



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ – ΑΓΡΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ &
ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ : Καλλιέργεια,
Μεταποίηση και Παραγωγή Προϊόντων Υψηλής
Προστιθέμενης Αξίας»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Αξιοποίηση Λυοφιλιωμένης βιομάζας Ιπποφαούς»
«Utilization of Lyophilized seabuckthorn biomass»

Τσαραπατσάνη Ειρήνη

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Παπαϊωάννου Χρυσούλα

Λάρισα 2023

Ευχαριστίες

Ξεκινώντας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους εκείνους που συνέβαλαν στη δημιουργία, ολοκλήρωση και τελειοποίηση της διπλωματικής μου εργασίας. Ευχαριστώ θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κα. Χρυσούλα Παπαϊωάννου για τις συμβουλές και τις κατευθύνσεις της ώστε να βρεθούν περαιτέρω πηγές άντλησης πληροφοριών, τις απαραίτητες διορθώσεις της όσον αφορά τα στοιχεία και το κείμενο της εργασίας και γενικά την όλη υποστήριξή της σε όλο το πλαίσιο ολοκλήρωσης της εργασίας μου. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους εργαζόμενους της εταιρείας ΑΦΟΙ Ι κ Σ Λαναρά για την πολύτιμη βοήθεια τους στον οργανοληπτικό έλεγχο της παρούσας εργασίας και για την όλη τους υποστήριξη σε αυτό μου το εγχείρημα.

Με εκτίμηση

Ειρήνη Τσαραπατσάνη

ΑΦΙΕΡΩΜΕΝΗ

Στους γονείς μου, Παύλο και Μαγδαληνή.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες.....	2
Περίληψη.....	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΙΠΠΟΦΑΕΣ.....	10
1.1. Ονομασία – Γεωγραφική κατανομή φυτού.....	10
1.2. Ιστορική αναδρομή	13
1.3. Μορφολογία φυτού	15
1.4. Φυσικές και χημικές παράμετροι	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Η ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ ΙΠΠΟΦΑΟΥΣ	24
2.1. Κύρια θρεπτικά συστατικά	24
2.1.1. Λιπίδια και Λιπαρά Οξέα	24
2.1.2. Υδατάνθρακες και φυτικές ίνες	27
2.1.3. Πρωτεΐνες και Αμινοξέα	29
2.1.4. Οργανικά Οξέα	30
2.1.5. Μεταλλικά Στοιχεία	30
2.2. Λιπόφιλα Συστατικά.....	31
2.2.1. Καροτενοειδή	31
2.2.2. Τοκοχρωμανόλες.....	32
2.3. Υδρόφιλα Συστατικά	33
2.3.1. Ασκορβικό οξύ.....	33
2.3.2. Φαινολικές Ενώσεις.....	34
2.4. Αρωματικές Ενώσεις	36
2.5. Βακτηριακοί και Μυκητιακοί Μικροοργανισμοί	37
2.6. Αντιοξειδωτικές Ιδιότητες	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΙΠΠΟΦΑΟΥΣ.....	41
3.1. Φαρμακευτική – Θεραπευτική χρήση	41
3.2. Διατροφική χρήση.....	44
3.3. Το ιπποφάες στην ανάπτυξη νέων προϊόντων διατροφής.....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	58
4.1. Μεθοδολογία έρευνας	58
4.2. Περιγραφή Πειράματος.....	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	87

5.1.	Οργανοληπτικός έλεγχος Σοκολατόπιτας	87
5.2.	Οργανοληπτικός έλεγχος Cupcakes.....	90
5.3.	Οργανοληπτικός έλεγχος Cookies.....	93
5.4.	Συζήτηση αποτελεσμάτων.....	96
ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....		98
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		104

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 Γεωγραφική κατανομή του ιπποφαούς σε Ευρώπη και Ασία (Gupta et. al., 2000).....	13
Εικόνα 2 Καρπός του Ιπποφαούς.....	17
Εικόνα 3 Ο σπόρος του <i>H. salicifolia</i>	18
Εικόνα 4 Τα φύλλα του <i>H. salicifolia</i>	19
Εικόνα 5 Το φυτό Ιπποφαές.....	20
Εικόνα 6 Το φυτό Ιπποφαές.....	20
Εικόνα 7 Το ριζικό σύστημα του <i>H. salicifolia</i> του πρώτου χρόνου.....	21
Εικόνα 8 Χυμός ιπποφαούς.....	48
Εικόνα 9 Γιαούρτι ιπποφαούς.....	50
Εικόνα 10 Τυρί φέτα με ιπποφαές.....	51
Εικόνα 11 Τσάι ιπποφαούς.....	52
Εικόνα 12 Μέλι ιπποφαούς.....	53
Εικόνα 13 Μάφιν ιπποφαούς.....	54
Εικόνα 14 Μαρμελάδα ιπποφαούς.....	55
Εικόνα 15 Καλλυντικά προϊόντα ιπποφαούς.....	56
Εικόνα 16 Φύτευση - καλλιέργεια ιπποφαούς (2017-2020).....	62
Εικόνα 17 Φύτευση - καλλιέργεια ιπποφαούς (2017-2020).....	62
Εικόνα 18 Φύτευση - καλλιέργεια ιπποφαούς (2017-2020).....	63
Εικόνα 19 Φύτευση - καλλιέργεια ιπποφαούς (2017-2020).....	63
Εικόνα 20 Φύτευση - καλλιέργεια ιπποφαούς (2017-2020).....	64
Εικόνα 21 Συγκομιδή ιπποφαούς.....	64
Εικόνα 22 Συγκομιδή ιπποφαούς.....	65
Εικόνα 23 Συγκομιδή ιπποφαούς.....	65
Εικόνα 24 Συγκομιδή ιπποφαούς.....	66
Εικόνα 25 Διαδικασία διαλογής.....	66
Εικόνα 26 Διαδικασία διαλογής.....	67
Εικόνα 27 Μηχάνημα Freeze dryer.....	68
Εικόνα 28 Μηχάνημα Freeze dryer.....	68
Εικόνα 29 Ιπποφαές στην αρχική του συσκευασία από την κατάψυξη.....	69
Εικόνα 30 Ιπποφαές στην αρχική του συσκευασία από την κατάψυξη.....	69
Εικόνα 31 Ζύγισμα 10 κιλών ιπποφαούς.....	70
Εικόνα 32 Ξένες ύλες που αφαιρέθηκαν από το δείγμα.....	71
Εικόνα 33 Ζύγισμα 2 κιλών ιπποφαούς, πριν μπει στη μηχανή του κιμά.....	71
Εικόνα 34 Τοποθέτηση στη μηχανή του κιμά.....	72
Εικόνα 35 Το ιπποφαές όταν βγήκε από τη μηχανή του κιμά.....	73
Εικόνα 36 Τοποθέτηση στα ταψιά.....	73
Εικόνα 37 Τοποθέτηση στα ταψιά.....	74
Εικόνα 38 Ρυθμίσεις μηχανήματος λυοφιλίωσης.....	74
Εικόνα 39 Ρυθμίσεις μηχανήματος λυοφιλίωσης.....	75
Εικόνα 40 Σακουλάκια vacuum.....	76
Εικόνα 41. Τοποθέτηση στον πολυκόφτη για θρυμματισμό.....	76
Εικόνα 42 Θρυμματισμός με τον πολυκόφτη.....	77
Εικόνα 43 Αφαίρεση από τον πολυκόφτη.....	77

Εικόνα 44 Πέρασμα από το κόσκινο.....	78
Εικόνα 45 Πέρασμα από το κόσκινο.....	79
Εικόνα 46 Επαναπέρασμα από το κόσκινο για τη δημιουργία σκόνης υποφαούς	80
Εικόνα 47. Η ετικέτα που δημιουργήθηκε	81
Εικόνα 48 Η τοποθέτηση σε βαζάκι.....	81
Εικόνα 49 Το τελικό προϊόν	82
Εικόνα 50 Σπόροι υποφαούς για νέα σοδειά.....	82
Εικόνα 51 Σοκολατόπιτα με υποφαές	84
Εικόνα 52 Cupcake με υποφαές	85
Εικόνα 53 Cookies με υποφαές.....	86

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1 Γεύση Σοκολατόπιτας.....	87
Γράφημα 2. Άρωμα Σοκολατόπιτας	87
Γράφημα 3 Ένταση αρώματος Σοκολατόπιτας.....	88
Γράφημα 4 Υφή Σοκολατόπιτας.....	88
Γράφημα 5 Βαθμίδα έντασης χρώματος Σοκολατόπιτας	89
Γράφημα 6 Πόσο αρεστή ήταν η Σοκολατόπιτα	89
Γράφημα 7 Γεύση Cupcakes	90
Γράφημα 8 Άρωμα Cupcakes	90
Γράφημα 9 Ένταση αρώματος Cupcakes	91
Γράφημα 10 Υφή Cupcakes	91
Γράφημα 11 Βαθμίδα έντασης χρώματος Cupcakes	92
Γράφημα 12 Πόσο αρεστά ήταν τα Cupcakes	92
Γράφημα 13 Γεύση Cookies	93
Γράφημα 14 Άρωμα Cookies	93
Γράφημα 15 Ένταση αρώματος Cookies	94
Γράφημα 16 Υφή Cookies	95
Γράφημα 17 Βαθμίδα έντασης χρώματος Cookies.....	95
Γράφημα 18 Πόσο αρεστά ήταν τα Cookies	96

Περίληψη

Οι τρέχουσες διατροφικές τάσεις αναδεικνύουν τις φυτικές δίαιτες ως ένα σημαντικό μέρος της διατροφικής συμπεριφοράς των καταναλωτών, που επιδιώκουν όλο και περισσότερο έναν υγιεινό τρόπο ζωής. Το ιπποφαές (*Hippophaë rhamnoides* L.) είναι ένα φυτό με μεγάλες αρετές, που περιέχει περισσότερα από 100 είδη ενώσεων. Είναι ένα φυτό με πολλές ιδιότητες και ποικίλες χρήσεις, σε διάφορους τομείς, αποφέροντας πολλαπλά οφέλη για την υγεία και οικονομικά πλεονεκτήματα. Η πλούσια ιστορία του ιπποφαούς συνεχίζεται σήμερα και περιλαμβάνεται στην καθημερινή διατροφή, από όλο και περισσότερους ανθρώπους για την πρόληψη και θεραπεία ασθενειών που σχετίζονται με τη διατροφή. Η μοναδικότητά του οφείλεται στη χημική του σύνθεση και στις ευεργετικές για την υγεία ιδιότητες που προκύπτουν από τη σύνθεσή του. Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί μια αναλυτική εικόνα της τρέχουσας κατάστασης της γνώσης, που είναι διαθέσιμη σχετικά με τους Ιπποφαές, παρέχοντας μια επισκόπηση των ιδιοτήτων του φυτού και μια σύνοψη των δεδομένων σχετικά με τη θρεπτική αξία του ιπποφαούς, τις ευεργετικές του ιδιότητες για την υγεία και τις ποικίλες εφαρμογές του. Με βάση τη θεωρητική αυτή εξέταση του ιπποφαούς, ακολουθεί η πειραματική διαδικασία, με στόχο τη διερεύνηση της χρήσης του ιπποφαούς ως μπαχαρικό.

Λέξεις κλειδιά: ιπποφαές, φυτική διατροφή, θρεπτική αξία, χρήσεις ιπποφαούς

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι κατασκευαστές διερευνούν νέα πρόσθετα για να βελτιώσουν τα προϊόντα τους και να καταπολεμήσουν τις σύγχρονες ασθένειες που σχετίζονται με τον τρόπο ζωής, οδηγώντας σε αυξανόμενη ζήτηση για προστιθέμενη αξία και λειτουργικά τρόφιμα. Το ιπποφαές είναι γνωστό για τα οφέλη του στην υγεία εδώ και αιώνες, καθώς περιέχει βιοδραστικές ενώσεις όπως αντιοξειδωτικά, φυτοστερόλες, απαραίτητα λιπαρά οξέα, αμινοξέα και βιταμίνες C, K και E. Έχει μοναδικό άρωμα λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας σε ζάχαρη και των πτητικών ενώσεων. Το ιπποφαές έχει επίσης αντιμικροβιακές και αντιαλλεργικές ιδιότητες, καθιστώντας το ένα πιθανό καλλυντικό ή θρεπτικό συστατικό που μπορεί να βοηθήσει στη θεραπεία διαφόρων προβλημάτων υγείας όπως όγκοι, διαβήτης, καρδιαγγειακές παθήσεις και δερματικά προβλήματα. Το φυτό χρησιμοποιείται ήδη σε διάφορα προϊόντα διατροφής όπως χυμούς, μαρμελάδες, κρασιά, πίτες και λικέρ, και τα φύλλα του χρησιμοποιούνται για τσάι. Ωστόσο, εξακολουθεί να υπάρχει ένα ερευνητικό κενό σχετικά με τη χρήση του ιπποφαούς ως μπαχαρικού, το οποίο η παρούσα διπλωματική στοχεύει να διερευνήσει μέσω πειραματικών διαδικασιών.

Ειδικότερα, σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι να δημιουργηθεί, μέσω πειραματικών διαδικασιών, σκόνη ιπποφαούς η οποία θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μπαχαρικό. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού, θα μελετηθεί η σχετική βιβλιογραφία, επιχειρώντας να απαντηθούν τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

- Ποια η διατροφική αξία της λιοφιλωμένης βιομάζας Ιπποφαούς;
- Πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί η λιοφιλωμένη βιομάζα Ιπποφαούς σε βρώσιμα προϊόντα;

Η δομή της εργασίας αποτελείται από δύο μέρη, το Θεωρητικό και το Ερευνητικό. Στο θεωρητικό μέρος, το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται σε γενικά στοιχεία του ιπποφαούς, όπως την γεωγραφική του κατανομή, την ιστορική του εξέλιξη, τη μορφολογία του φυτού και τις φυσικοχημικές τους παραμέτρους.

Το δεύτερο κεφάλαιο εστιάζει στην θρεπτική αξία του ιπποφαούς. Ειδικότερα, εξετάζονται τα κύρια θρεπτικά του συστατικά, τα λιπόφιλα και τα υδρόφιλα συστατικά του, οι αρωματικές

ενώσεις, οι βακτηριακοί και μυκητιακοί μικροοργανισμοί, όπως και οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες του φυτού.

Στο τρίτο κεφάλαιο, εξετάζονται οι εφαρμογές του ιπποφαούς σε επίπεδο θεραπευτικό – φαρμακευτικό, διατροφικό και στην κοσμετολογία. Μελετάται επίσης, το ιπποφάες στην ανάπτυξη νέων προϊόντων διατροφής.

Μετά την ολοκλήρωση του θεωρητικού μέρους, ακολουθεί το πειραματικό μέρος.

Η πειραματική διαδικασία που θα ακολουθηθεί είναι το πείραμα λιοφυλίσωσης: Θα γίνει χρήση κατεψυγμένου υλικού, το οποίο θα χωριστεί σε δείγματα, θα πολτοποιηθεί και θα τοποθετηθεί για λιοφυλίσωση σε κατάλληλο μηχάνημα. Τέλος θα θρυμματιστεί έτσι ώστε να χρησιμοποιηθεί σε συνταγές ως μπαχαρικό. Τα προσδοκώμενα αποτελέσματα της έρευνας είναι η χρήση του ιπποφαούς ως μπαχαρικό και η συμβολή της έρευνας στην ανάπτυξη νέου προϊόντος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΙΠΠΟΦΑΕΣ

1.1. Ονομασία – Γεωγραφική κατανομή φυτού

1.1.1. Ονομασία

Η επιστημονική ονομασία του ιπποφαούς, *Hippophaë rhamnoides* L., είναι ανάλογη με τις ιδιότητές του. Η εξήγηση για την ετυμολογία του διαφέρει από συγγραφέα σε συγγραφέα. Στο βιβλίο «*Sea buckthorn: A pharmacy in a plant*», οι συγγραφείς Brad, Brad & Radu (2002), εξήγησαν το σκεπτικό σύμφωνα με το οποίο στην αρχαιότητα το όνομα αναφέρεται στη χρήση των καρπών του ιπποφαούς για την εξάλειψη των εντερικών σκουληκιών στα άλογα. Από την άλλη πλευρά, ο Olas (2016) δίνει την ακόλουθη εξήγηση του ονόματος του ιπποφαούς: ίππος (άλογο) και -φάος (φως), καθώς στην αρχαία Ελλάδα, τα φύλλα του ιπποφαούς χρησιμοποιούνταν ως τροφή αλόγων για την αύξηση του βάρους τους και τη βελτίωση του λαμπερού τους τριχώματος.

Το ιπποφαές είναι γνωστό με διαφορετικά ονόματα σε όλο τον κόσμο, αντανακλώντας συχνά την περιοχή του, τα αγκάθια, το χρώμα των καρπών του ή τις επιπτώσεις στον άνθρωπο. Στις σκανδιναβικές χώρες, αναφέρεται ως η ελιά του Βορρά, ενώ στη Γερμανία ονομάζεται sanddorn και έχει διάφορα δημοφιλή ονόματα όπως ιτιά άμμου, αγκάθι της θάλασσας, αγκάθι της ακτής, αγκάθι του Ρήνου, αγκάθι λιβαδιού, επώδυνο αγκάθι, αγκάθι της φωτιάς, κοράλλι. θάμνος και κόκκινο αγκάθι. Οι Ολλανδοί αναφέρουν τον καρπό του ως «καθαρτικό φρούτο» λόγω της περιεκτικότητάς του σε οξύ που διεγείρει την εντερική διέλευση. Η ρωσική γλώσσα έχει 23 διαφορετικά ονόματα για το ιπποφαές, με το όνομα Oblepicha να υποδηλώνει σφιχτά συνδεδεμένα φρούτα. Το όνομα της πόλης του Ουζμπεκιστάν, Dzbidda, σημαίνει επίσης ιπποφαές. Άλλες ονομασίες όπως αγκάθι ή θάμνος ιτιάς σχετίζονται με τα βοτανικά χαρακτηριστικά του. Το αγγλικό όνομα, sea buckthorn, που μεταφράζεται σε αγκάθι της κατσίκας, είναι δημοφιλές στους λάτρεις του φυσικού ιπποφαούς. Στη Ρουμανία, είναι γνωστό ως ιπποφαές ποταμού, μπλε ιπποφαές, κόκκινο ιπποφαές, μεταξύ άλλων ονομάτων. (Rați & Rați, 2003).

Το ιπποφαές, που βρίσκεται στα παγωμένα ύψη των Ιμαλαΐων, είναι ένα φυλλοβόλο, αγκαθωτό είδος φυτού που μοιάζει με ιτιά, εγγενές στην Ευρώπη και την Ασία. Προτιμά να αναπτύσσεται σε χαμηλή υγρασία (Todd, 2007). Είναι ένα ταχέως αναπτυσσόμενο είδος πολλαπλών χρήσεων

που χρησιμεύει μεταξύ άλλων ως μέτρο για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, τη διατήρηση του εδάφους κ.α. Έχει μια εξαιρετική ικανότητα να αναπτύσσεται και να επιβιώνει κάτω από αντίξοες συνθήκες (-40 έως 40° C) και έχει εκτεταμένο υπόγειο ριζικό σύστημα με ισχυρή ικανότητα δέσμευσης του εδάφους, χρήσιμο για τη σταθεροποίηση του εδάφους, τον έλεγχο της όχθης ποταμού και την κατακράτηση νερού (TISC, 2001). Ο καρπός του ιπποφαούς είναι μια πολύ πλούσια πηγή βιταμινών, περιέχοντας πάνω από 190 ουσίες βιοδραστικότητας με μοναδικές φαρμακευτικές ιδιότητες (Maertz, 2006). Για αυτούς τους λόγους χαρακτηρίζεται ως «υπέροχο φυτό».

Για τους αγρότες που ζουν στα βουνά, το ιπποφάεζ προσφέρει την ευκαιρία να διατηρήσουν έναν βιώσιμο τρόπο ζωής – παρέχοντας υγιεινές τροφές, ποικιλία φαρμάκων και προστατεύοντας τη γη τους από τη διάβρωση του εδάφους (Ansari, 2003). Η χρήση του ιπποφαούς δείχνει πόσο το χαμηλό κόστος εισροών και ο προσεκτικός σχεδιασμός μπορούν να οδηγήσουν σε αρκετά σημαντικά οφέλη, αποτελώντας ένα καλό παράδειγμα βιώσιμης ανάπτυξης προσανατολισμένης στις συνθήκες ζωής του βουνού. Ως εκ τούτου, θεωρείται ως μοναδική επιλογή για την ταυτόχρονη διαχείριση πολλών προβλημάτων που πηγάζουν από την ευθραυστότητα και την ποικιλομορφία που χαρακτηρίζουν τις δυσπρόσιτες ορεινές περιοχές (Ruan & Li, 2002).

Ο γενικός όρος *ιπποφάεζ* χρησιμοποιείται για τον θάμνο-δέντρο *Hipporphae* Linn., που ανήκει στην οικογένεια *Elaeagnaceae* και την τάξη *Elaeagnales*. Με βάση τις τελευταίες ταξινομικές μελέτες, το νέο ταξινομικό σύστημα θα πρέπει να περιλαμβάνει επτά είδη και έντεκα υποείδη ιπποφαούς (Malik, Saxena, Nangyal, Zohra & Ikram, 2020):

1) *H. goniocarpa*

2) *H. gyantsensis*

3) *H. litangensis*

4) *H. neurocarpa*

i. Subsp. *neurocarpa*

ii. Subsp. *stellatopilosa*

5) *H. salicifolia*

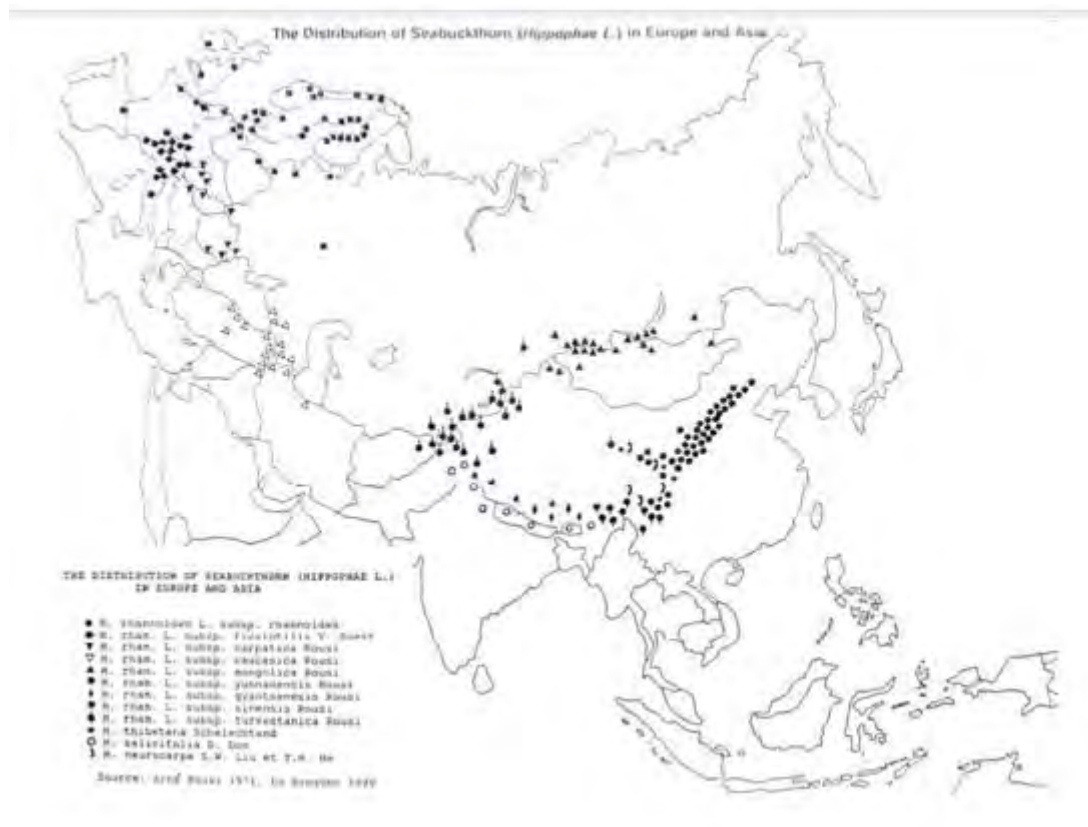
6) *H. tibetana*

7) *Hippophae rhamnoides*

- i. Subsp. *carpatica*
- ii. Subsp. *caucasica*
- iii. Subsp. *fluviatilis*
- iv. Subsp. *mongolica*
- v. Subsp. *Rhamnoides*
- vi. Subsp. *sinensis*
- vii. Subsp. *turkestanica*
- viii. Subsp. *wolongensis*
- ix. Subsp. *Yunnanensis*

1.1.2. Γεωγραφική κατανομή

Οι ειδικοί και οι μελετητές επιβεβαίωσαν ότι το γένος *Hippophae* προήλθε αρχικά από τις ορεινές περιοχές των Ιμαλαΐων και αργότερα εξαπλώθηκε σε διάφορες περιοχές της Κίνας και της Ευρασίας. Ένα μονοπάτι εκτεινόταν δυτικά και έφτασε στις Άλπεις μέσω της Κασπίας και της Μαύρης Θάλασσας πριν φτάσει στη βορειοδυτική ακτή της Σκανδιναβικής χερσονήσου. Ένα άλλο μονοπάτι εκτεινόταν βορειοδυτικά και έφτασε στη νότια Σιβηρία και τη βορειοδυτική Μογγολία, περνώντας από πολλές χώρες στην Κεντρική Ασία, την Ινδία, το Νεπάλ, το Πακιστάν και το Αφγανιστάν. Το ιπποφαές είναι κοινό φυτό σε τουλάχιστον 38 χώρες σε όλη την Ευρώπη και την Ασία, συμπεριλαμβανομένων χωρών όπως η Κίνα, η Ινδία, η Ρωσία και η Ουκρανία, και συγκεντρώνεται κυρίως στις περιοχές των Ιμαλαΐων και των Ινδουιστών-Κους της Κίνας και σε μέρη της Ευρώπης και της πρώην Σοβιετικής Ένωσης. Η κατανομή του ιπποφαούς σε όλη την Ευρώπη και την Ασία φαίνεται στον παρακάτω χάρτη (Gupta, Νεπάλ, Ghimire, Subedi & Adhikari, 2000).



Εικόνα 1 Γεωγραφική κατανομή του ιπποφαούς σε Ευρώπη και Ασία (Gupta et. al., 2000).

Το ιπποφαές έχει αξιοσημείωτη οικολογική προσαρμοστικότητα σε διάφορα υψόμετρα. Είναι σε θέση να ευδοκιμήσει σε ένα ευρύ φάσμα υψομέτρων από τις ακτές της Βαλτικής Θάλασσας στην Ευρώπη έως και τα 5200 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας στο Έβερεστ στην Ασία. Τυπικά, το ιπποφαές βρίσκεται σε εύκρατες περιοχές του κόσμου και απαντάται φυσικά σε άνυδρα, ημίξηρα και ψηλά ορεινά οικοσυστήματα. Αναπτύσσεται καλά σε περιοχές με μηνιαίες μέσες θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 15 έως 25°C κατά τον πιο ζεστό μήνα και μέγιστη ακτινοβολία σε καθαρές ημέρες της έντονης καλλιεργητικής περιόδου που κυμαίνεται από 23500 έως 26000 cal/cm². Ετήσια βροχόπτωση μεταξύ 250 και 500 mm είναι επίσης κατάλληλη για την ανάπτυξή του (Gupta et al., 2000).

1.2. Ιστορική αναδρομή

Οι πρώτοι λαοί που ανακάλυψαν τις θεραπευτικές ιδιότητες του ιπποφαούς ήταν οι, οι Κινέζοι, οι Μογγόλοι, οι Κέλτες και οι Σλάβοι. Η ιστορία του ιπποφαούς χρονολογείται από την

παραδοσιακή βοτανική και φαρμακολογική χρήση των φυτικών ειδών, η οποία τεκμηριώθηκε για πρώτη φορά στα αρχαία ελληνικά κείμενα από τον Θεόφραστο και τον Διοσκουρίδη, στην Αγιουρβέδα (κλασικό αρχαίο ινδικό σύστημα ιατρικής που γράφτηκε την περίοδο 5000-500 π.Χ.), όπου συστήνονταν να ταΐζονται τα άλογα του αγώνα με υποφαές προκειμένου να αυξηθεί η μυϊκή τους μάζα (Brad et. al., 2002). Οι αρχαίοι Έλληνες άρχισαν να χρησιμοποιούν τα μεμονωμένα στοιχεία του υποφαούς για διάφορους σκοπούς. Οι νεαροί βλαστοί και τα φύλλα χρησιμοποιήθηκαν ως ζωοτροφή, με αποτέλεσμα την γρήγορη αύξηση βάρους και ορατές βελτιώσεις στην ποιότητα των τριχών, τα οποία έγιναν πιο υγιή και λαμπερά, ειδικά στα άλογα (Xing, Yang, Dong, Wang, Wang & Kallio, 2002).

Η κλασική θιβετιανή ιατρική βιβλιογραφία, συμπεριλαμβανομένου του Rgyud Bzi (τέσσερα βιβλία της Φαρμακοποιίας), που χρονολογείται στην εποχή της δυναστείας των Τανγκ (618–907 μ.Χ.) περιλαμβάνει επίσης τα πρότυπα χρήσης του υποφαούς, τα οποία συνιστούσαν ρητά την κατανάλωση του υποφαούς για όσους ταξίδευαν σε μεγάλα υψόμετρα. Τον 8ο αιώνα μ.Χ., στο έργο «Djud-shi», που έγραψε ο διάσημος γιατρός Yuthog Yontan Gonpo, παρουσιάζονται περισσότερα από 300 φαρμακευτικά σκευάσματα από υποφαές, μόνα ή σε συνδυασμό με άλλα φυτά, μέταλλα ή ακόμα και τρόφιμα, επεξεργασμένα ως χυμός ή ως εκχυλίσματα, με τη μορφή σκόνης ή χαπιών, ως λαρδί ή λικέρ, με τη μορφή επιθεμάτων, κομπρεσών και, αλοιφών (Malinowska & Olas, 2016).

