



ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

*Ενισχυμένα γιαούρτια με αυξημένη αντιοξειδωτική
ικανότητα*

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

ΜΥΡΚΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ



Αργοστόλι Κεφαλληνίας

Οκτώβριος 2022

*Ενισχυμένα γιαούρτια με αυξημένη αντιοξειδωτική
ικανότητα*

Η πτυχιακή εργασία εγκρίθηκε από:

Δημητρέλλου Δήμητρα

Το όνομα του επιβλέποντος εδώ

Σαμαράς Ιωάννης

Το όνομα του μέλους της επιτροπής εδώ

Σακαντάνη Ελένη

Το όνομα του μέλους της επιτροπής εδώ

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κα Δημητρέλλου Δήμητρα για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση αυτού του τόσο ενδιαφέροντος θέματος και την πολύτιμη καθοδήγησή της κατά τη διάρκεια της πτυχιακής μου εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου για όλη τη στήριξη που μου παρείχαν στη διάρκεια των προπτυχιακών μου σπουδών.

Δηλώνω υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία είναι εξ' ολοκλήρου δικό μου έργο και κανένα μέρος της δεν είναι αντιγραμμένο από έντυπες ή ηλεκτρονικές πηγές, μετάφραση από ξενόγλωσσες πηγές και αναπαραγωγή από εργασίες άλλων ερευνητών ή φοιτητών. Συνεπώς, έχω βασιστεί σε ιδέες ή κείμενα άλλων, έχω προσπαθήσει με όλες μου τις δυνάμεις να τα προσδιορίσω σαφώς μέσα από την καλή χρήση αναφορών ακολουθώντας την ακαδημαϊκή δεοντολογία και την αποφυγή λογοκλοπής.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις μέρες μας, ολοένα και περισσότεροι καταναλωτές επιλέγουν να εντάξουν στη διατροφή τους προϊόντα με αυξημένες αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Στόχος της συγκεκριμένης εργασίας ήταν μέσα από την βιβλιογραφική ανασκόπηση να αναλύσει τόσο τη σημασία των λειτουργικών τροφίμων στη διατροφή όσο και τα παρεχόμενα οφέλη των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων στα ενισχυμένα γιαούρτια. Ο εμπλουτισμός του γιαουρτιού με φυσικά αλλά και συνθετικά αντιοξειδωτικά, αφενός με την ενσωμάτωσή τους απευθείας στο γιαούρτι και αφετέρου με την προσθήκη τους στο γάλα πριν από τη ζύμωση, μπορεί να του προσδώσει επιπλέον αντιοξειδωτικές ιδιότητες ενισχύοντας κατά συνέπεια τη θρεπτική του αξία. Ωστόσο, εστιάζοντας σε βιβλιογραφικές αναφορές, διαπιστώθηκε πως τα ενισχυμένα γιαούρτια με φυσικά πρόσθετα παρουσιάζουν την υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση. Συνολικά, εξάγεται το γενικότερο συμπέρασμα ότι τα αντιοξειδωτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη νέων ενισχυμένων γιαουρτιών αντικαθιστώντας τα συνθετικά συντηρητικά και βελτιώνοντας τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες του τελικού προϊόντος, χωρίς να αλλάζει το διατροφικό του προφίλ.

ABSTRACT

Nowadays, more and more consumers choose to include in their diet products with increased antioxidant properties. The aim of this study was to analyze, through the literature review, both the importance of functional foods in our diet and the benefits provided by the antioxidant properties in fortified yogurts. Enriching yogurt with natural as well as synthetic antioxidants, on the one hand by incorporating them directly into yogurt and on the other hand by adding them to milk before fermentation, can give it additional antioxidant properties, thereby enhancing its nutritional value. However, focusing on bibliography, it was found that fortified yogurts with natural additives show the highest antioxidant activity. Overall, the general conclusion that exported is that antioxidants can be used to develop new fortified yogurts by replacing synthetic preservatives and improving the antioxidant properties of the final product, without changing its nutritional profile.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κεφάλαιο	Σελίδα
Περίληψη	5
Abstract	6
 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	 10
1 ^ο Κεφάλαιο «Λειτουργικά τρόφιμα».....	11
1.1.Εισαγωγή στα λειτουργικά τρόφιμα	11-13
1.2 Παραδείγματα λειτουργικών τροφίμων στη σύγχρονη διατροφή	14-16
1.3 Ο ρόλος των αντιοξειδωτικών στα λειτουργικά τρόφιμα	17-18
1.4 Κατηγορίες αντιοξειδωτικών	18-26
1.4.1 Φυσικά αντιοξειδωτικά	18-24
1.4.2 Συνθετικά αντιοξειδωτικά.....	25-26
1.5 Τα αντιοξειδωτικά στη διατροφή και οι ευεργετικές τους επιδράσεις στον οργανισμό.....	26-29
 2 ^ο Κεφάλαιο «Το γιαούρτι».....	 30
2.1 Η ιστορία των ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων	30-32
2.2 Ορισμός και είδη γιαουρτιού	33-36
2.3 Θρεπτική και διατροφική αξία του γιαουρτιού.....	37-39
2.4 Ευεργετικές ιδιότητες του γιαουρτιού για τον οργανισμό	39-42
 3 ^ο Κεφάλαιο «Η αντιοξειδωτική ικανότητα του γιαουρτιού».....	 43
3.1 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων στο γιαούρτι.....	43
3.2 Ανασκόπηση ερευνών ως προς τα αντιοξειδωτικά που προστέθηκαν απευθείας στο γιαούρτι	44
3.2.1 Προσθήκη βιταμινών A, C, D, E	44-47
3.2.2 Προσθήκη καροτενοειδών	48
3.2.3 Προσθήκη πολυφαινόλων	49-50
3.3 Ανασκόπηση ερευνών ως προς τα αντιοξειδωτικά που έχουν προστεθεί στο γιαούρτι μέσω του γάλακτος.....	50

3.3.1 Προσθήκη βιταμινών B9, C, E	51-53
3.3.2 Προσθήκη πολυφαινόλων	53
3.3.3 Προσθήκη φλαβονοειδών τσαγιού	54
3.3.4 Προσθήκη λακτοφερρίνης	55

4^ο Κεφάλαιο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ	56-59
-----------------------------	-------

5^ο Κεφάλαιο

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	60-70
--------------------	-------

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας	Σελίδα
Πίνακας 1.2.1 Παραδείγματα λειτουργικών τροφίμων και οφέλη για τον οργανισμό...	16
Πίνακας 1.2.2 Κατηγορίες λειτουργικών τροφίμων	16
Πίνακας 2.3.1 Διατροφική σύνθεση κοινών κατηγοριών γιαουρτιού (ανά μερίδα) σύμφωνα με τον Οργανισμό Προτύπων Τροφίμων	39
Πίνακας 3.3.3.1 Σύνθεση φλαβονοειδών πράσινου και μαύρου τσαγιού επί τοις εκατό κατά ξηρό βάρος και λευκού τσαγιού	54

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το γιαούρτι ως γαλακτοκομικό προϊόν αποτελεί σημαντικό μέρος της διατροφής των ανθρώπων εδώ και εκατοντάδες χρόνια. Το γιαούρτι περιέχει χαμηλά λιπαρά, αλλά ταυτόχρονα είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες, βιταμίνες και ανόργανα συστατικά, καθιστώντας το συγκεκριμένο προϊόν τροφή σημαντικής διατροφικής αξίας. Η κατανάλωση του γιαουρτιού μπορεί να προσδώσει διάφορα οφέλη στον ανθρώπινο οργανισμό. Αρχικά συμβάλλει στη σωστή λειτουργία του πεπτικού συστήματος, διότι τα ένζυμα που περιέχει βοηθούν στην πέψη, ενισχύοντας την καλύτερη αφομοίωση της τροφής. Ταυτόχρονα εξαιτίας των ζωντανών και ενεργών βακτηρίων τα οποία ασκούν θετική επίδραση στη μικροχλωρίδα του εντέρου, παράγονται τα εντερικά αντισώματα. Επιπροσθέτως, το γιαούρτι βοηθάει στην καλή υγεία και όψη του δέρματος. Σε τελευταίες μελέτες έχει φανεί επίσης ότι το γιαούρτι συντελεί στον καλύτερο έλεγχο του σωματικού βάρους και την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος (Tripathi & Giri, 2014).

Στις αρχές του εικοστού αιώνα, η επιστήμη της διατροφής ασχολήθηκε περισσότερο με τη βελτίωση του ανθρώπινου σώματος αλλά και του οργανισμού, με τη δημιουργία των ενισχυμένων τροφίμων. Ένας τρόπος ενίσχυσης των τροφίμων είναι η προσθήκη αντιοξειδωτικών ουσιών σε αυτά. Οι αντιοξειδωτικές ουσίες είναι ουσίες οι οποίες αποτρέπουν την οξείδωση των κυττάρων παρουσιάζοντας ωφέλιμη και ενεργή δράση στον ανθρώπινο οργανισμό. Συνδεδεμένες στενά με την πρόληψη διάφορων ασθενειών, χαρακτηρίζονται και ως πρόσθετα, με την προσθήκη τους εκτός των άλλων και σε διάφορα γαλακτοκομικά προϊόντα (Κουτελιδάκης, 2019). Το γιαούρτι είναι ένα από τα βασικότερα γαλακτοκομικά προϊόντα στα οποία προστίθενται αντιοξειδωτικές ουσίες. Έπειτα από πλήθος ερευνών που πραγματοποιήθηκαν τα τελευταία χρόνια, αποδείχθηκε ότι ο ρόλος των αντιοξειδωτικών τα οποία έχουν προέλθει από διαφορετικές πηγές, αποτελεί μια εξαιρετική μορφή ενίσχυσης των γιαουρτιών για τον ανθρώπινο οργανισμό (Gjorgievski et al., 2014). Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη της αντιοξειδωτικής ικανότητας των ενισχυμένων γιαουρτιών στον ανθρώπινο οργανισμό.

Κεφάλαιο 1ο «Λειτουργικά Τρόφιμα»

1.1 Εισαγωγή στα λειτουργικά τρόφιμα

Τα λειτουργικά τρόφιμα γενικά αποτελούν «τροφές επεξεργασμένες ή μη οι οποίες έχει αποδειχθεί μέσα από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί ότι επιτυγχάνουν συγκεκριμένους λειτουργικούς σκοπούς εντός του ανθρώπινου οργανισμού, διαδραματίζοντας ιδιαίτερο ρόλο, ώστε να προλαμβάνονται οι εκφυλιστικές ασθένειες και να προάγεται η ανθρώπινη φυσική αλλά και πνευματική υγεία» (Κουτελιδάκης, 2019). Αποτελούν επίσης τρόφιμα τα οποία εξαιτίας της περιεκτικότητάς τους σε κάποια συστατικά ωφελούν, πέραν του αναμενόμενου τον οργανισμό. Οι Doyon & Labrecque (2008) συνόψισαν 26 διαφορετικούς ορισμούς και προσδιόρισαν έναν ευρέως αποδεκτό ορισμό των λειτουργικών τροφίμων. Διαπίστωσαν ότι τέσσερις γενικές έννοιες θα πρέπει να συμπεριληφθούν σε έναν ορισμό: τα οφέλη για την υγεία, η φύση των τροφίμων, η λειτουργία και η τακτική κατανάλωσή τους και με βάση αυτά συνέταξαν έναν διαφορετικό ορισμό: *«Ένα λειτουργικό τρόφιμο είναι ή φαίνεται παρόμοιο με ένα συμβατικό φαγητό. Είναι μέρος μιας τυπικής διατροφής και καταναλώνεται σε τακτική βάση, σε κανονικές ποσότητες. Έχει αποδεδειγμένα οφέλη για την υγεία, μειώνοντας τον κίνδυνο συγκεκριμένων χρόνιων ασθενειών ή επηρεάζοντας ευεργετικά τις λειτουργίες-στόχους πέρα από τις βασικές διατροφικές λειτουργίες του»* (Doyon & Labrecque, 2008).

Οι πιθανότερες ευεργετικές ιδιότητες των λειτουργικών τροφίμων θεωρείται ότι προέρχονται λόγω της συγκέντρωσής τους σε βιολειτουργικά συστατικά, τα οποία διαθέτουν συγκεκριμένες βιολογικές επιρροές στον ανθρώπινο οργανισμό. Πολλές διεθνείς έρευνες κατέληξαν στο ότι τα λειτουργικά τρόφιμα δεν συμπεριλαμβάνουν τα συμπληρώματα διατροφής, τα ιατρικά τρόφιμα ή φάρμακα, αλλά ούτε και τα συστατικά τροφίμων σε σκόνη ή δισκία ενώ ταυτόχρονα σε άλλες χώρες αυτά συγκαταλέγονται στα λειτουργικά τρόφιμα όμως μόνο υπό την επίβλεψη γιατρού για την αντιμετώπιση ασθενειών (Κουτελιδάκης, 2019; Lupien, 2002).



Εικόνα 1.1.1 Παραδείγματα λειτουργικών τροφίμων
(<https://www.trulygoodfoods.com/blog/functional-foods/>)

Τα λειτουργικά τρόφιμα κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες: α) τα συμβατικά, τα οποία συμπεριλαμβάνουν τροφές που περιέχουν βιοενεργά συστατικά που δρουν μέσα στον οργανισμό. Παραδείγματος χάριν τα φρούτα και τα λαχανικά έχουν τεκμηριωθεί επιστημονικά ότι διαθέτουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες προστατεύοντας τον οργανισμό από τις ελεύθερες ρίζες προλαμβάνοντας έτσι διάφορες ασθένειες. Η ντομάτα με το λυκοπένιο, το κόκκινο κρασί που διαθέτει τις ανθοκυανίνες και το τσάι με τις κατεχίνες, αποτελούν παραδείγματα βιοδραστικών ουσιών σε συμβατικές τροφές (Kwan & Jukes, 2001; Spence, 2005), β) τροφές που έχουν συγκεκριμένη διατροφική χρήση. Οι τροφές αυτές υπόκεινται σε κατάλληλη βιομηχανική επεξεργασία, ώστε να μπορούν να υποστηρίξουν την ειδική διατροφική ανάγκη των ανθρώπων λόγω φυσικής ή παθολογικής τους ευαισθησίας και να ενισχύσουν την πρόσληψη ορισμένων συστατικών. Στην κατηγορία αυτή συμπεριλαμβάνονται τροφές για παιδιά, ηλικιωμένους και βρέφη, υποαλλεργικές τροφές όπως είναι τα προϊόντα χωρίς λακτόζη και γλουτένη αλλά και διαιτητικές τροφές, και γ) τα εμπλουτισμένα ή ενισχυμένα τρόφιμα (Κουτελιδάκης, 2019). Η συγκεκριμένη κατηγορία θεωρείται ως η πιο διαδεδομένη και είναι αυτή που θα μελετηθεί στην παρούσα εργασία.

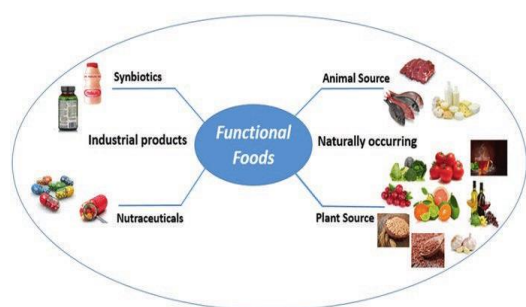
Ο εμπλουτισμός και η ενίσχυση αποτελούν την προσθήκη ενός ή περισσότερων φυσικών συστατικών σε ένα τρόφιμο με στόχο να προλαμβάνεται ή να αντιμετωπίζεται μια διαγνωσμένη ανεπάρκεια σε έναν οργανισμό. Με την αναφορά του *εμπλουτισμού* μιας τροφής γίνεται λόγος για την προσθήκη ενός συστατικού που ήδη υπάρχει σε αυτήν με στόχο να επαναφέρει τη συγκέντρωσή του πριν την επεξεργασία. Στην περίπτωση της *ενίσχυσης* περιγράφεται η προσθήκη ενός συστατικού που δεν υπήρχε στην τροφή με στόχο να επιτευχθεί η πρόσληψη κάποιων απαραίτητων για τον οργανισμό ουσιών που είναι δύσκολο να προσληφθούν από την καθημερινή διατροφή. Παραδείγματα αποτελούν η ενίσχυση της μαργαρίνης με φυτοστερόλες, οι οποίες αποδεδειγμένα βοηθούν στο να μειωθεί η χοληστερόλη και κατά συνέπεια ο κίνδυνος εμφάνισης καρδιαγγειακής νόσου (Κουτελιδάκης, 2019).

Το τελευταίο διάστημα εμφανίστηκαν και νέες κατηγορίες λειτουργικών τροφίμων οι οποίες για κάποιους ερευνητές συγκαταλέγονται στα λειτουργικά τρόφιμα εξαιτίας της αυξημένης θρεπτικής τους αξίας. Οι συγκεκριμένες κατηγορίες συμπεριλαμβάνουν τα νεοφανή τρόφιμα, τα οποία προέρχονται από επεξεργασία ή καλλιέργεια, και οι ιδιότητές τους ακόμη διερευνώνται. Πλήθος ερευνητών τα διαχωρίζουν από τα λειτουργικά τρόφιμα εξαιτίας της μικρής πιθανότητας αρνητικών επιδράσεων στην υγεία, αλλά αρκετοί ερευνητές τα συγκαταλέγουν σε αυτά. Τα καινούργια λειτουργικά

τρόφιμα είναι εκείνα που μπορούν να έχουν ευεργετική επίδραση στη δομή και στη λειτουργία του σώματος. Στις περισσότερες χώρες δεν υπάρχει σήμερα νομικός ορισμός των λειτουργικών τροφίμων. Τα τρόφιμα της συγκεκριμένης κατηγορίας ρυθμίζονται με βάση την ισχύουσα νομοθεσία ανάλογα με τις λειτουργικές αξιώσεις του κράτους (Lupien, 2002).

Η επιστήμη των λειτουργικών τροφίμων είναι η σύγκλιση δύο σημαντικών γεγονότων στη ζωή του ανθρώπου - της διατροφής και της υγείας. Η συσχέτιση μεταξύ τροφής και ασθένειας αναγνωρίζεται ευρέως ως το θεμέλιο της *προληπτικής διατροφής*. Η έννοια των «λειτουργικών τροφίμων» αναφέρεται συχνά ως ένας νέος τομέας. Ωστόσο, αυτή η ιδέα περιγράφηκε για πρώτη φορά σε αρχαία κείμενα από την Ινδία και στην κινεζική παραδοσιακή ιατρική. Το όραμα για την ανάπτυξη λειτουργικών τροφίμων αντανακλά την ανατολίτικη φιλοσοφία ότι: «Το φάρμακο και τα τρόφιμα έχουν κοινή προέλευση». Επίσης, τα λειτουργικά τρόφιμα αποτελούν ουσιαστικά έναν όρο μάρκετινγκ και παγκοσμίως, δεν αναγνωρίζεται νομικά (Health Canada, 2000).

Υπάρχουν διάφοροι ορισμοί για τα λειτουργικά τρόφιμα. Αυτοί περιλαμβάνουν, αυτόν που δόθηκε από την Health Canada (2000) ο οποίος χαρακτηρίζει το λειτουργικό τρόφιμο ως: «*Παρόμοιο σε εμφάνιση με τα συμβατικά τρόφιμα, που καταναλώνονται ως μέρος της συνήθους διατροφής, με αποδεδειγμένα φυσιολογικά οφέλη ή/και για τη μείωση του κινδύνου χρόνιας νόσου πέρα από τις βασικές διατροφικές λειτουργίες*». Το Διεθνές Συμβούλιο Πληροφοριών Τροφίμων (IFIC), αναφέρει ότι τα λειτουργικά τρόφιμα είναι: «*τρόφιμα ή διαιτητικά συστατικά που μπορεί να παρέχουν όφελος για την υγεία πέρα από τη βασική διατροφή*» (Bagchi, 2008). Ένας ακόμη ορισμός που δόθηκε από την Συντονισμένη Δράση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τη Λειτουργική Επιστήμη



Εικόνα 1.1.2 Παραδείγματα λειτουργικών τροφίμων (Kopal & Singhal, 2018)

των Τροφίμων στην Ευρώπη θεωρεί ένα τρόφιμο ως λειτουργικό, «αν αποδειχθεί ικανοποιητικά ότι επηρεάζει ευεργετικά μία ή περισσότερες λειτουργίες-στόχους στο σώμα, πέρα από επαρκείς διατροφικές επιδράσεις, με τρόπο που σχετίζεται είτε με βελτιωμένη κατάσταση υγείας και ευεξίας και/ή μείωση του κινδύνου ασθένειας» (Henry, 2010).

1.2 Παραδείγματα λειτουργικών τροφίμων στη σύγχρονη διατροφή

Τις τελευταίες δεκαετίες εμφανίζεται η ανάπτυξη αναγκών ως προς έναν υγιεινότερο τρόπο ζωής. Σε αυτό συμπεριλαμβάνεται και η υιοθέτηση μιας υγιεινότερης διατροφής. Οι καταναλωτές αναζητούν τροφές που έχουν προστιθέμενη λειτουργική αξία, είναι πλούσιες σε αντιοξειδωτικές ιδιότητες, μέταλλα, ιχνοστοιχεία, βιοενεργά συστατικά και βιταμίνες και δεν αποτελούν απλώς τρόφιμα, αλλά προσφέρουν και διάφορες ευεργετικές ιδιότητες στον οργανισμό. Στα παραπάνω συγκαταλέγεται και η μεσογειακή διατροφή. Η τελευταία έχει ευρέως αποδειχθεί ότι αποτελεί μία από τις υγιεινότερες διατροφές στον κόσμο. Από το 2010 έχει πραγματοποιηθεί η εγγραφή της στον αντιπροσωπευτικό κατάλογο της άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς της UNESCO, αναγνωρίζοντας έτσι την πολύτιμη συμβολή της στην υγεία σε παγκόσμιο επίπεδο. Η μεσογειακή διατροφή βοηθά τόσο στην πρωτογενή όσο και στη δευτερογενή πρόληψη διαφόρων ασθενειών κάτι το οποίο έχει αποδειχθεί τα τελευταία χρόνια (Lampropoulos et al., 2020).

Σύμφωνα με έρευνα του Ortega (2006) πολλά από τα χαρακτηριστικά συστατικά της παραδοσιακής μεσογειακής διατροφής (MD) είναι γνωστό ότι έχουν θετικά αποτελέσματα στην υγεία και στην ευεξία και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σχεδιασμό λειτουργικών τροφίμων. Τα λαχανικά, τα φρούτα και οι ξηροί καρποί είναι πλούσια σε φαινόλες, φλαβονοειδή, ισοφλαβονοειδή, φυτοστερόλες και φυτικό οξύ - απαραίτητες βιοδραστικές ενώσεις που παρέχουν οφέλη για την υγεία (Ortega, 2006). Η μεσογειακή διατροφή αποτελεί επίσης ένα υγιές διατροφικό πρότυπο που πλαισιώνεται από πλούσιες φυτικές αντιοξειδωτικές τροφές και άρα υψηλή πρόσληψη φαινολικών ενώσεων/πολυφαινολών που υπάρχουν σε αυτές. Επίσης, διαθέτει το εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο, τα δημητριακά ολικής άλεσης, τους ξηρούς καρπούς, τα όσπρια, το κόκκινο κρασί, τα φρούτα και λαχανικά. Εξαιτίας των αντιοξειδωτικών και αντιφλεγμονωδών ιδιοτήτων η κατανάλωση των παραπάνω μεσογειακών τροφών μπορεί να αποτελέσει ένα ιδανικό διατροφικό πρότυπο (Pugliese et al., 2020).

Τα λειτουργικά τρόφιμα με στόχο την προφύλαξη και προστασία της υγείας δεν είναι καινούργια ανακάλυψη. Από παλιά οι άνθρωποι προσπαθούσαν να προλάβουν ή να θεραπεύσουν ασθένειες μέσω κατανάλωσης τροφών. Δεν αποτελούν φάρμακα, αλλά τροφές που εμπλουτίζονται με συστατικά που προέρχονται από τη φύση ή που έχουν τροποποιηθεί μέσω βιοτεχνολογικών και τεχνολογικών μέσων. Αυτού του είδους

τα τρόφιμα αποτελούν και μέρος της καθημερινής διατροφής, επιδρώντας θετικά σε ειδικές λειτουργίες των οργανισμών.

Τα γαλακτοκομικά προϊόντα συγκεκριμένα αποτελούν τα βασικότερα παραδείγματα λειτουργικών τροφίμων. Η κατανάλωσή τους άλλωστε έχει αποδειχθεί ότι βοηθάει στην καλή διατήρηση της υγείας. Κάποια από τα θετικά των γαλακτοκομικών προϊόντων συμπεριλαμβάνουν τη βελτίωση της πεπτικής λειτουργίας βοηθώντας στον έλεγχο των παθογόνων μικροοργανισμών στο έντερο, την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος καθώς επίσης και το ότι βοηθούν στην παραγωγή βιταμινών του συμπλέγματος Β και θεραπεύουν τη δυσκοιλιότητα, παράγοντας βακτηριοφάγους και απενεργοποιώντας τις τοξικές ουσίες. Τα πιο πολλά λειτουργικά τρόφιμα που έχουν αναπτυχθεί είναι ενεργειακά ποτά, αναψυκτικά, ισοτονικά, φρουτοχυμοί, τσάι και άλλα. Στην αγορά υπάρχουν ποτά που έχουν ενισχυθεί με βιταμίνες, διαιτητικές ίνες, ασβέστιο, ολιγοσακχαρίτες, μέταλλα κ.ά. Μερικά από τα προϊόντα που συγκαταλέγονται στα λειτουργικά τρόφιμα είναι τα δημητριακά και το ψωμί τα οποία έχουν ενισχυθεί με μέταλλα, ακόρεστα λιπαρά οξέα ω-3, βιταμίνες και ολιγοσακχαρίτες αλλά και προϊόντα που έχουν ενισχυθεί με βιταμίνες όπως τα μπισκότα, η μαργαρίνη, τα βρεφικά τρόφιμα και διάφορα άλλα (Τζιά, 2004).

