

Received: 11 April 2024 | Accepted: 15 May 2024 | Published: 24 May 2024

Paper presented at the 47th Panhellenic Congress of Aesthetics and Cosmetology (Cosmoestetica)
2-3 March 2024, Athens, Greece

Open Access | Ανασκόπηση

Βιοδραστικές ενώσεις από κόκκινα και καφέ φύκια & η χρήση τους στην αντιμετώπιση της υπερμελάγχρωσης και της ρυτίδωσης του δέρματος

Σεμέλη Ευγενία Σκλιβανάκη¹, Απόστολος Παπαδόπουλος^{1,2,*},
Αθανασία Βαρβαρέσου^{1,2}, Σπυρίδων Παπαγεωργίου^{1,2}¹Τομέας Αισθητικής και Κοσμητολογίας, Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αθήνα Ελλάδα²Ερευνητικό Εργαστήριο Χημείας-Βιοχημείας-Κοσμητολογίας, Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αθήνα Ελλάδα

*Corresponding author

Απόστολος Παπαδόπουλος, Τομέας Αισθητικής και Κοσμητολογίας, Τμήμα Βιοϊατρικών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Πανεπιστημιούπολη Άλσους Αιγάλεω, Αγίου Σπυρίδωνος 28, Τ.Κ. 12243 Αθήνα, Ελλάδα. Tel.: 2105385834
Email: apapdopoulos@uniwa.gr

Περίληψη

Τα φύκια γνωστά και ως άλγεις διαδραματίζουν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια αγορά εδώ και αιώνες. Σύμφωνα με τις μελέτες για τις χρονιές 1994-1995, χρησιμοποιήθηκαν πάνω από 221 είδη φυκιών, 125 είδη στις βιομηχανίες τροφίμων και 101 είδη στις βιομηχανίες καλλυντικών. Η συνολική παραγωγή φυκιών σε ξηρή μάζα ήταν 2,005,459 τόνοι. Γεωγραφικά αυτή φαίνεται πιο έντονη στην Κίνα, την Γαλλία, το Ηνωμένο Βασίλειο και την Ιαπωνία. Ειδικότερα επικράτησαν τα φύκια των ειδών "Laminaria", με ξηρό βάρος 682,581 τόνους, "Porphyra", με ξηρό βάρος 130,614 τόνους "Undaria", ξηρό βάρος 101,708 τόνους και "Gracilaria", με ξηρό βάρος 50,165 τόνους. Στις άλγεις βρίσκονται πολλά διαφορετικά βιοδραστικά συστατικά, ως δευτερογενείς μεταβολίτες, τα οποία φέρουν ποικίλες ιδιότητες. Η εργασία αυτή εστιάζει στην χρήση των φυκιών στις βιομηχανίες καλλυντικών και πιο συγκεκριμένα στα βιοδραστικά συστατικά που βρίσκονται σε κόκκινα και καφέ φύκια, τα οποία μπορεί να φέρουν ιδιότητες κατά της ρυτίδωσης και της υπερμελάγχρωσης καθώς επίσης και στις εκχυλιστικές μεθόδους για την απομόνωσή τους.

Λέξεις κλειδιά

φύκια, άλγεις, πολυσακχαρίτες, πεπτιδία, πιγμέντα, πολυφαινόλες, υπερμελάγχρωση, ρυτίδωση, εκχύλιση

How to cite: Sklivanaki S. E., Papadopoulos A., Varvaresou A., Papageorgiou S. Extraction methods of polysaccharides, peptides, pigments, polyphenols from red and brown algae and their use in the treatment of skin hyperpigmentation and wrinkling. *Epietheorese Klin. Farmakol. Farmakokinet.* 42 (1): 35-42 (2024).
<https://doi.org/10.61873/ZVXJ7867>

Copyright: © 2024 by the authors.Licensee PHARMAKON-Press, Athens, Greece.
This is an open access article published under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution](#) (CC BY) license.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα φύκια, ή αλλιώς άλγεις (algae), αποτελούν ένα ετερογενές σύνολο οργανισμών που ανήκουν στην χλωρίδα της γης. Ο όρος "Alga" (φύκος), προέρχεται από την αρχαία ελληνική γλώσσα και σημαίνει θαλασσινό νερό. Το 1754 ο Carl Von

