι. Οι ποικιλίες αυτές προκύπτουν από τις διαφορές όπως το κλίμα, η περιοχή, και οι συνθήκες του εδάφους (www.foodbites.eu). Επιπλέον ιδιαίτερα σημαντικό είναι και το σχήμα των φύλλων δηλαδή αν είναι ίσια, κατσαρά ή γυρισμένο (Εικόνα 2). Ας δούμε αναλυτικά μερικά από τα χαρακτηριστικά που έχουν οι τέσσερις τύποι τσαγιού.



Εικόνα 2. Φύλλα τσαγιού της ποικιλίας *Camellia Sinensis* (www.Britannica.com).

ΛΕΥΚΟ ΤΣΑΙ

Το λευκό τσάι (**Εικόνα 3**) είναι ένα ελαφρά οξειδωμένο τσάι που αναπτύσσεται και συγκομίζεται κυρίως στην Κίνα και ως επί το πλείστον στην επαρχία Fujian. Πρόσφατα έχει αναπτυχθεί τόσο στην Ταϊβάν και τώρα στην Βόρεια Ταϊλάνδη. Το λευκό τσάι προέρχεται από τα μπουμπούκια και τα φύλλα της κινέζικης ποικιλίας *Camellia Sinensis*. Τα φύλλα και τα μπουμπούκια αφήνονται να μαραθούν στο φυσικό φως του ήλιου πριν την ελαφρά επεξεργασία για την αποτροπή της οξείδωσης ή περαιτέρω επεξεργασίας του τσαγιού. Αυτό δίνει την χαρακτηριστική γεύση του λευκού τσαγιού. Το όνομα του προέρχεται από τις λεπτές ασημί-άσπρες τρίχες στα μπουμπούκια του φυτού το οποίο δίνει στο φυτό μια υπόλευκη εμφάνιση. Παρόλο που ονομάζεται λευκό το ποτό αυτό δεν λευκό ή άχρωμο αλλά έχει χρώμα ωχρό κίτρινο. Τέλος το λευκό τσάι είναι πλούσιο σε πολυφαινόλες και περιέχει υψηλά επίπεδα κατεχινών.



Εικόνα 3. Λευκό τσάι (www.islandteashop.com).

ΠΡΑΣΙΝΟ ΤΣΑΙ

Το πράσινο τσάι (**Εικόνα 4**) προέρχεται από την Κίνα και γίνεται αποκλειστικά από τα φύλλα της *Camellia Sinensis* τα οποία έχουν υποστεί ελάχιστη οξείδωση κατά την διάρκεια της επεξεργασίας. Πολλές από τις ποικιλίες του πράσινου τσαγιού έχουν δημιουργηθεί από τις χώρες όπου καλλιεργούνται. Οι ποικιλίες αυτές μπορεί να διαφέρουν σημαντικά λόγω μεταβλητών συνθηκών ανάπτυξης, την φυτοκομία (κηπουρική), την διεκπεραίωση της παραγωγής και την πάροδο του χρόνου.

Το πράσινο τσάι είναι πλούσιο σε πολυφαινόλες (αντιοξειδωτικές ουσίες) και τεΐνη (αλκαλοειδές). Τα αντιοξειδωτικά είναι φυσικά συστατικά που συμβάλουν στην καταπολέμηση των βλαβερών για τον οργανισμό ελευθέρων ριζών οξυγόνου, οι οποίες πιστεύεται ότι προκαλούν πολλές ασθένειες. Τα κύρια χαρακτηριστικά του πράσινου τσαγιού είναι τα αντιοξειδωτικά, οι πολυφαινόλες όπως οι τανίνες (κατεχίνες, επιγαλλοκατεχίνη), φλαβονόλες, άλλα φλαβονοειδή, θεογαλίνη, γαλλικό οξύ, κινινικό οξύ, θεαννίνη, μεθυλοξανθίνες, θεοφλαβίνες, καφεΐνη αρωματικά έλαια, χρωστικές ουσίες, σαπωνίνες, αμινοξέα και επίσης μέταλλα (Σίδηρο, Χαλκό, ψευδάργυρο, Κάλιο, Φώσφορο και Φθόριο) και βιταμίνες (K, A, B, E, C) κ.α.



Εικόνα 4. Φύλλα πράσινου τσαγιού (www.homefarming.gr).

ΜΑΥΡΟ ΤΣΑΙ

Το μαύρο τσάι (**Εικόνα 5**) είναι το δεύτερο της οικογένειας των τειδών που προέρχεται από το Ασσάμ. Καλλιεργείται στην Ινδία, την Κεϋλάνη, την Ιαπωνία, την Ιάβα και την Κένυα. Τα φύλλα του είναι πλούσια σε καφεΐνη, τανίνη, και αρωματικές ουσίες. Το μαύρο τσάι αποτελείται από εκείνα τα φύλλα που ζυμώνονται περισσότερες φορές και καβουρδίζονται περισσότερο ενώ σε αντίθεση με το πράσινο, το λευκό και το oolong τσάι οξειδώνεται περισσότερο. Η γεύση του είναι ισχυρότερη από τα υπόλοιπα λιγότερο οξειδωμένα τσάγια.



Εικόνα 5. Φύλλα μαύρου τσαγιού (www.letscook.gr).

Οι κυριότερες ποικιλίες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μαύρου τσαγιού είναι οι εξής δύο. Η πρώτη και η πιο διαδεδομένη ποικιλία είναι η μικρή κινέζικη ποικιλία φυτών *Camellia Sinensis sinensis* και από το φυτό *Assamese (Camellia Sinensis assamica)* η οποία παραδοσιακά χρησιμοποιείται για το μαύρο τσάι αν και τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται και για το πράσινο αλλά και για το άσπρο τσάι.

ΟΟΛΟΝΓ ΤΣΑΙ

Το oolong τσάι (**Εικόνα 6**) είναι ένα παραδοσιακό κινέζικο τσάι το οποίο παράγεται μέσα από μια μοναδική διαδικασία κατά την οποία τα φύλλα μαραίνονται κάτω από τον δυνατό ήλιο με σκοπό την οξειδωση τους. Ο βαθμός ζύμωσης μπορεί να κυμαίνεται από 8% έως 85% ανάλογα με την ποικιλία και το ύφος της παραγωγής. Οι διάφορες ποικιλίες oolong επεξεργάζονται διαφορετικά, αλλά τα φύλλα που σχηματίζονται σε μια από τις από τις δυο διαφορετικές μορφές (Ho, Lin & Shahidi, 2009).



Εικόνα 6. Φύλλα Oolong τσαγιού (www.Wikipedia.org).

Οι κλιματολογικές συνθήκες της χώρας μας έχουν βοηθήσει να καλλιεργηθούν διάφορες ποικιλίες οι οποίες έχουν πάρει το όνομα τους από την περιοχή που καλλιεργούνται. Μερικά από το πιο γνωστά τσάγια είναι το δίκταμο που το όνομα του το πήρε από το κρητικό όρος Δίκτη όπου ευδοκιμεί, η μέντα η ονομασία της οποίας προέρχεται από την λατινική ρίζα *menthe* ενώ η ελληνική ονομασία είναι ηδύοσμος λόγω του έντονα γλυκού αρώματος του φυτού. Το φλαμουρί ή τίλιο έχει και αυτό λατινική ρίζα

tilia ή tiglio και το χαμομήλι που πήρε το όνομα του από τις λέξεις «χαμαί» και «μήλον» και σημαίνει «μήλο που φυτρώνει κάτω».



Εικόνα 7. Τσάι του βουνού (www.Wikipedia.org).

Εκτός από τις παραπάνω ποικιλίες το πιο διαδεδομένο τσάι που καλλιεργείται στην χώρα μας είναι το τσάι του βουνού (**Εικόνα 7**). Ανήκει στο γένος *Sideritis* και χρησιμοποιείται ευρύτατα εκτός από την Ελλάδα και σε άλλες μεσογειακές χώρες. Το γένος *Sideritis* περιλαμβάνει περίπου 80 είδη που ανήκουν στα χειλανθή. Πρόκειται για μονοετείς ή πολυετείς πόες, αποξηλωμένες κάποιες φορές στην βάση και χνουδωτές. Τα άνθη είναι μικρά κίτρινα ή λευκά κατά σπόνδυλους απομακρυσμένους ή πλησίον αλλήλους χωρίς βράκτια. Τα είδη αυτά είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά στην ξηρασία και στις χαμηλές θερμοκρασίες. Επιπλέον είναι ιδιαίτερα προσαρμοσμένα για να επιβιώσουν σε απόκρημνες βραχώδεις περιοχές με υψόμετρο άνω των 1000 μέτρων. Δεν απαιτούν πλούσια εδάφη και προτιμούν θέσεις με ελαφρό έδαφος όχι ιδιαίτερα βαθύ, όχι συνεκτικό αλλά με άφθονο ήλιο

Από τα περίπου 17 είδη που αυτοφύονται στην Ελλάδα τα πιο γνωστά είναι:

1) ΤΣΑΙ ΒΛΑΧΙΚΟ (*Sideritis athena*)

Είναι πολυετής πόα ύψους μέχρι 40 εκ. που καλύπτεται με μικρές αδενώδεις τρίχες. Ο βλαστός του στην βάση είναι ξυλώδης, αρκετά όρθιος απλός ή με διακλαδώσεις. Τα φύλλα του έχουν χρώμα ανοιχτό πράσινο ή

κιτρινοπράσινο και είναι λογχοειδή. Ο κάλυκας είναι κωδωνοειδής σκεπάζεται με αδένες και τα πέταλα του άνθους έχουν χρώμα κίτρινο (Εικόνα 8). Αυτοφύεται στον Άθω, στην Πίνδο και στα ορεινά της Σαμοθράκης.



Εικόνα 8. Τσάι βλάχικο (www.tsaiaptavna.blogspot.com).

2) ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΜΑΛΕΒΟΥ Ή ΤΣΑΙ ΤΑΥΓΕΤΟΥ (*Sideritis Clandestina*)

Είναι πολυετής πόα, ύψους μέχρι 40 εκ. Ο βλαστός του στην βάση είναι ξυλώδης, απλός ή διακλαδισμένος σε δευτερεύοντες. Τα φύλλα του είναι χνουδωτά, σταχτόχροα, επιμήκη – λογχοειδή, ακέραια ή πριονωτά τα κατώτερα με μίσχο και τα ανώτερα επιφυή ή με μίσχο. Ο κάλυκας είναι κωδωνοειδής, σκεπάζεται από πυκνές τρίχες και τα πέταλα του άνθους έχουν χρώμα κίτρινο (Εικόνα 9). Αυτοφύεται πάνω στους βράχους, στις υποαλπικές και περιοχές του Μαλεβού, του Ταυγέτου και της Κυλλήνης.



Εικόνα 9. Τσάι Ταυγέτου (www.mani.org.gr).

3) ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΟΛΥΜΠΟΥ (*Sideritis Scardica*)

Είναι πολυετής πόα, ο βλαστός του είναι λίγο ξυλώδης στη βάση, είναι απλός ή διακλαδισμένος με δευτερεύοντες. Τα φύλλα του είναι πράσινα λογχοειδή ακέραια ή ελαφρώς πριονωτά με λευκό χνούδι, τα κατώτερα έμμισχα και τα ανώτερα άμισχα. Ο κάλυκας είναι μάλλον κωδωνοειδής και καταλήγει σε δόντια, καλύπτεται από πυκνές τρίχες και τα πέταλα του άνθους έχουν ζοηρό κίτρινο χρώμα (Εικόνα 10). Αυτοφύεται σε βραχώδη εδάφη της υποαλπικής ζώνης του Ολύμπου, Κίσαβου, Πηλίου και Σκάρδου.



Εικόνα 10. Τσάι του Ολύμπου (www.ihunt.gr).

4) ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΠΑΡΝΑΣΣΟΥ Ή ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΕΛΟΥΧΙΟΥ (*Sideritis Raeseri*)

Είναι πολυετής πόα, ύψους μέχρι 40 εκ. Ο βλαστός είναι λεπτός, χνουδωτός, συνήθως απλός και σπάνια διακλαδισμένος. Τα φύλλα είναι στενά, λογχοειδή, τα κατώτερα με μίσχο και τα ανώτερα άμισχα. Έχουν πράσινο χρώμα ως λευκοπράσινο και είναι ακέραια ή ελαφρώς πριονωτά. Ο κάλυκας έχει λευκοπράσινο χρώμα καταλήγει σε δόντια και τα πέταλα του άνθους έχουν χρώμα κίτρινο (Εικόνα 11). Αυτοφύεται στον Παρνασσό, Τυμφρηστό (Βελούχι), και σε άλλα βουνά της Αιτωλίας, Δωρίδας και Φθιώτιδας.



Εικόνα 11. Χαρακτηριστικό αυτοφύες φυτό τσάι Παρνασσού το γένος *Sideritis Raeseri* σε υψόμετρο άνω των 1000 μέτρων στο όρος Όρθρυς (www.mylona.gr).

5) ΤΣΑΙ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ (*Sideritis Syriaca* L)

Είναι γνωστό ως Μαλοτήρα ή Καλοκοιμηθιά. Είναι πολυετής πόα, ύψους μέχρι 50 εκατοστά. Έχει βλαστό ισχυρό, τετράγωνο, όρθιο (**Εικόνα 12**), απλό που σκεπάζεται με πυκνό ή λευκό χνούδι (**Εικόνα 13**). Τα φύλλα του έχουν χρώμα λευκοπράσινο καλύπτονται με πυκνό χνούδι είναι επιμήκη- λογχοειδή, ακέραια ή πριονωτά τα κατώτερα με μίσχο και τα ανώτερα άμισχα. Ο κάλυκας είναι σωληνοειδής που καταλήγει σε δόντια και σκεπάζεται από μακρύ και πυκνό τρίχωμα και τα πέταλα του άνθους έχουν χρώμα κίτρινο (**Εικόνα 14**). Αυτοφύεται στα ψηλά βουνά της Κρήτης και κυρίως στα Λευκά Όρη στον Ψηλορείτη σε ύψος 1300 – 2000 μέτρα.



Εικόνα 12. Τσάι της Κρήτης (www.cityfarmer.gr).



Εικόνα 13. Βλαστός τσαγιού Κρήτης που σκεπάζεται με λευκό χνούδι (www.cityfarmer.gr).



Εικόνα 14. Πέταλα του άνθους τσαγιού Κρήτης (www.cityfarmer.gr).

6) ΤΣΑΙ ΤΗΣ ΕΥΒΟΙΑΣ (*Sideritis Euboea* Heldr) Ή ΤΣΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΔΕΛΦΙ

Είναι πολυετής πόα ύψους 30-50 εκ. με πυκνό ή λευκό χνούδι σε όλα τα μέρη του. Ο βλαστός του είναι ισχυρός αποξυλωμένος προς την βάση, απλός ή μερικές φορές διακλαδισμένος. Τα φύλλα του έχουν πυκνό χνούδι, είναι επιμήκη και τα κατώτερα έχουν μίσχο. Ο κάλυκας είναι σωληνοειδής που καταλήγει σε δόντια και έχει χνούδι. Τα πέταλα του άνθους έχουν χρώμα κίτρινο (Εικόνα 15). Αυτοφύεται άφθονα στο βουνό Δίρφο σε υψόμετρο 1000-1500 μέτρα (Διάσελο, Δίρφος, Σκοτεινή, Σέτα, Στρόπανες, Μετόχι κλπ) . Επίσης υπάρχει στο Ξεροβούνι Ευβοίας σε υψόμετρο 1400 μέτρα (Εγκυκλοπαίδεια ΔΟΜΗ, Εγκυκλοπαίδεια Επιστήμη και Ζωή).



Εικόνα 15. Τσάι της Εύβοιας (www.ihunt.gr).

Εδώ θα πρέπει να διευκρινίσουμε ότι τα τσάγια από βότανα ονομάζονται καταχρηστικά τσάγια ενώ δεν είναι γιατί στην πραγματικότητα δεν προέρχονται από το φυτό τειόδεντρο. Τα ροφήματα τους όμως παρασκευάζονται με τον ίδιο τρόπο που παρασκευάζεται και το ρόφημα που δίνει το τειόδεντρο δηλαδή ως εκχύλισμα φυτικών μερών σε ζεστό. Έτσι η ονομασία τσάι έχει αποκτήσει ευρύτερη σημασία και χρησιμοποιείται για όλα τα ροφήματα από βότανα (Potter N. 1995).

1.3 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

Τα φρέσκα φύλλα τσαγιού περιέχουν κατά μέσο όρο περίπου 36% πολυφαινολικά συστατικά, 25% υδατάνθρακες, 15% πρωτεΐνες, 6,5% λιγνίνη, 5% τέφρα, 4% αμινοξέα, 2% λιπίδια, 1,5% οργανικά οξέα, 0,5% χλωροφύλη, καθώς και καρετονοειδή και διάφορες άλλες ουσίες σε ποσοστό κάτω του 0,1% (Luczaj & Skrzydlewska, 2005).

Οι τρεις κύριες κατηγορίες συστατικών είναι:

- I. Η καφεΐνη (διεγερτικό που βοηθά στην διατήρηση γεύσης και αρώματος)
- II. Οι ταννίνες (δίνουν στο τσάι το χρώμα και την δύναμη)
- III. Τα αιθέρια έλαια (δίνουν το άρωμα και την γεύση)

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η χημική σύσταση εξαρτάται από την ηλικία των φύλλων και τον τρόπο επεξεργασίας αλλά και τις συνθήκες που αναπτύχθηκε το φυτό (έδαφος, καιρικές συνθήκες).

Οι υδατάνθρακες που περιέχει το τσάι είναι η γλυκόζη, η φρουκτόζη, η σουκρόζη, οι πηκτίνες και η κυτταρίνη ενώ από λιπίδια περιέχει λινολεϊκό οξύ, α-λινολεϊκό και σιγμαστερόλη. Επίσης περιέχει βιταμίνες Β, C, E, βάσεις της ξανθίνης όπως καφεΐνη και θεοφυλλίνη, αλδεΐδες, εστέρες, αλκοόλες, λακτόνες, μέταλλα και ιχνοστοιχεία (Ca, Mg, Cr, Fe, Cu, Zn, Mo, Se, Na, P, Co, Sr, Ni, K, F) (Cabrera, Artacho & Gimenez, 2006). Τέλος οι πολυφαινόλες και οι κατεχίνες, δύο από τα πιο γνωστά συστατικά του τσαγιού θα αναλυθούν εκτενέστερα στο 2^ο μέρος της εργασίας.

1.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΣΑΓΙΟΥ

Όπως είχε αναφερθεί και νωρίτερα υπάρχουν δύο κύριες ποικιλίες φυτών τσαγιού. Η πρώτη ποικιλία με μικρά φύλλα γνωστή ως *Camellia Sinensis* η οποία αναπτύσσεται στις δροσερές υψηλές ορεινές περιοχές της κεντρικής Κίνας και της Ιαπωνίας. Η δεύτερη ποικιλία, με μεγάλα φύλλα γνωστή ως *Camellia Assamica* ευδοκίμει περισσότερο στα υγρά τροπικά κλίματα που βρίσκονται στην βορειοανατολική Ινδία και τις επαρχίες Szechuan και Yunnan της Κίνας που παράγει σκούρα πράσινα γυαλιστερά φύλλα και μικρά λευκά άνθη (**Εικόνα 16**). Επιπλέον υπάρχουν πολυάριθμα υβρίδια που προέρχονται από τα παραπάνω είδη τα οποία έχουν αναπτυχθεί για να ταιριάζουν σε διαφορετικές συνθήκες. (www.foodbites.eu)



Εικόνα 16. Καλλιέργεια τσαγιού *Camellia Sinensis* (www.foodbites.eu).

Το τσάι ευδοκιμεί μεταξύ του τροπικού κύκλου του Καρκίνου και του Αιγόκερω και απαιτεί μέχρι 1000 έως 1250 mm βροχής ετησίως καθώς και θερμοκρασία μεταξύ 10-30oC και μπορεί να ευδοκιμεί από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι υψόμετρο 2400 μέτρα. Τα περισσότερα φύλλα τσαγιού έχουν μια περίοδο ανάπτυξης και μια περίοδο “κοίμησης” συνήθως κατά την διάρκεια του χειμώνα. Τα φύλλα συλλέγονται, όμως οι νέοι βλαστοί του τσαγιού αναπτύσσονται. Στα θερμότερα κλίματα, τα φυτά έχουν διάφορες περιόδους βλάστησης και μπορεί να γίνει η συγκομιδή καθ’ όλη την διάρκεια του χρόνου. Σε ψυχρότερες συνθήκες η εποχή συγκομιδής είναι καθορισμένη. Από τις πρώτες ανθήσεις η εποχή συγκομιδής είναι καθορισμένη. Από τις πρώτες ανθήσεις συνήθως την άνοιξη τα φύλλα δίνουν το τσάι με την υψηλότερη ποιότητα (www.foodbites.eu). Υπάρχει μια κινέζικη παροιμία που αναφέρει ότι “το ανώτερο τσάι προέρχεται από υψηλά βουνά”. Αυτή η παροιμία ισχύει γιατί το υψόμετρο και η ομίχλη των βουνών βοηθούν το φυτό ώστε να προστατεύσει ενάντια στο πάρα πολύ έντονο ηλιακό φως και παρέχουν την κατάλληλη θερμοκρασία και υγρασία για να επιτρέψουν στα φύλλα να αναπτυχθούν αργά και να παραμείνουν τρυφερά. Η ποιότητα και η γεύση ενός ιδιαίτερου τσαγιού επηρεάζεται από το περιβάλλον (χώρα, κλίμα και το υψόμετρο) αλλά και από τον κατασκευαστή του τσαγιού που αποφασίζει πότε και πως το φύλλο θα συλλεχθεί και πως θα υποβληθεί σε επεξεργασία.

Ο κήπος τσαγιού ή κτήμα τσαγιού (**Εικόνα 17**) είναι το μέρος όπου η γεύση του τσαγιού θα δημιουργηθεί με ιδιαίτερη φροντίδα και προσοχή ώστε να διασφαλιστούν οι καλύτερες δυνατές συνθήκες ανάπτυξης του φυτού. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να φυτευτούν δέντρα για να παρέχουν σκιά ή να δημιουργηθούν ανεμοθραύστες ώστε να αποτραπεί η καταστροφή από τους ισχυρούς ανέμους ιδιαίτερα στις πεδιάδες Assam. Τα φυτά τοποθετούνται σε σειρές με περίπου ένα μέτρο απόσταση το ένα από το άλλο. Οι θάμνοι πρέπει να κλαδεύονται κάθε τέσσερα έως πέντε χρόνια προκειμένου ο θάμνος να ανανεωθεί και να κρατηθεί σε κατάλληλο ύψος οι εργάτες που συλλέγουν τα φύλλα να μπορούν να πάρουν το τσάι. Ένας θάμνος τσαγιού μπορεί άνετα να παράγει καλό τσάι για 50 έως 70 χρόνια αλλά μπορεί μετά τα 50 χρόνια η απόδοση των φυτών μειώνεται. Τότε θα εξεταστεί αν χρειάζονται αντικατάσταση οι μεγαλύτεροι σε ηλικία θάμνοι από τους νεότερους θάμνους οι οποίοι αναπτύσσονται στο φυτώριο του κτήματος. (www.foodbites.eu).

