



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Πτυχιακή Εργασία

**«ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΓΑΛΑΚΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΤΩΝ ΑΠΟ ΑΠΟΒΛΗΤΑ
ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΜΕ ΠΙΘΑΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ
ΣΤΗ ΜΑΓΕΙΡΙΚΗ ΤΕΧΝΗ».**



ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ ΜΥΡΤΩ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΠΟΥΛΟΥ

ΑΜ : 71616114

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια :

ΘΑΛΕΙΑ ΤΣΙΑΚΑ

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2024



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF FOOD SCIENCES
DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Diploma Thesis

**«RECOVERY OF EMULSIFIERS FROM FOOD INDUSTRY
WASTE WITH POTENTIAL USES IN CULINARY ART».**



CHARIKLEIA MYRTO TRIANTAFYLLOPOULOU

RN: 71616114

Supervisor:

THALIA TSIKA

ATHENS, MARCH 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

**«ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΓΑΛΑΚΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΤΩΝ ΑΠΟ ΑΠΟΒΛΗΤΑ
ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΜΕ ΠΙΘΑΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ
ΣΤΗ ΜΑΓΕΙΡΙΚΗ ΤΕΧΝΗ».**

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η πτυχιακή/διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική
Επιτροπή:

A/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	ΤΣΙΑΚΑ ΘΑΛΕΙΑ	ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗ ΥΠΟΤΡΟΦΟΣ	
2	ΛΑΖΟΥ ΑΝΔΡΙΑΝΑ	ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
3	ΞΑΝΘΑΚΗΣ ΕΠΑΜΕΙΝΩΝΔΑΣ	ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ ΜΥΡΤΩ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΠΟΥΛΟΥ του ΓΕΩΡΓΙΟΥ, με αριθμό μητρώου 71616114 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

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

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

Η Δηλούσα



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

"Η απομόνωση γαλακτωματοποιητών από απόβλητα της βιομηχανίας τροφίμων με πιθανές χρήσεις στη μαγειρική τέχνη" αποτελεί το θέμα της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Ειδικότερα, έγινε αναφορά στις κατηγορίες των πρόσθετων τροφίμων και των γαλακτωματοποιητών (φυσικοί και συνθετικοί), στις ιδιότητες τους όπως επίσης και στις χρήσεις τους στη βιομηχανία τροφίμων. Στη συνέχεια, μελετήθηκαν γενικότερα τα απόβλητα/παραπροϊόντα της βιομηχανίας τροφίμων, η αναγκαιότητα της αξιοποίησής τους και οι εφαρμογές τους στη βιομηχανία των τροφίμων. Ειδικότερα, εξετάστηκαν τα παραπροϊόντα της βιομηχανίας τροφίμων από τα οποία παραλαμβάνονται ενώσεις που δρουν ως γαλακτωματοποιητές και χρήσεις τους στην βιομηχανία αλλά και οι πιθανές βιολογικές τους δράσεις κατά την κατανάλωση. Συγχρόνως, διερευνήθηκαν οι παράγοντες που επιδρούν στις φυσικοχημικές ιδιότητες των γαλακτωματοποιητών που προέρχονται από παραπροϊόντα της βιομηχανίας τροφίμων (pH, θερμοκρασία), ενώ δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στις επίδραση των διάφορων μαγειρικών τεχνικών στους φυσικούς γαλακτωματοποιητές. Τέλος, μελετήθηκε η επίδραση των γαλακτωματοποιητών από τα παραπροϊόντα της βιομηχανίας τροφίμων στα τρόφιμα, όταν βρίσκονται υπό διαφορετικές τεχνικές μαγειρέματος, καθώς και οι μελλοντικές εφαρμογές τους στο κλάδο των τροφίμων."

Λέξεις κλειδιά: Γαλακτωματοποιητές, Απόβλητα/Παραπροϊόντα τροφίμων, Μαγειρική τέχνη

ABSTRACT

"The recovery of emulsifiers from the food industry with possible uses in the culinary arts" is the subject of this thesis. In particular, the categories of food additives and emulsifiers (natural and synthetic), their properties as well as their uses in the food industry were discussed. Then, the food waste/by-products, the necessity of their utilization and their applications were studied. Especially, food by-products from compounds acting as emulsifiers were obtained and their uses in the industry and their potential biological actions during consumption were examined. Subsequently, the food by-products, their utilization, their bioactive content, and their applications in the food industry will be studied in general. Finally, the factors that affect the physicochemical properties of emulsifiers derived from food by-products were investigated, with particular emphasis on the effect of various cooking processes, as well as their future applications in the food industry.

Key words: Emulsifiers, Food waste, Culinary art

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
1.1 Πρόσθετα τροφίμων.....	12
1.1.1 Ορισμός.....	13
1.1.2 Αναγκαιότητα των πρόσθετων τροφίμων	13
1.1.3 Κατηγοριοποίηση πρόσθετων	14
1.1.4 Λειτουργικές κατηγορίες πρόσθετων τροφίμων	15
1.2 Γαλακτωματοποιητές.....	22
1.2.1 Ορισμός	22
1.2.2 Κατηγορίες Γαλακτωματοποιητών	24
1.2.3 Επιδράσεις των γαλακτωματοποιητών στην υγεία	30
1.2.4 Νομοθεσία	31
1.2.5 Χρήσεις γαλακτωματοποιητών στη βιομηχανία τροφίμων.....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	
2.1 Απόβλητα/Παραπροϊόντα βιομηχανίας τροφίμων.....	39
2.1.1 Ορισμός.....	39
2.1.2 Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποβλήτων/ παραπροϊόντων τροφίμων.....	41
2.1.3 Μέθοδοι εκχύλισης φυσικών συστατικών από τα παραπροϊόντα της βιομηχανίας τροφίμων	54
2.1.4 Αξιοποίηση των παραπροϊόντων της βιομηχανίας τροφίμων.....	58
2.1.5 Χρήσεις των παραπροϊόντων στην βιομηχανία τροφίμων.....	61

2.2 Απόβλητα τροφίμων/Παραπροϊόντα βιομηχανίας τροφίμων ως γαλακτωματοποιητές.....	64
2.2.1 Χαρακτηριστικά παραδείγματα.....	64
2.2.2 Εφαρμογές και χρήσεις τους στη βιομηχανία τροφίμων.....	66
2.2.3 Πιθανές βιολογικές τους δράσεις κατά την κατανάλωση.....	69

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Παράγοντες που επιδρούν στις φυσικοχημικές ιδιότητες των γαλακτωματοποιητών από απόβλητα/παραπροϊόντα βιομηχανίας τροφίμων.....	73
3.2 Τεχνικές μαγειρικής και χρήση γαλακτωματοποιητών από απόβλητα/παραπροϊόντα βιομηχανίας τροφίμων.....	76
3.2.1 Διάφορες μαγειρικές τεχνικές/επεξεργασίες.....	76
3.2.2 Επίδραση των διαφόρων μαγειρικών επεξεργασιών στους φυσικούς γαλακτωματοποιητές.....	81
3.2.3 Επίδραση των φυσικών γαλακτωματοποιητών σε διάφορα τρόφιμα υπό διαφορετικές συνθήκες μαγειρέματος.....	85
3.2.4 Μελλοντικές προοπτικές και εφαρμογές τους στη βιομηχανία τροφίμων....	93

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	95
--------------------------	-----------

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	95
-------------------------------	-----------

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	107
-----------------------------------	------------

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1 : Προϊόντα τροφίμων στα οποία προστίθενται χρωστικές.....	16
Εικόνα 2 : Η χημική δομή του σορβικού οξέος.....	17
Εικόνα 3 : Προϊόντα τροφίμων στα οποία εμπεριέχονται αντιοξειδωτικά.....	18
Εικόνα 4 : Η δράση των γαλακτωματοποιητών για την δημιουργία γαλακτώματος..	19
Εικόνα 5 : Η δράση των σταθεροποιητών στα γαλακτώματα.....	20

Εικόνα 6 : Κατηγορίες φυσικών και συνθετικών γλυκαντικών.....	21
Εικόνα 7 : Γλουταμινικό μονονάτριο.....	22
Εικόνα 8 : Κατηγορίες γαλακτωμάτων: νερό-σε-έλαιο (W/O), έλαιο-σε-νερό (O/W), νερό-σε-έλαιο-σε-νερό (W/O/W) και έλαιο-σε-νερό-σε-έλαιο (O/W/O).....	23
Εικόνα 9 : Η χημική δομή του Polysorbate 80.....	24
Εικόνα 10 : Τα βασικά φωσφολιπίδια της λεκιθίνης σόγιας, η φωσφατιδυλοσερίνη (PS), η φωσφατιδυλοχολίνη (PC), η φωσφατιδυλινοσιτόλη (PI), η Φωσφατιδυλαιθανολαμίνη (PE) και το Φωσφατιδυλικό οξύ (PA).....	26
Εικόνα 11 : Τρόπος κατανομής των υδρόφιλων και υδρόφοβων ομάδων στο μόριο της πρωτεΐνης.....	27
Εικόνα 12 : Η χημική δομή του αραβικού κόμμι.....	29
Εικόνα 13 : Η χημική δομή της πηκτίνης.....	29
Εικόνα 14 : Χημική δομή σαπωνινών από a) Quillaja saponaria Molina (QS 21) και b) ζαχαρότευτλα.....	30
Εικόνα 15 : Η συνολική σπατάλη τροφίμων στην Ευρωπαϊκή Ένωση από βασικούς οικονομικούς τομείς (σε kg ανά κάτοικος), σύμφωνα με την Eurostat (2021).....	40
Εικόνα 16 : Φλούδες μπανάνας.....	43
Εικόνα 17 : Φλούδες μάνγκο.....	43
Εικόνα 18 : Φλούδες παντζαριού.....	44
Εικόνα 19 : Φλούδες ροδιού.....	46

Εικόνα 20 : Σπόροι τομάτας.....	47
Εικόνα 21 : Σπόροι μήλου.....	47
Εικόνα 22 : Σπόροι σταφυλιού.....	48
Εικόνα 23 : Διαδικασία επεξεργασίας τομάτας και τα παραπροϊόντα της.....	49
Εικόνα 24: Η προέλευση και σύσταση των στέμφυλων κατά την επεξεργασία των σταφυλιών για παρασκευή κρασιού.....	50
Εικόνα 25: Κουκούτσια και πυρήνες βερίκοκου.....	51
Εικόνα 26: Πυρήνας από βύσσινο.....	51
Εικόνα 27: Ελαιοπυρήνας.....	52
Εικόνα 28: Παραπροϊόντα ιχθυρών (κεφάλι, κόκκαλα, εντόσθια, δέρμα).....	54
Εικόνα 29: Παραπροϊόντα καρκινοειδών.....	54
Εικόνα 30: Φυτικό υποκατάστατο γιαουρτιού με πρωτεΐνη ρεβιθιού, CHKP.....	67
Εικόνα 31: Φυτικό Ρόφημα με πρωτεΐνη ρεβιθιού, YoFiit.....	67
Εικόνα 32: Φυτικά Πατατάκια με πρωτεΐνη ρεβιθιού, Ceres Organics.....	67
Εικόνα 33: Μακαρόνια με πρωτεΐνη ρεβιθιού, Barilla.....	68
Εικόνα 34: Φυτικά κφετεδάκια με πρωτεΐνη αρακά, Μπαρμπαστάθης.....	68
Εικόνα 35: Φυτικό ρόφημα με πρωτεΐνη αρακά, The Good Pea Company.....	69
Εικόνα 36: Επιδράσεις των σαπωνινών στην υγεία.....	70
Εικόνα 37: Επιδράσεις των βιοδραστικών πεπτιδίων στην υγεία.....	71

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1: Οι γαλακτωματοποιητές, σταθεροποιητές, πηκτικοί παράγοντες σύμφωνα με τον FSA.

33

Πίνακας 2: Κατηγορίες γαλακτωματοποιητών και προσθήκη τους στα τρόφιμα.....

37

Πίνακας 3: Μέθοδοι εκχύλισης και βιοενεργές ενώσεις που εκχυλίζονται από παραπροϊόντα τροφίμων..... **58**

Πίνακας 4: Εφαρμογές παραπροϊόντων τροφίμων ως γαλακτωματοποιητές στην βιομηχανία τροφίμων..... **66**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Πρόσθετα Τροφίμων

1.1.1 Ορισμός

Σύμφωνα με τη νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (κανονισμός (ΕΚ) 1333/2008), τα πρόσθετα τροφίμων περιγράφονται ως ουσίες «που δεν καταναλώνονται κανονικά ως τρόφιμο από μόνα της και δεν χρησιμοποιούνται συνήθως ως χαρακτηριστικό συστατικό των τροφίμων, ανεξάρτητα από το αν έχουν ή όχι θρεπτική αξία, η σκόπιμη προσθήκη των οποίων στα τρόφιμα, για τεχνολογικό σκοπό στην παραγωγή, μεταποίηση, προετοιμασία, επεξεργασία, συσκευασία, μεταφορά ή αποθήκευση των τροφίμων έχει ως αποτέλεσμα, ή αναμένεται ευλόγως να έχει ως αποτέλεσμα, αυτό ή τα υποπροϊόντα του να γίνει άμεσα ή έμμεσα συστατικό των τροφίμων αυτών».(Zhang, L., 2022)

Σύμφωνα με τον κώδικα τροφίμων και ποτών Codex Alimentarius ως «πρόσθετα τροφίμων ορίζονται οι ουσίες, οι οποίες προστίθενται στα τρόφιμα, δίχως να καταναλώνονται αυτούσιες ή να αποτελούν χαρακτηριστικά συστατικά των τροφίμων, ανεξάρτητα από το αν έχουν ή όχι θρεπτική αξία, η προσθήκη των οποίων πραγματοποιείται κατά το στάδιο της παρασκευής, της επεξεργασίας, της προετοιμασίας, της συσκευασίας, της μεταφοράς για να επιτύχουν συγκεκριμένους τεχνολογικούς σκοπούς της η διατήρηση της ποιότητας και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών καθώς και παράταση του χρόνου ζωής των τροφίμων». Ο όρος δεν περιλαμβάνει προσμείξεις ή ουσίες που προστίθενται στα τρόφιμα για τη διατήρηση ή τη βελτίωση των θρεπτικών ιδιοτήτων. (Martins, F. C. O. L., 2019)

Εναλλακτικά, η Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων των Ηνωμένων Πολιτειών (U.S. Food and Drug Administration, FDA) ορίζει το πρόσθετο τροφίμων, στον ομοσπονδιακό νόμο για τα τρόφιμα, τα φάρμακα και τα καλλυντικά, ως «κάθε ουσία της οποίας η προβλεπόμενη χρήση έχει ή αναμένεται εύλογα να έχει ως αποτέλεσμα –

άμεσα ή έμμεσα – να αποτελεί συστατικό ή να επηρεάζει με άλλο τρόπο τα χαρακτηριστικά οποιουδήποτε τροφίμου». (<https://www.fda.gov/food/food-additives-and-gras-ingredients-information-consumers/understanding-how-fda-regulates-food-additives-and-gras-ingredients>)

Οι σημαντικότεροι ρυθμιστικοί φορείς που καθορίζουν της όρους, νομοθετούν και εποπτεύουν την έγκριση και την τυποποίηση των πρόσθετων τροφίμων στον κόσμο είναι η EFSA (European Food Safety Authority), η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων, στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), και η FDA, Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων των Ηνωμένων Πολιτειών , της Ηνωμένες Πολιτείες (ΗΠΑ). Της, η JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives), η Κοινή Επιτροπή Εμπειρογνομόνων για τα Πρόσθετα Τροφίμων του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας (FAO)/Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO), και ο Codex Alimentarius είναι βασικοί φορείς που είναι υπεύθυνοι για τη διεξαγωγή μελετών και την αξιολόγηση των κινδύνων ασφαλείας και την έκδοση δηλώσεων. (Novais, C., 2022) Ο Codex Alimentarius , ο οποίος αναγνωρίζεται ως το διεθνές πρότυπο από την κοινή επιτροπή του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (Food and Agriculture Organization, FAO) και του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (World Health Organization, WHO) (FAO/WHO,2016), αποτελεί σημείο αναφοράς για της επίσημες αρχές τροφίμων σε όλο τον κόσμο για την τήρηση των εθνικών και διεθνών προτύπων ποιότητας κατά την εξαγωγή μεταποιημένων τροφίμων, της της για την επίλυση διαφορών σχετικά με την ασφάλεια των τροφίμων και την προστασία των καταναλωτών. (https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B192-1995%252FCXS_192e.pdf)

1.1.4 Αναγκαιότητα των πρόσθετων τροφίμων

Με την πάροδο του χρόνου, πολλά πρόσθετα τροφίμων έχουν αναπτυχθεί για να καλύψουν της απαιτήσεις της παραγωγής τροφίμων και των βιομηχανιών τροφίμων, καθώς η παραγωγή τροφίμων σε μεγάλη κλίμακα είναι αρκετά διαφορετική από την παραγωγή σε μικρή κλίμακα στο σπίτι ή για το νοικοκυριό. Τα πρόσθετα απαιτούνται για να διασφαλιστεί ότι τα παραγόμενα και επεξεργασμένα τρόφιμα παραμένουν ασφαλή, σε καλή κατάσταση και φρέσκα καθ' όλη τη διάρκεια της διαδρομής της

από τα εργοστάσια ή τις βιομηχανίες, κατά τη διάρκεια της μεταφοράς τους σε καταστήματα και αποθήκες και, τέλος, της καταναλωτές, οι οποίοι συχνά αναζητούν φρέσκα, ασφαλή, θρεπτικά και υγιεινά τρόφιμα. Η χρήση πρόσθετων στα τρόφιμα δικαιολογείται μόνο όταν (α) η χρήση της δεν παραπλανά της καταναλωτές και δεν εγείρεται θέμα ασφάλειας για την υγεία των καταναλωτών, στο προτεινόμενο επίπεδο χρήσης, (β) υφίσταται εύλογη τεχνολογική ανάγκη που δεν μπορεί να επιτευχθεί με άλλο οικονομικά και τεχνολογικά εφικτό μέσο και (γ) εξυπηρετεί σαφώς καθορισμένη τεχνολογική λειτουργία, όπως η ενίσχυση της σταθερότητας του τροφίμου, βελτίωση των οργανοληπτικών του ιδιοτήτων ή η διατήρηση της θρεπτικής ποιότητας του τροφίμου.

1.1.4 Κατηγοριοποίηση πρόσθετων

Τα πρόσθετα τροφίμων με βάση την προέλευσή της χωρίζονται σε **φυσικά** όταν προέρχονται από ζώα, φυτά ή ανόργανα άλατα και σε **συνθετικά**, όταν συντίθενται εργαστηριακά. Ακολουθώντας, με βάση τον τρόπο εισαγωγής και ενσωμάτωσή της στα τρόφιμα διακρίνονται σε άμεσα και έμμεσα. Τα άμεσα προστίθενται στα τρόφιμα σκόπιμα για να επιτελέσουν ορισμένους τεχνολογικούς σκοπούς που οι καταναλωτές συχνά θεωρούν δεδομένους (π.χ. για τη διατήρηση, την ενίσχυση χρώματος, αρώματος, γεύσης ή τη διασφάλιση συγκεκριμένης υφής στο τρόφιμο), ενώ τα έμμεσα προστίθενται ακούσια μέσω αλληλεπιδράσεων μεταξύ τροφίμων και συσκευασίας ή από της πηγές, χωρίς να έχουν με την παρουσία της κανένα σκοπό (π.χ. μικροσκοπικές ποσότητες ουσιών συσκευασίας μπορεί να βρεθούν στα τρόφιμα κατά την αποθήκευση). (Awuchi, C.G. et al., 2020), (https://efet.gr/files/F2381_odigos_elegxou_prostheton.pdf)

Τα πρόσθετα τροφίμων από διαφορετικές ομάδες μπορεί να επικαλύπτονται λόγω πολλαπλών επιδράσεων. Έτσι, για τη ρύθμιση των πρόσθετων τροφίμων και την ενημέρωση των καταναλωτών, τα πρόσθετα ταξινομήθηκαν και της αποδόθηκαν μοναδικοί αριθμοί σε διάφορες χώρες. Η μέθοδος αρίθμησης στην Ευρωπαϊκή Ένωση δίνει σε κάθε πρόσθετο έναν μοναδικό αριθμό που ονομάζεται «αριθμός E», ο οποίος χρησιμοποιείται στην Ευρώπη για όλα τα εγκεκριμένα πρόσθετα. Αυτό το σύστημα αρίθμησης έχει πλέον υιοθετηθεί και επεκταθεί από την Επιτροπή Codex Alimentarius για τη διεθνή ταυτοποίηση όλων των πρόσθετων υλών, ανεξάρτητα από το αν έχουν εγκριθεί για χρήση. Χρησιμοποιώντας αυτή τη μέθοδο, τα πρόσθετα

μπορούν εύκολα να ταξινομηθούν σε ομάδες, ανάλογα τον σκοπό χρήσης της. (Wu, L. Et al., 2022)

1.1.4 Λειτουργικές κατηγορίες πρόσθετων τροφίμων

Με βάση της λειτουργικές ιδιότητες και της της της και σύμφωνα με τον κωδικοποιημένο αριθμό E τα πρόσθετα διακρίνονται σε:

- E100-E199 (Χρωστικές)
- E200-E297 (Συντηρητικά)
- E300-E399 (Αντιοξειδωτικά, Ρυθμιστές Οξύτητας)
- E400-E499 (Γαλακτωματοποιητές, Σταθεροποιητές, Πηκτικοί Παράγοντες)
- E500-E599 (Ρυθμιστές Οξύτητας, Αντισυσσωματικοί Παράγοντες)
- E600-E699 (Ενισχυτικά Γεύσης)
- E700-E799 (Αντιβιοτικά)
- E900-E999 (Διάφορα)
- E1000-E1399 (Διάφορα)
- E1400-E1499 (Πηκτικοί Παράγοντες)
- E1500-E1525 (Συνθετικές Γεύσεις Και Γευστικοί Διαλύτες)

Χρωστικές

Οι χρωστικές είναι οι ενώσεις που χρησιμοποιούνται για να προσδώσουν ή να μεταβάλλουν τα χρώματα στα τρόφιμα. Επειδή πολλά φυσικά χρώματα των τροφίμων είναι ασταθή και ευαίσθητα στη θερμότητα ή την οξείδωση και καθώς η αντίληψη και

η αποδοχή των τροφίμων από της καταναλωτές επηρεάζεται από το χρώμα, τη γεύση και το άρωμά, η προσθήκη της στα τρόφιμα καθίσταται απαραίτητη. Ο κύριος στόχος πίσω από την εφαρμογή της είναι η βελτίωση της εμφάνισης και η αύξηση της ελκυστικότητας των τροφίμων της της καταναλωτές. Σύμφωνα με την προέλευση, τα πρόσθετα χρώματα τροφίμων ταξινομούνται σε δύο τύπους, τις φυσικές και τις συνθετικές χρωστικές. Συνήθως, οι φυσικές χρωστικές ουσίες προέρχονται από φυτά (π.χ. κουρκουμίνη, καροτενοειδή, ανθοκυανίνες, βηταλαΐνες ή χλωροφύλλες), ζώα (καρμινικό οξύ) ή από το μεταβολισμό των μικροοργανισμών (καροτενοειδή και χλωροφύλλες). Οι συνθετικές χρωστικές σε σύγκριση με της φυσικές είναι εύκολες στην παραγωγή, χαμηλού κόστους και έχουν καλές χρωστικές ιδιότητες. Σε αυτές περιλαμβάνονται η αμαράνθη (E123) (κόκκινο χρώμα), η ερυθροζίνη (E127) (κόκκινο χρώμα) και η ταρτραζίνη (E102) (κίτρινο χρώμα). Στην εικόνα 1 διακρίνονται προϊόντα τροφίμων στα οποία προστίθενται χρωστικές ουσίες.

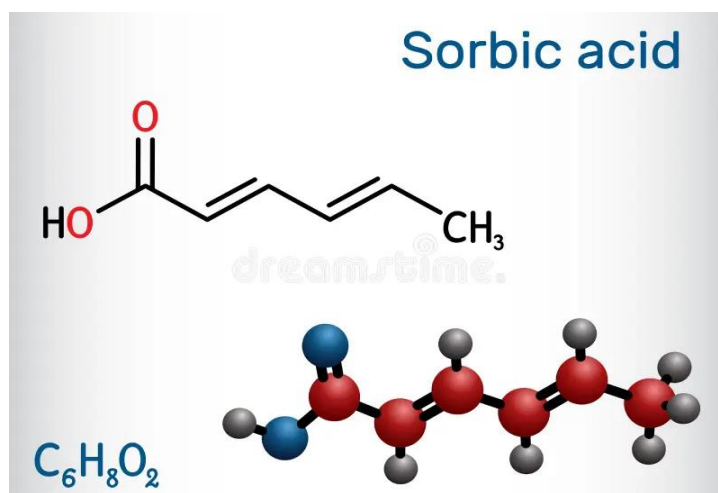


Εικόνα 1 : Προϊόντα τροφίμων στα οποία προστίθενται χρωστικές.

Συντηρητικά

Τα συντηρητικά είναι ουσίες που προστίθενται στα τρόφιμα για την πρόληψη ή την αναστολή της αλλοίωσης των τροφίμων που προκαλείται λόγω μόλυνσης από μύκητες, βακτήρια και της μικροοργανισμούς και διατηρούν τα τρόφιμα ασφαλή για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Παρόμοια με της χρωστικές τροφίμων, τα συντηρητικά μπορούν της να χωριστούν σε δύο κύριες ομάδες, τα τεχνητά και τα φυσικά. Φυσικά συντηρητικά είναι οι φυσικές ουσίες τροφίμων που χρησιμοποιούνται γενικά στο καθημερινό μαγείρεμα της αλάτι, ζάχαρη, λάδι, μπαχαρικά και λεμόνι, όταν χρησιμοποιούνται με τον προβλεπόμενο τρόπο και γενικά δεν προκαλούν καμία βλάβη στην υγεία της. Ενώ, τεχνητά συντηρητικά είναι γενικά τεχνητές χημικές ουσίες οι οποίες χρησιμοποιούνται εντός του καθορισμένου ορίου

της το σορβικό οξύ, το σορβικό κάλιο, τα νιτρώδη κ.λπ. Ο ρόλος των συντηρητικών δεν είναι να σκοτώνουν τα βακτήρια (βακτηριοκτόνα) αλλά να καθυστερούν τη δράση τους αναστέλλοντας τη δραστηριότητά της (βακτηριοστατική δράση). Μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο τροφογενών λοιμώξεων, τη μικροβιακή αλλοίωση και να διατηρήσουν της ιδιότητες φρεσκάδας και τη διατροφική ποιότητα του τροφίμου. (Zhang, L., 2022) Στην εικόνα 2 παρουσιάζεται η χημική δομή του σορβικού οξέος.



Εικόνα 2 : Η χημική δομή του σορβικού οξέος

Αντιοξειδωτικά

Η οξειδωτική αλλοίωση, της από της συνήθεις τύπους αλλοίωσης των τροφίμων, χαρακτηρίζεται από την ανεπιθύμητη αλλαγή του χρώματος ή της γεύσης που προκαλείται από το οξυγόνο του αέρα. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει την οξείδωση των συστατικών των τροφίμων, η οποία μπορεί να προκαλέσει αλλαγές του χρώματος ή της γεύσης των τροφίμων, καθώς και μείωση της θρεπτικής αξίας και της φορές ακόμη και να παράγει τοξικούς μεταβολίτες. Τα τρόφιμα που είναι πλούσια σε λιπίδια και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα είναι πολύ ευαίσθητα στην οξείδωση. Η οξειδωτική αλλοίωση του λίπους όχι μόνο μπορεί να καταστρέψει βιταμίνες A, D, E, K και C₂ αλλά και να καταστρέψει τα ακόρεστα λιπαρά οξέα, δημιουργώντας μια έντονη και δυσάρεστη γεύση. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορούν να παραχθούν τοξικά υποπροϊόντα από οξειδωτικές αντιδράσεις. Η πιο αποτελεσματική μέθοδος για την πρόληψη της οξειδωτικής αλλοίωσης είναι η χρήση αντιοξειδωτικών με μηχανισμούς απορρόφησης ελεύθερων ριζών ή οξυγόνου ή με την αναστολή ενζύμων

που διευκολύνουν τη διαδικασία οξείδωσης. Τα αντιοξειδωτικά που μπορούν να αποτρέψουν την οξείδωση για να διατηρήσουν το χρώμα και τη γεύση των τροφίμων χρησιμοποιούνται ευρέως για να παράταση της διάρκειας ζωής των τροφίμων. Τα αντιοξειδωτικά μπορούν να ταξινομηθούν ως φυσικά και συνθετικά ανάλογα με την προέλευσή της. Τα πιο κοινά φυσικά αντιοξειδωτικά πρόσθετα είναι το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C) και τα ασκορβικά άλατα. Τα συνθετικά αντιοξειδωτικά, συμπεριλαμβανομένων της βουτυλιωμένης υδροξυ-ανισόλης (BHA), το βουτυλιωμένο υδροξυτολουόλιο (BHT), την αιθανόλη, την φορμαλδεΐδη και την τριτο-βουτυλο-υδροκινόνη (TBHQ) χρησιμοποιούνται ευρύτερα στα τρόφιμα. (Zhang, L., 2022) Στην εικόνα 3 απεικονίζονται προϊόντα τροφίμων στα οποία εμπεριέχονται αντιοξειδωτικά.

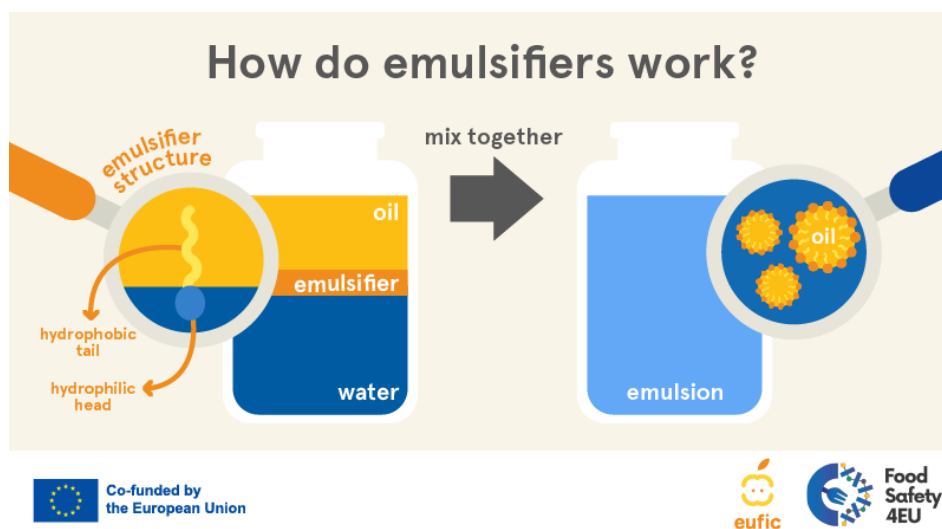


Εικόνα 3 : Προϊόντα τροφίμων στα οποία εμπεριέχονται αντιοξειδωτικά.

Γαλακτωματοποιητές, Σταθεροποιητές, Αντισυσσωματικοί Παράγοντες

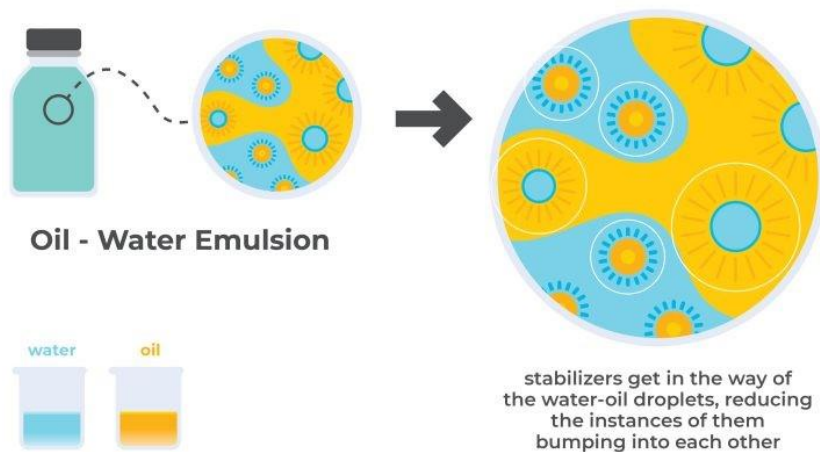
Οι γαλακτωματοποιητές είναι ουσίες που βοηθούν στο σχηματισμό ενός λεπτού μίγματος δύο μη αναμίξιμων υγρών, στο οποίο το ένα υγρό διασκορπίζεται μέσα στο άλλο υγρό. Χρησιμοποιούνται για να συγκρατούν ισχυρά το μίγμα, έτσι ώστε τα συστατικά υλικά να μην διαχωρίζονται μεταξύ τους. Παρουσιάζουν αμφίφιλα χαρακτηριστικά, δηλ. λιπόφιλα και υδρόφιλα χαρακτηριστικά. Λόγω της αμφίφιλης φύσης τους, οι γαλακτωματοποιητές μπορούν να συγκρατούν ταυτόχρονα τόσο την ελαιώδη όσο και την υδατική φάση. Οι γαλακτωματοποιητές ταξινομούνται επίσης ως φυσικοί (φωσφολιπίδια, πρωτεΐνες, πολκυσακχαρίτες) και συνθετικοί (μονο- και

διγλυκερίδια, καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη). Στην εικόνα 4 παρουσιάζεται πως συμβάλουν οι γαλακτωματοποιητές στην δημιουργία γαλακτώματος.



Εικόνα 4 : Η δράση των γαλακτωματοποιητών στην δημιουργία γαλακτώματος.