Publisher note: PHARMAKON-Press stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Linne διέκρινε το βασίλειο των φυτών σε 25 τάξεις, εκ των οποίων οι άλγεις ανήκουν στην τάξη "Cryptogamia". Βασικό χαρακτηριστικό των φυτών της "Cryptogamia", είναι τα κρυφά αναπαραγωγικά τους όργανα [1,2,3]. Ανήκουν στις "κατώτερες" μορφές φυτών εξελικτικά, καθώς παρουσιάζουν μικρότερη οργάνωση και διαφοροποίηση, σε σύγκριση με τα χερσαία φυτά. Παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία, ως προς το μέγεθος τους, με βασική διαφοροποίηση σε μικροάλγεις και μακροάλγεις. Είναι στην πλειοψηφία τους αυτότροφοι ευκαρυώτες και τρέφονται με φωτοσύνθεση. Ακόμα αναπαράγονται σεξουαλικά ή/και μη σεξουαλικά. Ο θεμελιώδης διαχωρισμός των άλγεων γίνεται με βάση τα φωτοαπορροφητικά πιγμέντα που περιέχουν τα οποία και τους προσδίδουν το χρώμα τους. Οι βασικές κατηγορίες στις οποίες διαφοροποιούνται, είναι τα Κυανόφυτα (Cyanophyta), οι πράσινο-μπλε άλγεις, τα Ροδόφυτα (Rhodophyta), οι κόκκινες άλγεις, οι καφέ άλγεις (Phaeophyceae) και τα Χλωρόφυτα (Chlorophyta), οι πράσινες άλγεις. Το πράσινο χρώμα οφείλεται στην χλωροφύλλη, το κόκκινο στην φυκοερυθρίνη, το μπλε στην φυκοκυανίνη και το καφέ στην φυκοξανθίνη [2,3].

Από την αρχαιότητα οι άλγεις χρησιμοποιούνταν στους τομείς της διατροφής, της φαρμακευτικής και της κοσμητολογίας. Τα είδη που έχουν εφαρμογή είναι κυρίως οι άλγεις "Gracilaria lichenoides", "Laminaria saccharina" και "Porphyra tenera". Τα πρώτα αποτυπώματα άλγεων βρίσκονται σε κινέζικα βιβλία ήδη από το 800 π.Χ.. Το 3000 π.Χ. είχε πραγματοποιηθεί η πρώτη χρήση φυκών στην κοσμητολογία, ειδικότερα του καφέ φυκιού "Fucus vesiculosus". Στη Χαβάη το 1000-1300 μ.Χ. χρησιμοποιήθηκαν υδατικά εκχυλίσματα κατά της δυσκοιλιότητας από την άλγη του είδους "Centroceras corrallophiloides". Στην Ευρώπη τον 18ο αιώνα παρασκευάστηκαν αντιπαρασιτικά φάρμακα από το καφέ φύκι του είδους "Laminaria". Στην Κίνα τον 19ο αιώνα κυκλοφόρησαν στην αγορά εκχυλίσματα της κόκκινης άλγης "Digena simplex" για την θεραπεία της προσβολής από εντερικά παράσιτα, υπό την εμπορική ονομασία "Helminol". Στον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο οι άλγεις είχαν εφαρμογή ως πηγή τροφής και πιο συγκεκριμένα του είδους "Chondrus crispus", ως μαλακτικό, από τους στρατιώτες για τον ερεθισμό στο ανώτερο αναπνευστικό από τοξικά αέρια. Τέλος οι άλγεις των ειδών "Gelidium cartilagineum", "Dictyopteris polypodioides", "Laminaria saccharina" και "Chondrus crispus", χορηγούνται στην Ιαπωνία και τη Μεσόγειο, κατά της διάρροιας και των διαταραχών του ουροποιητικού συστήματος [4].

2. ΕΙΔΗ ΑΛΓΕΩΝ

Οι κόκκινες άλγεις αναπτύσσονται ως μονοκύτταροι οργανισμοί, νηματοειδείς μορφές, συναθροίσεις νηματοειδών και ελάσματα κυττάρων. Βρίσκονται σε πλεόνασμα ως μακροάλγεις σε θαλάσσιους βιοτόπους. Διαφοροποιούνται σε 5000-5500 διαφορετικά είδη και 500 - 600 γενιές. Οι φωτοαπορροφητικές χρωστικές που περιέχουν είναι η χλωροφύλλη α, τα καροτένια α και β, κάποιες ξανθοφύλλες και φυκοβολίνες. Οι χλωροπλάστες περιβάλλονται από μεμβράνη υπό μορφή διπλοστιβάδα, που ονομάζεται φάκελος και το DNA βρίσκεται οργανωμένο σε πληθυσμό μικρών νουκλεοειδών, μέσα στους χλωροπλάστες. Οι κόκκινες άλγεις έχουν σεξουαλικούς κύκλους αναπαραγωγής και παρουσιάζουν ιδιαίτερη συγγένεια με την πράσινη άλγη και τα φυτά της ξηράς [1,3].

