

VI TẢO - NGUỒN NGUYÊN LIỆU TIỀM NĂNG CHO QUÁ TRÌNH TRÍCH LY CÁC HỢP CHẤT CÓ HOẠT TÍNH SINH HỌC CAO

Nguyễn Thị Liên⁽¹⁾, Nguyễn Thanh Tuyền⁽¹⁾

(1) Trường Đại học Thủ Dầu Một

Ngày nhận bài 02/02/2020; Ngày gửi phản biện 18/03/2020; Chấp nhận đăng 27/05/2020

Liên hệ email: liennt@tdmu.edu.vn

<https://doi.org/10.37550/tdmu.VJS/2020.02.028>

Tóm tắt

Vi tảo là một nguồn giàu carbohydrate, lipid, protein, enzyme và chất xơ. Bên cạnh đó, nhiều loại vitamin và khoáng chất, vitamin A, C, B₁, B₂, B₆, B₃, iốt, kali, sắt, magiê và canxi dồi dào trong tảo. Ngày nay, vi tảo được tiêu thụ trên toàn thế giới bởi giá trị dinh dưỡng mà nó mang lại. Một số vi tảo được chú ý nhất là tảo lục (*Chlorophyceae*), *Chlorella vulgaris*, *Haematococcus pluvialis*, *Dunaliella salina* và *Spirulina platensis* được thương mại hóa rộng rãi và được sử dụng chủ yếu là bổ sung dinh dưỡng cho con người như làm thuốc bổ, chữa bệnh, vitamin và tăng cường sức khỏe. Bài tổng quan này nhằm giới thiệu về một số loại vi tảo đã được thương mại hóa và chiết xuất thành công các hợp chất sinh học có giá trị cao cũng như những ứng dụng của các hợp chất này trong lĩnh vực sức khỏe, y học, thực phẩm và dược phẩm.

Từ khóa: *Chlorella*, *Dunaliella salina* hoạt tính sinh học, hợp chất, *Spirulina platensis*

Abstract

MICROALGAE – A POTENTIAL SOURCE FOR EXTRACTION OF BIOACTIVE COMPOUNDS

Microalgae are a rich source of carbohydrates, lipids, proteins, enzymes and fiber. Besides, many vitamins and minerals, vitamins A, C, B₁, B₂, B₆, B₃, iodine, potassium, iron, magnesium and calcium are abundant in microalgae. They are consumed worldwide by the high nutritional value. Some of the most notable microalgae are green algae (*Chlorophyceae*), *Chlorella vulgaris*, *Haematococcus pluvialis*, *Dunaliella salina* and *Spirulina platensis*, which are widely commercialized and used primarily as nutritional supplements for humans as supplements, medicine, vitamins and health promotion. In the current review, we aim to introduce some types of microalgae that have been commercialized and successfully extracted high-value bioactive compounds as well as their applications in health, medicine, food and pharmaceutical.

1. Giới thiệu

Trong những năm gần đây, việc sản xuất sinh khối tảo ngày càng được chú trọng trên toàn thế giới bởi vì những giá trị quan trọng của tảo mang lại. Tảo được xem là

nguồn dinh dưỡng của thiên nhiên với đầy đủ các thành phần thiết yếu như protein, lipid, carbohydrate cùng nhiều loại khoáng đa và vi lượng, vitamin và nhiều loại acid amin không thể thay thế như: lysine, methionine, tryptophan.... Vi tảo thường được sử dụng ở hai dạng: dạng bột (toàn bộ sinh khối tảo được sấy khô) và thứ hai là chiết xuất những chất có hoạt tính sinh học cao từ tảo để làm thực phẩm bổ sung và chất tạo màu (Enzing và ctv, 2014). Một số vi tảo như *Chlorella vulgaris*, *Haematococcus pluvialis*, *Dunaliella salina* và vi khuẩn lam *Spirulina platensis*, đã được thương mại hóa rộng rãi và được sử dụng chủ yếu như nguồn dinh dưỡng bổ sung cho con người và làm nguồn thức ăn cho ngành chăn nuôi.

