



Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης,  
Αγροδιατροφής και  
Διαχείρισης Φυσικών Πόρων

Εθνικό και Καποδιστριακό  
Πανεπιστήμιο Αθηνών

## Βιοδραστικά συστατικά Ιπποφαούς και εφαρμογές στην τεχνολογία τροφίμων

Γεωργία Μαρία Πάντου



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ  
Δρ. Αντωνία Τέρπου,  
Επίκουρη καθηγήτρια  
Χημείας Τροφίμων



Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης,  
Αγροδιατροφής και  
Διαχείρισης Φυσικών Πόρων

Εθνικό και Καποδιστριακό  
Πανεπιστήμιο Αθηνών

# Βιοδραστικά συστατικά Ιπποφαούς και εφαρμογές στην τεχνολογία τροφίμων

---

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ  
Γεωργίας-Μαρίας Πάντου

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Αντωνία Τέρπου  
ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:  
Δρ. Αντωνία Τέρπου, Δρ. Ναυσικά Παπαγεωργίου, Δρ. Νικόλαος Αφράτης

Συγκρότημα Ευρίπου, 2023

---

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης, Αγροδιατροφής και Διαχείρισης Φυσικών Πόρων

Γεωργία Μαρία Πάντου

© 2023 Με επιφύλαξη παντός Δικαιώματος

---

---

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους εκείνους που με βοήθησαν με ποικίλους τρόπους ώστε να ολοκληρώσω με επιτυχία την διπλωματική μου εργασία.

Η ολοκλήρωση της πτυχιακής αυτής εργασίας θα την αδύνατη χωρίς την πολύτιμη υποστήριξη της καθηγητριάς μου, Κας Αντωνίας Τέρπου. Της εκφράζω ένα βαθύ ευχαριστώ για όλη την βοήθεια που μου προσέφερε. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω το Εργαστήριο αναλυτικής Χημείας του Τμήματος Χημείας του ΕΚΠΑ με υπεύθυνο τον καθ. Νικόλαο Θωμαΐδη καθώς και την επ. καθηγήτρια Μαριλένα Δασενάκη από το εργαστήριο Χημείας Τροφίμων του Τμήματος Χημείας του ΕΚΠΑ για τη συνδρομή τους στις αναλυτικές τεχνικές χρωματογραφίας οι οποίες εφαρμόστηκαν στην παρούσα πτυχιακή.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου για την στήριξή τους όλο το διάστημα της διπλωματικής μου εργασίας.

---

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη σύγχρονη εποχή, οι απαιτήσεις των διατροφικών αναγκών των καταναλωτών έχουν αλλάξει. Ειδικότερα, κύριος στόχος στις μέρες μας είναι η αναζήτηση υψηλής διατροφικής αξίας λειτουργικών τροφίμων, γνωστά ως «superfoods». Τα λειτουργικά τρόφιμα έχουν πλούσια διατροφική αξία για τον άνθρωπο καθώς έχουν πολλές ευεργετικές ιδιότητες στην υγεία του καταναλωτή.

Ο φυλλοβόλος θάμνος, *Hippophae rhamnoides L.*, αποτελεί ένα από τα δημοφιλέστερα λειτουργικά τρόφιμα. Η προέλευση του υποφαούς καταγράφεται από την αρχαιότητα, καθώς το όνομά του προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις "ίππος" που σημαίνει άλογο και "φάος" που σημαίνει λάμψη. Επίσης, ιστορικά αναφέρεται, ότι τα τραυματισμένα άλογα του Μεγάλου Αλεξάνδρου που έτρωγαν καρπούς υποφαούς, αποκτούσαν λαμπερό τρίχωμα και μεγαλύτερες αντοχές. Είναι αξιοσημείωτο πως το υποφαές περιέχει, περισσότερα από 190 ενεργά θρεπτικά συστατικά όπως βιταμίνες, μέταλλα, ακόρεστα λιπαρά οξέα, φλαβονοειδή και φυτοστερόλες, με αποτέλεσμα να θεωρείται ένας μικρός θησαυρός και σημαντικός σύμμαχος της υγείας μας. Πολλά από αυτά τα συστατικά μπορούν να χαρακτηριστούν ως βιοδραστικά (π.χ. αμινοξέα, πολυφαινόλες, φυτοστερόλες, καρατενοειδή)

Το υποφαές λόγω της πληθώρας σε βιοδραστικά συστατικά επιφέρει θετικές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία χαρίζοντας ενίσχυση του ανοσοποιητικού και αντιοξειδωτική δράση. Σημαντικό είναι να αναφερθεί, πως οι καρποί του υποφαούς έχουν θετική επίδραση ενάντια στις φλεγμονές καθώς και αντικαρκινικές ιδιότητες.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται το υποφαές (*Hippophae rhamnoides L*) και η χρήση του στην τεχνολογία τροφίμων με έμφαση στα βιοδραστικά συστατικά του. Τα βιοδραστικά συστατικά των ξηρών καρπών του (*Hippophae rhamnoides L.*) τα οποία συναντώνται συχνότερα στο εμπόριο αναλύονται στην παρούσα εργασία με QTOF/MS και συγκρίνονται με δεδομένα της βιβλιογραφίας. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στις λειτουργικές ιδιότητες των καρπών του υποφαούς και τις επιδράσεις τους στην υγεία του καταναλωτή. Τέλος, η χρήση των καρπών του υποφαούς σε φρέσκια καθώς και ξηρή μορφή ερευνώνται στη βιβλιογραφία ως προς τη χρήση τους σε νεοφανή τρόφιμα ενώ προτείνονται και νέες μέθοδοι χρήσης τους με γνώμονα πάντα τη βελτίωση της διατροφικής αξίας των τροφίμων.

**Λέξεις κλειδιά:** Υποφαές, λειτουργικά τρόφιμα, πρόσθετο τροφίμων, βιοδραστικά συστατικά.

---

## SUMMARY

In contemporary times, consumer's nutritional preferences have evolved significantly. Presently, the primary focus is on seeking highly nutritious functional foods often referred to as "superfoods." These functional foods possess abundant nutritional value and offer numerous health benefits to consumers.

One notable example of a functional food is the deciduous shrub known as *Hippophae rhamnoides* L. Its historical significance dates back to antiquity, as its name derives from the Greek words 'ippos,' meaning horse, and 'phaos,' meaning glow. It's also worth noting that there are historical accounts of Alexander the Great's wounded horses, which, upon consuming Hippophae fruit, developed a glossy coat and increased strength.

Sea buckthorn, as it is commonly known, is indeed a treasure trove of health allies, boasting more than 190 active nutrients, including vitamins, minerals, unsaturated fatty acids, flavonoids, and phytosterols. Many of these constituents can be categorized as bioactive, such as amino acids, polyphenols, phytosterols, and carotenoids. Thanks to its wealth of bioactive compounds, sea buckthorn exerts positive effects on human health by enhancing the immune system and displaying antioxidant properties. It's important to highlight that sea buckthorn fruits also exhibit anti-inflammatory and anti-cancer properties.

In this thesis, we delve into sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) and its application in food technology, with a particular emphasis on its bioactive components. The bioactive constituents of sea buckthorn berries (*Hippophae rhamnoides* L.), which are commonly associated with commercial use, are meticulously examined in this paper using QTOF/MS and compared with existing literature data. Special attention is paid to the bioactive compounds of sea buckthorn fruits and their positive impact on consumer health. Lastly, we explore the utilization of sea buckthorn berries in both fresh and dried forms as potential ingredients in novel functional foods. These endeavors are in line with the overarching goal of enhancing the nutritional value of food products.

**Keywords:** Sea buckthorn berries, functional foods, food additive, bioactive compounds.

---



---

## Πίνακας περιεχομένων

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>6</b>
<b>ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ</b> .....	<b>6</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>7</b>
<b>KEYWORDS</b> .....	<b>7</b>
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ</b> .....	<b>9</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ</b> .....	<b>10</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ</b> .....	<b>11</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</b> .....	<b>11</b>
<b>1.ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1.ΝΕΟΦΑΝΗ ΤΡΟΦΙΜΑ</b> .....	<b>12</b>
1.1.1 Λειτουργικά τρόφιμα .....	12
1.1.2 Ιπποφαές .....	15
1.1.3 Βοτανική ταξινόμηση .....	16
1.1.4 Είδη Ιπποφαούς.....	17
<b>1.2 ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΙΠΠΟΦΑΟΥΣ</b> .....	<b>21</b>
1.2.1 Βιοδραστικά συστατικά Ιπποφαούς.....	26
1.2.2 Εφαρμογές βιοτεχνολογίας στο ιπποφαές προς ενίσχυση βιοδραστικών συστατικών .....	35
<b>1.3 Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΙΠΠΟΦΑΟΥΣ ΩΣ ΠΡΟΣΘΕΤΟ ΣΕ ΝΕΟΦΑΝΗ/ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ</b> <b>36</b>	
1.3.1 Η χρήση του ιπποφαούς ως πρόσθετο σε κάπνιστό κρέας αλόγου .....	36
1.3.2 Η χρήση του ιπποφαούς ως πρόσθετο σε ψωμί .....	37
1.3.3 Η χρήση του ιπποφαούς ως πρόσθετο σε κρασί .....	37
1.3.4 Η χρήση του ιπποφαούς ως πρόσθετο σε γιαούρτι με ιπποφαές .....	38
1.3.5 Η χρήση του ιπποφαούς ως πρόσθετο σε μαρμελάδα και ζελέ από ιπποφαές .	38
1.3.6 Η χρήση του ιπποφαούς ως πρόσθετο σε ροφήματα από ιπποφαές .....	39
1.3.7 Η χρήση του ιπποφαούς ως πρόσθετο σε αλκοολούχα ποτά.....	40
1.3.8 Η χρήση του ιπποφαούς ως πρόσθετο σε παγωμένο γιαούρτι/ Frozen yogurt	40
<b>1.4 ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΚΑΙ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΙΠΠΟΦΑΟΥΣ</b> .....	<b>45</b>
1.4.1 Αντιοξειδωτική δραστηριότητα .....	45
1.4.2 Αντικαρκινική δραστηριότητα.....	46
1.4.3 Δράση κατά της υπερλιπιδαιμίας.....	47
1.4.4 Δράση κατά της παχυσαρκίας.....	48
1.4.5 Αντιφλεγμονώδης δράση .....	48
1.4.6 Αντιμικροβιακή και αντιική δραστηριότητα .....	49
1.4.7 Νευροπροστατευτική δραστηριότητα.....	50
1.4.8 Ηπατοπροστατευτική δραστηριότητα.....	51
1.4.9 Ακτινοπροστατευτικές επιδράσεις.....	52
<b>1.5 Το ΙΠΠΟΦΑΕΣ ΣΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ</b> .....	<b>55</b>
<b>1.6 ΙΠΠΟΦΑΕΣ ΚΑΙ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΕΝΕΣ ΖΩΟΤΡΟΦΕΣ</b> .....	<b>56</b>
<b>2.ΣΤΟΧΟΣ</b> .....	<b>60</b>
<b>2.1 ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b> .....	<b>60</b>
<b>3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b> .....	<b>61</b>

<b>3.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....</b>	<b>61</b>
3.1.1 Χρωματογραφικές μέθοδοι.....	61
3.1.1.1 Αέρια χρωματογραφία .....	61
3.1.1.2 Υγρή χρωματογραφία .....	62
3.1.1.3 Φασματομετρία μαζών .....	63
3.1.2 Ανάλυση καρπών Ιπποφαούς - Σύζευξη Υγροχρωματογραφίας με Φασματομετρία Μαζών .....	64
<b>4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>66</b>
<b>5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>71</b>
<b>6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>72</b>

## Κατάλογος πινάκων

<b>Πίνακας 1:</b> Παραδείγματα λειτουργικών τροφίμων και αντίστοιχες πιθανές επιδράσεις απο την κατανάλωση τους στον ανθρώπινο οργανισμό .....	14
<b>Πίνακας 2:</b> Ταξινόμηση του <i>hippocorphae linn</i> .....	17
<b>Πίνακας 3:</b> Χαρακτηριστικά φρέσκου χυμού ιπποφαούς.....	23
<b>Πίνακας 4:</b> Σύγκριση με τις κύριες ενώσεις του φρουτέλαιου και του σπορέλαιου του ιπποφαούς. ....	25
<b>Πίνακας 5:</b> Κύρια βιοδραστικά συστατικά σε καρπούς ιπποφαούς. ....	26
<b>Πίνακας 6:</b> Βιταμίνες που έχουν ταυτοποιηθεί σε ξηρό ιπποφαές .....	28
<b>Πίνακας 7:</b> Αμινοξέα που έχουν ταυτοποιηθεί σε ξηρό ιπποφαές .....	29
<b>Πίνακας 8:</b> Καροτενοειδή που έχουν ταυτοποιηθεί σε ξηρό ιπποφαές .....	30
<b>Πίνακας 9:</b> Πολυφαινόλες που έχουν ταυτοποιηθεί σε ξηρό ιπποφαές.....	32
<b>Πίνακας 10:</b> Λιπαρά οξέα που έχουν ταυτοποιηθεί σε ξηρό ιπποφαές .....	33
<b>Πίνακας 11:</b> Φυτοστερόλες που έχουν ταυτοποιηθεί σε ξηρό ιπποφαές.....	34
<b>Πίνακας 12:</b> Η χρήση του ιπποφαούς ως πρόσθετο σε νεοφανή/λειτουργικά τρόφιμα ...	42
<b>Πίνακας 13:</b> Βιοδραστικά συστατικά ιπποφαούς και εφαρμογές ως συμπληρώματα διατροφής (nutraceuticals).....	44
<b>Πίνακας 14:</b> Ιπποφαές και θετικές επιδράσεις στην υγεία.....	53
<b>Πίνακας 15:</b> Αποτελέσματα χρωματογραφίας απο φαινολικές ενώσεις βιολογικού ιπποφαούς (mg/g) .....	66

---

## Κατάλογος διαγραμμάτων

<b>Διάγραμμα 1:</b> Κερκετίνη απο την ανάλυση Qtof σε δείγμα βιολογικού ιπποφαούς.....	67
<b>Διάγραμμα 2:</b> Χρόνος έκλουσης κερκετίνης σε φάσμα MS σε δείγμα βιολογικού ιπποφαούς .....	67
<b>Διάγραμμα 3:</b> Χρόνος έκλουσης κερκετίνης σε φάσμα MS σε δείγμα βιολογικού ιπποφαούς .....	67
<b>Διάγραμμα 4:</b> Κατεχίνη απο την ανάλυση Qtof σε δείγμα βιολογικού ιπποφαούς.....	68
<b>Διάγραμμα 5:</b> Σαλικυλικό οξύ απο την ανάλυση Qtof σε δείγμα βιολογικού ιπποφαούς	69
<b>Διάγραμμα 6:</b> p-κουμαρικό οξύ απο την ανάλυση Qtof σε δείγμα βιολογικού ιπποφαούς .....	69
<b>Διάγραμμα 7:</b> Καμφερόλη απο την ανάλυση Qtof σε δείγμα βιολογικού ιπποφαούς.....	70
<b>Διάγραμμα 8:</b> Ρουτίνη απο την ανάλυση Qtof σε δείγμα βιολογικού ιπποφαούς.....	70

## Κατάλογος εικόνων

<b>Εικόνα 1:</b> Καρποί ιπποφαούς που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα.....	65
---	----

---

# 1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

## 1.1. Νεοφανή τρόφιμα

Την τελευταία δεκαετία, υπήρξε μια αξιοσημείωτη τάση των καταναλωτών προς τα τρόφιμα που προσφέρουν όχι μόνο θρεπτική αξία, αλλά επηρεάζουν θετικά την υγεία μέσω των ιδιοτήτων τους (Terrou *et al.*, 2019b). Αυτή η αναδυόμενη κατηγορία τροφίμων που ενισχύουν την υγεία, εμπλουτισμένη με βιοενεργά συστατικά, αναφέρεται συνήθως ως «καινοτόμα προϊόντα διατροφής». Αυτά τα τρόφιμα συνήθως παρασκευάζονται με καινοτόμες τεχνικές που δεν είχαν διερευνηθεί προηγουμένως στην παραγωγή τροφίμων, με αποτέλεσμα σημαντικές αλλαγές στη σύνθεση και το διατροφικό τους προφίλ. Τα λειτουργικά τρόφιμα χρησιμεύουν ως εξέχον παράδειγμα αυτών των πρωτοποριακών προϊόντων διατροφής (Terrou & Rai, 2021).

### 1.1.1 Λειτουργικά τρόφιμα

Τα νεοφανή τρόφιμα είναι τρόφιμα ή συστατικά τροφίμων που έχουν την δυνατότητα να παρέχουν οφέλη για την υγεία πέρα από αυτά που προσφέρουν οι βασικές ή φυσικές διατροφικές τους αξίες (Terrou & Rai, 2021). Επηρεάζουν μία ή περισσότερες σωματικές λειτουργίες με τρόπους που ενισχύουν τη συνολική υγεία και μπορεί να μειώσουν τον κίνδυνο ορισμένων ασθενειών. Συγκεκριμένα, ο όρος «λειτουργικά τρόφιμα» περιλαμβάνει:

- Παραδοσιακά τρόφιμα που περιέχουν φυσικές βιοδραστικές ουσίες όπως φυτικές ίνες,
- Εμπλουτισμένα τρόφιμα (π.χ. αυτά που περιέχουν προβιοτικά),
- Χημικά τροποποιημένα τρόφιμα που έχουν σχεδιαστεί για να προάγουν την υγεία,
- Θρεπτικά συστατικά που συμβάλλουν στη βελτίωση της υγείας και στον μειωμένο κίνδυνο ασθενειών,
- Παραδοσιακά τρόφιμα που ενσωματώνουν συνθετικά συστατικά τροφίμων (Terrou, 2020; Terrou *et al.*, 2019b).

Τα τρόφιμα μπορούν να μετατραπούν σε λειτουργικά τρόφιμα με διάφορους τρόπους, όπως αύξηση της συγκέντρωσης των φυσικών συστατικών (π.χ. εμπλουτισμός

---

ιχνοστοιχείων ώστε να υπερβαίνει τις ημερήσιες ανάγκες αλλά ανάλογες με τις σχετικές διατροφικές οδηγίες για την πρόληψη ασθενειών) ή αύξηση της συγκέντρωσης μη θρεπτικών συστατικών με καθιερωμένα οφέλη για την υγεία. Περιλαμβάνουν συστατικά που δεν βρίσκονται συνήθως στα περισσότερα τρόφιμα, αλλά είναι γνωστό ότι έχουν θετικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Αντικατάσταση ενός μακροθρεπτικού συστατικού (π.χ. λίπους) που συνήθως καταναλώνεται σε υπερβολικές ποσότητες, οδηγεί σε δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία, με ένα άλλο συστατικό που είναι γνωστό ότι έχει ευεργετική επίδραση. Επίσης, αναφέρεται η ενίσχυση της βιοδιαθεσιμότητας συστατικών τροφίμων που είναι γνωστά για τις ευεργετικές τους επιδράσεις (Ganatsios *et al.*, 2021; Terrou, 2020; Terrou *et al.*, 2019b; Terrou & Rai, 2021).

Ο όρος λειτουργικά τρόφιμα εμφανίστηκε για πρώτη φορά στην Ιαπωνία στα μέσα της δεκαετίας του 1980 και αναφερόταν σε επεξεργασμένα τρόφιμα που ήταν θρεπτικά και περιείχαν συστατικά που βοηθούσαν συγκεκριμένες λειτουργίες του οργανισμού (Ashwell, 2001, Arvanitoyannis *et al.*, 2005). Επιπλέον, η Ιαπωνία χαρακτήρισε αυτά τα τρόφιμα ως τρόφιμα για ειδικές χρήσεις υγείας το 1991 (υπουργική απόφαση αριθ. 41, Ιούλιος 1991, Ιαπωνία), καθιερώνοντας μια ειδική διαδικασία έγκρισης πριν από τον υπόλοιπο κόσμο. Ο κανονισμός αυτός επέτρεψε στους κατασκευαστές να διαφημίζουν τα πλεονεκτήματα και την αποτελεσματικότητα των προϊόντων τους, με την προϋπόθεση της προηγούμενης έγκρισης από το ιαπωνικό Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας.

Τα τελευταία χρόνια, και ιδιαίτερα την τελευταία δεκαετία, η αγορά των λειτουργικών τροφίμων έχει αναπτυχθεί ραγδαία (Terrou & Rai, 2021). Η αγορά λειτουργικών τροφίμων στις ΗΠΑ εκτιμάται σε 10-50 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως, ενώ οι πωλήσεις αυτών των τροφίμων στην ευρωπαϊκή αγορά έφτασαν τα 2,6 δισεκατομμύρια δολάρια το 1998. Πιο πρόσφατα, έχουν κυκλοφορήσει στο εμπόριο ανθοκυανίνες βατόμουρου (ΗΠΑ - αντιγήρανση), τρόφιμα που περιέχουν συγκεκριμένα βότανα (Ηνωμένο Βασίλειο - αντι-στρες), αντιοξειδωτικά και φυτοοιστρογόνα (Γαλλία - αντιγήρανση) (Terrou & Rai, 2021).

Τα λειτουργικά τρόφιμα έχουν διάφορες θετικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό. Βελτιώνουν τη λειτουργία του πεπτικού συστήματος και εξισορροπούν τη μικροχλωρίδα στο παχύ έντερο. Επηρεάζουν επίσης τα επίπεδα χοληστερόλης και μειώνουν τον κίνδυνο καρδιακών παθήσεων. Επιπλέον, θεωρείται ότι συμβάλλουν στην πρόληψη του καρκίνου του μαστού, του παχέος εντέρου και του προστάτη, στη διατήρηση της καλής όρασης και της οδοντικής υγείας. Τέλος, φαίνεται επίσης να ωφελεί την ψυχική υγεία και τη διανοητική οξύτητα (Dahiya *et al.*, 2023; Terrou & Rai, 2021). Παραδείγματα

λειτουργικών τροφίμων και οι πιθανές επιδράσεις τους στον ανθρώπινο οργανισμό παρατίθενται στον Πίνακα 1.

**Πίνακας 1:** Παραδείγματα λειτουργικών τροφίμων και αντίστοιχες πιθανές επιδράσεις από την κατανάλωσή τους στον ανθρώπινο οργανισμό.

<b>Βιοδραστικές ενώσεις</b>	<b>Τρόφιμα</b>	<b>Πιθανή επίδραση στην υγεία</b>	<b>Βιβλιογραφία</b>
<b>Καροτενοειδή</b>	Καρότα, φρούτα, λαχανικά	Αδρανοποίηση ελεύθερων ριζών	Karimi G. et al., 2017
<b>Καροτενοειδή</b>	Ντομάτα και παράγωγά της	Κατά του καρκίνου του προστάτη	Karimi G. et al., 2017
<b>Διαιτητικές φυτικές ίνες</b>	Σιτηρά, προϊόντα ολικής άλεσης, φρούτα, λαχανικά	Μείωση προσβολής του καρκίνου του μαστού και του παχέος εντέρου	Karimi G. et al., 2017
<b>Λιπαρά οξέα Ω-3</b>	Σολομός και άλλα ιχθυέλαια, αυγά	Μείωση του κινδύνου καρδιοπαθειών Βελτίωση μνήμης και όρασης	Yang B. et al., 2001
<b>Φαινόλες</b>	Φρούτα, τσάι, εσπεριδοειδή	Αδρανοποίηση των ελεύθερων ριζών, μείωση κινδύνου εμφάνισης καρκίνου	Upadhyay et al., 2010
<b>Λιγνίνες</b>	Λιναρόσπορος, σίκαλη, λαχανικά	Πρόληψη καρκίνου, νεφρικής ανεπάρκειας	Karimi G. et al., 2017
<b>Ταννίνες</b>	Βατόμουρα, κακάο, σοκολάτα	Βελτιώνουν την υγεία της ουροφόρου οδού. Προστασία από καρδιαγγειακά νοσήματα	Karimi G. et al., 2017
<b>Φυτικές στερόλες</b>	Καλαμπόκι, σόγια, σιτάρι	Μείωση των επιπέδων χοληστερόλης	Yang B. et al., 2001 & Badgaa D. et al., 2005
<b>Προβιοτικά, πρεβιοτικά</b>	Γάλατα που έχουν υποστεί ζύμωση. Γιαούρτια και τυριά με προβιοτικές καλλιέργειες	Βελτίωση της λειτουργίας του εντερικού συστήματος	Yang B. et al., 2001
<b>Φυτοοιστρογόνα</b>	Σόγια, όσπρια	Βελτίωση υγείας στην εμμηνόπαυση, προστασία από καρδιαγγειακά νοσήματα και είδη καρκίνου, υγεία οστών	Badgaa D. et al., 2005

---

### 1.1.2 Ιπποφαές

Το ιπποφαές (*Hipporhae rhamnoides L.*) είναι ένας φυλλοβόλος θάμνος ή δέντρο που είναι επίσης γνωστός ως σιβηρικός ανανάς ή αγκάθι άμμου ή μούρο της θάλασσας. Το *Hipporhae L.* κατάγεται από τα όρη Hengduan και την περιοχή των Ανατολικών Ιμαλαίων και είναι ευρέως διαδεδομένο στις εύκρατες περιοχές. Κάθε μέρος αυτού του φυτού (καρποί, φύλλα, μίσχοι, κλαδιά, ρίζες και αγκάθια) χρησιμοποιείται παραδοσιακά στην ιατρική, ως συμπλήρωμα διατροφής, για τη δημιουργία ενδιαιτημάτων άγριας ζωής. Ως εκ τούτου, το ιπποφαές είναι ευρέως γνωστό ως “φυτό θαύμα” ή “χρυσός θάμνος” ή “χρυσορυχείο”.

Από τη δεκαετία του 1940, οι Ρώσοι επιστήμονες ερεύνησαν τις βιοδραστικές ουσίες στα μούρα, τα φύλλα και το φλοιό του ιπποφαούς, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη τροφίμων ιπποφαούς και κρέμες προστασίας από την ακτινοβολία για τους Ρώσους κοσμοναύτες (Pilat B et al., 2015). Το ιπποφαές περιέχει σχεδόν 200 θρεπτικές και βιοδραστικές ενώσεις και είναι γνωστό ως "φυσικό θησαυροφυλάκιο βιταμινών" και "πηγή διατροφής και υγειονομικής περίθαλψης". Ως εκ τούτου, το ιπποφαές χρησιμοποιείται ευρέως από τη βιομηχανία τροφίμων για την παρασκευή ψωμιού, γιαουρτιού, μαρμελάδας, ποτών, τσαγιού και άλλων προϊόντων (Selvamuthukumaran M & Farhath K. 2014). Η φαρμακευτική αξία του ιπποφαούς έχει καταγραφεί στο Θιβητιανό ιατρικό βιβλίο “Somaratsa”, που χρονολογείται ήδη από το πρώτο μισό του όγδοου αιώνα (Wang Z. et al., 2022)

Το ιπποφαές έχει αξιοποιηθεί εκτενώς στη ευρεία θεραπεία της αργής πέψης, της δυσλειτουργίας του στομάχου, των καρδιαγγειακών προβλημάτων, του φλεγμονής του ήπατος, των δερματικών παθήσεων και του έλκους (Wang Z. et al., 2022). Τα τελευταία χρόνια, έχουν γίνει πολυάριθμες αναφορές σχετικά με τις φαρμακολογικές δραστηριότητες του ιπποφαούς, συμπεριλαμβανομένων των αντικαρκινικών αντιφλεγμονωδών, αντιμικροβιακών και αντιϊοικών δραστηριοτήτων του, καθώς και της ικανότητας του να δρα στην καρδιαγγειακή προστασία (Wang Z. et al., 2022). Το ιπποφαές έχει μεγάλο φαρμακευτικό και θεραπευτικό δυναμικό, το οποίο μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι το ιπποφαές περιέχει αρκετές βιταμίνες, καροτινοειδή, πολυφαινόλες και λιπαρά οξέα.