Οι καφέ άλγεις αποτελούν μια τάξη των ετεροκοντόφυτων, η οποία οργανώνεται σε 256 γενιές και 1500 - 2000 διαφορετικά είδη. Είναι στην πλειοψηφία τους πολυκύτταροι οργανισμοί και παρουσιάζουν μεγάλο εύρος δομικών και μορφολογικών χαρακτηριστικών. Χαρακτηριστικά παραδείγματα καφέ άλγεων αποτελούν τα είδη "Macrosystis" και "Nereocystis", τα οποία βρίσκονται στον βυθό ειρηνικού ωκεανού, σε βάθος 30-60 μέτρα. Οι χλωροπλάστες μπορούν να λάβουν μορφή δισκοειδή ή κορδέλας. Το χρώμα τους οφείλεται στην φυκοξανθίνη και οι επιπλέον φωτοαπορροφητικές χρωστικές που περιέχουν είναι οι ξανθίνες: "violaxanthin", "antheraxanthin", "neoxanthin", "diadinoxanthin" και "diatoxanthin", το β-καροτένιο και οι χλωροφύλλες α, c1 και c2. Τα τοίχωμα των κυττάρων τους κατασκευάζονται από μικροϊνίδια σελουλόζης και συναντώνται κυρίως σε θαλάσσιους βιοτόπους, ενώ σπάνια σε γλυκά νερά. Ειδικότερα οι καφέ άλγεις βρίσκονται σε ρηχά νερά και προσκολλημένες σε βράχους. Τέλος έχουν χαμηλή βιοδιαθεσιμότητα σε σχέση με τις κόκκινες άλγεις και τα χερσαία φυτά [1].

Οι υπόλοιπες βασικές κατηγορίες άλγεων είναι οι εξής: Τα Κυανοβακτήρια "Cyanobacteria" είναι φωτοσυνθετικοί, προκαρυωτικοί, κυρίως μονοκύτταροι οργανισμοί που βρίσκονται σε θάλασσες, γλυκά νερά και χερσαία οικοσυστήματα. Η Πράσινη Άλγη "Green Algae" αποτελεί πηγή τροφής για τα ζώα των υδάτινων βιοτόπων. Τα Γλαυκόφυτα "Glaucophytes" είναι ευκαρυωτικά, μονοκύτταρα μαστιγοφόρα, που βρίσκονται σε γλυκά νερά. Τα Ευγλενοειδή "Euglenoids" είναι ετερότροφοι μαστιγοφόροι μονοκύτταροι οργανισμοί, που βρίσκονται σε γλυκά νερά και θάλασσες. Οι Κρυπτομονάδες "Cryptomonads", είναι μονοκύτταρα μαστιγοφόρα, που βρίσκονται σε θάλασσες και γλυκά νερά. Τα Απτόφυτα

“Haptophytes” είναι μονοκύτταροι (μαστιγοφόροι ή μη) οργανισμοί, που βρίσκονται σε θάλασσες και γλυκά νερά. Τα Χλωραχνιόφυτα “Chlorarachniophytes”, είναι μονοκύτταροι θαλάσσιοι οργανισμοί, με μικρότερο πληθυσμό. Τα Δινομαστιγοφόρα “Dinoflagellates” είναι μονοκύτταρα μαστιγοφόρα, τα οποία βρίσκονται κυρίως σε θάλασσες (50% άχρωμοι ετερότροφοι - 50% φωτοσυνθετικά πλαστίδια). Οι Φωτοσυνθετικές Στραμενοπίλες “Photosynthetic stramenopiles”, παρουσιάζουν σωματότυπα από διάτομα έως και τεράστια φύκια πολλών μέτρων [1,3].

3. ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΑΛΓΕΩΝ

Οι πολυσακχαρίτες (Πίνακας 1) αποτελούν την μεγαλύτερη ομάδα ενεργών μεταβολιτών που παράγονται από τις άλγεις, πιο συγκεκριμένα, γύρω στο 60%-70% του συνόλου των βιοδραστικών συστατικών τους. Οι κατηγορίες πολυσακχαριτών που συναντάμε στις άλγεις είναι οι αλγινικές ενώσεις (alginates), οι καραγενάνες (carrageenans) οι θειούχοι πολυσακχαρίτες (ulvans), οι φουκοειδίνες (fucoidans), η λαμαρίνη (laminaran) και το άγαρ (agar). Οι αλγινικές