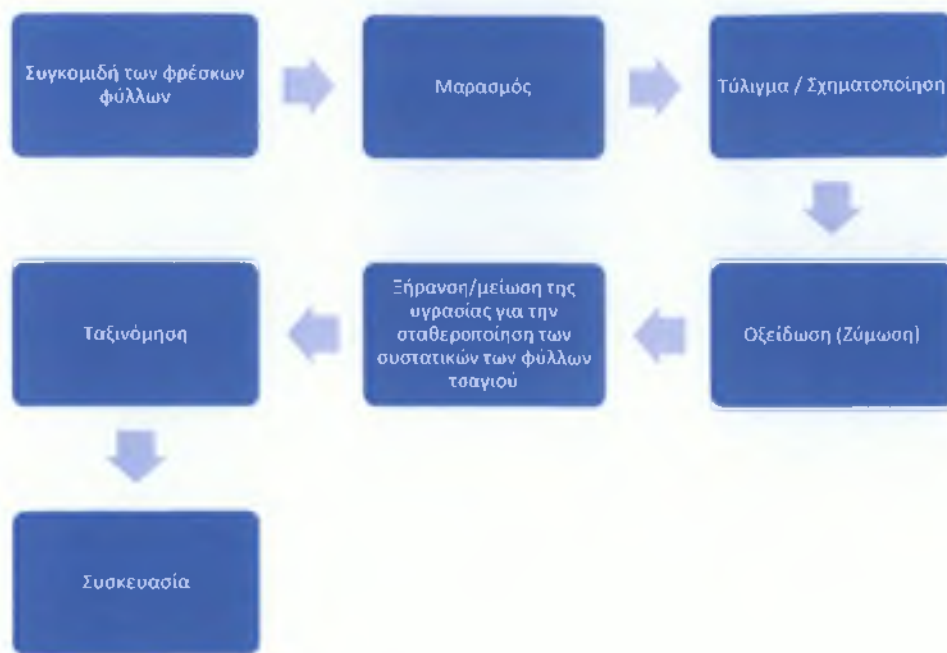


Εικόνα 17. Κήπος τσαγιού στην Ινδία (www.trekearth.com).

Οι περίοδοι συγκομιδής των φύλλων εξαρτάται από το κλίμα. Τα φύλλα των φυτών τσαγιού μπορούν να συλλεχθούν σε διάστημα 7 έως 12 ημέρες κατά την διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης. Η συγκομιδή του τσαγιού είναι εξαντλητική εργασία και απαιτεί ιδιαίτερες ικανότητες (για την παραγωγή ενός μόνο κιλού με επεξεργασμένου τσαγιού απαιτούνται δύο με τρεις χιλιάδες φύλλα). Επίσης οι εργάτες θα πρέπει να γνωρίζουν την ακριβή στιγμή στην οποία τα φύλλα πρέπει να κοπούν ώστε να εξασφαλιστεί η συλλογή των τρυφερότερων φύλλων που θα παράγουν τσάγια ανώτερης ποιότητας.

1.5 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΣΑΓΙΟΥ

Η διαδικασία της μετατροπής των φρέσκων φύλλων τσαγιού στο τσάι που απολαμβάνουμε αναπτύχθηκε κατά την αρχαιότητα από τους κινέζους και παρά την εκμηχάνιση παραμένει σε μεγάλο βαθμό αμετάβλητη. Οι διαφορές στον τρόπο που γίνεται η επεξεργασία των φύλλων τσαγιού δηλαδή από τις διαφορές στην οξείδωση έχουν ως αποτέλεσμα την παραγωγή των τριών κυριότερων ειδών τσαγιού το μαύρο, το πράσινο και το oolong.



Διάγραμμα 1. Διάγραμμα της διαδικασίας παρασκευής του τσαγιού.

Η διαδικασία παραγωγής τσαγιού περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια (**Διάγραμμα 1**):

- 1) Συγκομιδή των φρέσκων φύλλων
- 2) Μαρασμός
- 3) Τύλιγμα/ Σχηματοποίηση
- 4) Οξείδωση (ζύμωση)
- 5) Ξήρανση/ Μείωση υγρασίας για την σταθεροποίηση των συστατικών των φύλλων τσαγιού
- 6) Ταξινόμηση
- 7) Συσκευασία

Τώρα θα αναλυθεί τι συμβαίνει σε κάθε στάδιο ξεχωριστά.

1) ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΤΩΝ ΦΡΕΣΚΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΤΣΑΓΙΟΥ

Η συλλογή των φύλλων τσαγιού είναι μια δύσκολη διαδικασία με πολλά λεπτά σημεία που είναι κρίσιμα για την ποιότητα του προϊόντος που θα παραχθεί. Ο τρόπος αποκοπής των φύλλων από το φυτό, το ύψος του φυτού από το συλλέγονται, το είδος του φύλλου που θα επιλεγεί για αποκοπή αλλά και ο χρόνος συλλογής έχουν μεγάλη σημασία. Όλα τα παραπάνω παίζουν ρόλο στην ποιότητα του τσαγιού που θα παραχθεί. Η συλλογή του τσαγιού μπορεί να γίνει και με μηχανικά μέσα και ανάλογα με την

κατεργασία και τους διάφορους τύπους τσαγιού παράγεται το λευκό, το πράσινο, το μαύρο και το oolong τσάι (Εικόνα 18). Ένας συνηθισμένος θάμνος τσαγιού παράγει περίπου τρεις χιλιάδες φύλλα τσαγιού το χρόνο από τα οποία παράγονται μόνο 400 gr έτοιμου κατεργασμένου τσαγιού. Αφού γίνει η συλλογή των φύλλων τσαγιού αυτά μεταφέρονται μέσα σε καλάθια στο εργοστάσιο όπου πρόκειται να κατεργαστούν (Εικόνα 19). Τα στάδια τη κατεργασίας εξαρτώνται από τον τύπο του τσαγιού που επιθυμούμε να παραχθεί.



Εικόνα 18. Συγκομιδή των φύλλων τσαγιού στην περιοχή Darjiling στην Ινδία (www.Britannica.com).



Εικόνα 19. Εργοστάσιο τσαγιού στην Ταϊβάν (www.Wikipedia.org).

2) ΜΑΡΑΣΜΟΣ

Τα φύλλα του τσαγιού αρχίζουν να μαραίνονται με ταχύ ρυθμό μετά από την συλλογή και παράλληλα αρχίζει σταδιακά η οξείδωση. Για τον λόγο αυτό η διαδικασία γίνεται με συγκεκριμένες προδιαγραφές και κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες για να διασφαλιστεί η τελική ποιότητα του προϊόντος. Ο στόχος είναι να απομακρυνθεί η περίσσεια του νερού από τα φύλλα του τσαγιού και να μειωθεί η υγρασία στα φύλλα μέχρι και 70% (ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή). Μάλιστα σε ορισμένες περιπτώσεις τα φύλλα χάνουν περισσότερο από το ¼ του βάρους τους. Το τσάι μπορεί να τοποθετηθεί στον ήλιο ή να απλωθεί σε ένα δίκτυο αυλακιών σε δροσερό και ευάερο χώρο. Στους ειδικά διαμορφωμένους χώρους διοχετεύεται αέρας ανάμεσα στο φύλλα του τσαγιού αφαιρώντας την υγρασία με ομοιόμορφο τρόπο (Εικόνα 20). Αυτή η διαδικασία διαρκεί 12 έως 17 ώρες περίπου. Κατά το τέλος αυτού του σταδίου τα φύλλα είναι μαλακά και εύκαμπτα και έτσι στην συνέχεια τυλίγονται ευκολότερα (www.foodbites.eu).



Εικόνα 20. Το στάδιο του μαρασμού των φύλλων τσαγιού (www.teafountain.com).

3) ΤΥΛΙΓΜΑ

Το τσάι τοποθετείται σε μια τυλιχτική μηχανή η οποία περιστρέφεται οριζόντια στο κυλιόμενο τραπέζι (Εικόνα 21). Στο στάδιο αυτό αλλάζει η μορφή των φύλλων και τα φύλλα «κατσαρώνουν» και περιελίσσονται σπειροειδώς. Κατά την διάρκεια της διαδικασίας του τυλίγματος σπάνε τα φύλλα για να είναι ανοιχτά, όταν θα αρχίσει η επόμενη επεξεργασία (www.foodbites.eu). Αντί για το παραδοσιακό και απαλό τύλιγμα, χρησιμοποιούνται άλλες δύο μέθοδοι για την παραγωγή του μαύρου κυρίως τσαγιού δηλαδή του αερίσματος και του διαχωρισμού της σκόνης. Αυτά τα τσάγια προορίζονται συνήθως για την παραγωγή τσαγιού σε σακουλάκια. Οι δύο μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι η CTC και η LTP.



Εικόνα 21. Το στάδιο του τυλίγματος των φύλλων τσαγιού (www.teafountain.com).

Η ΜΕΘΟΔΟΣ CTC (Cut, Tear, Curl)

Το CTC σημαίνει σύνθλιψη, σκίσιμο και κατσάρωμα. Σε αυτή την μέθοδο το μαραμένο φύλλο κόβεται συχνά σε ένα ομοιόμορφο μέγεθος από την μηχανή. Κατόπιν τα φύλλα διοχετεύονται στην CTC μηχανή όπου συνθλίβονται, σχίζονται και κατσαρώνουν σε μια ενιαία λειτουργία από μεταλλικούς κυλίνδρους. Ο εκχυλισμένος χυμός συλλέγεται και προστίθεται στα φύλλα πάλι. Τα συνθλιμμένα φύλλα έπειτα οξειδώνονται, ξηραίνονται και ταξινομούνται. Η μέθοδος CTC χρησιμοποιείται κυρίως στις περιοχές της Ινδίας.

Η ΜΕΘΟΔΟΣ LTP

Η μέθοδος LTP είναι η τρίτη μέθοδος παραγωγής του μαύρου τσαγιού και πήρε το όνομα της από τον εφευρέτη της σχετικής μηχανής του επεξεργαστή τσαγιού Lawrie. Σε αυτή την μέθοδο τα μαραμένα φύλλα συχνά ισιώνονται πριν υποβληθούν σε επεξεργασία στην μηχανή LTP. Εδώ σχίζονται ουσιαστικά σε κομμάτια από λεπίδες που περιστρέφονται με υψηλή ταχύτητα και στην συνέχεια ακολουθούν τα στάδια οξείδωσης, ξήρανσης και ταξινόμησης.

4) ΟΞΕΙΔΩΣΗ

Ιδιαίτερα σημαντικό είναι το στάδιο της οξείδωσης των φύλλων τσαγιού για την παραγωγή του προϊόντος επειδή αφενός από το χρόνο οξείδωσης εξαρτάται ο τύπος τσαγιού που θα παραχθεί και αφετέρου επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την γεύση και το άρωμα. Για αυτό γίνεται κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. Η

συνήθης θερμοκρασία είναι 26°C και ο χρόνος κυμαίνεται από μισή έως 2 ώρες. Η διαδικασία αυτή ελέγχεται συνήθως με την χρήση θερμομέτρου αλλά απαιτούνται και αρκετά χρόνια εμπειρίας. Η διαδικασία αν και είναι γνωστή και ως «ζύμωση» στην πραγματικότητα όμως δεν γίνεται ζύμωση.

Η ζύμωση στην διαδικασία παρασκευής του τσαγιού αναφέρεται στην έκθεση των φύλλων του τσαγιού στο οξυγόνο (οξειδωση). Ο χρόνος της οξειδωσης καθορίζει τον τύπο και την ποιότητα του τσαγιού. Έχοντας υπόψη ότι η οξειδωση αρχίζει από το στάδιο του τυλίγματος των φύλλων παρατηρούμε ότι το χρονικό διάστημα μεταξύ αυτών των σταδίων είναι ζωτικής σημασίας για την ποιότητα του τσαγιού. Μόλις το τύλιγμα είναι πλήρες το τσάι, είτε τοποθετείται σε ειδικές δεξαμενές, είτε απλώνονται σε τραπέζια. Αυτό δημιουργεί την γεύση, το χρώμα και την δύναμη του τσαγιού. Κατά την διάρκεια αυτής της διαδικασίας το φύλλο αλλάζει χρώμα και από πράσινο γίνεται ανοιχτό καφέ και στην συνέχεια σκούρο καφέ. Όσο περισσότερο οξειδώνεται τόσο πιο σκούρο είναι το τσάι. Τα πράσινα τσάγια δεν είναι οξειδωμένα ή είναι για πολύ μικρή χρονική περίοδο. Τα τσάγια oolong είναι μερικώς οξειδωμένα ενώ τα μαύρα τσάγια είναι πιο πλήρως οξειδωμένα. Μόλις συμπληρωθεί ο χρόνος ο απαιτούμενος χρόνος οξειδωσης τα φύλλα αποξηραίνονται και η οξειδωση σταματά (www.foodbites.eu).

5) ΞΗΡΑΝΣΗ

Για να σταματήσει η διαδικασία οξειδωσης, το τσάι περνά μέσα από στεγνωτήρες καυτού αέρα. Αυτό μειώνει την συνολική περιεκτικότητα σε υγρασία κάτω από περίπου 3% και σταματά τα ένζυμα. Η οξειδωση θα σταματήσει από αυτή την διαδικασία και τώρα το ξηρό τσάι είναι έτοιμο για να ταξινομηθεί σε κατηγορίες πριν από την συσκευασία (www.foodbites.eu).

6) ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Το τελικό στάδιο είναι η ταξινόμηση των φύλλων σε κατηγορίες ανάλογα με τα μεγέθη τους (ολόκληρα φύλλα, σπασμένα, fannings και σκόνη), συνήθως με την χρήση κοσκίνων (www.foodbites.eu).

7) ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Το τσάι συσκευάζεται κανονικά σε μεγάλα ξύλινα κιβώτια και εξάγεται. Επιπλέον μπορεί περαιτέρω να συσκευαστεί σε μικρότερες συσκευασίες τα σακουλάκια τσαγιού κλπ (www.foodbites.eu).

1.5.1 ΤΥΠΟΙ ΤΣΑΓΙΟΥ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Όπως έχει αναφερθεί παραδοσιακά το τσάι κατηγοριοποιείται σε τέσσερις κύριες ομάδες το πράσινο, το λευκό, το μαύρο και το oolong τσάι. Αυτή η κατηγοριοποίηση βασίζεται στο βαθμό ζύμωσης (οξειδωσης) που έχουν υποστεί τα φύλλα τσαγιού.

Το μαύρο τσάι παράγεται ως εξής:

Τα φρέσκα φύλλα που έχουν συλλεχθεί μαραίνονται, κόβονται ή συνθλίβονται και εκτίθενται στον αέρα για να γίνει η οξειδωση τους. Με την παρουσία του αέρα/οξυγόνου λαμβάνει χώρα μια ενζυμική αντίδραση που επιδρά στις κατεχίνες στα φύλλα τσαγιού. Έτσι οι κατεχίνες πολυμερίζονται και μετατρέπονται σε άλλα αντιοξειδωτικά στα φλαβονοειδή, στις Θειαρουμπνικές και στις Θειαφλαβίνες. Αυτά τα φλαβονοειδή δίνουν το σκούρο χρυσοκάστανο χρώμα και την ιδιαίτερα πλούσια γεύση στο μαύρο τσάι.

Το πράσινο τσάι παράγεται ως εξής:

Τα πράσινα φύλλα τσαγιού συνήθως θερμαίνονται με ατμό ή σε ειδικό τηγάνι αμέσως μετά την συλλογή. Αυτό το βήμα της θέρμανσης σταματά την επίδραση του οξυγόνου και την ενζυμική αντίδραση. Με τον τρόπο αυτό το πράσινο τσάι παραμένει πλούσιο σε κατεχίνες.

Το λευκό τσάι παράγεται ως εξής:

Το λευκό τσάι προέρχεται από μπουμπούκια και μερικές φορές από τα νεαρά φύλλα του φυτού. Δεν υφίσταται οξειδωση και τα μπουμπούκια πρέπει να προστατεύονται από το φως του ήλιου για να προληφθεί ο σχηματισμός της χλωροφύλλης. Τα μπουμπούκια καλύπτονται με «ασημένια» υφάσματα, φτιαγμένα από λεπτές ίνες, ώστε να προστατεύεται από το φως του ήλιου για να αποτραπεί ο σχηματισμός της χλωροφύλλης. Η διαδικασία είναι λεπτή και επιτρέπει μια πιο λεπτή και

φρουτώδη γεύση. Το λευκό τσάι παράγεται σε μικρότερη ποσότητα από ότι τα περισσότερα από τα άλλα είδη τσαγιού και μπορεί συνεπώς να είναι πιο ακριβό από ότι το τσάι που προέρχεται από το ίδιο φυτό, αλλά έχει υποβληθεί σε άλλη επεξεργασία με άλλες μεθόδους.

Το oolong τσάι παράγεται ως εξής:

Το oolong τσάι είναι η «ενδιάμεση» γεύση μεταξύ του μαύρου και του πράσινου τσαγιού. Τα φύλλα του τσαγιού υφίστανται ζύμωση αλλά για λιγότερο χρόνο από ότι για την παραγωγή του μαύρου τσαγιού. Το oolong τσάι περιέχει φλαβονοειδή που βρίσκονται τόσο στο πράσινο όσο και μαύρο τσάι όπως και το χρώμα και η γεύση βρίσκονται ανάμεσα σε αυτά (www.foodbites.eu).

1.5.2 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΕΙΔΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ ΤΣΑΓΙΩΝ

Υπάρχουν διάφορα σκευάσματα τσαγιού διαθέσιμα για τα οποία δεν ταιριάζει η συνηθισμένη κατάταξη. Αυτά είναι:

- *Pu-erth*: Τσάι που έχει υποστεί διπλή ζύμωση και μπορεί να καταναλωθεί μέχρι και 50 χρόνια μετά την παραγωγή.
- *Κίτρινο τσάι*: Το τσάι αυτό υποβάλλεται σε επεξεργασία παρόμοια με το πράσινο τσάι αλλά με πιο αργή φάση ξήρανσης.
- *Chong Cha*: Το Chong Cha παράγεται από τους σπόρους των θάμνων του τσαγιού και όχι από τα φύλλα του.
- *Kukicha*: Το kukicha ή αλλιώς το τσάι του χειμώνα παράγεται από τα κλαδιά και από παλιά φύλλα που συλλέγονται από το φυτό του τσαγιού κατά την διάρκεια της περιόδου του «ληθάργου των δέντρων» που ξηραίνονται/ψήνονται πάνω από φωτιά.
- *Lapsang*: Το Lapsang ξηραίνεται με καύση πεύκου, έτσι ώστε να αναπτυχθεί μια δυνατή καπνιστή γεύση.
- *Rize Tea*: Είναι ένα δυνατό μαύρο τσάι που παράγεται στην Τουρκία με ξεχωριστή γεύση και ιδιαίτερη προετοιμασία που συμπεριλαμβάνει και προθέρμανση. Σερβίρεται συχνά με ζάχαρη. (www.foodbites.eu)

1.5.3 ΑΦΕΨΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΓΝΩΣΤΑ ΜΕ ΤΟ ΟΝΟΜΑ «ΤΣΑΙ» ΑΛΛΑ ΠΡΟΕΡΧΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΑΛΛΑ ΦΥΤΑ ΚΑΙ ΟΧΙ ΤΗΝ *CAMELLIA SINENSIS*

Τρία είναι τα αφεψήματα που είναι γνωστά ως τσάγια αλλά δεν προέρχονται από την *Camellia sinensis*.

Τσάι Rooibos (Κόκκινο τσάι)

Το τσάι Rooibos είναι φυτικό εκχύλισμα του φυτού Rooibos *Aspalathus linearis* που αναπτύσσεται κυρίως στο βορειοδυτικό ακρωνύμιο της Νότιας Αφρικής. Πρόκειται δηλαδή για άλλο ρόφημα και όχι πραγματικό τσάι, αλλά έχει επικρατήσει η ονομασία Rooibos tea ή κόκκινο τσάι (Εικόνα 22). Το προϊόν είναι πολύ δημοφιλές στην Νότια Αφρική από πολύ παλαιά και τώρα καταναλώνεται σε πολλές χώρες. Σε γενικές γραμμές παράγεται όπως το κανονικό μαύρο τσάι και τα φύλλα μετά την οξείδωση, δίνουν το χαρακτηριστικό κόκκινο-καφέ χρώμα του «κόκκινου τσαγιού Rooibos». Η γεύση του τσαγιού Rooibos συχνά περιγράφεται ως γλυκιά με ελαφρά χαρακτηριστικά «καρυδιού». Ο τρόπος παρασκευής του τσαγιού Rooibos είναι ίδιος με του μαύρου τσαγιού.



Εικόνα 22. Κόκκινο τσάι ή Rooibos tea ([www. Interasiastore.blogspot.gr](http://www.interasiastore.blogspot.gr)).

Τσάι του βουνού

Στην χώρα μας το αποκαλούμε Τσάι του βουνού και είναι το φυτικό εκχύλισμα του φυτού *Sideritis* που αναπτύσσεται σε χώρες γύρω από την Μεσόγειο ή κοντά στην Μεσόγειο. Κοινό χαρακτηριστικό των ειδών αλλά και γενικά του γένους *Sideritis* L.

Είναι ότι πρόκειται για φυτά ιδιαίτερα προσαρμοσμένα για να επιβιώνουν σε απόκρημνες βραχώδεις περιοχές με υψόμετρο άνω των 1000 μέτρων. Τα είδη που αναπτύσσονται αυτοφυώς στην Ελλάδα έχουν αναπτυχθεί νωρίτερα (www.foodbites.eu).

Τσάι Μασάλα

Το τσάι Μασάλα είναι ένα ρόφημα διαδεδομένο στην Ινδία αλλά και την ευρύτερη περιοχή της νοτιοανατολικής Ασίας το οποίο φτιάχνεται από μίγμα αρωματικών μπαχαρικών και βοτάνων (όπως είναι και η κυριολεκτική μετάφραση του ονόματος του τσαγιού) (Εικόνα 23). Η παρασκευή γίνεται ως εξής: μαύρο τσάι ποικιλίας Ασσάμ (περιοχή της Βορειοανατολικής Ινδίας, ανάμεσα από Βουτάν, Βιρμανία και Θιβέτ-Κίνα) αναμειγνύεται με βραστό γάλα, ζάχαρη και σε αλεσμένη μορφή αποξηραμένη πιπερόριζα (τζίντζερ), μαύρο πιπέρι, γαρύφαλλο και κάρδαμο. Στην συνέχεια σερβίρεται σε ποτήρια/κούπες χρησιμοποιώντας ένα σουρωτήρι για να φιλτραριστούν τα φύλλα τσαγιού (Εικόνα 24). Εκτός από την ζάχαρη στο τσάι μπορεί να προσθέσει γλυκαντικές ουσίες. Στην Αμερική υπάρχει και παραλλαγή του Μασάλα τσαγιού όπου σερβίρεται κρύο με παγωτό ενώ στο Ιράν παρασκευάζεται σε νερό (χωρίς γάλα) (Westerterp – Plantenga, 2010).



Εικόνα 23. Τσάι Μασάλα (www.vogicchai.com).



Εικόνα 24. Σερβιρισμένο τσάι Μασάλα (www.Wikipedia.org).

1.6 ΔΙΑΛΟΓΗ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΤΣΑΓΙΟΥ

Η διαλογή των φύλλων είναι αποτέλεσμα αποκλειστικά του τελευταίου σταδίου της παραγωγής, το στάδιο της ταξινόμησης. Υπάρχουν τέσσερις βασικές κατηγορίες στην παραγωγή : φύλλα, σπασμένα, τρίματα και σκόνη και αυτές οι κατηγορίες διευκρινίζουν και δείχνουν τα διαφορετικά μεγέθη και την σχετική ισχύ τους. Η διαλογή βασίζεται στην ποιότητα των φύλλων δηλαδή ολόκληρα φύλλα, σπασμένα φύλλα, τρίματα φύλλων και σκόνη. Σε κάθε κατηγορία, αυτή με την υψηλότερη βαθμολογία παρατίθενται πρώτα. Τα τρίματα και η σκόνη χρησιμοποιούνται κυρίως για τα εμπορικά τσάγια μεγάλης κλίμακας και συγκεκριμένα στα φακελάκια τσαγιού.