Το ιπποφαές είναι ένα φυτό οικολογικής και οικονομικής σημασίας. Για την προώθηση του ρόλου του ιπποφαούς στην προστασία του περιβάλλοντος, την οικονομική ανάπτυξη και την ανθρώπινη υγεία ιδρύθηκε το 1999 από την Κίνα, την Ινδία, τον Καναδά και άλλες χώρες, η Διεθνής Ένωση Ιπποφαούς (ISA. 2021).

---

Τα τελευταία χρόνια, το θεραπευτικό δυναμικό του ιπποφαούς έχει αναγνωρισθεί από πολλές χώρες οι οποίες αναπτύσσονται γύρω από τη βιομηχανία επεξεργασίας καρπών ιπποφαούς με ιδιαίτερη έμφαση στη φαρμακοβιομηχανία. Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία, από τον Δεκέμβριο του 2020, το ιπποφάες είχε διανεμηθεί σε 52 χώρες σε όλο τον κόσμο, με συνολική έκταση 2,33 εκατομμύρια χλμ. Μεταξύ αυτής της κατανομής, περίπου 2,1 εκατομμύρια χλμ. βρίσκονται εντός της Κίνας και το υπόλοιπο σε άλλες χώρες (ISA. 2021).

Με την αύξηση της καλλιέργειας και της παραγωγής ιπποφαούς, θα πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη προσοχή στην εκμετάλλευση και τη χρήση του ιπποφαούς. Έτσι, η παρούσα ανασκόπηση αποσκοπεί στην παροχή μιας ολοκληρωμένης επισκόπησης των θρεπτικών και βιοδραστικών ενώσεων, τα οφέλη για την υγεία και τις εφαρμογές του ιπποφαούς στα τρόφιμα για αναφορά από βιομηχανικούς κατασκευαστές και ερευνητές.

### 1.1.3 Βοτανική ταξινόμηση

Ιπποφάες είναι μια λατινική λέξη που προέρχεται από τις λέξεις "ίππος", που σημαίνει άλογο και "phaos" που σημαίνει λάμψη. Στην αρχαιότητα, τα φύλλα και τα κλαδιά του ιπποφαούς δίνονταν ως τροφή σε άλογα κούρσας για την αύξηση του βάρους τους και για την απόκτηση γυαλιστερού τριχώματος (Wang Z. *et al.*, 2022). Η κοινή ονομασία του ιπποφάες, προέρχεται από το γεγονός ότι συχνά φυτρώνει κοντά στη θάλασσα και έχει άκανθα και αγκάθια. Στην παραδοσιακή ιατρική, αποκαλείται και με άλλα τοπικά ονόματα, όπως *shaji*, *culiu*, *suanci*, *dhar-bu* και *star-bu* (Wang Z. *et al.*, 2022). Οι διατροφικές και φαρμακευτικές χρήσεις του ιπποφαούς έχουν αναφερθεί σε αρχαία ελληνικά και κινέζικα κείμενα (Wang Z. *et al.*, 2022).

Το ιπποφάες είναι φυλλοβόλος, αγκαθωτός θάμνος που φτάνει σε ύψος τα 2-4 μ. Τα φύλλα του είναι εναλλασσόμενα, λογχοειδή, στενά και σκουροπράσινα με ασημί-γκρι απόχρωση στο κάτω μέρος. Το θηλυκό φυτό *Hipporphae* παράγει καρπούς που μοιάζουν με μούρα, οι οποίοι είναι πολτώδεις και πλούσιοι σε έλαια. Τα ώριμα μούρα έχουν πορτοκαλί έως κόκκινο χρώμα και αποτελούνται από ένα μόνο σπόρο που είναι σκούρος καφέ, γυαλιστερός και έχει σχήμα ωοειδές (Wang Z. *et al.*, 2022). Όλα τα μέρη του *Hipporphae*, δηλαδή ο φλοιός, τα μούρα (καρποί), τα φύλλα και οι ρίζες, αποτελούν πλούσια πηγή διαφόρων βιολογικά ενεργών φυτοχημικών ουσιών. Η περιεκτικότητά τους, ωστόσο, ποικίλλει ανάλογα με το είδος ή το υποείδος, την προέλευση, τις κλιματικές συνθήκες, τον



---

χρόνο συγκομιδής και τις διαδικασίες που ακολουθούνται κατά την επεξεργασία τους (Krejcarová *et al.*, 2015).

Η καλλιέργεια του ιπποφαούς θεωρείται μια καινοτόμος ανάπτυξη λόγω της καλής οικολογικής προσαρμοστικότητας, της γρήγορης ανάπτυξης και της ικανότητας του να παρέχει προστασία από τον άνεμο καθώς και της αποτελεσματικής δέσμευσης αζώτου. Το Ιπποφάες διαθέτει επίσης ένα ευρύ φάσμα βιοενεργειών δράσεων, όπως αντιοξειδωτικές, ανοσοτροποποιητικές, ηπατοπροστατευτικές, και ακτινοπροστατευτικές (Τερπου *et al.*, 2017). Αυτές οι φαρμακολογικές και φαρμακευτικές επιδράσεις αποδίδονται στην παρουσία μιας μεγάλης ποικιλίας βιοδραστικών ενώσεων, όπως καροτενοειδή, λιπαρά οξέα, φαινόλες, φυτοστερόλες, βιταμίνες και μέταλλα.

#### 1.1.4 Είδη Ιπποφαούς

##### **Hippophae rhamnoides**

Το *H. rhamnoides* L. (ιπποφάες) είναι ένα άγριο και καλλιεργούμενο φυτό με μούρα όπου τα οποία ονομάζονται tsestalullu (Singh *et al.*, 2006). Το *H. rhamnoides* είναι ένα φυτό πολλαπλών χρήσεων, με κάθε μέρος του να είναι προικισμένο με διάφορα φαρμακευτικά και θεραπευτικά οφέλη (Τερπου *et al.*, 2019a). Για παράδειγμα, οι καρποί (μούρα) χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων, στην παραδοσιακή ιατρική, ως μέρος φαρμάκων και στη βιομηχανία καλλυντικών. Τα φύλλα χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφές, ιδίως για τα μηρυκαστικά (Wani *et al.*, 2016). Το φυτό χρησιμοποιείται επίσης για την ανάκτηση γης ή ως προστατευτική ζώνη λόγω της ικανότητάς του να ανέχεται τη διάβρωση, τη στέρηση θρεπτικών στοιχείων και την αλατότητα του εδάφους (Wani *et al.*, 2016). Πιο αναλυτικά το γένος, είδος και υποείδος παρατίθενται στον Πίνακα 2.

**Πίνακας 2:** Ταξινόμηση του *Hippophae Linn*

Γένος	Τμήμα	Είδος	Υποείδος
<i>Hippophae</i> L.	<i>Hippophae</i>	<i>Hippophae salicifolia</i>	
			<i>ssp. sinensis</i>
			<i>ssp. yunnanensis</i>
			<i>ssp. turkestanica</i>
			<i>ssp. mongolica</i>
			<i>ssp. caucasica</i>
			<i>ssp. rhamnoides</i>
			<i>ssp. fluviatilis</i>

		<i>Hippophae gyantsensis</i>	<i>ssp. litangensis</i> <i>ssp. gyantsensis</i>
	<i>Gyantsenses</i>	<i>Hippophae goniocarpa</i>	<i>ssp. litangensis</i>
			<i>ssp. goniocarpa</i>
		<i>Hippophae neurocapa.</i>	<i>ssp. stellatopilosa</i> <i>ssp. neurocapa</i>
		<i>Hippophae tibetana</i>	<i>ssp. tibetana</i>

(Hu J. , 2021).

### **Hippophae tibetana**

Το *H. tibetana* είναι ιθαγενές στο Θιβέτ, την Κίνα και την Ινδία και αποκαλείται συνήθως Θιβετιανό ιπποφαές (Wang Z. et al., 2022). Στην Ινδία, το *H. tibetana* αναπτύσσεται στις ψυχρές ερήμους της περιοχής Spiti σε υψόμετρο άνω των 2500-4500m και ευδοκίμει καλά κάτω από ακραίες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας (40°C έως 30°C), χαμηλές βροχοπτώσεις και χαμηλό οξυγόνο στον αέρα. Είναι ένας μικρός δίοικος θάμνος ύψους 0,2-0,6m και μπορεί να πολλαπλασιαστεί με σπόρους ή οριζόντιες ρίζες. Ο σπόρος αυτού του είδους *Hippophae* είναι ελλειπτικός και έχει θαμπό λευκό χρώμα. Οι σπόροι άλλων ειδών *Hippophae* (όπως το *H. rhamnoides*) έχουν ανοιχτό έως σκούρο καφέ χρώμα. Είναι πλούσιο σε καροτενοειδή και τοκοφερόλες και έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε έλαιο (περίπου 18%) σε σύγκριση με το *H. rhamnoides* (15%).

Παραδοσιακά, ο καρπός του παρασκευάζεται σε υδατικό αφέψημα αφού αποξηραθεί και θρυμματιστεί για να καταναλωθεί ως τσάι για τη θεραπεία του βήχα, της συμφόρησης, του ίκτερου και για τον καθαρισμό του αίματος. Ο χυμός των καρπών του, ο οποίος περιέχει υψηλά επίπεδα καροτενοειδών, φλαβονοειδών και βιταμίνης C, χρησιμοποιείται για τη θεραπεία γαστρεντερικών διαταραχών. Έχει επίσης χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία ακανόνιστων κύκλων εμμηνου ρύσεως και για να βοηθήσει στη μείωση του βάρους (Wang Z. et al., 2022). Όλα αυτά τα οφέλη του *H. tibetana* για την υγεία περιγράφονται μόνο στην παραδοσιακή ιατρική.

### **Hippophae neurocarpa**

Το *H. neurocarpa* αναπτύσσεται γενικά ως θάμνοι με επίπεδη κορυφή σε κοιλάδες (σε υψόμετρο 3400-4400m) ή ως νάνοι σε πλημμυρικές πεδιάδες, όχθες ποταμών και

---

εδάφη, με ύψος που κυμαίνεται από 0,6m έως 3,5m. Το *H. neurocarpa* συναντάται στο οροπέδιο Qinghai-Xizang και στις περιοχές της Κίνας και στο Θιβέτ (Wang Z. *et al.*, 2022). Μορφολογικά διαφέρει από τα άλλα μέλη των ειδών *Hipporphae* όσον αφορά τον κυλινδρικό, καμπυλωτό, καφέ καρπό του που έχει αρκετές νευρώσεις και είναι σχεδόν μη ζουμερός (Sun *et al.*, 2002). Περιλαμβάνει τα υποείδη, *neurocarpa* και *stellatopilosa*, τα οποία περιγράφονται κυρίως με βάση τη διαφοροποίηση στα τριχώματα των φύλλων (Wang Z. *et al.*, 2022). Στη θιβετιανή ιατρική, το *H. rhamnoides sinensis*, το *H. gyantsensis*, το *H. neurocarpa* και το *H. tibetana* περιγράφονται ως θεραπεία για καρδιαγγειακές παθήσεις και πνευμονικές διαταραχές (Wang Z. *et al.*, 2022). Τα τρυφερά κλαδιά και φύλλα αυτού του είδους *Hipporphae* χρησιμοποιούνται επίσης για την παραγωγή ελαίου, το οποίο χρησιμοποιείται ως αλοιφή για τη θεραπεία εγκαυμάτων. Οι καρποί του μπορούν να συνθλίβονται και να εφαρμόζονται σε πληγές με αντι-αιμορραγική δράση. Χρησιμοποιείται επίσης ως φάρμακο για το έκζεμα και την έκθεση σε ηλιακή ακτινοβολία (Wang Z. *et al.*, 2022). Αυτά τα οφέλη του *H. neurocarpa* για την υγεία αναδεικνύουν τον πιθανό θεραπευτικό του ρόλο στην επούλωση πληγών.

### **Hipporphae gyantsensi**

Το *H. gyantsensis* συναντάται αποκλειστικά στα δυτικά του Qinghai-Tibet (Wang Z. *et al.*, 2022). Αναπτύσσεται σε χαλικώδης αναβαθμίδες ποταμών και σε αποξηραμένες κοίτες ποταμών με υψόμετρο 3500-5000 m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας (Wang Z. *et al.*, 2022). Οι καρποί αυτού του είδους είναι ελλειπτικοί και τα φυτά έχουν λευκό φλοιό και στενά φύλλα με υπόλευκο τόνο στο κάτω μέρος.

Οι καρποί, χρησιμοποιούνταν στην ιατρική του Θιβέτ. Δεν έχουν διεξαχθεί έρευνες σχετικά με τα θεραπευτικά οφέλη του *H. gyantsensis* για την υγεία, αλλά, όπως και άλλα είδη *Hipporphae*, θα μπορούσε να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητά του.

### **Hipporphae goniocarpa**

Το *Hipporphae goniocarpa* αναπτύσσεται σε ορεινές περιοχές στο Νεπάλ και την Κίνα, όπου συναντάται σε πλαγιές βουνών, όχθες ποταμών και αναβαθμίδες κοιλάδων. Το υψόμετρο ανάπτυξης κυμαίνεται μεταξύ 2650 και 3700 m. Τα νωπά μούρα του *H. goniocarpa* είναι σαρκώδη και κίτρινα στο χρώμα, τα ώριμα μούρα είναι μαυροκαφέ ή βαθυπράσινα, χωρίς έντονο κίτρινο χρωματισμό, με ραβδώσεις, τα χαρακτηριστικά αυτά

---

είναι παρόμοια με εκείνα του *H. neurocarpa* (Wang Z. *et al.*, 2022). Το έλαιό του χρησιμοποιείται ως αλοιφή για τη θεραπεία εγκαυμάτων, εκζεμάτων και καταναλώνεται για τη θεραπεία παθήσεων του στομάχου και του εντέρου, ενώ χρησιμοποιείται και για τη θεραπεία καρδιαγγειακών διαταραχών. Ο καρπός είναι πλούσια πηγή βιταμινών (Α, C και E), ανόργανων συστατικών και φλαβονοειδών. Υποστηρίζεται ακόμη, ότι μπορεί να μειώσει τη συχνότητα εμφάνισης καρκίνου και μπορεί να αναστείλει ή να αντιστρέψει την ανάπτυξη ορισμένων τύπων καρκίνου (Wang Z. *et al.*, 2022).

### **Hippophae salicifolia**

Στην Ινδία, δύο είδη *Hippophae* είναι κοινά: το *H. rhamnoides* και το *H. Salicifolia*. Μεταξύ αυτών των δύο ειδών, το *H. salicifolia* δεν έχει μελετηθεί πολύ για τα υψηλής αξίας φαρμακευτικά του οφέλη. Παρόλα αυτά, *H. salicifolia* ανήκει στην οικογένεια *Eleagnaceae* και είναι ευρέως γνωστό ως ιτιόφυλλο (με φύλλα ιτιάς) ιπποφάες (Wang Z. *et al.*, 2022). Διαφέρει από το *H. rhamnoides* σε δύο σημαντικές πτυχές: πρόκειται για θάμνο που μπορεί να φτάσει μέχρι και δέντρο (4-10m) σε υψόμετρο 1500-3200m και περιορίζεται στη βιογεωγραφική του κατανομή στα Ιμαλάια. Το *H. rhamnoides*, από την άλλη πλευρά, είναι ένα θαμνώδες δέντρο που κατανέμεται ευρέως τόσο στην Ασία όσο και στην Ευρώπη σε μεγαλύτερα υψόμετρα. Οι βοτανικές χρήσεις του *H. salicifolia* από τους κατοίκους της περιοχής των Κεντρικών Ιμαλαΐων περιλαμβάνουν ζωοτροφές, καλλυντικά, τρόφιμα, καύσιμα, φάρμακα, κτηνιατρική περίθαλψη.

Στα Βόρεια Ιμαλάια, τα μούρα του χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία του υποσιτισμού, των ηπατικών διαταραχών, του ίκτερου, των μικροβιακών μολύνσεων, του πόνου και των δερματικών παθήσεων. Χρησιμοποιείται επίσης ως προστατευτικό των νεύρων από τις τοξικές ουσίες και για την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος (Wang Z. *et al.*, 2022). Ο φλοιός αυτού του φυτού αναφέρεται ότι διαθέτει αντιοξειδωτικές ιδιότητες και παραδοσιακά χρησιμοποιούνταν για τα αντιδιαβητικά και αντικαρκινικά οφέλη του, ενώ η τέφρα του χρησιμοποιούνταν στα καλλυντικά και για θεραπευτικά οφέλη. Επίσης, έχει αναφερθεί ότι το φυτό έχει αντιβακτηριακές και αντιμυκητιακές ιδιότητες. Η παρουσία πολλών βιοδραστικών ενώσεων, όπως βιταμίνη Α και C, τοκοφερόλη (βιταμίνη E), διαιτητικά μέταλλα, αμινοξέα, καροτενοειδή, φλαβονοειδή, ισοραμεντίνη, κερκετίνη, ω-3 και ω-6 λιπαρά οξέα, καμφορόλη, α-καροτένιο, β-καροτένιο, κατεχίνες, προανθοκυανιδίνες και γλωρογενικά οξέα υποστηρίζει τα ιατρικά και διατροφικά οφέλη του (Wang Z. *et al.*, 2022).

---

## 1.2 Διατροφική αξία ιπποφαούς

Το ιπποφαές περιέχει σχεδόν 200 είδη βιοδραστικών ενώσεων, στο σύνολο των οποίων οφείλονται και τα δεκάδες οφέλη που παρέχει στον οργανισμό, ενώ η σύνθεσή του ποικίλλει ως ένα βαθμό ανάλογα με το πού και πώς έχει καλλιεργηθεί (Wang Z. *et al.*, 2022). Τα 100 γραμμάρια αποξηραμένου φρούτου αποδίδουν περίπου 275 kcal και περιέχουν υδατάνθρακες, λίπος και πρωτεΐνη. Το ιπποφαές αποτελεί, επίσης, καλή πηγή φυτικών ινών και είναι σχετικά χαμηλό σε σάκχαρα.

Τα πολύτιμα θρεπτικά συστατικά απαντώνται τόσο στους καρπούς όσο και στους σπόρους & στα φύλλα, ανάμεσα στα οποία συγκαταλέγονται οι βιταμίνες, τα μέταλλα, οι φυτοστερόλες, τα απαραίτητα λιπαρά οξέα, τα αμινοξέα και τα αντιοξειδωτικά (Wang Z. *et al.*, 2022).

**Βιταμίνες:** Το ιπποφαές περιέχει τόσο υδατοδιαλυτές όσο και λιποδιαλυτές βιταμίνες, ενώ το πιο χαρακτηριστικό γνώρισμα των μούρων του είναι η εξαιρετικά υψηλή περιεκτικότητά τους σε βιταμίνη C. Επιπλέον, περιέχει σημαντικές ποσότητες των βιταμινών E & K και μικρότερες ποσότητες των βιταμινών του συμπλέγματος B (Kuhkheil A. *et al.*, 2017).

**Μέταλλα:** Στον καρπό του ιπποφαούς περιέχονται σίδηρος, μαγνήσιο, χαλκός, ψευδάργυρος, νάτριο, κάλιο, φώσφορο, ασβέστιο και μαγγάνιο. Μάλιστα, το κάλιο περιέχεται σε σημαντική ποσότητα, παρέχοντας προστασία σε περιπτώσεις αυξημένης αρτηριακής πίεσης (Kuhkheil A. *et al.*, 2017).

**Αντιοξειδωτικά:** Το ιπποφαές περιέχει μεγάλη ποικιλία αντιοξειδωτικών ενώσεων, οι οποίες αξιοποιούνται σε μεγάλο βαθμό από τον οργανισμό. Ανάμεσα στα αντιοξειδωτικά που περιέχει ανήκουν διάφορες φαινολικές ενώσεις, η κερσετίνη (quercetin) και το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C) (Kuhkheil A. *et al.*, 2017).

**Αμινοξέα:** Τα μούρα του ιπποφαούς περιέχουν 18 από τα 22 γνωστά αμινοξέα. Τα αμινοξέα αποτελούν δομικά συστατικά των πρωτεϊνών, ενώ τα περισσότερα από αυτά συμμετέχουν σε σημαντικές διεργασίες του οργανισμού, όπως η παραγωγή ενέργειας, η οικοδόμηση των μυών και η λειτουργία του εγκεφάλου (Kuhkheil A. *et al.*, 2017).

**Λιπαρά οξέα:** Σύμφωνα με όσα γνωρίζουμε ως σήμερα, το ιπποφαές είναι το μόνο φυτό που περιέχει παράλληλα ω3, ω6, ω7 (παλμιτολεϊκό οξύ) & ω9 λιπαρά οξέα. Αυτό αποτελεί ένα από τα βασικότερα γνωρίσματά του, καθώς και αιτία για πολλές από τις ωφέλιμες δράσεις του (π.χ. επούλωση πληγών).

---

**Φυτοστερόλες:** Το ιπποφαές περιέχει φυτικές στερόλες, όπως οι σιτοστερόλες, παρέχοντας σημαντική προστασία από καρδιαγγειακές παθήσεις και συμβάλλοντας στη διατήρηση υγιών επιπέδων χοληστερόλης (Kuhkheil A. *et al.*, 2017).

**Καροτενοειδή:** Πλήθος καροτενοειδών περιέχονται στο ιπποφαές, όπως είναι το λυκοπένιο, η λουτεΐνη και η ζεαξανθίνη. Χάρη στην παρουσία λιπιδίων στο συγκεκριμένο φυτό, τα συστατικά αυτά μπορούν να απορροφηθούν και να αξιοποιηθούν σε μεγάλο βαθμό από τον οργανισμό (Kuhkheil A. *et al.*, 2017).

**Οργανικά οξέα και σάκχαρα:** Τα οργανικά οξέα και τα σάκχαρα είναι διαλυτά συστατικά των μούρων. Μια μελέτη με βάση τα πλήρως ώριμα μούρα ιπποφαούς που ελήφθησαν από την περιοχή των Ινδικών Ιμαλαΐων έδειξε ότι το εύρος των ολικών οργανικών οξέων στο χυμό ιπποφαούς είναι 3100 έως 3600 mg /100g (Arimboor, R., *et al.*, 2006). Τα φρέσκα μούρα έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ) που κυμαίνεται από 360 έως 2500 mg /100 g, η οποία είναι πολύ υψηλότερη σε σύγκριση με τα φρούτα που καταναλώνονται συνήθως για την υψηλή συγκέντρωσή τους σε βιταμίνη C όπως τα πορτοκάλια με συγκέντρωση 50 mg/100 g (Arimboor, R., *et al.*, 2006).

Άλλα οργανικά οξέα στο ιπποφαές περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, οξαλικό οξύ, κιτρικό οξύ και τρυγικό οξύ (Krejcarová J. *et al.*, 2015). Αυτά τα οργανικά οξέα είναι δείκτες γέυσης και ωριμότητας. Για παράδειγμα, το μούρο ιπποφαούς έχει μια μοναδική ξινή και στυπτική γεύση. Η ξινίλα οφείλεται κυρίως στην υψηλή περιεκτικότητα σε μηλικό οξύ, ενώ το κινικό οξύ συμβάλλει στη στυπτικότητα του φρέσκου μούρου ιπποφαούς (Zheng J. *et al.*, 2012). Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα στο χυμό ιπποφαές είναι 2,7 έως 5,3 g/100 ml. Τα κυριότερα σάκχαρα είναι η γλυκόζη, η φρουκτόζη και η ξυλόζη (Krejcarová J. *et al.*, 2015 , Zheng J. *et al.*, 2012).

**Φλαβονοειδή:** Τα μούρα ιπποφαούς είναι άφθονα σε φλαβονοειδή, συμπεριλαμβανομένων των φλαβονόλων, των κατεχινών και των λευκοανθοκυανιδινών (Krejcarová J. *et al.*, 2015). Υπάρχουν πάνω από 20 φλαβονοειδή που έχουν απομονωθεί από τα μούρα ιπποφαούς. Η συνολική περιεκτικότητα σε φλαβονοειδή στα μούρα ιπποφαούς κυμαίνεται από 180 έως 560 mg/100 g από μια μελέτη σε σύγκριση με τρία είδη (*H. rhamnoides*, *H. gyantensis*, *H. neurocarpa*) (Krejcarová J. *et al.*, 2015).

Η σημαντική διακύμανση του η περιεκτικότητας σε φλαβονοειδή αποδίδεται στην προέλευση, το είδος και τον βαθμό ωριμότητας της συγκομιδής.

Τα κυριότερα φλαβονοειδή στα μούρα ιπποφαούς είναι η κερκετίνη (3-10 mg/100 g), η ισοραμνετίνη (35-66 mg/100 g) και η καεμφερόλη (0,3-0,5 mg/100 g) (Krejcarová J. *et*

al., 2015). Ως ισχυρό αντιοξειδωτικό, τα φλαβονοειδη στο ιπποφαες πιστεύεται ότι ευνοούν τη θεραπεία του καρκίνου και του καρδιαγγειακού συστήματος.

**Καροτενοειδή:** Τα καροτενοειδή είναι μια άλλη ομάδα βιοδραστικών ενώσεων στο ιπποφαές. Τα καροτενοειδή είναι τα βασικά συστατικά που συμβάλλουν στο κίτρινο έως πορτοκαλί χρώμα των μούρων του ιπποφαούς. Υπάρχουν συνολικά 41 καροτενοειδή που έχουν εντοπιστεί σε διάφορες ποικιλίες ιπποφαούς (Bekker N. *et al.*, 2001). Η συνολική περιεκτικότητα σε ολικά καροτενοειδή στα φρέσκα μούρα είναι 15-185 mg/100 g (Andersson *et al.*, 2009). Η συνολική περιεκτικότητα σε καροτενοειδή ιπποφαούς είναι υψηλότερη από εκείνη της μαύρης σταφίδας, του μύρτιλλου και της φράουλας (Marinova D. *et al.*, 2007, Vilas-Franquesa A. *et al.*, 2020). Τα τρία κύρια καροτενοειδή είναι η ζεαξανθίνη, το β-καροτένιο και η β-κρυπτοξανθίνη (Wang Z. *et al.*, 2022). Το έλαιο ιπποφαούς περιέχει επίσης υψηλότερο επίπεδο καροτενοειδών σε σύγκριση με εκείνο των φρέσκων μούρων ιπποφαούς. Η συνολική περιεκτικότητα σε καροτενοειδή στο ιπποφαές ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με το είδος, την τοποθεσία και την ωριμότητα.

Για παράδειγμα, η περιεκτικότητα σε ολικά καροτενοειδή σε μια μελέτη που χρησιμοποίησε φρέσκα μούρα σουηδικών και ρωσικών καρπών έδειξε μια διαφορά πάνω από 10 φορές μεταξύ των διαφόρων ειδών ιπποφαές από 1,5 έως 18,5 mg/100 g (Andersson *et al.*, 2009). Τα κύρια συστατικά του φρέσκου χυμού ιπποφαούς συνοψίζονται στον Πίνακα 3.