ενώσεις βρίσκονται κυρίως στις άλγεις των ειδών “Laminaria sp.”, “Macrocystis sp.”, “Durvillea sp.” και “Lessonia sp.” και δρουν ως πηκτωματοποιητές, ενυδατικοί, επουλωτικοί παράγοντες και χηλικοί παράγοντες. Οι καραγενάνες, είναι κολλοειδή, τα οποία βρίσκονται σχεδόν αποκλειστικά στις κόκκινες άλγεις του είδους “Chondrus crispus” και εφαρμόζονται στην κοσμητολογία ως πηκτωματοποιητές, προστατευτικά κολλοειδή και για την δημιουργία γέλης (gelling agents). Οι θειούχοι πολυσακχαρίτες βρίσκονται κυρίως στις άλγεις “Ulva armoricana”, “Ulva lactuca”, “Ulva rotundata” και “Ulva rigida” και φέρουν αντιοξειδωτικές, ενυδατικές και χηλικές ιδιότητες. Οι φουκοειδίνες παράγονται από καφέ άλγεις (π.χ. “Fucus vesiculosus”, “Ascophyllum nodosum”, “Undaria pinnatifida” και “Ecklonia cava”) και δρουν ως αντιοξειδωτικοί, αντιφλεγμονώδεις, αντιγηραντικοί, αντικυτταριδικοί παράγοντες. Η λαμαρίνη βρίσκεται αποκλειστικά στις άλγεις του είδους “Laminaran sp.” και έχει αντιοξειδωτική δράση. Το άγαρ βρίσκεται κυρίως στις άλγεις των ειδών “Euचेuma sp.”, “Gracilaria sp.”, “Gelidium sp.” και χρησιμοποιείται στην κοσμητολογία ως πηκτωματοποιητής και σταθεροποιητής γαλακτωμάτων [8,9].

Πίνακας 1: Κατηγορίες Πολυσακχαριτών

Κατηγορία Πολυσακχαριτών	Είδος Άλγης	Εφαρμογές
Αλγινικές ενώσεις (alginates)	<ul style="list-style-type: none"> Laminaria sp. (species) Macrocystis sp. Durvillea sp. Lessonia sp. 	Πηκτωματοποιητές
		Ενυδατικές ιδιότητες
		Χηλικές ενώσεις
		Επουλωτικές ιδιότητες
Καραγενάνες (carrageenans)	<ul style="list-style-type: none"> Chondrus crispus 	Πηκτωματοποιητές
		Προστατευτικά κολλοειδή
		Δημιουργία γέλης
Θειούχοι πολυσακχαρίτες (ulvans)	<ul style="list-style-type: none"> Ulva armoricana Ulva lactuca Ulva rotundata Ulva rigida 	Ενυδατικές ιδιότητες
		Αντιοξειδωτικοί παράγοντες
		Χηλικές ενώσεις
Φουκοειδίνες (fucoidans)	<ul style="list-style-type: none"> Fucus vesiculosus Ascophyllum nodosum Undaria pinnatifida Ecklonia cava 	Αντιοξειδωτικά
		Αντιφλεγμονώδη
		Αντιγηραντικά
		Αντικυτταριδικά
Λαμαρίνη (laminarans)	<ul style="list-style-type: none"> Laminaria sp. 	Αντιοξειδωτικά
Άγαρ (agar)	<ul style="list-style-type: none"> Euचेuma sp. Gracilaria sp. Gelidium sp. 	Πηκτωματοποιητές
		Σταθεροποιητές γαλακτωμάτων

Οι βασική κατηγορία των πρωτεϊνών (Πίνακας 2) που συναντάται στις άλγεις είναι οι λεκτίνες (ένζυμα), οι οποίες έχουν αντικαρκινικές, αντιβακτηριδιακές, αντιφλεγμονώδεις και αντιικές ιδιό-

τητες. Μια άλλη κατηγορία είναι οι φουκοβολίνες (αντφλεγμονώδη, αντικαρκινικά, αντιοξειδωτικά). Στις πράσινο-μπλε άλγεις του είδους “Spirulina sp.”, συναντάμε την φουκοβολίνη φουκοκυανίνη, η

οποία δρα με προώθηση της αναπαραγωγής των κυττάρων. Από τις κόκκινες άλγεις ("Rhodella sp.", "Porphyridium sp.", "Portieria sp." και "Galdieria sp") παράγεται η φυκοβολίνη φυκοερυθίνη, η οποία δρα ως αντιοξειδωτικό. Ακόμα στις άλγεις

βρίσκονται και ελεύθερα αμινοξέα. Το γλουταμικό και το ασπαρτικό οξύ συναντώνται στις περισσότερες άλγεις, ενώ οι θρεονίνη, η βαλίνη, η λυσίνη, η γλυκίνη και η αλανίνη, συναντώνται κυρίως στις καφέ άλγεις [5,6,7,10].

Πίνακας 2: Κατηγορίες Πρωτεϊνών και Ελεύθερα Αμινοξέα

Κατηγορία ουσιών		Είδος Άλγης	Εφαρμογές
Πρωτεΐνες	Ελεύθερα αμινοξέα		
Λεκτίνες	-	<i>Eucheuma serra</i>	Αντικαρκινικές ιδιότητες Αντιβακτηριακές ιδιότητες
Φυκοβολίνες (Φυκοκιανίνη, Φυκοερυθίνη)	-	<i>Spirulina sp.</i> <i>Porphyridium sp.</i>	Αντιοξειδωτικά Αντιφλεγμονώδη
-	Θρεονίνη, βαλίνη, λυσίνη, γλυκίνη, αλανίνη	Καφέ άλγεις	Ενυδατικά Μαλακτικά