Τον 13ο αιώνα, ο Μογγόλος φαρμακολόγος Losang Que-Rei έθεσε τα θεμέλια ενός έργου 120 κεφαλαίων που συντέθηκε από τη θιβετιανή ιατρική, το οποίο περιέχει επίσης πολλές συνταγές βασισμένες στο υποφαές, μεταξύ άλλων για τη θεραπεία ασθενειών των πνευμόνων, του στομάχου και των εντέρων, του ήπατος, γυναικείων παθήσεων, ρευματικών πόνων και οιδημάτων των αρθρώσεων μάζα (Brad et. al., 2002). Οι φαρμακευτικές ιδιότητες του υποφαούς περιγράφονται εν συντομία στο "Dsejchar Migczan", ένα αρχαίο Θιβετιανό βιβλίο αναφοράς για φαρμακευτικά φυτά που βρέθηκε τον 19ο αιώνα, το οποίο περιγράφει λεπτομερώς την ιστορία της μογγολικής ιατρικής. Το υποφαές έχει σκληρυντική και βελούδινη γεύση και δρα επουλώνοντας τους πνεύμονες και το λαιμό. Γι' αυτό το συμπύκνωμα χρησιμοποιείται ο όρος «αίμα της καρδιάς του βασιλιά». Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν οι σπόροι του φυτού, που αραιώνουν το αίμα. Το παχύρρευστο εκχύλισμα από έλαιο υποφαούς, χρησιμοποιήθηκε όχι μόνο για τη ρύθμιση της βλέννας, αλλά και για τη θεραπεία αιματωμάτων και αιμορραγιών και ως διεγέρτης της δραστηριότητας του

βλεπνογόνου μέσω της ευεργετικής δράσης του στους όγκους του οισοφάγου (Niesteruk, Lewandowska, Golub, Swisłocka & Lewandowski, 2013).

Το ιπποφαές έχει αναγνωριστεί για τα πολυάριθμα οφέλη του ακόμη και στη σύγχρονη εποχή. Μάλιστα, χρησιμοποιήθηκε στην πειραματική διατροφή των Σοβιετικών κοσμοναυτών λόγω της ικανότητάς του να προστατεύει το σώμα από την κοσμική ακτινοβολία, μεταξύ άλλων ιδιοτήτων. Ως αποτέλεσμα των πολλών πιθανών χρήσεων του, το ιπποφαές έχει εισαχθεί σε διάφορες χώρες, συμπεριλαμβανομένων των ΗΠΑ, του Καναδά, της Γερμανίας, της Ρωσίας, της Κίνας και της Ουκρανίας. Σε όλη την Ευρώπη και την Κεντρική Ασία, κάθε μέρος του φυτού, συμπεριλαμβανομένων των καρπών, των φύλλων, των ριζών και του φλοιού, έχει χρησιμοποιηθεί ως τροφή, συμπληρώματα διατροφής, καύσιμα, ζωοτροφές, καλλωπιστικά, ακόμη και για σκοπούς περιφραξής. (Malinowska & Olas, 2016).

Στη Ρουμανία, οι πρώτες ερευνητικές δράσεις για το ιπποφαές σχετικά με την απόκτηση βιταμινοποιητικών συμπυκνωμάτων και την ανώτερη κεφαλαιοποίηση του ιπποφαούς ξεκίνησαν το 1953, με πρωτοβουλία του πανεπιστημιακού καθηγητή Ion Brad. Ήταν ο πρώτος ερευνητής στη Ρουμανία που μελέτησε τη βιοχημική σύνθεση των φρούτων, διεξήγαγε επιστημονικές μελέτες για τα σκευάσματα ιπποφαούς και τη χρήση τους στην ιατρική, τα τρόφιμα, τα καλλυντικά και τις ζωοτροφές. Ο πρώτος γιατρός που ασχολήθηκε επισταμένως με το ιπποφαές στη Ρουμανία, είναι ο Emanoil Grigorescu (1963), με τη διατριβή «Συμβολές στη φαρμακογνωστική και φυτοχημική μελέτη των αυτόχθονων *Hippophaë rhamnoides* L.» (Rați & Rați, 2003).

Το 2001, ιδρύθηκε η International Sea buckthorn Association (ISA), ο πρώτος διεθνής οργανισμός για την προώθηση και ανάπτυξη του ιπποφαούς. Το πρώτο Συνέδριο Ιπποφαούς πραγματοποιήθηκε από το 2003, στο Βερολίνο της Γερμανίας (Gätlan & Gutt, 2021).

1.3. Μορφολογία φυτού

Το ιπποφαές είναι ένα φυλλοβόλο, συνήθως ακανθώδες, δέντρο-θάμνος. Ανάλογα με το είδος και τη μεταβολή του μικροκλίματος, η μορφολογική δομή του ιπποφαούς παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία. Αν και το ιπποφαές είναι υδρόφυτο, ωστόσο έχει αναπτύξει ορισμένα ξεροφυτικά

χαρακτηριστικά. Το *H. tibetana* είναι ένας πυκνός πολύκλαδος θάμνος, με ύψος λιγότερο από 90 cm (Rajchal, 2009). Το *H. salicifolia* είναι μικρό δέντρο που μοιάζει με ιτιά, με ύψος 6 έως 10 m. Η φυσική του διάρκεια ζωής φαίνεται να είναι τουλάχιστον 60 έως 70.

Το ιπποφαές είναι είτε αρσενικό είτε θηλυκό, αλλά το φύλο του φυτού δεν είναι ξεκάθαρο μέχρι το στάδιο της ανθοφορίας. Τα αρσενικά παράγουν γύρη, έχουν άνθη χωρίς πέταλα και κάθε λουλούδι περιέχει τέσσερις στήμονες. Τα θηλυκά παράγουν καρπούς και σπόρους και έχουν άνθη, επίσης χωρίς πέταλα. Κάθε λουλούδι περιέχει μια ωοθήκη και ένα ωάριο. Τα άνθη του ιπποφαούς αναμειγνύονται ως επί το πλείστον με βλαστικούς οφθαλμούς και σπάνια είναι καθαρά. Οι ανθικοί οφθαλμοί εμφανίζονται κυρίως το καλοκαίρι ή το φθινόπωρο και συνήθως ανοίγουν την επόμενη άνοιξη. Ο αρσενικός ανθικός οφθαλμός αποτελείται από τέσσερα έως έξι άνθη, ενώ ο θηλυκός ανθικός οφθαλμός αποτελείται από ένα λουλούδι και σπάνια δύο ή τρία. Το φύλο του ιπποφαούς δεν μπορεί να κριθεί μέχρι να εμφανιστεί το πρώτο μπουμπούκι. Στα πρώιμα φυτά αυτό μπορεί να είναι το τρίτο έτος, αλλιώς μπορεί να συμβεί τον πέμπτο ή τον έκτο χρόνο (Rajchal, 2009). Το θηλυκό λουλούδι εξαρτάται σχεδόν εξ ολοκλήρου από τον άνεμο για επικονίαση, επειδή τόσο τα αρσενικά όσο και τα θηλυκά άνθη δεν έχουν νέκταρ και σπάνια προσελκύουν μέλισσες ή άλλα έντομα.

Το ιπποφαές δίνει έναν ιδιαίτερο καρπό, ο οποίος διαφέρει από άλλα κοινά φρούτα ή μούρα. Μορφολογικά αναπτύσσεται από μια ωοθήκη και ένα σωλήνα κάλυκα που συνδέεται στενά με την ωοθήκη. Στην πραγματικότητα, ο καρπός είναι ένας συνδυασμός ενός άσπαστου, σαρκώδους, διογκωμένου σωλήνα κάλυκα και μιας ωοθήκης. Με άλλα λόγια, ο διογκωμένος, ζουμερός σωλήνας κάλυκα είναι το πιο σημαντικό του μέρος, με οικονομική αξία. Ο χρόνος που απαιτείται από την ανθοφορία μέχρι την ωρίμανση του καρπού είναι 12 έως 15 εβδομάδες. Οι νεαροί καρποί είναι σκληροί και πρασινωποί, αλλά γίνονται μαλακοί και πορτοκαλί ή πορτοκαλοκόκκινοι καθώς ωριμάζουν. Σε αντίθεση με την πλειονότητα των καρπών που πέφτουν μακριά από το μητρικό φυτό κατά την ωριμότητα, οι καρποί του ιπποφαούς παραμένουν στο κλαδί για αρκετούς μήνες. Αυτό δίνει αρκετό χρόνο για τη συγκομιδή τους. Στο φυσικό δάσος με ιπποφαές, οι καρποί μπορούν να παραμείνουν στα κλαδιά μέχρι την επόμενη άνοιξη. Την περίοδο αυτή, οι καρποί σταδιακά συρρικνώνονται αλλά δεν πέφτουν. Ως εκ τούτου γίνονται η αγαπημένη τροφή των ζώων, ιδιαίτερα των πτηνών. Έχουν έντονη όξινη γεύση, έντονο άρωμα λεμονιού και περιέχει 60 έως 80% χυμό πλούσιο σε ζάχαρη, οργανικά οξέα, αμινοξέα, τανίνες και βιταμίνες και ο καρπός περιέχει 3-5% λάδι πολτού και 8-18% σπορέλαιο (Ciesarová, Murkovic, Cejpek, Kreps, Tobolková, Koplík et. al., 2020).



Εικόνα 2 Καρπός του Ιπποφαούς

Πηγή: <https://en.wikipedia.org/wiki/Hippophae>

Ο καρπός του ιπποφαούς δεν μπορεί να καταναλωθεί ωμός, αλλά κάνει εξαιρετικό χυμό, σιρόπι ή μαρμελάδα λόγω της έντονης οξύτητάς του. Έχει επίσης ένα μοναδικό άρωμα που θυμίζει ανανά. Ο καρπός του ιπποφαούς φαίνεται να είναι μια αξεπέραστη φυσική πηγή βιταμίνης Α και αρκετών άλλων καροτενίων, βιταμίνης Ε και αρκετών άλλων τοκοφερολών και φλαβονοειδών. Η περιεκτικότητα του χυμού σε βιταμίνη C κυμαίνεται από 300 έως 1600 mg ανά 100 g χυμού (μέσος όρος 600 mg/100 gm χυμού) (Rajchal, 2009). Με βάση μελέτες, η βιταμίνη Α είναι 3 φορές μεγαλύτερη από αυτή του καρότου και 20 φορές μεγαλύτερη από αυτή του πορτοκαλιού, η βιταμίνη C είναι 16 φορές πιο μεγάλη από εκείνη του ινδικού φραγκοστάφυλου και 30 φορές από του πορτοκαλιού και ομοίως η βιταμίνη Ε είναι 6 φορές εκείνη του λαδιού του καλαμποκιού (Brad, Brad & Radu, 2002).

Η επανορθωτική δράση του ελαίου ιπποφαούς μπορεί να οφείλεται εν μέρει στην υψηλή περιεκτικότητά του σε απαραίτητα λιπαρά οξέα, καροτίνες, τοκοφερόλες και φυτοστερόλες, τα οποία είναι όλα σημαντικά για τη διατήρηση ενός υγιούς δέρματος. Η περιεκτικότητα σε βασικά λιπαρά οξέα στο εκχύλισμα ελαίου ιπποφαούς είναι 80 έως 95%. Μεταξύ των καροτενίων που βρέθηκαν είναι τα άλφα- και βήτα-καροτένια, το λυκοπένιο, η κρυπτοξανθίνη, η ζεαξανθίνη, η ταραξανθίνη και η φυτοφλουίνη. Οι τοκοφερόλες αντιπροσωπεύονται κυρίως από βιταμίνη Ε και γάμμα-τοκοφερόλη. Οι φυτοστερόλες του ιπποφαούς περιλαμβάνουν τη βήτα-σιτοστερόλη, τη βητααμιρόλη και την εριθροδιόλη (Ji, Gong, Li, Wang & Li, 2020).

Ο σπόρος του ιπποφαούς είναι ένας μονόσπερμος καρπός. Ο σπόρος έχει ωοειδές σχήμα, με μήκος 4 έως 7 mm, πλάτος 2,5 έως 3,5 mm και πάχος 1,6 έως 2,2 mm. Το δέρμα του σπόρου

είναι γκριζοκαφέ ή σκούρο καφέ, δερματώδες και λαμπερό. Ο σπόρος περιβάλλεται από ένα ωοθηκικό τοίχωμα που μοιάζει με περγαμνή. Ο σπόρος *H. salicifolia* είναι σφαιρικός και φαίνεται σχισμένος στη μία πλευρά με μήκος 3 έως 4,5 mm, πλάτος 2,5 έως 3 mm πλάτος και 1,5 έως 2 mm πάχος. Έχει ξινή γεύση (Ansari, 2003).



Εικόνα 3 Ο σπόρος του *H. salicifolia*

Πηγή: <https://eu.rezosbrands.com/wp-content/uploads/2019/03/Seabuckthorn-Hippophae-salicifolia-Management-Guide.pdf>

Το ιπποφαές ανήκει στην ομάδα των θερμόφιλων φυτών. Η ιδανική θερμοκρασία για τη βλάστηση του σπόρου είναι 24° έως 26° C (Ansari, 2003). Ο σπόρος του *H. salicifolia* αντιπροσωπεύει μόνο το 10% του συνόλου του καρπού. Η κύρια χημική σύνθεση του σπόρου του ιπποφαούς είναι οι υδατάνθρακες, τα λιπίδια (λίπος) και οι πρωτεΐνες. Ο σπόρος περιέχει 10 έως 20% λάδι ανάλογα με το είδος του φυτού (Singh, 2001). Το *H. tibetana* περιέχει 19,5% λάδι, που είναι το υψηλότερο μεταξύ όλων των ειδών του ιπποφαούς. Το σπορέλαιο περιέχει 12% έως 20% κορεσμένα λιπαρά οξέα και 88,3% έως 89,1% ακόρεστα λιπαρά οξέα, ιδιαίτερα λινολενικό οξύ (32,3%), λινολεϊκό οξύ (40,8%) και ελαϊκό οξύ (15%) (Singh, 2001). Άλλα συστατικά του σπορέλαιου είναι η γ- και α- τοκοφερόλη. Οι βιταμίνες A, E και K που υπάρχουν στο σπορέλαιο χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς των τροφίμων, των φαρμάκων και των καλλυντικών.

Τα φύλλα του ιπποφαούς είναι μικρά (συνήθως μήκους 3 έως 8 cm και πλάτους 0,4 έως 1 cm), εναλλασσόμενα, γραμμικά, λογχοειδή και καλύπτονται στην πίσω πλευρά με ασημί αστρικά λέπια που αντανακλούν την ηλιοφάνεια και μειώνουν την απώλεια υγρασίας (Todd, 2007). Τα

φύλλα του ιπποφαούς χρησιμοποιούνται για την παρασκευή διαφόρων προϊόντων λόγω του γεγονότος ότι τα φύλλα περιέχουν πολλά θρεπτικά συστατικά και βιοδραστικές ουσίες.



Εικόνα 4 Τα φύλλα του *H. salicifolia*

Πηγή: <https://eu.rezosbrands.com/wp-content/uploads/2019/03/Seabuckthorn-Hippophae-salicifolia-Management-Guide.pdf>

Ανάλογα με το είδος, το ιπποφαές είναι είτε θάμνος είτε δέντρο. Είναι σκληρό, ξυλώδες, όρθιο, πολύτοκο, κυλινδρικό, πολυετές, αγκαθωτό και κηρώδες σε νεαρό στάδιο. Το νεαρό στέλεχος είναι συνήθως ασημί λευκό και λείο, καλυμμένο με λευκά λέπια και πολυκύτταρες τρίχες, οι οποίες εξαφανίζονται καθώς το στέλεχος ωριμάζει. Η δευτερογενής ανάπτυξη ξεκινά μόνο τον πρώτο χρόνο, επομένως είναι πολύ δύσκολο να βρεθεί ένα στέλεχος χωρίς δευτερογενή ανάπτυξη (Dwivedi, Singh & Ahmed, 2006).

Το ιπποφαές, όπως υποδηλώνει το όνομα, είναι ένα πολύ αγκαθωτό φυτό. Τα αγκάθια του είναι πολύ σκληρά και σύνθετα, που προκύπτουν ως προσαρτήματα από το στέλεχος. Κάθε κλάδος του στελέχους καταλήγει σε ένα αγκάθι. Τα αγκάθια είναι εξαιρετικά δερματικά με κηρώδη εξωτερική επιφάνεια καλυμμένη με λευκά και καφέ λέπια. Η ένταση του αγκάθου έχει βρεθεί ότι κυμαίνεται από 1-5 αγκάθια/cm² (Dwivedi et al, 2006).



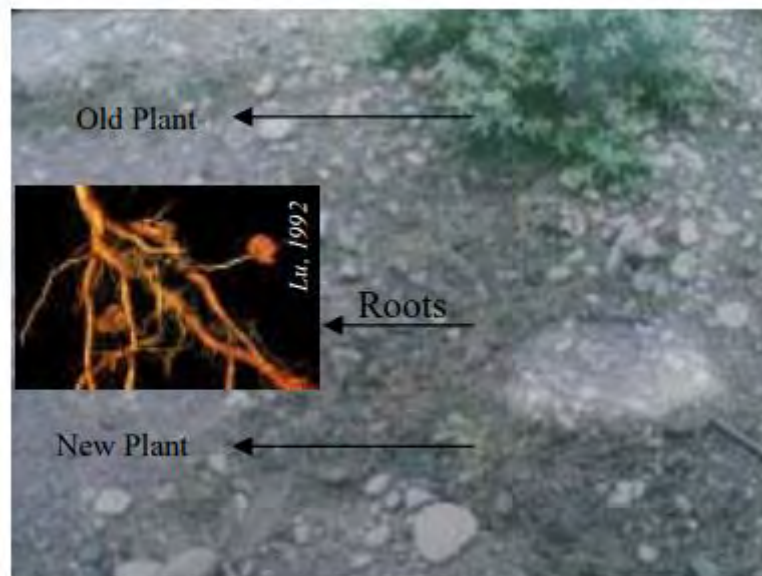
Εικόνα 5 Το φυτό Ιπποφαές



Εικόνα 6 Το φυτό Ιπποφαές

Πηγή: <https://www.ebben.nl/en/treecbb/hirhamno-hippophae-rhamnoides/>

Επίσης, το ιπποφαές έχει ένα ισχυρό και καλά ανεπτυγμένο ριζικό σύστημα, με πρωτογενείς, δευτερογενείς και τριτογενείς ρίζες καλυμμένες με τρίχες ρίζας, που είναι πιο εμφανείς στο κορυφαίο τμήμα. Περίπου το 80% των ριζών τροφοδοσίας του βρίσκονται στο φυτικό έδαφος (0,2 έως 0,8 m) βοηθώντας στην πρόληψη της διάβρωσης (Dwivedi et al, 2006).



Εικόνα 7 Το ριζικό σύστημα του *H. salicifolia* του πρώτου χρόνου

Πηγή: <https://eu.rezosbrands.com/wp-content/uploads/2019/03/Seabuckthorn-Hippophae-salicifolia-Management-Guide.pdf>

Το ριζικό σύστημα του ιπποφαούς είναι τόσο εκτεταμένο που οι ρίζες του μπορούν να διακλαδιστούν πολλές φορές σε μια καλλιεργητική περίοδο και να σχηματίσουν ένα πολύπλοκο δίκτυο ριζών. Οι οριζόντιες ρίζες έχουν επίσης ρίζες (υπόγεια μπουμπούκια) που φυτρώνουν και δημιουργούν ένα άλλο φυτό. Με αυτόν τον τρόπο, οι θάμνοι του ιπποφαούς παίζουν σημαντικό ρόλο στην προστασία των όχθων ποταμών, στην πρόληψη των πλημμυρών και στην απόφραξη της λάσπης, η οποία διαφορετικά θα ξεβραζόταν με μια πλημμύρα. Ένας συμβιωτικός μυκορριζικός μύκητας, ο οποίος αναγνωρίζεται ως *Flankia* (Actinomycetes), έχει βρεθεί στις ρίζες του ιπποφαούς. Αυτή η συμβίωση μεταξύ του μύκητα και του ιπποφαούς έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό οξειδίων ρίζας που μπορεί να καθορίσει τη μέγιστη ποσότητα ατμοσφαιρικού αζώτου. Υπολογίζεται ότι η ικανότητα των ριζών του ιπποφαούς να δεσμεύουν το άζωτο είναι διπλάσια από αυτή της σόγιας (Todd, 2007). Εκτός από τη στερέωση του αζώτου, ο πολυετής όζος της ρίζας έχει τη λειτουργία να μετατρέπει τη δύσκολα διαλυόμενη οργανική και ανόργανη ύλη σε απορροφήσιμη κατάσταση.

1.4. Φυσικές και χημικές παράμετροι

Υπάρχουν πάνω από 190 ταυτοποιημένες βιοδραστικές ουσίες που βρίσκονται στο ιπποφάες και 60 μη αναγνωρισμένες (Maertz, 2006). Ο παρακάτω πίνακας περιγράφει τα κύρια συστατικά του ιπποφαούς.

Κύρια συστατικά του Ιπποφαούς	
Κύρια συστατικά	Περιεχόμενο
<u>Καρπός</u>	
Χρώμα	Κίτρινο, πορτοκαλί έως πορτοκαλί κόκκινο
Σχήμα	Στρογγυλό, ωοειδές, ωοειδές
Βάρος καρπού	10-16 gm /100
Ποσοστό εξαγωγής χυμού φρούτων	64 – 75%
Βιταμίνη C σε χυμό φρούτων	1161,1 – 1302,5 mg/100 g
Βιταμίνη A σε χυμό φρούτων	0,75 mg/100 g
Καροτενοειδή σε χυμό φρούτων	7,2 – 7,4 mg/100 g
Διαλυτά στερεά σε χυμό φρούτων	15,92 – 17,66
Καροτενοειδές σε έλαιο υπολειμμάτων φρούτων	1570 mg/100 g
Ολική φλαβόνη σε χυμό φρούτων	365 – 885 mg/100 g
Ολική φλαβόνη σε φρέσκα φρούτα	354 mg/100 g
Πρωτεΐνη στα φρούτα	34,6%
Ολική ζάχαρη	6,29%
Οργανικό οξύ	4,35%
Νάτριο	41,28 mg/kg φρούτου
Κάλιο	1499,96 mg/kg φρούτου
Ασβέστιο	383 mg/kg φρούτου
Σίδηρος	11,68 mg/kg φρούτου
Μαγνήσιο	47,7 mg/kg φρούτου
Ψευδάργυρος	0,94 mg/kg φρούτου
Φώσφορος	0,02%
<u>Σπόροι</u>	
Σπόροι	6,54%

Λάδι σε σπόρους	10,37 – 19,51%
Βιταμίνη Ε σε σπορέλαιο	101,5 – 277,6 mg/100 gm
Βιταμίνη C σε σπόρους	149 mg/100 g
Πρωτεΐνη σε σπόρους	21,66%
Ολική ζάχαρη	5,84%
Καροτενοειδή σε σπόρους	3,3 mg/100 gm
Οργανικό οξύ	0,94%
Κορεσμένα λιπαρά οξέα %	12 – 20%
Ακόρεστα λιπαρά οξέα %	88,3 – 89,1%
Λινολενικό οξύ	32,3%
Λινολεϊκό οξύ	40,8%
ελαϊκό οξύ	15%
<u>Πολτός</u>	
Λάδι σε πολτό φρούτων	8,44%
Καροτενοειδές σε λάδι πολτού φρούτων	764 mg/100 g
Βιταμίνη Ε σε λάδι πολτού φρούτων	255 – 435 mg/100 g
Οργανικό οξύ	4,4%
Ολική ζάχαρη	7,17 %
<u>Φύλλα</u>	
Ολική φλαβόνη στα φύλλα	876 mg / 100 γρ
Πρωτεΐνη στα φύλλα	17,43 – 24,13 %

Πηγή: Dwivedi et al, 2006.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Η ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ ΙΠΠΟΦΑΟΥΣ

Το ιπποφαές είναι ένα πολύτιμο φυτό, που έχει χαρακτηριστεί υπερτροφή, καθώς περιέχει περισσότερες από 190 θρεπτικές ουσίες. Έρευνα που διεξήχθη παγκοσμίως έχει δείξει ότι τα φύλλα, οι καρποί και οι βλαστοί του ιπποφαούς περιέχουν μια σειρά από βιολογικά δραστικές ουσίες με ουσιαστικό ρόλο στη ρύθμιση του μεταβολισμού (Raṭi & Raṭi, 2003). Τα φρούτα του ιπποφαούς είναι από τα πιο σύνθετα διατροφικά. Τα μούρα του ιπποφαούς είναι γνωστά για την υψηλή διατροφική τους αξία, καθώς περιέχουν μια ποικιλία βασικών θρεπτικών συστατικών, συμπεριλαμβανομένων πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, προβιταμινών A, C, E και πολυάριθμων βιοδραστικών ενώσεων. Το μεσοκάρπιο του καρπού είναι ιδιαίτερα πλούσιο σε καροτενοειδή, φαινολικές ενώσεις, ελεύθερες και εστεροποιημένες στερόλες, τριτερπενόλες και ισοπρενόλες. (Madawala, Brunius, Adholeya, Tripathi, Hanhineva, Hajazimi, Shi, Dimberg & Landberg, 2018).

Η φυτοχημική και θρεπτική σύνθεση των μούρων του ιπποφαούς διαφέρει σημαντικά ανάλογα με το είδος, τα συστατικά που αναλύονται, τις κλιματικές συνθήκες και τις συνθήκες ανάπτυξης, τον βαθμό ωρίμανσης, τις συνθήκες αποθήκευσης, τον χρόνο συγκομιδής και τη μέθοδο επεξεργασίας και ανάλυσης (Kuhkheil, Naghdi Badi, Mehrafarin & Abdossi, 2017).

2.1. Κύρια θρεπτικά συστατικά

2.1.1. Λιπίδια και Λιπαρά Οξέα

Όσον αφορά τη φυσική του δομή, τα μούρα του ιπποφαούς αποτελούνται από σπόρους (που αποτελούν το 23% του βάρους τους), πολτό (που αποτελεί το 68% του βάρους τους) και δέρμα (που αποτελεί το 8% του βάρους τους). Ένα αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό των καρπών του ιπποφαούς είναι ότι περιέχουν σημαντική ποσότητα λαδιού ως φυσικό συστατικό του καρπού. Το πιο πολύτιμο συστατικό των καρπών του ιπποφαούς είναι το λάδι που περιέχουν, το οποίο προέρχεται από δύο πηγές: το σπορέλαιο και το λάδι που βρίσκεται στον πολτό των φρούτων, με το δεύτερο να υπάρχει σε μεγαλύτερες ποσότητες από το πρώτο (Li & Beveridge, 2003; Dulf, 2012).

Γενικά, το λάδι στο κλάσμα πολτού/φλοιού συνδυάζεται λόγω δυσκολιών διαχωρισμού. Τόσο το σπορέλαιο όσο και το έλαιο από τον πολτό του καρπού, έχουν υψηλή ολική περιεκτικότητα σε λιπίδια. Η σύνθεση των ελαίων σπόρων ιπποφαούς και πολτού ποικίλλει ανάλογα με το υποείδος, την προέλευση, τις δραστηριότητες φροντίδας των καλλιεργειών, τον χρόνο συγκομιδής των καρπών και τη μέθοδο εκχύλισης. Ο Dulf F. (2012), ανέφερε την περιεκτικότητα σε λάδι σε δημητριακά ολικής αλέσεως, πολτό και σπόρους διαφορετικών ποικιλιών ιπποφαούς στη Ρουμανία (*carpatica* ssp.): 45–84 g/kg σε δημητριακά ολικής αλέσεως, 45–88 g/kg στον πολτό και 106–135 g/kg στους σπόρους. Η απόδοση της εκχύλισης λαδιού διαφέρει ανάλογα με τη μέθοδο ξήρανσης των συστατικών μερών του καρπού: 36% για τον πολτό ιπποφαούς που έχει ξηρανθεί σε ρεύμα αέρα, σε σύγκριση με 16% για τον λυοφιλοποιημένο πολτό (w/w), ενώ για τους σπόρους οι τιμές ήταν παρόμοιες: 11% και 12%, αντίστοιχα (w/w) (Dulf, 2012).

Το ιπποφάες έχει ουδέτερα λιπίδια που αποτελούνται κυρίως από κερίδια (εστέρες C20-C26 λιπαρών οξέων με αλειφατικές αλκοόλες), τα οποία είναι άφθονα στη φλούδα και τους σπόρους των φρούτων, υδρογονάνθρακες C23-C29 (που βρίσκονται κυρίως στο επιφανειακό στρώμα του δέρματος) και φυτοστερόλες, που περιλαμβάνουν 70-100% β-σιτοστερόλη, α- και β-αμυρίνες, ερυθροδιόλη και άλλα συστατικά του μη σαπωνοποιήσιμου λιπιδικού κλάσματος των σπόρων. Το έλαιο ιπποφαούς, το οποίο αποτελείται κυρίως από έλαιο σπόρων και πολτού φρούτων, είναι γνωστό για την υψηλή περιεκτικότητά του σε παλμιτολεϊκό οξύ, το οποίο αποτελεί περίπου το 35% του ελαίου. Το παλμιτολεϊκό οξύ είναι ένα σπάνιο και πολύτιμο οξύ που αποτελεί συστατικό του λίπους του δέρματος και είναι γνωστό για την ικανότητά του να υποστηρίζει τον κυτταρικό ιστό και να επιταχύνει την επούλωση των πληγών, καθώς και για τις υποχοληστερολαιμικές και υπογλυκεριδαιμικές του δράσεις. Το έλαιο σπόρων ιπποφαούς χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ (περίπου 17%) και αναλογία 1:1 ωμέγα-3 (άλφα-λινολενικό οξύ) προς ωμέγα-6 (λινελαϊκό οξύ), που είναι περίπου 34% και 31% , αντίστοιχα. Η ισορροπία μεταξύ ωμέγα-6 και ωμέγα-3, η οποία είναι ιδιαίτερα σημαντική για τη ρύθμιση χιλιάδων μεταβολικών λειτουργιών, είναι σχεδόν ισοδύναμη στο έλαιο ιπποφαούς. (Bal et. al, 2011; Yang & Kallio, 2002).

