



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΕΝΩΝ ΜΠΙΣΚΟΤΩΝ ΜΕ
ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΑ ΑΛΘΑΙΑΣ(ALTHAEA OFFICINALIS) ΚΑΙ
ΣΑΜΠΟΥΚΟΥ(SAMBUCUS NIGRA): ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΜΟΡΙΩΝ
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΚΑΙ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΕΝΟΡΓΑΝΕΣ
ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF BISCUITS ENRICHED WITH
EXTRACTS OF ALTHAEA OFFICINALIS AND SAMBUCUS NIGRA: ANALYSIS OF
BIOACTIVE COMPOUNDS CONTENT AND ANTIOXIDANT CAPACITY USING
INSTRUMENTAL ANALYTICAL METHODS AND SENSORY EVALUATION



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΗ/ΤΡΙΑΣ: ΑΝΤΩΝΙΑ ΑΝΔΡΕΑΔΟΥ

ΑΜ:2820087

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΧΑΤΖΗΜΗΤΑΚΟΣ

ΚΑΡΔΙΤΣΑ, 2024

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Θεόδωρο Χατζημητάκο, για την εμπιστοσύνη και το ενδιαφέρον που μου έδειξε κατά την ανάθεση της εργασίας, την πολύτιμη βοήθεια, τη συνεργασία αλλά και τη δυνατότητα που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα που σχετίζεται άμεσα με τον επιστημονικό κλάδο που επέλεξα. Επίσης, θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για την καθοδήγηση και τον χρόνο που διέθεσε δίνοντας χρήσιμες συμβουλές και οδηγίες για την ολοκλήρωση της πτυχιακής εργασίας. Στο ίδιο πλαίσιο ευγνωμοσύνης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του Τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής για την συμβολή τους στη επιστημονική συγκρότηση μου κατά τη διάρκεια της φοίτησης μου στο Τμήμα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου τόσο για τη οικονομική όσο και για την ψυχολογική υποστήριξη που μου πρόσφεραν καθ' όλη τη διάρκεια των ακαδημαϊκών μου σπουδών αλλά και για τη συμπαράσταση κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής της πτυχιακής αυτής εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τίτλος: Παραγωγή και χαρακτηρισμός εμπλουτισμένων μπισκότων με εκχυλίσματα Αλθαίας(*Althaea officinalis*) και Σαμπούκου(*Sambucus nigra*): Ανάλυση βιοδραστικών μορίων περιεχομένου και αντιοξειδωτικής ικανότητας με ενόργανες μεθόδους ανάλυσης και οργανοληπτική αξιολόγηση

Η παρούσα Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία αποτελείται από το θεωρητικό και το πειραματικό μέρος. Στο θεωρητικό μέρος, παρουσιάστηκαν γενικές πληροφορίες και ορισμένα ιστορικά στοιχεία για τα βότανα. Στη συνέχεια, έγινε εκτενής αναφορά στις κατηγορίες των βοτάνων, στις ευεργετικές επιδράσεις τους στον άνθρωπο και στη χημική τους σύσταση. Ακολούθησε η βιβλιογραφική μελέτη των βοτάνων(Αλθαία, Σαμπούκος) που χρησιμοποιήθηκαν για τον εμπλουτισμό των μπισκότων βουτύρου(γενικές πληροφορίες, ευεργετικές επιδράσεις, χημική σύσταση). Έπειτα, αναφέρθηκαν ορισμένα παραδείγματα εφαρμογών των πολυφαινόλων των βοτάνων(π.χ. στο κλάδο των καλλυντικών, των τροφίμων) και παρουσιάστηκαν τα συστατικά των μπισκότων βουτύρου καθώς και το ρόλο που διαδραματίζουν στη συνταγή των μπισκότων. Στο τέλος του θεωρητικού μέρους, αναλύθηκαν τα στάδια παρασκευής τους καθώς και ο σκοπός του πειράματος.

Στο πειραματικό μέρος, πραγματοποιήθηκε περιγραφή της πειραματικής πορείας, της διαδικασίας παρασκευής των βέλτιστων εκχυλισμάτων Αλθαίας και Σαμπούκου, της συνταγής των μπισκότων βουτύρου καθώς και των μεθόδων(Folin-Ciocalteu, FRAP)που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των παραγόμενων εκχυλισμάτων. Επίσης, αναφέρθηκαν τα υλικά, τα αντιδραστήρια, οι συσκευές και τα όργανα που αξιοποιήθηκαν για την εκτέλεση του πειράματος. Παρουσιάστηκε το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους δοκιμαστές για την αξιολόγηση των ποιοτικών παραμέτρων(γεύση, χρώμα, σκληρότητα κλπ) των τελικών δειγμάτων μπισκότων βουτύρου. Στο τέλος, παρατίθενται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις αναλύσεις και από τον οργανοληπτικό έλεγχο καθώς και τα συμπεράσματα που εξάχθηκαν από ολόκληρη τη πειραματική πορεία.

Λέξεις-κλειδιά: Βότανα, Αλθαία, Σαμπούκος, μπισκότα βουτύρου, Folin-Ciocalteu, FRAP

ABSTRACT

Title: Production and characterization of biscuits enriched with extracts of *Althaea officinalis* and *Sambucus nigra*: Analysis of bioactive compounds and antioxidant capacity using instrumental analytical methods and sensory evaluation

This Undergraduate Thesis consists of the theoretical and the experimental section. In the theoretical part, general and historical information about herbs is presented. Subsequently, there was an extensive reference to the categories of herbs, their beneficial effects on human health, and their chemical composition. This was followed by a literature review of herbs (*Althaea*, *Sambucus*), which were used to enrich the butter biscuits(general information, health-promoting effects and chemical profiles). Furthermore, some examples of applications of herbal polyphenols were mentioned (e.g. cosmetics and food industries) and the ingredients of biscuits were presented, along with the role they play in the biscuits recipe. The theoretical part concludes with an analysis of the biscuits production stages and the objectives of the experimental procedure.

The experimental part includes a description of the experimental, the preparation process of optimal *Althaea* and *Sambucus* extracts and the recipe of butter biscuits, as well as the methods (Folin-Ciocalteu, FRAP) used for the analysis of produced extracts. The material, reagents, instruments and equipment used throughout the experiment are also documented. The questionnaire given to the testers for the evaluation of the quality parameters (taste, color, hardness, etc.) of the final butter cookie samples was presented. Finally, the results obtained from the analyses and the sensory evaluation are presented, along with the conclusions drawn from the entire experimental process

Keyword: Herbs, *Althaea officinalis*, *Sambucus nigra*, butter biscuits, Folin-Ciocalteu, FRAP

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Βασική δομή των κυριότερων υποκατηγοριών των φλαβονοειδών (https://doi.org/10.3390/foods10112595).....	21
Εικόνα 2. Βασική δομή των ανθοκυανίνων (https://doi.org/10.1080/10408398.2013.805316).....	23
Εικόνα 3: Τα μονομερή και η ταξινόμηση των λιγνανών (https://doi.org/10.3390/molecules25010183).....	25
Εικόνα 4: Χημικές δομές κοινών παραγώγων μονομερούς στυλβενίου. (OGlu) O-β-D- γλυκοκυρανοζίτη (https://doi.org/10.3390/plants10010090).....	26
Εικόνα 5: Παραδείγματα τερπενοειδών φυτών (https://doi.org/10.1111/nph.14178).....	27
Εικόνα 6: Χημικές δομές των πιο κοινών καροτένιων (I) και ξανθοφύλλων (II) (https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.01.014).....	29
Εικόνα 7: Δομή των (A) αγλυκόνων (https://doi.org/10.1080/10408390600698197).....	30
Εικόνα 8: Δομή ορισμένων αντιπροσωπευτικών φυτοστερολών (https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.10.006).....	33
Εικόνα 9: Θεϊκός εστέρας (https://doi.org/10.1016/S1161-0301(00)00082-4).....	34
Εικόνα 10: Τα άνθη(a) και ο καρπός του <i>Sambucus nigra</i> (b) (https://doi.org/10.3390/molecules28176235).....	35
Εικόνα 11: Οι ρίζες(A), οι μίσχοι και τα φύλλα(B) και τα άνθη(Γ) της <i>Althaea officinalis</i> (https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.125098).....	36
Εικόνα 12: Σχηματική αναπαράσταση της προστιθέμενης αξίας υπολειμματικής βιομάζας από φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά (https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111979).....	39

Εικόνα 13: Δομή σακχαρόζης και αρίθμηση των ατόμων (https://doi.org/10.1016/S0065-2318(07)61005-1).....	43
Εικόνα 14: Βασικά βήματα στην προετοιμασία των μπισκότων (https://doi.org/10.1007/978-3-031-40308-8_3).....	45
Εικόνα 15: Σαμπούκος και Αλθαία σε αποξηραμένη μορφή.....	53
Εικόνα 16: Δείγματα των εκχυλισμάτων της αλθαίας.....	56
Εικόνα 17: Δείγματα εκχυλισμάτων σαμπούκου με τις αντίστοιχες αναλογίες φυτού/ νερού :1:20, 1:50, 1:10, 1:50, 1:20.....	58
Εικόνα 18: Βέλτιστο εκχύλισμα αλθαίας.....	58
Εικόνα 19 & 20: Στη 1η (αριστερά) και στη 2η εικόνα(δεξιά), απεικονίζεται το εκχύλισμα του σαμπούκου πριν και μετά τη συμπύκνωση, αντίστοιχα.....	59
Εικόνα 21 & 22: Μπισκότα βουτύρου πριν το ψήσιμο.....	60
Εικόνα 23 & 24: Μπισκότα βουτύρου μετά το ψήσιμο.....	60
Εικόνα 25: Μπισκότα βουτύρου εμπλουτισμένα με το βέλτιστο εκχύλισμα σαμπούκου.....	61
Εικόνα 26: Εμπλουτισμένα μπισκότα βουτύρου με το βέλτιστο εκχύλισμα αλθαίας με 1-5 ψεκασμούς αντίστοιχα.....	61
Εικόνα 27: Εμπλουτισμένα μπισκότα βουτύρου με το βέλτιστο εκχύλισμα αλθαίας και σαμπούκου σε αναλογία 5:1.....	61
Εικόνα 28: Εμπλουτισμένα μπισκότα βουτύρου με το βέλτιστο εκχύλισμα αλθαίας και σαμπούκου σε αναλογία 1:1, 2:1, 1:2 αντίστοιχα.....	62
Εικόνα 29: Φυγοκέντριση των δειγμάτων.....	63
Εικόνα 30: Μέθοδος FRAP.....	71

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Αξιολόγηση της γεύσης των μιγμάτων εκχυλισμάτων, που παρασκευάστηκαν στη 2 ^η δοκιμή, σε διαφορετικές αναλογίες αλθαίας/σαμπούκου.....	66
Πίνακας 2: Αξιολόγηση της γεύσης του εκχυλίσματος της Αλθαίας που παρασκευάστηκε στη 3 ^η δοκιμή.....	66
Πίνακας 3: Αξιολόγηση της γεύσης του εκχυλίσματος του Σαμπούκου που παρασκευάστηκε στη 3 ^η δοκιμή(με, χωρίς μπισκότο, με μέλι).....	66
Πίνακας 4: Αξιολόγηση της γεύσης των μιγμάτων εκχυλισμάτων, που παρασκευάστηκαν στη 3 ^η δοκιμή σε διαφορετικές αναλογίες αλθαίας/σαμπούκου.....	67
Πίνακας 5: Αξιολόγηση της γεύσης των μιγμάτων εκχυλισμάτων, που παρασκευάστηκαν στη 4 ^η δοκιμή ,σε διαφορετικές αναλογίες Αλθαίας/Σαμπούκου.....	67
Πίνακας 6: Αναλογία φυτού/νερού, αραίωση και μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις του φαινολικού περιεχομένου των εκχυλισμάτων της αλθαίας κατά τη μέθοδο Folin-Ciocalteu (Βρασμός νερού μαζί με το φυτό, περίπτωση Α).....	67
Πίνακας 7: Αναλογία φυτού/νερού, αραίωση και μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις του φαινολικού περιεχομένου των εκχυλισμάτων της Αλθαίας κατά τη μέθοδο Folin-Ciocalteu (Βρασμός νερού και στη συνέχεια προσθήκη της Αλθαίας, περίπτωση Β).....	68
Πίνακας 8: Αναλογία φυτού/νερού, αραίωση και μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις του φαινολικού περιεχομένου των εκχυλισμάτων του Σαμπούκου κατά τη μέθοδο Folin-Ciocalteu (Βρασμός νερού μαζί με το σαμπούκο, περίπτωση Α).....	69
Πίνακας 9: Αναλογία φυτού/νερού, αραίωση και μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις του φαινολικού περιεχομένου των εκχυλισμάτων του Σαμπούκου κατά τη μέθοδο Folin-Ciocalteu (Βρασμός νερού και στη συνέχεια προσθήκη του σαμπούκου , περίπτωση Β).....	70
Πίνακας 10: Αναλογία φυτού/νερού, αραίωση και μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της αντιοξειδωτικής ικανότητας των εκχυλισμάτων της αλθαίας κατά τη μέθοδο FRAP(Βρασμός νερού μαζί με το φυτό, περίπτωση Α).....	70
Πίνακας 11: Αναλογία φυτού/νερού, αραίωση και μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της αντιοξειδωτικής ικανότητας των εκχυλισμάτων της αλθαίας κατά τη μέθοδο FRAP(Βρασμός νερού και στη συνέχεια προσθήκη του φυτού, περίπτωση Β).....	71

Πίνακας 12: Αναλογία φυτού/νερού, αραίωση και μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της αντιοξειδωτικής ικανότητας του βέλτιστου εκχυλίσματος του σαμπούκου κατά τη μέθοδο FRAP.....	72
Πίνακας 13: Αποτελέσματα από τον οργανοληπτικό έλεγχο.....	73

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ABSTRACT.....	3
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	4
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	6
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΒΟΤΑΝΑ	
1.1 Γενικά στοιχεία βοτάνων.....	11
1.2 Ιστορικά στοιχεία	12
1.3 Κατηγορίες βοτάνων	13
1.3.1 Αρωματικά φυτά.....	13
1.3.2 Φαρμακευτικά φυτά	15
1.3.3 Αρτύματα- Καρυκεύματα	17
1.4 Οι ευεργετικές επιδράσεις των βοτάνων στον ανθρώπινο οργανισμό.....	18
1.5 Χημική σύνθεση των βοτάνων	20
1.6 Αλθαία- Σαμπούκος.....	34
1.6.1 Γενικά στοιχεία	34
1.6.2 Χημική σύσταση	36
1.6.3 Οι ευεργετικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό.....	37
1.7 Αξιοποίηση των βιοδραστικών συστατικών των βοτάνων.....	38
Κεφάλαιο 2 ^ο : ΜΠΙΣΚΟΤΑ	
2.1 Γενικές πληροφορίες.....	41
2.2 Συστατικά των μπισκότων και ο ρόλος τους.....	42
2.2.1 Λίπος.....	42

2.2.2 Ζάχαρη.....	43
2.2.3 Άλευρο σίτου.....	44
2.3 Στάδια παρασκευής μπισκότων.....	45
2.3.1 Στάδιο παραγωγής- Μέθοδος ανάμιξης της ζύμης.....	45
2.3.2 Ζύμωση.....	47
2.3.3 Μορφοποίηση.....	47
2.3.4 Ψήσιμο.....	48
2.3.5 Στάδιο ψύξης.....	49
2.3.6 Συσκευασία.....	50
2.4 Σκοπός πειράματος.....	51
Κεφάλαιο 3 ^ο : ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	
3.1 Περιγραφή δειγμάτων.....	52
3.2 Υλικά- Αντιδραστήρια.....	52
3.3 Εκχύλιση βοτάνων.....	53
3.4 Παρασκευή βέλτιστου εκχυλίσματος αλθαίας.....	58
3.5 Παρασκευή βέλτιστου εκχυλίσματος σαμπούκου.....	58
3.6 Παρασκευή μπισκότων βουτύρου.....	59
3.7 Παρασκευή εμπλουτισμένων μπισκότων βουτύρου.....	60
3.8 Συσκευές και όργανα.....	62
3.9 Μέθοδοι -Μετρήσεις- Αναλύσεις.....	62
3.9.1 Υπολογισμός συνολικού φαινολικού περιεχομένου (Folin- Ciocalteu).....	63
3.9.2 Υπολογισμός αντιοξειδωτικής δράσης (FRAP).....	64
3.10 Οργανοληπτικός έλεγχος.....	64
Κεφάλαιο 4 ^ο : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	
4.1 Αποτελέσματα από τη μέθοδο Folin- Ciocalteu.....	67
4.2 Αποτελέσματα από τη μέθοδο Ferric Reducing Antioxidant Power(FRAP).....	70

4.3 Αποτελέσματα από τον οργανοληπτικό έλεγχο.....	72
4.4 Βέλτιστα εκχυλίσματα.....	73
Κεφάλαιο 5° : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	74
Κεφάλαιο 6° : ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	75

1.1 Γενικά στοιχεία βοτάνων

Βότανα είναι τα φυτά, των οποίων, το φυλλώδες τμήμα ή οι μίσχοι, χρησιμοποιούνται ως τροφή, ως συστατικά συμπληρωμάτων διατροφής ή για τη θεραπεία ή με άλλον τρόπο(Σφλώμος,2019). Σύμφωνα με το βοτανικό όρο, βότανα είναι τα φυτά που παράγουν σπόρους με μη ξυλώδη στελέχη που πεθαίνουν στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. Στα βότανα ανήκουν η ρίγανη, το φασκόμηλο, το θυμάρι, ο βασιλικός και διατίθενται ως αποξηραμένα, φρέσκα, ολόκληρα ή αλεσμένα.

Χρησιμοποιούνται ως συμπληρώματα διατροφής ή ως φάρμακα στη ιατρική, λόγω των θετικών επιδράσεων στον ανθρώπινο οργανισμό. Ορισμένα βότανα όπως το σαφράν, η πάπρικα και η κουρκούμη προστίθενται στα τρόφιμα για να προσδώσουν γεύση, χρώμα, και άρωμα, με σκοπό τη βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών τους. Η γεύση που προσδίδουν στα τρόφιμα οφείλεται στις ελαιορητίνες και στις αρωματικές ουσίες των αιθέριων ελαίων τους. Επίσης, λειτουργούν και ως συντηρητικά αυξάνοντας το χρόνο διατήρησης πολλών τροφίμων, εξαιτίας των αντιμικροβιακών ιδιοτήτων που διαθέτουν.

Όταν τα λίπη ή τα έλαια αντιδρούν με το οξυγόνο, υφίστανται οξείδωση και σχηματίζονται αλκοόλες, υπεροξειδία, υδροϋπεροξειδία και καρβονυλικές ενώσεις(αλδεΐδες, κετόνες), οι οποίες είναι υπεύθυνες για τις ανεπιθύμητες οσμές και γεύσεις. Αυτές οι ουσίες συμβάλλουν στην ανάπτυξη του καρκίνου, στη δημιουργία της μετάλλαξης και καθιστούν τα τρόφιμα ακατάλληλα προς κατανάλωση. Οι πολυφαινόλες των βοτάνων αναστέλλουν την οξείδωση του λίπους και την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών, όπως βακτηρίων και μυκήτων. Έτσι, εμποδίζεται η ανάπτυξη δυσάρεστων οσμών-γεύσεων(π.χ. ταγγισμένη γεύση) και ο σχηματισμός επιβλαβών ενώσεων(π.χ. ετεροκυκλικές αμίνες), που παράγονται κατά τη οξειδωτική τάγγιση και οδηγεί στη υποβάθμιση της ποιότητας των τροφίμων, όπως μεταβολές στο χρώμα(π.χ. αμαύρωση) και απώλεια της θρεπτικής αξίας. Η ελάττωση της ημερήσιας κατανάλωσης αλατιού, η οποία προτείνεται από διάφορους φορείς υγείας, μπορεί να επιτευχθεί με τη προσθήκη μαγειρικών βοτάνων όπως κύμινο, ρίγανη, άνηθο, δεντρολίβανο.

Κατά τη διάρκεια ορισμένων μεθόδων επεξεργασίας, όπως η θερμική επεξεργασία ή η αφυδάτωση, παρατηρείται απώλεια σε φυτοχημικά συστατικά, ενώ ορισμένες φορές οι διεργασίες που εφαρμόζονται μπορεί να οδηγήσουν στη παραγωγή νέων ενώσεων. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι τα βότανα ή τα μπαχαρικά που προστίθενται σε μαγειρεμένα τρόφιμα δε πρέπει να περιέχουν παθογόνους μικροοργανισμούς(π.χ. σπορογόνα βακτήρια). Τα σπορογόνα

βακτήρια(π.χ. Bacillus ή Clostridium) δε καταστρέφονται κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος και πολλαπλασιάζονται σε θερμοκρασία δωματίου. Αν οι διάφορες επεξεργασίες(π.χ. θέρμανση, ψύξη) και η αποθήκευση καρυκευμένων τροφίμων δε πραγματοποιούνται στις κατάλληλες θερμοκρασίες και χρόνους, μπορεί να οδηγήσει σε τροφική δηλητηρίαση από παθογόνους μικροοργανισμούς (Sagoo S.K., Little C.L., Greenwood M., Mithani V., Grant K.A., McLauchlin J., de Pinna E., Threlfall E.J.,2009 ; Sospedra I., Soriano J.M., Mañes J., 2010).

1.2 Ιστορικά στοιχεία

Έχει διαπιστωθεί από αρχαιολόγους, ότι τα φύλλα των φυτών αξιοποιούνταν από το 5000 π.Χ. για να προσδώσουν άρωμα σε προϊόντα κρέατος και αργότερα, περίπου το 2300 π.Χ. επεκτάθηκε η χρήση τους στην οινοποίηση(The American Spice Trade Association ,2007). Τα βότανα είχαν φαρμακευτικές χρήσεις στη αρχαία Αίγυπτο και Ασσυρία ενώ χρησιμοποιούνταν ως συντηρητικά τροφίμων στην αρχαία Ρώμη και Ελλάδα(J.W. Parry,1953).Το εμπόριο των μπαχαρικών, αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια του δεύτερου μισού αιώνα π.Χ. στους εμπορικούς δρόμους γνωστοί ως «Δρόμος του Μεταξιού», ο οποίος ένωνε την Ανατολή με τη Δύση.

Στην Ιλιάδα και Οδύσσεια(800π.Χ.), παραθέτονται περισσότερα από 63 διαφορετικά φυτά και τα ονόματα πολλών από αυτών των φυτών, προέρχονται από ήρωες αυτών των επών. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα, αποτελεί το Elecampane, το οποίο έλαβε το όνομα του από την ωραία Ελένη του Τρωϊκού πολέμου. Επίσης, το όνομα των φυτών του γένους Artemisia, προέρχεται από τη λέξη artemis(= υγιάς) καθώς τα συγκεκριμένα φυτά προφυλάσσουν την ανθρώπινη υγεία(Toplak Galle K., 2005)

Ο Θεόφραστος, γνωστός ως «πατέρας της βοτανικής», ήταν φιλόσοφος και φυσικός επιστήμονας και έγραψε τα βιβλία « De Causis Plantarum» και «De Historia Plantarum». Στα συγκεκριμένα βιβλία, κατέταξε σε κατηγορίες πάνω από 500 φυτά με φαρμακευτική χρήση, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται η κανέλα, η μέντα, το ρόδι, το κάρδαμο και άλλα(Pelagic V.,1970 ; Katic R., 1958).

Οι Άραβες πραγματοποίησαν εισαγωγές πολλών φυτών με φαρμακευτική χρήση από την Ινδία, με την οποία διατηρούσαν επαγγελματικές σχέσεις. Τα κυριότερα φυτά που αξιοποιούσαν οι Άραβες ήταν η αλόη, το σαφράν, το τζίντζερ, η κανέλα, το πιπέρι, ο κουρκουμάς και ο καφές. Τον 7^ο αιώνα π.Χ., οι Σλάβοι χρησιμοποιούσαν το Allium sativum για ιατρικούς σκοπούς ενώ το Veratrum album, Cucumis sativus, Urtica dioica, Achillea millefolium, Artemisia maritima

L., *Lavandula officinalis*, *Sambuci flos* για τη θανάτωση εντόμων όπως κουνούπια, αράχνες και ψύλλους(Bojadzievski P., 1992).

Τον 1^ο αιώνα μ.Χ.(περίπου το 77μ.Χ.), ο Διοσκουρίδης, ο οποίος ήταν Έλληνας γιατρός και γνωστός ως «πατέρας της φαρμακογνωσίας», έγραψε το βιβλίο «*De Materia Medica*», το οποίο είναι μεταφρασμένο σε διάφορες γλώσσες. Το συγκεκριμένο έργο, παρέχει πληροφορίες για φαρμακευτικά φυτά(συνολικά 944, εκ των οποίων τα 657 ήταν φυτικά), τα οποία ανήκαν στη «*materia medica*» μέχρι το Μεσαίωνα και την Αναγέννηση(Thorwald J,1991; Katic R, 1967). Μερικά από τα φυτά στα οποία αναφερόταν ο Διοσκουρίδης στο βιβλίο του, ήταν τα εξής: ιτιά, χαμομήλι, σκόρδο, κρεμμύδι, μολόχα, τσουκνίδα, μαϊντανός κ.α. Στα ταξίδια του με το ρωμαϊκό στρατό, μελετούσε και κατέγραφε πληροφορίες για τα φαρμακευτικά φυτά, όπως για τη μέθοδο αποθήκευσης, συλλογής, ενώ πολλές από τις ιδέες του προέρχονται από τη Ινδία.

Ο Γαληνός(130-200 μ.Χ.) πρόσθεσε ορισμένα φυτικά φάρμακα, τα οποία δεν είχε αναλύσει ο Διοσκουρίδης στο βιβλίο του, όπως το *Uvae ursi folium*, το οποίο έχει διουρητική δράση και χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα. Επίσης, δημιούργησε διάφορες συνταγές για τη παρασκευή φαρμάκων με πολύπλοκη σύνθεση. Ο Παράκελσος (1493-1541), ήταν Ελβετός γιατρός και αλχημιστής και υποστήριζε το «δόγμα των υπογραφών», το οποίο υπάρχει μέχρι και σήμερα στη ομοιοπαθητική. Ο πάπυρος Ebers, 20 μέτρων, ο οποίος γράφτηκε από τους Αιγύπτιους περίπου το 1550 π.Χ., περιλαμβάνει συνταγές που βασίζονται σε περίπου 700 είδη φυτών(αλόη, σκόρδο, σύκο) και φάρμακα, τα οποία αξιοποιούνται για τη θεραπεία διάφορων νοσημάτων. Η ονομασία του συγκεκριμένου παπύρου προέρχεται από τον καθηγητή Ebers Georges στη Θήβα(1872) και πιστεύεται ότι έχει εντοπιστεί σε τάφο.

Σύμφωνα με τη Αγία Γραφή και το Ταλμουδ(εβραϊκό βιβλίο), σε ορισμένες θεραπείες πραγματοποιούνταν διάφορες τελετουργίες, στις οποίες ήταν απαραίτητη η χρήση αρωματικών φυτών, όπως η μυρτιά και το θυμίαμα(Dimitrova Z., 1999).

1.3 Κατηγορίες βοτάνων

1.3.1 Αρωματικά φυτά

Στα αρωματικά φυτά εντοπίζονται πρωτεΐνες, φυτικές ίνες, πτητικά συστατικά(αιθέρια έλαια), μέταλλα, βιταμίνες του συμπλέγματος A, B και C, καθώς και φυτοχημικές ουσίες(όπως πολυφαινόλες, κινίνες, φλαβονοειδή, αλκαλοειδή). Οι φυτοχημικές ουσίες που περιέχουν, όπως πολυφαινόλες(ευγενόλη, θυμόλη, καμβρακόλη) διαθέτουν αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες και βοηθούν στη πρόληψη ή στην αντιμετώπιση ποικίλων

ασθενειών, όπως καρδιαγγειακά και αναπνευστικά νοσήματα, φλεγμονώδεις παθήσεις, στομαχικές διαταραχές και νευροεκφυλιστικές ασθένειες. Επίσης, καταστρέφουν το οξυγόνο και έτσι προφυλάσσουν το σώμα από βλάβες, οι οποίες οφείλονται στο σχηματισμό ελεύθερων ριζών, οι οποίες παράγονται από το οξειδωτικό στρες.

Για αυτό, αρωματικά φυτά όπως ο δίκταμος, η βαλεριάνα, η γλυκόριζα, το χαμομήλι, το φασκόμηλο, η τσουκνίδα, καταναλώνονται ως αφέψημα για φαρμακευτικούς σκοπούς. Επίσης, χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα ως αρωματικές ύλες(καρυκεύματα),όπως η γλυκάνισος, η δάφνη, η κανέλα, το σέλινο καθώς συμβάλλουν στη βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών(π.χ. το άρωμα, η γεύση). Ορισμένα αρωματικά φυτά, όπως ο βασιλικός, ο δυόσμος, ο κουρκουμάς, ο λυκίσκος χρησιμοποιούνται και για τους δυο σκοπούς που αναφέρθηκαν παραπάνω. Εκτός από αυτά, προστίθενται στα τρόφιμα ως συντηρητικά καθώς αυξάνουν τη διάρκεια ζωής τους.