Οι κατηγορίες των πολυφαινολών (Πίνακας 3) που παράγονται από άλγεις, είναι οι φλωροταννίνες, που βρίσκονται σχεδόν αποκλειστικά στις καφέ άλγεις και οι βρωμοφαινόλες, τα φλαβονοειδή, τα φαινολικά οξέα και τα "Mycosporine-like aminoacids" (MAA), τα οποία βρίσκονται στις κόκκινες άλγεις. Οι φλωροταννίνες και τα φαινολικά τερπενοειδή έχουν αντικαρκινικές, αντιβα-

κτηριακές, αντιμικροβιακές, αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. Οι βρωμοφαινόλες φέρουν αντιμυκητιασικές, αντιοξειδωτικές αντιικές ιδιότητες, τα φλαβονοειδή έχουν αντιδιαβητικές, αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες και τα MAA παρουσιάζουν αντικαρκινικές, φωτοπροστατευτικές, αντιφλεγμονώδεις και αντιοξειδωτικές ιδιότητες [5,6,11].

Πίνακας 3: Ιδιότητες Πολυφαινολών

Βιοδραστικές ιδιότητες	Πολυφαινόλες				
	Φλωροταννίνες	Βρωμοφαινόλες	Φλαβονοειδή	Φαινολικά Τερπενοειδή	MAA
Αντικαρκινικές	X	X		X	X
Αποσμητικές				X	
Αντιμικροβιακό	X	X		X	
Αντιοξειδωτικές	X	X	X	X	X
Ανάπλαση δέρματος					X
Φωτοπροστατευτικές	X				X
Αντιφλεγμονώδεις	X		X	X	X

Τα λιπίδια (Πίνακας 4) βρίσκονται σε χαμηλότερα ποσοστά συγκεντρώσεων στις άλγεις, συγκεκριμένα αποτελούν το 1-5% του ξηρού βάρους του. Στις άλγεις συναντάμε λιπαρά οξέα, γλυκερολιπίδια και φυτοστερόλες. Τα λιπαρά οξέα λαμβάνονται κυρίως από τις άλγεις των ειδών "Spirulina platensis", "Porphyra umbilicalis", "Crypthecodinium cohnii" και "Chondrus crispus"

και δρουν ως μαλακτικά, αντιοξειδωτικά, αντιφλεγμονώδη και αντιμικροβιακά. Τα γλυκρολιπίδια βρίσκονται στην άλγη "Chondria armata" και έχουν αντιμικροβιακή δράση. Οι φυτοστερόλες παράγονται κυρίως από την κόκκινη άλγη "Porphyra dentante" και έχουν αντιμικροβιακές, αντιφλεγμονώδεις και αντιοξειδωτικές ιδιότητες [5,6,7].

Πίνακας 4: Κατηγορίες Λιπιδίων

Λιπίδια	Άλγεις	Εφαρμογές
Λιπαρά οξέα	<ul style="list-style-type: none"> Spirulina platensis Porphyra umbilicalis Cryptocodinium cohnii Chondrus crispus 	Μαλακτικά
		Αντιοξειδωτικά
		Αντιφλεγμονώδη
		Αντιμικροβιακά
Γλυκερολιπίδια	<ul style="list-style-type: none"> Chondria armata 	Αντιμικροβιακά
Φυτοστερόλες	<ul style="list-style-type: none"> Porphyra dentante 	Αντιαλλεργικά
		Αντιφλεγμονώδη
		Αντιοξειδωτικά

Τα φωτοαπορροφητικά πιγμέντα (Πίνακας 5) που περιέχονται στις άλγεις, είναι εκείνα που τους προσδίδουν το χρώμα τους. Οι κατηγορίες πιγμένων που συναντάμε στις άλγεις είναι: Οι χλωροφύλλες, τα καροτενοειδή και οι φυκοβολίνες. Οι χλωροφύλλες(α, β, c, d), έχουν

αντιοξειδωτικές, αντιβακτηριδιακές και αποσμητικές ιδιότητες. Τα καροτενοειδή, τα οποία διακρίνονται περαιτέρω σε καροτένια και ξανθοφύλλες, καθώς και οι φυκοβολίνες, έχουν κυρίως αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες [5,6,7].

Πίνακας 5: Κατηγορίες Πιγμένων

Κατηγορία Πιγμένων	Εφαρμογές
Χλωροφύλλες α,β,c,d	Αντιοξειδωτικό
	Αντιβακτηριδιακό
	Αποσμητικό
	Χρωματισμός
Καροτενοειδή	Αντιοξειδωτικό
	Αντιφλεγμονώδες
	Χρωματισμός
Φυκοβολίνες	Χρωματισμός
	Αντιφλεγμονώδες
	Αντιοξειδωτικό

4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΧΥΛΙΣΗΣ

Enzyme-Assisted Extraction (EAE): Περιλαμβάνει την εφαρμογή υδρολυτικών ενζύμων, τα οποία αποικοδομούν το τοίχωμα της κυτταρικής μεμβράνης "cell wall degrading enzymes" σε συγκεκριμένες συνθήκες pH και θερμοκρασίας όπου και απελευθερώνεται το επιθυμητό βιοδραστικό. Είναι συμβατή με τα περισσότερα βιοδραστικά μόρια και στην περίπτωση των άλγεων χρησιμοποιείται για την εκχύλιση φυκοειδίων, "ulvans", πρωτεϊνών, λιπίδια, φαινολικές ουσίες [12,13].