Το έλαιο σπόρων ιπποφαούς και το έλαιο πολτού έχουν διαφορετικές συνθέσεις λιπαρών οξέων. Το παλμιτικό οξύ, ένα κορεσμένο λιπαρό οξύ, βρίσκεται κυρίως στο πολτοέλαιο, ενώ το σπορέλαιο περιέχει ακόρεστα λιπαρά οξέα του τύπου C18, όπως το λινολεϊκό οξύ (18:2) και το λινολενικό οξύ (18:3) (Kallio et al. , 2002). Το παλμιτολεϊκό οξύ, το παλμιτικό οξύ και

το ελαϊκό οξύ είναι τα κύρια λιπαρά οξέα που βρίσκονται στο έλαιο πολτού ιπποφαούς (Bal et al., 2011).

Η σύνθεση λιπαρών οξέων του καρπού του ιπποφαούς και των μερών του μελετήθηκε από τον Dulf (2012). Η ποσότητα του λαδιού στα διάφορα μέρη του καρπού ποικίλλει, με τη μεγαλύτερη ποσότητα στους σπόρους (106-135 g λάδι/kg). Η σύνθεση του ολικού ελαίου φρούτων είναι παρόμοια με εκείνη του πολτού/ελαίου δέρματος λόγω της κυριαρχίας του πολτού και του φλοιού στα φρούτα. Τα επίπεδα λιπαρών οξέων στο έλαιο και τη φλούδα του ιπποφαούς διέφεραν πολύ μεταξύ των έξι ποικιλιών που μελετήθηκαν. Το παλμιτικό, το ελαϊκό και το παλμιτολεϊκό οξύ ήταν τα κυρίαρχα λιπαρά οξέα στα έλαια πολτού/φλούδας ιπποφαούς, με μικρές ή ελάχιστες ποσότητες άλλων λιπαρών οξέων που ανιχνεύθηκαν. Τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα ήταν η πιο άφθονη κατηγορία λιπαρών οξέων (53-70%), ακολουθούμενα από τα κορεσμένα λιπαρά οξέα (26-41%) και μετά τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (3-7%). (Dulf, 2012).

Διάφοροι συγγραφείς έχουν αναφέρει παρόμοια ποσοστά παλμιτικού οξέος (στην ποικιλία ινδικού καλοκαιριού και *H. rhamnoides* (Ινδία)), βακσενικού οξέος (στην ποικιλία ινδικού καλοκαιριού και υποείδος *sinensis*) και α-λινολενικού οξέος (στο Ινδικό-καλοκαίρι ποικιλία, *H. rhamnoides* (Ινδία) και *H. salcifolia*) σε έλαιο πολτού ιπποφαούς. Τα έλαια πολτού ιπποφαούς από υποείδη στη Φινλανδία, την Κίνα και τον Καναδά έχουν συνήθως υψηλότερα επίπεδα παλμιτολεϊκού οξέος και χαμηλότερα επίπεδα ελαϊκού οξέος, εκτός από το είδος *H. tibetana*, το οποίο είχε παρόμοιες αναλογίες ελαϊκού οξέος με το *H. carpatica* (Yang & Kallio, 2002, Kallio et al., 2002).

Τα έλαια σπόρων ιπποφαούς αποτελούνται κυρίως από λινολεϊκό, α-λινολενικό, ελαϊκό, παλμιτικό και στεατικό οξύ, με μικρές ποσότητες ή ίχνη από βακένιο, παλμιτολεϊκό, αραχιδικό, εικοσανοϊκό, μυριστικό, πενταδεκανοϊκό και μαργαρικό οξύ. Τα έλαια σπόρων ιπποφαούς είναι αξιοσημείωτα για τα εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα παλμιτολεϊκού οξέος (0,1–0,5%). Οι συγκεντρώσεις του ελαϊκού οξέος (13-21%) και του λινολεϊκού οξέος (33-43%) στα σπορέλαια παρουσιάζουν μεγάλες αποκλίσεις. Σε σύγκριση με τα έλαια πολτού, τα σπορέλαια έχουν υψηλότερες αναλογίες πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (65–72%) και χαμηλότερα επίπεδα μονοακόρεστων λιπαρών οξέων (16–21,5%) και κορεσμένων λιπαρών οξέων (11–16%), αντίστοιχα (Dulf, 2012).

Το υψηλό ποσοστό παλμιτολεϊκού οξέος, το οποίο είναι ασυνήθιστο για ένα φυτικό έλαιο, διακρίνει τα έλαια πολτού/δέρματος υποφαούς από αυτά των σπόρων υποφαούς. Το παλμιτολεϊκό οξύ είναι ένα σημαντικό συστατικό των επιδερμικών λιπιδίων του ανθρώπινου δέρματος και ως εκ τούτου, το έλαιο πολτού από υποφαές χρησιμοποιείται συχνά σε καλλυντικά γαλακτώματα. Οι ευεργετικές επιδράσεις του παλμιτολεϊκού οξέος στην υγεία του δέρματος και του βλεννογόνου έχουν αποτελέσει αντικείμενο πολυάριθμων μελετών, οι οποίες βασίζονται στην παρουσία ωμέγα-7 και στις δύο αυτές δομές του σώματος (Yang & Kallio, 2002; Pallavee & Ashwani, 2017).

Το υποφαές είναι μια εξαιρετική πηγή φυτοστερολών που έχει αποδειχθεί ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στην πρόληψη καρδιαγγειακών παθήσεων που προκαλούνται από υπερχοληστερολαιμία. Πρόσφατη έρευνα έχει επικεντρωθεί στη β-σιτοστερόλη, μια φυτοστερόλη που βρίσκεται στο υποφαές, για τα φυσιολογικά οφέλη του, συμπεριλαμβανομένης της μείωσης της συχνότητας εμφάνισης καρκίνου (Ciesaroná et al., 2020). Οι φυτοστερόλες αποτελούν την πλειοψηφία του σαπωνοποιησίμου κλάσματος των ελαίων υποφαούς (Li & Beveridge, 2003). Τα μούρα του υποφαούς περιέχουν μεταξύ 2,2% και 8,8% στερόλες, με τη β-σιτοστερόλη να είναι η πιο άφθονη, που αντιπροσωπεύει το 57-76% των συνολικών στερολών στους σπόρους και το 61-83% στα μαλακά μέρη (Ciesaroná et al., 2020). Το υποφαές περιέχει τουλάχιστον 17 τύπους στερολών, με τη δ-5-αβεναστερόλη και την ομπουσιφολιόλη να είναι οι πιο σημαντικές φυτοστερόλες στους σπόρους (15-17% των συνολικών στερολών) και η στιγμαστα-8-εν-3β-όλη να είναι σημαντική στα μαλακά μέρη και ολόκληρα φρούτα (5-6% και 8-10%, αντίστοιχα) (Zheng et al., 2017). Το υποφαές είναι πιο πλούσια πηγή β-σιτοστερόλης από άλλα δημοφιλή έλαια, όπως το ηλιέλαιο και το παρθένο ελαιόλαδο, και περιέχει τέσσερις έως είκοσι φορές περισσότερες φυτοστερόλες από το σογιέλαιο (Ciesaroná et al., 2020). Επομένως, το υποφαές πρέπει να αναγνωριστεί ως σημαντική διατροφική πηγή φυτοστερολών.

2.1.2. Υδατάνθρακες και φυτικές ίνες

Ένα από τα κύρια συστατικά της ξηρής ύλης του καρπού του υποφαούς είναι οι υδατάνθρακες. Πρόσφατες έρευνες έχουν αναφέρει συνολική περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες, από 400 και 600 g/kg ξηρού βάρους (Stobdan, Yadav, Mishra, Chaurasia & Srivastava, 2011).

Η περιεκτικότητα σε διαλυτά σάκχαρα κυμαίνεται από 9,3 έως 22,74°Brix για τον χυμό του ιπποφαούς (Li & Beveridge, 2003). Αυτή η διακύμανση, οφείλεται στον χρόνο συγκομιδής των καρπών και στον βαθμό ωρίμανσης τους. Μπορούν να συλλεχθούν το φθινόπωρο, σε πλήρη ωριμότητα ή το χειμώνα, μετά την κατάψυξη των καρπών. Επιπλέον, η περιεκτικότητα σε ζάχαρη ποικίλλει ανάλογα με την προέλευση και το γενετικό υπόβαθρο του φυτού (Pallavee & Ashwani, 2017).

Η περιεκτικότητα σε ζάχαρη στα μούρα του ιπποφαούς ποικίλλει μεταξύ 27-58 g/kg DW και αυξάνεται κατά την ωρίμανση των μούρων. Συνολικά, το 90% των σακχάρων στις κινεζικές και ρωσικές ποικιλίες είναι γλυκόζη και φρουκτόζη, σε σύγκριση με τις φινλανδικές ποικιλίες, όπου η γλυκόζη και η φρουκτόζη αποτελούν το 60% των σακχάρων. Κατά τη σύγκριση υποειδών, το *sinensis* βρέθηκε να έχει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε σάκχαρα στον χυμό πολτού, έως και 105 ± 36 g/L (Stobdan et. al, 2011).

Σε γενικές γραμμές, οι υδατάνθρακες που περιέχονται στα μούρα του ιπποφαούς είναι κυρίως γλυκόζη και φρουκτόζη, με μικρές ποσότητες ξυλόζης, μαννιτόλης, σορβιτόλης, ξυλιτόλης, σακχαρόζης και αιθυλικής γλυκόζης (Pallavee & Ashwani, 2017). Οι Yang et al. (2011) προσδιόρισαν μια μεθυλινοσιτόλη, εκτός από την αιθυλική γλυκόζη, ένα μοναδικό παράγωγο σακχαρίτη στα μούρα του ιπποφαούς. Επιπλέον, η κυκλιτόλη είναι ένα λειτουργικό συστατικό με πιθανό ρόλο στη σάρωση των ριζών υδροξυλίου (Yang, Zheng & Kallio, 2011).

Τα σάκχαρα, σε συνδυασμό με οργανικά οξέα, μπορεί να επηρεάσουν αποτελεσματικά τις αισθητηριακές ιδιότητες των μούρων του ιπποφαούς, που παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιλογή τους από τους καταναλωτές (Pallavee & Ashwani, 2017). Καθώς τα μούρα του ιπποφαούς έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα και υψηλή οξύτητα, ένας σημαντικός παράγοντας για τη βελτίωση της γεύσης των μούρων του ιπποφαούς είναι η υψηλή αναλογία ζάχαρης/οξέος (Zheng, Kallio, Linderborg & Yang, 2011), η οποία ποικίλλει ανάλογα με τις αλλαγές στο γεωγραφικό πλάτος και υψόμετρο.

Επιπλέον, μία από τις σημαντικές πτυχές του ιπποφαούς είναι η υψηλή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες, η οποία ποικίλλει ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και την ωριμότητα των μούρων. Το επίπεδο των ακατέργαστων ινών στο ιπποφάες είναι μεταξύ 62 g/kg ξηρού βάρους και 100 g/kg ξηρού βάρους. Οι Jaroszewska et al, ανέφεραν ότι το ιπποφάες έχει άφθονη περιεκτικότητα σε διαιτητικές ίνες. Τα κλάσματα των διαιτητικών ινών στα μούρα του

ιπποφαούς κατανέμονται ως εξής: 160–200 g/kg ξηρού βάρους ουδέτερων ινών, 120–145 g/kg ξηρού βάρους όξινων ινών, 50–70 g/kg ξηρού βάρους όξινης λιγνίνης, 45 –55 g/kg ξηρού βάρους ημικυτταρίνης και 60–75 g/kg ξηρού βάρους κυτταρίνης (Jaroszewska, Biel & Telesinski, 2018).

Οι πολυσακχαρίτες των μούρων του ιπποφαούς είναι ένας ιδιαίτερα μη αμυλώδης τύπος πολυσακχαριτών, που αποτελείται από κυτταρίνη, ημικυτταρίνες, πηκτίνη και υδροκολλοειδή, που μαζί με τη λιγνίνη αποτελούν τα κύρια συστατικά των διαιτητικών ινών. Μόνο οι σπόροι του ιπποφαούς περιέχουν άμυλο, έναν διαιτητικό πολυσακχαρίτη με υψηλή πεπτικότητα στο ανθρώπινο λεπτό έντερο, σε ποσότητα 49 g/kg ξηρού βάρους. Τόσο η φλούδα όσο και ο πολτός περιέχουν πηκτίνη, σε πολύ μικρότερες ποσότητες 5 g/kg ξηρού βάρους και 15 g/kg ξηρού βάρους, αντίστοιχα. Η περιεκτικότητα σε ακατέργαστες ίνες στους σπόρους είναι 130 g/kg ξηρού βάρους, στη φλούδα 66 g/kg ξηρού βάρους και στον πολτό 47 g/kg ξηρού βάρους (Piłat, Bieniek & Zadernowski, 2014).

2.1.3. Πρωτεΐνες και Αμινοξέα

Διάφορα μέρη του ιπποφαούς (σπόροι, φύλλα, φλοιός κλπ.) έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Οι πιο σημαντικές ποσότητες πρωτεΐνης (κατά μέσο όρο 15%) βρίσκονται στα φύλλα του ιπποφαούς και για το λόγο αυτό, χρησιμοποιούνται ως μη συμβατική πηγή πρωτεΐνης στην ανθρώπινη τροφή ((Piłat et. al, 2014).

Η κατανομή της πρωτεΐνης στα μούρα του ιπποφαούς ποικίλλει σημαντικά σε συγκεκριμένα μέρη, με τους σπόρους του να θεωρούνται μοναδική πηγή πρωτεΐνης. Στα είδη του μογγολικού άγριου ιπποφαούς, περίπου το 38% της συνολικής πρωτεΐνης βρέθηκε στους σπόρους, ενώ οι σπόροι αντιπροσώπευαν το 7,2% των φρέσκων μούρων (Uransanaa, Gerel, Jamyansan & Dash, 2003).

Σε σύγκριση με άλλες ποικιλίες μούρων, τα μούρα του ιπποφαούς χαρακτηρίζονται από σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (Xing et. al, 2002). Επιπλέον, τα επίπεδα πρωτεΐνης στον χυμό του ιπποφαούς είναι αρκετά υψηλά για έναν χυμό φρούτων. Η πηγή ωχρότητας στους περισσότερους χυμούς οφείλεται στην παρουσία κυτταρικών υπολειμμάτων,

αλλά σε μεγάλο βαθμό στην παρουσία κυτταρικών μεμβρανών, που περιέχουν σημαντικές πρωτεΐνες και δίνουν μια σταθερή θολότητα στο χυμό (Li & Beveridge, 2003).

Ο χυμός φρούτων από ιπποφάες περιέχει μια μεγάλη ποικιλία από ελεύθερα αμινοξέα, με 18 από τα 22 γνωστά αμινοξέα που προσδιορίζονται σε αυτό το φυτό. Τα μισά από αυτά τα αμινοξέα είναι απαραίτητα, παίζοντας κρίσιμους ρόλους σε διάφορες σωματικές διαδικασίες του ανθρώπου. Μεταξύ των βασικών αμινοξέων που βρίσκονται στον χυμό του ιπποφαούς, οκτώ αναγνωρίζονται ως κρίσιμα για την ανθρώπινη υγεία, συμπεριλαμβανομένων της θρεονίνης, της βαλίνης, της μεθειονίνης, της λευκίνης, της λυσίνης, της τρυπτοφάνης, της ισολευκίνης και της φαινυλαλανίνης (Stobdan et al., 2011). Η λευκίνη και η λυσίνη, που είναι ανεπαρκείς στις περισσότερες άλλες φυτικές τροφές, υπάρχουν στο ιπποφάες. Η μεθειονίνη και η κυστεΐνη βρέθηκαν να είναι τα περιοριστικά αμινοξέα (Stobdan et al., 2011). Όπως οι Stobdan et al. (2011) αναφέρθηκε ότι η ασπαραγίνη είναι το πιο άφθονο αμινοξύ στο ιπποφάες, ακολουθούμενη από το γλουταμινικό οξύ και την αλανίνη. Η υψηλή περιεκτικότητα σε βασικά αμινοξέα και η πλήρης γκάμα πρωτεϊνογόνων αμινοξέων στο ιπποφάες το κατατάσσουν ως μια σχετικά υψηλής ποιότητας πηγή φυτικής πρωτεΐνης (Olas, 2016).

2.1.4. Οργανικά Οξέα

Οι καρποί του ιπποφαούς είναι μια πλούσια πηγή οργανικών οξέων, που αποτελούνται κυρίως από μηλικό και κινικό οξύ, τα οποία αντιπροσωπεύουν περίπου το 90% όλων των οξέων φρούτων από διαφορετικές πηγές. Υπάρχουν σημαντικές διακυμάνσεις στη συγκέντρωση αυτών των οξέων μεταξύ των διαφορετικών τύπων ιπποφαούς. Τα επίπεδα ολικής οξύτητας στο ρωσικό υποείδος *Hipporhaë rhamnoides* L. είναι σχετικά χαμηλά, κυμαίνονται από 2,1 έως 3,2 g/100 mL, ενώ οι φινλανδικοί γονότυποι εμπίπτουν σε ένα ενδιάμεσο εύρος από 4,2 έως 6,5 g/100 mL. Από την άλλη πλευρά, οι κινεζικοί γονότυποι του ιπποφαούς παρουσιάζουν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις οργανικών οξέων με εύρος μεταξύ 3,5 και 9,1 g/100 mL (Bal et. al, 2011).

2.1.5. Μεταλλικά Στοιχεία

Το ιπποφάες θεωρείται πολύτιμη πηγή βασικών μετάλλων (Ciesaróna et. al, 2020). Ο καρπός είναι πλούσιος σε πολλά σημαντικά μέταλλα και ιχνοστοιχεία, με το κάλιο να είναι το πιο

άφθονο (Zeb, 2004). Ωστόσο, οι αναφερόμενες συγκεντρώσεις μεμονωμένων στοιχείων σε δείγματα ιπποφαούς από διαφορετικές χώρες είναι ασυνεπείς, πιθανώς λόγω διαφόρων παραγόντων όπως το είδος, το μέρος του φυτού, η περιοχή καλλιέργειας, η σύνθεση του εδάφους, η λίπανση, η ωριμότητα και άλλα (Ciesarón et al., 2020). Σε σύγκριση με άλλα μούρα όπως τα σμέουρα, τα βατόμουρα και οι μαύρες σταφίδες, το ιπποφαές περιέχει λιγότερο μαγγάνιο και σίδηρο. Παρά τη χαμηλή συγκέντρωση ολικού σιδήρου, η υψηλή περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ στο ιπποφαές πιθανώς προάγει την απορρόφηση του σιδήρου, με αποτέλεσμα καλή βιοδιαθεσιμότητα. Επιπλέον, το ιπποφαές είναι αξιοσημείωτο για την υψηλή περιεκτικότητά του σε σελήνιο, το οποίο είναι γνωστό για τις αντιοξειδωτικές του ιδιότητες και τον ρόλο του στην προώθηση της ανοσίας και της γονιμότητας (Sidor, 2016).

Όσον αφορά τα τοξικά στοιχεία, η περιεκτικότητά τους στο ιπποφαές είναι πολύ χαμηλή. Το *carpathica* εμφανίζει χαμηλή περιεκτικότητα σε αρσενικό, μόλυβδο και κάδμιο, σημαντικά πιο κάτω από τη μέγιστη ποσότητα που επιτρέπεται από τους ισχύοντες κανονισμούς (Sidor, 2016). Αυτά τα δεδομένα είναι συνεπή με αυτά που αναφέρθηκαν από τους Gutzeit et al. (2008), οι οποίοι διαπίστωσαν ότι η περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα ήταν κάτω από το όριο ανίχνευσης σε όλα τα δείγματα που μελετήθηκαν.

2.2. Λιπόφιλα Συστατικά

2.2.1. Καροτενοειδή

Τα διάφορα καροτενοειδή είναι οι κύριες ουσίες που υπάρχουν σε μεγάλες ποσότητες στον πολτό των καρπών του ιπποφαούς (Kallio et al., 2002), δρώντας ως αντιοξειδωτικό και βοηθώντας στη σύνθεση και την επιθηλίωση του κολλαγόνου.

Είναι γνωστό ότι η συνολική ποσότητα και η εμφάνιση διαφορετικών τύπων καροτενοειδών ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό ανάλογα με τη γενετική προέλευση, τις συνθήκες καλλιέργειας, το κλίμα και τον χρόνο συγκομιδής. Οι Pop et al. (2014), ανέφεραν συνολική περιεκτικότητα σε καροτενοειδή μιας ρουμανικής ποικιλίας *H. rhamnoides* 860 mg/kg ξηρού βάρους μούρων, ταυτοποιώντας τη διπαλμιτική ζεαξανθίνη και άλλους εστέρες ζεαξανθίνης, β-καροτένιο, μη συζευγμένη ζεαξανθίνη, λυκοπένιο και παλμιτική β-κρυπτοξανθίνη ως παλμιτική β-κρυπτοξανθίνη καροτενοειδή. Ακόμη, οι Ursache et al. (2017), ανέφεραν 12 ενώσεις της

κατηγορίας των καροτενοειδών κατά την ανάλυση των καρπών του ιπποφαούς από το υποδείδος *Carpatica*, ως εξής: ασταξανθίνη, ζεαξανθίνη, παλμιτική ζεαξανθίνη, γ-καροτίνη, cis β-καροτίνη, β-κρυπτοξανθίνη, λυκοπένιο, μυριστο-λουτεΐνη παλμιτική λουτεΐνη διπαλμιτική, β-καροτίνη, α-καροτίνη και διπαλμιτική ζεαξανθίνη. Από αυτά, η ζεαξανθίνη ήταν μακράν ποσοτικά το πιο σημαντικό από τα αναγνωρισμένα καροτενοειδή (81,29 mg/g ξηρού βάρους), ακολουθούμενη από το β-καροτένιο (15,19 mg/g ξηρού βάρους), την ασταξανθίνη (11,94 mg/g ξηρού βάρους), το β-κρυπτοξανθίνη (8,93 mg/g ξηρού βάρους) και λυκοπένιο (2,24 mg/g ξηρού βάρους) (Ursache et al, 2017).

Από την άλλη, οι Xiao-Hua et al. (2007), ανέφεραν περιεκτικότητα σε β-καροτένιο στα φρούτα του ιπποφαούς κινεζικής ποικιλίας 100 mg/kg νωπού βάρους, υψηλότερη από αυτή της κολοκύθας και διπλάσια από αυτή των καρότων, και αυτή η συγκέντρωση δεν μειώνεται μετά την κατάψυξη του καρπού. Επιπλέον, οι Ranjith et al. (2006), συνέκριναν διαφορετικά είδη ιπποφαούς από τα Ινδικά Ιμαλία όσον αφορά την περιεκτικότητά τους σε καροτενοειδή. Ανέφεραν ότι τα μούρα από *Hippophaë rhamnoides* παρήγαγαν τις υψηλότερες ποσότητες καροτενοειδών σε σύγκριση με το *H. tibetana* και το *H. salicifolia* (Ranjith et al, 2006).

Η περιεκτικότητα σε καροτενοειδή είναι ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά με τα οποία το έλαιο ιπποφαούς διακινείται στο εμπόριο. Τα καροτενοειδή στο λάδι ποικίλλουν ευρέως ανάλογα με την πηγή του ελαίου από 0,5 έως 21,4 g/kg (Li & Beveridge, 2003).

2.2.2. Τοκοχρωμανόλες

Οι τοκοφερόλες και οι τοκοτριενόλες, συλλογικά γνωστές ως βιταμίνη Ε ή τοκοχρωμανόλες, είναι απαραίτητες βιοδραστικές ενώσεις που βρίσκονται στα μούρα του ιπποφαούς και παρουσιάζουν αξιοσημείωτη αντιοξειδωτική δράση (Kallio et al., 2002). Η ποσότητα τοκοχρωμανολών που υπάρχουν στα μούρα του ιπποφαούς ποικίλλει ανάλογα με διάφορους παράγοντες, όπως η προέλευση, η ποικιλία, ο χρόνος συγκομιδής και η ωρίμανση. Τα μούρα του ιπποφαούς είναι γνωστό ότι αποτελούν άφθονη πηγή τοκοχρωμανολών, ιδιαίτερα α-τοκοφερόλης, σε σύγκριση με άλλα φρούτα και λαχανικά. Αν και το ιπποφάες έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνη Ε από το φύτρο σιταριού, το σαφράν, το καλαμπόκι και τη σόγια, άλλες πηγές όπως οι ηλιόσποροι, τα αμύγδαλα και τα φουντούκια περιέχουν περισσότερη α-τοκοφερόλη (Bal et al., 2011). Σύμφωνα με τους Kallio et al. (2002), το ιπποφάες Η.

rhmnoides και τα υποείδη *sinensis* και *mongolica* περιέχουν 56–140 mg/kg νωπού βάρους και 1,5–8,1 mg/kg φρέσκου βάρους ολικής βιταμίνης E, αντίστοιχα, με την α-τοκοφερόλη να είναι η κυρίαρχη τοκοφερόλη (76– 89% των συνολικών τοκοφερολών).

Αντίθετα, οι Ranard et al. (2019) ανέφερε ότι τόσο τα έλαια σπόρων ιπποφαούς όσο και πολτού έχουν υψηλές ποσότητες α- και γ-τοκοφερολών (444-1550 mg/kg και 461-1349 mg/kg σπορέλαιο και 630-1940 mg/kg α-τοκοφερόλες στον πολτό λάδι) σε σύγκριση με άλλα φυτικά έλαια, όπως παρθένο ελαιόλαδο (98–370 mg/kg), ηλιέλαιο (432 και 92 mg/kg), αραβοσιτέλαιο (173 και 260 mg/kg), λάδι canola (120 και 122 mg/kg), και σογιέλαιο (71 και 273 mg/kg) (Ranard et al., 2019). Εκτός αυτού, άλλες μελέτες ανέφεραν επίσης υψηλή περιεκτικότητα σε ολικές τοκοφερόλες στο έλαιο ιπποφαούς: οι Xiao-Hua et al. (2007) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι κάθε 100 g ελαίου ιπποφαούς περιέχει 206,9 mg βιταμίνης E και οι Zadernowski et al. (2003) έδειξαν ότι το λάδι που παρασκευάστηκε από ολόκληρα μούρα ποικιλιών *H. rhamnoides* περιείχε 1014-1283 mg/kg ολικών τοκοφερολών, στις οποίες η α-τοκοφερόλη ήταν 62-68% και η δ-τοκοφερόλη 32-38% των συνολικών τοκοφερολών.

2.3. Υδρόφιλα Συστατικά

2.3.1. Ασκορβικό οξύ

Ο καρπός του ιπποφαούς είναι μια σημαντική πηγή ασκορβικού οξέος (βιταμίνη C), το οποίο δρα ως αντιοξειδωτικό και υποστηρίζει την ακεραιότητα της κυτταρικής μεμβράνης (Kallio et al., 2002). Η παρουσία της βιταμίνης C έχει βρεθεί σχεδόν σε όλα τα μέρη του φυτού ιπποφαούς, συμπεριλαμβανομένου του χυμού των μούρων, των σπόρων και των φύλλων (Chandra et al., 2018). Υπάρχουν διακυμάνσεις στη συγκέντρωση της βιταμίνης C σε διαφορετικούς θάμνους, πληθυσμούς και υποείδη του *H. rhamnoides*, που κυμαίνονται από 0,3 έως 3,1 g/kg φρούτου στα ευρωπαϊκά υποείδη *rhamnoides*, από 0,4 έως 3 g/kg φρούτων στις ρωσικές ποικιλίες που ανήκουν στο Μογγολικά υποείδος, από 4,6 έως 13,3 g/kg φρούτου στο υποείδος *fluviatilis* και από 2 έως 25 g/kg φρούτου στο κινεζικό υποείδος *sinensis* (Zeb, 2004).

Σε σύγκριση με άλλες καλλιέργειες φρούτων ή λαχανικών, η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C στα μούρα του ιπποφαούς είναι 5 έως 100 φορές μεγαλύτερη στα είδη *Hippophaë* (Ciesaróna et al., 2020). Συγκεκριμένα, η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C στο ιπποφάες είναι 20 φορές υψηλότερη από αυτή του κράταιγου, 3 φορές μεγαλύτερη από ό,τι στα ακτινίδια, 6 φορές

μεγαλύτερη από ό,τι στα εσπεριδοειδή, 80 φορές μεγαλύτερη από ό,τι στις ντομάτες και 200 φορές μεγαλύτερη από ό,τι στα μήλα (Xiaohua et al., 2007). Συγκεκριμένα, τα μούρα του ιπποφαούς δεν περιέχουν ασκορβική οξειδάση, η οποία είναι υπεύθυνη για την αποικοδόμηση του ασκορβικού οξέος και ως εκ τούτου, τα προϊόντα ιπποφαούς εξακολουθούν να περιέχουν υψηλές ποσότητες βιταμίνης C (Krejcarová et al., 2015).