Η παραγωγή των ροφημάτων των αρωματικών φυτών πραγματοποιείται με εκχύλιση-έγχυση, ή με βρασμό(αφέψημα). Στη έγχυση, τα φύλλα ή τα λουλούδια των φυτών τοποθετούνται σε νερό θερμοκρασίας 70-90 °C και αφήνονται για 10-15 λεπτά, ενώ στο βρασμό τα αντίστοιχα τμήματα του φυτού παραμένουν σε νερό θερμοκρασίας 100 °C για 15 λεπτά. Η έγχυση εφαρμόζεται για τη παραλαβή αντιοξειδωτικών και αρωματικών ενώσεων, ενώ ο βρασμός πραγματοποιείται για τη παραλαβή βιοδραστικών συστατικών που ανευρίσκονται στους σπόρους, στα στελέχη ή τις ρίζες. Η παραλαβή ευεργετικών ενώσεων των αρωματικών φυτών που είναι αδιάλυτες στο νερό, επιτυγχάνεται μέσω παραμονής των φυτών σε οινόπνευμα για αρκετές ώρες ή μέρες(βάμματα). Τα βάμματα παρασκευάζονται συνήθως από τη φαρμακοβιομηχανία ή την αρωματοποιία.

Ένα από τα βασικά συστατικά των αρωματικών φυτών είναι τα αιθέρια έλαια, τα οποία είναι ουσίες που έχουν ένα ξεχωριστό χαρακτηριστικό, όπως γεύση ή άρωμα . Είναι δευτερογενείς μεταβολίτες των φυτών και παραλαμβάνονται μέσω απόσταξης με ατμό ή μέσω εκχύλισης με οργανικό διαλύτη ή υπερκρίσιμου CO₂ (Lubbe A.; Verpoorte R.,2011)από διάφορα όργανα των φυτών, όπως τα άνθη, το φλοιό, τα φύλλα, τη ρίζα κ.α.. Τα αιθέρια έλαια είναι ενώσεις με πτητικό και υδρόφοβο χαρακτήρα και αποτελούνται από φαινυλοπρεπένια και τερπένια με χαμηλό σημείο βρασμού (Greathead H., 2003). Ο προσδιορισμός της χημικής σύστασης τους πραγματοποιείται με τη μέθοδο της αέριας χρωματογραφίας ή με τη φασματομετρίας μάζας(Brenes A.; Roura E., 2010).

Τα αιθέρια έλαια των αρωματικών φυτών χρησιμοποιούνται από τις βιομηχανίες τροφίμων για τη ταρίχευση, τη συντήρηση τροφίμων(κρέας, ψωμί, φρούτα, δημητριακά, λαχανικά) ή τη ενίσχυση αρώματος (π.χ. σε αναψυκτικά , προϊόντα ζαχαροπλαστικής). Επίσης, αξιοποιούνται από τις βιομηχανίες οικολογικών κτιρίων (π.χ. βαφές, βερνίκια), από τις βιομηχανίες καλλυντικών(π.χ. σε αρώματα και προϊόντα περιποίησης δέρματος, μαλλιών) και από τη φαρμακοβιομηχανία(αναισθητικά, ηρεμιστικά, αντιφλεγμονώδη, αναλγητικά φάρμακα). Τέλος, τα αιθέρια έλαια, χρησιμοποιούνται για τη θανάτωση των εντόμων, ιών, βακτηρίων, μυκήτων, παρασίτων, ζιζανίων.

1.3.2 Φαρμακευτικά φυτά

Από την αρχαιότητα, οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν τα φαρμακευτικά φυτά για τη πρόληψη ή θεραπεία ορισμένων ασθενειών, όπως ιογενών λοιμώξεων, καθώς διαθέτουν φαρμακευτικές ιδιότητες(π.χ. αντιμικροβιακή δράση). Τα φαρμακευτικά φυτά χρησιμοποιούνται ευρέως σε όλο το κόσμο αλλά κυρίως στη Κίνα, στην Ινδία, στην Ιαπωνία, στο Πακιστάν, στη Ταϊλάνδη και σε ορισμένες αφρικανικές χώρες. Σε κάθε αιώνα ανακαλύφθηκαν και καταγράφηκαν οι θεραπευτικές ιδιότητες των φυτών και μεταβιβάστηκαν από τη μία γενιά στη άλλη. Σε αυτά τα φυτά περιλαμβάνονται το *Allium sativum* (σκόρδο), το *Melissa officinalis* (μελισσόχορτο), το *Melaleuca alternifolia*(δένδρο tee), τα οποία έχουν αντιμικροβιακές ιδιότητες(Heinrich et al., 2004).

Τα φαρμακευτικά φυτά περιέχουν ενώσεις με αντικαρκινική δράση, όπως πολυφαινόλες, στις οποίες περιλαμβάνονται τα φλαβονοειδή, η κουρκουμίνη, η ρεσβερατρόλη, οι τανίνες, οι γαλλοκατεχίνες(Azmi AS, Bhat SH, Hanif S, Hadi SM.,2016). Στις ενώσεις με αντικαρκινικές ιδιότητες ανήκουν οι ταξόλες και τα βρασινοστεροειδή. Αυτά τα συστατικά εμποδίζουν την ανάπτυξη καρκινικών κυττάρων, μπορούν να προκαλέσουν απόπτωση και διαθέτουν τοξικότητα στα καρκινικά αλλά όχι στα υγιή κύτταρα. Σε αυτές τις ενώσεις, δε περιλαμβάνονται οι λεκτίνες, οι σαπωνίνες, οι λιγνάνες, οι κυανογόνες γλυκοσίδες και οι ταξόλες. Στη συνέχεια αναφέρονται ορισμένα παραδείγματα φαρμακευτικών φυτών καθώς και η φαρμακευτική τους χρήση.

Το σκόρδο μπορεί να βοηθήσει στη ελάττωση των επιπέδων της χοληστερόλης και τριγλυκεριδίων καθώς και στη μείωση της αρτηριακής πίεσης (Chan et al. 2013). Συμβάλλει στην πρόληψη και στην αντιμετώπιση ποικίλων ασθενειών, όπως καρδιακών διαταραχών(π.χ. αθηροσκλήρωση), καρκίνου, άσθματος, αρθρίτιδας, βρογχίτιδας και έχει την ικανότητα να δράσει κατά των παθογόνων βακτηρίων ή μυκήτων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την

αντιμετώπιση της προσβολής από παράσιτα, του πονόδοντου, των δαγκωμάτων (π.χ. από φίδια ή σκουλήκια) και του χρόνιου βήχα. Έχει υψηλή περιεκτικότητα σε θειούχες ενώσεις, οι οποίες προσδίδουν τη ιδιαίτερη οσμή και είναι υπεύθυνες για τις φαρμακευτικές ιδιότητες του σκόρδου. Η ενζυματική υδρόλυση της αλίνης, μέσω της δράσης της αλλινάσης οδηγεί στο σχηματισμό της αλικίνης, η οποία δεν εντοπίζεται στο σκόρδο πριν τη σύνθλιψη. Εκτός από αυτά, περιέχει ένζυμα, αμινοξέα(συνολικά 17) και μέταλλα(π.χ. σελήνιο).

Ορισμένα φαρμακευτικά φυτά, όπως το *Convallaria majalis* L, η *Valeriana officinalis* L., συμβάλλουν στη αντιμετώπιση καρδιακών διαταραχών, όπως η στηθάγχη, η αθηροσκλήρωση, η συστολική ανεπάρκεια. Το αιθέριο έλαιο του *Melaleuca alternifolia* χρησιμοποιείται για τη αντιμετώπιση της ακμής και άλλων δερματικών διαταραχών (Vanaclocha and Cañigüeral, 2003).

Το αλκαλοειδές *berberine* που εντοπίστηκε σε φυτά της οικογένειας *Paraveraceae*, μπορεί να συμβάλλει για την αντιμετώπιση λοιμώξεων, οι οποίες οφείλονται σε βακτήρια, μύκητες και πρωτόζωα. Τα είδη του *Strychnos myrtoideis* της οικογένειας *Logoniaceae* χρησιμοποιούνται για τη αντιμετώπιση του πονόδοντο, της επιληψίας, της δυσκοιλιότητας και του βήχα, ενώ οι ρίζες της *Combretum caffrum* χρησιμοποιείται για τους μυϊκούς πόνους. Το βαλσαμόχορτο είναι ευρέως διαδεδομένο ως «τονωτικό νεύρων» και μπορεί να βοηθήσει στη θεραπεία προβλημάτων του νευρικού συστήματος. Το βαλσαμόχορτο περιέχει φλαβονοειδή και υπερικίνη, η οποία παρουσιάζει αντικαταθλιπτική δράση.

Η βαλεριάνα(*Valeriana officinalis*), η οποία είναι ποώδες φυτό, είναι γνωστή για τη ηρεμιστική της δράση, η οποία οφείλεται σε διάφορες ενώσεις που περιλαμβάνει όπως το βαλερενικό και βαλανεφρικό οξύ. Περιέχει ιριδοειδή βαλεποτρίκα συστατικά (βαλτράτη, διδροβαλτρική και ισοβαλτρική), τα οποία αποικοδομούνται εύκολα κατά τη αποθήκευση και πτητικά έλαια(μονοτερπένια, σεσκιτερπένια).Συμβάλλει στη αντιμετώπιση των πονοκεφάλων, του άγχους, της απνίας, της ναυτίας, τη επιληψίας, των πληγών στα ούλα και των διαταραχών του γαστρεντερικού συστήματος .

Πολλά φυτικά εκχυλίσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για βελτίωση των συμπτωμάτων των διαταραχών του κεντρικού νευρικού συστήματος, όπως η ημικρανία, η άνοια και η νόσος του Alzheimer. Για παράδειγμα, η ρεζερπίνη χρησιμοποιείται σε διάφορες ψυχιατρικές καταστάσεις όπως η σχιζοφρένεια και πολλοί άνθρωποι έχουν καταφέρει να αποφύγουν την εισαγωγή τους σε ψυχιατρική κλινική . Όμως, παρουσιάζει ορισμένες παρενέργειες όπως η

δημιουργία του καρκίνου του μαστού και η εξάντληση των επιπέδων νευροδιαβιβαστών στον εγκέφαλο, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε κατάθλιψη.

1.3.3 Αρτύματα- Καρυκεύματα

Σύμφωνα με το American Heritage Dictionary of the English Language, μπαχαρικό είναι οποιαδήποτε από τις διάφορες πικάντικες, αρωματικές φυτικές ουσίες, όπως η κανέλα ή το μοσχοκάρυδο, που χρησιμοποιούνται για να αρωματίσουν τρόφιμα ή ποτά. Τα μπαχαρικά προέρχονται από τα φύλλα(π.χ. δάφνη), τη ρίζα(π.χ. τζίντζερ), τους φλοιούς(π.χ. η κανέλα), τους οφθαλμούς(π.χ. γαρύφαλλο), τους σπόρους(κύμινο) ή το στίγμα των λουλουδιών(σαφράν) ποωδών και φυλλοβόλων φυτών. Περιέχουν υδατάνθρακες, λιπίδια, πρωτεΐνες, τέφρα, πτητικά και μη πτητικά έλαια και τα μείγματα αυτών διακρίνονται στα λεγόμενα μείγματα(σε μορφή πάστας ή σκόνης) και σε καρυκεύματα.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση Μπαχαρικών ESA, καρύκευμα είναι ένα μείγμα επιτρεπόμενων συστατικών τροφίμων, που προστίθενται ανάλογα με τις ανάγκες για επίτευξη ενός συγκεκριμένου σκοπού για τον οποίο έχουν σχεδιαστεί(π.χ. η βελτίωση γεύσης, λειτουργικότητας ενός τροφίμου). Η προσθήκη των καρυκευμάτων σε σκόνη, πραγματοποιείται πριν ή κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος. Τα καρυκεύματα περιέχουν φυτικές ουσίες(π.χ. λαχανικά), αρωματικές ουσίες, αλάτι, ζάχαρη, δεξτρόζη, άμυλο, μαλτοδεξτρίνη, γλουταμινικό νάτριο, κιτρικό οξύ, ενώ τα μείγματα μπαχαρικών περιέχουν μόνο συστατικά φυτικής προέλευσης.

Τα μπαχαρικά έχουν αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντιαλβινικές, αντιβιοτικές, αντιπηκτικές και αντικαρκινικές ιδιότητες. Τα αποξηραμένα καρυκεύματα, έχουν χαμηλή ενεργότητα νερού, χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία και υψηλό ποσοστό αλατιού με αποτέλεσμα να μην παρουσιάζουν κάποια αλλοίωση. Όμως, η αποθήκευσή τους για μεγάλο χρονικό διάστημα, μπορεί να οδηγήσει στην απώλεια γεύσης και αρώματος. Το χρονικό διάστημα αποθήκευσής τους, εξαρτάται από την περιεχόμενη υγρασία(συνήθως είναι 1-2 χρόνια).

Αρτύματα είναι μια ομάδα αποξηραμένων, με ψεκασμό, συστατικών, όπως είναι οι ζωμοί πρωτεΐνης, σκόνη σάλτσας σόγιας, σκόνη ξυδιού. Η ποιότητα, το κόστος και η διαθεσιμότητα τους, επηρεάζεται από εξωτερικούς παράγοντες όπως είναι η ξηρασία, οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες ή οι υπερβολικές βροχοπτώσεις.

Η χρήση των καρυκευμάτων πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή καθώς μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στη υγεία του ανθρώπου. Συγκεκριμένα, τα περισσότερα μπαχαρικά και μείγματα καρυκευμάτων έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε αλάτι και η υπερβολική κατανάλωση τους μπορεί να δημιουργήσει νεφρικές διαταραχές ή καρδιαγγειακά προβλήματα, όπως η υπέρταση. Επίσης, πολλές αλλεργικές αντιδράσεις οφείλονται στο γλουταμινικό νάτριο που ανευρίσκεται σε υψηλές ποσότητες σε αυτά τα προϊόντα ή σε διάφορα αλλεργιογόνα τα οποία είναι υποχρεωτικό να αναφέρονται στη συσκευασία, σύμφωνα με το κανονισμό(ΕΕ) , αριθμού 1169/2011.

1.4 Οι ευεργετικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό

Από την αρχαιότητα, οι άνθρωποι έψαχναν εναλλακτικούς τρόπους αντιμετώπισης πολλών ασθενειών, οι οποίοι να είναι απαλλαγμένοι από παρενέργειες. Έτσι, ανακαλύφθηκε η φυτική ιατρική, η οποία υποστηρίζει ότι τα φυτά αποτελούνται από συστατικά φυτικής προέλευσης, τα οποία προάγουν τη ανθρώπινη υγεία και προσφέρουν ανακούφιση από ορισμένα προβλήματα όπως η αρθρίτιδα, οι πονοκέφαλοι, η αυπνία και το άγχος.

Οι ευεργετικές επιδράσεις των βοτάνων στον ανθρώπινο οργανισμό οφείλονται στην υψηλή περιεκτικότητά τους σε φυτοχημικά συστατικά, εκ των οποίων τα περισσότερα διαθέτουν αντιοξειδωτική δράση. Σε αυτές τις ουσίες ανήκουν οι φαινολικές ουσίες ή ενώσεις που περιέχουν θείο όπως η 6- τζιντζερόλη από το τζιντζερ, η αλικίνη από το σκόρδο και η καψαΐκη από τη πιπεριά τσίλι (Henning et al., 2011).

Τα φυτοχημικά συστατικά των βοτάνων μειώνουν τη πιθανότητα εμφάνισης ορισμένων ασθενειών, όπως αυτοάνοσων και καρδιαγγειακών παθήσεων. Για παράδειγμα, οι φαινολικές ενώσεις συμβάλλουν στη πρόληψη του καρκίνου, της δημιουργίας της αθηρωματικής πλάκας και παρέχουν προστασία έναντι νευροπαθειών, διαβήτη, άσθματος και μη μεταδοτικών ασθενειών. Ορισμένα βότανα (όπως το χαμομήλι, το πράσινο τσάι, η Echinacea, το σκόρδο, η γλυκόριζα), που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε φλαβονοειδή ή καροτενοειδή, ενισχύουν το ανοσοποιητικό σύστημα και μειώνουν τη συγκέντρωση της χοληστερόλης.

Οι υδροξυλομάδες των πολυφαινόλων οξειδώνονται και σχηματίζουν τις ο- κινόνες, οι οποίες καταστρέφουν τις αντιδραστικές μορφές οξυγόνου. Οι ελεύθερες ρίζες μπορούν να αλληλοεπιδράσουν με διάφορα συστατικά του κυττάρου και να ευνοήσουν το σχηματισμό οξειδωτικής βλάβης των κυττάρων. Επίσης, οι ελεύθερες ρίζες προάγουν την ανάπτυξη ορισμένων ασθενειών όπως είναι ο καταρράκτης, η παχυσαρκία, ο διαβήτης, ο καρκίνος, οι

ασθένειες του γαστρεντερικού συστήματος και οι νευροεκφυλιστικές ασθένειες, π.χ. νόσος του Parkinson και του Alzheimer (Henning et al., 2011; Rubió et al., 2013).

Οι ελεύθερες ρίζες είναι «άτομα ή μόρια που έχουν ένα ή περισσότερα ασύζευκτα ηλεκτρόνια στην εξωτερική στοιβάδα και σχηματίζονται με τη πρόσληψη ή απομάκρυνση μονήρους ηλεκτρονίου ή τη διάσπαση ομοιοπολικού δεσμού». Στις ελεύθερες ρίζες, ανήκουν αντιδραστικά είδη οξυγόνου, όπως ριζικά (ρίζα υπεροξειδίου, υδροξυλίου, υπεροξυλίου) και μη ριζικά είδη(π.χ. υπεροξειδίου του υδρογόνου)

Ακόμη, τα βότανα χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση φλεγμονωδών διαταραχών, όπως οι ρευματισμοί καθώς ορισμένες πολυφαινόλες, όπως η κουρκουμίνη, το φερουλικό οξύ, η ρεσβερατρόλη, η κουερσετίνη, η προανθοκυανιδίνη έχουν αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες με αντικαταθλιπτική δράση.

Πολλά βότανα(όπως το σκόρδο, το πράσινο ή μαύρο τσάι), προφυλάσσουν τον ανθρώπινο οργανισμό από το καρκίνο και από καρδιαγγειακές παθήσεις(αθηροσκλήρωση, στηθάγχη, αρρυθμία, συστολική υπέρταση, φλεβική ανεπάρκεια). Για παράδειγμα, το φάρμακο διγοξίνη, το οποίο παράγεται από το φυτό *D. lanata* συμβάλλει στην αντιμετώπιση της συμφορητικής καρδιακής ανεπάρκειας. Σε πολλά φυτά, όπως *Cryptostegia grandiflora*, *Helleborus viridis*, *Plumeria rubra*, ανευρίσκονται καρδιοδραστικές γλυκοσίδες, οι οποίες έχουν θετικές ινοτρόπες δράσεις στη καρδιά. Η αντικαρκινική δράση των βοτάνων οφείλεται στις φυτοστερόλες, στα τριτερπένια, στα φλαβονοειδή και στα καροτενοειδή, τα οποία έχουν αποδειχθεί ότι λειτουργούν χημειοπροστατευτικά (Steinmetz KA, Potter JD,1991). Για παράδειγμα, το πράσινο τσάι συμβάλλει στη πρόληψη καρκίνου του παχέος εντέρου και του στομάχου (Dreosti I.E.,1996).

Τέλος, ορισμένες ουσίες που περιέχουν όπως είναι οι φαινολικές ενώσεις(κατεχίνες τσαγιού, ελευρωπαΐνη, φερουλικό, ελλαγικό και κουμαρικό οξύ), αλδεΐδες, κετόνες, αιθέρες και υδρογονάνθρακες είναι υπεύθυνες για τις αντιμικροβιακές ιδιότητες που διαθέτουν ενάντια ζυμομυκήτων, μούχλας, ιών και βακτηρίων(*Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*). Για παράδειγμα, το μαύρο και πράσινο τσάι μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά των μυκήτων, των βακτηρίων και των ιών.

Τα περισσότερα βότανα περιέχουν φυτοχημικές ουσίες, οι οποίες παρουσιάζουν θετικές επιδράσεις για τον ανθρώπινο οργανισμό. Η Υπηρεσία Τροφίμων και Ποτών, κατατάσσει ορισμένα βότανα ως επιβλαβή ακόμη και σε χαμηλές δόσεις και δεν πρέπει να αξιοποιούνται σε τρόφιμα και ποτά (Larkin T,1983; Saxe TG,1987) . Βέβαια, κάποια βότανα, μπορούν να

καταναλωθούν σε μέτριες ποσότητες, αλλά είναι επικίνδυνα αν χρησιμοποιηθούν σε μεγαλύτερες δόσεις. Για παράδειγμα, η χρήση γλυκόριζας σε μέτριες ποσότητες συμβάλλει στη αντιμετώπιση γαστρικών έλκων, αλλά σε υψηλές ποσότητες είναι τοξική και μπορεί να προκαλέσει υψηλή αρτηριακή πίεση, καρδιακή ανεπάρκεια ή ακόμα και θάνατο(Nielsen I, Pederson RS,1984). Επίσης, μπορούν να οδηγήσουν σε θάνατο μέσω της κατανάλωσης τους, όπως ή το Germander, το οποίο μπορεί να προκαλέσει θανατηφόρα ηπατίτιδα ή κάποια κινέζικα βότανα(π.χ. το chuanwu)που μπορεί να περιέχουν τοξικά αλκαλοειδή(π.χ. ακονιτίνη),

1.5 Χημική σύσταση των βοτάνων

Φυτοχημικά συστατικά είναι μη θρεπτικές χημικές ουσίες των φυτών, οι οποίες συμβάλλουν στη πρόληψη ή στη θεραπεία ορισμένων ασθενειών όταν καταναλώνονται στις κατάλληλες ποσότητες και προφυλάσσουν τα φυτά από τα βακτήρια, τους μύκητες και τους ιούς.

Τα κυριότερα φυτοχημικά συστατικά, τα οποία εντοπίζονται στα περισσότερα βότανα είναι τα τερπενοειδή(π.χ. σαπωνίνες, καροτενοειδή, φυτικές στερόλες), τα σουλφίδια και οι πολυφαινόλες, στις οποίες περιλαμβάνονται οι ανθοκυανιδίνες, τα στιλβένια, οι λιγνάνες και οι κουμαρίνες.

Πολυφαινόλες

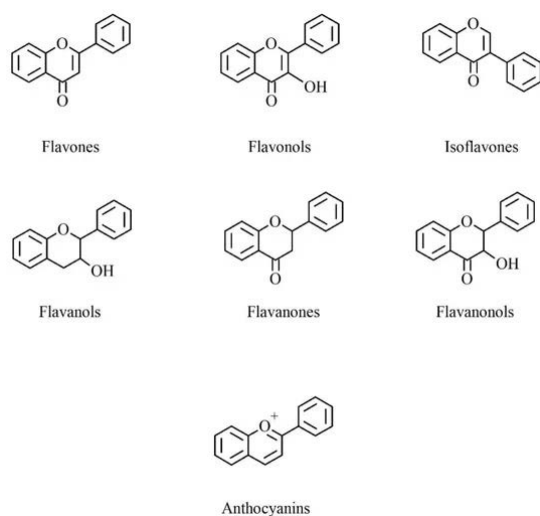
Τα κύτταρα των φυτών σχηματίζουν πρωτογενείς(υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια) και δευτερογενείς μεταβολιτές(War, A.R.; Paulraj, M.G.; Ahmad, T.; Buhroo, A.A.; Hussain, B.; Ignacimuthu, S.; Sharma, H.C, 2012, Fürstenberg-Hägg, J.; Zagrobelny, M.; Bak, S., 2013). Οι πρωτογενείς μεταβολιτές περιλαμβάνουν ενώσεις, οι οποίες είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη των φυτών, ενώ οι δευτερογενείς μεταβολιτές(τερπενοειδή, φαινολικά, αλκαλοειδή) διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στις αλληλεπιδράσεις των φυτών με το περιβάλλον.

Οι πολυφαινόλες, οι οποίες ανήκουν στους δευτερογενείς μεταβολιτές, ενισχύουν την άμυνα των φυτών ενάντια των φυτοφάγων, των παράσιτων, των μικροοργανισμών και συμβάλλουν στην επικοινωνία. Επίσης, παρέχουν προστασία από χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες, από το οξειδωτικό στρες, από την ηλιακή ακτινοβολία, από τραυματισμούς και τοξικότητα βαρεών μετάλλων. Συντίθενται μέσω της οδού φαινυλοπροπανοειδούς και εντοπίζονται στα βλαστικά όργανα, στα άνθη, στους καρπούς των ανθοφόρων φυτών. Επίσης, χαρακτηρίζονται ως χηλικοί παράγοντες, καθώς συνδέονται με μεταλλικά ιόντα και παράγουν χηλικά άλατα μεταλλικών ιόντων (Cherrak, S.A.; Mokhtari-Soulimane, N.; Berroukeche, F.; Bensenane, B.; Cherbonnel, A.; Merzouk, H.; Elhabiri, M.,2016). Με αυτό τον τρόπο, οι πολυφαινόλες αυξάνουν τη απορρόφηση θρεπτικών συστατικών.

Τρόφιμα και ποτά με υψηλή περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες αποτελούν τα φρούτα, τα λαχανικά, το τσάι, το κρασί, η σοκολάτα και τα δημητριακά ολικής άλεσης. Διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στα ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως στο χρώμα, στη γεύση(π.χ. πικράδα), στη οσμή καθώς και στην οξειδωτική σταθερότητα των τροφίμων.

Αποτελούνται από έναν αρωματικό δακτύλιο, ο οποίος συνδέεται με μία ή περισσότερες ομάδες υδροξυλίου και άλλους υποκατάστατες. Διακρίνονται σε φλαβονοειδή, όπως οι ανθοκυανιδίνες, οι κατεχίνες και σε μη φλαβονοειδή, όπως τα φαινολικά οξέα και τα στυλβένια. Τα φλαβονοειδή, τα φαινολικά οξέα, οι λιγνάνες, οι κουμαρίνες, οι τανίνες, τα στυλβένια αποτελούν τις κύριες ομάδες διαιτητικών πολυφαινόλων, οι οποίες μπορεί να είναι μονομερή, ολιγομερή ή πολυμερή.

Τα φλαβονοειδή, στα οποία ανήκουν οι φλαβονόλες(ή φλαβαν-3-όλες ή κατεχίνες), οι φλαβόνες, οι ισοφλαβόνες, οι φλαβονόνες, οι φλαβανόλες, οι ανθοκυανιδίνες, αποτελούνται από έναν σκελετό φαινυλοβενζοπυρανίου. Ορισμένα φλαβονοειδή παρουσιάζουν μεταλλαξιογόνες ιδιότητες, όπως η κερκετίνη, η οποία εντοπίζεται κυρίως στα δημητριακά.



Εικόνα 1: Βασική δομή των κυριότερων υποκατηγοριών των φλαβονοειδών (<https://doi.org/10.3390/foods10112595>)

Τα φαινολικά οξέα είναι μη φλαβονοειδή ενώσεις και είναι συνήθως σε δεσμευμένη μορφή(ως γλυκοζυλιωμένα παράγωγα ή εστέρες κινικού, σικιμικού και τρυγικού οξέος) και σπάνια σε ελεύθερη μορφή(συνήθως στα φρούτα και στα λαχανικά). Τα φαινολικά οξέα διακρίνονται σε υδροξυβενζοϊκά οξέα, όπως το γαλλικό, σαλικυλικό και το βανιλλικό οξύ και σε υδροξυκινναμωμικά οξέα, όπως το καφεϊκό, το κουμαρικό, το σιναπικό και το φερουλικό οξύ.

Οι τανίνες είναι πολυφαινόλες με υψηλό μοριακό βάρος >500 Da, (εστέρες του γαλλικού οξέος και μ-διγαλλικού οξέος με γλυκόζη) οι οποίες συμβάλλουν στη στυφή γεύση και στο χρώμα πολλών προϊόντων. Η στυπτικότητα που προσδίδουν στα τρόφιμα, οφείλεται στις αλληλεπιδράσεις των τανίνων με τις πρωτεΐνες. Διακρίνονται σε υδρολυμένες και συμπυκνωμένες.

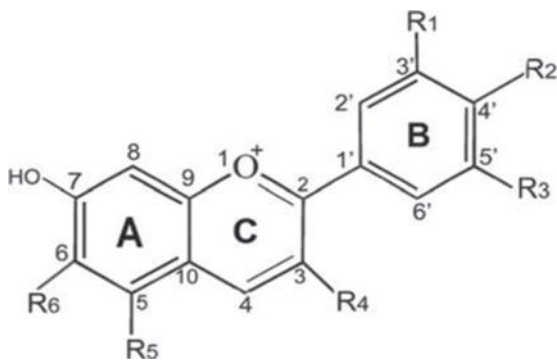
Οι φλαβονόλες, γνωστές ως συμπυκνωμένες τανίνες ή προανθοκυανιδίνες, απελευθερώνουν ανθοκυανιδίνες, όταν υποστούν θέρμανση σε όξινο περιβάλλον. Οι κυριότερες φλαβονόλες που εντοπίζονται στα περισσότερα φυτά είναι η κερκετίνη και καμπφερόλη. Η περιεκτικότητα των τροφίμων σε πολυφαινόλες, εξαρτάται από εξωτερικούς παράγοντες, οι οποίοι μπορεί να είναι αβιοτικοί ή μη αβιοτικοί.

Η πρώτη ύλη, η μέθοδο εκχύλισης και οι βιοχημικές αντιδράσεις των πολυφαινόλων καθορίζουν τη σύσταση των τροφίμων. Πολλές από αυτές, λειτουργούν ως υποστρώματα για διάφορα ένζυμα, όπως οι πολυφαινολοξειδάσεις, οι υπεροξειδάσεις, οι γλυκοσιδάσεις, οι εστεράσεις.