**Πίνακας 3:** Χαρακτηριστικά φρέσκου χυμού ιπποφαούς

Χαρακτηριστικά	Μέσος όρος	Βιβλιογραφία
pH	3,2	Arimboor R. <i>et al.</i> , 2006
Ολικά στερεά (%)	18,0	Kyriakopoulou K. <i>et al.</i> , 2014
Διαλυτά στερεά (%)	16,4	Li T. <i>et al.</i> , 1997
Υγρασία (g/100g)	82,3	Smith A. <i>et al.</i> , 1999
Διαλυτό σάκχαρο (g/100g)	4,0	Zheng J. <i>et al.</i> , 2012
Οργανικά οξέα (g/100g)	3,3	Arimboor R. <i>et al.</i> , 2006
Πρωτεΐνη (g/100g)	0,8	Smith A. <i>et al.</i> , 1999
Βιταμίνη C (mg/100g)	709	Oomah <i>et al.</i> , 2003

Αμινοξέα (mg/100g)	52	Zeb A. et al., 2004
Καροτενοειδή (mg/100g)	60	Xu Y. et al., 2011
Ολικά φλαβονοειδή (mg/100g)	80	Arimboor R. et al., 2006
Ολικά φαινολικά (mg/100g)	175	Rattia C. et al., 2014

**Αμινοξέα:** Ο χυμός ιπποφαούς είναι πλούσιος σε διάφορα ελεύθερα αμινοξέα.

Μια ανάλυση που πραγματοποιήθηκε σε μούρα ιπποφαούς από την περιοχή Voronzezh της Ρωσίας αποκάλυψε ότι τα μούρα ιπποφαούς περιέχουν 17 από τα 22 γνωστά αμινοξέα, συμπεριλαμβανομένων 7 απαραίτητων αμινοξέων (λυσίνη, φαινυλαλανίνη, λευκίνη, ισολευκίνη, μεθειονίνη, βαλίνη και θρεονίνη), τα οποία διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ενέργειας για την αναδόμηση των μυών, την απώλεια του λίπους, τη διάθεση και τις λειτουργίες του εγκεφάλου (Wang Z. et al., 2022). Μια έρευνα που διεξήχθη από τον Chen εντόπισε 18 είδη ελεύθερων αμινοξέων σε κινέζικο χυμό ιπποφαούς (Wang Z. et al., 2022). Έχει αναφερθεί ότι η περιεκτικότητα του ιπποφαούς σε απαραίτητα αμινοξέα αντιπροσωπεύει το 42% - 46% του συνόλου των αμινοξέων. Επομένως, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι ο χυμός ιπποφαούς είναι ένας πολύτιμος φυσικός πόρος που περιέχει σημαντικές πρωτεΐνες, οι οποίες αποτελούνται κυρίως από απαραίτητα αμινοξέα. Ωστόσο, η συγκέντρωση αμινοξέων ποικίλλει ακόμη και στο ίδιο είδος (Wang Z. et al., 2022).

**Λιπαρά οξέα:** Το ιπποφάες περιέχει επίσης 3% λιπίδια σε φρέσκα μούρα (Arimboor R. et al., 2006). Η σύνθεση των λιπαρών οξέων στο έλαιο ιπποφαούς είναι αρκετά μοναδική. Για παράδειγμα, το παλμιτολεϊκό οξύ είναι το πιο άφθονο λιπαρό οξύ που κυμαίνεται από 32% έως 52% στο έλαιο του καρπού, κάτι που είναι σπάνιο από φυτική πηγή. Τα άλλα σημαντικά λιπαρά οξέα είναι το παλμιτικό (26-36%), το ελαϊκό (10-26%, ωμέγα-9), το λινελαϊκό (5- 16%, ωμέγα-6) και το λινολενικό οξύ (6%, ωμέγα-3) (Wang Z. et al., 2022).

Εκτός από το φρουτέλαιο, το σπορέλαιο ιπποφαούς περιέχει επίσης παλμιτικό, ελαϊκό, λινολεϊκό και λινολενικό οξύ. Η αναλογία των ελεύθερων λιπαρών οξέων και των βιοδραστικών ενώσεων που υπάρχουν στο σπορέλαιο ιπποφαούς είναι αρκετά διαφορετική από εκείνη του καρποελαίου. Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του σπορέλαιου



ιπποφαούς είναι ότι έχει μια στενή αναλογία 1:1 με το λινολεϊκό οξύ και το λινολενικό οξύ, η οποία είναι μοναδική στα φυτά (Krejcarová J. *et al.*, 2015). Εκτός από τα λιπαρά οξέα, το έλαιο ιπποφαούς είναι επίσης φημισμένο για το ισορροπημένο περιεχόμενό του, συμπεριλαμβανομένων των καροτενοειδών, των βιταμινών, των φυτοστερολών και άλλων πάνω από 100 βιοδραστικών ενώσεων (Patel C. *et al.*, 2012).

Οι περισσότερες εργασίες σχετικά με τα λιπαρά οξέα του ιπποφαούς καταδεικνύουν την επίδραση των λιπαρών οξέων του ιπποφαούς ξεχωριστά. Ως εκ τούτου, απαιτείται περισσότερη έρευνα για τον προσδιορισμό της κλινικής εφαρμογής καθώς και των πιθανών συνεργιστικών οφελών μεταξύ τους.

**Πίνακας 4:** Σύγκριση με τις κύριες ενώσεις του φρουτέλαιου και του σπορέλαιου του ιπποφαούς.

	<b>Έλαιο φρούτων Ιπποφαούς</b>	<b>Έλαιο σπόρων</b>	<b>Βιβλιογραφία</b>
			Yakimishen <i>et al.</i> , 2006
Ολικά ακόρεστα λιπαρά οξέα	67,5 mg/g	86,9 mg/g	Bo H. <i>et al.</i> , 2008
Συνολικά μονοακόρεστα λιπαρά οξέα	53,7 mg/g	26,1mg/g	Bo H. <i>et al.</i> , 2008
Ολεϊκό οξύ (ω-9)	26,2 mg/g	25,0 mg/g	Bo H. <i>et al.</i> , 2008
Λινολενικό οξύ (ω-3)	2,8 mg/g	27,7 mg/g	Bo H. <i>et al.</i> , 2008
Λινολεϊκό οξύ (ω-6)	10,2 mg/g	32,8 mg/g	Bo H. <i>et al.</i> , 2008
Παλμιτολεϊκό οξύ (ω-7)	27,0 mg/g	0,9 mg/g	Bo H. <i>et al.</i> , 2008
Μυριστικό οξύ	0,7 mg/g	0,1 mg/g	Bo H. <i>et al.</i> , 2008
Στεατικό οξύ	1,3 mg/g	2,8 mg/g	Bo H. <i>et al.</i> , 2008
Παλμιτικό οξύ	29,8 mg/g	9,5 mg/g	Bo H. <i>et al.</i> , 2008
Βιταμίνη E	260 mg/g	210 mg/g	Xing J. <i>et al.</i> , 2002
Καροτενοειδή	120 mg/g	30 mg/g	Xing J. <i>et al.</i> , 2002
Σιτοστερόλη	1400mg/g	560 mg/g	Xing J. <i>et al.</i> , 2002
Ολικά οξέα	38 mg/g	11 mg/g	Dharmananda S. 2017

Βιταμίνη Κ	57 mg/g	170 mg/g	Dharmananda S. 2017
Συνολικές στερόλες	721 mg/g	1094 mg/g	Dharmananda S. 2017

### 1.2.1 Βιοδραστικά συστατικά Ιπποφαούς

Το ιπποφαές περιέχει σχεδόν 200 θρεπτικά και βιοδραστικά συστατικά (Wang Z. *et al.*, 2022). Πολλά από τα συστατικά είναι γνωστά για τα οφέλη τους στην υγεία. Η βιταμίνη C είναι ένα πολύ σημαντικό θρεπτικό συστατικό του ιπποφαούς. Τα καροτενοειδή και οι πολυφαινολικές ενώσεις, ιδίως τα φαινολικά οξέα και τα φλαβονοειδή, είναι τα κύρια βιοδραστικά και αντιοξειδωτικά συστατικά του ιπποφαούς (Πίνακας 5) (Wang Z. *et al.*, 2022). Τα λιπαρά οξέα, οι φυτοστερόλες, τα οργανικά οξέα, τα αμινοξέα και τα μέταλλα που περιέχονται στο ιπποφαές παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο. Η περιεκτικότητα του ιπποφαούς σε θρεπτικά συστατικά και βιοδραστική σύνθεση επηρεάζει την αξία του για την υγεία (Kuhkheil A. *et al.*, 2017). Η θρεπτική και βιοδραστική σύνθεση των καρπών ιπποφαούς ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με τη γενετική παραλλαγή, το τμήμα που αναλύεται, τις κλιματολογικές συνθήκες και τις συνθήκες ανάπτυξης, το έτος συγκομιδής, το βαθμό ωριμότητας, τις συνθήκες αποθήκευσης, το χρόνο συγκομιδής και τις μεθόδους επεξεργασίας και ανάλυσης (Kuhkheil A. *et al.*, 2017). Στους πίνακες 6,7,8,9,10 παρουσιάζονται τα κύρια θρεπτικά συστατικά και τα βιοενεργά συστατικά στους καρπούς ιπποφαούς, αντίστοιχα.

**Πίνακας 5:** Κύρια βιοδραστικά συστατικά σε καρπούς ιπποφαούς.

Τάξη	Ενώσεις	Συγκεντρώση	Βιβλιογραφία
<b>Καροτενοειδή</b> (mg/100g DW)	Λουτεΐνη	1,4–2,1 mg/g	Pop R. <i>et al.</i> ,2014
	Ζεαξανθίνη	1,8-2,5 mg/g	Pop R. <i>et al.</i> ,2014
	B-κρυπτοξανθίνη	1,3-1,6 mg/g	Pop R. <i>et al.</i> ,2014
	δ-καροτένιο	1,4-1,9 mg/g	Pop R. <i>et al.</i> ,2014
	α-καροτένιο	0,9-1,6 mg/g	Pop R. <i>et al.</i> ,2014
	γ-καροτένιο	1,6-1,8 mg/g	Pop R. <i>et al.</i> ,2014
	Cis β-καροτένιο	1,3-2,1 mg/g	Pop R. <i>et al.</i> ,2014
	β-καροτένιο	1,9-7,5 mg/g	Pop R. <i>et al.</i> ,2014
	Λυκοπένιο	13-20 mg/g	Tkacz K. <i>et al.</i> , 2019

	Ξανθοφύλλες	37,76-80,73 mg/g	Tkacz K. <i>et al.</i> , 2019
	Σύνολο καροτενοειδών	53-97,7 mg/g	Pop R. <i>et al.</i> , 2014
Πολυφαινόλες	Φαινολικό οξύ	51,8-89,4 mg/g	Tkacz K. <i>et al.</i> , 2019
	Φερουλικό οξύ	5,1-17,8 mg/g	Tkacz K. <i>et al.</i> , 2019
	Γαλλικό οξύ	1,0-4,6 mg/g	Tkacz K. <i>et al.</i> , 2019
	Βανιλικό οξύ	1,4-8,4 mg/g	Tkacz K. <i>et al.</i> , 2019
	Καφεϊκό οξύ	0,9-6,7 mg/g	Tkacz K. <i>et al.</i> , 2019
	Πρωτοκατεχικό οξύ	0,7-4,3 mg/g	Tkacz K. <i>et al.</i> , 2019
	m-Coumaric	0,3-6,1 mg/g	Tkacz K. <i>et al.</i> , 2019
	ο-κουμαρικό	2,2-13,3 mg/g	Tkacz K. <i>et al.</i> , 2019
	p-κουμαρικό οξύ	1,4-9,8 mg/g	Tkacz K. <i>et al.</i> , 2019
	Κινναμικό	0,8-803,9 mg/g	Tkacz K. <i>et al.</i> , 2019

## Βιταμίνη

Η ποιότητα των καρπών υποφαούς βασίζεται συχνά στη διατροφική τους αξία (Kuhkheil A. *et al.*, 2017). Γνωστός ως "φυσικός θησαυρός βιταμινών", το υποφάεσ είναι αναμφίβολα πλούσιο σε βιταμίνες. Η περιεκτικότητα των καρπών υποφαούς σε βιταμίνη C κυμαίνεται από 52,86 έως 896 mg/100 g (Kuhkheil A. *et al.*, 2017). Επιπλέον, τα μούρα υποφαούς περιέχουν βιταμίνη A, βιταμίνη E, ριβοφλαβίνη, νιασίνη, παντοθενικό οξύ, βιταμίνη B6 και βιταμίνη B12. Τα ανόργανα στοιχεία εμπλέκονται στο σχηματισμό των ανθρώπινων ιστών και στη διατήρηση των φυσιολογικών λειτουργιών.

Τα μούρα υποφαούς περιέχουν πολλά μεταλλικά στοιχεία, π.χ. φώσφορο, σίδηρο, μαγνήσιο, βόριο, ασβέστιο, αλουμίνιο, κάλιο και άλλα (Wang Z. *et al.*, 2022). Έχουν αναφερθεί σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα των καρπών υποφαούς σε ανόργανα άλατα στα διάφορα στάδια ωρίμανσής τους.

Ως βασικά συστατικά του αφυδατωμένου ιπποφαούς, είναι οι υδατάνθρακες που διαδραματίζουν πολυάριθμους βασικούς ρόλους στους ζωντανούς οργανισμούς. Οι μονοσακχαρίτες αποτελούν την κύρια πηγή ενέργειας για τον ανθρώπινο μεταβολισμό με πολυσακχαρίτες που δρουν ως δομικά συστατικά και η κύρια μορφή αποθήκευσης ενέργειας (Wang Z. *et al.*, 2022). Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα καθορίζει τη γλυκύτητα του χυμού. Έχει αναφερθεί ότι οι καρποί ιπποφαούς περιέχουν 1,34-2,87 g/100 g FW ζάχαρης.

Το σάκχαρο με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα είναι η γλυκόζη, η οποία αντιπροσωπεύει το 86,58-92,68% της συνολικής περιεκτικότητας σε σάκχαρα (Wang Z. *et al.*, 2022). Τα κύρια βιοδραστικά συστατικά των βιταμινών του ιπποφαούς αναφέρονται στον πίνακα 6.

**Πίνακας 6:** Βιταμίνες που έχουν ταυτοποιηθεί σε ξηρό ιπποφαές

<b>Τάξη</b>	<b>Ενώσεις</b>	<b>Συγκεντρώση</b>	<b>Βιβλιογραφία</b>
<b>Βιταμίνη</b> (mg/100g)	Βιταμίνη C	275 mg/g	(Wang Z. <i>et al.</i> , 2022).
	Βιταμίνη E	3,55 mg/g	(Wang Z. <i>et al.</i> , 2022).
	Βιταμίνη B <sub>12</sub>	5,5 mg/g	(Wang Z. <i>et al.</i> , 2022).
	Ριβοφλαβίνη	1,50 mg/g	(Wang Z. <i>et al.</i> , 2022).
	Βιταμίνη B <sub>6</sub>	1,15 mg/g	(Wang Z. <i>et al.</i> , 2022).
	Νιασίνη	68,5 mg/g	(Wang Z. <i>et al.</i> , 2022).
	Βιταμίνη A	432,5 IU/100g	(Wang Z. <i>et al.</i> , 2022).
	Παντοθενικό οξύ	0,90 mcg/100	(Wang Z. <i>et al.</i> , 2022).

### **Οργανικά οξέα**

Οι καρποί ιπποφαούς περιέχουν διάφορα οργανικά οξέα και τα παράγωγά τους. Αυτά τα παράγωγα οργανικών οξέων μπορούν να προωθήσουν τη διαφοροποίηση των οστών και να συμβάλουν στη διαφοροποίηση των μεσεγχυματικών βλαστικών κυττάρων σε οστεοβλάστες (Bal L. *et al.*, 2011). Διαφορετικά είδη ιπποφαούς έχουν διαφορετικούς τύπους και συγκεντρώσεις οργανικών οξέων. Για παράδειγμα, τα υποείδη του ρωσικού ιπποφαούς παρουσιάζουν σχετικά χαμηλή ολική οξύτητα, με συγκεντρώσεις οργανικών οξέων 2,1-3,2 g/100 ml. Οι φινλανδικοί γονότυποι βρίσκονταν στη μέση, με τιμές που

κυμαίνονταν από 4,2 έως 6,5 g/100 mL, ενώ οι κινεζικοί γονότυποι παρουσίασαν την υψηλότερη συγκέντρωση οργανικών οξέων, με τιμές μεταξύ 3,5 και 9,1 g/100 mL (Bal L. *et al.*, 2011). Έχει αναφερθεί ότι ο χυμός ιπποφαούς περιέχει εννέα οργανικά οξέα, δηλαδή κινικό οξύ, L-μηλικό οξύ, D-μηλικό οξύ, γλυκόξινο οξύ, πυρουβικό οξύ, τρυγικό οξύ, οξικό οξύ, μυρμηκικό οξύ και κιτρικό οξύ (Bal L. *et al.*, 2011). Μια άλλη μελέτη σε έξι ποικιλίες ιπποφαούς στην Πολωνία εντόπισε οξαλικό οξύ και ισοκιτρικό οξύ (Bal L. *et al.*, 2011).

### Αμινοξέα

Το ιπποφαές είναι πλούσιο σε αμινοξέα, τα οποία είναι απαραίτητα για τον ανθρώπινο οργανισμό. Τα αμινοξέα είναι οι βασικές μονάδες που συνθέτουν τις πρωτεΐνες και συνδέονται στενά με τις δραστηριότητες της ζωής. Δεκαεπτά αμινοξέα, συμπεριλαμβανομένων επτά απαραίτητων αμινοξέων (θρεονίνη, βαλίνη, μεθειονίνη, ισολευκίνη, λευκίνη, φαινυλαλανίνη και λυσίνη), έχουν ανιχνευθεί στους καρπούς ιπποφαούς (Wang Z. *et al.*, 2022). Η περιεκτικότητα σε αμινοξέα στους σπόρους ιπποφαούς είναι 18,63%, στα φύλλα 15,41%, στα κλαδιά 11,62% και στους καρπούς 6,89%. Η περιεκτικότητα σε ασπαρτικό οξύ και γλουταμινικό οξύ ήταν υψηλότερη στους καρπούς, τα φύλλα και τα κλαδιά του ιπποφαούς, με 1,11 και 1,24% στους καρπούς, 2,42 και 1,60% στα φύλλα και 3,71 και 0,97% στα κλαδιά. Η υψηλότερη περιεκτικότητα σε τυροσίνη και γλουταμινικό οξύ μπορεί να βρεθεί στους σπόρους ιπποφαούς, με 4,72 και 3,42%, αντίστοιχα (Wang Z. *et al.*, 2022). Τα κύρια βιοδραστικά συστατικά των αμινοξέων του ιπποφαούς αναφέρονται στον πίνακα 7.

**Πίνακας 7:** Αμινοξέα που έχουν ταυτοποιηθεί σε ξηρό ιπποφαές

Αμινοξύ	Περιεκτικότητα (mg/100 g)	Βιβλιογραφία
Ασπαρτικό οξύ	426,6 mg/g	Orhan E. <i>et al.</i> , 2007 , Bell <i>et al.</i> , 2012
Σερίνη	28,1 mg/g	Orhan E. <i>et al.</i> , 2007, Bell <i>et al.</i> , 2012
Γλουταμίνη	19,4 mg/g	Orhan E. <i>et al.</i> , 2007 , Bell <i>et al.</i> , 2012
Γλυκίνη	16,7 mg/g	Orhan E. <i>et al.</i> , 2007 , Bell <i>et al.</i> , 2012
Αλανίνη	21,2 mg/g	Orhan E. <i>et al.</i> , 2007 , Bell <i>et al.</i> , 2012
Κυστεΐνη	3,3 mg/g	Orhan E. <i>et al.</i> , 2007 , Bell <i>et al.</i> , 2012
Valine	21,8 mg/g	Orhan E. <i>et al.</i> , 2007 , Bell <i>et al.</i> , 2012

<b>Αμμωνία</b>	41,8 mg/g	Orhan E. <i>et al.</i> , 2007 , Bell <i>et al.</i> , 2012
<b>Τυροσίνη</b>	13,4 mg/g	Orhan E. <i>et al.</i> , 2007 , Bell <i>et al.</i> , 2012
<b>Ισολευκίνη</b>	17,4 mg/g	Orhan E. <i>et al.</i> , 2007 , Bell <i>et al.</i> , 2012
<b>Μεθειονίνη</b>	2,3 mg/g	Orhan E. <i>et al.</i> , 2007 , Bell <i>et al.</i> , 2012
<b>Proline</b>	45,2 mg/g	Orhan E. <i>et al.</i> , 2007 , Bell <i>et al.</i> , 2012
<b>Φαινυλαλανίνη</b>	20,0 mg/g	Orhan E. <i>et al.</i> , 2007 , Bell <i>et al.</i> , 2012
<b>Ιστιδίνη</b>	13,7 mg/g	Orhan E. <i>et al.</i> , 2007 , Bell <i>et al.</i> , 2012
<b>Λυσίνη</b>	27,2 mg/g	Orhan E. <i>et al.</i> , 2007 , Bell <i>et al.</i> , 2012
<b>Θρεονίνη</b>	36,8 mg/g	Orhan E. <i>et al.</i> , 2007 , Bell <i>et al.</i> , 2012
<b>Αργινίνη</b>	11,3 mg/g	Orhan E. <i>et al.</i> , 2007 , Bell <i>et al.</i> , 2012

### Καροτενοειδή

Οι καρποί του ιπποφαούς περιέχουν υψηλά επίπεδα καροτενοειδών, τα οποία δίνουν στο ιπποφαές το χαρακτηριστικό πορτοκαλοκίτρινο χρώμα του. Τα καροτενοειδή δρουν κυρίως ως αντιοξειδωτικά, αν και έχουν και άλλους ρόλους. Για παράδειγμα, το β-καροτένιο είναι η πρόδρομη ουσία της βιταμίνης Α και η λουτεΐνη/ζεαξανθίνη αποτελεί τη χρωστική ουσία της ωχράς κηλίδας του ματιού. Τα καροτενοειδή θεωρούνται ότι έχουν οφέλη για την υγεία και μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο ασθενειών, ιδίως καρκίνου και οφθαλμικών παθήσεων (Wang Z. *et al.*, 2022). Η περιεκτικότητα των καροτενοειδών στα διάφορα είδη και στα διάφορα μέρη του ιπποφαούς ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό. Εντόπισαν κατά μέσο όρο 11 mg/100 g FW ολικών καροτενοειδών σε οκτώ είδη ρωσικού ιπποφαούς (Wang Z. *et al.*, 2022). Σε μια άλλη μελέτη σε έξι ρουμανικές ποικιλίες ιπποφαούς (*H. rhamnoides ssp. carpatica*), η περιεκτικότητα σε ολικά καροτενοειδή κυμαινόταν από 53 έως 97 mg/100 g DW στα μούρα και από 3,5 έως 4,2 mg/100 g DW στα φύλλα. Το β-καροτένιο είναι το κύριο καροτενοειδές στο ιπποφαές. Το ποσοστό του β-καροτενίου είναι 15-55% στα μούρα και 26-34% στη φλούδα, τον πολτό και το σπορέλαιο. Επιπλέον, τα καροτενοειδή περιλαμβάνουν γ-καροτένιο, *cis*-λυκοπένιο, λυκοπένιο, *cis*-γ-καροτένιο, β-κρυπτοξανθίνη, α-καροτένιο και ούτω καθεξής. Οι χημικές δομές των κύριων καροτενοειδών του ιπποφαούς παρουσιάζονται στον πίνακα 8.

**Πίνακας 8:** Καροτενοειδή που έχουν ταυτοποιηθεί σε ξηρό ιπποφαές

Καροτενοειδή	Περιεκτικότητα (mg/100 g)	Μοριακή δομή
--------------	---------------------------	--------------

Λουτεΐνη / Lutein	1,4-2,1mg/g	C <sub>40</sub> H <sub>56</sub> O <sub>2</sub>
Ζεαξανθίνη / Zeaxanthin	1,5-2,0 mg/g	C <sub>40</sub> H <sub>56</sub> O <sub>2</sub>
β-κρυπτοξανθίνη / β-Cryptoxanthin	1,0-1,8 mg/g	C <sub>40</sub> H <sub>56</sub> O
δ-καροτένιο / δ-Carotene	1,0-2,0 mg/g	C <sub>40</sub> H <sub>56</sub>
α-καροτένιο / α-Carotene	0,5-1,5 mg/g	C <sub>40</sub> H <sub>56</sub>
γ-καροτένιο / γ-Carotene	1,5-1,9 mg/g	C <sub>40</sub> H <sub>56</sub>
β-Carotene	2,0-7,5 mg/g	C <sub>40</sub> H <sub>56</sub>
Λυκοπένιο / Lycopene	13-10 mg/g	C <sub>40</sub> H <sub>56</sub>
Ξανθοφύλλες / Xanthophylls	37,76-80,73mg/g	C <sub>40</sub> H <sub>56</sub>

(Wang Z. *et al.*, 2022)

### Πολυφαινόλες

Οι πολυφαινόλες είναι οι κύριες ενώσεις με αντιοξειδωτική δράση στο ιπποφάες. Μια πρόσφατη ανασκόπηση έδειξε ότι σχεδόν 100 πολυφαινολικές ενώσεις έχουν απομονωθεί και ταυτοποιηθεί από το ιπποφάες (Wang Z. *et al.*, 2022). Οι πολυφαινόλες περιλαμβάνουν κυρίως φαινολικά οξέα και φλαβονοειδή. Δεκαεπτά φαινολικά οξέα έχουν αναφερθεί σε μούρα ιπποφαούς. Το σαλικυλικό οξύ είναι το κύριο φαινολικό οξύ στα μούρα, αντιπροσωπεύοντας το 55-74,3% του συνόλου των φαινολικών οξέων. Ωστόσο, μια άλλη μελέτη ανέφερε ότι το γαλλικό οξύ είναι το κύριο φαινολικό οξύ στους καρπούς και τα φύλλα του ιπποφαούς (Wang Z. *et al.*, 2022).

Τα φλαβονοειδή μπορεί να έχουν δυνητικό ρόλο στην πρόληψη χρόνιων ασθενειών, όπως ο διαβήτης, οι καρδιαγγειακές παθήσεις και ο καρκίνος (Wang Z. *et al.*, 2022). Διαπίστωσαν ότι οι ολικές φαινόλες και οι αγλυκόνες φλαβονοειδών στο εκχύλισμα ιπποφαούς είχαν αντιοξειδωτικές και αντιπολλαπλασιαστικές δραστηριότητες. Μέχρι σήμερα, 95 φλαβονοειδή έχουν ταυτοποιηθεί από το ιπποφάες, συμπεριλαμβανομένων 75 φλαβονολών, 2 διυδροφλαβονών, 6 κατεχινών, 1 λευκοκυανιδίνης, 9 ανθοκυανιδινών, 1 προανθοκυανιδίνης και 1 χαλκόνης (Wang Z. *et al.*, 2022). Οι Raudonis R. *et al.*, 2014 ανέχυσαν την περιεκτικότητα σε ολικά φλαβονοειδή σε 11 ποικιλίες ιπποφαούς που καλλιεργούνται στη Λιθουανία και διαπίστωσαν ότι η περιεκτικότητα σε ολικά φλαβονοειδή κυμαινόταν μεταξύ 385-616 μg/g FW. Οι φλαβονόλες είναι τα κύρια συστατικά των φλαβονοειδών και είναι παρούσες κυρίως στις γλυκοζυλιωμένες μορφές της κερκετίνης, της ισοραμνετίνης και της καεμπερόλης (Wang Z. *et al.*, 2022). Η περιεκτικότητα και η σύνθεση των πολυφαινολικών ενώσεων επηρεάζονται σημαντικά από

γεωγραφικούς παράγοντες, κλιματικές συνθήκες και ποικιλίες μούρων. Οι χημικές δομές των κύριων φαινολικών του υποφαούς παρουσιάζονται στον πίνακα 9.