2.3.2. Φαινολικές Ενώσεις

Ο πρωταρχικός παράγοντας που καθορίζει την αντιοξειδωτική δράση των φυτικών τροφίμων είναι η περιεκτικότητά τους σε πολυφαινόλες, με τις φαινολικές ενώσεις να χρησιμεύουν ως κύρια αντιοξειδωτικά. Αυτές οι ενώσεις επιδεικνύουν ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες λόγω των οξειδοαναγωγικών χαρακτηριστικών τους, που τους επιτρέπουν να απορροφούν και να εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες και να αποσυνθέτουν τα υπεροξειδία (Ursache et. al, 2017). Το φυτό ιπποφάες, συμπεριλαμβανομένων των καρπών, των ριζών, των φύλλων, των μίσχων και των κλαδιών του, περιέχει διάφορες ποικιλίες φαινολικών ενώσεων, όπως φλαβονοειδή, φαινολικά οξέα και υδρολυόμενες τανίνες (Fatima, Nazir, Naseer & Hussain, 2018). Το εκχύλισμα ιπποφαούς έχει συνολική περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες $140,14 \pm 6,64$ mg GAE/g ξηρού βάρους (Ursache et. al, 2017). Οι Guo et al. (2017) αναγνώρισε 15 διαφορετικές φαινολικές ενώσεις, ομαδοποιημένες σε τέσσερις κατηγορίες (φαινολικά οξέα, φλαβόνες, μονογλυκοσίδες φλαβονόλης και διγλυκοσίδες φλαβονόλης), μόνο στα ελεύθερα κλάσματα όλων των υποειδών ιπποφαούς, χρησιμοποιώντας RP-HPLC. Οι διγλυκοσίδες φλαβονόλης ήταν οι πιο διαδεδομένοι σε 233 ± 46 mg/100 g ξηρού βάρους, ακολουθούμενοι από μονογλυκοσίδες φλαβονόλης, φαινολικά οξέα και φλαβόνες, σε 147 ± 24 mg/100 g ξηρό βάρος, $62,9 \pm 23,4$ mg/100 g ξηρό βάρος, και $30,9 \pm 5,5$ mg/100 g ξηρού βάρους, αντίστοιχα (Guo et al, 2017).

Τα φλαβονοειδή είναι οι πιο κοινές πολυφαινόλες που βρίσκονται στα τρόφιμα, ειδικά οι γλυκοσίδες τους, που αποτελούν τη μεγαλύτερη ομάδα αντιοξειδωτικών που βρίσκονται στη φύση (Cheng, Kondo, Suzuki, Ikeda, Meng & Umemura, 2003). Η συγκέντρωσή τους στα μούρα του ιπποφαούς είναι αρκετές φορές υψηλότερη από την περιεκτικότητα που καταγράφεται σε άλλα φυτά με υψηλή περιεκτικότητα σε φλαβονοειδή, όπως ο κράταιγος, το κορνελιάνο, το ευρωπαϊκό βατόμουρο άγριας καλλιέργειας, το βατόμουρο, η μουριά, το ρόδι, τα κόκκινα σμέουρα και το μύρτιλο (Zadernowski, Naczek, Czaplicki, Rubinskiene &

Szałkiewicz, 2005). Οι γλυκοσίδες φλαβονόλης αποτελούν την πιο συμπυκνωμένη κατηγορία φαινολικών ενώσεων στο ιπποφαές (Malinowska & Olas, 2016). Βρίσκονται κυρίως σε γλυκοζυλιωμένες μορφές των αγλυκονών της ισοραμεντίνης, της κερκετίνης, της μυρικετίνης και της καμπφερόλης (Olas, 2016). Οι πιο άφθονες φλαβονοειδείς ενώσεις στο ιπποφαές είναι οι γλυκοσίδες ισοαμεντίνης και τα παράγωγα κερσετίνης, με τα τελευταία να είναι τα πιο σημαντικά όσον αφορά την ποσότητα. Έχει αποδειχθεί ότι οι γλυκοσίδες της φλαβονόλης μπορεί να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην πρόληψη και τη διαχείριση χρόνιων ασθενειών όπως ο καρκίνος, ο διαβήτης και οι καρδιαγγειακές παθήσεις (Ursache et al, 2017). Εκτός από τα οφέλη για την ανθρώπινη υγεία, η σύνθεση και η περιεκτικότητα σε γλυκοσίδες φλαβονόλης του ιπποφαούς μπορεί να επηρεάσουν την αισθητηριακή αντίληψη των προϊόντων από ιπποφαές. Επομένως, η σύνθεση και η περιεκτικότητα σε γλυκοσίδες φλαβονόλης είναι από τους πιο σημαντικούς δείκτες της ποιότητας και της θεραπευτικής δυνατότητας των φρούτων του ιπποφαούς (Malinowska & Olas, 2016).

Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε φαινολικό οξύ του καρπού του ιπποφαούς, οι Zadernowski et al. (2005), επεσήμαναν ότι το σαλικυλικό οξύ είναι το κυρίαρχο φαινολικό οξύ στα μούρα του ιπποφαούς. Η συγκέντρωσή του κυμαινόταν από 21 έως 47 mg/kg ξηρού βάρους μούρων ανάλογα με την ποικιλία, ακολουθούμενο από π-κουμαρικό οξύ (1,4–9,8 mg/kg ξηρού βάρους), καφεϊκό οξύ (συγκέντρωση έως 6,7 mg/kg ξηρού βάρους), γαλλικό οξύ (1,0–4,6 mg/kg ξηρού βάρους) και βανιλικό οξύ (0,5–1,8 mg/kg ξηρού βάρους) (Zadernowski et al, 2005). Ωστόσο, άλλες μελέτες ανέφεραν διαφορετική ιεραρχία των φαινολικών οξέων που εντοπίστηκαν στο ιπποφαές. Οι Bittova et al. (2014), δήλωσαν ότι κυριαρχεί το γαλλικό οξύ σε ελεύθερη μορφή, με μεταβλητή συγκέντρωση που εμφανίζεται στα φύλλα (79 mg/kg) και στα μούρα (16,9 mg/kg), ενώ άλλα φαινολικά οξέα όπως το καφεϊκό οξύ, το π-κουμαρικό οξύ και το φερουλικό οξύ βρίσκονται σε μικρότερη ποσότητα στο ιπποφαές. Αυτά τα δεδομένα είναι εν μέρει σύμφωνα με αυτά που αναφέρθηκαν αργότερα από τους Guo et al. (2017), οι οποίοι διαπίστωσαν ότι το γαλλικό οξύ είναι το πιο σημαντικό φαινολικό οξύ ως ποσότητα στους καρπούς του ιπποφαούς που προέρχονται από το υποείδος *sinensis*, αλλά το πρωτοκατεχούϊκό οξύ είναι ποσοτικά κυρίαρχο στα υποείδη *yunnanensis*, *mongolica* και *turkestanica* (Guo et al, 2017). Μια πιο πρόσφατη μελέτη, που συντάχθηκε από τους Ji et al. (2020), δήλωσε ότι το γαλλικό οξύ είναι το κυρίαρχο φαινολικό οξύ τόσο στους καρπούς όσο και στα φύλλα των ειδών *Hippophaë*.

Εκτός από τα φλαβονοειδή και τα φαινολικά οξέα, τα είδη *Hipporphae* περιέχουν τανίνες. Οι τανίνες είναι υδατοδιαλυτές πολυφαινολικές ενώσεις που βρίσκονται σε αλκαλοειδή, πολυσακχαρίτες και πρωτεΐνες με σχετικά υψηλό μοριακό βάρος (Shahidi & Ambigaipalan, 2015). Οι τανίνες στο ιπποφαές χωρίζονται σε δύο ομάδες: τις υδρολυόμενες και τις συμπυκνωμένες τανίνες. Οι γαλλο- και ελλαγιταννίνες μονομερούς τύπου είναι οι πιο άφθονες υποομάδες υδρολυόμενων τανινών και περιλαμβάνουν σταχυουρίνη, κασουαρινίνη, κασουαρικτίνη, ιπποφαενίνη Β, στριτινίνη και ισοστρικτινίνη (Fatima et. al, 2018). Οι συμπυκνωμένες τανίνες αποτελούνται συνήθως από δύο ή περισσότερες μονάδες μονομερών (+)-κατεχίνης ή (-)-επικατεχίνης (προκυανιδίνες), ενώ η άλλη ομάδα αποτελείται από μονάδες (+)-γαλλοκατεχίνης ή (-)-επιγαλλοκατεχίνης (προδελφινιδίνες) (Salminen & Karonen, 2011). Υπάρχουν σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στους σπόρους, τις ρίζες, τα άνθη, τα πράσινα μούρα και τους μίσχους του ιπποφαούς.

2.4. Αρωματικές Ενώσεις

Υπάρχουν πολύ λίγες έρευνες στις οποίες έχουν μελετηθεί οι αρωματικές ενώσεις που είναι υπεύθυνες για τις αισθητικές ιδιότητες των χυμών του ιπποφαούς (Uransanaa et. al, 2003; Halliwell & Gutteridge, 2015).

Η γεύση του φρούτου του ιπποφαούς είναι ξεχωριστή και ασύγκριτη με οποιοδήποτε άλλο φρούτο. Όπως σημειώθηκε προηγουμένως, η χημική σύνθεση του ιπποφαούς επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως ο γονότυπος, το επίπεδο ωριμότητας, το κλίμα, η γεωγραφική θέση, το γεωγραφικό πλάτος και ο χρόνος συγκομιδής. Ως αποτέλεσμα, η γεύση του ιπποφαούς εξαρτάται και από αυτά τα στοιχεία.

Τα φρούτα του ιπποφαούς είναι γνωστό ότι έχουν ένα συγκεκριμένο άρωμα που βασίζεται σε περίπου 45 ενώσεις, συμπεριλαμβανομένων των εστέρων, των αλκοολών, των αλδεϋδων, των κετόνων και των τερπενίων. Τα περισσότερα άτομα όρισαν αυτή τη μυρωδιά με νότες μούρων ή εσπεριδοειδών, ενώ οι Σκανδιναβοί την περιέγραψαν ως άρωμα ανανά (Niesteruk et. al, 2013). Οι Socaci et al. (2013), αναγνώρισαν 43 πτητικές ενώσεις στο χυμό ιπποφαούς με ανάλυση GC-MS. Τα πιο άφθονα παράγωγα ήταν αιθυλεστέρες του 2-μεθυλοβουτανοϊκού οξέος, εξανοειδούς οξέος, μεθυλοβουτανοϊκού οξέος, οκτανοϊκού οξέος και βουτανοϊκού

οξέος, καθώς και 3-μεθυλοβουτανοϊκός 3-μεθυλβουτυλεστέρας, 2-μεθυλοβουτανοϊκός 3-μεθυλβουτυλεστέρας και βενζοϊκός αιθυλεστέρας. Από την άλλη, οι Vitova et al. (2015), αναγνώρισαν 69 πτητικές ενώσεις στο ιπποφαές: 26 αλκοόλες, 12 αλδεΐδες, 11 κετόνες, 9 οξέα και 11 εστέρες.

Η γεύση του χυμού του ιπποφαούς χαρακτηριζόταν από στυφότητα, ξινίλα και πικράδα, ακόμη και όταν μεταβάλλεται η συγκέντρωση σακχάρου (από 3,7 έως 45,8 g/kg μούρων) ή η τιτλοποιήσιμη οξύτητα (από 23,6 έως 46,6 g κιτρικό οξύ/kg μούρα) (Tang, Kälviäinen & Tuorila, 2001). Οι Ma et al. (2017), ανέφεραν ότι η περιεκτικότητα σε αιθυλ-β-D-γλυκοσίδη, η οποία είναι υψηλή σε υπερώριμα μούρα ιπποφαούς, είναι αρνητικός παράγοντας για την ευχάριστη γεύση του χυμού, συμβάλλοντας στην πικρή γεύση. Η πικράδα του χυμού μπορεί να μειωθεί από τη γλυκόζη. Η ίδια μελέτη αποκάλυψε ότι οι γλυκοσίδες της φλαβονόλης προκαλούν μια μεταξένια, στεγνή στο στόμα και στυπτική αίσθηση που επικαλύπτει το στόμα ακόμη και σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις και ότι οι γλυκοσίδες μηλικού οξέος και ισοραμεντίνης ήταν οι κύριες ενώσεις που ευθύνονται για τη στυπτικότητα στον πουρέ του ιπποφαούς (Ma et al, 2017).

2.5. Βακτηριακοί και Μυκητιακοί Μικροοργανισμοί

Οι Lukša J. et al. (2018) διεξήγαγαν μια μελέτη σχετικά με τα ταξινομικά προφίλ βακτηριακών και μυκητιακών μικροοργανισμών που σχετίζονται με το ιπποφαές. Ταυτοποιήθηκαν συνολικά 6 βακτηριακά γένη (35 οικογένειες και 56 γένη) και 4 γένη μυκήτων (58 οικογένειες και 108 γένη). Η πιο κυρίαρχη ομάδα προκαρυωτικών μικροοργανισμών ήταν τα πρωτεοβακτήρια (71,1%), ιδιαίτερα τα Alphaproteobacteria και τα Gammaproteobacteria. Όσον αφορά τους ευκαρυωτικούς μικροοργανισμούς, το Ascomycota ήταν η πιο σημαντική ομάδα, αντιπροσωπεύοντας το 89,4% του συνολικού αριθμού των αλληλουχιών που ανιχνεύθηκαν, ακολουθούμενο από το Basidiomycota (8,2%). Τα λειτουργικά είδη στο Ascomycota ανήκαν στην κατηγορία Dothideomycetes, ενώ η κατηγορία Tremellomycetes αντιπροσώπευε τα Basidiomycota (Lukša J. et al, 2018).

Σε πιο λεπτομερές ταξινομικό επίπεδο, οι οικογένειες Enterobacteriaceae (31,4%), Microbacteriaceae (16,3%) και Pseudomonadaceae (14,1%) ήταν οι πιο κυρίαρχες στη

βακτηριακή κοινότητα, με τα πιο άφθονα γένη να είναι τα *Pantoea* (16,8%), τα *Okibacterium* (14,4%) και *Pseudomonas* (14,1%). Στην κοινότητα των μυκήτων κυριαρχούσε η οικογένεια *Dothioraceae* (78%), ακολουθούμενη από *Davidiellaceae* (2,4%), με μικρά ίχνη *Taphrinaceae* και *Saccharomycodaceae*. Σε επίπεδο γένους, η συντριπτική πλειοψηφία των μυκητιακών μικροοργανισμών που σχετίζονται με το ιπποφάες (87,9%) δεν ταυτοποιήθηκαν (Lukša J. et al, 2018), σύμφωνα με τη μελέτη.

2.6. Αντιοξειδωτικές Ιδιότητες

Τα αντιοξειδωτικά είναι ενώσεις που αναστέλλουν ή καθυστερούν την οξείδωση άλλων μορίων, αναστέλλοντας την έναρξη ή την εξάπλωση των αλυσιδωτών οξειδωτικών αντιδράσεων (Halliwell & Gutteridge, 2015). Η αντιοξειδωτική δράση αναφέρεται στην ενίσχυση της δραστηριότητας των αντιοξειδωτικών ενζύμων και στην αναστολή της δραστηριότητας της σχετικής οξειδάσης. Οι ελεύθερες ρίζες μπορούν να παραχθούν από οξειδοαναγωγή και υπεροξείδιο των ιόντων μετάλλων μεταπτώσεως (σίδηρος και χαλκός). Επομένως, η προώθηση της παραγωγής αντιοξειδωτικών ενζύμων καθώς και η μείωση του σχηματισμού οξειδάσης και μεταλλικών ιόντων μπορεί να επιτύχει καλή αντιοξειδωτική δράση (Ji et. al, 2020).

Οι καρποί του ιπποφαούς έχουν την υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση μεταξύ των φαρμακευτικών φυτών (Bal et. al, 2011). Το γαλλικό οξύ, μια από τις κυρίαρχες φαινόλες στο ιπποφάες, έχει αναφερθεί ότι είναι το πιο αποτελεσματικό αντιοξειδωτικό (Pandurangan, Bose & Banerji, 2011). Συνολικά, το έλαιο, τα φύλλα, τα κλαδιά και οι ρίζες του ιπποφαούς έχουν σημαντικές δυνατότητες ως φυσικά αντιοξειδωτικά και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν δυνητικά για πρόσθετα τροφίμων και την ανάπτυξη χρήσιμων φυσικών ενώσεων (Wang, Huang, Zhao, Zhang et. al, 2016). Μια μελέτη (Upadhyay, Kumar & Gupta, 2010), αποκάλυψε το γεγονός ότι η αντιοξειδωτική δράση των εκχυλισμάτων ιπποφαούς σπόρων και ριζών είναι καλύτερη από εκείνη των εκχυλισμάτων φύλλων και μίσχων, χρησιμοποιώντας ABTS (άλας διαμμωνίου 2,2'-αζινο-δις (3-αιθυλβενζοθειαζολινο-6-σουλφονικό οξύ)), DPPH (1,1-διφαινυλ-2-πικρυλυδραζύλιο) και FRAP (αντιοξειδωτική ισχύς μείωσης του σιδήρου).

Οι Su et al. (2017), μελέτησαν την αντιοξειδωτική ικανότητα των εκχυλισμάτων αιθανόλης από μούρα ιπποφαούς με τη βοήθεια της δοκιμασίας δράσης δέσμευσης ριζών ABTS, in vitro. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το αιθανολικό εκχύλισμα του ιπποφαούς είχε καλή δράση καθαρισμού στις ελεύθερες ρίζες ABTS (Su et al. (2017). Επιπλέον, οι Rop et al. (2014), μελέτησαν τη συνολική περιεκτικότητα σε φαινόλες και φλαβονοειδή, καθώς και την αντιοξειδωτική ικανότητα και τη σαρωτική δράση των μεθανολικών εκχυλισμάτων σε δραστικά είδη οξυγόνου και την υπεροξείδωση των λιπιδίων σε ορισμένες ποικιλίες ιπποφαούς κατάλληλες για καλλιέργεια στην Κεντρική Ευρώπη. Συνολικά, έξι ποικιλίες *Hippophaë rhamnoides* L. παρουσίασαν συνολική περιεκτικότητα σε φαινολικό οξύ, που κυμαινόταν από 8,62 g γαλλικού οξέος/kg φρέσκου βάρους έως 14,17 g γαλλικού οξέος/kg φρέσκου βάρους, η περιεκτικότητα σε φλαβονοειδή κυμαινόταν από 4,18 g ρουτίνης/kg φρέσκου βάρους έως 7,97 g ρουτίνης/kg φρέσκου βάρους, η περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ κυμαινόταν από 3,94 g/kg φρέσκου βάρους έως 5,73 g/kg φρέσκου βάρους και η αντιοξειδωτική ικανότητα, μετρούμενη με τη δοκιμή DPPH, κυμαινόταν μεταξύ 11,26 g ισοδύναμου ασκορβικού οξέος/kg φρέσκου βάρους και 18,11 g ασκορβικού ισοδύναμο οξέος/kg φρέσκου βάρους (Rop et al, 2014).

Η διαίτηθεραπεία με αντιοξειδωτικές τροφές είναι μια πολύ αποτελεσματική μέθοδος για τη συμπλήρωση ενδογενών αντιοξειδωτικών, για την ανακούφιση των βλαβών που οφείλονται στις ελεύθερες ρίζες (Su et. al, 2017). Ωστόσο, τα αντιοξειδωτικά στα τρόφιμα δεν προστατεύουν απαραίτητως τους βιολογικούς ιστούς από την οξειδωτική βλάβη των ελεύθερων ριζών, επειδή πρέπει να μετατραπούν σε χρησιμοποιήσιμες μορφές στους ιστούς και να αλληλεπιδράσουν με άλλες ουσίες, εκτός από τις αποτελεσματικές διαφορές συγκέντρωσης, και πρέπει να παρουσιάζουν δυσκολία στην απορρόφηση από τη διατροφή (Azzi, Davies & Kelly, 2004).

Αρκετές in vivo μελέτες των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων του ιπποφαούς απέδειξαν τα προφανή αντιοξειδωτικά του αποτελέσματα καθώς, για παράδειγμα, το εκχύλισμα σπόρων ιπποφαούς βελτιώνει τη δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών ενζύμων και επομένως έχει αντιγηραντική δράση (Zheng et. al, 2017), το έλαιο σπόρων ιπποφαούς έχει καλή χηλική δράση του σιδήρου αποτέλεσμα και έχει κάποια προστατευτική δράση έναντι της οξειδωτικής βλάβης, οι ολικές φλαβόνες από το ιπποφάες έχουν αντιοξειδωτικά αποτελέσματα και αναστέλλουν έμμεσα την απόπτωση των κυττάρων του αμφιβληστροειδούς (Ting, Hsu, Tsai, Lu, Chou & Chen, 2011)

και έχουν ισχυρή ανασταλτική δράση στην υπεροξειδωση των λιπιδίων (Zadernowski et. al, 2005).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΙΠΠΟΦΑΟΥΣ

Το ιπποφαές έχει πολλαπλά οικονομικά πλεονεκτήματα, ως πρώτη ύλη για την παρασκευή καλλυντικών και θρεπτικών σκευασμάτων, αλλά και για την προστασία του περιβάλλοντος. Λόγω της υψηλής ανοχής του στο κρύο, την ξηρασία, το αλάτι και την ικανότητά του να σταθεροποιεί το άζωτο στο έδαφος, έχει αναγνωριστεί ως ιδανική καλλιέργεια για τη διατήρηση του εδάφους και του νερού και για τη δημιουργία φραγμών του ανέμου σε περιοχές που είναι επιρρεπείς στη διάβρωση (Madawala et. al, 2018).

Τα τελευταία χρόνια, ερευνητές στους τομείς της διατροφής, της επιστήμης των τροφίμων, της ιατρικής, της αθλητικής επιστήμης, της γεωργίας και της δασοκομίας έχουν πραγματοποιήσει πολυάριθμες μελέτες για τα διάφορα είδη του ιπποφαούς, υποστηρίζοντας τη χρήση τους ως φάρμακο και τροφή (Ji et. al, 2020).

3.1.Φαρμακευτική – Θεραπευτική χρήση

Οι καρποί του ιπποφαούς είναι παραδοσιακά γνωστοί για τις φαρμακευτικές τους ιδιότητες, καθώς και για την υψηλή διατροφική τους αξία. Αν και χρησιμοποιούνται για αιώνες στην Ευρώπη και την Ασία, οι καρποί του ιπποφαούς έχουν αποκτήσει πρόσφατα παγκόσμια δημοτικότητα, κυρίως για τη θρεπτική και θεραπευτική τους αξία. Χρησιμοποιούνται σε περίπου 200 βιομηχανικά προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων κλασικών και φυσικών φαρμάκων που συνταγογραφούνται για τη θεραπεία καρκίνου, καρδιακών παθήσεων, ελκών, ηπατικών διαταραχών, εγκαυμάτων και εγκεφαλικών διαταραχών κ.λπ. (Ciesarová et. al, 2020; Ursache et. al, 2017).

Ο όγκος των πειραματικών δεδομένων που πιστοποιούν τις σημαντικές ιδιότητες πολλών βιοενεργών συστατικών και ουσιών στο ιπποφαές, είναι τεράστιος και συνεχίζει να αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς. Έχουν διεξαχθεί πολυάριθμες μελέτες που περιγράφουν τα οφέλη για την υγεία των προϊόντων του ιπποφαούς. Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα διαθέσιμα δεδομένα, μπορεί να υποστηριχθεί με ασφάλεια ότι το ιπποφαές είναι ένα πολλά υποσχόμενο φυτό, με πολλές ενώσεις με θεραπευτικές λειτουργίες, το οποίο, ενσωματωμένο στη διατροφή, αποφέρει σημαντικά οφέλη για την ανθρώπινη υγεία.

Αναλυτικότερα, περίπου δέκα ποικιλίες φαρμάκων από το ιπποφαές έχουν αναπτυχθεί και είναι διαθέσιμες με τη μορφή υγρού, σκόνης, πάστας, χαπιών, αερολυμάτων κλπ. Αυτά τα φάρμακα χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία εγκαυμάτων, γαστρικών ελκών, στοματικών βλεννογόνων, διάβρωσης του τραχήλου, βλάβης από ακτινοβολία, δερματικών ελκών που προκαλούνται από υποσιτισμό και άλλες βλάβες που σχετίζονται με το δέρμα. Η πιο σημαντική φαρμακολογική λειτουργία του ελαίου ιπποφαούς είναι η μείωση της φλεγμονής, η απολύμανση των βακτηρίων, η ανακούφιση από τον πόνο και η προώθηση της αναγέννησης των ιστών.

- Χρήση στη θεραπεία του καρκίνου

Έχει υπολογιστεί ότι το 30-40% όλων των καρκίνων μπορεί να προληφθεί μόνο με μέτρα τρόπου ζωής και διατροφής (WCRF/AICR, 1997). Τα προστατευτικά στοιχεία σε μια δίαιτα πρόληψης του καρκίνου περιλαμβάνουν σελήνιο, φολικό οξύ, βιταμίνη B-12, βιταμίνη D, χλωροφύλλη και αντιοξειδωτικά, όπως τα καροτενοειδή (καροτένιο, λυκοπένιο, λουτεΐνη, κρυπτοξανθίνη). Τα ένζυμα μεταβολισμού, αποτοξίνωσης και αντιοξειδωτικών φαρμάκων αποτελούν σημαντικές κυτταρικές άμυνες κατά της καρκινογένεσης. Θεωρείται ότι λόγω των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων του ιπποφαούς, μπορεί να έχει χημειοπροληπτική και αντιογκογόνο δράση. Επίσης, τα συστατικά που υπάρχουν σε ολόκληρο το εκχύλισμα μπορούν να προσφέρουν ραδιοπροστασία με διάφορους μηχανισμούς, όπως η δέσμευση ελεύθερων ριζών, η συμπίεση χρωματίνης και η επαγωγή υποξίας (Goel, Kumar, Samanta & Rana, 2003). Έχει επίσης αναφερθεί ότι παρέχει προστασία σε ολόκληρο το σώμα, σε διάφορους ιστούς, κύτταρα και κυτταρικά οργάνδια από τη θανατηφόρα ακτινοβολία.

Η βιβλιογραφία που περιγράφει τον ρόλο του ιπποφαούς στην πρόληψη και τον έλεγχο του καρκίνου είναι περιορισμένη, ωστόσο είναι διαθέσιμες ορισμένες αναλύσεις πειραματικών ερευνών για την αντικαρκινική δράση του ιπποφαούς (Mingyu, 1994; Zhong, 1989). Έχουν επίσης συζητηθεί οι πιθανοί μηχανισμοί αντιμεταλλαξιογόνου δράσης του ελαίου από ιπποφαές (Nersesian, Zil'fian, Kumkumadzhian & Proshian, 1990). Η μελέτη των Agrawala και Goel (2002), έδειξε επίσης ότι το εκχύλισμα του ιπποφαούς μπορεί να προστατεύσει τον μυελό των οστών από βλάβες λόγω ακτινοβολίας και να βοηθήσει στην ταχύτερη ανάκτηση των κυττάρων του μυελού των οστών. Ακόμη, έχει βρεθεί ότι το σπορέλαιο ενισχύει τη μη ειδική ανοσία και παρέχει αντικαρκινικά αποτελέσματα σε προκαταρκτικές εργαστηριακές μελέτες (Zhou, 1998).

- Χρήση στο ανοσοποιητικό σύστημα

Το ιπποφαές περιέχει πολλά θρεπτικά συστατικά που μπορεί να βοηθήσουν στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος, χτίζοντας ανοσία σε κυτταρικό επίπεδο (Chandra et. al, 2018).

- Χρήση στην υγεία του δέρματος

Το έλαιο σπόρων ιπποφαούς είναι άφθονο σε δύο κρίσιμα λιπαρά οξέα, δηλαδή το λινολεϊκό οξύ και το λινολενικό οξύ, που χρησιμεύουν ως πρόδρομοι για άλλα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, όπως το αραχιδονικό και το εικοσαπεντανοϊκό οξύ. Εν τω μεταξύ, το λάδι που εξάγεται από τον πολτό/δέρμα των μούρων του ιπποφαούς είναι μια πλούσια πηγή παλμιτολεϊκού οξέος και ελαϊκού οξέος, τα οποία μπορούν να βοηθήσουν στην επούλωση πληγών και στη θεραπεία εγκαυμάτων. Όταν καταναλώνεται από το στόμα σε κατάλληλες ποσότητες, αυτό το λιπαρό οξύ μπορεί επίσης να θρέψει το δέρμα και είναι μια ευεργετική θεραπεία για συστηματικές παθήσεις του δέρματος, συμπεριλαμβανομένης της ατοπικής δερματίτιδας. Το έλαιο ιπποφαούς χρησιμοποιείται ήδη ευρέως είτε μόνο του είτε σε διάφορα τοπικά σκευάσματα για τη θεραπεία εγκαυμάτων, ελκών και λοιμώξεων (Chandra et al., 2018).

- Χρήση στην καρδιαγγειακή θεραπεία

Το ιπποφαές χρησιμοποιείται ως αντικαρδιαγγειακό φάρμακο (Yang and Kallio, 2002). Σε μια εργαστηριακή μελέτη σε ζώα, τα φλαβονοειδή του ιπποφαούς αποδείχθηκε ότι μειώνουν την παραγωγή παθογόνων θρομβώσεων (Cheng et al, 2003). Μερικές απλές φόρμουλες με βάση το ιπποφαές αναπτύχθηκαν πρόσφατα, οι οποίες προορίζονται για χρήση στη θεραπεία της στεφανιαίας νόσου και των συνεπειών της καρδιακής προσβολής και του εγκεφαλικού, μέσω της βελτίωσης της κυκλοφορίας του αίματος και της αποκατάστασης της καρδιακής λειτουργίας (Chandra et. al, 2018). Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι οι κύριοι παράγοντες που οδηγούν στην αθηροσκλήρωση είναι η βλάβη της οξειδωσης των λιπιδίων και πως η αντιοξειδωτική θεραπεία θα μπορούσε να αναστείλει σημαντικά τον σχηματισμό αθηροσκλήρωσης (Eccleston, Baoru, Tahvonon, Kallio, Rimbach & Minihane, 2002). Υπάρχουν επίσης αυξανόμενα στοιχεία που υποστηρίζουν την υπόθεση ότι οι οξειδωτικές διεργασίες με τη μεσολάβηση ελεύθερων ριζών συμβάλλουν στην αθηρογένεση, όπως και την ικανότητα των αντιοξειδωτικών θρεπτικών ουσιών να επηρεάζουν την κυτταρική απόκριση

και τη γονιδιακή έκφραση, παρέχοντας μια νέα μηχανιστική προοπτική για τη βιολογική δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών (Eccleston et al, 2002).