Μπορούν να υποστούν ενζυμικές και χημικές μεταβολές μετά τη συλλογή των φυτών ή κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας και αποθήκευσης τροφίμων, όπως είναι η ενζυματική οξείδωση, η οποία συντελείται κυρίως στα τρόφιμα φυτικής προέλευσης. Το μαύρισμα είναι επιθυμητό σε ορισμένα τρόφιμα, όπως καφές, το τσάι, το κακάο, οι σταφίδες, ενώ είναι επιβλαβές για τη ποιότητα ορισμένων προϊόντων όπως ο πουρές, ο χυμός κ.α. Αυτές οι μεταβολές μπορεί να προκαλέσουν βελτίωση ή υποβάθμιση της ποιότητας των προϊόντων.

Ανθοκυανιδίνες

Οι μπλε, μοβ και κόκκινες χρωστικές των φυτών, φρούτων, λαχανικών και ορισμένων δημητριακών(όπως το μαύρο ρύζι) αποτελούνται κυρίως από ανθοκυανιδίνες, οι οποίες είναι σταθερές σε όξινα διαλύματα. Οι ανθοκυανιδίνες αποτελούνται από έναν ετεροκυκλικό δακτύλιο που περιέχει οξυγόνο, και ενώνεται με δυο αρωματικούς δακτυλίους(A,B). Με τον έναν αρωματικό δακτύλιο(B) συνδέεται με δεσμούς άνθρακα-άνθρακα(Konczak & Zhang, 2004)



Εικόνα 2. Βασική δομή των ανθοκυανίνων(<https://doi.org/10.1080/10408398.2013.805316>)

Οι πιο γνωστές ανθοκυανιδίνες είναι η κυανιδίνη, η δελφινιδίνη, πελαργονιδίνη, η παιονιδίνη, η πετουνιδίνη και η μαλβιδίνη. Στα φυτά, απαντώνται ως γλυκοζίτες, και χαρακτηρίζονται ως ανθοκυανίνες. Οι ανθοκυανίνες είναι υδατοδιάλυτες ενώσεις, οι οποίες ανήκουν στα φλαβονοειδή, παρουσιάζουν ισχυρή απορρόφηση στη υπεριώδη ακτινοβολία και συντίθενται μέσω της οδού της φαινυλαλανίνης. Αποτελούνται από δυο δακτυλίους βενζολίου, οι οποίοι συνδέονται με ανθρακική αλυσίδα τριών ατόμων, με βασικό σκελετό C6-C3-C6(Wilksa,2007). Βασική δομική μονάδα των ανθοκυανίνων αποτελεί το κατιόν του φλαβυλίου. Ως διαλύτες εκχύλισης χρησιμοποιούνται υδατικά μείγματα μεθανόλη, αιθανόλης, ακετόνης, καθώς οι ανθοκυανίνες είναι μόρια πολικής φύσεως (Kahkonen, Horia, & Heinonen, 2001).

Το pH του διαλύματος, ο βαθμός υδροξυλίωσης, το πρότυπο μεθυλίωσης και γλυκοζυλίωσης των αρωματικών δακτυλίων καθορίζει το χρώμα των ανθοκυανίνων. Σε όξινο περιβάλλον, σχηματίζουν κατιόντα φλαβυλίου με αποτέλεσμα να έχουν κόκκινο χρώμα. Σε ουδέτερο περιβάλλον έχουν μοβ απόχρωση ενώ σε αλκαλικές συνθήκες εμφανίζουν μπλε χρώμα. Συγκεκριμένα, σε pH=2-4 επικρατεί η κυανή μορφή των ανθοκυανίνων, ενώ όταν το pH κυμαίνεται μεταξύ 5 και 6, σχηματίζουν τις άχρωμες ψευδοβάσεις καρβινόλης και χαλκόνης, τα οποία είναι άχρωμα. Σε pH>7 οι ανθοκυανίνες υφίστανται αποικοδόμηση, ενώ σε ένα εύρος pH=4-6 υπάρχουν σε ισορροπία και οι τέσσερις μορφές τους. Η μείωση του pH, αυξάνει τη υδατοδιαλυτότητα των ανθοκυανίνων.

Επίσης, κατά τη διάρκεια διάφορων διεργασιών όπως η επεξεργασία, οι ανθοκυανίνες εμφανίζουν χαμηλή σταθερότητα, η οποία επηρεάζεται από το pH λόγω της ιοντικής φύσεως, τη θερμοκρασία αποθήκευσης, τη χημική δομή, τη παρουσία διάφορων ενώσεων(όπως τα φλαβονοειδή, τα ένζυμα, οι πρωτεΐνες, το ασκορβικό οξύ, θειώδη άλατα, τα μεταλλικά ιόντα),

τους περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως φως, οξυγόνο (Sharma R.J.; Gupta R.C.; Singh S.; Bansal A.K.; Singh I.P.,2016).

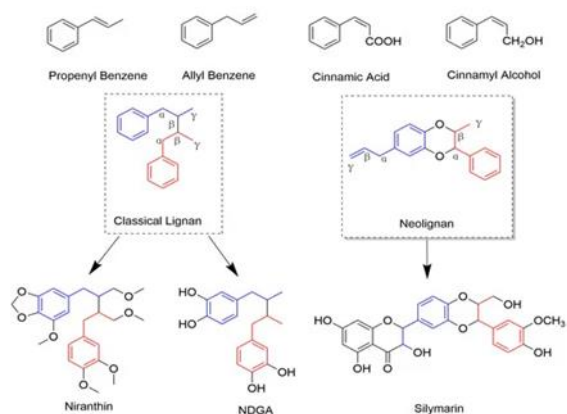
Η ύπαρξη οξυγόνου καθώς και η αύξηση της θερμοκρασίας επιταχύνει τη αποικοδόμηση τους με αποτέλεσμα να μειώνει τη σταθερότητα των ανθοκυανίνων. Για να μη υποστούν καταστροφή οι ανθοκυανίνες, είναι απαραίτητο η αποθήκευση σε περιβάλλον χωρίς τη παρουσία οξυγόνου(π.χ. υπό κενό, ή προσθήκη αζώτου ή αργού).

Εκτός από την ενίσχυση χρώματος, οι ανθοκυανίνες προάγουν τη ανθρώπινη υγεία καθώς διαθέτουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες και συμβάλλουν στη πρόληψη ορισμένων παθήσεων, όπως τα καρδιαγγειακά προβλήματα, ο διαβήτης, και ο καρκίνος (Konczak & Zhang, 2004). Επίσης, διαθέτουν αντιφλεγμονώδεις και αντιμικροβιακές ιδιότητες.

Όμως, περιορίζεται η χρήση τους σε διάφορες εφαρμογές, εξαιτίας της αστάθειας που διαθέτουν στους εξωτερικούς παράγοντες, όπως φως, υγρασία και οξυγόνο κατά την αποθήκευση και την επεξεργασία. Η χαμηλή σταθερότητα μπορεί να οδηγήσει σε ποιοτική υποβάθμιση του προϊόντος όπως η δημιουργία δυσάρεστων οσμών ή γεύσεων. Για να είναι εφικτή η προσθήκη των ανθοκυανίνων σε διάφορα προϊόντα, πρέπει να εφαρμοστούν ορισμένες τεχνικές που ενισχύουν τη σταθερότητα τους, όπως η μέθοδος της ενθυλάκωσης. Η μικροενθυλάκωση μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω ξήρανσης με ψεκασμό, με τη διαδικασία επικάλυψης rap, εξάτμισης διαλύτη, ή διεπιφανειακού πολυμερισμού κ.α. Οι ενθυλακωμένες ανθοκυανιδίνες, διαθέτουν ένα κάλυμμα συνήθως από πολυμερές κάλυμμα, το οποίο τις προφυλάσσει από τους παράγοντες που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Λιγνάνες

Οι λιγνάνες ανήκουν στις φαινολικές ενώσεις, και αποτελούν δευτερογενείς μεταβολίτες των φυτών. Συντίθενται από δύο μονάδες φαινυλοπροπανίου μέσω της οδού σικιμικού οξέος. Απαντώνται στους ελαιούχους σπόρους(π.χ. λιναρόσπορος), στα ψυχανθή φυτά, στα δημητριακά(σιτάρι, βρώμη, σίκαλη), στα λαχανικά, στα ποτά(π.χ. ο καφές, το τσάι), στο ψάρι, στα γαλακτοκομικά προϊόντα, στο κρέας και στα φρούτα.

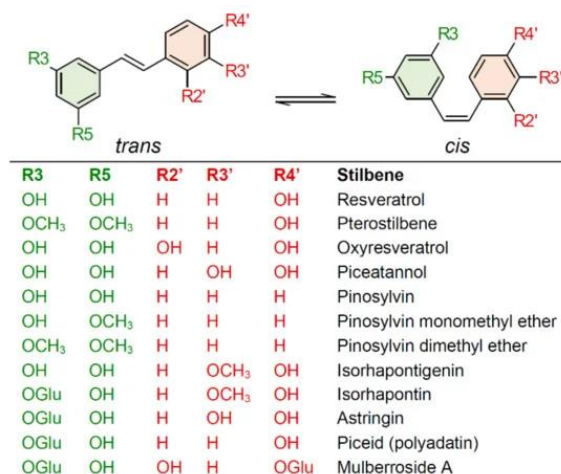


Εικόνα 3: Τα μονομερή και η ταξινόμηση των λιγνάνων (<https://doi.org/10.3390/molecules25010183>)

Διακρίνονται σε κλασσικές λιγνάνες, οποίες σχηματίζονται με τη σύνδεση των μονομερών (δύο μονάδες φαινυλοπροπανοειδούς) στον άνθρακα β και β' και σε νεολιγνάνες, στις οποίες η σύνδεση των δομικών μονάδων είναι οποιαδήποτε εκτός από τη σύνδεση β-β'. Στις κλασσικές λιγνάνες ανήκουν τα διβενζυλοβουτάνια, οι διβενζυλοβουτυρολακτόνες, οι αρυλναφθαλίνια/αρυλοτετραλίνες, τα υποκατεστημένα τετραϋδροφουράνια, τα 2,6-διααρυλοφουραουράνια και τα διβενζοκυκλοοκταδιένια. Στο παχύ έντερο τα βακτήρια σχηματίζουν τους μεταβολίτες εντεροδιόλη και εντερολακτόνη, οι οποίες ονομάζονται εντερολιγνάνες και είναι γνωστές ως «λιγνάνες θηλαστικών». Προστατεύουν τον ανθρώπινο οργανισμό από την ανάπτυξη ασθενειών καθώς διαθέτουν αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντικαρκινικές (Velentzis L.S.; Cantwell M.M.; Cardwell C.; Keshtgar M.R.; Leatham A.J.; Woodside J.V., 2009) και αντιβακτηριακές ιδιότητες.

Στιλβένια

Τα στιλβένια είναι δευτερογενείς μεταβολίτες και ανήκουν στις μη φλαβονοειδείς πολυφαινόλες. Συντίθενται μέσω της οδού του φαινυλοπροπανοειδούς, στην οποία η συνθάση του στιλβενίου συμμετέχει ως καταλύτης στο τελευταίο στάδιο. Στα στιλβένια ανήκουν η ρεσβερατρόλη και τα παράγωγα της (βινιφερίνες, οξυρεσβερατρόλη, περοστιλβένιο). Η ρεσβερατρόλη έχει αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντιδιαβητικές ιδιότητες και συμβάλλει στη πρόληψη του καρκίνου, των καρδιαγγειακών νοσημάτων (π.χ. αθηροσκλήρωση) και των παθήσεων του νευρικού συστήματος.



Εικόνα 4: Χημικές δομές κοινών παραγώγων μονομερούς στιλβενίου. (OGlu) O-β-D-γλυκοκυρανοζίτη(<https://doi.org/10.3390/plants10010090>)

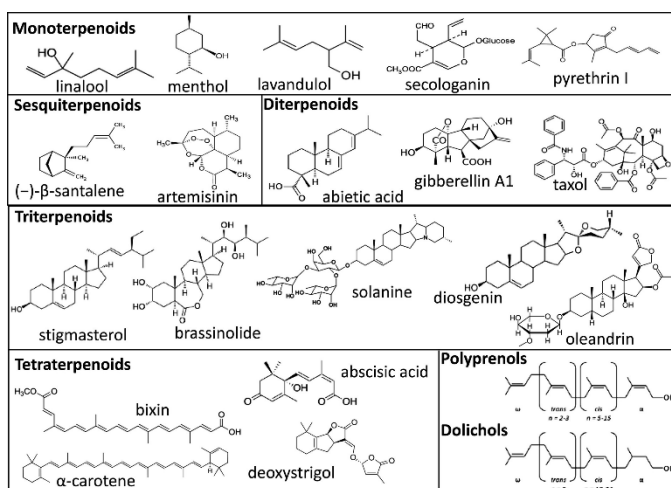
Αποτελούνται από δυο αρωματικούς δακτυλίους, οι οποίοι ενώνονται με ένα τμήμα αιθυλενίου και παρουσιάζουν *cis*(Z-1,2 διφαινυλαιθυλένιο) και *trans*- διαμόρφωση (E-1,2 διφαινυλαιθυλένιο). Με τη μεθυλίωση, τη γλυκοζυλίωση και τον ολιγομερισμό παράγονται τα παράγωγα των στιλβενίων. Τα στιλβένια εντοπίζονται κυρίως στις εξής οικογένειες φυτών: Vitaceae, Dipterocarpaceae, Gnetaceae, Pinaceae, Fabaceae, Poaceae, Leguminosae, και Cyperaceae

Διαθέτουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες, καθώς προφυλάσσουν τα κύτταρα από οξειδωτική βλάβη. Επίσης, προστατεύουν τα φυτά από προσβολή μυκήτων, βακτηρίων, φυτοφάγων, παρασίτων και νηματωδών και συμβάλλουν στη προσαρμογή τους σε αβιοτικούς παράγοντες(π.χ. υπεριώδης ακτινοβολία), καθώς ενεργούν ως φυτοαλεξίνες. Οι φυτοαλεξίνες είναι χημικές αμυντικές ουσίες χαμηλού μοριακού βάρους, που παράγονται ως απόκριση στη μόλυνση από παθογόνους μικροοργανισμούς. Η άμυνα των φυτών στους παθογόνους μικροοργανισμούς οδηγεί στο σχηματισμό αντιδραστικών είδη οξυγόνου, τα οποία παρουσιάζουν τοξική δράση στους παθογόνους μικροοργανισμούς και μπορούν να τους εξουδετερώσουν.

Η έκθεση των φυτών σε βιοτικούς (όπως έντομα, μύκητες, βακτήρια, νηματώδη και φυτοφάγα) και αβιοτικούς παράγοντες στρες(όξον, αλατότητα, φυτοφάρμακα, τραυματισμοί, ηλιακή ακτινοβολία, υψηλή θερμοκρασία, ξηρασία) μπορεί να οδηγήσει στη παραγωγή των στιλβενίων.

Τερπένια- Τερπενοειδή

Τα τερπένια και τα τερπενοειδή είναι βιοδραστικές ουσίες, οι οποίες εντοπίζονται κυρίως στα φυτά (θυμάρι, κάνναβη, ισπανικό φασκόμηλο, εσπεριδοειδή). Η βασική δομική μονάδα των τερπενίων είναι το ισοπρενένιο, το οποίο είναι ένας αέριος υδρογονάνθρακας με μοριακό τύπο C_5H_8 . Τα τερπένια(πινένιο, μυρσένιο, λιμονένιο, τερπινένιο) κατηγοριοποιούνται με βάση τον αριθμό των μονάδων ισοπρενίου σε μονοτερπένια(2 μονάδες ισοπρενίου), διτερπένια(4 μονάδες ισοπρενίου), τριτερπένια(6 μονάδες ισοπρενίου), τετρατερπένια(8 μονάδες ισοπρενίου) ή καροτενοειδή, σεσκιτερπένια(3 μονάδες ισοπρενίου). Στα μονοτερπένια ανήκουν το α -πινένιο και λιμονένιο. Ορισμένα τερπένια, όπως η καρβόνη, η ευγενόλη, η γερανιόλη και η θυμόλη παρουσιάζουν αντιβακτηριακή δράση κατά του *Staphylococcus aureus* (Gallucci et al., 2009). Επίσης, ασκούν αντιμικροβιακή δράση κατά των ευαίσθητων και ανθεκτικών βακτηρίων στα αντιβιοτικά, καθώς μπορούν να προάγουν τη ρήξη των κυττάρων και να εμποδίσουν το σχηματισμό των πρωτεϊνών και του DNA(Álvarez-Martínez, Barrajon-Catalán, Herranz-López, & Micol, 2021). Φυτά, όπως *Pinus ponderosa*, *Helichrysum italicum*, *Rosmarinus officinalis*, καθώς και μπαχαρικά(γαρύφαλλο, δεντρολίβανο, κύμινο, θυμάρι, φασκόμηλο), συνθέτουν τερπένια με αντιμικροβιακή δράση κατά των τροφιμογενών βακτηρίων, όπως *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*(Himejima et al. 1992). Εκτός από αυτά, διαθέτουν αντιδιαβητικές, αντικαρκινικές, αντιπλασματικές, αντιοξειδωτικές και αντικαταθλιπτικές ιδιότητες.



Εικόνα 5: Παραδείγματα τερπενοειδών φυτών(<https://doi.org/10.1111/nph.14178>)

Τα τερπενοειδή είναι υδρογονάνθρακες που περιέχουν οξυγόνο και σχηματίζονται μέσω του δευτερογενούς μεταβολισμού των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών με τη αφαίρεση ή μετακίνηση μεθυλομάδων. Τα τερπενοειδή διακρίνονται σε αλκοόλες, αιθέρες, αλδεΐδες, εστέρες, εποξειδία, κετόνες και φαινόλες. Σε αυτές τις ενώσεις ανήκουν, η θυμόλη, μενθόλη,

πιπεριτόνη, καρβακρόλη, γερανιόλη, η λιναλοόλη και ο οξικός λιναλυλεστέρας (Hyldgaard et al., 2012).

Τα τερπένια αξιοποιούνται από τις βιομηχανίες σε πολλούς τομείς, όπως στα καλλυντικά, στα τρόφιμα(π.χ. για τη συντήρηση προϊόντων), στα φάρμακα(π.χ. για το βήχα), στα απολυμαντικά και σε ορισμένα προϊόντα περιποίησης της υγείας(π.χ. στοματικά διαλύματα, οδοντόκρεμες, αφρόλουτρα). Επίσης, έχουν παρασκευαστεί φυτοφάρμακα, τα οποία περιέχουν ένα ή περισσότερα τερπένια , με σκοπό να θανατώσουν τα παράσιτα, όπως ακάρεα ή ψείρες. Τα περισσότερα από αυτά τα φυτοφάρμακα περιέχουν τερπένια και κιτράλη, η οποία έχει την ικανότητα να δράσει κατά των βακτηρίων και μυκήτων(Franklin et al. 2001).

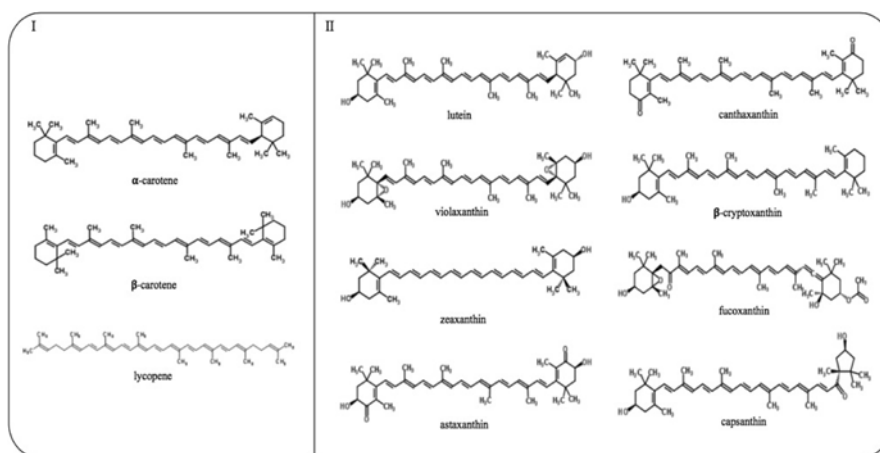
Πολλές βιομηχανίες, εφαρμόζουν τεχνικές απομάκρυνσης τερπενίων, καθώς οι συγκεκριμένες ενώσεις είναι επιρρεπείς στη οξείδωση, το οποίο προκαλεί υποβάθμιση της ποιότητας της αρωματικής ουσίας. Συνήθως πραγματοποιείται εκχύλιση με αλκοόλη για τη παραλαβή των πιο πολικών οξυγονούχων ενώσεων και απομάκρυνση των τερπενίων με κλασματική απόσταξη.

Καροτενοειδή

Το πορτοκαλί, κίτρινο ή κόκκινο χρώμα των φύλλων των φυτών οφείλεται στα καροτενοειδή, τα οποία είναι τερπενοειδή με συζευγμένους διπλούς δεσμούς. Τα φυτά και οι μικροοργανισμοί, όπως τα βακτήρια, οι μύκητες και τα φύκια έχουν τη ικανότητα να συνθέτουν αυτές τις ουσίες, ενώ οι άνθρωποι και τα ζώα μπορούν να τα προσλαμβάνουν μέσω της διατροφής τους ή των συμπληρωμάτων. Είναι φυσικές λιποδιάλυτες χρωστικές ουσίες, οι οποίες εντοπίζονται στα πράσινα φυλλώδη λαχανικά αλλά και σε πολλά φρούτα(τομάτες, πιπεριές, ροδάκινα).Κατά τη διάρκεια μαγειρέματος των λαχανικών, τα καροτενοειδή δε απελευθερώνονται ούτε παρουσιάζουν αισθητές μεταβολές στο χρώμα σε συνάρτηση με τη θερμότητα ή το pH καθώς δε διαλύονται στο νερό (Rodriguez-Concepcion and Stange, 2013).Όμως, είναι ελαφρώς διαλυτά σε μη πολικούς οργανικούς διαλύτες, όπως, χλωροφόρμιο ή ακετόνη(Simpson, 1983). Η ποσότητα που ανευρίσκονται τα καροτενοειδή στα τρόφιμα δε επηρεάζεται δραματικά, από βασικές οικιακές μεθόδους μαγειρέματος(ατμός βρασμός, φούρνος μικροκυμάτων). Όμως, η υψηλή θερμοκρασία μπορεί να προκαλέσει τη καταστροφή τους, λόγω οξείδωσης (Thane C., Reddy S.,1997).

Τα καροτενοειδή ανήκουν στα τερπενοειδή, τα οποία περιέχουν 40 άτομα άνθρακα και η βασική δομική μονάδα είναι το ισοπρένιο (Khachik et al., 1997). Μπορούν να σχηματίσουν cis-, trans ισομερή καθώς διαθέτουν συζευγμένους διπλούς δεσμούς. Διακρίνονται με βάση τη

δομή τους σε καροτένια (α-, β- καροτένιο και λυκοπένιο), τα οποία είναι υδρογονάνθρακες, και σε οξοκαροτενοειδή ή ξανθοφύλλες (λουτεΐνη, μπιξίνη, καψανθίνη, ζεαξανθίνη), τα οποία έχουν τουλάχιστον ένα άτομο οξυγόνου και συντίθενται στα πλαστίδια των φυτών ή των φυκών (Dewick, 2009 ; Oroian and Escriche, 2015). Η λουτεΐνη και η ζεαξανθίνη αποτελούν τις κύριες χρωστικές του αμφιβληστροειδούς.



Εικόνα 6: Χημικές δομές των πιο κοινών καροτένιων (I) και ξανθοφύλλων (II) (<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.01.014>)

Οι ξανθοφύλλες έχουν συζευγμένους διπλούς δεσμούς και υδροξυλομάδες στο μόριο τους και μπορούν να καταστρέφουν τις ελεύθερες ρίζες, οι οποίες είναι υπεύθυνες για την οξειδωτική βλάβη. Επίσης, έχουν ευεργετικές επιδράσεις στη υγεία των ματιών, του εγκεφάλου, των οστών (π.χ. η β- κρυπτοξανθίνη) και προφυλάσσουν το δέρμα από βλάβες που προκαλεί η ηλιακή ακτινοβολία, όπως εγκαύματα, γήρανση κλπ. Τα καροτενοειδή έχουν τη ικανότητα να αναστείλουν την οξείδωση των λιπιδίων και συμβάλλουν στη πρόληψη ορισμένων παθήσεων, όπως του καρκίνου (πνεύμονα, μαστού, προστάτη), των καρδιαγγειακών νοσημάτων (π.χ. αθηροσκλήρωση, στεφανιαία νόσος), νευρολογικών διαταραχών καθώς διαθέτουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Επίσης, με τη κατανάλωση τους ελαττώνεται η πιθανότητα εμφάνισης του εκφυλισμού της ώχρας κηλίδας και του καταρράκτη.

Τα καροτενοειδή μπορούν να απομονωθούν από διάφορα απόβλητα και υποπροϊόντα (φλούδα, σπόρους εξωκάρπιο), και να ενσωματωθούν σε τρόφιμα ή καλλυντικά καθώς ανευρίσκονται σε υψηλές περιεκτικότητες στη επιφάνεια των ιστών. Μέσω της προσθήκης τους σε διάφορα προϊόντα (π.χ. μακαρόνια), συμβάλλουν στη βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών (χρώμα, γεύση, υφή), της χημικής σταθερότητας, στη αύξηση της διάρκειας ζωής τους (Strati & Oreopoulou, 2014) και στην ενίσχυση της θρεπτικής τους αξίας. Για αυτό, πολλά καροτενοειδή, όπως το β- καροτένιο, χρησιμοποιούνται ως χρωστικές ή ως συντηρητικά

σε τρόφιμα, ποτά, συμπληρώματα διατροφής, ζωοτροφές ή φάρμακα. Επίσης, προστίθενται σε τρόφιμα ή συμπληρώματα διατροφής για την παραγωγή εμπλουτισμένων προϊόντων με σκοπό τη καταπολέμηση της ανεπάρκειας βιταμίνης Α, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε τύφλωση, κακή ανάπτυξη ή και θάνατο, ιδιαίτερα σε παιδιά προσχολικής ηλικίας και στις εγκύους.

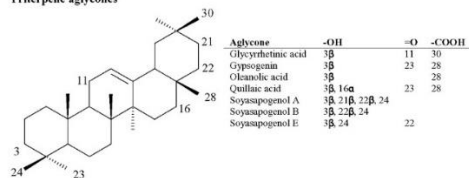
Σαπωνίνες

Οι σαπωνίνες (Sapo= σαπούνι) λαμβάνονται από το σαπούνι(*Saponaria officinalis* L.) και περιέχουν σύμπλοκα μετάλλων Zn, Ca, Fe (Milgate & Roberts, 1995). Τρόφιμα φυτικής προέλευσης, όπως η φράουλα, τα σπαράγγια(Vázquez-Castilla et al., 2013), το γάλα σόγιας(Lai, Hsieh, Huang, & Chou, 2013), τα ρεβίθια, τα δαμάσκηνα(Yoon & Wrolstad, 1984), το ginseng και η γλυκόριζα αποτελούν πηγή σαπωνίνων, οι οποίοι είναι δευτερογενείς μεταβολίτες. Οι σαπωνίνες απαντώνται και στους μύκητες, όπως *Penicillium brasiliense*(J. Zhang et al., 2018). Διαθέτουν αμφίφιλο χαρακτήρα, καθώς περιέχουν στο μόριο τους τη υδρόφιλη αλυσίδα των σακχάρων και τη λιποδιαλυτή αγλυκόνη (Güçlü-Üntündağ & Mazza, 2007).

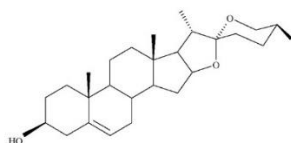
Μη πολικές αγλυκόνες, ενώνονται με μονοσακχαρίτες(όπως η γλυκόζη, η γαλακτόζη, η ραμνόζη, η ξυλόζη), μέσω ενός γλυκοσιδικού δεσμού και σχηματίζουν τριτερπενοειδή (κυρίως στα δικοτυλήδονα, όπως Leguminosae, Araliaceae, Caryophyllaceae) ή στεροειδείς γλυκοσίδες (κυρίως στα μονοκοτυλήδονα όπως Agavaceae, Dioscoreaceae και Liliaceae) (Sparg et al., 2004). Είναι μη πτητικές ενώσεις και ταξινομούνται σε μονομερείς, δι- ή τριδεσμοειδείς, με βάση τον αριθμό αλυσίδων σακχάρου. Η διαλυτότητα των σαπωνίνων εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του διαλύτη(συνήθως νερό, μεθανόλη, αιθανόλη), όπως η θερμοκρασία, η χημική σύσταση και το pH.

(A) AGLYCONES

Triterpene aglycones



Steroid aglycone Diosgenin



Εικόνα 7: Δομή των (Α) αγλυκόνων (Hostettman and Marston, 1995,<https://doi.org/10.1080/10408390600698197>)

Παρουσιάζουν τοξικότητα στα έντομα, στους παρασιτικούς σκώληκες, στους μύκητες, στα μαλάκια, στα ψάρια, στους ιούς και στα βακτήρια (Lacaille-Dubois and Wagner, 1996; Milgate και Roberts, 1995; Francis et al., 2002). Επίσης, συμβάλλουν στην αντιμετώπιση πολλών ιογενών ασθενειών όπως ο Covid-19, ο HIV, ο ιός της γρίπης Α, και της ηπατίτιδα Β καθώς και στη πρόληψη καρκίνου, καρδιαγγειακών νοσημάτων και διαβήτη. Διαθέτουν φαρμακευτικές ιδιότητες, όπως αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις και αιμολυτικές.