**Πίνακας 9:** Πολυφαινόλες που έχουν ταυτοποιηθεί σε ξηρό υποφάεζ

Πολυφαινόλες	Περιεκτικότητα (mg/100 g)	Μοριακή δομή
Φαινολικό οξύ / Phenolic acid	51,8-89,4 mg/g	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>
Φερουλικό οξύ / Ferulic acid	5,2-17,9 mg/g	C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>
Γαλλικό οξύ / Gallic acid	1,1-4,5 mg/g	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>5</sub>
Βανιλικό οξύ / Vanillic acid	1,5-8,5 mg/g	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>
Καφεϊκό οξύ / Caffeic acid	1,0-6,5 mg/g	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>
Πρωτοκατεχικό οξύ / Protocatechuic acid	0,5-4,5 mg/g	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>
m-Κουμαρικό οξύ / m-Coumaric acid	0,5-6,0 mg/g	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>
o-Κουμαρικό οξύ / o-Coumaric acid	2,0-13,0 mg/g	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>
p-Κουμαρικό οξύ / p-Coumaric acid	1,4-9,8 mg/g	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>
Quinic	3,5-193,9 mg/g	C <sub>7</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>
Κινναμικό / Cinnamic	0,8-803,9 mg/g	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>
2,5-διυδροξυβενζοϊκό / 2,5-Dihydroxybenzoic	0,1-3,1 mg/g	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>
3,4-διυδροξυκινναμικό / 3,4-Dihydroxycinnamic	6,0-27,5 mg/g	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>
Πυροκατεχικό / Pyrocatechuic	0,1-32,0 mg/g	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>
Σαλικυλικό οξύ / Salicylic acid	20-47,0 mg/g	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>
p-υδροξυφαινυλο-γαλακτικό / p-Hydroxyphenyl-lactic	5,0-24,5 mg/g	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>4</sub>
Veratric	3,0-60 mg/g	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>
Syringic	2,0-12,5 mg/g	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>

(Wang Z. *et al.*, 2022)



## Λιπαρά οξέα

Το ιπποφαές είναι πλούσιο σε μια ποικιλία λιπαρών οξέων που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ανθρώπινη υγεία, όπως η αντιμετώπιση των διαταραχών του δέρματος και των βλεννογόνων, το σύνδρομο ξηροφθαλμίας και η μείωση του κινδύνου καρδιαγγειακών παθήσεων (Saeidi K *et al.*, 2016). Εντόπισαν 11 λιπαρά οξέα στο έλαιο του πολτού του ιπποφαούς. Επί του παρόντος, 24 λιπαρά οξέα έχουν ταυτοποιηθεί σε άγρια και καλλιεργούμενα μούρα ιπποφαούς στη Λιθουανία. Υπήρχαν διαφορές στην περιεκτικότητα των λιπαρών οξέων μεταξύ του άγριου και του καλλιεργούμενου ιπποφαούς. Η περιεκτικότητα σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα των άγριων μούρων ιπποφαούς ήταν σημαντικά υψηλότερη από εκείνη των καλλιεργούμενων μούρων, ενώ τα επίπεδα πολυακόρεστων και κορεσμένων λιπαρών οξέων ήταν υψηλότερα στα καλλιεργούμενα μούρα (Saeidi K *et al.*, 2016). Τα κύρια λιπαρά οξέα στα μούρα ιπποφαούς είναι το παλμιτικό, το παλμιτολεϊκό και το ελαϊκό οξύ. Οι χημικές δομές των κύριων λιπαρών οξέων του ιπποφαούς παρουσιάζονται στον πίνακα 10.

**Πίνακας 10:** Λιπαρά οξέα που έχουν ταυτοποιηθεί σε ξηρό ιπποφαές

Λιπαρά οξέα	Περιεκτικότητα (mg/100 g)	Μοριακή δομή
Μυριστικό / Myristic	2-2,6 mg/g	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>
Πενταδεκανοϊκό / Pentadecanoic	0,93-2,23 mg/g	C <sub>15</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>
Παλμιτικό / Palmitic	223,2-227,2 mg/g	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>
Μαργαρίκό / Margaric	0,56-0,86 mg/g	C <sub>17</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>
Στεατικό / Stearic	13,25-17,86 mg/g	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>
Αραχιδικό / Arachidic	2,81-3,72 mg/g	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub>
Χενικοσανοϊκό / Henicosanoic	0,73-1,54 mg/g	C <sub>21</sub> H <sub>42</sub> O <sub>2</sub>
Μπεχενικό οξύ / Behenic	1,09-2,28 mg/g	C <sub>22</sub> H <sub>44</sub> O <sub>2</sub>
Tetracosanoic	0,60-0,93 mg/g	C <sub>24</sub> H <sub>48</sub> O <sub>2</sub>
Μυριστολεϊκό / Myristoleic	0,31-1,53 mg/g	C <sub>14</sub> H <sub>26</sub> O <sub>2</sub>
Πενταδεκαενοϊκό / Pentadecenoate	0,00-0,60 mg/g	C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>
Παλμιτολεϊκό / Palmitoleic	134,6-185,0 mg/g	C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>
Εξαδεκαδενοϊκό / Hexadecenoic	0,80-0,91mg/g	C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>
Μαργαριολικό / Margaroleic	0,44-0,71mg/g	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>
Ολεϊκό / Oleic	255,5-264,1mg/g	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>
Εικοσινοϊκό / Eicosenoic	2,50-2,73mg/g	C <sub>20</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub>
Ερουκικό / Erucic	1,06-1,07mg/g	C <sub>22</sub> H <sub>42</sub> O <sub>2</sub>
Νευρονικό / Nervonic	1,00-1,51mg/g	C <sub>24</sub> H <sub>46</sub> O <sub>2</sub>
Λινολεϊκό / Linoleic	127,0-163,5mg/g	C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>
γ-λινολενικό / γ-Linolenic	0,30-0,60mg/g	C <sub>18</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>
α-λινολενικό / α-Linolenic	100,3-109,8mg/g	C <sub>18</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>

Δοκοσατετρααινοϊκό / Docosatetraenoic	3,90-4,41mg/g	C <sub>22</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>
--	---------------	--

(Wang Z. *et al.*, 2022)

### Φυτοστερόλες

Οι φυτοστερόλες, ως βιοενεργό συστατικό, μπορούν να προλάβουν τις καρδιαγγειακές παθήσεις. Μια πρόσφατη μελέτη διαπίστωσε ότι η συνολική περιεκτικότητα σε φυτοστερόλες των λιπιδίων των μούρων από οκτώ ρωσικά είδη ιπποφαούς κυμαινόταν από 6168,24 έως 13378,22 μg/100 ml. Δεκατέσσερις ενώσεις στερολών έχουν ανιχνευθεί στα λιπίδια του πολτού του ιπποφαούς, και συγκεκριμένα 4-δεσμεθυλοστερόλες (παράγωγα χολεστανόλης, συμπεριλαμβανομένων της β-σιτοστερόλης, της στιγμαστερόλης, της καμπεστερόλης και της Δ<sup>5</sup> - αβεναστερόλης), 4-α-μονομεθυλοστερόλες (π.χ. κιτροσταδιενόλη) και 4,4-διμεθυλοστερόλες (Wang Z. *et al.*, 2022). Οι χημικές δομές των κύριων φυτοστερόλων του ιπποφαούς παρουσιάζονται στον πίνακα 11.

**Πίνακας 11:** Φυτοστερόλες που έχουν ταυτοποιηθεί σε ξηρό ιπποφάες (προσαρμοσμένος Πίνακας από Wang Z. *et al.*, 2022).

Φυτοστερόλες	Περιεκτικότητα (mg/100 g)	Μοριακή δομή
Σκουαλένιο / Squalene	885,71-2714,37 mg/g	C <sub>30</sub> H <sub>50</sub>
Campesterol	44,38-201,3 mg/g	C <sub>28</sub> H <sub>48</sub> O
Στιγμαστερόλη / Stigmasterol	24,05-68,20 mg/g	C <sub>29</sub> H <sub>48</sub> O
β-σιτοστερόλη / β-Sitosterol	2036,15-6145,60 mg/g	C <sub>29</sub> H <sub>50</sub> O
Σιτοστανόλη / Sitostanol	96,55-254,65 mg/g	C <sub>29</sub> H <sub>50</sub> O
Δ <sup>5</sup> -Αβεναστερόλη / Δ <sup>5</sup> - Avenasterol	114,90-377,55 mg/g	C <sub>29</sub> H <sub>48</sub> O
α-Αμυρίνη / α-Amyrin	110,49-314,55 mg/g	C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O
Cycloarteno	293,50-474,40 mg/g	
Δ <sup>7</sup> -Αβεναστερόλη / Δ <sup>7</sup> - Avenasterol	80,81-194,95 mg/g	C <sub>29</sub> H <sub>48</sub> O
28-Methylotusifoliol	70,90-251,80 mg/g	

24-μεθυλενοκυκλοαρθανόλη / 24-Methylenecycloartanol	1454,20-4048,90 mg/g	
Ερυθροδιόλη / Erythrodiol	284,00-818,70 mg/g	C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O <sub>2</sub>
Citrostadienol	212,95-663,20 mg/g	C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O
Φριντελάν-3-όλη / Friedelan-3-ol	232,90-737,30 mg/g	C <sub>30</sub> H <sub>52</sub> O

### 1.2.2 Εφαρμογές βιοτεχνολογίας στο ιπποφάεξ προς ενίσχυση βιοδραστικών συστατικών

Για αιώνες, οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν το ιπποφάεξ για τις θεραπευτικές φαρμακευτικές του ιδιότητες, οι οποίες δέλεασαν τους ανθρώπους να το χρησιμοποιούν. Με τις πρόσφατες εξελίξεις στην τεχνολογία αλληλούχισης επόμενης γενιάς (NGS), είναι πλέον δυνατή η διερεύνηση των φυτών ιπποφαούς σε επίπεδο γονιδιώματος, μεταγραφώματος, με χαμηλότερο κόστος. Πρόσφατα δημιουργήθηκαν μεγάλα σύνολα δεδομένων φυτών ιπποφαούς για την αλληλούχιση γονιδιώματος/μεταγραφώματος, τα οποία παρέχουν επιστημονικές γνώσεις σχετικά με τη διαφορική έκφραση γονιδίων/μεταγραφικών παραγόντων, πρωτεϊνών, ενζύμων και μεταβολιτών υπό συνθήκες ψύχους και ψύξης, ανοίγοντας το δρόμο για την παραγωγή διαγονιδιακών φυτών ιπποφαούς ανθεκτικών στις αβιοτικές καταπονήσεις. Εφόσον, διαβαστεί ολόκληρο το γονιδίωμα του ιπποφαούς τα κατάλληλα γονίδια μπορούν να δώσουν σημαντικά αποτελέσματα στον τομέα της βιοτεχνολογίας.

Η μακρά νεανική περίοδος του ιπποφαούς καθιστά τη χαρτογράφηση των πληθυσμών χρονοβόρα, με αποτέλεσμα περιορισμένη πρόοδο στην αναπαραγωγή και βελτίωση των καλλιεργειών. Ως αποτέλεσμα, απαιτούνται σύγχρονα βιοτεχνολογικά εργαλεία για την επιτάχυνση της διαδικασίας βελτίωσης της ποιότητας, της περιεκτικότητας, της γεύσης και της διάρκειας ζωής του ιπποφαούς. Οι μοριακοί δείκτες καθιστούν απλή την ταξινομική απεικόνιση των ειδών και των υποειδών (Kalia *et al.*, 2011). Η εκτίμηση των γενετικών σχέσεων μεταξύ γονιδιακών τύπων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επιλογή γονικών συνδυασμών για την ανάπτυξη υβριδίων στο πρόγραμμα αναπαραγωγής ιπποφαούς (Becelaere *et al.*, 2005, Ali *et al.*, 2008). Νέοι γονότυποι χωρίς αγκάθια αλλά με υψηλότερο μέγεθος καρπών, απόδοση και περιεκτικότητα σε λάδι θα μπορούσαν να προκύψουν μέσω προηγμένων προγραμμάτων

---

αναπαραγωγής (Li *et al.*, 2002). Οι τεχνικές μικρο-πολλαπλασιασμού χρησιμοποιούνται σε προγράμματα μαζικού πολλαπλασιασμού και γενετικής βελτίωσης του ιπποφαούς.

## **1.2 Η χρήση του ιπποφαούς ως πρόσθετο σε νεοφανή/λειτουργικά τρόφιμα**

Το ιπποφαές εκτός από τις βιοιατρικές επιδράσεις που προσδίδει, χρησιμοποιείται επίσης και ως πρόσθετο στα τρόφιμα ενώ και έχει υψηλή οικονομική αξία. Το ιπποφαές είναι πλούσιο σε θρεπτική αξία και περιέχει μια ποικιλία βιολογικά ενεργών ενώσεων. Το ιπποφαές χρησιμοποιείται σήμερα ως αντιοξειδωτικό, αντιμικροβιακό.

Η εφαρμογή του ιπποφαούς στη βιομηχανία τροφίμων είναι όλο και πιο εκτεταμένη, όπως το λάδι ιπποφαούς, η αποξηραμένη σκόνη, ο χυμός φρούτων, το κρασί φρούτων, τα δισκία γάλακτος, τα ποτά με ξύδι φρούτων, το τσάι (Wang Z. *et al.*, 2022). Τα διατηρημένα φρούτα, το γιαούρτι και η μαρμελάδα. Η μέγιστη αξιοποίηση του ιπποφαούς για τη βελτίωση των οργανοληπτικών ιδιοτήτων και της διατροφικής αξίας των προϊόντων ιπποφαούς επιδιώκεται επί του παρόντος από τους κατασκευαστές και τους ερευνητές της βιομηχανίας τροφίμων.

### **1.3.1 Η χρήση του ιπποφαούς ως πρόσθετο σε κάπνιστό κρέας αλόγου**

Η βιομηχανία επεξεργασίας κρέατος αναζητά σήμερα φυσικά πρόσθετα για να αντικαταστήσει τα χημικά πρόσθετα στα προϊόντα της. Διαπίστωθηκε ότι το νέο λειτουργικό προϊόν μαγειρεμένο και καπνιστό κρέας αλόγου Jaya, που παράγεται με την προσθήκη 5,0% εκχυλίσματος σκόνης καρπών ιπποφαούς, είναι πλούσιο σε 1,0% βιοδραστικές ουσίες. Τα δείγματα παρουσίασαν μείωση της λιπόλυσης κατά 38% και σημαντική μείωση των υδροϋπεροξειδίων των λιπιδίων κατά 24% μετά από 21 ημέρες αποθήκευσης. Αυτό βελτίωσε την οξειδωτική σταθερότητα και την ποιότητα των νέων λειτουργικών λιχουδιών από κρέας αλόγου. Η προσθήκη 3% αιθανολικού εκχυλίσματος καρπών ιπποφαούς σε χοιρινό λουκάνικο ανέστειλε αποτελεσματικά την οξείδωση των λιπιδίων και μείωσε τον συνολικό αριθμό των βακτηρίων. Οι συνολικές αποικίες του λουκάνικου μειώθηκαν κατά περίπου 7 φορές, βελτιώνοντας το μικροβιολογικό περιεχόμενο του λουκάνικου (Wang Z. *et al.*, 2022).

---

### 1.3.2 Η χρήση του ιπποφαούς ως πρόσθετο σε ψωμί

Η προσθήκη σκόνης καρπών ιπποφαούς σε ψωμί σίτου παρατείνει τη διάρκεια ζωής του ψωμιού κατά 1-3 ημέρες. Βελτιώνει επίσης τις αντιοξειδωτικές και οργανοληπτικές ιδιότητες του ψωμιού (Wang Z. *et al.*, 2022).

### 1.3.3 Η χρήση του ιπποφαούς ως πρόσθετο σε κρασί

Η προσθήκη 0,8 g/L σκόνης φύλλων ιπποφαούς σε λευκό κρασί αύξησε τη δραστηριότητα απορρόφησης ελεύθερων ριζών από 28,4 έως 55,8%. Η αναγωγική ικανότητα του λευκού οίνου, όπως μετράται από την ποσότητα των ανηγμένων ιόντων σιδήρου σε μια δοκιμή αντιοξειδωτικής ισχύος, αυξήθηκε από 35,3% έως 62,1% με την προσθήκη ιπποφαούς. Η συνολική περιεκτικότητα του λευκού οίνου σε φαινόλες αυξήθηκε από 11% έως 23,7% και η ένταση του χρώματος αυξήθηκε από 39,9% έως 50,7%, γεγονός που συνέβαλε στην αντιοξειδωτική ικανότητα των οίνων χωρίς θειώδη. Τα φύλλα ιπποφαούς έχουν σημαντική αντιοξειδωτική ικανότητα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτική λύση για την αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των οίνων. Μελέτες διαπίστωσαν ότι ο χυμός ιπποφαούς και τα υποπροϊόντα του μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε σκευάσματα τσίγλας και να βελτιώσουν σημαντικά την αντιοξειδωτική δράση. Ο χυμός ιπποφαούς και τα υποπροϊόντα του έχουν μεγάλες δυνατότητες ως αντιμικροβιακοί παράγοντες στη βιομηχανία τροφίμων (Wang Z. *et al.*, 2022).

Οι σπόροι ιπποφαούς που χρησιμοποιήθηκαν για τον καθαρισμό της χιτινάσης, μέσω της δράσης της στην αντιψυκτική πρωτεΐνη HrCHI4, διατήρησαν την ακεραιότητα των μεμβρανών κατεψυγμένου πράσινου μπιζελιού και βοήθησαν στη διατήρηση της φρεσκάδας του δείγματος διατηρώντας τις πτητικές ενώσεις. Η μελέτη αυτή ανοίγει τη δυνατότητα χρήσης βρώσιμων προϊόντων για τη συντήρηση τροφίμων και τη διατήρηση της υφής και της φρεσκάδας τους με φυσικά μέσα (Wang Z. *et al.*, 2022). Συνολικά, το ιπποφάες έχει ένα πολλά υποσχόμενο μέλλον ως φυσικό πρόσθετο τροφίμων. Οι βιοδραστικές ενώσεις που περιέχονται στο ιπποφάες, όπως οι πολυφαινόλες (ιδίως τα φλαβονοειδή), το ασκορβικό οξύ, οι βιταμίνες, τα καροτενοειδή και οι αντιψυκτικές πρωτεΐνες, ασκούν αντιοξειδωτική, αντιβακτηριακή και αντιψυκτική δράση. Στο μέλλον, θα πρέπει να διερευνηθούν σε βάθος αυτοί οι μηχανισμοί δράσης για την καλύτερη εφαρμογή τους στην παραγωγή τροφίμων. Αναλυτικά αναφέρονται στον πίνακα 11.

---

#### 1.3.4 Η χρήση του ιποφαούς ως πρόσθετο σε γιαούρτι με ιποφαές

Το ιποφαές, ως ένα νέο φυτικό πρόσθετο, γίνεται όλο και πιο δημοφιλές στην παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων παγκοσμίως λόγω των υγιεινών, διατροφικών του πλεονεκτημάτων. Αυτό ακριβώς είναι το είδος της διατροφικής ποιότητας που οι καταναλωτές αναζητούν ευχαρίστως. Το ιποφαές είναι πλούσιο σε θρεπτικές δραστικές ουσίες και η προσθήκη του στο γιαούρτι ενισχύει τη θρεπτική αξία του γιαουρτιού.

Το γιαούρτι ιποφαούς που αναπτύσσεται από μούρα ιποφαούς είναι πλούσιο σε λιπαρά, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και αντιοξειδωτικά (βιταμίνη C, βιταμίνη E, καροτενοειδή, φαινόλες κ.λπ.) καλύπτοντας τις διατροφικές ανάγκες των ανθρώπων. Το γιαούρτι μπορεί να αποθηκευτεί με ασφάλεια στους 4°C για 12 ημέρες και στους 15°C για 3 ημέρες χωρίς να χάσει τη μικροβιολογική του ποιότητα (Selvamuthukumaran M. *et al.*, 2014). Εκτός από την προσθήκη ιποφαούς στο γιαούρτι, καρότο (Wang Z. *et al.*, 2022), ροδάκινο και φρούτα του πάθους, επίσης έχουν προστεθεί στο γιαούρτι ιποφαούς για να αναπτυχθεί ένα νέο υγιεινό γιαούρτι. Οι διάφορες προσθήκες, προσθέτουν στη μοναδική φυσική γεύση των φρούτων και των λαχανικών, εμπλουτίζοντας το γιαούρτι με μια ποικιλία λειτουργικών συστατικών και αναπληρώνοντας τις διατροφικές ελλείψεις του απλού γιαουρτιού (Wang Z. *et al.*, 2022).

#### 1.3.5 Η χρήση του ιποφαούς ως πρόσθετο σε μαρμελάδα και ζελέ από ιποφαές

Τα μούρα ιποφαούς έχουν ξινή γεύση και μικρή διάρκεια ζωής. Ως εκ τούτου, η επεξεργασία των μούρων σε μαρμελάδα είναι ένα αποτελεσματικό μέσο για τη βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών και την αύξηση της αξιοποίησης των μούρων. Η μαρμελάδα, που παράγεται χρησιμοποιώντας καρπούς ιποφαούς στους 102°C με στέβια, περιέχει υψηλά επίπεδα ολικών καροτενοειδών και πολυφαινόλων και παρουσιάζει αντιοξειδωτική δράση. Μετά από 21 ημέρες αποθήκευσης σε θερμοκρασία δωματίου, η τιμή των ζυμομυκήτων και της μούχλας ήταν μικρότερη από 100 CFU/g και η τιμή των *Enterobacteriaceae* ήταν μικρότερη από 5 CFU/g (Wang Z. *et al.*, 2022). Η συνηθισμένη μαρμελάδα έχει μία μόνο γεύση. Στη σύνθετη μαρμελάδα από *Elaeagnus angustifolia* και ιποφαές, το ιποφαές χρησιμοποιήθηκε τόσο ως πρώτη ύλη όσο και ως οξυντικό αντί για κιτρικό οξύ. Η μαρμελάδα έχει διάρκεια ζωής 177 ημέρες στους 20°C χωρίς την προσθήκη

---

συντηρητικών (Wang Z. *et al.*, 2022). Επιπλέον, το ιπποφαές μπορεί να συνδυαστεί με γλυκοπατάτες, κολοκύθες και καρότα σε μια συγκεκριμένη αναλογία για να φτιάξουν μια νέα, θρεπτική και υγιεινή σύνθετη μαρμελάδα (Sun L. *et al.*, 2014). Ένα λογικό μείγμα χυμού ιπποφαούς με άλλους χυμούς φρούτων (παπάγια, καρπούζι, σταφύλι) μπορεί να παράγει ένα νόστιμο και θρεπτικό ζελέ. Ανάμεσά τους, ο μικτός χυμός ιπποφαούς που παρασκευάζεται σε ορισμένες αναλογίες με σταφύλια έχει δείξει καλά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Η διάρκεια ζωής του ζελέ ιπποφαές-σταφύλι είναι 6 μήνες σε θερμοκρασία δωματίου και το μικροβιακό φορτίο του είναι επίσης εντός των καθορισμένων ορίων (Wang Z. *et al.*, 2022). Το ιπποφαές έχει τη δυνατότητα να αποτελέσει μια δυνητικά πλούσια πηγή βιοδραστικών ενώσεων για την παραγωγή προϊόντων με βάση τη ζάχαρη.

### 1.3.6 Η χρήση του ιπποφαούς ως πρόσθετο σε ροφήματα από ιπποφαές

Τα απόβλητα από μούρα ιπποφαούς που παράγονται αναπόφευκτα στη βιομηχανία επεξεργασίας ιπποφαούς και η ακατάλληλη διάθεση αυτών των αποβλήτων μπορεί να προκαλέσει ρύπανση του περιβάλλοντος. Όμως, η ζύμωση και η επαναχρησιμοποίηση αυτών των αποβλήτων μπορεί να βελτιώσει το ποσοστό αξιοποίησης του ιπποφαούς και να αυξήσει την οικονομική αξία αυτών των αποβλήτων. Τα απόβλητα από τη βιομηχανία επεξεργασίας ιπποφαούς μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κατάλληλο υπόστρωμα για ζύμωση. Η ζύμωση υπό βέλτιστες συνθήκες ζύμωσης οδήγησε σε αιθανολικό ρόφημα ιπποφαούς 3%. Αυτό το ρόφημα περιέχει υψηλά επίπεδα φαινολικών ενώσεων (συμπεριλαμβανομένου του γαλλικού οξέος, του πρωτοκατεχικού οξέος, του χλωρογενικού οξέος κ.λπ.) και υψηλή αντιοξειδωτική δράση, ενώ περιέχει διοξειδίο του άνθρακα και χαμηλά επίπεδα αιθανόλης. Έτσι, πρόκειται για ένα δροσιστικό υγιεινό και λειτουργικό ποτό (Wang Z. *et al.*, 2022). Εκτός από τη ζύμωση, μπορεί να αναπτυχθεί ένας χυμός ολόκληρου πολτού φρούτων ιπποφαούς χωρίς απόβλητα χρησιμοποιώντας τη διαδικασία μικρο-υγρής άλεσης (MWM).

Σε σύγκριση με τον μικτό αλεσμένο και εμπορικό χυμό ιπποφαούς, ο χυμός ιπποφαούς MWM έχει καλύτερο χρώμα (έντονη κίτρινη απόχρωση, υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά καροτενοειδή  $145 \pm 0,10$  mg/ml), μικρότερο μέγεθος σωματιδίων, υψηλότερη τιμή ασκορβικού οξέος ( $67,67 \pm 1,15$  mg/ml), ολικών φαινολικών περιεκτικότητα και αντιοξειδωτική δράση. Η διαδικασία ελαχιστοποιεί την απώλεια των ευαίσθητων στη

---

θερμότητα βιοδραστικών ενώσεων. Παρέχει επίσης ένα χυμό πλούσιο σε φυτικές ίνες, γεγονός που υποσχεται πολλά για την επεξεργασία του χυμού ιπποφαούς στη βιομηχανία τροφίμων (Wang Z. *et al.*, 2022). Το ιπποφαές είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά και βιοδραστικές ενώσεις. Το δυναμικό του ιπποφαούς ως βοτανικό συστατικό για νέες λειτουργικές εφαρμογές τροφίμων είναι προφανές. Είναι πολλά υποσχόμενο να αξιοποιηθούν πλήρως οι καρποί, οι φλούδες και οι σπόροι του ιπποφαούς και να διερευνηθούν νέοι τρόποι επεξεργασίας του ιπποφαούς.

### **1.3.7 Η χρήση του ιπποφαούς ως πρόσθετο σε αλκοολούχα ποτά**

Είναι δυνατή η παραγωγή αλκοολούχων ποτών με τη χρήση του ιπποφαούς (Rafalska A. *et al.*, 2017). Το βάμμα ιπποφαούς που παρασκευάζεται από ιπποφαές χρησιμοποιείται εδώ και καιρό ως βοηθητικό σε πολλές ασθένειες του πεπτικού συστήματος, όπως το σύνδρομο αργού εντέρου. Μπορεί να βελτιώσει τη λειτουργία του στομάχου και να διατηρήσει τη φυσιολογική δραστηριότητα του γαστρεντερικού σωλήνα (Rafalska A. *et al.*, 2017). Επιπλέον, το κρασί από ιπποφαές έχει αποκτήσει τη μεγαλύτερη δημοτικότητα στην Τσεχική Δημοκρατία, όπου παράγεται ευρέως. Το κρασί από ιπποφαές χαρακτηρίζεται από το χρυσό χρώμα και το ευχάριστο άρωμά του (Niesteruk A. *et al.*, 2013). Το ιπποφαές χρησιμοποιείται επίσης ως πρώτη ύλη στην παραγωγή μύρας. Συνεπώς τα υποπροϊόντα προκύπτουν από την επεξεργασία του ιπποφαούς στη βιομηχανία χυμών, για την βελτιστοποίηση της διαδικασίας ζύμωσης του στεμφύλου του ιπποφαούς, προκειμένου να ληφθεί ένα δροσιστικό ποτό χαμηλής περιεκτικότητας σε αλκοόλ (Niesteruk A. *et al.*, 2013).

### **1.3.8 Η χρήση του ιπποφαούς ως πρόσθετο σε παγωμένο γιαούρτι/ Frozen yogurt**

Η παραγωγή ενός νέου κατεψυγμένου γιαουρτιού εμπλουτισμένου με μούρα ιπποφαούς υποστηρίζεται από προβιοτικά κύτταρα. Τα μούρα που προέρχονται από το *Hippophae rhamnoides* L. χρησιμοποιήθηκαν ως φορέας ακινητοποίησης του προβιοτικού στελέχους *Lactobacillus casei*. Μια εμπορική καλλιέργεια γιαουρτιού χρησιμοποιήθηκε ως καλλιέργεια εκκίνησης, ενώ ελεύθερα και ακινητοποιημένα προβιοτικά κύτταρα προστέθηκαν ως πρόσθετα για την παραγωγή παγωμένου γιαουρτιού. Η βιωσιμότητα των ακινητοποιημένων προβιοτικών κυττάρων διατηρήθηκε σε υψηλά επίπεδα κατά τη



---

διάρκεια 90 ημερών αποθήκευσης (-18°C), ενώ η βιωσιμότητα των ελεύθερων προβιοτικών κυττάρων μειώθηκε (~10%). Οι αριθμοί του *L. bulgaricus* μειώθηκαν κατά περίπου 3 κύκλους log και δεν υπήρχαν αριθμοί του *S. thermophilus* αφού δεν ανιχνεύθηκαν μέχρι το τέλος της αποθήκευσης με κατάψυξη. Η γαστρεντερική προσομοίωση έδειξε ότι η ακινητοποίηση των κυττάρων προσφέρει προστασία στα προβιοτικά κύτταρα από τις σκληρές περιβαλλοντικές συνθήκες του γαστρεντερικού σωλήνα και συμβάλλουν στη διατήρηση του ελάχιστου αριθμού βιώσιμων κυττάρων που απαιτείται για να προσφέρουν οφέλη για την υγεία των καταναλωτών (> 10<sup>7</sup> CFU g<sup>-1</sup>). Τέλος, το παγωμένο γιαούρτι με τον ακινητοποιημένο βιοκαταλύτη παρουσίασε ανώτερες ιδιότητες, εξαιρετική εμφάνιση και ενισχυμένο άρωμα εσπεριδοειδών.