Microwave assisted extraction (MAE): Το διαλυτοποιημένο δείγμα θερμαίνεται από δύο αυτούσιους μηχανισμούς, οι οποίοι δημιουργούνται από τα μικροκύματα και αυξάνουν την θερμότητα με αποτέλεσμα την αύξηση της διαλυτότητας των βιοδραστικών συστατικών. Στις άλγεις με MAE εκχυλίζονται καροτενοειδή και φυκοειδίνες ενώσεις [12,14,15].

Ultrasound-Assisted Extraction (UAE): Το δείγμα βρίσκεται βυθισμένο σε υγρό μέσο και εφαρμόζονται σε αυτό υπέρηχα κύματα και αυξημένη πίεση. Το φαινόμενο ονομάζεται "cavitation" και οδηγεί σε διάσπαση του τοι-

χώματος των άλγεων και απελευθέρωση των βιοδραστικών ενώσεων. Χρησιμοποιείται για την εκχύλιση φαινολικών ουσιών, πρωτεϊνών, πολυσακχαριτών και καραγενάνων [12,13,16].

Pressurized Liquid Extraction (PLE): Εφαρμόζονται στο δείγμα σταθερή θερμοκρασία (50 – 200 °C) και πίεση (3.5 – 20 Mpa), με αποτέλεσμα την αύξηση της διαλυτότητας και του ρυθμού μεταφοράς μάζας. Στις άλγεις με PLE, εκχυλίζονται κυρίως φαινολικές ενώσεις, φουκοειδίνες, αλγινάτες, άγαρ και ελεύθερα αμινοξέα [12,13].

Supercritical Fluid Extraction (SFE): Περιλαμβάνει την χρήση υπερκρίσιμων ρευστών (Μη πολικό: CO₂ / Πολικό: συνδιαλύτες: αιθανόλη, προπυλένιο, ακετόνη), τα οποία διαθέτουν καλύτερες ιδιότητες μεταφοράς μάζας. Στις άλγεις με SFE εκχυλίζονται αντιοξειδωτικά, πολυφαινόλες, λιπαρά οξέα και φουκοξανθίνη [12,13].

5. ΠΑΘΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΔΕΡΜΑΤΟΣ ΚΑΙ Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΜΕ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΩΝ ΚΑΦΕ-ΚΟΚΚΙΝΩΝ ΦΥΚΙΩΝ

5.1. Υπερμελάγχρωση

Η υπερμελάγχρωση αφορά παθήσεις που σχετίζονται με την αύξηση της ποσότητας της μελανίνης. Η αύξηση αυτή μπορεί να οφείλεται είτε στην επίδραση υπεριώδους ακτινοβολίας, είτε σε αυξημένη παραγωγή ορμονών, κυρίως των μελανοτροπικών α-, β- και γ-. Οι βασικές πρωτοπαθείς διαταραχές της μελάγχρωσης είναι οι εφηλίδες, οι ηλιακές υπερχρώσεις, οι σκούρες κηλίδες και το μέλασμα. Οι δευτεροπαθείς διαταραχές της μελάγχρωσης είναι η μεταφλεγμονώδης υπερμελάγχρωση και η υπερμελάγχρωση Berloque. Τα βιοδραστικά συστατικά που λαμβάνονται από κόκκινες και καφέ άλγεις και εφαρμόζονται κατά της μελάγχρωσης, είναι κυρίως πολυφαινόλες, ειδικότερα οι φλωροταννίνες, η φουκοειδίνη και η φουκοξανθίνη. Οι ουσίες αυτές δρουν είτε με αναστολή της παραγωγής της μελανίνης, είτε με αναστολή της τυροσινάσης και άλλων ενζύμων, που συμμε-

τέχουν στην βιοσυνθετική οδό της μελανίνης [18,19].