Οι σαπωνίνες, όπως της αγριοκαστανιάς, έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως στη βιομηχανία καλλυντικών, ως επιφανειοδραστικοί και αφριστικοί παράγοντες, σε είδη προσωπικής υγιεινής, όπως αφρόλουτρα, σαμπουάν, υγρά σαπούνια, στοματικά διαλύματα και οδοντόκρεμες (Indena, 2005; Olmstead, 2002; Brand and Brand, 2004). Από τη δεκαετία του 1950, έχουν χρησιμοποιηθεί σε κτηνιατρικά εμβόλια με σκοπό τη ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος (Dalsgaard, 1974). Φυτά που περιέχουν σαπωνίνες μπορούν να προστεθούν σε ζωοτροφές για τον εμπλουτισμό τους. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη παρασκευή στεροειδών ορμονών ή φαρμάκων, καθώς συμβάλλουν στη αντιμετώπιση πολλών νοσημάτων, όπως η οστεοπόρωση, η παχυσαρκία. Τέλος, χρησιμοποιούνται και στη βιομηχανία τροφίμων ως συντηρητικά, γαλακτωματοποιητές σε επεξεργασμένα τρόφιμα, αφριστικοί παράγοντες (π.χ. σε ποτά). Εκτός από αυτά, άλλες εφαρμογές στο κλάδο των τροφίμων περιλαμβάνουν τη ενίσχυση της ζύμωσης στο ψωμί, την ενθυσιαστική βιοδραστικών συστατικών σε τρόφιμα και ποτά και την απομάκρυνση της θολρότητας. Όμως, έχει μειωθεί η αξιοποίηση τους στο κλάδο τροφίμων λόγω της πικράδας που προσδίδει (Ridout et al., 1991).

Με βάση τα αποτελέσματα διάφορων ερευνών, οι σαπωνίνες θεωρούνται ασφαλή προς κατανάλωση (μέσω του στόματος), για τον άνθρωπο καθώς απορροφώνται σε χαμηλές ποσότητες (Jiang et al., 2018). Αντίθετα, για τα θηλαστικά εμφανίζουν χαμηλή τοξικότητα, ενώ παρουσιάζουν τοξικότητα για τα ψυχρόαιμα ζώα (Sneha & Priyanka, 2020). Τα ασφαλή όρια και η τοξικότητα καθορίζεται με βάση διάφορες παραμέτρους όπως η πηγή προέλευσης, η δοσολογία και το είδος σαπωνίνης. Αν οι σαπωνίνες εισέλθουν στη κυκλοφορία του αίματος, μπορεί να προκαλέσουν σπασμούς, κώμα, αιμόλυση καθώς και αρνητικές επιπτώσεις στο ήπαρ και στο αναπνευστικό σύστημα. Η ποσότητα που χορηγείται ενδοφλέβια μπορεί να προκαλέσει θάνατο αν πλησιάσει το 1/1000 της θανατηφόρας δόσης που χορηγείται μέσω του στόματος. Παρόλο που οι σαπωνίνες συμβάλλουν στην αντιμετώπιση του καρκίνου, λόγω της

κυτταροτοξικότητας που παρουσιάζουν, δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη παραγωγή φαρμάκων κατά του καρκίνου καθώς διαθέτουν αιμολυτικές ιδιότητες (Sheik et al., 2021).

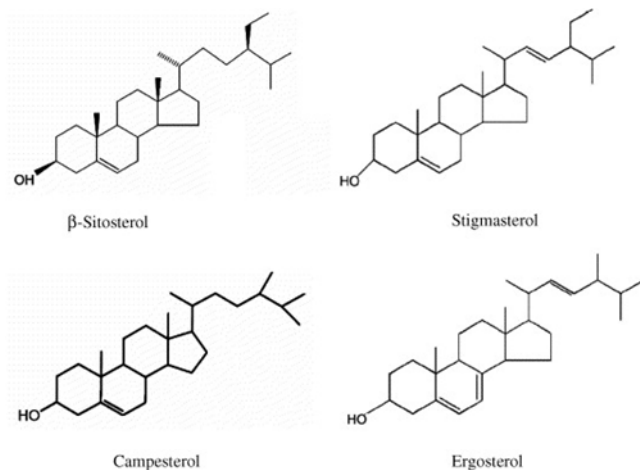
Φυτοστερόλες

Οι φυτικές στερόλες ή φυτοστερόλες, οι οποίες είναι τριτερπένια, παρουσιάζουν παρόμοια δομή και λειτουργία με τη χοληστερόλη. Συγκεκριμένα, διαθέτουν πυρήνα στεροειδών τεσσάρων δακτυλίων, της ομάδας β-υδροξυλίου και συνήθως ενός 5,6- διπλού δεσμού και έχουν την ικανότητα να σταθεροποιούν τις φωσφολιπιδικές διπλοστοιβάδες των κυτταρικών μεμβρανών. Απαντώνται σε φυτικά προϊόντα, όπως έλαια (καλαμποκέλαιο, σογιέλαιο, σπορέλαιο), όσπρια, αποξηραμένα φρούτα, εντοπίζονται στις κυτταρικές μεμβράνες των φυτών και μειώνουν την εντερική απορρόφηση της χοληστερόλης. Με βάση πολυάριθμες δοκιμές που έχουν πραγματοποιηθεί, οι φυτοστερόλες μπορούν να ελαττώνουν την LDL-χοληστερόλη, χωρίς να αλλάζουν δραματικά την HDL-χοληστερόλη ή τα τριγλυκερίδια. Σύμφωνα με πειραματικά δεδομένα, οι φυτοστερόλες, συμβάλλουν στη πρόληψη του καρκίνου, π.χ. του προστάτη, του εντέρου, του μαστού (Awad A B, Fink C S., 2000), της αθηρωμάτωσης, της φλεγμονής (Bouic P J, 2001) και της οξειδωσης. Μπορούν να βρίσκονται ως ελεύθερες στερόλες, εστεροποιημένες με λιπαρά οξέα, γλυκοσίδες, κορεσμένες (γνωστές ως «στανόλες»).

Οι κυριότερες φυτοστερόλες είναι β-σιτοστερόλη, η καμπεστερόλη και η στιγμαστερόλη, ενώ οι κυριότερες στανόλες (κορεσμένες στερόλες) είναι η β-σιτοστανόλη και η καμπεστανόλη. Η υδρογόνωση των φυτικών στερόλων οδηγεί στο σχηματισμό των στανόλων, οι οποίες σπάνια ανευρίσκονται στη φύση. Πολλές φορές, υφίστανται εστεροποίηση με τα λιπαρά οξέα φυτικών ελαίων και παράγονται οι εστέρες σιτοστανόλης και καμπεστανόλης.

Οι φυτοστερόλες διαθέτουν ελάχιστες παρενέργειες έως μηδαμινές. Συγκεκριμένα, δεν παρουσιάζουν υποχρόνια τοξικότητα στα ζώα (Hepburn P A, Horner S A, Smith M., 1999) και δεν εμφανίζουν μεταλλαξιογόνος δράση in vitro (Wolfreys A M, Hepburn P A., 2002). Όμως, η κατανάλωση των φυτοστερόλων επηρεάζει την απορρόφηση των καροτενοειδών (β-καροτένιο), καθώς προκαλεί ελάττωση των επίπεδων των καροτενοειδών στο αίμα.

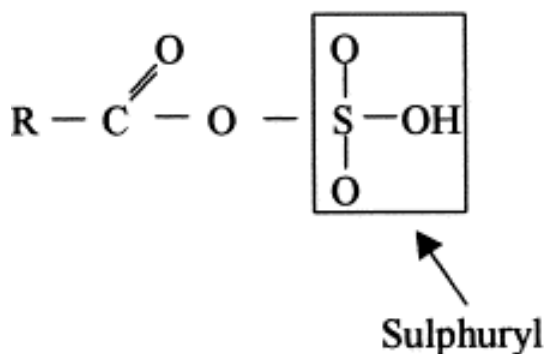
Οι φυτοστερόλες μπορούν να απομονωθούν από φυτικά έλαια ή απόβλητα και να αξιοποιηθούν για τη παραγωγή φαρμακευτικών προϊόντων (π.χ. θεραπευτικών στεροειδών), καλλυντικών (κρέμες, κραγιόν). Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρόσθετα για τη παραγωγή λειτουργικών τροφίμων κατά της χοληστερόλης. Οι φυτοστερόλες προστίθενται σε διάφορα τρόφιμα όπως μαργαρίνη, παγωτά και χυμούς ως συστατικό μείωσης της χοληστερόλης αλλά χρησιμοποιούνται και ως πρώτες ύλες για τη παρασκευή στεροειδών, κρεμών ή κραγιόν.



Εικόνα 8: Δομή ορισμένων αντιπροσωπευτικών φυτοστερολών
(<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.10.006>)

Σουλφίδια

Το θείο(S) αποτελεί το τέταρτο βασικό μακροθρεπτικό συστατικό για τα φυτά, τον άνθρωπο, τα ζώα και τους μικροοργανισμούς μετά το φώσφορο, το άζωτο και το κάλιο και αποθηκεύεται στα φυτά κυρίως με τη μορφή πρωτεϊνών . Διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην αύξηση, στην ανάπτυξη και τη παραγωγικότητα των φυτών. Τα φυτά το απορροφούν από το εδαφικό διάλυμα, μέσω των ριζών, με τη μορφή θεικού άλατος(SO_4^{2-}), το οποίο μετατρέπεται σε SH^- ή S^{2-} . Η ιδιαίτερη οσμή και γεύση του κρεμμυδιού, του σκόρδου και του λάχανου οφείλεται στις θειούχες ενώσεις. Κάποιες φυτοαλεξίνες, οι οποίες περιέχουν θείο, όπως η καμαλεξίνη, συμβάλλουν στην άμυνα των φυτών ενάντια στα παθογόνα (Zhao et al., 1998). Τα φυτά σχηματίζουν διάφορους μεταβολιτές που αποτελούνται από θείο, όπως η γλουταθειόνη. Οι κυριότερες θειούχες ενώσεις που εντοπίζονται στα φυτά είναι τα αμινοξέα, όπως η μεθειονίνη και η κυστεΐνη, οι βιταμίνες, όπως θειαμίνη και η βιοτίνη και άλλες ενώσεις(αλίνη, γλυκισινολικές ενώσεις, η γλουταθειόνη, μεθυλοσουλφονυλομεθάνιο). Το μεθυλοσουλφονυλομεθάνιο συμβάλλει στην αντιμετώπιση της αρθρίτιδας. Η μεθειονίνη, σε αντίθεση με τη κυστεΐνη, ανήκει στα απαραίτητα αμινοξέα, τα οποία δε μπορεί να συνθέσει ο ανθρώπινος οργανισμός και μπορεί να τα αποκτήσει μέσω της διατροφής, από τρόφιμα φυτικής ή ζωικής προέλευσης .



Εικόνα 9: Θεϊκός εστέρας ([https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(00\)00082-4](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(00)00082-4))

Η κυστεΐνη είναι πρόδρομη ένωση της γλουταθειόνης, περιλαμβάνεται στα πρόσθετα των τροφίμων με κωδικό E920 καθώς ανήκει στα μη απαραίτητα αμινοξέα. Το κρέας, τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα όσπρια και τα δημητριακά αποτελούν πλούσιες πηγές σε κυστεΐνη. Η γλουταθειόνη είναι ένα τριπεπτίδιο που συντίθεται από τα αμινοξέα γλυκίνη, γλουταμινικό οξύ και κυστεΐνη.

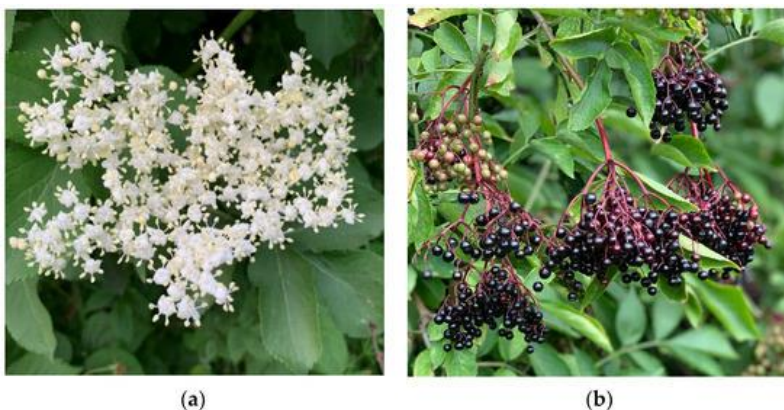
1.6. Αλθαία- Σαμπούκος

1.6.1 Γενικά στοιχεία

Σαμπούκος

Ο *Sambucus nigra*, μαύρος ή κοινός γέροντας, είναι γνωστός με τις ονομασίες elder, elderberry, black elder, European elder, European elderberry και European black elderberry. Το γένος *Sambucus* L., ανήκει στην οικογένεια Adoxaceae, η οποία περιλαμβάνει 7 διαφορετικά γένη. Είναι φυλλοβόλος θάμνος με λευκά άνθη σε σχήμα κορύμβου και μοβ σπόρους, οι οποίοι ωριμάζουν στα τέλη καλοκαιριού. Καλλιεργείται σε περιοχές με έντονη ηλιοφάνεια, όπως περιοχές της Ευρώπης, της Βόρειας Αφρικής, της Ασίας και των ΗΠΑ.

Τα εκχυλίσματα του σαμπούκου χρησιμοποιούνται ως αρτυματικές ύλες στη βιομηχανία τροφίμων (Christensen, Knaack, & Frette, 2007), αλλά και για τη παραγωγή πίτας, ζελέ, μαρμελάδας, παγωτού, γιαουρτιού και αλκοολούχων ποτών (Senica, Stampar, Veberic, & Mikulic-Petkovsek, 2016). Επίσης, μπορούν να προστεθούν σε διάφορα τρόφιμα ως συντηρητικά, καθώς διαθέτουν αντιοξειδωτική δράση. Οι καρποί του μπορούν να καταναλωθούν ως συμπληρώματα διατροφής ή ως φάρμακο για τη θεραπεία διάφορων ασθενειών (Dawidowicz et al., 2006, Lee and Finn, 2007).

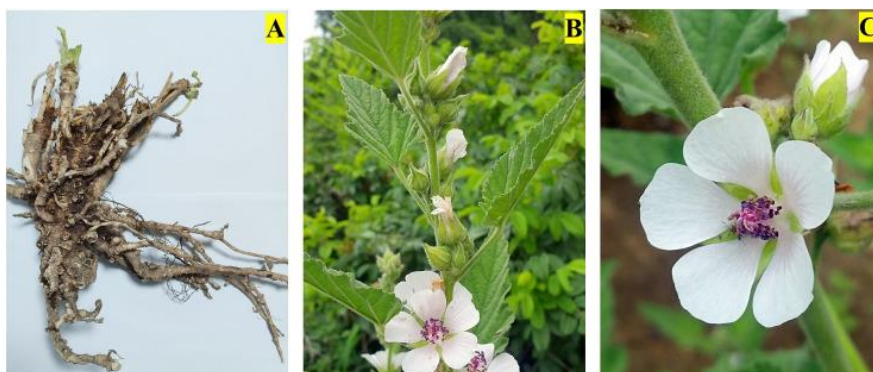


Εικόνα 10: Τα άνθη(a) και ο καρπός του *Sambucus nigra*(b) (Julia Trojniak, <https://doi.org/10.3390/molecules28176235>)

Αλθαία

Η Αλθαία(*Althaea officinalis*), γνωστή ως marshmallow(ή Katmi στο Ιράν), είναι ένα πολυετές ποώδες φυτό, ύψους 60-150 cm, το οποίο αναπτύσσεται σε περιοχές με εύκρατο κλίμα (Ευρώπη, Δυτική και Βόρεια Ασία, Ινδία) και καλλιεργείται σε όλο το κόσμο. Έχει τη μορφή ατράκτου ή κυλίνδρου με παχιά, βελούδινα φύλλα και κατατάσσεται στο γένος *Althaea*(*althein*= θεραπεύω) της οικογένειας *Malvaceae* και της υποοικογένειας *Malvaideae*. Τα άνθη αναπτύσσονται το φθινόπωρο(Ιούλιο-Σεπτέμβριο) και διαθέτουν κοντούς, χνουδωτούς μίσχους, οι οποίοι έχουν ωοειδές σχήμα και διακλαδώσεις, με 1-3 άνθη ο καθένας. Το χρώμα των πετάλων είναι ανοικτό ή κοκκινωπό ροζ και σπάνιο άσπρο και οργανώνονται συνήθως σε ομάδες με 5 πέταλα σε σχήμα καρδιάς(Naz et al., 2017). Οι ρίζες συλλέγονται συνήθως το φθινόπωρο και συγκεκριμένα 2 χρόνια μετά τη φύτευση. Αναπτύσσεται καλύτερα σε βαθιά αργιλώδη εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία.

Οι ρίζες ή τα φύλλα αξιοποιούνται από το κλάδο των τροφίμων(σαλάτες, τσάι, συμπληρώματα διατροφής) καθώς και από τη βιομηχανία καλλυντικών για τη παραγωγή λευκαντικών παραγόντων, ενυδατικής κρέμας για τη επούλωση πληγών και μαλακτικών. Επίσης, μπορεί να καλλιεργηθεί ως καλλωπιστικό φυτό και να χρησιμοποιηθεί για τη διακόσμηση.



Εικόνα 11: Οι ρίζες(A), οι μίσχοι και τα φύλλα(B) και τα άνθη(Γ) της *Althaea officinalis* (<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.125098>)

1.6.2 Χημική σύσταση

Σαμπούκος

Η ποικιλία, το στάδιο ωρίμανσης, το είδος και οι κλιματολογικές συνθήκες καθορίζουν τη χημική σύσταση του. Συγκεκριμένα, περιέχει υδατάνθρακες, κλάσματα ινών, πρωτεΐνες, αμινοξέα σε συζευγμένη ή ελεύθερη μορφή και λιπαρά οξέα. Η γλυκόζη και η φρουκτόζη αποτελούν τα κυριότερα σάκχαρα του σαμπούκου, ενώ εντοπίστηκε και σακχαρόζη σε μικρά ποσοστά. Επίσης, εντοπίστηκαν οργανικά οξέα(κιτρικό, φουμαρικό, μηλικό, σικιμικό οξύ), μέταλλα(K,Ca, Mg, Fe,P κ.α.), βιταμίνες (βιταμίνη C, ρετινόλη), τοκοφερόλες, αντιοξειδωτικές ουσίες, αλκαλοειδή και αιθέρια έλαια. Εκτός από αυτά, περιλαμβάνει διάφορες βιοδραστικές ουσίες, όπως πολυφαινόλες, τερπένια, αλκαλοειδή και λεκτίνες.

Το χρώμα του καρπού (μαύρο-μοβ) οφείλεται κυρίως στις πολυφαινόλες, οι οποίες ανευρίσκονται στα φύλλα, στο καρπό και στα άνθη. Οι κυριότερες φλαβονόλες στο σαμπούκο είναι η κουερσετίνη, η καμπφερόλη και η ισοραμνετίνη. Στο έλαιο των σπόρων, εντοπίστηκε α- και γ-τοκοφερόλη(Fazio et al., 2013), ενώ στα φύλλα α-,β- και γ- τοκοφερόλη(Barros, Cabrita, Boas, Carvalho, & Ferreira, 2011). Τα λιπαρά οξέα του σαμπούκου είναι κυρίως ακόρεστα, όπως λινολενικό, λινελαϊκό και ελαϊκό οξύ, ενώ τα κλάσματα ινών είναι κυρίως πηκτίνη, πολυγαλακτουρονικό οξύ, ημικυτταρίνη και πηκτινικό ασβέστιο(Vulić, Vračar, & Šumić, 2008)

Παρόλο που ο σαμπούκος δε θεωρείται τοξικό φυτό, σε ορισμένα τμήματα του φυτού, όπως στα φύλλα, στους μίσχους και στις ρίζες, εντοπίστηκαν κυανογόνες γλυκοσίδες(σαμπουνιγκρίνη, προυνασίνη, ολοκαΐνη), οι οποίες σχηματίζουν υδροκυάνιο κατά

τη διαδικασία της πέψης. Όμως, η εφαρμογή θερμικών διεργασιών προκαλεί αποσύνθεση των κυανογόνων γλυκοσίδων με αποτέλεσμα το φυτό είναι ασφαλές για κατανάλωση.

Αλθαία

Τα βιοδραστικά συστατικά, τα οποία εντοπίζονται στη αλθαία είναι οι βλεννοπολυσακχαρίτες(5-11,6%), οι οποίοι διαθέτουν βιοσυγκολλητικές ιδιότητες , η πηκτίνη(11%), το άμυλο(25-35%), οι μονο- και δισακχαρίτες, τα φλαβονοειδή, η σκοτολετίνη, τα αμινοξέα(π.χ. ασπαραγίνη), οι τανίνες και οι φυτοστερόλες. Οι κυριότεροι υδατάνθρακες που ανευρίσκονται στη αλθαία είναι η γλυκόζη, το άμυλο, η σακχαρόζη, οι πεντοζάνες, η γαλακτόζη, η ραμνόζη και η ξυλόζη. Επίσης, περιέχει οργανικά οξέα, όπως μηλικό οξύ, αιθέρια έλαια, αζωτούχες ενώσεις, όπως η βεταΐνη και βιταμίνες όπως ασκορβικό οξύ και καροτένιο.

Στη ρίζα της Αλθαίας εντοπίζονται φαινολικά οξέα, κουμαρίνες και φλαβονοειδής γλυκοσίδες(Gudej J, 1991). Οι κυριότεροι βλεννοπολυσακχαρίτες που εντοπίζονται στη ρίζα της αλθαίας είναι οι αραβινάνες, οι γλυκάνες, οι αραβινογαλακτάνες και οι γαλακτοουροχαμνάνες. (Franz, 1966, Karawya et al., 1971, Tomoda et al., 1977, Tomoda et al., 1980, Capek et al., 1983, Capek et al., 1984, Capek κ.ά., 1987, Capek κ.ά., 1988, Madaus κ.ά., 1987)

1.6.3 Οι ευεργετικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό

Σαμπούκος

Η κατανάλωση του σαμπούκου, συμβάλλει στη θεραπεία πολλών ασθενειών του αναπνευστικού συστήματος , όπως το κρυολόγημα, η καταρροή, η γρίπη, καθώς διαθέτει αντιβακτηριακές και αντικές ιδιότητες. Επίσης, χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση πολλών προβλημάτων στα οποία περιλαμβάνονται νεφρολογικές, οφθαλμολογικές παθήσεις, εγκαύματα, πονόδοντοι, οιδήματα, ηπατίτιδα, δυσπεψία, διαστρέμματα, εξάρθρηματα, τσιμπήματα εντόμων (Allen, Hatfield, 2004, Barnes et al, 2007, Duke et al, 2002, Roxas, Jurenka, 2007). Εκτός από αυτά, διαθέτει διουρητικές, αντικαταθλιπτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντιοξειδωτικές και καθαρτικές ιδιότητες.

Οι θεραπευτικές ιδιότητες του σαμπούκου οφείλονται στη υψηλή περιεκτικότητά του σε πολυφαινολικές ενώσεις, οι οποίες καταστρέφουν τις ελεύθερες ρίζες και προφυλάσσουν τον ανθρώπινο οργανισμό από οξειδωτικό στρες και την ηλιακή ακτινοβολία. Τέλος, βοηθάει στη πρόληψη πολλών παθήσεων, όπως ο διαβήτης, ο καρκίνος και τα καρδιαγγειακά νοσήματα.

Αλθαία

Η Αλθαία διαθέτει θεραπευτικές ιδιότητες καθώς συμβάλλει στη αντιμετώπιση ορισμένων συμπτωμάτων, όπως οι πληγές, ο πονόλαιμος, ο ξηρός βήχας, ο πυρετός, η φλεγμονή, η διάρροια. Επίσης, είναι γνωστή για τις αντιβακτηριακές, αντιοξειδωτικές, μαλακτικές, διουρητικές, καθαρτικές και οδονταλγικές ιδιότητες της.

Οι ρίζες της Αλθαίας έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε βλεννογόνους πολυσακχαρίτες, οι οποίοι συμβάλουν στην θεραπεία ασθενειών του αναπνευστικού συστήματος (η γρίπη, κρυολόγημα, η τραχειίτιδα, ο κοκκύτης, το άσθμα). Επίσης, χρησιμοποιείται τη αντιμετώπιση λαρυγγίτιδας, του έλκους του στομάχου, των μυϊκών- νευρικών τραυματισμών, θωρακικών διαταραχών (βρογχίτιδα, πλευρίτιδα) καθώς και παθήσεων του ουροποιητικού συστήματος. Τέλος, τα φύλλα και τα άνθη μπορούν να αναμιχθούν με λάδι και να χρησιμοποιηθούν ως κατάπλασμα για τη αντιμετώπιση εγκαυμάτων, τσιμπημάτων, πληγών και εκδορών.

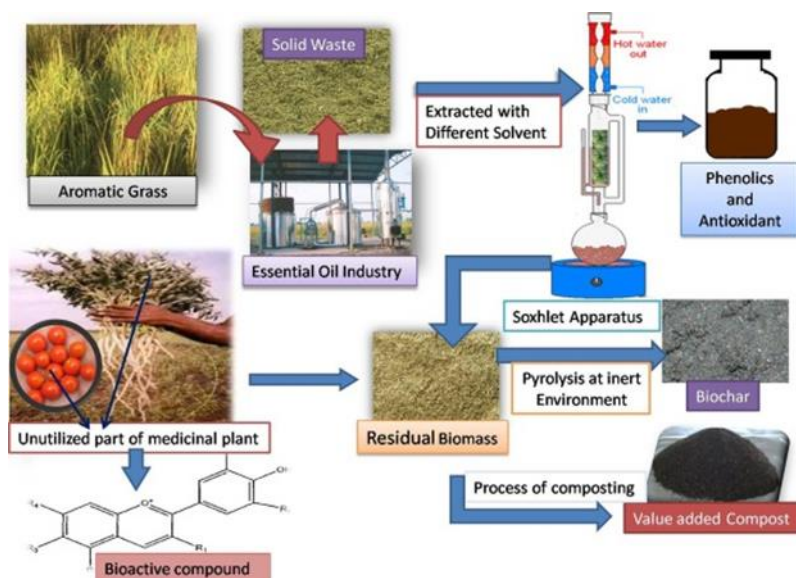
1.7 Αξιοποίηση των βιοδραστικών συστατικών των βοτάνων

Ο κλάδος της γεωργίας και των τροφίμων παράγει ετησίως, σε παγκόσμιο επίπεδο, σημαντικές ποσότητες υπολειμμάτων φυτικής προέλευσης π.χ. βιομάζα που προέρχεται από τη απόσταξη αρωματικών φυτών ή μη χρησιμοποιούμενα τμήματα των φυτών ή των φρούτων (φλούδα, σπόρος, ενδοκάρπιο). Τα φυτικά υπολείμματα δεν αξιοποιούνται πλήρως, με αποτέλεσμα να παράγονται γεωργικά υποπροϊόντα, παραπροϊόντα και απόβλητα (όταν απορρίπτονται σε ανοικτούς χώρους).

Η μη σωστή διαχείριση των αγροτοβιομηχανικών καταλοίπων μπορεί να δημιουργήσει περιβαλλοντικά προβλήματα, καθώς δεν είναι φιλικά προς το περιβάλλον αλλά και μπορεί να αποτελέσει απειλή για τη δημόσια υγεία. Μέσω της αξιοποίησης των αποβλήτων μπορούν να μειωθούν οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι καθώς και το οικονομικό κόστος. Επίσης, με τη εφαρμογή διάφορων μεθόδων όπως η υδρόλυση, η ζύμωση, η πυρόλυση, η εκχύλιση, μπορούν να παραχθούν προϊόντα προστιθέμενης αξίας, όπως το κομπόστ, το βιοκάrbουνο, το βιοαέριο, τα ένζυμα και τα φυτοφάρμακα (π.χ. παρασιτοκτόνα). Το βιοαέριο, το οποίο είναι φιλικό προς το περιβάλλον και έχει χαμηλό κόστος, μπορεί να παραχθεί μέσω αερόβιας χώνευσης.

Η υπολειμματική βιομάζα είναι πλούσια σε βιοδραστικά συστατικά, κυρίως, αντιοξειδωτικές ουσίες και πολυφαινόλες (Parejo et al., 2002; Torras-Claveria et al., 2007). Τα φυτοχημικά συστατικά μπορούν να απομονωθούν μέσω εκχύλισης με διάφορους διαλύτες, όπως οργανικούς, υπερκρίσιμου- υποκρίσιμου υγρού (π.χ. CO₂, νερό), βαθιά εύτηκτους διαλύτες και

ιοντικά υγρά (Cvjetko Bubalo, Vidović, Radojčić Redovniković, & Jokić, 2018). Στη συνέχεια, μπορούν να αξιοποιηθούν από τις βιομηχανίες τροφίμων, καλλυντικών, τη φαρμακοβιομηχανία, με σκοπό τη παραγωγή καλλυντικών, συσκευασιών(π.χ. μεμβράνες), λειτουργικών τροφίμων και φαρμάκων.