**Πίνακας 12:** Η χρήση του ιπποφαούς ως πρόσθετο σε νεοφανή/λειτουργικά τρόφιμα

Νεοφανή τρόφιμα	Εισαγόμενος καρπός ιπποφαούς	Επίδραση / χρήση	Βιβλιογραφία
Ροφήματα / χυμοί	Αποβλητα από μούρα ιπποφαούς	Υψηλή αντιοξειδωτική δράση	Selvamuthukumaran M. <i>et al.</i> , 2014
Ψωμί	Προσθήκη σκόνης καρπών ιπποφαούς	Παρατείνει την διάρκεια ζωής του ψωμιού	Selvamuthukumaran M. <i>et al.</i> , 2014
Καπνιστο κρέας αλόγου	Προσθήκη σκόνης καρπών ιπποφαούς	Βελτιωσε την οξειδωτική σταθερότητα και την ποιότητα των νεων λειτουργικών λιχουδιών από κρέας αλόγου	Selvamuthukumaran M. <i>et al.</i> , 2014
Χοιρινό λουκάνικο	Προσθήκη 3% αιθανολικού εκχυλίσματος καρπών	Μειώθηκαν οι αποικίες βακτηρίων κατά 7 φορές ,Βελτιώνοντας το μικροβιολογικό περιεχόμενο του λουκάνικου	Selvamuthukumaran M. <i>et al.</i> , 2014
Γιαούρτι	Μούρα ιπποφαούς	Πλουσιο σε λιπαρά , πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και αντιοξειδωτικά (Βιταμίνη C , Βιταμίνη E, καροτενοειδή, φαινόλες κ.λ.π) Αποθηκευση με ασφαλεια στους 4°C για 12 ημέρες και στους 15°C για 3 ημέρες χωρίς να χάσει τη μικροβιολογική του ποιότητα	Selvamuthukumaran M. <i>et al.</i> , 2014
Παγωμένο γιαούρτι / Frozen yogurd	Κάρπους ιπποφαούς	Μικροβιακή σταθερότητα και υψηλότερο ποσοστό επιβίωσης προβιοτικών κυττάρων στα ακινητοποιημένα βακτ΄ξηρια σε σύγκριση με τα ελεύθερα ,..	Terrou A. <i>et al.</i> , 2017
Μαρμελάδα	Καρπούς ιπποφαούς	Η μαρμελάδα έχει διάρκεια ζωής 177 ημέρες στους 20°C χωρίς προσθήκη συντηρητικών. Παρουσιάζει αντιοξειδωτική δράση	Nistor O. <i>et al.</i> , 2021

Ζελές	Μειγμα χυμού ιπποφαές με άλλους χυμούς φρούτων	Η διάρκεια ζωής του ζέλε ιπποφαες-σταφύλι είναι 6 μήνες σε θερμοκρασία και το μικροβιακό φορτίο του είναι εντός καθορισμένων ορίων	Selvamuthukumaran M. <i>et al.</i> , 2014
Κρασί	Μούρα ιπποφαούς	Πλουσιο σε αντιοξειδωτικά (Βιταμίνη C , Βιταμίνη E, καροτενοειδή, φαινόλες και υψηλή αντιοξειδωτική δράση	Niesteruk A. <i>et al.</i> , 2013
Μέλι	Θρυμματισμένο ιπποφαές	Πλουσιο σε αντιοξειδωτικά (Βιταμίνη C , Βιταμίνη E, καροτενοειδή, φαινόλες και υψηλή αντιοξειδωτική δράση	Niesteruk A. <i>et al.</i> , 2013
Μαφινς	Εκχύλιση καροτεοειδων ιπποφαους	Πλουσιο σε αντιοξειδωτικά (Βιταμίνη C , Βιταμίνη E, καροτενοειδή, φαινόλες και υψηλή αντιοξειδωτική δράση	Niesteruk A. <i>et al.</i> , 2013
Σιροπι	Καρπους ιπποφαους	Ενισχυμενη βιωσιμότητα προβιοτικών , βελτιωμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά	Niesteruk A. <i>et al.</i> , 2013
Γαλακτος σογιας	Καρπους ιπποφαους	Ενισχυμενη βιωσιμότητα προβιοτικών , βελτιωμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά	Niesteruk A. <i>et al.</i> , 2013
Συμπληρωμενος χυμος ιπποφαους	Καρπους ιπποφαους	Ενισχυμενη βιωσιμότητα προβιοτικών και αντιπαθογόνο δράση	Niesteruk A. <i>et al.</i> , 2013

**Πίνακας 13:** Βιοδραστικά συστατικά ιπποφαούς και εφαρμογές ως συμπληρώματα διατροφής (*nutraceuticals*).

<b>Μέρος του φυτού</b>	<b>Αντιοξειδωτικές ενώσεις</b>	<b>Βιβλιογραφία</b>
Μούρα	Καρατενοειδή , φλαβονοειδή και οργανικά οξέα	Geetha S. <i>et al.</i> , 2002
Σπόροι	Κατεχίνη,επικατεχίνη,γαλλοκατεχίνη και επιγαλλοκατεχίνη  Κατεχίνη(4α-8)κατεχίνη και κατεχίνη (4α-8)επικατεχίνη	Kim <i>et al.</i> , 2017
Λάδι	Καροτενοειδή και β-σιτοστερόλη Μονοακόρεστα λιπαρά οξέα Τοκοφερόλες και τοκοτριενόλες	Kallio <i>et al.</i> , 2002, Zeb A. <i>et al.</i> , 2004, Yang <i>et al.</i> , 2001
Φύλλα	Kaempferol-3-O-β-D-(6"-O-κουμαρυλ)γλυκοζίτης, 1-feruloyl-β-D-glucopyranoside, ισοραμετίνη-3-O-γλυκοσίδη, κερκετίνη-3-O-β-D-γλυκοκυρανοσίδη	Upadhyay <i>et al.</i> , 2010

---

## 1.4 Ιατρικές και θεραπευτικές ιδιότητες ιπποφαούς

Το ιπποφαές περιέχει μια ποικιλία βιοδραστικών συστατικών, συμπεριλαμβανομένων βιταμινών, καροτενοειδών, πολυφαινόλων, λιπαρών οξέων και φυτοστερολών. Αυτά τα συστατικά ασκούν ένα ευρύ φάσμα ωφελειών για την υγεία, ασκώντας αντιοξειδωτική, αντικαρκινική, αντιφλεγμονώδεις, αντιμικροβιακές και αντιιικές επιδράσεις, καθώς και προστατευτικές καρδιαγγειακές, δερματολογικές, νευροπροστατευτικές και ηπατοπροστατευτικές επιδράσεις. Αναλυτικά αναφέρονται στον Πίνακα 14.

### 1.4.1 Αντιοξειδωτική δραστηριότητα

Πολλές μελέτες έχουν επιβεβαιώσει την αντιοξειδωτική δράση του ιπποφαούς *in vitro* και *in vivo*. Το φαινολικό κλάσμα από καρπούς ιπποφαούς αναστέλλει τον σχηματισμό υπεροξειδίου του υδρογόνου ( $H_2O_2$ ). Στην πραγματικότητα, η καρβονυλίωση των πρωτεϊνών είναι ένας σχετικά σταθερός βιοδείκτης του οξειδωτικού στρες. Τα φαινολικά συστατικά των καρπών ιπποφαούς μείωσαν τη συγκέντρωση των καρβονυλικών ομάδων στις πρωτεΐνες του πλάσματος που υποβλήθηκαν σε επεξεργασία με  $H_2O_2$  ή  $H_2O_2$  /Fe. Όταν το πλάσμα υποβλήθηκε σε επεξεργασία με φαινολικά κλάσματα ιπποφαούς σε συγκέντρωση 50 g/mL για 60 λεπτά, το ποσοστό αναστολής της υπεροξειδωσίας των λιπιδίων του πλάσματος έφθασε το 60% (Olas B. *et al.*, 2016). Μελέτες *in vitro* έδειξαν ότι το εκχύλισμα ιπποφαούς με ή χωρίς ατορβαστατίνη για τη θεραπεία της υπερλιπιδαιμίας συνέβαλε στη μείωση της οξειδωτικής βλάβης που προκαλείται από την υπεροξειδωσία των λιπιδίων (Olas B. *et al.*, 2016). Επιπλέον, το εκχύλισμα φύλλων ιπποφαούς μετριάζει το ενδοκυτταρικό οξειδωτικό στρες με δόσοεξαρτώμενο τρόπο, αυξάνοντας έτσι τη βιωσιμότητα των νευρωνικών κυττάρων PC-12 και την ακεραιότητα της μεμβράνης (Olas B. *et al.*, 2016). Μελέτες σχετικά με καρδιαγγειακές παθήσεις έδειξαν ότι οι καρποί ιπποφαούς μείωσαν τα επίπεδα χοληστερόλης στο αίμα και μείωσαν τις παραμέτρους φλεγμονής και οξειδωτικού στρες.

Το έλαιο σπόρων ιπποφαούς αναστέλλει τη διαταραχή της οξειδοαναγωγικής ισορροπίας που προκαλείται από την υπεριώδη ακτινοβολία (UV) στα κύτταρα του δέρματος. Ακόμα αναφέρθηκε ότι η επώαση ινοβλαστών με έλαιο ιπποφαούς προκαλεί

---

μείωση της παραγωγής δραστικών ειδών οξυγόνου (ROS) κατά περίπου 25%. Το ιπποφαές μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φυσική πηγή αντιοξειδωτικών για την πρόληψη και τη θεραπεία ασθενειών που σχετίζονται με το οξειδωτικό στρες.

#### 1.4.2 Αντικαρκινική δραστηριότητα

Επί του παρόντος, πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι τα βιοενεργά συστατικά του ιπποφαούς έχουν αντικαρκινική δράση. Οι πολυφαινόλες του ιπποφαούς, έχουν ως δραστικό συστατικό την καεμφερόλη και τα παράγωγά της, καθώς έχουν δείξει σημαντική δράση κατά του καρκίνου του παχέος εντέρου *in vitro* και *in vivo*. Οι πολυφαινόλες του ιπποφαούς ρυθμίζουν την έκφραση των microRNA (miR)-195-5p και miR-497-5p και μειώνουν την έκφραση του miR-1247-3p για να καταστείλουν την έκφραση των κυκλινών, σταματώντας έτσι τον κυτταρικό κύκλο των καρκινικών κυττάρων στη φάση G1 και επηρεάζοντας τον περαιτέρω πολλαπλασιασμό του καρκίνου του παχέος εντέρου. Επιπλέον, οι πολυφαινόλες ιπποφαούς (50 mg/kg) μείωσαν σημαντικά το μέγεθος του όγκου σε ποντίκια *in vivo* (Wang Z. *et al.*, 2022). Το υδατικό εκχύλισμα φύλλων ιπποφαούς μπορεί να αναστείλει αποτελεσματικά τον πολλαπλασιασμό και τη μετανάστευση των καρκινικών κυττάρων του προστάτη. Ως εκ τούτου, τα φύλλα ιπποφαούς υπόσχονται να αποτελέσουν μέρος ενός λειτουργικού τροφίμου που μπορεί να διαδραματίσει βασικό ρόλο στην πρόληψη του καρκίνου του προστάτη, ιδιαίτερα σε πληθυσμούς υψηλού κινδύνου. Ωστόσο, οι πιθανές βιοδραστικές ενώσεις στα φύλλα ιπποφαούς δεν έχουν ακόμη διερευνηθεί για την ανάπτυξη νέων θεραπευτικών επιλογών για τον καρκίνο του προστάτη (Wang Z. *et al.*, 2022). Ανέφεραται, ότι το εκχύλισμα φύλλων ιπποφαούς σε συγκεντρώσεις 6,2 και 62 μg/ml μείωσε σημαντικά την παραγωγή ενδοκυτταρικών ROS κατά 16,3 και 42,3%, αντίστοιχα, ρύθμιζε την έκφραση της προ-αποπτωτικής πρωτεΐνης και ανέστειλε τον ταχεία πολλαπλασιασμό των κυττάρων γλοιώματος C6 (11 και 49,5%). Ως εκ τούτου, το ιπποφαές μπορεί να αποτελέσει μια πιθανή πηγή φαρμακολογικών παρεμβάσεων για τη θεραπεία του γλοιώματος. Επιπλέον, η ισοραμνετίνη, το ενεργό συστατικό του ιπποφαούς, αύξησε την έκφραση της αποπτωτικής πρωτεΐνης της μιτοχονδριακής οδού (κυτόχρωμα c-κασπάση 9-κασπάση 3) σε γαστρικά καρκινικά κύτταρα σε υποξικό περιβάλλον. Επίσης, ανέστειλε σημαντικά την αυτοφαγία των γαστρικών καρκινικών κυττάρων MKN-45 και προώθησε την απόπτωση των γαστρικών καρκινικών κυττάρων (Li C. *et al.*, 2021). Εν ολίγοις, οι μελέτες αυτές υποστηρίζουν την

---

αντικαρκινική δράση του ιπποφαούς και υποδηλώνουν ότι οι πολυφαινολικές ενώσεις μπορεί να είναι υπεύθυνες για την αντικαρκινική του δράση. Η αντικαρκινική μηχανισμοί του ιπποφαούς σχετίζονται με την έκφραση της κυκλίνης, των προαποπτωτικών πρωτεϊνών, της αυτοφαγίας των καρκινικών κυττάρων και των σχετικών σηματοδοτικών μονοπατιών. Ωστόσο, υπάρχουν λίγα *in vivo* πειράματα και κλινικές δοκιμές σχετικά με τις αντικαρκινικές επιδράσεις του ιπποφαούς. Έτσι, απαιτείται περαιτέρω έρευνα σχετικά με τις αντικαρκινικές επιδράσεις του ιπποφαούς στον άνθρωπο. Ένας αυξανόμενος αριθμός μελετών έχει διαπιστώσει ότι τα καροτενοειδή, ιδίως το λυκοπένιο, μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο καρκίνου του προστάτη, του μαστού, του πνεύμονα, του τραχήλου της μήτρας και άλλων καρκίνων (Wang Z. *et al.*, 2022). Ωστόσο, δεν υπάρχουν σχεδόν καθόλου μελέτες σχετικά με την αντικαρκινική δράση των καροτενοειδών του ιπποφαούς. Η αντικαρκινική δράση των εκχυλισμάτων καροτενοειδών του ιπποφαούς είναι μια πολλά υποσχόμενη ερευνητική κατεύθυνση.

#### 1.4.3 Δράση κατά της υπερλιπιδαιμίας

Η υπερχοληστερολαιμία αποτελεί σημαντικό παράγοντα αύξησης του κινδύνου για καρδιαγγειακές νόσους (Wang Z. *et al.*, 2022). Η βιοδραστική ουσία στα λιπίδια του πολτού του ιπποφαούς και οι φυτοστερόλες, παίζουν σημαντικό ρόλο στην πρόληψη των καρδιαγγειακών παθήσεων, ιδίως της υπερχοληστερολαιμίας. Πολυάριθμες κλινικές δοκιμές έχουν δείξει ότι τα *spreads* με προσθήκη φυτοστερολών έχουν ισχυρότερη επίδραση στη μείωση της χοληστερόλης, μειώνοντας τα επίπεδα της χοληστερόλης των λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας (LDL-C) κατά περίπου 10-15% (Wang Z. *et al.*, 2022). Ο μηχανισμός της υποχοληστερολαιμικής δράσης των φυτοστερολών μπορεί να είναι μέσω της αναστολής της ενδογενούς επαναρρόφησης της χοληστερόλης και της προώθησης της απέκκρισης της με τη μορφή ουδέτερων στεροειδών (Basu M. *et al.*, 2007). Μια μετα-ανάλυση από 11 ανεξάρτητες τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η συμπληρωματική χορήγηση μούρων/εκχυλισμάτων ιπποφαούς βελτίωσε σημαντικά τη συνολική χοληστερόλη, τα τριγλυκερίδια (TG), την LDL-C και τη χοληστερόλη λιποπρωτεϊνών υψηλής πυκνότητας (HDL-C) σε άτομα με υπερλιπιδαιμία, αλλά όχι σε υγιή άτομα (Wang Z. *et al.*, 2022). *In vivo* δοκιμές σε ζώα έδειξαν ότι το ιπποφαές έχει αντι-υπερλιπιδαιμικά αποτελέσματα. Το εμπλουτισμένο με φλαβονοειδή εκχύλισμα από σπόρους ιπποφαούς (FSH) σε δόση 100 και 300 mg/kg μείωσε τις

---

συγκεντρώσεις τριγλυκεριδίων στον ορό και στο ήπαρ κατά 16,67% και 49,56% σε παχύσαρκα ποντίκια που προκλήθηκαν από δίαιτα υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά (HFD). Επιπλέον, το εκχύλισμα ελαίου από καρπούς ιπποφαούς εξασθένησε δοσοεξαρτώμενα τη μεταβολική δυσλειτουργία σε χάμστερ με υπερλιπιδαιμία, συμπεριλαμβανομένης της βελτίωσης της σύνθεσης των λιπιδίων του αίματος (επίπεδα ολικής χοληστερόλης (TC), TG, HDL-C και μη-HDL-C) και της ανακούφισης του οξειδωτικού στρες και της ηπατικής εξασθένησης μέσω των μονοπατιών της AMP-ενεργοποιημένης πρωτεϊνικής κινάσης (AMPK) και της Akt (Wang Z. *et al.*, 2022). Συνοπτικά, οι καρποί, οι σπόροι και το έλαιο ιπποφαούς αποτελούν πηγή φαινολικών ενώσεων (ιδίως φλαβονοειδών) και φυτοστερολών. Το ιπποφαές μπορεί να αποτελεί πολύτιμη πηγή σημαντικών βιοδραστικών ενώσεων για την ενημέρωση και την ίαση των καρδιαγγειακών παθήσεων, η οποία απαιτεί περαιτέρω ερευνητική υποστήριξη.

#### **1.4.4 Δράση κατά της παχυσαρκίας**

Το πλούσιο σε παλμιτικό οξύ εκχύλισμα ελαίου από καρπούς ιπποφαούς μειώνει το βάρος των υπερχοληστερολαιμικών χάμστερ και την αύξηση του σακχάρου στο αίμα που προκαλείται από δυσλιπιδαιμία. Ως εκ τούτου, το έλαιο ιπποφαούς μπορεί να ανακουφίσει την παχυσαρκία που προκαλείται από υπερλιπιδαιμία (Wang Z. *et al.*, 2022). Έχει αναφερθεί ότι το FSH σε δόσεις 100 και 300 mg/kg μείωσε σημαντικά την αύξηση του σωματικού βάρους σε παχύσαρκα ποντίκια που προκλήθηκαν από HFD κατά 33,06 και 43,51%, αντίστοιχα (Wang Z. *et al.*, 2022). Η σκόνη ιπποφαούς που αποξηραίνεται με κατάψυξη σε χαμηλή θερμοκρασία παρασκευάζεται με τεχνολογία ξήρανσης με κατάψυξη, επιτρέποντας στη σκόνη να διατηρεί όλα τα χρήσιμα θρεπτικά συστατικά και τα λειτουργικά συστατικά του φυτού. Η σκόνη ιπποφαούς βελτιώνει την παχυσαρκία που προκαλείται από HFD, μεταβάλλοντας τη σύνθεση και τη δομή του μικροβιώματος του εντέρου (Wang Z. *et al.*, 2022). Το ιπποφαές είναι πιθανό να εξελιχθεί σε λειτουργικά τρόφιμα και συμπληρώματα διατροφής για παχύσαρκα άτομα.

#### **1.4.5 Αντιφλεγμονώδης δράση**

Το ιπποφαές χρησιμοποιείται ευρέως στην παραδοσιακή ιατρική για τη θεραπεία φλεγμονωδών ασθενειών. Η αντιφλεγμονώδης δράση του ιπποφαούς έχει αποδειχθεί σε



---

πολλές *in vivo* μελέτες. Για παράδειγμα, το 70% μεθανολικό εκχύλισμα ιπποφαούς (500 mg/kg) ανέστειλε την επαγόμενη οίδηματώδη φλεγμονή και μείωσε σημαντικά τον όγκο του πρηξίματος των ποδιών σε αρουραίους (Wang Z. et al., 2022). Η αντιφλεγμονώδης δράση του εκχυλίσματος φλούδας ήταν μεγαλύτερη (Wang Z. et al., 2022). Το ουρσολικό οξύ και το ολεανολικό οξύ ήταν τα κύρια δραστικά ενώσεις στο εκχύλισμα φλούδας. Ενδέχεται να προκαλούν σταθεροποίηση της μεμβράνης αναστέλλοντας την αποκοκκίωση των μαστοκυττάρων (Wang Z. et al., 2022). Η αντιφλεγμονώδης δράση των κλαδιών, των φύλλων και των καρπών ιπποφαούς μετρήθηκε με την παραγωγή μονοξειδίου του αζώτου (NO) και είναι διαπιστώθηκε ότι η επεξεργασία με εκχυλίσματα ιπποφαούς 10 μg/mL ανέστειλε το NO κατά 73-98% (Wang Z. et al., 2022). Το εκχύλισμα φύλλων ιπποφαούς παρουσίασε ισχυρή αντιφλεγμονώδη δράση έναντι ερεθισμάτων λιποπολυσακχαρίτη (LPS) αναστέλλοντας την έκφραση του NO, μειώνοντας τα επίπεδα των προφλεγμονωδών κυτταροκινών (Wang Z. et al., 2022). Ανέφερεται ότι τα φλαβονοειδή ιπποφαούς αντέστρεψαν σημαντικά τα υψηλά επίπεδα λιπαρών και την επαγόμενη από τη δίαιτα υψηλής περιεκτικότητας σε φρουκτόζη (HFFD) καταστέλλοντας την επαγόμενη από την HFFD αντίδραση φλεγμονής. Επομένως, η αντιφλεγμονώδης δράση του ιπποφαούς μπορεί να αποδοθεί στο ουρσολικό οξύ, το ολεανολικό οξύ, τα παράγωγα του κιτρικού οξέος και τα φλαβονοειδή. Ο αντιφλεγμονώδης μηχανισμός του της δράσης μπορεί να σχετίζεται με την αναστολή της έκφρασης προφλεγμονωδών κυτταροκινών (IL-6, IL-1β και TNF-α) και τη μείωση της παραγωγής προφλεγμονωδών μεσολαβητών (NF-κB, iNOS και COX-2). Το ιπποφαές έχει δείξει ότι μπορεί να αποτελέσει πηγή βιοδραστικών ενώσεων για τη θεραπεία της φλεγμονώδεις ασθένειες, αλλά χρειάζονται ακόμη περισσότερες *in vivo* και κλινικές μελέτες για να υποστηριχθεί αυτό.

#### **1.4.6 Αντιμικροβιακή και αντιική δραστηριότητα**

Έχει αναφερθεί ότι το ιπποφαές παρουσιάζει αντιμικροβιακές δραστηριότητες *in vitro*. Διαπίστωθηκε ότι το εκχύλισμα φύλλων ιπποφαούς ήταν σημαντικά αποτελεσματικό έναντι και των 67 θετικών κατά των Gram βακτηρίων που ανακτήθηκαν από κλινικά δείγματα. Το εκχύλισμα φύλλων ιπποφαούς σε συγκέντρωση 5% ανέστειλε τη δράση των *S. aureus*, *S. epidermidis*, *S. intermedius* και *S. pyogenes* κατά σχεδόν 50%. Το εκχύλισμα ιπποφαούς μπορεί να αντιστρέψει τις επιβλαβείς επιδράσεις του *S. aureus* στα ανθρώπινα κερατινοκύτταρα μέσω της μείωσης της ρύθμισης διαφόρων προφλεγμονωδών

---

κυτταροκινών και αποπτωτικών μονοπατιών, όπως οι ILs, TNFs, μετασηματιστικοί αυξητικοί παράγοντες (TGFs), IFNs, αυξητικοί παράγοντες ινοβλαστών (FGFs), MAPKs, μεταλλοπρωτεϊνάσες (MMPs) και μοριακά μονοπάτια κασπάσης και Wnts (Wang Z. *et al.*, 2022). Επιπλέον, μια μελέτη έδειξε ότι 6 mg/ml εκχυλίσματος μούρων και φύλλων ιπποφαούς αναστέλλουν σημαντικά την ανάπτυξη του ανθεκτικού στη μεθικιλίνη *S. aureus* (MRSA) (Wang Z. *et al.*, 2022).

Ακόμη αναφέρεται, ότι ένα πειραματικά σχεδιασμένο στοματικό διάλυμα με βάση το έλαιο πολλτού ιπποφαούς είχε βακτηριοκτόνα αποτελέσματα σε ορισμένα περιοδοντικά παθογόνα και είχε την ικανότητα να αναστέλλει τον σχηματισμό βιοφίλμ ενός και πολλών στελεχών. Επιπλέον, το ιπποφαές παρουσιάζει σημαντική αντιική δράση.

Ως εκ τούτου, το ιπποφαές μπορεί να αποτελεί δυνητική πηγή αντιικών παραγόντων με δράση κατά του HSV-2 και μπορεί να αποτελέσει εναλλακτικό υποψήφιο φάρμακο για τη θεραπεία πληθυσμών ασθενών που έχουν μολυνθεί με στελέχη του HSV-2 ανθεκτικά στην ακυκλοβίρη και την πενσικλοβίρη (Wang Z. *et al.*, 2022). Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι η ανοσοποίηση με εκχύλισμα φύλλων ιπποφαούς και αδρανοποιημένα αντιγόνα του ιού της λύσσας (SBTE + Rb) αυξάνει τους τίτλους των αντισωμάτων εξουδετέρωσης του ιού της λύσσας (RVNA) και την απόκριση των κυτταροτοξικών Τ λεμφοκυττάρων (CTLs). Σε σύγκριση με την ομάδα που ανοσοποιήθηκε με Rb, τα Τ κύτταρα μνήμης και τα πλασματοκύτταρα στην ομάδα που ανοσοποιήθηκε με SBTE + Rb αυξήθηκαν σημαντικά κατά 5,5 και 1,9%, αντίστοιχα. Τα συστατικά του εκχυλίσματος φύλλων ιπποφαούς που ασκούν επικουρική δράση μπορεί να είναι η ισοραμεντίνη και άλλα φλαβονοειδή (Wang Z. *et al.*, 2022).

#### **1.4.7 Νευροπροστατευτική δραστηριότητα**

Η νόσος του *Alzheimer* είναι μια νευροεκφυλιστική διαταραχή στην οποία οι τυπικές ιστοπαθολογικές αλλαγές οφείλονται στην εναπόθεση αμυλοειδούς-β (Αβ) και νευροϊνιδιακών συμφύσεων λόγω της φωσφορυλίωσης της πρωτεΐνης Tau. Το ιπποφαές αφαιρεί τις ενδοκυτταρικές εναποθέσεις Αβ, με τη σκόνη ιπποφαούς σε 1,5 g/mL να είναι η πιο αποτελεσματική. Αυτό το εύρημα μπορεί να αποδίδεται στα υψηλότερα επίπεδα αντιοξειδωτικών που υπάρχουν στη σκόνη μούρων ιπποφαούς. Τα αντιοξειδωτικά αναστέλλουν την επαγόμενη από Αβ τοξικότητα και αποτρέπουν τον κυτταρικό θάνατο ασκώντας νευροπροστατευτική δράση. Το ιπποφαές μπορεί να αποτελέσει έναν δυνητικό θεραπευτικό παράγοντα για τη νόσο του *Alzheimer* (Wang Z. *et al.*, 2022).