Ταξινόμηση Ολόκληρων Φύλλων:

- FTGFOP1 (Finest Tippy Golden Flowery Orange Pekoe First Grade Leaves): Κυρίως από το Darjeeling καθώς και από μερικές περιοχές του Assam. Η πιο εκλεπτυσμένη παραγωγή φτιαγμένη με ιδιαίτερη φροντίδα με ομοιόμορφα γερά φύλλα.
- SFTGFOP1 (Special Finest Tippy Golden Flowery Orange Pekoe First Grade Leaves)
- TGFOP1/TGFO (Tippy Golden Flowery Orange Pekoe First Grade Leaves/ Tippy Golden Flowery Orange Pekoe): Βασική διαλογή στα Darjeeling και Assam.

- GFOP1 (Golden Flowery Orange Pekoe First Grade Leaves): Εξίσου συνήθης στα Assam και Darjeeling.
- FOP/FOP1 (Flowery Orange Pekoe/ Flowery Orange Pekoe First Grade Leaves): Δεύτερης διαλογής στα Assam, Dooars και Μπαγκλαντές, πρώτη διαλογή στην Κίνα. Μακριά φύλλα.
- OP sup (Orange Pekoe Superior): Μόνο στην Ινδονησία
- OP (Orange Pekoe): Βασική διαλογή στην παραγωγή τσαγιού από την Κεϋλάνη και την Ιάβα. Αποτελείται από μακριά σαν σύρματα φύλλα.
- BOP1 (Broken Orange Pekoe First Grade Leaves): Ημι-φυλλώδες τσάι της Κεϋλάνης. Τσάι με ογκώδη μαύρα φύλλα αποτελούμενο από περίπου 40%OP και 60% Pekoe/BOP.
- Εκτός ταξινόμησης: Μερικά OP2 (Orange Pekoe Second Grade Leaves). Φυλλώδη τσάγια με πρόσθετα συστατικά, μόνο όμως στην Κεϋλάνη και την νότια Ινδία.

Ταξινόμηση Σπασμένων Φύλλων:

- P/FP (Pekoe/Flower Pekoe): Κυρίως στην Κεϋλάνη και την νότια Ινδία, παράγονται επίσης και σε ορισμένα μέρη της Κένυα. Συνήθως μεγαλύτερα σε μέγεθος με φρεσκοκομμένα φύλλα.
- BOP coarse (Broken Orange Pekoe): Ογκώδη, το Ινδονησιακό όνομα για το Pekoe.
- BPS (Broken Pekoe Souchong): Όνομα για το Pekoe στο Assam και το Darjeeling.
- TGFBOP1 (Tippy Golden Flowery Broken Orange Pekoe 1): Λεπτοκομμένα φύλλα πρώτης διαλογής στο Darjeeling και ορισμένα μέρη του. Υψηλή ποσότητα κορυφών με ομοιόμορφα φύλλα.
- GFBOP1 (Golden Flowery Broken Orange Pekoe 1): Παράγεται στο Assam ως η καλύτερη ποιότητα σπασμένων φύλλων.
- GBOP (Golden Broken Orange Pekoe): Τσάι δεύτερης διαλογής. Ανομοιογενή φύλλα με λιγότερες κορυφές.
- FBOP (Flowery Broken Orange Pekoe): Σπασμένα σε μεγαλύτερα κομμάτια με ορισμένες κορυφές από το Assam, την Κεϋλάνη, την Ινδονησία, την Κίνα και το Μπαγκλαντές.

- BOP (Broken Orange Pekoe): Βασική κατηγορία σπασμένων φύλλων στην Κεϋλάνη, την νότια Ινδία, την Ιάβα και την Κίνα.
- BP (Broken Pekoe): Από την Ινδονησία, την Κεϋλάνη και την νότια Ινδία
- FBOPF (Finest Broken Orange Pekoe Flowery): Κυρίως από την Κεϋλάνη. Ένα φυλλώδες BOP1 με κορυφές.
- BT (Broken Tea): Από Σουμάτρα, Κεϋλάνη, ορισμένα μέρη της νότιας Ινδίας. Συνήθως μαύρο, ανοιγμένο πολύ ογκώδες φύλλο.

Τρίματα:

- BOPF (Broken Orange Pekoe Fannings): Βασική κατηγορία στην Κεϋλάνη, Νότια Ινδία, Κένυα, Μοζαμβίκη, Μπαγκλαντές και Κίνα. Τσάι με μαύρα φύλλα, με ορισμένα πρόσθετα, ομοιόμορφο μέγεθος σωματιδίων. Στην Ινδονησία υπάρχουν λεπτά BOP, BOP με μικρά φύλλα.
- TGFOF (Tippy Golden Flowery Orange Fannings)
- GFOF (Golden Flowery Orange Fannings): Η καλύτερη διαλογή στο Darjeeling που προορίζεται για την παραγωγή τσαγιού σε φακελάκια.
- FOF (Flowery Orange Fannings): Κοινό στο Assam, Dooars και στο Μπαγκλαντές. Το μέγεθος ορισμένων φύλλων πλησιάζει στις κατηγορίες των μικρότερων σπασμένων φύλλων.
- OF (Orange Fannings): Από την βόρεια Ινδία και μερικά μέρη της Αφρικής και της Νότιας Αμερικής.
- PF (Pekoe Fannings)

Σκόνη:

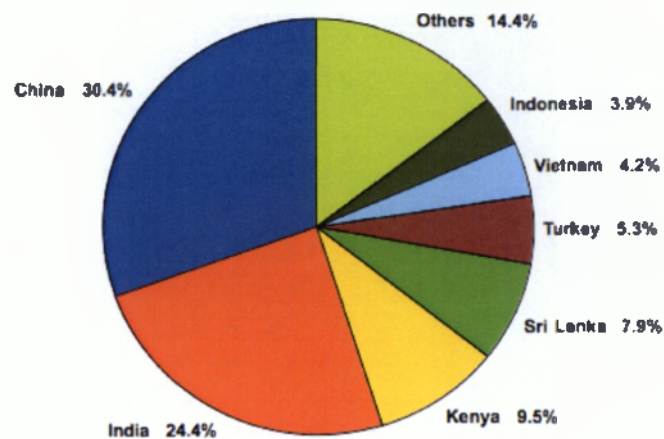
- D 1 (Dust 1): Από Κεϋλάνη, Ινδονησία, Κίνα, Αφρική, Νότια Αμερική και Νότια Ινδία.
- PD/ PD1 (Pekoe Dust/ Pekoe Dust 1): Κυρίως παράγεται στην Ινδία (www.foodbites.eu).

1.7 ΤΟ ΤΣΑΙ ΩΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΡΟΪΟΝ

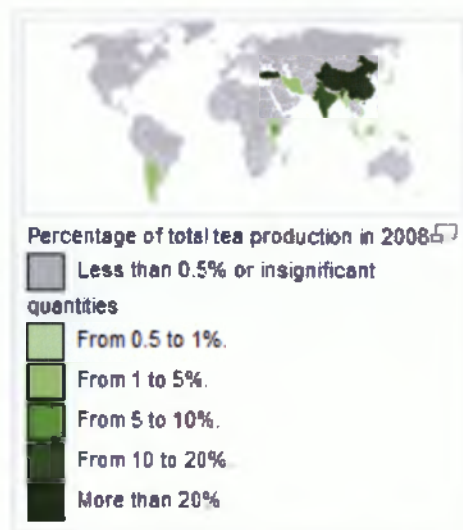
Σε όλο τον κόσμο το τσάι διατηρεί μια περίοπτη θέση ανάμεσα στα ροφήματα. Η κατανάλωση του αποτελεί τμήμα της καθημερινής ζωής στην Ευρώπη και την Ασία. Η ευρεία διάδοση του οφείλεται στο ότι είναι ένα προϊόν εύκολο στην δημιουργία και φθινό ώστε να αγοραστεί από ανθρώπους όλων των χωρών, οικονομικών τάξεων, κοινωνικών θέσεων, δογμάτων, ηλικιών και μορφωτικών επιπέδων. Έτσι εμφανίζει κοινωνικοοικονομικές προεκτάσεις λόγω της σύνδεσης της με πολλές κοινωνικές εκδηλώσεις των ανθρώπων.

1.7.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΣΑΓΙΟΥ

Το τσάι ξεκίνησε να παράγεται στην Ασία και για το λόγο αυτό οι τρεις μεγαλύτερες παραγωγοί χώρες ανήκουν σε αυτή. Η Ινδία, η Κίνα και η Σρι Λάνκα καλύπτουν μαζί το 60% της παγκόσμιας παραγωγής με την ετήσια παραγωγή να ξεπερνά τους 2.000.000 τόνους. Σύμφωνα με στοιχεία του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας των Η.Π.Α. (FAO) τα οποία παρουσιάστηκαν τον Ιανουάριο του 2010, η Κίνα ήταν ο ηγέτης στην παραγωγή του τσαγιού μεταξύ όλων των κρατών για τις χρονιές 2006 έως το 2008, ακολουθούμενη από την Ινδία, την Κένυα, την Σρι Λάνκα, την Τουρκία, το Βιετνάμ και την Ινδονήσια (**Εικόνα 25**). Άλλες κύριες παραγωγικές χώρες τσαγιού είναι η Ιαπωνία, η Αργεντινή, το Ιράν, το Μπαγκλαντές, το Μαλάουι και η Ουγκάντα (**Εικόνα 26**). Η παγκόσμια παραγωγή τσαγιού αναπτύχθηκε από το 2006 σε ποσοστό μεγαλύτερο του 3%, ενώ σύμφωνα με έρευνες εκτιμάται ότι θα φθάσει τα 3,1 εκατομμύρια τόνους. Η Κίνα, το Βιετνάμ και η Ινδία είναι οι κύριες χώρες που έχουν συμβάλει σημαντικά ώστε να πραγματοποιηθεί αυτή η ανάπτυξη. Προβλέπεται ότι η παγκόσμια παραγωγή μαύρου τσαγιού μειώνεται σταδιακά, λόγω της μειωμένης παραγωγής στην Αφρική. Η Ινδία ακολουθείται από την Κένυα και την Σρι Λάνκα και προβλέπεται να είναι οι κύριοι συνεισφέροντες στην παραγωγή μαύρου τσαγιού μέχρι το 2017 όπου εκτιμάται ότι η παραγωγή θα έχει φτάσει τα 3,1 εκατομμύρια τόνους. Η αντιστοιχία παραγωγής μεταξύ των ποικιλιών είναι 76-78% μαύρο τσάι, 20-22% πράσινο και 2% το oolong τσάι (www.fao.org, Εγκυκλοπαίδεια ΔΟΜΗ, Lushchak, 2012).



Εικόνα 25. Ποσοστό της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής τσαγιού ανά χώρα το 2007 (www.wikipedia.org).



Εικόνα 26. Ποσοστό της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής τσαγιού ανά χώρα το 2008 (www.Wikipedia.org).

1.7.2 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΣΑΓΙΟΥ

Το τσάι καταναλώνεται ως ρόφημα που προκύπτει από την εκχύλιση συστατικού των φύλλων του φυτού *Camellia Sinensis* εντός ζεστού νερού. Ο τρόπος προετοιμασίας και κατανάλωσης διαφέρει από χώρα σε χώρα ανάλογα με το είδος του τσαγιού. Αν και το τσάι καταναλώνεται κυρίως ζεστό τα τελευταία χρόνια είναι διαδεδομένο και το κρύο τσάι. (Ho, lin & Shahidi,2009) Την τελευταία δεκαετία η παγκόσμια κατανάλωση

τσαγιού έχει αυξηθεί κατά 2,25%. Η Ινδία είναι η χώρα με την μεγαλύτερη κατανάλωση τσαγιού παγκοσμίως με 22,52% και ακολουθεί η Κίνα με 20,09%. Από την Ευρώπη, η Μεγάλη Βρετανία έρχεται πέμπτη στην λίστα των μεγάλων αγορών τσαγιού. Οι ΗΠΑ δείχνουν να μην το εκτιμούν ιδιαίτερα αν και είναι σχετικά καινούργια αγορά. Αυτό ενδέχεται να αλλάξει βάση της τάσης των δυτικών καταναλωτών για εύρεση περισσότερο υγιεινών ροφημάτων. Τέλος στους κύριους καταναλωτές τσαγιού περιλαμβάνονται και οι χώρες της Βόρειας Αφρικής.

Από τις ποικιλίες τσαγιού, το μαύρο τσάι καταναλώνεται περισσότερο από το πράσινο αν και την πενταετία 2000-2005 κατεγράφη αύξηση της παγκόσμιας κατανάλωσης πράσινου τσαγιού κατά 41,5%. Η Κίνα είναι η χώρα με την μεγαλύτερη κατανάλωση τσαγιού, ενώ η Ινδία έχει την υπεροχή στην κατανάλωση του μαύρου. Η κατά κεφαλήν μέση κατανάλωση πράσινου τσαγιού παγκοσμίως ήταν 0,52kg το 2005 ενώ του μαύρου τσαγιού έφτασε στα 0,69kg (Ho, Lin & Shahidi, 2009).

1.7.3 ΦΑΚΕΛΑΚΙΑ ΤΣΑΓΙΟΥ

Το τσάι είναι προϊόν το οποίο μπορεί ο αγοραστής να το βρει στην αγορά με πολλούς τρόπους. Ανάλογα με την ποικιλία μπορεί να το αγοράσει είτε χύμα (κυρίως το ελληνικό τσάι του βουνού) είτε σε φακελάκια που μπορεί να τα χρησιμοποιήσει ο ίδιος για την παρασκευή του ροφήματος (Εικόνα 27). Το 1904 ο έμπορος Thomas Sullivan έφτιαξε στο κατάστημα του τα πρώτα φακελάκια τσαγιού τα οποία ήταν κατασκευασμένα από μετάξι και δεμένα με κορδόνι και άρχισε να τα πουλάει σε ολόκληρο τον κόσμο. Από εκείνη την εποχή ξεκίνησε η παραγωγή τσαγιού σε φακελάκια η οποία με το πέρασμα των χρόνων εξελίχθηκε για να φτάσει στην μορφή που το γνωρίζουμε σήμερα.

Το φακελάκι τσαγιού είναι μια μικρή πορώδες σφραγισμένη σακούλα που περιέχει τα φύλλα τσαγιού και χρησιμοποιούνται για τη παρασκευή του ροφήματος. Το συνηθέστερο υλικό κατασκευής είναι το χαρτί, το μετάξι ή το πλαστικό. Μερικά φακελάκια τσαγιού έχουν μια ετικέτα στο επάνω μέρος που βοηθά στην αφαίρεση της σακούλας αλλά βοηθάει και στον προσδιορισμό της ποικιλίας τσαγιού. Γενικά τα φακελάκια τσαγιού έχουν τετράγωνο ή ορθογώνιο σχήμα αν και πρόσφατα έχουν έρθει στην αγορά κυκλικά (Εικόνα 28) και σε σχήμα πυραμίδας (Εικόνα 29) τα οποία σύμφωνα με τους κατασκευαστές τους βελτιώνουν την ποιότητα του ροφήματος.

Επιπλέον είναι διαθέσιμα στους καταναλωτές άδεια φακελάκια τσαγιού, το σχήμα των οποίων είναι με μακρά πτερύγια και γεμίζονται με την κατάλληλη ποσότητα των φύλλων τσαγιού και κλείνεται το πτερύγιο για να διατηρήσει το τσάι (Εικόνα 30). Τέτοιες σακούλες τσαγιού συνδυάζουν την ευκολία της χρήσης με την ευρύτερη επιλογή τσαγιού και καλύτερο έλεγχο ποιότητας των φύλλων τσαγιού (Ho, Lin & Shahidi, 2009).



Εικόνα 27. Φακελάκια τσαγιού (www.Wikipedia.org).



Εικόνα 28. Στρογγύλα φακελάκια τσαγιού (www.publicdomainpictures.net).



Εικόνα 29. Φακελάκια τσαγιού σε σχήμα πυραμίδας της εταιρείας Lipton (www.threehugger.com).



Εικόνα 30. Φακελάκι τσαγιού με στικ (www.tsai.gr).

1.7.4 ΠΑΓΩΜΕΝΟ ΤΣΑΙ (ICE TEA)

Το παγωμένο τσάι το οποίο είναι ιδιαίτερα γνωστό ως ice tea είναι ένα κρύο τσάι το οποίο συνήθως σερβίρεται σε ποτήρι με πάγο με την προσθήκη ζάχαρης ή και χωρίς και σαν γαρνιτούρα χρησιμοποιείται μια φέτα από λεμόνι η οποία τοποθετείται στο χείλος του ποτηριού (Εικόνα 31). Το παγωμένο τσάι είναι ιδιαίτερα δημοφιλές σαν συσκευασμένο ποτό στο οποίο προσθέτουν γεύσεις όπως λεμόνι, ροδάκινο, βατόμουρο, φρούτα του πάθους, φράουλα και κεράσι. Παρόλο που τα περισσότερα τσάγια παίρνουν την γεύση τους από το φυτό *Camellia Sinensis* υπάρχουν και άλλα βότανα τα οποία σερβίρονται κρύα και ονομάζονται παγωμένα τσάγια. Τα άγλυκα παγωμένα τσάγια είναι

μερικές φορές κατασκευασμένα από ιδιαίτερα μακρά εμποτισμού φύλλα τσαγιού σε χαμηλότερη θερμοκρασία για 5 λεπτά στους 80-100 °C και επιπλέον αφήνεται σε ηρεμία για μια νύχτα στο ψυγείο. Ο τρόπος σερβιρίσματος ποικίλει από περιοχή σε περιοχή και από κράτος σε κράτος λόγω των κλιματικών και πολιτιστικών διαφορών.

Τα παγωμένα τσάγια που βρίσκονται στο εμπόριο μπορεί να είναι από διάφορους τύπους τσαγιού αν και συνήθως χρησιμοποιούνται το μαύρο ή το πράσινο και ελάχιστο το λευκό (Εικόνα 32). Σε αυτή την κατηγορία παραγωγής οι άγλυκες όσο και οι ζαχαρούχες ποικιλίες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του παγωμένου τσαγιού περιέχουν το πρόσθετο συστατικό κιτρικό οξύ με την σήμανση πάνω στο προϊόν είτε “για την γεύση” είτε ως “συντηρητικό”. Η εμφιάλωση γίνεται υπό υψηλή πίεση για να εμποδίσει τα δοχεία από το να συνθλιβονται γιατί αυτό μπορεί να οδηγήσει σε πολύ ήπιο αναβρασμό (Ho, Lin & Shahidi, 2009).



Εικόνα 31. Παγωμένο τσάι σερβιρισμένο σε ποτήρι με μια φέτα λεμόνι (www.Wikipedia.org).



Εικόνα 32. Παγωμένο τσάι σφραγισμένο σε μπουκάλι που πωλείται στο εμπόριο των εταιρειών Nestea και Lipton (www.Wikipedia.org).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Ενώ στο πρώτο μέρος της παρούσας πτυχιακή μελέτης ασχοληθήκαμε με το τσάι, τις ποικιλίες και τα χαρακτηριστικά του σε αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με την χημική του σύσταση και συγκεκριμένα με τις αντιοξειδωτικές ουσίες, τις επιδράσεις των ελευθέρων ριζών καθώς και το μηχανισμό δράσης.

2.1 ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΡΙΖΕΣ ΚΑΙ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟ ΣΤΡΕΣ

Στον ανθρώπινο οργανισμό πραγματοποιούνται καθημερινά ποικίλες διεργασίες και αντιδράσεις, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα την παραγωγή ελευθέρων ριζών. Οι κυριότερες πηγές παραγωγής ελευθέρων ριζών στο σώμα είναι η ακτινοβολία (υψηλής ενέργειας, υπέρυθρη και θερμότητα), οι αντιδράσεις οξειδοαναγωγής που καταλύονται είτε από μεταλλικά ιόντα είτε από ένζυμα καθώς και κατά την έκθεση του οργανισμού σε διάφορες ουσίες όπως το όζον, τα χημικά, διάφορα φάρμακα και άλλα. Οι ελεύθερες ρίζες παίζουν σημαντικό ρόλο στην λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού και ταυτόχρονα μπορούν να ασκήσουν τοξική επίδραση σε αυτόν. Είναι απαραίτητες για την παραγωγή ενέργειας, την σύνθεση απαραίτητων συστατικών και την φαγοκυττάρωση που είναι μια σημαντική διεργασία του ανοσοποιητικού μα συστήματος και επιπλέον παίζουν ζωτικό ρόλο στην διάδοση σημάτων που είναι απαραίτητη για την επικοινωνία των κυττάρων. Αντίθετα οι ελεύθερες ρίζες είναι υπεύθυνες για την παθογένεια πολλών ασθενειών όπως ο καρκίνος, η αθηροσκλήρωση, και η γήρανση (Paras, 1999).

Με βάση τα παραπάνω θα μπορούσαμε να ορίσουμε ως ελεύθερη ρίζα κάθε χημικό είδος που περιέχει ένα ή περισσότερα μονήρη ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στοιβάδα. Πρόκειται για ασταθή και πολύ δραστικά μόρια που παράγονται ως συνέπεια μεταβολικών διεργασιών εντός του κυττάρου αλλά και ως αποτέλεσμα της επίδρασης εξωγενών παραγόντων και με τον τρόπο αυτό να διαταράσσεται η μοριακή τάξη και ξεκινά μια αλυσιδωτή αντίδραση που έχει ως αποτέλεσμα την κυτταρική βλάβη (Bourase & Tardif, 2006). Οι ελεύθερες ρίζες οξυγόνου και αζώτου μετατρέπονται εντός του οργανισμού σε άλλες δραστικές ουσίες όπως το υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2), το υποχλωριώδες οξύ (HOCl) και το πεποφυνιτρίλιο. Οι δραστικές μορφές οξυγόνου (Reactive Oxygen Species, ROS) και αζώτου (Reactive Nitrogen Species, RNS) παράγονται στον οργανισμό υπό φυσιολογικές ή παθολογικές καταστάσεις και περιλαμβάνουν τόσο ελεύθερες ρίζες όσο και άλλες δραστικές ουσίες (Fang, Yang &

Wu,1002 , Prig and Cao, 1999) . Οι πιο συχνά απαντώμενες ελεύθερες ρίζες οξυγόνου είναι η υδροξυλική (OH⁻), η υπεροξειδική (O₂⁻), η περοξυλική (ROO⁻) και η αλκοξυλική (RO⁻) (Πίνακας 1), ενώ οι κυριότερες ρίζες αζώτου είναι οι προερχόμενες εκ του μονοξειδίου (NO⁻) και του διοξειδίου του αζώτου (NO²⁻) (Πίνακας 2).

Πίνακας 1. ΔΡΑΣΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ (Grooper et al, 2005).

Δραστικές μορφές οξυγόνου	
Ρίζες	Μη ρίζες
Ρίζα υπεροξειδίου O ₂ ⁻	Όζον O ₃
Ρίζα υδροξυλίου OH	Μονήρες οξυγόνο O ₂
Ρίζα υδροϋπεροξειδίου HO ₂ [•]	Υποχλωριώδες οξύ HOCl
Ρίζα αλκοξειδίου LO ₂ [•] ή RO ₂ [•]	Υπεροξείδιο του υδρογόνου H ₂ O ₂
Ρίζα υπεροξειδίου LO ₂ [•] ή RO ₂ [•]	

Πίνακας 2. ΔΡΑΣΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΑΖΩΤΟΥ (Grooper et al, 2005).