Οι σταθεροποιητές είναι ουσίες που αυξάνουν τη σταθερότητα και το πάχος των τροφίμων και, επομένως, βοηθούν στην τη διατήρηση του γαλακτώματος και των φυσικών χαρακτηριστικών του. Σταθεροποιούν το γαλάκτωμα είτε με προσρόφιση στην εξωτερική επιφάνεια των σταγονιδίων ελαίου είτε με αύξηση του ιξώδους της υδατικής φάσης. Ως εκ τούτου, συμβάλλουν στη βελτίωση της δομής και της υφής του τροφίμου όταν προστίθενται. Οι κύριες λειτουργίες του σταθεροποιητή είναι η διατήρηση της βέλτιστης συνοχής του τροφίμου και η συγκράτηση των συστατικών που δεσμεύονται από τους γαλακτωματοποιητές. Κόμμι ξανθάνης (E 415), άγαρ-άγαρ (E 406), πηκτίνη (E 440), ζελατίνη (E 441), αλγινικό οξύ (E 400), κ.λπ., είναι ορισμένα παραδείγματα σταθεροποιητών. Για παράδειγμα, στη γαλακτοβιομηχανία οι σταθεροποιητές χρησιμοποιούνται για να προσδώσουν κινητική σταθερότητα στα σχηματιζόμενα γαλακτώματα και καλές ιδιότητες υφής κατά τη διάρκεια της διάρκειας ζωής των γαλακτοκομικών προϊόντων. Στην εικόνα 5 απεικονίζεται η δράση των σταθεροποιητών στην επίτευξη της σταθερότητας των γαλακτωμάτων.



Εικόνα 5 : Η δράση των σταθεροποιητών στα γαλακτώματα.

Οι αντιπηκτικοί παράγοντες είναι οι ουσίες που προστίθενται σε τρόφιμα και προϊόντα που βρίσκονται με τη μορφή σκόνης και κοκκοποιημένων υλικών, για να τα διατηρούν σε ελεύθερη ροή και να αποτρέπουν το σχηματισμό συσσωματωμάτων κατά την αποθήκευση και χρήση τους. Οι αντιπηκτικοί παράγοντες απορροφούν το νερό από τα κοκκώδη υλικά ή σχηματίζουν μια υδατική απωθητική επικάλυψη πάνω από τα αυτά, επομένως τα κοκκώδη υλικά διατηρούν την ελεύθερη ροή τους, εμποδίζουν το σχηματισμό σβόλων και τη συσσωμάτωση. Οι αντιπηκτικοί παράγοντες μπορούν να είναι δύο τύπων, φυσικοί και συνθετικοί. Το διοξείδιο του πυριτίου, το ανθρακικό μαγνήσιο, το πυριτικό ασβέστιο είναι μερικά παραδείγματα συνθετικών αντιπηκτικών παραγόντων, ενώ το άμυλο καλαμποκιού και το πυριτικό μαγνήσιο είναι φυσικοί αντιπηκτικοί παράγοντες. (Chauhan, O. P., 2022)

Γλυκαντικά

Τα γλυκαντικά, ή υποκατάστατα ζάχαρης, προστίθενται στα τρόφιμα για να υποκαταστήσουν τη γλυκύτητα που συνήθως παρέχουν τα σάκχαρα χωρίς να συμβάλλουν σημαντικά στη διαθέσιμη ενέργεια, καθιστώντας το τελικό προϊόν ένα μηδενικών ή χαμηλών θερμίδων. Τα φυσικά γλυκαντικά όπως η σορβιτόλη, η ξυλιτόλη και η μαννιτόλη προέρχονται από σάκχαρα, βρίσκονται στη φύση σε πολλά φρούτα και λαχανικά και χρησιμοποιούνται ευρέως σε γαλακτοκομικά προϊόντα, προϊόντα τσαγιού, αλκοολούχα ποτά, καρυκεύματα, καραμέλες, προϊόντα αμύλου, επεξεργασμένα φρούτα και λαχανικά. Τεχνητά γλυκαντικά όπως ασπαρτάμη, σακχαρίνη, ακεσουλφάμη-K και σουκραλόζη χρησιμοποιούνται κυρίως σε φρούτα,

μαρμελάδες, ποτά, επιδόρπια και γαλακτοκομικά προϊόντα. (Wu, L. et al., 2022) Στην εικόνα 6 διακρίνονται ορισμένα φυσικά και συνθετικά γλυκαντικά.



Εικόνα 6 : Κατηγορίες φυσικών και συνθετικών γλυκαντικών.

Ενισχυτές γεύσης

Οι ενισχυτές γεύσης είναι ουσίες που χρησιμοποιούνται συνήθως στη βιομηχανία τροφίμων για την ενίσχυση και την εντατικοποίηση της γεύσης και του αρώματος των τροφίμων. ⁽¹⁰⁾ Ωστόσο, τα ενισχυτικά γεύσης δεν συνεισφέρουν τη δική τους γεύση, αντιθέτως έχουν ελάχιστη ή καθόλου. Το γλουταμινικό μονονάτριο (Monosodium glutamate, MSG: E621), το γλουταμινικό οξύ (E620), το ινοσινικό δινάτριο (E631), κ.λπ. είναι οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι ενισχυτές γεύσης. Το MSG είναι ένα άλας του γλουταμινικού οξέος που είναι υπεύθυνο για την παραγωγή μιας ευχάριστης και νόστιμης γεύσης στα τρόφιμα, γνωστή ως umami. Η umami θεωρείται ως μια από τις πέντε βασικές αισθήσεις της γεύσης. Τροφές που είναι πλούσιες σε umami είναι το κρέας, τα ψάρια, το τυρί, τα λαχανικά και ταμανιτάρια. Ενισχύει τη φυσική γεύση των τροφίμων αποκλειστικά ή σε συνδυασμό με το γουανυλικό δινάτριο ή ινοσινικό δινάτριο. (Chauhan, O. P., 2022) Στην εικόνα 7 απεικονίζεται το γλουταμινικό μονονάτριο.



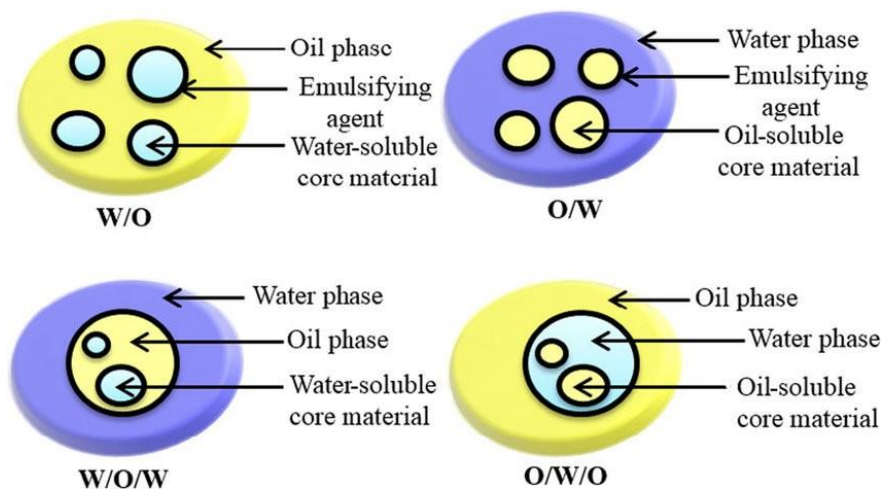
Εικόνα 7 : Γλουταμινικό μονονάτριο.

1.2 Γαλακτωματοποιητές

1.2.1 Ορισμός

Τα γαλακτώματα είναι ετερογενή συστήματα που αποτελούνται από δύο τουλάχιστον μη αναμίξιμα υγρά (γενικά μια υδατική και μια ελαιώδη φάση), όπου το ένα από αυτά είναι διασκορπισμένο στο άλλο με τη μορφή σταγονιδίων. Τα γαλακτώματα είναι 4 τύπων: νερό-σε-έλαιο (W/O), όταν η υδατική φάση είναι διεσπαρμένη στην ελαιώδη (συνεχή) φάση, έλαιο-σε-νερό (O/W), όταν η υδατική φάση είναι η συνεχής φάση και η ελαιώδης φάση είναι η διεσπαρμένη φάση, τα γαλακτώματα νερού σε έλαιο σε νερό (W/O/W) και τα γαλακτώματα ελαίου σε νερό σε έλαιο (O/W/O). Όπως ο τύπος κολλοειδούς διασποράς αποτελείται από μικρά σταγονίδια ελαίου διασκορπισμένα μέσα σε μια υδατική συνεχή φάση. Τα γαλακτώματα είναι θερμοδυναμικά ασταθή και, ως εκ τούτου, τείνουν να διασπώνται με την πάροδο του χρόνου λόγω διαφόρων φυσικοχημικών μηχανισμών, όπως η κροκίδωση, η συσσωμάτωση σωματιδίων, η ωρίμανση Ostwald και ο διαχωρισμός φάσεων. Η σταθερότητα των γαλακτωμάτων καθορίζεται από διάφορους παράγοντες όπως ο τύπος και η ποσότητα του μέσου γαλακτωματοποίησης, το μέγεθος των σταγονιδίων της διεσπαρμένης φάσεως και η διεπιφανειακή τάση μεταξύ της συνεχούς και διεσπαρμένης φάσεως. (ΛΑΖΟΥ Α.Ε., 2019) Για το λόγο αυτό, στα γαλακτώματα περιλαμβάνονται σταθεροποιητές για τη βελτίωση όπως μακροχρόνιας σταθερότητας όπως, όπως γαλακτωματοποιητές, τροποποιητές υφής, αναστολείς ωρίμανσης. Στην εικόνα 8 παρουσιάζονται οι

κατηγορίες γαλακτωμάτων με βάση το είδος της συνεχούς και της διασκορπισμένης φάσης.



Εικόνα 8 : Κατηγορίες γαλακτωμάτων: νερό-σε-έλαιο (W/O), έλαιο-σε-νερό (O/W), νερό-σε-έλαιο-σε-νερό (W/O/W) και έλαιο-σε-νερό-σε-έλαιο (O/W/O).

Ως «γαλακτωματοποιητές» μπορούν να οριστούν τα πρόσθετα τροφίμων που προάγουν τον σχηματισμό ή ενισχύουν την σταθερότητα των γαλακτωμάτων. Πιο συγκεκριμένα, ορίζονται οι αμφίφιλες επιφανειοδραστικές ουσίες, οι οποίες διαθέτουν στο μόριό τους μια υδρόφιλη ομάδα «κεφαλής» και μια λιπόφιλη ομάδα «ουράς». Για να λειτουργήσουν αυτές οι ουσίες ως γαλακτωματοποιητές, πρέπει να έχει την ικανότητα να προσροφώνται στην διεπιφάνεια ελαίου-νερού, δηλαδή η υδρόφιλη ομάδα «κεφαλής» να βρίσκεται στην υδατική φάση και η λιπόφιλη ομάδα «ουράς» στην ελαιώδη φάση. Μ' αυτόν τον τρόπο ελαχιστοποιείται η επιφάνεια επαφής μεταξύ των υδρόφιλων και υδρόφοβων περιοχών και έτσι μειώνεται και η επιφανειακή τάση. Η επιφανειακή τάση είναι η τάση των υγρών να μειώσουν την επιφάνειά τους. Η μείωση της είναι σημαντική κατά τη διάρκεια της ομογενοποίησης, γιατί συμβάλλει στην περαιτέρω διάσπαση των σταγονιδίων, αφού απαιτείται λιγότερη ενέργεια για τη διάσπαση. Όταν ο γαλακτωματοποιητής προσροφηθεί στην επιφάνεια ενός σταγονιδίου του παρέχει μία ισχυρή απωστική δύναμη τέτοια, ώστε να μην είναι εύκολη η συνένωση του με τα γειτονικά του σταγονίδια, ενισχύοντας έτσι την σταθερότητα του γαλακτώματος. Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω για να είναι αποτελεσματικός ένας γαλακτωματοποιητής θα πρέπει να προσροφάται ταχέως στην επιφάνεια των σχηματιζόμενων σταγονιδίων κατά τη διάρκεια της ομογενοποίησης,

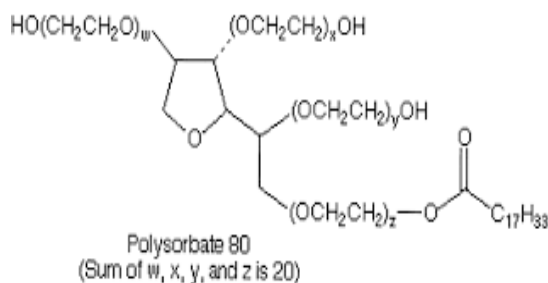
να μειώνει την επιφανειακή τάση σημαντικά και να σχηματίζει μία μεμβράνη γύρω από τα σταγονίδια, η οποία εμποδίζει τη συνένωσή τους.

Εκτός από την ικανότητά τους να σταθεροποιούν τα γαλακτώματα, η φύση του γαλακτωματοποιητή που χρησιμοποιείται, καθορίζει επίσης την ευκολία σχηματισμού γαλακτώματος και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος. Κατά συνέπεια, η επιλογή του κατάλληλου γαλακτωματοποιητή είναι μία από τις σημαντικότερες αποφάσεις κατά τη σύνθεση προϊόντων με βάση το γαλάκτωμα. (Hasenhuettl, G. L., Hartel, R. W., 2008)

1.2.2 Κατηγορίες Γαλακτωματοποιητών

Οι γαλακτωματοποιητές μπορούν να χωριστούν σε δύο βασικές κατηγορίες, ανάλογα την χημική τους δομή και την προέλευσή τους, στους φυσικούς και τους συνθετικούς.

Μεταξύ των συνθετικών και ημισυνθετικών γαλακτωματοποιητών που χρησιμοποιούνται σήμερα στα τρόφιμα είναι οι εστέρες σορβιτάνης, οι πολυοξαιθυλενο-σορβιτανικοί εστέρες (polysorbate20, polysorbate 80), τα παράγωγα κυτταρίνης (μεθυλοκυτταρίνη, αιθυλοκυτταρίνη, καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη), τα μονο- και δι-γλυκερίδια λιπαρών οξέων ή εστέρες λιπαρών οξέων σακχαρόζης. Στην εικόνα 9 παρουσιάζεται η χημική δομή του Polysorbate 80.



Molecular Mass = 1310

Εικόνα 9 : Η χημική δομή του Polysorbate 80.

Όσον αφορά τους συνθετικούς γαλακτωματοποιητές που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων, παρά τις εξαιρετικές γαλακτωματοποιητικές τους ιδιότητες και το ευρύ φάσμα εφαρμογών τους, χάνουν σταδιακά την προτίμησή τους, λόγω της αυξανόμενης ζήτησης των καταναλωτών για φυσική αντικατάσταση των χημικά συνθετικών πρόσθετων. Επιπλέον, οι κανόνες και οι περιορισμοί που επιβάλλουν οι οργανισμοί τροφίμων και οι υγειονομικές αρχές περιορίζουν συνεχώς τη χρήση τους. Κατά συνέπεια, υπάρχει μια αυξανόμενη τάση μεταξύ των παρασκευαστών τροφίμων για την αντικατάσταση των συνθετικών γαλακτωματοποιητών με φυσικές εναλλακτικές λύσεις. (McClements, D. J., Jafari, S. M., 2018)

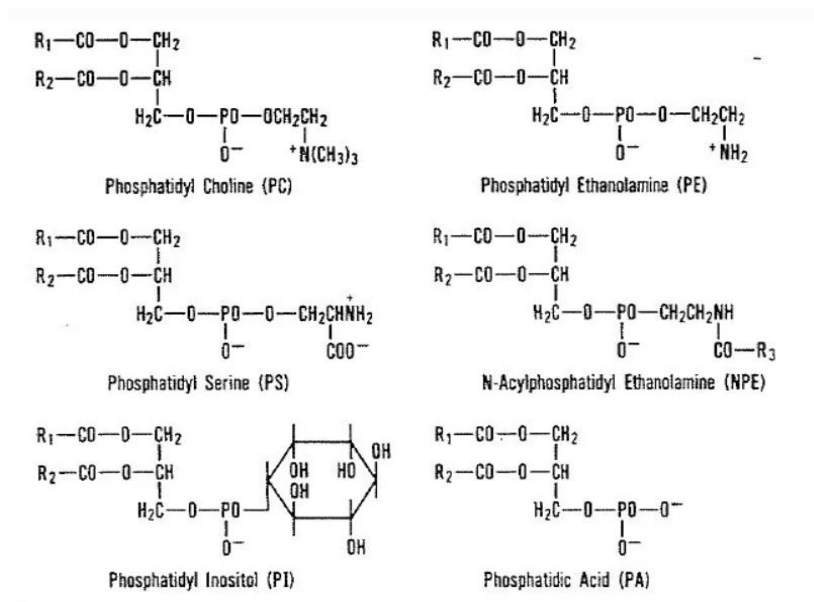
Οι κυριότεροι και πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι φυσικοί γαλακτωματοποιητές είναι τα φωσφολιπίδια, οι πρωτεΐνες, οι πολυσακχαρίτες και οι σαπωνίνες.

Φωσφολιπίδια

Τα φωσφολιπίδια είναι πολικά λιπίδια που βρίσκονται φυσικά σε ζωικά, φυτικά και κυτταρικά τοιχώματα των μικροοργανισμών. Στη φύση, τα φωσφολιπίδια σχηματίζουν ημιπερατές μεμβράνες που παίζουν σημαντικό ρόλο στο διαχωρισμό, την προστασία και τη μεταφορά των κυτταρικών συστατικών, καθώς και στην κυτταρική ακεραιότητα. Τα φωσφολιπίδια αποτελούνται από έναν σκελετό γλυκερόλης με δύο λιπαρά οξέα και ένα τμήμα φωσφορικού οξέος συνδεδεμένα. Οι αλυσίδες λιπαρών οξέων αποτελούν τη μη πολική λιπόφιλη ουρά του γαλακτωματοποιητή, ενώ το τμήμα του φωσφορικού οξέος και κάθε συνδεδεμένη ομάδα αποτελούν την πολική υδρόφιλη κεφαλή. Επειδή τα φωσφολιπίδια έχουν μη πολικές και πολικές ομάδες μέσα στο ίδιο μόριο, είναι αμφίφιλα μόρια που μπορούν να προσροφηθούν σε διεπιφάνειες ελαίου-νερού και να σταθεροποιήσουν λιπιδικά σταγονίδια.

Τα λειτουργικά συστατικά με βάση τα φωσφολιπίδια που χρησιμοποιούνται ως γαλακτωματοποιητές στα εμπορικά προϊόντα ονομάζονται συνήθως λεκιθίνες. Οι λεκιθίνες μπορούν να απομονωθούν από πολυάριθμες βιολογικές πηγές, με τις πιο κοινές να είναι η σόγια, τα αυγά, το γάλα, η ελαιοκράμβη, ο σπόρος κανόλα, ο βαμβακόσπορος και ο ηλίανθος. Οι εμπορικές λεκιθίνες περιέχουν συνήθως έναν συνδυασμό διαφόρων φωσφολιπιδίων και άλλων λιπόφιλων συστατικών (όπως τριγλυκερίδια, γλυκολιπίδια και στερόλες), αλλά μπορούν να κλασματοποιηθούν για τη δημιουργία πιο εκλεπτυσμένων συστατικών. Τα πιο κοινά φωσφολιπίδια που

απαντώνται στα εμπορικά συστατικά λεκιθίνης είναι: φωσφατιδυλοχολίνη (PC), φωσφατιδυλαιθανολαμίνη (PE), φωσφατιδυλινοσιτόλη (PI) και φωσφατιδικό οξύ (PA). (McClements, D. J., & Gumus, C. E., 2016) Στην εικόνα 10 παρουσιάζονται τα βασικά φωσφολιπίδια της λεκιθίνης σόγιας.

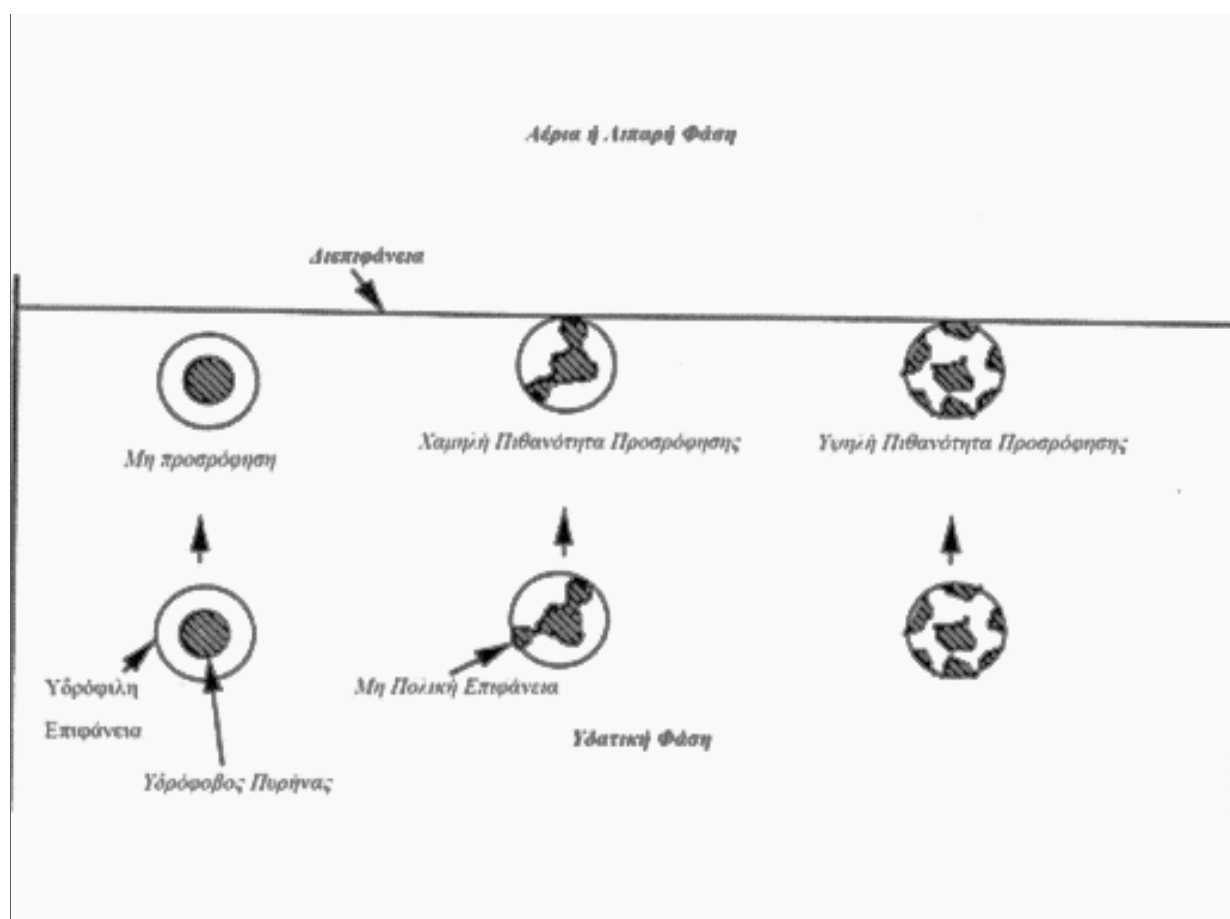


Εικόνα 10 : Τα βασικά φωσφολιπίδια της λεκιθίνης σόγιας, η φωσφατιδυλοσερίνη (PS), η φωσφατιδυλοχολίνη (PC), η φωσφατιδυλινοσιτόλη (PI), η Φωσφατιδυλαιθανολαμίνη (PE) και το Φωσφατιδυλικό οξύ (PA).

Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες είναι βιοπολυμερή που αποτελούνται από αλυσίδες μονάδων αμινοξέων που συνδέονται ομοιοπολικά με πεπτιδικούς δεσμούς. Ο τύπος, ο αριθμός και η θέση των αμινοξέων στην πολυπεπτιδική αλυσίδα καθορίζουν τις μοριακές, φυσικοχημικές και λειτουργικές ιδιότητες των πρωτεϊνών των τροφίμων. Οι περισσότερες πρωτεΐνες περιέχουν μείγμα υδρόφιλων και υδρόφοβων αμινοξέων και επομένως είναι αμφίφιλα μόρια που μπορούν να προσροφηθούν σε διεπιφάνειες ελαίου-νερού και να σταθεροποιούν τα σταγονίδια λιπιδίων στα γαλακτώματα. Οι πρωτεΐνες για να είναι αποτελεσματικές ως γαλακτωματοποιητές θα πρέπει να προσροφώνται γρήγορα στην διεπιφάνεια ελαίου-νερού. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 11, το πόσο γρήγορα θα προσροφηθεί μια πρωτεΐνη στη διεπιφάνεια εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του μορίου της και πιο συγκεκριμένα από τον τρόπο κατανομής των υδρόφοβων και υδρόφιλων ομάδων στην επιφάνεια του. Αν η επιφάνεια είναι εξαιρετικά υδρόφιλη

και δεν περιέχει διακριτές υδρόφοβες περιοχές, η πρωτεΐνη εμφανίζει μικρή πιθανότητα προσρόφησης, καθώς η ελεύθερη ενέργειά της είναι χαμηλότερη στην υδατική φάση από ότι στη διεπιφάνεια. Όσο ο αριθμός των υδρόφοβων περιοχών στην επιφάνεια του πρωτεϊνικού μορίου αυξάνει, τόσο αυξάνεται και η πιθανότητα της γρήγορης προσρόφησης της στη διεπιφάνεια. Αντίθετα, αν η επιφάνεια είναι εξαιρετικά υδρόφοβη, τότε οι πρωτεΐνες τείνουν να συσσωματώνονται, να γίνονται αδιάλυτες στο νερό και να χάνουν την επιφανειακή τους δραστηριότητα. Κατά συνέπεια, ένα βέλτιστο επίπεδο επιφανειακής υδροφοβικότητας απαιτείται συνήθως για να είναι μια πρωτεΐνη καλός γαλακτωματοποιητής. Στην εικόνα 11 παρουσιάζεται η επίδραση της κατανομής των υδρόφιλων και υδρόφοβων ομάδων στο μόριο της πρωτεΐνης στην προσρόφηση της στην διεπιφάνεια των γαλακτωμάτων.



Εικόνα 11 : Τρόπος κατανομής των υδρόφιλων και υδρόφοβων ομάδων στο μόριο της πρωτεΐνης.

Οι πιο συνηθισμένες πρωτεΐνες που χρησιμοποιούνται ως γαλακτωματοποιητές τροφίμων είναι οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος και οι καζεΐνες από το γάλα βοοειδών. Επιπλέον, άλλες πρωτεΐνες που προέρχονται από ζωικές πηγές χρησιμοποιούνται

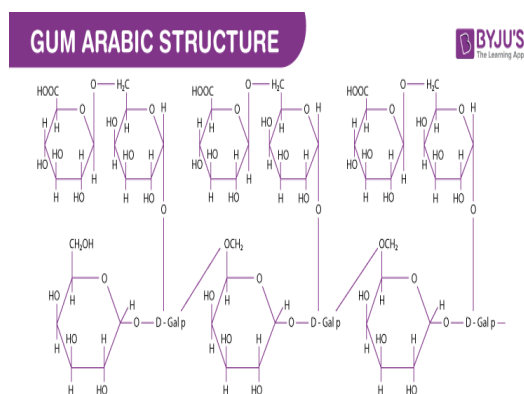
επίσης ευρέως σε ορισμένα τρόφιμα, όπως η ζελατίνη και οι πρωτεΐνες αυγού. Παρ' όλα αυτά, υπάρχει μια σημαντική τάση προς τον εντοπισμό, την απομόνωση και τον χαρακτηρισμό εναλλακτικών τύπων πρωτεϊνών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως γαλακτωματοποιητές στα τρόφιμα, ιδίως εκείνων που προέρχονται από φυτικές πηγές, όπως οι πρωτεΐνες σόγιας, μπιζελιού, φακής, ρεβιθιού, φασολιού και κανόλα. (Gudiña, E. J., & Rodrigues, L. R., 2019)

Πολυσακχαρίτες

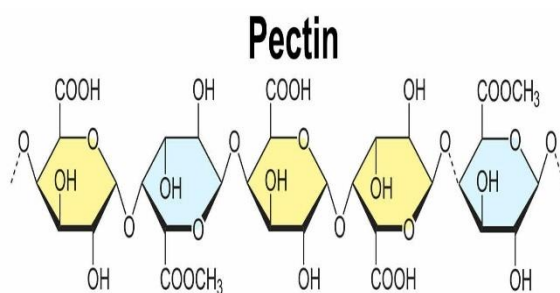
Οι πολυσακχαρίτες είναι βιοπολυμερή και ευρέως διαδεδομένα στα κολλοειδή συστήματα διασποράς (γαλακτώματα) των τροφίμων. Επειδή είναι μεγάλα μόρια, η προσρόφησή τους στις διεπιφάνειες ελαίου-νερού είναι μια πολύ πιο αργή διαδικασία από ό,τι για τους μικρότερους επιφανειοδραστικούς παράγοντες όπως οι πρωτεΐνες. Ωστόσο, δεδομένων των κατάλληλων συνθηκών που καθιστούν δυνατή την προσροφήσή τους στη διεπιφάνεια των γαλακτωμάτων, τα μόρια πολυσακχαριτών δημιουργούν ένα εμπόδιο λόγω του μεγάλου μεγέθους τους και αποτρέπουν τη στενή προσέγγιση άλλων σωματιδίων ή σταγονιδίων, εμποδίζοντας έτσι τη συσσωμάτωση των σταγονιδίων λιπιδίων. Το φαινόμενο αυτό αποδίδεται κυρίως στη στερική απόθεση, όπου το φυσικό μέγεθος των πολυσακχαριδικών αλυσίδων εμποδίζει τα σωματίδια να έρθουν πολύ κοντά το ένα στο άλλο και έτσι μπορούν να παρέχουν ανώτερη σταθερότητα έναντι της συσσωμάτωσης. Οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενοι γαλακτωματοποιητές πολυσακχαριτών που εμφανίζουν διεπιφανειακή δράση είναι το αραβικό κόμμι, οι πηκτίνες, οι γαλακτομαννάνες, τα τροποποιημένα άμυλα και οι κυτταρίνες. Η διεπιφανειακή τους δραστηριότητα μπορεί να προκύπτει σε ορισμένες περιπτώσεις από την κατάλληλη ισορροπία μεταξύ υδρόφιλων και υδρόφοβων ομάδων, όπως συμβαίνει με τα τροποποιημένα άμυλα και τις κυτταρίνες, ή από την παρουσία γλυκοπρωτεϊνών ομοιοπολικά συνδεδεμένων, όπως συμβαίνει με το αραβικό κόμμι και τις πηκτίνες. Άλλοι πολυσακχαρίτες ενώ εμφανίζουν μικρή ή καθόλου διεπιφανειακή δραστηριότητα μπορούν να σταθεροποιήσουν τα γαλακτώματα μέσω της δόμησης, της πύκνωσης και της πηκτωματοποίησης της συνεχούς υδατικής φάσης, όπως στις περιπτώσεις του κόμμεως ξανθάνης, των αλγινικών, των καραγενάνων, της υαλουρονάνης και της χιτοζάνης.

Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των πολυσακχαριτών έναντι άλλων τύπων φυσικών γαλακτωματοποιητών είναι η υψηλή σταθερότητά τους έναντι

περιβαλλοντικών καταπονήσεων π.χ. θερμοκρασία, pH, ιοντική ισχύς κλπ. Από την άλλη πλευρά, οι πολυσακχαρίτες χρειάζονται συνήθως υψηλή αναλογία βάρους πολυμερούς προς έλαιο προκειμένου να παραχθούν σταγονίδια υπομικρού μεγέθους. (Costa, C. et al, 2019)



Εικόνα 12 : Η χημική δομή του αραβικού κόμμι.

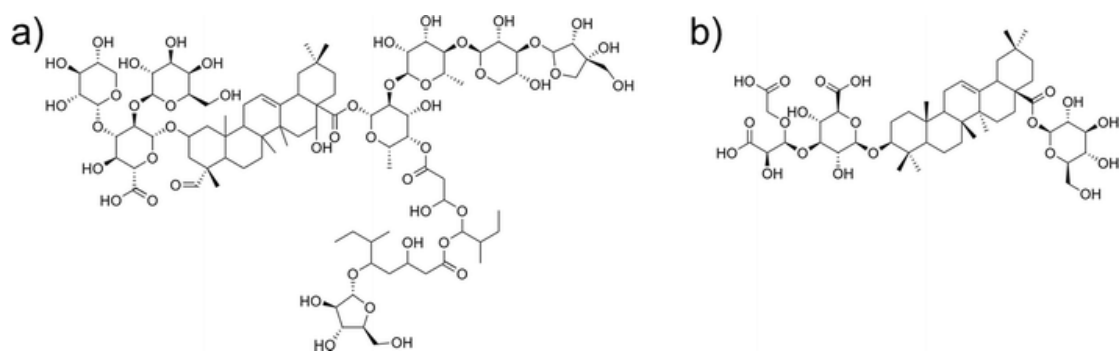


Εικόνα 13 : Η χημική δομή της πηκτίνης.