Εικόνα 12: Σχηματική αναπαράσταση της προστιθέμενης αξίας υπολειμματικής βιομάζας από φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά(<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111979>)

Ορισμένα παραδείγματα εφαρμογών των πολυφαινόλων των βοτάνων είναι οι εξής:

Καλλυντικά: Οι πολυφαινόλες έχουν την ικανότητα να απορροφούν τη υπεριώδη ακτινοβολία και αποτρέπουν την είσοδο της στο δέρμα, καθώς περιέχουν χρωμοφόρα στο μόριο τους. Με αυτόν το τρόπο, προφυλάσσουν το δέρμα από βλάβες που προκαλούνται από το οξειδωτικό στρες και συμβάλλουν στην αντιμετώπιση και στη πρόληψη της γήρανσης. Τα φαινολικά παράγωγα(στιλβένια, φλαβονοειδή, υδροξυκινναμωμικά οξέα) εμφανίζουν υψηλή απορρόφηση υπεριώδους ακτινοβολίας και ο δείκτης αντιηλιακής προστασίας(SPF)κυμαίνεται στο εύρος 7-29, δηλαδή παρουσιάζουν ελάχιστο(2-12) και μέτριο SPF(12-30) . Οι Rosa et al. πραγματοποίησαν μια έρευνα και διαπίστωσαν ότι τα φύλλα του *Achillea millefolium*, το λάχανο(*Brassica oleracea* var. *capitata*), το *Porophyllum ruderale* (jacq) Cass, το *Sonchus oleraceus* έχει SPF 8,6,2 και 1 αντίστοιχα ενώ το *Cyperus rotundus* και το φραγκοστάφυλλο της Βραζιλίας(*Plectranthus barbatus*) έχουν SPF 5 (Rosa MB, Oliveira TG, Carvalho CA, et al.,2008). Το εκχύλισμα του *Malaxis acuminata* μπορεί να ενσωματωθεί σε καλλυντικά καθώς έχει υψηλή περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις και προφυλάσσει από τη ηλιακή ακτινοβολία (Bose B, Choudhury H, Tandon P, Kumaria S.,2017). Στο τομέα αυτό, σε διάφορα

προϊόντα προστίθενται ουσίες με αντιμικροβιακή δράση για να μειώσουν τις μικροβιακές αλλοιώσεις και να αυξήσουν το χρόνο ζωής τους. Τα καλλυντικά εμπλουτίζονται με τα βιοδραστικά συστατικά(ανθοκυανίνες, στιλβένια, φαινολικά οξέα) που παραλαμβάνονται από τους σπόρους σταφυλιών, καθώς διαθέτουν αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις και ανοσορρυθμιστικές ιδιότητες.

Τρόφιμα: Οι ανθοκυανίνες προστίθενται ως φυσικές χρωστικές σε διάφορα τρόφιμα, όπως στο τυρόπηγμα, σε κρασιά, smoothies, τηγανίτες, ομελέτες και ποτά χαμηλού pH. Οι πολυφαινόλες χρησιμοποιούνται για τον εμπλουτισμό διάφορων προϊόντων διατροφής(ζυμαρικά, ποτά, αρτοσκευάσματα, χυμοί). Για παράδειγμα, στο κλάδο της γαλακτοβιομηχανίας, παρόλο που το γιαούρτι διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διατροφή του ανθρώπου, δεν έχει υψηλή περιεκτικότητα σε φαινολικές ουσίες. Για αυτό, έχει εμπλουτιστεί με ουσίες φυτικής προέλευσης, ώστε να αυξηθεί το ποσοστό του φαινολικού περιεχομένου του προϊόντος. Για παράδειγμα, σε μια μελέτη προστέθηκε εκχύλισμα πολυφαινόλης φράουλας(0,5mg/ml) σε Dahi, και παρατηρήθηκε επταπλάσια αύξηση της αντιοξειδωτικής δράσης (Singh R, Kumar R, Venkateshappa R et al, 2013). Ο εμπλουτισμός γιαουρτιού αγελαδινού γάλακτος ($26,4 \pm 0,7\%$ σε $37,9 \pm 0,8\%$) και γιαουρτιού από γάλα καμήλας($15,4 \pm 1,3\%$ σε $26,1 \pm 0,8\%$) με *Allium sativum* βελτίωσε τη αντιοξειδωτική δράση(Shori AB, Baba AS ,2014). Η χρήση του συστήματος λακκάσης, χλωρογενικού οξέος, στη παραγωγή τυροπήγματος, συμβάλλει στη ενίσχυση της αντιοξειδωτικής ικανότητας και στη παραλαβή προϊόντος με σημαντικά διατροφικά οφέλη (Loi, Quintieri, Fanelli, Caputo, & Mulè, 2018).Η ενσωμάτωση εκχυλισμάτων ρίγανης και δεντρολίβανου(400 ppm) σε μπιφτέκι βόειου κρέατος βελτίωσε τη πρόληψη της οξειδωτικής τάγγισης, χωρίς να μεταβληθούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά σε σύγκριση με τη χρήση 200 ppm BHT/BHA (Trindade R, Lima A, Andrade-Wartha E et al ,2009).

Άλλες εφαρμογές: Οι πολυφαινόλες μπορούν να αξιοποιηθούν για τη βαφή υφασμάτων και νάιλον (Ebrahimi & Parvinzadeh Gashti, 2016)καθώς και για τη παραγωγή βιοδραστικών μεμβρανών, οι οποίες είναι φιλικές προς στο περιβάλλον. Για παράδειγμα, μπορούν να παρασκευαστούν μεμβράνες από χιτοζάνη/ ελλαγικό οξύ, το οποίο παρουσιάζει μεγάλη αντιοξειδωτική δράση και αναστέλλει τη ανάπτυξη των παθογόνων μικροοργανισμών (Vilela et al., 2017). Οι ανθοκυανίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το χρωματισμό ανθρώπινων μαλλιών, υφασμάτων υποστρωμάτων, βαμβακιού, δέρματος και μεταξιού (Phan et al., 2020)Μια άλλη εφαρμογή των ανθοκυανίνων περιλαμβάνει τον εμπλουτισμό βιοδραστικών μεμβρανών ζελατίνης ψαριών με ανθοκυανίνες (Uranga, Etxabide, Guerrero, & de la Caba,

2018). Μέσω μιας έρευνας παρατηρήθηκε ότι, με τη χρήση των ανθοκυανίνων είναι εφικτό να παρασκευαστούν νανοσυμπλέγματα, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν από το κλάδο των τροφίμων και τη φαρμακοβιομηχανία (Ge, Yue, Chi, Liang, & Gao, 2018).

2.1. Γενικές πληροφορίες

Η λέξη μπισκότο προέρχεται από τη λατινική λέξη *bis coctus*, η οποία σημαίνει δύο φορές ψημένο. Αντίστοιχα, στα ιταλικά, γερμανικά και ολλανδικά είναι *Biscotti*, *Zweiback* και *Beschuit*. Τα μπισκότα καταναλώνονται ευρέως στο κόσμο σε παγκόσμιο επίπεδο, καθώς διαθέτουν μεγάλη διάρκεια ζωής χωρίς τον κίνδυνο εμφάνισης μούχλας, παρέχουν ενέργεια, έχουν μέτριο κόστος και μπορούν να καταναλωθούν άμεσα. Η μεγάλη διάρκεια ζωής, οφείλεται στη χαμηλή περιεκτικότητα τους σε υγρασία (συνήθως μικρότερη του 4%) και στη χαμηλή ενεργότητα νερού. Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των μπισκότων διατηρούνται για μεγάλο χρονικό διάστημα, καθώς το φαινόμενο του μπαγιατέματος και της απώλεια υγρασίας συμβαίνουν σπάνια στο συγκεκριμένο προϊόν. Παρόλα αυτά, θα πρέπει να αποφευχθεί η είσοδος υγρασίας από το περιβάλλον, καθώς μπορεί να προκαλέσει μαλάκωμα της υφής και μείωση της σκληρότητας. Επίσης, η αποθήκευση αυτών των προϊόντων για μεγάλο χρονικό διάστημα μπορεί να προκαλέσει οξείδωση του λίπους (Manley and Clark 2011; Sai Manohar 2014).

Τα μπισκότα, με κριτήριο τα χαρακτηριστικά του ζυμαριού, διακρίνονται σε μπισκότα μαλακού και σκληρού ζυμαριού. Συγκεκριμένα, τα μαλακά ζυμάρια δεν εμφανίζουν ελαστικότητα και εκτατότητα. Τα μπισκότα που παρασκευάζονται από μαλακό ζυμάρι παρουσιάζουν ευθρυπτότητα, καθώς διαθέτουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λίπος και ζάχαρη, χρησιμοποιείται μικρότερη ποσότητα νερού και η ανάμειξη του ζυμαριού πραγματοποιείται σε μικρότερο χρονικό διάστημα. Αντίθετα, τα σκληρά ζυμάρια παρουσιάζουν εκτατότητα και ελαστικότητα, καθώς η γλουτένη σχηματίζεται ικανοποιητικά κατά την ανάμειξη. Είναι άπαχα ζυμάρια, καθώς η ποσότητα λίπους και ζάχαρης που περιλαμβάνει είναι μικρότερη σε σύγκριση με το άλευρο (Manley and Clark 2011; Misra and Tiwari 2014; Sai Manohar 2014; Whiteley 1971).

Διακρίνονται με βάση τη γεύση τους, στις εξής κατηγορίες:

- Γλυκά, ή μαλακά ή υψηλής περιεκτικότητας λίπους μπισκότα, τα οποία παρασκευάζονται από αδύνατο άλευρο και διαθέτουν αυξημένη ποσότητα ζάχαρης. Το επιθυμητό ποσοστό υγρασίας για το άλευρο είναι 12-14% με σκοπό να επιτευχθεί η

επιθυμητή απορρόφηση νερού, ενώ το ποσοστό πρωτεΐνης είναι 9,5%(Misra and Tiwari 2014; Zydenbos et al. 2004)

- Ημίγλυκα ή μπισκότα για τσάι, τα οποία διαθέτουν χαμηλή ποσότητα λίπους και ζάχαρης και παρασκευάζονται με τη χρήση σκληρού ζυμαριού, το οποίο εμφανίζει εκτατότητα αλλά όχι ελαστικότητα.
- Αλατισμένα, στα οποία ανήκουν τα διογκωμένα μπισκότα και τα κράκερ. Τα ζυμαρία των συγκεκριμένων μπισκότων παράγονται με ή χωρίς ζύμωση και παρουσιάζουν ελαστικότητα και εκτατότητα. Περιέχουν αμελητέα ή πολύ μικρή ποσότητα λίπους και ζάχαρης.

2.2 Συστατικά των μπισκότων και ο ρόλος τους

Η σύσταση των μπισκότων καθορίζεται από τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά, το είδος του προϊόντος καθώς και το κόστος που απαιτείται για να παραχθούν. Τα συστατικά των μπισκότων διακρίνονται σε κύρια, στα οποία περιλαμβάνονται το αλεύρι, το λίπος, η ζάχαρη, το νερό, τα μέσα διόγκωσης(π.χ. όξινο ανθρακικό νάτριο, όξινο ανθρακικό αμμώνιο) και σε δευτερεύοντα, στα οποία ανήκουν οι γαλακτωματοποιητές, το αλάτι, το γάλα, το αυγό και οι αρωματικές ενώσεις(Mancebo, Picón, & Gómez, 2015).

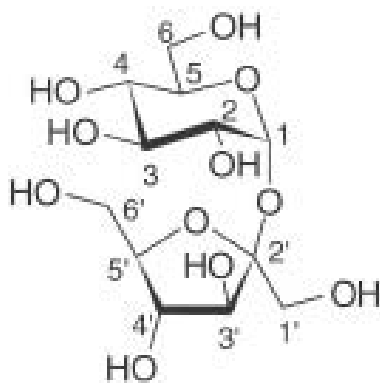
2.2.1 Λίπος

Τα λίπη και τα έλαια κατατάσσονται στα λιπίδια ή λιποειδή, τα οποία περιλαμβάνουν μια ποικιλία χημικών ενώσεων, στις οποίες ανήκουν οι υδρογονάνθρακες, οι αλκοόλες, οι αλδεΐδες, τα λιπαρά οξέα και παράγωγα τους, όπως οι εστέρες, τα φωσφολιπίδια(π.χ. λεκιθίνη), τα γλυκολιπίδια και τα σουλφολιπίδια. Τα λίπη είναι στερεά ή ημιστερεά σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, καθώς έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά οξέα. Αντίθετα, τα έλαια αποτελούνται από μίγματα τριγλυκεριδίων που είναι υγρά σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, και περιλαμβάνουν υψηλές ποσότητες πολυακόρεστων λιπαρών οξέων. Διακρίνονται σε μονο-, δι-,τριγλυκερίδια με βάση τον αριθμό των υδροξυλομάδων που εστεροποιούνται με τα αντίστοιχα οργανικά οξέα. Ο εστέρες της γλυκερόλης με μονοκαρβονικά οξέα είναι γνωστά ως τριγλυκερίδια. Τα λιπίδια είναι αδιάλυτα σε υδατική φάση και διαλύονται σε οργανικούς διαλύτες(ο αιθέρας, ο πετρελαϊκός αιθέρας, το βενζόλιο, το χλωροφόρμιο). Στα λιπίδια ανήκουν και οι λιποδιαλυτές βιταμίνες(A,D,E,K) , τα καροτενοειδή, οι στερόλες(π.χ. χοληστερόλη) και οι εστέρες στερόλων. Διακρίνονται σε κορεσμένα(π.χ. βουτυρικό, στεατικό), μονοακόρεστα(ελαϊκό οξύ, παλμιτελαϊκό οξύ) και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα.

Το λίπος παρέχει θρεπτική αξία και τρυφερότητα στα μπισκότα και βελτιώνει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους όπως τη γεύση, την οσμή, την αίσθηση στο στόμα και την αντίληψη (Marangoni et al. 2014; Zoulias et al. 2002). Λειτουργεί ως λιπαντικό μέσο, ανταγωνίζεται με την υδατική φάση για την επιφάνεια του αλεύρου και σταματάει την ανάπτυξη ενός πλέγματος της γλουτένης στο ζυμάρι. Τα φαινόμενα της διόγκωσης και ζελατινοποίησης του αμύλου ελαττώνονται όταν προστίθενται υψηλά ποσοστά λίπους, με αποτέλεσμα να παράγονται μπισκότα με τραγανότητα. Χρησιμοποιούνται κυρίως ηλιέλαιο, υδρογονωμένο φυτικό έλαιο(συχνά βαμβακόσπορος, σόγια) ή φοινικέλαιο. Το είδος, η ποσότητα και η χημική σύσταση καθορίζουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ζύμης και του τελικού προϊόντος. Η υψηλή κατανάλωση λιπιδίων αυξάνει το κίνδυνο εμφάνισης πολλών παθήσεων, όπως ο καρκίνος, η στεφανιαία νόσος, η παχυσαρκία(Pareyt et al., 2009) και για αυτό τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται υποκατάστατα λίπους(με βάση τους υδατάνθρακες, τις πρωτεΐνες, το γαλακτωματοποιητή, τα λιπίδια και το συνθετικό λίπος). Όμως, τα υποκατάστατα λίπους επηρεάζουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των μπισκότων κυρίως την υφή.

2.2.2 Ζάχαρη

Η σακχαρόζη ή ζάχαρη είναι ένας δισακχαρίτης γλυκόζης και φρουκτόζης με χαμηλό μοριακό βάρος και παράγεται από ζαχαρότευτλα ή ζαχαροκάλαμο. Η υδρόλυση με τη χρήση οξέων ή ενζύμων σχηματίζει μίγμα γλυκόζης και φρουκτόζης. Δεν αποτελεί ανάγον σάκχαρο, καθώς δε διαθέτει ελεύθερο ημιακεταλικό υδροξύλιο.



Εικόνα 13: Δομή σακχαρόζης και αρίθμηση των ατόμων([https://doi.org/10.1016/S0065-2318\(07\)61005-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2318(07)61005-1))

Η ζάχαρη(κοκκώδης, κονιοποιημένη ή άχνη),η οποία αποτελεί ένα από τα κύρια συστατικά των μπισκότων, προσδίδει τρυφερότητα και γλυκύτητα στο προϊόν. Επίσης, παρέχει αέρα στο λίπος κατά τη παρασκευή του ζυμαριού(Manley and Clark 2011; Pareyt et al. 2009), ελαττώνει το

ιζώδες του ζυμαριού(Maache-Rezzoug et al. 1998) και ασκεί επίδραση στη δομή και στη υφή των μπισκότων. Το μέγεθος των σωματιδίων και η ταχύτητα διάλυσης επηρεάζουν τη τραγανότητα των μπισκότων.

Η ποσότητα της ζάχαρης που προστίθεται, η οποία καθορίζεται από το μέγεθος των σωματιδίων της, συμβάλλει στη σκληρότητα, στη τραγανότητα, στο χρώμα και στον όγκο του προϊόντος. Εκτός από αυτά, επηρεάζει τη διάρκεια ζωής των μπισκότων καθώς ενώνεται με το νερό με δεσμούς υδρογόνου, και μειώνει την ενεργότητα νερού. Έτσι, εμποδίζεται η ανάπτυξη των μικροοργανισμών καθώς το νερό ανευρίσκεται σε μειωμένα επίπεδα σε ελεύθερη μορφή. Η ζάχαρη αλληλοεπιδρά με τα αμινοξέα με αποτέλεσμα να συντελείται η αντίδραση της καραμελοποίησης. Κατά τον κλιβανισμό, η ανακρυστάλλωση της ζάχαρης, σχηματίζει επιφανειακές ρωγμές.

Τα κυριότερα σάκχαρα που χρησιμοποιούνται είναι η σακχαρόζη, η γλυκόζη, η φρουκτόζη, το εκχύλισμα βύνης, το ιμβερτοποιημένο σιρόπι, το χρυσό σιρόπι και το μέλι. Το χρυσό- καφέ χρώμα των μπισκότων οφείλεται στα ανάγοντα σάκχαρα, όπως η γλυκόζη και η φρουκτόζη(Sai Manohar 2014).

2.2.3 Άλευρο σίτου

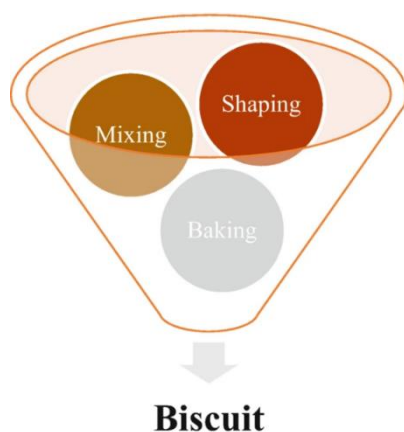
Άλευρο σίτου είναι το προϊόν το οποίο παρασκευάζεται από τους κόκκους του μαλακού σίτου, *Triticum aestivum* L., ή συμπαγούς σίτου, *Triticum compactum* Host., ή μιγμάτων αυτών, με τις διαδικασίες της αλέσεως κατά τις οποίες απομακρύνεται μερικώς το πίτυρο και το φύτρο και το υπόλοιπο θρυμματίζεται σε ένα κατάλληλο βαθμό λεπτότητας (Codex Standard 152-1985). Σύμφωνα με το Κώδικα Τροφίμων και Ποτών(άρθρο 104), “άλευρο σίτου” ή απλώς “άλευρο” νοείται αποκλειστικά και μόνο το προϊόν άλεσης υγιούς σίτου βιομηχανικά καθαρισμένου από κάθε ανόργανη ή οργανική ουσία. Το άλευρο μαλακού σιταριού παράγεται με τη απομάκρυνση του περικάρπιου, του στρώματος σπόρου και αλευρώνης και του φύτρο από το ενδοσπέρμιο.

Είναι από τα κυριότερα συστατικά των περισσότερων μπισκότων καθώς επηρεάζει το σχήμα, τη υφή και τη σκληρότητα τους. Τα κυριότερα άλευρα που χρησιμοποιούνται κατά τη παρασκευή των μπισκότων είναι τα άλευρα με τράβηγμα 70-72% και αδύνατα έως μεσαίας δυνάμεως άλευρα. Είναι απαραίτητο το άλευρο να μπορεί να υποστεί μηχανική επεξεργασία, να σχηματίζει τη επιθυμητή δομή του μπισκότου, τα συστατικά του να κατανέμονται ομοιόμορφα στο ζυμάρι καθώς και να μην απομακρύνεται το αέριο κατά τη διάρκεια της ζύμωσης και του ψησίματος (Faridi et al. 1994; Kweon et al. 2012; Manley and Clark 2011;

Misra and Tiwari 2014; Pareyt and Delcour 2008; Sai Manohar 2014; Tireki 2008b). Περιέχει τέφρα, άμυλο(70-75%), βιταμίνες, μερικές φυτοχημικές ουσίες, μέταλλα και πρωτεΐνες(γλουτένη, αλβουμίνη, γλιαδίνη, γλυκοπρωτεΐνη, σφαιρίνη) σε χαμηλό ποσοστό (8-11%). Σε μερικά άλευρα εφαρμόζεται θερμική επεξεργασία για να μειωθεί η περιεκτικότητα των προϊόντων(κέικ, μπισκότα) σε υγρασία. Όμως, με τη χρήση του θερμικά επεξεργασμένου αλεύρου παράγονται προϊόντα κατώτερης ποιότητας και απαιτούνται υψηλότερες δαπάνες.

Το άλευρο σίτου περιέχει γλουτένη, η οποία είναι υπεύθυνη για τη κοιλιοκάκη και έχει υψηλό ποσοστό σε σύνθετους υδατάνθρακες, το οποίο ευνοεί την ανάπτυξη της παχυσαρκίας, ιδιαίτερα στα παιδιά. Επίσης, Για αυτό, χρησιμοποιούνται άλλα άλευρα όπως ρυζιού (Mancebo, Rodriguez, & Gómez, 2016) ή βρώμης (Duta & Culetu, 2015), αντί για το άλευρο σίτου με σκοπό να παραχθούν μπισκότα με υψηλή διατροφική αξία.

2.3. Στάδια παρασκευής μπισκότων



Εικόνα 14: Βασικά βήματα στην προετοιμασία των μπισκότων (https://doi.org/10.1007/978-3-031-40308-8_3)

2.3.1 Στάδιο παραγωγής- Μέθοδος ανάμειξης της ζύμης

Σε αυτό το στάδιο, πρέπει όλα τα συστατικά να αναμιχθούν ομοιόμορφα ώστε να παραχθεί ένα ζυμάρι με υψηλή συνεκτικότητα , η οποία επηρεάζει τη ποιότητα των τελικών προϊόντων. Η χρήση ενζύμων ή μεταδιθειώδους νατρίου μπορεί να αλλάξει τα ρεολογικά χαρακτηριστικά του σκληρού ζυμαριού. Συγκεκριμένα, η προσθήκη μεταδιθειώδους (50-100 ppm) επηρεάζει τη ποιότητα του ζυμαριού καθώς προκαλεί διάσπαση των δισουλφιδικών δεσμών της γλουτένης .Το μεταδιθειώδες νάτριο συμβάλλει στη ελάττωση του χρόνου ανάμιξης και ψησίματος και της τελικής θερμοκρασίας του ζυμαριού. Ο χρόνος ανάμειξης κυμαίνεται

συνήθως μεταξύ 15-20 λεπτά, ο οποίος επηρεάζεται από τη ποσότητα, τη θερμοκρασία της ζύμης και τις ιδιότητες του αλεύρου

Υπάρχουν 4 διαφορετικοί τύποι αναμικτήρων, οι οποίοι είναι οι εξής:

- Οι κάθετοι αναμικτήρες, οι οποίοι διαθέτουν λεπίδες για τη κοπή του ζυμαριού και η ανάμιξη πραγματοποιείται προς τα πάνω και προς τα κάτω. Ο συγκεκριμένος αναμικτήρας καθαρίζεται εύκολα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όλα τα είδη ζυμαριού. Όμως, απαιτείται μεγαλύτερος χρόνος ανάμιξης εξαιτίας της μικρής ταχύτητας. Στα μικρά αρτοποιεία, η ανάμιξη πραγματοποιείται στους κάθετους αναμικτήρες. Σε αυτή τη κατηγορία, ανήκουν οι πλανητικοί και οι αναμικτήρες που διαθέτουν άτρακτο.
- Οι οριζόντιοι αναμικτήρες, οι οποίοι έχουν λεπίδες για κοπή, ζύμωση και απόξεση. Ο αναμικτήρας λειτουργεί σε υψηλή ταχύτητα, με αποτέλεσμα να απαιτείται χαμηλός χρόνος ανάμιξης. Όμως, δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί οπτική παρακολούθηση της διαδικασίας ανάμιξης, σε αντίθεση με τους κάθετους αναμικτήρες.
- Οι αναμικτήρες με παλινδρομικούς βραχίονες και
- Οι αναμικτήρες συνεχούς ροής. Σε αυτό τύπο αναμικτήρα, απαιτείται χαμηλό κόστος και δεν είναι αναγκαία η συνεχή παρακολούθηση της ζύμης. Αυτοί οι τύποι αναμικτήρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για όλα τα είδη ζύμης (ειδικά για τους τύπους της ζύμης που χρειάζονται μικρό έως αμελητέο χρόνο παραμονής) αλλάζοντας τα εξαρτήματα του αναμικτήρα(στάτορες και βραχίονες). Με τον αναμικτήρα συνεχούς ροής, παράγεται ένα μόνο προϊόν καθώς η αλλαγή των εξαρτημάτων δεν είναι εύκολη διαδικασία.

Η ανάμιξη του ζυμαριού πραγματοποιείται με τη μέθοδο της κρεμοποίησης ή τη μέθοδο όλα σε ένα. Η πρώτη μέθοδο, είναι κατάλληλη για μαλακά ζυμαρία και η ανάμιξη συντελείται σε 2 ή 3 στάδια. Στη μέθοδο 2 σταδίων, διαλύεται η ζάχαρη στο νερό σε ένα αναμικτήρα ήπιας ταχύτητας. Στη συνέχεια, προστίθενται το γάλα, οι διογκωτικές ύλες και οι γευστικές ενώσεις. Παράγεται μια ημιάκαμπτη λευκή κρέμα, η οποία αναμιγνύεται με το αλεύρο μέχρι να πραγματοποιηθεί ομοιόμορφη κατανομή του αλεύρου στη κρέμα. Η διεργασία πραγματοποιείται σε 10–15 λεπτά. Στη μέθοδο 3 σταδίων, αναμιγνύεται για 10-15 λεπτά το λίπος, το σιρόπι ζάχαρης, οι γαλακτωματοποιητές και ορισμένη ποσότητα του νερού. Στη υπόλοιπη ποσότητα νερού, ενσωματώνονται το αλάτι, οι χημικές και γευστικές ουσίες μέχρι να παραχθεί μια λεία κρέμα.

Στη δεύτερη μέθοδο, προστίθενται όλα τα συστατικά (νερό, αλάτι, χρωστικές κ.α.) στο αναμικτήρα. Απαιτείται μεγαλύτερος χρόνος ανάμιξης, με αποτέλεσμα να σχηματίζεται το πλέγμα της γλουτένης και να παράγεται σφιχτό ζυμάρι και μπισκότα σκληρού ζυμαριού.

2.3.2 Ζύμωση

Μετά την ανάμιξη, η ζύμη αναπαύεται συνήθως για 3-8 ώρες περίπου για να πραγματοποιηθεί η ζύμωση. Η διόγκωση της ζύμης πολλών προϊόντων αρτοποιίας μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση διογκωτικών μέσων, όπως το όξινο ανθρακικό νάτριο, το μπέικιν πάουντερ, το όξινο ανθρακικό αμμώνιο (Indrani & Rao, 2008) ή μαγιάς(συνήθως *Saccharomyces cerevisiae*, γνωστή ως ζύμη αρτοποιίας). Η μαγιά είναι υπεύθυνη για τη διόγκωση της ζύμης, καθώς αυξάνει το μέγεθος των κυψελίδων αερίου και μειώνει τη πυκνότητα της ζύμης. Κατά τη διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης, η μαγιά μετατρέπει τα σάκχαρα σε CO₂, αιθανόλη και παράγονται δευτερογενείς μεταβολίτες, όπως οργανικά οξέα(π.χ. οξικό, γαλακτικό οξύ), γλυκερόλη και αρωματικές ουσίες(εστέρες, αλδεΐδες, κετόνες). Τα οργανικά οξέα, η γλυκερόλη και το διοξείδιο του άνθρακα συμβάλλουν στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, στις ρεολογικές ιδιότητες και στη διάρκεια ζωής του προϊόντος. Η προσθήκη σακχάρων σε υδατικά μέσα, οδηγεί στην αύξηση της θερμοκρασίας ζελατινοποίησης του αμύλου και μπορεί να προκαλέσει μεταβολές στο όγκο και στη υφή των ψημένων προϊόντων.

Για να πραγματοποιηθεί η αλκοολική ζύμωση, απαιτείται η απουσία οξυγόνου. Συνήθως, στα ψημένα προϊόντα με γλυκιά μαγιά, το ποσοστό ζάχαρης κυμαίνεται μεταξύ 5-20% (Cauvain & Young, 2007; Pagani, Lucisano, & Mariotti, 2014). Η αυξημένη περιεκτικότητα των μπισκότων σε ζάχαρη εμποδίζει τη δράση της ζύμης, το οποίο οδηγεί σε μειωμένη παραγωγή CO₂, με αποτέλεσμα να επηρεάζονται τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος, όπως η υφή, το άρωμα ή η γεύση.

2.3.3 Μορφοποίηση

Στις μεθόδους μορφοποίησης των μπισκότων περιλαμβάνονται η ελασματοποίηση ή στρωματοποίηση, η φυλλοποίηση και η κοπή. Η επεξεργασία των μπισκότων μαλακού ζυμαριού πραγματοποιείται με τη βοήθεια περιστροφικών καλουπιών, τα οποία περιέχουν μια σειρά από αυλακωτούς κυλίνδρους, οι οποίοι ωθούν το ζυμάρι σε κίνηση και έναν κύλινδρο μορφοποίησεως, στον οποίο είναι αποτυπωμένο το σχήμα των μπισκότων. Με τη χρήση των περιστροφικών καλουπιών, δε χρειάζεται να σχηματιστεί ένα φύλλο ζυμαριού, δεν υπάρχουν προβλήματα μετρήσεως ούτε δημιουργούνται θραύσματα από τη κοπή.