5.2. Ρυτίδωση

Ρυτίδες ονομάζονται οι πτυχές που σχηματίζονται στο δέρμα με την πάροδο του χρόνου, από τις συσπάσεις των υποκείμενων ιστών. Καθώς οι άνθρωποι ενηλικιώνονται αναστέλλονται οι κυτταρικές λειτουργίες τους και γίνεται πιο λεπτό το δέρμα τους. Οι ρυτίδες οφείλονται στην έλλειψη της ελαστικότητας του δέρματος, που προκαλείται από εσωτερικούς και εξωτερικούς παράγοντες. Ακόμα οι ίνες κολλαγόνου και ελαστίνης, φθείρονται με αποτέλεσμα να περιορίζεται ο πολλαπλασιασμός τους με την πάροδο του χρόνου. Τα βιοδραστικά συστατικά που λαμβάνονται από κόκκινες και καφέ άλγεις και εφαρμόζονται κατά της ρυτίδωσης, είναι κυρίως φλωροταννίνες, πολυσακχαρίτες, φουκοξανθίνη και ΜΑΑ. Οι ουσίες αυτές δρουν αντιοξειδωτικά, με δέσμευση οξειδωτικών παραγόντων, όπως είναι οι ελεύθερες ρίζες οξυγόνου (ROS), με προώθηση της σύνθεσης κολλαγόνου και με την αναστολή έκφρασης ενζύμων (π.χ. MMP), τα οποία σχετίζονται με την αποδόμηση του κολλαγόνου [18,20].

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ





Τα φύκια αποτελούν πλούσια και διαθέσιμη πηγή φυσικών χημικών ουσιών. Ειδικότερα τα καφέ και κόκκινα φύκια, χαρακτηρίζονται από μεγάλη ποικιλομορφία βιοδραστικών συστατικών. Αυτά χαρακτηρίζονται από διάφορες ιδιότητες, ιδιαίτερα ευεργετικές για τον άνθρωπο, οι οποίες είναι μεταξύ άλλων, αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, ανάπλασης κυττάρων και αντιβακτηριδιακές. Τα οφέλη τους έχουν αναγνωριστεί από την αρχαιότητα και χρησιμοποιούνται όλο και πιο συχνά την σύγχρονη εποχή, στους τομείς της διατροφής, της ιατρικής και της κοσμητολογίας.

CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

The authors declare no conflicts of interest.

Open Access | [Review](#)

Extraction methods of polysaccharides, peptides, pigments, polyphenols from red and brown algae and their use in the treatment of skin hyperpigmentation and wrinkling

Semeli Evgenia Sklivanaki¹ , Apostolos Papadopoulos^{1,2,*} , Athanasia Varvaressou^{1,2} , Spiridon Papageorgiou^{1,2} 

¹Division of Aesthetics & Cosmetic Science, Department of Biomedical Sciences, University of West Attica, Athens, Greece

²Research Laboratory of Chemistry- Biochemistry - Cosmetology (ChemBiochemCosm), Department of Biomedical Sciences, University of West Attica, Athens, Greece

***Corresponding author**

Apostolos Papadopoulos, Department of Biomedical Sciences, School of Health and Care Sciences, University of West Attica, 28 Ag. Spyridonos Str., Panepistimioupolis Egaleo Park, 12243 Athens, Greece

Email: apapadopoulos@uniwa.gr

ABSTRACT

The phenomenon of longevity and healthy aging as well as the factors that can slow down or even prevent the appearance of pathological conditions related to aging is a subject of interest in modern biology and medical research. In this context, a series of clinical and biochemical indicators are recorded and evaluated, as well as a wide variety of cellular aging biomarkers that include molecular signals and biomolecules at the proteomic, metabolomic, genomic and epigenetic level. The use of biomarkers to assess biological aging can help predict life expectancy and quality of life. The reliability of various biomarkers of aging should also be tested for validity against clinical markers of aging, such as frailty, loss of (physical) function, chronic diseases and disabilities.