Σαπωνίνες

Μεταξύ των πιο συχνά χρησιμοποιούμενων φυσικών επιφανειοδραστικών ουσιών είναι οι σαπωνίνες, οι οποίες είναι γλυκοζίδες που εξάγονται από το φλοιό του δέντρου *Quillaja saponaria*. Το Q-Naturale® είναι μια εμπορική μορφή σαπωνίνης *Quillaja* με εφαρμογές στη βιομηχανία τροφίμων. Μελέτες έχουν αναφέρει ότι αυτές οι βιοεπιφανειοδραστικές ουσίες σχηματίζουν λεπτά γαλακτώματα ελαίου σε νερό με μέγεθος σταγονιδίων μικρότερο από 200 nm, τα οποία είναι σταθερά για συσσωμάτωση σε ένα ευρύ φάσμα pH, ιοντικής ισχύος και θερμοκρασιών. Οι σαπωνίνες έχει επίσης αποδειχθεί ότι προστατεύουν τα σταγονίδια λιπιδίων από τη συσσωμάτωση όταν η ελαιώδης φάση κρυσταλλώνεται, γεγονός που αποτελεί ιδιαίτερα χρήσιμο χαρακτηριστικό για τη διαμόρφωση στερεών λιπιδικών

νανοσωματιδίων ή νανοδομημένων λιπιδικών φορέων. Μέρος της ικανότητάς τους να σχηματίζουν σταθερά γαλακτώματα ελαίου σε νερό, έχει αποδοθεί στο σχηματισμό ισχυρών ελαστικών διεπιφανειών που εμποδίζουν την παραμόρφωση σταγονιδίων και τη συνένωση τους. Επιπλέον, οι ρεολογικές ιδιότητες των διεπιφανειακών επιφανειοδραστικών στρωμάτων εξαρτώνται από τη φύση της ελαιώδους φάσης- η ελαστικότητα της διεπιφάνειας αυξάνεται με την υδροφοβικότητα. Έχει αναφερθεί ότι τα εμπλουτισμένα με βιταμίνες νανογαλακτώματα που σταθεροποιούνται με σαπωνίνες Quillaja εμφανίζουν βραδύτερο ρυθμό λιπιδικής οξείδωσης σε σύγκριση με τα γαλακτώματα που σταθεροποιούνται με συνθετικές επιφανειοδραστικές ουσίες. (McClements, D. J., & Gumus, C. E., 2016) Στην εικόνα 14 διακρίνονται οι χημικές δομές των σαπωνινών από το φυτό Quillaja saponaria Molina και από ζαχαρότευτλα.



Εικόνα 14 : Χημική δομή σαπωνινών από a) Quillaja saponaria Molina (QS 21) και b) ζαχαρότευτλα.

1.2.3 Επιδράσεις των γαλακτωματοποιητών στην υγεία

Οι γαλακτωματοποιητές χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση της υφής των επεξεργασμένων τροφίμων όπως επίσης για την βελτίωση της διάρκειας ζωής τους, αποτρέποντας τον διαχωρισμό του μείγματος. Η χρήση τους στη βιομηχανία τροφίμων τα τελευταία χρόνια είναι εκτενής, παρουσιάζοντας ιδιαίτερο ενδιαφέρον η επίδραση τους στην υγεία. Ευρέως χρησιμοποιούμενοι συνθετικοί γαλακτωματοποιητές είναι το Polysorbate 80 και η καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη. Σε μελέτες που έχουν γίνει, αυτοί οι γαλακτωματοποιητές έχουν δείξει τοξικότητα, συμπεριλαμβανομένης της καταστροφής των εντερικών βακτηρίων, της καθυστερημένης ανοσολογικής απόκρισης, της παχυσαρκίας και του συνδρόμου ευερέθιστου εντέρου.

Μια άλλη μελέτη έδειξε ότι οι γαλακτωματοποιητές προάγουν την ανάπτυξη και τη μετατόπιση βακτηρίων, επιτρέποντας στα βακτήρια να μεταναστεύσουν σε επιθηλιακά κύτταρα και τελικά να αναπτυχθεί η νόσος του Crohn. Οι γαλακτωματοποιητές αυξάνουν την εντερική διαπερατότητα, καθώς βακτήρια όπως η *E.coli* εισβάλλουν στα μακροφάγα κύτταρα, οδηγώντας στο σχηματισμό αποστημάτων, κοκκιωμάτων και συριγγίων και παρέχουν τις κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη φλεγμονώδους νόσου του εντέρου και καρκίνου του παχέος εντέρου. (Aronso, M. et al., 2017).

Οι επιπτώσεις των συγκεκριμένων γαλακτωματοποιητών στον μικροβιόκοσμο είναι διαφορετικές, τουλάχιστον όπως παρατηρήθηκε από μελέτες *in vitro*, υποδεικνύοντας έτσι ότι είναι απαραίτητη η περαιτέρω διερεύνηση των επιπτώσεων των επιμέρους γαλακτωματοποιητών, του τρόπου κατανάλωσής τους και των επιπέδων έκθεσής τους για την καλύτερη κατανόηση της σχέσης μεταξύ της κατανάλωσης γαλακτωματοποιητών, και του εντερικού μικροβιώματος. Αξίζει να σημειωθεί ότι, παρά τις πιθανές κλινικές εκδηλώσεις αυξημένης φλεγμονής μετά την έκθεση σε αυτούς τους γαλακτωματοποιητές, άλλες μελέτες έχουν αναφέρει ότι δεν έχουν επιβεβαιωθεί δυσμενείς επιπτώσεις των γαλακτωματοποιητών σε επίπεδο πληθυσμού, οδηγώντας έτσι στη συνεχή συμπερίληψή τους στην βιομηχανία τροφίμων. Η караγενάνη, η οποία μπορεί να βρεθεί σε κατεψυγμένα γεύματα, γαλακτοκομικά προϊόντα και ορισμένα βρεφικά γάλατα, έχει κριθεί από την Κοινή Επιτροπή Εμπειρογνομόνων FAO/WHO για τα Πρόσθετα Τροφίμων (JECFA) ότι είναι ασφαλής στα βρεφικά γάλατα. Η πιο πρόσφατη έκθεση που εξετάζει το θέμα αυτό δημοσιεύθηκε το 2015 και εξετάζει τα αποτελέσματα των *in vitro* και *in vivo* μελετών τόσο σε ζώα όσο και σε ανθρώπους, καθώς και τη διατροφική έκθεση στην караγενάνη, συμπεριλαμβανομένης της έκθεσης των βρεφών από την κατανάλωση βρεφικών τροφών λόγω της ευρείας και πανταχού παρούσας χρήσης της στην παρασκευή βρεφικών τροφών. Ωστόσο, η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA) όρισε το 2018 ότι δεν θα επιτρέπει πλέον την προσθήκη караγενάνης σε βρεφικά γάλατα λόγω ανησυχιών σχετικά με την πιθανή απορρόφηση από τον ανώριμο εντερικό σωλήνα των βρεφών. Γι' αυτό το λόγο η έρευνα σχετικά με τη τοξικότητα των γαλακτωματοποιητών και γενικότερα των πρόσθετων τροφίμων στην ανθρώπινη υγεία θα πρέπει να είναι συνεχής. (Richey Levine, A. et al, 2022)

1.2.4 Νομοθεσία

Οι γαλακτωματοποιητές και όλα τα πρόσθετα τροφίμων, πριν εγκριθούν για χρήση στα τρόφιμα, υπόκεινται σε αυστηρό έλεγχο από εθνικές και διεθνείς επιστημονικές επιτροπές εμπειρογνομόνων. Οι ανεξάρτητοι αυτοί φορείς περιλαμβάνουν την Κοινή Επιτροπή Εμπειρογνομόνων FAO/WHO για τα Πρόσθετα Τροφίμων (JECFA) σε διεθνές επίπεδο, την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA) σε ευρωπαϊκό επίπεδο, καθώς και εθνικούς οργανισμούς. Στην Ευρώπη, η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων, (EFSA), επίσημα η Επιστημονική Επιτροπή Τροφίμων ή SCF, είναι υπεύθυνη για τη διενέργεια των απαραίτητων αξιολογήσεων ασφάλειας για τα πρόσθετα τροφίμων, κυρίως κατόπιν αιτήματος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η Επιστημονική Επιτροπή και οι Επιστημονικές Ομάδες Εμπειρογνομόνων της EFSA παρέχουν ανεξάρτητες αξιολογήσεις κινδύνου για όλα τα θέματα που σχετίζονται με την ασφάλεια των τροφίμων και των ζωοτροφών, συμπεριλαμβανομένων των πρόσθετων τροφίμων- παρέχοντας έτσι στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και τα κράτη μέλη μια υγιή επιστημονική βάση στην οποία μπορούν να βασιστούν η νομοθεσία και οι πολιτικές που σχετίζονται με την ασφάλεια των τροφίμων και των ζωοτροφών. Μετά από μια αρχική συζήτηση, διενεργείται πλήρης αξιολόγηση, συμπεριλαμβανομένων των τοξικολογικών δοκιμών. Μόνο όταν η EFSA έχει αποδείξει ότι μια πρόσθετη ύλη είναι ασφαλής για ανθρώπινη κατανάλωση, υποβάλλεται προς έγκριση από την Επιτροπή. Η διαδικασία έγκρισης μιας εντελώς νέας πρόσθετης ύλης μπορεί να διαρκέσει 5-10 χρόνια. Εκτός από την αξιολόγηση της χρήσης τους, τα πρόσθετα τροφίμων αξιολογούνται επίσης ως προς την καθαρότητα και τις ιδιότητες επεξεργασίας τους. Μόλις η EFSA γνωμοδοτήσει θετικά για την ασφάλεια ενός πρόσθετου τροφίμων, είναι ευθύνη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής να προετοιμάσει την απαραίτητη νομοθεσία της ΕΕ για την έγκριση της χρήσης του εν λόγω πρόσθετου σε συγκεκριμένα τρόφιμα. Οι γαλακτωματοποιητές τροφίμων, όπως όλα τα πρόσθετα τροφίμων, παραμένουν υπό συνεχή αξιολόγηση κατά τη διάρκεια της χρήσης τους, προκειμένου να παραμείνουν εγκεκριμένοι. Η νομοθεσία της ΕΕ για τα πρόσθετα τροφίμων καθορίζει τις αρχές για τη χρήση των προσθέτων. Μόνο εγκεκριμένα πρόσθετα μπορούν να χρησιμοποιούνται στις δόσεις που καθορίζονται για κάθε εφαρμογή. Πρόσφατα, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο ενέκριναν έναν κανονισμό-πλαίσιο, τον κανονισμό 1333/2008, για την ενοποίηση όλων των

ισχυουσών εγκρίσεων για γαλακτωματοποιητές και άλλα πρόσθετα τροφίμων σε ένα νομικό κείμενο. Το παράρτημα II της εν λόγω νομοθεσίας, που θεσπίστηκε με τον κανονισμό 1129/2011 της Επιτροπής, παρέχει έναν κοινοτικό κατάλογο γαλακτωματοποιητών που έχουν εγκριθεί για χρήση σε τρόφιμα και ποτά και τους όρους χρήσης τους. Όπου ενδείκνυται, προσδιορίζονται τα ανώτατα επίπεδα χρήσης.

(16) Υπάρχουν όμως αποκλίσεις μεταξύ των διαφόρων ρυθμιστικών φορέων και μεταξύ διαφορετικών χωρών σχετικά με το ποια πρόσθετα τροφίμων ταξινομούνται ως γαλακτωματοποιητές. Ο Codex Alimentarius απαριθμεί 261 πρόσθετα στη λειτουργική κατηγορία "γαλακτωματοποιητής" ή "γαλακτωματοποιητικό άλας". Αντίθετα, ο Οργανισμός Προτύπων Τροφίμων (Food Standards Agency, FSA) απαριθμεί μόνο 63 πρόσθετα ως γαλακτωματοποιητές, σταθεροποιητές, πηκτικοί παράγοντες που επιτρέπονται στην ΕΕ, επειδή πολλά πρόσθετα που απαριθμούνται από τον Codex δεν έχουν εγκριθεί για χρήση στην ΕΕ. Εν τω μεταξύ, ο FDA απαριθμεί 171 εγκεκριμένα πρόσθετα ως "γαλακτωματοποιητές ή γαλακτωματοποιητικά άλατα". (Cox, S. et al., 2021) Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται και τα 63 πρόσθετα που δρουν ως γαλακτωματοποιητές, σταθεροποιητές, πηκτικοί παράγοντες σύμφωνα με τον FSA (Food Standards Agency). (<https://www.food.gov.uk/business-guidance/approved-additives-and-e-numbers>)

Πίνακας 1: Οι γαλακτωματοποιητές, σταθεροποιητές, πηκτικοί παράγοντες σύμφωνα με τον FSA.

Emulsifiers, stabilisers, thickeners and gelling agents

E numbers	Additives
E322	Lecithins
E400	Alginic acid
E401	Sodium alginate
E402	Potassium alginate
E403	Ammonium alginate
E404	Calcium alginate
E405	Propane-1,2-diol alginate
E406	Agar
E407	Carrageenan

Enumbers	Additives
E444	Sucrose acetate isobutyrate
E445	Glycerol esters of wood rosins
E460	Cellulose
E461	Methyl cellulose
E462	Ethyl cellulose
E463	Hydroxypropyl cellulose
E464	Hydroxypropyl methyl cellulose
E465	Ethyl methyl cellulose
E466	Carboxy methyl cellulose
E468	Crosslinked sodium carboxy methyl cellulose
E469	Enzymatically hydrolysed carboxy methyl cellulose
E470a	Sodium, potassium and calcium salts of fatty acids
E470b	Magnesium salts of fatty acids
E471	Mono- and diglycerides of fatty acids
E472a	Acetic acid esters of mono- and diglycerides of fatty acids
E472b	Lactic acid esters of mono- and diglycerides of fatty acids
E472c	Citric acid esters of mono- and diglycerides of fatty acids
E472d	Tartaric acid esters of mono- and diglycerides of fatty acids

Enumbers	Additives
E472e	Mono- and diacetyltartaric acid esters of mono- and diglycerides of fatty acids
E472f	Mixed acetic and tartaric acid esters of mono- and diglycerides of fatty acids
E473	Sucrose esters of fatty acids
E474	Sucroglycerides
E475	Polyglycerol esters of fatty acids
E476	Polyglycerol polyricinoleate
E477	Propane-1,2-diol esters of fatty acids
E479b	Thermally oxidised soya bean oil interacted with mono and diglycerides of fatty acids
E481	Sodium stearoyl-2-lactylate
E482	Calcium stearoyl-2-lactylate
E483	Stearyl tartrate
E491	Sorbitan monostearate
E492	Sorbitan tristearate
E493	Sorbitan monolaurate
E494	Sorbitan monooleate
E495	Sorbitan monopalmitate
E1103	Invertase

1.2.5 Χρήσεις γαλακτωματοποιητών στη βιομηχανία τροφίμων

Στις περισσότερες εφαρμογές, οι γαλακτωματοποιητές χρησιμοποιούνται για τη γαλακτωματοποίηση του ελαίου στο νερό ή το αντίστροφο. Ωστόσο, οι κύριες λειτουργίες των γαλακτωματοποιητών στα προϊόντα αρτοποιίας είναι πολλαπλές. Αυτές περιλαμβάνουν: αλληλεπίδραση πρωτεϊνών, συμπλοκοποίηση αμύλου (π.χ. ψωμί), γαλακτωματοποίηση λίπους (π.χ. μπισκότα), τροποποίηση της υφής, του ιξώδους και της κρυστάλλωσης του λίπους, βελτίωση των ιδιοτήτων αφρισμού και αερισμού (π.χ. κέικ) και διαβροχή σκονών.

Σε πολλά γαλακτοκομικά προϊόντα (όπως μους σοκολάτας, επιδόρπια, σκόνες επικάλυψης, σαντιγί και παγωτό), ο αερισμός, η ταχύτητα σχηματισμού αφρού και η σταθερότητα αποτελούν βασικά χαρακτηριστικά. Άλλα γαλακτοκομικά προϊόντα, όπως το γάλα ή το τυρί, εξαρτώνται από γαλακτωματοποιητές για την επίτευξη του σχηματισμού γαλακτώματος και τη σταθεροποίηση.

Στη ζαχαροπλαστική, οι γαλακτωματοποιητές δεν χρησιμοποιούνται μόνο για τη δημιουργία γαλακτωμάτων νερού και ελαίου, αλλά επηρεάζουν επίσης την κρυστάλλωση, τις ιδιότητες ροής, την τάση για αφρό και την υφή. Για παράδειγμα, στις τσίχλες, τις καραμέλες και τα καραμέλες, καθώς και στα ζαχαρώδη, οι γαλακτωματοποιητές προστίθενται για να βελτιώσουν την υφή και να μειώσουν την κολλώδη αίσθηση στο στόμα (stickiness).

Οι γαλακτωματοποιητές στη σοκολάτα χρησιμοποιούνται για την καθυστέρηση της ανάπτυξης αφρού και τον έλεγχο των ιδιοτήτων ροής της κακαόμαζας. Ορισμένοι μπορούν ακόμη και να χρησιμοποιηθούν για τη μείωση άλλων πιο ακριβών συστατικών, όπως το βούτυρο κακάο, έχοντας το πρόσθετο πλεονέκτημα της μείωσης των συνολικών επιπέδων λίπους και trans-λιπαρών.

Οι γαλακτωματοποιητές σε ντρέσινγκ, μαγιονέζες και σάλτσες χρησιμοποιούνται για να παρέχουν γαλακτωματοποίηση και παρατεταμένη διάρκεια ζωής. Στην παραγωγή νιφάδων πατάτας, κόκκων πατάτας και προϊόντων ζυμαρικών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αυξήσουν την ευελιξία κατά το μαγείρεμα, να διευκολύνουν την επεξεργασία μειώνοντας την κολλώδη κατάσταση και να βελτιώσουν την ποιότητα των τελικών προϊόντων.

Η αγορά ελαίων και λιπών, συμπεριλαμβανομένων των μαργαρίνων και των λιπαρών ουσιών, έχει αναπτυχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Προχωρώντας από την παραδοσιακή μαργαρίνη, οι γαλακτωματοποιητές εντάσσονται πια σε νέα προϊόντα, όπως προϊόντα με χαμηλά λιπαρά, διαλύματα χωρίς trans λιπαρά και υγρά συστήματα.

Στα αλείμματα και το φυστικοβούτυρο, οι γαλακτωματοποιητές χρησιμοποιούνται ως σταθεροποιητές γαλακτώματος, μειώνοντας την κολλώδη αίσθηση στο στόμα, βελτιώνοντας την απελευθέρωση γεύσης και διευκολύνοντας την παραγωγή τους. (16)

Συνήθεις χρησιμοποιούμενοι γαλακτωματοποιητές πρόσθετων τροφίμων στην ΕΕ περιλαμβάνουν τη λεκιθίνη (E322- στο 14% όλων των τροφίμων στην ΕΕ), μονο- και διγλυκερίδια λιπαρών οξέων (E471- στο 7% των τροφίμων), κόμμα γκουάρ (E412- στο 6% των τροφίμων), κόμμα ξανθάνης (E415- στο 5% των τροφίμων), καραγενάνη (E407- στο 4% των τροφίμων) και κυτταρίνες (π.χ. καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη [E460- E469]) στο 2% των τροφίμων. (Cox, S. et al, 2021) Οι κατηγορίες γαλακτωματοποιητών παρουσιάζονται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2 : Κατηγορίες γαλακτωματοποιητών και προσθήκη τους στα τρόφιμα

Γαλακτωματοποιητές	Είδος γαλακτωματοποιητή	Τύπος τροφίμων στα οποία προστίθενται
Πρωτεΐνες	Αμφίφιλα βιοπολυμερή	Γαλακτοκομικά προϊόντα, κρέας, ψάρι, αυγά
Πολυσακχαρίτες		Χυμοί, πολτός φρούτων, ποτά σε σκόνη, dressing για σαλάτες, σοκολάτα, ζελέ,

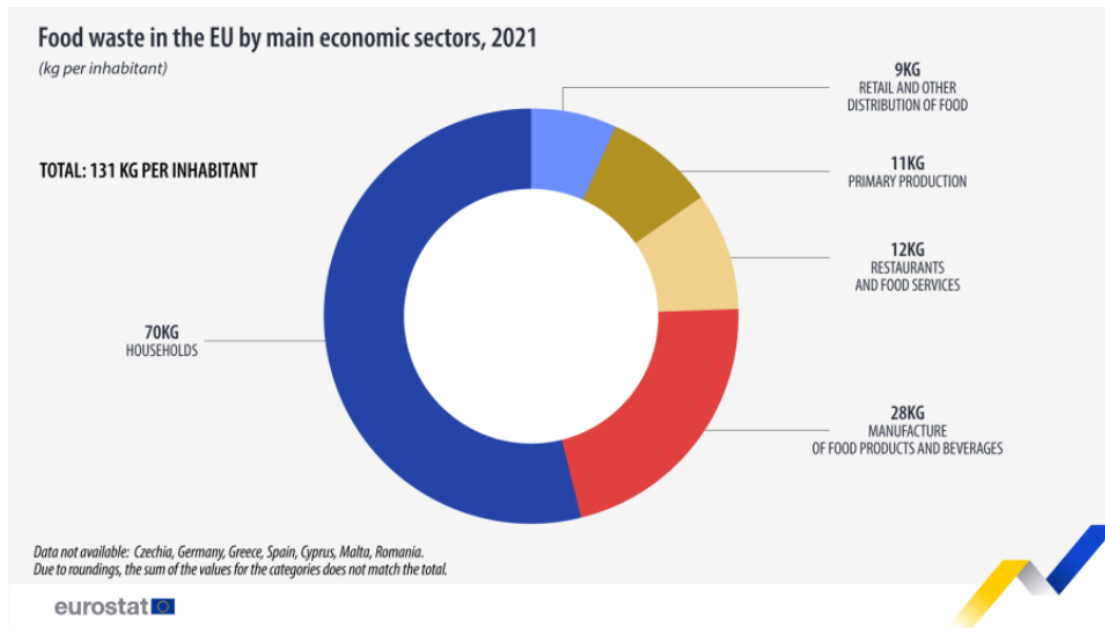
		γαλακτοκομικά προϊόντα, μαργαρίνη, προϊόντα αρτοποιίας, κατεψυγμένα τρόφιμα, και σάλτσες.
Σαπωνίνες	Χαμηλού μοριακού βάρους γαλακτωματοποιητές	Ποτά
Φωσφολιπίδια		Σοκολάτα, προϊόντα αρτοποιίας, παγωτά, μαγιονέζα, σάλτσες, dressing για σαλάτες
Μόνο- και Διγλυκερίδια		Παγωτό, γαλακτοκομικά προϊόντα, μαγιονέζα και dressing για σαλάτες, μαργαρίνη, πάστες, κρεμώδεις γεμίσεις ζαχαροπλαστικής, ψωμί, μπισκότα, κεικ, φυστικοβούτυρο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Απόβλητα /παραπροϊόντα βιομηχανίας τροφίμων

2.1.1 Ορισμός

Οι απώλειες και τα απόβλητα τροφίμων είναι ένα μείζον πρόβλημα που αναπτύσσεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια σε παγκόσμια κλίμακα και πλήττει τις αναπτυσσόμενες και τις ανεπτυγμένες χώρες εξίσου. Σύμφωνα με την τελευταία έκθεση του FAO (2021) εκτιμάται ότι περίπου 931 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων τροφίμων παράχθηκαν το 2019, 61 τοις εκατό των οποίων προήλθε από νοικοκυριά, το 26 τοις εκατό από τις υπηρεσίες/παρόχους τροφίμων και 13 τοις εκατό από το λιανικό εμπόριο. Αυτό υποδηλώνει ότι το 17 τοις εκατό της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής τροφίμων μπορεί να σπαταληθεί (11 τοις εκατό στα νοικοκυριά, 5 τοις εκατό σε υπηρεσίες τροφίμων και 2 τοις εκατό στο λιανικό εμπόριο). Η κατά κεφαλήν παραγωγή αποβλήτων τροφίμων από τα νοικοκυριά βρέθηκε ότι είναι σε γενικές γραμμές παρόμοια σε όλες τις ομάδες εισοδήματος των χωρών, γεγονός που υποδηλώνει ότι η δράση για την αντιμετώπιση της σπατάλης τροφίμων είναι εξίσου σημαντική σε χώρες με υψηλό, μεσαίο και χαμηλό εισόδημα. Αυτό αποκλίνει από προηγούμενες αφηγήσεις που επικεντρώνονται στα καταναλωτικά απόβλητα τροφίμων στις αναπτυσσόμενες χώρες και στις απώλειες παραγωγής, αποθήκευσης και μεταφοράς τροφίμων στις αναπτυσσόμενες χώρες. Προηγούμενες εκτιμήσεις της σπατάλης των τροφίμων προς κατανάλωση υποεκτιμούσαν σημαντικά την κλίμακά τους. Ενώ τα δεδομένα δεν επιτρέπουν μια ισχυρή σύγκριση διαχρονικά, η σπατάλη τροφίμων σε επίπεδο καταναλωτή (νοικοκυριό και υπηρεσιών τροφίμων) φαίνεται να είναι υπερδιπλάσια από την προηγούμενη εκτίμηση του FAO. (<https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021>) Στην εικόνα 15 καταγράφεται η συνολική σπατάλη τροφίμων στην Ευρωπαϊκή Ένωση, από βασικούς οικονομικούς φορείς, σύμφωνα με την Eurostat (στατιστική υπηρεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης) για το έτος 2021.



Εικόνα 15 : Η συνολική σπατάλη τροφίμων στην Ευρωπαϊκή Ένωση από βασικούς οικονομικούς τομείς (σε kg ανά κάτοικος), σύμφωνα με την Eurostat (2021).

Η έκθεση του FAO (2011) όρισε την απώλεια και τα απόβλητα τροφίμων ως "τη μείωση, σε όλα τα στάδια της τροφικής αλυσίδας, δηλαδή από τη στιγμή της συγκομιδής μέχρι τη στιγμή της κατανάλωσης, της μάζας των βρώσιμων τροφίμων που προορίζονταν αρχικά για ανθρώπινη κατανάλωση, ανεξάρτητα από την αιτία" (FAO 2011), εισάγοντας την έννοια της σπατάλης, θεωρώντας τα απόβλητα τροφίμων από τη στιγμή που τα προϊόντα είναι έτοιμα για συγκομιδή (δηλαδή, όχι μόνο μετά τη συγκομιδή) και τα τρόφιμα που δεν καταναλώνονται και ανακατευθύνονται σε εναλλακτικές χρήσεις επίσης. (<https://www.fao.org/3/i2697e/i2697e.pdf>) Ωστόσο, το 2019, με την εισαγωγή δύο νέων δεικτών που είναι ο Δείκτης Απώλειας Τροφίμων και ο Δείκτης Αποβλήτων/Σπατάλης Τροφίμων, δόθηκε ένας ελαφρώς τροποποιημένος ορισμός:

- Απώλεια τροφίμων είναι "η μείωση της ποσότητας ή της ποιότητας των τροφίμων που προκύπτει από αποφάσεις και ενέργειες των προμηθευτών τροφίμων στην αλυσίδα, εξαιρουμένων του λιανικού εμπορίου, των παρόχων υπηρεσιών τροφίμων και των καταναλωτών. Έτσι, η απώλεια τροφίμων αναφέρεται στη μείωση της μάζας (ξηρής ύλης) ή της θρεπτικής αξίας (ποιότητας) των τροφίμων που προορίζονταν αρχικά για ανθρώπινη κατανάλωση".

- Η σπατάλη τροφίμων είναι "η μείωση της ποσότητας ή της ποιότητας των τροφίμων που προκύπτει από αποφάσεις και ενέργειες των λιανοπωλητών, των υπηρεσιών τροφίμων και των καταναλωτών. Η σπατάλη τροφίμων αναφέρεται σε τρόφιμα κατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση που απορρίπτονται, είτε διατηρούνται πέραν της ημερομηνίας λήξης τους είτε αφήνονται να χαλάσουν". (<https://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf>)

Τα απόβλητα τροφίμων αναφέρονται σε οποιοδήποτε υλικό τροφίμων που απορρίπτεται, παραμένει αχρησιμοποίητο ή καταστρέφεται, το οποίο μπορεί να προκύψει σε διάφορα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής, της επεξεργασίας, της διανομής και της κατανάλωσης. Αντιθέτως, τα παραπροϊόντα τροφίμων είναι υλικά που προκύπτουν κατά την παραγωγή τροφίμων και δεν είναι το κύριο προϊόν που προορίζεται για κατανάλωση, αλλά εξακολουθούν να έχουν διατροφική αξία. Αυτά τα υλικά μπορεί να περιλαμβάνουν μέρη των τροφίμων που δεν καταναλώνονται τυπικά από τους ανθρώπους αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άλλους σκοπούς, όπως για ζωοτροφή, παραγωγή βιοκαυσίμων ή εξαγωγή θρεπτικών συστατικών. Παραδείγματα παραπροϊόντων τροφίμων περιλαμβάνουν τις φλούδες και τα κουκούτσια φρούτων και λαχανικών, τα οστά και το δέρμα ζώων και τα λίπη, καθώς και τα υπολείμματα από την επεξεργασία τροφίμων. Έως και το 42% από τα απόβλητα τροφίμων συμβαίνουν εντός του νοικοκυριού, το 39% στον τομέα της παραγωγής τροφίμων, το 14% στον τομέα της παροχής υπηρεσιών τροφίμων (εστιατόρια και έτοιμα προς κατανάλωση τρόφιμα) και το 5% κατά την παράδοση. (Raftu, R. N. et al., 2023)

2.1.2 Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποβλήτων/ παραπροϊόντων τροφίμων

Η σπατάλη τροφίμων είναι ένα από τα θεμελιώδη ζητήματα όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και αυτό το είδος σπατάλης έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια των ίδιων των τροφίμων, αλλά και του νερού, της ενέργειας, των λιπασμάτων και άλλων πόρων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τους. Τα απόβλητα φρούτων και λαχανικών και τα παραπροϊόντα που συσσωρεύουν οι αγροβιομηχανίες τροφίμων αποτελούνται συνήθως από υπολειμματική βιομάζα που δεν αξιοποιείται επαρκώς και είναι πλούσια σε διάφορα βιοενεργά λειτουργικά συστατικά. Τα απόβλητα φρούτων και λαχανικών έχουν ερευνηθεί για την παραλαβή φαινολικών ενώσεων, διαιτητικών ινών και άλλων βιοδραστικών ουσιών, καθώς

αποτελούν πλούσιες πηγές φυτοχημικών ουσιών. Πολλά τμήματα φρούτων και λαχανικών αφαιρούνται από το τελικό προϊόν πριν φτάσουν στο λιανικό εμπόριο (φλούδες, πυρήνες/στέμφυλα και σπόροι), και αυτές οι πρώτες ύλες είναι πλούσιες πηγές εξαιρετικά πολύτιμων μορίων, όπως φαινολικές ενώσεις, καροτενοειδή, μέταλλα, βιταμίνες και άλλες ενώσεις με οφέλη για την υγεία (πχ πρόληψη διαφόρων ασθενειών, βελτίωση του ανοσοποιητικού συστήματος, ρύθμιση του γαστρεντερικού συστήματος κλπ).

Ως εκ τούτου, έχουν καταβληθεί σημαντικές προσπάθειες για την εξεύρεση τεχνολογικών λύσεων για την αποφυγή της σπατάλης τροφίμων και την απόθεση των παραπροϊόντων αυτής της βιομηχανίας, δηλαδή μέσω της επαναχρησιμοποίησής τους στην τροφική αλυσίδα, προωθώντας έτσι την κυκλική οικονομία και τη βιωσιμότητα.

Τα απόβλητα που παράγονται στη βιομηχανία τροφίμων και τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκαλούνται από αυτά προκαλούν ανησυχία σε όλες τις χώρες που εμφανίζονται, ανεπτυγμένες ή αναπτυσσόμενες. Τα φρούτα και τα λαχανικά, καθώς και τα παραπροϊόντα και τα βιολογικά τους υπολείμματα, μπορούν να αξιοποιηθούν στη δημιουργία νέων καινοτόμων τροφίμων και προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας, που διαθέτουν αρκετές ευεργετικές ιδιότητες για την υγεία και μελετώνται ευρέως σε όλο τον κόσμο.

Επίσης, τα τελευταία χρόνια οι καταναλωτές θέλοντας να εντάξουν στην διατροφή τους προϊόντα φυσικής προέλευσης, με ήπια ή και καθόλου επεξεργασία, αποφεύγουν προϊόντα τροφίμων που περιλαμβάνουν συνθετικά πρόσθετα, καθώς ορισμένα έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην υγεία. Ως εκ τούτου, ο παράγοντας αυτός προστίθεται στην ανάγκη επαναχρησιμοποίησης αυτών των παραπροϊόντων και βιολογικών υπολειμμάτων που παράγονται από τα φρούτα και τα λαχανικά και ενισχύουν τη σημασία και την αναγκαιότητα της μελέτης της εφαρμογής των παραπροϊόντων και των βιολογικών υπολειμμάτων ως πηγή φυσικών προσθέτων. (Ueda, J.M. et al.,2022)

Χαρακτηριστικά παραδείγματα αγροδιατροφικών παραπροϊόντων αποτελούν:

- **Φλούδες φρούτων και λαχανικών**

Οι φλούδες φρούτων και λαχανικών παράγονται στο στάδιο της αποφλοιώσης, όπου ο πολτός διαχωρίζεται από το κάλυμμα της πρώτης ύλης. Η εργασία αυτή πραγματοποιείται μηχανικά ή χειροκίνητα, ανάλογα με την παραγωγή και την τεχνολογία που χρησιμοποιείται. (Osorio, L. L. D. R. et al., 2021)

Οι φλούδες της μπανάνας αποτελούν μεγάλη πηγή καροτενοειδών, φαινολικών ενώσεων, διαιτητικών ινών και άλλων φυτοχημικών ουσιών με ισχυρό αντιοξειδωτικό δυναμικό. Περίπου το 35-40% της μάζας μιας μπανάνας αποτελείται από το κύριο υποπροϊόν του καρπού, τη φλούδα μπανάνας. Οι φαινολικές χημικές ουσίες, οι διαιτητικές ίνες και οι αντιμικροβιακές, αντιβακτηριακές και αντιοξειδωτικές ενώσεις βρίσκονται σε υψηλές ποσότητες στη φλούδα της μπανάνας. Η φλούδα μπανάνας περιέχει βιταμίνες (βιταμίνες C και A), ιχνοστοιχεία (σίδηρο και ψευδάργυρο) και μακροστοιχεία (κάλιο, ασβέστιο, φώσφορο και μαγνήσιο). Επιπλέον, περιέχει περίπου 50% φυτικές ίνες και αποτελεί σημαντική πηγή πηκτίνης, η οποία παράγει πηκτές που χρησιμοποιούνται ως γαλακτωματοποιητές. Στην Εικόνα 16 απεικονίζονται φλούδες μπανάνας.



Εικόνα 16 : Φλούδες μπανάνας.