Δραστικές μορφές αζώτου	
Ρίζες	Μη ρίζες
Μονοξείδιο του αζώτου NO [•]	Νιτρώδες οξύ HNO ₂
Διοξείδιο του αζώτου NO ₂ [•]	Υπεροξυνιτρίδιο ONO ₂
	Αλκυλοϋπεροξυνιτρίδιο LOONO [•]

Το οξειδωτικό στρες αντιπροσωπεύει μια διαταραχή της ισορροπίας μεταξύ της παραγωγής δραστικών μορφών οξυγόνου (ROS) και της ικανότητας ενός βιολογικού συστήματος να αδρανοποιεί τα τοξικά αυτά μόρια και να επισκευάζει τις βλάβες που προκαλούν. Οι δραστικές μορφές οξυγόνου βλάπτουν όλα τα συστατικά του κυττάρου συμπεριλαμβανομένων των πρωτεϊνών, των λιπιδίων και του DNA. Επιπλέον παρατηρούνται οργανικές δυσλειτουργίες σε όργανο το οποίο έχει προσβληθεί από ελεύθερες ρίζες και είναι ήδη ευαίσθητο στο οξειδωτικό στρες. Το οξειδωτικό στρες μπορεί να οφείλεται στην αυξημένη παραγωγή ελεύθερων ριζών και στην αδυναμία του

αντιοξειδωτικού συστήματος να απομακρύνει τις ελεύθερες ρίζες και τις ROS λόγω μειωμένης πρόσληψης ή παραγωγής αντιοξειδωτικών και τέλος ο συνδυασμός όλων των παραπάνω. Πολλοί παράγοντες όπως ο τρόπος ζωής, η διατροφή, το περιβάλλον και η κληρονομικότητα μπορούν να προκαλέσουν διαταραχή της ισορροπίας μεταξύ των προοξειδωτικών μηχανισμών από την μια πλευρά και των αντιοξειδωτικών μηχανισμών από την άλλη εις βάρος του δεύτερου σκέλους. Το οξειδωτικό στρες εμπλέκεται στην παθογένεια πολλών ασθενειών και καταστάσεων. Οι τρόποι που μπορεί να μετρηθεί το οξειδωτικό στρες είναι:

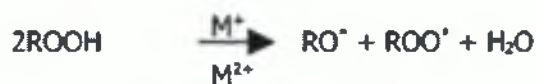
1. Ο άμεσος, μετρώντας τις συγκεντρώσεις των αντιοξειδωτικών ενδογενών η εξωγενών
2. Ο έμμεσος, μετρώντας δείκτες οξειδωτικού στρες είτε μετρώντας συγκεντρώσεις ελευθέρων ριζών (Mayne, 2003).

2.1.1 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΡΙΖΩΝ

Ο μηχανισμός δράσης των ελευθέρων ριζών έχει την ακόλουθη αρχή. Αρχικά δημιουργείται με κάποιο τρόπο η ελεύθερη ρίζα που αποτελεί ισχυρό οξειδωτικό παράγοντα (έναρξη). Η προέλευση των ριζών που στη συνέχεια προκαλούν τις αλυσιδωτές αντιδράσεις αποτελεί έναν από τους πιο ενδιαφέροντες τομείς έρευνας. Η δημιουργία ελευθέρων ριζών πιθανόν να οφείλεται σε μοριακό μηχανισμό από το οξυγόνο απλής διγερμένης κατάστασης (singlet oxygen). Κατά την μετάπτωση του οξυγόνου στην απλή διεγερμένη κατάσταση σχηματίζονται υδροϋπεροξειδία και συνεχίζεται η αντίδραση με το μηχανισμό των ελευθέρων ριζών. Κάποια μέταλλα όπως ο σίδηρος και ο χαλκός προκαλούν το σχηματισμό νέων ριζών και έτσι δρουν ως προοξειδωτικά.



Η συνολική αντίδραση είναι:



Από την αντίδραση των ελευθέρων ριζών με μη ριζικά μόρια που προκύπτουν νέες ελεύθερες ρίζες (διάδοση). Με τον τρόπο αυτό οι αντιδράσεις των ελευθέρων ριζών τείνουν να είναι αλυσιδωτές δημιουργώντας συνεχώς νέα άτομα ή ενώσεις με ασύζευκτα ηλεκτρόνια. Η αντίδραση θα σταματήσει όταν όλες οι ελεύθερες ρίζες αντιδράσουν προς προϊόντα που δεν παρέχουν νέες ελεύθερες ρίζες.

Η αλληλουχία των αντιδράσεων μπορεί να παραστεί ως εξής:

Έναρξη: R^* (ελεύθερη ρίζα)

Διάδοση: $R^* + O_2 \rightarrow ROO^*$ (ρίζα υπεροξειδίου)

Τερματισμός: $R^* + R^* \rightarrow R-R$

$ROO^* + R^* \rightarrow ROOR$

$ROO^* + ROO^* \rightarrow ROOR + O_2$ (αδρανή προϊόντα που δεν προκαλούν

έναρξη ή διάδοση της αντίδρασης)

(Μπόσκου, 1997)

2.1.2 ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ – ΥΓΕΙΑ

Το οξειδωτικό στρες εμφανίζεται μετά από υπερβολική προσφορά οξυγόνου ή ακτινοβολία των ιστών (η αλληλεπίδραση της ιονίζουσας ακτινοβολίας με μόρια H_2O και O_2 παράγει ελεύθερες ρίζες) και συμβάλλει στην ιστική βλάβη. Πιθανολογείται πως παίζει σημαντικό ρόλο σε νευροεκφυλιστικές νόσους συμπεριλαμβανομένων του Alzheimer, του Parkinson και του Huntington. Το οξειδωτικό στρες πιστεύεται ότι σχετίζεται με καρδιαγγειακές παθήσεις καθώς η οξείδωση των λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας (LDL) στο αγγειακό ενδοθήλιο είναι προάγγελος της δημιουργίας αθηρωματικών πλακών. Ακόμα είναι γνωστός ο ρόλος του στον τραυματισμό κάποιου ιστού που εμφανίζεται μετά από επαναϊμάτωση κατόπιν υποξίας. Αυτό συμβαίνει επειδή η αποκατάσταση της ροής του οξυγόνου, παρ' όλη την αναγκαιότητά της για την επιβίωση του ιστού, οδηγεί στο σχηματισμό ROS. Ο καπνός του τσιγάρου, με τα διάφορα εποξειδία και υπεροξειδία που περιέχει, καθώς και η εισπνοή ανόργανων σωματιδίων όπως η άσβεστος προκαλούν οξειδωτική βλάβη των πνευμόνων. Έχει διαπιστωθεί πως το οξειδωτικό στρες εμπλέκεται και στην εμφάνιση πολλών άλλων ασθενειών όπως μυοκαρδιακών βλαβών, σχιζοφρένειας, διπολικής διαταραχής και συνδρόμου

εύθραυστου Χ χρωμοσώματος. Τέλος το οξειδωτικό στρες φαίνεται ότι κρύβεται πίσω από το σύνδρομο της χρόνιας κοπώσεως.

2.2 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ

Ως αντιοξειδωτικά ορίζονται οι ουσίες εκείνες που μπορούν να παρεμποδίσουν τις αντιδράσεις των ελευθέρων ριζών προστατεύοντας έτσι τον οργανισμό από την επιβλαβή δράση των τελευταίων (Krause, 2000). Οι κύριες λειτουργίες των αντιοξειδωτικών είναι:

- Απομάκρυνση του οξυγόνου
- Απομάκρυνση ιόντων με καταλυτικές αντιδράσεις
- Απομάκρυνση των ενδιάμεσων μιας οξειδωτικής διαδικασίας
- Εγκλωβισμός των αρχικών ελευθέρων ριζών
- Διάσπαση των αλυσιδωτών αντιδράσεων (Galli and Visioli, 2004)

Μια ουσία για να χαρακτηριστεί ως αντιοξειδωτικό θα πρέπει να συνδυάζει τις εξής ιδιότητες:

- Να είναι αποτελεσματικό σε πολύ μικρή περιεκτικότητα
- Να μην έχει καμία βλαβερή επίδραση στην υγεία του ανθρώπου
- Να μην προσδίδει στο τρόφιμο δυσάρεστη γεύση και οσμή
- Να είναι έστω και ελάχιστα λιποδιαλυτό
- Να είναι όσο γίνεται σταθερό στα διάφορα στάδια επεξεργασίας του τροφίμου (Μπόσκου, 1997)

Λόγω των παραπάνω ιδιοτήτων, τα αντιοξειδωτικά έχουν μελετηθεί εκτενέστερα στην επίδραση της καταπολέμησης χρόνιων και εκφυλιστικών νοσημάτων όπως ο καρκίνος, οι καρδιαγγειακές ασθένειες και η γήρανση. Επιδημιολογικές μελέτες έχουν αποδείξει την ύπαρξη μιας αμφίδρομης σχέσης ανάμεσα σε διατροφές πλούσιες σε φρούτα και σε λαχανικά και στις παραπάνω ασθένειες. Η ικανότητα των αντιοξειδωτικών να απομακρύνουν τις ελεύθερες ρίζες από τον ανθρώπινο οργανισμό και επομένως να μειώνουν την καταστροφή μορίων των κυττάρων σημαντικών για την λειτουργία τους όπως λιπιδίων DNA και πρωτεϊνών πιθανολογώντας ταυτόχρονα ότι αποτελεί ένα από τους βασικότερους προστατευτικούς μηχανισμούς. Εκτός από τις ευεργετικές τους δράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό, τα αντιοξειδωτικά είναι ουσίες που

χρησιμοποιούνται ευρύτατα για την συντήρηση των τροφίμων προστατεύοντας τα από την φθορά, την τάγγιση ή τον αποχρωματισμό που μπορεί να λάβει χώρα κατά την οξείδωση (Μπόσκου, 1997).

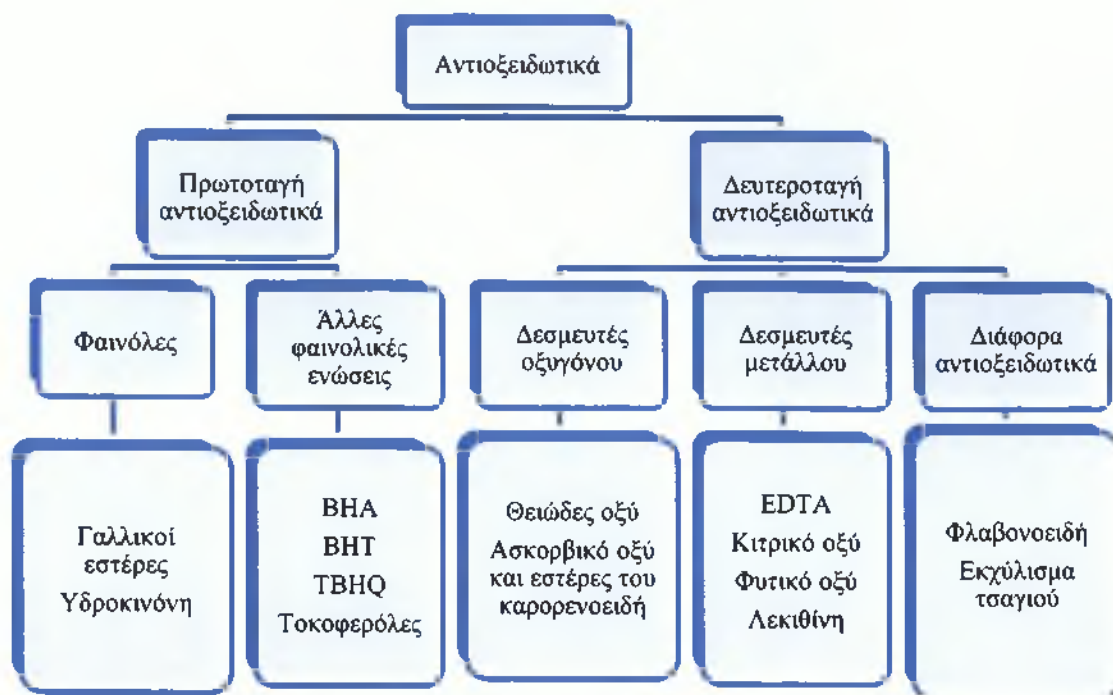
2.2.1 ΤΡΟΠΟΣ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ

Μελέτες από μεγάλο αριθμό διαφορετικών επιστημονικών ομάδων έχουν γίνει σχετικά με την χρήση των αντιοξειδωτικών στην διατροφή του ανθρώπου και για τις ευεργετικές του ιδιότητες. Έτσι σήμερα τα αντιοξειδωτικά χρησιμοποιούνται ευρέως ως συμπληρώματα διατροφής ή χορηγούνται ταυτόχρονα σε περιπτώσεις δίαιτας για την απώλεια βάρους.

Τα αντιοξειδωτικά διακρίνονται ως προς την φύση τους, σε φυσικά και συνθετικά αντιοξειδωτικά. Φυσικά αντιοξειδωτικά είναι αυτά που προσλαμβάνονται με την τροφή και σε αυτά περιλαμβάνονται η βιταμίνη E (τοκοφερόλες, τοκοτριενόλες), η βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ), η βιταμίνη A (ρετινόλη) και τα καροτενοειδή (Β-καροτίνη, λικοπένιο, λουτεΐνη κ.α.), το σελήνιο και άλλα μέταλλα απαραίτητα για την δράση των αντιοξειδωτικών ενζύμων του οργανισμού καθώς και οι φυτοχημικές ουσίες με τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες όπως φυτικές στερόλες, φλαβονοειδή, θειούχες φυτικές ενώσεις και φαινολικές ενώσεις (Τριχόπουλος, 2000). Συνθετικά αντιοξειδωτικά ονομάζονται τα αντιοξειδωτικά εκείνα που προστίθενται στα λίπη και στα τρόφιμα που περιέχουν λιπαρές ύλες για να επιβραδύνουν την οξείδωση για την οποία ευθύνονται οι ελεύθερες ρίζες διατηρώντας παράλληλα τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (Μπόσκου, 1997). Οι ουσίες αυτές έχουν ισχυρότερη αντιοξειδωτική δράση συγκριτικά με τα φυσικά αντιοξειδωτικά. εμφανίζουν μεγαλύτερη σταθερότητα και έχουν χαμηλό κόστος (Chen et al, 1992).

2.2.2 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ

Ο διαχωρισμός των αντιοξειδωτικών γίνεται σε δύο κύριες κατηγορίες τα πρωτοταγή και δευτεροταγή αντιοξειδωτικά όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 2).



Διάγραμμα 2. Κατάταξη των αντιοξειδωτικών

Πρωτοταγή αντιοξειδωτικά

Τα αντιοξειδωτικά χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες τα πρωτοταγή και δευτεροταγή αντιοξειδωτικά. Τα πρωτοταγή αντιοξειδωτικά διακόπτουν τις αντιδράσεις διάδοσης των ελευθέρων ριζών παρέχοντας άτομα υδρογόνου στις ελεύθερες ρίζες. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν φαινολικές ενώσεις όπως BHA (βουτυλιωμένη υδροξυανισόλη), BHT (βουτυλιωμένο υδροξυτολουόλιο), TBHQ (δι-τριπ-βουτυλό-υδροκινόνη), PG (προπυλικός εστέρας γαλλικού οξέος), τοκοφερόλες, καφεϊκό οξύ, καρνοσόλη, ροσμανικό οξύ κ.α. Οι τοκοφερόλες ανήκουν στα φυσικά αντιοξειδωτικά και τα πιο γνωστά είναι η α, β, γ και δ – τοκοφερόλη που η αντιοξειδωτική τους ικανότητα αυξάνεται από το α-ομόλογο ως προς το δ, σε αντίθεση με την βιταμινική τους δράση που ελαττώνεται κατά την ίδια σειρά. Οι τοκοφερόλες δρουν ως βιολογικά αντιοξειδωτικά προστατεύουν δηλαδή τα βιολογικά συστήματα όπως κύτταρα ή όργανα από βλάβες οι οποίες προκαλούνται από την έκθεση τους σε συνθήκες αυξημένου οξειδωτικού στρες. Τα φαινολικά αντιοξειδωτικά εμφανίζουν αυξημένη δράση όταν χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό και αυτό το φαινόμενο ονομάζεται συνεργεία ή συνεργισμός (Μπόσκου, 1997, Γάλαρης και Δούλιας, 2001).

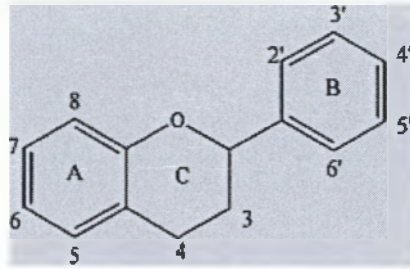
Δευτεροταγή αντιοξειδωτικά

Στα δευτεροταγή αντιοξειδωτικά εντάσσονται ενώσεις που χαρακτηρίζονται ως αντιοξειδωτικά με την ευρύτερη έννοια του όρου και μπορούν να δρουν ως δεσμευτές οξυγόνου, δηλαδή αντιδρούν με το οξυγόνο και ελαττώνουν την συγκέντρωση του σε ένα κλειστό σύστημα. Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται το ασκορβικό οξύ και οι εστέρες του καθώς και το θειώδες οξύ και τα άλατά του αλλά και τα καροτενοειδή. Το ασκορβικό οξύ με την μορφή εστέρων με λιπαρά οξέα πιστεύεται ότι αναγεννά τα φαινολικά αντιοξειδωτικά παρέχοντας υδρογόνο στις φαινοξυ- ρίζες (A*) και έτσι έχει μια έμμεση αντιοξειδωτική δράση. Τα καροτενοειδή δρουν καταστέλλοντας το οξυγόνο απλής διεγερμένης κατάστασης δρουν δηλαδή ως αποσβέστες διεγερμένου οξυγόνου. Το θειώδες οξύ και τα άλατα του αντιδρούν εύκολα με το οξυγόνο και παρέχουν μια σχετική προστασία στα αποξηραμένα φρούτα και λαχανικά.

Τα δευτεροταγή αντιοξειδωτικά έχουν έναν ακόμη μηχανισμό δράσης που είναι η δέσμευση μετάλλων τα οποία με μεταφορά ηλεκτρονίου δημιουργεί ελεύθερες ρίζες. Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται οξέα ή παράγωγα που σχηματίζουν χημικές ενώσεις όπως το EDTA, το κιτρικό οξύ, το φυτικό οξύ και η λεκιθίνη. Το EDTA και το κιτρικό οξύ σχηματίζουν χημικές ενώσεις με τα μέταλλα κυρίως το σίδηρο και το χαλκό, τα οποία προκαλούν την δημιουργία των ελευθέρων ριζών.

Ενώσεις με ποικίλη αντιοξειδωτική δράση

Τα φλαβονοειδή είναι μια κατηγορία ενώσεων με ποικίλη αντιοξειδωτική δράση και αποτελούν φαινολικά συστατικά των φυτών (Σχήμα 2). Τα φλαβονοειδή έχει βρεθεί ότι εμποδίζουν την υπεροξείδωση των λιπών, δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες και το ενεργό οξυγόνο, δεσμεύουν ιόντα σιδήρου και απενεργοποιούν την λιποξυγενάση. Έκτος από τα φλαβονοειδή υπάρχει μια άλλη κατηγορία ενώσεων οι ταννίνες οι οποίες περιλαμβάνουν τις κατεχίνες, τις λευκοανθοκυανίνες και ορισμένα υδροξυοξέα. Η κατεχίνη και η κερσετίνη έχουν υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα και χρησιμοποιούνται για να σταθεροποιούν το λαρδί (Μπόσκου, 1997).



Σχήμα 2. Βασική δομή φλαβονοειδών (Wang et al, 2000).

2.3. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΤΣΑΓΙΟΥ

Το τσάι όπως έχει αναφερθεί είναι ένα αφέψημα πλούσιο σε αντιοξειδωτικά με πολλές ευεργετικές ιδιότητες για τον ανθρώπινο οργανισμό. Οι τρεις κύριοι τύποι τσαγιού το πράσινο (δεν έχει υποστεί ζύμωση), το oolong (μερικώς ζυμωμένο) και το μαύρο τσάι (πλήρως ζυμωμένο) διαφέρουν στο ποσοστό των αντιοξειδωτικών ουσιών που περιέχουν λόγω της διαφορετικής επεξεργασίας τους. Τα κύρια αντιοξειδωτικά που έχουν βρεθεί στο τσάι είναι οι πολυφαινόλες (κατεχίνες και γαλλικό οξύ), τα φλαβονοειδή αλλά ακόμη περιέχει καροτενοειδή, τοκοφερόλες, ασκορβικό οξύ (Βιταμίνη C), ιχνοστοιχεία και μέταλλα όπως Cr, Mn, Se και Zn καθώς και φυτοχημικούς παράγοντες (McKay and Blumberg, 2002).

2.3.1 ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ

Οι πολυφαινόλες είναι χημικές ουσίες που προκύπτουν από το δευτερογενή μεταβολισμό των φυτών και είναι ευρέως διαδεδομένες στην φύση ως προστατευτικές ουσίες των φυτών έναντι του οξειδωτικού στρες. Αποτελούν τα σημαντικότερα συστατικά του τσαγιού. Η κυριότερη κατηγορία πολυφαινολών είναι τα φλαβονοειδή τα οποία μπορεί να καταλαμβάνουν ως και το 42% του ξηρού βάρους του εκχυλίσματος του πράσινου τσαγιού (Rice Evans, Miller & Paganga, 1997).

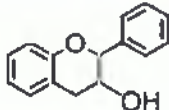
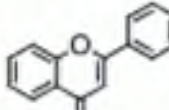
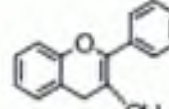
Οι πολυφαινόλες αποτελούν το 18-36% του ξηρού βάρους των φύλλων του τσαγιού και βρίσκονται είτε υπό την μορφή γλυκοζιτών είτε ως ελεύθερες. Οι κυριότερες πολυφαινόλες που απαντώνται στο τσάι είναι τα φλαβονοειδή και τα φαινολικά οξέα. Από τα φλαβονοειδή οι κατεχίνες αποτελούν το 12-24% του ξηρού βάρους, οι φλαβονόλες αποτελούν το 3-4% και οι ανθοκυανιδίνες το 2-3% (Luczaj & Skrzydlewska, 2005). Από τις ανθοκυανιδίνες που βρίσκονται στο τσάι η πελαργονιδίνη, η κυανιδίνη, η δελφινίνη και η τρισετινιδίνη είναι οι πιο γνωστές ενώ από τις φλαβονόλες βρίσκονται η κερσετίνη, η

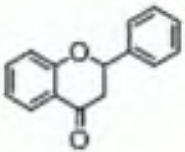
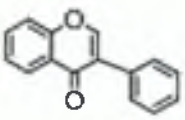
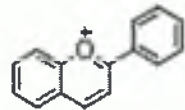
καμπερόλη, η μυρισετίνη και η ρουτίνη. Τα φαινολικά οξέα τα οποία βρίσκονται στα φύλλα τσαγιού σε ποσοστό περίπου 5% τα κυριότερα είναι το γαλλικό οξύ, το χλωρικό οξύ και η θεογαλίνη (Ho, Iin & Shahidi, 2009).