Ο Richardson (1996) υποστήριξε ότι δεν υπάρχει νομικός ορισμός για τα λειτουργικά τρόφιμα στις Ευρωπαϊκές χώρες. Οι ισχυρισμοί για τα οφέλη στην υγεία από αυτά τα τρόφιμα δεν είναι εγκεκριμένοι στις Ευρωπαϊκές χώρες, αλλά η βασική αρχή είναι ότι όλες οι ετικέτες των τροφίμων πρέπει να είναι αληθείς και όχι παραπλανητικές. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, γίνεται συζήτηση για το αν τα λειτουργικά τρόφιμα έχουν κάποιο όφελος από άποψη υγείας, αλλά δεν υπάρχει ακόμη κάποια ομοφωνία. Ωστόσο, υπάρχουν παραδείγματα προϊόντων που είναι διαθέσιμα στην Ευρώπη και ταξινομούνται ως λειτουργικά (Παπαϊωάννου & Ποζουκίδου 2008).

Παρακάτω γίνεται η παρουσίαση δύο πινάκων με παραδείγματα λειτουργικών τροφίμων και τα οφέλη τους για τον οργανισμό.

Τρόφιμο	Παρεχόμενο όφελος
Γάλα που έχει υποστεί ζύμωση και γιαούρτι με προβιοτικές καλλιέργειες που περιέχει ζωντανούς ευεργετικούς μικροοργανισμούς	Βελτιώνουν τη λειτουργία του πεπτικού συστήματος
Μαργαρίνη, γιαούρτι, αλειφόμενο τυρί με φυτικές στερόλες/στανόλες	Οι φυτικές στερόλες και στανόλες μειώνουν τη χοληστερόλη και τον κίνδυνο για καρδιοπάθεια
Αυγά πλούσια σε ω-3 λιπαρά οξέα	3-4 αυγά εβδομαδιαία παρέχουν την συνισταμένη ποσότητα ω-3 λιπαρών οξέων για μείωση του κινδύνου καρδιοπάθειας
Δημητριακά πρωινού εμπλουτισμένα με φολικό οξύ	Το φολικό οξύ μειώνει τον κίνδυνο γέννησης βρεφών με προβλήματα όπως δισχίδη ράχη
Ψωμί, μπάρες από μούσλι εμπλουτισμένα με ισοφλαβόνες	Η προσθήκη ισοφλαβονών μειώνει πιθανά τον καρκίνο του μαστού και του προστάτη, καρδιοπαθειών και οστεοπόρωσης

Πίνακας 1.2.1 Παραδείγματα λειτουργικών τροφίμων και οφέλη για τον οργανισμό (European Food International Council)

Κατηγορία	Παράδειγμα
Βασικό φαγητό	Καρότα (που περιέχουν το αντιοξειδωτικό β-καροτένιο)
Επεξεργασμένες τροφές	Δημητριακά (πίτουρο βρώμης)
Επεξεργασμένα τρόφιμα με πρόσθετα συστατικά	Εμπλουτισμένος σε ασβέστιο χυμός φρούτων
Τρόφιμα εμπλουτισμένα για να έχουν περισσότερο ένα λειτουργικό συστατικό	Ντομάτες με υψηλότερα επίπεδα λυκοπενίου
Απομονωμένα, καθαρισμένα παρασκευάσματα ενεργών συστατικών τροφίμων (δοσολογική μορφή)	Ισοφλαβόνες από σόγια β-γλυκάνη από πίτουρο βρώμης

Πίνακας 1.2.2 Κατηγορίες λειτουργικών τροφίμων (Spence, 2005)

1.3 Ο ρόλος των αντιοξειδωτικών στα λειτουργικά τρόφιμα

Ένα τρόφιμο, παρά τη διατροφική του αξία, θεωρείται λειτουργικό εάν αποδειχθεί ότι επηρεάζει ευεργετικά μία ή περισσότερες λειτουργίες-στόχους στο σώμα, αποτελεί πηγή ψυχικής και σωματικής ευεξίας και συμβάλλει στην πρόληψη και μείωση πολλών ασθενειών, ειδικότερα αν αυτό περιλαμβάνει αντιοξειδωτικά στοιχεία (Lobo et al., 2010). Το 1995 οι Halliwell & Gutteridge και αργότερα οι Young & Woodside, όρισαν τα αντιοξειδωτικά ως *«κάθε ουσία που, όταν υπάρχει σε χαμηλές συγκεντρώσεις σε σύγκριση με εκείνη ενός οξειδωτικού υποστρώματος, καθυστερεί σημαντικά ή αναστέλλει την οξείδωση αυτού του υποστρώματος»*, αλλά αργότερα απέδωσαν έναν διαφορετικό ορισμό για αυτά: *«κάθε ουσία που καθυστερεί, προλαμβάνει ή αφαιρεί οξειδωτική βλάβη σε ένα μόριο-στόχο»* (Halliwell, 2007). Πρόκειται λοιπόν για έναν μηχανισμό άμυνας που παράγει ο οργανισμός, με σκοπό να εξομαλύνει τις συνέπειες που μπορεί να επιφέρουν οι ελεύθερες ρίζες στο ανθρώπινο σώμα (Young & Woodside, 2001).

Επιπλέον, η κατανάλωση τροφών που περιέχουν φυσικά αντιοξειδωτικά όπως φρούτα, βότανα, όσπρια, δημητριακά ολικής αλέσεως και λαχανικά, καθώς και η κατανάλωση επεξεργασμένων τροφίμων ενισχυμένων με φυσικά αντιοξειδωτικά όπως βιταμίνες C και E, καροτενοειδή και πολυφαινόλες, μπορεί να προσφέρει την επιθυμητή αντιοξειδωτική κατάσταση στον οργανισμό. Μάλιστα, είναι αξιοσημείωτο ότι τα αντιοξειδωτικά παίζουν καθοριστικό ρόλο για τη μείωση των οξειδωτικών διεργασιών και, κατά συνέπεια, των νευροεκφυλιστικών ασθενειών και των μεταβολικών δυσλειτουργιών (Sardarodiyani & Sani, 2016).

Τα αντιοξειδωτικά στοιχεία που μπορεί να ενταχθούν στην ανθρώπινη διατροφή είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με τον περιορισμό της κυτταρικής καταστροφής που μπορεί να συμβεί μέσα στον οργανισμό καθώς και με την πρόληψη διάφορων εκφυλιστικών ασθενειών. Κατά τη δράση των ελεύθερων ριζών του οργανισμού επέρχεται η κυτταρική καταστροφή και με την υπερβολική παραγωγή τους δημιουργείται στον οργανισμό η οξείδωση. Συνέπεια των επαναλαμβανόμενων οξειδώσεων είναι η υπολειτουργία των κυττάρων και κατ' επέκταση ο κυτταρικός θάνατος. Σημαντικό ρόλο στην αξιολόγηση των λειτουργικών τροφίμων παίζει η βιοδιαθεσιμότητα των αντιοξειδωτικών, η οποία θεωρείται κύριος παράγοντας στη βιολογική δραστηριότητα των ουσιών στο πεπτικό σύστημα και στην απορρόφησή

τους μέσω των εντερικών τοιχωμάτων στο σύστημα κυκλοφορίας του αίματος (Grajek et al., 2005).

Πρωταρχικός στόχος της έρευνας για την ανθρώπινη διατροφή είναι η βελτίωση της υγείας και η παράταση της ανθρώπινης ζωής. Ένας από τους βασικότερους παράγοντες που προκύπτουν από τη διατροφική έρευνα που έχει λάβει χώρα τα τελευταία χρόνια είναι εκτός των άλλων και η σημασία των αντιοξειδωτικών στη διατροφή. Εκτός από το ρόλο τους στη συντήρηση των τροφίμων ο οποίος είναι σημαντικός, συμβάλλουν στη βελτίωση της γεύσης τους αλλά και στην καλή υγεία μέσω της μείωσης του λίπους από τις αντιδράσεις των ελεύθερων ριζών (Schmidl & Labuza, 2000).

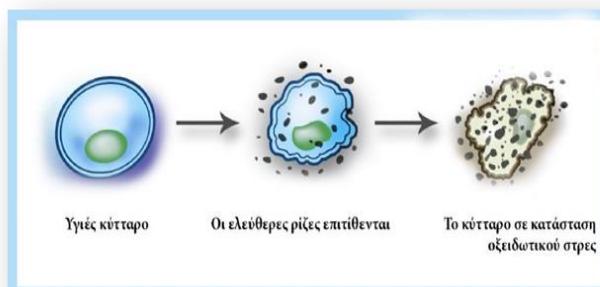
1.4 Κατηγορίες αντιοξειδωτικών

1.4.1 Φυσικά αντιοξειδωτικά

Το αυξανόμενο ενδιαφέρον σχετικά με τα παρεχόμενα οφέλη των φυσικών αντιοξειδωτικών στην υγεία των ανθρώπων εντείνεται στην επιστημονική κοινότητα τα τελευταία χρόνια. Η σημασία της κατανάλωσης διαφόρων ομάδων τροφών είναι καθοριστική ώστε να παρεμποδίσει την πρόκληση σοβαρών ασθενειών. Συνεπώς, έπειτα από τη διεξαγωγή πολλών ερευνών, γίνεται αναπόφευκτα η συσχέτιση της κατανάλωσης τροφών πλούσιων σε αντιοξειδωτικά, με την ανθρώπινη υγεία. Πλήθος ομάδων φυσικών ενώσεων με αυξημένη αντιοξειδωτική δράση, όπως οι φαινολικές ενώσεις (φαινολικά οξέα, φαινόλες, φλαβόνες, φλαβονόλες), τα καροτενοειδή και άλλα μελετώνται συχνά στη βιβλιογραφία παρόλο που η χρήση τους στην βιομηχανία τροφίμων είναι περιορισμένη (Παπαδημητρίου, 2020).

Τα αντιοξειδωτικά τα οποία συγκεντρώνουμε καθημερινά από τη διατροφή μας, αποτελούν καθοριστικό παράγοντα βοηθώντας τα ενδογενή αντιοξειδωτικά να αδρανοποιήσουν το οξειδωτικό στρες. Το οξειδωτικό στρες είναι το αποτέλεσμα της προσπάθειας των μορίων με ένα αδέσμευτο ηλεκτρόνιο στην εξωτερική τους στιβάδα, να αποδεσμεύσουν το περισσευούμενο ηλεκτρόνιο ή να το ενώσουν με κάποιο άλλο, και έχει ως αποτέλεσμα την πρόκληση ασθενειών και διαταραχών (Pham-Huy & He, 2008).

Εδώ, έρχονται να απαντήσουν τα αντιοξειδωτικά, τα οποία με τη δράση τους μετριάζουν τη δράση των ελεύθερων ριζών προλαμβάνοντας την καταστροφή ζωτικής σημασίας μορίων. Επιπλέον, αποτελούν ένα από τα βασικότερα συστατικά που αποτρέπουν την οξείδωση των λιπιδίων, εξασφαλίζοντας την ποιότητα, την ασφάλεια, τη γεύση, τα θρεπτικά συστατικά και την υφή των τροφίμων. Τα αντιοξειδωτικά μπορεί να είναι ενδογενή ή εξωγενή, φυσικά ή χημικά ένζυμα και βρίσκονται κυρίως στα τρόφιμα αλλά ταυτόχρονα παράγονται και από τον οργανισμό (Pham-Huy & He, 2008).

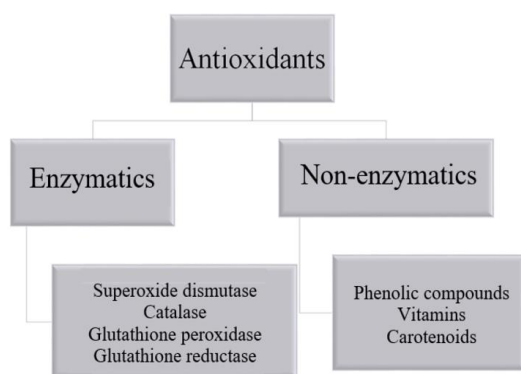


Εικόνα 1.4.1.1 Διαδικασία οξείδωσης (Αριστομενοπούλου, 2018).

Τα αντιοξειδωτικά μπορούν να καταταχθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες: τα φαινολικά αντιοξειδωτικά, τα αναγωγικά μέσα και τους χηλικούς παράγοντες (ενώσεις που προκύπτουν από το σχηματισμό κυκλικών ενώσεων μεταξύ μεταλλικών ατόμων και οργανικών μορίων, όπως το κιτρικό ή φωσφορικό οξύ). Αποτελούν μόρια τα οποία έχουν την ικανότητα να αλληλενεργούν με τη βοήθεια των ελεύθερων ριζών και να σταματούν τις αλυσιδωτές αντιδράσεις τους, προλαμβάνοντας την καταστροφή ζωτικής σημασίας μορίων (Kabel, 2014; Hamid et al., 2010; Lobo et al., 2010).

Με βάση τη δραστηριότητά τους χωρίζονται σε δύο μεγάλες ομάδες. Αυτά μπορεί να πηγάσουν από κάποιο ένζυμο ή όχι. Οι *ενζυματικές* πηγές αντιοξειδωτικών περιλαμβάνουν την υπεροξειδική δισμουτάση, την καταλάση, την γλουταρεδοξίνη και την αναγωγή της γλουταθειόνης. Οι *μη ενζυματικές* πηγές προέλευσης των αντιοξειδωτικών περιέχουν τη βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ), το σελήνιο, τη βιταμίνη E (α-τοκοφερόλη), τον ψευδάργυρο, την β-καροτίνη, την ταυρίνη, το ουρικό οξύ, την γλουταθειόνη και άλλες.

Κατά τη γήρανση του οργανισμού σημειώνεται πτώση των αντιοξειδωτικών κλονίζοντας έτσι την ισορροπία μεταξύ των αντιοξειδωτικών με τα προοξειδωτικά μόρια. Εξαιτίας της ελαχιστοποίησης ή της υπερπαραγωγής των διαθέσιμων ελεύθερων ριζών, μπορεί να δημιουργηθεί το οξειδωτικό στρες. Με την καταστροφή μιας



ελεύθερης ρίζας από ένα αντιοξειδωτικό, επέρχεται η οξείδωσή του. Συνεπώς είναι απαραίτητη η τακτική ανανέωση των πηγών των αντιοξειδωτικών στον οργανισμό.

Εικόνα 1.4.1.2 Κατηγορίες αντιοξειδωτικών (Central Nervous System Agents in Medicinal Chemistry)

Τα ενζυματικά αντιοξειδωτικά χωρίζονται σε πρωτογενείς και δευτερογενείς ενζυματικές άμυνες. Όσον αφορά την πρωτογενή άμυνα, αποτελείται από τρία σημαντικά ένζυμα που εμποδίζουν το σχηματισμό ή εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες: την υπεροξειδάση γλουταθειόνης, την καταλάση και τη δισμουτάση υπεροξειδίου (Rahman, 2007). Η δευτερογενής ενζυματική άμυνα περιλαμβάνει την αναγωγή γλουταθειόνης και την αφυδρογονάση γλυκόζης-6-φωσφορικών αλάτων, οι οποίες δεν εξουδετερώνουν άμεσα τις ελεύθερες ρίζες, αλλά έχουν υποστηρικτικό ρόλο στα ενδογενή αντιοξειδωτικά. Λαμβάνοντας υπόψη τα μη ενζυματικά ενδογενή αντιοξειδωτικά, υπάρχουν αρκετά από αυτά όπως βιταμίνες, ενζυμικοί συμπρωταγωνιστές (Q10), ενώσεις αζώτου και πεπτίδια (γλουταθειόνη) για τα οποία αναλύεται στη συνέχεια ο βιολογικός τους ρόλος (Ratnam et al., 2006).

Βιταμίνη Α

Η βιταμίνη Α ή ρετινόλη είναι ένα καροτενοειδές που παράγεται στο ήπαρ και προκύπτει από τη διάσπαση της β-καροτίνης. Την αντιοξειδωτική ικανότητα της βιταμίνης Α και των καροτενοειδών περιέγραψαν για πρώτη φορά οι Monaghan & Schmitt (1932), οι οποίοι ανέφεραν ότι έχει την ικανότητα να προστατεύσει τα λιπίδια από το τάγγισμα. Είναι διαδεδομένη στην φύση είτε ως ελεύθερη αλκοόλη είτε ως εστέρας με λιπαρά οξέα. Βρίσκεται κυρίως σε ζωικά προϊόντα όπως το γάλα, τα αυγά, το συκώτι, τα ηπατέλαια αλλά και στο βούτυρο, το σολομό, τις σαρδέλες και άλλα. Στα φυτικά προϊόντα βρίσκεται στα καρότα (ως καροτένια), το σπανάκι, το κάρδαμο αλλά και στα ροδάκινα, στις πατάτες και σε άλλα φρούτα και λαχανικά (Vince et al. 1999; Jee et al., 2006). Αργότερα, το θεμελιώδες έργο των Burton & Ingold (1984) αρχικά πρότεινε τον μηχανισμό με τον οποίο τα καροτενοειδή θα μπορούσαν να αφαιρούν τις λιπιδικές ρίζες στις βιολογικές μεμβράνες. Πλήθος μελετών που εξετάζουν το ρόλο της βιταμίνης Α και των καροτενοειδών ως βιολογικά αντιοξειδωτικά ακολούθησαν τα

τελευταία 15 χρόνια. Σήμερα, τουλάχιστον δώδεκα μορφές βιταμίνης Α έχουν απομονωθεί και περισσότερες από 600 καροτενοειδείς ενώσεις είναι γνωστό ότι υπάρχουν. Αυτό που τους προσδίδει την αντιοξειδωτική δράση είναι η ικανότητα συνδυασμού με τις ρίζες του υπεροξειδίου πριν διαδώσουν την οξείδωση στα λιπίδια (Burton, 2014).

Συνένζυμο Q10

Το συνένζυμο Q10 υπάρχει σε όλα τα κύτταρα και τις μεμβράνες. Διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην αναπνευστική αλυσίδα και σε άλλους κυτταρικούς μεταβολισμούς. Το συνένζυμο Q10 δρα ως αντιοξειδωτικός παράγοντας αποτρέποντας το σχηματισμό λιπιδίων ριζών υπεροξειδίου, αν και έχει αναφερθεί ότι αυτό το συνένζυμο μπορεί να εξουδετερώσει αυτές τις ρίζες ακόμη και μετά το σχηματισμό τους. Αυτή την περίοδο μελετάται μόνο η οξειδοαναγωγική λειτουργία αυτού του λιπιδίου ενώ διερευνήθηκε κυρίως η λειτουργία του ως αντιοξειδωτικό τα τελευταία 15 χρόνια (Turunen et al., 2004).

Βιταμίνη Ε

Η βιταμίνη Ε είναι ένας όρος που περιλαμβάνει μια ομάδα ισχυρών λιποδιαλυτών αντιοξειδωτικών οι οποίες επιβραδύνουν το τάγγισμα των λιπών στις τροφές αλλά και στο πεπτικό σύστημα. Οι δομικές αναλύσεις έχουν αποκαλύψει ότι η αντιοξειδωτική δράση της βιταμίνης Ε που αποκαθιστά τα μόρια αποτελείται από οκτώ ισομορφές: τέσσερις τοκοφερόλες (α, β, γ και δ-τοκοφερόλη) και τέσσερις τοκοτριενόλες (α, β, γ και δ-τοκοτριενόλη), από τις οποίες η α-τοκοφερόλη είναι η πιο ισχυρή και άφθονη ισομορφή στα βιολογικά συστήματα και βρίσκεται σε διάφορες μορφές στη φύση (Brigelius-Flohe & Traber, 1999). Η βιταμίνη Ε είναι το μόνο σημαντικό λιποδιαλυτό αντιοξειδωτικό που σπάει την αλυσίδα που βρίσκεται στο πλάσμα, τα ερυθρά κύτταρα και τους ιστούς, επιτρέποντάς του να προστατεύει την ακεραιότητα των δομών των λιπιδίων, κυρίως των μεμβρανών (Burton & Traber, 1990).

Γλουταθειόνη

Η γλουταθειόνη είναι ένα ενδογενές τριπεπτίδιο που προστατεύει τα κύτταρα από τις ελεύθερες ρίζες είτε με τη δωρεά ενός ατόμου υδρογόνου είτε ενός ηλεκτρονίου. Ως σημαντικό ενδοκυτταρικό αντιοξειδωτικό, λειτουργεί ως ρυθμιστής της οξειδοαναγωγής στα κύτταρα, προστατεύοντάς τα από βλάβες που προκαλούνται από τα υπεροξείδια των λιπιδίων, το οξυγόνο, κάποια είδη αζώτου και ξενοβιοτικούς

οργανισμούς. Η προέλευσή της μπορεί να είναι μέσω της τροφής και ταυτόχρονα μπορεί να παραχθεί και στον οργανισμό από κυστεΐνη και μεθειονίνη με τη βοήθεια του ηπατικού ενζύμου κυσταθειονάση (Kennedy et al., 2020).

Με βάση τη διαλυτότητα, τα αντιοξειδωτικά μπορούν να ταξινομηθούν ως *υδατοδιαλυτά* ή *λιποδιαλυτά αντιοξειδωτικά*. Η βιταμίνη C είναι ένας τύπος υδατοδιαλυτής βιταμίνης που βρίσκεται σε κυτταρικά υγρά (κυτοσόλιο ή κυτταροπλασματική μήτρα) αλλά και σε πλήθος τροφίμων.

Βιταμίνη C

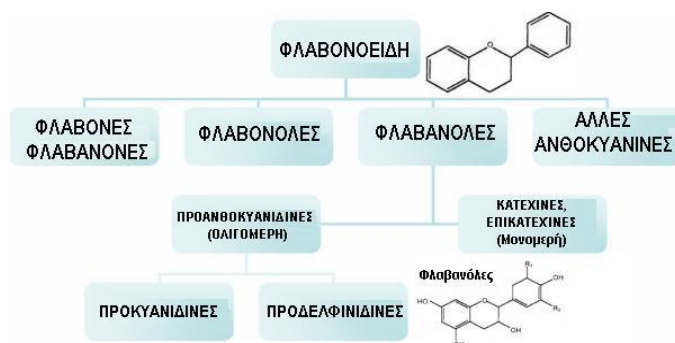
Το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C) συμπεριλαμβάνεται συχνά στη διαίτα των ανθρώπων αλλά και των ζώων. Παρά την αξιοσημείωτη αποτελεσματικότητά του, το ενδογενές αντιοξειδωτικό σύστημα δεν αρκεί και οι άνθρωποι εξαρτώνται από διάφορους τύπους αντιοξειδωτικών που υπάρχουν στη διατροφή για να διατηρήσουν τις συγκεντρώσεις ελεύθερων ριζών σε χαμηλά επίπεδα (Pietta, 2000). Η βιταμίνη C είναι γενική ονομασία για το ασκορβικό οξύ. Το ασκορβικό οξύ περιλαμβάνει δύο ενώσεις με αντιοξειδωτική δράση: το L-ασκορβικό οξύ και το L-αφυδροασκορβικό που απορροφώνται και οι δύο μέσω του γαστρεντερικού σωλήνα (Barros et al., 2011). Περισσότερο από το 90% της βιταμίνης C στη διατροφή του ανθρώπου παρέχεται από φρούτα και λαχανικά. Το ασκορβικό οξύ αποτελεί την πιο άφθονη βιταμίνη στο πορτοκάλι, στο λεμόνι και στο γκρέιπφρουτ (Masood et al., 2015).

Βιταμίνη K

Η βιταμίνη K αποτελείται από μια ομάδα λιποδιαλυτών ενώσεων οι οποίες μοιράζονται ένα σύστημα δακτυλίου ναφθοκινόνης. Υπάρχει σε διάφορες μορφές και η δομή αυτών των βιταμινών (1,4-ναφθοκινόνη) προσδίδει την αντιοξειδωτική της δράση. Οι δύο φυσικές ισομορφές αυτής της βιταμίνης είναι η βιταμίνη K1 ή φυλλοκινόνη και η K2 ή μετακινόνη (Vervoort et al., 1997). Περιλαμβάνονται σε αρκετές τροφές οι οποίες συνιστούν την καθημερινή μας διατροφή όπως το σπανάκι, το λάχανο, το κουνουπίδι και άλλα και έτσι τις προσλαμβάνουμε σε μεγάλες ποσότητες. Στα φυτά, οι σημαντικότερες μορφές είναι η βιταμίνη K1, γνωστή ως φυλλοκινόνη. Η σύνθεση διάφορων μορφών βιταμίνης K από βακτήρια αποτελούν την βιταμίνη K2. Γενικότερα η βιταμίνη K βρίσκεται στο συκώτι και συντίθεται στο παχύ έντερο. Με αυτή ο οργανισμός συνθέτει την προθρομβίνη (πρόδρομη ένωση της θρομβίνης), βοηθώντας έτσι στην σωστή πήξη του αίματος (Ανδρικόπουλος, 2015).