Οι φλούδες του μάνγκο αποτελούν το 10-20% του συνολικού βάρους του καρπού μάνγκο, είναι το κύριο υποπροϊόν της βιομηχανικής αξιοποίησης και καταναλώνονται ωμές. Τα βιοενεργά συστατικά, όπως η βιταμίνη C, το β-καροτένιο, οι πολυφαινόλες και οι διαιτητικές ίνες είναι άφθονα στα παραπροϊόντα του μάνγκο. Λόγω της υψηλής

συγκέντρωσης βιοδραστικών ουσιών με χρήσιμες και φαρμακευτικές ιδιότητες, όπως οι πολυφαινόλες, η καεμφερόλη, οι κατεχίνες, η κερκετίνη, το γαλλικό οξύ, η μαγγιφερίνη και το βενζοϊκό οξύ, οι φλούδες του μάνγκο τράβηξαν πρόσφατα την προσοχή των επιστημόνων. Επιπλέον, είναι καλή πηγή φυτοστερολών, τοκοφερόλων και πολυφαινολών. Στην εικόνα 17 απεικονίζονται φλούδες μάνγκο.



Εικόνα 17 : Φλούδες μάνγκο.

Τα παντζάρια χρησιμοποιούνται για την παρασκευή επεξεργασμένων τροφίμων, όπως χυμοί, τουρσιά και έτοιμα προς κατανάλωση γεύματα. Οι φλούδες που παράγονται ως απόβλητα, (εικόνα 18), μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραλαβή θρεπτικών ουσιών υψηλής θρεπτικής αξίας ή βιοδραστικών συστατικών.



Εικόνα 18 : Φλούδες παντζαριού.

Η φλούδα πατάτας αναφέρεται ότι αποτελεί πολύτιμη πηγή βιοδραστικών ενώσεων, κυρίως φαινολικών οξέων και γλυκοαλκαλοειδών. Στην πραγματικότητα, η φλούδα της πατάτας περιέχει πολύ μεγαλύτερη ποσότητα φαινολικών ενώσεων από τη σάρκα.

Τα φαινολικά οξέα στη φλούδα πατάτας έχουν αποδεδειγμένες αντιοξειδωτικές και αντιβακτηριακές δράσεις. Επιπλέον, η πρόσληψη γλωρογενικού οξέος, του κυριότερου φαινολικού οξέος που ανακτάται από τη φλούδα της πατάτας, έχει συσχετιστεί με μειωμένο κίνδυνο καρδιαγγειακής νόσου και διαβήτη τύπου 2.

Ένα άλλο παραπροϊόν αποτελεί η φλούδα των εσπεριδοειδών, η οποία περιέχει σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών ενώσεων και ασκορβικού οξέος σε σύγκριση με τον πολτό. Σχεδόν το 85% της παραγωγής πηκτίνης προέρχεται από φλούδες εσπεριδοειδών (56% από λεμόνια, 30% από λάιμ και 13% από πορτοκάλια). Η πηκτίνη που λαμβάνεται από φλούδες εσπεριδοειδών (πηκτίνη εσπεριδοειδών) εκτιμάται για τις λειτουργικές της ιδιότητες και χρησιμοποιείται συνήθως ως πηκτικός παράγοντας, πυκνωτικό τροφίμων και σταθεροποιητής. Εκτός αυτού, βρίσκει ευρεία εφαρμογή και στις καλλυντικές και φαρμακευτικές βιομηχανίες. Αρκετές μελέτες έχουν επίσης δείξει τη σημασία της πηκτίνης εσπεριδοειδών ως διατροφικά πολύτιμη ένωση. Η πηκτίνη εσπεριδοειδών έχει ευεργετικό ρόλο ως διαιτητική ίνα που προσδίδει πρεβιοτικά αποτελέσματα καθώς και θετικό ρόλο στο μεταβολισμό της χοληστερόλης, στη μείωση της αρτηριακής πίεσης και στον έλεγχο της γλυκόζης του αίματος. Αρκετές μελέτες έχουν επίσης αναφέρει ότι η πηκτίνη εσπεριδοειδών επηρεάζει άμεσα τα κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος για τη ρύθμιση των φλεγμονωδών αντιδράσεων. Τα στερεά απόβλητα πορτοκαλιού (πολτός και φλούδα) περιέχουν επίσης, υψηλές ποσότητες φαινολικών οξέων (υδροξυβενζοϊκό και καφεϊκό οξύ) και φλαβονόες (εσπεριδίνη και ναριρουτίνη) με πολύπλευρες ευεργετικές ιδιότητες, όπως αντιφλεγμονώδη, αντικαρκινική και αντιοξειδωτική δράση. (Ben-Othman, S. et al., 2020)

Τα κυριότερα υποπροϊόντα του ροδιού είναι ο φλοιός και οι φλούδες, όπως διακρίνεται και στην εικόνα 19, οι οποίες βρέθηκαν να έχουν καλή συγκέντρωση ανθοκυανών, τανινών και φλαβονοειδών. Τα εκχυλίσματα από τη φλούδα ροδιού έχουν εφαρμογή στη βιομηχανία κρέατος κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης σε χαμηλή θερμοκρασία που θα αυξήσει τη διάρκεια ζωής των προϊόντων κρέατος λόγω της αντιμικροβιακής τους δράσης κατά του *Staphylococcus aureus* και του *Bacillus cereus*. (Dubey, P., & Yousuf, O., 2021)



Εικόνα 19 : Φλούδες ροδιού.

Γενικά, οι φλούδες των φρούτων και των λαχανικών αποτελούν καλή πηγή κυτταρίνης, ημικυτταρίνης και φαιολικών ενώσεων με δυνατότητα χρήσης ως πρώτη ύλη για τη δημιουργία νέων προϊόντων. Οι χρήσεις θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν την παρασκευή ζωοτροφών οργανικών λιπασμάτων, καλλυντικών και φαρμακευτικών εφαρμογών λόγω των βιοδραστικών συστατικών τους, όπως φαινόλες, πεπτιδία, τερπένια, που παρέχουν αντιοξειδωτικές, θεραπευτικές και διατροφικές ιδιότητες. (Jiménez-Moreno, N. et al., 2020)

- **Σπόροι**

Οι σπόροι είναι ένα μέρος των φρούτων και των λαχανικών που ως επί το πλείστον απορρίπτεται κατά την επεξεργασία τους. Επίσης, αποτελούν μεταξύ 15% και 40% του συνολικού νεπού βάρους των φρούτων. Το υποπροϊόν αυτό παράγεται στο στάδιο της πολτοποιήσης, όπου εξάγεται μόνο ο πολτός. Οι σπόροι των φρούτων περιέχουν πολλά θρεπτικά συστατικά, όπως πρωτεΐνες και λιπίδια σε ποσοστό 35% και 25% αντίστοιχα.

Ο σπόρος της ντομάτας, όπως φαίνεται και στην εικόνα 20, ένα από τα πιο άφθονα παραπροϊόντα της τομάτας που προκύπτει κατά την βιομηχανική επεξεργασία της αποτελεί πλούσια πηγή ακόρεστων λιπαρών οξέων. Οι σπόροι τομάτας έχουν αποδειχθεί ότι είναι μια ενδιαφέρουσα πηγή λίπους, όπως παλμιτικού και λινελαϊκού οξέος, και πρωτεΐνης, που περιέχει υψηλότερες ποσότητες λυσίνης και θρεονίνης. Οι σπόροι τομάτας έχουν επίσης αποδειχθεί ότι αποτελούν πιθανή πηγή ιχνοστοιχείων, όπως νάτριο (Na), ασβέστιο (Ca), μαγνήσιο (Mg), κάλιο (K) και άλλα. Η εικόνα 20 απεικονίζει σπόρους τομάτας.



Εικόνα 20 : Σπόροι τομάτας.

Από την άλλη πλευρά, ο σπόρος του μάνγκο είναι μια πολλά υποσχόμενη πηγή βρώσιμου ελαίου και έχει προκαλέσει μεγάλο ενδιαφέρον για το προφίλ λιπαρών οξέων του, παρόμοιο με το κακάο, το βούτυρο και ως πηγή φαινολικών ενώσεων και φωσφολιπιδίων. (Osorio, L. L. D. R. et al., 2021)

Οι σπόροι μήλου, όπως διακρίνονται στην εικόνα 21, διαθέτουν υψηλή περιεκτικότητα σε έλαιο και το ελαϊκό οξύ και το λινολεϊκό οξύ αναφέρθηκαν ως τα κύρια λιπαρά οξέα. Το υψηλό ποσοστό ακόρεστων λιπαρών οξέων καθιστά το έλαιο από σπόρους μήλου διατροφικά ευνοϊκό, έχοντας θετικές επιδράσεις στη μείωση της χοληστερόλης των λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας (LDL) και στην πρόληψη των κινδύνων καρδιαγγειακών νοσημάτων. Εκτός από λιπαρά οξέα, οι σπόροι μήλου περιέχουν επίσης υψηλό ποσοστό πολυφαινόλων, παρόμοιο με άλλα παραπροϊόντα της βιομηχανίας χυμού μήλου. Η φλοριζίνη αναφέρθηκε από αρκετούς ερευνητές ως η κύρια πολυφαινόλη στους σπόρους μήλου. Οι σπόροι μήλου έχουν υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση από ό,τι οι φλούδες ή η σάρκα.



Εικόνα 21 : Σπόροι μήλου.

Οι σπόροι σταφυλιού (εικόνα 22) περιέχουν πολλά βιοδραστικά συστατικά όπως στυλβένιο, ταννίνες, γαλλικό οξύ, ρεσβερατρόλη, κατεχίνη και ρουτίνη. Οι ανθοκυανίνες από το πυρήνα του κόκκινου σταφυλιού έχουν μακρά ιστορία χρήσης στην παρασκευή τροφίμων και τα εκχυλίσματα αυτά επιτρέπονται ως πρόσθετα τροφίμων. Επιπλέον, επειδή η ρεσβερατρόλη, οι προκυανιδίνες και οι ανθοκυανίνες θεωρείται ότι έχουν θετικές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία, εκχυλίσματα ή κλάσματα αυτών των ενώσεων έχουν χρησιμοποιηθεί σε συμπληρώματα διατροφής. Επιπλέον, υπάρχει σημαντική ποσότητα βιταμίνης E, στερολών και άλλων βιοδραστικών ενώσεων που διαθέτουν αντιοξειδωτική και αντικαρκινογόνο δράση.



Εικόνα 22 : Σπόροι σταφυλιού.

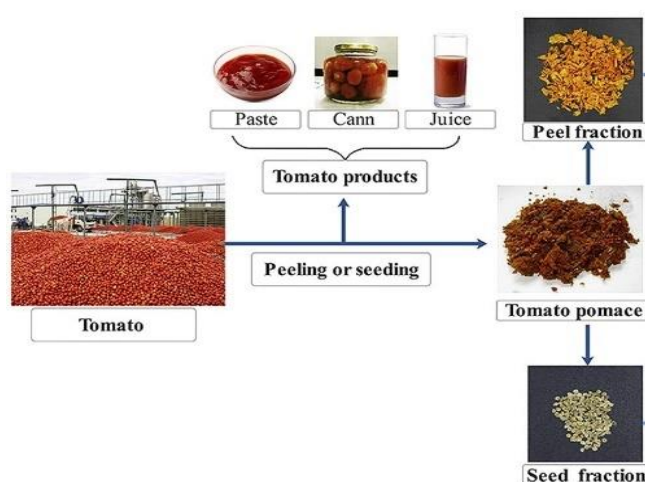
Τέλος, οι σπόροι πεπονιού παρουσιάζουν ιδιαίτερο προφίλ φυτοχημικών ουσιών για αξιοποίηση σε διάφορες βιομηχανίες. Εκτός από τις φαινόλες, το έλαιο από σπόρους πεπονιού παρουσίασε επίσης παρόμοιες ιδιότητες με τα φυτικά έλαια, συμπεριλαμβανομένων των ελαίων σόγιας και ηλίανθου. Επομένως, οι σπόροι πεπονιού μπορεί να είναι εξαιρετικές εναλλακτικές λύσεις για την παραγωγή νέων λειτουργικών τροφίμων με ευρύ φάσμα οφελών. (Raḡu, R. N. et al., 2023)

- **Στέμφυλα (Pomace)**

Τα στέμφυλα, είναι τα στερεά υπολείμματα τομάτας (Chabi, I. B. et al., 2024), σταφυλιών (Antonić, B. et al., 2020), ή άλλων φρούτων/ λαχανικών μετά από

συμπύεση για χυμό, λάδι ή κρασί. Τα στέμφυλα αποτελούν ένα σύνολο από τις φλούδες, τον πολτό, τους σπόρους και τους μίσχους του καρπού.

Τα στέμφυλα της τομάτας είναι πλούσιος σε μια ποικιλία βιοδραστικών ενώσεων όπως το λυκοπένιο, η βιταμίνη C, το β-καροτένιο, οι φαινολικές ενώσεις και η τοκοφερόλη. Τα υποπροϊόντα ντομάτας αποτελούν πηγή ανόργανων συστατικών, όπως το νάτριο (Na), ασβέστιο (Ca), μαγνήσιο (Mg) και κάλιο (K), που δρουν ως ηλεκτρολύτες. Οι ηλεκτρολύτες είναι απαραίτητοι για την ανθρώπινη υγεία, καθώς διατηρούν την ομοιόσταση του οργανισμού, δηλαδή τον όγκο του αίματος, την ποσότητα των υγρών, τα επίπεδα του pH και τη σωστή μυϊκή, νευρική, καρδιακή και εγκεφαλική λειτουργία. (Laranjeira, T. et al., 2022) Στην εικόνα 23 διακρίνονται τα παραπροϊόντα επεξεργασίας της τομάτας.

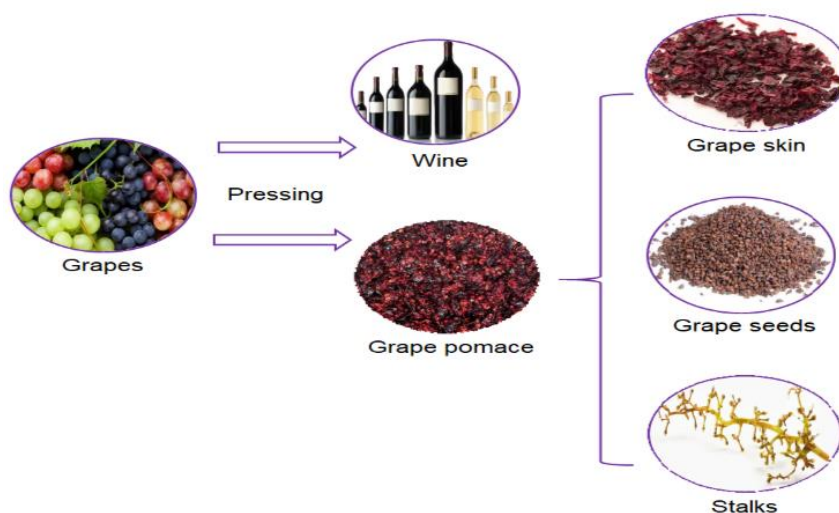


Εικόνα 23: Τα παραπροϊόντα επεξεργασίας τομάτας

Τα στέμφυλα του ακτινιδίου, ο οποίος αποτελείται από ένα ετερογενές μείγμα φλοιών, σπόρων, κάλυκα και πολτού, είναι το κύριο παραπροϊόν της βιομηχανίας χυμού ακτινιδίου και αντιπροσωπεύει το 20-40% ολόκληρου του φρούτου. Η σύνθεση του ακτινιδίου (φαινολικές ενώσεις, πτητικές ενώσεις, βιταμίνες, μέταλλα, διαιτητικές ίνες κ.λπ.) αποτελεί εξαιρετική βάση, ιδίως για την υψηλή περιεκτικότητά του σε βιταμίνη C και φαινολικές ενώσεις. Οι ενώσεις αυτές διαθέτουν

αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις ή αντιμικροβιακές δραστηριότητες, μεταξύ άλλων ευεργετικών ιδιοτήτων για την υγεία, αλλά ξεχωρίζουν για την ενίσχυση της πέψης και τον πρεβιοτικό τους ρόλο. (Chamorro, F. et al, 2022) Οι κύριες φαινολικές ενώσεις στο πυρήνα του ακτινιδίου είναι το κινικό οξύ, το καφεϊκό οξύ και τα παράγωγά του, ακολουθούμενα από τα παράγωγα της καμφορόλης και μια μικρή ποσότητα κερκετίνης. (Kandemir, K. et al., 2022)

Τα στέμφυλα σταφυλιών περιέχουν σημαντικές ποσότητες ουσιών που μπορούν να θεωρηθούν ευεργετικές για την υγεία. Τα σημαντικότερα συστατικά του πυρήνα σταφυλιού είναι οι ίνες, οι πολυφαινολικές ενώσεις, οι χρωστικές ουσίες, και τα ανόργανα άλατα. Οι πολυφαινολικές ενώσεις, οι χρωστικές ουσίες και οι ανθοκυανίνες είναι οι κύριοι φορείς των του αντιοξειδωτικού δυναμικού του πυρήνα σταφυλιών. Το ελαιώδες μέρος του πυρήνα του σταφυλιού είναι πλούσιο σε ακόρεστα λιπαρά οξέα, χρωστικές ουσίες και ανόργανα άλατα. (Antonić, B. et al., 2020) Η προέλευση και σύσταση των στέμφυλων σταφυλιών κατά την επεξεργασία τους για την παρασκευή κρασιού παρουσιάζεται στην εικόνα 24.



Εικόνα 24 : Η προέλευση και σύσταση των στέμφυλων κατά την επεξεργασία των σταφυλιών, για την παρασκευή κρασιού.

- **Πυρήνας και κουκούτσια**

Τα βερίκοκα, τα ροδάκινα και τα βύσσινα είναι οι κύριοι τύποι πυρηνόκαρπων φρούτων που μεταποιούνται σε χυμό. Όπως και σε άλλα φρούτα, τα κύρια παραπροϊόντα της βιομηχανίας χυμού πυρηνόκαρπων είναι το σύνολο των σπόρων, της φλούδας και του πολτού, τα οποία έχουν υψηλό βιοενεργό περιεχόμενο. Ο πυρήνας (το εσωτερικό του κουκουτσιού) και το κουκούτσι του βερίκοκου είναι τα κύρια παραπροϊόντα που περιλαμβάνουν βιοδραστικές ενώσεις, όπως πολυφαινόλες και λιπαρά οξέα. Ο πυρήνας του βερίκοκου αποτελείται κυρίως από φλούδα και πολτό, τα οποία είναι τα κύρια παραπροϊόντα της βιομηχανίας χυμού βερίκοκου και αντιπροσωπεύουν το 40% των συνολικών αποβλήτων. Έχει αναφερθεί ως καλή πηγή β-καροτενίου.



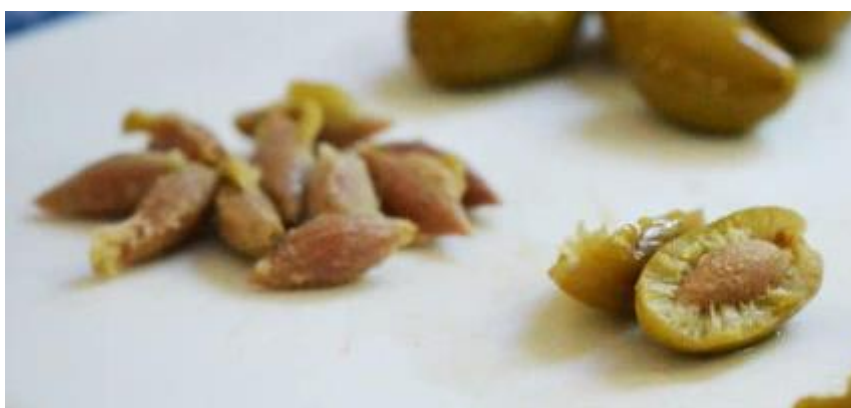
Εικόνα 25 : Κουκούτσια και πυρήνες βερίκοκου

Ο πυρήνας του βύσσινου περιέχει υψηλή ποσότητα φαιολικών και ο σπόρος του διαθέτει υψηλή απόδοση σε έλαια που έχουν θετικές επιδράσεις στον άνθρωπο λόγω των αντιοξειδωτικών, αντιμικροβιακών και αντιφλεγμονωδών τους ιδιοτήτων.



Εικόνα 26 : Πυρήνας από βύσσινο

Ο ελαιοπυρήνας, λόγω της σύνθεσής του, αποτελεί καλή πηγή λειτουργικών ενώσεων, γεγονός που τον καθιστά πολύτιμο υποπροϊόν. Μεταξύ των λειτουργικών ενώσεων στον ελαιοπυρήνα, μπορούν να ανακτηθούν υδρόφιλες και λιπόφιλες ενώσεις, οι οποίες αξίζουν την προσοχή των ερευνητών για τις πιθανές επιπτώσεις τους στην ανθρώπινη υγεία. Ο ελαιοπυρήνας είναι πλούσιος σε τοκοφερόλες και τοκοτριενόλες, καθώς και σε στερόλες, σκουαλένιο και καροτενοειδή. Επιπλέον, ο ελαιοπυρήνας μπορεί να είναι καλή πηγή διαιτητικών ινών, ανόργανων συστατικών και ολιγοσακχαριτών και καλή πηγή μονοακόρεστων και πολυακόρεστων λιπαρών οξέων. (Difonzo, G. et al., 2021)



Εικόνα 27 : Ελαιοπυρήνας.

Πέρα από τα αγροδιατροφικά παραπροϊόντα υπάρχουν και ζωικά παραπροϊόντα που προκύπτουν από την επεξεργασία του κρέατος και των ιχθυηρών. Χαρακτηριστικά παραδείγματα ζωικών παραπροϊόντων αποτελούν:

- **Κόκκαλα και δέρμα από ζώα**

Η ζελατίνη προέρχεται κυρίως από παραπροϊόντα δέρματος βοοειδών, ιχθυηρών, χοίρων και πουλερικών. Η ζελατίνη χρησιμοποιείται ευρέως στους τομείς των τροφίμων, των φαρμάκων, των καλλυντικών και της φωτογραφίας, επειδή έχει ειδικές λειτουργικές ιδιότητες. Η ζελατίνη είναι ένα πρόσθετο τροφίμων που χρησιμοποιείται στις βιομηχανίες ψωμιού, στα γαλακτοκομικά, στα ποτά και στα γλυκίσματα για να παρέχει πηκτικότητα, σταθερότητα, υφή και γαλακτωματοποίηση. (Elgadir, M. A. et al., 2022) Τα οστά και το δέρμα των βοοειδών, όπως η αγελάδα, το βόδι, το βουβάλι και ο ταύρος, αποτελούν τις κύριες πηγές κολλαγόνου. Το κολλαγόνο είναι γνωστό

ότι αποτελεί την πιο άφθονη πρωτεΐνη στα ζώα και αναγνωρίζεται ως το κύριο συστατικό του δέρματος. Εξάγεται από το δέρμα βουβαλιού και χρησιμοποιείται σε βιοϊατρικές εφαρμογές όπως η χορήγηση φαρμάκων, το σύστημα επίδεσης τραυμάτων και το ικρίωμα για τη μηχανική ιστών. Το υδρολυμένο κολλαγόνο βοοειδών που λαμβάνεται από διάφορους ιστούς παρουσιάζει αντιμικροβιακές, αντιοξειδωτικές και αντιυπερτασικές δραστηριότητες. Το υδρολυμένο κολλαγόνο από πνεύμονα βοοειδών έδειξε επίσης αντιφλεγμονώδεις και αντιοξειδωτικές δραστηριότητες. Το κολλαγόνο από αυτές τις πηγές δεν χρησιμοποιείται ευρέως λόγω της εξάπλωσης διαφόρων ασθενειών όπως ο αφθώδης πυρετός (FMD), η μεταδοτική σπογγώδης εγκεφαλοπάθεια (TSE) και η σπογγώδης εγκεφαλοπάθεια των βοοειδών (BSE). Για να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα υπάρχει ανάγκη για άλλες ασφαλέστερες πηγές κολλαγόνων. Ο άλλος λόγος που δεν χρησιμοποιείται το κολλαγόνο βοοειδών είναι ότι είναι αλλεργικό στο 3% του πληθυσμού. Τα οστά και το δέρμα των χοίρων χρησιμοποιούνται επίσης ως πηγές κολλαγόνου. Αυτές οι πηγές χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό για βιομηχανικούς σκοπούς. Το κολλαγόνο που λαμβάνεται από αυτές τις πηγές είναι σχεδόν παρόμοιο με το κολλαγόνο από τον άνθρωπο, επομένως θεωρείται ασφαλές, καθώς δεν μπορεί να προκαλέσει αλλεργική αντίδραση.

- **Κόκκαλα, δέρμα, λέπια, εντόσθια ιχθυερών**

Παραπροϊόντα της αλιευτικής βιομηχανίας, όπως κεφάλι, δέρμα, οστά και τα εντόσθια, αντιστοιχούν έως και στο 70% του βάρους των ζωντανών ψαριών (FAO, 2019), και παρά το γεγονός ότι αποτελούν πηγή πολύτιμων συστατικών (πρωτεΐνες, φωσφολιπίδια, βιταμίνες, πολυακόρεστα λιπαρά οξέα και βιοδραστικές ενώσεις), αυτά δεν αξιοποιούνται πλήρως. Πρόσφατα, βιολογικά ενεργά πεπτίδια που προέρχονται από πρωτεΐνες των ψαριών έχουν προσελκύσει όλο και μεγαλύτερη προσοχή καθώς είναι μικρά τμήματα πρωτεϊνών (με 2-20 αμινοξέα), με συγκεκριμένες βιολογικές λειτουργίες, όπως: αντιφλεγμονώδη, αντιοξειδωτικά, αντιυπερτασικά, αντιμικροβιακά και αντικαρκινικά. (Ahmed, M. et al., 2020)



Εικόνα 28 : Παραπροϊόντα ιχθυρών (κεφάλι, κόκκαλα, εντόσθια, δέρμα).

- **Κέλυφος καρκινοειδών**

Μεταξύ των θαλάσσιων παραπροϊόντων, το κέλυφος (εξωσκελετός) των καρκινοειδών (π.χ. καβούρι, αστακός, караβίδα, γαρίδα) μπορούν να χρησιμεύσουν ως δυνητική βιολογική πηγή βιοδραστικών ουσιών όπως χιτίνη/ χιτοζάνη, βιοδραστικά πεπτίδια, καροτενοειδή κ.λπ. Επίσης, το κέλυφος του μπλε καβουριού, εκτός από καροτενοειδή περιέχει και φαινολικά, φλαβονοειδή, πρωτεΐνες και λιπαρά οξέα. (Reguengo, L. M. et al, 2022)



Εικόνα 29 : Παραπροϊόντα καρκινοειδών.

2.1.3 Μέθοδοι εκχύλισης φυσικών συστατικών από τα παραπροϊόντα της βιομηχανίας τροφίμων

Η εκχύλιση είναι μέθοδος απομόνωσης και ανάκτησης μίας ή περισσότερων ενώσεων από ένα μείγμα. Στη βιομηχανία τροφίμων, οι μέθοδοι εκχύλισης είναι τεχνικές που

χρησιμοποιούνται για την απομόνωση επιθυμητών συστατικών από τις πρώτες ύλες ή τα ενδιάμεσα προϊόντα. Στην βιομηχανία τροφίμων, η εκχύλιση χρησιμοποιείται εκτενώς για την ανάκτηση φυσικών συστατικών όπως βιοδραστικές ενώσεις, πρωτεΐνες και πολυσακχαρίτες από παραπροϊόντα τροφίμων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως πρόσθετα τροφίμων. Για την απομόνωση των ενώσεων ενδιαφέροντος είναι απαραίτητη η εφαρμογή κατάλληλων τεχνικών εκχύλισης που διατηρούν ανέπαφες τις ενώσεις. Μεταξύ αυτών, οι πράσινες τεχνικές εκχύλισης γίνονται δημοφιλείς λόγω της αυξανόμενης ζήτησης της κοινωνίας για βιώσιμα προϊόντα. Οι πράσινες μέθοδοι εκχύλισης, οι οποίες περιλαμβάνουν τις μεθόδους εκχύλισης με τη βοήθεια υπερήχων, εκχύλιση με τη βοήθεια μικροκυμάτων, εκχύλιση με παλμικά πεδία παρουσιάζουν ορισμένα πλεονεκτήματα σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους εκχύλισης, όπως η χαμηλότερη κατανάλωση διαλυτών και πόρων, καθώς και η βελτίωση των αποδόσεων προσαρμογής και εκχύλισης, σε ορισμένες περιπτώσεις. Εκτός αυτού, οι τεχνικές αυτές συνάδουν με τις πράσινες πτυχές της προετοιμασίας δειγμάτων, αποφεύγουν τη χρήση επιβλαβών αντιδραστηρίων και ελαχιστοποιούν τη χρήση οργανικών διαλυτών. Η επιλογή της μεθόδου εκχύλισης για την ανάκτηση των επιθυμητών φυσικών συστατικών από τα παραπροϊόντα της βιομηχανίας τροφίμων παίζει πολύ σημαντικό ρόλο, διότι ανάλογα το συστατικό απαιτούνται διαφορετικοί χειρισμοί.

- **Εκχύλιση με τη βοήθεια ενζύμων (Enzyme Assisted Extraction, EAE)**

Τα ένζυμα είναι πρωτεϊνικά μόρια των οποίων η λειτουργία είναι να καταλύουν χημικές αντιδράσεις. Λόγω αυτής της ικανότητας επιτάχυνσης των αντιδράσεων, τα ένζυμα ήταν ανέκαθεν σημαντικά για την τεχνολογία τροφίμων και χρησιμοποιούνται ευρέως για τη μετατροπή πρώτων υλών σε βελτιωμένα τρόφιμα, όπως στην επεξεργασία αμύλου, στην επεξεργασία κρέατος, στην γαλακτοβιομηχανία και στην οينوβιομηχανία. Ωστόσο, με την πρόοδο της τεχνολογίας, έχουν αναπτυχθεί νέες εφαρμογές καθώς και νέες πηγές για τη λήψη ενζύμων, με τα μικροβιακά ένζυμα να αποτελούν την προτιμώμενη πηγή λόγω των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν, μεταξύ των οποίων αξίζει να τονιστεί η εύκολη, επικερδής και συνεχής παραγωγή.

Μεταξύ των νέων εφαρμογών των ενζύμων είναι η εκχύλιση ενώσεων ενδιαφέροντος από διάφορες πρώτες ύλες για να χρησιμοποιηθούν ως πρόσθετα στη βιομηχανία τροφίμων. Ωστόσο, συνήθως χρησιμοποιούνται για μια προ-επεξεργασία της πρώτης

ύλης που καθιστά τη συμβατική εκχύλιση με διαλύτη ή την απόσταξη πιο αποτελεσματική. Τα ένζυμα προάγουν την πρόσβαση στις ουσίες ενδιαφέροντος, οπότε οι εφαρμογές τους περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, την εκχύλιση γεύσης και χρώματος από φυτικά υλικά ως προεπεξεργασία της πρώτης ύλης πριν από την υποβολή του φυτικού υλικού σε υδροαπόσταξη/εκχύλιση με διαλύτη. Η μέθοδος αυτή έχει διερευνηθεί για την ανάκτηση λιπιδίων, πρωτεϊνών, πολυσακχαριτών, φαινολών και ελαίων μεταξύ άλλων.

- **Εκχύλιση με μικροκύματα – Microwave Assisted Extraction (MAE)**

Η εκχύλιση με τη βοήθεια μικροκυμάτων (MAE) είναι μια τεχνική, όπου οι πρώτες ύλες τοποθετούνται σε διαλύτη και εκτίθενται σε μικροκύματα, τα οποία προκαλούν την ταχεία θέρμανση του διαλύτη. Η ταχεία θέρμανση προάγει την εξαγωγή των επιθυμητών συστατικών από τις πρώτες ύλες στο διαλύτη. Η MAE είναι γνωστή για την αποτελεσματικότητά της και τον σύντομο χρόνο εξαγωγής σε σύγκριση με τις συμβατικές μεθόδους εξαγωγής. Χρησιμοποιείται συχνά για την εξαγωγή θερμοευαίσθητων συστατικών, όπως αντιοξειδωτικά, βιταμίνες και αρωματικές ενώσεις, αλλά και πολυσακχαρίτες και φαινολικές ενώσεις από φυτικά υλικά.

- **Εκχύλιση με υπερήχους – Ultrasound Assisted Extraction (UAE)**

Η εκχύλιση με τη βοήθεια υπερήχων (UAE) χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς, όπως η βιοϊατρική ή η τεχνολογία τροφίμων, στους οποίους η UAE εφαρμόζεται για τη λήψη ενώσεων ενδιαφέροντος ή ως προ-επεξεργασία σε πολυάριθμες τεχνολογικές διαδικασίες. Η εξαγωγή με UAE είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για τη βελτίωση της εξαγωγής βιοενεργών ενώσεων, όπως φαινολικές ενώσεις, καροτενοειδή και πολυσακχαρίτες από φυτικά υλικά, υποπροϊόντα τροφίμων και άλλες φυσικές πηγές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρόσθετα τροφίμων. Περιλαμβάνει την εφαρμογή υπερήχων στη διαδικασία εξαγωγής, η οποία οδηγεί σε βελτιωμένη μεταφορά μάζας και αυξημένη αποδοτικότητα σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους εξαγωγής. Οι συνθήκες χαμηλής συχνότητας και υψηλής ισχύος των υπερήχων προκαλούν διάσπαση των κυττάρων και την επακόλουθη απελευθέρωση ενώσεων που υπάρχουν στο εσωτερικό τους.