2.3.2 ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΗ

Η βιολογική δραστηριότητα του τσαγιού και ιδιαίτερα του πράσινου οφείλεται στην περιεκτικότητά του στα φλαβονοειδή. Τα φλαβονοειδή χωρίζονται σε έξι υποκατηγορίες: τις φλαβόνες, τις φλαβονόλες, τις ισοφλαβόνες, τις φλαβονόλες, τις φλαβανόλες και τις ανθοκυανίνες ανάλογα με την δομή του ετεροκυκλικού δακτυλίου οξυγόνου (δακτύλιος –C). Στο τσάι οι κύριες τάξεις φλαβονοειδών που απαντώνται είναι οι φλαβανόλες και οι φλαβονόλες. Στο παρακάτω πίνακα φαίνονται συνοπτικά οι κυριότερες κατηγορίες φλαβονοειδών μαζί με τους κυριότερους εκπροσώπους τους (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. Κατηγορίες φλαβονοειδών, χημικές δομές και κυριότεροι εκπρόσωποι

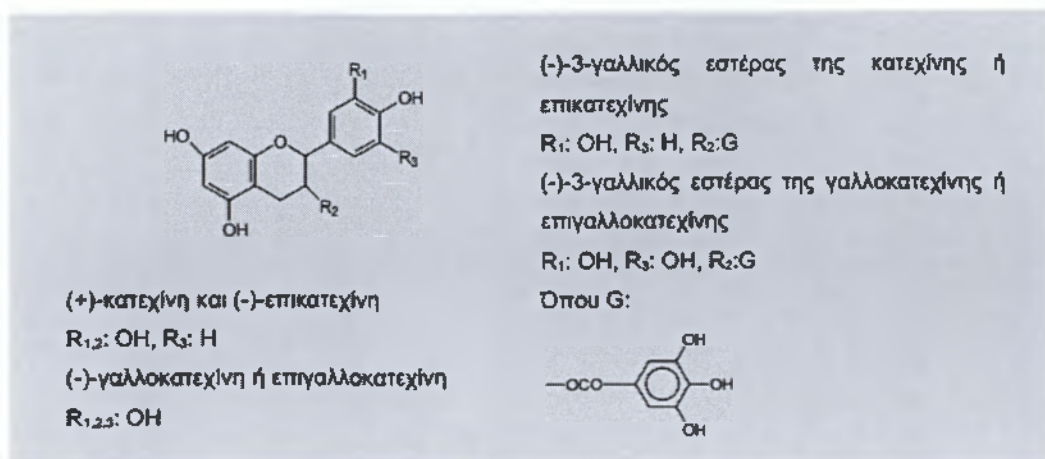
ΤΑΞΗ	ΓΕΝΙΚΗ ΔΟΜΗ	ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΗ
Φλαβανόλη		(+)- κατεχίνη (-)- επικατεχίνη Επιγαλλοκατεχίνη του γαλλικού οξέος
Φλαβόνη		Χρυσίνη Απιγενίνη Ρουτίνη Λουτεολίνη Γλυκοζίτης της λουτεολίνης
Φλαβονόλη		Καμπερόλη Κερκετίνη Μυρισετίνη

Φλαβανόλη		Ναριγκινίνη Ναριγκενίνη Ταξιφολίνη Εριοδικτυόλη Εσπεριδίνη
Ισοφλαβανόλη		Γενιστίνη Γενιστεΐνη Δαιζιδίνη Δαιζδεΐνη
Ανθοκυανιδίνη		Απιγενιδίνη Κυανιδίνη

(Heim et al., 2002)

Φλαβανόλες

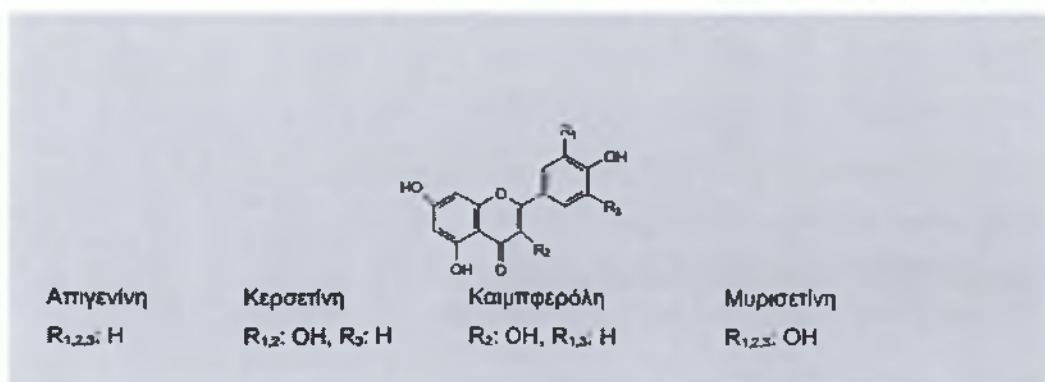
Οι κατεχίνες είναι δομικά φλαβανόλες οι οποίες αποτελούν το 20% του ξηρού βάρους του πράσινου τσαγιού, ενώ αποτελούν το 2-3% των υδατοδιαλυτών στερεών του τσαγιού. Οι κυριότερες κατεχίνες στα φρέσκα φύλλα τσαγιού και στο πράσινο τσάι είναι: ο γαλλικός (-) – εστέρας επιγαλλοκατεχίνης (EGCG), η (-)- επιγαλλοκατεχίνη (EGC), ο γαλλικός (-)- εστέρας επικατεχίνης (ECG) και η (-)- επικατεχίνη (EC) (Wang et al, 2001) (Σχήμα 3). Οι κατεχίνες είναι άχρωμα, υδατοδιαλυτά συστατικά που προσδίδουν στο πράσινο τσάι την πικρή και στυφή γεύση. Όλα τα χαρακτηριστικά του τσαγιού όπως η γεύση, το χρώμα και το άρωμα σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με τροποποιήσεις των κατεχινών. Ο επιμερισμός των κατεχινών δηλαδή η μετατροπή στις ισομερείς τους μορφές μπορεί να συμβεί κατά την παραγωγή, το βράσιμο ή την αποθήκευση του τσαγιού και σημαντικό ρόλο παίζει όχι μόνο η θερμοκρασία αλλά και ο χρόνος θέρμανσης του τσαγιού (Wank and Helliwell, 2000).



Σχήμα 3. Δομή Φλαβονολών (Wang et al., 2000)

Φλαβονόλες

Οι κύριες φλαβονόλες στα φύλλα του τσαγιού είναι η κερκετίνη, η καιμπερόλη και η μυρισετίνη οι οποίες βρίσκονται κυρίως με την μορφή γλυκοζιτών παρά ως αγλυκόνες (Σχήμα 4). Στο τσάι έχουν αναφερθεί τουλάχιστον 14 γλυκοσίδες μυρισετίνης, κερσετίνης και καιμπερόλης (Πίνακας 4). Το γλυκό μέρος αποτελείται από γλυκόζη, ραμνόζη, γαλακτόζη, αραβινόζη ή φρουκτόζη. Επίσης έχουν αναγνωριστεί μονό-δι και τρι-γλυκοζίτες. Οι αγλυκόνες δεν απαντώνται σε σημαντικές ποσότητες στα αφεψήματα τσαγιού γιατί διαλύονται ελάχιστα στο νερό (Wang et al, 2000).



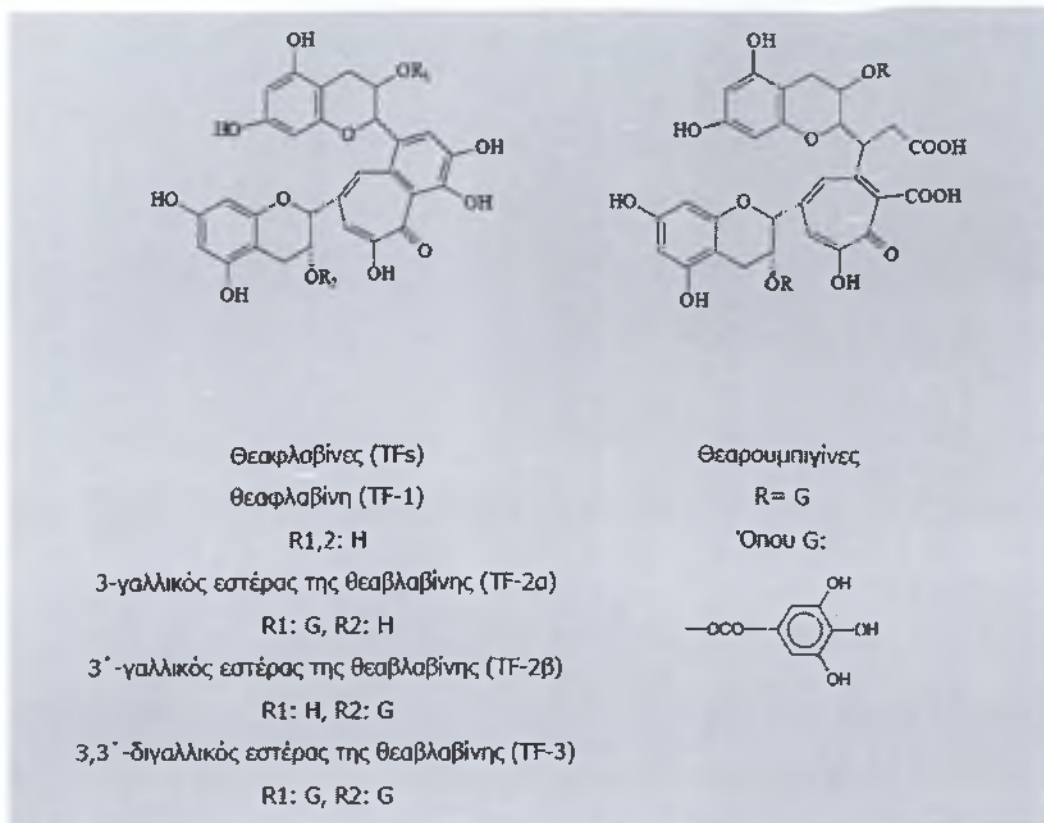
Σχήμα 4. Δομή φλαβονολών (Wang et al., 2000).

Πίνακας 4. Περιοχόμενες φλαβονόλες στα φύλλα του πράσινου και του μαύρου τσαγιού (g/Kg ξηρού βάρους) (Wang et al., 2000).

Φλαβονόλες	Πράσινο τσάι	Μαύρο τσάι
Μυρισετίνη	0,83 – 1,59	0,24 – 0,52
Κερκετίνη	1,79 – 4,05	1,04 – 3,03
Καιμπφερόλη	1,56 – 3,31	1,72 – 2,31

Θεαφλαβίνες και Θεαιρουμπιγίνες

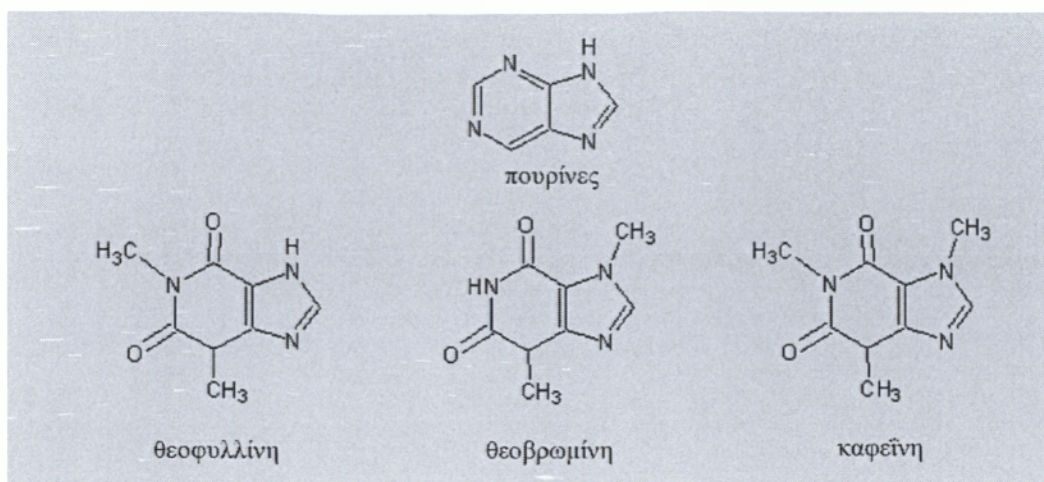
Οι χρωστικές του μαύρου τσαγιού διακρίνονται στις πορτοκαλόχρωμες θεαφλαβίνες (TFs) και στις καφετί θεαιρουμπιγίνες (TRs). Υπάρχουν τέσσερις κύριες TFs στο μαύρο τσάι –θεαφλαβίνη, η 3-γαλλική θεαφλαβίνη, η 3'-γαλλική θεαφλαβίνη – οι οποίες σχηματίζονται κατά την αντίδραση κινονών και γαλλοκατεχίνης (Σχήμα 5). Η περιεκτικότητα του τσαγιού σε TFs αυξάνει όταν η εκχύλιση γίνεται σε χαμηλό PH (Liang and Xu,2001). Οι TRs είναι ένα ετερογενές γκρουπ φαινολικών χρωστικών. Το περιεχόμενο του μαύρου τσαγιού σε TFs είναι 0,3 – 2% επί του ξηρού βάρους του μαύρου τσαγιού ενώ το κλάσμα αποτελεί το 10–20% του ξηρού βάρους του μαύρου τσαγιού. Οι TFs και TRs συντελούν στον καθορισμό των χαρακτηριστικών του τσαγιού όπως είναι το χρώμα, η ένταση και το σώμα (Wang et al., 2000).



Σχήμα 5. Δομή θειαφλαβιδίων και θειαρουμπιγιδίων μαύρου τσαγιού (Wang et al., 2000).

Αλκαλοειδή

Το τσάι όπως ο καφές και το κακάο περιέχει αλκαλοειδή. Τα κυριότερα αλκαλοειδή – που περιέχουν δακτύλιο ξανθίνης- είναι η καφεΐνη, η θεοφυλλίνη και η θεοβρωμίνη (Ανδρικόπουλος, 1998). Η δομή των αλκαλοειδών φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 6).



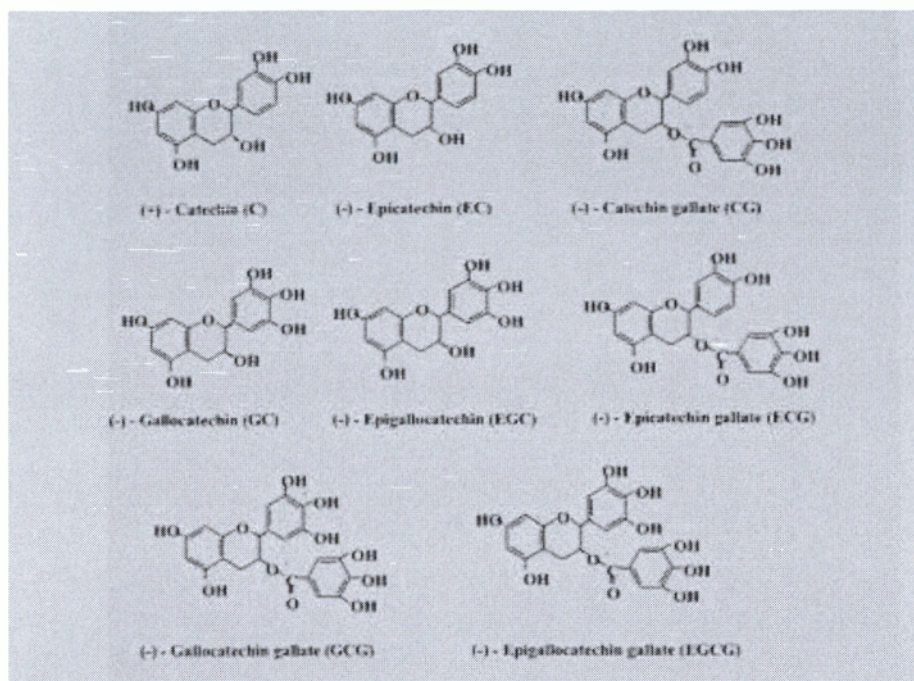
Σχήμα 6. Δομή αλκαλοειδών (Wang et al., 2000).

2.3.2 ΚΑΤΕΧΙΝΕΣ

Οι κατεχίνες είναι οι πολυφαινόλες που απαντώνται σε μεγαλύτερο ποσοστό στο τσάι είναι δηλαδή φλαβονοειδή που ανήκουν στην κατηγορία των φλαβ-3-όλων που δίνουν την πικρή και στυφή γεύση στο εκχύλισμα του τσαγιού (Cabrera, Artacho & Gimenez, 2006). Οι κυριότερες που βρίσκονται στα φρέσκα φύλλα τσαγιού είναι η επικατεχίνη ((-)-epicatechin, EC), η επιγαλλοκατεχίνη ((-) epigallocatechin, EGC), η γαλλική επικατεχίνη ((-) Epicatechin gallate, EGC), η γαλλική επιγαλλοκατεχίνη ((-) – epigallocatechin gallate, EGCG), η κατεχίνη (Catechin, C) και η γαλλοκατεχίνη (Gallocatechin, GC) (Σχήμα 7). Η γαλλική επιγαλλοκατεχίνη (EGCG) δηλαδή ο εστέρας της επιγαλλοκατεχίνης με το γαλλικό οξύ είναι η πιο άφθονη κατεχίνη στο τσάι σε ποσοστό 8-12% και ακολουθεί η επιγαλλοκατεχίνη (ECG) σε ποσοστό 3-6% (Ho, Lin & Shahidi, 2009, Cabrera, Artacho & Gimenez, 2006).

Η χημική δομή των κατεχινών βασίζεται στην ύπαρξη δύο αρωματικών δακτυλίων A και B που ενώνονται μεταξύ τους μέσω ενός οξυγονωμένου ετεροδακτύλιου C. Η διαφορετική θέση των υδροξυλομάδων και η ύπαρξη ή όχι γαλλικών εστέρων καθορίζει τα είδη των κατεχινών (Ho, Lin & Shahidi, 2009). Η περιεκτικότητα σε κατεχίνες του ροφήματος του τσαγιού καθορίζεται από πληθώρα παραγόντων. Αυτοί μπορεί να είναι η γεωγραφική τοποθεσία καλλιέργειας του φυτού, το έδαφος, το κλίμα και οι καλλιεργητικές συνθήκες. Επιπλέον το είδος του τσαγιού το οποίο καθορίζεται από τη επεξεργασία των φύλλων μετά το στάδιο της συγκομιδής, αλλά

και ο τρόπος παρασκευής του εκχυλίσματος του τσαγιού, καθορίζουν την τελική περιεκτικότητα του ροφήματος σε κατεχίνες (Cabrera, Artacho & Gimenez,2006).



Σχήμα 7. Οι κυριότερες κατεχίνες στο τσάι (Ho, Lin & Shahidi, 2009).

Το πράσινο τσάι περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα ολικών κατεχινών από ότι το μαύρο τσάι. Οι κατεχίνες αποτελούν το 60-90% των ολικών φλαβονοειδών στο πράσινο τσάι ενώ μόλις το 6-24% στο μαύρο τσάι. Το πράσινο και το μαύρο τσάι περιέχουν παρόμοιο ποσοστό φλαβονοειδών τα οποία διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την χημική δομή. (Cabrera, Artacho & Gimenez, 2006). Το πράσινο τσάι περιέχει περισσότερα απλά φλαβονοειδή ενώ οι οξειδώσεις και άλλες χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στα φύλλα κατά την ζύμωση για την παρασκευή μαύρου τσαγιού οδηγεί στο σχηματισμό παραγώγων οξείδωσης και πολυμερισμού. Στο στάδιο της ζύμωσης οι κατεχίνες στα φρέσκα φύλλα τσαγιού οξειδώνονται κυρίως στην ο-διϋδροξυ-φαινυλομάδα, παρουσία φαινολοξειδασών και μετάλλων σε περιβάλλον με $\text{PH}=6$. Έτσι παράγονται προϊόντα οξείδωσης και πολυμερισμού όπως οι κινόνες, οι θειοφλαβίνες και οι θειορουβικίνες. Κατά την παραγωγή του μαύρου τσαγιού το 75% των κατεχινών που βρίσκονται στα φύλλα υφίστανται μετασχηματισμό, βασιζόμενο σε οξείδωση και μερικό πολυμερισμό. Με τον τρόπο αυτό παράγονται οι θειοφλαβίνες και οι θειορουβικίνες που ως αγλυκόνες ή ως εστέρες του γαλλικού οξέος προσδίδουν το άρωμα και το χρώμα στο μαύρο τσάι (Ho, Lin & Shahidi, 2009).

2.3.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΤΣΑΓΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

Σε μια εργασία του Langley – Evans μελετήθηκε η επίδραση της προετοιμασίας σε πράσινο τσάι, σε τσάι από φύλλα μαύρου τσαγιού και σε μαύρο τσάι σε φακελάκια. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το πράσινο και το μαύρο τσάι βρέθηκε ότι απελευθερώνουν σημαντικά ποσά αντιοξειδωτικών ουσιών στο ζεστό νερό μετά από 2 λεπτά βράσιμο. Η προετοιμασία του τσαγιού σε ένα εύρος θερμοκρασιών από 20-90 °C έδειξε ότι παρόλο που απελευθερώνονταν πιο πολλά αντιοξειδωτικά στα πιο κρύα αφεψήματα, η αύξηση της θερμοκρασίας ίσως αυξάνει την αντιοξειδωτική ικανότητα. Το μαύρο τσάι σε φακελάκια εμφάνισε σημαντικά χαμηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα σε σχέση με το τσάι από τα φύλλα μαύρου τσαγιού σε θερμοκρασίες μεταξύ 20-70 °C. Αυτό δείχνει ότι το υλικό από το οποίο κατασκευάζονται τα φακελάκια ίσως εμποδίζει την εκχύλιση των φλαβονοειδών στο διάλυμα του τσαγιού. Η προσθήκη γάλατος στο τσάι φαίνεται ότι εξαλείφει την αντιοξειδωτική ικανότητα του μαύρου τσαγιού. Η επίδραση ήταν μεγαλύτερη όταν χρησιμοποιούνταν πλήρες αγελαδινό γάλα και μάλλον οφείλεται στο περιεχόμενο λίπος του γάλατος που προστίθεται. Το συμπέρασμα από αυτή την έρευνα είναι ότι η μέγιστη αντιοξειδωτική ικανότητα δηλαδή το μέγιστο όφελος για την υγεία επιτεύχθηκε όταν πράσινο τσάι ή τσάι από φύλλα μαύρου τσαγιού προετοιμάστηκε στους 90 °C για 2 λεπτά και καταναλώθηκε είτε με άπαχο γάλα είτε χωρίς καθόλου γάλα (Langley –Evans, 2000).

Σύμφωνα με άλλη μελέτη με την αύξηση του χρόνου παραμονής του πράσινου τσαγιού μετά την παρασκευή, μειώνονταν το περιεχόμενο του σε κατεχίνες και καφεΐνη και συγκεκριμένα οι συγκεντρώσεις των EGCG και EGC μειώθηκαν κατά 14% και 21% αντίστοιχα. Η αποθήκευση του τσαγιού σε θερμός οδηγεί σε μείωση της αντιοξειδωτικής και αντικαρκινικής ιδιότητας του. Οι συγκεντρώσεις των ECG και EC είχαν σημαντικές αλλαγές ενώ η ποσότητα της κατεχίνης (C) και της καφεΐνης αυξήθηκε με τον χρόνο (53% και 48% αντίστοιχα σε 60 λεπτά) αλλά η αύξηση αυτή δεν είναι σημαντική λόγω της μικρής περιεκτικότητας των δειγμάτων τσαγιού σε (C). Η αύξηση της κατεχίνης της κατεχίνης οφείλεται στην σταδιακή απελευθέρωση της καφεΐνης από τα σύμπλοκα της με πολυφαινόλες λόγω διάσπασης των συμπλόκων και ίσως αυτός να είναι ο λόγος των διαφορετικών επιδράσεων ίδιας ποσότητας καφεΐνης που περιέχεται στον καφέ και στο τσάι. Η καφεΐνη στον καφέ δεν σχηματίζει σύμπλοκα με πολυφαινόλες και η εγρήγορση παρατηρείται σχεδόν αμέσως μετά την κατανάλωση ενώ στο τσάι αυτή η επίδραση

επέρχεται πιο αργά αλλά διατηρείται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (Stach and Schmitz, 2001).