---

Μια άλλη μελέτη έδειξε ότι τα φλαβονοειδή ιπποφαούς διεγείρουν την ενεργοποίηση του υποστρώματος υποδοχέα ινσουλίνης (IRS)/AKT, μειώνουν την έκφραση της φωσφατάσης πρωτεϊνικής τυροσίνης 1B (PTP1B) και ομαλοποιούν τα μονοπάτια σηματοδότησης της ινσουλίνης. Επίσης αναστέλουν την αντίσταση στην ινσουλίνη και τη νευροφλεγμονή, μετρίασε την επαγόμενη από HFD γνωστική εξασθένηση και απέτρεψε αποτελεσματικά την απώλεια μνήμης (Wang Z. et al., 2022). Επιπλέον, το ιπποφαές βελτίωσε την επιληπτική δραστηριότητα στον εγκεφαλικό φλοιό και τον ιππόκαμπο σε αρουραίους που πάσχουν από επιληψία λόγω σιδήρου και μείωσε τη συμπεριφορά που μοιάζει με άγχος και βελτίωσε την εξασθένηση της μνήμης και τις ιστολογικές βλάβες σε αρουραίους (Wang Z. et al., 2022).

Συμπερασματικά, έχει αποδεικνύεται ότι το ιπποφαές διαθέτει νευροπροστατευτικές επιδράσεις. Αυτές οι επιδράσεις μπορούν να αποδοθούν στην παρουσία φλαβονοειδών και άλλων αντιοξειδωτικών ενώσεων στο ιπποφαές. Στο μέλλον, είναι απαραίτητο να διερευνηθεί η νευροπροστατευτική επίδραση του ιπποφαούς στον άνθρωπο με τη χρήση κλινικών δοκιμών.

#### **1.4.8 Ηπατοπροστατευτική δραστηριότητα**

Το εκχύλισμα ιπποφαούς και το έλαιο ιπποφαούς έχουν σημαντικές ηπατοπροστατευτικές δραστηριότητες. Το έλαιο ιπποφαούς είναι πλούσιο σε καροτενοειδή και μπορεί να αποτελεί σημαντική πηγή βιοδιαθέσιμης λουτεΐνης.

Καροτενοειδή όπως το β-καροτένιο, το λυκοπένιο, η λουτεΐνη και η β-κρυπτοξανθίνη παρουσιάζουν ηπατοπροστατευτική δράση μειώνοντας το οξειδωτικό στρες και ρυθμίζοντας τον μεταβολισμό των λιπιδίων στα ηπατοκύτταρα (Wang Z. et al., 2022). Βιοχημικές και ιστοπαθολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι το εκχύλισμα φλαβονοειδών ιπποφαούς βελτιώνει σημαντικά τους βιοδείκτες, συμπεριλαμβανομένων των TG, TC, LDL-C, ασπαρτικής αμινοτρανσφεράσης (AST) και αμινοτρανσφεράσης της αλανίνης (ALT) στον ορό και το ήπαρ ποντικών με μη αλκοολικό λιπώδες ήπαρ. Τα θεραπευτικά αποτελέσματα του ιπποφαούς ήταν ανώτερα από εκείνα της κουρκουμίνης. Επιπλέον, το διάλυμα ζύμωσης φρούτων ιπποφαούς ρυθμίζει τον ηπατικό μεταβολισμό των λιπιδίων και το οξειδωτικό στρες μέσω της διαμόρφωσης της σύνθεσης του εντερικού μικροβιόκοσμου. Έτσι, το ιπποφαές προλαμβάνει την αλκοολική ηπατική νόσο και ασκεί ηπατοπροστατευτική δράση. Μια άλλη μελέτη διαπίστωσε ότι τα δραστικά συστατικά του

---

ιποφαούς ανέστειλαν την ενεργοποίηση των ηπατικών αστεροειδών κυττάρων, μείωσαν τα επίπεδα φλεγμονωδών κυτταροκινών και μείωσαν την ανάπτυξη της επαγόμενης από την απολίνωση των χοληφόρων αγωγών (BDL) ίνωσης σε αρουραίους με δοσοεξαρτώμενο τρόπο. Έτσι, το ιποφαές μειώνει την ηπατική βλάβη και φλεγμονή και αποκαθιστά την ηπατική λειτουργία (Wang Z. *et al.*, 2022). Έχει αναφερθεί ότι ένα εκχύλισμα φλαβονοειδών από υπολείμματα σπόρων ιποφαούς μειώνει τον αριθμό των λιποκυττάρων στο ήπαρ παχύσαρκων ποντικών, το οποίο μειώνει σημαντικά την επαγόμενη από HFD λιπώδη διήθηση στον ηπατικό ιστό και μειώνει την έκφραση του PPAR $\gamma$  στο ήπαρ και τον λιπώδη ιστό, με αποτέλεσμα τη μείωση της συσσώρευσης λίπους (Wang Z. *et al.*, 2022). Γενικά, τα φλαβονοειδή και τα καροτενοειδή στο ιποφαές έχουν ηπατοπροστατευτικές επιδράσεις. Οι μηχανισμοί για αυτές τις επιδράσεις μπορεί να σχετίζονται με τη ρύθμιση του μεταβολισμού των λιπιδίων και του οξειδωτικού στρες και τη μείωση των επιπέδων των φλεγμονωδών παραγόντων. Είναι απαραίτητο να διεξαχθούν περισσότερες *in vivo* μελέτες για τη διερεύνηση της ηπατοπροστατευτικής δράσης του ιποφαούς.

#### 1.4.9 Ακτινοπροστατευτικές επιδράσεις

Έχει αναφερθεί, προστασία από θανατηφόρα ακτινοβολία σε ολόκληρο το σώμα, με μούρα του *Hippophae rhamnoides* L. σε ποντίκια. Αποδείχθηκε, ότι το αλκοολούχο εκχύλισμα επέτρεψε 82% επιβίωση σε σύγκριση με την μη επιβίωση σε ακτινοβολημένο έλεγχο. Επιπλέον, ανέστειλε την αντίδραση Fenton και την παραγωγή ριζών υδροξυλίου με τη μεσολάβηση της ακτινοβολίας *in vitro*, καθώς και τη μείωση του τετραζολίου με τη μεσολάβηση του ανιόντος υπεροξειδίου και την υπεροξειδωση των λιπιδίων με τη μεσολάβηση του FeSO $_4$  στο ήπαρ.

Η χορήγηση αλκοολούχου εκχυλίσματος 30 λεπτά πριν από την ακτινοβολήση αύξησε τον αριθμό των επιζώντων κρυπτών στο έντερο και την κυτταρική των λαχνών σε σύγκριση με τον ακτινοβολημένο έλεγχο σε ποντίκια (Goel *et al.*, 2003). Η δραστηριότητα της κασπάσης-3 βρέθηκε επίσης σημαντικά χαμηλότερη στα ποντίκια στα οποία χορηγήθηκε αλκοολικό εκχύλισμα πριν από την ακτινοβολήση σε σύγκριση με τον ακτινοβολημένο έλεγχο. Αυτά τα αποτελέσματα στον γαστρεντερικό βλεννογόνο υποδηλώνουν ότι η μείωση της επαγόμενης από την ακτινοβολία απώλειας της κυτταρικής των κρυπτών και των λαχνών και επίσης η μείωση της συχνότητας της απόπτωσης θα μπορούσε να έχει συμβάλει στην προστασία των ποντικών που έλαβαν

αλκοολικό εκχύλισμα πριν από την ακτινοβόληση (Goel *et al.*, 2003). Για την κατανόηση του μηχανισμού της ακτινοπροστασίας, μελετήθηκαν οι επιδράσεις του αλκοολικού εκχυλίσματος στην οργάνωση της χρωματίνης. Το εκχύλισμα αυτό προκάλεσε έντονη συμπύκνωση της χρωματίνης, όπως φάνηκε από την έλλειψη ουράς και την εμφάνιση έντονα βαμμένων κυκλικών σωμάτων στη δοκιμασία Comet, ηλεκτροφόρηση πηκτής ενός κυττάρου. Αυτό θα μπορούσε να έχει καταστήσει τους πυρήνες ανθεκτικούς ακόμη και σε δόση ακτινοβολίας 1000 Gy (I.P. Kumar *et al.*, 2002). Το αλκοολούχο εκχύλισμα ανέστειλε επίσης τις επαγόμενες από ακτινοβολία και υδροϋπεροξειδίου του τριτοταγούς βουτυλίου αποδιάταξης των αλυσίδων του DNA με δοσοεξαρτώμενο τρόπο στην εν λόγω μελέτη.

Τα αποτελέσματα των μελετών αυτών υποδηλώνουν την ικανότητα του αλκοολικού εκχυλίσματος του ιπποφαούς να προστατεύει το DNA μέσω της γρήγορης οργάνωσης της χρωματίνης.

**Πίνακας 14:** Ιπποφαές και θετικές επιδράσεις στην υγεία.

Είδος Ιπποφαούς :	Ουσίες / Βιοδραστικές ενώσεις	Θετική επίδραση στην υγεία	Βιβλιογραφία
Αντιοξειδωτική δράση	Φλαβονοειδή Πολυφαινόλες Λιπαρά οξέα Φυτοστερόλες Βιταμίνες Α&Ε Β-καροτένιο	Η αντιοξειδωτική επίδραση του ιπποφαούς έδειξε ότι το εκχύλισμα φύλλων αυτού του φυτού προστατεύει σημαντικά τους αρσενικούς αρουραίους αλμπίνο από την επαγόμενη από χρώμιο οξειδωτική βλάβη στον ορό. Το εκχύλισμα των καρπών του ιπποφαούς έδειξε ότι αναστέλλει το επαγόμενο από τη νικοτίνη οξειδωτικό στρες στα ερυθροκύτταρα σε αρουραίους	S. Geetha <i>et al.</i> , 2002
Αντικαρκινική δράση	Φαινολικά Isorhamnetin Καμφερόλη και παράγωγα	Μείωση έλκους και επιτάχυνση της διαδικασίας επούλωσης του γαστρικού έλκους που προκαλείται από οξικό οξύ από έλαια CO <sub>2</sub> -εκχύλισμα από τους σπόρους και τον πολτό του ιπποφαούς	Yang <i>et al.</i> , 2002
Επίδραση στα λιπίδια του αίματος	Φλαβονοειδή Παλμιτολεϊκό οξύ	Η συμπληρωματική χορήγηση χυμού ιπποφαούς αύξησε τις συγκεντρώσεις λιποπρωτεϊνών-χοληστερόλης σε υγιείς άντρες εθελοντές	Yang <i>et al.</i> , 2002

Κατά της παχυσαρκίας	Πολυσακχαρίτες Παλμιτολεϊκό οξύ Φλαβονοειδή	Η σκόνη ιπποφαούς βελτιώνει την παχυσαρκία που προκαλείται από μεταβολικό σύνδρομο, μεταβάλλοντας τη σύνθεση και τη δομή του μικροβιώματος του εντέρου. Το ιπποφαές είναι πιθανό να εξελιχθεί σε συμπληρώματα διατροφής για παχύσαρκα άτομα	Guo C. <i>et al.</i> , 2020
Αντι-αιμοπεταλιακά	Πολυφαινόλες Τριτερπενοειδή Φαινολικές ενώσεις	Οι αντιπηκτικοί και αντιαιμοπεταλιακοί παράγοντες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην πρόληψη και τη θεραπεία των καρδιαγγειακών θρομβωτικών επεισοδίων που προκαλούνται από διάφορους μηχανισμούς	Skalski B. <i>et al.</i> , 2021
Δερματολογική ή δράση	Λιπαρά οξέα Φυτοστερόλες	Από την 4μηνη από του στόματος χορήγηση συμπληρωμάτων πολτού και σπορέλαιων σε ασθενείς με ατοπική δερματίτιδα, παρατηρήθηκε βελτίωση της δερματίτιδας	B.R. Yang <i>et al.</i> , 1999
Αντιφλεγμονώδες δράση	Φαινολικές ενώσεις Τανίνες Φλαβονοειδή	Η αντιφλεγμονώδης δράση του ιπποφαούς έχει αποδειχθεί σε πολλές <i>in vivo</i> μελέτες	Upadhyay N. <i>et al.</i> , 2009
Αντιμικροβιακή ή δράση / Αντική δράση	Φαινυλοπροπάνιο Ετεροδιμερές Isorhamnetin	Αντιμικροβιακές επιδράσεις: Οι φαινολικές ενώσεις του μούρου του ιπποφαούς σταματούν την ανάπτυξη αρνητικών κατά Gram βακτηρίων.	Liu <i>et al.</i> , 1991
Νευροπροστατευτική δράση	Φλαβονοειδή	Βελτίωσε την επιληπτική δραστηριότητα σε αρουραίους που πάσχουν από επιληψία λόγω σιδήρου και μείωσε τη συμπεριφορά που μοιάζει με άγχος και βελτίωσε την εξασθένιση της μνήμης	Ladol S. <i>et al.</i> , 2021
Ηπατοπροστατευτική δράση	Φλαβονοειδή Φαινολικά οξέα	Οι επιδράσεις των ελαίων του ιπποφαούς έχουν δοκιμαστεί σε κλινικές ασθένειες του ήπατος. Η θεραπεία με έλαιο έχει επίσης μειώσει σημαντικά τη διάρκεια για την εξομάλυνση των αμινοτρανσφερασών.	Gao <i>et al.</i> , 2020
Ακτινοπροστατευτικές επιδράσεις		Έχει αναφερθεί προστασία από θανατηφόρα ακτινοβολία	Goel <i>et al.</i> , 2003

---

## 1.5 Το ιπποφαές στην βιομηχανία τροφίμων

Το ιπποφαές έχει τεράστιες δυνατότητες στους τομείς των φαρμακευτικών προϊόντων, της διατροφής και της ασφάλειας των τροφίμων. Μπορεί να συμβάλει στην αγροτική ανάπτυξη για την κοινωνικοοικονομική τους αναβάθμιση. Το ιπποφαές είναι γνωστό ότι ευδοκίμει τόσο σε ευνοϊκές όσο και σε δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες και είναι ανθεκτικό από τα έντομα, τους ιούς και τις καταπονήσεις. Η καλλιέργεια ιπποφαούς θα συμβάλει στην αύξηση της χρήσης περιθωριακών και άγονων εκτάσεων. Στην Ινδία, μπορούν να καλλιεργηθούν διαφορετικές αγρο-οικολογικές περιοχές και να υπάρχει ποικιλία σε περιοχές με ψυχρή έρημο. Η παρουσία τέτοιας ποικιλομορφίας φαίνεται να είναι σημαντική για την εφαρμογή και τη βιωσιμότητα των καλλιεργειών. Οι ακόλουθες στρατηγικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υιοθέτηση του ιπποφαούς με : έρευνα, συλλογή, χαρακτηρισμός και διατήρηση του βλαστικού πλάσματος ντόπιων και εξωτικών ειδών ιπποφαούς, προσδιορισμός των βασικών ειδών, προσδιορισμός και επιλογή των κατάλληλων καλλιεργήσιμων περιοχών, ανάπτυξη πακέτων πρακτικών για υψηλότερη παραγωγή ποιοτικού φυτευτικού υλικού, ανάπτυξη ικανοτήτων/επαγγελματική κατάρτιση και προώθηση των πλεονεκτημάτων της καλλιέργειας, προσθήκη αξίας/ μεταποίηση του ιπποφαούς, αποτελεσματικές στρατηγικές αγοράς, τυποποίηση των τεχνολογιών μετασυλλογής για βέλτιστη αξιοποίηση, προώθηση κατάλληλων τεχνολογιών για φαρμακευτικά και καλλυντικά προϊόντα, εθνική πολιτική για την αξιοποίηση των άχρηστων, άγονων και περιθωριακών εδαφών στην ψυχρή έρημο και σε άλλες περιοχές και διεθνή προγράμματα συνεργασίας δημόσιου και ιδιωτικού τομέα για τη βελτίωση των προγραμμάτων αναπαραγωγής και ανάπτυξης προϊόντων ιπποφαούς. Το φυτό ιπποφαές έχει πολλά εξαιρετικά χαρακτηριστικά και είναι γνωστό για τα λειτουργικά συστατικά του ή τις διατροφικές και φαρμακευτικές του ιδιότητες.

Ως εκ τούτου, υπάρχει ανάγκη για να καλλιεργηθεί το ιπποφαές σε μεγαλύτερες εκτάσεις και να προωθηθεί για την αξιοποίησή του σε μεγάλη κλίμακα καθώς και να αναπτυχθούν νέα προϊόντα με βάση τα αχρησιμοποίητα προς το παρόν φυτικά του μέρη. Μέχρι τώρα έχει σημειωθεί πολύ μικρή πρόοδος στη βελτίωση του ιπποφαούς μέσω συμβατικών και προηγμένων προγραμμάτων αναπαραγωγής. Ακόμη αποτελεί ενδιαφέρον αντικείμενο για μελλοντική έρευνα και χρειάζεται περαιτέρω βελτίωση καθώς πρέπει να γίνουν περισσότερες εργασίες όσον αφορά την έρευνα του διαθέσιμου βλαστικού πλάσματος και την επιλογή κατάλληλων ποικιλιών. Τέλος, την διερεύνηση της έρευνας που απαιτείται για την αντιμετώπιση των προβλημάτων με καρπόδεση και επικονίαση.

---

Επίσης, τη μείωση της νεανικής περιόδου, τις μεθόδους πολλαπλασιασμού, τη διάρκεια ζωής στο ράφι, τη διαχείριση μετά τη συγκομιδή και την προσθήκη της διατροφικής του αξίας στα προϊόντα.

## 1.6 Ιπποφαές και εμπλουτισμένες ζωοτροφές

Υπάρχει μια αυξανόμενη ζήτηση παγκοσμίως για προϊόντα υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες. Αυτή η υψηλή ζήτηση προκαλεί υψηλή ανταγωνιστικότητα της αγοράς, όπου η συνολική ποιότητα του προϊόντος αποκτά μεγαλύτερη σημασία. Επιπλέον, η υψηλή ζήτηση πρωτεϊνικών προϊόντων οδηγεί αναπόφευκτα σε περισσότερη έρευνα που επικεντρώνεται στη βελτίωση της παραγωγικότητας της κτηνοτροφίας. Εκτός από τα πολλά ενδιαφέροντα οφέλη για την υγεία που προκύπτουν από την άμεση κατανάλωσή της, το ιπποφαές έχει πρόσφατα διερευνηθεί λόγω των υποσχόμενων δυνατοτήτων της να βελτιώσει την απόδοση της ζωικής παραγωγής όταν συμπληρώνεται στις ζωοτροφές. Όπως αποκαλύπτεται στην παρούσα ανασκόπηση, διάφορες παράμετροι έχουν αποτελέσει αντικείμενο έρευνας για την απόδοση και την υγεία διαφόρων ζώων για την επίτευξη καλύτερης παραγωγικότητας. Τα πιο μελετημένα ζώα από πλευράς κτηνοτροφίας που έχουν υποβληθεί σε συμπλήρωση με ιπποφαές είναι τα πουλερικά. Αυτό είναι λογικό, διότι τα κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής συνήθως αναπτύσσονται στο πλήρες δυναμικό τους μέσα σε ένα μήνα, γεγονός που καθιστά δυνατή τη μελέτη της τελικής επίδρασης της συμπλήρωσης ιπποφαούς σε σύντομο χρονικό διάστημα. Οι περισσότερες από τις δημοσιευμένες μελέτες που διερευνούν την παραγωγικότητα των κρεατοπαραγωγών παρατηρούν τη θετική επίδραση της συμπλήρωσης με ιπποφαές. Οι περισσότερες από τις επιστημονικές έρευνες που παρουσιάζονται εδώ έδειξαν θετικά αποτελέσματα, ωστόσο άλλες δεν διαπίστωσαν τη σημαντική συμβολή σε διάφορες αξιολογούμενες παραμέτρους (π.χ. τελικό βάρος) κατά τη χρήση ιπποφαούς ως συστατικό ζωοτροφών. Η παρατηρούμενη διαφωνία θα μπορούσε να επηρεαστεί από τον τύπο των κρεατοπαραγωγών που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτέλεση των μελέτων, καθώς και από τον τύπο του συστατικού ιπποφαούς που τους παρέχεται. Από τη μία πλευρά, τα διάφορα είδη πουλερικών κρεατοπαραγωγής έχουν διαφορετικούς μεταβολικούς ρυθμούς και αναλογίες μεταβολισμού της τροφής. Από την άλλη πλευρά, κάθε προϊόν ιπποφαούς έχει το δικό του προφίλ και τις δικές του φυσιολογικές επιπτώσεις στα κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής. Μέρος των θετικών επιδράσεων που παρατηρήθηκαν στα κοτόπουλα



---

κρεατοπαραγωγής φαίνεται να ισχύει και για την παραγωγή χοίρων. Η συμπλήρωση ιπποφαούς θα μπορούσε να οδηγήσει σε αυξημένη συγκέντρωση ενδομυϊκού λίπους, κυρίως ακόρεστων λιπαρών οξέων στους χοίρους (Vilas-Franquesa *et al.*, 2020). Ωστόσο, άλλες παράμετροι, όπως η βελτίωση της παραγωγικότητας, έχουν εκτιμηθεί μόνο στα κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής. Η παραγωγή χοίρων χρειάζεται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα για να επιτευχθεί ένα πλήρως ανεπτυγμένο άτομο, έτοιμο για σφαγή. Επιπλέον, ο μεταβολικός ρυθμός των χοίρων και των κοτόπουλων διαφέρει δραστικά.

Η φύση του ζώου είναι ένας κρίσιμος παράγοντας για να εξεταστεί ο χρόνος σίτισης, η ποσότητα και η συγκέντρωση του ιπποφαούς που θα χρησιμοποιηθεί. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας ποιότητας για τα ζωικά προϊόντα είναι το χρώμα. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες τεχνικές για την επίτευξη καλύτερου χρώματος στο κρέας. Ωστόσο, το ιπποφαές δεν έχει χρησιμοποιηθεί ως τέτοια, καθώς η ικανότητά της να βελτιώνει το χρώμα έχει αποδειχθεί ότι είναι πολύ περιορισμένη (π.χ. αύξηση του χρωματισμού του δέρματος) (Vilas-Franquesa *et al.*, 2020). Το ιπποφαές έχει χρησιμοποιηθεί για την αλλαγή των χρωμάτων των ζωικών προϊόντων που εξαρτώνται έντονα από τη σύνθεση των καροτενοειδών τους.

Οι καρποί ιπποφαούς περιέχουν σημαντικές ποσότητες καροτενοειδών (Pop *et al.*, 2014). Τα καροτενοειδή που παράγονται από τα φυτά, τα βακτήρια και τους μύκητες και είναι πρόδρομες ουσίες της βιταμίνης Α. Τα καροτενοειδή είναι υπεύθυνα για το πορτοκαλί χρώμα που μπορεί να παρατηρηθεί σε διάφορα φρούτα και λαχανικά ή ακόμη και σε φυλλοβόλα δέντρα σε συγκεκριμένες εποχές. Τα καροτενοειδή μπορούν να απορροφηθούν από τα ζώα και μπορούν να αποθηκευτούν στον λιπώδη ιστό λόγω της λιπόφιλης φύσης τους. Το πορτοκαλί χρώμα ορισμένων ζωικών προϊόντων, όπως των αυγών, προέρχεται από την αυξημένη κατανάλωση καροτενοειδών και από τη μεγαλύτερη ικανότητα αποθήκευσής τους.

Η συμπληρωματική χορήγηση ιπποφαούς σε πουλερικά που παράγουν αυγά επηρεάζει το χρώμα του κρόκου των αυγών, απορρέοντας σε πιο έντονο πορτοκαλί χρώμα. Το χρώμα του κρόκου αυγού είναι ένας από τους κύριους παράγοντες που επηρεάζουν τη συνολική ποιότητα των αυγών (Vilas-Franquesa *et al.*, 2020). Όσο πιο έντονο είναι το χρώμα, τόσο καλύτερη είναι η ποιότητα που γίνεται αντιληπτή από τους καταναλωτές.

Οι περισσότερες από τις μελέτες που συζητήθηκαν για την ποιότητα των αυγών, υπογράμμισαν την αποτελεσματικότητα της χρήσης του ιπποφαούς ως συστατικού ζωοτροφών για τις όρνιθες αυγοπαραγωγής κατά την αξιολόγηση του χρώματος του κρόκου αυγού. Τα καροτενοειδή από το ιπποφαές βρίσκονται κυρίως στο ελαιώδες μέρος

---

του πολτού, αν και μερικά μπορούν να βρεθούν στη φλούδα. Ως εκ τούτου, η χρήση του ελαίου του πολτού του ιπποφαούς για την ανάπτυξη συστατικών διατροφής για όρνιθες αυγοπαραγωγής είναι ένα νέο πεδίο που διερευνάται για την αύξηση της ποιότητας των αυγών. Επιπλέον, άλλα ζωικά προϊόντα πορτοκαλί χρώματος θα μπορούσαν επίσης να επωφεληθούν από τη χρήση του ελαιολάδου πολτού ιπποφαούς. Η ποιότητα της σάρκας του σολομού επωφελείται από τη συγκέντρωση καροτενοειδών. Το χρώμα της σάρκας είναι το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό που χαρακτηρίζει τους καταναλωτές όταν αγοράζουν σολομό αιχμαλωσίας (Vilas-Franquesa *et al.*, 2020). Ο άγριος σολομός διάσωσης αποκτά το πορτοκαλί χρώμα του από την κατάποση κριλ και άλλων οστρακοειδών που συγκρατούν καροτενοειδή. Αντίθετα, ο σολομός εκτροφής δεν έχει αυτό το πλεονέκτημα. Συνεπώς, είναι σημαντικό να ενσωματώνονται καροτενοειδή στην τροφή του σολομού καλλιέργειας ή εκτροφής για να αποκτήσει κατά προσέγγιση ποιότητα.

Εξ όσων γνωρίζουμε, δεν έχει διεξαχθεί καμία μελέτη για την αξιολόγηση της πιθανής ενσωμάτωσης ελαίου πολτού ιπποφαούς (ή εκχυλίσματος καροτενοειδών) στην τροφή σολομού για την επίτευξη ισχυρότερου πορτοκαλί χρώματος. Η σάρκα του σολομού και το χρώμα του κρόκου του αυγού είναι δύο προϊόντα τροφίμων με υψηλή εμπορική αξία που θα μπορούσαν να επωφεληθούν από την προσθήκη ιπποφαούς ως συστατικό. Συνήθως, οι ζωοτροφές που χρησιμοποιούνται στις βιομηχανίες αυγών και σολομού είναι αποτελεσματικές επειδή φέρουν αποδεκτές συγκεντρώσεις καροτενοειδών. Αυτά τα καροτενοειδή μπορούν να χρησιμοποιηθούν ήπια με χαμηλό κόστος. Ωστόσο, η προσθήκη αυτών των ενώσεων αξιολογείται συνεχώς λόγω της ευαισθητοποίησης σχετικά με την προέλευση και τη σταθερότητά τους. Η χρήση του ιπποφαούς θα αποτελούσε μια φυσική και αποτελεσματική εναλλακτική λύση που θα βοηθούσε στη βελτίωση του χρώματος των προαναφερθέντων ζωικών χρωμάτων.