- **Εκχύλιση με παλμικά ηλεκτρικά πεδία – Extraction by Pulsed Electric Fields (PEF)**

Η εκχύλιση με παλμικά ηλεκτρικά πεδία (PEF) περιλαμβάνει την εφαρμογή σύντομων παλμών υψηλής τάσης ηλεκτρικού πεδίου στις πρώτες ύλες για τη διευκόλυνση της εξαγωγής εσωκυττάρων συστατικών. Το ηλεκτρικό πεδίο διαταράσσει τις κυτταρικές μεμβράνες, επιτρέποντας την απελευθέρωση των επιθυμητών συστατικών στο διαλύτη. Ο μηχανισμός δράσης του βασίζεται στην πρόκληση της διαπερατότητας των κυτταρικών μεμβρανών σε σύντομο χρονικό διάστημα και με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Αυτό επιτυγχάνεται με την εφαρμογή παλμών μικρής διάρκειας και μέτριας ηλεκτρικής τάσης σε ένα υπόστρωμα επιλογής που τοποθετείται μεταξύ δύο ηλεκτροδίων, το οποίο χρησιμοποιείται συνήθως για σκοπούς συντήρησης, αδρανοποίησης ενζύμων και μικροβίων. Οι περισσότερες μελέτες εκχύλισης με τη βοήθεια της PEF από παραπροϊόντα έχουν ως στόχο τις πολυφαινολικές ενώσεις, ωστόσο, έχουν επίσης διερευνηθεί, μεταξύ άλλων, η εκχύλιση πολυσακχαριτών, πρωτεϊνών, ενζύμων, φυτοστερολών, ελαίων από σπόρους και φύτερες. Σε γενικές γραμμές, σύμφωνα με τις μελέτες που είναι διαθέσιμες μέχρι στιγμής, έχει αποδειχθεί ότι η εφαρμογή της τεχνολογίας παλμών μέτριου ηλεκτρικού πεδίου είτε ως στάδιο προεπεξεργασίας είτε ως σύστημα συνεχούς εκχύλισης βελτιώνει την εκχύλιση στον τομέα της εκχύλισης φυτοχημικών ουσιών από υποπροϊόντα και παράλληλα διατηρεί την ποιότητα τους. (Carreira-Casais, A. et al., 2021)

Πίνακας 3 : Μέθοδοι εκχύλισης και βιοενεργές ενώσεις που εκχυλίζονται από παραπροϊόντα τροφίμων

Μέθοδος εκχύλισης	Παραπροϊόν	Βιοενεργή ένωση που εκχυλίζεται	Παραπομπή
Εκχύλιση με παλμικό ηλεκτρικό πεδίο	Πολτός και φλοιός τομάτας	Καροτενοειδή	Arshad, R. N. et al., 2021)
	Πολτός σταφυλιού	Ανθοκυανίνες	
	Φλούδα μάνγκο	Πρωτεΐνες, Φαινόλες	
	Στέμφυλα ελιάς	Πολυφαινόλες, Τοκοφερόλες	
Εκχύλιση με υπερήχους	Φλούδες πορτοκαλιού	Βιταμίνη C	Carreira-Casais, A. et al., 2021
	Φλούδες ροδιού	Καροτενοειδή	Pagano, I. et al., 2021
	Σπόροι σταφυλιού	Φλαβονόλες, Ταννίνες, Ανθοκυανίνες	
Εκχύλιση με μικροκύματα	Ακτινίδιο	Πολυσακχαρίτες	Han, Q. H. et al., 2019
	Φλούδες μήλου	Πολυφαινόλες	Carreira-Casais, A. et al., 2021
	Δέρμα πάπιας	Πρωτεΐνες	Zhang, T. et al., 2020
	Πτερύγια και λέπια κυπρίνου		Usman, M. et al., 2022
Εκχύλιση με τη βοήθεια ενζύμων	Φλούδες ροδιού	Πολυσακχαρίτες	Martinez-Solano, K. C. et al., 2021
	Φλούδες φρούτων του πάθους	Πηκτίνη	
	Κουκούτσι κερασιού	Πρωτεΐνες	Fuso, A. et al., 2022

2.1.4 Αξιοποίηση των παραπροϊόντων της βιομηχανίας τροφίμων

Η ταχεία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού και οι αλλαγές στον τρόπο ζωής έχουν οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των αποβλήτων τροφίμων από διάφορες βιομηχανικές, γεωργικές και οικιακές πηγές. Σχεδόν το ένα τρίτο των τροφίμων που

παράγονται ετησίως σπαταλιέται, με αποτέλεσμα τη σοβαρή εξάντληση των πόρων. Τα απόβλητα τροφίμων περιέχουν πλούσια οργανική ύλη, η οποία, εάν δεν διαχειριστεί σωστά, μπορεί να αποτελέσει σοβαρή απειλή για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία, καθιστώντας την ορθή διαχείριση των αποβλήτων τροφίμων ένα μείζον παγκόσμιο ζήτημα. Ωστόσο, διάφοροι τύποι αποβλήτων τροφίμων, όπως τα απόβλητα από φρούτα, λαχανικά, δημητριακά και άλλα είδη παραγωγής και επεξεργασίας τροφίμων, περιέχουν σημαντικές βιοδραστικές ενώσεις, όπως πολυφαινόλες, διαιτητικές ίνες, πρωτεΐνες, λιπίδια, βιταμίνες, οργανικά οξέα και μέταλλα, ορισμένα από τα οποία βρίσκονται σε μεγαλύτερες ποσότητες στα απορριπτόμενα μέρη από ό,τι στα μέρη που γίνονται αποδεκτά από την αγορά. Αυτές οι βιοδραστικές ενώσεις προσφέρουν τη δυνατότητα μετατροπής των αποβλήτων τροφίμων σε προϊόντα προστιθέμενης αξίας σε τομείς όπως τα τρόφιμα, οι ζωοτροφές, τα βιοπλαστικά, η βιοενέργεια, οι βιοεπιφανειοδραστικές ουσίες και τα βιολιπάσματα. (Liu, Z et al., 2023)

Η αξιολόγηση και αξιοποίηση των γεωργικών αποβλήτων και των αποβλήτων τροφίμων, μέσω φυσικοχημικών (εκχύλιση, υδρόλυση, αφυδάτωση, ισομερισμός κ.λπ.), βιολογικών (ενζυμική υδρόλυση, ζύμωση, αναερόβια αποικοδόμηση κ.λπ.) ή θερμοχημικών (άμεση καύση, πυρόλυση κ.λπ.) διεργασιών, πραγματοποιείται πλέον σε αρκετές χώρες. Τα τελευταία χρόνια έχουν χρησιμοποιηθεί "καινοτόμες" τεχνολογίες με σημαντικές εφαρμογές στην επεξεργασία τροφίμων για τη βελτίωση της εκχύλισης πολύτιμων συστατικών, την αύξηση των αποδόσεων και τη βελτίωση της ποιότητας και της λειτουργικότητας των εκχυλισμάτων. Σε αυτές περιλαμβάνονται, μεταξύ άλλων, η εκχύλιση με παλμικά ηλεκτρικά πεδία, ηλεκτρικές εκκενώσεις υψηλής τάσης και μη παλμικά ηλεκτρικά πεδία, (π.χ. ωμική θέρμανση και μέτριο ηλεκτρικό πεδίο), η αφαίρεση με λέιζερ, η εκχύλιση με τη βοήθεια υπερήχων (UAE), η ξήρανση με ραδιοσυχνότητες και η νανοτεχνολογία. Ωστόσο, παρά τα πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα, απαιτούνται συνεχείς προσπάθειες και καινοτομίες για την επίτευξη βιώσιμης παραγωγής τροφίμων.

Παράλληλα, λόγω των μεγάλων ποσοτήτων τους σε υγρασία, υδατάνθρακες και άλλα συστατικά, τα απόβλητα τροφίμων έχουν χρησιμοποιηθεί ως εξαιρετική πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοκαυσίμων και βιοενέργειας. Η παραγωγή βιοενέργειας από απόβλητα τροφίμων όχι μόνο μπορεί να επιλύσει τους περιβαλλοντικούς κινδύνους που προκύπτουν από την αποτέφρωση τους και τις υγειονομικές χωματερές, αλλά θα

μετριάσει επίσης τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ενώ θα αντικαταστήσει τη χρήση ορυκτών καυσίμων με βιοενέργεια.

Η βιομάζα, όπως ο φλοιός ρυζιού, ένα από τα σημαντικότερα υπολείμματα καλλιεργειών σε όλο τον κόσμο, μπορεί να μετατραπεί με βιοχημικές και θερμοχημικές μεθόδους σε χρήσιμα προϊόντα. Μεταξύ των διαφόρων εφαρμοζόμενων μεθόδων, η πυρόλυση είναι μια από τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες θερμοχημικές διεργασίες μετατροπής που περιλαμβάνει την αποσύνθεση της βιομάζας, απουσία αέρα ή οξυγόνου σε αυξημένη θερμοκρασία. Ο παραγόμενος βιοάνθρακας μπορεί να χρησιμοποιηθεί περαιτέρω ως στερεό καύσιμο, άνθρακας, εδαφοβελτιωτικό, περιβαλλοντικό προσροφητικό ("βιοπροσροφητικό"), λειτουργικός καταλύτης ή πρώτη ύλη για χημικές ουσίες, ανάλογα με τις τελικές του εφαρμογές. Για παράδειγμα, ο βιοάνθρακας με βάση το φλοιό ρυζιού θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως υλικό σε περιβαλλοντικές εφαρμογές για τη διατήρηση του νερού, την επεξεργασία λυμάτων και την τροποποίηση του εδάφους. (Tropea, A., 2022)

Επιπρόσθετα, έχουν αναπτυχθεί εφαρμογές της βιομηχανικής ζύμωσης για τη βελτίωση της διατροφικής αξίας ή για την παραγωγή βιολογικά ενεργών ενώσεων. Υπό αυτή την έννοια, έχει αναφερθεί η ζύμωση μιας μεγάλης ποικιλίας παραπροϊόντων, συμπεριλαμβανομένων του ρυζιού, του κριθαριού, της σόγιας, των εσπεριδοειδών και των παραπροϊόντων άλεσης. Οι διάφορες εφαρμογές επικεντρώνονται στην αύξηση της διατροφικής αξίας των φυτικών υποπροϊόντων, ενώ διάφορα είδη βακτηρίων γαλακτικού οξέος και *Penicillium* έχουν χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή γαλακτικού οξέος υψηλής καθαρότητας. Βακτήρια και μύκητες όπως το *Bacillus subtilis*, το *Rhizopus oligosporus* ή το *Fusarium flocciferum* μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποτελεσματική παραγωγή πρωτεϊνικών εκχυλισμάτων με υψηλή βιολογική αξία, ενώ έχει παραχθεί μεγάλη ποικιλία λειτουργικών υδατανθράκων και ενζύμων με τη χρήση ειδών *Aspergillus*, *Yarrowia* και *Trichoderma*. (Sabater, C. et al., 2020)

Με τις προαναφερθείσες εφαρμογές μπορεί να αναπτυχθεί η παραγωγή λειτουργικών συστατικών τροφίμων όπως και η ανάπτυξη βιολογικών διεργασιών χαμηλού κόστους που θα οδηγήσουν στη μετάβαση προς ένα μοντέλο βιοοικονομίας.

2.1.5 Χρήσεις των παραπροϊόντων στην βιομηχανία τροφίμων

Τα παραπροϊόντα της βιομηχανίας τροφίμων, σύμφωνα με έρευνες που έχουν διεξαχθεί τα τελευταία χρόνια, έχουν αποδειχθεί προϊόντα προστιθέμενης αξίας και η χρήση τους στην βιομηχανία τροφίμων έχει ποικίλες εφαρμογές.

Για παράδειγμα, η αυξανόμενη ζήτηση των καταναλωτών για φυσικά και φιλικά προϊόντα προς το περιβάλλον έχει ανοίξει το δρόμο για την εκμετάλλευση των φλοιών εσπεριδοειδών ως πηγή φυσικών χρωστικών τροφίμων. Οι φλούδες εσπεριδοειδών, τομάτας και καρότου αποτελούν εξαιρετική πηγή καροτενοειδών. Τα υπολείμματα βατόμουρου αναφέρονται ως σημαντικές πηγές φυσικών χρωστικών και θρεπτικών ουσιών λόγω της παρουσίας υψηλής περιεκτικότητας σε ανθοκυανίνες, οι οποίες θεωρούνται πολύτιμες φυσικές χρωστικές ουσίες. Η φλούδα μήλου μπορεί επίσης να αποτελέσει καλή πηγή ανθοκυανινών, όπως επίσης και τα στέμφυλα σταφυλιών. Αυτές οι φυσικές χρωστικές ουσίες έχουν κερδίσει την προσοχή της βιομηχανίας τροφίμων ως εξαιρετικές λύσεις για τις επιβλαβείς συνθετικές χρωστικές ουσίες τροφίμων. (Sharma, M. et al., 2021)

Τα αιθέρια έλαια εσπεριδοειδών χρησιμοποιούνται σε πολλά τρόφιμα της βιομηχανίας τροφίμων ως αρωματικά συστατικά. Τα αιθέρια έλαια ανακτώνται κυρίως από φλούδες εσπεριδοειδών και τα πτητικά και ημιπτητικά συστατικά αντιπροσωπεύουν το 85-99% του συνολικού κλάσματος με πάνω από 200 ενώσεις. Εκτός από την εκτεταμένη αξιοποίησή τους ως αρωματικών παραγόντων στα τρόφιμα και τα φάρμακα, τα αιθέρια έλαια παρουσιάζουν επίσης αντιβακτηριακές, αντιμυκητιασικές και εντομοκτόνες ιδιότητες. Η φλούδα εσπεριδοειδών έχει αναγνωριστεί ως η πιο σημαντική πηγή αιθέριων ελαίων που περιέχει υψηλό επίπεδο τερπενοειδών. (Wedamulla, N. E. et al., 2022)

Μια άλλη χρήσιμη εφαρμογή των παραπροϊόντων είναι η χρήση τους ως αντιοξειδωτικοί και αντιμικροβιακοί παράγοντες. Τα παραπροϊόντα που προέρχονται από φρούτα και λαχανικά παρουσίασαν σημαντικές ποσότητες ενώσεων υψηλής προστιθέμενης αξίας, όπως οι φαινόλες και τα καροτενοειδή, οι οποίες με τη σειρά τους είναι υπεύθυνες για την αντιοξειδωτική ικανότητα και την αντιμικροβιακή δραστηριότητα. Για παράδειγμα φλούδες ροδιού προστέθηκαν σε χυμό μήλου και αύξησαν την αντιοξειδωτική ικανότητα ενώ παράλληλα έδρασαν ως αντιβακτηριακός παράγοντας και ενίσχυσαν την γεύση και το χρώμα του χυμού, ξεχωρίζοντας από

άλλα υπολείμματα επεξεργασίας τροφίμων, καθώς παρουσιάζουν υψηλότερα επίπεδα φαινολικών ενώσεων. (Trigo, J. P. et al., 2022) Επιπλέον, το εκχύλισμα φλούδας φρούτων του πάθους μπορεί να θεωρηθεί ως αξιόλογο φυσικό αντιοξειδωτικό και αντιβακτηριακός παράγοντας στο κρέας και ως συντηρητικό για το κατεψυγμένο κρέας. (Comunian, T. A. et al., 2021)

Επίσης, στα τροπικά φρούτα οι πιο κοινές βιοδραστικές ενώσεις που υπάρχουν είναι οι βιταμίνες C, E, οι φαινολικές ενώσεις και τα καροτενοειδή. Σε γενικές γραμμές, η βιταμίνη C κατανέμεται ομοιόμορφα στα φρούτα, τα καροτενοειδή εμφανίζονται κυρίως στο εξωτερικό περικάρπιο και την φλούδα, ενώ οι φαινολικές ενώσεις και οι φυτικές ίνες ανιχνεύονται στην φλούδα και τους σπόρους και σε μικρότερο βαθμό στη σάρκα του φρούτου. Αυτές οι ενώσεις σχετίζονται με την υγεία και έχουν αποδοθεί στη μείωση του κινδύνου εμφάνισης καρκίνου, αλτσχάιμερ, καταρράκτη και Πάρκινσον, μεταξύ άλλων. Αυτές οι ευεργετικές επιδράσεις έχουν αποδοθεί κυρίως στις αντιοξειδωτικές δραστηριότητές τους, οι οποίες μπορούν να καθυστερήσουν ή να αναστείλουν την οξειδωση του DNA, των πρωτεϊνών και των λιπιδίων. Οι ενώσεις αυτές έχουν επιδείξει αντιμικροβιακή δράση, διαδραματίζοντας σημαντικό ρόλο στην προστασία των φρούτων από παθογόνους παράγοντες και βακτήρια, που εμπλέκονται σε τροφιμογενείς ασθένειες και διαδικασίες αλλοίωσης των τροφίμων, διεισδύοντας στην κυτταρική μεμβράνη των μικροοργανισμών, προκαλώντας λύση. (Ayala-Zavala, J. F. N. et al., 2011)

Σημαντική είναι η χρήση της πηκτίνης, η οποία αποτελεί ένα από τα κύρια προϊόντα που λαμβάνονται από υπολείμματα μήλων και εσπεριδοειδών και εκτιμάται ιδιαίτερα για τις λειτουργικές της ιδιότητες ως πηκτικός παράγοντας, γαλακτωματοποιητής ή/και ως σταθεροποιητής τροφίμων. (Socas-Rodríguez, B. et al., 2021)

Επίσης, τα φωσφολιπίδια από φασόλια σόγιας προστίθενται συνήθως στην σοκολάτα ως γαλακτωματοποιητής, ο οποίος μπορεί να αποτρέψει το διαχωρισμό ελαίου-νερού, να μειώσει την επιφανειακή τάση της σοκολάτας, να διατηρήσει τη γυαλάδα της επιφάνειας και να κάνει τη σοκολάτα πιο λεπτή και μαλακή. (Zang, E. et al., 2023)

Επίσης, τα παράπροϊοντα της βιομηχανίας επεξεργασίας κρέατος (π.χ. αίμα, δέρμα, κέρατα, οστά, σπλάχνα) είναι πλούσια σε πρωτεΐνες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε τυποποιημένα προϊόντα διατροφής και μπορούν να παρέχουν πρόσθετες αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες που συνδέονται με τα

υδρολυμένα πεπτίδια, ενισχύοντας την διάρκεια ζωής των τροφίμων στο ράφι. Το κολλαγόνο από δέρμα έχει ρόλο γαλακτωματοποιητή στα προϊόντα κρέατος, ενώ η ζελατίνη που παράγεται από την ελεγχόμενη υδρόλυση ενός αδιάλυτου στο νερό κολλαγόνου, μπορεί να προστεθεί σε ένα ευρύ φάσμα τροφίμων, καθώς και ως κύριο συστατικό σε ζελέ. Μια εναλλακτική και καινοτόμος λύση για την αξιοποίηση των παραπροϊόντων κρέατος είναι η εφαρμογή τους για τη βελτίωση των προϊόντων κρέατος. Σύμφωνα με μελέτη που πραγματοποιήθηκε (Ananey-Obiri, D. et al., 2020) χρησιμοποιήθηκε πρωτεΐνη μυών κοτόπουλου ως βρώσιμη επικάλυψη σε τηγανητό κοτόπουλο με αποτέλεσμα την μείωση πρόσληψης λίπους χωρίς να επηρεαστεί το pH, το χρώμα και οι ιδιότητες υφής του προϊόντος.

Τα παραπροϊόντα από τον καθαρισμό, το φιλετάρισμα και άλλες εργασίες επεξεργασίας ιχθυηρών αποτελούν καλές πρώτες ύλες για την παραγωγή λαδιού. Το ιχθυέλαιο από σολομό, τόνο και σκουμπρί αποτελεί πολύτιμη πηγή θαλάσσιων λιπιδίων. Σύμφωνα με πολυάριθμες μελέτες, έχει προταθεί ότι η συμπληρωματική χορήγηση ιχθυελαίου μειώνει το σωματικό λίπος επηρεάζοντας την όρεξη. Επιπλέον, το ιχθυέλαιο είναι μια πλούσια πηγή βιταμίνης D και ωμέγα-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων μακράς αλυσίδας (Polyunsaturated fatty acid, PUFA), τα οποία επιδρούν θετικά σε ένα ευρύ φάσμα θεμάτων υγείας όπως η πρόληψη του καρκίνου, των καρδιακών παθήσεων και των φλεγμονωδών καταστάσεων, καθώς και στην ψυχική και οστική υγεία. (Atef, M., & Ojagh, S. M., 2017)

Τέλος μια εξίσου σημαντική χρήση τους είναι ως συντηρητικά. Οι πολυφαινόλες και τα καροτενοειδή που εξάγονται από υπολείμματα φρούτων και λαχανικών έχουν χρησιμοποιηθεί ως φυσικά συντηρητικά τροφίμων, καθώς παρατείνουν τη διάρκεια ζωής του τελικού προϊόντος και αυξάνουν την αντιοξειδωτική του ικανότητα. Ένα συστατικό υψηλής προστιθέμενης αξίας, όπως η υδροξυτυροσόλη που ανακτάται από απόβλητα ελαιοτριβείων, έχει χρησιμοποιηθεί στη συντήρηση τροφίμων και ως λειτουργικό συστατικό στο ψωμί. (Socas-Rodríguez, B. et al, 2021)

Εκτός από τα παραπροϊόντα φρούτων και λαχανικών, τα παραπροϊόντα ξηρών καρπών είναι υποψήφια για οικονομικές πηγές φυσικών συντηρητικών που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν ώστε να βελτιώσουν την ποιότητα και τη διάρκεια ζωής των μετασυλλεκτικών φρούτων και λαχανικών. (Jiang, H. et al., 2021)

2.2 Απόβλητα /παραπροϊόντα βιομηχανίας τροφίμων ως γαλακτωματοποιητές

2.2.1 Χαρακτηριστικά παραδείγματα

Τα τελευταία χρόνια έχει πραγματοποιηθεί μία πληθώρα πειραματικών μελετών και ερευνών, με στόχο την αξιοποίηση των παραπροϊόντων που προκύπτουν από την βιομηχανία τροφίμων. Αρκετές από τις μελέτες αυτές έχουν αναδείξει μεταξύ άλλων, τις γαλακτωματοποιητικές ιδιότητες των παραπροϊόντων που προκύπτουν κατά την διάρκεια της βιομηχανικής επεξεργασίας φρούτων, λαχανικών και σιτηρών.

Η πηκτίνη είναι ένας πολυσακχαρίτης και αποτελεί δομικό συστατικό των κυτταρικών τοιχωμάτων των φυτών και των λαχανικών. Σύμφωνα με μελέτες που έγιναν έχει απομονωθεί και εκχυλιστεί από διάφορα παραπροϊόντα φρούτων και λαχανικών και παρουσιάζει εξαιρετικές λειτουργικές ιδιότητες με βασικότερες να αποτελούν τα υψηλά επίπεδα συγκράτησης νερού και ελαίου, καλές γαλακτωματοποιητικές ιδιότητες και υψηλά επίπεδα αντιοξειδωτικής δράσης. Μελετήθηκε η πηκτίνη από φλούδα μελιτζάνας (Abouzar Karimi et al., 2021), μανταρινιού (Xingke Duan et al., 2021), φρούτων του δράκου (Hongru Chen et al., 2022) και λωτού (Yang Jiang et al., 2020). Τα αποτελέσματα των παραπάνω μελετών έδειξαν ότι μπορούν να αξιοποιηθούν ως εναλλακτική πηγή φυσικών γαλακτωματοποιητών στην βιομηχανία τροφίμων. Επίσης, τα στέμφυλα από την μαύρη τομάτα (Wei Zhang et al., 2020) και ο πράσινος φλοιός (Milad Kazemi et al., 2019) περιέχουν εξίσου σημαντικά επίπεδα πηκτίνης, που τα καθιστά ως αποτελεσματικούς γαλακτωματοποιητές και σταθεροποιητές.

Για να ικανοποιηθούν οιαυξανόμενες απαιτήσεις των καταναλωτών για φυσικά, υγιεινά και βιώσιμα συστατικά τροφίμων, οι φυτικές πρωτεΐνες μπορεί να χρησιμεύσουν ως εναλλακτικοί γαλακτωματοποιητές σε γαλακτώματα ελαίου σε νερό για να αντικαταστήσουν τους συνθετικούς γαλακτωματοποιητές. Τα κουκιά (faba bean) είναι μια πολλά υποσχόμενη πηγή φυτικής πρωτεΐνης λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε πρωτεΐνες, της εύκολης καλλιέργειας και των υψηλών αποδόσεων. Διάφορες φυσικές, χημικές και ενζυμικές τροποποιήσεις έχουν εξεταστεί για την παραγωγή επιθυμητών φυσικοχημικών χαρακτηριστικών για γαλακτωματοποιητικές δραστηριότητες, μέσω διαφορετικών μηχανισμών. Μετά από κατάλληλες τροποποιήσεις, η γαλακτωματοποιητική δραστηριότητα των παραπροϊόντων τους και η σταθερότητα του γαλακτώματος θα μπορούσαν να

βελτιωθούν σημαντικά, καθιστώντας τροποποιημένα παραπροϊόντα κουκιών ως πολλά υποσχόμενους γαλακτωματοποιητές φυτικής προέλευσης στην παραγωγή τροφίμων. (Chang Liu et al., 2022) Αντίστοιχα, και η πρωτεΐνη μπιζελιού παρέχει συγκρίσιμες γαλακτωματοποιητικές ιδιότητες που επιτρέπουν να ανταποκρίνεται στις σημερινές απαιτήσεις των καταναλωτών για εναλλακτικές πηγές πρωτεϊνών φυτικής προέλευσης. (Travis G. Burger et al., 2019) Επίσης, τα παραπροϊόντα επεξεργασίας του ελαίου αβοκάντο (*Persea americana* Mill.) θα μπορούσαν να αποτελέσουν καλή πηγή για την παραγωγή βρώσιμων πρωτεϊνών με λειτουργικές και γαλακτωματοποιητικές ιδιότητες. Η παρουσία της πρωτεΐνης του αβοκάντο ως γαλακτωματοποιητή ενίσχυσε τη σταθερότητα του συστήματος γαλακτώματος ελαίου σε νερό. Επιπλέον, η πρωτεΐνη αβοκάντο παρουσίασε μεγαλύτερη γαλακτωματοποιητική σταθερότητα από την πρωτεΐνη σόγιας, ακόμη και με χαμηλότερη διεπιφανειακή τάση και γαλακτωματοποιητική δραστηριότητα.

Όσον αφορά τα παραπροϊόντα σιτηρών μελέτη που πραγματοποιήθηκε σχετικά με το εκχύλισμα πίτουρου βρώμης, που λαμβάνεται ως παραπροϊόν κατά την διαδικασία της άλεσης βρώμης, έδειξε ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φυσικός γαλακτωματοποιητής. Συνολικά, τα αποτελέσματά δείχνουν ότι το εκχύλισμα πίτουρου βρώμης αποτελεί ένα πιθανό αντικαταστάτη των παραδοσιακών φυσικών γαλακτωματοποιητών για επιλεγμένες εφαρμογές στα τρόφιμα και την βιομηχανία ποτών, και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την περαιτέρω ελαχιστοποίηση των αποβλήτων τροφίμων και να συμβάλει στην αύξηση της βιωσιμότητας του σημερινού τομέα τροφίμων (Theo Ralla et al., 2018).

Τέλος, μία μελέτη έδειξε ότι οι φλούδες κόκκινων τεύτλων (παντζάρια), τα τυπικά παραπροϊόντα που αποκτώνται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των κόκκινων τεύτλων, μπορούν να υποστούν περαιτέρω επεξεργασία σε εκχυλίσματα που περιέχουν επιφανειοδραστικές σαπωνίνες και πρωτεΐνες, οι οποίες μπορούν δυνητικά να χρησιμοποιηθούν και να αντικαταστήσουν συνθετικά παραγόμενους γαλακτωματοποιητές. Συνολικά, τα αποτελέσματά μας δείχνουν ότι το εκχύλισμα παντζαριού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως νέος γαλακτωματοποιητής φυτικής προέλευσης για προϊόντα τροφίμων και ποτών.

2.2.2 Εφαρμογές και χρήσεις τους στη βιομηχανία τροφίμων

Πίνακας 4 : Εφαρμογές παραπροϊόντων τροφίμων ως γαλακτωματοποιητές στην βιομηχανία τροφίμων.

Παραπροϊόν	Προϊόν	Αναφορές
Λοβός μπιζελιού	Ψωμί	Gazia Nasir et al., 2022
	Κέικ	
	Μαγιονέζα	
Φλούδα Μπιζελιού	Crackers	Mona M. H. Mousa et al., 2021
Φλούδα Μάνγκο	Μπισκότα	Malaiporn Wongkaew et al., 2021
Σπόρος Τομάτας	Τραχανάς	Mohamed Fawzy Ramadan et al., 2022
	Ψωμί	
Φλούδα Μελιτζάνας	Μπύρα Lager	Abouzar Karimi et al., 2021
Φλούδα πορτοκαλιού	Muffins	Roxana Nicoleta Ratu et al., 2023
	Μπισκότα	
Σκόνη χουρμά	Μπισκότα	
Πρωτεΐνη ρεβιθιού	Μακαρόνια	Nadia Grasso et al., 2021
	Πατατάκια	
	Γιαούρτι	
	Κεφτεδάκια	



Εικόνα 30 : Φυτικό υποκατάστατο γιαουρτιού με πρωτεΐνη ρεβιθιού, CHKP.



Εικόνα 31 : Φυτικό Ρόφημα με πρωτεΐνη ρεβιθιού, YoFit.



Εικόνα 32 : Φυτικά Πατατάκια με πρωτεΐνη ρεβιθιού, Ceres Organics.



Εικόνα 33: Μακαρόνια με πρωτεΐνη ρεβιθιού, Barilla.



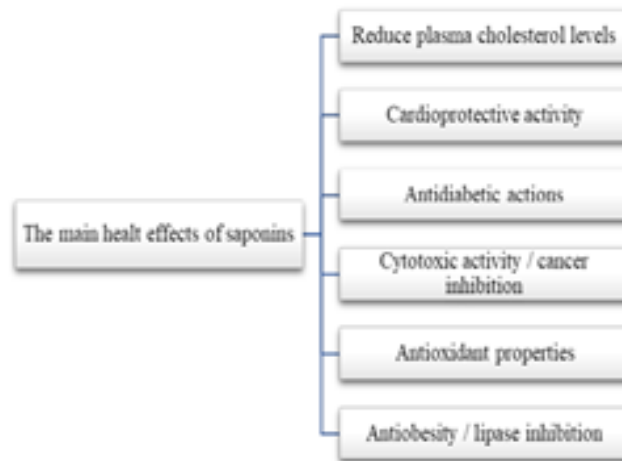
Εικόνα 34 : Φυτικά κεφτεδάκια με πρωτεΐνη αρακά, Μπαρμπαστάθης.



Εικόνα 35 : Φυτικό ρόφημα με πρωτεΐνη αρακά, The Good Pea Company.

2.2.3 Πιθανές βιολογικές δράσεις τους κατά την κατανάλωσή τους

Διάφορες σαπωνίνες χρησιμεύουν ως βοηθητικά και ανοσοδιεγερτικά, ενώ εμφανίζουν επίσης υποχοληστερολαιμικές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Ενισχύουν την ανοσολογική απόκριση σε λοιμώξεις και ασθένειες. Μπορούν να ενεργοποιήσουν κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος, όπως τα μακροφάγα και τα κύτταρα φυσικών δολοφόνων (natural killer cells, NK), τα οποία διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην καταπολέμηση των λοιμώξεων. Επιπλέον, οι σαπωνίνες χρησιμοποιούνται ως βοηθητικά στα εμβόλια για την ενίσχυση της ανοσολογικής απόκρισης και τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας του εμβολίου. Οι επιδράσεις των σαπωνινών στην υγεία κατηγοριοποιούνται στην Εικόνα 36.



Εικόνα 36 : Επιδράσεις των σαπωνινών στην υγεία.

Οι σαπωνίνες διαθέτουν αντιοξειδωτική δράση, συμβάλλοντας στην εξουδετέρωση των ελεύθερων ριζών και του οξειδωτικού στρες στο σώμα. Οι ελεύθερες ρίζες είναι ασταθή μόρια που μπορούν να βλάψουν τα κύτταρα και να συμβάλουν στη γήρανση και σε διάφορες ασθένειες. Απομακρύνοντας αυτές τις ελεύθερες ρίζες, οι σαπωνίνες συμβάλλουν στην προστασία των κυττάρων από βλάβες και προάγουν τη συνολική υγεία. Οι σαπωνίνες έχουν την ικανότητα να δημιουργούν μη διαλυτές ενώσεις με τη χοληστερόλη, καθώς και με άλλες στερόλες και χολικά οξέα. Διαθέτουν την ικανότητα να παγιδεύουν την ολική χοληστερόλη, την LDL και τα χολικά άλατα στο έντερο, αναστέλλοντας την απορρόφησή τους, ενώ δεν επηρεάζουν τα επίπεδα της HDL. Αυτό οδηγεί σε μείωση των επιπέδων χοληστερόλης στο αίμα, ειδικά της χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνης (LDL), η οποία θεωρείται "κακή" χοληστερόλη. Με τη μείωση της LDL χοληστερόλης, οι σαπωνίνες συμβάλλουν στην καρδιαγγειακή υγεία και μειώνουν τον κίνδυνο καρδιακών παθήσεων.