Φλαβονοειδή

Τα φλαβονοειδή είναι μια αντιοξειδωτική ομάδα ενώσεων που αποτελούνται από φλαβονόλες, φλαβανίνες, ανθοκυανίνες, ισοφλαβονοειδή, φλαβανόνες και φλαβόνες. Οι φλαβανόνες και οι φλαβόνες βρίσκονται συνήθως στους ίδιους καρπούς και συνδέονται με συγκεκριμένα ένζυμα, ενώ οι φλαβονίνες και οι φλαβονόλες σπάνια βρίσκονται μαζί.



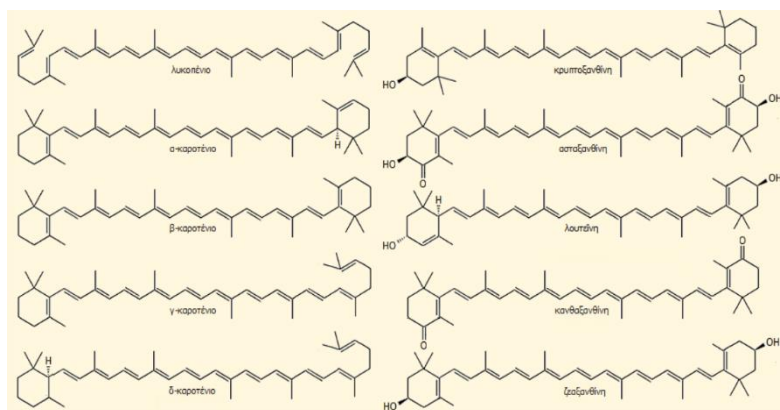
Εικόνα 1.4.1.4 Κατηγορίες
φλαβονοειδών (Dr. Gkelis'
Medical Lexicon)

Οι ανθοκυανίνες επίσης απουσιάζουν από τα πλούσια σε φλαβανόνη φυτά. Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες απονέμονται στα φλαβονοειδή από τις φαινολικές ομάδες υδροξυλίου που συνδέονται με δομές δακτυλίων και μπορούν να λειτουργήσουν ως αναγωγικοί παράγοντες, δότες υδρογόνου και ως μεταλλικοί χηλικοί παράγοντες. Ενεργοποιούν επίσης αντιοξειδωτικά ένζυμα, μειώνουν τις ρίζες α-τοκοφερόλης, αναστέλλουν τις οξειδώσεις και αυξάνουν τα επίπεδα του ουρικού οξέος. Μερικά από τα σημαντικότερα φλαβονοειδή είναι η κατεχίνη, η κατεχίνη-χολική, η κουερσετίνη και η καεμπερόλη (Rice-Evans et al., 1996; Procházková et al., 2011).

Τα φαινολικά οξέα αποτελούν περίπου το 1/3 των πολυφαινολών που υπάρχουν στους εδώδιμους φυτικούς ιστούς και διακρίνονται σε δύο υποομάδες, τα υδροξυβενζοϊκά και τα υδροξυκιναμμωνικά οξέα. Τα υδροξυκιναμμωνικά συναντώνται περισσότερο στα φρούτα. Είναι αρωματικές ουσίες με πλευρική αλυσίδα τριών ατόμων άνθρακα και οι κύριοι αντιπρόσωποι είναι το καφεϊκό, το φερουλικό και το π-κουμαρικό οξύ. Τα υδροξυβενζοϊκά οξέα βρίσκονται κυρίως υπό την μορφή γλυκοζιτών και οι κυρίαρχες μορφές είναι το π-υδροξυβενζοϊκό, το βανιλλικό και το πρωτοκατεχικό οξύ. Βρίσκονται στα φυτικά προϊόντα και μερικές φορές παρουσιάζονται ως εστέρες και γλυκοσίδες και διαθέτουν αντιοξειδωτική δράση ως χηλικές ενώσεις. Μία από τις πιο μελετημένες ενώσεις στην υδροξυβενζοϊκή ομάδα είναι το γαλλικό οξύ που είναι επίσης η προπορευόμενη ένωση πολλών τανινών, ενώ το οξύ κανέλας είναι ο πρόδρομος όλων των υδροξυκιναμμικών οξέων (Krimmel et al., 2010; Terpinc et al., 2011).

Καροτενοειδή

Τα καροτενοειδή είναι μια ομάδα 750 φυσικών χρωστικών ουσιών που συντίθενται από φυτά και φωτοσυνθετικά βακτήρια. Σε αυτά οφείλεται το κίτρινο, το πορτοκαλί και το κόκκινο χρώμα πολλών φυτών. Χωρίζονται σε δυο ομάδες: τα *καροτένια* που περιέχουν το α-καροτένιο, το λυκοπένιο και το β-καροτένιο και τα *οξυγονωμένα καροτενοειδή* όπως η ξανθοφύλλη, η ζεαξανθίνη, η λουτεΐνη και άλλα (Wang, 2014).



Εικόνα 1.4.1.5 Απεικόνιση τυπικών καροτενοειδών. Αριστερά τα καροτένια και δεξιά οι ξανθοφύλλες (Βαλαβανίδης και Ευσταθίου, Τμήμα Χημείας)

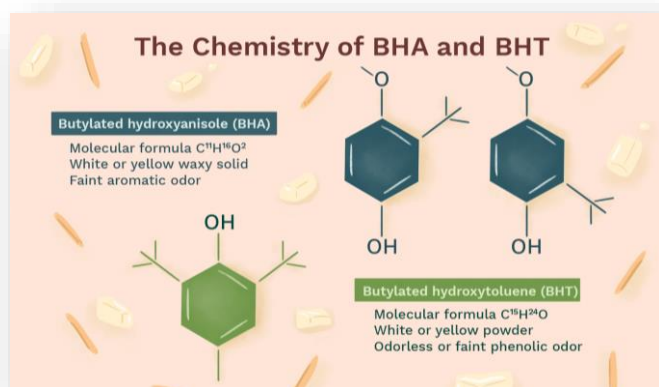
Παίζουν σημαντικό ρόλο στην προστασία των φυτών από φωτοοξειδωτικές διεργασίες και αναστέλλουν την οξείδωση λιπών στον ανθρώπινο οργανισμό. Τέλος, τα φρούτα και τα λαχανικά παρέχουν περισσότερα από τα 40 έως 50 καροτενοειδή που βρίσκονται στην ανθρώπινη διατροφή (Young & Lowe, 2001).

Μέταλλα

Τα μέταλλα βρίσκονται μόνο σε ποσότητες ιχνοστοιχείων στα ζώα και είναι ένα μικρό ποσοστό διαιτητικών αντιοξειδωτικών. Όσον αφορά την αντιοξειδωτική δράση, τα σημαντικότερα μέταλλα είναι το σελήνιο και ο ψευδάργυρος. Το σελήνιο μπορεί να βρεθεί τόσο σε οργανικές (σεληνοκυστεΐνη και σεληνομεθειονίνη) όσο και σε ανόργανες (σεληνίτης) μορφές στο ανθρώπινο σώμα. Δεν δρα άμεσα στις ελεύθερες ρίζες, αλλά αποτελεί απαραίτητο μέρος των περισσότερων αντιοξειδωτικών ενζύμων (υπεροξειδάση γλουταθειόνης, αναγωγάση θεωρετοξίνης) που δεν θα είχαν καμία επίδραση χωρίς αυτό (Tabassum et al., 2010). Κατά την κατανάλωση τροφίμων λαμβάνονται μέταλλα όπως το ασβέστιο, το μαγνήσιο και ο σίδηρος. Το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι οι κυριότερες πηγές ασβεστίου. Αυτά μπορεί είτε να περιέχουν φυσικά ασβέστιο, είτε να είναι εμπλουτισμένα με αυτό, είτε να είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού αυτών (Miller & Jarvis, 2001). Τροφές πλούσιες σε σίδηρο, ψευδάργυρο και μαγνήσιο είναι το μπιζέλι, το κρασί, η μύρα, τα όσπρια, τα φρούτα και άλλα (Jodral-Segado et al., 2003).

1.4.2 Συνθετικά αντιοξειδωτικά

Προκειμένου να υπάρχει ένα τυποποιημένο σύστημα μέτρησης αντιοξειδωτικής δράσης για τη σύγκριση με τα φυσικά αντιοξειδωτικά και να ενσωματωθεί στα τρόφιμα, έχουν αναπτυχθεί τα συνθετικά αντιοξειδωτικά. Αυτές οι συνθετικές ενώσεις προστίθενται στα τρόφιμα έτσι ώστε να μπορούν να αντέξουν διάφορες μετατροπές και συνθήκες καθώς και να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής τους. Σήμερα, σχεδόν όλα τα επεξεργασμένα τρόφιμα έχουν ενσωματωμένα συνθετικά αντιοξειδωτικά, τα οποία φέρονται να είναι ασφαλή, αν και ορισμένες μελέτες δείχνουν το αντίθετο. Τα BHT (βουτυλιωμένο υδροξυτολουένιο) και BHA (βουτυλιωμένη υδροξυανισόλη) είναι τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα χημικά αντιοξειδωτικά.



Εικόνα 1.4.2.1 Σχηματική απεικόνιση μορίων BHA (βουτυλιωμένη υδροξυανισόλη) και BHT (βουτυλιωμένο υδροξυτολουένιο) (Nusha Ashjaee / ThoughtCo).

Μεταξύ του 2011 και του 2012, η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA) ταξινόμησε το NOAEL (No Observed Adverse Effect Levels), δηλαδή το επίπεδο στο οποίο δεν παρατηρείται κάποια δυσμενής επίπτωση για τον οργανισμό σε 0,25 mg/kg σωματικού βάρους ανά ημέρα για το BHT και 1,0 mg/kg σωματικού βάρους ανά ημέρα για το BHA και παραδέχθηκε ότι η έκθεση ενηλίκων και παιδιών ήταν απίθανο να υπερβεί αυτές τις δόσεις (Aguilar et al., 2011). Η TBHQ (τετραβουτυλο-υδροκινόνη) είναι ένα συνθετικό αντιοξειδωτικό το οποίο σταθεροποιεί και διατηρεί τη φρεσκάδα, τη θρεπτική αξία, τη γεύση και το χρώμα των ζωικών προϊόντων διατροφής. Επιπλέον, το 2004 η EFSA δημοσίευσε ένα έγγραφο με το οποίο αναθεωρούσε τις επιπτώσεις αυτού του αντιοξειδωτικού στην ανθρώπινη υγεία και δήλωνε ότι δεν υπήρχαν επιστημονικές αποδείξεις για την καρκινογένεση του παρά τα προηγούμενα αντικρουόμενα δεδομένα (Anton et al., 2004). Το γαλλικό οκτύλιο θεωρείται ασφαλές στη χρήση ως πρόσθετο τροφίμων έπειτα από την κατανάλωση του υδρολυμένο σε γαλλικό οξύ και οκτανόλη, τα οποία βρίσκονται σε πολλά φυτά και δεν αποτελούν απειλή για την ανθρώπινη υγεία (Joung et al., 2004).

Τα προοξειδωτικά

Οι Singh et al. (2010) έγραψαν ότι τα αντιοξειδωτικά έχουν περάσει από τα "Θαυματουργά Μόρια" στα "Θαυμάσια Μόρια" και τέλος στα "Φυσιολογικά Μόρια". Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι αυτά τα μόρια διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στις μεταβολικές οδούς και προστατεύουν τα κύτταρα, παρόλα αυτά κάποια πρόσφατα αντικρουόμενα στοιχεία ανάγκασαν την ακαδημαϊκή κοινότητα να μελετήσει βαθύτερα το ρόλο των αντιοξειδωτικών και των προοξειδωτικών (Singh et al., 2010). Αποτελούν χημικές ουσίες, στις οποίες οφείλεται το οξειδωτικό στρες, το οποίο καθυστερεί ή αναστέλλει την οξείδωση των υποστρωμάτων ωθώντας τον οργανισμό στο να εξισορροπήσει τις ελεύθερες ρίζες με την άμυνά του (Benzie & Strain, 2005).

Η βιταμίνη C θεωρείται ισχυρό αντιοξειδωτικό και παρεμβαίνει σε πολλές φυσιολογικές αντιδράσεις, αλλά μπορεί επίσης να γίνει προοξειδωτικό. Αυτό συμβαίνει όταν συνδυάζεται με τη μείωση του σιδήρου και του χαλκού αντίστοιχα (από Fe^{3+} σε Fe^{2+}), η οποία με τη σειρά της μειώνει το υπεροξείδιο του υδρογόνου σε ρίζες υδροξυλίου (Duarte & Lunec, 2005). Η δράση της βιταμίνης E σχετίζεται με τη σύνθετη λειτουργία της, καθώς μπορεί να έχει αντιοξειδωτική ή προοξειδωτική δράση (Ivonne et al., 2002). Αν και δεν υπάρχουν πολλά στοιχεία, θεωρείται ότι τα καροτενοειδή όπως και τα φλαβονοειδή μπορούν επίσης να εμφανίσουν προοξειδωτικά αποτελέσματα (Young & Lowe, 2001). Οι Yordi et al. (2012) δημοσίευσαν έναν κατάλογο δεκατεσσάρων φαινολικών οξέων, τα οποία θεωρούνται αντιοξειδωτικά, αλλά υπό ορισμένες συνθήκες συμπεριφέρονται ως προοξειδωτικά. Τέλος, η συγκέντρωση των τροφίμων σε αντιοξειδωτικές ουσίες υπολογίζεται παγκοσμίως με τον δείκτη ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity), που σημαίνει Ικανότητα Απορρόφησης των Ελευθέρων Ριζών Οξυγόνου (Yordi et al., 2012).

1.5 Τα αντιοξειδωτικά στη διατροφή και οι ευεργετικές τους επιδράσεις για τον οργανισμό

Τα αντιοξειδωτικά προκειμένου να μετριάσουν τις συνέπειες των ελεύθερων ριζών, λειτουργούν ως αμυντικός μηχανισμός για τον οργανισμό. Η τακτική ανανέωση των αντιοξειδωτικών στον ανθρώπινο οργανισμό είναι απαραίτητη γιατί με την καταστροφή μιας ελεύθερης ρίζας γίνεται οξείδωση του αντιοξειδωτικού και αυτό χάνει τις ευεργετικές του ιδιότητες. Συνεπώς, παρατηρείται ότι ενώ σε ένα σύστημα

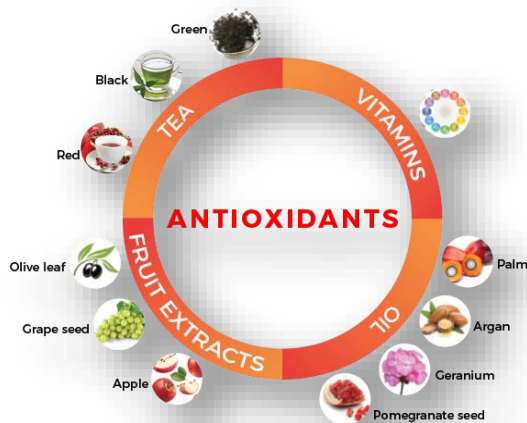
μπορεί να είναι αποτελεσματικό κάποιο αντιοξειδωτικό εναντίων των ελεύθερων ριζών, σε κάποιο άλλο μπορεί να μην είναι (Beninger & Hosfield, 2003).

Η ανεπάρκεια διατροφικών αντιοξειδωτικών είναι μια από τις αιτίες πολλαπλών χρόνιων και εκφυλιστικών ασθενειών. Τον 21ο αιώνα, η ζήτηση για πρόσληψη αντιοξειδωτικών τροφών ή διαιτητικών αντιοξειδωτικών αυξάνεται προκειμένου να διατηρηθεί το σώμα υγιές και απαλλαγμένο από ασθένειες (Benzie, 2003). Η κατανάλωση τροφίμων είναι μια σημαντική πηγή εξωγενών αντιοξειδωτικών και έχει υπολογιστεί ότι μια τυπική δίαιτα παρέχει περισσότερα από 25.000 βιοενεργά συστατικά τροφίμων τα οποία σχετίζονται με την πρόληψη ασθενειών.

Τα αντιοξειδωτικά είναι άφθονα στα λαχανικά και στα φρούτα και βρίσκονται επίσης σε δημητριακά, τσάι, όσπρια, ξηρούς καρπούς και άλλα προϊόντα διατροφής. Μια συστηματική έρευνα έχει εντοπίσει περισσότερα από 3.100 αντιοξειδωτικά τρόφιμα, ποτά, μπαχαρικά, βότανα και συμπληρώματα. Η μειωμένη πρόσληψη αντιοξειδωτικών τροφών μπορεί να αυξήσει την πιθανότητα οξειδωτικού στρες που μπορεί να οδηγήσει σε κυτταρική βλάβη. Συνεπώς, η πρόσληψη τέτοιων φυσικών αντιοξειδωτικών μπορεί να δώσει προστατευτική δράση έναντι ασθενειών που προκαλούνται από ελεύθερες ρίζες (Carlsen et al., 2010).

Μια πρόσφατη μελέτη ανέφερε ότι τα τρόφιμα φυτικής προέλευσης έχουν γενικά υψηλότερη περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά από τα ζωικά προϊόντα διατροφής. Ποτά που φτιάχνονται από τα μη επεξεργασμένα φύλλα τσαγιού, σκόνες τσαγιού και κόκκους καφέ έχουν συχνά καλύτερες αντιοξειδωτικές ιδιότητες από τη μπύρα και το κρασί. Προϊόντα όπως, το κρέας, τα ψάρια και τα παράγωγα του γάλακτος διαθέτουν χαμηλή περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά. Από την άλλη, τα βότανα, τα μπαχαρικά, τα φρούτα και τα λαχανικά συμβάλλουν σημαντικά στην πρόσληψη αντιοξειδωτικών από τον οργανισμό, ειδικά σε περιοχές όπου τα μπαχαρικά και τα βότανα καταναλώνονται τακτικά (Πανδή, 2020). Οι πιθανές ευεργετικές επιδράσεις των αντιοξειδωτικών στην προστασία από ασθένειες έχουν αποδειχθεί εκτεταμένα. Ως εκ τούτου, ορισμένα θρεπτικά και διατροφικά συστατικά με αντιοξειδωτικές ιδιότητες είναι σημαντικά για την προστασία του οργανισμού από τη βλάβη που προκαλεί το οξειδωτικό στρες. Σε φυσιολογική κατάσταση, το ανθρώπινο κύτταρο μπορεί να αποτρέψει ασθένειες που προκαλούνται από ελεύθερες ρίζες δημιουργώντας τα δικά του ενδογενή αντιοξειδωτικά ή παίρνοντάς τα από τα τρόφιμα. Τα αντιοξειδωτικά που λαμβάνονται από τη διατροφή παίζουν σημαντικό ρόλο σε αυτό βοηθώντας τα ενδογενή αντιοξειδωτικά να το επιτύχουν (Valko et al., 2007).

Η βιταμίνη C, η βιταμίνη E, τα καροτενοειδή, το συνένζυμο Q10, το α-λιποϊκό οξύ, η β-καροτίνη, το λυκοπένιο, το σελήνιο, τα φλαβονοειδή και πολλά άλλα χρησιμοποιούνται ευρέως ως διαιτητικά και θρεπτικά αντιοξειδωτικά (Kurutas, 2015). Η βιταμίνη E είναι από τα βασικότερα λιποδιαλυτά και αποτελεσματικά αντιοξειδωτικά



Εικόνα 1.5.1 Πηγές αντιοξειδωτικών στη διατροφή (<https://akclinics.org/blog/benefits-of-anti-oxidants-for-hair/>)

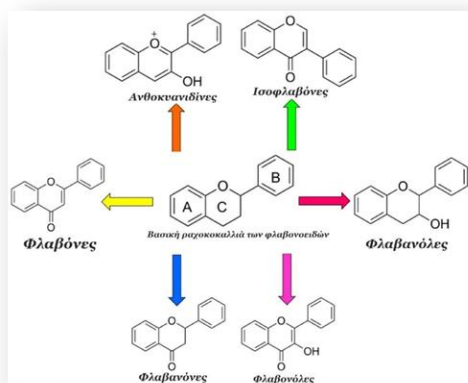
ζωτικής σημασίας για τη βιοσύνθεση του κολλαγόνου, της καρνιτίνης και των νευροδιαβιβαστών. Αντιδρά με τη ρίζα της βιταμίνης E για να δώσει μια νέα ρίζα βιταμίνης C, ενώ αναγεννά τη βιταμίνη E. Τα οφέλη για την υγεία της βιταμίνης C περιλαμβάνουν επίσης αντι-αθηρογόνο, αντικαρκινογόνο και ανοσοτροποποιητική δράση (Akbari, 2016).

Τα καροτενοειδή είναι μια ομάδα λιποδιαλυτών αντιοξειδωτικών με το σημαντικότερο από αυτά να είναι το α-καροτένιο, το οποίο υπάρχει σε μεμβράνες και λιποπρωτεΐνες. Μια σειρά επιδημιολογικών μελετών αποκάλυψε ότι η αυξημένη κατανάλωση μιας διατροφής πλούσιας σε καροτενοειδή συσχετίζεται με μειωμένο κίνδυνο διάφορων εκφυλιστικών διαταραχών, συμπεριλαμβανομένων διάφορων τύπων καρκίνου, καρδιαγγειακών ή οφθαλμολογικών ασθενειών. Τα αποτελέσματα αυτά, σχετίζονται με την αντιοξειδωτική τους δράση η οποία προστατεύει τα κύτταρα και τους ιστούς από την οξειδωτική βλάβη. Επιπλέον, χαρακτηρίζονται με τη δράση της προβιταμίνης A. Η βιταμίνη A έχει επίσης αντιοξειδωτικές ιδιότητες, ευεργετική επίδραση στο δέρμα, στα μάτια και στα εσωτερικά όργανα (Stahl & Sies, 2003).

Τα φλαβονοειδή είναι μια ευρεία κατηγορία φυτικών μεταβολιτών και αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της ανθρώπινης διατροφής. Συνιστούν την πιο ποικιλόμορφη ομάδα των πολυφαινόλων. Υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για τα φλαβονοειδή λόγω των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων τους και του πιθανού ρόλου τους στην πρόληψη χρόνιων ασθενειών.

και προστατεύει τα λιπαρά οξέα της μεμβράνης από την υπεροξείδωση των λιπιδίων. Η σημαντική επίδραση της βιταμίνης E περιλαμβάνει την προστασία από τον καρκίνο του παχέος εντέρου, του προστάτη και του μαστού, ορισμένες καρδιαγγειακές παθήσεις, την ισχαιμία, τον καταρράκτη, την αρθρίτιδα και ορισμένες νευρολογικές διαταραχές (Kurutas, 2015). Η βιταμίνη C είναι

Υπάρχουν στα τρόφιμα κυρίως ως γλυκοσίδες και πολυμερή τα οποία αποτελούν ένα σημαντικό κλάσμα διατροφικών φλαβονοειδών. Οι βιολογικές ιδιότητες των φλαβονοειδών καθορίζονται από την έκταση, τη φύση και τη θέση των υποκαταστατών και τον αριθμό των υδροξυλομάδων. Αυτοί οι παράγοντες καθορίζουν επίσης εάν ένα



Εικόνα 1.5.2 Φλαβονοειδή
(<https://www.therapia.gr/flavonoeidi/>)

φλαβονοειδές δρα ως αντιοξειδωτικό ή ως ρυθμιστής της ενζυμικής δραστηριότητας ή εάν έχει αντιμεταλλαξιογόνες ή κυτταροτοξικές ιδιότητες. Η πιο αναφερόμενη δραστηριότητα των φλαβονοειδών είναι η προστασία τους από το οξειδωτικό στρες. Έτσι, τα φλαβονοειδή μπορούν να δεσμεύσουν τις ρίζες υδροξυλίου και είναι αποτελεσματικοί αναστολείς της υπεροξειδωσής των λιπιδίων. Από την άλλη πλευρά, κάτω από ορισμένες συνθήκες, τα φλαβονοειδή μπορούν επίσης να εμφανίσουν προοξειδωτική δράση και αυτή πιστεύεται ότι είναι ευθέως ανάλογη με τον συνολικό αριθμό των υδροξυλομάδων (Kurutas, 2015).

Τα αντιοξειδωτικά συμπληρώματα είναι συχνά συνθετικά και ορισμένες από αυτές τις συνθετικές μορφές μπορεί να μην έχουν τα ίδια αποτελέσματα στον οργανισμό με τα φυσικά αντιοξειδωτικά που υπάρχουν στα τρόφιμα, λόγω της εκτεταμένης επεξεργασίας που υφίστανται με την παρασκευή τους. Αν και τα αντιοξειδωτικά μόρια αποτρέπουν την οξειδωτική βλάβη, σε εργαστηριακά πειράματα υπάρχει κάποια συζήτηση για το εάν η κατανάλωση αντιοξειδωτικών (σε μορφή τροφής ή συμπληρώματος) ωφελεί πραγματικά την υγεία. Υπάρχουν περιορισμένα επιστημονικά δεδομένα για την υποστήριξη της χρήσης αντιοξειδωτικών συμπληρωμάτων για την πρόληψη ασθενειών με βάση κλινικές δοκιμές σε ανθρώπους. Ωστόσο, τα αντιοξειδωτικά στα τρόφιμα σε γενικές γραμμές θεωρούνται ασφαλή και οι μελέτες για τα αντιοξειδωτικά συμπληρώματα δεν έχουν αναφέρει ανεπιθύμητες ενέργειες στον οργανισμό. Ως εκ τούτου, απαιτείται περισσότερη έρευνα για την καλύτερη κατανόηση των πτυχών ασφάλειας των συμπληρωμάτων διατροφής και καλό είναι τα αντιοξειδωτικά συμπληρώματα να μην χρησιμοποιούνται ως υποκατάστατα μιας υγιεινής διατροφής ή συμβατικής ιατρικής φροντίδας, χωρίς τη συμβουλή γιατρού (Kurutas, 2015).