2.4 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ ΤΟΥ ΤΣΑΓΙΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ

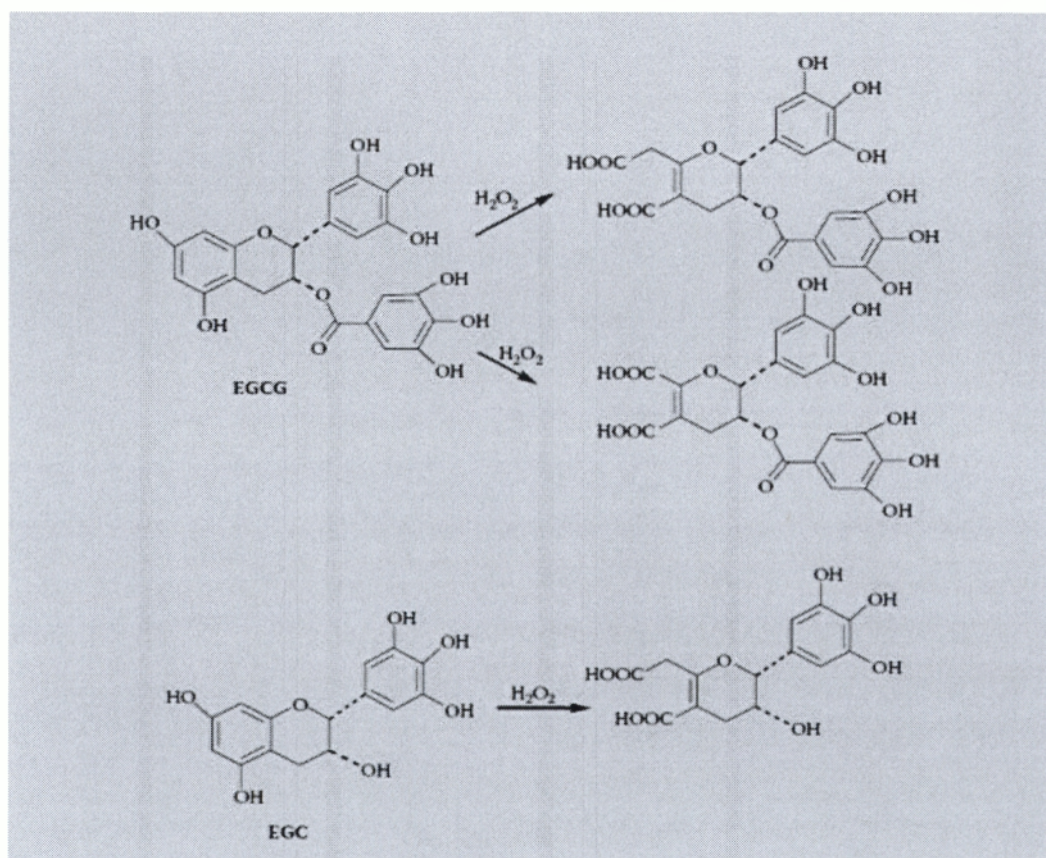
Ο οργανισμός παρόλο που εξισορροπεί την πιθανή υπερπαραγωγή ελευθέρων ριζών μέσω του ενδογενούς αντιοξειδωτικού συστήματος, τα αντιοξειδωτικά της διατροφής συνεισφέρουν σημαντικά στην προστασία του κυττάρου από το οξειδωτικό στρες, προστατεύοντας την ακεραιότητα του και ενισχύοντας την ανοσοποιητική του λειτουργία. Παρά την δυσκολία της αξιολόγησης του συνολικού συνδυαστικού ρόλου των διαφόρων αντιοξειδωτικών της διατροφής στον κυτταρικό μεταβολισμό φαίνεται ότι ο ασκορβικό οξύ και οι τοκοφερόλες παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες προστατευτικές δράσεις, εξαιτίας της εμπλοκής τους στους μηχανισμούς παραγωγής ενδογενών αντιοξειδωτικών ενζύμων (Jacob, 1999). Τα καροτενοειδή όπως το λυκοπένιο εμφανίζουν δράσεις προστασίας του DNA ενώ τα αντιοξειδωτικά μέταλλα όπως το σελήνιο επιτελούν ρόλο ενίσχυσης των ενδογενών αντιοξειδωτικών ενζυμικών συστημάτων (Dufesne & Farnworth, 2001).

Οι κυριότεροι μηχανισμοί αντιοξειδωτικής δράσης των πολυφαινολών του τσαγιού εντός του οργανισμού είναι η δέσμευση των ελευθέρων ριζών, η συμπλοκοποίηση ιόντων που συντελούν στην παραγωγή ελευθέρων ριζών και η εμπλοκή στους μηχανισμούς ρύθμισης προοξειδωτικών και αντιοξειδωτικών ενζυμικών συστημάτων (Ho, Lin & Shahidi, 2009). Η σημαντικότερη αντιοξειδωτική δράση των πολυφαινολών αφορά την δέσμευση των ελευθέρων ριζών (ιδίως των ριζών O₂⁻, ROO⁻, OH⁻, NO⁻) και την παράγωγη αδρανών προϊόντων με αποτέλεσμα την αποτροπή του οξειδωτικού στρες και της λιπιδικής υπεροξειδάσης (Ho, Lin & Shahidi, 2009). Οι κατεχίνες δεσμεύουν τις υπεροξειδικές ρίζες καταστέλλοντας τις αλυσιδωτές αντιδράσεις και αναστέλλοντας την λιπιδική υπεροξειδάση. Μεταξύ των κατεχινών, η γαλλική επιγαλλοκατεχίνη (EGCG) εμφανίζει την μεγαλύτερη δραστηριότητα επί των δραστικών μορφών οξυγόνου (ROS). Τα κέντρα αντιοξειδωτικής δράσης της EGCG είναι οι δακτύλιοι A-, B-, και C- (σχήμα), με συνέπεια ένα μόριο EGCG να δεσμεύει έξι ανιόντα O₂⁻ ή OH⁻, ενώ η επικατεχίνη δεσμεύει μόνο δύο.



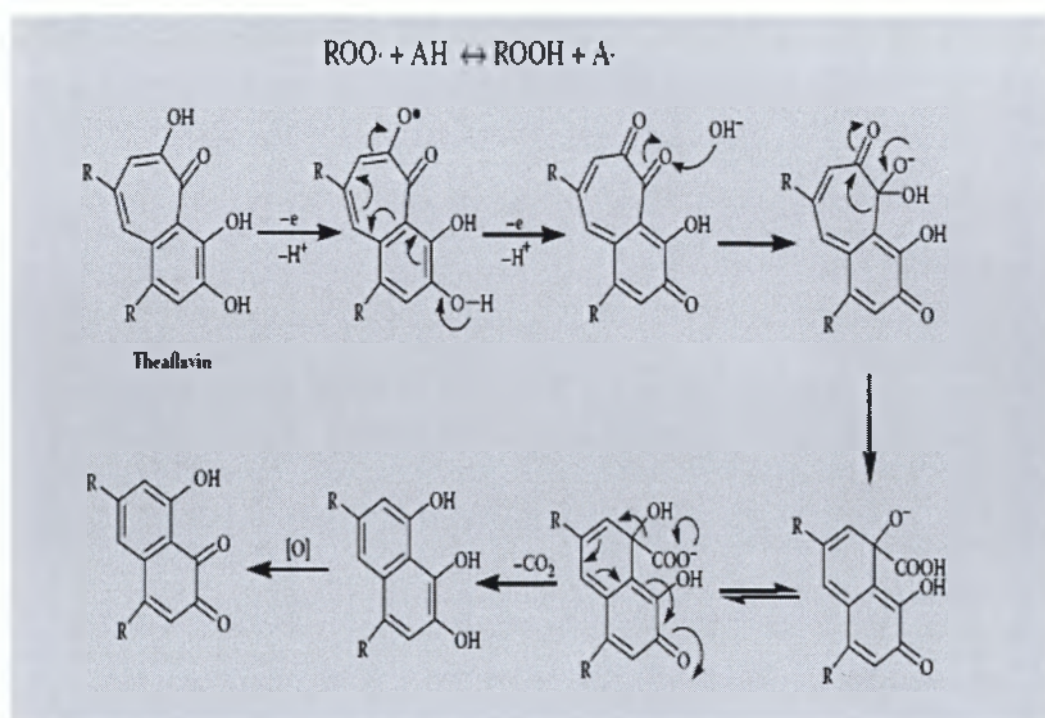
(Rice- Evans, Miller & Paganga ,1997 ,Yang et al, 1994).

Σύμφωνα με μελέτες έχει αποδειχθεί ότι οι κατεχίνες προστατεύουν την μεμβράνη των ερυθροκυττάρων δεσμεύοντας τις ελεύθερες ρίζες πριν αντιδράσουν με αυτή αλλά αποτρέπουν την καταστροφή των μεμβρανικών ΑΤΡασών (Saffari & Sadrzadeh, 2003). Οι κατεχίνες έχουν εμφανίσει έντονη ικανότητα δέσμευσης του H_2O_2 και των παραγόμενων υδροξυλικών ριζών. Ο μηχανισμός κατά τον οποίο οι κατεχίνες αντιδρούν με το H_2O_2 και υφίστανται οξείδωση και αποκαρβυλίωση στον αριστερό δακτύλιο φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 8). Με τον τρόπο αυτό παράγονται σταθερά προϊόντα και αποτρέπονται οι βλαπτικές για το κύτταρο δράσεις του υπεροξειδίου του υδρογόνου (Ho, Lin & Shahidi, 2009).



Σχήμα 8. Παραγωγή αδρανών προϊόντων μετά την αντίδραση των κατεχινών EGCG και EGC με το υπεροξειδίο του υδρογόνου (Ho, Lin & Shahidi, 2009).

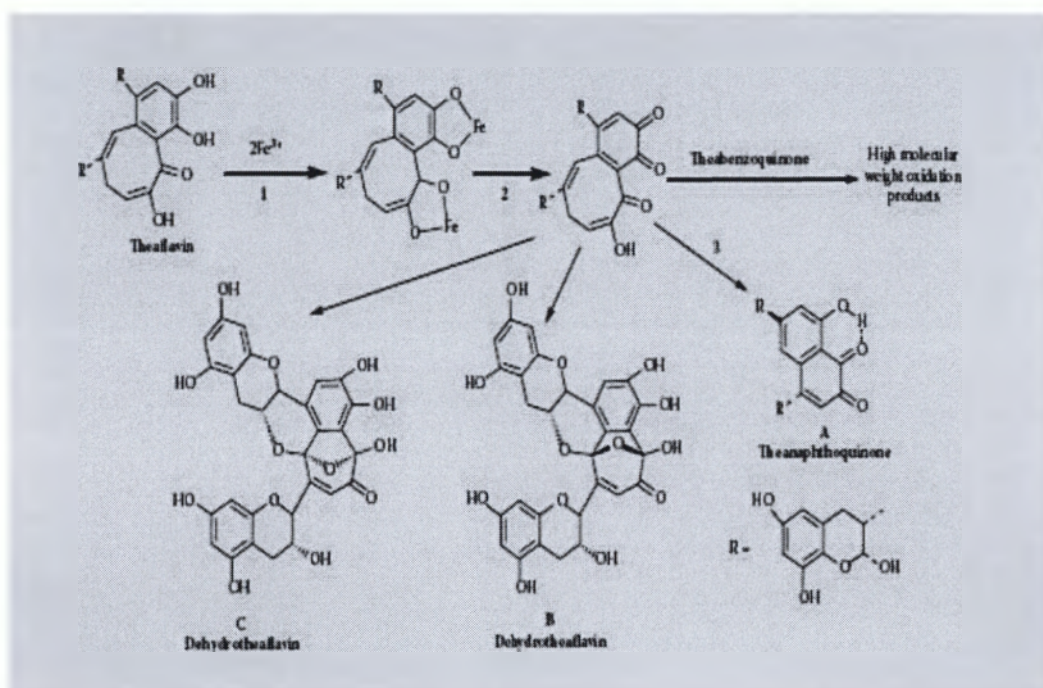
Οι θειοφλαβίνες του μαύρου τσαγιού εμφανίζουν επίσης σημαντική αντιοξειδωτική δραστηριότητα έναντι της λιπιδικής υπεροξειδάσης δεσμεύοντας τις ελεύθερες ρίζες και αποτρέποντας το οξειδωτικό στρες (Osawa, 1999). Οι θειοφλαβίνες προστατεύουν το DNA από την οξειδωτική καταστροφή, αναστέλλουν την δράση της οξειδάσης της ξανθίνης και προστατεύουν την LDL από την οξείδωση (Osawa, 1999, Ho, Lin & Shahidi, 2009). Παρακάτω φαίνεται ένας προτεινόμενος μηχανισμός δέσμευσης των υπεροξειδικών ριζών από τις θειοφλαβίνες που οδηγεί στην μετατροπή τους σε σταθερά αδρανείς ενώσεις (Ho, Lin & Shahidi, 2009) (Σχήμα 9).



Σχήμα 9. Προτεινόμενος μηχανισμός δέσμευσης των υπεροξειδικών ριζών από τις θειοφλαβίνες (Ho, Lin & Shahidi, 2009).

Ένας ακόμη σημαντικός μηχανισμός αντιοξειδωτικής δράσης των πολυφαινολών του τσαγιού είναι η συμπλοκοποίηση διαφόρων ιόντων μετάλλων όπως ο σίδηρος και ο χαλκός, τα οποία καταλύουν αντιδράσεις παραγωγής ελευθέρων ριζών εντός του οργανισμού. Η δομή των κατεχινών του πράσινου τσαγιού και των θειοφλαβινών του μαύρου τσαγιού επιτρέπει την συμπλοκοποίηση του Fe^{+3} εξαιτίας της ύπαρξης υδροξυλικών ομάδων. Οι θειοφλαβίνες αντιδρούν με το σίδηρο σχηματίζοντας σύμπλοκα τα οποία οξειδώνονται εύκολα προς κινόνες και στην συνέχεια μετατρέπονται σε διάφορα

πολυμερή παράγωγα και φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 10). Σύμφωνα με μελέτες οι κατεχίνες αποτρέπουν την λιπιδική υπεροξειδάση που προκαλείται από τον Fe^{+3} , ενώ η EGC εμφανίζει μεγαλύτερη τάση συμπλοκοποίησης του σιδήρου από τις EGCG και EC (Ho, Lin & Shahidi, 2009).



Σχήμα 10. Συμπλοκοποίηση του Fe^{+3} από τις θειοφλαβίνες και την παραγωγή διάφορων πολυμερών (Ho, Lin & Shahidi, 2009).

2.5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΣΤΙΣ ΤΡΟΦΕΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΤΣΑΙ

Οι κυριότερες μέθοδοι προσδιορισμού και διαχωρισμού των φαινολικών ενώσεων και της αντιοξειδωτικής ικανότητας είναι:

2.5.1 ΜΕΘΟΔΟΣ FOLLIN – CIOCALTEU

Η μέθοδος Follin–Ciocalteu είναι μια φωτομετρική τεχνική που εφαρμόζεται για τον προσδιορισμό του ολικού φαινολικού περιεχομένου σε φυσικά προϊόντα. Είναι εξαιρετικά χρήσιμη αφού επιτρέπει την εκτίμηση του συνόλου των πολυφαινολικών συστατικών ενός φυσικού προϊόντος, συμπεριλαμβανομένων και αυτών που δεν έχουν μέχρι σήμερα ταυτοποιηθεί.

Η μέθοδος βασίζεται σε οξειδοαναγωγική αντίδραση το αποτέλεσμα της οποίας υπολογίζεται φωτομετρικά. Με την μέθοδο αυτή προσδιορίζεται το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο του δείγματος, χωρίς διαχωρισμό μεταξύ μονομερών, διμερών και μεγαλύτερων φαινολικών συστατικών. Το αντιδραστήριο FC είναι διάλυμα σύνθετων πολυμερών ιόντων που σχηματίζονται από φωσφο-μολυβδαινικά και φωσφο-βολφραμικά ετεροπολυμερή οξέα. Τα φαινολικά ιόντα οξειδώνονται με ταυτόχρονη αναγωγή των ετεροπολυμερών οξέων:



Το προϊόν είναι σύμπλεγμα μολυβδαινίου – βολφραμίου (Mo-W) χαρακτηριστικής μπλε χρώσης που απορροφά στην περιοχή της ακτινοβολίας (725nm). Η αλκαλικότητα ρυθμίζεται με κορεσμένο διάλυμα Na_2CO_3 (35%, w/v) που δεν διαταράσσει την σταθερότητα του FC και του προϊόντος της αντίδρασης αφενός, αφετέρου αποτελεί προϋπόθεση παρουσίας των φαινολικών ιόντων. Γενικά οι φαινόλες που καθορίζονται από τον δείκτη FC εκφράζονται πολύ συχνά σε ισοδύναμα γαλλικού οξέος (Balentine et al., 1997, Σουφλερός, 1997).

2.5.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΥΠΕΡΜΑΓΓΑΝΙΚΟΥ ΚΑΛΙΟΥ (KMnO_4)

Η μέθοδος KMnO_4 όπως και η μέθοδος Follin-Ciocalteu προσδιορίζει τις ολικές φαινολικές ουσίες σε ένα δείγμα. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην οξείδωση των φαινολικών ουσιών από το υπερμαγγανικό κάλιο, στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Η αντίδραση τελειώνει όταν σημειώνεται η αλλαγή του χρώματος του δείκτη carmin-indigo, από το κυανό στο κίτρινο. Η αλλαγή του χρώματός του συμπίπτει με το τέλος της οξείδωσης των φαινολικών ουσιών, έτσι ώστε να αποφεύγεται παραπέρα κατανάλωση (KMnO_4) για οξείδωση άλλων διαφόρων συστατικών του δείγματος (Σουφλερός, 1997).

2.5.3 ΜΕΘΟΔΟΣ HPLC ΚΑΙ Η ΜΕΘΟΔΟΣ TLC

Οι πιο διαδεδομένες τεχνικές διαχωρισμού, ταυτοποίησης και ποσοτικού προσδιορισμού των φαινολικών ουσιών των τροφίμων είναι η χρωματογραφία λεπτής στοιβάδας (TLC) και η υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης (HPLC).

Η χρωματογραφία λεπτής στοιβάδας (Thin, Layer, Chromatography (TLC)) είναι μια τεχνική διαχωρισμού φαινολικών συστατικών και ανίχνευσης μεταξύ αυτών που εμφανίζουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Ο διαχωρισμός γίνεται σε πλάκες με στατική φάση κυτταρίνη, πολυαμίδιο και συνηθέστερα silica gel, ενώ ως σύστημα ανάπτυξης χρησιμοποιούνται μίγματα διαφόρων διαλυτών. Για την επιλογή των καταλληλότερων

από αυτά λαμβάνεται υπόψη η πολικότητα των συστατικών των οποίων επιδιώκεται ο διαχωρισμός. Επειδή ελάχιστες φαινολικές ενώσεις είναι έγχρωμες και επομένως απευθείας ανιχνεύσιμες πάνω στην πλάκα, συνήθως η τελευταία παρατηρείται στο υπεριώδες φως και ψεκάζεται με διάφορα αντιδραστήρια. Η εμφάνιση φθορισμού και χαρακτηριστικών χρώσεων αποτελεί ένδειξη παρουσίας φαινολικών ενώσεων με ιδιαίτερα δομικά χαρακτηριστικά ή και αντιοξειδωτική δράση

Η υψηλής επίδοσης υγρή χρωματογραφία (High Performance Liquid Chromatography (HPLC)) είναι μια μέθοδος υγρής χρωματογραφίας στήλης η οποία εκτελείται με την χρήση ενός συγκροτήματος οργάνων (συσκευή υγρού χρωματογράφου). Ως κινητή φάση χρησιμοποιούνται αδρανείς διαλύτες (οργανικοί, νερό, ρυθμιστικά διαλύματα και άλλα) υπό ελεγχόμενη πίεση, ενώ η στατική φάση αποτελείται από πυριτική πηκτή ή από πολυμερείς ενώσεις. Ανάλογα με το είδος της στατικής φάσης, η μέθοδος HPLC αποδίδει χρωματογραφικούς διαχωρισμούς σύμφωνα με τις αρχές προσρόφησης ή της κατανομής ή συνδυασμός αυτών ή της ιοντοανταλλαγής ή τέλος της μοριακής διήθησης. Τα συστατικά διαχωρίζονται καθώς διέρχονται από την στατική φάση της στήλης, με την βοήθεια της κινητής φάσης που αποτελείται από διαλύτες κατάλληλης πολικότητας για τον διαχωρισμό. Από την σύγκριση του χρόνου έκλουσης με αυτούς προτύπων ουσιών σε όμοιες χρωματογραφικές συνθήκες γίνεται προσδιορισμός του κάθε συστατικού.

Η HPLC υπερέρχει της TLC επειδή επιτυγχάνονται αποτελεσματικότεροι διαχωρισμοί ώστε να είναι δυνατή μια καλύτερη ποιοτική ανάλυση. Σε αυτή συμβάλλουν σημαντικά:

Οι χρησιμοποιούμενες στήλες silica για τον διαχωρισμό μη πολικών φαινολών με ισοκρατική έκλυση ανάστροφης φάσης για τον διαχωρισμό πολικών φαινολών. Ο συνηθέστερα χρησιμοποιούμενος ανιχνευτής φαινολικών ουσιών είναι ο ανιχνευτής διόδου (diode array detector (DAD ή PDA)) ο οποίος έχει την ικανότητα να μετρά την οπτική απορρόφηση μιας ουσίας στην του υπεριώδους φωτός με ταυτόχρονη λήψη ολόκληρου του υπεριώδους φάσματος, αφού όλες οι φαινολικές ενώσεις εμφανίζουν ένα ή περισσότερα μέγιστα απορρόφησης στην περιοχή από 230 μέχρι 290nm.

(Harbome,1997).

2.5.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity Assay)

Η μέθοδος ORAC χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής ικανότητας και χρησιμοποιεί μια «γεννήτρια» ελευθέρων ριζών, μέσω θερμικής αποσύνθεσης μιας αζωτοένωσης, ώστε να δώσει μια σταθερή ροή υπεροξυλο-ριζών σε ένα κορεσμένο διάλυμα αέρα. Τα αντιοξειδωτικά συναγωνίζονται με το υπόστρωμα για τις ρίζες και εμποδίζουν ή επιβραδύνουν την οξείδωση του υποστρώματος. Σύμφωνα με την πρότυπη μορφή αυτής της μεθόδου, ο ρυθμός της υπεροξειδάσης που προκαλείται από την ένωση 2,2'-diazobis (2-amidinopropane) dihydrochloride (AAPH ή ABAP) ρυθμίζεται μέσω της απώλειας του φθορισμού της β-PE είναι μια ένδειξη φθοράς από την αντίδραση της με την υπεροξυλο-ρίζα. Συνήθως η χρονική υστέρηση που προκαλείται από το δείγμα συγκρίνεται με αυτή που προκαλείται από το διάλυμα Trolox και η ένταση του φθορισμού (485-525nm) μετρείται για 35 min σε pH=7,4 και στους 37°C (Huang et al, 2005).

2.5.5 ΜΕΘΟΔΟΣ FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)

Η μέθοδος FRAP είναι μια γρήγορη και άμεση φασματοφωτομετρική μέθοδος υπολογισμού της συνολικής αντιοξειδωτικής δύναμης ενός φυτικού εκχυλίσματος (Soobrattee et.al,2005) και στηρίζεται στην αναγωγή, κάτω από όξινες συνθήκες, του συμπλόκου Fe^{+3} - τριπυρίδο-τριαζίνη (Fe^{+3} - TPTZ) σε δισθενή μορφή, που αποκτά έντονο μπλε χρώμα και απορρόφα στα 593nm. Οι συνθήκες της δοκιμής ευνοούν την αναγωγή του τρισθενούς συμπλόκου από το σύνολο των αντιοξειδωτικών ουσιών που βρίσκονται στο διάλυμα δοκιμής. Το ποσοστό της μείωσης του ferrylmetmyoglobin που καθορίζεται φασματοσκοπικά στην ορατή περιοχή, προτάθηκε για να χαρακτηρίζει την αντιοξειδωτική ικανότητα των φλαβονοειδών. (Benzie & Strain, 1996). Η μέθοδος αυτή θεωρείται μια οικονομική και αξιόπιστη μέθοδος αλλά έχει το μειονέκτημα ότι δεν προσδιορίζει τις θειολικές ομάδες σαν αντιοξειδωτικά. Όμως επειδή δεν υπάρχουν αντιοξειδωτικές θειόλες σε διαιτητικά φυτά και στα παράγωγά τους, παρά μόνο στο σκόρδο, η μέθοδος FRAP μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας σε φυτικό υλικό και τα αποτελέσματα συνήθως εκφράζονται ως ισοδύναμα βιταμίνης C (Harvorsen et al, 2002, Huang et al., 2005).