Οι σαπωνίνες παρουσιάζουν, επίσης, αντιμικροβιακή δράση έναντι ενός ευρέος φάσματος παθογόνων μικροοργανισμών, συμπεριλαμβανομένων βακτηρίων, ιών, μυκήτων και πρωτόζωων. Διαταράσσουν τις κυτταρικές μεμβράνες των μικροβίων και παρεμβαίνουν στον πολλαπλασιασμό τους, καθιστώντας τις δυνητικούς υποψήφιους για την ανάπτυξη νέων αντιμικροβιακών παραγόντων και τη βελτίωση των υφιστάμενων θεραπειών. Στη διατροφή των ζώων, οι σαπωνίνες χρησιμοποιούνται για τη μείωση της συγκέντρωσης αμμωνίας και την εξάλειψη των οσμών των κοπράνων. Οι ενώσεις αυτές είναι γνωστές για τις αντιπρωτοζωικές τους επιδράσεις, οι οποίες επιτυγχάνονται με το σχηματισμό συμπλόκων με τη

χοληστερόλη που υπάρχει στις κυτταρικές μεμβράνες των πρωτόζωων, οδηγώντας σε κυτταρική λύση και επακόλουθο θάνατο. Αυτή η αντιπρωτοζωική δράση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τη μείωση των πληθυσμών των πρωτοζώων στον πυρετό των ζώων, συμβάλλοντας έτσι στη βελτίωση της υγείας και της διατροφής των ζώων. (Dr. Timilsena, Y. et al., 2023)

Ο σακχαρώδης διαβήτης είναι μια μεταβολική διαταραχή που χαρακτηρίζεται από χρόνια υπεργλυκαιμία ή αυξημένα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, η οποία μπορεί να βλάψει την καρδιά, αιμοφόρα αγγεία, τα μάτια, τα νεφρά και τα νεύρα με την πάροδο του χρόνου. Υπό αυτή την έννοια, οι σαπωνίνες έχουν αποδειχθεί ότι δρουν μέσω πολλαπλών μηχανισμών, συμπεριλαμβανομένης της αποκατάστασης της απόκρισης στην ινσουλίνη, αύξηση των επιπέδων ινσουλίνης στο πλάσμα και επαγωγή της απελευθέρωσης ινσουλίνης από το πάγκρεας. Έχει αναφερθεί ότι οι σαπωνίνες παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία βιολογικών δραστηριοτήτων. Επιδεικνύουν αποτελεσματικότητα στην καταπολέμηση του καρκίνου και της φλεγμονής, καθώς και ως ισχυροί αντιμικροβιακοί παράγοντες. (Nguyen, L. T. et al., 2020)

Τέλος, έχουν επίσης δείξει πολλά υποσχόμενες αντικαρκινικές επιδράσεις σε πολυάριθμες μελέτες. Μπορούν να προκαλέσουν απόπτωση (προγραμματισμένος κυτταρικός θάνατος) στα καρκινικά κύτταρα, να αναστείλουν τον πολλαπλασιασμό των καρκινικών κυττάρων και να καταστείλουν την αγγειογένεση (την ανάπτυξη νέων αιμοφόρων αγγείων που τρέφουν τους όγκους). Ορισμένες σαπωνίνες έχουν διερευνηθεί ως προς τη δυνατότητά τους να προλαμβάνουν ή να επιβραδύνουν την εξέλιξη διαφόρων τύπων καρκίνου, συμπεριλαμβανομένου του καρκίνου του μαστού, του πνεύμονα, του προστάτη και του παχέος εντέρου. (Dr. Timilsena, Y. et al., 2023)

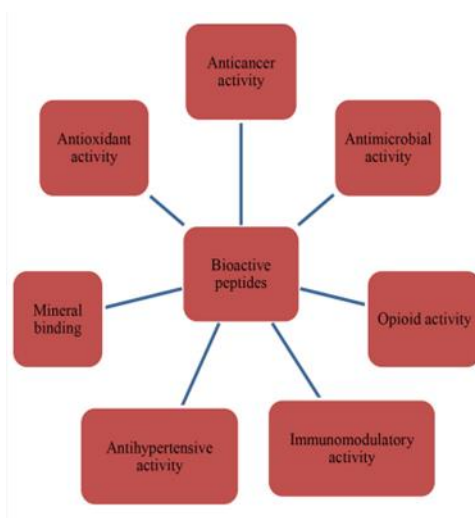
Οι πολυσακχαρίτες θεωρούνται ζωτικά βιομακρομόρια για όλους τους ζωντανούς οργανισμούς, οι οποίοι δομικά αποτελούνται από ομοιογενείς ή ετερογενείς μονοσακχαρίτες και ουρονικά οξέα που συνδέονται με γλυκοζιτικούς δεσμούς. Βρίσκονται κυρίως σε διάφορα μέρη φυτών, ζώων, μυκήτων, βακτηρίων και φυκιών και διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο σε πολλές φυσιολογικές λειτουργίες της ζωής. Οι πολυσακχαρίτες μαζί με τα λιπίδια, τις πρωτεΐνες και τα πολυνουκλεοτίδια ταξινομούνται ως τα τέσσερα πιο καιρία μακρομόρια στις επιστήμες της ζωής. Οι βιοδραστικοί πολυσακχαρίτες είναι γνωστοί ως πολυσακχαρίτες που παράγονται από ζωντανούς οργανισμούς και είναι λειτουργικοί από υλικά με βάση τα σάκχαρα που

διαθέτουν βιολογικές επιδράσεις στους οργανισμούς. Επιπλέον, τις τελευταίες δεκαετίες, οι βιοενεργοί πολυσακχαρίτες έχουν διερευνηθεί ως θεραπευτικοί παράγοντες κατά πολλών χρόνιων ασθενειών λόγω της βιοδιασπασιμότητάς τους, της μη τοξικής τους φύσης και της βιοσυμβατότητάς τους. Μελέτες έχουν δείξει ότι οι πολυσακχαρίτες διαθέτουν ένα ευρύ φάσμα φαρμακολογικών προοπτικών, όπως αντιοξειδωτικές, αντικαρκινικές, αντιμικροβιακές, αντι-παχυσαρκικές, αντιδιαβητικές και ηπατοπροστατευτικές ιδιότητες. Έχουν διερευνηθεί εκτενώς για την ανάπτυξη νέων προϊόντων στον τομέα των καλλυντικών, των τροφίμων, της ιατρικής, των πετροχημικών και του χαρτιού. Ειδικότερα, στη φαρμακευτική βιομηχανία, οι πολυσακχαρίτες χρησιμοποιούνται κυρίως ως φαρμακευτικά και ιατρικά βιοϋλικά (υπογλυκαιμικά, αντιοστεοαρθρικά και αντικαρκινικά προϊόντα) για τον περιορισμό της επίδρασης των αντίστοιχων μεταβολικών συνδρόμων.

Η δραστηριότητα των βιοδραστικών πολυσακχαριτών επηρεάζεται έντονα ανάλογα με τη διαμόρφωση και τη χημική δομή τους. Παρ' όλα αυτά, οι μακρομοριακές διαμορφώσεις των φυτικών κυτταρικών πολυσακχαριτών, ιδίως των ετεροπολυσακχαριτών (ημικυτταρινών), είναι πολύ πολύπλοκες λόγω της εμφάνισης διαφόρων μονοσακχαριτών που δρουν ως ισοβαρή στερεοϊσομερή. Επιπλέον, οι πολυσακχαρίτες που υπάρχουν στα φυτά, στους μικροοργανισμούς (βακτήρια, μύκητες και ζύμες), στα ζώα και στα φύκια συνδέονται χημικά ή/και φυσικά με διάφορα άλλα βιομόρια όπως η λιγνίνη, οι πρωτεΐνες, τα λιπίδια, οι πολυνουκλεοτίδες και μερικά μέταλλα. (Samee Ullah et al., 2019)

Τέλος, και οι πρωτεΐνες είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη και τη διατήρηση πολλών βιολογικών διεργασιών. Τα βιοδραστικά πεπτίδια είναι τμήματα πρωτεϊνών που ωφελούν τα συστήματα του σώματος και τη συνολική ανθρώπινη υγεία. Τα βιοδραστικά πεπτίδια έχουν διαφορετικές βιολογικές δράσεις ανάλογα με την κατηγορία αμινοξέων, το καθαρό φορτίο, τις δευτερογενείς δομές, την αλληλουχία και τη μοριακή μάζα. Πολλαπλές μελέτες έχουν προσδιορίσει τις βιοδραστικές ιδιότητες των πεπτιδίων, με κυριότερες τις αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντικαρκινικές, αντιμικροβιακές, ανοσοτροποποιητικές και αντιυπερτασικές δράσεις στο ζωντανό σώμα. Η πιθανή εφαρμογή τους σε λειτουργικά προϊόντα ανάπτυξης, στις ζωοτροφές, στην επούλωση πληγών, στις φαρμακευτικές και καλλυντικές βιομηχανίες, καθώς και στις χρήσεις τους ως πρόσθετα τροφίμων έχουν διερευνηθεί παράλληλα με εκτιμήσεις για την ασφάλειά τους. (Ahmed A. Zaky et al., 2021) Στην

εικόνα 37 παρουσιάζονται ορισμένες επιδράσεις των βιοδραστικών πεπτιδίων στην υγεία.



Εικόνα 37 : Επιδράσεις των βιοδραστικών πεπτιδίων στην υγεία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Παράγοντες που επιδρούν στις φυσικοχημικές ιδιότητες των γαλακτωματοποιητών από απόβλητα / παραπροϊόντα τροφίμων

Μέσα από τις έρευνες που έχουν διεξαχθεί σχετικά με τους γαλακτωματοποιητές που προέρχονται από παραπροϊόντα της βιομηχανίας τροφίμων, ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει προκύψει για τους παράγοντες που επιδρούν στις φυσικοχημικές τους ιδιότητες. Η θερμοκρασία και το pH αναδείχθηκαν ως βασικοί παράγοντες και μελετήθηκαν εκτενώς.

- **Επίδραση της θερμοκρασίας και του pH στις πρωτεΐνες**

Σύμφωνα με μελέτες που πραγματοποιήθηκαν (Sadia Qamar et al., 2019) εξετάστηκε η επίδραση του pH και της θερμοκρασίας στις φυσικοχημικές ιδιότητες διαφόρων πρωτεϊνών.

Σε απομονωμένες πρωτεΐνες από επιλεγμένα δείγματα ξηρών καρπών και οσπρίων διαπιστώθηκε ότι η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει το ιξώδες του γαλακτώματος και ευνοεί την δημιουργία συσσωματωμάτων των πρωτεϊνών. Η σταθερότητα του γαλακτώματος ελαίου σε νερό απομονωμένων πρωτεϊνών σόγιας αυξήθηκε μετά από

θερμική επεξεργασία και δημιούργησε μικρότερο μέγεθος σταγονιδίων ελαίου. Οι απομονωμένες πρωτεΐνες μπιζελιού, που υφίστανται θερμική επεξεργασία παρουσίασαν εξαιρετική γαλακτωματοποιητική ικανότητα σε σύγκριση με τα μη θερμικά επεξεργασμένα δείγματα μπιζελιού.

Η μέτρια θέρμανση βελτίωσε σημαντικά τις λειτουργικές ιδιότητες των απομονωμένων πρωτεϊνών ρυζιού, ενώ η αύξηση της προκάλεσε μείωση τους. Παρόμοια επίδραση είχε η αύξηση της θερμοκρασίας και σε απομονωμένες πρωτεΐνες από σπόρο τομάτας (Anwasha Sarkar et al., 2015) όπου η σταθερότητα του γαλακτώματος δεν επηρεάστηκε σημαντικά μετά από θερμική επεξεργασία στους 30-70°C. Ωστόσο, σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 80°C παρατηρήθηκε εκτεταμένη συσσωμάτωση σταγονιδίων, η οποία αποδόθηκε στην μετουσίωση των σφαιρικών πρωτεϊνικών τους κλασμάτων.

Σε εξίσου σημαντικό βαθμό επιδρά η μεταβολή του pH στις λειτουργικές ιδιότητες των πρωτεϊνών, παρατηρώντας διαφορές ανάλογα τη φύση της εκάστοτε πρωτεΐνης.

Για παράδειγμα σε απομονωμένες πρωτεΐνες από ξηρούς καρπούς συνολικά παρατηρήθηκε τάση μείωσης των λειτουργικών ιδιοτήτων όλων των επιλεγμένων δειγμάτων καθώς το pH μειωνόταν. Παρατηρήθηκε βελτίωση της ικανότητας αφρισμού και της ικανότητας απορρόφησης ελαίου και νερού σε pH 7,0 και 8,0, αν και η διαλυτότητα και η γαλακτωματοποιητική ικανότητα των πρωτεϊνών των ακατέργαστων δειγμάτων κάσιους ήταν μεγαλύτερες σε τιμές pH κοντά στο ισοηλεκτρικό σημείο και πάνω από αυτό. Αντιθέτως, τα σταθεροποιημένα σταγονίδια γαλακτώματος από απομονωμένες πρωτεΐνες σπόρου τομάτας και ορού γάλακτος (Ricky S.H. Lam and Michael T. Nickerson, 2015), ήταν επιρρεπή σε κροκίδωση και κρεμοποίηση, σε τιμές pH κοντά στο ισοηλεκτρικό τους σημείο. Επίσης, και η σταθερότητα του γαλακτώματος ήταν μεγαλύτερη σε συνθήκες pH μακριά στο ισοηλεκτρικό τους σημείο, όπου οι απωστικές δυνάμεις ήταν ισχυρότερες. Τέλος, η αύξηση του pH φάνηκε να αυξάνει το ιξώδες του γαλακτώματος και να ευνοεί τη συσσωμάτωση της πρωτεΐνης σόγιας, ενώ και οι απομονωμένες πρωτεΐνες ρυζιού παρουσίασαν καλές γαλακτωματοποιητικές ιδιότητες σε όξινες συνθήκες.

- **Επίδραση της θερμοκρασίας και του pH στις σαπωνίνες**

Η επίδραση του pH και της θερμοκρασίας διερευνήθηκε σε σαπωνίνες που προέρχονται από παραπροϊόντα τροφίμων. Η σαπωνίνη που προέρχεται από το

δέντρο Quillaja Saponaria είναι ικανή να σχηματίζει γαλακτώματα ελαίου σε νερό, τα οποία είναι σταθερά σε διάφορες τιμές pH, ιοντικής ισχύος και θερμοκρασιών. Απουσία άλατος, τα σταγονίδια ελαίου με επικάλυψη σαπωνίνης έχουν καλή σταθερότητα συσσωμάτωσης από pH= 8,0 σε pH= 3,0 ωστόσο παρατηρείται κροκίδωση των σταγονιδίων σε pH= 2,0 λόγω της μείωσης του αρνητικού φορτιού και της μεταξύ τους ηλεκτροστατικής απόθησης. Τα επικαλυμμένα με σαπωνίνη σταγονίδια ελαίου έχουν καλή θερμική σταθερότητα λόγω της ισχυρής ηλεκτροστατικής και στερικής απόθησης μεταξύ τους. Είναι ενδιαφέρον ότι τα γαλακτώματα είναι σταθερά έναντι της συνένωση των σταγονιδίων σε αρκετά όξινες συνθήκες, γεγονός που υποδηλώνει ότι το διεπιφανειακό στρώμα που δημιουργούν οι σαπωνίνες είναι ανθεκτικό στη διάσπαση, όταν τα σταγονίδια βρίσκονταν σε στενή επαφή. Σε ουδέτερο pH, τα επικαλυμμένα με σαπωνίνη σταγονίδια ελαίου είναι ασταθή σε συσσωμάτωση σταγονιδίων. Έτσι, οι σαπωνίνες είναι ικανές σε χαμηλά επίπεδα να σχηματίζουν μικρά σταγονίδια που είναι σταθερά σε ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών συνθηκών, και επομένως είναι ιδιαίτερα κατάλληλες για εφαρμογές σε τρόφιμα. (David Julian McClements et al., 2017)

- **Επίδραση της θερμοκρασίας και του pH στους πολυσακχαρίτες**

Πολλοί αμφιφιλικό πολυσακχαρίτες έχουν σχετικά μεγάλα μοριακά βάρη και διαστάσεις και, ως εκ τούτου, υψηλό επιφανειακό φορτίο. Ως αποτέλεσμα, απαιτούνται σχετικά μεγάλες ποσότητες για την παραγωγή μικρών σταγονιδίων κατά την ομογενοποίηση. Το γεγονός ότι τα επικαλυμμένα με πολυσακχαρίτες σταγονίδια λιπιδίων σταθεροποιούνται κυρίως μέσω της στερικής απόθησης σημαίνει ότι τα γαλακτώματα τείνουν να επηρεάζονται πολύ λιγότερο από τις μεταβολές του pH και της ιοντικής ισχύος απ' ό,τι τα επικαλυμμένα με πρωτεΐνες σταγονίδια. Έτσι αντίθετα με τις σαπωνίνες, υψηλά επίπεδα πολυσακχαριτών απαιτούνται συνήθως για το σχηματισμό γαλακτωμάτων που περιέχουν μικρά σταγονίδια, αλλά τα σταγονίδια που σχηματίζονται έχουν εξαιρετική σταθερότητα στις περιβαλλοντικές καταπονήσεις, όπως το pH, ιοντική ισχύς και μεταβολές της θερμοκρασίας. Ορισμένα παραδείγματα αμφιφιλικών πολυσακχαριτών που χρησιμοποιούνται ευρέως στην βιομηχανία τροφίμων είναι το αραβικό κόμμι, η πηκτίνη από παντζάρι και από εσπεριδοειδή. (David Julian McClements, Cansu Ekin Gumus, 2016)

3.2 Τεχνικές μαγειρικής και χρήση γαλακτωματοποιητών από απόβλητα / παραπροϊόντα βιομηχανίας τροφίμων

3.2.1 Διαφορές μαγειρικές τεχνικές / επεξεργασίες

Ανάλογα με τον τύπο επαφής των πρώτων υλών των τροφίμων και του νερού, οι τεχνικές μαγειρέματος με τη μεσολάβηση του νερού μπορούν να διαχωριστούν σε μαγειρέματα **με** ατμό και σε μαγειρέματα **στον** ατμό.

- **Βράσιμο (Boiling)**

Το βράσιμο είναι μια δημοφιλής μέθοδος μαγειρέματος στη Νοτιοανατολική Ασία. Κατά το βράσιμο, τα συστατικά βυθίζονται σε νερό και έτσι επιτυγχάνεται μετουσίωση των πρωτεϊνών, μέσω της θερμότητας με τη μεσολάβηση του νερού.

- **Ατμός (Steaming)**

Σε σύγκριση με το βράσιμο, το φαγητό στον ατμό δεν έρχεται σε άμεση επαφή με το νερό και επιτρέπεται το μαγείρεμα σε χαμηλή θερμοκρασία (≤ 100 °C). Στον ατμό, το νερό τοποθετείται στον πυθμένα της κατσαρόλας και το τρόφιμο τοποθετείται σε ένα δοχείο από πάνω που επιτρέπει τη διέλευση του ατμού. Όταν η κατσαρόλα καλύπτεται, επιτυγχάνεται μεταφορά θερμότητας από τον ζεστό και υγρό αέρα στο τρόφιμο. (Wangxin Liu et al., 2023)

- **Ζεμάτισμα(Blancing)**

Το ζεμάτισμα (μπλανσάρισμα) είναι επίσης ένας όρος μαγειρικής που περιγράφει μια προπαρασκευαστική διαδικασία κατά την οποία το τρόφιμο, συνήθως λαχανικά ή φρούτα, θερμαίνεται από ατμό ή ζεστό νερό για σύντομο χρονικό διάστημα και ύστερα ψύχεται με βύθιση σε παγωμένο νερό ή με ψεκασμό νερού, για να σταματήσει η διαδικασία μαγειρέματος. Σκοπός του μπλανσαρίσματος είναι να μαλακώσει το τρόφιμο, με μερικό ή πλήρες μαγείρεμα, ή να αφαιρέσει μια έντονη γεύση (π.χ, του μπέικον, του λάχανου ή των κρεμμυδιών). Αλλά πιο συχνά, το μπλανσάρισμα πραγματοποιείται αμέσως πριν από τη θερμική αποστείρωση και μπορεί να εφαρμοστεί πριν ή μετά την πλήρωση των δοχείων (κονσέρβες) με προϊόν. Οι λόγοι που επιβάλλουν το μπλανσάρισμα είναι η απομάκρυνση των αερίων από τους ιστούς της πρώτης ύλης, η συρρίκνωση της ύλης αυτής και η αναστολή των ενζυμικών

αντιδράσεων, οι οποίες, αν δεν σταματήσουν, θα επηρεάσουν αρνητικά το χρώμα και τη θρεπτική αξία του τροφίμου. Ανάλογα με την ένταση της θέρμανσης, το μπλανσάρισμα θα καταστρέψει επίσης ορισμένους μικροοργανισμούς. (Yasmine Motarjemi and Huub Lelieveld, 2014)

- **Ψήσιμο (Baking)**

Το ψήσιμο και το κάπνισμα είναι παραδοσιακές μέθοδοι μαγειρέματος με τη μεσολάβηση αέρα και εφαρμόζονται ευρέως στην επεξεργασία τροφίμων. Στο ψήσιμο, τα τρόφιμα υποβάλλονται σε επεξεργασία, σε θερμοκρασία 150-300 °C ή και υψηλότερη, η οποία συνοδεύεται από μια σειρά φυσικών και χημικών αλλαγών, οι οποίες με τη σειρά τους διαμορφώνουν μοναδική γεύση, χρώμα και άρωμα. Σε γενικές γραμμές, στο αρχικό στάδιο του ψησίματος (περίπου 160 °C), η υγρασία στην επιφάνεια του τροφίμου εξατμίζεται γρήγορα και ταυτόχρονα μπορεί να συμβεί η μεταφορά της υγρασίας του τροφίμου από το κέντρο προς την επιφάνεια. Περαιτέρω, χημικές αλλαγές όπως υδρόλυση, οξείδωση, θερμική αποσύνθεση και συμπύκνωση των πρωτεϊνών, των λιπιδίων και του αμύλου στα τρόφιμα συμβαίνουν όταν η θερμοκρασία φτάσει τους 190 °C.

- **Κάπνισμα (Food smoking)**

Επιπλέον, το κάπνισμα είναι μια άλλη τεχνολογία μαγειρέματος με τη βοήθεια του αέρα, η οποία κάνει τα τρόφιμα να καπνίζονται με θερμότητα ή αρωματικές ουσίες. Είναι ενδιαφέρον ότι το ψυχρό κάπνισμα πραγματοποιείται συχνά σε θερμοκρασία 12-25 °C για την ενίσχυση της γεύσης των τροφίμων, ιδίως των τροφίμων ζωικής προέλευσης, ενώ το θερμό κάπνισμα διατηρεί συνήθως τη θερμοκρασία στους 40-100 °C για την επίτευξη της βελτίωσης της οργανοληπτικής ποιότητας και του μαγειρέματος.

Τα φυτικά έλαια και τα ζωικά λίπη χρησιμοποιούνται συνήθως ως μέσα για το μαγείρεμα των τροφίμων λόγω της μεγάλης ειδικής θερμοχωρητικότητάς τους και του υψηλού σημείου βρασμού τους.

- **Τηγάνισμα (Frying)**

Το τηγάνισμα, μια τεχνική μαγειρέματος κατά την οποία τα τρόφιμα βυθίζονται ή επιπλέουν στην επιφάνεια του λαδιού και γενικά σε ελεγχόμενη θερμοκρασία 150-190 °C, είναι δημοφιλές για την ευκολία και τη γευστικότητα του τελικού προϊόντος.

Κατά τη διαδικασία του τηγανίσματος, μεταξύ του τροφίμου και του λαδιού συμβαίνει μεταφορά θερμότητας : η θερμοκρασία του τροφίμου αυξάνεται γρήγορα, η υγρασία του τροφίμου εξατμίζεται γρήγορα και αντικαθίσταται από το λάδι. Εν τω μεταξύ, η επιφάνεια ή το εσωτερικό του τροφίμου διαστέλλεται, «ραγίζει» και συρρικνώνεται. Ωστόσο, οι ετεροκυκλικές αμίνες, η ακρολεΐνη, τα ελεύθερα λιπαρά οξέα, τα μονομερή των κυκλικών λιπαρών οξέων, τα trans λιπαρά οξέα και τα πολυμερή των τριακυλογλυκεριδίων που παράγονται κατά το τηγάνισμα δεν επηρεάζουν μόνο την αισθητηριακή ποιότητα των τηγανητών τροφίμων, αλλά μπορούν επίσης να οδηγήσουν σε κινδύνους για την υγεία, λόγω της τοξικότητάς τους. Ο τύπος του τροφίμου, η σύνθεση του λαδιού, ο χρόνος τηγανίσματος, η θερμοκρασία, η περιεκτικότητα σε οξυγόνο και τα σκεύη θα επηρεάσουν τις παραπάνω παρενέργειες. Ως εκ τούτου, στο μέλλον οι έρευνες πρέπει να εστιάσουν στην εύρεση βέλτιστων και πιο υγιεινών συνθηκών τηγανίσματος.

- **Μικροκύματα (Microwave)**

Τα μικροκύματα είναι μη ιονίζουσα ακτινοβολία με συχνότητες μεταξύ 300 MHz και 300 GHz. Στη θέρμανση με μικροκύματα, οι διηλεκτρικές ιδιότητες των τροφίμων και

το βάθος διείσδυσης των μικροκυμάτων είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση της θέρμανσης. Σε προηγούμενη μελέτη καταγράφηκε ότι η τεχνολογία μικροκυμάτων σε συνδυασμό με το παραδοσιακό μαγείρεμα με τηγάνισμα μπορεί να επιτύχει υψηλότερη απόδοση μεταφοράς θερμότητας και μάζας.

- **Air Fryer (Φριτέζα Αέρα)**

Η τεχνολογία της φριτέζας αέρα (air fryer) είναι μια αναδυόμενη εναλλακτική λύση στην παραδοσιακή τεχνική τηγανίσματος. Η τεχνολογία φριτέζας αέρα χρησιμοποιεί την αγωγή θερμότητας με θερμό αέρα αντί της παραδοσιακής αγωγής θερμότητας με λάδι. Αυτή η τεχνολογία μπορεί να κάνει μια μικρή ποσότητα λαδιού να διασκορπιστεί ομοιόμορφα στον θερμό αέρα και στη συνέχεια να έρθει σε επαφή με την επιφάνεια του τροφίμου. Ο ψεκασμός των σταγονιδίων λαδιού βελτιώνει την απόδοση και την ομοιομορφία της μεταφοράς θερμότητας και μειώνει την απώλεια ποιότητας του τροφίμου κατά τη διαδικασία τηγανίσματος.

Η μέθοδος μαγειρέματος υπό κενό έχει γίνει δημοφιλής τις τελευταίες δεκαετίες. Η Sous-vide (SV) και η Cook-vide (CV) είναι δημοφιλείς επεξεργασίες κενού στην τεχνολογία τροφίμων. Το μαγείρεμα υπό κενό είναι ανώτερο από το παραδοσιακό μαγείρεμα, λόγω της έλλειψης οξυγόνου στο περιβάλλον μαγειρέματος και την χαμηλή θερμοκρασία. Το μαγείρεμα σε χαμηλή θερμοκρασία έχει ως αποτέλεσμα υψηλότερη διατήρηση της γεύσης, χαμηλότερο σχηματισμό ακρυλαμιδίου και υψηλότερη ικανότητα συγκράτησης χρωστικών ουσιών. (Mehmet Κοç et al., 2017)

- **Sous-vide**

Το Sous-vide είναι η τεχνική μαγειρέματος των τροφίμων που μαγειρεύονται υπό ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και χρόνου μέσα σε θερμοσταθερούς κενούμενους σάκους ή δοχεία. Η μέθοδος αυτή παρέχει μοναδικά χαρακτηριστικά υφής, χαμηλότερη απώλεια υγρασίας, αναστέλλει την οξειδωση των λιπιδίων και των πρωτεϊνών που προκύπτει από την απουσία οξυγόνου στη σακούλα κενού. Επίσης, εμποδίζει περαιτέρω την παραγωγή επιβλαβών ουσιών, όπως οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες και οι ετεροκυκλικές αμίνες και τροποποιεί το προφίλ των πτητικών και χρωματικών χαρακτηριστικών των τροφίμων. Εκτός αυτού, τα τρόφιμα σε σακούλα κενού μπορούν να καταναλωθούν άμεσα μετά από σύντομο στάδιο θέρμανσης. Έτσι, το Sous-vide βοηθά και τον τομέα της εστίασης. Τα τρόφιμα μπορούν να αποθηκευτούν για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να χάσουν τη φρεσκάδα τους και να παραδοθούν στον καταναλωτή με υψηλή ποιότητα. Η τεχνική Sous-vide βελτιώνει επίσης την μικροβιακή ποιότητα και τη διάρκεια ζωής των τροφίμων.

- **Cook-vide**

Η άλλη εναλλακτική μέθοδος για το μαγείρεμα των τροφίμων σε συνθήκες κενού είναι το Cook-vide, το οποίο είναι γνωστό ως αξιόλογη μέθοδος μαγειρέματος λόγω της εφαρμογής χαμηλής θερμοκρασίας, του σύντομου χρόνου επεξεργασίας, του περιβάλλοντος μαγειρέματος με μειωμένο οξυγόνο και της καλύτερης προστασίας της θρεπτικής αξίας των τροφίμων. Το Cook-vide ευθύνεται για ελάχιστες απώλειες της θρεπτικής αξίας των τροφίμων και ελάχιστο σχηματισμό καρκινογόνων ενώσεων, όπως το ακρυλαμίδιο, επιτυγχάνει καλύτερη υφή, χρώμα και γεύση, καθώς και καλύτερη ποιότητα. Η θερμότητα μεταφέρεται με αγωγή και συναγωγή στο Cook-vide και στο Sous-vide. Στο Cook-vide, το νερό βράζει σε χαμηλή θερμοκρασία σε

μικρότερη πίεση ατμών. Ωστόσο, στο Sous-vide, το νερό στο θάλαμο μαγειρέματος δεν βράζει λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας σε ατμοσφαιρικές συνθήκες. Ενώ τα δείγματα τροφίμων έρχονται σε επαφή με το νερό σε θερμοκρασία βρασμού στο Cook-vide, τα δείγματα τροφίμων δεν έρχονται σε άμεση επαφή με το νερό στο Sous-vide λόγω του υλικού συσκευασίας. Επιπλέον, στην ίδια θερμοκρασία, ο επιφανειακός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας είναι υψηλότερος στο νερό που βράζει (Cook-vide) από ό,τι στο υγρό νερό (Sous-vide). Συνεπώς, η μεταφορά θερμότητας στο Sous-vide είναι πιο αργή από ό,τι στο Cook-vide.

- **Τηγάνισμα υπό κενό (Vacuum frying)**

Το τηγάνισμα υπό κενό αναφέρεται στην τεχνική τηγανίσματος που εκτελείται σε πίεση κάτω από 6,65 kPa. Σε σύγκριση με το παραδοσιακό τηγάνισμα, το σημείο βρασμού του νερού στο τρόφιμο είναι χαμηλότερο σε συνθήκες κενού, γεγονός που πραγματοποιεί την ταχεία εξάτμιση του νερού σε χαμηλότερη θερμοκρασία και επιτυγχάνει τον σκοπό του τηγανίσματος. Έτσι, το τηγάνισμα υπό κενό μειώνει σημαντικά την απώλεια θρεπτικών συστατικών, την απορρόφηση λαδιού, την παραγωγή επιβλαβών ουσιών.

Αντίθετα, η αύξηση της πίεσης μαγειρέματος είναι επίσης μια αποτελεσματική τεχνική για τη βελτίωση της ποιότητας των τροφίμων.

- **Τηγάνισμα υπό πίεση (Pressure frying)**

Το τηγάνισμα υπό πίεση πραγματοποιείται σε πίεση μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική. Υπό υψηλή πίεση, η εξάτμιση του νερού στο εσωτερικό του τροφίμου αναστέλλεται, βελτιώνοντας έτσι την περιεκτικότητα σε νερό και την τρυφερότητα του τηγανητού τροφίμου, ιδιαίτερα κατάλληλο για το τηγάνισμα ζωικών μυών. (Wangxin Liu et al., 2023)

- **Μαγείρεμα με εξώθηση (Extrusion)**

Το μαγείρεμα με εξώθηση είναι μια διεργασία υψηλής θερμοκρασίας και σύντομου χρόνου (High Temperature Short Time, HTST) κατά την οποία πρωτεϊνούχα τρόφιμα εκτίθενται σε υψηλή θερμοκρασία, υψηλή πίεση και μηχανική διάτμηση, με αποτέλεσμα τη μετουσίωση των πρωτεϊνών, τη μερική αναδίπλωση της πολυπεπτιδικής τους αλυσίδας και την επακόλουθη συσσωμάτωση. Η θέρμανση των πρωτεϊνών κατά το μαγείρεμα με εξώθηση μπορεί να αλλάξει το μοτίβο κατανομής

των υδρόφιλων και υδρόφοβων θέσεων στην επιφάνεια των πρωτεϊνών και να εκθέσει τις λειτουργικές ομάδες, οι οποίες κατά συνέπεια επηρεάζουν την επιφανειακή τους δραστηριότητα και τις γαλακτωματοποιητικές τους ιδιότητες. Ως εκ τούτου, η μερική μετουσίωση των πρωτεϊνών υπό ελεγχόμενες συνθήκες θέρμανσης και διάτμησης βελτιώνει γενικά την επιφανειακή δραστηριότητα των πρωτεϊνών, η οποία διευκολύνει την απορρόφηση και το σχηματισμό ενός φυσικού στρώματος στις διεπιφάνειες αέρα-νερού και ελαίου-νερού. (Rassoul Mozafarpour et al., 2019)

3.2.2 Επίδραση των διαφόρων μαγειρικών επεξεργασιών στους φυσικούς γαλακτωματοποιητές

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε (Mehmet Κοç et al., 2017) τρεις διαφορετικές μέθοδοι μαγειρέματος, δηλαδή sous-vide (SV), cook-vide (CV) και το παραδοσιακό μαγείρεμα, και οι παράμετροι τους διερευνήθηκαν και συγκρίθηκαν μέσω του μαγειρέματος πράσινων μπιζελιών. Στο παραδοσιακό μαγείρεμα, τα λαχανικά βυθίζονται κυρίως σε βραστό νερό (~100 °C) σε ατμοσφαιρικές συνθήκες για αρκετά λεπτά. Τα παραδοσιακά μαγειρεμένα δείγματα ήταν χαμηλότερης ποιότητας σε σύγκριση με τις άλλες δύο μεθόδους. Ο μεγαλύτερος χρόνος μαγειρέματος για την επίτευξη αποδεκτών μαγειρεμένων πράσινων μπιζελιών παρατηρήθηκε στη μέθοδο SV. Η μέθοδος CV μπορεί να προταθεί για λαχανικά με υψηλή ικανότητα δέσμευσης νερού και φυσική εξωτερική φλούδα (όπως τα πράσινα μπιζέλια). Ωστόσο, τα λαχανικά δεν έρχονται σε άμεση επαφή με το νερό στη SV, επομένως αποτρέπει τη διάχυση των υδατοδιαλυτών υλικών, ενισχύει τη θρεπτική ποιότητα των λαχανικών και την προστασία του χρώματος των δειγμάτων δύο φορές καλύτερα από άλλες τεχνικές. Η μέθοδος SV δεν είναι κατάλληλη για την εφαρμογή θερμοκρασίας άνω των 80 °C λόγω των προβλημάτων που αντιμετωπίζει. Η μέθοδος CV θα μπορούσε να προτιμηθεί εάν ο στόχος είναι να μειωθεί ο χρόνος μαγειρέματος των λαχανικών πάνω από τους 80 °C και να προστατευθούν οι ενώσεις των δειγμάτων. Γενικά, τα θρεπτικά συστατικά των λαχανικών και των φρούτων προστατεύονταν περισσότερο τόσο στο SV όσο και στο CV από ό,τι στο παραδοσιακό μαγείρεμα. Οι τιμές αλλαγής χρώματος των πράσινων μπιζελιών ήταν ελαφρώς χαμηλότερες στο παραδοσιακό μαγείρεμα σε σύγκριση με τις CV και SV. Τα μαγειρεμένα με CV πράσινα μπιζέλια παρείχαν την υψηλότερη γενική αποδοχή για τις οργανοληπτικές ιδιότητες. Ως

συμπέρασμα, η παραδοσιακή μέθοδος μαγειρέματος είχε περισσότερες αρνητικές επιπτώσεις στα ποιοτικά χαρακτηριστικά στα πράσινα μπιζέλια.