Κεφάλαιο 2ο « Το γιαούρτι »

2.1 Η ιστορία των ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων

Πολλά προϊόντα διατροφής οφείλουν την παραγωγή και τα χαρακτηριστικά τους στις ιδιότητες ζύμωσης των μικροοργανισμών. Τρόφιμα που έχουν υποστεί ζύμωση όπως ώριμα τυριά, τουρσιά, λουκάνικα και άλλα, έχουν εκτιμηθεί ιστορικά για τη βελτιωμένη διάρκεια ζωής τους και τη μοναδική τους γεύση, το άρωμα, την υφή αλλά και την εμφάνιση. Μας επιτρέπουν επίσης να καταναλώνουμε και μη βρώσιμες τροφές. Για παράδειγμα, οι επιτραπέζιες ελιές πρέπει να ζυμωθούν προκειμένου να αφαιρεθούν οι φαινολικές ενώσεις τους οι οποίες είναι υπεύθυνες για την πικρή τους γεύση.

Πολλά οφέλη για την υγεία έχουν συσχετιστεί με τα τρόφιμα που έχουν υποστεί ζύμωση, συμπεριλαμβανομένου του μειωμένου κινδύνου καρδιαγγειακών παθήσεων, της υψηλής αρτηριακής πίεσης, του διαβήτη, της παχυσαρκίας και της φλεγμονής. Έχουν επίσης συνδεθεί με την καλύτερη διαχείριση βάρους, την καλύτερη διάθεση και εγκεφαλική δραστηριότητα, την αυξημένη υγεία των οστών και την καλύτερη αποκατάσταση μετά την άσκηση (Marco et al., 2017). Η διαδικασία της ζύμωσης μειώνει την τοξικότητα ορισμένων τροφίμων, ενώ άλλα μπορεί να γίνουν εξαιρετικά τοξικά κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Γενικά, καμία ομάδα ή κατηγορία τροφίμων ή προϊόντων διατροφής δεν παρουσιάζει τόσο μεγάλη συνεισφορά όσο τα ζυμωμένα τρόφιμα για την παγκόσμια διατροφική ευημερία (Jay, 2000).

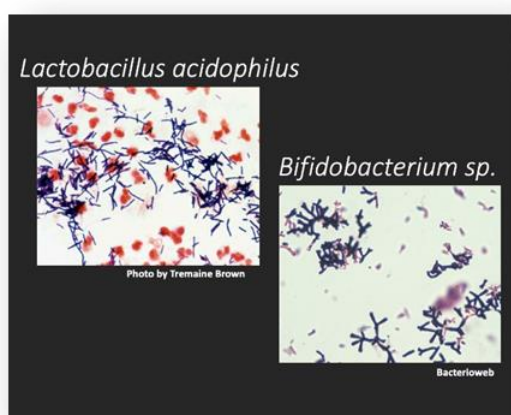
Τα τρόφιμα τα οποία έχουν υποστεί ζύμωση έχουν διάφορες θρεπτικές αλλά και θεραπευτικές ιδιότητες. Τα γαλακτικά βακτήρια (Lactic Acid Bacteria) διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στον καθορισμό των θετικών επιπτώσεων της ποιότητας του γάλακτος που έχει υποστεί ζύμωση καθώς και των σχετικών προϊόντων. Τα *L. acidophilus* και *Bifidobacteria spp.* είναι γνωστά για τη χρήση τους ως ζυμωτές σε ενισχυμένα γαλακτοκομικά προϊόντα. Τα προϊόντα τα οποία περιέχουν καλλιέργειες και πωλούνται με οποιονδήποτε ισχυρισμό παρέχοντας οφέλη για την υγεία πρέπει να πληρούν τα κριτήρια του προτεινόμενου ελάχιστου αριθμού αποικιών άνω των 10^6 cfu/g τη στιγμή της κατανάλωσης (Shiby & Mishra, 2013).



Εικόνα 2.1.1. Κοινά ζυμωμένα τρόφιμα
(<https://venngage.com/gallery/post/fermented-foods-for-healthy-gut/>)

Το γιαούρτι εκτός από προβιοτική τροφή χαρακτηρίζεται και πηγή άλλων θρεπτικών συστατικών. Αρκετές σκόνες τροφίμων όπως γιαούρτι σε σκόνη και τυρόπηγμα σε σκόνη κατασκευάζονται λαμβάνοντας υπόψη τον αριθμό των μικροοργανισμών που επιβιώνουν στο προϊόν μετά την ξήρανση. Τέτοια τρόφιμα, ποτά και σκόνες είναι ιδιαίτερα αποδεκτά από τους καταναλωτές λόγω της γεύσης, του αρώματος και της υψηλής θρεπτικής τους αξίας. Άλλα οφέλη για την υγεία του γάλακτος που έχει υποστεί ζύμωση περιλαμβάνουν την πρόληψη γαστρεντερικών λοιμώξεων, τη μείωση των επιπέδων χοληστερόλης και την αντιμεταλλαξιογόνο δράση. Τα προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση συνιστώνται για κατανάλωση από άτομα που πάσχουν από δυσανεξία στη λακτόζη ή αθηροσκλήρωση και αποτελούν ένα διευρυμένο ερευνητικό τομέα (Shiby & Mishra, 2013).

Η πιο θεμελιώδης διαίρεση των γαλακτοκομικών προϊόντων που έχουν υποστεί ζύμωση είναι σε παραδοσιακούς και μη παραδοσιακούς τύπους. Τα παραδοσιακά γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση έχουν μακρά ιστορία και είναι γνωστά γιατί παρασκευάζονται σε όλο τον κόσμο. Στο παρελθόν, η παραγωγή τους



Εικόνα 2.1.2 Μικροσκοπική απεικόνιση βακτηρίων *L.acidophilus* και *Bifidobacterium spp*
(<https://media.cheggcdn.com/media/24c/24c9eb23-b6b4-462f-9b32-07a42ebe7df9/phpoJD5le.png>)

ήταν μια «απλή τέχνη». Κατά την περίοδο του Παστέρ όμως, περίπου 100 χρόνια πριν, αποκαλύφθηκε η μικροβιολογία που κρύβεται πίσω από τις ζυμώσεις. Αντίθετα, η ανάπτυξη των μη παραδοσιακών γαλακτοκομικών προϊόντων που έχουν υποστεί ζύμωση η οποία άνθισε πρόσφατα, βασίζεται σε γνωστές αρχές που διέπουν στην επιστήμη των γαλακτοκομικών

προϊόντων. Περιέχουν γνωστές μικροβιακές καλλιέργειες και η ποιότητά τους μπορεί να βελτιστοποιηθεί. Συγκεκριμένα, το γιαούρτι είναι τόσο παραδοσιακό όσο και μη παραδοσιακό προϊόν, το οποίο αντιπροσωπεύεται από διαρκώς μεταβαλλόμενους τύπους (Trachoo, 2002).

Η ταξινόμηση ανά τεχνολογία διαφοροποιείται μεταξύ του γάλακτος που έχει υποστεί ζύμωση και προϊόντων που έχουν υποστεί ζύμωση τα οποία δεν βασίζονται απευθείας στο γάλα. Τα γάλατα που έχουν υποστεί ζύμωση μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τέσσερα διαφορετικά είδη. Συγκεκριμένα χωρίζονται σε

γαλακτοκομικά προϊόντα έπειτα από ζύμωση με στελέχη μεσόφιλων γαλακτικών βακτηρίων, θερμόφιλων γαλακτικών βακτηρίων, σε προϊόντα που λαμβάνονται με ζύμωση αλκοόλης-γαλακτικού οξέος, που περιλαμβάνει ζύμες και γαλακτικά βακτήρια και σε προϊόντα όπου εκτός από τον τύπο ζύμωσης εμφανίζεται και ανάπτυξη μυκήτων. Παραδείγματα αποτελούν η κρέμα γάλακτος, το γιαούρτι, το κεφίρ, τα φυτικά προϊόντα γάλακτος, τα μείγματα γάλακτος-κρέατος κ.ά. (Walstra et al., 2006).

Τα βακτήρια που χρησιμοποιούνται για τη ζύμωση είναι είτε μεσόφιλα είτε θερμόφιλα, όροι που υποδεικνύουν βέλτιστες θερμοκρασίες βακτηριακής ανάπτυξης, περίπου 22° και 38°C, αντίστοιχα. Ένα γάλα που έχει υποστεί ζύμωση χαρακτηρίζεται κυρίως από τις οργανοληπτικές του ιδιότητες οι οποίες είναι η γεύση, η οσμή και το ιξώδες, και αποτελούν τα άμεσα αποτελέσματα συγκεκριμένης βακτηριακής δράσης (Trachoo, 2002). Το σύγχρονο γιαούρτι ορίζεται από τη νομοθεσία και περιέχει μόνο τα βακτήρια *Lactobacillus bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*. Θεωρητικά, οποιοσδήποτε συνδυασμός μικροοργανισμών θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή ενός προϊόντος γάλακτος που έχει υποστεί ζύμωση (Trachoo, 2002).

Το 1909, η Ρωσίδα βραβευμένη με Νόμπελ, Yllia Metchnikoff, από το Ινστιτούτο Παστέρ στο Παρίσι, πρότεινε ότι οι γαλακτοβάκιλλοι στο γιαούρτι συνδέονται με τη μακροζωία στον βουλγαρικό αγροτικό πληθυσμό. Στις αρχές του 20ου αιώνα, το γιαούρτι έγινε γνωστό για τα οφέλη του στην υγεία και πωλούνταν στα φαρμακεία ως φάρμακο. Το γιαούρτι βρήκε εμπορική επιτυχία όταν ο Isaac Carasso, από τη Βαρκελώνη, άρχισε να παράγει γιαούρτι με μαρμελάδες. Αφού διέφυγε από τη ναζιστική κατοχή, ο Daniel Carasso, γιος του Isaac Carasso, ίδρυσε την Dannon (Danone στη Γαλλία). Το πρώτο εργαστήριο και εργοστάσιο γιαουρτιού άνοιξε στη Γαλλία το 1932. Αντίστοιχα, στις Ηνωμένες Πολιτείες, το πρώτο εργαστήριο και εργοστάσιο άνοιξε το 1941 (McGee H., 2004).

2.2 Ορισμός και είδη γιαουρτιού

Σύμφωνα με τον FAO/WHO (2011), το γιαούρτι ορίζεται ως το "τρόφιμο που παράγεται με καλλιέργεια ενός ή περισσότερων από τα προαιρετικά γαλακτοκομικά συστατικά (κρέμα γάλακτος, γάλα, μερικώς αποκομμένο γάλα και αποβουτυρωμένο γάλα) με μια καλλιέργεια βακτηρίων που χαρακτηρίζει τα βακτήρια που παράγουν γαλακτικό οξύ, *Lactobacillus bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*". Αναφέρεται επίσης πως για την αύξηση της περιεκτικότητας των τροφίμων σε μη αποβουτυρωμένα στερεά, μπορούν να προστεθούν και άλλα προαιρετικά συστατικά (συμπυκνωμένο αποβουτυρωμένο γάλα, μη αποβουτυρωμένο ξηρό γάλα, βουτυρόγαλα, ορός γάλακτος, λακτόζη, λακταλβουμίνες, λακτοσφαιρίνες και τροποποιημένος ορός γάλακτος) και να συμπεριληφθούν στη διαδικασία καλλιέργειας. Κατά την ελληνική νομοθεσία γιαούρτι είναι το προϊόν «το οποίο προκύπτει έπειτα από την πήξη αποκλειστικά και μόνο νωπού γάλακτος της αντίστοιχης προς την ονομασία φύσης και προέλευσης, με την επίδραση καλλιέργειας ζύμης η οποία προκαλεί ειδική ζύμωση».



**Food and Agriculture Organization
of the United Nations**

Εικόνα 2.1.3 Λογότυπο FAO (<https://www.un.org/en/academic-impact/fao>)

Σήμερα ο FDA έχει ξεχωριστά πρότυπα ταυτότητας για το γιαούρτι, δηλαδή το γιαούρτι με χαμηλά λιπαρά και το γιαούρτι χωρίς λιπαρά. Επίσης καθορίζει μια ελάχιστη ποσότητα ζωντανών και ενεργών καλλιεργείων που πρέπει να περιέχει το γιαούρτι για να φέρει την προαιρετική επισήμανση «περιέχει ζωντανές και ενεργές καλλιέργειες» ή παρόμοια δήλωση. Για το γιαούρτι που έχει υποστεί επεξεργασία για την αδρανοποίηση μικροοργανισμών, είναι απαραίτητο να αναγράφεται στην ετικέτα ότι «δεν περιέχει ζωντανές και ενεργές καλλιέργειες». Επιπλέον, ο τελικός κανόνας υποστηρίζει πολλές καινοτομίες που έχουν ήδη γίνει στην αγορά του γιαουρτιού, όπως το να εμπλουτίζεται με την προσθήκη βιταμινών Α και D για παράδειγμα, εφόσον πληροί τις απαιτήσεις εμπλουτισμού (FDA, 2021).

Το γάλα χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παρασκευή του γιαουρτιού και ο ελληνικός Κώδικας Τροφίμων και Ποτών (2016) ορίζει ότι «Γιαούρτι χαρακτηρίζεται το γαλακτοκομικό προϊόν το οποίο παράγεται από τη ζύμωση και πήξη του γάλακτος, με

τη χρήση υποχρεωτικά των καλλιεργειών - εκκινητών *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus bulgaricus*, ώστε το τελικό ζυμωμένο προϊόν να περιέχει τουλάχιστον 10^7 cfu/g προϊόντος μέχρι την ημερομηνία ανάλωσής του».

Το γάλα είναι το κύριο συστατικό για την παρασκευή γιαουρτιού. Η γενική διαδικασία παρασκευής γιαουρτιού είναι:

- η επεξεργασία του γάλακτος,
- η παστερίωση του μείγματος γιαουρτιού,
- η ζύμωση σε θερμοφιλες θερμοκρασίες (40 έως 45°C),
- η ψύξη και
- η προσθήκη φρούτων και γεύσεων.

Το γιαούρτι παρασκευάζεται χρησιμοποιώντας μια ποικιλία συστατικών, συμπεριλαμβανομένου του γάλακτος, των γλυκαντικών, των σταθεροποιητών, των φρούτων, των γεύσεων και των καλλιεργειών και άλλων. Η ποικιλία του γιαουρτιού εξαρτάται από τον τύπο του γάλακτος που χρησιμοποιείται. Η κρέμα γάλακτος ή το βούτυρο χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση της περιεκτικότητας σε λιπαρά του μείγματος γιαουρτιού. Οι σταθεροποιητές προστίθενται συνήθως για τη βελτίωση της υφής και για την πρόληψη του διαχωρισμού του ορού γάλακτος. Τέλος, τα γλυκαντικά συμβάλλουν στην αύξηση της γεύσης και αυξάνουν την αποδοχή του καταναλωτή (Banerjee et al., 2017).

Το γιαούρτι διαιρείται σε τρία είδη με βάση την περιεκτικότητά του σε λιπαρά (i) το γιαούρτι χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά, το οποίο παρασκευάζεται από μερικώς αποβουτυρωμένο γάλα (ii) το γιαούρτι χωρίς λιπαρά, το οποίο παρασκευάζεται από πλήρες αποβουτυρωμένο γάλα και (iii) το πλήρες γιαούρτι, το οποίο παράγεται από πλήρες γάλα. Με βάση τη φύση του γιαουρτιού μπορεί να ταξινομηθεί ως στερεό, ημιστερεό ή υγρό. Γιαούρτια στερεάς φύσης, επωάζονται και ψύχονται στην τελική συσκευασία. Ενώ τα γιαούρτια που είναι σε ημιστερεά και ρευστή φύση (ανακινημένο γιαούρτι και υγρό ή πόσιμο γιαούρτι), παράγονται επωάζοντας το μείγμα σε μια δεξαμενή ακολουθούμενο από ανάδευση πριν από την ψύξη και τη συσκευασία (Banerjee et al., 2017).

Πλήθος χωρών διαχωρίζουν τους διάφορους τύπους του γιαουρτιού μεταξύ εκείνων που ανταποκρίνονται στον ορισμό του FAO/WHO (2021) και χαρακτηρίζονται ως «φυσικό γιαούρτι» ή απλώς «γιαούρτι» και κάθε άλλου τύπου που αποτελούν «επιδόρπιο» γιαουρτιού και πρέπει να χαρακτηρίζονται με άλλο όνομα. Παρακάτω γίνεται η παρουσίαση των κυριότερων τύπων γιαουρτιού και του κεφίρ.

Συνεκτικό γιαούρτι. Το συνεκτικό γιαούρτι είναι γνωστό ως γιαούρτι το οποίο έχει παχιά υφή, λεία επιφάνεια, συνεκτική δομή και παρασκευάζεται σε μικρές και μεμονωμένες παρτίδες. Είναι κυρίαρχος τύπος σήμερα στη χώρα μας και παράγεται κυρίως ως φυσικό γιαούρτι με φρούτα. Γίνεται προσθήκη της καλλιέργειας στο γάλα, ακολουθεί η επώαση χωρίς ανάδευση για πάνω από 12 ώρες μέχρι να επιτευχθεί το επιθυμητό πάχος και να έχει κρεμώδη υφή. Με την ομογενοποίηση του γάλακτος δεν σχηματίζεται υμένιο στην επιφάνεια αυτού του γιαουρτιού. Τέλος, η συσκευασία του γίνεται σε ερμητικά κλειστά κύπελλα (Robinson, et al., 2006).

Αναμιγμένο γιαούρτι. Το αναμιγμένο γιαούρτι (stirred yoghurt) χαρακτηρίζεται από την κρεμώδη και λεία υφή του. Διαφέρει από το συνεκτικό γιαούρτι ως προς την πήξη του γάλακτος, η οποία γίνεται σε δεξαμενές, και στο ότι το πήγμα ψύχεται και αναμιγνύεται ή όχι με φρούτα. Η μέθοδος ξεκινάει από την επώαση του μείγματος γιαουρτιού σε μια μεγάλη δεξαμενή αντί για μεμονωμένα κύπελλα, στη συνέχεια ψύχεται και ανακατεύεται για να αποκτήσει κρεμώδη υφή και τέλος μπορούν να προστεθούν διάφορα φρούτα και γεύσεις. Τα γιαούρτια αυτού του τύπου είναι ελαφρώς πιο λεπτόρρευστα από αυτά του στραγγιστού τύπου (Μπλέκου, 2017).

Γιαούρτι Στραγγιστό. Το στραγγιστό γιαούρτι παράγεται όπως το αναμιγμένο γιαούρτι, όμως μετά το πέρας της ζύμωσης απομακρύνεται ο ορός του γάλακτος. Ο πιο παραδοσιακός τρόπος απομάκρυνσης του ορού γάλακτος είναι με στράγγιση του γιαουρτιού σε υφασμάτινους σάκους (4 °C) ενώ ο σύγχρονος τρόπος επιτυγχάνεται με τη βοήθεια της τεχνολογίας (φυγοκέντρηση, συμπύκνωση). Αυτό είναι επίσης γνωστό ως γιαούρτι μεσογειακού τύπου που είναι παχύτερο και πιο κρεμώδες, το οποίο παρασκευάζεται από μερικώς συμπυκνωμένο γάλα. (Μπλέκου, 2017).

Προβιοτικό γιαούρτι. Τα προβιοτικά απαντώνται συνήθως σε ζυμώμενα γαλακτοκομικά προϊόντα. Σύμφωνα με τον FAO/WHO (2002), τα προβιοτικά ορίζονται ως «ζωντανοί μικροοργανισμοί, τα οποία όταν χορηγούνται σε επαρκείς ποσότητες προσδίδουν όφελος για την υγεία του καταναλωτή». Παρασκευάζονται συνήθως με καλλιέργειες εκκίνησης των μικροοργανισμών *Lactobacillus bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*. Τα περισσότερα προβιοτικά γιαούρτια θεωρούνται πεπτικά βοηθήματα ή υποστηρικτές του ανοσοποιητικού συστήματος (Mani-Lopez et al., 2014).

Πόσιμο γιαούρτι. Τα πόσιμα γιαούρτια είναι μια εξαιρετική επιλογή για άτομα εν κινήσει ή για όσους δεν επιθυμούν την υφή πιο σφριγηλού γιαουρτιού. Γίνονται με την προσθήκη νερού και πρόσθετων γεύσεων στο παραδοσιακό γιαούρτι. Περιέχουν τα ίδια θρεπτικά συστατικά με τα φυσικά γιαούρτια, αλλά μπορεί να είναι υψηλότερα σε ζάχαρη και θερμίδες και είναι συνήθως χαμηλά σε λιπαρά (Chandan et al., 2006).

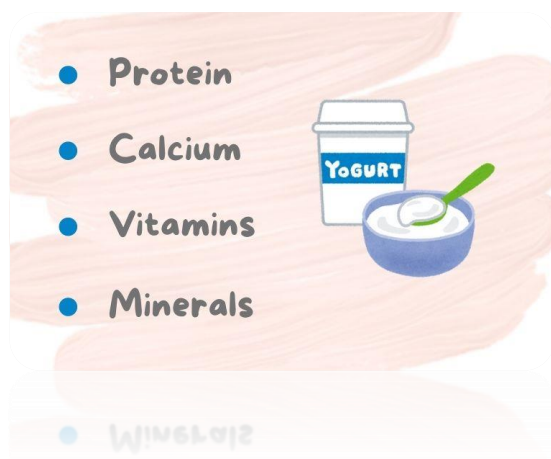
Παγωμένο ή Κατεψυγμένο Γιαούρτι (Frozen yoghurt). Το αναμιγμένο γιαούρτι μπορεί να καταψυχθεί με επιτυχία και να συντηρηθεί έως 12 μήνες. Η κατάψυξή του είναι ταχεία και η συντήρησή του πραγματοποιείται στους -18°C έως -26°C . Μπορεί να παρασκευαστεί με δύο τρόπους. Είτε το γιαούρτι να αναμιχθεί με μίγμα παγωτού είτε ένα μίγμα γιαουρτιού να ζυμωθεί πριν από άλλη επεξεργασία. Επιπλέον μπορεί να είναι μαλακό ή σκληρό, και επίσης η κατάψυξη του μη αναμιγμένου γιαουρτιού κρίνεται ακατάλληλη εξαιτίας του σχηματισμού κρυστάλλων οι οποίοι προκαλούν διαχωρισμό του ορού κατά την απόψυξη και βλάπτουν το πήγμα (Μπλέκου, 2017).

Τα μη γαλακτοκομικά γιαούρτια. Αποτελούν μοναδικό υποκατάστατο των ατόμων με δυσανεξία στη λακτόζη, αλλεργία στο γάλα, υψηλή χοληστερόλη αλλά και εκείνων που αντιμετωπίζουν γαστρεντερικά προβλήματα. Έτσι, δημιουργήθηκε η ανάγκη για μετάβαση σε τρόφιμα φυτικής προέλευσης, όπως το γάλα από φυτικές τροφές και κατ' επέκταση και η δημιουργία τέτοιων τύπων γιαουρτιών. Τα συγκεκριμένα στερούνται χοληστερόλης, κορεσμένων λιπαρών οξέων, λακτόζης και αντιγόνων και αποτελούν καλές πηγές μεταλλικών στοιχείων, απαραίτητων λιπαρών οξέων και μη αλλεργικών πρωτεϊνών (Ogundipe et al., 2021).

Το *κεφίρ* είναι ένα παράδειγμα ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων και αποτελεί παραδοσιακό προϊόν των χωρών γύρω από τον Καύκασο. Για την παρασκευή του χρησιμοποιείται κυρίως γάλα αίγας, προβάτου ή αγελάδας. Όπως το γιαούρτι, το κεφίρ περιέχει ζωντανή οξυγαλακτική καλλιέργεια. Παράγεται με τη θέρμανση του γάλακτος (85°C για 35min), ψύχεται στους 22°C , ενοφθαλμίζεται με νωπούς κόκκους κεφίρ, οι οποίοι περιέχουν ζύμες και βακτήρια που παράγουν οξύ, επωάζεται στην παραπάνω θερμοκρασία για 12 ώρες και προστίθενται στο γάλα για ζύμωση. Τα διατροφικά οφέλη του κεφίρ είναι παρόμοια με αυτά του γιαουρτιού και περιλαμβάνουν βελτιωμένη γαστρεντερική και ανοσολογική λειτουργία (Banerjee et al., 2017).