2.5.6 ΜΕΘΟΔΟΣ DPPH

Η μέθοδος DPPH χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του πολυφαινολικού περιεχομένου που βασίζεται στην μέτρηση της ικανότητας δέσμευσης ελευθέρων ριζών 1,1-διφαινύλο-2-πικρύλοϋδράζυλο. Στην ικανότητα αυτή των πολυφαινολών αποδίδεται

η αντιοξειδωτική τους δράση με αποτέλεσμα η μέθοδος αυτή να δίνει μετρήσεις της συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας των πολυφαινολών. Η μέθοδος DPPH αποτελεί *in vitro* τεχνική και έχει το πλεονέκτημα ως προς το ότι η δέσμευση των ελευθέρων ριζών του DPPH από τις πολυφαινόλες του δείγματος και η φασματοφωτομέτρηση του συνολικού διαλύματος αντίδρασης δεν είναι χρονοβόρες διαδικασίες. Οι φωτομετρήσεις πραγματοποιούνται περίπου μία ώρα μετά την παρασκευή του διαλύματος στα 520 - 700nm. Η εμφάνιση υψηλής αντιοξειδωτικής ικανότητας με αυξημένη δέσμευση των ελευθέρων ριζών του DPPH-, έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή ανοιχτόχρωμου προϊόντος (από ιώδες σε ανοιχτό κίτρινο) και κατά επέκταση τη μείωση της τιμής απορρόφησης. Η ικανότητα αυτή του δεσμευτικού παράγοντα στηρίζεται στην προσφορά ενός ατόμου υδρογόνου κάθε φορά γεγονός που οδηγεί σε αύξηση του βαθμού δέσμευσης ελευθέρων ριζών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε ισοδύναμα Trolox (μονάδες συγκέντρωσης) συνήθως σε mmol/l (Roginsky & Lissy, 2004).

2.5.7 ΜΕΘΟΔΟΣ ABTS

Η μέθοδος ABTS είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος μεταξύ των δοκιμών για την μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας στα τρόφιμα. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στον έλεγχο του αποχρωματισμού του ριζικού κατιόντος ABTS⁺ που παράγεται από την οξείδωση του αντιδραστήριου 2,2' azinobis-(3-ethylbenzothiazilinedisulfonate) και η οξείδωση προκαλείται από την προσθήκη ενός χημικού οξειδωτικού παράγοντα. Το ABTS⁺ παρουσιάζει μια ισχυρή απορρόφηση στα 600 -750nm και μπορεί να καθοριστεί εύκολα φασματοφωτομετρικά. Η απουσία φαινολικών ουσιών έχει ως αποτέλεσμα το ABTS⁺ να είναι σταθερό αλλά όταν αντιδρά με ένα δότη χ -ατόμων (π.χ. φαινολικές ουσίες) μετατρέπεται σε μια άχρωμη μορφή. Η πτώση της τιμής της οπτικής απορρόφησης συνεπάγεται λοιπόν αύξηση της συγκέντρωσης φαινολικών ουσιών. Η ποσότητα του ABTS⁺ που καταναλώνεται λόγω της αντίδρασης με τις φαινολικές ουσίες εκφράζεται σε ισοδύναμα Trolox (μονάδες συγκέντρωσης) ή και σε ισοδύναμα Γαλλικού Οξέος και εκφράζει την αντιοξειδωτική ικανότητα του δείγματος (Villano et al, 2004).

Μία αρκετά διαδεδομένη μέθοδος για την μέτρηση των πολυφαινολών που βρίσκονται στο τσάι είναι η αντίδραση Folin – Ciocalcau με την οποία μετράται το συνολικό περιεχόμενο σε πολυφαινόλες. Αντίθετα η υγρή χρωματογραφία υψηλής επίδοσης (HPLC) συντελεί στο διαχωρισμό και στην ποσοτικοποίηση των πολυφαινολών. Λόγω αυτής τους της ιδιότητας έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες μέθοδοι

ανάλυσης με HPLC όπου χρησιμοποιούνται στήλες ανάστροφης φάσης ή διαφορετικές στήλες για σύγκριση δεδομένων. Ως κινητές φάσεις έκλουσης χρησιμοποιούνται υδατικά διαλύματα μεθανόλης ή ακετονιτριλίου και έχει παρατηρηθεί ότι η προσθήκη στην κινητή φάση μικρής ποσότητας οξικού ή μυρμηκικού οξέος βελτιώνει τον διαχωρισμό. Αρκετά συχνά έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται η εκχύλιση στερεής φάσης (SPE, Solid Phase Extraction) για την παραλαβή των πολυφαινολών πριν το δείγμα αναλυθεί με την HPLC. Για την μέτρηση των κατεχινών του τσαγιού χρησιμοποιούνται διάφοροι ανιχνευτές όπως UV, ηλεκτροχημικοί, φθορισμομετρικοί, χημειοφωταύγειας κτλ. Ο ηλεκτρονικός ανιχνευτής είναι χίλιες φορές πιο ευαίσθητος από τον UV ανιχνευτή κατά την μέτρηση των κατεχινών του τσαγιού. Για την ποιοτική αξιολόγηση του τσαγιού έχει προταθεί η μέθοδος της τριχοειδούς ηλεκτροφόρησης γιατί με την μέθοδο αυτή μπορούν να αναλυθούν ταυτόχρονα οι κατεχίνες, η καφεΐνη και το ασκορβικό οξύ.¹³³

Για την μέτρηση στους γλυκοζίτες φλαβονολών, λίγα είναι τα διαθέσιμα πρότυπα στο εμπόριο για να βασιστεί σε αυτά η ταυτοποίηση τους. Για τον λόγο αυτό η ταυτοποίηση τους γίνεται με εναλλακτικές μεθόδους όπως η ¹³C-NMR φασματοσκοπία, η UV-, ¹H- κτλ. Έτσι η υδρόλυση των γλυκοζιτών σε αγλύκονες πριν την ανάλυση με HPLC αποτελεί μία πρακτική μέθοδο ποσοτικού προσδιορισμού των φλαβονοειδών (Wang et al, 2000).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Τα αντιοξειδωτικά που περιέχονται στο τσάι έχουν ελκύσει το ενδιαφέρον πολλών επιστημόνων μέχρι σήμερα. Οι περισσότερες έρευνες επικεντρώθηκαν στο τσάι που προέρχεται από το φυτό *Camellia Sinensis* και συγκεκριμένα από το πράσινο και το μαύρο τσάι. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες του τσαγιού προλαμβάνουν τον ανθρώπινο οργανισμό από διάφορες ασθένειες. Η κατανάλωση πράσινου τσαγιού βοηθά σημαντικά τον οργανισμό στη απώλεια βάρους και για τον λόγο αυτό έχει ιδιαίτερα δημοφιλές προϊόν. Παρακάτω θα αναλυθούν οι κυριότερες ευεργετικές επιδράσεις από την κατανάλωση τσαγιού.

3.1 ΚΑΡΚΙΝΟΣ

3.1.1 ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΤΟΥ ΔΕΡΜΑΤΟΣ

Μελέτες σε μύες έχουν δείξει ότι τοπική εφαρμογή ή ένεση με πολυφαινόλες πράσινου τσαγιού ή EGCG εμποδίζουν την έναρξη της καρκινογένεσης από χημικές καρκινογόνες ουσίες και UV ακτινοβολία. Η καφεΐνη του τσαγιού έχει βρεθεί ότι έχει χημειοπροστατευτική δράση έναντι της προκαλούμενης από UVb ακτινοβολία καρκινογένεσης (Dufesne and Farnworth, 2001). Σε άλλες μελέτες που χρησιμοποιήθηκε “ντεκαφεϊνέ” μαύρο τσάι δεν εμποδίστηκε η καρκινογένεση από UVb ακτινοβολία ή από χημικό προωθητή. Οι διαδικασίες απομάκρυνσης της καφεΐνης ίσως συντελούν στην παραγωγή τοξικών προϊόντων. Με βάση τις θετικές επιδράσεις του πράσινου τσαγιού στο δέρμα μύων πολλές φαρμακευτικές εταιρείες αλλά και εταιρείες καλλυντικών ενισχύουν τα προϊόντα περιποίησης δέρματος με εκχυλίσματα πράσινου τσαγιού (Katiyar and Elmets, 2001). Η χρήση των εκχυλισμάτων τσαγιού σε συνδυασμό με αντηλιακό και σωστή επιμόρφωση ίσως αποτελεί αποτελεσματική στρατηγική για την μείωση της εμφάνισης καρκίνου του δέρματος σε ανθρώπους (Ahmad and Mukhtar, 2001).

3.1.2 ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΤΩΝ ΠΕΥΜΟΝΩΝ

Η επίδραση του μαύρου και του πράσινου τσαγιού στην ανάπτυξη του καρκίνου των πνευμόνων έχουν δώσει ελπιδοφόρα αποτελέσματα μετά από μελέτες που έγιναν σε μύες. Έχει διαπιστωθεί μείωση του αριθμού των πνευμονικών καρκίνων σε μύες που τους χορηγήθηκε μαύρο, πράσινο, EGCG ή ντεκαφεϊνέ τσάι πριν από την έναρξη της καρκινογένεσης (Yang et al, 1999).

3.1.3 ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΤΟΥ ΓΑΣΤΡΕΝΤΕΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η επίδραση του τσαγιού στον καρκίνο του γαστρεντερικού συστήματος έχει μελετηθεί σε ανθρώπους αλλά κυρίως σε ζώα. Μελέτες έχουν δείξει ότι χορήγηση σε μύες πράσινου τσαγιού περιεκτικότητας 1,5% σε πολυφαινόλες απέτρεψε την εξέλιξη του καρκίνου του στόματος, ενώ μείωσε τα επίπεδα του επιδερμικού αυξητικού παράγοντα EGF. Επιπλέον η χορήγηση υψηλής συγκέντρωσης πολυφαινολών τσαγιού σε μύες οδήγησε σε κάποιες περιπτώσεις στην μείωση του αριθμού και του μεγέθους των όγκων στον οισοφάγο, ενώ ανέστειλε την καρκινογένεση στο παχύ έντερο συνοδευόμενη από μείωση των επιπέδων των nuclear-b-catexin, c-myc και psospho-Act (Khan & Mukhtar, 2007). Τέλος τα εκχυλίσματα πράσινου τσαγιού εμποδίζουν τον χημικά προκαλούμενο καρκίνο του στομάχου σε ποντίκια (Abdula and Gruber, 2000).

3.1.4 ΑΛΛΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΚΑΡΚΙΝΟΥ

Η κατανάλωση του τσαγιού έχει προστατευτική δράση έναντι διαφόρων μορφών καρκίνου. Σε μελέτες που έγιναν σε επίμυες ή μύες έχουν παρατηρηθεί ευεργετικές επιδράσεις έναντι του καρκίνου του ήπατος. Αυτό συμβαίνει γιατί τα φαινολικά συστατικά του μαύρου τσαγιού έχουν προστατευτική δράση έναντι των οξειδωτικών βλαβών του DNA (Russo et al, 2001). Θετικές επιδράσεις βρέθηκαν και για την καταπολέμηση του καρκίνου του μαστού και του καρκίνου του προστάτη. Αποδείχτηκε ότι ενδοπεριτοναϊκή ένεση EGCG και χωρίς άλλες κατεχίνες σε μύες έδειξε ότι εμποδίζει την αύξηση και μειώνει το μέγεθος των καρκινικών κυττάρων σε στήθος και προστάτη (Dufrense and Farnworth, 2001). Έρευνα που έγινε σε ασθενείς με καρκίνο του μαστού που κατανάλωσαν περισσότερα από πέντε φλιτζάνια πράσινου τσαγιού είχαν μικρότερο ρυθμό επανεμφάνισης καρκίνου σε σχέση με τους ασθενείς που κατανάλωναν λιγότερα από τέσσερα φλιτζάνια (Suganuma, 1999).

3.2 ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

3.2.1 ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

Η εμφάνιση καρδιαγγειακών νοσημάτων στον άνθρωπο εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και μπορεί να ρυθμιστεί από τα συστατικά της δίαιτας. Η κατανάλωση τσαγιού βοηθάει στην αντιμετώπιση των καρδιαγγειακών νοσημάτων, γιατί τα φλαβονοειδή του τσαγιού προστατεύουν την LDL-χοληστερόλη από οξειδωτικές βλάβες (Langley-Evans, 2001). Η σειρά της αντιοξειδωτικής ικανότητας έναντι της οξείδωσης

της LDL-χοληστερόλης είναι: διγγαλική θειοφλαβίνη > θειαβλαβίνη ≥ γαλλικό εστέρα επιγαλλοκατεχίνη > επιγαλλοκατεχίνη > γαλλικό οξύ (Yoshida et al, 1999).

Έχει βρεθεί ότι η βραχυπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη κατανάλωση τσαγιού αντιστρέφει την ενδοθηλιακή δυσλειτουργία σε ασθένειες με στεφανιαία νόσο. Αυτό εξηγείται από την συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης τσαγιού και της μειωμένης εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων (Duffy et al, 2001). Σε μια μελέτη στην οποία εθελοντές κατανάλωναν ποσότητα μαύρου τσαγιού ισοδύναμη με έξι φλιτζάνια βρέθηκε αύξηση της αντίστασης του πλάσματος όσον αφορά την οξειδωση των λιπών (Cherubini et al, 1999).

3.2.2 ΥΠΕΡΤΑΣΗ

Η αυξημένη αρτηριακή πίεση είναι μια πάθηση που επηρεάζει την ζωή εκατομμυρίων ανθρώπων σε όλο τον κόσμο. Η παθογένεση της υπέρτασης αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό παράγοντα κινδύνου για καρδιακές επιπλοκές. Η δράση των αντιοξειδωτικών είναι πολύ σημαντική στην προστασία της ενδοθηλιακής λειτουργίας. Σε *in vitro* μελέτες που έγιναν σε μύες έδειξαν ότι τα φλαβονοειδή και κυρίως η κερσετίνη έχουν χαλαρωτική επίδραση στην συστολή των αορτικών αγγείων. Τέλος η κατανάλωση μαύρου ή πράσινου τσαγιού σε μέτριες ποσότητες δεν επανέφερε στα φυσιολογικά επίπεδα τις τιμές της αρτηριακής πίεσης σε ανθρώπους (Dufesne and Farnworth, 2001).

3.3 ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΤΣΑΓΙΟΥ ΣΕ ΑΛΛΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

3.3.1 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΔΕΡΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΟΦΘΑΛΜΩΝ

Ο ιστός του δέρματος έχει υψηλή μεταβολική δραστηριότητα και είναι ευαίσθητος στο οξειδωτικό στρες από εξωγενείς και ενδογενείς πηγές. Οι πολυφαινόλες του μαύρου τσαγιού παρέχουν προστασία έναντι του ερυθήματος και της φλεγμονής του δέρματος που προκαλείται από την UVb ακτινοβολία τόσο σε μύες όσο και στον άνθρωπο. Επιπλέον οι EGCG και οι ECG εμποδίζουν την δράση της 5-α-ρεδουκτάσης η οποία σχετίζεται με εξαρτώμενες από ανδρογόνα δερματολογικές διαταραχές όπως η ακμή.

Το μάτι είναι ευαίσθητο σε βλάβες από οξυγόνο, ακτινοβολία, χημικά και άλλους μολυσματικούς παράγοντες. Οι πολυφαινόλες του πράσινου τσαγιού όπως η EGCG προστατεύουν τον οπτικό φακό λατών από το οξειδωτικό στρες που προκαλείται από UVa ακτινοβολία. Επίσης η χορήγηση πράσινου ή μαύρου τσαγιού σε μύες είχε καταρρακτοστατική επίδραση (Dufesne and Farnworth, 2001 , Thiagarajan ,2001).

3.3.2 ΔΙΑΒΗΤΗΣ

Μελέτη σε γηρασμένους επίμυες έδειξε ότι το πράσινο τσάι μπορεί να μειώσει τα επίπεδα γλυκόζης του αίματος. Το τσάι εμποδίζει την δραστηριότητα των μεταφορέων γλυκόζης στο ευρύτερο επιθήλιο και πιστεύεται ότι ελαττώνει την διαιτητική πρόσληψη γλυκόζης (Dufesne and Farnworth, 2001).

3.3.3 ΝΕΦΡΙΚΕΣ ΠΑΘΗΣΕΙΣ

Η νεφρική υπέρταση είναι μια μορφή υπέρτασης που έχει σχέση με την συστολή της νεφρικής αρτηρίας ή με βλάβες στα νεφρά. Οι κατεχίνες του πράσινου τσαγιού βοηθούν στην μείωση της πίεσης βελτιώνοντας έτσι την νεφρική λειτουργία σε μύες. Οι κατεχίνες αυξάνουν την έκκριση νατρίου και βελτιώνουν την αιματική κυκλοφορία στα νεφρά. Επίσης, πειράματα που διεξήχθησαν σε μύες που έχουν υποστεί μερική νεφρεκτομή αποκάλυψαν ότι οι κατεχίνες του πράσινου τσαγιού, εμποδίζουν την πρόοδο της νεφρικής ανεπάρκειας και ανακουφίζουν από τις πειραματικές σκληρωτικές βλάβες. Μύες που λάμβαναν πράσινο τσάι πριν υποστούν νεφροπάθεια διαπιστώθηκε ότι είχαν χαμηλότερα επίπεδα πρωτεΐνης και γλυκόζης στα ούρα γεγονός που υποδηλώνει μείωση των αρνητικών επιπτώσεων του νεφρού που υπολειτουργεί (Dufesne and Farnworth, 2001).

3.3.4 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΕ ΟΔΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Το πράσινο τσάι, ο EGCG και ο ECG εμποδίζουν την προσκόλληση και την αύξηση βακτηρίων στην επιφάνεια των δοντιών. Ο EGCG εμποδίζει την ανάπτυξη και προσκόλληση του *Porphyromonas gingivalis*, ένα βακτήριο που είναι υπεύθυνο για τις περιοδοντικές ασθένειες. Τα αρωματικά συστατικά του τσαγιού παρουσιάζουν συνεργιστική δράση για την εμπόδιση της αύξησης του *Streptococcus mutans*, ενός βακτηρίου που βρίσκεται στην στοματική κοιλότητα και συμβάλει στην φθορά των

δοντιών. Σύμφωνα με κάποιες έρευνες σε ανθρώπους και πειραματόζωα έδειξε ότι η κατανάλωση τσαγιού χωρίς προσθήκη ζάχαρης μειώνει την τερηδόνα, στην δημιουργία της οποίας παίζουν σημαντικό ρόλο η διατροφή και η μικροβιολογική μόλυνση (Cabrera et al, 2006). Πρόσφατα ανακαλύφθηκε ότι οι κατεχίνες του πράσινου τσαγιού έχουν την ιδιότητα να μειώσουν την περιοδοντίτιδα (Okamoto et al, 2004). Το πράσινο και το μαύρο τσάι είναι πηγές φθορίου και αυτό είναι ένα αποτελεσματικό μέσο μεταφοράς φθοριούχου άλατος στην στοματική κοιλότητα. Η περιεκτικότητα σε φθόριο έχει θετικές επιδράσεις στην τερηδόνα και μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη απώλειας δοντιών καθώς και στον στομαχικό καρκίνο. Αυτές οι ιδιότητες του πράσινου τσαγιού το έκαναν να χρησιμοποιείται ευρέως στις μέρες μας σε οδοντόκρεμες (Cabrera et al, 2006).

3.3.5 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΩΝ ΙΩΝ

Το τσάι έχει ευεργετικές επιδράσεις έναντι των μολύνσεων από τους ιούς. Οι πολυφαινόλες του τσαγιού εμποδίζουν τον πολλαπλασιασμό του ρετροϊού (rotavirus) σε καλλιέργειες κυττάρων πιθήκων και του ιού της γρίπης Α σε καλλιέργειες κυττάρων ζώων. Επιπρόσθετα έχει αναφερθεί ότι διάφορα φλαβονοειδή μαζί με EGCG και ECG εμποδίζουν τον πολλαπλασιασμό του ρετροϊού της ανθρώπινης ανοσολογικής ανεπάρκειας (HIV), εμποδίζοντας την δράση της αντίστροφης μεταγραφάσης, ενός ενζύμου που επιτρέπει την ενσωμάτωση του ιϊκού RNA στο γονιδίωμα των κυττάρων – ξενιστών.

3.3.6 ΑΝΤΙΒΑΚΤΗΡΙΑΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΤΣΑΓΙΟΥ

Το εκχύλισμα του μαύρου τσαγιού επηρεάζει την κινητικότητα του γαστρεντερικού σωλήνα και οι κατεχίνες του τσαγιού βελτιώνουν την δραστηριότητα του παχέως εντέρου. Τα εκχυλίσματα τσαγιού έχουν σημαντική δράση σε διάφορους μικροοργανισμούς όπως *Vibrio cholerae*, *Salmonella typhi*, *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli*, *Helicobacter pylori*, *Shigella*, *Salmonella*, *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Candida*, *Mycoplasma* και *Cryptococcus* που είναι υπεύθυνο για τα γαστρικά και δωδεκαδακτυλικά έλκη. Τα κατά Gram-θετικά βακτήρια είναι πιο ευαίσθητα στα εκχυλίσματα τσαγιού από τα κατά Gram-αρνητικά.

Το τσάι έχει θετικές επιδράσεις και στο μεταβολισμό τροποποιώντας τα βακτήρια του εντέρου. Η κατανάλωση τσαγιού μπορεί να οδηγήσει σε μείωση των

εντεροβακτηρίων που παράγουν αμμωνία και άλλες βλαβερές αμίνες αλλά και σε αύξηση των γαλακτοβακίλλων και bifido-βακτηρίων τα οποία παράγουν οργανικά οξέα και μειώνουν το εντερικό pH. Γενικά το τσάι μπορεί να εμποδίσει την αύξηση του *Staphylococcus aureus* και του *Vibrio parahaemolyticus* που είναι υπεύθυνα για την εμφάνιση χολέρας και διαρροϊκών ασθενειών (Dufesne and Karnworth, 2001).

3.3.7 ΑΝΤΙΑΡΘΡΙΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΑΜΙΝΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΤΣΑΓΙΟΥ

Οι πολυφαινόλες του πράσινου τσαγιού μειώνουν σημαντικά το ενδεχόμενο εμφάνισης αρθρίτιδας με σημαντική μείωση των μεσολαβητών φλεγμονής στις αρθρώσεις μυών. Θετικές επιδράσεις στην οστεοαρθρίτιδα έχουν αναφερθεί από υψηλές δόσεις αντιοξειδωτικών (Dufesne and Farnworth, 2001). Η έκκριση ισταμίνης από τα μαστοκύτταρα (mast cells (εμφανίζουν όψη και λειτουργία βασεόφυλλων κυττάρων)) σχετίζονται με φλεγμονή, δερματίτιδα, μαστοκυττάρωση και άσθμα σε περιπτώσεις αλλεργίας από περιβαλλοντικά αντιγόνα. Το τσάι εκτός από τις αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες του έχει και αντισταμινική επίδραση στα περιτοναϊκά μαστοκύτταρα (Yamada and Tachibana, 2000). Η EGCG μπορεί να μειώσει την έκκριση ισταμίνης έως και 90% σε καλλιέργεια κυττάρων επιμύων και αυτό οφείλεται στο τριφαινόλικό τμήμα του μορίου. Η κερσετίνη έχει αντιφλεγμονώδη δραστηριότητα και παρεμποδίζει την έκκριση ισταμίνης και την πρωτεϊνική κινάση C που είναι ένα ένζυμο απαραίτητο για την ενεργοποίηση της εκκριτικής διαδικασίας (Dufesne and Farnworth, 2001).