Η προσθήκη ιπποφαούς στην ιχθυοκαλλιέργεια έχει χρησιμοποιηθεί πρόσφατα και για άλλους σκοπούς. Πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι το ιπποφαές θα μπορούσε να συμπεριληφθεί ως συμπλήρωμα ζωοτροφών για τη βελτίωση της συνολικής υγείας στην τιλάπια του Νείλου και για την πιθανή βελτίωση της απόδοσης ανάπτυξης στους οξύρρυγχους (Vilas-Franquesa *et al.*, 2020). Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι οι μελέτες που διερευνούν αυτή τη βελτίωση της παραγωγικότητας είναι ελάχιστες. Τα αποτελέσματα που προέρχονται από αυτή τη χρήση στην ιχθυοκαλλιέργεια θα πρέπει να μελετηθούν περαιτέρω για να αξιολογηθεί η σημασία τους.



## 2. ΣΤΟΧΟΣ

### 2.1 Στόχοι της διπλωματικής εργασίας

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια αύξηση του ενδιαφέροντος του καταναλωτή για τα τρόφιμα που καταναλώνει και κατά πόσο αυτά είναι ωφέλιμα και μη επιβλαβή για την υγεία του. Για το λόγο αυτό η αγορά των προϊόντων τροφίμων αποτελεί αντικείμενο μελέτης με μεγάλες προοπτικές. Συγκεκριμένα, ραγδαία ανάπτυξη στην αγορά των τροφίμων παρατηρείται στην εισαγωγή ιπποφαούς σε νεοφανή τρόφιμα.

Έτσι, στόχοι της συγκεκριμένης διατριβής είναι η ανάδειξη των βιοδραστικών ενώσεων αφυδατωμένων καρπών ιπποφαούς και η βιβλιογραφική ανασκόπηση της δυνατότητας χρήσης του ως πρόσθετο σε νεοφανή/λειτουργικά τρόφιμα.

Στα πλαίσια της πτυχικής μελέτης έγινε ταυτοποίηση και προσδιορισμός της συγκέντρωσης των φαινολικών συστατικών σε δείγμα ελληνικού βιολογικού ιπποφαούς που καλλιεργείται στο πρότυπο πολυλειτουργικό αγρόκτημα Hippocrates Farm στα Μετέωρα. Το καθαρό βάρος που μελετήσαμε είναι 60g. Καθώς τα συστατικά του είναι ολόκληροι καρποί ιπποφαούς, χωρίς προσθήκη ζάχαρης, συντηρητικών ή άλλων πρόσθετων. Επίσης, η διαθρεπτική επισήμανση ανα 100g είναι η ενέργεια 327Kcal (1365KJ), τα λιπαρά 1,5g εκ των οποίων κορεσμένα είναι 0,0g. Ακολουθούν οι υδατάνθρακες με 72,0g εκ των οποίων τα σάκχαρα είναι 59,3g, πρωτεΐνες είναι 4,2g και αλάτι με 0,0g. Μέσω του εντοπισμού και της ανάλυσης των βιοδραστικών ουσιών του ιπποφαούς, αναδεικνύονται σύμφωνα με κλινικές μελέτες της βιβλιογραφίας, οι ευεργετικές επιδράσεις που προσδίδουν τα φαινολικά συστατικά στον ανθρώπινο οργανισμό. Για τον προσδιορισμό των φαινολικών οξέων χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της υγρής χρωματογραφίας συζευμένη με φασματομετρία μαζών υψηλής διακριτικής ικανότητας (LC-QTOF-HRMS).

---

### 3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### 3.1 Υλικά και μέθοδοι

##### 3.1.1 Χρωματογραφικές μέθοδοι

Η χρωματογραφία είναι μια ισχυρή αναλυτική μέθοδος κατάλληλη για το διαχωρισμό και τον ποσοτικό προσδιορισμό ενός σημαντικού αριθμού ενώσεων, ακόμη και από πολύπλοκες μήτρες. Οι αναλυτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό, το διαχωρισμό και την ταυτοποίηση χημικών ενώσεων από το *H.rhamnoides L.* περιλαμβάνουν χρωματογραφία χαρτιού (PC), χρωματογραφία λεπτής στιβάδας (TLC), GC, HPLC, HPLC-MS, GC-MS, και CE. Οι τέσσερις πρώτες μέθοδοι χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για την ποσοτικοποίηση των χημικών ενώσεων που υπάρχουν στο φυτικό υλικό. Ωστόσο, οι πρόσφατες υβριδικές τεχνικές επιτρέπουν τον γρήγορο αρχικό έλεγχο των ακατέργαστων φυτικών εκχυλισμάτων παρέχοντας προκαταρκτικές πληροφορίες σχετικά με την περιεκτικότητα και τη φύση των συστατικών της μήτρας. Αυτές οι πρόσφατες τεχνικές παρέχουν μια καλή μέθοδο για την ταυτοποίηση νέων ενώσεων και εξασφαλίζουν την αποφυγή της μη αναγκαίας απομόνωσης κοινών ενώσεων δευτερεύοντος ενδιαφέροντος. Στην παρούσα ανασκόπηση συνοψίζονται οι αναλυτικές μέθοδοι που είναι διαθέσιμες σήμερα για την ανάλυση χημικών ενώσεων στο *H. rhamnoides L.*

##### 3.1.1.1 Αέρια χρωματογραφία

Η αέρια χρωματογραφία είναι μία από τις πιο αποτελεσματικές χρωματογραφικές τεχνικές για το διαχωρισμό πτητικών μειγμάτων. Διατίθενται διάφορες στήλες με διαφορετικές ιδιότητες. Ωστόσο, χρησιμοποιούνται συνήθως τριχοειδείς στήλες με διμεθυλοπολυσιλοξάνιο (methyl silicone), μη πολικές και πολικές φάσεις Carbowax 20 M (N.W. Davies *et al.*, 1990). Παρόλα αυτά, προτιμώνται κυρίως οι τριχοειδείς στήλες GC με λιωμένη πυριτία. Η χρήση αυτών των στηλών με βελτιωμένη επιφάνεια παρέχει αδρανοποίηση, θερμική σταθερότητα και καλή ανάλυση. Στην τριχοειδή GC, η ανάλυση των κορυφών εκφράζεται με όρους αποδοτικότητας της στήλης, διαχωρισμού και κατακράτησης (οι οποίοι επηρεάζονται κυρίως από την πολικότητα της στατικής φάσης, το μήκος της στήλης, τη διάμετρο του διάκενου και το πάχος της μεμβράνης. Με την

---

έλευση της τριχοειδούς GC υψηλής ανάλυσης με τη χρήση στηλών λιωμένου πυριτίου, ο διαχωρισμός πολύπλοκων μιγμάτων φυτικών εκχυλισμάτων έγινε δυνατός. Επιπλέον, οι στήλες λιωμένου πυριτίου έχουν μεγάλη εφαρμογή στην πρακτική εργασία λόγω της ευελιξίας και της απλότητας στο χειρισμό τους και της εύκολης σύνδεσης με GC και φασματομετρα μάζας. Ταυτοποίηση με βάση την άμεση σύγκριση των χρόνων κατακράτησης με πρότυπα ή την ακριβή γνώση των δεικτών κατακράτησης, π.χ. δείκτες κατακράτησης Kovats . Ωστόσο, η ταυτοποίηση με βάση μόνο τα δεδομένα κατακράτησης GC και τους δείκτες κατακράτησης του Kovats δεν είναι επαρκείς. Ως εκ τούτου, σήμερα ο συνδυασμός της αέριας χρωματογραφίας και της φασματομετρίας μάζας με τη μέθοδο ηλεκτρονικής κρούσης (GC-EI-MS) είναι μια καθιερωμένη τεχνική για την ανάλυση ρουτίνας των φυτικών εκχυλισμάτων. Αυτή η τεχνική προσφέρει τη δυνατότητα απόκτησης πρόσθετων πληροφοριών μέσω των φασμάτων μάζας. Για τα φλαβονοειδή, το GC-MS είναι ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για την ανάλυση πολύπλοκων μιγμάτων. Ωστόσο, μερικές φορές η ταυτοποίηση περιορίζεται όταν μια ενιαία χρωματογραφική κορυφή σχηματίζεται από πολλές ενώσεις, γεγονός που καθιστά δύσκολη την ερμηνεία των καταγεγραμμένων φασμάτων μάζας. Υπάρχουν διάφορες δυνατότητες επίλυσης αυτού του προβλήματος. Μία από αυτές είναι η MS-MS (*tandem mass spectrometry*), η οποία, όταν συνδυάζεται με GC, επιτρέπει τη διαφοροποίηση κάθε συστατικού τέτοιων πολύπλοκων κορυφών. Επιπλέον, η παρουσία δευτερευόντων συστατικών μπορεί επίσης να επιβεβαιωθεί.

Η αέρια χρωματογραφία σε συνδυασμό με φασματομετρική ανίχνευση μάζας (GC-MS) είναι μία από τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες αναλυτικές τεχνικές. Η έκρηξη των εφαρμογών οφείλεται στις εξαιρετικές ποιοτικές πληροφορίες που λαμβάνονται από την υψηλή ευαισθησία που είναι συνυφασμένη με τη φασματομετρική ανίχνευση μάζας. Η μεγάλη πλειονότητα των εφαρμογών GC-MS χρησιμοποιεί τριχοειδή GC με τετραπολική ανίχνευση MS και ιονισμό ηλεκτρονίων (EI) (Διαμαντή & Δρακοπούλου , 2015).

### **3.1.1.2 Υγρή χρωματογραφία**

Η Υγροχρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης (HPLC) είναι μια αναλυτική τεχνική διαχωρισμού και ποσοτικού προσδιορισμού μη πτητικών ή θερμοευαίσθητων ουσιών. Η χρησιμοποιούμενη κινητή φάση είναι υγρή, ενώ η στατική φάση είναι στερεή ή υγρή ακινητοποιημένη πάνω σε αδρανές υπόστρωμα. Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται στον προσδιορισμό μεγάλου αριθμού ουσιών όπως οι πρωτεΐνες, οι υδατάνθρακες, τα

---

φυτοφάρμακα, τα αντιβιοτικά, καθώς και άλλες κατηγορίες ενώσεων. Κατά τον υδροχρωματογραφικό διαχωρισμό κάθε ουσία κατανέμεται μεταξύ της στατικής και της κινητής φάσης και παράλληλα μετακινείται προς την έξοδο στήλης, εξαιτίας της ροής του διαλύτη, με αποτέλεσμα να δημιουργείται μια μετακινούμενη ζώνη μέσα στη στήλη, η οποία τελικά αποδίδεται ως μια κορυφή στο χρωματογράφημα. Η ποσοτικοποίηση γίνεται βάσει του ύψους της κορυφής ή του εμβαδού της επιφάνειας της, τα οποία είναι ανάλογα με τη συγκέντρωση ή την ποσότητα της ουσίας. Ο διαχωρισμός ενός μίγματος ουσιών βασίζεται στη διαφορετική αλληλεπίδραση του κάθε συστατικού με την κινητή και τη στατική φάση, με συνέπεια να απαιτείται διαφορετικός χρόνος για την έκλυση κάθε ουσίας από τη στήλη. Η αλληλεπίδραση αυτή σχετίζεται με το μέγεθος, το σχήμα και την πυκνότητα φορτίου των σωματιδίων στο διάλυμα. Υπάρχουν διάφορα είδη χρωματογραφίας τα οποία ταξινομούνται ανάλογα με την κατηγορία των ενώσεων που διαχωρίζουν και το μηχανισμό αλληλεπίδρασης που επικρατεί ανάμεσα στις ουσίες προς διαχωρισμό και τις δυο φάσεις.

### **3.1.1.3 Φασματομετρία μαζών**

Η φασματομετρία μαζών αποτελεί μία ομάδα τεχνικών προσδιορισμού δομής και ποσοτικού προσδιορισμού ενώσεων και στοιχείων, οι οποίες βασίζονται στον ιοντισμό ατόμων ή μορίων, ή στην παραγωγή ιοντικών θραυσμάτων μορίων και στην καταγραφή της σχετικής έντασης του ιοντικού ρεύματος που αντιστοιχεί σε κάθε λόγο μάζας προς το φορτίο ( $m/z$ ). Τα χαρακτηριστικά της φασματομετρίας μαζών όπως η ικανότητα ταυτοποίησης των ενώσεων, η ξεχωριστή ευαισθησία, τα χαμηλά όρια ανίχνευσης, η ταχύτητα και η ποικιλία των εφαρμογών της, την έχουν τοποθετήσει σε πολύ υψηλή θέση ανάμεσα στις άλλες αναλυτικές τεχνικές. Ένα φασματόμετρο μαζών αποτελείται απαραίτητα από το σύστημα εισαγωγής δείγματος, την πηγή ιοντισμού, έναν ή περισσότερους αναλύτες μαζών, τον ανιχνευτή και ένα ηλεκτρονικό υπολογιστικό σύστημα. Το δείγμα αρχικά εισάγεται στην πηγή ιόντων για τον ιοντισμό των αναλυτών, και στη συνέχεια τα παραγόμενα ιόντα διαχωρίζονται στο τμήμα του αναλυτή μαζών σύμφωνα με το λόγο της μάζας προς φορτίο ( $m/z$ ). Ακολούθως, ο ανιχνευτής μετράει την αφθονία των ιόντων και μετατρέπει τη δέσμη ιόντων σε ηλεκτρικό σήμα. Μέσω του ηλεκτρονικού υπολογιστή και του λογισμικού επεξεργασίας δεδομένων, το σήμα του

---

ανιχνευτή μετατρέπεται σε κατάλληλη μορφή χρωματογραφημάτων και φασμάτων μαζών, ενώ παράλληλα ελέγχεται και η λειτουργία του οργάνου.

### **3.1.2 Ανάλυση καρπών Ιπποφαούς - Σύζευξη Υγροχρωματογραφίας με Φασματομετρία Μαζών**

Μια συνδυασμένη τεχνική είναι το αποτέλεσμα της ενσωμάτωσης δύο ή περισσότερων μεθόδων ή οργάνων διαχωρισμού για την παραγωγή ενός νέου και βελτιωμένου εργαλείου. Ο συνδυασμός υγρής χρωματογραφίας και φασματομετρίας μάζας αξιοποιεί τα πλεονεκτήματα και των δύο τεχνικών: την ικανότητα της υγρής χρωματογραφίας να διαχωρίζει συστατικά σε ένα μείγμα και την ικανότητα της φασματομετρίας μάζας να τα αναγνωρίζει. Η ενσωμάτωση αυτών των τεχνικών στο φασματομέτρο μάζας επιτρέπει την εισαγωγή διαχωρισμένων ουσιών, διασφαλίζοντας αξιόπιστη ταυτοποίηση ακόμη και όταν ο διαχωρισμός μπορεί να μην είναι ο βέλτιστος. Αυτό είναι ιδιαίτερα πολύτιμο επειδή ενώσεις με στενά ευθυγραμμισμένους χρόνους κατακράτησης μπορεί να εμφανίζουν διαφορές στο φάσμα μάζας.

Για την ανάλυση δείγματος αφυδατωμένων καρπών ιπποφαούς πραγματοποιήθηκε αρχικά εκχύλιση. Για την εκχύλιση αναλυτών από υγρά τρόφιμα ή βιολογικά δείγματα, όπως ούρα ή αίμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η εκχύλιση υγρού-υγρού. Εναλλακτικά, η εκχύλιση στερεού-υγρού χρησιμοποιείται σε στερεές μήτρες όπως οι ζωοτροφές και τα στερεά τρόφιμα. Σε κάθε περίπτωση, η διαδικασία με τη χρήση ενός μείγματος υγρής εκχύλισης ενός ή πολλών συστατικών (οργανικοί διαλύτες, νερό, οξέα, βάσεις κ.λπ.) χρησιμεύει για τη μετανάστευση των αναλυτών ενδιαφέροντος. Η προσθήκη νερού στον οργανικό διαλύτη (εκχύλισης) μπορεί να βοηθήσει τον οργανικό διαλύτη να διεισδύσει στο δείγμα του τροφίμου στην περίπτωση στερεών τροφίμων, ενώ παράλληλα διευκολύνει την εκχύλιση. Η προσθήκη οξέος χρησιμεύει για να βοηθήσει στη διάσπαση των δεσμών μεταξύ των αναλυτών και ορισμένων συστατικών, όπως οι πρωτεΐνες και τα σάκχαρα, βοηθώντας την εκχύλισή τους (Y. Yang *et al.*, 2020).

Όταν επιλέγεται μια τεχνική εκχύλισης, θα υπάρχει πάντα συν-εκχύλιση συστατικών, με την ποσότητα να εξαρτάται από τον διαλύτη εκχύλισης και την πολυπλοκότητα του δείγματος.

Για την εκχύλιση των συστατικών των αφυδατωμένων καρπών ιπποφαούς ζυγίσαμε αρχικά 0,5206g ιπποφαές και αυτά τοποθετήθηκαν μετά από θρομματισμό σε 5mL



---

αιθανόλη (70:30 - EtOH:H<sub>2</sub>O), έπειτα πραγματοποιήθηκε ανασύσταση με την προσθήκη 1mL μεθανόλης και νερού (50:50 - MeOH:H<sub>2</sub>O).



**Εικόνα 1:** Καρποί Ιπποφαούς που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα.

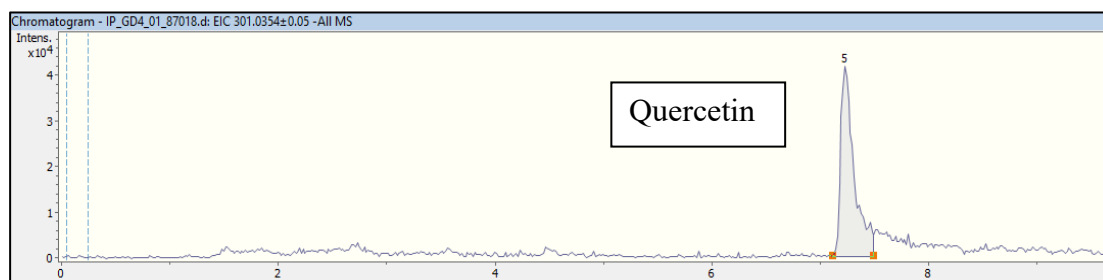
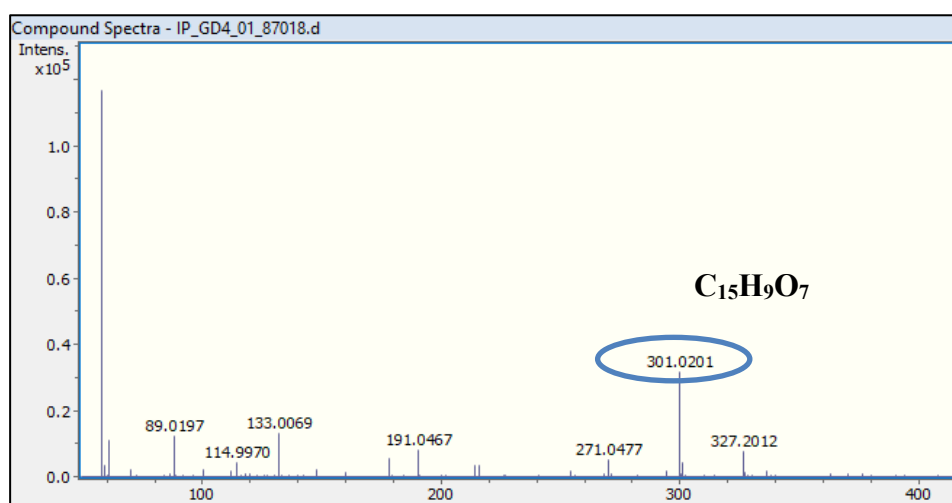
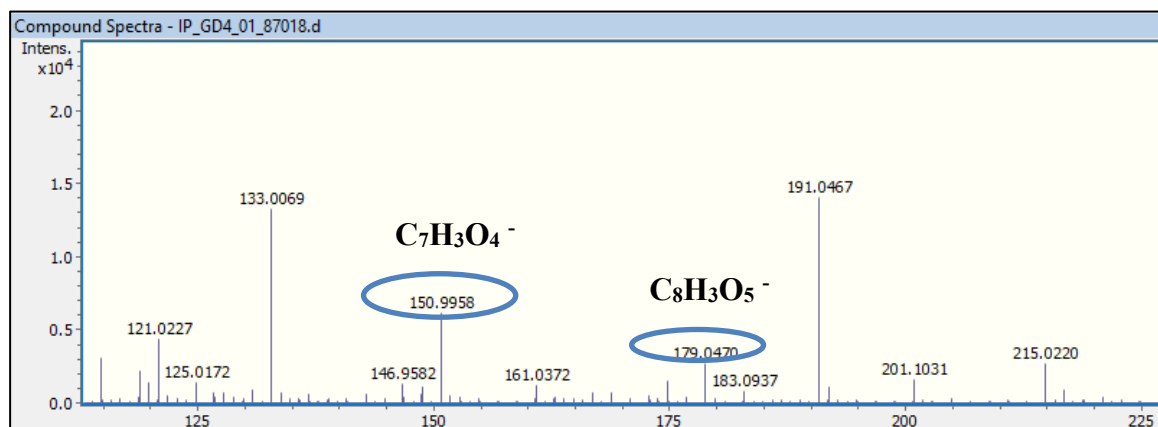
Η ανάλυση των εκχυλισμένων δειγμάτων έγινε με σύστημα ένα σύστημα UHPLC (DionexUltiMate 3000 RSLC, Thermo FisherScientific, Γερμανία) συνδεδεμένο με ένα φασματόμετρο μάζας QTOF (MaxisImpact, Bruker Daltonics, Βρέμη, Γερμανία) (Ibáñez et al., 2017). Η αναλυτική στήλη που χρησιμοποιήθηκε ήταν Acclaim RSLC 120 C18 (2.2 μm, 120 Αο , 2.1 × 100 mm) της Dionex Bonded Silica Products, Thermo Scientific.

## 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

**Πίνακας 15:** Συγκέντρωση φαινολικών συστατικών σε εκχύλισμα καρπών ιπποφαούς (μg/mL) και σε στερεό δείγμα (μg/g) που αναλύθηκε με QTOF-MS.

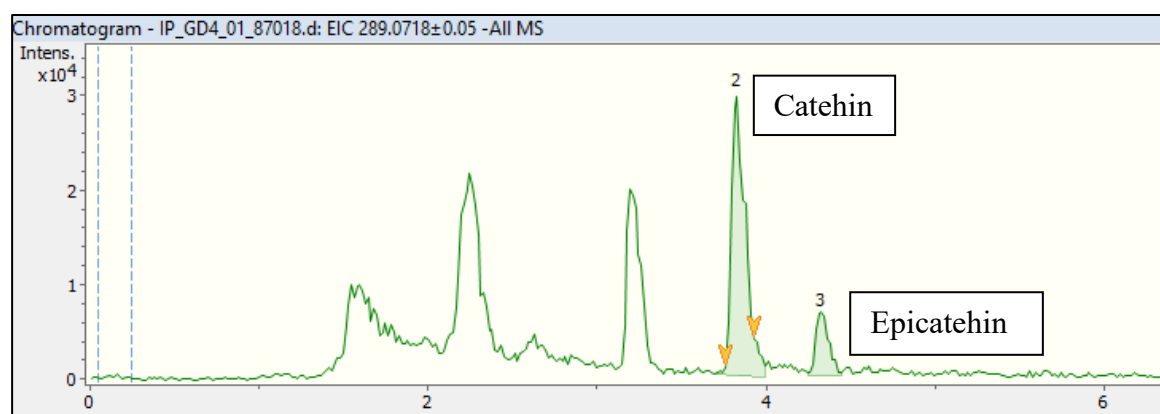
Ένωση	Μοριακός τύπος	Συγκέντρωση στο εκχύλισμα (μg/mL)	Συγκέντρωση στο στερεό δείγμα (μg/g)
p-Κουμαρικό / p-Coumaric	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	0,66	1,27
Quinic	C <sub>7</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	59,4	114
2,5-δωδροξυβενζοϊκό / 2,5-Dihydroxybenzoic	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>	2,88	5,53
Σαλικυλικό / Salicylic	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	0,25	0,48
Κατεχίνη / Catechin	C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	1,16	2,23
Επικατεχίνη /Epicatechin	C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	0,31	0,60
Ρουτίνη / Rutin	C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>16</sub>	6,1	11,7
Quercetin	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>7</sub>	4,2	8,1
Kaempferol	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub>	0,19	0,37

Με βάση τον παραπάνω Πίνακα 15, παρατηρούμαι πως ταυτοποιήθηκαν οι φαινολικές ενώσεις όπως το p-Κουμαρικό, σαλικυλικό, επικατεχίνη, ρουτίνη, κερκετίνη, κατεχίνη καμφερόλη που έχουν αντιοξειδωτικές δράσεις, προσδιδοντάς έτσι με την προσθήκη του ιπποφαούς στα τρόφιμα, περισσότερα οφέλη για την υγεία αλλά και εξαιτίας αυτών των αντιξειδωτικών, καθίσταται το τρόφιμο ως λειτουργικό.

**Διάγραμμα 1:** Κερκετίνη από την ανάλυση QTOF σε δείγμα βιολογικού Ιπποφαούς**Διάγραμμα 2:** Χρόνος έκλυσης Κερκετίνης σε Φάσμα MS σε δείγμα βιολογικού Ιπποφαούς**Διάγραμμα 3:** Χρόνος έκλυσης Κερκετίνης σε Φάσμα MS σε δείγμα βιολογικού Ιπποφαούς

Η κερκετίνη, μια φυτική χρωστική ουσία που υπάρχει ευρέως στο τσάι και το κρεμμύδι, λειτουργεί ως αντιοξειδωτικό. Η κερκετίνη έχει ιατρικές ιδιότητες, συμπεριλαμβανομένων των αντιαλλεργικών, αντιφλεγμονωδών, αντικαρκινικών, καρδιαγγειακών προστατευτικών, αντικαρκινικών, αντικαρκινικών, αντιικών, αντιδιαβητικών, ανοσοτροποποιητικών, αντιυπερτασικών και γαστροπροστατευτικών επιδράσεων (Hosseini *et al.*, 2011)

#### **Διάγραμμα 4:** Κατεχίνη από την Ανάλυση QTOF σε δείγμα βιολογικού Ιπποφαούς



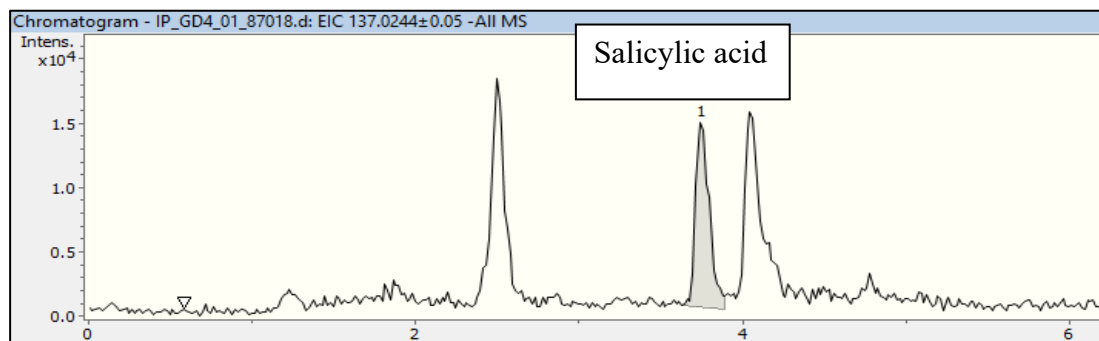
Οι κατεχίνες είναι πολυφαινολικές ενώσεις της οικογένειας των φλαβονοειδών που βρίσκονται σε διάφορα φυτά. Το πράσινο τσάι, το κρασί και τα προϊόντα με βάση το κακάο είναι οι κύριες διατροφικές πηγές αυτών των φλαβανόλων. Οι κατεχίνες έχουν ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να δράσουν στο κύτταρο ως προ-οξειδωτικά. Η φλεγμονή και το οξειδωτικό στρες θεωρούνται μείζονες αιτίες διαφόρων χρόνιων διαταραχών (Majumder *et al.*, 2015) Αρκετές ασθένειες που σχετίζονται με την ηλικία, όπως ο καρκίνος, οι νευροεκφυλιστικές ασθένειες - νόσος του Πάρκινσον, νόσος του Αλτσχάιμερ, καρδιαγγειακά νοσήματα και διαβήτης, συνδέονται με μεταβολές στις ισορροπίες οξειδωτικών-αντιοξειδωτικών και βλάβες από ελεύθερες ρίζες.