Τα μαλακά ζυμάρια υφίστανται επεξεργασία σε μηχανές κοπής με σύρμα. Το ζυμάρι, που εξέρχεται από το στόμιο της μήτρας, κόβεται στο κατάλληλο μέγεθος μέσω ενός συστήματος αποκοπής, το οποίο διαθέτει μια λεπίδα ή ένα σύρμα (Hazelton et al. 2004; Misra and Tiwari 2014; Sai Manohar 2014).

Η ελασματοποίηση πραγματοποιείται σε ειδικές μηχανές, οι οποίες διαθέτουν κυλίνδρους στρωματοποιήσεως. Η ελάττωση του πάχους του ζυμαριού επιτυγχάνεται με τη είσοδο του στους κυλίνδρους λέπτυνσης. Το ζυμάρι υφίστανται συμπίεση μεταξύ των κυλίνδρων, για να εξέλθει ο αέρας με αποτέλεσμα να χαλαρώνει και να σχηματιστεί το πλέγμα της γλουτένης (Hazelton et al. 2004; Misra and Tiwari 2014; Sai Manohar 2014). Στη συνέχεια αναδιπλώνεται και τοποθετείται πάλι στους κυλίνδρους. Με αυτή τη μέθοδο, τα ελαττωματικά φύλλα, επιδιορθώνονται και το ζυμάρι είναι κατάλληλο για ψήσιμο.

Η φυλλοποίηση του ζυμαριού εφαρμόζεται σε διάφορους τύπους μπισκότων, με σκοπό να παραχθεί ένα λεπτό και λείο φύλλο ζυμαριού. Το ζυμάρι εισέρχεται από ένα ζεύγος κυλίνδρων και ακολουθεί η κοπή του φύλλου που προκύπτει για να μπορεί να υποστεί επεξεργασία ή ψήσιμο (Manley 2011f). Συνήθως για τη κοπή του ζυμαριού, εφαρμόζονται οι κόφτες κυλίνδρων, οι οποίοι μπορεί να είναι μονοί ή διπλοί. Όταν οι κύλινδροι είναι διπλοί, ο ένας διαμορφώνει το σχέδιο του ζυμαριού και ο δεύτερος κόβει γύρω από το σχέδιο (Sai Manohar, 2014).

2.3.4 Ψήσιμο

Κατά τη διάρκεια του κλιβανισμού, στα κομμάτια του ζυμαριού συντελούνται τόσο χημικές όσο και φυσικές αντιδράσεις μέσα στο φούρνο, όπως είναι η ελάττωση της υγρασίας, η μετουσίωση των πρωτεϊνών, η εξάτμιση του νερού, η ζελατινοποίηση του αμύλου, ο επιφανειακός χρωματισμός και η παραμόρφωση της ζύμης. Η παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα και ο ατμός προκαλεί διόγκωση του ζυμαριού και αύξηση του όγκου του τελικού προϊόντος. Στο ενδιάμεσο στάδιο, η θερμοκρασία πλησιάζει το σημείο βρασμού, με αποτέλεσμα η γλουτένη και άλλες πρωτεΐνες πηζουν, το οποίο παρέχει στα μπισκότα αντοχή στη δομή τους. Στο τελικό στάδιο κλιβανισμού, πραγματοποιείται καραμελοποίηση του σακχάρου, στη οποία αλληλοεπιδρά η ζάχαρη με τα αμινοξέα και οδηγεί στο σχηματισμό μελανοϊδινών και στη ανάπτυξη του καφέ χρώματος της κρούστας. Οι σημαντικότερες

αλλαγές, κατά τη διάρκεια αυτής της διεργασίας, είναι η δημιουργία γεύσεως και αρώματος, η απόκτηση καφέ χρώματος μέσω της αντίδρασης Maillard και η απομάκρυνση νερού. Συνήθως, το τελικό ποσοστό υγρασίας κυμαίνεται μεταξύ 1-3%(Cook and Hall 2005; Dogan 2006; Manley and Clark 2011; Sai Manohar 2014; Siddiqui and Nasreen 2014; Tireki 2008b). Η ταχύτητα της αντίδρασης Maillard επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, το pH, τη ενεργότητα νερού, το είδος και τη ποσότητα των αμινοξέων και τη παρουσία ρυθμιστικού διαλύματος.

Η διάρκεια ψησίματος είναι ιδιαίτερα μικρή (συνήθως 3-5min), και το εύρος κυμαίνεται μεταξύ 2,5- 15 min. Η θερμοκρασία ψησίματος κυμαίνεται στο εύρος 140-240°C, ανάλογα με το είδος του προϊόντος. Οι απαιτούμενες συνθήκες κλιβανισμού είναι διαφορετικές ανάλογα με το είδος του μπισκότου, καθώς ο τρόπος με το οποίο σχηματίζεται η δομή και το ποσοστό υγρασίας που πρέπει να χαθεί καθορίζονται από το ποσοστό λίπους και ζάχαρης κάθε συνταγής(Manley 1998b; Manley and Clark 2011).

2.3.5 Στάδιο ψύξης

Η ψύξη των ψημένων μπισκότων είναι απαραίτητη ώστε να αποτραπεί η συρρίκνωση των μέσων συσκευασίας και η συμύκνωση της υγρασίας μετά τη συσκευασία, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε ανάπτυξη μικροοργανισμών και αλλοίωση, όπως είναι ο σχηματισμός της μούχλας στην επιφάνεια. Τα ψημένα μπισκότα έχουν περίπου 100°C, όταν εξέρχονται από το φούρνο και παρουσιάζουν εύκαμπτη δομή. Ενώ με τη ψύξη αποκτούν άκαμπτη, καθώς στερεοποιούνται το σάκχαρο και το λίπος. Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος και το πάχος των μπισκότων καθορίζουν τη ταχύτητα ψύξεως. Κατά τη διάρκεια της ψύξης, παρατηρείται μεταφορά υγρασίας μεταξύ των μπισκότων και του περιβάλλοντος. Υπάρχουν δύο συστήματα ψύξης, τα οποία είναι τα εξής:

- Ο ατμοσφαιρικός πολυκλιμακωτός μεταφορέας, στον οποίο τα μπισκότα κατευθύνονται σε δικτυωτό κλιμακωτό καμβά και ψύχονται από την περιβάλλουσα ατμόσφαιρα
- Ο σχεδιασμός του αναγκαστικού μεταφορέα ψύξης, στον οποίο πραγματοποιείται εξαναγκασμένη ψύξη. Σε αυτό το σύστημα, αξιοποιείται φιλτραρισμένος αέρας, ο οποίος εμφυσάται στα μπισκότα και έτσι τα μπισκότα ψύχονται με μεγαλύτερη ταχύτητα(Manley 1998b; Manley and Clark 2011; Say Manohar 2014)

Σε πρωτογενείς συσκευασίες, ακολουθεί ψύξη των προϊόντων στους 40-45 °C, ενώ σε δευτερεύουσες συσκευασίες, η ψύξη πραγματοποιείται στους 18-26 °C.

2.3.6 Συσκευασία

Η συσκευασία των μπισκότων πραγματοποιείται μετά τη ψύξη τους. Τα μπισκότα αποθηκεύονται σε θερμοκρασία δωματίου καθώς έχουν χαμηλή ενεργότητα νερού και μεγάλη διάρκεια ζωής.

Οι κυριότερες αλλοιώσεις(π.χ. απώλεια αρώματος και τραγανότητας) ποιότητας που παρατηρούνται στα μπισκότα οφείλονται συνήθως στη πρόσληψη νερού, ή στη παρουσία του φωτός και οξυγόνου. Για παράδειγμα, η ύπαρξη οξυγόνου ή φωτός προκαλεί οξείδωση των λιπιδίων με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται ανεπιθύμητες οσμές γεύσεις και το προϊόν να μη είναι αποδεκτό προς το καταναλωτή. Η είσοδο της υγρασίας στο προϊόν οδηγεί σε απώλεια τραγανότητας, ενώ η μικροβιακή αλλοίωση σπάνια συμβαίνει στο συγκεκριμένο προϊόν. Τα παραπάνω φαινόμενα πραγματοποιούνται σε χαμηλή ταχύτητα στη θερμοκρασία δωματίου. Τα υλικά συσκευασίας πρέπει να εμποδίζουν τη είσοδο υγρασίας, οξυγόνου και φωτός ώστε να ελαττώσουν τη ταχύτητα που πραγματοποιούνται τα φαινόμενα αλλοίωσης.

Συνήθως ως πρωτογενή συσκευασία χρησιμοποιούνται σύνθετα εύκαμπτα υλικά ή άλλα συμβατικά υλικά όπως το κηρωμένο χαρτί, το επικαλυμμένο σελοφάν, οι μεταλλικές μεμβράνες και οι μεμβράνες πολυπροπυλενίου(50% πολυπροπυλένιο και 50% αλουμίνιο). Οι συσκευασίες πολυπροπυλενίου μπορεί να είναι συνεξωθημένες ή να διαθέτουν ακρυλική επικάλυψη, ενώ οι μεταλλικές μεμβράνες μειώνουν τη ταχύτητα της φωτοξείδωσης. Όμως, η χρήση συσκευασιών, οι οποίες συντίθεται από πολυμερή με βάση το πετρέλαιο πρέπει να είναι περιορισμένη, καθώς δεν αποσυντίθενται σε ικανοποιητικό βαθμό και παράγονται δεκάδες απόβλητα, τα οποία προκαλούν περιβαλλοντικά προβλήματα. Για αυτό, για τη παραγωγή συσκευασιών μπορούν να χρησιμοποιηθούν πρώτες ύλες(π.χ. βιοπλαστικά), οι οποίες είναι φιλικές προς το περιβάλλον. Η δευτερεύουσα συσκευασία των μπισκότων είναι συνήθως χάρτινα κουτιά, ενώ για τη τριτογενή συσκευασία στους χώρους διανομής και για σακούλες των καταναλωτών αξιοποιείται το πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας(LDPE).

2.4 Σκοπός πειράματος

Σκοπός της Προπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας(ΠΔΕ) είναι η παρασκευή μπισκότων βουτύρου εμπλουτισμένα με εκχύλισμα αλθαίας και σαμπούκου ώστε να παραχθεί ένα καινοτόμο προϊόν με ιδιαίτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, το οποίο ταυτόχρονα θα έχει και βιολογικές δράσεις, όπως η αντιοξειδωτική. Για να επιτευχθεί ο παραπάνω σκοπός πραγματοποιήθηκε βελτιστοποίηση της εκχύλισης και της παραγωγής μπισκότων καθώς και ανάλυση της αντιοξειδωτικής ικανότητας και του φαινολικού περιεχομένου των παραγόμενων εκχυλισμάτων. Βασικά ερευνητικά ερωτήματα είναι η καταλληλότητα της Αλθαίας και του σαμπούκου για τον εμπλουτισμό μπισκότων, όσον αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (γεύση, υφή, άρωμα) αλλά και την ύπαρξη βιοδραστικών ιδιοτήτων στο τελικό προϊόν. Προσδοκώμενα αποτελέσματα της ΠΔΕ είναι η παραγωγή ενός προϊόντος που μέσω της κατανάλωσης του θα προσφέρει τα θρεπτικά συστατικά του βοτάνου (όπως βιταμίνες, μέταλλα) στον καταναλωτή καθώς και τις ευεργετικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό.

3.1 Περιγραφή δειγμάτων

Για την πραγματοποίηση του πειράματος, παρασκευάστηκαν 4 διαφορετικά είδη μπισκότων βουτύρου. Το πρώτο μπισκότο που παρασκευάστηκε ήταν το τυφλό δείγμα(μάρτυρας), το οποίο δεν περιείχε εκχύλισμα βοτάνου και χρησιμοποιήθηκε ως μέτρο σύγκρισης για την αξιολόγηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων που αναλύθηκαν. Στα υπόλοιπα δείγματα, προστέθηκε εκχύλισμα αλθαίας, σαμπούκου και αλθαίας- σαμπούκου αντίστοιχα.

Σε αρχικό στάδιο, πραγματοποιήθηκαν 4 δοκιμές παρασκευής εκχυλισμάτων των βοτάνων(αλθαίας και σαμπούκου) με σταθερό χρόνο εκχύλισης(5 min) αλλά διαφορετικές αναλογίες νερού-φυτού. Σε δεύτερο στάδιο, παρασκευάστηκαν εκχυλίσματα των βοτάνων σε διαφορετικές αναλογίες νερού και φυτού και σε διαφορετικούς χρόνους (3, 6 και 9 min) για τη κάθε αναλογία. Στο 2^ο στάδιο η εκχύλιση πραγματοποιήθηκε με βρασμό του νερού μαζί με το φυτό(περίπτωση Α) ή με βρασμό του νερού και στη συνέχεια προστέθηκε το βότανο(περίπτωση Β). Έπειτα, ακολούθησε ανάλυση του φαινολικού περιεχομένου με τη μέθοδο Folin- Ciocalteu και της αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη μέθοδο FRAP των δειγμάτων των εκχυλισμάτων που παράχθηκαν στο 2^ο στάδιο. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις συγκεκριμένες αναλύσεις, επιλέχθηκε το βέλτιστο εκχύλισμα για το κάθε βότανο.

Σε επόμενο βήμα, παρασκευάστηκαν τα μπισκότα βουτύρου, στα οποία προστέθηκε, με τη βοήθεια ενός ψεκαστήρα, το βέλτιστο εκχύλισμα αλθαίας και σαμπούκου στη επιθυμητή ποσότητα. Το 4^ο δείγμα εμπλουτίστηκε και με τα δύο βέλτιστα εκχυλίσματα στη κατάλληλη αναλογία. Η κατάλληλη ποσότητα βέλτιστου εκχυλίσματος και η επιθυμητή αναλογία των βοτάνων(στο 4^ο δείγμα) καθορίστηκε με βάση ποιοτικά κριτήρια, όπως η γεύση, η υφή και η σκληρότητα.

3.2 Υλικά- Αντιδραστήρια

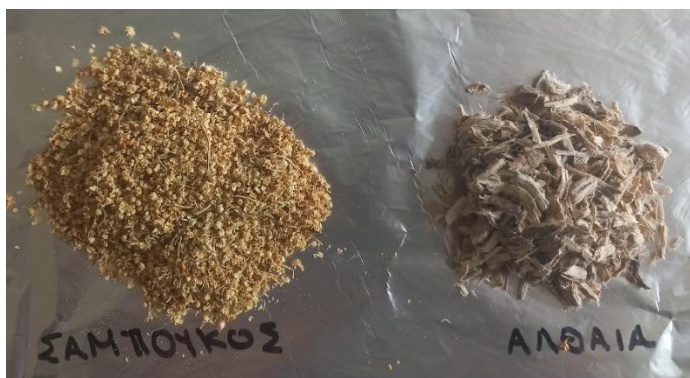
Τα υλικά και τα αντιδραστήρια, που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτέλεση του πειράματος ήταν τα εξής:

- Αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu
- Ανθρακικό νάτριο (5% w/v Na_2CO_3 σε H_2O)
- Χλωριούχος σίδηρος (FeCl_3 4mM)
- TPTZ (1 mM)
- Απιονισμένο νερό

- Πιπέτες
- Ρύγχη πιπετών(tips)
- Κυψελίδες
- Πουάρ
- Ποτήρι ζέσεως
- Σιφόνια των 5,10,20 και 25 ml
- Δοχεία Duran
- Σπάτουλα
- Χωνί
- Διηθητικό χαρτί
- Σταγονόμετρο
- Σωλήνες erpendorf
- Ταψί
- Μπρίκι
- Ουροσυλλέκτης
- Σύρμα
- Λαδόκολλα
- Πλάστης
- Μαγνήτες ανάδευσης
- Ογκομετρική φιάλη
- Ψεκαστήρας

3.3 Εκχύλιση βοτάνων

Σε 1^ο στάδιο, πραγματοποιήθηκαν 4 δοκιμές παραγωγής εκχυλισμάτων σε διαφορετικές αναλογίες νερού και φυτού με χρόνο εκχύλισης 5 min. Πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση της



αρέσκειας και της έντασης της γεύσης των εκχυλισμάτων που προέκυψαν με, χωρίς μπισκότο και με μέλι

Εικόνα 15: Σαμπούκος και Αλθαία σε αποξηραμένη μορφή

Δοκιμές

1^η Δοκιμή: Σε ένα ποτήρι ζέσεως προστέθηκαν 150 ml νερό, το οποίο τοποθετήθηκε σε θερμαντική πλάκα και ακολούθησε βρασμός του νερού. Όταν το νερό βράσει, προστίθενται 0,5 g αλθαίας και συνεχίζεται ο βρασμός του νερού μαζί με τη αλθαία για 5 min. Αφού το εκχύλισμα αποκτήσει θερμοκρασία δωματίου, πραγματοποιείται διήθηση με τη βοήθεια χωνιού και διηθητικού χαρτιού. Η ίδια διαδικασία συντελείται για την παραγωγή εκχυλίσματος του σαμπούκου. Το εκχύλισμα του σαμπούκου είχε ήπια γεύση, ήπιο άρωμα και καλή ένταση χρώματος, ενώ το εκχύλισμα της αλθαίας είχε πολύ πιο ήπια γεύση, ακόμα πιο ήπιο άρωμα και πολύ ήπια ένταση χρώματος.

2^η Δοκιμή: Ακολουθείται η ίδια πειραματική πορεία με την 1^η δοκιμή, με τη διαφορά ότι προστέθηκαν 2,02 g αλθαίας σε 150 ml νερό και 2,06 g σαμπούκου σε 150 ml νερό για τη παραγωγή εκχυλίσματος αλθαίας και σαμπούκου αντίστοιχα. Στη συνέχεια, παρασκευάστηκαν μίγματα των δυο διαφορετικών εκχυλισμάτων που προέκυψαν, σε διαφορετικές αναλογίες (5:1, 1:5, 1:1, 2:1, 1:2, 3:1, 1:3). Τα εκχυλίσματα του σαμπούκου και της αλθαίας έχουν πιο έντονο άρωμα, γεύση και χρώμα σε σχέση με τα εκχυλίσματα της 1^{ης} δοκιμής.

3^η Δοκιμή: Σε αυτή τη περίπτωση προστέθηκαν 2 g αλθαίας σε 50 ml νερό και 2 g σαμπούκου σε 50 ml νερό για την παραγωγή εκχυλίσματος της αλθαίας και του σαμπούκου αντίστοιχα. Έπειτα, παρασκευάστηκαν μίγματα των δυο διαφορετικών εκχυλισμάτων σε διαφορετικές αναλογίες, όπως στη 2^η δοκιμή.

4^η Δοκιμή: Τα εκχυλίσματα της 2^{ης} δοκιμής υφίστανται ήπια θέρμανση μέχρι να υποδεκαπλασιαστεί ο τελικός όγκος και στη συνέχεια παρασκευάστηκαν μίγματα των διαφορετικών εκχυλισμάτων με τις αναλογίες που προαναφέρθηκαν.

Σε δεύτερο στάδιο, παρασκευάστηκαν εκχυλίσματα δυο διαφορετικών είδη βοτάνων (αλθαίας και σαμπούκου) σε διαφορετικές αναλογίες νερού και φυτού (1:5, 1:10, 1:20, 1:50) και σε διαφορετικούς χρόνους (3, 6 και 9 min) για τη κάθε αναλογία. Και στις δυο περιπτώσεις έγινε λήψη δείγματος στα 3, 6 και 9 min.

Παραγωγή εκχυλίσματος από Αλθαία

A) Βρασμός νερού μαζί με το φυτό

i. Αναλογία φυτού/ νερού= 1:5.

Σε αναλυτικό ζυγό, ζυγίστηκαν 1,0120 g σε δοχείο Duran και προστέθηκαν 5 ml νερό με τη βοήθεια πουάρ και σιφωνιού των 5 ml.

ii. Αναλογία φυτού/ νερού = 1:10.

Σε αναλυτικό ζυγό, ζυγίστηκαν 1,0032g σε δοχείο Duran και προστέθηκαν 10 ml νερό με τη βοήθεια πουάρ και σιφωνιού των 10 ml.

iii. Αναλογία φυτού/ νερού = 1:20.

Σε αναλυτικό ζυγό, ζυγίστηκαν 1,0657 g σε δοχείο Duran και προστέθηκαν 20 ml νερό με τη βοήθεια πουάρ και σιφωνιού των 20 ml .

iv. Αναλογία φυτού/ νερού = 1:50.

Σε αναλυτικό ζυγό, ζυγίστηκαν 1,0246 g σε δοχείο Duran και προστέθηκαν 50 ml νερό με τη βοήθεια πουαρ και σιφωνιού των 25 ml.

Στα παραπάνω δείγματα, ακολούθησε βρασμός του νερού μαζί με το φυτό σε θερμομαντική πλάκα, προστέθηκε μαγνήτης ανάδευσης για συνεχή ανάδευση με 300 rpm και πραγματοποιήθηκε λήψη δείγματος στα 3,6 και 9 min.

B) Βρασμός νερού και στη συνέχεια προσθήκη του φυτού στις εξής αναλογίες:

i. Αναλογία φυτού/ νερού = 1:5.

Σε ένα ποτήρι ζέσεως ζυγίστηκαν 2,0564 g. Σε δοχείο Duran προστέθηκαν 10 ml νερό, το οποίο τοποθετείται στη θερμομαντική πλάκα για να βράσει. (Παρατηρήθηκε ότι στη περίπτωση (Α) στη αναλογία 1:5, δεν υπήρχε ποσότητα για τη λήψη δείγματος στα 9 min, για αυτό προστέθηκε η διπλάσια ποσότητα νερού και δείγματος).

ii. Αναλογία φυτού/ νερού =1:10.

Σε ένα ποτήρι ζέσεως ζυγίστηκαν 1,1743 g. Σε δοχείο Duran προστέθηκαν 10 ml νερό, το οποίο τοποθετείται στη θερμομαντική πλάκα για να βράσει.

iii. Αναλογία φυτού/ νερού =1:20.

Σε ένα ποτήρι ζέσεως ζυγίστηκαν 1,1079 g. Σε δοχείο Duran προστέθηκαν 20 ml νερό, το οποίο τοποθετείται στη θερμομαντική πλάκα για να βράσει.

iv. Αναλογία φυτού/ νερού = 1:50

Σε ένα ποτήρι ζέσεως ζυγίστηκαν 1,0194 g. Σε δοχείο Duran προστέθηκαν 50 ml νερό, το οποίο τοποθετείται στη θερμαντική πλάκα για να βράσει. Σε αυτό το δείγμα, υπήρχε έντονος αφρισμός

Στις παραπάνω περιπτώσεις, όταν η θερμοκρασία του νερού αποκτήσει τη θερμοκρασία βρασμού(=100 °C) προστίθεται η ποσότητα της αλθαίας που ζυγίστηκε. Η θερμοκρασία του νερού ελέγχεται με τη βοήθεια θερμομέτρου. Σε όλες τις παραπάνω εκχυλίσσεις, προστέθηκε μαγνήτης ανάδευσης για συνεχή ανάδευση με 300 rpm και πραγματοποιήθηκε λήψη δείγματος στα 3,6 και 9 min.

Επειδή σε 3 δείγματα χρειάστηκε επιπλέον ποσότητα για να επαναληφθούν ορισμένες μετρήσεις, πραγματοποιήθηκε επανάληψη των εκχυλίσεων(της περίπτωσης Α), οι οποίες είναι οι εξής:

- Αναλογία φυτού/νερού=1:5. Ζυγίστηκαν 2,0114 g σε δοχείο Duran και προστέθηκαν 10 ml νερό
- Αναλογία φυτού/νερού=1:50. Ζυγίστηκαν 1,0116 g σε δοχείο Duran και προστέθηκαν 50 ml νερό.



Εικόνα 16: Δείγματα των εκχυλισμάτων της αλθαίας. Αριστερά(περίπτωση Α), δεξιά (περίπτωση Β)

Παραγωγή εκχυλίσματος από Σαμπούκο

Α) Βρασμός νερού μαζί με το φυτό

- i. Αναλογία φυτού/ νερού= 1:5.

Σε αναλυτικό ζυγό, ζυγίστηκαν 4,0315 g σε δοχείο Duran και προστέθηκαν 20 ml νερό με τη βοήθεια πουάρ και σιφωνιού των 20 ml. Η ποσότητα νερού απορροφήθηκε από τον σαμπούκο και δεν μπορούσε να γίνει λήψη δείγματος.

- ii. Αναλογία φυτού/ νερού = 1:10.

Σε αναλυτικό ζυγό, ζυγίστηκαν 2,0480 g σε δοχείο Duran και προστέθηκαν 20 ml νερό με τη βοήθεια πούαρ και σιφωνιού των 20 ml.

iii. Αναλογία φυτού/ νερού = 1:20.

Σε αναλυτικό ζυγό, ζυγίστηκαν 1,0390 g σε δοχείο Duran και προστέθηκαν 20 ml νερό με τη βοήθεια πούαρ και σιφωνιού των 20 ml .

iv. Αναλογία φυτού/ νερού = 1:50.

Σε αναλυτικό ζυγό, ζυγίστηκαν 1,1641 g σε δοχείο Duran και προστέθηκαν 50 ml νερό με τη βοήθεια πούαρ και σιφωνιού των 25 ml.

Στα παραπάνω δείγματα, ακολούθησε βρασμός σε θερμαντική πλάκα, προστέθηκε μαγνήτης ανάδευσης για συνεχή ανάδευση με 300 rpm και πραγματοποιήθηκε λήψη δείγματος στα 3,6 και 9 min.

B) Βρασμός νερού και στη συνέχεια προσθήκη του φυτού στις εξής αναλογίες:

i. Αναλογία φυτού/ νερού = 1:5. Σε ένα ποτήρι ζέσεως ζυγίστηκαν 2,0484 g.

Σε δοχείο Duran προστέθηκαν 10 ml νερό, το οποίο τοποθετείται στη θερμαντική πλάκα για να βράσει. Δεν μπορούσε να εκχυλιστεί όλη η ποσότητα, λόγω αναλογίας νερού-σαμπούκου(ορισμένη ποσότητα βρισκόταν στην επιφάνεια)

ii. Αναλογία φυτού/ νερού =1:10.

Σε ένα ποτήρι ζέσεως ζυγίστηκαν 2,0497 g. Σε δοχείο Duran προστέθηκαν 20 ml νερό, το οποίο τοποθετείται στη θερμαντική πλάκα για να βράσει.

iii. Αναλογία φυτού/ νερού =1:20.

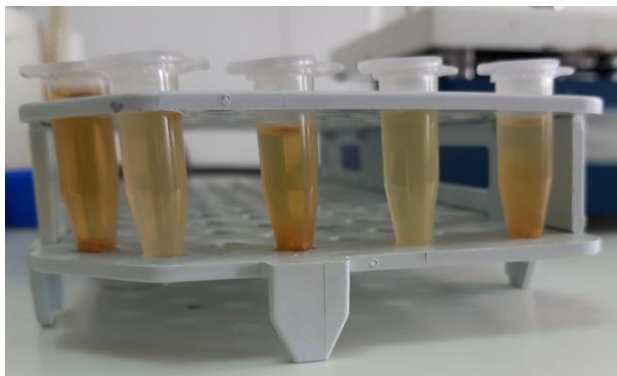
Σε ένα ποτήρι ζέσεως ζυγίστηκαν 1,0082 g. Σε δοχείο Duran προστέθηκαν 20 ml νερό, το οποίο τοποθετείται στη θερμαντική πλάκα για να βράσει.

iv. Αναλογία φυτού/ νερού = 1:50

Σε ένα ποτήρι ζέσεως ζυγίστηκαν 1,2559 g. Σε δοχείο Duran προστέθηκαν 50 ml νερό, το οποίο τοποθετείται στη θερμαντική πλάκα για να βράσει.

Στις παραπάνω περιπτώσεις, όταν η θερμοκρασία του νερού αποκτήσει τη θερμοκρασία βρασμού(=100 °C) προστίθεται η ποσότητα του σαμπούκου που ζυγίστηκε. Η θερμοκρασία του νερού ελέγχεται με τη βοήθεια θερμομέτρου. Σε όλες τις παραπάνω εκχυλίσεις, προστέθηκε μαγνήτης ανάδευσης για συνεχή ανάδευση με 300 rpm. Η λήψη δείγματος έγινε

μόνο στα 3 min, επειδή ο σαμπούκος στα 5 λεπτά προσδίδει πικράδα στο εκχύλισμα, το οποίο δεν είναι επιθυμητό από το καταναλωτή.



Εικόνα 17: Δείγματα εκχυλισμάτων σαμπούκου με τις αντίστοιχες αναλογίες φυτού/ νερού :1:20, 1:50, 1:10, 1:50, 1:20(από αριστερά προς τα δεξιά). Στα τρία πρώτα δείγματα, πραγματοποιήθηκε βρασμός του νερού μαζί με τη αντίστοιχη ποσότητα βοτάνου, ενώ στα υπόλοιπα δείγματα προστέθηκε η ποσότητα βοτάνου μετά το βρασμό νερού

3.4 Παρασκευή βέλτιστου εκχυλίσματος Αλθαίας

Προστίθενται 100 ml νερό σε ένα μπρίκι και ακολουθεί βρασμός. Μόλις το νερό αποκτήσει τη θερμοκρασία βρασμού(=100 °C) προστίθεται 10 g αλθαίας και ακολουθεί βρασμός για 9 λεπτά. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται διήθηση του εκχυλίσματος σε έναν ουροσυλλέκτη.