Το ιπποφάες είναι μια πλούσια πηγή αντιοξειδωτικών, τόσο υδατικών όσο και λιπόφιλων, καθώς και πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, τα οποία μπορεί να προσφέρουν καρδιαγγειακά οφέλη. Βρέθηκε ότι ο πλούσιος σε αντιοξειδωτικά χυμός ιπποφαούς επηρεάζει τους παράγοντες κινδύνου (λιπίδια πλάσματος, οξείδωση LDL, συσσώρευση αιμοπεταλίων κ.α.) για στεφανιαία νόσο στον άνθρωπο (Eccleston et al, 2002).

- Χρήση σε γαστρικά έλκη

Το ιπποφάες χρησιμοποιείται παραδοσιακά στη θεραπεία γαστρικών ελκών και οι εργαστηριακές μελέτες επιβεβαιώνουν την αποτελεσματικότητα του σπορέλαιου για αυτήν την εφαρμογή (Xing et al, 2002). Οι λειτουργίες του μπορεί να είναι η ομαλοποίηση της παραγωγής γαστρικού οξέος και η μείωση της φλεγμονής, ελέγχοντας τους προφλεγμονώδεις μεσολαβητές. Η αντιελκογόνος δράση ενός εκχυλίσματος εξανίου από το *Hippophae rhamnoides* δοκιμάστηκε σε περιπτώσεις έλκους και βρέθηκε να είναι ενεργό στην πρόληψη του γαστρικού τραυματισμού (Süleyman, Demirezer, Büyükkokuroglu, Akcay, Gepdiremen, Banoglu & Göçer, 2001).

- Χρήση σε ηπατικές παθήσεις

Μελέτες έχουν δείξει ότι τα εκχυλίσματα ιπποφαούς βοηθάν στην ομαλοποίηση των ηπατικών ενζύμων, των χολικών οξέων του ορού και των δεικτών του ανοσοποιητικού συστήματος που εμπλέκονται στη φλεγμονή και τον εκφυλισμό του ήπατος (Gao, Gu, Cheng & Jiang, 2003). Επιπλέον, το έλαιο ιπποφαούς προστατεύει το συκώτι από τις βλαβερές επιδράσεις των τοξικών χημικών ουσιών.

3.2. Διατροφική χρήση

Παρά τις σημαντικές θεραπευτικές ιδιότητες του ιπποφαούς, ο σημαντικότερος τομέας χρήσης του παραμένει η βιομηχανία τροφίμων, όπου χρησιμοποιείται ως ακατέργαστο υλικό για

τρόφιμα ή συμπληρώματα διατροφής. Οι καρποί του είναι το κύριο πολύτιμο συστατικό του, αν και τα φύλλα χρησιμοποιούνται επίσης για την παρασκευή τσαγιού από ιπποφαές. Τα πιο σημαντικά μέρη του καρπού του ιπποφαούς, που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τη βιομηχανία τροφίμων, είναι ο πολτός του καρπού (για τη λήψη χυμού από ιπποφαές) και ο σπόρος του καρπού (για την εξαγωγή λαδιού) (Zeb, 2004).

Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα προϊόντων που λαμβάνονται από φρούτα του ιπποφαούς, τόσο ευρεία όσο και η ποικιλία των γενικά διαθέσιμων προϊόντων που λαμβάνονται από οποιοδήποτε άλλο φρούτο (Li & Beveridge, 2003). Από το 2018, υπάρχουν περισσότερα από 200 είδη προϊόντων που προέρχονται από είδη του ιπποφαούς (Ji et. al, 2020).

- Συμπληρώματα διατροφής και πρόσθετα τροφίμων

Στην αγορά τροφίμων, τα προϊόντα ιπποφαούς με την προσθήκη λαδιού από ιπποφαές κατέχουν σημαντική θέση. Τα έλαια από ιπποφαές μπορούν να βρεθούν στη σύνθεση ορισμένων συμπληρωμάτων διατροφής, για παράδειγμα εκείνων που βελτιώνουν την κατάσταση των βλεννογόνων. Αυτά τα συμπληρώματα είναι ελκυστικά για τους καταναλωτές επειδή αποτελούν φυσική πηγή οφελών για την υγεία (Bawa, Khanum & Singh, 2002). Στη Φινλανδία, το ιπποφαές χρησιμοποιείται ως λειτουργικό συστατικό στις παιδικές τροφές (Bhartee, Basistha & Pradhan, 2014). Τα υπολείμματα από το χυμό ιπποφαούς είναι μια καλή λειτουργική προσθήκη για τα προϊόντα κρέατος, λόγω της αναστολής της διάσπασης των λιπαρών οξέων που περιέχονται σε αυτά και του εμπλουτισμού του κρέατος με πολυφαινόλες. Μελέτες έχουν δείξει ότι η προσθήκη 2% σκόνης ιπποφαούς δεν προκαλεί αρνητικές αλλαγές στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (γεύση, οσμή και υφή) των προϊόντων που παρασκευάζονται από κρέας (Püssa, Pällin, Raudsepp, Soidla & Rei, 2008).

Από τη φλούδα του ιπποφαούς, που έχει απομείνει μετά την αφαίρεση του χυμού, μπορεί να εξαχθεί μια χρωστική ουσία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο χρωστικής τροφίμων. Η σκόνη της φλούδας των φρούτων του ιπποφαούς, που είναι πλούσια σε αντιοξειδωτικά θρεπτικά συστατικά, χρησιμοποιείται ως συμπλήρωμα διατροφής που μπορεί να ενισχύσει σημαντικά τη λειτουργία σάρωσης ελεύθερων ριζών του σώματος και να βελτιώσει την αντιοξειδωτική λειτουργία σε ανοσοκατεσταλμένους ανθρώπους ή σε άτομα με αντιοξειδωτική υπολειτουργία (Ji et. al., 2020). Ένα άλλο εμπορικά διαθέσιμο προϊόν ιπποφαούς, χωρίς πρόσθετα και με μοναδική γεύση, είναι ένα προϊόν βρώσιμου αλατιού, που

παράγεται από το *H. rhamnoides* L, το οποίο προάγει την υγεία καθώς έχει υψηλή θρεπτική αξία και εξαιρετική αντιοξειδωτική δράση (Ji et. al., 2020).

- Αναψυκτικά

Μερικά από τα πιο δημοφιλή και παλαιότερα προϊόντα ιπποφαούς είναι οι χυμοί και τα δροσιστικά ποτά. Αυτά τα θρεπτικά ποτά, πλούσια σε βιταμίνη C και καροτίνη είναι πολύ δημοφιλή στην Κίνα, τη Γερμανία, τη Σκανδιναβία και άλλες σκανδιναβικές χώρες. Στους Ολυμπιακούς Αγώνες της Σεούλ του 1992, τα δροσιστικά ποτά από ιπποφαές ήταν τα επίσημα ποτά των Κινέζων αθλητών (Niesteruk et. al, 2013). Χρησιμοποιήθηκαν επίσης στη διατροφή των Ινδών στρατιωτών, όταν εργάζονταν σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (Ruan, Rumpunen & Nybom, 2013).

- Μαρμελάδες και ζελέ

Παρά την ξινή και εξωτική γεύση, τα μούρα από ιπποφαές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή μαρμελάδων και ζελέ. Το έντονο άρωμά του, μπορεί να εξουδετερωθεί αναμειγνύοντας χυμό ή πάστα από ιπποφαές και άλλα φρούτα με πολύ πιο ήπια γεύση, σε διαφορετικές αναλογίες (Bal et. al, 2011). Έρευνες έχουν δείξει ότι ο καρπός του ιπποφαούς, λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε βιολογικά ενεργές ενώσεις, είναι πολύτιμος καρπός για την παραγωγή μαρμελάδων. Στη μελέτη των Rafalska et al. (2017), παρασκευάστηκε μια ποικιλία από μαρμελάδες με διαφορετικές γεύσεις και χρώματα, αναμειγνύοντας τα φρούτα του ιπποφαούς με άλλα φρούτα (μήλα, σταφίδες, σμέουρα και φράουλες). Η αισθητηριακή ανάλυση έδειξε ότι οι μαρμελάδες από ιπποφαές με την προσθήκη φράουλας και σμέουρων εκτιμήθηκαν περισσότερο από τους αξιολογητές (Rafalska, Abramowicz & Krauze, 2017).

- Γαλακτοκομικά προϊόντα

Το ιπποφαές έχει χρησιμοποιηθεί ως συστατικό σε γαλακτοκομικά προϊόντα, όπως το κεφίρ, το γιαούρτι ή το τυρί. Υπάρχουσες μελέτες έχουν δείξει ότι η προσθήκη πουρέ από ιπποφαές οδήγησε σε σημαντική αύξηση των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων των ποτών που έχουν υποστεί ζύμωση και, επιπλέον, οδήγησε σε αύξηση της οξύτητας των προϊόντων που δοκιμάστηκαν (Rafalska et. al, 2017). Οι καρποί του ιπποφαούς χρησιμοποιήθηκαν επίσης στην παραγωγή τυριού φέτας, σχηματίζοντας έναν βιοδιασπώμενο σκελετό στον οποίο θα μπορούσε να

αναπτυχθεί το ευεργετικό προβιοτικό βακτηριακό στέλεχος *Lactobacillus casei*. Επιπλέον, η προσθήκη υποφαούς συνέβαλε στη μείωση του αριθμού των παθογόνων μικροοργανισμών και βελτίωσε τις οργανοληπτικές ιδιότητες των τυριών (Terrou, Gialleli, Bosnea, Kanellaki, Koutinas & Castro, 2017).

- Αλκοολούχα ποτά

Είναι δυνατή η παραγωγή αλκοολούχων ποτών με τη χρήση υποφαούς (Rafalska et. al, 2017). Το βάμμα υποφαούς έχει χρησιμοποιηθεί από καιρό ως επικουρικό σε πολλές παθήσεις του πεπτικού συστήματος, όπως το σύνδρομο αργού εντέρου. Μπορεί να βελτιώσει τη λειτουργία του στομάχου και να διατηρήσει τη φυσιολογική δραστηριότητα του γαστρεντερικού σωλήνα (Bawa et. al, 2002). Επιπλέον, το κρασί από υποφαές έχει κερδίσει τη μεγαλύτερη δημοτικότητα στην Τσεχική Δημοκρατία, όπου παράγεται ευρέως. Το κρασί από υποφαές χαρακτηρίζεται από το χρυσαφί χρώμα και το ευχάριστο άρωμά του (Niesteruk et. al, 2013). Το υποφαές χρησιμοποιείται επίσης ως πρώτη ύλη στην παραγωγή μύρας (Lee, Cho, & Lee, 2012).

3.3. Το υποφαές στην ανάπτυξη νέων προϊόντων διατροφής

Σε γενικές γραμμές, το υποφαές έχει αναδειχθεί σε ένα από τα πολλά υποσχόμενα συστατικά για τις εταιρείες τροφίμων, λόγω του πλούσιου φυσικοχημικού προφίλ του και των πλεονεκτημάτων που προκύπτουν για την υγεία. Ωστόσο, από άποψη αισθητηριακής ποιότητας, το υποφαές έχει μια ξινή και στυφή γεύση (Tiitinen, Hakala & Kallio, 2005), γεγονός που καθιστά τη χρήση του στη σύνθεση προϊόντων μια πρόκληση. Σε μια προσπάθεια να περιγράψουν την προέλευση αυτής της οξύτητας και της πικρής γεύσης του, ορισμένοι ερευνητές έχουν προσθέσει στοιχεία που υπογραμμίζουν το μηλικό οξύ στο προφίλ ξινότητας του χυμού υποφαούς (53,8–74,1% της συνολικής περιεκτικότητας σε οξύ) (Ma et al., 2017). Επιπλέον, ανακάλυψαν ότι ο αιθυλ β-D-γλυκοκυρανοσίδης, μια αλκυλιωμένη γλυκόζη του υποφαούς, μπορεί να παίζει σημαντικό ρόλο στην πικρία του χυμού του υποφαούς. Η γλυκύτητα και η φρουτώδης γεύση χαρακτηρίζουν ελάχιστα τον χυμό του υποφαούς (Tiitinen et al., 2005). Η στυπτικότητα, επίσης ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του χυμού υποφαούς, μπορεί να προέρχεται από συγκεκριμένα φαινολικά: προανθοκυανίνες ή

συμπυκνωμένες τανίνες, όπως περιγράφεται λεπτομερώς από τους Lesschaene και Noble (2005).

- Ζύμωση χυμού ιπποφαούς

Μερικά από τα κύρια συστατικά που συμβάλλουν στην ξινίλα του χυμού ιπποφαούς είναι τα οργανικά οξέα του. Το μηλικό οξύ και το κινικό οξύ αποτελούν έως και το 90% των οργανικών οξέων στον χυμό και το μηλικό οξύ είναι το πιο διαδεδομένο (Zeb, 2004). Για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος, οι Tiitinen et al. (2007), μελέτησαν την επίδραση της μηλογαλακτικής ζύμωσης στον χυμό ιπποφαούς. Υπέβαλαν τέσσερις διαφορετικές ποικιλίες ιπποφαούς στη μηλογαλακτική ζύμωση (σε κυτταρική πυκνότητα 109 CFU/mL για 18 ώρες στους 28 °C). Αυτός ο σύντομος χρόνος ζύμωσης εμπόδισε τον σχηματισμό ορισμένων ενώσεων και μείωσε τις δυσάρεστες γεύσεις που προέρχονται από τη ζύμωση. Ο ρυθμός ζύμωσης βρέθηκε να διαφέρει μεταξύ των ποικιλιών. Δύο από τις ποικιλίες έδειξαν υψηλότερο ρυθμό μετατροπής μηλικού οξέος σε γαλακτικό οξύ, καθοριστικό παράγοντα κατά την αξιολόγηση της ζύμωσης του χυμού ιπποφαούς. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι η φρουτώδης γεύση ενισχύθηκε λόγω της παραγωγής εστέρων κατά τη διαδικασία της ζύμωσης (Tiitinen, Vahvaselkä, Laakso & Kallio, 2007).



Εικόνα 8 Χυμός ιπποφαούς

Πηγή: https://www.123rf.com/photo_85075919_sea-buckthorn-juice-in-a-glass-and-wooden-bowl-with-berries-isolated-on-white-background.html

- Χρήση ιπποφαούς σε προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση

Άλλοι μελετητές έχουν διερευνήσει τη χρήση των παρασκευασμάτων χυμού ιπποφαούς σε διάφορα προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση. Πρόσφατα ευρήματα υποδηλώνουν ότι ο χυμός ιπποφαούς προάγει την ανάπτυξη διαφορετικών ωφέλιμων βακτηρίων του εντέρου, πιθανώς λόγω των πρεβιοτικών χαρακτηριστικών του (Attri, Sharma, Raigond & Goel, 2018). Πράγματι, οι Selvamuthukumaran και Khanum (2015), έδειξαν ότι το ιπποφαές μπορεί να έχει θετική επίδραση στον πολλαπλασιασμό διαφορετικών βακτηρίων γαλακτικού οξέος. Στην εργασία τους συμπεριέλαβαν το σιρόπι ιπποφαούς στο στάδιο πριν από τη ζύμωση του γιαουρτιού. Μελέτησαν πώς διαφορετικές συγκεντρώσεις σιροπιού ιπποφαούς και σκόνης γάλακτος επηρεάζουν την αισθητική, φυσική και λειτουργική ποιότητα του γιαουρτιού. Η βέλτιστη προσθήκη σιροπιού ιπποφαούς στο γιαούρτι ήταν 15%. Αυτή η συγκέντρωση πέτυχε υψηλότερους αριθμούς *Streptococcus thermophilus* και *L. bulgaricus*, καθώς και βελτίωση της γεύσης. Το πιο σημαντικό εύρημα είναι ότι το ανεπτυγμένο γιαούρτι ιπποφαούς περιείχε υψηλότερες ποσότητες βιταμίνης C, E, καροτενοειδών, φαινόλων και ανθοκυανινών σε σύγκριση με τις εμπορικές παραλλαγές που περιείχαν άλλα φρούτα (Selvamuthukumaran & Khanum, 2015).

Ένα από τα πιο σημαντικά μειονεκτήματα ήταν η προσθήκη ζάχαρης στην ανάπτυξη του σιροπιού ιπποφαούς, το οποίο περιλάμβανε 50g ζάχαρης ανά 100g σιροπιού. Αυτό θα μπορούσε να εξηγήσει την υψηλότερη αποδοχή γεύσης που βρίσκεται στο γιαούρτι που περιέχει το σιρόπι ιπποφαούς (Selvamuthukumaran & Khanum, 2015). Ομοίως, οι Gunenc et al. (2016), μελέτησαν την επίδραση του ολικού καρπού ιπποφαούς και την προσθήκη καθαρής βλέννας στο γιαούρτι στον τελικό αριθμό βακτηρίων μετά από αποθήκευση 28 ημερών στους 4 °C (Gunenc, Khoury, Legault, Mirrashed, Rijke & Hosseinian, 2016).

Ακριβώς όπως στην εργασία των Selvamuthukumaran και Khanum (2015), η ομογενοποίηση με ολόκληρους καρπούς ή βλέννα ιπποφαούς πριν από την επώαση βρέθηκε ότι αυξάνει την τελική βιωσιμότητα των βακτηρίων όσον αφορά τον αριθμό τους. Η προσθήκη μούρων ιπποφαούς ή βλέννας προήλθε επίσης από μείωση του pH και αύξηση της ογκομετρούμενης οξύτητας, μετά από 28 ημέρες αποθήκευσης στους 4 °C (Gunenc et. al, 2016). Αυτή η αξιοσημείωτη πτώση πιθανώς συνέβη λόγω της προσθήκης καθαρού φρούτου ιπποφαούς και βλέννας, που ξινίζει το προϊόν εάν δεν υποβληθεί σε επεξεργασία πριν, ειδικά λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε οργανικά οξέα.

Η χρήση ιπποφαούς στην ανάπτυξη γιαουρτιών φαίνεται να έχει μεγάλες δυνατότητες, καθώς πολλοί ερευνητές έχουν παράσχει στοιχεία σχετικά με την πρεβιοτική ικανότητα του ιπποφαούς σε βακτήρια γαλακτικού οξέος (Selvamuthukumaran & Khanum 2015; Gunenc et al, 2016). Ο χυμός μούρων βρέθηκε από άλλους μελετητές ότι προάγει την ανάπτυξη βακτηρίων γαλακτικού οξέος και bifidobacteria, καθώς και ότι ενισχύει την αναλογία Bacteroides/Prevotella, ομάδες βακτηρίων που θεωρούνται ωφέλιμα για τον οργανισμό (Attri et al, 2018). Έτσι, το γιαούρτι με βάση το ιπποφάες θα μπορούσε να είναι ένα καλό προϊόν για επένδυση, αν και χρειάζεται περισσότερη έρευνα για να βρεθούν μέσα βελτίωσης των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του τελικού προϊόντος.



Εικόνα 9 Γιαούρτι ιπποφαούς

Πηγή: <https://www.stockfood.com/images/11278286-Yogurt-with-sea-buckthorn-mousse>

Άλλοι ερευνητές μελέτησαν τη συμπερίληψη του ιπποφαούς ως συστατικού στο τυρί. Οι Terrou et al. (2017), χρησιμοποίησαν τα μούρα του ιπποφαούς για να μελετήσουν τη συμβιωτική επίδραση με ένα προβιοτικό στέλεχος, το *Lactobacillus casei* (ATCC 393), που περιλαμβάνεται σε τυρί τύπου φέτας. Χρησιμοποίησαν ξηρά μούρα ιπποφαούς ως φορέα ακινητοποίησης για το προβιοτικό στέλεχος. Εν συντομία, ανακάτεψαν 10g ξηρών μούρων ιπποφαούς με διαφορετικά βάρη βιομάζας βακτηρίων και 500 ml ζωμού Man, Rogosa και Sharpe (MRS). Μετά τη ζύμωση, το διάλυμα βιομάζας του πυθμένα χρησιμοποιήθηκε ως ακινητοποιημένος φορέας. Αυτό το μίγμα προστέθηκε, αφού το πήγμα τυριού που προέρχεται από δράση πυτιάς κόπηκε σε τεμάχια μεγέθους 1cm. Η προσθήκη ιπποφαούς συνέβαλε θετικά

στο προφίλ αρώματος του τυριού, αυξάνοντας τη συγκέντρωση εστέρων, τερπενίων και καρβονυλικών ενώσεων (Terrou et al, 2017). Είναι ενδιαφέρον ότι η ξινή γεύση των μούρων ιπποφαούς καλύφθηκε από την έντονη γεύση του τυριού φέτα και η προσθήκη ακινητοποιημένων προβιοτικών έδωσε μια απαλή γεύση, σύμφωνα με την αισθητηριακή αξιολόγηση.



Εικόνα 10 Τυρί φέτα με ιπποφαές

Πηγή: https://www.freepik.com/premium-photo/diet-breakfast-with-rustic-cottage-cheese-frozen-sea-buckthorn-berries-deep-plate-spoon-with_19190338.htm

Τα προηγούμενα προϊόντα επικεντρώνονταν στην πιθανή προβιοτική ικανότητα των συστατικών που προέρχονται από ιπποφαές. Ωστόσο, υπάρχουν άλλα προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση, στα οποία το ιπποφαές είχε συμπεριληφθεί για να επιτύχει μια αλλαγή, βελτιώνοντας τη δομή, τη γεύση, την αντιοξειδωτική τους ικανότητα ή τη διάρκεια ζωής τους. Συγκεκριμένα, το ιπποφαές συμπεριλήφθηκε στη διαδικασία παραγωγής μύρας και ψωμιού, επιτυγχάνοντας υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα (Guo, Shi, Yang, Yang, Dai, Xhang & Wang, 2019).

- Χρήση ιπποφαούς σε ροφήματα

Αν και το ιπποφαές έχει κακή γεύση (ξινή και πικρή), η παραγωγή χυμού ιπποφαούς αποτελεί για πολλούς μια σοβαρή ευκαιρία για ανάπτυξη νέου προϊόντος, λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης βιταμίνης C και άλλων ήδη αναφερόμενων βιοδραστικών ενώσεων. Οι Tang et

al. (2001), ανέπτυξαν ένα πείραμα με το χυμό διαφορετικών ποικιλιών ιπποφαούς. Ο χυμός ιπποφαούς αραιώθηκε σε 1:5 με νερό βρύσης και προστέθηκε σακχαρόζη ως γλυκαντικό. Το γλυκαντικό προστέθηκε στις ίδιες συγκεντρώσεις (6,5%). Τα φυσικά σάκχαρα στο ιπποφάες έκαναν τη διαφορά μεταξύ των δειγμάτων. Η στυπτικότητα, η ξινή και πικρή γεύση, η γλυκύτητα και το χρώμα ήταν οι παράγοντες που μετρήθηκαν. Η γλυκύτητα αναγνωρίστηκε ως το κύριο χαρακτηριστικό που επηρεάζει τον χυμό, καθώς η μείωση της οξύτητας τόνιζε τη γλυκιά γεύση του χυμού και τον έκανε πιο ευχάριστο (Tang et al, 2001).



Εικόνα 11 Τσάι ιπποφαούς

<https://biohunza.com/product/organic-sea-buckthorn-tea/>

Πρόσφατα, έχουν προκύψει περισσότερες μελέτες σχετικά με την ανάπτυξη χυμών με βάση τα μούρα ιπποφαούς. Οι Geertsen et al. (2016), ερεύνησαν τα χαρακτηριστικά αρκετών πρόσφατα αναπτυγμένων ροφημάτων με μούρα ιπποφαούς στον καταναλωτικό πληθυσμό της Δανίας. Ο χυμός ιπποφαούς αναμειγνύεται σε διαφορετικές συγκεντρώσεις με τοπικά καλλιεργούμενο τριαντάφυλλο, μάραθο, αχλάδι, αρώνια, παντζάρι και φραγκοστάφυλο ως νέα προϊόντα. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα νέα ποτά ιπποφαούς άρεσαν εξίσου στους Δανούς καταναλωτές. Ωστόσο, ήταν δύσκολο για τους Δανούς καταναλωτές να το συμπεριλάβουν στις καθημερινές διατροφικές τους συνήθειες (Geertsen, Allesen-Holm, & Giacalone, 2016). Αυτή η μελέτη ήταν ενδιαφέρουσα, καθώς αποτελεί ένα παράδειγμα της τρέχουσας ανταπόκρισης των καταναλωτών στα χαρακτηριστικά των νέων παρασκευασμάτων χυμού ιπποφαούς.

- Χρήση ιπποφαούς σε άλλα προϊόντα διατροφής

Το ιπποφαές μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βελτιώσει την αρνητική επίδραση που μπορεί να προκαλέσουν ορισμένα προϊόντα διατροφής στους καταναλωτές, ή με άλλα λόγια, για να δώσει στο προϊόν προστιθέμενη αξία. Τέτοια είναι η περίπτωση των γλυκών προϊόντων. Για παράδειγμα, οι Stolzenbach et al. (2013), δοκίμασαν διάφορες πτυχές διαφορετικών νεοπαραγόμενων ειδών μελιού έναντι του παραδοσιακού μελιού που κυκλοφορεί τοπικά στη Δανία. Τα νέα είδη μελιού περιλάμβαναν συστατικά όπως μήλο, ιπποφαές, μέντα, μουστάρδα ή χρένο. Το κύριο πρόβλημα του μελιού ιπποφαούς για τους καταναλωτές ήταν η αρκετά πρωτότυπη και πιθανώς αηδιαστική του γεύση (Stolzenbach, Bredie & Byrne, 2013).



Εικόνα 12 Μέλι ιπποφαούς

Πηγή: <https://purewhitehoney.com/store/white-honey-sea-buckthorn>

Τα μάφιν είναι προϊόντα στα οποία έχει προστεθεί και το ιπποφαές ως συστατικό (Ursache, Andronoiu, Ghinea, Barbu, Ioniță, Cotârleț & Stănciuc, 2018). Εν συντομία, τα καροτενοειδή ιπποφαούς εκχυλίστηκαν. Το εκχύλισμα καροτενοειδών σε λάδι στη συνέχεια, αναμίχθηκε με πρωτεΐνη ορού γάλακτος σε διάλυμα νερού για να ληφθεί γαλάκτωμα ελαίου σε νερό. Στη

συνέχεια προστέθηκε προσεκτικά στο γαλάκτωμα 1% w/v κόμμι ακακίας, το pH ρυθμίστηκε σε σταθερή ανάδευση και θερμοκρασία και τελικά η θερμοκρασία μειώθηκε και τα δείγματα λυοφιλοποιήθηκαν. Αυτό το μικροενθυλακωμένο εκχύλισμα, προστέθηκε στη συνέχεια στο στάδιο ανάμιξης της διαδικασίας παραγωγής μάφιν, σε αναλογία 6% αλεύρου. Η προσθήκη μικροενθυλακωμένης σκόνης έκανε το μάφιν πιο σφιχτό και πιο εύκολο να μασηθεί. Αντίθετα, η προσθήκη εκχυλίσματος ιπποφαούς μείωσε τη συνοχή και την ελαστικότητα (Ursache et al. 2018). Η αισθητηριακή ανάλυση δεν ήταν στατιστικά σημαντική σε σύγκριση με τα κανονικά μάφιν. Η αντιοξειδωτική δράση ήταν υψηλότερη στο μάφιν προστιθέμενης αξίας λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε καροτενοειδή και άλλες βιοδραστικές ενώσεις. Επιπλέον, η μικροβιολογική σταθερότητα του μάφιν ιπποφαούς ήταν υψηλότερη από το κανονικό μάφιν, πιθανώς λόγω της έντονης αντιμικροβιακής δράσης των εκχυλισμάτων ιπποφαούς (Ursache et al. 2018).



Εικόνα 13 Μάφιν ιπποφαούς

Πηγή: <https://vitalfairliving.com/recipes/eggless-sea-buckthorn-muffins/>

Στα προϊόντα με φυσικά χαμηλό pH, όπως η μαρμελάδα φρούτων, η γεύση δεν επηρεάζεται πολύ από την πρόσθετη ξινίλα που προσδίδει το ιπποφαές. Πράγματι, ορισμένες χώρες έχουν εμπορικά διαθέσιμη μαρμελάδα που προέρχεται από ιπποφαές. Ζελέ φρούτων που περιέχει αλεσμένη κρυσκόννη ιπποφαούς έχει επίσης αναπτυχθεί και δοκιμαστεί. Οι κρυσκόννες χρησιμοποιήθηκαν από τους Gubsky et al. (2016), στην ανάπτυξη ζελέ φρούτων. Οι

κρυοσκόνες παράγονταν με ξήρανση, με κατάψυξη πριν από την άλεση σε χαμηλή θερμοκρασία. Η μελέτη τους επικεντρώθηκε στην αντιοξειδωτική ικανότητα του ζελέ φρούτων με ένα καθορισμένο ποσοστό διαφορετικών κρυοπαστών και κρυοσκονών, μία από τις οποίες περιελάμβανε κρυοσκόνη ιπποφαούς. Μεταξύ των 9 κρυοσκονών που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη, αυτή του ιπποφαούς παρουσίασε τη δεύτερη υψηλότερη συνολική αντιοξειδωτική δράση (Gubsky, Artamonova, Shmatchenko, Piliugina & Aksenova, 2016).