Σε άλλη μελέτη (Johanna Andersson et al., 2022) διερευνήθηκε η επίδραση του ατμού και του βρασμού στη μικροδομή, τις μηχανικές ιδιότητες και το οργανοληπτικό προφίλ του παντζαριού (*Beta vulgaris*). Το παντζάρι είναι ένα μη αμυλούχο λαχανικό ρίζας, με πηκτικούς πολυσακχαρίτες και κυτταρίνη ως τα κύρια συστατικά του κυτταρικού τοιχώματος και περιέχει φερουλικό οξύ ως το πιο άφθονο φαινολικό. Για το παντζάρι και οι δύο θερμικές επεξεργασίες οδήγησαν σε παρόμοια απώλεια αντοχής και αύξηση της ελαστικότητας σε σύγκριση με τα ωμά λαχανικά. Τα κυτταρικά τοιχώματα του παντζαριού είναι πιο ανθεκτικά στη θερμική αποικοδόμηση, αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε μειωμένη διαρροή αμύλου από τα κύτταρα κατά το μαγείρεμα. Για τα παντζάρια δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές για κανένα από τα αξιολογούμενα χαρακτηριστικά οσμής και γεύσης, ανεξάρτητα από τον τύπο της θερμικής επεξεργασίας. Τα αποτελέσματα αυτά υποδεικνύουν ότι η διαλυτοποίηση των πρωτεϊνών κατά τη διάρκεια των θερμικών επεξεργασιών του παντζαριού ήταν ελάχιστη. Η περιεκτικότητα σε ολικές φαινόλες των δειγμάτων που υποβλήθηκαν σε θερμική επεξεργασία ήταν παρόμοια με τις πρώτες ύλες υποδεικνύοντας ότι ούτε ο ατμός ούτε ο βρασμός οδήγησαν σε σημαντικές απώλειες σε ολικές φαινόλες. Τα δείγματα παντζαριού στον ατμό παρουσίασαν σημαντικά μεγαλύτερη ένταση χρώματος από τα βρασμένα δείγματα παντζαριού. Αυτό μπορεί να σχετίζεται με την πολικότητα των ανθοκυανινών, οι οποίες εκχυλίζονται και διαλύονται όταν το παντζάρι βράζεται σε νερό.

Εκτενώς μελετήθηκε και η επίδραση διαφόρων μεθόδων μαγειρέματος στους καρπούς της μελιτζάνας. Σύμφωνα με τον Athiwat Chumyam et al. (2013) διερευνήθηκαν οι επιδράσεις τριών θερμικών επεξεργασιών (βράσιμο, ατμός και μαγείρεμα σε μικροκύματα) στην αντιοξειδωτική ικανότητα και την ολική περιεκτικότητα σε φαινόλες σε διάφορες ποικιλίες μελιτζάνας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο βρασμός, ο ατμός και το μαγείρεμα σε μικροκύματα για 5-15 λεπτά αύξησαν το ολικό φαινολικό περιεχόμενο και την αντιοξειδωτική ικανότητα και στις τρεις ποικιλίες μελιτζάνας. Τα δείγματα που μαγειρεύτηκαν σε μικροκύματα για 10 και 15 λεπτά είχαν τη μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα και το υψηλότερο επίπεδο ολικών φαινολικών ενώσεων.

Τέλος, εξίσου ενδιαφέρουσα ήταν μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε (Serena Martini et al., 2021), όπου χρησιμοποιήθηκαν οι τέσσερις πιο συνηθισμένες θερμικές επεξεργασίες που χρησιμοποιούνται για το μαγείρεμα των μελιτζανών (βράσιμο, ψήσιμο στη σχάρα, τηγάνισμα και ψήσιμο στο φούρνο) και παρέχει στοιχεία που αποδεικνύουν ότι οι επεξεργασίες μαγειρέματος έχουν σημαντικό αντίκτυπο στη σταθερότητα των φαινολικών ενώσεων και στην απελευθέρωσή τους κατά την πέψη. Με εξαίρεση το τηγάνισμα, οι διεργασίες μαγειρέματος είχαν ως αποτέλεσμα την αποικοδόμηση των επιμέρους φαινολικών ενώσεων. Ωστόσο, οι θερμικές επεξεργασίες ήταν υψίστης σημασίας για την απελευθέρωση φαινολικών ενώσεων από μήτρες τροφίμων κατά τη διάρκεια της πέψης. Σε αυτό το πλαίσιο, οι διεργασίες θέρμανσης (ιδίως το τηγάνισμα, το ψήσιμο στη σχάρα και το ψήσιμο στο φούρνο) αύξησαν σημαντικά τη βιοπροσβασιμότητα των φαινολικών ενώσεων της σκούρας μωβ μελιτζάνας προωθώντας την απελευθέρωσή τους από τη μήτρα του τροφίμου. Αυτό αποτελεί ένα καίριο αποτέλεσμα, δεδομένου ότι η σκούρα μωβ μελιτζάνα πρέπει να καταναλώνεται μόνο μετά το μαγείρεμα λόγω της παρουσίας των τυπικών τοξικών γλυκοαλκαλοειδών της.

Οι Mst. Sorifa Akter et al. (2010) αξιολόγησαν την επίδραση των θερμοκρασιών ξήρανσης με μπλανσάρισμα και ξήρανσης με θερμό αέρα στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, τη σύνθεση των διαιτητικών ινών και τις αντιοξειδωτικές παραμέτρους των ώριμων μαλακών φλούδων λωτού. Τόσο το μπλανσάρισμα όσο και η ξήρανση βελτίωσαν τις συνθέσεις διαιτητικών ινών, τις τιμές χρώματος και τις ιδιότητες ενυδάτωσης. Ωστόσο, οι μπλανσαρισμένες και αποξηραμένες φλούδες είχαν χαμηλότερες ποσότητες αντιοξειδωτικών παραμέτρων, όπως το ασκορβικό οξύ, η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά, η περιεκτικότητα σε β-καροτένιο και αντιοξειδωτική δράση σε σύγκριση με τις φρέσκες φλούδες. Παρόλο που δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά και β-καροτένιο σε διαφορετικές θερμοκρασίες ξήρανσης τόσο για τις αποξηραμένες χωρίς μπλανσάρισμα όσο και για τις μπλανσαρισμένες φλούδες, οι τελευταίες είχαν υψηλότερο ποσοστό διαιτητικών ινών και διογκωτική ικανότητα, σε όλες τις συνθήκες ξήρανσης. Επιπλέον, οι αποξηραμένες και μπλανσαρισμένες φλούδες είχαν υψηλότερες αντιοξειδωτικές παραμέτρους και αντιοξειδωτική δράση στους 50 °C από ό,τι σε υψηλές θερμοκρασίες ξήρανσης (60°C και 70°C). Επομένως, οι αποξηραμένες φλούδες με μπλανσάρισμα στους 50°C προτείνονται για την απόκτηση καλύτερης

ποιότητας σκόνη πλούσια σε διαιτητικές ίνες από φλούδες λωτού, η οποία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως συμπλήρωμα φυτικών ινών στις βιομηχανίες τροφίμων.

Παρόμοια μελέτη με επίκεντρο τις κατεργασίες μπλανσαρίσματος και ξήρανσης των φλοιών των κόκκινων φρούτων δράκου, προκειμένου να ληφθεί σκόνη φυτικών ινών, διεξήχθησαν με επιτυχία (Rosidi, N.A.S., et al., 2021). Η επίδραση του μπλανσαρίσματος και της ξήρανσης με διαφορετικές θερμοκρασίες 50°C, 60°C και 70°C στις φυσικοχημικές ιδιότητες της σκόνης προσδιορίστηκαν. Με βάση το αποτέλεσμα, και οι δύο διεργασίες μπλανσαρίσματος με ζεστό νερό και η ξήρανση με ξηραντήρα φούρνου θερμού αέρα έχουν μεταβάλει φυσικά το προϊόν παράγοντας τις καλύτερες ιδιότητες της σκόνης. Το αποτέλεσμα δείχνει ότι η υψηλότερη περιεκτικότητα σε ίνες παράχθηκε για τη σκόνη με μπλανσάρισμα και ξήρανση. Καθώς υποβλήθηκε στη διαδικασία ξήρανσης, η σκόνη είχε χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία, σε υψηλή θερμοκρασία, 70°C. Σύμφωνα με την περιεκτικότητα σε υγρασία, οι χαμηλότερες τιμές ενεργότητας νερού έπαιξαν σημαντικό ρόλο ώστε να παραταθεί η διάρκεια ζωής της σκόνης μειώνοντας τον ρυθμό ανάπτυξης των μικροοργανισμών. Επιπλέον λόγω της διαδικασίας μπλανσαρίσματος και ξήρανσης, το χρώμα της σκόνης φλούδας κόκκινου φρούτου δράκου διαφέρει σημαντικά σε σύγκριση με τα δείγματα φρέσκιας φλούδας. Ως εκ τούτου, το μπλανσάρισμα και η ξήρανση στους 50°C μπορεί να περιγράψει ως ο κατάλληλος συνδυασμός για την επίτευξη σκόνης υψηλής περιεκτικότητας σε διαιτητικές ίνες με καλές φυσικές ιδιότητες.

3.2.3 Επίδραση των φυσικών γαλακτωματοποιητών σε διάφορα τρόφιμα υπό διαφορετικές συνθήκες μαγειρέματος

Αντίστοιχα, αρκετές μελέτες έχουν διεξαχθεί σχετικά με την επίδραση των φυσικών γαλακτωματοποιητών από παραπροϊόντα της βιομηχανίας τροφίμων, σε τρόφιμα τα οποία βρίσκονται υπό διαφορετικές συνθήκες μαγειρέματος.

- **Φρούτα του Δράκου**

Εκτενής έρευνα και μελέτη έχει γίνει τα τελευταία χρόνια σχετικά με την επίδραση της φλούδας των φρούτων του δράκου, σε μορφή σκόνης, σε προϊόντα κρέατος, ιχθυηρών, αρτοποιίας και γαλακτοκομικών. Οι F. M. Manihuruk , T. Suryati, & I. I. Arief (2016) μέσα από την μελέτη τους είχαν ως στόχο να αξιολογήσουν την

αποτελεσματικότητα της προσθήκης φλούδας από κόκκινο φρούτο του δράκου (*Hylocereus polyrhizus*) σε λουκάνικα βόειου κρέατος. Τα εκχυλίσματα της φλούδας ελήφθησαν με εκχύλιση, με χρήση διαλύτη σε pH 5,0. Τα εκχυλίσματα φλούδας από κόκκινο φρούτο του δράκου προστέθηκαν στα λουκάνικα βόειου κρέατος, σε διάφορα ποσοστά (0%, 20%, 30% και 40%) και αναλύθηκαν τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τους, οι ολικές φαινόλες, τα θρεπτικά συστατικά, η αντιοξειδωτική και η αντιμικροβιακή δράση τους. Η ζύμη του κρέατος αναμείχθηκε και μεταφέρθηκε μέσα σε περίβλημα με τη χρήση γεμιστήρα και στη συνέχεια βράστηκε σε θερμοκρασία 60-65°C για 60 λεπτά.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσθήκη εκχυλισμάτων φλούδας κόκκινου φρούτου του δράκου αύξησε σε ικανοποιητικό βαθμό την αντιοξειδωτική δράση και την ένταση της φωτεινότητας του κόκκινου και του κίτρινου χρώματος στα βόεια λουκάνικα. Τα φλαβονοειδή, οι φαινόλες, τα στεροειδή, τα τριτερπενοειδή, οι σαπωνίνες και οι τανίνες ήταν οι τύποι φυτοχημικών ενώσεων που περιέχονται στο εκχύλισμα της φλούδας. Τα φλαβονοειδή και οι φαινόλες ήταν υπεύθυνα για την αντιοξειδωτική δράση στα εκχυλίσματα φλούδας ενώ τα στεροειδή και τα τριτερπενοειδή είχαν συσχέτιση με την αντιβακτηριακή δράση. Επίσης, η προσθήκη εκχυλίσματος στο λουκάνικο σχετίζεται με μείωση της σκληρότητάς του, η οποία θα μπορούσε να συνδεθεί με την υγρασία και την περιεκτικότητα των λουκάνικων σε πρωτεΐνες. Έτσι, θα μπορούσε να συναχθεί το συμπέρασμα ότι το εκχύλισμα φλούδας κόκκινου φρούτου του δράκου είναι αποτελεσματικό ως αντιβακτηριακός παράγοντας και φυσικό αντιοξειδωτικό στα λουκάνικα βόειου κρέατος.

Οι Olipriya Biswas et al. (2022) παρασκεύασαν ψαροκροκέτες με σκόνη φλούδας από φρούτα του δράκου (1,0%, 1,5% και 2,0% κ.β.) με σκοπό την αξιολόγηση της ποιότητάς και τη βελτίωση της διάρκειας ζωής κατά τη διάρκεια αποθήκευσης 15 ημερών σε προκατασκευασμένο ηλιακό ψυγείο ($5 \pm 1^\circ\text{C}$). Τα δείγματα του ψαριού μαγειρεύτηκαν σε φούρνο ατμού σε ατμοσφαιρική πίεση για 35 λεπτά. Περίπου 200 g ψαροκροκέτας συσκευάστηκαν σε σακουλάκια πολυαιθυλενίου και ακολούθησε η αποθήκευσής τους σε προκατασκευασμένο ηλιακό ψυγείο ($5 \pm 1^\circ\text{C}$) για 15 ημέρες για να μελετηθούν οι αλλαγές στην ποιότητα κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Οι αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές επιδράσεις στα δείγματα του ψαριού αξιολογήθηκαν επίσης κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι η σκόνη φλούδας φρούτων του δράκου είναι πλούσια σε διαιτητικές ίνες και φυσικά αντιοξειδωτικά. Οι ψαροκροκέτες με 1,5% σκόνη φλούδας φρούτων του δράκου παρουσίασαν σημαντικά καλύτερη τρυφερότητα σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα. Η ενσωμάτωση της βελτίωσε την σταθερότητα του γαλακτώματος και την απόδοση μαγειρέματος και διατήρησε την ποιότητα και τη σταθερότητα των ιχθυηρών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης σε προκατασκευασμένο ηλιακό ψυγείο. Η ενσωμάτωση της σκόνης σε ποσοστό 1,5% σε ψαροκροκέτες έδειξε καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά και αποδοχή από τον καταναλωτή για έως και 6 ημέρες αποθήκευσης στους 5 ± 1 °C. Από αυτή τη μελέτη, θα μπορούσε να προκύψει ότι η φλούδα φρούτων του δράκου είναι πλούσια σε φυσικά αντιοξειδωτικά και διαιτητικές ίνες. Επιπλέον, είχε θετική επίδραση στις φυσικοχημικές, μικροβιακές και οργανοληπτικές ιδιότητες των ψαροκροκέτων και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως λειτουργικό πρόσθετο στη βιομηχανία ιχθυηρών, χωρίς να επηρεάσει την ποιότητα και την αποδοχή των τελικών προϊόντων.

Αντίστοιχη μελέτη πραγματοποιήθηκε (Pratap Madane et. al., 2019) για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της φλούδας φρούτων του δράκου (DFP) σε σκόνη, ως αντιοξειδωτική διαιτητική ίνα (Antioxidant Dietary Fiber, ADF) στη βελτίωση της ποιότητας και της ευαισθησίας στην οξείδωση των λιπιδίων των nuggets κοτόπουλου, κατά τη διάρκεια 20 ημερών αποθήκευσης στο ψυγείο. Η DFP ήταν πλούσια σε διαιτητικές ίνες (56,91%) με υψηλότερες αδιάλυτες διαιτητικές ίνες, φαινολικά (36-39 mg GAE/100 g) και περιείχε υψηλά επίπεδα σε πρωτεΐνες (10,36%) και τέφρα (2,34%) και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε λιπαρά (4,48%). Περαιτέρω, τα επεξεργασμένα nuggets κοτόπουλου είχαν σημαντικά υψηλότερη περιεκτικότητα σε διαιτητικές ίνες και ολικά φαινολικά από τον έλεγχο. Η αισθητηριακή αξιολόγηση των προϊόντων αποκάλυψε σημαντική βελτίωση στην εμφάνιση, η DFP μείωσε σημαντικά την υπεροξείδωση των λιπιδίων, τις βαθμολογίες οσμής και το μικροβιακό φορτίο σε nuggets κοτόπουλου, κατά τη διάρκεια της περιόδου αποθήκευσης 20 ημερών. Από τη μελέτη, θα μπορούσε να συναχθεί ότι η DFP είχε θετική επίδραση στη διατροφική ποιότητα των nuggets κοτόπουλου και θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιηθεί ως αντιοξειδωτική διαιτητική ίνα, χωρίς να επηρεάσει την ποιότητα και την αποδοχή των προϊόντων.

Στην συνέχεια, η υπερβολική κατανάλωση μπισκότων έχει συνδεθεί με επιβλαβή αποτελέσματα για την υγεία λόγω παρουσίας εξευγενισμένων υδατανθράκων και τοξικών ουσιών που προκαλούνται από τη θερμότητα, συμπεριλαμβανομένων των διατροφικών τελικών προϊόντων προχωρημένης γλυκοζυλίωσης (dietary Advanced Glycation End-products, dAGEs). Τα AGEs είναι μια ετερογενής ομάδα μορίων που παράγονται, μη ενζυμικά, από την αλληλεπίδραση μεταξύ αναγωγικών σακχάρων και ελεύθερων αμινομάδων πρωτεϊνών, νουκλεϊκών οξέων και λιπιδίων, σχηματίζονται ως φυσιολογική συνέπεια του μεταβολισμού, αλλά μπορούν επίσης να απορροφηθούν από τη διατροφή. Έχουν ενοχοποιηθεί ευρέως για τις επιπλοκές του διαβήτη που επηρεάζουν την καρδιαγγειακή υγεία, το νευρικό σύστημα, τα μάτια και τους νεφρούς και προκαλούνται από τη δυτικού τύπου διατροφή, η οποία είναι πλούσια σε επεξεργασμένα τρόφιμα και αποτελεί σημαντική πηγή AGEs (Domenico Sergi et al., 2021). Για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος οι Siriwan Chumroenvidhayakul et al. (2023) μέσα από την μελέτη τους διερεύνησαν εάν η προσθήκη σκόνης φλούδας φρούτων του δράκου (Dragon Fruit Peel, DFP), η οποία είναι πλούσια σε φυτοχημικά και διαιτητικές ίνες, σε μπισκότα αποτελεί πιθανή λύση για τον μετριασμό των αρνητικών επιπτώσεών τους. Η DFP προστέθηκε στη ζύμη σε ποικίλες συγκεντρώσεις 0% (έλεγχος), 1%, 2% και 5% (w/w) του βάρους της ακατέργαστης ζύμης μπισκότων. Στη συνέχεια, η ζύμη ψήθηκε σε θερμοκρασία 170 °C για 13 λεπτά.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η προσθήκη DFP σε ποσοστό 1%, 2% και 5% κ.β. στην ακατέργαστη ζύμη μπισκότων βελτιώνει σημαντικά την περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά και την αντιοξειδωτική δράση. Η ενσωμάτωση DFP οδήγησε επίσης στην μείωση των dAGEs και του γλυκαιμικού δείκτη. Η ενσωμάτωση DFP στα μπισκότα είχε ως αποτέλεσμα σημαντικές αλλαγές στις φυσικές τους ιδιότητες, συμπεριλαμβανομένης της υφής και του χρώματος. Η προσθήκη DFP είχε ως αποτέλεσμα την απορρόφηση νερού, η οποία αύξησε το ιξώδες και τη συνοχή της ζύμης. Παράλληλα, παρατηρήθηκε μείωση της διαμέτρου και αύξηση του πάχους του μπισκότου κατά το ψήσιμο. Ωστόσο, η οργανοληπτική αξιολόγηση δείχνει ότι η συνολική αποδοχή των μπισκότων δεν επηρεάστηκε αρνητικά από την προσθήκη έως και 2% DFP, γεγονός που υποδηλώνει ότι είναι μια βιώσιμη επιλογή για την ενίσχυση της διατροφικής αξίας των μπισκότων χωρίς να διακυβεύεται η γευστικότητα. Τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν ότι η DFP είναι ένα βιώσιμο και υγιεινό συστατικό που

μπορεί να βελτιώσει την αντιοξειδωτική ικανότητα των μπισκότων, ενώ παράλληλα μετριάξει τις επιβλαβείς επιδράσεις των τοξινών που προκαλούνται από τη θερμότητα.

- **Παντζάρι**

Η ζήτηση για έτοιμα προς χρήση λειτουργικά τρόφιμα είναι υψηλή, γεγονός που ενθαρρύνει τους κατασκευαστές να αναπτύξουν νέα, διατροφικά πολύτιμα προϊόντα. Ως εξαιρετική πηγή βιολογικά ενεργών ενώσεων, το παντζάρι (*Beta vulgaris L.*) θεωρείται ότι έχει ιδιαίτερα ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία. Γι' αυτό διεξήχθη έρευνα (Jasmina Mitrevski et al., 2023) με στόχο να αξιολογήσει τον αντίκτυπο της αντικατάστασης του αλεύρου σπέλτ (SF) με 15%, 20% και 25% σκόνη παντζαριού σε μπισκότα. Οι φυσικοχημικές και λειτουργικές ιδιότητες των μπισκότων που ψήθηκαν σε διαφορετικές θερμοκρασίες (150°C και 170 °C) παρακολούθηθηκαν στην αρχή και μετά από 3 και 6 μήνες αποθήκευσης ως τυπικές συνθήκες. Η περιεκτικότητα σε υγρασία και η ενεργότητα νερού (aw) έδωσαν πληροφορίες για τη διάρκεια ζωής των μπισκότων. Η τιμή του aw από 0,35 έως 0,56 υποδήλωνε την κατάλληλη διατηρησιμότητα. Η περιεκτικότητα σε διαιτητικές ίνες στα νωπά μπισκότα κυμαινόταν από 6,1% έως 7,6%, πρωτεΐνες από 9,2% έως 8,9% και σάκχαρα από 30,6% έως 35,9%. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση της περιεκτικότητας σε βηταλαΐνη, φυτικών ινών, ολικών πολυφαινολών και φλαβονοειδών, καθώς και η αντιοξειδωτική δραστηριότητα αυξήθηκε με την προσθήκη της σκόνης παντζαριού. Παρατηρήθηκε μια μικρή μείωση όλων των αναφερόμενων παραμέτρων κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, με την διατήρηση των βιοδραστικών ενώσεων όμως να παραμένει ικανοποιητική. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν έδειξαν ότι τα μπισκότα εμπλουτισμένα με σκόνη παντζαριού παρουσίασαν σημαντικά βελτιωμένο λειτουργικό, θρεπτικό και αντιοξειδωτικό δυναμικό κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης.

- **Μωβ Μελιτζάνα**

Το αλεύρι μωβ μελιτζάνας, ως εναλλακτικό υποκατάστατο λίπους και την επίδρασή του στη θρεπτική σύνθεση, τη σταθερότητα αποθήκευσης, την ποιότητα του προϊόντος και την πρακτική εφαρμογή του σε μοσχαρίσια μπιφτέκια εξετάστηκε από τους Thanaporn Bunmee et al. (2022). Τέσσερα διαφορετικά μπιφτέκια βόειου κρέατος παρασκευάστηκαν με προσθήκη 0, 2,5, 5,0 και 7,5% αλεύρου μωβ

μελιτζάνας (Purple Eggplant Flour, PEF). Τα μπιφτέκια μαγειρεύτηκαν, μετά από ψεκασμό με φυτικό έλαιο, σε τηγάνι με επικάλυψη τεφλόν, μέχρι η εσωτερική θερμοκρασία να φθάσει τους $75 \pm 2^\circ \text{C}$.

Η προσθήκη του PEF στα μπιφτέκια βόειου κρέατος οδήγησε σε σημαντική αύξηση της υγρασίας, της τέφρας και των ολικών διαιτητικών ινών, ενώ παράλληλα μειώθηκε η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και λίπος. Η απόδοση μαγειρέματος, η υγρασία και η κατακράτηση λίπους των μοσχαρίσιων μπιφτεκιών με PEF ήταν σημαντικά υψηλότερες από τα μπιφτέκια ελέγχου. Οι βαθμολογίες τρυφερότητας και ζουμερότητας των μοσχαρίσιων μπιφτεκιών PEF αυξήθηκαν σημαντικά σε σύγκριση με τον έλεγχο. Οι τιμές φωτεινότητας και ερυθρότητας των ωμών μπιφτεκιών ήταν ανώτερες από τον έλεγχο κατά τη διάρκεια του χρόνου αποθήκευσης. Αύξηση του PEF έως και 7,5% σε μπιφτέκια βοδινού κρέατος μείωσε αισθητά την περιεκτικότητα σε λίπος και ενίσχυσε την περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες στα προϊόντα κρέατος. Επίσης, η χρήση του PEF αύξησε την ικανότητα συγκράτησης νερού και ελαίου, την απόδοση του προϊόντος και την απόδοση του μαγειρέματος. Η υποκατάσταση του λίπους με PEF έως και 7,5% βελτίωσε τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, ιδίως τη ζουμερότητα. Ωστόσο, η βέλτιστη περιεκτικότητα του PEF στα μοσχαρίσια μπιφτέκια ήταν 5,0% προκειμένου να διατηρηθεί η βαθμολογία της εμφάνισης, της ζουμερότητας, της σκληρότητας και της γεύσης. Με βάση αυτά τα αποτελέσματα, το PEF μπορεί να θεωρηθεί ως ένα πολλά υποσχόμενο λειτουργικό συστατικό σε μπιφτέκια βόειου κρέατος για τη βελτίωση της ποιότητας και της διάρκειας ζωής του προϊόντος.

- **Λωτός**

Τα παραπροϊόντα του λωτού (*Diospyros kaki* Thunb.) είναι πλούσια σε φυτικές ίνες, σάκχαρα, μέταλλα και βιοδραστικές ενώσεις, που το καθιστούν καλό υποψήφιο για χρήση στη βιομηχανία κρέατος. Σκοπός της μελέτης ήταν να αξιολογηθεί η επίδραση της προσθήκης (3% και 6%) δύο διαφορετικών τύπων αλεύρου από λωτό (από τις ποικιλίες "Rojo Brillante" και "Triumph") στη χημική σύσταση, στις φυσικοχημικές ιδιότητες, στην οξείδωση των λιπιδίων, στη σταθερότητα του γαλακτώματος, στην υφή και στην αισθητηριακή αποδοχή του πατέ χοιρινού συκωτιού. (Direito, R. et al., 2021) Η προσθήκη αλεύρων από λωτό μείωσε τα επίπεδα υπολειμματικών νιτρωδών στο πατέ σε βαθμό που εξαρτιόταν από τη συγκέντρωση και τον τύπο του αλεύρου. Η

οξειδωση των λιπιδίων στο πατέ μειώθηκε επίσης, αποτέλεσμα που έγινε εμφανές από την αύξηση της ερυθρότητας του πατέ, η οποία θα μπορούσε να επιτρέψει την εφαρμογή του ως φυσικό αντιοξειδωτικό. Σε μια οργανοληπτική ανάλυση, όλα τα πατέ με την προσθήκη αλεύρου από λωτός έγιναν καλύτερα αποδεκτά από τον έλεγχο.

Τέλος, όλα αυτά τα ευρήματα έδειξαν ότι τα άλευρα από λωτό (που λαμβάνονται από παραπροϊόντα χυμού λωτού από τις ποικιλίες "Rojo Brillante" και "Triumph") σε δύο συγκεντρώσεις (3 και 6%) θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν με επιτυχία ως φυσικά συστατικά σε πατέ χοιρινού συκωτιού, όπου διαπιστώθηκε ότι βελτιώνουν τη γενική αποδοχή και μειώνουν τόσο την οξειδωση των λιπιδίων όσο και τα επίπεδα υπολειμματικών νιτρωδών. Το αλεύρι από το "Rojo Brillante" ξεχώρισε για τη μείωση του pH και της οξειδωσης των λιπιδίων, καθώς και για το γενικό έλεγχο της σταθερότητας του γαλακτώματος στο πατέ. Επιπλέον, η προσθήκη του αλευριού από το "Rojo Brillante" σε περιεκτικότητα 3% αύξησε τις τιμές της σκληρότητας, της ελαστικότητας και της συνεκτικότητας ενώ μείωσε το κομμώδες. Το αλεύρι από το "Triumph" ήταν καλύτερο στη μείωση της ενεργότητας του νερού και των υπολειμματικών επιπέδων νιτρωδών, καθώς και στη βελτίωση της ερυθρότητας. Για τους λόγους αυτούς, παρόλο που και τα δύο αλεύρια από λωτό θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε αυτό το είδος προϊόντος κρέατος, η επιλογή ενός από τα δύο θα εξαρτιόταν από τον κύριο σκοπό της εφαρμογής τους. Οι κύριες εφαρμογές αυτού του συστατικού στα προϊόντα κρέατος επιβεβαιώνεται ότι είναι η δράση του ως φυσικό αντιοξειδωτικό, χρωστική και παράγοντας μείωσης των νιτρωδών.

- **Τομάτα**

Σε μελέτη που έλαβε μέρος διερευνήθηκε η εφαρμογή της πηκτίνης ινών τομάτας (Tomato Fiber Pectin, TFP) που ανακτήθηκε από στέμφυλα τομάτας, ως δυναμική πηγή ινών και υποκατάστατο λίπους σε μπιφτέκι με χαμηλά λιπαρά (Mohammad Namir et al., 2015). Η ανάκτηση της πηκτίνης από στέμφυλα τομάτας ήταν υψηλή (83,5 %). Τα μπιφτέκια βόειου κρέατος μαγειρεύτηκαν χρησιμοποιώντας ηλεκτρική σχάρα στους 290 °C για 10 λεπτά από τη μία πλευρά και 6 λεπτά από την άλλη πλευρά. Τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν σε αυτή την εργασία έδειξαν ότι τα απόβλητα

επεξεργασίας τομάτας είναι μια πλούσια πηγή φυτικών ινών, πρωτεϊνών και λίπους. Τα αλκοολικά αδιάλυτα στερεά στην πηκτίνη ινών τομάτας χαρακτηρίστηκαν από υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, λίπος και υδατάνθρακες (32,2, 17,1 και 47,0 %, αντίστοιχα), ενώ η περιεκτικότητα σε τέφρα ήταν 2,45 %. Η λευκίνη ήταν το κύριο αμινοξύ που βρέθηκε στην πηκτίνη ινών ντομάτας (1,46 g/100 g πρωτεΐνης). Τα απαραίτητα λιπαρά οξέα αντιπροσωπεύουν το 58,4 % των συνολικών λιπαρών οξέων με το λινελαϊκό οξύ να είναι το πιο άφθονο (55,8 %). Η ικανότητα διόγκωσης της πηκτίνης ινών τομάτας βρέθηκε να είναι 4,50 ml/g, η ικανότητα συγκράτησης νερού ήταν 3,57 ml/g και η ικανότητα συγκράτησης ελαίου ήταν 2,65 ml/g. Τα μπιφτέκια βόειου κρέατος που παρασκευάστηκαν με διαφορετικά επίπεδα αντικατάστασης λίπους από TFP παρουσίασαν μείωση της απώλειας μαγειρέματος και μείωση της διαμέτρου των μπιφτεκιών. Τα δείγματα με επίπεδα αντικατάστασης λίπους 12,5 και 25 % πηκτίνης ινών ντομάτας είχαν την υψηλότερη αποδοχή. Η προσθήκη TFP θα μπορούσε να βελτιώσει τις ιδιότητες μαγειρέματος του μπιφτεκιού λόγω της ικανότητας δέσμευσης νερού και της ικανότητας δέσμευσης ελαίου και η αύξηση της περιεκτικότητας σε φυτικές ίνες θα μπορούσε να αποτελέσει πρόσθετο διατροφικό όφελος για τον καταναλωτή και επιτρέπει τη μείωση του ποσοστού κρέατος. Με αυτόν τον τρόπο, η αντικατάσταση αυτή μπορεί να μειώσει το κόστος παραγωγής, χωρίς να επηρεάσει τις λειτουργικές και οργανοληπτικές ιδιότητες του προϊόντος.