Εικόνα 18: Βέλτιστο εκχύλισμα αλθαίας

3.5 Παρασκευή βέλτιστου εκχυλίσματος σαμπούκου

Προστίθενται 120 ml νερό σε ένα μπρίκι και ακολουθεί βρασμός. Μόλις, το νερό αποκτήσει τη θερμοκρασία βρασμού(=100°C) προστίθεται 6 g σαμπούκου και ακολουθεί βρασμός για 3 λεπτά. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται διήθηση του εκχυλίσματος σε έναν ουροσυλλέκτη.

Έπειτα, προστέθηκε το εκχύλισμα στα μπισκότα έως 4 ψεκασμούς. Παρατηρήθηκε ότι δεν προσδίδει καθόλου γεύση στα μπισκότα και για αυτό πραγματοποιήθηκε συμπύκνωση του εκχυλίσματος με ήπια θέρμανση(<80°C) μέχρι ο τελικός όγκος να ισούται με τον μισό του αρχικού



Εικόνα 19 & 20: Στη 1^η (αριστερά) και στη 2^η εικόνα (δεξιά), απεικονίζεται το εκχύλισμα του σαμπούκου πριν και μετά τη συμπύκνωση, αντίστοιχα.

3.6 Παρασκευή μπισκότων βουτύρου

Η συνταγή που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή μπισκότων βουτύρου ήταν η εξής:

Υλικά

- 200g βούτυρο βιτάμ
- 100g ζάχαρη άχνη
- 300 g αλεύρι για όλες τις χρήσεις

Τρόπος εκτέλεσης

Αρχικά ζυγίζονται το βούτυρο και η ζάχαρη και αναμιγνύονται με σύρμα μέχρι να γίνει ένα ομοιογενές μίγμα. Στη συνέχεια, προστίθεται το αλεύρι και ζυμώνεται με τα υπόλοιπα υλικά μέχρι να σχηματιστεί μια εύπλαστη και ελαστική ζύμη. Τοποθετείται η ζύμη σε μια λαδόκολλα, σκεπάζεται με μια άλλη από πάνω και ανοίγεται η ζύμη με ένα πλάστη ζαχαροπλαστικής σε πάχος 5 χιλιοστών. Με ένα ποτήρι κόβεται η ζύμη για να αποκτήσουν ομοιόμορφο σφαιρικό σχήμα τα μπισκότα. Τοποθετούνται τα μπισκότα σε ένα ταψί με λαδόκολλα και τέλος ψήνονται σε προθερμασμένο φούρνο στους 180°C για 15 λεπτά.



Εικόνα 21 & 22: Μπισκότα βουτύρου πριν το ψήσιμο



Εικόνα 23 & 24: Μπισκότα βουτύρου μετά το ψήσιμο

3.7 Παρασκευή εμπλουτισμένων μπισκότων βουτύρου

Η προσθήκη του βέλτιστου εκχυλίσματος στη επιφάνεια των μπισκότων πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ψεκαστήρα αφού προηγήθηκε η ψύξη των μπισκότων. Μετά από κάθε ψεκασμό, τα μπισκότα παρέμειναν σε ηρεμία ώστε να απορροφήσουν την προστιθέμενη ποσότητα εκχυλίσματος. Αν οι ψεκασμοί πραγματοποιούνταν κατά συνεχή τρόπο, θα είχε ως αποτέλεσμα τα μπισκότα να μαλακώσουν αρκετά, το οποίο δεν θα ήταν επιθυμητό προς τους καταναλωτές. Ο κατάλληλος αριθμός ψεκασμών για το κάθε δείγμα επιλέχθηκε, με βάση ορισμένα ποιοτικά κριτήρια όπως η γεύση, η θρυπτότητα, η σκληρότητα, η επίγευση, η γλυκύτητα και η πικράδα. Παρατηρήθηκε ότι το βέλτιστο εκχύλισμα του σαμπούκου δεν προσδίδει καθόλου γεύση στα μπισκότα και για αυτό πραγματοποιήθηκε συμπύκνωση του εκχυλίσματος με ήπια θέρμανση ($<80^{\circ}\text{C}$) μέχρι ο τελικός όγκος να ισούται με τον μισό του αρχικού.

Ο αριθμός των κατάλληλων ψεκασμών στην επιφάνεια των μπισκότων ήταν συνολικά 5 για το εκχύλισμα της αλθαίας και 4 για το εκχύλισμα του σαμπούκου. Η κατάλληλη αναλογία των ψεκασμών αλθαίας/σαμπούκου για την παρασκευή των εμπλουτισμένων μπισκότων ήταν 5/1.



Εικόνα 25: Μπισκότα βουτύρου εμπλουτισμένα με το βέλτιστο εκχύλισμα σαμπούκου(4 ψεκασμοί)



Εικόνα 26: Εμπλουτισμένα μπισκότα βουτύρου με το βέλτιστο εκχύλισμα αλθαίας με 1-5 ψεκασμούς αντίστοιχα(από αριστερά προς τα δεξιά)



Εικόνα 27: Εμπλουτισμένα μπισκότα βουτύρου με το βέλτιστο εκχύλισμα αλθαίας και σαμπούκου σε αναλογία 5:1(5 ψεκασμοί αλθαίας και 1 ψεκασμός σαμπούκου)



Εικόνα 28: Εμπλουτισμένα μπισκότα βουτύρου με το βέλτιστο εκχύλισμα αλθαίας και σαμπούκου σε αναλογία 1:1, 2:1, 1:2 αντίστοιχα(από αριστερά προς τα δεξιά)

3.8 Συσκευές και όργανα

Οι συσκευές και τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν, αναφέρονται παρακάτω:

- Συσκευή φυγοκέντρισης
- Φασματοφωτόμετρο διπλής θέσεως
- Αναλυτικός ζυγός
- Θερμαντική πλάκα
- Υδατόλουτρο
- Αναδευτήρας τύπου vortex
- Φούρνος
- Ηλεκτρονικό θερμόμετρο
- Χρονόμετρο

3.9 Μέθοδοι-Μετρήσεις- Αναλύσεις

Στο συγκεκριμένο πείραμα, πραγματοποιήθηκε υπολογισμός του συνολικού φαινολικού περιεχομένου των δειγμάτων των εκχυλισμάτων των διαφορετικών βοτάνων που παρασκευάστηκαν, με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu και της αντιοξειδωτικής δράσης με τη μέθοδο FRAP.

Η μέθοδος Folin-Ciocalteu στηρίζεται στη χημική αναγωγή του αντιδραστηρίου το οποίο είναι μίγμα οξειδίων βολφραμίου και μολυβδαινίου. Τα προϊόντα που παράγονται από τη χημική αναγωγή διαθέτουν μπλε χρώμα και ευρεία απορρόφηση φωτός με μέγιστη στα 765 nm (A.L. Waterhouse, Current Protocols in Food Analytical Chemistry, John Wiley & Sons Inc., 2002). Για τη παρασκευή του αντιδραστηρίου, προστίθενται 100 g $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ και 25 g $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ σε 700 ml απεσταγμένου νερού. Έπειτα, προστίθενται 50 ml πυκνού HCl και 50 ml φωσφορικού οξέος 85%. Ακολουθεί βρασμός του διαλύματος για 10 ώρες και ψύξη. Στο

τέλος, διαλύονται 150g $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ και το κίτρινο διάλυμα που προκύπτει είναι το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu. Κατά τη διάρκεια αυτής της μεθόδου, η αντίδραση μεταξύ του φαινολικού περιεχομένου και του αντιδραστηρίου πραγματοποιείται σε βασικές συνθήκες (pH~10), το οποίο επιτυγχάνεται με τη προσθήκη Na_2CO_3 .

Η μέθοδος Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP), στηρίζεται στη μεταφορά ηλεκτρονίων. Συγκεκριμένα, ο σίδηρος στη οξειδωμένη του μορφή (Fe^{+3}) μετατρέπεται σε Fe^{+2} σε όξινο pH (Benzie and Strain, 1996). Σε όξινο υδατικό περιβάλλον, το σύμπλεγμα σιδήρου (Fe^{+3}) με 2 προσδέτες (TPTZ) που σχηματίζεται, διαθέτει κίτρινο χρώμα. Όταν ο Fe^{+3} ανάγεται σε Fe^{+2} , μεταβάλλεται το χρώμα του συμπλέγματος, από κίτρινο σε μπλε.

3.9.1 Υπολογισμός συνολικού φαινολικού περιεχομένου (Folin-Ciocalteu)

Αφού πραγματοποιηθεί φυγοκέντριση των δειγμάτων, σε ένα σωλήνα eppendorf, προστίθενται 100μL από το αραιωμένο δείγμα και 100μL Folin. Οι αραιώσεις δείγματος που πραγματοποιούνται για την συγκεκριμένη ανάλυση είναι οι εξής: 1:5 (200 μL δείγματος + 800 μL H_2O), 1:10 (100 μL δείγματος + 900 μL H_2O), 1:20 (50 μL δείγματος + 950 μL H_2O) ή 1:50 (20 μL δείγματος + 980 μL H_2O).



Εικόνα 29: Φυγοκέντριση των δειγμάτων

Αν οι απορροφήσεις δεν βρίσκονται εντός αποδεκτών ορίων με κάποια από τις παραπάνω αραιώσεις, επαναλαμβάνεται η μέτρηση με μικρότερη ή μεγαλύτερη αραιώση ανάλογα με το αποτέλεσμα. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται ανάδευση σε αναδευτήρα τύπου vortex και παραμένουν τα δείγματα σε ηρεμία για 2 min. Έπειτα, προστίθεται 800 μL Na_2CO_3 και επαναλαμβάνεται ανάδευση των δειγμάτων. Τοποθετούνται τα δείγματα σε υδατόλουτρο στους 40°C για 20 min και ακολουθεί μέτρηση της απορρόφησης σε φασματοφωτόμετρο σε μήκος

κύματος 740 nm. Επειδή το φασματοφωτόμετρο είναι διπλής θέσεως φτιάχνουμε 2 τυφλά δείγματα, στα οποία προστίθεται 100μL απιονισμένο νερό, 100μL Folin και 800 μL Na₂CO₃. Για την παρασκευή των τυφλών δειγμάτων, ακολουθείται η ίδια πειραματική πορεία με τα υπόλοιπα δείγματα. Για κάθε δείγμα εκχυλίσματος, πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις, ώστε να υπάρχει αντιπροσωπευτικότητα του κάθε δείγματος

Παρασκευή διαλύματος 5% w/v Na₂CO₃ σε H₂O: Ζυγίζονται 12,5 g Na₂CO₃ σε αναλυτικό ζυγό σε μια ογκομετρική φιάλη και προστίθενται 250 ml απιονισμένο νερό. Στη συνέχεια, ακολουθεί ανάδευση με τη βοήθεια μαγνήτη αναδευτήρα σε 300 rpm.

3.9.2 Υπολογισμός της αντιοξειδωτικής δράσης(FRAP)

Αφού πραγματοποιηθεί φυγοκέντριση των δειγμάτων, σε σωλήνα eppendorf, προστίθεται 50 μL από το αραιωμένο δείγμα και 50 μL FeCl₃. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται ανάδευση σε αναδευτήρα τύπου vortex και τοποθετούνται τα δείγματα σε υδατόλουτρο στους 37°C για 30 min. Έπειτα προστίθενται 900 μL TPTZ, επαναλαμβάνεται ανάδευση των δειγμάτων και παραμένουν τα δείγματα σε ηρεμία για 5 min. Τέλος, πραγματοποιείται μέτρηση της απορρόφησης σε φασματοφωτόμετρο σε μήκος κύματος 620 nm. Επειδή το φασματοφωτόμετρο είναι διπλής θέσεως φτιάχνουμε 2 τυφλά δείγματα, στα οποία προστίθεται 50 μL νερό, 50μL FeCl₃ και 900 μL TPTZ. Για την παρασκευή των τυφλών δειγμάτων, ακολουθείται η ίδια πειραματική πορεία με τα υπόλοιπα δείγματα.

Παρασκευή FeCl₃, 4mM: Ζυγίζονται σε μια ογκομετρική φιάλη 0,02703g FeCl₃ σε αναλυτικό ζυγό, προστίθενται 25 ml HCl 0,05 M και ακολουθεί ανακίνηση της φιάλης.

Παρασκευή TPTZ: Ζυγίζονται σε μια ογκομετρική φιάλη 0,03123 g TPTZ σε αναλυτικό ζυγό, προστίθενται 100 ml HCl 0,05 M και ακολουθεί ανακίνηση της φιάλης.

Παρασκευή HCl 0,05 M : Αρχικά, προστίθενται 4,14 ml πυκνό HCl σε 50 ml H₂O. Στη συνέχεια ακολουθεί αραίωση στα 500 ml και 1000 ml για την παρασκευή HCl 0,1 M και HCl 0,05 M αντίστοιχα.

3.10 Οργανοληπτικός έλεγχος

Ο οργανοληπτικός έλεγχος των μπισκότων πραγματοποιήθηκε με βάση τη δοκιμή αρέσκειας. Οι παράμετροι που αξιολογήθηκαν ήταν η γεύση, η γλυκύτητα, η πικράδα, η επίγευση, το χρώμα, η σκληρότητα, η θρυπτότητα καθώς και η συνολική αποδοχή. Σε όλες τις παραπάνω παραμέτρους εξετάστηκε τόσο η αρέσκεια όσο και η ένταση.

Έντυπο οργανοληπτικού ελέγχου μπισκότων βουτύρου

Προϊόν: Μπισκότο

Ημερομηνία:

Ηλικία: <18 ☐ , 18-25 ☐ , >25 ☐

Γένος: Θηλυκό ☐ Αρσενικό ☐

Αξιολογήστε τα δείγματα μπισκότου, αναφορικά με την υφή, το χρώμα, τη γεύση και τη γενική αποδοχή σύμφωνα με 9- βαθμιαία κλίμακα.

Δείγματα

Δείγμα 1: Μπισκότο,

Δείγμα 2: Μπισκότο με εκχύλισμα αλθαίας,

Δείγμα 3: Μπισκότο με εκχύλισμα σαμπούκου,

Δείγμα 4: Μπισκότο με εκχύλισμα σαμπούκου και αλθαίας

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Δείγμα 1		Δείγμα 2		Δείγμα 3		Δείγμα 4	
	Αρέσκεια	Ένταση	Αρέσκεια	Ένταση	Αρέσκεια	Ένταση	Αρέσκεια	Ένταση
Γεύση								
Γλυκύτητα								
Πικράδα								
Επίγευση								
Σκληρότητα								
Θρυπτότητα								
Χρώμα								

	Δείγμα 1	Δείγμα 2	Δείγμα 3	Δείγμα 4
Συνολική αποδοχή				

Σχόλια

.....
.....
.....
.....

Αποτελέσματα

Πίνακας 1: Αξιολόγηση της γεύσης των μιγμάτων εκχυλισμάτων, που παρασκευάστηκαν στη 2^η δοκιμή, σε διαφορετικές αναλογίες αλθαίας/σαμπούκου, (με, χωρίς μπισκότο, με μέλι).

Αναλογίες αλθαίας/σαμπούκου	Γεύση(με μπισκότο)		Γεύση(χωρίς μπισκότο)		Γεύση(με μέλι)	
	Αρέσκεια	Ένταση	Αρέσκεια	Ένταση	Αρέσκεια	Ένταση
1:1	6	6	6	5	7	6
2:1	6	6	7	6	8	8
1:2	6	5	6	5	7	6
5:1	7	7	7	7	8	7
1:5	7	7	6	7	8	8
3:1	7	7	7	7	8	8
1:3	6	6	6	6	7	7

Πίνακας 2: Αξιολόγηση της γεύσης του εκχυλίσματος της Αλθαίας που παρασκευάστηκε στη 3^η δοκιμή(με, χωρίς μπισκότο, με μέλι)

Γεύση(με μπισκότο)		Γεύση(χωρίς μπισκότο)		Γεύση(με μέλι)	
Αρέσκεια	Ένταση	Αρέσκεια	Ένταση	Αρέσκεια	Ένταση
9	7	8	7	8	7

Πίνακας 3: Αξιολόγηση της γεύσης του εκχυλίσματος του Σαμπούκου που παρασκευάστηκε στη 3^η δοκιμή(με, χωρίς μπισκότο, με μέλι)

Γεύση(με μπισκότο)		Γεύση(χωρίς μπισκότο)		Γεύση(με μέλι)	
Αρέσκεια	Ένταση	Αρέσκεια	Ένταση	Αρέσκεια	Ένταση
8	7	5	8	6	8

Πίνακας 4: Αξιολόγηση της γεύσης των μιγμάτων εκχυλισμάτων, που παρασκευάστηκαν στη 3η δοκιμή σε διαφορετικές αναλογίες αλθαίας/σαμπούκου, (με, χωρίς μπισκότο, με μέλι)

Αναλογίες αλθαίας/σαμπούκου	Γεύση(με μπισκότο)		Γεύση(χωρίς μπισκότο)		Γεύση(με μέλι)	
	Αρέσκεια	Ένταση	Αρέσκεια	Ένταση	Αρέσκεια	Ένταση
1:1	7	6	7	7	7	7
2:1	7	7	7	7	7	7
1:2	7	7	5	8	8	7
5:1	8	7	6	7	7	7
1:5	7	6	5	8	6	8
3:1	7	7	7	7	8	7
1:3	6	6	5	8	6	7

Πίνακας 5: Αξιολόγηση της γεύσης των μιγμάτων εκχυλισμάτων, που παρασκευάστηκαν στη 4^η δοκιμή ,σε διαφορετικές αναλογίες Αλθαίας/Σαμπούκου, (με, χωρίς μπισκότο, με μέλι)

Αναλογίες αλθαίας/σαμπούκου	Γεύση(με μπισκότο)		Γεύση(χωρίς μπισκότο)		Γεύση(με μέλι)	
	Αρέσκεια	Ένταση	Αρέσκεια	Ένταση	Αρέσκεια	Ένταση
1:1	7	6	6	7	6	7
2:1	7	6	6	7	7	7
1:2	7	7	5	8	6	7
5:1	8	7	7	7	7	7
1:5	5	7	5	8	5	8
3:1	7	7	6	8	7	7
1:3	6	6	5	8	6	7

4.1 Αποτελέσματα από τη μέθοδο Folin-Ciocalteu

Πίνακας 6: Αναλογία φυτού/νερού, αραίωση και μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις του φαινολικού περιεχομένου των εκχυλισμάτων της αλθαίας κατά τη μέθοδο Folin-Ciocalteu(Βρασμός νερού μαζί με το φυτό, περίπτωση Α)

Δείγματα	Pr(μmol/g)	Χρόνος εκχύλισης(min)	Αραίωση	Αναλογία φυτού/νερού
1	12,69±0,25	3	1:10	1:10
2	14,97±0,71	6	1:10	1:10
3	28,22±0,23	9	1:10	1:10
4	8,60±1,05	3	1:5	1:20
5	18,76±0,66	6	1:5	1:20

6	11,54±0,12	9	1:5	1:20
7	12,03±1,43	3	1:5	1:50
8	13,13±0,19	6	1:1	1:50
9	14,45±0,91	9	1:5	1:50
10	11,84±0,58	3	1:10	1:5
11	21,42±0,02	6	1:20	1:5

Πίνακας 7: Αναλογία φυτού/νερού, αραίωση και μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις του φαινολικού περιεχομένου των εκχυλίσμάτων της Αλθαίας κατά τη μέθοδο Folin-Ciocalteu(Βρασμός νερού και στη συνέχεια προσθήκη της Αλθαίας, περίπτωση Β)

Δείγματα	Pr(μmol/g)	Χρόνος εκχύλισης(min)	Αραίωση	Αναλογία φυτού/ νερού
12	22,96±0,28	3	1:10	1:10
13	42,12±0,56	6	1:10	1:10
14	45,22±2,04	9	1:20	1:10
15	5,63±0,14	3	1:5	1:20
16	8,06±1,35	6	1:5	1:20
17	9,92±1,21	9	1:5	1:20
18	19,19±0,37	3	1:5	1:50
19	17,27±1,07	6	1:5	1:50
20	21,31±0,64	9	1:5	1:50
21	24,27±0,50	3	1:10	1:5
22	27,97±0,40	6	1:20	1:5
23	33,98±0,93	9	1:20	1:5

Διαφορετικές συνθήκες εκχύλισης(αναλογία φυτού-νερού, χρόνος και μέθοδος εκχύλισης) επηρεάζουν τη περιεκτικότητα του εκχυλίσματος της αλθαίας σε πολυφαινόλες. Συγκεκριμένα, τα εκχυλίσματα της αλθαίας παρουσιάζουν διαφορετική περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες, όταν εφαρμόζεται διαφορετική μέθοδος εκχύλισης. Για παράδειγμα, με σταθερή αναλογία φυτού/ νερού 1:10, όταν πραγματοποιείται βρασμός του νερού και στη συνέχεια προστίθεται το φυτό, το εκχύλισμα της αλθαίας(δείγμα 12-14) παρουσιάζει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε

πολυφαινόλες. Αντίθετα, όταν πραγματοποιείται βρασμός του νερού μαζί με το φυτό, το εκχύλισμα της αλθαίας(δείγμα 1-3) διαθέτει μικρότερη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες. Μια άλλη σημαντική παρατήρηση είναι ότι σε ίδια αναλογία φυτού/ νερού, η αύξηση του χρόνου εκχύλισης, οδηγεί σε αύξηση της περιεκτικότητας σε πολυφαινόλες. Εξαιρεση αποτελούν τα δείγματα 4-6 και 18-20. Συγκεκριμένα, στα δείγματα 4-6 (αναλογία φυτού/νερού 1:20) η αύξηση της διάρκειας εκχύλισης από 3 σε 6 min, προκαλεί αύξηση της περιεκτικότητας σε πολυφαινόλες, ενώ η αύξηση του χρόνου εκχύλισης από 6 σε 9 min, οδηγεί σε ελάττωση της περιεκτικότητας τους. Επίσης, στα δείγματα 18-20, η αύξηση του χρόνου εκχύλισης από 3 σε 6 min, προκαλεί μείωση της περιεκτικότητας σε πολυφαινόλες, ενώ η αύξηση του χρόνου εκχύλισης από 6 σε 9 min, οδηγεί σε ελάττωση της περιεκτικότητας τους. Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα, παρατηρούμε ότι στις δύο περιπτώσεις (Α) και (Β), το δείγμα 3 και 14 αντίστοιχα, παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε φαινολικές ενώσεις. Ως βέλτιστο δείγμα επιλέγουμε το δείγμα 14, καθώς σε ίδια αναλογία νερού/φυτού παρουσιάζει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις, παρόλο που έχει πραγματοποιηθεί μεγαλύτερη αραίωση, σε σύγκριση με το δείγμα 3. Δηλαδή, στο δείγμα 14, σε μικρότερη ποσότητα δείγματος εκχυλίσματος, εντοπίζονται περισσότερες φαινολικές ουσίες από το δείγμα 3.

Σαμπούκος

Ο χρόνος εκχύλισης για τη παρασκευή εκχυλίσματος του σαμπούκου ήταν 3 min καθώς στις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν παρατηρήσαμε ότι στα 5 min, το εκχύλισμα έχει έντονη πικράδα, το οποίο δεν είναι ευχάριστο για το καταναλωτή.

Πίνακας 8: Αναλογία φυτού/νερού, αραίωση και μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις του φαινολικού περιεχομένου των εκχυλισμάτων του Σαμπούκου κατά τη μέθοδο Folin-Ciocalteu(Βρασμός νερού μαζί με το σαμπούκο, περίπτωση Α)

Δείγματα	Pr($\mu\text{mol/g}$)	Αραίωση	Αναλογία φυτού/ νερού
1	48,32 $\pm$ 1,92	1:20	1:10
2	77,00 $\pm$ 2,49	1:10	1:20
3	98,91 $\pm$ 2,96	1:10	1:50

Πίνακας 9: Αναλογία φυτού/νερού, αραίωση και μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις του φαινολικού περιεχομένου των εκχυλισμάτων του Σαμπούκου κατά τη μέθοδο Folin-Ciocalteu(Βρασμός νερού και στη συνέχεια προσθήκη του σαμπούκου , περίπτωση Β)

Δείγματα	Pr($\mu\text{mol/g}$)	Αραίωση	Αναλογία φυτού/ νερού
4	260,43 $\pm$ 16,75	1:50	1:20
5	232,70 $\pm$ 8,51	1:20	1:50

Ένα σημαντικό συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν, είναι ότι η περιεκτικότητα του εκχυλίσματος σε πολυφαινόλες μεταβάλλεται σημαντικά όταν εφαρμόζεται διαφορετική μέθοδος εκχύλισης(περίπτωση Α και Β). Συγκεκριμένα, το εκχύλισμα του σαμπούκου διαθέτει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες, όταν πραγματοποιείται η μέθοδος εκχύλισης που αναφέρεται στη περίπτωση Β. Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα, παρατηρούμε ότι στις δύο περιπτώσεις (Α) και (Β), το δείγμα 3 και 4 αντίστοιχα, παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε φαινολικές ενώσεις. Ως βέλτιστο δείγμα επιλέγουμε το δείγμα 4, καθώς παρουσιάζει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις, παρόλο που έχει πραγματοποιηθεί μεγαλύτερη αραίωση(1:50) σε σύγκριση με το δείγμα 3.

4.2 Αποτελέσματα από τη μέθοδο Ferric Reducing Antioxidant Power(FRAP)

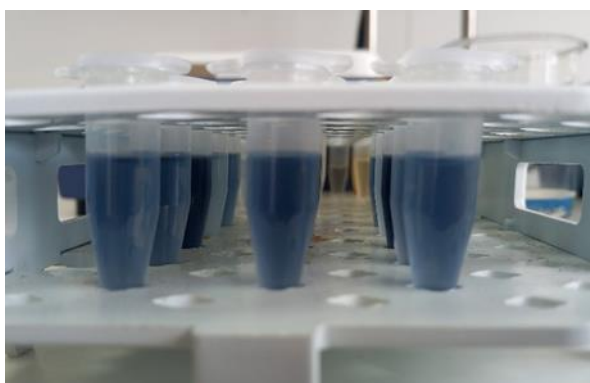
Πίνακας 10: Αναλογία φυτού/νερού, αραίωση και μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της αντιοξειδωτικής ικανότητας των εκχυλισμάτων της αλθαίας κατά τη μέθοδο FRAP(Βρασμός νερού μαζί με το φυτό, περίπτωση Α)

Δείγματα	Ytp(mg/g)	Χρόνος εκχύλισης(min)	Αραίωση	Αναλογίες φυτού/νερού
1	1,18 $\pm$ 0,1	3	1:10	1:10
2	1,88 $\pm$ 0,05	6	1:10	1:10
3	3,17 $\pm$ 0,33	9	1:10	1:10
4	0,79 $\pm$ 0,04	3	1:1	1:20
5	1,00 $\pm$ 0,05	6	1:1	1:20
6	1,50 $\pm$ 0,04	9	1:5	1:20

7	0,55±0,01	3	χωρίς αραίωση	1:50
8	0,98±0,03	6	1:1	1:50
9	2,83±0,19	9	1:5	1:50
10	1,82±0,03	3	1:10	1:5
11	2,49±0,10	6	1:20	1:5

Πίνακας 11: Αναλογία φυτού/νερού, αραίωση και μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της αντιοξειδωτικής ικανότητας των εκχυλισμάτων της αλθαίας κατά τη μέθοδο FRAP(Βρασμός νερού και στη συνέχεια προσθήκη του φυτού, περίπτωση Β)

Δείγματα	Υtp(mg/g)	Χρόνος εκχύλισης(min)	Αραίωση	Αναλογία φυτού/ νερού
12	1,68±0,03	3	1:10	1:10
13	2,57±0,19	6	1:10	1:10
14	3,72±0,20	9	1:20	1:10
15	1,53±0,06	3	1:5	1:20
16	1,65±0,04	6	1:5	1:20
17	1,46±0,03	9	1:5	1:20
18	3,21±0,07	3	1:5	1:50
19	2,00±0,06	6	1:5	1:50
20	1,92±0,11	9	1:5	1:50
21	1,42±0,04	3	1:10	1:5
22	1,65±0,06	6	1:20	1:5
23	2,00±0,02	9	1:20	1:5



Εικόνα 30: Μέθοδος FRAP

Στη περίπτωση (Α), η αύξηση του χρόνου εκχύλισης, χωρίς να μεταβάλλεται η αναλογία φυτού-νερού προκαλεί αύξηση της περιεκτικότητας του εκχυλίσματος της αλθαίας σε αντιοξειδωτικές ουσίες. Το ίδιο παρατηρείται και στη περίπτωση Β, με εξαίρεση τα δείγματα 15-20. Συγκεκριμένα, σε αναλογία φυτού νερού 1:20(δείγματα 15-17), η αύξηση του χρόνου από 3 σε 6 min, αυξάνει τη αντιοξειδωτική ικανότητα, ενώ η περαιτέρω αύξηση της διάρκειας εκχύλισης οδηγεί σε μείωση της περιεκτικότητας σε αντιοξειδωτικές ενώσεις. Επίσης, σε αναλογία φυτού-νερού 1:50(δείγματα 18-20), η αύξηση του χρόνου (από 3 σε 6 min και από 6 σε 9 min) , προκαλεί ελάττωση τη περιεκτικότητας σε αντιοξειδωτικές ενώσεις. Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα, το δείγμα 3 και 14, τα οποία έχουν αναλογία φυτού/ νερού 1:10, παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση. Για την ανάλυση της αντιοξειδωτικής δράσης, έχει πραγματοποιηθεί στο δείγμα 3 και 14 αραίωση 1:10 και 1:20 αντίστοιχα. Το δείγμα 14, με μεγαλύτερη αραίωση δείγματος, παρουσιάζει μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα σε σύγκριση με το δείγμα 3.