Εικόνα 14 Μαρμελάδα ιπποφαούς

Πηγή: <https://mybostan.com/jam/sea-buckthorn-jam-1kg/>

3.4. Κοσμετολογική χρήση

Τα καλλυντικά προϊόντα που παρασκευάζονται και από εκχυλίσματα ιπποφαούς παράγονται παγκοσμίως. Αυτά περιλαμβάνουν προϊόντα περιποίησης και ομορφιάς και προέρχονται από το *H. rhamnoides* L., όπως ενυδατικές κρέμες, κρέμες προσώπου, μάσκες προσώπου, λοσιόν

μαλλιών, προϊόντα υγιεινής όπως σαμπουάν, αφρόλουτρα, ακόμη και προϊόντα στοματικής υγιεινής, όπως στοματικό διάλυμα με βάση το ιπποφαές (Koskovic, Cupara, Kiric, Barjaktarevic, Milovanovic, Kojicic & Markovic, 2017). Έχει αποδειχθεί ότι η κρέμα ομορφιάς με ιπποφαές έχει θετικά θεραπευτικά αποτελέσματα στη μελάνωση, τις ρυτίδες του δέρματος, την ξηροδερμία, την ακμή του προσώπου, την υποτροπιάζουσα δερματίτιδα, καθώς και τις πανάδες. Άλλα εκχυλίσματα ιπποφαούς μπορούν να βελτιώσουν το μεταβολισμό και να καθυστερήσουν την ωρίμανση του δέρματος.



Εικόνα 15 Καλλυντικά προϊόντα ιπποφαούς

Πηγή: <https://www.jolenehart.com/beauty-is-wellness/featured/healing-skin-with-sibu-beauty-sea-buckthorn>

Το ιπποφαές περιέχει μεγάλες ποσότητες διαφορετικών πολυφαινολών και άλλων ενώσεων, που έχουν αποδεδειγμένη αντιμικροβιολογική δράση. Η σύνθεση και η φύση του μούρου του ιπποφαούς, καθιστούν τη χρήση συστατικών με βάση το ιπποφαές ακατάλληλη για τρόφιμα που έχουν υποστεί ζύμωση. Ωστόσο, το ιπποφαές δεν επηρεάζει μόνο την ανάπτυξη άλλων ωφέλιμων βακτηρίων αλλά και τη βελτιώνει. Αυτό το προαγωγικό όφελος από την προσθήκη ιπποφαούς έχει παρατηρηθεί στο γιαούρτι (Selvamuthukumaran & Khanum, 2015). Επιπλέον, χρησιμεύει για την αναβάθμιση των φυτοχημικών χαρακτηριστικών και του προφίλ αρώματος

του τυριού φέτα, εάν εφαρμοστεί ως φορέας ακινητοποίησης για συγκεκριμένα στελέχη *L. casei* (Terrou et al, 2017).

Συνολικά, αποδεικνύεται πως το ιπποφάες δίκαια θεωρείται ένα πολύτιμο φυτό, με πολλές βιολογικά ενεργές ενώσεις με θεραπευτικές λειτουργίες, οι οποίες, ενσωματωμένες στη διατροφή, μπορούν να αποφέρουν σημαντικά οφέλη για την ανθρώπινη υγεία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

4.1. Μεθοδολογία έρευνας

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της χρήσης του υποφαούς ως μπαχαρικό. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, πραγματοποιήθηκε πειραματική έρευνα ούτως ώστε, μέσω πειραματικών διαδικασιών, να δημιουργηθεί σκόνη υποφαούς η οποία θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μπαχαρικό.

Με την πειραματική έρευνα, μπορούν να εξαχθούν δεδομένα μέσα από πειραματισμούς, τα οποία μπορούν να συγκριθούν με μεταβλητές που έχουν οριστεί. Η μέθοδος αυτή επιλέγεται όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για κάποιο αντικείμενο ή αυτά που υπάρχουν δεν είναι επαρκή για την κατανόηση του υπό εξέταση θέματος. Τα κύρια χαρακτηριστικά της πειραματικής έρευνας είναι: α) η ύπαρξη εξαρτημένων μεταβλητών και ανεξάρτητων, οι οποίες (ανεξάρτητες) χειρίζονται από τον ερευνητή προκειμένου να προκύψουν τα ανάλογα αποτελέσματα, β) οι συνθήκες στις οποίες διεξάγεται το πείραμα είναι αυστηρά ελεγχόμενες, ώστε να είναι ξεκάθαρο ποιοι παράγοντες επιδρούν στα αποτελέσματα του πειράματος, γ) το αντικείμενο της έρευνας παρατηρείται από τον ερευνητή σε κάθε στάδιο (Christenden, 2007).

Η πειραματική έρευνα προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως ότι η εφαρμογή της είναι δυνατή σε διάφορους επιστημονικούς τομείς, ότι οι μεταβλητές του πειράματος ελέγχονται από τον ερευνητή, ότι είναι δυνατή η επανάληψη και η σύγκριση των αποτελεσμάτων της. Υπάρχουν ωστόσο και ορισμένα μειονεκτήματα, όπως ότι είναι μια χρονοβόρα διαδικασία, ότι μπορεί το δείγμα να μην είναι αρκετά αντιπροσωπευτικό, ενώ δεν μπορούν να αποκλειστούν εξωτερικοί παράγοντες που μπορούν να διαστρεβλώσουν τα αποτελέσματα του πειράματος, όπως το ενδεχόμενο ανθρώπινου λάθους, στο στάδιο που μεταγράφονται τα δεδομένα (Christenden, 2007).

Στην προκειμένη περίπτωση, η πειραματική διαδικασία που θα ακολουθηθεί είναι το πείραμα λιοφυλίσωσης. Η αρχική υπόθεση που επιδιώκεται να επιβεβαιωθεί ή όχι, είναι εάν το υποφάες ως μπαχαρικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνταγές. Θα γίνει χρήση κατεψυγμένου υλικού, το οποίο θα χωριστεί σε δείγματα, θα πολτοποιηθεί και θα τοποθετηθεί για λιοφυλίσωση σε κατάλληλο μηχάνημα. Τέλος, θα θρυμματιστεί έτσι ώστε να χρησιμοποιηθεί σε συνταγές ως

μπαχαρικό. Τα προσδοκώμενα αποτελέσματα της έρευνας είναι η χρήση του υποφαγίου ως μπαχαρικό σε συνταγές και η συμβολή της έρευνας στην ανάπτυξη νέου προϊόντος.

Προκειμένου να μετρηθούν, να αναλυθούν και να ερμηνευθούν οι αντιδράσεις των αισθήσεων απέναντι στα συστατικά των τροφίμων, που παρασκευάστηκαν με το υποφάε ως μπαχαρικό, πραγματοποιήθηκε οργανοληπτικός έλεγχος. Όταν πραγματοποιείται οργανοληπτικός έλεγχος για κάποιο τρόφιμο, εξετάζονται οι εντυπώσεις που προκαλούνται σε όλες τις αισθήσεις (γεύση, όραση, όσφρηση, αφή, ακοή) και οι οποίες διαμορφώνουν μια συνολική αντίληψη για το συγκεκριμένο τρόφιμο (Γρηγοράκης & Τσακλής, 2014).

Η οργανοληπτική αντίληψη, δημιουργείται με τη μεταφορά στον εγκέφαλο του ερεθίσματος που λαμβάνεται από το αισθητήριο όργανο, αφού προηγουμένως έχει μετατραπεί σε νευρικό σήμα. Στη συνέχεια, ακολουθεί η οργάνωση των εντυπώσεων από τον εγκέφαλο και ο σχηματισμός της τελικής αντίδρασης. Στα πλαίσια του Ποιοτικού Ελέγχου ενός τροφίμου, η οργανοληπτική αξιολόγηση εστιάζει στις διαφορές στη γεύση, στην οσμή, στην εμφάνιση και σε καθετί άλλο που μπορεί να θεωρηθεί ασυνήθιστο (Γρηγοράκης & Τσακλής, 2014). Πρόκειται γενικά για μια σύντομη μέθοδο, η οποία δίνει μια σφαιρική εικόνα και επίσης, επιτρέπει την ανίχνευση μικρών διαφορών μεταξύ των δειγμάτων, αναλόγως της ευαισθησίας των δοκιμαστών.

Στην παρούσα έρευνα, οι δοκιμαστές των συνταγών που παρασκευάστηκαν με το υποφάε ως μπαχαρικό, ήταν 20 συνάδελφοι της ερευνήτριας, ηλικίας 30-50 ετών. Η οργανοληπτική δοκιμή των παρασκευασμάτων, πραγματοποιήθηκε στα Τρίκαλα, το διάστημα Σεπτέμβριος-Οκτώβριος 2022. Μετά την δοκιμή, συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο οργανοληπτικού ελέγχου, απαντώντας σε ερωτήσεις σχετικά με τη γεύση, το άρωμα, την οξύτητα, την πικράδα, την υφή και το χρώμα των τροφίμων, όπως και εάν τα τρόφιμα τους αρέσουν.

Το ερωτηματολόγιο οργανοληπτικού ελέγχου σχεδιάστηκε με βάση δύο διαβαθμισμένες κλίμακες ποιοτικού ελέγχου: α) μονοπολική κλίμακα, για την γεύση, το άρωμα, την οξύτητα, την πικράδα, την υφή και το χρώμα, και β) διπολική κλίμακα, για το εάν τα τρόφιμα είναι αποδεκτά/αρεστά. Τα αποτελέσματα διεξήχθησαν με τη χρήση του Λογισμικού υπολογιστικών φύλλων «Excel».

Χρησιμοποιήθηκαν 3 ερωτηματολόγια οργανοληπτικού ελέγχου, ένα για κάθε μια συνταγή. Παρακάτω, για λόγους πρακτικούς, παρουσιάζεται ενδεικτικά το ερωτηματολόγιο, συμπεριλαμβάνοντας και τις 3 συνταγές.

Ερωτηματολόγιο οργανοληπτικού ελέγχου

1. Παρακαλούμε να δείξετε, σε μια κλίμακα βαθμολόγησης από το 1 ως το 5, την γεύση που έχει κατά τη γνώμη σας η σοκολατόπιτα με ιπποφαές/το cupcake με ιπποφαές/τα cookies με ιπποφαές (με ένδειξη **1: Καθόλου έντονη, 2: Λίγο έντονη, 3: Μετρίως έντονη, 4: Έντονη, 5: Πολύ έντονη**).

Πικρή ☐

Στυφή ☐

Γλυκιά ☐

Όξινη ☐

2. Το άρωμα της σοκολατόπιτας με ιπποφαές/του cupcake με ιπποφαές/των cookies με ιπποφαές ήταν:

	Δυσάρεστο	Λίγο δυσάρεστο	Ουδέτερο	Λίγο ευχάριστο	Ευχάριστο
Άρωμα	1	2	3	4	5

3. Η ένταση αρώματος της σοκολατόπιτας με ιπποφαές/του cupcake με ιπποφαές/των cookies με ιπποφαές ήταν:

	Καθόλου έντονη	Λίγο έντονη	Μετρίως έντονη	Έντονη	Πολύ έντονη
Ένταση αρώματος	1	2	3	4	5

4. Η υφή της σοκολατόπιτας με υποφαές/του cupcake με υποφαές/των cookies με υποφαές ήταν:

	Μαλακή	Λίγο μαλακή	Κανονική	Σκληρή	Πολύ σκληρή
Υφή	1	2	3	4	5

5. Επιλέξτε τη βαθμίδα έντασης χρώματος της σοκολατόπιτας με υποφαές/του cupcake με υποφαές/των cookies με υποφαές:

Ένταση χρώματος	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1 – 3 → Χαμηλή			4 – 6 → Ικανοποιητική			7 – 9 → Έντονη		

6. Πόσο αρεστή σας ήταν η σοκολατόπιτα με υποφαές/το cupcake με υποφαές/των cookies με υποφαές:

	Καθόλου	Λίγο	Ουδέτερο	Πολύ	Πάρα πολύ
	1	2	3	4	5

4.2. Περιγραφή Πειράματος

Τα φυτά ιπποφαούς που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα, αφορούν 3 ποικιλίες: Chuiskaya, Klavdia, Essel. Η εγκατάσταση έγινε το 2017, σε χωράφι της περιοχής του Δήμου Τεμπών, από τους παραγωγούς Γεωργόπουλο Χ. και Καλδερών Ι. (Εικόνες 16-20).



Εικόνα 16 Φύτευση - καλλιέργεια ιπποφαούς (2017-2020).



Εικόνα 17 Φύτευση - καλλιέργεια ιπποφαούς (2017-2020).



Εικόνα 18 Φύτευση - καλλιέργεια ιπποφαούς (2017-2020).



Εικόνα 19 Φύτευση - καλλιέργεια ιπποφαούς (2017-2020).



Εικόνα 20 Φύτευση - καλλιέργεια ιπποφαούς (2017-2020).

Το ιπποφαές συλλέχθηκε στα τέλη του Ιουνίου 2021. Η διαδικασία της συλλογής έγινε χειρωνακτικά και διήρκησε 3 ημέρες επί επταώρου, και καθημερινά συγκομιζόταν 100 kg ιπποφαούς (δηλαδή, 1kg/ώρα) (Εικόνες 21-24).



Εικόνα 21 Συγκομιδή ιπποφαούς



Εικόνα 22 Συγκομιδή ιπποφαούς



Εικόνα 23 Συγκομιδή ιπποφαούς



Εικόνα 24 Συγκομιδή ιπποφαούς

Στη συνέχεια, αφού έγινε διαλογή των φύλλων (Εικόνες 25-26), το ιπποφάες αποθηκεύτηκε στην κατάψυξη, στους -23°C .

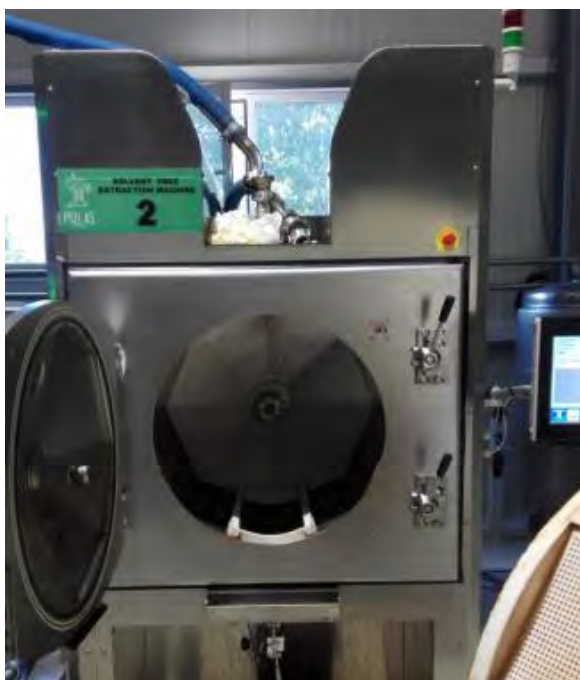


Εικόνα 25 Διαδικασία διαλογής

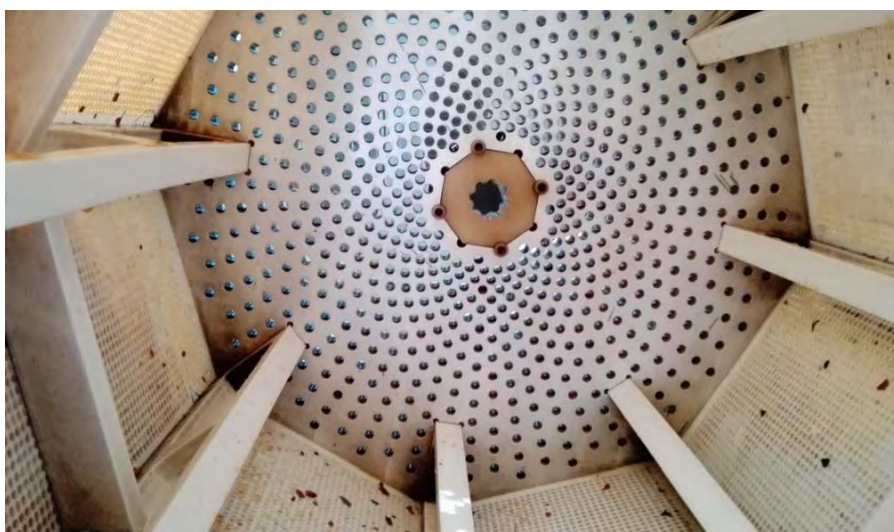


Εικόνα 26 Διαδικασία διαλογής

Για την λυοφιλίωση χρησιμοποιήθηκε το μηχάνημα Freeze dryer, που είναι ξηραντήρας ψυχρής εξάχνωσης με λειτουργία στους -40°C των 50 λίτρων (Εικόνες 27-28).



Εικόνα 27 Μηχάνημα Freeze dryer



Εικόνα 28 Μηχάνημα Freeze dryer

Για την διεξαγωγή του πειράματος, χρησιμοποιήθηκαν 10 kg κατεψυγμένου ιπποφαούς, το οποίο βρισκόταν αποθηκευμένο στους -18°C , σε χάρτινα κιβώτια, κλεισμένα αεροστεγώς. Στις ακόλουθες εικόνες, φαίνεται πως ήταν το ιπποφάες στην αρχική του συσκευασία από την κατάψυξη.



Εικόνα 29 Ιπποφαές στην αρχική του συσκευασία από την κατάψυξη



Εικόνα 30 Ιπποφαές στην αρχική του συσκευασία από την κατάψυξη

Στη συνέχεια, στην Εικόνα 31, φαίνεται το ζύγισμα των 10 kg ιπποφαούς.



Εικόνα 31 Ζύγισμα 10 κιλών ιπποφαούς

Στη συνέχεια, έγινε διαλογή από ξένες ύλες (κλαδιά, κοτσάνια, χώμα) (Εικόνα 32) και κατόπιν, ζυγίστηκαν δείγματα των 2 kg (Εικόνα 33).



Εικόνα 32 Ξένες ύλες που αφαιρέθηκαν από το δείγμα



Εικόνα 33 Ζύγισμα 2 κιλών ιπποφαούς, πριν μπει στη μηχανή του κιμά

Τα δείγματα των 2 κιλών, περάστηκαν από τη μηχανή του κιμά (Εικόνες 34-35) και το κάθε δείγμα τοποθετήθηκε σε μεταλλικό ταψάκι (Εικόνες 36-37). Το υλικό πατήθηκε για να κατανεμηθεί ομοιόμορφα και τοποθετήθηκε στο μηχάνημα της λυοφιλίωσης.



Εικόνα 34 Τοποθέτηση στη μηχανή του κιμά



Εικόνα 35 Το ιπποφαές όταν βγήκε από τη μηχανή του κιμά (άλεσμα)



Εικόνα 36 Τοποθέτηση στα ταψιά



Εικόνα 37 Τοποθέτηση στα ταψιά

Στο μηχάνημα λυοφιλίωσης έγιναν οι κατάλληλες ρυθμίσεις, όπως φαίνεται στις παρακάτω Εικόνες (38-39), και το υλικό παρέμεινε από το Σάββατο στις 16:00 μέχρι τη Δευτέρα στις 12:00, για να αποβάλλει την υγρασία και να ξηραθεί.



Εικόνα 38 Ρυθμίσεις μηχανήματος λυοφιλίωσης (οι τιμές θα ανακοινωθούν μετά την έκδοση της πατέντας)



Εικόνα 39 Ρυθμίσεις μηχανήματος λυοφιλίωσης (οι τιμές θα ανακοινωθούν μετά την έκδοση της σχετικής πατέντας)

Στη συνέχεια, τοποθετήθηκε ανά 2 kg σε σακουλάκια vacuum (Εικόνα 40).



Εικόνα 40 Σακουλάκια vacuum

Ακολουθεί η διαδικασία όπου το υλικό θρυμματίζεται στο blender και μετατρέπεται σε τρίμμα, ώστε να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί ως μπαχαρικό σε συνταγές (Εικόνες 41-46).



Εικόνα 41. Τοποθέτηση στον πολυκόφτη για θρυμματισμό



Εικόνα 42 Θρυμματισμός με τον πολυκόφτη



Εικόνα 43 Αφαίρεση από τον πολυκόφτη



Εικόνα 44 Πέρασμα από το κόσκινο

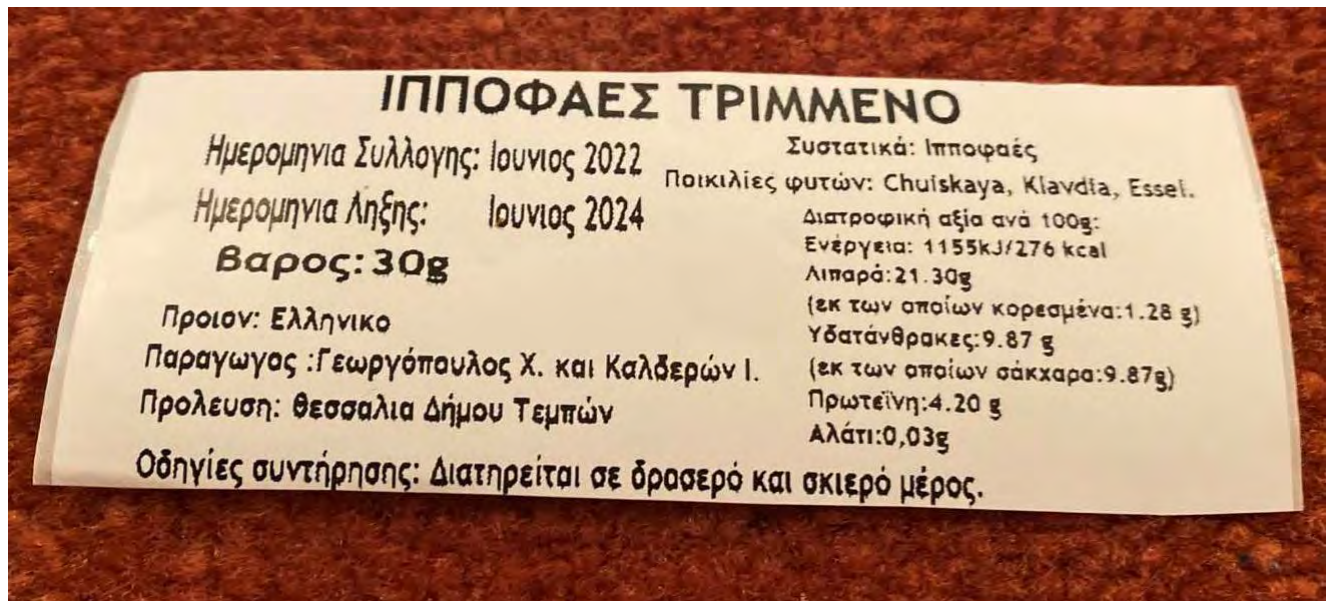


Εικόνα 45 Πέρασμα από το κόσκινο



Εικόνα 46 Επαναπέρασμα από το κόσκινο για τη δημιουργία σκόνης υποφαούς

Το θρυμματισμένο ιπποφαές συσκευάστηκε σε βαζάκια με την ανάλογη ετικέτα από την ερευνήτρια (Εικόνες 47-49).



Εικόνα 47. Η ετικέτα που δημιουργήθηκε



Εικόνα 48 Η τοποθέτηση σε βαζάκι



Εικόνα 49 Το τελικό προϊόν

Επισημαίνεται ακόμη, πως η ερευνήτρια κράτησε ορισμένους σπόρους ιπποφαούς, με τους οποίους μπορεί να σπείρει νέα σοδειά (Εικόνα 50).



Εικόνα 50 Σπόροι ιπποφαούς για νέα σοδειά

Το επόμενο στάδιο του πειράματος είναι η χρήση του τρίμματος ιπποφαούς σε συνταγές. Η ερευνήτρια παρασκεύασε 3 συνταγές, χρησιμοποιώντας το ιπποφαές ως μπαχαρικό.

Συγκεκριμένα, έφτιαξε σοκολατόπιτα, curcake και cookies, όλα με την προσθήκη σκόνης ιπποφαούς.

Συνταγή σοκολατόπιτα με σκόνη ιπποφαούς

Υλικά: (θα ανακοινωθούν μετά την έκδοση της σχετικής πατέντας)



Διαδικασία: (θα ανακοινωθεί μετά την έκδοση της σχετικής πατέντας)

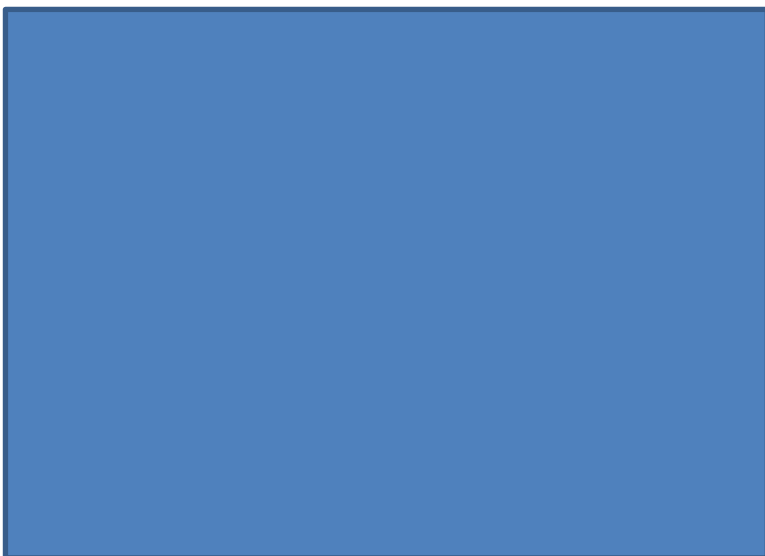




Εικόνα 51 Σοκολατόπιτα με ιπποφαές

Συνταγή curcakes με σκόνη ιπποφαούς

■
Υλικά (για 24 κομμάτια): (θα ανακοινωθούν μετά την έκδοση της σχετικής πατέντας)



Διαδικασία: (θα ανακοινωθεί μετά την έκδοση της σχετικής πατέντας)





Εικόνα 52 Cupcake με ιπποφαές

Συνταγή cookies με σκόνη ιπποφαούς

Υλικά: (θα ανακοινωθούν μετά την έκδοση της σχετικής πατέντας)

Διαδικασία: (θα ανακοινωθεί μετά την έκδοση της σχετικής πατέντας)



Εικόνα 53 Cookies με ιπποφάες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των οργανοληπτικών ελέγχων που διεξήχθησαν για τις 3 συνταγές με τη χρήση ιπποφαούς ως μπαχαρικό.

5.1. Οργανοληπτικός έλεγχος Σοκολατόπιτας



Γράφημα 1 Γεύση Σοκολατόπιτας

Στο Γράφημα 1 φαίνεται πως η γεύση της σοκολατόπιτας φάνηκε γλυκιά στο μεγαλύτερο μέρος των συμμετεχόντων (65%), ενώ ένα 25% ανέφερε πως ήταν όξινη και ένα 10% στυφή.



Γράφημα 2. Άρωμα Σοκολατόπιτας

Αναφορικά με το άρωμα της σοκολατόπιτας, το 85% δήλωσε πως είναι ευχάριστο, το 10% ουδέτερο και ένα 5% το χαρακτήρισε «Λίγο ευχάριστο».



Γράφημα 3 Ένταση αρώματος Σοκολατόπιτας

Το Γράφημα 3 δείχνει πως η ένταση αρώματος της σοκολατόπιτας ήταν μετρίως έντονη για το μεγαλύτερο ποσοστό (40%). Ακόμη, η ένταση του αρώματος θεωρήθηκε έντονη και καθόλου έντονη για το 25% και στις δύο περιπτώσεις, ενώ το 5% των συμμετεχόντων τη θεώρησε λίγο έντονη και πολύ έντονη αντίστοιχα.



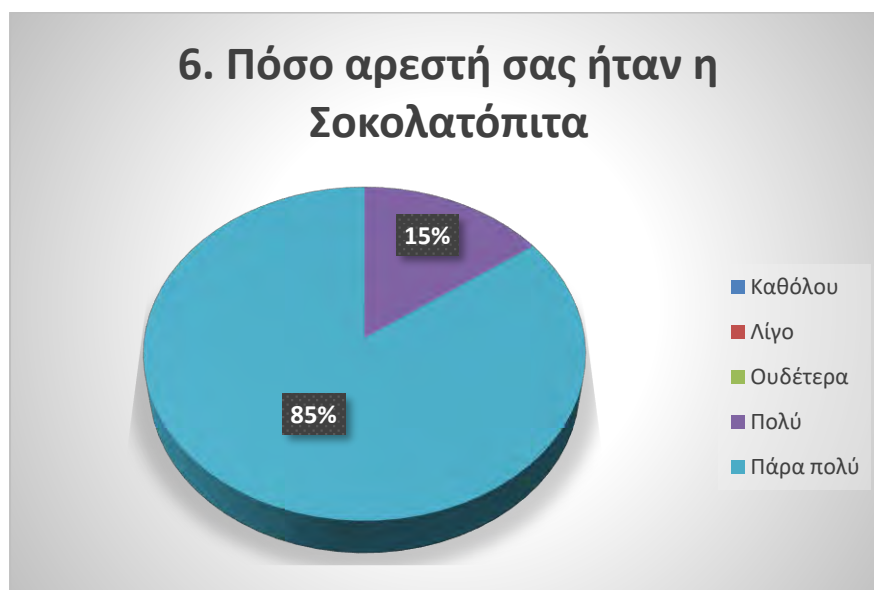
Γράφημα 4 Υφή Σοκολατόπιτας

Η υφή της σοκολατόπιτας χαρακτηρίστηκε μαλακή από όλους τους συμμετέχοντες (100%).