2.3 Θρεπτική και διατροφική αξία του γιαουρτιού

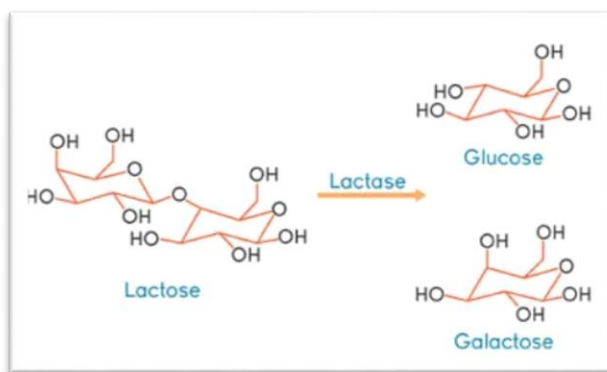
Το γιαούρτι αποτελεί ένα από τα πιο δημοφιλή αλλά και θρεπτικά γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση παγκοσμίως και έχει κερδίσει την αποδοχή πληθώρας καταναλωτών ως υγιεινή τροφή. Παρέχει μια σειρά από θρεπτικά συστατικά σε σημαντικές ποσότητες, σε σχέση με την περιεκτικότητά του σε λίπος, καθιστώντας το ένα εξαιρετικά θρεπτικό τρόφιμο. Είναι μια πολύ καλή πηγή ασβεστίου, βιταμίνης Β, μαγνησίου, φωσφόρου και άλλων θρεπτικών συστατικών. Το γεγονός ότι περιέχει πολλά θρεπτικά συστατικά τα οποία απορροφά εύκολα ο άνθρωπος, το καθιστά ως προϊόν με μεγάλη θρεπτική αξία (Robinson & Tamime, 2007).



Εικόνα 2.3.1 Βασικά θρεπτικά συστατικά που περιλαμβάνονται στο γιαούρτι (<https://beingnaomi.net/baby-and-toddler/kitchen/yogurt-for-babies-and-toddlers/>)

Εκτός από πηγή βιταμινών και μετάλλων, είναι ένας φυσικός φορέας πρεβιοτικών και προβιοτικών. Τα οφέλη του γιαουρτιού στην ανθρώπινη διατροφή μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: α) τα θρεπτικά και β) τα φυσιολογικά οφέλη. Η θρεπτική αξία του γιαουρτιού σχετίζεται με την παροχή πολύτιμων για τον άνθρωπο θρεπτικών συστατικών, ενώ ταυτόχρονα το γιαούρτι μπορεί να λειτουργήσει τόσο προληπτικά όσο και θεραπευτικά. Η λακτόζη που περιέχεται στο γιαούρτι ενεργοποιεί το γαστρεντερικό σύστημα και βοηθά στην απορρόφηση του φωσφόρου και του ασβεστίου. Επίσης το γαλακτικό οξύ, μειώνει την τιμή pH του στομάχου εξουδετερώνοντας τους παθογόνους μικροοργανισμούς. Το γιαούρτι εξαιτίας της μικρότερης περιεκτικότητάς του σε λακτόζη καταναλώνεται και από άτομα με δυσανεξία σε αυτή. Τέλος, ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα και έχει θετικό αποτέλεσμα στην απώλεια σωματικού βάρους (Robinson & Tamime, 2007).

Το γιαούρτι αποτελεί αποκλειστική πηγή της λακτόζης στην ανθρώπινη διατροφή. Η λακτόζη στο γιαούρτι αφομοιώνεται πιο αποτελεσματικά από ότι σε άλλες γαλακτοκομικές πηγές επειδή τα βακτήρια που υπάρχουν σε αυτό βοηθούν αρκετά στην πέψη της (Savaiano, 2014). Τα γαλακτοκομικά προϊόντα και τα τρόφιμα που παρασκευάζονται με τη χρήση γαλακτοκομικών συστατικών αποτελούν αποκλειστική πηγή του δισακχαρίτη λακτόζη στην ανθρώπινη διατροφή. Πριν από την απορρόφηση, η λακτόζη υδρολύεται από τη γαλακτοσιδάση (λακτάση), σε γλυκόζη και γαλακτόζη. Αυτοί οι μονοσακχαρίτες απορροφώνται και χρησιμοποιούνται ως πηγές ενέργειας (Adolfsson et al., 2004).



Εικόνα 2.3.2 Διάσπαση λακτόζης σε γλυκόζη και γαλακτόζη (<https://www.dairy-services.com>)

Η θρεπτική σύνθεση του γιαουρτιού επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως οι γενετικές και θηλαστικές διαφορές των ζώων από τα οποία προέρχεται,

η κατανάλωση της τροφής τους, το στάδιο γαλουχίας, η ηλικία, οι περιβαλλοντικοί παράγοντες και η περίοδος όπου πραγματοποιείται η άμελξη. Από την άλλη η διατροφική αξία του γιαουρτιού επηρεάζεται από την επεξεργασία του γάλακτος, το επίπεδο θερμοκρασίας, τη διάρκεια της έκθεσης στη θερμότητα, την έκθεση στο φως και τις συνθήκες αποθήκευσης (Sandulachi, 2019).

Παρόλο που τα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση, όπως το γιαούρτι, αναπτύχθηκαν αρχικά απλώς ως μέσο διατήρησης των θρεπτικών συστατικών του γάλακτος, σύντομα ανακαλύφθηκε ότι, μέσω ζύμωσης με διαφορετικούς μικροοργανισμούς, υπήρχε η ευκαιρία να αναπτυχθεί ένα ευρύ φάσμα προϊόντων με διαφορετικές γεύσεις, υφές, συνεκτικότητα και, πιο πρόσφατα, χαρακτηριστικά υγείας (McKinley, 2005). Η αγορά προσφέρει σήμερα μια τεράστια ποικιλία από γιαούρτια που ταιριάζουν σε όλες τις προτιμήσεις, όπως ποικιλίες γιαουρτιών «χωρίς λιπαρά» (π.χ. με λιγότερο από 0,5% λιπαρά), γιαούρτια χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά που περιέχουν λιγότερο από 3% λιπαρά και γιαούρτια έως 10% λιπαρά για ορισμένους τύπους ελληνικού γιαουρτιού (Williams et al., 2015). Τα γιαούρτια έχουν ποικιλία υφών (π.χ. υγρό, σετ, απαλό), περιεκτικότητας σε λιπαρά (π.χ. πλήρες, χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά, χωρίς λιπαρά) και γεύσεων (π.χ. φυσικά

φρούτα, δημητριακά) και μπορούν να καταναλωθούν ως σνακ ή μέρος ενός γεύματος, ως γλυκό ή αλμυρό φαγητό, και είναι διαθέσιμα όλο το χρόνο (McKinley, 2005).

Θρεπτική Αξία	Γιαούρτι πλήρες, σκέτο(150g)	Γιαούρτι πλήρες, με φρούτα(150g)	Χαμηλών λιπαρών, σκέτο(150g)	Χαμηλών λιπαρών, με φρούτα(150g)	Χωρίς καθόλου λιπαρά, με φρούτα(150g)	Ελληνικό παραδοσιακό, σκέτο(150g)	Πόσιμο γιαούρτι (200g)
Πρωτεΐνη(g)	8.6	6.0	7.2	6.3	7.2	8.6	6.2
Φολικό οξύ (μg)	27	15	27	24	12	9	24
Νιασίνη (mg)	2.3	1.3	1.7	1.7	1.7	2.5	1.6
Ριβοφλαβίνη (mg)	0.40	0.24	0.33	0.32	0.44	0.20	0.32
Θειαμίνη (mg)	0.09	0.18	0.18	0.18	0.06	0.18	0.06
Βιταμίνη B12 (μg)	0.3	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.4
Ασβέστιο (mg)	300	183	243	210	195	189	200
Μαγνήσιο (mg)	29	20	24	23	20	20	22
Φώσφορος (mg)	255	144	215	180	165	207	162
Ψευδάργυρος (mg)	1.1	0.6	0.9	0.8	0.6	0.8	0.6

Πίνακας 2.3.1 Διατροφική σύνθεση κοινών κατηγοριών γιαουρτιού (ανά μερίδα) σύμφωνα με τον Οργανισμό Προτύπων Τροφίμων (Food Standards Agency, 2002)

2.4 Ευεργετικές ιδιότητες του γιαουρτιού για τον οργανισμό

Το γιαούρτι θεωρείται τροφή πλούσια σε θρεπτικά συστατικά, αλλά τα πρόσθετα συστατικά και οι διάφορες μέθοδοι παραγωγής θα αναδείξουν το τελικό θρεπτικό περιεχόμενο. Όντας παρασκευασμένο από διάφορους τύπους γάλακτος, το γιαούρτι είναι συνήθως μια καλή πηγή πρωτεΐνης υψηλής ποιότητας, βιοδιαθέσιμου ασβεστίου, ιωδίου, φωσφόρου, καλίου, καθώς και �ιβοφλαβίνης (B2) και βιταμίνης B12. Αν και δεν αποτελούν φυσική πηγή, ορισμένα προϊόντα γιαουρτιού είναι εμπλουτισμένα με βιταμίνη D ή μπορεί να εμπλουτιστούν με επιπλέον ασβέστιο που πληροί τις προϋποθέσεις για την διατήρηση της υγείας των οστών (Williams et al., 2015).



Εικόνα 2.4.1 Θρεπτικά συστατικά γιαουρτιού (Yoghurt Nutrition)

Το προτεινόμενο ελάχιστο πρότυπο για τον εμπλουτισμό των γιαουρτιών με βιταμίνες και μέταλλα ορίστηκε στο 15% σε Ημερήσια Αξία (%Daily Value) ανά μερίδα φυτικής προέλευσης γάλακτος. Το πρότυπο επάρκειας στην Ε.Ε. ορίζεται στο 15% DV, ενώ ο FDA απαιτεί μόλις 10% DV ανά μερίδα για το προσδιορισμό μιας «καλής πηγής» και 20% DV για τον προσδιορισμό μιας «εξαιρετικής πηγής» ενός συγκεκριμένου θρεπτικού συστατικού. Το ζωικής προέλευσης γάλα παρέχει πολύ περισσότερο από 15% DV ανά μερίδα ασβέστιο, ριβοφλαβίνη και βιταμίνη D. Για παράδειγμα, όλα τα γιαούρτια εκτός από το γιαούρτι με πλήρη λιπαρά είναι πηγή φωσφόρου, τα χαμηλών λιπαρών και τα παχιά και κρεμώδη γιαούρτια αποτελούν πηγή ριβοφλαβίνης και όλα τα γιαούρτια εκτός από τα παχιά και κρεμώδη είναι πηγή με υψηλή περιεκτικότητα σε ιώδιο (Bates et al., 2014).

Η Εθνική Έρευνα Διατροφής (NDNS) αποκαλύπτει ότι η ριβοφλαβίνη, η βιταμίνη D, το ασβέστιο, το μαγνήσιο και το κάλιο είναι χαμηλά στη διατροφή των παιδιών, των εφήβων, των γυναικών και των ηλικιωμένων ενηλίκων, με σημαντικούς αριθμούς σε αυτές τις ομάδες να δυσκολεύονται να επιτύχουν υψηλότερες προσλήψεις θρεπτικών συστατικών αναφοράς για αυτά τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά. Υπάρχει πληθώρα στοιχείων σχετικά με τη σχέση μεταξύ κατανάλωσης γαλακτοκομικών τροφίμων και υγείας. Αρκετές μελέτες δείχνουν ότι η κατανάλωση γιαουρτιού ειδικότερα συνδέεται με οφέλη που σχετίζονται κυρίως με την υγεία των οστών, την καρδιαγγειακή υγεία, τον διαβήτη και την παχυσαρκία και άλλα (Sahni et al., 2013).

Προστασία Οστών

Τα δεδομένα από μια μελέτη έρευνας σε 3.212 άτομα της Framingham Offspring Study, έδειξαν ότι η κατανάλωση ενός δοχείου γιαουρτιού 125g ημερησίως συσχετίστηκε θετικά με την οστική πυκνότητα (Sahni et al., 2013). Επιπλέον, το γιαούρτι φανέρωσε μια αδύναμη αλλά προστατευτική τάση για το κάταγμα ισχίου και διαπιστώθηκε επίσης ότι η κατανάλωση ενός δοχείου (125g γιαουρτιού) εμπλουτισμένου με ασβέστιο (800mg) και βιταμίνη D (10μg) οδήγησε σε αυξημένους δείκτες οστικής απορρόφησης (Bonjour et al., 2013).

Μείωση καρδιαγγειακών παθήσεων

Καρδιαγγειακές μελέτες και αναλύσεις έχουν αναφέρει ευεργετικές συσχετίσεις μεταξύ της πρόσληψης γιαουρτιού και των παραγόντων κινδύνου καρδιαγγειακών παθήσεων. Αναλύσεις από την έρευνα Framingham των ΗΠΑ διαπίστωσε ότι οι τακτικοί καταναλωτές γιαουρτιού χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά είχαν 31%

λιγότερες πιθανότητες να αναπτύξουν υψηλή αρτηριακή πίεση από εκείνους που το έτρωγαν σπάνια. Η υψηλή πρόσληψη γιαουρτιού θεωρήθηκε ότι βοηθά στον έλεγχο της αρτηριακής πίεσης και μπορεί ακόμη και να βοηθήσει στην πρόληψη της υπέρτασης (Wang et al., 2013). Μια μετέπειτα ανάλυση έδειξε κλινικά σημαντική μείωση της αρτηριακής πίεσης όταν το γιαούρτι καταναλώθηκε τακτικά, με τα μεγαλύτερα οφέλη να παρατηρούνται σε άτομα με υπέρταση (Dong et al., 2013).

Έλεγχος επιπέδων χοληστερόλης

Σε μια πρόσφατη ανασκόπηση, η Astrup (2014) ανέφερε ότι τα προϊόντα γιαουρτιού παρήγαγαν μείωση 4% και 5% της ολικής και της LDL-χοληστερόλης αντίστοιχα, ενώ μια τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή διάρκειας οκτώ εβδομάδων ορισμένων υπέρβαρων ενηλίκων αποκάλυψε μείωση της τάξεως του 8,4% της LDL-χοληστερόλης μετά την κατανάλωση γιαουρτιού που ζυμώθηκε με *Enterococcus faecium* και *Streptococcus thermophilus*.

Αποφυγή εμφάνισης διαβήτη τύπου II

Αντίστοιχα, κάποιες άλλες αναλύσεις έχουν συσχετίσει την κατανάλωση γιαουρτιού με το χαμηλότερο κίνδυνο εμφάνισης διαβήτη τύπου 2 (έως 22%) καθώς και με τη βελτιωμένη αντίσταση στην ινσουλίνη, προσφέροντας χαμηλότερα επίπεδα γλυκόζης και τριγλυκεριδίων (Elwood et al., 2010). Συγκεκριμένα, μια ανάλυση της έρευνας EPIC διαπίστωσε 28% μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης διαβήτη τύπου 2 όταν το γιαούρτι καταναλωνόταν τακτικά, ιδιαίτερα όταν αντικαθιστούσε τα λιγότερο υγιεινά σνακ. Οι συγγραφείς πρότειναν επίσης ότι τα οφέλη του γιαουρτιού θα μπορούσαν να ασκηθούν και μέσω κάποιων προβιοτικών βακτηρίων αλλά και με μια ειδική μορφή της βιταμίνης K, η οποία σχετίζεται με τη ζύμωση (O'Connor et al., 2014).

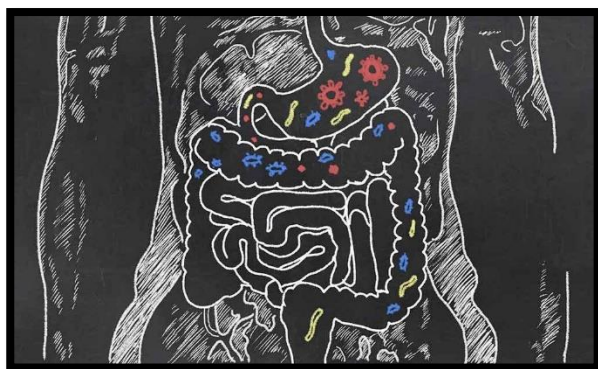
Έλεγχος σωματικού βάρους

Το γιαούρτι με χαμηλά λιπαρά αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο των συμβουλών διαχείρισης βάρους εδώ και δεκαετίες. Στοιχεία από μεγάλες μελέτες δείχνουν ότι το γιαούρτι ανήκει στα τρόφιμα που σχετίζονται με τις πιο υγιεινές μεταβολές βάρους. Σε μια συγκεντρωτική ανάλυση των διατροφικών συνηθειών και της μεταβολής του βάρους σε περισσότερους από 120.000 υγιείς, μη παχύσαρκους ενήλικες των ΗΠΑ, η κατανάλωση γιαουρτιού με χαμηλά λιπαρά συσχετίστηκε με μείωση του βάρους (1,0-2,0 κιλά) σε μια περίοδο τεσσάρων ετών. Αυτό αποτέλεσε μια μεγαλύτερη επίδραση

από αυτή που παρατηρείται για τα λαχανικά, τα φρούτα και τα δημητριακά ολικής αλέσεως (Mozaffarian et al., 2011).

Πρόληψη παθήσεων εντέρου, αλλεργιών και καρκίνου

Το ανοσοποιητικό σύστημα συμβάλλει σημαντικά σε ασθένειες όπως ο καρκίνος, η λοίμωξη, οι γαστρεντερικές διαταραχές, η αλλεργία και το άσθμα. Το έντερο είναι το μεγαλύτερο ανοσοποιητικό όργανο του σώματος και η παρουσία προβιοτικών έχει την ευκαιρία να επηρεάσει την απόκριση του ανοσοποιητικού συστήματος έναντι ξένων αντιγόνων. Διαφορετικές μελέτες αποδεικνύουν ότι το γιαούρτι μπορεί να αυξήσει την παραγωγή κυτοκινών και αντισωμάτων, τη λειτουργία των T-κυττάρων και τη φυσική δραστηριότητα των «κυττάρων δολοφόνων», τα οποία μειώνουν τη συχνότητα εμφάνισης καρκίνου, γαστρεντερικών διαταραχών και αλλεργικών συμπτωμάτων περιορίζοντας την εμφάνιση ογκογενών μικροβίων (Banerjee et al., 2017).



Εικόνα 2.4.2 Σχηματική απεικόνιση της δράσης του εντέρου στο γαστρεντερικό σύστημα
(<https://www.onmed.gr/ygeia/story/350723/provioletika-5-ofeli-gia-tin-ygeia-ektos-tis-pepsis>)

Το σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου (IBS) είναι μια γαστρεντερική διαταραχή που χαρακτηρίζεται από κοιλιακό άλγος, φούσκωμα, δυσκοιλιότητα και διάρροια. Η μικροχλωρίδα που υπάρχει στο γιαούρτι θεωρείται ότι συμβάλλει στην ανάπτυξη του IBS. Παρατηρήθηκε ότι ο χαμηλότερος αριθμός κολοβακτηριδίων, λακτοβάκιλλων και bifidobacteria αύξησαν την πιθανότητα IBS στα ευαίσθητα άτομα. Οι ποσοτικές αλλαγές στα βακτηριακά είδη υποδηλώνουν ότι μια προβιοτική προσέγγιση σε ορισμένα γιαούρτια μπορεί να είναι ευεργετική για τους πάσχοντες από IBS. Η διάρροια είναι ένα κοινό παγκόσμιο πρόβλημα μεταξύ των παιδιών. Από τις αρχές του 20ου αιώνα, έχει υποτεθεί ότι οι ζωντανές βακτηριακές καλλιέργειες, όπως αυτές που χρησιμοποιούνται για τη ζύμωση γαλακτοκομικών προϊόντων, μπορεί να προσφέρουν οφέλη στην πρόληψη και τη θεραπεία της διάρροιας. Τέλος, η πιο πιθανή αιτία διάρροιας που σχετίζεται με τη χρήση αντιβιοτικών είναι η αρνητική επίδραση των αντιβιοτικών στη βακτηριακή σταθερή κατάσταση των εντέρων (Banerjee et al., 2017).

Κεφάλαιο 3^ο «Η αντιοξειδωτική ικανότητα του γιαουρτιού»

3.1 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων στο γιαούρτι

Πολλές μελέτες δείχνουν ότι το αντιοξειδωτικό δυναμικό γαλακτοκομικών προϊόντων όπως το γιαούρτι, το τυρί, το κεφίρ κ.ά. σχετίζεται με την *ποιότητα* της πρώτης ύλης και κυρίως με την *παρουσία* και τη *δραστηριότητα* φυσικών βιοδραστικών ενώσεων στο γάλα όπως αμινοξέων, συμπεριλαμβανομένης της τυροσίνης και της κυστεΐνης και διαιτητικών βιταμινών όπως C και E (Fardet & Rock, 2018; Cichosz et al., 2017). Έχει αποδειχθεί ότι σχεδόν όλα τα ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες και είναι σε θέση να εντοπίσουν ρίζες υπεροξειδίου, υδροξυλίου και αντιδραστικά είδη οξυγόνου (Stobiecka et al., 2022).

Το γιαούρτι, ως ζυμωμένο γαλακτοκομικό προϊόν, παράγεται σαν αποτέλεσμα της ζύμωσης από βακτήρια γαλακτικού οξέος (κυρίως *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus bulgaricus*) και καταναλώνεται παγκοσμίως λόγω των εξαιρετικών αισθητηριακών, θεραπευτικών και υψηλών διατροφικών ιδιοτήτων του (Najgebauer-Lejko et al., 2011). Οι βακτηριακές καλλιέργειες και τα φυτικά πρόσθετα που χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγή του, έχουν επίσης υψηλό αντίκτυπο στην αξία του αντιοξειδωτικού δυναμικού του (Stobiecka et al., 2022).

Το υψηλό αντιοξειδωτικό δυναμικό των γιαουρτιών μπορεί να οφείλεται στην παρουσία βιοδραστικών ενώσεων που παράγονται ως αποτέλεσμα αυτής της ζύμωσης (Amirdivani & Baba, 2011). Σήμερα, έχει δοθεί περισσότερη έμφαση στην παραγωγή λειτουργικών τροφίμων μέσω της ενσωμάτωσης βιοδραστικών συστατικών υψηλής αξίας όπως πρεβιοτικά, προβιοτικά, φυτοστερόλες, φλαβονοειδή, φαινολικά, ανθοκυανίνες κ.ά. που υπάρχουν σε διαφορετικά τρόφιμα (Brignac & Aryana, 2012).

Διάφορες έρευνες δείχνουν ότι τα προβιοτικά στελέχη παρουσιάζουν επίσης σημαντικές αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Όπως ανέφεραν οι Fardet και Rock (2018), τα προβιοτικά γιαούρτια έχουν υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση από τα συμβατικά γαλακτοκομικά προϊόντα. Αυτό συνδέεται με την απελευθέρωση αντιοξειδωτικών πεπτιδίων από προβιοτικά στελέχη κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, τα οποία αυξάνουν την αντιοξειδωτική ικανότητα των προϊόντων και αναστέλλουν την οξείδωση των λιπιδίων (Stobiecka et al., 2022).

3.2 Ανασκόπηση ερευνών ως προς τα αντιοξειδωτικά που προστέθηκαν απευθείας στο γιαούρτι

Ένα τρέχον ενδιαφέρον για τη βιομηχανία γιαουρτιού είναι η χρήση φυσικών προσθέτων για την ανάπτυξη νέων προϊόντων που όχι μόνο ανταποκρίνονται στις προσδοκίες των καταναλωτών σχετικά με τη θρεπτική αξία και την τεχνολογική λειτουργικότητα, αλλά επαρκούν πλήρως στην αυξανόμενη ανάγκη για «καθαρή ετικέτα» και προσθήκη αξίας σε σχέση με τις αντιοξειδωτικές δυνατότητες, την πρόληψη ασθενειών και την προαγωγή της ανθρώπινης υγείας. Προς αυτή την κατεύθυνση, αναφέρονται ορισμένοι τύποι γιαουρτιών τα οποία είναι ενισχυμένα με διάφορα θρεπτικά συστατικά (Baba et al., 2014).

Τα εμπλουτισμένα τρόφιμα είναι ενισχυμένα με ένα ή περισσότερα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά με σκοπό κυρίως την πρόληψη ή θεραπεία αποδεδειγμένης ανεπάρκειας στο συγκεκριμένο θρεπτικό συστατικό (Baba et al., 2014). Παρακάτω παρουσιάζεται η ανασκόπηση ερευνών ως προς τα αντιοξειδωτικά που έχουν προστεθεί απευθείας στο γιαούρτι κατά την παρασκευή του. Συγκεκριμένα, η μελέτη γίνεται πάνω σε έρευνες, οι οποίες αναφέρονται στην προσθήκη βιταμινών A, C, D και E μέσω διαφόρων φυσικών τροφίμων στο γιαούρτι. Στη συνέχεια παρουσιάζονται έρευνες που αναφέρονται στην προσθήκη καροτενοειδών και τέλος στην προσθήκη της πρωτεΐνης λακτοφερρίνης απευθείας στο γιαούρτι κατά την παρασκευή του.

3.2.1 Προσθήκη βιταμινών A, C, D και E

Βιταμίνη A

Εκτός από τα κύρια συστατικά, το γιαούρτι μπορεί να εμπλουτιστεί και με πρόσθετα συστατικά, όπως η βιταμίνη A, η ποσότητα της οποίας δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 2000 IU (International Units) ανά 946ml γιαουρτιού. Η ασύνετη διαδικασία ζύμωσης και θέρμανσης του γιαουρτιού μπορεί να προκαλέσει μείωση της περιεκτικότητας σε βιταμίνη A αλλά και C. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να συμπληρώνεται το γιαούρτι με άλλα συστατικά για την αντικατάσταση ή την απώλεια αυτών των βιταμινών. Η προσθήκη β-καροτένιου στο γιαούρτι μπορεί να μετατραπεί σε βιταμίνη A ή αλλιώς προβιταμίνη A. Η κατανάλωση προβιταμίνης A είναι σημαντική για την πρόληψη της τύφλωσης. Επιπλέον, το β-καροτένιο είναι επίσης ένα αντιοξειδωτικό που μπορεί να

βοηθήσει στην καταπολέμηση των ελεύθερων ριζών που βλάπτουν το DNA και τη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος (Collins et al., 2012).