Σκοπός άλλης έρευνας (Gjore Nakon et al., 2022) ήταν να προσδιοριστεί η επίδραση της προσθήκης καρπών τομάτας (Tomato Pomace, TP) στα χημικά, θρεπτικά και τεχνολογικά χαρακτηριστικά των cream crackers που παρασκευάζονται από αλεύρι σίτου και 4%, 6%, 8% και 10% TP. Τα εμπλουτισμένα με TP cream crackers παρουσίασαν προοδευτική αύξηση της τέφρας (από 0,69 του δείγματος ελέγχου σε 1,22 g/100 g ξηρής ουσίας του δείγματος 10% TP), του λίπους (από 11,39 σε 13,04 g/100 g), της πρωτεΐνης (από 13,53 σε 15,60 g/100 g), των ολικών διαιτητικών ινών (από 4,08 σε 7,80), των καροτενοειδών (από 0. 55 έως 8,56 mg/kg), των ελεύθερων φαινολικών οξέων (από 100,08 έως 277,37 mg/kg), της περιεκτικότητας σε λιπαρά οξέα, της αντιοξειδωτικής δράσης και του ιξώδους της ζύμης. Οι χρωματικές συντεταγμένες αυξήθηκαν μέσω της αύξησης των ποσοτήτων TP. Το πάχος, ο όγκος και ο ειδικός όγκος των cream crackers μειώθηκαν σταδιακά με την αύξηση του TP. Ομοίως μειώθηκε και η σκληρότητα του κράκερ (κράκερ με 10% TP), ενώ η δύναμη σπασίματος αυξήθηκε. Τα cream crackers με 8% TP παρουσίασαν την καλύτερη

οργανοληπτική ποιότητα. Η προσθήκη TP βελτιώνει την ποιότητα των τροφίμων και επιπλέον, τα αποτελέσματα αυτά μπορούν να βοηθήσουν στην προώθηση της χρήσης διαφόρων πλούσιων σε θρεπτικά συστατικά παραπροϊόντων από τη βιομηχανία τροφίμων στην παραγωγή νέων λειτουργικών τροφίμων.

- **Αβοκάντο**

Τα οφέλη της χρήσης εκχυλίσματος φλούδας αβοκάντο, πλούσιου σε φαινολικές ενώσεις, διερευνήθηκαν για τη μείωση της οξειδωσης και τον σχηματισμό επιβλαβών ενώσεων που προκύπτουν από το μαγείρεμα. Μπιφτέκια με βάση το βόειο κρέας και τη σόγια με την προσθήκη εκχυλίσματος φλούδας αβοκάντο (Avocado Peel Extract, APE) (0,5% και 1%) μελετήθηκαν μετά από τηγάνισμα όσον αφορά τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, την αναστολή των προϊόντων οξειδωσης των πρωτεϊνών και των λιπιδίων, τις ετεροκυκλικές αρωματικές αμίνες και το σχηματισμό ακρυλαμιδίου. Πραγματοποιήθηκε επιπλέον και αισθητηριακή ανάλυση. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, λίπος και τέφρα που επηρεάστηκαν από την προσθήκη APE βρέθηκε ότι ήταν σημαντικά υψηλότερα στα μπιφτέκια που είχαν ενσωματωθεί με APE (~28,32% ± 0,29, ~14,00% ± 0,01 και ~1,57% ± 0,05, αντίστοιχα), σε σύγκριση με τους ελέγχους (~26,55% ± 0,51, ~12,77% ± 0,32 και ~1,48% ± 0,16, αντίστοιχα). Διαπιστώθηκε ότι η προσθήκη 0,5% APE αναστέλλει τον σχηματισμό ετεροκυκλικών αρωματικών αμινών και ακρυλαμιδίου στα μπιφτέκια βόειου κρέατος και σόγιας. Αν και η προσθήκη APE επηρέασε το χρώμα τόσο των μπιφτεκιών κρέατος όσο και των μπιφτεκιών σόγιας, δεν επηρέασε την προτίμηση των καταναλωτών. Επομένως, βγήκε το συμπέρασμα ότι το εκχύλισμα APE μπορεί να είναι μια κατάλληλη εναλλακτική λύση καθαρής ετικέτας σε σχέση με τα συνθετικά αντιοξειδωτικά και ότι μπορεί να προστατεύσει και να αυξήσει τη διατροφική αξία του κρέατος και των vegan μπιφτεκιών.

- **Μπιζέλι**

Η βιομηχανία τροφίμων παράγει μαζικά απόβλητα, τα οποία αποτελούν ανησυχία όχι μόνο για το περιβάλλον αλλά και για την απώλεια πολύτιμης βιομάζας. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα των βιομηχανικών αποβλήτων είναι ότι είναι διαθέσιμα με μηδενικό κόστος και σε τεράστιες ποσότητες. Οι λοβοί μπιζελιού που διαφορετικά απορρίπτονται ως απόβλητα ή χρησιμοποιούνται, στην καλύτερη περίπτωση, για

ζωοτροφές, αξιοποιούνται για τα διατροφικά τους οφέλη στην παρούσα μελέτη. Ο Meenakshi Garg (2015) παρασκεύασε μπισκότα προστιθέμενης αξίας με μερική αντικατάσταση του αλεύρου σίτου με σκόνη από λοβό μπιζελιού σε επίπεδα 10%, 20% και 30%. Η σκόνη από λοβό μπιζελιού βρέθηκε πλούσια σε ακατέργαστη πρωτεΐνη, φυτικές ίνες και τέφρα με εξαιρετικά καλές ποσότητες σιδήρου. Η σύνθεση της σκόνης ήταν 5% τέφρα, 0,43% λίπος, 14,88% πρωτεΐνη, 77,86% ακατέργαστες φυτικές ίνες και 61,43% συνολικοί υδατάνθρακες. Τα μπισκότα περιείχαν υψηλή ποσότητα φυτικών ινών και ανόργανων συστατικών, ενώ η ενεργότητα νερού μειώθηκε ελαφρώς κατά την αποθήκευση. Η προσθήκη 20% σκόνης από λοβό μπιζελιού στα μπισκότα αύξησε το πάχος των μπισκότων. Η αισθητηριακή αξιολόγηση που πραγματοποιήθηκε, αποκάλυψε ότι η προσθήκη 20% σκόνης από λοβό μπιζελιού στα μπισκότα αποτελεί το βέλτιστο επίπεδο ενσωμάτωσης. Με αυτόν τον τρόπο οι λοβοί μπιζελιού μπορούν να αξιοποιηθούν για ανθρώπινη κατανάλωση και για την ενίσχυση αυξημένης θρεπτικής αξίας σε διάφορα τρόφιμα.

3.2.4 Μελλοντικές προοπτικές και εφαρμογές τους στη βιομηχανία τροφίμων

Λαμβάνοντας υπόψιν όλες τις προαναφερθείσες έρευνες και μελέτες που πραγματοποιήθηκαν και με βάση τα αποτελέσματά τους, συμπεραίνεται ότι οι φυσικοί γαλακτωματοποιητές από τα παραπροϊόντα της βιομηχανίας τροφίμων διαθέτουν ευεργετικές ιδιότητες και μεγάλο πεδίο εφαρμογών.

Αρχικά, διαθέτουν ισχυρή αντιοξειδωτική και αντιμικροβιακή δράση, η οποία οφείλεται στην παρουσία φυτοχημικών και βιοδραστικών ενώσεων (φαινόλες, καροτενοειδή, φλαβονοειδή, φυτοστερόλες κλπ), με αποτέλεσμα να αναστέλλουν σε ικανοποιητικό βαθμό την οξείδωση των λιπιδίων και να διατηρούν το μικροβιακό φορτίο των τροφίμων στα επιθυμητά επίπεδα, παρατείνοντας έτσι την διάρκεια ζωής τους.

Μπορούν να αξιοποιηθούν ως υποκατάστατο λίπους και χρωστική και να αποτελέσουν εναλλακτικές λύσεις φυτικής προέλευσης έναντι των γαλακτωματοποιητών ζωικής προέλευσης. Επίσης, μπορούν να αντικαταστήσουν τους συνθετικούς γαλακτωματοποιητές, ευθυγραμμιζόμενοι με τις τάσεις της

“καθαρής ετικέτας”, την παραγωγή τροφίμων φυσικής προέλευσης, με περιορισμένη επεξεργασία.

Επιπλέον, συμβάλλουν στην βελτίωση της απόδοσης μαγειρέματος, των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών και της διατροφικής ποιότητας των τροφίμων, ώστε να έχουν ευρεία αποδοχή.

Αδιαμφισβήτητα, ο σημαντικότερος στόχος προς επίτευξη είναι η απομόνωση και επαναχρησιμοποίησή τους, ως λειτουργικά πρόσθετα στην βιομηχανία τροφίμων ώστε να παραχθούν προϊόντα τροφίμων υψηλής διατροφικής αξίας και η βελτίωση των συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων με σκοπό να μειωθεί ο συνολικός όγκος των αποβλήτων της βιομηχανίας τροφίμων παγκοσμίως, ο οποίος τα τελευταία χρόνια βρίσκεται σε ανοδική τάση και έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία, την οικονομία και το περιβάλλον. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτός ο στόχος απαιτείται επιπλέον έρευνα και ανάπτυξη νέων στρατηγικών για τη μείωση της παραγωγής αποβλήτων. Επιπρόσθετα, κρίνεται απαραίτητη η διεξαγωγή περισσότερων μελετών και ερευνών σχετικά με την ενσωμάτωση των φυσικών γαλακτωματοποιητών και τα οφέλη τους σε διάφορα προϊόντα της βιομηχανίας τροφίμων, όπως η ορθή χρήση και αξιοποίηση τους για την παραγωγή λειτουργικών τροφίμων προστιθέμενης αξίας .

Τέλος, εξίσου σημαντική και απαραίτητη κρίνεται η μελέτη για πιθανές τοξικές δράσεις τους στον ανθρώπινο οργανισμό κατά την κατανάλωσή, προκειμένου να καθοριστούν συνιστώμενες δοσολογίες. Η αυστηρή και ακριβής νομοθεσία είναι κομβική σημασίας για την προστασία των καταναλωτών από δυνητικά επικίνδυνα ή παραπλανητικά προϊόντα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ahmed, M., Verma, A. K., & Patel, R. (2020). Collagen extraction and recent biological activities of collagen peptides derived from sea-food waste: A review. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 18, 100315.

Akter, M. S., Ahmed, M., & Eun, J. B. (2010). Effect of blanching and drying temperatures on the physicochemical characteristics, dietary fiber composition and antioxidant-related parameters of dried persimmons peel powder. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 61:7, 702-712. <https://doi.org/10.3109/09637481003757852>

Ananey-Obiri, D., Matthews, L., & Tahergorabi, R. (2020). Chicken processing by-product: A source of protein for fat uptake reduction in deep-fried chicken. *Food Hydrocolloids*, 101, 105500.

Andersson, J., Garrido-Banuelos, G., Bergdoll, M., Vilaplana, F., Menzel, C., Mihnea, M., Lopez-Sanchez, P. (2022). Comparison of steaming and boiling of root vegetables for enhancing carbohydrate content and sensory profile. *Journal of Food Engineering* Volume 312. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110754>.

Antonić, B., Jančíková, S., Dordević, D., & Tremlová, B. (2020). Grape Pomace Valorization: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Foods (Basel, Switzerland)*, 9(11), 1627. <https://doi.org/10.3390/foods9111627>

Aponso, M., & Silva, O., & Abeyesundara, A. (2017). Emulsifiers as food additives: An overview on the impact to obesity and gut diseases. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 485. 485-487.

Arshad, R. N., Abdul-Malek, Z., Roobab, U., Qureshi, M. I., Khan, N., Ahmad, M. H., ... & Aadil, R. M. (2021). Effective valorization of food wastes and by-products

through pulsed electric field: A systematic review. *Journal of Food Process Engineering*, 44(3), e13629.

Awuchi, C. G., Twinomuhwezi, H., Igwe, V. S., & Amagwula, I. O. (2020). Food Additives and Food Preservatives for Domestic and Industrial Food Applications. *Journal of Animal Health*, 2(1), 1–16.

Ayala-Zavala, J. F. N., Vega-Vega, V., Rosas-Domínguez, C., Palafox-Carlos, H., Villa-Rodriguez, J. A., Siddiqui, M. W., & González-Aguilar, G. A. (2011). Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food Research International*, 44(7), 1866-1874.

Ben-Othman, S., Jöudu, I., & Bhat, R. (2020). Bioactives From Agri-Food Wastes: Present Insights and Future Challenges. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 25(3), 510. <https://doi.org/10.3390/molecules25030510>

Biswas, O., Kandasamy, P. & Das, S.K. (2022). Effect of dragon fruit peel powder on quality and acceptability of fish nuggets stored in a solar cooler (5 ± 1 °C). *J Food Sci Technol* 59, 3647–3658. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05377-5>

Bunmee, T., Setthaya, P., Chaiwang, N., Sansawat, T. (2022). Effect of Purple Eggplant Flour on Physicochemical, Lipid Oxidation, and Sensory Properties of Low-Fat Beef Patties. *International Journal of Food Science*. 2022:9753201 <https://doi.org/10.1155/2022/9753201>

Burger, T. G., & Zhang, Y. (2019). Recent progress in the utilization of pea protein as an emulsifier for food applications. *Trends in Food Science & Technology*, 86, 25-33.

Carreira-Casais, A., Lourenço-Lopes, C., Otero, P., Rodriguez, M. C., Pereira, A. G., Echave, J., ... & Simal-Gandara, J. (2021). Application of Green Extraction Techniques for Natural Additives Production. In *Natural Food Additives*. IntechOpen.

Chabi, I. B., Zannou, O., Dedehou, E. S. C. A., Ayegnon, B. P., Oscar Odouaro, O. B., Maqsood, S., Galanakis, C. M., & Pierre Polycarpe Kayodé, A. (2024). Tomato pomace as a source of valuable functional ingredients for improving physicochemical and sensory properties and extending the shelf life of foods: A review. *Heliyon*, 10(3), e25261. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25261>

Chamorro, F., Carpena, M., Fraga-Corral, M., Echave, J., Rajoka, M. S. R., Barba, F. J., & Simal-Gandara, J. (2022). Valorization of kiwi agricultural waste and industry by-products by recovering bioactive compounds and applications as food additives: A circular economy model. *Food Chemistry*, 370, 131315.

Chauhan, O. P. (2022). *Advances in Food Chemistry: Food Components, Processing and Preservation*. Springer Nature Singapore Pte Ltd.

Chen, H., Liu, Y., Zhang, J., Jiang, Y., & Li, D. (2022). Pectin extracted from dragon fruit Peel: An exploration as a natural emulsifier. *International Journal of Biological Macromolecules*, 221, 976-985.

Chumroenvidhayakul, S., Thilavech, T., Abeywardena, M., Adisakwattana, S. (2023). Dragon Fruit Peel Waste (*Hylocereus undatus*) as a Potential Ingredient for Reducing Lipid Peroxidation, Dietary Advanced Glycation End Products, and Starch Digestibility in Cookies. *Antioxidants*, 12, 1002. <https://doi.org/10.3390/antiox12051002>

Chumyam A., Whangchaia, K., Jungklang, J., Faiyue, B., Saengnil, K. (2013). Effects of heat treatments on antioxidant capacity and total phenolic content of four cultivars of purple skin eggplants. *ScienceAsia* 39: 246-251. [10.2306/scienceasia1513-1874.2013.39.246](https://doi.org/10.2306/scienceasia1513-1874.2013.39.246)

Comunian, T. A., Silva, M. P., & Souza, C. J. (2021). The use of food by-products as a novel for functional foods: Their use as ingredients and for the encapsulation process. *Trends in Food Science & Technology*, 108, 269-280.

- Costa, C., Medronho, B., Filipe, A., Mira, I., Lindman, B., Edlund, H., Norgren, M. (2019). Emulsion Formation and Stabilization by Biomolecules: The Leading Role of Cellulose. *Polymers (Basel)*. 26;11(10):1570. doi: 10.3390/polym11101570.
- Cox, S., Sandall, A., Smith, L., Rossi, M., Whelan, K. (2021). Food additive emulsifiers: a review of their role in foods, legislation and classifications, presence in food supply, dietary exposure, and safety assessment, *Nutrition Reviews*, Volume 79, Issue 6, Pages 726–741.
- Difonzo, G., Troilo, M., Squeo, G., Pasqualone, A., & Caponio, F. (2021). Functional compounds from olive pomace to obtain high-added value foods—a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(1), 15-26.
- Direito, R., Rocha, J., Sepodes, B., Eduardo-Figueira, M. From Diospyros kaki L. (2021) (Persimmon) Phytochemical Profile and Health Impact to New Product Perspectives and Waste Valorization. *Nutrients*, 13, 3283. <https://doi.org/10.3390/nu13093283>
- Duan, X., Yang, Z., Yang, J., Liu, F., Xu, X., & Pan, S. (2021). Structural and emulsifying properties of citric acid extracted Satsuma Mandarin peel pectin. *Foods*, 10(10), 2459.
- Dubey, P., & Yousuf, O. (2021). An Overview of Fruit by-products Valorization: A step towards Sustainable Utilization, *Ind. J. Pure App. Biosci.* 9(1), 46-55. doi: <http://dx.doi.org/10.18782/2582-2845.8565>
- Elgadir, M. A., & Mariod, A. A. (2022). Gelatin and Chitosan as Meat By-Products and Their Recent Applications. *Foods*, 12(1), 60.
- F. M. Manihuruk, T. Suryati, & I. I. Arief (2016). Effectiveness of the Red Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) Peel Extract as the Colorant, Antioxidant, and Antimicrobial on Beef Sausage. *Media Peternakan*, vol 40 (1):47-54. <https://doi.org/10.5398/medpet.2017.40.1.47>

FAO 2011 <https://www.fao.org/3/i2697e/i2697e.pdf>

FAO 2019, THE STATE OF FOOD AND AGRICULTURE, MOVING FORWARD
ON FOOD LOSS AND WASTE REDUCTION
<https://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf>

FAO 2021, FOOD WASTE INDEX REPORT 2021
<https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021>

Fuso, A., Viscusi, P., Larocca, S., Sangari, F. S., Lolli, V., & Caligiani, A. (2022).
Protease-assisted mild extraction of soluble fibre and protein from fruit by-products:
A biorefinery perspective. *Foods*, 12(1), 148.

Garg, M. (2015) Nutritional Evaluation and Utilization of Pea Pod Powder for
Preparation of Jaggery Biscuits. *J Food Process Technol* 6: 522. doi:10.4172/2157-
7110.1000522

Grasso, N., Lynch, N. L., Arendt, E. K., & O'Mahony, J. A. (2022). Chickpea protein
ingredients: A review of composition, functionality, and applications. *Comprehensive
reviews in food science and food safety*, 21(1), 435-452.

Gudiña, E. J., & Rodrigues, L. R. (2019). Research and production of biosurfactants
for the food industry. In G. Molina, V. Gupta, B. Singh, & N. Gathergood (Eds.).
Bioprocessing for biomolecules production (1st ed., pp. 125–143). John Wiley &
Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119434436.ch6>

Han, Q. H., Liu, W., Li, H. Y., He, J. L., Guo, H., Lin, S., ... & Qin, W. (2019).
Extraction optimization, physicochemical characteristics, and antioxidant activities of
polysaccharides from kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch.). *Molecules*, 24(3), 461.

Hasenhuettl, G. L., Hartel, R. W. (2008) *Food emulsifiers and applications*. Springer-
Verlag New York, <https://doi.org/10.1007/978-0-387-75284-6>

https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B192-1995%252FCXS_192e.pdf

<https://www.fda.gov/food/food-additives-and-gras-ingredients-information-consumers/understanding-how-fda-regulates-food-additives-and-gras-ingredients>

<https://www.food.gov.uk/business-guidance/approved-additives-and-e-numbers>

I. Trujillo-Mayol, M. M. C. Sobral, O. Viegas, S. C. Cunha, J. Alarcón-Enos, O. Pinho, I. M.P.L.V.O. Ferreira (2021). Incorporation of avocado peel extract to reduce cooking-induced hazards in beef and soy burgers: A clean label ingredient. *Food Research International*, Volume 147, 110434. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110434>

Jiang, H., Zhang, W., Xu, Y., Zhang, Y., Pu, Y., Cao, J., & Jiang, W. (2021). Applications of plant-derived food by-products to maintain quality of postharvest fruits and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 1105-1119.

Jiang, Y., Xu, Y., Li, F., Li, D., & Huang, Q. (2020). Pectin extracted from persimmon peel: A physicochemical characterization and emulsifying properties evaluation. *Food Hydrocolloids*, 101, 105561.

Jiménez-Moreno, N., Esparza, I., Bimbela, F., Gandía, L. M., & Ancín-Azpilicueta, C. (2020). Valorization of selected fruit and vegetable wastes as bioactive compounds: Opportunities and challenges. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 50(20), 2061-2108.

Kandemir, K., Piskin, E., Xiao, J., Tomas, M., & Capanoglu, E. (2022). Fruit juice industry wastes as a source of bioactives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(23), 6805-6832.

Karimi, A., Kazemi, M., Samani, S. A., & Simal-Gandara, J. (2021). Bioactive compounds from by-products of eggplant: Functional properties, potential applications and advances in valorization methods. *Trends in food science & technology*, 112, 518-531.

Kazemi, M., Khodaiyan, F., Labbafi, M., Hosseini, S. S., & Hojjati, M. (2019). Pistachio green hull pectin: Optimization of microwave-assisted extraction and evaluation of its physicochemical, structural and functional properties. *Food chemistry*, 271, 663-672.

Koç, M., Baysan U., Devseren, E., Okut, D., Atak, Z., Karataş, H., Kaymak-Ertekin, F. (2017). Effects of different cooking methods on the chemical and physical properties of carrots and green peas. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* Volume 42, Pages 109-119. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.06.010>

Laganà, P. et al. (2017). Classification and Technological Purposes of Food Additives: The European Point of View. In: *Chemistry and Hygiene of Food Additives*. Springer Briefs in Molecular Science. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57042-6_1

Lam, R.S.H., Nickerson M.T. (2015). The effect of pH and temperature pre-treatments on the physicochemical and emulsifying properties of whey protein isolate. *LWT - Food Science and Technology* Volume 60, Issue 1, Pages 427-434. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.07.031>

Laranjeira, T., Costa, A., Faria-Silva, C., Ribeiro, D., de Oliveira, J. M. P. F., Simões, S., & Ascenso, A. (2022). Sustainable valorization of tomato by-products to obtain bioactive compounds: Their potential in inflammation and cancer management. *Molecules*, 27(5), 1701.

Liu, C., Pei, R., & Heinonen, M. (2022). Faba bean protein: A promising plant-based emulsifier for improving physical and oxidative stabilities of oil-in-water emulsions. *Food Chemistry*, 369, 130879.

Liu, W., Luo, X., Huang, Y., Zhao, M., Liu, T., Wang, J., Feng, F. (2023). Influence of cooking techniques on food quality, digestibility, and health risks regarding lipid oxidation. *Food Research International* Volume 167. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112685>

Liu, Z., de Souza, T. S., Holland, B., Dunshea, F., Barrow, C., & Suleria, H. A. (2023). Valorization of food waste to produce value-added products based on its bioactive compounds. *Processes*, 11(3), 840.

Madane, P., Das, A.K., Nanda, P.K. et al. (2020). Dragon fruit (*Hylocereus undatus*) peel as antioxidant dietary fibre on quality and lipid oxidation of chicken nuggets. *J Food Sci Technol* 57, 1449–1461. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04180-z>

Makanjuola, O., Arowosola, T., & Chenyu, D. (2020). The utilization of food waste: Challenges and opportunities. *J. Food Chem. Nanotechnol*, 6(4), 182-188.

Martinez-Solano, K. C., Garcia-Carrera, N. A., Tejada-Ortigoza, V., García-Cayuela, T., & Garcia-Amezquita, L. E. (2021). Ultrasound application for the extraction and modification of fiber-rich by-products. *Food Engineering Reviews*, 13(3), 524-543.

Martins, F. C. O. L., Sentanin, M. A., & De Souza, D. (2019). Analytical methods in food additives determination: Compounds with functional applications. *Food chemistry*, 272, 732–750. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.060>

McClements, D. J., & Gumus, C. E. (2016). Natural emulsifiers - Biosurfactants, phospholipids, biopolymers, and colloidal particles: Molecular and physicochemical basis of functional performance. *Advances in colloid and interface science*, 234, 3–26

McClements, D. J., Jafari, S. M. (2018). Improving emulsion formation, stability and performance using mixed emulsifiers: A review, *Advances in Colloid and Interface Science*, Volume 251, Pages 55-79.

McClements, D.J., Bai, L., and Chung, C. (2017). Recent Advances in the Utilization of Natural Emulsifiers to Form and Stabilize Emulsions. *Annual Review of Food Science and Technology* Volume 8, pp 205-236. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-030216-030154>

Mitreviski, J., Pantelić, N.Đ., Dodevska, M.S., Kojić, J.S., Vulić, J.J., Zlatanović, S., Gorjanović, S., Laličić-Petronijević, J., Marjanović, S., Antić, V.V. (2023). Effect of

Beetroot Powder Incorporation on Functional Properties and Shelf Life of Biscuits. *Foods*, 12, 322. <https://doi.org/10.3390/foods12020322>

Motarjemi, Y., and Lelieveld, H. (2014). *Food Safety Management: A Practical Guide for the Food Industry*. Pages 423-442

Mousa, M. M., El-Magd, M. A., Ghamry, H. I., Alshahrani, M. Y., El-Wakeil, N. H., Hammad, E. M., & Asker, G. A. (2021). Pea peels as a value-added food ingredient for snack crackers and dry soup. *Scientific Reports*, 11(1), 22747.

Mozafarpour, R., Koocheki, A., Milani, E., Varidi, M. (2019). Extruded soy protein as a novel emulsifier: Structure, interfacial activity and emulsifying property. *Food Hydrocolloids* Volume 93, Pages 361-373. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.02.036>

Nasir, G., Zaidi, S., Tabassum, N., & Asfaq. (2022). A review on nutritional composition, health benefits and potential applications of by-products from pea processing. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-14.

Nakov, G.; Brandolini, A.; Estivi, L.; Bertuglia, K.; Ivanova, N.; Jukić, M.; Komlenić, D.K.; Lukinac, J.; Hidalgo, A. (2022). Effect of Tomato Pomace Addition on Chemical, Technological, Nutritional, and Sensorial Properties of Cream Crackers. *Antioxidants*, 11, 2087. <https://doi.org/10.3390/antiox11112087>

Namir, M., Siliha, H. & Ramadan, M.F. (2015). Fiber pectin from tomato pomace: characteristics, functional properties and application in low-fat beef burger. *Food Measure* 9, 305–312. <https://doi.org/10.1007/s11694-015-9236-5>

Nguyen, L. T., Fărcaș, A. C., Socaci, S. A., Tofană, M., Diaconeasa, Z. M., Pop, O. L., & Salanță, L. C. (2020). An overview of saponins-a bioactive group.

Novais, C., Molina, A. K., Abreu, R. M. V., Santo-Buelga, C., Ferreira, I. C. F. R., Pereira, C., & Barros, L. (2022). Natural Food Colorants and Preservatives: A Review, a Demand, and a Challenge. *Journal of agricultural and food chemistry*, 70(9), 2789–2805. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c07533>

Osorio, L. L. D. R., Flórez-López, E., & Grande-Tovar, C. D. (2021). The Potential of Selected Agri-Food Loss and Waste to Contribute to a Circular Economy:

Applications in the Food, Cosmetic and Pharmaceutical Industries. *Molecules* (Basel, Switzerland), 26(2), 515. <https://doi.org/10.3390/molecules26020515>

Pagano, I., Campone, L., Celano, R., Piccinelli, A. L., & Rastrelli, L. (2021). Green non-conventional techniques for the extraction of polyphenols from agricultural food by-products: A review. *Journal of Chromatography A*, 1651, 462295.

Properties of Eggplant (*Solanum melongena* L.). *Processes*, 9, 435. <https://doi.org/10.3390/pr9030435>

Qamar, S., Manrique, Y.J., Parekh, H., and Falconer, J.R. (2020). Nuts, cereals, seeds and legumes proteins derived emulsifiers as a source of plant protein beverages: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60:16, 2742-2762. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1657062>

Ralla, T., Salminen, H., Edelmann, M., Dawid, C., Hofmann, T., & Weiss, J. (2018). Oat bran extract (*Avena sativa* L.) from food by-product streams as new natural emulsifier. *Food Hydrocolloids*, 81, 253-262.

Ramadan, M. F., & Farag, M. A. (Eds.). (2022). *Mediterranean fruits bio-wastes: chemistry, functionality and technological applications*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing.

Rațu, R. N., Veleşcu, I. D., Stoica, F., Usturoi, A., Arsenoiaia, V. N., Crivei, I. C., & Brumă, I. S. (2023). Application of Agri-Food By-Products in the Food Industry. *Agriculture*, 13(8), 1559.

Reguengo, L. M., Salgaço, M. K., Sivieri, K., & Júnior, M. R. M. (2022). Agro-industrial by-products: Valuable sources of bioactive compounds. *Food Research International*, 152, 110871.

Richey Levine, A., Picoraro, J. A., Dorfzaun, S., LeLeiko, N. S. (2022). Emulsifiers and Intestinal Health: An Introduction. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* 74 (3): p 314-319.

Rosidi, N. A. S., Ghani, A., Nurhayati, Y. & Yusof, N.Z (2021). Effect of Blanching and Drying Temperatures on Physicochemical Properties of Red Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) Peel Powder. *Journal of Agrobiotechnology*, 12(1), 62-73. <https://doi.org/10.37231/jab.2021.12.1S.271>

Sabater, C., Ruiz, L., Delgado, S., Ruas-Madiedo, P., & Margolles, A. (2020). Valorization of vegetable food waste and by-products through fermentation processes. *Frontiers in microbiology*, 11, 581997.

Sarkar, A., Kamaruddin, H., Bentley, A., Wang, W. (2016). Emulsion stabilization by tomato seed protein isolate: Influence of pH, ionic strength and thermal treatment. *Food Hydrocolloids*, Volume 57, Pages 160-168. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.01.014>

Sharma, M., Usmani, Z., Gupta, V. K., & Bhat, R. (2021). Valorization of fruits and vegetable wastes and by-products to produce natural pigments. *Critical Reviews in Biotechnology*, 41(4), 535-563.

Socas-Rodríguez, B., Álvarez-Rivera, G., Valdés, A., Ibáñez, E., & Cifuentes, A. (2021). Food by-products and food wastes: Are they safe enough for their valorization? *Trends in Food Science & Technology*, 114, 133-147.

Timilsena, Y. P., Phosanam, A., & Stockmann, R. (2023). Perspectives on saponins: Food functionality and applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(17), 13538.

Trigo, J. P., Alexandre, E. M., Saraiva, J. A., & Pintado, M. E. (2022). High value-added compounds from fruit and vegetable by-products—Characterization, bioactivities, and application in the development of novel food products. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60(8), 1388-1416.

Tropea, A. (2022). Food waste valorization. *Fermentation*, 8(4), 168

Ueda, J.M., Pedrosa, M.C., Heleno, S.A., Carocho, M., Ferreira, I.C.F.R., Barros, L. (2022). Food Additives from Fruit and Vegetable By-Products and Bio-Residues: A Comprehensive Review Focused on Sustainability. *Sustainability*, 14(9):5212. <https://doi.org/10.3390/su14095212>

Ullah, S., Khalil, A. A., Shaukat, F., & Song, Y. (2019). Sources, extraction and biomedical properties of polysaccharides. *Foods*, 8(8), 304.

Usman, M., Sahar, A., Inam-Ur-Raheem, M., Rahman, U. U., Sameen, A., & Aadil, R. M. (2022). Gelatin extraction from fish waste and potential applications in food sector. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(1), 154-163.

Wedamulla, N. E., Fan, M., Choi, Y. J., & Kim, E. K. (2022). Citrus peel as a renewable bioresource: Transforming waste to food additives. *Journal of Functional Foods*, 95, 105163.

Wongkaew, M., Chaimongkol, P., Leksawasdi, N., Jantanasakulwong, K., Rachtanapun, P., Seesuriyachan, P., ... & Sommano, S. R. (2021). Mango peel pectin: Recovery, functionality and sustainable uses. *Polymers*, 13(22), 3898.

Wu, L., Zhang, C., Long, Y., Chen, Q., Zhang, W., & Liu, G. (2022). Food additives: From functions to analytical methods. *Critical reviews in food science and nutrition*, 62(30), 8497–8517. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1929823>

Zaky, A. A., Simal-Gandara, J., Eun, J. B., Shim, J. H., & Abd El-Aty, A. M. (2022). Bioactivities, applications, safety, and health benefits of bioactive peptides from food and by-products: A review. *Frontiers in Nutrition*, 8, 815640.

Zang, E., Jiang, L., Cui, H., Li, X., Yan, Y., Liu, Q., Chen Z. & Li, M. (2023). Only plant-based food additives: An overview on application, safety, and key challenges in the food industry. *Food Reviews International*, 39(8), 5132-5163.

Zhang, L. (2022). *Nutritional Toxicology*. Springer Nature Singapore Pte Ltd. <https://doi.org/10.1007/978-981-19-0872-9>

Zhang, T., Xu, J., Zhang, Y., Wang, X., Lorenzo, J. M., & Zhong, J. (2020). Gelatins as emulsifiers for oil-in-water emulsions: Extraction, chemical composition, molecular structure, and molecular modification. *Trends in Food Science & Technology*, 106, 113-131.

Zhang, W., Fan, X., Gu, X., Gong, S., Wu, J., Wang, Z., ... & Wang, S. (2020). Emulsifying properties of pectic polysaccharides obtained by sequential extraction from black tomato pomace. *Food hydrocolloids*, 100, 105454.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Επικαιροποίηση οδηγιών για τον επίσημο έλεγχο προσθέτων τροφίμων, ΕΦΕΤ
https://efet.gr/files/F2381_odigos_elegxou_prostheton.pdf

ΛΑΖΟΥ Α.Ε. (2019). *Φυσικές Ιδιότητες Τροφίμων*, Εκδόσεις Παπαζήση