Λόγω των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων τους, οι κατεχίνες μπορεί να είναι ευεργετικές στην πρόληψη και την προστασία από παθολογίες που προκαλούνται από το οξειδωτικό στρες (Braicu *et al.*, 2013).

Η δράση της επικατεχίνης μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη της οξειδωτικής βλάβης και της ενδοθηλιακής δυσλειτουργίας, οι οποίες έχουν συσχετιστεί με την υπέρταση και ορισμένες εγκεφαλικές διαταραχές. Επιπλέον, η επικατεχίνη έχει αποδειχθεί ότι τροποποιεί το μεταβολικό προφίλ, τις ρεολογικές ιδιότητες του αίματος και ότι διασχίζει τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό. Έτσι, η επικατεχίνη προκαλεί πολλαπλές δράσεις

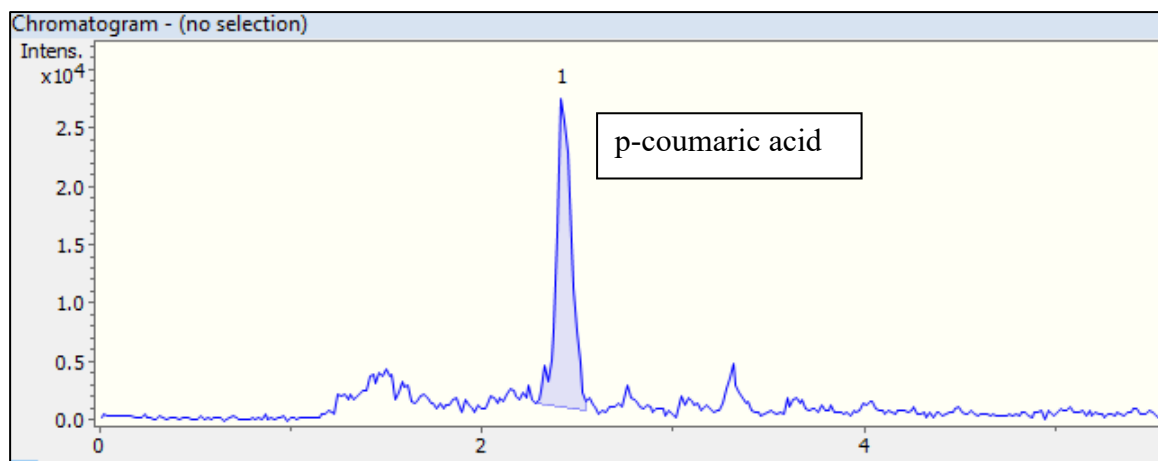
που μπορεί να παρέχουν μοναδική συνέργεια ευεργετική για την καρδιαγγειακή και νευροψυχολογική υγεία. (Braicu *et al.*, 2013).

**Διάγραμμα 5:** Σαλικυλικό οξύ από την Ανάλυση QTOF σε δείγμα βιολογικού Ιπποφαούς

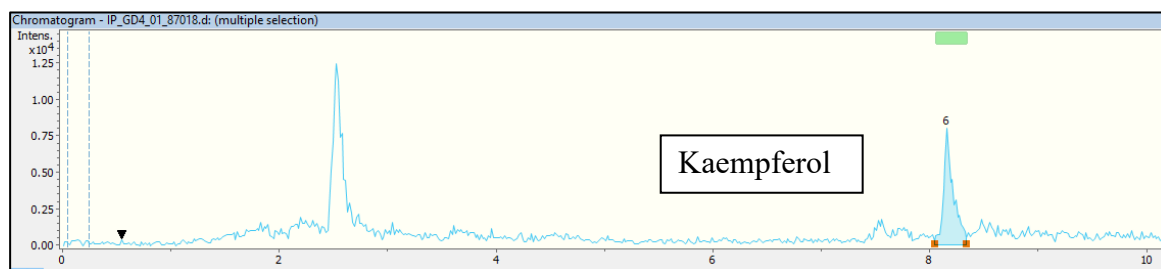


Το σαλικυλικό οξύ (SA) είναι μια σημαντική φυτική ορμόνη με κρίσιμο ρόλο στην άμυνα των φυτών κατά της μόλυνσης από παθογόνα. Ακόμα, το σαλικυλικό οξύ αποτελεί συστατικό των περισσότερων παρασκευασμάτων ακμής που χορηγούνται χωρίς συνταγή. Η συγκέντρωσή του κυμαίνεται από 0,5% έως 3,0% και διατίθεται σε κρέμες και λοσιόν. Το χημικό πίνινγκ σαλικυλικού οξέος σε συγκέντρωση 20% έως 30% είναι επίσης διαθέσιμο και χρήσιμο στη θεραπεία της ακμής (Liu H. *et al.*, 2020).

**Διάγραμμα 6:** p-κουμαρικό οξύ από την Ανάλυση QTOF σε δείγμα βιολογικού Ιπποφαούς

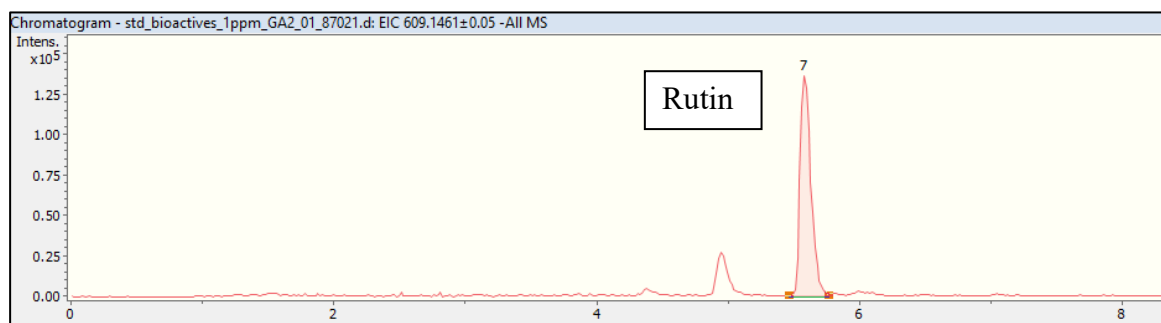


Έχει αναγνωριστεί ότι το p-κουμαρικό οξύ (p-CA) έχει προστατευτικές επιδράσεις ως αντιοξειδωτικό και αντιφλεγμονώδης παράγοντας.

**Διάγραμμα 7:** Καμφερόλη από την Ανάλυση QTOF σε δείγμα βιολογικού Ιπποφαούς

Η καμφερόλη είναι μια σημαντική αγλυκόνη φλαβονοειδών που βρίσκεται σε πολλά φυσικά προϊόντα, όπως τα φασόλια, η γύρη της μέλισσας, το μπρόκολο, το λάχανο, η κάπαρη, το κουνουπίδι, οι σπόροι τσία, το σχοινόπρασο, το κύμινο, τα φύλλα moringa, το αντίδι, ο μάραθος και το σκόρδο. Η καμφερόλη εμφανίζει διάφορες φαρμακολογικές ιδιότητες, μεταξύ των οποίων αντιμικροβιακές, αντιφλεγμονώδεις, αντιοξειδωτικές, αντικαρκινικές, καρδιοπροστατευτικές, νευροπροστατευτικές και αντιδιαβητικές δραστηριότητες, και εφαρμόζεται στη χημειοθεραπεία του καρκίνου.

Συγκεκριμένα, τροφές πλούσιες σε καμφερόλη έχουν συνδεθεί με μείωση του κινδύνου εμφάνισης ορισμένων τύπων καρκίνου, συμπεριλαμβανομένων του δέρματος, του ήπατος και του παχέος εντέρου (Imran *et al.*, 2019).

**Διάγραμμα 8:** Ρουτίνη από την Ανάλυση QTOF σε δείγμα βιολογικού Ιπποφαούς

Η ρουτίνη έχει αποδειχθεί ότι έχει ένα ευρύ φάσμα φαρμακολογικών εφαρμογών λόγω των πολυάριθμων ιδιοτήτων της, συμπεριλαμβανομένων των αντιοξειδωτικών, αντιφλεγμονωδών, καρδιαγγειακών, αντιδιαβητικών και αντικαρκινικών δραστηριοτήτων (Al-Dhabi *et al.*, 2015, A.Perk *et al.*, 2014).

---

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το ιπποφαές είναι πλούσια πηγή πολλών δραστικών ουσιών με ιδιότητες που προάγουν την υγεία. Αυτό το ευρύ φάσμα βιοδραστικών ενώσεων μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη ή τη θεραπεία μιας σειράς παθήσεων, όπως καρδιαγγειακές παθήσεις, διαβήτης, όγκοι, γαστρεντερικές διαταραχές και δερματικά προβλήματα. Το ιπποφαές είναι επομένως ένα εξαιρετικό συμπλήρωμα με το οποίο μπορείτε να εμπλουτίσετε την καθημερινή διατροφή, συμβάλλοντας στην πρόληψη των ασθενειών της ευμάρειας. Επιπλέον, το ιπποφαές παρουσιάζει συνεργιστικά αποτελέσματα όταν συνδυάζεται με άλλα φυτά με ιδιότητες υπέρ της υγείας. Οι αντιμικροβιακές και αντιϊκές ιδιότητες του ιπποφαούς το καθιστούν κατάλληλο για χρήση στην παραγωγή φαρμακευτικών προϊόντων στοχευμένων κατά συγκεκριμένων στελεχών μικροοργανισμών. Λόγω των αντιοξειδωτικών του ιδιοτήτων και της υψηλής διατροφικής του αξίας, το ιπποφαές έχει ήδη βρει πολυάριθμες εφαρμογές σε τρόφιμα, ποτά, συμπληρώματα διατροφής και φάρμακα, ενώ διερευνώνται πολλές ακόμη πιθανές χρήσεις όπως η εφαρμογή στον τομέα της κοσμητολογίας.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- A. Kaufmann, 2014. *Trac. Trends Anal. Chem.* 63: 113.
- A. Malachova, M. Stranska, M. Vaclavikova, C.T. Elliott, C. Black, J. Meneely, J. Hajlova, C.N. Ezekiel, R. Schuhmacher, R. Krska, 2018. *Anal. Bioanal. Chem.* 410: 801.
- A. Malachova, M. Sulyok, E. Beltran, F. Berthiller, R. Krska, 2015. *LC-GC Eur.* 28: 542.
- Malachova, M. Sulyok, E. Beltran, F. Berthiller, R. Krska, J. 2014. Optimization and validation of a quantitative liquid chromatography-tandem mass spectrometric method covering 295 bacterial and fungal metabolites including all regulated mycotoxins in four model food matrices. *Chromatogr. A.* 1362: 145.
- A.N. Kimble, A.P. DeCaprio. 2019. Systematic analysis of novel psychoactive substances. II. Development of a screening/confirmatory LC-QqQ-MS/MS method for 800+ compounds and metabolites in urine. *Forensic Chem.* 16.
- Andersson SC, Olsson ME, Johansson E, Rumpunen K. 2009. Carotenoids in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) berries during ripening and use of pheophytin a as a maturity marker. *J Agric Food Chem.* 57:250-8.
- Araya-Fariasa, M., Macaignea, O., Rattia, C. 2014. On the Development of Osmotically Dehydrated Seabuckthorn Fruits Pretreatments Osmotic Dehydration Post-drying Techniques and Nutritional Quality. *Drying Technol.* 32(7), 813-819.
- Arimboor, R., Venugopalan, V., Sarinkumar, K., Arumughan, C., Sawhney, 2006., Integrated processing of fresh Indian sea buckthorn (*Hippophae Rhamnoides*) berries and chemical evaluation of the products. *R. C. J. Sci.* 86:14.
- Bal, L.M., Meda, V., Naik, S.N., Satya, S., 2011. Sea buckthorn berries: A potential source of valuable nutrients for nutraceuticals and cosmeceuticals. *Food Res Int.* 44, 1718-1727.
- Basu M, Prasad R, Jayamurthy P, Pal K, Arumughan C, Sawhney R. 2007. Anti-atherogenic effects of sea buckthorn seed oil (*Hippophae rhamnoides*). *Phytomedicine.* 14:770-7.
- Bekker, N.P., Glushenkova, A.I., 2001. Components of certain species of the Elaeagnaceae family. *Chem. Nat. Compd.* 37: 97e116.
- Bell, S. Souci-Fachmann-Kraut. 2012. food and nutrition composition tables. *Trends Food Sci. Technol.* 24, 60.
- Beveridge, T., Li, T. S. C., Oomah, D., Smith, A. 1999: Production and synthesis. *J. Agric. Food Chem.* 47(9), 3480.
- Bo, H., Qin, R. 2008. Comparative study on fatty acid compositions in Fructus Hippophae pulp and seed oils. *Food Sci.* 29(5), 378-381.



- Braicu, C., Lodomery, M.R., Chedea, V.S., Irimie, A., Berindan-Neagoe, I., 2013. The relationship between the structure and biological actions of green tea catechins, *Food Chem.* 141(3):3282-9.
- Cenkowski, S., Yakimishen, R., Przybylski, R., Muir, W. E. 2006. Quality of extracted oil from sea buckthorn seeds and pulp. Canada. *Biosyst. eng.* 48: 3.9-3.16
- Chandra, S., Zafar, R., Dwivedi, P., Shinde, L.P., Prita, B., 2018. Pharmacological and nutritional importance of sea buckthorn (*Hippophae*). *J. Pharm. Innov.* 7, 258.
- Chen, A., Feng, X., Dorjsuren, B., Chimedtseren, C., Damda, T.-A., Zhang, C. 2023. Traditional food, modern food and nutritional value of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*): a review. *Journal of Future Foods*, 3(3), 191-205.
- Chiej, R., 1984. The Macdonald Encyclopedia of Medicinal Plants. Macdonald & Co (Publishers) Ltd.
- Dahiya, D., Terpou, A., Dasenaki, M., Nigam, P.S. 2023. Current status and future prospects of bioactive molecules delivered through sustainable encapsulation techniques for food fortification. *Sustainable Food Technol.*
- Ercisli, S., Orhan, E., Ozdemir, O., Sengul, M. 2007. Genotypic effects on chemical composition and antioxidant activity of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) berries grown in Turkey. *Sci.* 115, 27-33.
- Ganatsios, V., Nigam, P., Plessas, S., Terpou, A. 2021. Kefir as a functional beverage gaining momentum towards its health promoting attributes. *Beverages*, 7(3).
- Gao S, Hu G, Li D, Sun M, Mou D. 2020. anti-hyperlipidemic activity of sea buckthorn fruit oil extract through AMPK and Akt signaling pathway in hamster. *J Funct Foods.* 66:103837.
- Ge gotek A, Jastrzab A, Jarocka-Karpowicz I, Muszynska M, Skrzydlewska E. 2018. The effect of hippophae seed oil (*Hippophae rhamnoides L.*) on UV-induced changes in lipid metabolism of human skin cells. *Antioxidants.* 7:110.
- Geetha, S., Sai Ram, M., Singh, V., Ilavazhagan, G., Sawhney, R.C. 2002. Antioxidant and immunomodulatory properties of sea thorn (*Hippophae rhamnoides*) - An *in vitro* study. *J. Ethnopharmacol.* 79.
- Gu Y, Chen X, Fu L. 2008. Preparation of yoghurt mixed with *Hippophae rhamnoides* and tomato. *China Brew.* 29:66-8.
- Gu Y, Chen Z, Fu L. 2008. Development of yoghurt mixed with sea buckthorn and carrot. *China Brew.* 12:113-8.
- Guo C, Han L, Li M, Yu L. 2020. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) freeze-dried powder protects against high-fat diet-induced obesity, lipid metabolism disorders through modulating the intestinal microbiota of mice. *Nutrients.* 12:265.

- H. Suleyman, K. Gumustekin, S. Taysi, S. Keles, N. Oztasan, O. Aktas, K. Altinkaynak, H. Timur, F. Akcay, S. Akar, S. Dane, M. Gul, 2002. *Biol. Pharmacol. Bull.* 25 1133.
- H. Suleyman, L.O. Demirezer, M.E. Buyukokuroglu, M.F. Akcay, A. Gepdiremen, Z.N. Banoglu, F. Gocer, 2001. *Phytother. Res.* 15: 625.
- H. Suleyman, M.E. Buyukokuroglu, M. Koruk, F. Akcay, A. Kizil-tunc, A. Geptiremen, 2001. *Indian J. Pharm.* 33: 77.
- H. Trufelli, P. Palma, G. Famigliani, A. Cappiello, 2011. *Mass Spectrom. Rev.* 30 491.
- H.C. Goel, C.A. Salin, H. Prakash, 2003. Protection of jejunal crypts by RH-3 (a preparation of *Hippophae rhamnoides*) against lethal whole body gamma irradiation. *Phytother. Res.* 17 222.
- Hosseini, A., Razavi, B. M., Banach, M., & Hosseinzadeh, H. 2021. Quercetin and metabolic syndrome: A review. *Phytother. Res.* 35(10):5352-5364.
- I.P. Kumar, S. Namita, H.C. Goel, 2002. Modulation of chromatin organization by RH-3, a preparation of *Hippophae rhamnoides*, a possible role in radioprotection. *Mol. Cell. Biochem.* 238:1.
- Ibáñez, M., Borova, V., Boix, C., Aalizadeh, R., Bade, R., Thomaidis, N.S., Hernández, F. 2017. UHPLC-QTOF MS screening of pharmaceuticals and their metabolites in treated wastewater samples from Athens. *Journal of Hazardous Materials*, 323: 26-35.
- Imran, M., Salehi, B., Sharifi-Rad, J., Aslam Gondal, T., Saeed, F., Imran, A., Estevinho, 2019. L. M. Kaempferol: A Key Emphasis to Its Anticancer Potential. *Molecules*, 24(12): 2277.
- ISA (International Sea Buckthorn Association). 2021. The annual report of international seahorse development for the year 2020. Beijing: China WaterPower Press.
- Jamyansan, Y., Badgaa, D. 2005. Bioactive compounds of Mongolian *Hippophae rhamnoides* L. In *A Multipurpose Wonder Plant*; Daya Publishing House: New Delhi, India, pp. 145-150.
- Kallio, H., Yang, B., Peippo, P., Tahvonen, R., Pan, R. 2002., Triacylglycerols, glycerophospholipids, tocopherols and tocotrienols in berries and seeds of two subspecies (ssp. *sinensis* and *mongolica*) of *Hippophae rhamnoides*. *J. Agric. Food Chem.* 50: 3004-3009.
- Kashyap P, Kumar S, Singh D. 2020. Performance of the antifreeze protein HrCHI4 from *Hippophae rhamnoides* in improving the structure and freshness of green vegetables, beans during cryopreservation. *Food Chem.* 320:126599.
- Ke Dong, Warnakulasuriya M.A.D. Binosh Fernando, Rosalie Durham, Regine Stockmann, Vijay Jayasena. 2021. Nutritional Value, Health-promoting Benefits and Food Application of Sea Buckthorn. *Food Reviews International*, 4: 2122-2137.

- Kim S, Hwang E, Yi S, Song K, Lee H, Heo T. 2017. Sea buckthorn leaf extract inhibits glioma cell growth by reducing reactive oxygen species and promoting apoptosis. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 182:1663-74.
- Krejcarova J., Strakova E., Suchy P., Herzig, I., Karaskova K., 2015. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) as a potential source of nutraceuticals and its therapeutic possibilities: a review. *Acta Vet. Brno*, 84 (3): 257-268.
- Kuhkheil A, Badi H, Mehrafarin A, Abdossi V. 2017. Chemical constituents of hippophae (*Hippophae rhamnoides L.*) fruits in populations of the central Alborz mountains in Iran. *Res J Pharmacogn.* 4:1-12
- Kyriakopoulou, K., Pappa, A., Krokida, M., Detsi, A., Kefalas, P., Chronis, M. 2014. Bioactive Compounds of Sea Buckthorns (*Hippophae Rhamnoides*) Berries and Leaves - Effects of Drying and Extraction Methods. *Acta Hortic.* 1017(1017): 399-406.
- Ladol S, Sharma D. 2021. Effects of Hippophae rhamnoides on neuroprotection and behavioral changes against iron-induced epilepsy. *Epilepsy Res.* 175:106695.
- Lee, M.H., Cho, H.R., Lee, K.G. 2012. Development of hippophae beer using Mongolian hippophae (*Hippophae rhamnoides*) *Fruits Food Eng. Prog.* 16: 129-133.
- Li, T. S. C., McLoughlin, C. 1997. Seahorse production guide, *Pacific Agri-Food Research Centre Peachland.*
- Li, T. S. C., Beveridge, T. H. J., Oomah, B. D. 2003. Sea Buckthorn (*Hippophae Rhamnoides L.*): NRC Research Press: Ottawa.
- Li, T.S., Schroeder, W.R., 1996. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*): a multipurpose plant. *HortTechnology* 6 (4): 370-380.
- Liu H, Yu H, Xia J, Liu L, Liu GJ, Sang H, Peinemann F. 2020. Topical azelaic acid, salicylic acid, nicotinamide, sulphur, zinc and fruit acid (alpha-hydroxy acid) for acne. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* Issue 5. Art. No. CD011368.
- Maftai, N.-M., Aprodu, I., Dinica, R., Bahrim, G. 2013. New fermented functional product based on soy milk and sea buckthorn syrup. *CyTA J. Food* 11: 256-269.
- Majumder S, Zhang L, Smyrk TC, 2015. Diabetes mellitus is associated with an exocrine pancreatopathy that is distinct from chronic pancreatitis. *Proceedings of the 46th Annual Meeting of the American Pancreatic Association*, San Diego, CA, USA. Abstract number 15236.
- Mulati A, Ma S, Zhang H, Ren B, Zhao B, Wang L, 2020. Sea-buckthorn flavonoids alleviate high-fat and high-fructose diet-induced cognitive impairment by inhibiting insulin resistance and neuroinflammation. *J. Agric. Food Chem* 68:5835-46.

- Niesteruk, A., Lewandowska, H., Golub, Z., Swislocka, R., Lewandowski, W. 2013. Let's take an interest in sea buckthorn. Sea buckthorn preparations as food additives and their market assessment in Poland. *Kosmos*. 4: 571-581.
- Nistor O, Bolea C, Andronoiu D, Cotarlet M, Stanciuc N. 2021. Efforts to develop new sugar-based and sugar-free sea buckthorn jams. *Molecules*. 26:3073.
- Olas B. 2016. Sea buckthorn as a source of important bioactive compounds in cardiovascular diseases. *Food Chem Toxicol*. 97:199-204.
- Patel, C. A., Divakar, K., Santani, D., Solanki, H. K., Thakkar, J. 2012. The therapeutic perspective of *Hippophae rhamnoides* Linn. In (*Hippophae*) *ISRN Pharmacology*, 1-6.
- Pop R, Weesepeel Y, Socaciu C, Pintea A, Vincken J, Gruppen H. 2014. Carotenoid composition of berries and leaves from six varieties of Romanian sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Food Chem*. 147:1-9.
- Rafalska, A., Abramowicz, K., Krauze, M. 2017. *Hippophae rhamnoides* (*Hippophae rhamnoides* L.) as a plant for universal application. *World Sci. News* 72.
- Roohbakhsh, A., Karimi, G., Iranshahi, M. 2017. Carotenoids in the treatment of diabetes mellitus and its complications: . *biomed. pharmacother*. 91: 31-42.
- S.J. Lehotay, Y. Sapozhnikova, H.G.J. 2015. *Mol, Trac. Trends Anal. Chem*. 69:62.
- Selvamuthukumar M, Farhath K. 2014. Evaluation of shelf stability of antioxidant-rich sea buckthorn fruit yoghurt. *Int Food Res J*. 21:759-65.
- Skalski B, Rywaniak J, Szustka A, Zuchowski J, Stochmal A, Olas B. 2021. Antiplatelet properties of phenolic and non-polar fractions isolated from various organs of *Elaeagnus rhamnoides* L. a. nelson in whole blood. *Int J Mol Sci*. 22:3282.
- Sun L, Xu X. 2014. Preferred research on the technology and materials of composite sea buckthorn jam. *Storage Proc*. 20:52-4.
- Sun, K., Chen, X.L., Ma, R.J., Li, C., Wang, Q., Ge, S., 2002. Molecular phylogenetics of *Hippophae* L. (*Elaeagnaceae*) based on the internal transcribed spacer (ITS) sequences of nrDNA. *Plant Syst. Evol*. 235: 121-134.
- Terpou, A. 2020. Selected Ethnic Fermented foods of Greece. 1st ed. in: *Fermented Food Products*, (Ed.) N.A. A. Sankaranarayanan, D. Dhanasekaran, *CRC Press. Boca Raton*, pp. 10.
- Terpou, A., Papadaki, A., Lappa, I.K., Kachrimanidou, V., Bosnea, L.A., Kopsahelis, N. 2019. Probiotics in food systems: significance and emerging strategies towards improved viability and delivery of enhanced beneficial value. *Nutrients*, 11:7.
- Terpou, A., Rai, A.K. 2021. Microbial transformation for improving food functionality. in: *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Technologies for Production of Nutraceuticals and Functional Food Products*, pp. 31-45.

- Tkacz K., Wojdylo A., Turkiewicz I., Bobak L., Nowicka P. 2019. Antioxidant and antienzymatic activities of hippophae rhamnoides (*Hippophae rhamnoides L.*) fruits modulated by chemical components. *Antioxidants*. 8:618.
- Upadhyay N., Kumar R., Mandotra S., Meena R., Siddiqui M., Sawhney R. 2009. Safety and healing efficacy of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) seed oil on burn wounds in rats. *Food Chem Toxicol*. 47:1146-53.
- Vilas-Franquesa, A., Saldo, J., Juan, B. 2020. Potential of sea buckthorn-based ingredients for the food and feed industry - A review. *Food Product. process. nutrit.* 2(1), 1-17.
- Wang Z, Zhao F, Wei P, Chai X, Hou G και Meng Q 2022. Phytochemistry, health benefits and food applications of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*): A comprehensive review. *Front. Nutr.*, 6:9:1036295
- Wani, T.A., Wani, S.M., Ahmad, M., Ahmad, M., Gani, A., Masoodi, F.A., 2016. Bioactive profile, health benefits, and safety evaluation of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*): A review. *Cogent Food Agric.* 2 (1): 1128519.
- 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.
- Xu, M., Wang, N., Zhang, W., Wang, J., 2014b. Protective effects of sea buckthorn seed oil against acute alcoholic-induced liver injury in rats. *J. Food Nutr. Res.* 2 (12): 1037-1041.
- Xu, Y., Kaur, M., Dhillon, R., Tappia, P., Dhalla, N. 2011. Health benefits of sea buckthorn for the prevention of cardiovascular disease. *J. Funct. Foods*. 3(1): 2-12.
- Y. Li, H. Liu, 1991 in: Barrish (Eds.), Relevance to Human Cancer of N-Nitroso Compounds, Tobacco Smoke and Mycotoxins, *International Agency for Research on Cancer*, Lyon, France, 568.
- Y. Yang, G. Li, D. Wu, J. Liu, X. Li, P. Luo, N. Hu, H. Wang, Y. Wu, 2020. Trends Food Sci. Technol. 96: 233.
- Yang, B., Kallio, H.P 2002. Composition and physiological effects of sea buckthorn lipids. *Trends Food Sci. Technol.* 13(5): 160-167.
- Yang, B., Kallio, H.P. 2001. Lipid fatty acid composition in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) berries of different origins. *J. Agric. Food Chem.* 49: 1939-1947.
- Zeb, A., 2004. Important therapeutic uses of sea buckthorn (*Hippophae*): a review. *J. Biol. Sci.* 4 (5): 687-693.
- Zheng, J., Yang, B., Trepanier, M., Kallio, H.P. 2012. Effects of genotype, latitude and weather conditions on the composition of sugars, sugar alcohols, fruit acids and ascorbic

acid in sea buckthorn (*Hippophae Rhamnoides Ssp. Mongolica*) berry juice. *J. Agric. Food Chem.* 60(12): 3180-3189