Γράφημα 5 Βαθμίδα έντασης χρώματος Σοκολατόπιτας

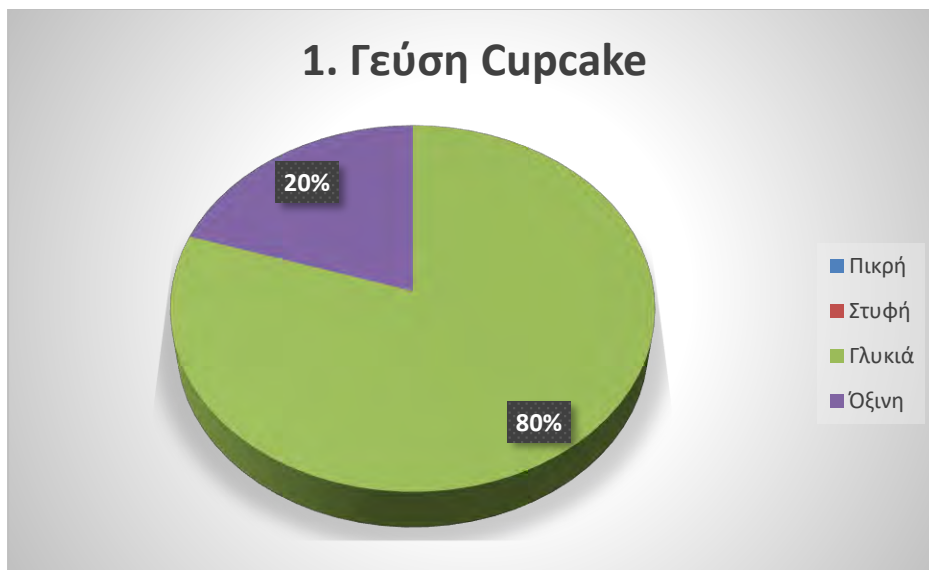
Η ένταση του χρώματος ήταν ικανοποιητική 5 για το 70% των συμμετεχόντων στην έρευνα και ικανοποιητική 4 και 6 για το 15% σε κάθε περίπτωση αντίστοιχα.



Γράφημα 6 Πόσο αρεστή ήταν η Σοκολατόπιτα

Στο Γράφημα 6 φαίνεται πως η σοκολατόπιτα ήταν αρεστή στην πλειοψηφία του δείγματος (85%) και πολύ αρεστή στο 15%.

5.2. Οργανοληπτικός έλεγχος Cupcakes



Γράφημα 7 Γεύση Cupcakes

Στο Γράφημα 7 φαίνεται πως η γεύση των Cupcakes χαρακτηρίστηκε γλυκιά από το μεγαλύτερο μέρος των συμμετεχόντων (80%), ενώ ένα 20% ανέφερε πως ήταν όξινη.



Γράφημα 8 Άρωμα Cupcakes

Αναφορικά με το άρωμα των Cupcakes, το 95% δήλωσε πως είναι ευχάριστο και το 5% το χαρακτήρισε ουδέτερο.



Γράφημα 9 Ένταση αρώματος Cupcakes

Το Γράφημα 9 δείχνει πως η ένταση αρώματος των Cupcakes χαρακτηρίστηκε ως καθόλου έντονη για το μεγαλύτερο ποσοστό (65%). Ακόμη, η ένταση του αρώματος θεωρήθηκε λίγο έντονη για το 25% και μετρίως έντονη για το 10%.



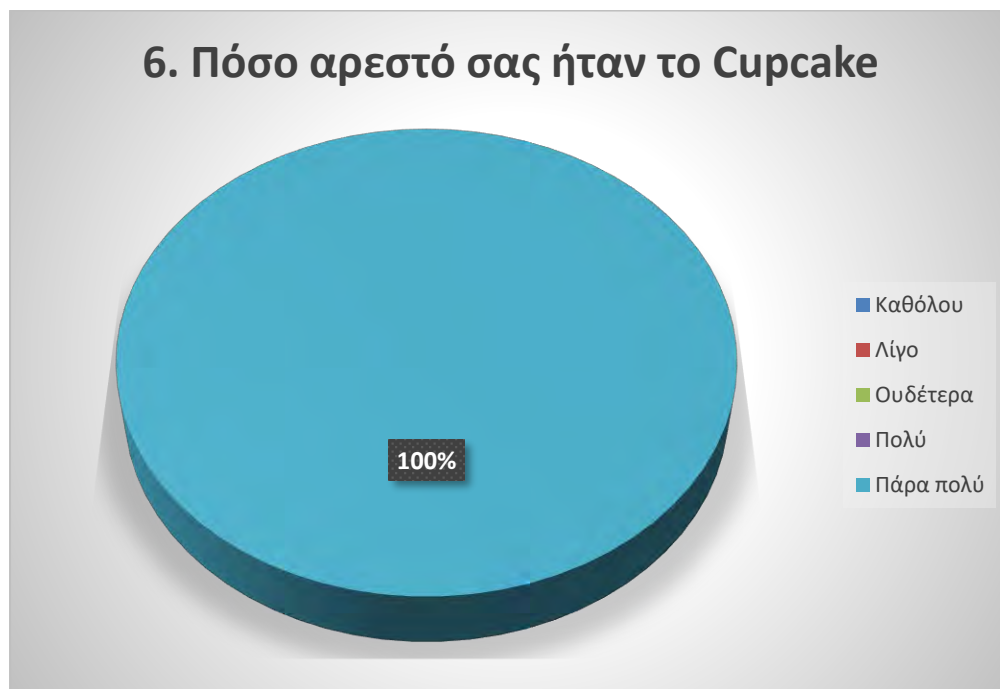
Γράφημα 10 Υφή Cupcakes

Η υφή των Cupcakes χαρακτηρίστηκε κανονική από όλους τους συμμετέχοντες (100%).



Γράφημα 11 Βαθμίδα έντασης χρώματος Cupcakes

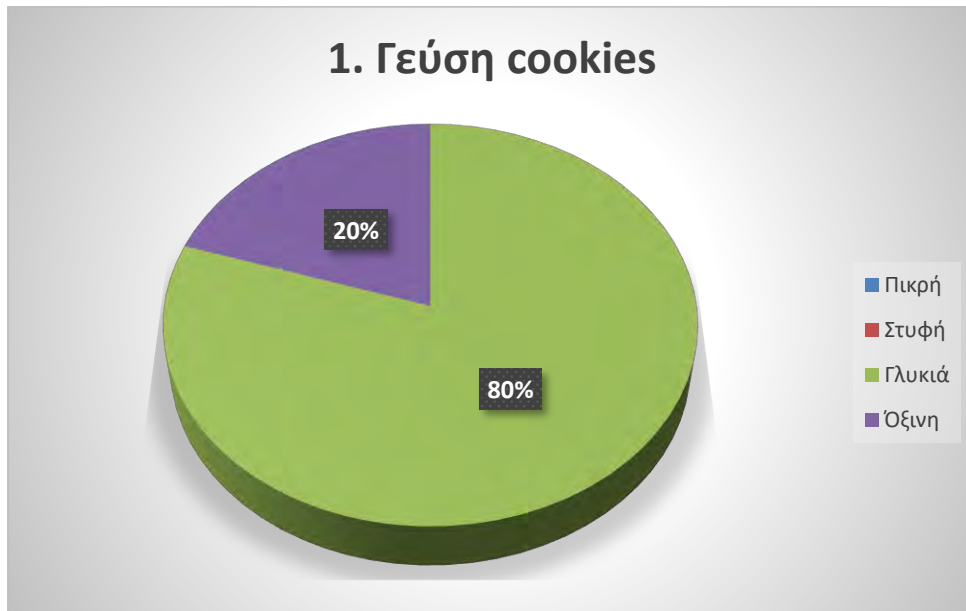
Η ένταση του χρώματος των Cupcakes ήταν ικανοποιητική 5 για το 80% των συμμετεχόντων και ικανοποιητική 4 για το 15% και ικανοποιητική 6 για το 5%.



Γράφημα 12 Πόσο αρεστά ήταν τα Cupcakes

Στο Γράφημα 12 φαίνεται πως τα Cupcakes ήταν αρεστά πάρα πολύ σε όλους (100%).

5.3. Οργανοληπτικός έλεγχος Cookies



Γράφημα 13 Γεύση Cookies

Στο Γράφημα 13 φαίνεται πως η γεύση των Cookies φάνηκε γλυκιά στο μεγαλύτερο μέρος των συμμετεχόντων (80%), ενώ ένα 20% ανέφερε πως ήταν όξινη.



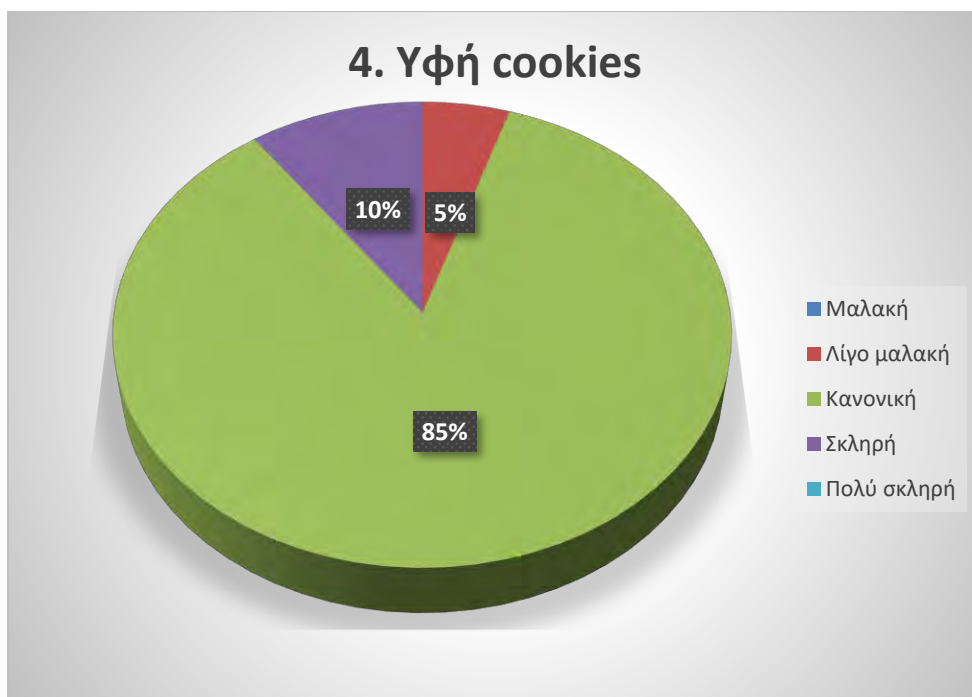
Γράφημα 14 Άρωμα Cookies

Αναφορικά με το άρωμα των Cookies, το 90% δήλωσε πως είναι ευχάριστο και το 10% ουδέτερο.



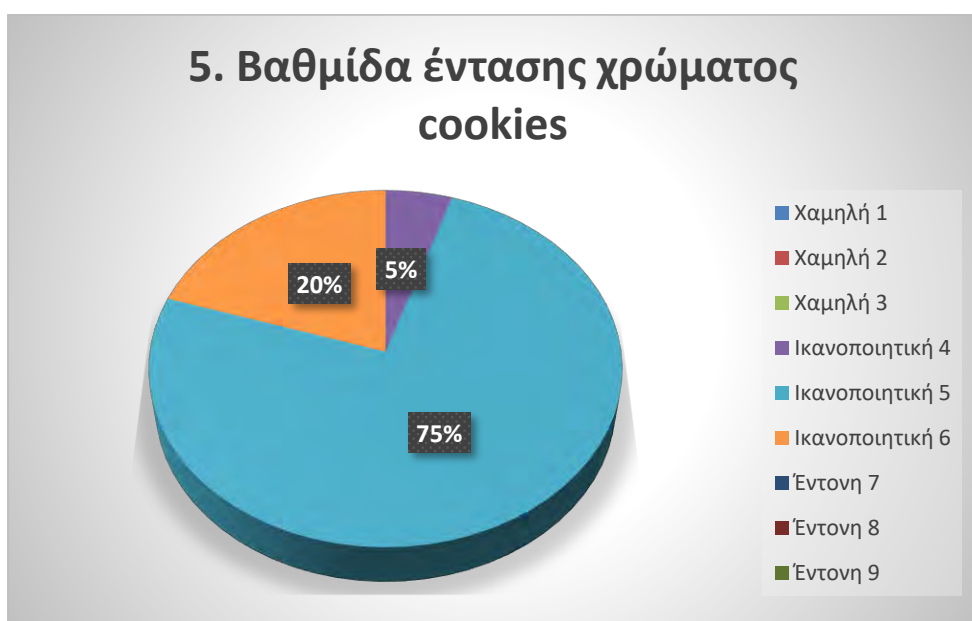
Γράφημα 15 Ένταση αρώματος Cookies

Το Γράφημα 15 δείχνει πως η ένταση αρώματος των Cookies θεωρήθηκε καθόλου έντονη για το μεγαλύτερο ποσοστό (65%). Ακόμη, η ένταση του αρώματος θεωρήθηκε μετρίως έντονη για το 20%, λίγο έντονη για το 10% και έντονη για το 5%.



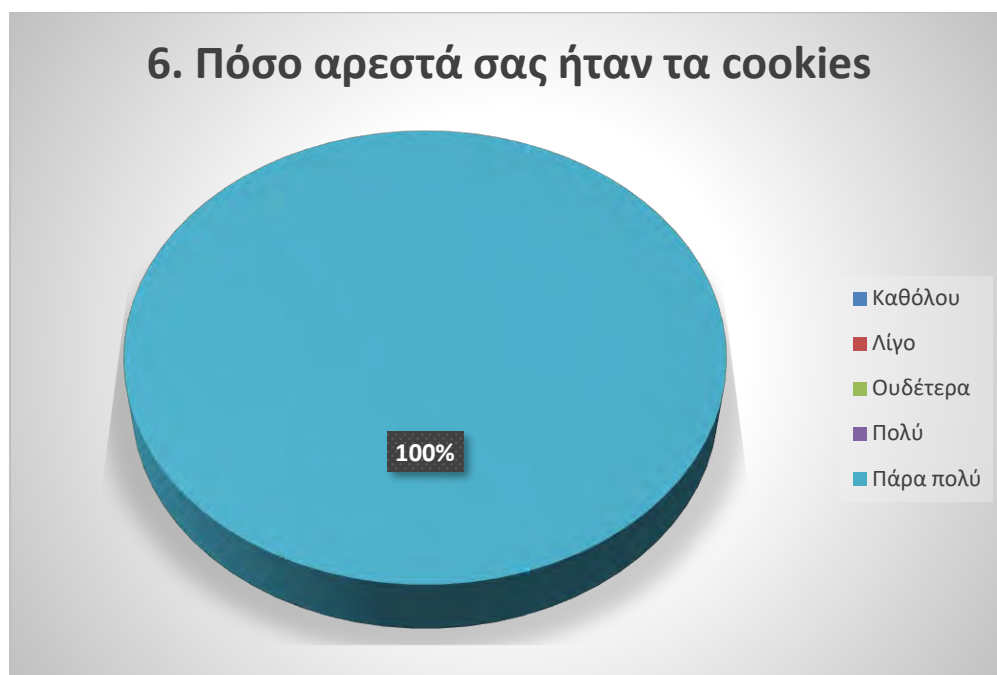
Γράφημα 16 Υφή Cookies

Η υφή των Cookies χαρακτηρίστηκε κανονική από τους περισσότερους συμμετέχοντες (85%), ενώ 10% τη θεώρησαν σκληρή και 5% λίγο μαλακή.



Γράφημα 17 Βαθμίδα έντασης χρώματος Cookies

Η ένταση του χρώματος ήταν ικανοποιητική 5 για το 75% των συμμετεχόντων και ικανοποιητική 6 για το 20% και ικανοποιητική 4 για το 5%.



Γράφημα 18 Πόσο αρεστά ήταν τα Cookies

Στο Γράφημα 18 φαίνεται πως τα Cookies ήταν αρεστά πάρα πολύ σε όλους (100%).

5.4. Συζήτηση αποτελεσμάτων

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα των οργανοληπτικών ελέγχων έδειξαν πως σε γενικές γραμμές και οι 3 συνταγές στις οποίες χρησιμοποιήθηκε το υποφάεας ως μπαχαρικό, ήταν αρεστές. Πιο συγκεκριμένα, το Cupcake και τα Cookies ήταν πάρα πολύ αρεστά από όλους τους συμμετέχοντες στις δοκιμές, ενώ η σοκολατόπιτα άρεσε πολύ στο 85%. Ως προς τη γεύση, το Cupcake και τα Cookies θεωρήθηκαν γλυκά για το 80% αντίστοιχα και η σοκολατόπιτα για το 65%. Το άρωμα του Cupcake και των Cookies ήταν ευχάριστο για το 95% και 90% των συμμετεχόντων αντίστοιχα και καθόλου έντονο, ενώ στη σοκολατόπιτα ήταν ευχάριστο για το 85% και μετρίως έντονο. Όσον αφορά την υφή, το 100% των συμμετεχόντων ανέφερε πως της σοκολατόπιτας είναι μαλακή και του Cupcake κανονική. Κανονική χαρακτηρίστηκε η υφή των Cookies από το 85%. Η ένταση χρώματος ήταν ικανοποιητική για το μεγαλύτερο ποσοστό και στις 3 συνταγές. Τέλος, στο κατά πόσο ήταν αρεστή η κάθε συνταγή, οι απαντήσεις των

οργανοληπτικών ελέγχων έδειξαν πως το Cupcake και τα Cookies ήταν πάρα πολύ αρεστά για όλους (100%) και η σοκολατόπιτα πολύ αρεστή, με ποσοστό 85%.

Διαπιστώνεται πως το Cupcake σημείωσε τις πιο υψηλές θετικές απαντήσεις και ακολούθως, τα Cookies. Γενικά, και οι 3 συνταγές ήταν επιτυχείς, επιβεβαιώνοντας την αρχική υπόθεση, ότι το υποφάεζ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μπαχαρικό σε συνταγές.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ανακεφαλαιώνοντας, το ιπποφαές (*Hippophaë rhamnoides* L.) είναι ένα μοναδικό φυτό, λαμβάνοντας υπόψη τη χημική του σύνθεση και τις θεραπευτικές ιδιότητες που προκύπτουν από τη σύνθεσή του. Το ιπποφαές είναι ευρέως διαδεδομένο και εκτιμάται ότι καλύπτει περίπου 3 εκατομμύρια εκτάρια παγκοσμίως (άγριο και καλλιεργημένο) (Ruan et al, 2013). Επιπλέον, το ιπποφαές έχει πολλαπλά οικονομικά πλεονεκτήματα, ως πρώτη ύλη για την παραγωγή καλλυντικών και θρεπτικών ουσιών, αλλά και για την προστασία του περιβάλλοντος (Madawala et al, 2018).

Η φυτοχημική και θρεπτική σύνθεση των μούρων του ιπποφαούς, διαφέρει σημαντικά ανάλογα με το είδος, τα συστατικά που αναλύονται, τις κλιματικές και καλλιεργητικές συνθήκες, τις διακυμάνσεις μεταξύ ετών, τον βαθμό ωρίμανσης, τις συνθήκες αποθήκευσης, τον χρόνο συγκομιδής και τη μέθοδο επεξεργασίας και ανάλυση (Kuhkheil et al, 2014). Το πιο πολύτιμο συστατικό των καρπών του ιπποφαούς είναι το λάδι τους. Το έλαιο σπόρων ιπποφαούς χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ (17%) και αναλογία 1/1 ωμέγα-3 (άλφα λινολενικό) και ωμέγα-6 (λινελαϊκό). Επιπλέον, το ιπποφαές είναι μια πολύ καλή πηγή φυτοστερολών, οι οποίες παίζουν σημαντικό ρόλο στην προφύλαξη από καρδιαγγειακές παθήσεις, που προκαλούνται από υπερχοληστερολαιμία (Ciesarová et al, 2020). Μια άλλη σημαντική πτυχή που η χρήση του ιπποφαούς προάγει την υγεία, είναι η υψηλή περιεκτικότητά του σε φυτικές ίνες και το γεγονός ότι θεωρείται μοναδική πηγή πρωτεΐνης. Ο χυμός ιπποφαούς είναι επίσης πλούσιος σε πολλά ελεύθερα αμινοξέα. Συνολικά 18 από τα 22 γνωστά αμινοξέα έχουν βρεθεί στα φρούτα του ιπποφαούς, τα μισά από τα οποία είναι απαραίτητα επειδή παίζουν κρίσιμο ρόλο σε διάφορες διεργασίες στο ανθρώπινο σώμα (Ciesarová et al, 2020).

Οι κύριες ουσίες που υπάρχουν σε μεγάλες ποσότητες στον πολτό των καρπών του ιπποφαούς ανήκουν στην κατηγορία των καροτενοειδών. Ωστόσο, το πιο σημαντικό θεραπευτικό στοιχείο στα φρούτα του ιπποφαούς, είναι το ασκορβικό οξύ (Kuhkheil et al, 2014). Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό, που διαφοροποιεί το Ιπποφαές από άλλα φρούτα, είναι ότι τα μούρα του ιπποφαούς δεν περιέχουν ασκορβική οξειδάση, το ένζυμο που είναι υπεύθυνο για την αποικοδόμηση του ασκορβικού οξέος και ως εκ τούτου, τα προϊόντα ιπποφαούς και ακόμη και τα αποξηραμένα φρούτα εξακολουθούν να περιέχουν μεγάλες ποσότητες βιταμίνης C

(Krejcarová et al, 2015). Τα φρούτα του ιπποφαούς έχουν μια μοναδική γεύση, που δεν μπορεί να συγκριθεί με τη γεύση οποιουδήποτε άλλου φρούτου. Τα φρούτα του ιπποφαούς είναι γνωστό ότι έχουν ένα συγκεκριμένο άρωμα που βασίζεται σε περίπου 45 ενώσεις, με την περιγραφή τους να λαμβάνει υπόψη τις νότες από μούρα ή εσπεριδοειδή και ακόμη και ανανά. Η γεύση του χυμού του ιπποφαούς χαρακτηριζόταν από στυφότητα, ξινίλα και πικρία (Tang et al, 2001).

Ο όγκος των δεδομένων που δηλώνουν τη σημασία του ιπποφαούς ως φυτού με μεγάλη χημική σύσταση και θεραπευτική αξία είναι τεράστιος και συνεχίζει να αναπτύσσεται με ταχείς ρυθμούς. Από τα έως τώρα δεδομένα, φαίνεται πως ο σημαντικότερος τομέας χρήσης του ιπποφαούς παραμένει η βιομηχανία τροφίμων, όπου χρησιμοποιείται ως ακατέργαστο υλικό για την απόκτηση λειτουργικών τροφίμων ή συμπληρωμάτων διατροφής, τα οποία μπορούν να ενσωματωθούν επιτυχώς σε φυτικές δίαιτες για καταναλωτές που ακολουθούν υγιεινό τρόπο ζωής ή για όσους ενδιαφέρονται για την πρόληψη ή τη θεραπεία ασθενειών που σχετίζονται με τη διατροφή.

Η ανάπτυξη νέων προϊόντων είναι μια τεχνική που χρησιμοποιούν οι περισσότερες βιομηχανίες τροφίμων για να είναι ανταγωνιστικές στην αγορά. Αυτή η στρατηγική τους επιτρέπει να αναπτύσσουν προϊόντα διατροφής σύμφωνα με τις επιθυμίες του καταναλωτικού κοινού. Η τάση των καταναλωτών προς πιο υγιεινές επιλογές τροφίμων είναι αδιαμφισβήτητη (Vilas-Franquesa, Saldo & Juan, 2020). Η διαρκής ενημέρωση του πεδίου της υγιεινής διατροφής, βοηθά τους καταναλωτές να κάνουν πιο υγιεινές επιλογές στα προϊόντα διατροφής. Οι βιομηχανίες τροφίμων προσαρμόζονται συνεχώς για να εκπληρώσουν τις ταχέως μεταβαλλόμενες επιθυμίες των καταναλωτών και οδηγούν τις νέες στρατηγικές ανάπτυξης προϊόντων τους προς πιο υγιεινά και θρεπτικά προϊόντα.

Μία από τις πιο ενδιαφέρουσες ευκαιρίες που θα μπορούσε να εξεταστεί η προσθήκη του ιπποφαούς, είναι η αγορά χυμών. Το 2015, η κατανάλωση χυμού φρούτων έφτασε τα 9,6 δισεκατομμύρια λίτρα στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), ενώ η παγκόσμια κατανάλωση χυμού φρούτων ήταν 38,5 δισεκατομμύρια λίτρα (AIJN, 2016). Η προσθήκη ιπποφαούς στους χυμούς φρούτων, θα αυξήσει σημαντικά την περιεκτικότητά τους σε βιταμίνη C και θα τους δώσει ένα πολύ ωραίο έντονο πορτοκαλί χρώμα. Είναι σημαντικό ωστόσο, να σημειωθεί ότι η προσθήκη του ιπποφαούς θα δώσει στον χυμό μια έντονη στυφή γεύση, που δύσκολα θα μπορούσε να καλυφθεί (Tiitinen et al. 2005).

Γενικά, τα συστατικά των τροφίμων που προέρχονται από φυσική πηγή γίνονται ένα σημαντικό εργαλείο για την ανάπτυξη προϊόντων διατροφής (Vilas-Franquesa et al., 2020). Το ιπποφάες αποτελεί μια χαρακτηριστική περίπτωση που θα μπορούσε εύκολα να ενσωματωθεί ως συστατικό τροφής. Το ιπποφάες έχει αναδειχθεί ως ένα από τα πιο πολλά υποσχόμενα συστατικά για τις εταιρείες τροφίμων, λόγω του φυσικοχημικού του προφίλ και των πλεονεκτημάτων που προκύπτουν για την υγεία, όπως αναλύθηκαν πιο πάνω.

Στο πλαίσιο αυτό, πραγματοποιήθηκε και η παρούσα έρευνα, εξετάζοντας την πιθανή χρήση του ιπποφαούς ως μπαχαρικό σε 3 συνταγές γλυκισμάτων. Τα αποτελέσματα της παρασκευής σοκολατόπιτας, cupcakes και cookies με την προσθήκη σκόνης ιπποφαούς ήταν θετικά, όπως αποδεικνύεται από τα αποτελέσματα των οργανοληπτικών ελέγχων. Ιδιαίτερα τα cupcakes και τα cookies ήταν αρεστά σε όλους τους συμμετέχοντες (100%) και η σοκολατόπιτα στην πλειοψηφία (85%). Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας, προκύπτει πως το ιπποφάες θα μπορούσε να συμπεριληφθεί σε άλλες ανάλογες συνταγές.

Η λυοφιλωμένη σκόνη ιπποφαούς, έχει μια ευχάριστα γλυκιά και πικάντικη γεύση και αποτελεί μια τέλεια προσθήκη σε διάφορα γλυκίσματα, επιδόρπια, ακόμα και στα δημητριακά πρωινού. Το ιπποφάες ως μπαχαρικό μπορεί να ανακατευθεί στο μείγμα για κέικ ή μπισκότα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το πασπάλισμα του κέικ ή να προστεθεί σε smoothies, στο γιαούρτι ως επιδόρπιο κ.α.

Η λυοφιλωμένη σκόνη ιπποφαούς παρασκευάζεται από ώριμα μούρα που υποβάλλονται στη διαδικασία λυοφιλίωσης (ή κρυοξηράνσης) σε πολύ χαμηλή θερμοκρασία (κάτω από 42°C), αφήνοντας όλες τις βιταμίνες και τα μέταλλα στη σκόνη. Κατά τη διάρκεια της όλης διαδικασίας, το μεγαλύτερο μέρος του νερού αφαιρείται από τα μούρα (περίπου 98%) για να αποτραπεί η ανάπτυξη κακών βακτηρίων και να διασφαλιστεί μεγάλη διάρκεια ζωής. Το αποτέλεσμα είναι μια σκόνη ιπποφαούς που είναι έως και 90% πιο ελαφριά αλλά εξαιρετικά θρεπτική. Καθώς η σκόνη είναι πολύ πιο συμπυκνωμένη, είναι και πολύ πιο θρεπτική, επομένως μια μικρή μόνο ποσότητα (π.χ. 1 κουτ. γλυκού στην παρασκευή γλυκισμάτων) είναι αρκετή για να παρέχει στον οργανισμό τις απαραίτητες βιταμίνες και μέταλλα. Επιπλέον, με αυτόν τον τρόπο, το ιπποφάες ως μπαχαρικό είναι εύκολα διαθέσιμο και βολικό για κάθε χρήση από τους καταναλωτές, προσφέροντας τα σημαντικά του οφέλη για την υγεία.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει μια σχετική έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Nilova και Malyutenkova (2018), εξετάζοντας τρόπους αύξησης της αντιοξειδωτικής ικανότητας των προϊόντων αρτοποιίας προσθέτοντας ιπποφαές σε σκόνη, κονιοποιημένους σπόρους και κονιοποιημένα στέμφυλα από μούρα ιπποφαούς. Οι σκόνες που παρασκευάζονται από διάφορα μέρη του ιπποφαούς (από τα στέμφυλα, τους σπόρους ή τη φλούδα) εμφανίζουν αντιοξειδωτική δράση. Έτσι, τρεις διαφορετικές εκδόσεις προϊόντων αρτοποιίας αναπτύχθηκαν με τη μέγιστη προσθήκη των ακόλουθων σκονών ιπποφαούς: από τη φλούδα (3%), από τα στέμφυλα (5%) και από σπόρους (5%). Τα προϊόντων αρτοποιίας με την προσθήκη σκόνης ιπποφαούς ψήθηκαν σε δύο επίπεδα θερμοκρασίας: 200°C και 220°C. Η αντιοξειδωτική δράση του ιπποφαούς σε σκόνη εξαρτιόταν από τον όγκο των φαινολικών ενώσεων και του ασκορβικού οξέος σε αυτές: φλούδα > στέμφυλα > σπόροι. Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των παρασκευασμάτων μειώθηκαν με την ακόλουθη σειρά και ευθυγραμμίστηκαν με τον ακόλουθο τρόπο: προϊόν με στέμφυλα > προϊόν με φλούδα > προϊόν με σπόρους. Τέλος, διαπιστώθηκαν υψηλότερα επίπεδα αντιοξειδωτικής δράσης από αυτά που υπολογίστηκαν σε θεωρητικές δοκιμές, ανάλογα με τον όγκο των σκονών που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε συνταγή. Επίσης, η αύξηση της θερμοκρασίας ψήσιματος οδήγησε σε απώλεια φαινολικών ενώσεων και βιταμίνης C, καθώς και σε σχηματισμό πολυλακταμών.