Βιταμίνη C (L-Ασκορβικό οξύ)

Το γιαούρτι μπορεί να είναι εμπλουτισμένο με μέταλλα και βιταμίνες, μεταξύ άλλων, τη βιταμίνη C (Sobczak et al., 2022). Η βιταμίνη C (L-ασκορβικό οξύ) συμβάλλει στην άμυνα του ανοσοποιητικού και είναι γνωστή αντιοξειδωτική ουσία. Είναι απαραίτητη για τη σωστή ανάπτυξη του οργανισμού και παίζει ρόλο σε πολλές φυσιολογικές διεργασίες, όπως η βιοσύνθεση κολλαγόνου, η παραγωγή ορμονών, η απορρόφηση του σιδήρου και άλλα (Doseděl et al., 2021). Η σημαντική ανεπάρκεια βιταμίνης C προκαλεί σκορβούτο, ενώ η περιορισμένη πρόσληψη βιταμίνης C προκαλεί συμπτώματα όπως αυξημένη ευαισθησία σε λοιμώξεις, χαλάρωση των δοντιών, ξηρότητα στόματος και ματιών, απώλεια μαλλιών, ξηρό κνησμό στο δέρμα, κόπωση και αϋπνία (Pehlivan, 2017).

Μία από τις πιθανές επιλογές συμπληρωμάτων βιταμίνης C είναι με την προσθήκη φρούτων στο γιαούρτι. Τα φρούτα είναι συμβατά με τα γαλακτοκομικά προϊόντα. Δηλαδή, η ευεργετική συνέργεια μεταξύ αυτών των προϊόντων και των βιοδραστικών συστατικών που προσδιορίζονται στα γαλακτοκομικά προϊόντα έχει τη δυνατότητα να οδηγήσει σε μια νέα εποχή στη λειτουργική καινοτομία των τροφίμων (Guiné & De Lemos, 2020). Τα φρούτα *ασερόλα* (acerola) για παράδειγμα, τα οποία μοιάζουν με το κοινό κεράσι, είναι γνωστά για την υψηλή περιεκτικότητά τους σε βιταμίνη C και φαινολικές ενώσεις, όπως το βενζοϊκό οξύ, τα φλαβονοειδή και τα καροτενοειδή (Belwal et al., 2018). Σύμφωνα με τους Lima et al. (2005), τα ασερόλα μεταξύ άλλων αποτελούν κύρια



Εικόνα 3.2.1.1 Φρούτο ασερόλα (acerola) (<https://www.vita4you.gr/blog-vita4you/wp-content/uploads/2018/12/acewr-min.png>)

πηγή αντιοξειδωτικών, υπεργλυκαιμικών, αντιφωτογηραντικών, αντιφλεγμονωδών, ηπατοπροστατευτικών, αντικαρκινικών, κατά της παχυσαρκίας και αντιμικροβιακών ιδιοτήτων (Lima et al., 2005). Η επεξεργασία και η παραγωγή νέων τύπων τροφίμων, όπως το γιαούρτι ενισχυμένο με βιταμίνη C από ασερόλα, μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την ποιότητα και τις ιδιότητες των βιοδραστικών ενώσεων των φρούτων και η μελέτη αυτών των επιπτώσεων είναι θεμελιώδους σημασίας για τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών και της ποιότητας του γιαουρτιού (Sobczak et al., 2022).

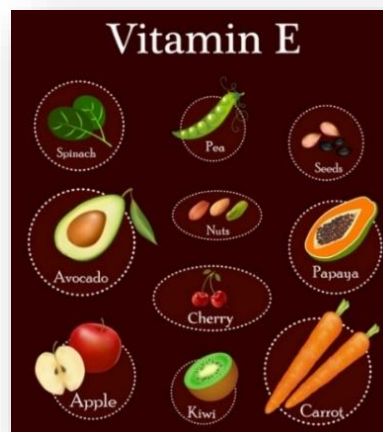
Βιταμίνη D

Η βιταμίνη D είναι ο γενικός όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις δύο μορφές των παραγώγων της: τη βιταμίνη D2 γνωστή ως εργοκαλσιφερόλη και τη βιταμίνη D3, επίσης γνωστή ως χοληκαλσιφερόλη (Wilson et al., 2017). Η προσθήκη βιταμίνης D στο γιαούρτι βοηθά τα οστά να απορροφήσουν ασβέστιο. Τα φυσιολογικά υγιή οστά μετατρέπουν συνεχώς το ασβέστιο, αντικαθιστώντας την απώλεια ασβεστίου με το νέο το οποίο λαμβάνεται μέσω της διατροφής. Τα εμπλουτισμένα τρόφιμα, όπως το γιαούρτι παρέχουν διαιτητικές πηγές βιταμίνης D. Η προσθήκη της βιταμίνης D στο γιαούρτι βοηθά με τη δράση της στον έλεγχο της απορρόφησης ασβεστίου στο λεπτό έντερο, αλληλοεπιδρά με την παραθυρεοειδή ορμόνη, βοηθώντας να διατηρηθεί η ομοιόσταση του ασβεστίου μεταξύ του αίματος και των οστών, ενώ είναι απαραίτητη έτσι ώστε να αναπτύσσονται τα οστά και να διατηρείται η πυκνότητά τους (U.S. Preventive Services Task Force., 2016).

Οι φυσικές τροφές που καταναλώνονται καθημερινά περιέχουν μικρή ποσότητα βιταμίνης D, συνεπώς για την αναπλήρωσή της απαιτείται η κατανάλωση εμπλουτισμένων με αυτή τροφών. Κυριότερες πηγές πρόσληψης της βιταμίνης D από τη διατροφή είναι τα μανιτάρια, ο τόνο, οι σαρδέλες και κάποια άλλα ψάρια (Μακρή, 2012).

Βιταμίνη E

Η βιταμίνη E είναι μια λιποδιαλυτή βιταμίνη με διάφορες μορφές, όπως οι τοκοφερόλες, οι τοκοτριενόλες και τα ισομερή τους (Parrish & Waltking, 2009). Η α-τοκοφερόλη κυρίως, δρα ως αντιοξειδωτικό, αφαιρώντας τα πιο απομακρυσμένα ηλεκτρόνια, τις λεγόμενες «ελεύθερες ρίζες», οι οποίες μπορούν να βλάψουν τα κύτταρα. Χρησιμοποιείται επίσης για τη διατήρηση της ποιότητας των τροφίμων και την παράταση της διάρκειας ζωής τους αποτρέποντας την οξείδωση των λιπαρών οξέων (Eitenmiller & Lee, 2004). Η βιταμίνη E βρίσκεται σε φυτικά έλαια, ξηρούς καρπούς, σπόρους, φρούτα και λαχανικά, ηλιέλαιο,



Εικόνα 3.2.1.2 Πηγές βιταμίνης E (<http://gofreedownload.net/free-vector/vector-icon/vitamin-e-products-illustration-with-fruits-icons-311765/>)

σογιέλαιο, ηλιόσπορους, αμύγδαλα, φιστίκια, φυστικοβούτυρο, χόρτα, λαχανικά, σπανάκι, κολοκύθα, κόκκινη πιπεριά, σπαράγγια, μάνγκο, αβοκάντο και άλλα (Harvard T.H. Chan, 2022).

Παρά την επιθυμητή θρεπτική του αξία, το γιαούρτι θεωρείται γενικά ως μια σχετικά φτωχή πηγή λιποδιαλυτών βιταμινών, ιδιαίτερα της βιταμίνης E, γεγονός που υποδηλώνει ότι η κατανάλωσή του συμβάλλει ελάχιστα στην ημερήσια συνιστώμενη πρόσληψη της (Seppanen et al., 2010). Προκειμένου να ξεπεραστεί αυτό το έλλειμμα και να αυξηθεί περαιτέρω η θρεπτική αξία του τελικού προϊόντος, οι κατασκευαστές τροφίμων συχνά προσθέτουν ένα βήμα εμπλουτισμού βιταμινών στη διαδικασία παρασκευής γιαουρτιού, συμπεριλαμβανομένης και της βιταμίνης E (Gahrue et al., 2015). Παράδειγμα αποτελεί η προσθήκη φρούτων και λαχανικών πλούσιων σε βιταμίνες.

Σύμφωνα με τον Debashis Roy (2016), προστέθηκαν σε γιαούρτι μπανάνα, καρπούζι και παπάγια, φρούτα εύκολα διαθέσιμα, με υψηλή κατανάλωση και πλούσια πηγή αντιοξειδωτικών, όπως βιταμίνη E, και παρατηρήθηκαν οι ευεργετικές τους επιδράσεις σε αυτό και κατ' επέκταση στον άνθρωπο (Roy et al. 2016).

Έπειτα, οι Eda Yildiz και Tulay Ozcan, το 2019, μελέτησαν κάποιες από τις θετικές επιπτώσεις της βιταμίνης E στο ενισχυμένο γιαούρτι με κολοκύθα, καρότο, μπιζέλι και κολοκυθάκια και κατέληξαν σε ορισμένα συμπεράσματα. Αρχικά συμπέραναν πως η ανάπτυξη εναλλακτικών γαλακτοκομικών προϊόντων με την προσθήκη φυτικών συστατικών με υψηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά θα οδηγήσει σε μια καινοτόμο ιδέα στην αγορά των λειτουργικών τροφίμων. Έπειτα, δεδομένης της δράσης τους στο γιαούρτι, κατέληξαν στο ότι η τάση στην κατανάλωση φρούτων και λαχανικών είναι μια αποτελεσματική στρατηγική για την ενίσχυση της πρόσληψης αντιοξειδωτικών και διαιτητικών ινών που βοηθούν στην πρόληψη χρόνιων ασθενειών όπως οι καρδιαγγειακές παθήσεις και ο καρκίνος (Yildiz & Ozcan, 2018).

3.2.2 Προσθήκη καροτενοειδών

Τα καροτενοειδή περιλαμβάνουν τις ξανθοφύλλες (λουτείνη, ζεαξανθίνη) και τα καροτένια (λυκοπένιο, β-καροτένιο). Με την προσθήκη τους στο γιαούρτι, απομακρύνουν τις ρίζες υπεροξυλίου που δημιουργούνται κατά την διάρκεια της υπεροξειδωσής των λιπιδίων της κυτταρικής μεμβράνης. Συνεπώς, αποφεύγεται η καταστροφή της μεμβράνης και εξασφαλίζεται έτσι η διατήρηση των λιποπρωτεϊνών στο γιαούρτι (Stevenson & Hurst, 2007).

Το λυκοπένιο, που αποτελεί το πιο ισχυρό αντιοξειδωτικό, όταν προστίθεται στο γιαούρτι του προσδίδει την ικανότητα απόσβεσης οξυγόνου και συγκεκριμένα τη μεγαλύτερη δυνατή απόσβεση σε σχέση με την α-τοκοφερόλη ή το β-καροτένιο. Αντίστοιχα, το β-καροτένιο όταν προστεθεί στο γιαούρτι, έχει την ικανότητα απόσβεσης του απλού οξυγόνου με μεγαλύτερη απόδοση σε σχέση με την α-τοκοφερόλη (Stevenson & Hurst, 2007). Η ικανότητα απόσβεσης οξυγόνου συμβαίνει με τη μεταφορά ενέργειας από το οξυγόνο στο λυκοπένιο για παράδειγμα και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της αντιοξειδωτικής δράσης του καροτενοειδούς (Καλάκη, 2013).

Το πείραμα των D. N. Afayah et al. το 2022, μας καταδεικνύει τη σημαντική διαφορά μεταξύ του γιαουρτιού στο οποίο προστέθηκε ποσότητα β-καροτίνης λόγω της ενίσχυσής του με εκχύλισμα μάνγκο Podang Urang 10%, σχετικά με εκείνο στο οποίο δεν προστέθηκε



Εικόνα 3.2.2.1 Κυριότερες φυτικές πηγές β-καροτένιου

(<https://www.wellnessequation/photos/eating-beta-carotene-rich-foods-will-give-your-skin-a-nice-healthy-glow-that-mos/1149622535187116/>)

καμία ποσότητα μάνγκο, δηλαδή το απλό γιαούρτι. Η αξιολόγηση του γιαουρτιού έδειξε ότι το χαμηλότερο ποσοστό β-καροτένιου βρέθηκε στο 0% εκχύλισμα μάνγκο Podang Urang, ενώ το υψηλότερο β-καροτένιο βρέθηκε στο 10% του εκχυλίσματος μάνγκο. Συνεπώς, όσο περισσότερο εκχύλισμα αυτού του φρούτου προστεθεί, τόσο μεγαλύτερη είναι η β-καροτίνη στο γιαούρτι και τόσο πιο σκούρο είναι το χρώμα του. Κατέληξαν έτσι στο συμπέρασμα ότι το γιαούρτι στο οποίο εντοπίστηκε μεγαλύτερη ποσότητα καροτενοειδών, είναι εξίσου θρεπτικό και βοηθητικό για την υγεία όσο ένα εμπλουτισμένο με προβιταμίνη Α διότι το β-καροτένιο έχει τόσο αντιοξειδωτική όσο και αντικαρκινογόνο δράση (Afayah et al., 2022).

3.2.3 Προσθήκη πολυφαινολών

Πολυφαινόλες τσαγιού

Οι πολυφαινόλες τσαγιού, γνωστές ως κατεχίνες, έχουν εξαιρετικά οφέλη για την υγεία και αποτελούν ισχυρή πηγή αντιοξειδωτικών. Έτσι, είναι σημαντικό να καθοριστούν οι διαφορές στους τύπους τσαγιού που χρησιμοποιούνται στις αλλαγές της αντιοξειδωτικής δράσης στο γιαούρτι, με τη συμβολή της να προσφέρει σε αυτό η βιομηχανία τροφίμων. Η δημιουργία ενός γιαουρτιού με αντιοξειδωτικές ιδιότητες έχει ελπιδοφόρες δυνατότητες χρήσης ως λειτουργικού προϊόντος. Η προσθήκη διαφορετικών τύπων εκχυλισμάτων τσαγιού στο γιαούρτι μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την αντιοξειδωτική δράση του γιαουρτιού (Muniandy et al., 2016).



Εικόνα 3.2.3.1 Εκχύλισμα πράσινου τσαγιού
(<http://gr.underextract.com/organic-product/tea-polyphenols.html>)

Στόχος της παρακάτω έρευνας ήταν να συγκριθεί η συνολική φαινολική περιεκτικότητα και αντιοξειδωτική δράση του πράσινου, λευκού και μαύρου τσαγιού. Οι Muniandy et al., (2016) διερεύνησαν την επίδραση του πράσινου, λευκού ή μαύρου τσαγιού (*Camellia sinensis*) στο αντιοξειδωτικό δυναμικό του γιαουρτιού κατά τη διάρκεια 21 ημερών αποθήκευσης

στους 4° C. Όλα τα γιαούρτια αναλύθηκαν για το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο, τον προσδιορισμό των φαινολικών ενώσεων και το αντιοξειδωτικό δυναμικό χρησιμοποιώντας διφαινύλιο και σιδηρούχες χηλικές ενώσεις. Το γιαούρτι πράσινου τσαγιού έδειξε την υψηλότερη φαινολική περιεκτικότητα, ακολουθούμενο από γιαούρτι λευκού τσαγιού και στη συνέχεια το γιαούρτι μαύρου τσαγιού. Επιπλέον, η αντιοξειδωτική δράση για όλα τα γιαούρτια τσαγιού παρέμεινε σχεδόν σταθερή κατά τη διάρκεια της περιόδου αποθήκευσης. Εν κατακλείδι, το πράσινο, το λευκό και το μαύρο τσάι μπορούν να χρησιμοποιηθούν με επιτυχία για τη βελτίωση των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων του γιαουρτιού και την παροχή βιώσιμων αντιοξειδωτικών πολυφαινολών κατά την αποθήκευση.

Η έρευνα της Χουχούλη (2012) είχε ως στόχο να μελετήσει τον εμπλουτισμό ενός πλήρους και ενός χαμηλών λιπαρών γιαουρτιού, με εκχυλίσματα από βοστρύχους και γίγαρτα δύο γνωστών Ελληνικών ποικιλιών σταφυλιού, εντρυφώντας στην αντιοξειδωτική ικανότητά τους. Όταν προστέθηκαν τα συγκεκριμένα εκχυλίσματα στα γιαούρτια με χαμηλά λιπαρά, η έρευνα έδειξε ότι δεν επηρεάστηκε η σύσταση, το pH και η μικροβιακή χλωρίδα των εμπλουτισμένων δειγμάτων. Παράλληλα, αποδείχθηκε ότι όλα τα εμπλουτισμένα γιαούρτια αύξησαν την αντιοξειδωτική τους ικανότητα, ενώ βελτίωσαν και την ικανότητά τους να δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες στις 28 ημέρες αποθήκευσής τους. Επίσης διαπιστώθηκε ότι η ύπαρξη λιπαρών αύξησε το ρυθμό εμπλουτισμού των γιαουρτιών με πολυφαινόλες, ενώ ταυτόχρονα με την κατανάλωσή τους, μειωνόταν μέρα με τη μέρα η ποσότητά τους για την αποφυγή της οξείδωσης των λιπιδίων. Σύμφωνα με την ίδια έρευνα διαπιστώθηκε ότι ο εμπλουτισμός λειτούργησε καλύτερα έπειτα από την παρεμβολή των εκχυλισμάτων σε έτοιμο γιαούρτι. Αντίθετα, με την προσθήκη τους πριν από τη ζύμωση του προϊόντος, φάνηκε ότι δεν εντοπίστηκαν οι πολυφαινόλες στο τελικό προϊόν, ενώ τα γιαούρτια δεν είχαν αναπτύξει αντιοξειδωτικές ιδιότητες.

3.3 Ανασκόπηση ερευνών ως προς τα αντιοξειδωτικά που έχουν προστεθεί στο γιαούρτι μέσω του γάλακτος

Το γάλα περιέχει πολλά αντιοξειδωτικά συστατικά, συμπεριλαμβανομένων πολλών πρωτεϊνών, βιταμινών όπως η βιταμίνη E και C καθώς και καροτενοειδών αλλά και φλαβονοειδών με αντιοξειδωτική περιεκτικότητα. Όταν το γάλα ενισχύεται και με πρόσθετη υψηλή αντιοξειδωτική δράση, προστατεύει τους καταναλωτές από την έκθεση στο οξειδωτικό στρες, που γίνεται η αιτία οξειών και χρόνιων ασθενειών. Το γιαούρτι είναι ένα προϊόν γάλακτος που έχει υποστεί ζύμωση και είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά, ειδικά όταν λαμβάνονται μέσω της ζύμωσης από φρέσκο γάλα ή διάλυμα γάλακτος που έχει ενισχυθεί με αντιοξειδωτικά. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται η ανασκόπηση ερευνών, οι οποίες αφορούν αντιοξειδωτικά που έχουν προστεθεί στο γιαούρτι μέσω του γάλακτος.

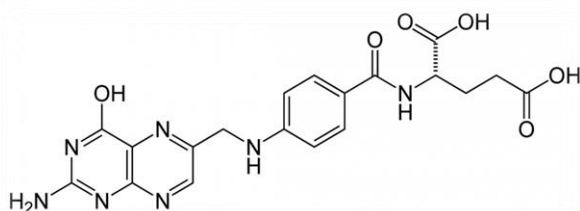
3.3.1 Προσθήκη βιταμινών B9, C και E

Βιταμίνη B9

Το φολικό ή φυλλικό οξύ ανήκει στην υδατοδιαλυτή ομάδα των βιταμινών B. Αναφέρεται επίσης ως βιταμίνη B9 και βρίσκεται σε μια ευρεία ποικιλία τροφίμων. Το γάλα δεν είναι πλούσια πηγή βιταμίνης B9, εξαιτίας της καταστροφής της σε μεγάλο ποσοστό κατά την αποστείρωσή του (Μάντης και συνεργάτες, 2015). Γι' αυτό τα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση, όπως το γιαούρτι, υποβάλλονται σε επεξεργασία με κατάλληλη καλλιέργεια εκκίνησης βακτηρίων του γένους *Lactobacillus plantarum* στο στάδιο της ζύμωσης του γάλακτος, ώστε να παράγονται υψηλότερα επίπεδα βιταμίνης B9 (Rad et al., 2016).

Η έρευνα των Rad et al., (2016) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ο βιολογικός εμπλουτισμός της βιταμίνης B9 στα γάλατα που έχουν υποστεί ζύμωση για την παρασκευή γιαουρτιών, είναι δυνατός μέσω της κατάλληλης επιλογής των μικροβιακών στελεχών των

προβιοτικών βακτηρίων και των συνθηκών καλλιέργειας. Θεωρείται ότι τα βιολογικά ενισχυμένα γάλατα που έχουν υποστεί ζύμωση τα οποία περιέχουν αυξημένα επίπεδα βιταμίνης B9, με



Εικόνα 3.3.1.1 Φολικό οξύ

(<https://www.maxmag.gr/soma-igia/diatrofi/foliko-fylliko-oxy-vitami-v9/>)

βελτιωμένη σταθερότητα, θα ήταν μια καλή πηγή βιταμινών B. Με βάση το γεγονός ότι τα παραδοσιακά ή εμπορικά γιαούρτια καλύπτουν λιγότερο από το 10-20% της ημερήσιας συνιστώμενης πρόσληψης βιταμίνης B, καθώς και το ότι δεν υπάρχουν εμπορικά γιαούρτια ή άλλα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση φυσικά εμπλουτισμένα με βιταμίνη B, δίνεται η ευκαιρία στη βιομηχανία τροφίμων να χρησιμοποιήσει αυτά τα στοιχεία για την επιλογή στελεχών που παράγουν βιταμίνη B9 ως μέρος των αρχικών καλλιιεργειών τους, προκειμένου να παραχθούν προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση με αυξημένα επίπεδα αυτής της βιταμίνης (Rad et al., 2016).

Βιταμίνη C (Ασκορβικό οξύ)

Σε έρευνα των Khasanah et al. (2015) αποδείχθηκε ότι η προσθήκη σκόνης μανταρινιού Tawangmangu στο γάλα πριν από τη ζύμωση αυξάνει την περιεκτικότητα σε βιταμίνη C συνεχώς, από 0,50 έως 0,53 mg ανά 100 g. Μετά τη ζύμωση, η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C έχει σταθερή αύξηση για περίπου 0,90 mg ανά 100 g. Η αύξηση σε βιταμίνη C έπεται από τη ζύμωση προκαλείται από τη δράση του γαλακτικού οξέος. Η μεγαλύτερη προσθήκη του Tawangmangu σε σκόνη οδήγησε σε υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνη C αργότερα και στο γιαούρτι. Η έρευνα κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η βιταμίνη C που ενισχύεται στο γιαούρτι μέσω του γάλακτος από το οποίο παρασκευάζεται, μειώνει τα επίπεδα λίπους και αυξάνει την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (Khasanah et al., 2015).



Εικόνα 3.3.1.1 Εικονική αναπαράσταση προσθήκης μανταρινιού στο γάλα (https://www.istockphoto.com/photo/tangerine-falling-into-a-glass-of-milk-gm1059799206-283284980)

Βιταμίνη E

Σύμφωνα με μελέτη των Sethi et al. (2016), η παρασκευή γιαουρτιού από γάλα αμυγδάλου που έχει εμπλουτιστεί με βιταμίνη E φαίνεται να αυξάνει την αντιοξειδωτική του δράση καθώς το αμύγδαλο είναι ένα φυτικό προϊόν που περιέχει ιχνοστοιχεία όπως Mg, Zn, P και Cu αλλά και βιταμίνες, όπως η βιταμίνη E σε μορφή α-τοκοφερόλης. Σε σύγκριση με άλλα γάλατα φυτικής προέλευσης, το γάλα αμυγδάλου είναι καλή φυσική πηγή βιταμινών, ιδιαίτερα της βιταμίνης E που δεν μπορεί να συντεθεί από τον οργανισμό και χρειάζεται να παρέχεται μέσω της διατροφής ή συμπληρωμάτων. Η α-τοκοφερόλη είναι λειτουργικά ενεργό συστατικό της βιταμίνης E και είναι ισχυρό αντιοξειδωτικό που παίζει κρίσιμο ρόλο στην προστασία από αντιδράσεις των ελεύθερων ριζών (Sethi et al., 2016).

Ταυτόχρονα, οι Esra Torcuoglu και Lutfiye Yilmaz-Ersan (2020), πραγματοποίησαν μια έρευνα στην οποία παρασκευάσαν ένα αντιοξειδωτικό γιαούρτι από γάλα αμυγδάλου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το γάλα αμυγδάλου θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή γιαουρτιών με σκοπό την αύξηση ορισμένων λειτουργικών επιδράσεων που προάγουν την υγεία, καθώς και για την ανάπτυξη χαρακτηριστικών διατροφικών ιδιοτήτων.

Έπειτα από αυτές τις έρευνες, ανάγεται το συμπέρασμα ότι τα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη τόσο αντιοξειδωτικών όσο και προβιοτικών προϊόντων με σταθερή ποιότητα στο εμπορικό κομμάτι και έχουν επίσης αποδείξει οικονομική υπόσταση για εμπορικές εφαρμογές του αμυγδάλου και των προϊόντων του.