Σαμπούκος

Πραγματοποιήθηκε μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του βέλτιστου εκχυλίσματος του σαμπούκου

Πίνακας 12: Αναλογία φυτού/νερού, αραίωση και μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της αντιοξειδωτικής ικανότητας του βέλτιστου εκχυλίσματος του σαμπούκου κατά τη μέθοδο FRAP

Δείγμα	Υtp(mg/g)	Αραίωση	Αναλογία φυτού/νερού
4	35,06±0,82	1:50	1:20

4.3 Αποτελέσματα από τον οργανοληπτικό έλεγχο

Ακολούθησε υπολογισμός του μέσου όρου της κάθε παραμέτρου των δειγμάτων των μπισκότων που εξετάστηκαν από τους 19 δοκιμαστές . Οι δοκιμαστές ήταν άνδρες και γυναίκες και οι ηλικίες κυμαίνονται από 18 και άνω.

Πίνακας 13: Αποτελέσματα από τον οργανοληπτικό έλεγχο

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Δείγμα 1		Δείγμα 2		Δείγμα 3		Δείγμα 4	
	Αρέσκεια	Ένταση	Αρέσκεια	Ένταση	Αρέσκεια	Ένταση	Αρέσκεια	Ένταση
Γεύση	7,1	6,8	7	6,6	6,9	6,7	7,2	6,9
Γλυκύτητα	7	6,7	6,8	6,7	6,7	6,7	6,5	6,6
Πικράδα	5,2	1,4	5,6	2	5,4	1,6	5,1	1,5
Επίγευση	6,7	6,1	6,6	6,6	6,5	6,5	6,6	6,5
Σκληρότητα	7,6	5,9	5,8	4,5	6,3	5	6,2	5,1
Θρυπτότητα	6,6	4,6	6,6	4,4	6,3	4,4	6,8	4,4
Χρώμα	6,6	5,9	7,1	7	6,9	6,8	7,3	7,3

	Δείγμα 1	Δείγμα 2	Δείγμα 3	Δείγμα 4
Συνολική αποδοχή	6,8	7,1	7	7,2

Τα σχόλια που προέκυψαν από τον οργανοληπτικό έλεγχο είναι τα εξής:

- Τα εμπλουτισμένα μπισκότα είναι πιο μαλακά, το οποίο είναι ευχάριστο. Όμως, θα ήταν επιθυμητό πιο έντονη γεύση στα εμπλουτισμένα μπισκότα και το δείγμα 4 να ήταν πιο σκληρό.
- Το δείγμα 1 έχει έντονη γεύση βουτύρου, το οποίο είναι επιθυμητό, ενώ στα εμπλουτισμένα μπισκότα δεν είναι αισθητή αυτή η γεύση.

4.4 Βέλτιστα εκχυλίσματα

Τα βέλτιστα εκχυλίσματα που χρησιμοποιήθηκαν για τον εμπλουτισμό των μπισκότων, επιλέχθηκαν με βάση τα αποτελέσματα από τις παραπάνω μεθόδους (Folin, FRAP). Συγκεκριμένα, τα βέλτιστα εκχυλίσματα των διαφορετικών βοτάνων ήταν τα εξής:

Αλθαία(δείγμα 14): Για την παραγωγή του βέλτιστου εκχυλίσματος, ακολούθησε βρασμός του νερού και στη συνέχεια προστέθηκε η ποσότητα του βοτάνου που ζυγίστηκε. Η κατάλληλη αναλογία φυτού/νερού ήταν 1:10, με χρόνο εκχύλισης 9 min.

Σαμπούκος(δείγμα 4): Για την παραγωγή του βέλτιστου εκχυλίσματος, ακολούθησε βρασμός του νερού και στη συνέχεια προστέθηκε η ποσότητα του βοτάνου που ζυγίστηκε. Η κατάλληλη αναλογία φυτού/ νερού ήταν 1:20, με χρόνο εκχύλισης 3 min.

5. Συμπεράσματα

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία, με τον εμπλουτισμό των μπισκότων βουτύρου, παρασκευάστηκε ένα καινοτόμο προϊόν, με ιδιαίτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και πολλαπλές ευεργετικές επιδράσεις για τον ανθρώπινο οργανισμό. Συγκεκριμένα, τα βότανα αλθαία και σαμπούκος έχουν πολλαπλές θεραπευτικές ιδιότητες, όπως η αντιμετώπιση πληγών, τσιμπημάτων, εκδορών και ασθενειών του αναπνευστικού συστήματος (γρίπη, κρυολόγημα). Εκτός από αυτά, τα συγκεκριμένα βότανα διαθέτουν αντιοξειδωτικές, αντιβακτηριακές, διουρητικές και καθαρτικές ιδιότητες. Η ενσωμάτωση των φυτικών εκχυλισμάτων σε εμπορικά διαθέσιμα προϊόντα ενισχύει τη αντιοξειδωτική δράση αυτών των προϊόντων και βελτιώνει τη ποιότητα ζωής των ανθρώπων καθώς διαθέτουν θεραπευτικές και φαρμακευτικές ιδιότητες που αναφέρθηκαν παραπάνω. Επίσης, ο εμπλουτισμός των μπισκότων βουτύρου με φυτικά εκχυλίσματα αυξάνει τη συνολική αποδοχή του προϊόντος από τους καταναλωτές.

Από τον οργανοληπτικό έλεγχο, προέκυψε ότι το 1^ο δείγμα (μάρτυρας) έχει ήπια ένταση χρώματος, ενώ στα υπόλοιπα δείγματα, με την προσθήκη εκχυλίσματος, αυξάνεται η ένταση χρώματος, γεγονός που προσελκύει τον καταναλωτή. Με αυτόν τον τρόπο, καθιστά το προϊόν επιθυμητό προς κατανάλωση χωρίς να χρειάζεται να αυξηθεί ο χρόνος ψησίματος για να αποκτήσουν τα μπισκότα το επιθυμητό χρώμα. Η αύξηση του χρόνου ψησίματος, θα οδηγούσε στη παραγωγή καρκινογόνων ουσιών και θα προκαλούσε αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των καταναλωτών. Εκτός από αυτά, το δείγμα 1 έχει έντονη τη γεύση βουτύρου και αξιολογήθηκε καλύτερα όσο αφορά τη γλυκύτητα, την επίγευση και τη σκληρότητα. Επίσης, τα εμπλουτισμένα μπισκότα είναι πιο μαλακά σε σύγκριση με το 1^ο δείγμα. Το δείγμα 4 έχει βελτιωμένη γεύση σε σύγκριση με τα υπόλοιπα δείγματα, αυξάνοντας τη συνολική αποδοχή του προϊόντος.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις αναλύσεις, παρατηρήθηκε ότι το εκχύλισμα του σαμπούκου έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις και παρουσιάζει υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα σε σύγκριση με το εκχύλισμα της αλθαίας. Το βέλτιστο εκχύλισμα του σαμπούκου παρουσίαζε πικράδα στη επίγευση, ενώ το βέλτιστο εκχύλισμα της αλθαίας είχε ήπια γλυκιά γεύση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Λάζος Ευάγγελος Σ., Λάζου Ανδριάννα Ε. (2022). Επιστήμη & Τεχνολογία Σιτηρών, 2^η ανατύπωση. Εκδόσεις ΠΑΠΑΖΗΣΗ ΑΕΒΕ, Αθήνα.

Μπόσκου Δ. (2021). Χημεία Τροφίμων. Εκδόσεις Α. Σ. Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα, Ε.Ε.

Σφλώμος Κ. (2019). Βιολειτουργικά Τρόφιμα, Πρόσθετα & Συμπληρώματα Διατροφής, 2^η έκδοση. Εκδόσεις Τσότρας, Αθήνα.

Σφλώμος Κ., Βαρζάκας Θ.(2019). Έρευνα & Ανάπτυξη νέων προϊόντων & Επιχειρηματικών Σχεδίων, 2^η έκδοση. Εκδόσεις Τσότρας, Αθήνα.

Τσακνής Γ.(2018). Τεχνολογία- Ποιότητα Λιπών και Λαδιών. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

Akbar S. (2020). *Althaea officinalis* L. (Malvaceae). Handbook of 200 Medicinal Plants, pp. 235-241. Available online 22 April 2020 from: https://doi.org/10.1007/978-3-030-16807-0_22

Arepally D., Reddy R.S., Goswami T.K., Datta A.K.(2020).Biscuit baking: A review. LWT, Volume 131, Available online at 12 July 2020 from <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109726>

Bauer-Petrovska B.(2012). Historical review of medicinal plants' usage. Pharmacognosy review, Volume 6, No. 11, pp. 1-5. Available online at 8 May 2012 from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3358962/>

Brown P. M.(2009). Spices, Seasonings, and Flavors. Ingredients in Meat Products, pp. 199-210, Springer, New York. Available online from: https://doi.org/10.1007/978-0-387-71327-4_9

Castañeda-Ovando A., Ma. de Lourdes Pacheco-Hernández, Ma. Elena Páez-Hernández, José A. Rodríguez, Galán-Vidal C.A.(2009). Chemical studies of anthocyanins: A review. Food Chemistry, Volume 113, Issue 4, pp. 859-871. Available online at 8 September 2008 from <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.001>

Cheok C. Y., Karim -Salman H. A., Sulaiman R.(2014). Extraction and quantification of saponins: A review, Food Research International, Volume 59, pp. 16-40. Available online at 31 January 2014 from <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.01.057>

Christaki E, Bonos E, Giannenas I, Florou-Paneri P.(2012). Aromatic Plants as a Source of Bioactive Compounds. Agriculture, pp. 228-243. Available online at 20 September 2012 from <https://doi.org/10.3390/agriculture2030228>

Christine M. Kaefer, John A. Milner (2008). The role of herbs and spices in cancer prevention. The Journal of Nutritional Biochemistry, Volume 19, Issue 6, pp. 347-361. Available online at 20 May 2008 from: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2007.11.003>

Costa D.C., H.S. Costa H.S., Gonçalves Albuquerque T., Ramos F. , Castilho M.C., Sanches-Silva A.(2015). Advances in phenolic compounds analysis of aromatic plants and their potential applications. Trends in Food Science & Technology, Volume 45, Issue 2, pp. 336-354. Available online at 24 June 2015 from <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.06.009>

- Cox-Georgian D., Ramadoss N., Dona C. & Basu C.(2019). Therapeutic and Medicinal Uses of Terpenes. *Medicinal Plants*, pp. 333-359. Available online at 12 November 2019 from: https://doi.org/10.1007/978-3-030-31269-5_15
- Cui Q., Du R., Liu M., & Rong L. (2020). Lignans and Their Derivatives from Plants as Antivirals. *Molecules* 2020. Available online at 1 January 2020 from <https://doi.org/10.3390/molecules25010183>
- de Araújo F. F. , de Paulo Farias D., Neri-Numa I.A., Pastore G.M.(2021). Polyphenols and their applications: An approach in food chemistry and innovation potential, *Food Chemistry*, Volume 338. Available online at 9 July 2020 from <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127535>
- Débora Jackeline de Lima Cherubim, Cleide Viviane Buzanello Martins, Luciana Oliveira Fariña, Rosemeire Aparecida da Silva de Lucca (2020). Polyphenols as natural antioxidants in cosmetics applications, *Journal of Cosmetic Dermatology*, Volume 19, Issue 1, pp. 33-37. Available online at 7 August 2019 from <https://doi.org/10.1111/jocd.13093>
- Deters A., Zippel J., Hellenbrand N., Pappai D., Possemeyer C., Hensel A.(2010). Aqueous extracts and polysaccharides from Marshmallow roots (*Althea officinalis* L.): Cellular internalisation and stimulation of cell physiology of human epithelial cells in vitro, *Journal of Ethnopharmacology*, Volume 127, Issue 1, pp. 62-69. Available online at 30 September 2009 from: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.09.050>
- Domínguez R. , Zhang L. , Rocchetti G. , Lucini L., Pateiro M. , Munekata - Paulo E.S. , Lorenzo José M. (2020) . Elderberry (*Sambucus nigra* L.) as potential source of antioxidants. Characterization, optimization of extraction parameters and bioactive properties. *Food Chemistry*, volume 330. Available online at 7 June 2020 from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127266>
- Dubrovina A.S., Kiselev K.V.(2017). Regulation of stilbene biosynthesis in plants. *Planta*, Volume 246, pp 597–623. Available online at 6 June 2017 from <https://doi.org/10.1007/s00425-017-2730-8>
- Durazzo A., Lucarini M., Camilli E., Marconi S., Gabrielli P., Lisciani S., Gambelli L., Aguzzi A., Novellino E., Santini A., Turrini A., & Marletta L. (2018). Dietary Lignans: Definition, Description and Research Trends in Databases Development. *Molecules* 2018. Available online at 8 December 2018 from <https://doi.org/10.3390/molecules23123251>
- Eggersdorfer M., Wyss A.(2018). Carotenoids in human nutrition and health. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, Volume 652, pp. 18-26. Available online at 6 June 2018 from <https://doi.org/10.1016/j.abb.2018.06.001>
- El Gharras H. (2009). Polyphenols: food sources, properties and applications – a review. *International Journal of Food Science & Technology*, Volume 44, Issue 12, pp. 2512-2518 .Available online at 17 November 2009 from <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02077.x>
- Elvira González de Mejia, Aguilera-Gutiérrez Y., Martin-Cabrejas M. A., Luis A. Mejia (2015). Industrial processing of condiments and seasonings and its implications for micronutrient fortification. *Fortification of Condiments and Seasonings with Vitamins and Minerals in Public Health I*(2015), Volume 1357, Issue 1, pp. 8-28, *Annals of the New York Academy of Sciences*. Available online at 27 August 2015 from <https://doi.org/10.1111/nyas.12869>

Enaru B., Dreţcanu G., Teodora Daria Pop, Stănilă A. and Diaconeasa Z.(2021). Anthocyanins: Factors Affecting Their Stability and Degradation. *Antioxidants* 2021. Available online at 9 December 2021 from <https://doi.org/10.3390/antiox10121967>

Fábio Fernandes de Araújo, David de Paulo Farias, Neri-Numa I. A., Glaucia Maria Pastore(2021). Polyphenols and their applications: An approach in food chemistry and innovation potential. *Food Chemistry*, Volume 338. Available online at 9 Jule 2020 from <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127535>

Farhat C., Younes H., Alyamani O.A., Mrad M., Hourani N., Khalifeh H., El-Makhour Y., Dbaibo G., Hage-Sleiman R.(2022). Chemical characterization and in vitro biological evaluation of aqueous extract of *Althaea officinalis* L. flower grown in Lebanon. *Journal of Herbal Medicine*, Volume 34. Available online at 27 May 2022 from: <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2022.100575>

Fernandes P., Cabral J.M.S. (2007). Phytosterols: Applications and recovery methods, *Bioresource Technology*, Volume 98, Issue 12, pp.2335-2350. Available online at 22 November 2006 from <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.10.006>

Fernandes P., Cabral J.M.S. (2006). Phytosterols: Applications and recovery methods. *Bioresource Technology*, Volume 98, Issue 12, 2007, pp 2335-2350. Available online at 22 November 2006 from <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.10.006>

García-Casal M. N., Peña-Rosas J. P., Gómez- Malavé H.(2016). Sauces, spices, and condiments: definitions, potential benefits, consumption patterns, and global markets. *Special Issue :Fortification of Condiments and Seasonings with Vitamins and Minerals in Public Health II*, Volume 1379, Issue 1, pp. 3-16. Available online at 6 May 2016 from <https://doi.org/10.1111/nyas.13045>

Greenwell M., Rahman PKSM (2015). Medicinal Plants: Their Use in Anticancer Treatment. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* , No 1, pp. 4103–4112. Available online at 1 October 2015 from [10.13040/IJPSR.0975-8232.6\(10\).4103-12](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.6(10).4103-12)

Güçlü-Üstündağ O., Mazza G.(2007). Saponins: Properties, Applications and Processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* , Volume 47, Issue 3 . Available online at 16 March 2007 from <https://doi.org/10.1080/10408390600698197>

Guimarães R., Maria João Sousa, Isabel C.F.R. Ferreira(2010). Contribution of essential oils and phenolics to the antioxidant properties of aromatic plants. *Industrial Crops and Products*, Volume 32, Issue 2, pp. 152-156. Available online at 10 May 2010 from: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.04.011>

Guimarães R., Sousa M.J., Ferreira Isabel C.F.R. (2010). Contribution of essential oils and phenolics to the antioxidant properties of aromatic plants. *Industrial Crops and Products*, Volume 32, Issue 2, pp. 152-156. Available online at 10 May 2010 from <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.04.011>

Guldiken B., Ozkan G., Catalkaya G., Fatma Duygu Ceylan, Ipek Ekin Yalcinkaya, Capanoglu E.,(2018). Phytochemicals of herbs and spices: Health versus toxicological effects. *Food and Chemical Toxicology*, volume 119, pp. 37-49. Available online at 23 May 2018 from: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.05.050>

Gupta A., Kaur S. (2023). Biscuits. In: Shah, M.A., Valiyapeediyekkal Sunooj, K., Mir, S.A. (eds) Cereal-Based Food Products. Springer, Cham, pp. 53-72. Available online at 7 November 2023 from https://doi.org/10.1007/978-3-031-40308-8_3

Gurib-Fakim A.(2006). Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Molecular Aspects of Medicine*, Volume 27, Issue 1, pp.1-93. Available online at 18 August 2005, from: <https://doi.org/10.1016/j.mam.2005.07.008>

Jeandet P., Delaunois B., Conreux A., Donnez D., Nuzzo V., Cordelier S., Clément C., Courot E. (2010). Biosynthesis, metabolism, molecular engineering, and biological functions of stilbene phytoalexins in plants. *BioFactors*, volume 36, Issue 5, Special Issue at “Resveratrol” pp. 331-341. Available online at 19 August 2010 from <https://doi.org/10.1002/biof.108>

Khan M.K., Paniwnyk L., Hassan S. (2019). Polyphenols as Natural Antioxidants: Sources, Extraction and Applications in Food, Cosmetics and Drugs. *Plant Based “Green Chemistry 2.0”*. *Green Chemistry and Sustainable Technology*. Available online at 9 July 2019 from https://doi.org/10.1007/978-981-13-3810-6_8

Kiokias S., Proestos C. and Varzakas T. (2016). A Review of the Structure, Biosynthesis, Absorption of Carotenoids-Analysis and Properties of their Common Natural Extracts. *Current Research in Nutrition and Food Science*. Available online at 23 February 2016 from <https://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.4.Special-Issue1.03>

Lee G. , Bae H. (2017). Therapeutic Effects of Phytochemicals and Medicinal Herbs on Depression. *BioMed Research International*. Available online at 19 April 2017 from <https://doi.org/10.1155/2017/6596241>

Leustek T., Saito K.(1999). Sulfate Transport and Assimilation in Plants, *Plant Physiology*, Volume 120, Issue 3, pp 637–644. Available online at 1 July 1999 from <https://doi.org/10.1104/pp.120.3.637>

Lubbe A., Verpoorte R.(2011). Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Industrial Crops and Products*, Volume 34, Issue 1, pp. 785-801. Available online at 8 March 2011 from <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.01.019>

Marjorie R. Rover, Robert C. Brown(2013). Quantification of total phenols in bio-oil using the Folin–Ciocalteu method, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, Volume 104, pp. 366-371 Available online at 24 Juny 2013 from <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2013.06.011>

Martínez-Graciá C., González-Bermúdez C.A., Cabellero-Valcárcel Ana María, Santaella-Pascual M., Frontela-Saseta C.(2015). Use of herbs and spices for food preservation: advantages and limitations. *Current Opinion in Food Science*, volume 6, p. 38-43. Available online at 11 December 2015 from: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.11.011>

Martins N., Isabel C.F.R. Ferreira(2017). Wastes and by-products: Upcoming sources of carotenoids for biotechnological purposes and health-related applications. *Trends in Food Science & Technology*, Volume 62, pp. 33-48. Available online at 27 February 2017 from : <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.01.014>

Masyita A. , Sari R. M. , Astuti A. D. , Yasir B. , Rumata N. R. , Emran T. B. , Nainu F. , Simal-Gandara J.(2022). Terpenes and terpenoids as main bioactive compounds of essential oils, their roles in human health and potential application as natural food preservatives, *Food*

Chemistry: X, volume 13. Available online at 19 January 2022, from: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100217>

Opara E. I., Chohan M.(2014). Culinary Herbs and Spices: Their Bioactive Properties, the Contribution of Polyphenols and the Challenges in Deducing Their True Health Benefits. International Journal of Molecular Sciences. Available online at 22 October 2014 from <https://doi.org/10.3390/ijms151019183>.

Paniagua-Zambrana N.Y., Bussmann R.W., Khojimatov O.K. (2024). *Althaea officinalis* L. MALVACEAE. Ethnobotany of the Mountain Regions of Eastern Europe. Ethnobotany of Mountain Regions, pp. 1-7. Available online 22 February 2024 from: https://doi.org/10.1007/978-3-030-98744-2_22-1

Panić M., Radić Stojković M., Kraljić K., Škevin D., Radojčić Redovniković I., Gaurina Srček V., Radošević K.(2019).Ready-to-use green polyphenolic extracts from food by-products. Food Chemistry, volume 283, pp 628-636. Available online at 18 January 2019 from <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.061>

Panić M., Radić Stojković M., Kraljić K., Škevin D., Radojčić Redovniković I., Gaurina Srček V., Kristina Radošević (2019).Ready-to-use green polyphenolic extracts from food by-products, Food Chemistry, Volume 283, pp 628-636, Available online at 18 January 2019 from <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.061>

Pecyna P., Wargula J., Murias M., & Kucinska M. (2020). More Than Resveratrol: New Insights into Stilbene-Based Compounds. Biomolecules, 10(8), 1111. Available online at 27 July 2020 from <https://doi.org/10.3390/biom10081111>

Pichersky E., Raguso R. A.(2018). Why do plants produce so many terpenoid compounds? New Phytologist, volume 220, issue 3, p. 692-702. Available online at 8 September 2016 from <https://doi.org/10.1111/nph.14178> (EIKONA)

Prasad R., Shivay Y.S.(2018).Sulphur in Soil, Plant and Human Nutrition. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences: Biological Sciences, Volume 88, pp. 429-434 . Available online at 21 July 2016 from <https://doi.org/10.1007/s40011-016-0769-0>

Queneau Y., Jarosz S., Lewandowski B., Fitremann J.(2007).Sucrose Chemistry and Applications of Sucrochemicals, Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry, Academic Press, Volume 61, pp217-292. Available online at 9 October 2007 from [https://doi.org/10.1016/S0065-2318\(07\)61005-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2318(07)61005-1) .

Quílez J., García-Lorda P., Salas-Salvadó J.(2003).Potential uses and benefits of phytosterols in diet: present situation and future directions, Clinical Nutrition, Volume 22, Issue 4, pp. 343-351.Available online at 30 May 2003 from [https://doi.org/10.1016/S0261-5614\(03\)00060-8](https://doi.org/10.1016/S0261-5614(03)00060-8)

Rajendra Prasad(2014). Major Sulphur Compounds in Plants and their Role in Human Nutrition and Health - An overview. Proceedings of the Indian National Science Academy, No 5, pp. 1045-1054. Received at 15 October 2014 from DOI: 10.16943/ptinsa/2014/v80i5/47972

Rao V., Rao L.G. (2007).Carotenoids and human health. Pharmacological Research, Volume 55, Issue 3, pp. 207-216. Available online at 25 January 2007 from: <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2007.01.012>

- Rastogi S., Pandey M. M., Rawat A.K.S. (2016). Traditional herbs: a remedy for cardiovascular disorders. *Phytomedicine*, Volume 23, Issue 11, pp 1082-1089. Available online at 10 November 2015 from <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2015.10.012>
- Ríos J.L., Recio M.C.(2005). Medicinal plants and antimicrobial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, Volume 100, Issues 1–2, pp. 80-84. Available online at 17 June 2005 from: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.04.025>
- Ríos J.L., Recio M.C.(2005). Medicinal plants and antimicrobial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, Volume 100, Issues 1–2, pp 80-84. Available online at 17 June 2005 from <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.04.025>
- Romani S., Tappi S., Balestra F., Rodriguez Estrada M. T., Siracusa V., Rocculi P., Marco Dalla Rosa(2015). Effect of different new packaging materials at biscuit quality during accelerated storage, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Volume 95, Issue 8, pp. 1736-1746. Available online at 27 April 2015 from <https://doi.org/10.1002/jsfa.6888>
- Sadighara P., Gharibi S., Moghadam Jafari A., Jahed Khaniki G., Salari S.(2012). The antioxidant and Flavonoids contents of *Althaea officinalis* L. flowers based at their color. *Avicenna J Phytomed.* Summer;2(3):113-7. Available online from <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4075668/>
- Saha A., Basak B.B. (2020). Scope of value addition and utilization of residual biomass from medicinal and aromatic plants. *Industrial Crops and Products*, Volume 145. Available online at 26 November 2019 from <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111979>
- Sahin A. W., Zannini E., Coffey A., Arendt E. K.(2019).Sugar reduction in bakery products: Current strategies and sourdough technology as a potential novel approach, *Food Research International*, Volume 126. Available online at 25 July 2019 from <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108583>
- Scherer H.W. (2001). Sulphur in crop production — invited paper, *European Journal of Agronomy*, Volume 14, Issue 2,pp. 81-111, Available online at 6 February 2001 from [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(00\)00082-4](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(00)00082-4)
- Sharma K., Kaur R., Kumar S., Saini R. K., Sharma S., Pawde S. V., Kumar V. (2023).Saponins: A concise review at food related aspects, applications and health implications, *Food Chemistry Advances*, Volume 2. Available online at 15 January 2023 from <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100191>
- Sharma P., Tyagi A., Bhansali P., Pareek S., Singh V., Ilyas A., Mishra R., Poddar N.K. (2021). Saponins: Extraction, bio-medicinal properties and way forward to anti-viral representatives. *Food and Chemical Toxicology*, Volume 150, 2021. Available online at 19 February 2021 from <https://doi.org/10.1016/j.fct.2021.112075>
- Sidor A., Gramza – Michałowska A. (2015). Advanced research at the antioxidant and health benefit of elderberry (*Sambucus nigra*) in food – a review. *Journal of Functional Foods*, volume 18, part B, p. 941-958. Available online at 5 August 2014, from: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.07.012>
- Singh S. ,Kaur I. and Kariyat R.(2021). The Multifunctional Roles of Polyphenols in Plant-Herbivore Interactions. *International Journal of Molecular Sciences*, issue: Plant Secondary

Metabolites in Plant Defence against Abiotic and Biotic Stresses. Available online at 1 February 2021 from: <https://doi.org/10.3390/ijms22031442>

Śmiechowska M., Newerli-Guz J. & Skotnicka M. (2021). Spices and Seasoning Mixes in European Union—Innovations and Ensuring Safety, *Foods*. Available online at 27 September 2021 from <https://doi.org/10.3390/foods10102289>

Soural I., Švestková P., Híc P., Balík J.(2022). Different values obtained by the FRAP method for the determination of slowly and rapidly reacting phenols, *Acta Alimentaria*, pp.84–92. Available online at 13 January 2022 from <https://doi.org/10.1556/066.2021.00168>

Stahl W., Sies H.(2003). Antioxidant activity of carotenoids. *Molecular Aspects of Medicine*, Volume 24, Issue 6, pp. 345-351. Available online at 11 July 2003 from [https://doi.org/10.1016/S0098-2997\(03\)00030-X](https://doi.org/10.1016/S0098-2997(03)00030-X)

Tahmaz J. et al. (2022). Physical Properties of Vegetable Food Seasoning Powders. 10th Central European Congress at Food. CE-Food 2020, pp 14-32, Springer, Cham. Available online at 14 May 2022 from https://doi.org/10.1007/978-3-031-04797-8_2

Timmermans E., Bautil A., Brijs K., Scheirlinck I., Van der Meulen R., Courtin C.M.(2022). Sugar Levels Determine Fermentation Dynamics during Yeast Pastry Making and Its Impact at Dough and Product Characteristics. *Foods*. Available online at 11 May 2022 from <https://doi.org/10.3390/foods11101388>

Valletta A., Iozia L. M. & Leonelli F. (2021). Impact of Environmental Factors on Stilbene Biosynthesis. *Plants*, 10(1), 90. Available online at 4 January 2021 from <https://doi.org/10.3390/plants10010090>

Veberic R., Jakopic J., Stampar F., Schmitzer V.(2009). European elderberry (*Sambucus nigra* L.) rich in sugars, organic acids, anthocyanins and selected polyphenols. *Food Chemistry*, Volume 114, Issue 2, pp. 511-515. Available online 30 September 2008 from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.080>

Véronique C. (2005). Polyphenols in foods are more complex than often thought. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 81, Issue 1, pp. 223S-229S. Available online at 1 January 2005 from <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.1.223S>

Winston J. Craig(1999). Health-promoting properties of common herbs. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 70, Issue 3, p. 491S-499S. Available online at 1 September 1999 from: <https://doi.org/10.1093/ajcn/70.3.491s>

Xue T., Ruan K., Tang Z. , Duan J. , Xu H.(2023). Isolation, structural properties, and bioactivities of polysaccharides from *Althaea officinalis* Linn.: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, Volume 242, Part 4. Available online from <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.125098>

Yousuf B., Gul K., Wani A. A. & Singh P.(2016). Health Benefits of Anthocyanins and Their Encapsulation for Potential Use in Food Systems: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, volume 56, issue 13, pp. 2223-2230. Available online at 5 August 2016 from <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.805316>