Οι ερευνητές κατέληξαν σε ενδιαφέροντα συμπεράσματα. Όταν χρησιμοποιούνται σκόνες από ιπποφαές για την παρασκευή προϊόντων αρτοποιίας, είναι απαραίτητο να λαμβάνονται υπόψη τα υψηλά επίπεδα οξύτητας στις σκόνες, κάτι που έχει αντίκτυπο στη γεύση των προϊόντων. Επίσης, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η υψηλή περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ, που έχει συσφικτική δράση στη γλουτένη (και μείωση του ειδικού όγκου του αρτοπαρασκευάσματος). Η βέλτιστη μέγιστη χρήση σκόνης από ιπποφαές είναι ως εξής: σκόνη με βάση τη φλούδα: 3%, σκόνη με βάση τα στέμφυλα: 5%, σκόνη με βάση τους σπόρους: 5%. Η χρήση σκόνης ιπποφαούς στην παραγωγή προϊόντων αρτοποιίας αυξάνει τις φαινολικές ενώσεις και τα φλαβονοειδή, δηλαδή την αντιοξειδωτική δράση. Το ασκορβικό οξύ αποσυντίθεται υπό την επίδραση της υψηλής θερμοκρασίας ψήσιματος, επομένως απουσιάζει από την κρούστα του αρτοπαρασκευάσματος, αλλά βρίσκεται στην ψίχα του, όπου έχει παραχθεί με την προσθήκη σκονών με βάση τη φλούδα και τα στέμφυλα.

Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των παρασκευασμάτων με σκόνες από ιπποφαές είναι μεγαλύτερες με βάση την ακόλουθη σειρά: προϊόν με σκόνη με βάση τους σπόρους < προϊόν με σκόνη με βάση τη φλούδα < προϊόν με σκόνη με βάση τα στέμφυλα. Οι αντιοξειδωτικές

ιδιότητες των παρασκευασμάτων εξαρτώνται όχι μόνο από τον τύπο και την ποσότητα της σκόνης ιπποφαούς στη συνταγή, αλλά και από τη θερμοκρασία ψησίματος. Η μείωση της θερμοκρασίας ψησίματος έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των απωλειών, ειδικά για βιολογικά δραστικές ουσίες (Nilova & Malyutenkova, 2018).

Μια ανάλογη έρευνα πραγματοποιήθηκε από τους Salejda, Tril και Krasnowska (2014). Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν η ανάλυση επιλεγμένων ποιοτικών χαρακτηριστικών μαγειρεμένων χοιρινών λουκάνικων, που παρασκευάστηκαν με την προσθήκη μούρων από ιπποφάες. Οι γεμίσεις των λουκάνικων αποτελούνταν από χοιρινό κρέας, λίπος, νερό και πρόσθετα, όπως αλάτι ωρίμανσης και ισοασκορβικό νάτριο. Τα λειτουργικά πρόσθετα που χρησιμοποιήθηκαν στη διαδικασία παραγωγής ήταν δύο παρασκευάσματα που ελήφθησαν από αποξηραμένα μούρα ιπποφαούς σε μορφή σκόνης, σε ποσότητα 1 g και 3 g. Τα δείγματα ελέγχου παρήχθησαν χωρίς λειτουργικά πρόσθετα. Τα πειραματικά λουκάνικα υποβλήθηκαν σε θερμική επεξεργασία σε λουτρό νερού και αποθηκεύτηκαν για 4 εβδομάδες υπό ψυχρές συνθήκες ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$). Εκτιμήθηκαν φυσικές παράμετροι (χρώμα, προφίλ υφής) και τεχνολογικές παράμετροι (οξύτητα, απώλειες βάρους και δραστηριότητα νερού). Η επίδραση των παρασκευασμάτων από σκόνη μούρων ιπποφαούς στην οξείδωση των λιπιδίων κατά την αποθήκευση των τελικών προϊόντων προσδιορίστηκε με τη μέθοδο TBARS (Salejda et al., 2014).

Φαίνεται ότι η προσθήκη παρασκευασμάτων από ιπποφάες σε λιπαρά κρέατα, μείωσε σημαντικά τις τιμές pH των δειγμάτων λουκάνικων μετά από θερμική επεξεργασία. Επιπλέον, η προσθήκη σκόνης μούρων προκάλεσε σημαντικές διαφορές ($P \leq 0,05$) στις απώλειες βάρους μετά τη διαδικασία μαγειρέματος. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης του προφίλ υφής έδειξε ότι η χρήση αφεψήματος που παρασκευάστηκε από αποξηραμένα μούρα από ιπποφάες, προκάλεσε αύξηση της ελαστικότητας, της κολλώδους υφής και της μασητικότητας των τελικών προϊόντων κρέατος. Ταυτόχρονα, η μεγαλύτερη ποσότητα σκόνης μούρων από ιπποφάες στη συνταγή, προκάλεσε μείωση όλων των μετρούμενων παραμέτρων υφής. Η χρήση πειραματικών σκευασμάτων μείωσε σημαντικά ($P \leq 0,05$) την ελαφρότητα (παραμέτρος χρώματος) των προϊόντων κρέατος. Ταυτόχρονα, η εισαγωγή 1g και 3g σκόνης μούρων από ιπποφάες στο κουρκούτι λιπαρού κρέατος, αύξησε την ερυθρότητα των δειγμάτων υπό έρευνα. Υψηλότερη περιεκτικότητα σε ουσίες που αντιδρούν με θειοβαρβιτουρικό οξύ παρατηρήθηκε σε προϊόντα κρέατος που παρασκευάστηκαν χωρίς λειτουργικά πρόσθετα. Τέλος, παρατηρήθηκε ότι η σκόνη από ιπποφάες που προστέθηκε σε κουρκούτι με λιπαρά κρέατα,

προκάλεσε μεγαλύτερη προστασία από την οξείδωση των λιπιδίων στα μαγειρεμένα λουκάνικα (Salejda et al., 2014).

Γενικά, η σκόνη από μούρα μούρα του ιπποφαούς φαίνεται πως είναι ένα καλό λειτουργικό συμπλήρωμα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων κρέατος και για την επεξεργασία νέων τροφίμων. Ο εμπλουτισμός λιπαρών κρεάτων με τη χρήση σκόνης αποξηραμένων καρπών ιπποφαούς, αναστέλλει έντονα την οξείδωση των λιπιδίων κατά την αποθήκευση και αυτό υποδηλώνει ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φυσικό συντηρητικό αντί για χημικό πρόσθετο τροφίμων. Οι ερευνητές (Salejda et al., 2014) επισημαίνουν τέλος πως απαιτείται περαιτέρω έρευνα για να περιοριστεί η αρνητική επίδραση της σκόνης ιπποφαούς στα τεχνολογικά χαρακτηριστικά των μαγειρεμένων χοιρινών λουκάνικων.

Εν κατακλείδι, η προσθήκη συστατικών που προέρχονται από το ιπποφάεζ σε κανονικά προϊόντα διατροφής θα μπορούσε να χρησιμεύσει στη μετατροπή τους σε προϊόντα διατροφής προστιθέμενης αξίας. Η διάθεση αυτών των προϊόντων υψηλής διατροφικής αξίας στην αγορά, θα βελτίωνε τις βλαβερές επιπτώσεις ορισμένων καταναλωτικών προτύπων στην ανθρώπινη υγεία. Επιπλέον, η προσθήκη ενός τόσο πολύτιμου συστατικού σε προϊόντα διατροφής που κυκλοφορούν ήδη στην αγορά, θα μπορούσε να ανοίξει ένα ευρύ παράθυρο για την ανάπτυξη προϊόντων και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από οποιαδήποτε εταιρεία ως νέο στοιχείο στην αγορά και ως ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, αυξάνοντας την κερδοφορία της και ωφελώντας συγχρόνως τη δημόσια υγεία.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Agrawala, P.K, Goel, H.C. (2002). Protective effect of RH-3 with special reference to radiation induced micronuclei in mouse bone marrow. *Indian J Exp. Biol.* 40:525- 530.
- AIJN European Fruit Juice Association. (2016). Liquid fruit market report. *AIJN European Fruit Juice Association: Brussels, Belgium*.
- Ansari, A. S. (2003). "Seabuckthorn (*Hippophae* spp.) - A Potential Resource for Biodiversity Conservation in Nepal Himalayas. In *International Workshop on Underutilized Plant Species* (Vol. 6).
- Attri, S., Sharma, K., Raigond, P., & Goel, G. (2018). Colonic fermentation of polyphenolics from Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berries: Assessment of effects on microbial diversity by Principal Component Analysis. *Food Research International*, 105, 324-332.
- Azzi, A., Davies, K. J., & Kelly, F. (2004). Free radical biology–terminology and critical thinking. *FEBS letters*, 558(1-3), 3-6.
- Bal, L. M., Meda, V., Naik, S. N., & Satya, S. (2011). Sea buckthorn berries: A potential source of valuable nutrients for nutraceuticals and cosmoceuticals. *Food research international*, 44(7), 1718-1727.
- Baral, S. R. (2002). Present status and opportunity of developing Seabuckthorn (*Hippophae* Linn. spp.) in Nepal: a review. *Banko Janakari*, 12(2), 33-41.
- Bawa, A. S., Khanum, F., & Singh, B. (2002). *Seabuckthorn a wonder plant*.
- Bhartee, M., Basistha, B. C., & Pradhan, S. (2014). Seabuckthorn-A Secret Wonder Species. *SMU Medical Journal*, 1(2).
- Bittová, M., Krejzová, E., Roblová, V., Kubáň, P., & Kubáň, V. (2014). Monitoring of HPLC profiles of selected polyphenolic compounds in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) plant parts during annual growth cycle and estimation of their antioxidant potential. *Open Chemistry*, 12(11), 1152-1161.
- Brad, I., Brad, I.L., & Radu, F. (2002). Sea Buckthorn: A Pharmacy in a Plant. *Editura Tehnică, Bucharest*.
- Chandra, S., Zafar, R., Dwivedi, P., Shinde, L. P., & Prita, B. (2018). Pharmacological and nutritional importance of sea buckthorn (*Hippophae*). *The Pharma Innovation*, 7(5, Part D), 258.
- Cheng, J., Kondo, K., Suzuki, Y., Ikeda, Y., Meng, X., & Umemura, K. (2003). Inhibitory effects of total flavones of *Hippophae Rhamnoides* L on thrombosis in mouse femoral artery and in vitro platelet aggregation. *Life Sciences*, 72(20), 2263-2271.

Christenden, L.B. (2007). *Η Πειραματική Μέθοδος στην Επιστημονική Έρευνα*, Αθήνα, Παπαζήση.

Ciesarová, Z., Murkovic, M., Cejpek, K., Kreps, F., Tobolková, B., Koplík, R., ... & Burčová, Z. (2020). Why is sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) so exceptional? A review. *Food Research International*, 133, 109170.

Γρηγοράκης, Κ. & Τσακνής, Γ. (2014). *Οργανοληπτικός έλεγχος τροφίμων*. Αθήνα, Παπασωτηρίου.

Dulf, F. V. (2012). Fatty acids in berry lipids of six sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L., subspecies *carpatica*) cultivars grown in Romania. *Chemistry Central Journal*, 6(1), 1-12.

Dwivedi, S. K., Singh, R., & Ahmed, Z. (2006). The seabuckthorn. field research laboratory. *DRDO, Leh*.

Eccleston, C., Baoru, Y., Tahvonen, R., Kallio, H., Rimbach, G. H., & Minihaue, A. M. (2002). Effects of an antioxidant-rich juice (sea buckthorn) on risk factors for coronary heart disease in humans. *The Journal of nutritional biochemistry*, 13(6), 346-354.

Fatima, T., Nazir, A., Naseer, B., & Hussain, S. Z. (2018). Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*): A repository of phytochemicals. *Int. J. Pharm. Sci. Res*, 3, 9-12.

Gätlan, A. M., & Gutt, G. (2021). Sea Buckthorn in Plant Based Diets. An Analytical Approach of Sea Buckthorn Fruits Composition: Nutritional Value, Applications, and Health Benefits. *International journal of environmental research and public health*, 18(17), 8986. <https://doi.org/10.3390/ijerph18178986>

Gao, Z. L., Gu, X. H., Cheng, F. T., & Jiang, F. H. (2003). Effect of sea buckthorn on liver fibrosis: a clinical study. *World Journal of Gastroenterology: WJG*, 9(7), 1615.

Geertsen, J. L., Allesen-Holm, B. H., & Giacalone, D. (2016). Consumer-Led Development of Novel Sea-Buckthorn Based Beverages. *Journal of Sensory Studies*, 31(3), 245-255.

Goel, H. C., Kumar, I. P., Samanta, N., & Rana, S. V. S. (2003). Induction of DNA-protein cross-links by *Hippophae rhamnoides*: implications in radioprotection and cytotoxicity. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 245(1), 57-67.

Gubsky, S., Artamonova, M., Shmatchenko, N., Piliugina, I., & Aksenova, E. (2016). Determination of total antioxidant capacity in marmalade and marshmallow. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, (4 (11)), 43-50.

- Gunenc, A., Khoury, C., Legault, C., Mirrashed, H., Rijke, J., & Hosseinian, F. (2016). Seabuckthorn as a novel prebiotic source improves probiotic viability in yogurt. *LWT-Food Science and Technology*, 66, 490-495.
- Guo, R., Guo, X., Li, T., Fu, X., & Liu, R. H. (2017). Comparative assessment of phytochemical profiles, antioxidant and antiproliferative activities of Sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries. *Food Chemistry*, 221, 997-1003.
- Guo, X., Shi, L., Yang, S., Yang, R., Dai, X., Xhang, T., Wang, X. (2019). Effect of sea-buckthorn pulp and flaxseed residues on quality and shelf life of bread. *Food & Function*, 10, 4220–4230.
- Gupta, V. N.; Nepal, V. P.; Ghimire, S; Subedi, C. K. and Adhikari, K. (2000). *An Ecological Assessment of Seabuckthorn (Hippophae spp) Resource in North-West Nepal*. Tree Improvement and Silviculture Component, Hattisar, Kathmandu, Nepal.
- Gutzeit, D., Winterhalter, P., & Jerz, G. (2008). Nutritional assessment of processing effects on major and trace element content in sea buckthorn juice (*Hippophaë rhamnoides* L. ssp. *rhamnoides*). *Journal of food science*, 73(6), H97-H102.
- Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. (2015). *Free radicals in biology and medicine*. Oxford university press, USA.
- Jaroszewska, A., Biel, W., & Telesinski, A. (2018). Effect of mycorrhization and variety on the chemical composition and antioxidant activity of sea buckthorn berries. *Journal of Elementology*, 23(2).
- Ji, M., Gong, X., Li, X., Wang, C., & Li, M. (2020). Advanced research on the antioxidant activity and mechanism of polyphenols from *Hippophae* species—A review. *Molecules*, 25(4), 917.
- Kallio, H., Yang, B., Peippo, P., Tahvonon, R., & Pan, R. (2002). Triacylglycerols, Glycerophospholipids, Tocopherols, and Tocotrienols in Berries and Seeds of Two Subspecies (ssp. *sinensis* and *mongolica*) of Sea Buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10), 3004-3009.
- Koskovac, M., Cupara, S., Kipic, M., Barjaktarevic, A., Milovanovic, O., Kojicic, K., & Markovic, M. (2017). Sea buckthorn oil—A valuable source for cosmeceuticals. *Cosmetics*, 4(4), 40.
- Krejcarová, J., Straková, E., Suchý, P., Herzig, I., & Karásková, K. (2015). Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) as a potential source of nutraceuticals and its therapeutic possibilities-a review. *Acta Veterinaria Brno*, 84(3), 257-268.
- Kuhkheil, A., Naghdi Badi, H., Mehrafarin, A., & Abdossi, V. (2017). Chemical constituents of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) fruit in populations of central Alborz Mountains in Iran. *Research Journal of Pharmacognosy*, 4(3), 1-12.

- Lee, M. H., Cho, H. R., & Lee, K. G. (2012). Development of sea buckthorn beer using Mongolian sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) fruit. *Food Engineering Progress*.
- Lesschaeve, I., & Noble, A. C. (2005). Polyphenols: factors influencing their sensory properties and their effects on food and beverage preferences. *The American journal of clinical nutrition*, 81(1), 330S-335S.
- Li, T. S., & Beveridge, T. H. (2003). *Sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L.): production and utilization* (No. 45317). NRC Research Press.
- Lukša, J., Vepškaitė-Monstavičė, I., Yurchenko, V., Serva, S., & Servienė, E. (2018). High content analysis of sea buckthorn, black chokeberry, red and white currants microbiota—A pilot study. *Food Research International*, 111, 597-606.
- Ma, X., Laaksonen, O., Heinonen, J., Sainio, T., Kallio, H., & Yang, B. (2017). Sensory profile of ethyl β -D-glucopyranoside and its contribution to quality of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Food chemistry*, 233, 263-272.
- Madawala, S. R., Brunius, C., Adholeya, A., Tripathi, S. B., Hanhineva, K., Hajazimi, E., ... & Landberg, R. (2018). Impact of location on composition of selected phytochemicals in wild sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*). *Journal of Food Composition and Analysis*, 72, 115-121.
- Maertz, J. (2006). Seabuckthorn Nutritional Properties: Meet the Little Orange Berry from the Himalayas that's Interesting in Your Well-being. *Sibu: The Seabuckthorn Company*. Accessed on <http://www.mysibu.com>, 8, 25.
- Malik, N., Saxena, S., Nangyal, H., Zohra, T., & Ikram, H. (2020). Sea Buckthorn: Its Sustainable Utilization for Biodiversity Conservation. In *Environmental Pollution, Biodiversity, and Sustainable Development* (pp. 147-158). Apple Academic Press.
- Malinowska, P. & Olas, B. (2016). Sea buckthorn—valuable plant for health. *Kosmos*, 2, 285-292.
- Mingyu, X. (1994). Anticancer effects of and direction of research on *Hippophae*. *Hippophae*, 7(4), 41-43.
- Nersesian, A. K., Zil'fian, V. N., Kumkumadzhian, V. A., & Proshian, N. V. (1990). Antimutagenic properties of sea buckthorn oil. *Genetika*, 26(2), 378-380.
- Niesteruk, A., Lewandowska, H., Golub, Z., Swisłocka, R., & Lewandowski, W. (2013). Let's get interested with sea buckthorn. Preparations of sea buckthorn as food additives and assessment of their market in Poland. *Kosmos*, 4, 571-581.
- Nilova, L., & Malyutenkova, S. (2018). The possibility of using powdered sea-buckthorn in the development of bakery products with antioxidant properties. *Agronomy Research* 16(S2), 14441456.

- Olas, B. (2016). Sea buckthorn as a source of important bioactive compounds in cardiovascular diseases. *Food and Chemical Toxicology*, 97, 199-204.
- Pallavee, K., & Ashwani, M. (2017). Sea buckthorn juice: nutritional therapeutic properties and economic considerations. *Int. J. Pharm. Phytochem. Res*, 9, 880-884.
- Pandurangan, N., Bose, C., & Banerji, A. (2011). Synthesis and antioxygenic activities of seabuckthorn flavone-3-ols and analogs. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 21(18), 5328-5330.
- Piłat, B., Bieniek, A., & Zadernowski, R. (2014). Chemical composition of individual morphological parts of the sea buckthorn fruit (*Hippophae rhamnoides*, L.). In *Proceedings of the Producing Sea Buckthorn of High Quality: Proceedings of the 3rd European Workshop on Sea Buckthorn* (pp. 79-82).
- Pop, E. A., Diaconeasa, Z. M., Fetea, F., Bunea, A., Dulf, F., Pintea, A., & Socaciu, C. (2015). Carotenoids, tocopherols and antioxidant activity of lipophilic extracts from sea buckthorn berries (*Hippophae rhamnoides*), apricot pulp and apricot kernel (*Prunus armeniaca*). *Bulletin UASVM Food Science and Technology*, 72(2), 169-176.
- Püssa, T., Pällin, R., Raudsepp, P., Soidla, R., & Rei, M. (2008). Inhibition of lipid oxidation and dynamics of polyphenol content in mechanically deboned meat supplemented with sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berry residues. *Food chemistry*, 107(2), 714-721.
- Rafalska, A., Abramowicz, K., & Krauze, M. (2017). Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) as a plant for universal application. *World scientific news*, (72), 123-140.
- Rajchal, R. (2009). Seabuckthorn (*Hippophae salicifolia*) management guide. *Submitted to the Rufford Small Grants for Nature Conservation*.
- Ranard, K. M., Kuchan, M. J., & Erdman Jr, J. W. (2019). α -Tocopherol, but Not γ -Tocopherol, Attenuates the Expression of Selective Tumor Necrosis Factor-Alpha-Induced Genes in Primary Human Aortic Cell Lines. *Lipids*, 54(5), 289-299.
- Ranjith, A., Kumar, K. S., Venugopalan, V. V., Arumughan, C., Sawhney, R. C., & Singh, V. (2006). Fatty acids, tocols, and carotenoids in pulp oil of three sea buckthorn species (*Hippophae rhamnoides*, *H. salicifolia*, and *H. tibetana*) grown in the Indian Himalayas. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83(4), 359-364.
- Rați I.V., Rați L. (2003). *Sea Buckthorn in Agricultural Holdings*. Ministry of Agriculture, Forests, Waters and Environment, National Agricultural Consulting Agency; Bucharest, Romania.
- Rop, O., Ercişli, S., Mlcek, J., Jurikova, T., & Hoza, I. (2014). Antioxidant and radical scavenging activities in fruits of 6 sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(2), 224-232.

Ruan, C., & Li, D. (2002). Community characteristics of Hippophae rhamnoides forest and water and nutrient condition of the woodland in Loess Hilly Region. *Ying yong sheng tai xue bao= The Journal of Applied Ecology*, 13(9), 1061-1064.

Ruan, C. J., Rumpunen, K., & Nybom, H. (2013). Advances in improvement of quality and resistance in a multipurpose crop: sea buckthorn. *Critical reviews in biotechnology*, 33(2), 126-144.

Selvamuthukumaran, M., & Khanum, F. (2015). Optimization of seabuckthorn fruit yogurt formulation using response surface methodology. *Journal of food science and technology*, 52(2), 831-839.

Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects—A review. *Journal of functional foods*, 18, 820-897.

Salejda, A. M., Tril, U., & Krasnowska, G. (2014). The effect of sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L.) berries on some quality characteristics of cooked pork sausages. *Int. J. Nutr. Food Eng*, 8, 604-607.

Salminen, J. P., & Karonen, M. (2011). Chemical ecology of tannins and other phenolics: we need a change in approach. *Functional ecology*, 25(2), 325-338.

Sidor, A. M. (2016). The intake of minerals in the diet brought by the consumption of sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L.) berries and juice. *Food and Environment Safety Journal*, 14(3).

Singh, V. (2001). Seabuckthorn (Hippophae L.)—A Wonder Plant of Dry Temperate Himalayas. *Department of Agro forestry and Environment, Himachal Pradesh Agriculture university, Palampur*, 1760-62.

Socaci, S. A., Socaciu, C., Tofană, M., Rați, I. V., & Pintea, A. (2013). In-tube extraction and GC–MS analysis of volatile components from wild and cultivated sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L. ssp. Carpatica) berry varieties and juice. *Phytochemical Analysis*, 24(4), 319-328.

Stobdan, T., Yadav, A., Mishra, G., Chaurasia, O. & Srivastava, R. (2011). Seabuckthorn: the super plant. *Defence Institute of High Altitude Research, Defence Research and Development Organisation*.

Stolzenbach, S., Bredie, W. L., & Byrne, D. V. (2013). Consumer concepts in new product development of local foods: Traditional versus novel honeys. *Food Research International*, 52(1), 144-152.

Sturza, R. A., Ghendov-Mosanu, A. A., Deseatnicov, O. I., & Suhodol, N. F. (2016). Use of SB fruits in the pastry manufacturing. *Pakistan Journal of Nutrition*, 17(1), 35–43.

Su, H. L., Wei, J., Bi, Y., Li, J. X., Yury, Z., & Alexander, K. (2017). Antioxidant activity of ethanol extracts from Chinese seabuckthorn berries in vitro and on HepG2 cells. *Sci. Technol. Food Ind*, 5, 51-55.

Süleyman, H., Demirezer, L. Ö., Büyükokuroglu, M. E., Akcay, M. F., Gepdiremen, A., Banoglu, Z. N., & Göçer, F. (2001). Antiulcerogenic effect of Hippophae rhamnoides L. *Phytotherapy Research*, 15(7), 625-627.

Tang, X., Kälviäinen, N., & Tuorila, H. (2001). Sensory and hedonic characteristics of juice of sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L.) origins and hybrids. *LWT-Food Science and Technology*, 34(2), 102-110.

Terpou, A., Gialleli, A. I., Bosnea, L., Kanellaki, M., Koutinas, A. A., & Castro, G. R. (2017). Novel cheese production by incorporation of sea buckthorn berries (Hippophae rhamnoides L.) supported probiotic cells. *LWT-Food science and Technology*, 79, 616-624.

Ting, H. C., Hsu, Y. W., Tsai, C. F., Lu, F. J., Chou, M. C., & Chen, W. K. (2011). The in vitro and in vivo antioxidant properties of seabuckthorn (Hippophae rhamnoides L.) seed oil. *Food Chemistry*, 125(2), 652-659.

TISC (2001). *Proceeding of Workshop on Ecology and Distribution of Seabuckthorn (Hippophae spp) Resource in Northwest Mountains of Nepal*. HMG/DANIDA NARMSAP, Tree Improvement and Silviculture Component, Hattisar, Kathmandu.

Tiitinen, K. M., Hakala, M. A., & Kallio, H. P. (2005). Quality components of sea buckthorn (Hippophae rhamnoides) varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(5), 1692-1699.

Tiitinen, K., Vahvaselkä, M., Laakso, S., & Kallio, H. (2007). Malolactic fermentation in four varieties of sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L.). *European Food Research and Technology*, 224(6), 725-732.

Todd, J. (2007). Introduction to Sea Buckthorn. *Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Ontario*. Accessed on <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/seabuckthorn.htm>, 4, 10.

Uransanaa, M., Gerel, D., Jamyansan, Y., & Dash, T. (2003). Protein and amino acid composition of sea buckthorn seeds (Hippophae rhamnoides mongolica Rouse). *Mongolian Journal of Biological Sciences*, 1(1), 85-88.

Upadhyay, N. K., Kumar, M. Y., & Gupta, A. (2010). Antioxidant, cytoprotective and antibacterial effects of Sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L.) leaves. *Food and Chemical Toxicology*, 48(12), 3443-3448.

Ursache, F. M., Ghinea, I. O., Turturică, M., Aprodu, I., Râpeanu, G., & Stănciuc, N. (2017). Phytochemicals content and antioxidant properties of sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L.) as affected by heat treatment—Quantitative spectroscopic and kinetic approaches. *Food Chemistry*, 233, 442-449.

Ursache, F. M., Andronoiu, D. G., Ghinea, I. O., Barbu, V., Ioniță, E., Cotârleț, M., Stănciuc, N. (2018). Valorizations of carotenoids from SB extract by microencapsulation and formulation of value-added food products. *Journal of Food Engineering*, 219, 16–24.

Vilas-Franquesa, A., Saldo, J., & Juan, B. (2020). Potential of sea buckthorn-based ingredients for the food and feed industry—a review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 2(1), 1-17.

Vítová, E., Sůkalová, K., Mahdalová, M., Butorová, L., & Melikantová, M. (2015). Comparison of selected aroma compounds in cultivars of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Chemical Papers*, 69(6), 881-888.

Wang, Y., Huang, F., Zhao, L., Zhang, D., Wang, O., Guo, X., ... & Deng, Q. (2016). Protective effect of total flavones from *Hippophae rhamnoides* L. against visible light-induced retinal degeneration in pigmented rabbits. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(1), 161-170.

WCRF/AICR. (1997). *Food, Nutrition and the Prevention of Cancer: A Global Perspective. World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research.*

Xiaohua, L., Lingxue, K., & Hongzhang, L. (2007). Advances on effective compositions of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Journal of Jilin Agricultural University*.

Xing, J., Yang, B., Dong, Y., Wang, B., Wang, J., & Kallio, H. P. (2002). Effects of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed and pulp oils on experimental models of gastric ulcer in rats. *Fitoterapia*, 73(7-8), 644-650.

Yang, B. & Kallio, H. (2002). Composition and physiological effects of sea buckthorn (*Hippophae*) lipids. *Trends in Food Science & Technology*, 13(5), 160-167.

Yang, B., Zheng, J., & Kallio, H. (2011). Influence of origin, harvesting time and weather conditions on content of inositols and methylinositols in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berries. *Food chemistry*, 125(2), 388-396.

Zadernowski, R., Naczki, M., & Amarowicz, R. (2003). Tocopherols in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berry oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 80(1), 55-58.

Zadernowski, R., Naczki, M., Czaplicki, S., Rubinskiene, M., & Szalkiewicz, M. (2005). Composition of phenolic acids in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries. *Journal of the american oil chemists' society*, 82(3), 175-179.

Zeb, A. (2004). Chemical and nutritional constituents of sea buckthorn juice. *Pakistan Journal of Nutrition*, 3(2), 99-106.

Zheng, J., Kallio, H., Linderborg, K., & Yang, B. (2011). Sugars, sugar alcohols, fruit acids, and ascorbic acid in wild Chinese sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* ssp. *sinensis*) with special reference to influence of latitude and altitude. *Food research international*, 44(7), 2018-2026.

Zheng, L., Shi, L. K., Zhao, C. W., Jin, Q. Z., & Wang, X. G. (2017). Fatty acid, phytochemical, oxidative stability and in vitro antioxidant property of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) oils extracted by supercritical and subcritical technologies. *LWT*, 86, 507-513.

Zhong, F. (1989). Effects of the total flavonoids of *Hippophae rhamnoides* on nonspecific immunity in animals. *Shaanxi Med. J*, 18, 9-10.

Zhou, Y. (1998). *Study on the effect of Hippophaeseed oil against gastric ulcer*. Institute of Medical Plants Resource Development, The Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing China.