3.3.2 Προσθήκη πολυφαινόλων

Η προσθήκη πολυφαινόλων στο γιαούρτι είναι ένας βολικός τρόπος για την παροχή πολλών πλεονεκτημάτων στην υγεία των καταναλωτών. Στην έρευνα των Sun-Waterhouse et al. (2015), μελετήθηκε η κατανάλωση πόσιμων γιαουρτιών με την προσθήκη πολυφαινόλων μήλου (χλωρογενικό οξύ, φλοριζίνη ή εκχύλισμα πολυφαινόλων μήλου) που προστέθηκαν πριν ή μετά τη ζύμωση του γάλακτος στο γιαούρτι και η υποβολή τους σε χημικές, φυσικές και μικροβιολογικές αναλύσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο τύπος των πολυφαινόλων επηρέασε τη συνολική περιεκτικότητα σε εκχυλίσσιμες πολυφαινόλες (TEPC), το ιξώδες, τον συντελεστή αποθήκευσης του γιαουρτιού, τον αριθμό αποικιών καθώς και τη μορφολογία των καλλιιεργειών εκκίνησης. Η προσθήκη πολυφαινόλης πριν από τη ζύμωση του γάλακτος παρήγαγε γιαούρτια με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε εκχυλίσσιμες πολυφαινόλες από ότι με την προσθήκη της μετά τη ζύμωση. Συνεπώς, ανάχθηκε το συμπέρασμα ότι η παραγωγή πόσιμου γιαουρτιού ενισχυμένου με πολυφαινόλες μήλου είναι εφικτή και μπορεί να διαμορφωθεί με βάση και την προτίμηση της προσέγγισης που θα επιλέξει η αντίστοιχη βιομηχανία (Sun-Waterhouse et al., 2015).



Εικόνα 3.3.2.1 Εκχύλισμα πολυφαινόλης μήλου (<http://m.gr.jintaibio.com/plant-extract/water-soluble-apple-extract-polyphenol.html>)

3.3.3 Προσθήκη φλαβονοειδών τσαγιού

Η μελέτη των Jaziri et al. (2009) και Muniandy et al. (2016) διερεύνησε την επίδραση των φλαβονοειδών του πράσινου, λευκού και μαύρου τσαγιού στη ζύμωση παστεριωμένου γάλακτος και την αντιοξειδωτική ικανότητα των γιαουρτιών που προέκυψαν έπειτα από τις ίδιες συνθήκες αποθήκευσης. Όλα τα γιαούρτια αναλύθηκαν για ολική περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις και αντιοξειδωτικό δυναμικό χρησιμοποιώντας τις ίδιες μεθόδους. Αρχικά εφαρμόστηκε θέρμανση του γάλακτος στους 85 °C και έπειτα ακολούθησε η ανάμιξη του γάλακτος με την ίδια ποσότητα των τριών ειδών τσαγιού. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η διήθηση του μείγματος, προστέθηκε η καλλιέργεια εκκίνησης σε αυτό και τα δείγματα αποθηκεύτηκαν στο ψυγείο στους 4 °C. Δείγματα από κάθε τύπο γιαουρτιού αφαιρέθηκαν από το ψυγείο την επόμενη ημέρα και τις ημέρες αποθήκευσης 7, 14 και 21 για περαιτέρω ανάλυση. Βασιζόμενοι στα αποτελέσματα που προέκυψαν οι ερευνητές κατέληξαν ότι το γιαούρτι πράσινου τσαγιού παρουσίασε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε φαινολικά, έπειτα το γιαούρτι από λευκό τσάι και τέλος το γιαούρτι μαύρου τσαγιού. Η ανάλυση των φαινολικών συστατικών που πραγματοποίησαν, αποκάλυψε ότι αυτά τα εκχυλίσματα τσαγιού επηρέασαν θετικά την φαινολική περιεκτικότητα των γιαουρτιών. Συμπερασματικά, το πράσινο, το λευκό και το μαύρο τσάι μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιτυχώς προκειμένου να βελτιώσουν τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες του γιαουρτιού και την παροχή αντιοξειδωτικών με σταθερότητα κατά την αποθήκευση (Jaziri et al., 2009; Muniandy et al., 2016).

Χημική ένωση	Πράσινο τσάι (% ανά ξηρό βάρος)	Μαύρο τσάι (% ανά ξηρό βάρος)	Λευκό τσάι (% ανά ξηρό βάρος)
Ολικές κατεχίνες	12 – 18%	2 – 3%	8 – 16%
Ολικά φλαβονοειδή	15 – 25%	15 – 25%	12 – 25%
Φλαβονόλες	2 – 3%	1 -2%	0,06 – 1,44%
Άλλες πολυφαινόλες	2 – 4%	7 – 15%	16 – 25%

Πίνακας 3.3.3.1 Σύνθεση φλαβονοειδών πράσινου και μαύρου τσαγιού επί τοις εκατό κατά ξηρό βάρος (J. Hodgson, 2010) και λευκού τσαγιού (Somavanshi et al., 2021)

3.3.4 Προσθήκη λακτοφερρίνης

Η λακτοφερρίνη είναι μια αρκετά πολυλειτουργική γλυκοπρωτεΐνη που δεσμεύει τον σίδηρο και βρίσκεται κυρίως στο γάλα (Farnaud & Evans, 2005). Προστίθεται συνήθως στον ορό του γάλακτος και είναι ιδιαίτερα ευεργετική για τον άνθρωπο, καθώς αποτελεί τη δεύτερη πιο σημαντική πρωτεΐνη στο ανθρώπινο γάλα, συναντάται όμως και σε μικρή ποσότητα στο αγελαδινό γάλα. Γι' αυτό και κατά την παρασκευή γιαουρτιού από αγελαδινό γάλα είναι απαραίτητη η προσθήκη της σε αυτό (De Wit., 2001). Βρίσκεται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στο κατσικίσιο και πρόβειο γιαούρτι. Στο αγελαδινό, εάν δεν γίνει η προσθήκη της μπορεί να προκληθούν αλλεργίες στον οργανισμό. Η ένταξή της λοιπόν στο γιαούρτι εξασφαλίζει θετικές συνέπειες στην υγεία του ανθρώπινου οργανισμού (Villa et al., 2018). Έχει παρατηρηθεί ότι όταν προστεθεί σε αυτό, διευκολύνει την απορρόφηση του σιδήρου καθώς αυξάνει τη βιοδιαθεσιμότητά του (Ke et al., 2015).

Πολλές μελέτες έχουν αναφέρει άλλες σημαντικές ιδιότητες της λακτοφερρίνης, όπως η αντιφλεγμονώδη (Hartog et al., 2007) και η αντικαρκινική δράση (Tomita et al., 2009). Επίσης προάγει την ανάπτυξη των bifidobacteria, των ευεργετικών βακτηρίων της εντερικής μικροχλωρίδας που είναι πολύ σημαντικά και για την ευημερία του νεογέννητου (Liepke et al., 2002; Griffiths et al., 2003). Τέλος, μερικοί ερευνητές πρότειναν ότι, η λακτοφερρίνη θα μπορούσε να διαδραματίσει ρόλο στη θεραπεία της σιδηροπενικής αναιμίας (IDA) που αποτελεί παγκόσμιο ζήτημα υγείας (Rosa et al., 2017).

Κεφάλαιο 4^ο

Συμπεράσματα – Συζήτηση

Σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας ήταν η μελέτη της αντιοξειδωτικής ικανότητας των ενισχυμένων τροφίμων και η επίδρασή της στον ανθρώπινο οργανισμό, και συγκεκριμένα μέσα από τον εμπλουτισμό του γιαουρτιού, μία τροφή η οποία γίνεται δημοφιλής και καταναλώνεται καθημερινά μέσω της ανθρώπινης διατροφής.

Με βάση τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι τα αντιοξειδωτικά μπορούν να λειτουργήσουν ως αμυντικός μηχανισμός για τον οργανισμό, μετριάζοντας τις αρνητικές συνέπειες των ελεύθερων ριζών ενάντια στο κύτταρο. Εξαιτίας της ανεπαρκούς ποσότητας των αντιοξειδωτικών στην διατροφή, εμφανίζονται συχνά πολλαπλές χρόνιες και εκφυλιστικές ασθένειες. Τον 21ο αιώνα, η ζήτηση για πρόσληψη αντιοξειδωτικών τροφών ή διαιτητικών αντιοξειδωτικών είναι ιδιαίτερα αυξημένη προκειμένου ο ανθρώπινος οργανισμός να παραμένει υγιής και απαλλαγμένος από ασθένειες. Τα απαραίτητα λοιπόν αντιοξειδωτικά μπορούν να ληφθούν από τον άνθρωπο μέσω της τροφής. Η ανασκόπηση των προγενέστερων ερευνών έδειξε ότι τέτοια αντιοξειδωτικά αποτελούν η βιταμίνη Α, το ασκορβικό οξύ, η βιταμίνη Ε, η βιταμίνη Κ, τα καροτενοειδή, τα φλαβονοειδή, το φολικό οξύ και πολλά ακόμη.

Σήμερα, οι οργανισμοί όπως ο FAO/WHO, ο ελληνικός Κώδικας Τροφίμων και Ποτών και άλλοι, έχουν θεσπίσει παραπλήσιους ορισμούς για το γιαούρτι και παράλληλα μέσω αυτών έχουν προκύψει και οι διάφοροι τύποι του. Συγκεκριμένα, εκτός από πηγή βιταμινών και μετάλλων, το γιαούρτι αποτελεί φυσικό φορέα ευεργετικών θρεπτικών συστατικών για τον οργανισμό, όπως η λακτόζη. Σύμφωνα με τη μελέτη που πραγματοποιήθηκε, το γιαούρτι σαν γαλακτοκομικό προϊόν συνιστά σημαντικό μέρος της διατροφής των ανθρώπων εδώ και εκατοντάδες χρόνια. Είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες, βιταμίνες του συμπλέγματος Β, μαγνήσιο, κάλιο, ασβέστιο και φώσφορο, καθιστώντας το συγκεκριμένο προϊόν τροφή σημαντικής διατροφικής αξίας. Άρα, η κατανάλωση του γιαουρτιού μπορεί να προσδώσει διάφορα οφέλη στον ανθρώπινο οργανισμό λόγω της ύπαρξης πολλών θρεπτικών στοιχείων σε αυτό. Αρχικά, συμβάλλει στην καλή λειτουργία του πεπτικού συστήματος, διότι περιέχει ένζυμα όπως η λακτόζη που βοηθούν στην πέψη. Ταυτόχρονα, εξαιτίας των ενεργών βακτηρίων τα οποία ασκούν θετική επίδραση στη μικροχλωρίδα του εντέρου, εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία του εντέρου. Επιπροσθέτως, συμβάλλει στην καλή υγεία και όψη του

δέρματος, στην προστασία των οστών, τη μείωση καρδιαγγειακών παθήσεων καθώς και στον έλεγχο του σωματικού βάρους.

Από την άλλη, τα εμπλουτισμένα τρόφιμα σύμφωνα με όσα μελετήθηκαν είναι ενισχυμένα με ένα ή περισσότερα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά με σκοπό κυρίως την πρόληψη ή θεραπεία αποδεδειγμένης ανεπάρκειας στο συγκεκριμένο θρεπτικό συστατικό. Το σύγχρονο ενισχυμένο γιαούρτι, το οποίο ορίζεται πλέον από τους κανονισμούς πολλών κυβερνήσεων ότι περιέχει κυρίως τα βακτήρια του γένους *Lactobacillus bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*, αποτελεί σημαντική πηγή αντιοξειδωτικών. Μέσα από την βιβλιογραφική ανασκόπηση διαπιστώθηκε ότι το γιαούρτι μπορεί να εμπλουτιστεί με διάφορες βιταμίνες, εκχυλίσματα βοτάνων κ.ά., τόσο με την προσθήκη αυτών στο γάλα πριν την παρασκευή του, όσο και κατευθείαν στο γιαούρτι κατά την ζύμωση, ενισχύοντάς το σημαντικά ως προς τις αντιοξειδωτικές του ιδιότητες.

Αρχικά αναδείχθηκε ότι η προσθήκη βιταμινών όπως η Α στο γιαούρτι, είναι απαραίτητη λόγω της μειωμένης περιεκτικότητάς της σε αυτό εξαιτίας της υψηλής θέρμανσης κατά την επεξεργασία. Με την προσθήκη β-καροτένιου, το οποίο μετατρέπεται σε βιταμίνη ή προβιταμίνη Α, επιφέρονται μόνο θετικές επιδράσεις στον καταναλωτή καθώς η κατανάλωση προβιταμίνης Α είναι σημαντική και για την πρόληψη της τύφλωσης. Επιπλέον, το β-καροτένιο αποτελεί ένα αντιοξειδωτικό που μπορεί να βοηθήσει στην καταπολέμηση των ελεύθερων ριζών οι οποίες βλάπτουν τη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, παρέχοντας ισχυρή αντιοξειδωτική δράση. Αντίστοιχα, η προσθήκη βιταμίνης C με την χρήση φρούτων στο γιαούρτι, μπορεί να συμβάλει στην ευεργετική δράση και ανάπτυξη του οργανισμού, βιοσυνθέτοντας κολλαγόνο, περιορίζοντας την παχυσαρκία και άλλα.

Ταυτόχρονα, έχει διαπιστωθεί ότι εξαιτίας της χαμηλής περιεκτικότητας των φυτικών τροφών που καταναλώνονται καθημερινά σε βιταμίνη D, είναι απαραίτητη η αναπλήρωσή της μέσω εμπλουτισμένων με αυτή τροφών. Η προσθήκη βιταμίνης D στο γιαούρτι βοηθά τα οστά να απορροφήσουν περισσότερο ασβέστιο. Επιπροσθέτως, το γιαούρτι, παρά την υψηλή διατροφική του αξία θεωρείται γενικά ως μια φτωχή πηγή βιταμινών όπως η Ε, υποδηλώνοντας την ελάχιστη ημερήσια πρόσληψή της από αυτό. Προκειμένου αυτό να εξαλειφθεί και να αυξηθεί περαιτέρω η θρεπτική αξία του τελικού προϊόντος, οι κατασκευαστές τροφίμων προσθέτουν ένα βήμα εμπλουτισμού βιταμινών κατά τη διαδικασία παρασκευής γιαουρτιού, συμπεριλαμβανομένης και της βιταμίνης Ε.

Πλήθος ερευνών επίσης έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι το γιαούρτι στο οποίο προστίθεται ποσότητα καροτενοειδών είναι εξίσου ευεργετικό για την υγεία διότι τα καροτενοειδή, όπως το β-καροτένιο για παράδειγμα, παρέχουν αντιοξειδωτική αλλά και αντικαρκινογόνο δράση. Τέλος διαπιστώθηκε ότι η προσθήκη διαφορετικών τύπων εκχυλισμάτων τσαγιού στο γιαούρτι μπορεί να βελτιώσει την αντιοξειδωτική δράση του γιαουρτιού αυξάνοντας τη συνολική φαινολική του περιεκτικότητα.

Η προσθήκη αντιοξειδωτικών στο γιαούρτι αποτελεί αδιαμφισβήτητα ένα βήμα προς την εξελιγμένη υγιεινή διατροφή. Ωστόσο, αναπόσπαστο κομμάτι αυτής αποτελεί και η δημιουργία ενισχυμένων προϊόντων γιαουρτιού με την προσθήκη αντιοξειδωτικών μέσω του γάλακτος που χρησιμοποιείται για τη ζύμωσή του. Έπειτα από έρευνες διαπιστώθηκε ότι όταν το γάλα ενισχύεται με αντιοξειδωτικά προστατεύει τους καταναλωτές από το οξειδωτικό στρες και ταυτόχρονα θωρακίζει τον οργανισμό του. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε ότι ο εμπλουτισμός της βιταμίνης B9 στα γάλατα που έχουν υποστεί ζύμωση, θεωρείται ότι παρέχει βελτιωμένη σταθερότητα στα παραγόμενα γιαούρτια και είναι μια καλή πηγή πρόσληψης βιταμινών B. Επίσης, μέσω μιας εξίσου σημαντικής έρευνας, αποδείχθηκε ότι η προσθήκη σκόνης μανταρινιού Tawangmangu στο γάλα πριν από τη ζύμωση μειώνει τα επίπεδα λίπους του γιαουρτιού και αυξάνει την περιεκτικότητά του σε βιταμίνη C. Ταυτόχρονα, παρατηρήθηκε πως η παρασκευή γιαουρτιού από γάλα αμυγδάλου αυξάνει την περιεκτικότητά του σε βιταμίνη E και συνεπώς και τις αντιοξειδωτικές του ιδιότητες.

Επίσης, μέσω μιας ακόμη πρόσφατης έρευνας, φάνηκε πως η παραγωγή γιαουρτιού ενισχυμένου με πολυφαινόλες μήλου οι οποίες προστέθηκαν στο γάλα πριν τη ζύμωση, συμβάλλει στην αντιοξειδωτική δράση του και μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με την προτίμηση του αντίστοιχου παρασκευαστή. Παράλληλα, το πράσινο, το λευκό και το μαύρο τσάι είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν επιτυχώς προκειμένου να βελτιώσουν τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες του γιαουρτιού παρέχοντας σταθερότητα στα αντιοξειδωτικά κατά την αποθήκευση. Η ένταξή τους λοιπόν στο γιαούρτι εξασφαλίζει θετικές συνέπειες στην υγεία του ανθρώπινου οργανισμού. Τέλος, η προσθήκη λακτοφερρίνης στο γάλα για την παρασκευή ενισχυμένου γιαουρτιού, συμβάλλει τόσο στην αντικαρκινική του δράση όσο και στην καλύτερη λειτουργία του εντέρου.

Από αυτές τις έρευνες, ανάγεται το συμπέρασμα ότι τα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση, όπως είναι το γιαούρτι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη αντιοξειδωτικών προϊόντων με ευεργετικές ιδιότητες για τον οργανισμό αλλά και σταθερή ποιότητα.

Συμπερασματικά, το ενισχυμένο γιαούρτι πρέπει να αποτελέσει αναπόσπαστο κομμάτι της ημερήσιας διατροφής των σύγχρονων καταναλωτών, εξαιτίας της αποδεδειγμένης μεγάλης βιολογικής αξίας του, δρώντας τόσο προληπτικά όσο και θεραπευτικά στον ανθρώπινο οργανισμό, προάγοντας έτσι την υγεία. Μελλοντικά θα μπορούσαν να διεξαχθούν επιπλέον λεπτομερείς έρευνες των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων του ενισχυμένου γιαουρτιού, καθώς ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα όπως αυτό, αποτελούν μια κατηγορία προϊόντων που παρουσιάζει διαρκώς οικονομική ανάπτυξη. Η μελέτη των αντιοξειδωτικών στα ενισχυμένα δείγματα γιαουρτιού θα συντελέσει στην εμβάθυνση της συνολικής αξίας της ποιότητάς τους, καθώς το γιαούρτι έχει αποδειχθεί ότι αποτελεί το κατάλληλο προϊόν για την παρασκευή μιας σχεδόν πλήρους διατροφικά τροφής.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Adolfsson Oskar, Simin Nikbin Meydani and Robert M. Russell (2004). Yogurt and gut function. The American Journal of Clinical Nutrition, Volume 80, Issue 2, p. 245–256.

Afiyah D. N., Sarbini R., Suryati T. (2022) β - Carotene Content and Quality Properties of Probiotic Yoghurt Supplemented with Podang Urang Mango Extract. Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1020 012022, p. 1-5.

Aguillar F., Crebelli R., Dusemund B., Galtier P., Gilbert J., Gott D.M., Gundert Remi U. Koenig, J., Lambré C., Leblanc J.C., Mortensen A., Mossesso P., Parent-Massin D., Rietjens I.M.C.M., Stankovic I., Tobback P., Waalkens Berendsen I., (2011). Scientific opinion on the reevaluation of butylated hydroxyanisole – BHA (E 320) as a food additive. EFSA Journal, (10), p. 2392.

Akbari Ablofazl, Gholamali Jelodar, Saeed Nazifi and Javad Sajedianfard (2016). An overview of the characteristics and function of vitamin C in various tissues: relying on its antioxidant function. Res. Medical Science 18(11), p. 4037.

Amirdivani S. & Baba A. S. (2011). Changes in yogurt fermentation characteristics, and antioxidant potential and in vitro inhibition of angiotensin-1 converting enzyme upon the inclusion of peppermint, dill and basil. LWT-Food Sci. Technol. 44:1458-1464.

Anton R., Barlow S., Boskou D., Castle L., Crebelli R., Dekant W., Engel K.H., Forsythe S., Grunow W., Larsen J.C., Leclercq C., Mennes W., Milana M.R., Rietjens I., Svensson K., Tobback P., Toldrá F. (2004). Opinion of the scientific 25 panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food on a request from the commission related to tertiary-butylhydroquinone (TBHQ). EFSA Journal 84, p. 1-50.

Astrup A. (2014) Yogurt and Dairy Product Consumption to Prevent Cardiometabolic Diseases: Epidemiologic and Experimental Studies. The American Journal of Clinical Nutrition, 99, 1235S-1242S.

Baba A., Najarian A., Shori A., Lit W., Keng A. (2014). Viability of Lactic Acid Bacteria, Antioxidant Activity and In Vitro Inhibition of Angiotensin-I-Converting Enzyme of Lycium barbarum Yogurt. Arabian Journal for Science and Engineering 39: 5355-5362.

Bagchi D. (2008). Nutraceutical and Functional Food Regulations. Elsevier: New York, p. 26-29.

Banerjee U., Halder T., Panda R., Malida R., Roymahapatra G. (2017). Variety Of Yogurt And Its Health Aspects - A Brief Review, p. 56-64.

Barros, A.I.R.N.A., Nunes F.M., Gonçalves B., Bennett R.N., Silva A.P. (2011). Effect of cooking on total vitamin C contents and antioxidant activity of sweet chestnuts. Food Chem. 128, p. 165-172.

Bates B. et al. (2014). National Diet and Nutrition Survey: Results from years 1-4 (combined) of the rolling programme (2008/8-2011/12). Public Health England. British Journal of Nutrition (2011), 106, p. 1899–1914.

Belwal T., Devkota H. P., Hassan H. A., Ahluwalia S., Ramadan M. F., Mocan A., & Atanasov A. G. (2018). Phytopharmacology of acerola (*Malpighia* spp.) and its potential as functional food. Trends in Food Science and Technology, 74, p. 99– 106.

Beninger W. Clifford & George L. Hosfield (2003). Antioxidant activity of extracts, condensed tannin fractions, and pure flavonoids from *Phaseolus vulgaris* L. seed coat color genotypes, Food Chem. J. Agric. 2003, 51, 27, p. 7879–7883.

Benzie I.F.F. & Strain, J.J. (2005). Antioxidants | Diet and antioxidant defense, In: Encyclopedia of Human Nutrition, p.117-131.

Benzie I.F.F. (2003). Evolution of dietary antioxidants. Comp. Biochem. Physiol. A136 p. 113–126.

Bonjour J.P. et al. (2013). Consumption of Yogurts Fortified in Vitamin D and Calcium Reduces Serum Parathyroid Hormone and Markers of Bone Resorption: A Double-Blind Randomized Controlled Trial in Institutionalized Elderly Women, The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism 98(7): 2915-21.

Brigelius-Flohe Regina and Maret G. Traber (1999). Vitamin E: function and metabolism. German Institute of Human Nutrition and Departement of Food Management, Linus Pauling Institute, Oregon State University USA, p.1145-1155.

Brignac B. & Aryana K.J. (2012). Influence of Various Antioxidants on the Characteristics of Plain Yogurt. Food and Nutrition Sciences, 2012, 3, p. 1277-1280.

Burton G.W., Traber, M.G. (1990). Vitamin E: Antioxidant activity, biokinetics, and bioavailability. Annu. Rev. Nutr. 10, p. 357-382.

Carlsen H. Monica, Bente L. Halvorsen, Kari Holte , Siv K. Bøhn, Steinar Dragland, Laura Sampson, Carol Willey, Haruki Senoo, Yuko Umezono, Chiho Sanada, Ingrid Barikmo, Nega Berhe, Walter C. Willett, Katherine M. Phillips, David R. Jacobs Jr., Rune Blomhoff (2010) The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide, p. 1-11.

Chandan R.H and O' Rell K.R. (2006). Manufacture of various types of yoghurt. In Chandan R.H, White C.H, Kilara A., Hui Y.H. (Ed.) Manufacturing yoghurt and Fermented Milks, p. 211-236.

Cichosz, G., Czeczot, H., Ambroziak, A., Bielecka, M. (2017). Natural antioxidants in milk and dairy products. *Int. J. Dairy Technol.*, 70, p. 165–178.

Collins A.R., Azqueta A, Langie S.A.S. (2012). Effects of micronutrients of DNA repair. *European Journal of Nutrition* 51 p.261-279.

De Wit J. N. (2001) Lecturer's handbook on whey and whey products. European Whey Products Association. *Clin. Chem. Lab Med* (46), p.1275–1280.

Deepak B. Somavanshi, Priyadarshani R. Kamble, Chandrashekhar D. Patil, Shivraj P. Jadhav and Ganesh B. Sonawane (2021). A Review on the Antioxidant and Antiaging Properties of White Tea. Article no.JPRI.80494, p. 129-136.