3.3.8 ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ

Σύμφωνα με ορισμένες μελέτες το τσάι μπορεί να βελτιώσει τις νευρολογικές και φυσιολογικές λειτουργίες. Ένεση τσαγιού οδηγεί σε ταχεία αύξηση της εγρήγορης και της ικανότητας επεξεργασίας πληροφοριών και οι επιδράσεις αυτές δεν οφείλονται εξ' ολοκλήρου στην καφεΐνη. Αυτό οφείλεται στην θεοφυλλίνη, η οποία δρα ως νευροδιαβιβαστής στον εγκέφαλο και μειώνει σημαντικά την πίεση. Επιπλέον η θεοφυλλίνη τροποποιεί τα επίπεδα σεροτονίνης και ντοπαμίνης βελτιώνοντας την μνήμη, την ικανότητα εκμάθησης και επηρεάζει τα συναισθήματα. Πάντως έχει βρεθεί ότι η προσθήκη καφεΐνης σε ροφήματα βελτιώνει την διάθεση και μειώνει την ανησυχία 30-60 λεπτά μετά την κατανάλωση (Quinlan et al, 1997).

Άλλες ευεργετικές επιδράσεις ορισμένων αντιοξειδωτικών του τσαγιού έχουν βρεθεί ότι προστατεύουν τους νεύρωνες από το οξειδωτικό στρες το οποίο σχετίζεται με την νόσο Parkinson και Alzheimer (Hushchak ,2012). Το τσάι βοηθάει στην χαλάρωση του ανθρώπου και στην καθυστέρηση της απώλειας σε επίπεδο κεντρικού νευρικού συστήματος που έχει σχέση με την γήρανση. Παρόλα αυτά το τσάι δεν έχει αξιολογηθεί στην θεραπεία αυτών των παθήσεων (Dufesne and Farnworth, 2001).

3.4 ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ

Την τελευταία δεκαετία η επικράτηση της παχυσαρκίας παγκοσμίως έχει αυξηθεί αισθητά. Η σημαντικότερη αιτία της παχυσαρκίας είναι η ανισορροπία μεταξύ της πρόσληψης ενέργειας και της δαπάνης (κατανάλωσης) ενέργειας. Εργαλεία για την αντιμετώπιση της παχυσαρκίας που περιλαμβάνει καφεΐνη και πράσινο τσάι έχουν προταθεί ως στρατηγικές για απώλεια βάρους και συντήρηση. Για να επιτευχθεί απώλεια βάρους χρειάζεται αρνητική ενεργειακή ισορροπία, η οποία θα γίνει είτε μειώνοντας την πρόσληψη ενέργειας είτε αυξάνοντας την δαπάνη ενέργειας. Τα συστατικά αυτά μπορεί να αυξήσουν την δαπάνη ενέργειας και έχει προταθεί ότι αντισταθμίζουν την μείωση του μεταβολικού ρυθμού που συμβαίνει κατά την διάρκεια της απώλειας βάρους. Η χρήση πράσινου τσαγιού έχει αποδειχθεί ότι έχει θετικές επιδράσεις στη διαχείριση του σωματικού βάρους.

Έχει αναφερθεί ότι η καφεΐνη η οποία επίσης περιέχεται στο πράσινο τσάι, έχει θερμογεννητικές επιπτώσεις και μπορεί να προκαλέσει οξείδωση του λίπους *in vitro* (δηλαδή σε πείραμα μέσα σε δοκιμαστικό σωλήνα με ελεγχόμενες συνθήκες), εν μέρει μέσω συμπαθητικής ενεργοποίησης του κεντρικού νευρικού συστήματος. Στους ανθρώπους η καφεΐνη έχει αποδειχθεί ότι διεγείρει την θερμογένεση και την οξείδωση του λίπους. Ακόμη έχει αναφερθεί ότι τα εκχυλίσματα πράσινου τσαγιού που περιέχουν καφεΐνη και πολυφαινολικές κατεχίνες, επιδρούν στο σωματικό βάρος και την δαπάνη ενέργειας. Η παρατήρηση ότι το πράσινο τσάι διεγείρει την θερμογένεση δεν μπορεί να αποδοθεί εξ ολοκλήρου στην καφεΐνη που περιέχει γιατί η θερμογενετική επίδραση του εκχυλίσματος του πράσινου τσαγιού που περιέχει καφεΐνη και πολυφαινολικές κατεχίνες είναι μεγαλύτερη από αυτή μιας ίσης ποσότητας καφεΐνης.

Η αποτελεσματικότητα του πράσινου τσαγιού στην καταπολέμηση της παχυσαρκίας έχει φανεί μέσω βραχυπρόθεσμων πειραμάτων σε ανθρώπους. Έτσι σε μια βραχυπρόθεσμη μελέτη σε ανθρώπους δόθηκαν τρεις φορές σε καθημερινή βάση α) EGCG μαζί με καφεΐνη με αναλογία 90-50mg, β) καφεΐνη (50mg) και γ) κάψουλες ψευτοφάρμακου σε τρεις διαφορετικές περιπτώσεις. Σε σχέση με το ψευτοφάρμακο και την σκέτη καφεΐνη, η αγωγή με εκχυλίσματα πράσινου τσαγιού κατέληξε σε σημαντική αύξηση της ημερήσιας ενεργειακής δαπάνης (κατανάλωσης ενέργειας) 4% και οξείδωση του λίπους υποδηλώνοντας ότι το πράσινο τσάι έχει θερμογενετικές ιδιότητες πέρα από αυτές που εξηγούνται από την καφεΐνη που περιέχει. Οι Rudell et al. διεξήγαν μια παρόμοια έρευνα στην οποία καταναλώνονταν τρεις μερίδες θερμογενετικού ποτού την ημέρα για τρεις ημέρες, που περιέχουν 94mg EGCG και 100mg καφεΐνη. Η ημερήσια κατανάλωση ενέργειας αυξήθηκε σημαντικά μετά από κάθε θερμογενετικό ποτό (4,6%). Οι Komatsu et al. παρατήρησαν αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας τις 2 επόμενες ώρες 4% μετά από ένα ποτό που περιείχε 161mg καφεΐνη και 156 mg EGCG. Αυτές οι παρατηρήσεις επιβεβαιώθηκαν μέσω του προσδιορισμού της ημερήσιας ενεργειακής δαπάνης, χρησιμοποιώντας αναπνευστικούς θαλάμους και δίνοντας στα άτομα διαφορετικές ποσότητες πράσινου τσαγιού.

Οι ημερήσιες αυτές έρευνες έγιναν σε 10 άντρες και 24 γυναίκες Καυκάσιους και Ασιάτες με Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) μεταξύ 21-35 και ηλικίες 18-60, οι οποίοι λάβαιναν 100-300 mg/ημέρα και έδειξαν αύξηση της ημερήσιας ενεργειακής δαπάνης 4% - 8% και αυξημένη οξείδωση λίπους 3,5% - 9,9% εξαιτίας της κατανάλωσης ενός μείγματος πράσινου τσαγιού/καφεΐνης που περιείχε 270 - 1200mg πράσινο τσάι και 100-161mg καφεΐνη. Όμως μια έρευνα 13,5 ωρών σε 15 άντρες Καυκάσιου με ΔΜΣ 22,4 , ηλικίας 24 ετών με τακτική λήψη καφεΐνης λιγότερης από 250mg/ημέρα, έδειξε μια ασήμαντη αύξηση 2,3% στην κατανάλωση ενέργειας και οξείδωση λίπους μετά από πρόσληψη 645mg πράσινου τσαγιού με 150mg καφεΐνη. Μπορεί η διάρκεια της έρευνας να ήταν πολύ σύντομη και το αποτέλεσμα πηγαίνει συγκεντρωτικά μετά από 24 ώρες. Σε μακροχρόνιες έρευνες που έγιναν για την επίδραση του μίγματος πράσινου τσαγιού έδειξαν πάλι τα ίδια θετικά αποτελέσματα. Σε έρευνα με 70 υπέρβαρους Καυκάσιους το σωματικό τους βάρος μειώθηκε κατά 4,6% και η περιφέρεια μέσης κατά 4,5% μετά από 3 μήνες. Στη ίδια έρευνα η μακροχρόνια έρευνα χορήγηση (12μήνες) κατεχινών τσαγιού με δόση 400-700mg/ημέρα μείωσε το σωματικό λίπος και τις παραμέτρους του. Οι Harada

et al, έδειξαν ότι μετά από 12 εβδομάδες χορήγησης 350ml τσαγιού την ημέρα η ενεργειακή δαπάνη και η διαιτητική οξείδωση λίπους αυξήθηκαν.

Συνολικά το πράσινο τσάι είναι ένα σημαντικό εργαλείο για την διαχείριση της παχυσαρκίας εφόσον αυξάνει την ενεργειακή δαπάνη και αντισταθμίζει την επιβράδυνση του μεταβολισμού κατά την διάρκεια της απώλειας βάρους. Έτσι το πράσινο τσάι με τις κατεχίνες και την καφεΐνη που περιέχει αναστέλλει την κατεχόλη Ο-μεθυλ-τρανσεφεράση και φωσφοδιεστεράση αυτοί οι μηχανισμοί μπορεί να λειτουργούν συνεργατικά. Ένα μείγμα πράσινου τσαγιού καφεΐνης βελτιώνει την συντήρηση βάρους μέσω θερμογένεσης, οξείδωσης λίπους και της "εξοικονόμησης" μη λιπώδους μάζας. Μέχρι στιγμής το μείγμα καφεΐνης και πράσινου τσαγιού θεωρείται ασφαλές. Τα θερμογονικά συστατικά μπορεί να θεωρηθούν ως λειτουργικοί παράγοντες που βοηθούν στην πρόσληψη ενός θετικού ενεργειακού ισοζυγίου και της παχυσαρκίας. Προκείμενου να αποκτήσει μεγαλύτερη ομοφωνία σχετικά με τις επιπτώσεις των μειγμάτων κατεχινών πράσινου τσαγιού και της καφεΐνης, χρειάζεται μια διεπιστημονική μελέτη πάνω στην βιο-διαθεσιμότητα και την βιο-δραστηριότητα που θα ξετυλίγει τις επιπτώσεις στην απορρόφηση της παρεμβολής με άλλα θρεπτικά συστατικά, δραστηριότητες σχετικές με ένζυμα και την πιθανή εξοικείωση λόγω του επιπέδου τακτικής κατανάλωσης (Westerterp – Plantenga, 2010).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Το τσάι είναι ένα ευρέως διαδεδομένο ρόφημα που έχει μελετηθεί εκτενώς για τις αντιοξειδωτικές του δράσεις. Στην παρούσα πτυχιακή μελέτη ασχοληθήκαμε με το τσάι που προέρχεται από το φυτό *Camellia Sinensis* καθώς και με τις ποικιλίες του το πράσινο, το μαύρο και το oolong τσάι οι οποίες διαφέρουν λόγω του διαφορετικού βαθμού οξείδωσης. Επίσης έγινε αναφορά στο τσάι που καλλιεργείται στην Ελλάδα και στις ποικιλίες του. Ταυτόχρονα έγινε πλήρης ανάλυση των μεθόδων διαδικασίας παραγωγής καθώς επίσης αναφέρθηκαν και τα κριτήρια διαχωρισμού και ταξινόμησης των φύλλων τσαγιού. Επειδή η οικονομική συνεισφορά του τσαγιού στην οικονομία είναι σημαντική έγινε μια οικονομική ανάλυση με βάση την παραγωγή και την κατανάλωση του τσαγιού καθώς και στα διαφορετικά προϊόντα που παρασκευάζονται με βάση αυτό, όπως το τα φακελάκια τσαγιού και το παγωμένο τσάι.

Ένας από τους στόχους αυτής της μελέτης είναι να κάνει γνωστές τις αντιοξειδωτικές ικανότητες του τσαγιού. Αφού γίνεται γνωστός ο ορισμός των αντιοξειδωτικών, ο ρόλος και η δράση τους στα τρόφιμα, εστιάζεται στις αντιοξειδωτικές ουσίες που έχουν βρεθεί στο τσάι. Βρέθηκε ότι τα κυριότερα αντιοξειδωτικά του τσαγιού είναι οι πολυφαινόλες (οι οποίες περιλαμβάνουν τις κατεχίνες) και τα φλαβονοειδή. Ακόμη έγινε λόγος για τις ελεύθερες ρίζες και το αντιοξειδωτικό στρες καθώς και το ρόλο που έχουν για την υγεία του ανθρώπου. Τέλος γίνεται αναφορά στις μεθόδους μέτρησης των αντιοξειδωτικών στα τρόφιμα αλλά και στο τσάι. Ανάλογα με το που θέλει να εστιάσει το ενδιαφέρον του ο κάθε ερευνητής χρησιμοποιεί και την κατάλληλη μέθοδο μέτρησης των αντιοξειδωτικών.

Το τσάι έχει πολλές ευεργετικές ιδιότητες και για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα. Έτσι το τσάι έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να ωφελήσει σε πολλές μορφές καρκίνου όπως επίσης και σε καρδιαγγειακές ασθένειες. Θετικές επιπτώσεις έχουν βρεθεί στην προστασία του δέρματος από άλλες μορφές καρκίνου και την ηλιακή ακτινοβολία, στην προστασία του στόματος από μικροβιολογικές μολύνσεις και στην προστασία των οφθαλμών αλλά και επιδράσεις καταπολέμησης των ιών και των βακτηρίων. Πολλές έρευνες έχουν γίνει για τον ρόλο των αντιοξειδωτικών στην ρύθμιση του σωματικού βάρους με θετικά αποτελέσματα και για αυτό χρησιμοποιείται ευρύτερα

είτε σε δίαιτες (κατανάλωση ροφήματος τσαγιού), είτε χορηγείται σε σκευάσματα σαν συμπληρώματα διατροφής σε άτομα που θέλουν να αδυνατίσουν.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΗΓΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

- www.britannica.com
- www.cityfarmer.gr
- www.fao.org
- www.foodbites.eu
- www.homefarming.com
- www.ihunt.gr
- www.Interasiastore.blogspot.gr
- www.islandteashop.com
- www.letscook.com
- www.mani.org.gr
- www.mylona.gr
- www.publicdomainpictures.net
- www.teafountain.com
- www.threehugger.gr
- www.treearth.com
- www.tsai.gr
- www.tsaiaptavna.blogspot.com
- www.wikipedia.org
- www.vogicchai.com

ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΕΙΕΣ

- Εγκυκλοπαίδεια ΔΟΜΗ, 2005, Τόμος 29, Ελλάδα, Εκδόσεις «ΔΟΜΗ» Α.Ε.
- Εγκυκλοπαίδεια Επιστήμη και Ζωή, Μονοτονική, Τόμος 18, Ελλάδα, Εκδοτικές και Εμπορικές Επιχειρήσεις Χατζηϊακώβου Α.Ε.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ανδρικόπουλος Κ.Ν., 1998, *Σημειώσεις Οργανικής Χημείας και Δομικής Βιοχημείας (Τόμος I)*, Αθήνα, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
- Ανδρικόπουλος Κ.Ν., 1998, *Σημειώσεις Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων (Τόμος II)*, Αθήνα, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
- Γάλαρης Δ. και Δούλιας, 2001, *Π.Θ. Βιολογικά Αντιοξειδωτικά – Χημικά Χρονικά*
- Μπόσκου Δ., 1997, *Χημεία Τροφίμων*, 4^η Έκδοση, Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Γαρταγάνη
- Σουφλερός Ε., 1997, *Οίνος και Αποστάγματα – Μέθοδοι Ανάλυσης*, Θεσσαλονίκη, Τυπογραφία Παπαγεωργίου
- Τριχόπουλος Δ., Καλαποθάκη Β, Πετρίδου Ε., 2000, *Προληπτική Ιατρική και Δημόσια Υγεία*, Αθήνα, Εκδόσεις Ζήτα

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abdulla M and Gruber P., (2000), Role of Diet Modification in Cancer Prevention, *Biofactors*, 12 (1-4), 45-51
- Ahmad N. and Mukhtar H.,(2001), Cutaneous Photochemoprotection by Green Tea: a brief review, *Skin Pharmacology and Applied Skin Psysiology*, 14(2), 69-76
- Balentine D.A., Wiseman S. A. and Bouwens L.C.M., (1997), The Chemistry of tea flavonoids, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*,37 , 693-704
- Benzie I.F.F. and Strain J.J., (1996) , The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay, *Anal. Biochemistry*, 239, 70-76
- Bourassa M.J & Tardif J-C, (2006), *Antioxidants and Cardiovascular Diseases*, Springer, U.S.A., p. 87-97
- Cabrera A, Artacho R & Gimenez R, 2000, Effects of Green Tea – A Review, *Journal of the American College of Nutrition*, 25 (2), 79-99
- Chen T., Bunting M., Karim F.D., Thummel, (1992), Isolation and Characterization of five *Drosophila* genes that encode an ets-related DNA binding domain, *Dev. Biol.* 151: 176-191

- Cherubini A. et al., (1999), Black Tea Increases the Resistance of Human Plasma to Lipid Peroxidation in Vitro, but not ex Vivo, *Free Radical Biology & Medicine*, 27(3/4), 381-387
- Duffy S.J. et al., (2001), Short-and Long-Term Black Tea Consumption Reverses Endothelial Dysfunction in Patients with Coronary Artery Disease, *Circulation*, 104 (2), 151-156
- Dufesne C. J. & Farnworth E.R., (2001), A review at latest findings on the health promotion properties of tea, *Journal of Nutritional Biochemistry*, 12, 404-421
- Fang Y-Z., Yang S. & Wu G., (2002), Free radicals, antioxidants and nutrition, *Nutrition*, 18, 872-879
- Galli C. and Visioli F., (2002), Antioxidant and other biological activities of phenols from olive oil, *Med Res Rev* 22
- Grooper S. S, Smith J. L., Groff J. L. , (2005), *Advanced nutrition and human metabolism*, 4th edition, U.S.A., Wadsworth, a division of Thomson Learning Inc
- Halvorsen B., Holte K., Myhrstad M., Barikmo I., Hvattum E., Remberg S., Wold A., Haffner K., Baugerd H., Andersen L., Moskaug J., Jacobs D., Jr. and Rune Blomhoff, (2002), A Systematic Screening of Total Antioxidants in Dietary Plants, *Journal of Nutrition*, 132, 461-471
- Harborne J. B., (1997), *Plant Phenolics in Methods in Plant Biochemistry*, Academy Press, London, 197-199
- Heim K.E., Tagliaferro A.R., and Bobilya D.J., (2002), Flavonoid antioxidants: Chemistry metabolish and structure-activity relationships, *Jurnal of nutritional biochemistry*, 13, 572-584
- Ho C-T, Lin J-K, & Shahidi F., (2009), *Tea and tea products. Chemistry and health-promoting properties*, CRC Press, U.S.A.
- Huang D., Ou B., and Prior R.L., (2005), The chemistry behind antioxidant capacity assays, *J. Agric, Food Chemistry*, 53, 1841-1856
- Katiyar S.K. and Elmets C.A., (2001) , Green Tea polyphenolic Antioxidants and Skin Photoprotection (Review), *International Journal of Oncology*, 18 (6), 1307-1313
- Khan N. & Mukhtar H., (2007), Tea polyphenols for health promotion, *Life Sciences*, 81, 519-533

- Krause M. M., (2000), Food, Nutrition and Diet Therapy, 10th edition, In: Mahan, L.K., U.S.A. , Escott - Stymp, S (eds).
- Langey – Evans S., (2000), Antioxidant potential of green and black tea determined using the ferric reducing powder (FRAP) assay, International Journal of Food Science and Nutrition, 51, 181-188
- Leugh A.Y., Foster S., (1996), Encyclopedia of Common Natural Ingredients Used in Foods, Drugs and Cosmetics, 2nd edition, U.S.A., Willey interscience
- Luczaj W & Skrzydlewska E., (2005), Antioxidative properties of tea, Preventive Medicine, 40, 910-918
- Mayne T. Suzan, (2003), Antioxidant Nutrients and Chronic Disease: Use of Biomarkers of Exposure and Oxidative Stress Stratus in Epidemiologic, Research, J Nutr
- Mckay DC, Blumberg JB, (2002), The role of tea in human health: An update, J Am Coll Nutr 21: 1-13
- Okamoto M., Sugimoto A., Legun K.P., Nakayama K., Kamaguchi A., Maeda N., (2004), Inhibitory effect of green tea catechins on cysteine proteinases in Porphyromonas gingivalis, Oral Microbiol Immunol,19 , 188-120
- Osawa T., (1999), Protective role of dietary polyphenols in oxitative stress, Mechanisms of Ageing and Development,111, 133-139
- Papas M. Andreas, (1999), Antioxidant Status, Diet Nutrition and Health, U.S.A., CRC Press LLC
- Potter N.N, Hotchkiss J.H, Food Science, 1995, 5th ed., Heldman D. R(series ed), Chapman & Hall, USA
- Prior R. L. & Cao G., (1999), In vivo total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods, Free Radical Biology & Medicine, 27, 1173-1181
- Quinlan P., Lane J., and Aspinall L., (1997), Effects of Hot Tea, Coffee and Water Ingestion on Physiological Responses and Mood: the Role of Caffeine, Water and Beverage Type, Psycopharmacology, 134, 164-173
- Rice-Evans C. A., Miller N. J., & Paganga G., (1997), Antioxidant properties of phenolic compounds, Trends in Plant Science, 2 (4), 153-159
- Roginsky V., and Lissi E.A., (2004) , Review of methods to Determine Chain-Breking Antioxidant Activity in Food, Food Chemistry, 92 ,235 – 254

- Russo A. et al, (2000), Bioflavonoids as Antiradicals, Antioxidants and DNA Cleavage Protectors, *Cell Biology and Toxicology*, 16, 25-40
- Saffari Y. & Sadrzadeh S. M., (2004), Green tea metabolite EGCG protects membranes against oxidative damage in vitro, *Lide Sciences*, 74, 1513-1518
- Soobratee M., Neergheen V., Luximon-Ramma A., Auroma O., and Bohorum T., (2005), Phenolic as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions, *Mutation Research*, 579, 200-213
- Stach D. and Schmitz J.O., (2001), Decrease in Concentration of Free Catechins in Tea Over Time Determined by Micellar Electrokinetic Chromatography, *Journal of Chromatography*, 924, 519-522
- Suganuma M et al., (1999), Green Tea and Cancer Chemoprevention, *Mutation Research*, 428, 339-344
- Thiagarajan G. et al., (2001), Antioxidant Properties of Green and Black Tea and their Potential Ability to Retard the Progression of Eye Lens Cataract, *Experimental Eye Research*, 73 (3), 393-401
- Volodymyr I. Lushchak , (2012), Oxidative stress- Environmental Induction and Dietary Antioxidants, Edition 1st, InTech
- Wang H., Helliwell K., (2000), Epimerisation of Catechins in Green Tea Infusions, *Food Chemistry*, 70, 337-344
- Wang H., Helliwell K., (2001), Determination of Flavonols in Green and Black Tea Leaves and Green Tea Infusions by High-Performance Liquid Chromatography, *Food Research International*, 34, 223-227
- Westerterp - Plantenga M.S., (2010), Green tea catechins, Caffeine and body – weight regulation, *Physiology & Behavior*, 100, 42-46
- Yamada K. and Tachibana H., (2000), Recent Topics in Anti-oxidative factors, *BioFactors*, 13 (1-4), 167-172
- Yang X., Sheng S., Hou J., Zhao B., Xin W., (1994) , Mechanism of scavenging effects of (-)-epigallocatechin gallate on active oxygen free radicals, *Acta Pharmacologica Sinica*, 15, 350-353
- Yoshida H. et al., (1999), Inhibitory Effect of Tea Flavonoids on the Ability of Cells to Oxidize Low Density Lipoprotein, *Biochemical Pharmacology*, 58, 1695-1703