KEYWORDS

longevity, healthy aging, cellular aging biomarkers, life expectancy

REFERENCES

1. Van Den Hoek C., Mann D.G., Jahns H.M. Algae: an introduction to phycology. Cambridge University Press. 9-16 (1995).
2. Ζάχου Δήμητρα. Τα φύκια στον τομέα της Αισθητικής - Κοσμητολογίας και Διατροφής. Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Σχολή Επαγγελματιών Υγείας και Πρόνοιας, Τμήμα Αισθητικής - Κοσμητολογίας. Θεσσαλονίκη (2007).
3. Graham L. E., Graham J. M., Wilcox L. W. Algae (Second). San Francisco: Benjamin Cummings. (2009).
4. Maryam Anis; Salman Ahmed; Mohtasheem Hasan. Algae as nutrition, medicine and cosmetic: The forgotten history, present status and future trends. *WJPPS* 6(6): 1934-1959 (2017).
5. Bedoux G., Hardouin K., Burlot A.S., Bourgougnon N. Bioactive Components from Seaweeds: Cosmetic Applications and Future Development. *Adv. Bot. Res.* 71: 345-378 (2014). DOI: [10.1016/B978-0-12-408062-1.00012-3](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408062-1.00012-3)
6. Fabrowska J., Łęska B., Schroeder G., Messyas B., Pikosz M. Biomass and Extracts of Algae as Material for Cosmetics. *Marine Algae Extracts: Processes, Products, and Applications*. First Edition (2015). DOI: [10.1002/9783527679577.ch38](https://doi.org/10.1002/9783527679577.ch38)
7. Mena F., Wijesinghe U., Thiripuranathar G., Althobaiti N.A, Albalawi A.E, Ali Khan B., Mena B. Marine Algae-Derived Bioactive Compounds: A New Wave of Nanodrugs? (2021). DOI: [10.3390/md19090484](https://doi.org/10.3390/md19090484)
8. Couteau C., Coiffard L. Seaweed Application in Cosmetics. *Seaweed in Health and Disease Prevention*, chapter 14: 423-439 (2016).
9. Kordjazi M., Etemadian Y., Shabanpour B., Pourashouri P. Chemical composition antioxidant and antimicrobial activities of fucoidan extracted from two species of brown seaweeds (*Sargassum ilicifolium* and *Sargassum angustifolium*) around Qeshm Island, Iran. *J. Fish. Sci.* 18(3): 457-475 (2019). DOI: [10.22092/JFS.2018.115491](https://doi.org/10.22092/JFS.2018.115491)
10. Maliki I. M., Misson M., Teoh P. L., Rodrigues K. F. & Yong W. T. L. Production of Lectins from Marine Algae: Current Status, Challenges, and Opportunities for Non-Destructive Extraction. *Mar. Drugs.* 20(2): 102 (2022). DOI: [10.3390/md20020102](https://doi.org/10.3390/md20020102)
11. Cotas J., Leandro A., Monteiro P., Pacheco D., Figueirinha A., Gonçalves A. M. M., Pereira L. Seaweed Phenolics: From Extraction to Applications. *Mar. Drugs.* 18(8): 384 (2020). DOI: [10.3390/md18080384](https://doi.org/10.3390/md18080384)
12. Kadam S. U., Tiwari B. K., O'Donnell C. P. Application of novel extraction technologies for bioactives from marine algae. *J. Agric. Food Chem.* 61(20) 4667-4675. (2013). DOI: [10.1021/jf400819p](https://doi.org/10.1021/jf400819p)
13. Matos G. S., Pereira S. G., Genisheva Z. A., Gomes A. M., Teixeira J. A., Rocha C.M.R. Advances in Extraction Methods to Recover Added-Value Compounds from Seaweeds: Sustainability and Functionality. *Foods* 10(3): 516 (2021). DOI: [10.3390/foods10030516](https://doi.org/10.3390/foods10030516)
14. Gupta A. K., Set, K., Maheshwari K., Baroliya P. K., Meena M., Kumar A., Vinayak V. Harish. Biosynthesis and extraction of high-value carotenoid from algae. *Frontiers in bioscience* (Landmark edition). 26(6): 171-190 (2021).

DOI: [10.52586/4932](https://doi.org/10.52586/4932)

15. Eskilsson C.S., Björklund, E. Analytical-scale microwave-assisted extraction. *J. Chromatogr. A.* 902(1): 227–250. (2000).

DOI: [10.1016/s0021-9673\(00\)00921-3](https://doi.org/10.1016/s0021-9673(00)00921-3)

16. Carreira-Casais, A., Otero, P., Garcia-Perez, P., Garcia-Oliveira, P., Pereira, A. G., Carpena, M., Soria-Lopez, A., Simal-Gandara, J. & Prieto, M. A. Benefits and Drawbacks of Ultrasound-Assisted Extraction for the Recovery of Bioactive Compounds from Marine Algae. *Int. J. Env. Res. Pub. He.* 18(17): 9153 (2021).

DOI: [10.3390/ijerph18179153](https://doi.org/10.3390/ijerph18179153)

17. Alvarez-Rivera, G., Bueno, M., Ballesteros-Vivas, D., Mendiola J. A., Ibañez E. Pressurized Liquid Extraction. *Liquid-Phase Extraction.* 375–398 (2020).

DOI: [10.1016/b978-0-12-816911-7.00013-x](https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816911-7.00013-x)

18. Thiyagarasaiyar K., Goh B.H., Jeon Y.J., Yow Y.Y. Algae Metabolites in Cosmeceutical: An Overview of Current Applications and Challenges. *Mar. Drugs* 18(6): 323 (2020).

DOI: [10.3390/md18060323](https://doi.org/10.3390/md18060323)

19. Pandya A.G. MD, Guevara I.L. MD. Disorders of hyperpigmentation. *Dermatol. Clin.* 18(1): 91-98 (2000).

DOI: [10.1016/S0733-8635\(05\)70150-9](https://doi.org/10.1016/S0733-8635(05)70150-9)

20. Thomas J.R., Dixon T.K., Bhattacharyya T.K. Effects of Topicals on the Aging Skin Process. *Facial Plast. Surg. Clin.* 21(1): 55-60 (2013).

DOI: [10.1016/j.fsc.2012.11.009](https://doi.org/10.1016/j.fsc.2012.11.009)