Dong Jia-Yi , Ignatius M. Y. Szeto , Kimmo Makinen, Qiutao Gao, Junkuan Wang, Li-Qiang Qin and Youyou Zhao (2013). Effect of probiotic fermented milk on blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *British Journal of Nutrition*, 110, p. 1188–1194.

Doseděl Martin , Eduard Jirkovský , Kateřina Macáková , Lenka Kujovská Krčmová , Lenka Javorská , Jana Pourová , Laura Mercolini , Fernando Remião , Lucie Nováková , Přemysl Mladěnka (2021). Vitamin C Sources, Physiological Role, Kinetics, Deficiency, Use, Toxicity, and Determination, p. 1-34.

Doyon Maurice and JoAnne Labrecque (2008). Functional foods: a conceptual definition. *HEC Montreal, Laval University, Canada*, p. 1133-1145.

Duarte T.L. & Lunec J. (2005). Review: When is an antioxidant not an antioxidant? A review of novel actions and reactions of vitamin C. *Free Radic. Res.* 39, p. 671-686.

Elwood P.C., Pickering J.E., Givens D.I., Gallacher J.E. (2010). The Consumption of Milk and Dairy Foods and the Incidence of Vascular Disease and Diabetes: An Overview of the Evidence. *Lipids* volume 45, p. 925–939.

Esra Topcuoglu and Lutfiye Yilmaz-Ersan (2020). Effect of fortification with almond milk on quality characteristics of probiotic yoghurt, p. 1-9.

European Food International Council (EUFIC) 2006. What are Functional Foods and How Can They Help Us? p. 1133-1149.

FAO/WHO (2011). *Codex Alimentarius: Milk and Milk Products*, 2nd Edition, Rome.

Fardet A., Rock E. (2018) In vitro and in vivo antioxidant potential of milks, yogurts, fermented milks and cheeses: A narrative review of evidence. *Nutr. Res. Rev.* 31, p.52–70.

Farnaud S. and Evans R. (2005). Lactoferrin: The conductor of the immunological system? *New Research on Immunology*, B. A. Veskler, Nova Science Publishers, New York, p. 47-76.

FDA (2021). Amendment to Standard Identification for Yogurt, Food and Drug Administration Federal Register.

Food Standards Agency (2002). McCance and Widdowson's. The Composition of Foods, Sixth Summary Edition. Cambridge: Royal Society of Chemistry

Gahruie H., Eskandari M., Mesbahi G., (2015) Scientific and Technical Aspects of Yogurt Fortification: a Review, Food Science and Human Wellness, p. 1-8.

Gjorgievski N., J. Tomovska, G. Dimitrovska, B. Makarijoski, Mohammad Shariati (2014). Determination of the antioxidant activity in yogurt. University St. Kliment Ohridski, Department of Food Science and Technology, Azad University, Tehran, Iran.

Graham W. Burton (2014). Antioxidant action of carotenoids. Division of chemistry, National Research Council of Canada, Ottawa, Ontario K1A 0R6 Canada, p. 109-111.

Grajek Włodzimierz, Anna Olejnik and Anna Sip (2005). Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. Department of Biotechnology and Food Microbiology, August Cieszkowski Agricultural University of Poznan, Poznań, Poland. Vol. 52, No. 3/2005, p. 665-671.

Griffiths E. A., L. Duffy, L. Schanbacher, D. Dryja, A. Leavens, R. Neiswander, H. Qiao, D. Dirienzo, and Ogra P. (2003). In vitro growth responses of bifidobacteria and enteropathogens to bovine and human lactoferrin. Dig. Dis. Sci. 48, p. 1324–1332.

Guiné R.P. & De Lemos E.T. (2020). Development of new dairy products with functional ingredients. Journal of Culinary Science and Technology, 18(3) p. 159– 176.

Halliwell B. and Gutteridge, J.C. (1995) The definition and measurement of antioxidants in biological systems. Free Radical Biology and Medicine, 18, p. 125-126.

Hamid et al., (2010). “Antioxidants: It's medicinal and pharmacological Applications”. African Journal of Pure and Applied Chemistry, 4(8), p.142–151.

Hartog A., E. Leenders P. van Kraan, and Garssen J. (2007). Anti-inflammatory effects of orally ingested lactoferrin and glycine in different zymosan-induced inflammation models: Evidence for synergistic activity. Int. Immunopharmacol. 7, p.1784–1792.

Harvard T. H. Chan. School of public health. Vitamin E (2022), Boston, p. 1-9.

Health Canada (2000). Standards of evidence for evaluating foods with health claims. Fact sheet 1. , p. 2376 – 2439.

Henry C. (2010). Functional foods. European Journal of Clinical Nutrition 64, p. 657–659.

Ivonne M. C. Rietjens et al. (2002). The pro-oxidant chemistry of the natural antioxidants vitamin C, vitamin E, carotenoids and flavonoids. Environmental Toxicology and Pharmacology, Volume 11, Issues 3–4, p. 321-333.

Jay M. James, Martin J. Loessner, David A. Golden (2000). Modern Food Microbiology. Fermentation and Fermented Dairy Products, p. 149-164.

Jaziri Imène, Mourad Ben Slama, Houcine Mhadhbi, Maria C. Urdaci, Moktar Hamdi (2009) Effect of green and black teas (*Camellia sinensis* L.) on the characteristic microflora of yogurt during fermentation and refrigerated storage. *Food Chemistry*, Volume 112, Issue 3, p. 614-620.

Jee J., Lim, S., Park, J., Kim, C. (2006). Stabilization of all-trans retinol by loading lipophilic antioxidants in solid lipid nanoparticles. *Eur. J. Pharm. Biopharm.* 63, p. 134-139.

Jodral-Segado Antonio M., Miguel Navarro-Alarcon, Hermminia Lopez-G de la Serrana, Maria C. Lopez-Martinez (2003). Magnesium and calcium contents in foods SE Spain: Influencing factors and estimation of daily dietary intakes. *Science of The Total Environment* 312(1-3), p. 47-58.

Jonathan M. Hodgson and Kevin D. Croft. (2010). Tea flavonoids and cardiovascular health. *Molecular Aspects of Medicine*. Volume 31, Issue 6, p. 495-502.

Joung T., Nihei K., Kubo I. (2004). Lipoxygenase inhibitory activity of octyl gallate. *J. Agric. Food Chem.* 52, p. 3177-3181.

Kabel A.M. (2014). Radicals and Antioxidants: Role of enzymes and Nutrition. *World Journal of Nutrition and Health*, Vol. 2, No. 3, p. 35-38.

Ke C., Lan Z., Hua L., Ying Z., Humina X., Jia S., Weizheng T., Ping Y., Lingying C. and Meng M. (2015). Iron metabolism in infants: influence of bovine lactoferrin from iron-fortified formula. *Nutrition*, 31(2), p. 304-309.

Kennedy Luke, Jagdeep K. Sandhu, Mary-Ellen Harper and M. Cuperlovic-Culf (2020). Role of glutathione in Cancer: from mechanisms to therapies, p. 1-28.

Khasanah R.N., Purwoko T., Susilowati A. (2015). Vitamin C content in yogurt with the addition of Tawangmangu tangerine juice (*Citrus nobilis* var. Tawangmangu), *Nusantara bioscience*, Vol. 7, No. 2, p. 149-152.

Krimmel B., Swoboda F., Solar S., Reznicek G. (2010). OH-radical induced degradation of hydroxybenzoic- and hydroxycinnamic acids and formation of aromatic products – A gamma radiolysis study. *Radiat. Phys. Chem.* 79, p. 1247- 1254.

Kurutas E.B. (2015). The importance of antioxidants which play the role in cellular response against oxidative/nitrosative stress: current state. *Nutr. J.* 15, 71. p. 1-22.

Kwan & Jukes (2001 b). Functional foods. Part 2. The impact of current regulatory terminology. *Food control*, 12, p.109-117.

Lampropoulos Christos E., Maria Konsta, Vicky Dradaki, Afroditi Roumpou, Irini Dri, Ioanna Papaioannou, (2020). The impact of Mediterranean Diet on duration of admission, medical expenses and mortality in elderly, hospitalized patients: A 2-year observational study, p. 1-7.

- Liepke C., K. Adermann, M. Raida, H. J. Mäegert, W. G. Forssmann and Zucht H. D. (2002). Human milk provides peptides highly stimulating the growth of bifidobacteria. *Eur. J. Biochem.* 269, p.712–718.
- Lima L.G. Vera, Enayde A. Melo, Maria Ines S. Maciel, Flavia G. Prazeres, Rosimar S. Musser, Daisyvangela E.S. Lima (2005). Total phenolic and carotenoid contents in acerola genotypes harvested at three ripening stages, p.565-568.
- Lobo V. et al. (2010). Free Radicals, Antioxidants and Functional Foods: Impact on Human Health. *Pharmacognosy Review* 4, p. 118-126.
- Lupien J.R. (2002). Implications for food regulations of novel food: Safety and labelling. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 11(6), p. 224-229.
- Mani-López, E., Palou, E. & López-Malo, A. (2014). Probiotic Viability and Storage Stability of Yogurts and Fermented Milks Prepared with Several Mixtures of Lactic Acid Bacteria, *Journal of Dairy Science*, vol. 97, no.5, p. 2578-2590.
- Marco L. Maria, D. Heeney, S. Binda, Christopher J. Cifelli, P. D Cotter, B. Foligne, R. Kort, G. Pasin, An. Pihlanto, Ed. J. Smid and R. Hutkins (2017) Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond, p. 94-102.
- Masood Zubia, Huma Tareen, Fariha Mengal, Rabia Mengal, Sana Ahmed, Sherino Bibi, Sara Shoaib, Uzma Sami, Fazila Mandokhail, Musarat Riaz, Nida Farman and Zainab Nawaz (2015). Determination of Vitamin C content in Citrus Fruits and in Non-Citrus Fruits by Titrimetric method, with special reference to their nutritional importance in human diet, p.367-369.
- McGee H. (2004). Fresh fermented milks and creams. In: Dorfman P. Greene J. McGee. A, eds. *Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen*. New York, p.44-51.
- McKinley C. Michelle (2005). The nutrition and health benefits of yoghurt. The Dairy Council, London, p.1-12.
- Miller Gregory D., Judith K. Jarvis & Lois D. McBean (2001). The importance of meeting calcium needs with foods, pages 168S-185S.
- Monaghan, B. R. and Schmitt F. O. (1932). The effects of carotene and of vitamin A on the oxidation of linoleic acid. *Vol.96*, p.387-395.
- Mozaffarian D, Hao T, Rimm EB, Willett WC, Hu FB (2011). Changes in diet and lifestyle and long-term weight gain in women and men. *Engl. J. Med* 364, p.2392–2404.
- Muniandy P., Shori A.B., Baba A.S.H. (2016). Influence of green, white and black tea addition on the antioxidant activity of probiotic yogurt during refrigerated storage, *Food Packaging and Shelf Life* 8, p.1-8.
- Najgebauer-Lejko D., Sady M., Grega T., Walczycka M. (2011) The impact of tea supplementation on microflora, pH and antioxidant capacity of yoghurt. *Int. Dairy J.* 21, p.568–574.

- O'Connor, L. M., Lentjes, M. A. H., Luben, R. N., Khaw, K. T., Wareham, N. J., & Forouhi, N. G. (2014). Dietary dairy product intake and incident type 2 diabetes: A prospective study using dietary data from a 7-day food diary. *Diabetologia*, 57(5), p.909–917.
- Ogundipe O. Oladeinde, Beatrice Mofoluwaso, Fasogbon, F. Olubunmi Ogundipe, Om. Oredope, Rufina U. Amaezenanbu (2021) Nutritional composition of non-dairy yogurt from sprouted tigernut tubers, p.1-8.
- Ortega R.M. (2006) Importance of Functional Foods in the Mediterranean Diet. *Public Health Nutrition*, 9, p.1136-1140.
- Parrish B. Donald & Arthur E. Waliking (2009). Determination of vitamin e in foods - a review, p. 161-187.
- Pehlivan Fadime Eryilmaz (2017). Vitamin C: An Antioxidant Agent, p. 23-34.
- Pham-Huy Lien Ai, He Hua and C. Pham-Huy (2008). Free Radicals, Antioxidants in Disease and Health, 4(2), p. 89-96.
- Pietta P. (2000). Flavonoids as antioxidants. *J. Natural Prod.* 63, p.1035-1042.
- Procházková D., Boušová I., Wilhelmová N. (2011). Antioxidant and prooxidant properties of flavonoids, p.513-523.
- Pugliese G., Muscogiuri G., L. Barrea et al. (2020) Obesity: the “Achilles heel” for covid-19 Metabolism, 108, p. 154-251.
- Rad A.H., Khosroushahi A.Y., Khalili M., Jafarzadeh S.(2016). Folate bio-fortification of yoghurt and fermented milk: a review, *Dairy Sci. & Technol.* 96, p.427–441.
- Rahman Khalid (2007). Studies on free radicals, antioxidants, and co-factors. *Clinical Interventions in Aging*: 2 (2), p. 219-236.
- Ratnam D.V., Ankola D.D., Bhardwaj V., Sahana D.K., Kumar, N.M.V.R. (2006). Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: a pharmaceutical perspective. *J. Control Release* 113, p.189–207.
- Rice-Evans C., Miller N. J. (1996). Antioxidants – the case for fruit and vegetables in the diet, *British Food Journal*, p.35-40.
- Robinson R.K., Lusey J.A. and Tamime A.Y. (2006). Manufacture of Yoghurt. In Tamime A.Y. (Ed.) *Fermented milks*. Blackwell Science, SDT, Oxford, U.K, pp 53-73.
- Ronald R. Eitenmiller, Junsoo Lee (2004). *Vitamin E Food Chemistry, Composition and Analysis*, p.1-33.
- Rosa L., Cutone A., Lepanto M. S., Paesano R., and Valenti P. (2017). Lactoferrin: A natural glycoprotein involved in iron and inflammatory homeostasis. *International Journal of Molecular Sciences*, p. 1809-1985.

Roy Debashis Kumar Dutta, Tanny Saha, Moriom Akter, Mojaffor Hosain, Habiba Khatun, Manik Chandra Roy (2016). Quality Evaluation of Yogurt Supplemented with Fruit Pulp (Banana, Papaya, and Water Melon). *International Journal of Nutrition and Food Sciences* 4(6), p.695-699.

Sahni S., Tucker K., Kiel D., Quach L., Casey V., Hannan M. (2013) Milk and yogurt consumption are linked with higher bone mineral density but not with hip fracture: the Framingham Offspring Study. *Arch* (8), p.119-132.

Sandulachi Elisaveta and Viorica Bulgaru (2019). Factors affecting quality of goat's milk yogurt. *Advances in Social Sciences Research Journal* –Vol.6, No.2, p. 205-221.

Sardarodiyani M. & Sani A. (2016) *Nutrition and Food Science*, Bradford Vol. 46, Iss.3, p. 363-373.

Savaiano A. Dennis (2014). Lactose digestion from yogurt: mechanism and relevance. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 99, Issue 5, pages 1251S–1255S.

Schmidl K. Mary, PhD and Theodore P. Labuza, PhD (2000) *Essentials Of Functional Foods*. Department of Food Science and Nutrition, University of Minnesota, p.15-45.

Seppanen C.M., Song Q., Csallany A.S. (2010). The Antioxidant Functions of Tocopherol and Tocotrienol Homologues in Oils, Fats, and Food Systems. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 87(5), p.469-481.

Sethi S., Tyagi S.K., Anurag R. (2016). Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *J Food Sci Technol*. 53(9), p. 3408–3423.

Shiby V.K. & Mishra, H.N. (2013) *Fermented Milks and Milk Products as Functional Foods — A Review*, p.482-496.

Singh P.P., Chandra A., Mahdi F., Ray A., Sharma P. (2010). Reconvene and reconnect the antioxidant hypothesis in Human health and disease. *Ind. J. Clin. Biochem*. 25, p.225-243.

Sobczak Alicja, Marzena Danowska-Oziewicz, Katarzyna Ząbek, Jan Miciński, Agnieszka Narwojsz. (2022) Effect of vitamin C fortification on the quality of cow's and goat's yoghurt. *Food Sci Nutr*. 2022; 00, p. 1–6.

Spence J. (2005). Challenges related to the composition of functional foods. *Journal of Food Composition and Analysis* 19, p. 4-6.

Stahl Wilhelm and Helmut Sies (2003) Antioxidant activity of carotenoids. Volume 24, Issue 6, p. 345-351.

Stevenson, D. E., & Hurst, R. D. (2007). Polyphenolic phytochemicals – just antioxidants or much more? *Cellular and Molecular Life Sciences*, 64(22), p.2900–2916.

Stobiecka, M., Król, J., Brodziak, A. (2022). Antioxidant Activity of Milk and Dairy Products. *Animals* (12), p.1-27.

Sun-Waterhouse D., Zhou J., Wadhwa S.S. (2011). Effects of Adding Apple Polyphenols Before and After Fermentation on the Properties of Drinking Yoghurt, *Food and Bioprocess Technology* 5(7), p. 2674-2686.

Tabassum A., Bristow R.G., Venkateswaran V. (2010). Ingestion of selenium and other antioxidants during prostate cancer radiotherapy: A good thing? *Cancer Treat. Rev.* 36, p.230-234.

Tamime A.Y & Robinson R.K (2007). *Tamime and Robinson's yoghurt: science and technology*. 3^a ed. Cambridge, CRC, p.791.

Terpinc P., Polak T., Šegatin N., Hanzlowsky A., Ulrih N.P., Abramovič H. (2011). Antioxidant properties of 4-vinyl derivatives of hydroxycinnamic acids. *Food Chem.* 128, p.62-68.

Tomita M., Wakabayashi H., Shin K. Yamauchi, K. Yaeshima T. and Iwatsuki K. (2009). Twenty-five years of research on bovine lactoferrin applications. *Biochimie* 91, p.52–57.

Trachoo N. (2002) *Yogurt: The fermented milk*, p.1-11.

Tripathi M.K. & Giri S.K. (2014). Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage, *Journal of Functional Foods*, Volume 9, p. 225-241.

Turunen Mikael, Jerker Olsson, Gustav Dallner (2004). Metabolism and function of coenzyme Q. Department of Biochemistry and Biophysics, Stockholm University, Arrhenius Laboratories of natural Sciences, p.171-199.

U.S. Preventive Services Task Force (2016). Internet Citation: Final Recommendation Statement: Vitamin D and Calcium to Prevent Fractures: Preventive Medication, p. 1592-1599.

Valko Marian, Dieter Leibfritz, Jan Monocol, Mark T. D. Cronin, Milan Mazur, Joshua Telser (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease, p. 44-84.

Vervoort, L.M.T., Ronden, J.E., Thijssen, H.H.W. (1997). The potent antioxidant activity of the vitamin K cycle in microsomal lipid peroxidation. *Biochem. Pharmacol.* 54, p. 871-876.

Villa C., Costa J., Oliveira M.B.P.P., Mafra I. (2018). Bovine milk allergens: a comprehensive review, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(1), p.137-164.

Vince P. Palace, Neelam Khaper, Qining Qin, and Pawan K. Singal (1999). Antioxidant potentials of vitamin A and carotenoids and their relevance to heart disease, *Free Radic. Biol. Med.* 26, p. 746-761.

Walstra, P., Wouters J.T., Geurts T. J. (2006). *Dairy science and Technology*, p.421-573.

Wang H., Livingston K., Fox C., Meigs J., Jacques P. (2013). Yogurt consumption is associated with better diet quality and metabolic profile in American men and women. *Nutr. Res*; 33, p.18–26.

Wang X. D. Carotenoids. In: Ross CA, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR (2014). *Modern Nutrition in Health and Disease* 11th, Lippincott Williams & Wilkins, p. 427-439.

Williams E.B, Hooper B, Spiro A, Stanner S. (2015). The contribution of yogurt to nutrient intakes across the life course. *Nutr. Bull.* 40, p. 9–32.

Wilson Louise R., Laura Tripkovic, Kathryn H. Hart, Susan A. Lanham-New (2017). Vitamin D deficiency as a public health issue: using vitamin D2 or vitamin D3 in future fortification strategies. On behalf of the D2-D3 Study Team. Department of Nutritional Sciences, U.K, p. 392–399.

Yildiz Eda & Tulay Ozcan (2018). Functional and textural properties of vegetable-fibre enriched yoghurt, p. 199-207.

Yordi E.G., Pérez E.M., Matos M.J., Villares E.U. (2012). Antioxidant and pro-oxidant effects of polyphenolic compounds and structure-activity relationship evidence. *Nutrition, Well-Being and Health*, Jaouad Bouayed and Torsten Bohn (Ed.), p. 21-24.

Young A.J., Lowe G.M. (2001). Antioxidant and prooxidant properties of carotenoids. *Arch. Biochem. Biophys.* 382, p. 20-27.

Young AJ & Lowe GM (2001). Antioxidant and prooxidant properties of carotenoids. *Arch Biochem Biophys.* 2001; 385 (1), p. 20-27.

Young I. S. and Woodside J. V. (2001). Antioxidants in health and disease. *Journal of Clinical Pathology*, Vol. 54, p. 176-186.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Ανδρικόπουλος Ν. (2015) Τροφογνωσία [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Εκδόσεις Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. Κεφ 12, σελ.231-243.

Ελληνικός Κώδικας Τροφίμων και Ποτών (2016). Υπουργική Απόφαση Αριθμ. 106/2016 - ΦΕΚ 2457/Β/9-8-2016. Αντικατάσταση του άρθρου 82 «Γιαούρτι» του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (ΚΤΠ) (ΦΕΚ 788/Β΄/31.12.1987), όπως ισχύει.

Καλάκη Παναγιώτα – Κυριακή (2013) Πτυχιακή διατριβή. Οι Αντιοξειδωτικές Ιδιότητες της τομάτας, σελ.1-74.

Κουτελιδάκης, Α.Ε. Λειτουργικά Τρόφιμα (2η έκδοση 2019), Εκδόσεις Ζήτη, σελ.95-102.

Μακρή Αφροδίτη (2012) Πτυχιακή εργασία. Βιταμίνη D, η συσχέτισή της με την παχυσαρκία και το διαβήτη, σελ.1-75.

Μάντης Αντώνιος Ι., Δημ. Κ. Παπαγεωργίου, Δημ. Ι. Φλετούρης και Απ. Σ. Αγγελίδης (2015-2018) Υγιεινή και Τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του (Εκδόσεις Αφοί Κυριακίδη Α.Ε.). Σχολή Επιστημών Υγείας, σελ. 54-59.

Μπλέκου Μαριάννα (2017) Διπλωματική εργασία. Παραγωγή συνεκτικού, αναμεμιγμένου και στραγγιστού γιαουρτιού και μελέτη των ιδιοτήτων τους, σελ.1-218.

Πανδή Μ. (2020). Μελέτη αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων τροφίμων της οικογένειας Fabaceae της Λήμνου. Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Πτυχιακή Εργασία, σελ.1-65.

Παπαδημητρίου Χ. (2020) Φυσικά αντιοξειδωτικά: Συσχέτιση αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη δομή τους. Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, σελ. 1-22.

Παπαϊωάννου Π. & Ποζουκίδου Κ. (2008). Διατροφική αξία των νέων λειτουργικών τροφίμων της ελληνικής αγοράς, σελ.8-75.

Τζιά Κωνσταντίνα (2004). Λειτουργικά τρόφιμα: τεχνολογία, προοπτικές, χρήσεις, σελ.227-242.

Χουχούλη Α.Β. (2012). Παρασκευή λειτουργικών τροφίμων με αντιοξειδωτικές ιδιότητες με χρήση πολυφαινολικών εκχυλισμάτων από υποπροϊόντα οινοποίησης. Μεταπτυχιακή διατριβή, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, σελ. 5-78.

Ιστοσελίδες

- 1) <https://www.trulygoodfoods.com/blog/functional-foods/>
- 2) <https://akclinics.org/blog/benefits-of-anti-oxidants-for-hair>
- 3) <https://gkelismedicallexicon.gr/uploads/FILE-201510071807DJ9NAZT4TTV8.JPG>
- 4) <https://www.therapia.gr/flavonoeidi/>
- 5) <https://venngage.com/gallery/post/fermented-foods-for-healthy-gut/>
- 6) <https://media.cheggcdn.com/media/24c/24c9eb23-b6b4-462f-9b32-07a42ebe7df9/phpoJD5le.png>
- 7) <https://www.un.org/en/academic-impact/fao>
- 8) <https://beingnaomi.net/baby-and-toddler/kitchen/yogurt-for-babies-and-toddlers/>
- 9) <https://www.dairy-services.com>
- 10) <https://www.onmed.gr/ygeia/story/350723/probiotika-5-ofeli-gia-tin-ygeia-ektos-tis-pepsis>
- 11) <https://www.vita4you.gr/blog-vita4you/wp-content/uploads/2018/12/acewr-min.png>
- 12) <http://gofreedownload.net/free-vector/vector-icon/vitamin-e-products-illustration-with-fruits-icons-311765/>
- 13) <https://www.wellnessequation/photos/eating-beta-carotene-rich-foods-will-give-your-skin-a-nice-healthy-glow-that-mos/1149622535187116/>
- 14) <http://gr.underextract.com/organice-product/tea-polyphenols.html>
- 15) <https://www.maxmag.gr/soma-igia/diatrofi/foliko-fylliko-oxy-vitamini-v9/>
- 16) <https://www.istockphoto.com/photo/tangerine-falling-into-a-glass-of-milk-gm1059799206-283284980>
- 17) <http://m.gr.jintaibio.com/plant-extract/water-soluble-apple-extractpolyphenol.html>