2. Các hợp chất có hoạt tính sinh học cao từ vi tảo

2.1. Các chất có hoạt tính sinh học từ vi tảo

Vi tảo được xem là chất bổ sung dinh dưỡng hoặc nguồn thực phẩm chính cho con người đặc biệt là ở các nước châu Á như Trung Quốc, Nhật Bản và Hàn Quốc từ hàng trăm năm trước. Trong đó *Chlorella*, *Dunaliella* và *Spirulina* là ba chi đã sản xuất thành công các hợp chất sinh học có hàm lượng cao như lipid, protein và chất tạo màu (Song và ctv, 2005).

Protein từ vi tảo *Spirulina* là protein hoàn chỉnh chứa đầy đủ các amino acid thiết yếu, mặc dù một số amino acid như methionine, cystine, và lysine thì hàm lượng thấp hơn so với protein từ thịt, trứng, sữa; tuy nhiên nó lại cao hơn so với protein có trong thực vật như từ các loại đậu (bảng 1). Đối với *Chlorella vulgaris* thì thành phần hóa học rất đa dạng, ngoài các dạng hợp chất phổ biến như carbohydrate, lipid, carotenoid, vitamin và rất nhiều khoáng thì thành phần protein trong vi tảo chứa gần như đầy đủ các loại amino acid quan trọng (các amino acid không thay thế). Protein trong *Chlorella vulgaris* chiếm 42–58% trọng lượng khô và thay đổi tùy theo điều kiện nuôi tảo. Theo WHO, FAO thì thành phần acid amin trong vi tảo được xem là tốt hơn so với một số loại thực phẩm cho con người. Ngoài thành phần protein thì vi tảo còn chứa các loại khoáng đa, vi lượng và nhiều vitamin khác (bảng 2, bảng 3)

Bảng 1. Hàm lượng protein trong *Spirulina* và một số thực phẩm khác
(Ali và Saleh, 2012)

Loại thực phẩm	Protein thô trong sinh khối khô (%)
Bột <i>Spirulina</i>	65
Trứng sấy khô	47
Men bia	45
Sữa bột tách kem	37
Bột đậu tương	36
Pho mai khô	36

Mầm lúa mì	27
Đậu phộng	26
Gà	24
Cá	22
Thịt bò	2

Vitamin: *Spirulina* có hàm lượng cao của cyanocobalamin (vitamin B12). Ngoài ra còn có chứa các vitamin: vitamin B1 (thiamin), B2 (riboflavin), B3 (nicotinamide), B6 (pyridoxine), B9 (acid folic), B12 (cyanocobalamin), vitamin C, vitamin D và vitamin E và nhiều sắc tố khác như chlorophyll a, xanthophyll, betacaroten, echinenone, myxoxanthophyll, zeaxanthin, canthaxanthin, diatoxanthin, 3-hydroxyechinenone, beta-cryptoxanthin, oscillaxanthin và allophycocyanin.

Bảng 2. Hàm lượng vitamin có trong *Spirulina* dạng bột (Baylan và ctv, 2012)

Vitamins	100mg/g
Provitamin A	2.330x10 ³ IU/kg
β-carotene	140
Vitamin E	100 α-tocopherol equivalant
Thiamin B1	3,5
Riboflavin B2	4,0
Niacin B3	14,0
Vitamin B6	0,8
Vitamin B12	0,32
Biotin	0,005
Folic acid	0,01
Pantothenic acid	0,1
Vitamin K	2,2

Khoáng chất: Các khoáng chất thiết yếu trong *Spirulina* chiếm từ 2,76-3% phần trăm của tổng trọng lượng trong điều kiện phòng thí nghiệm và khoảng 7% trong sản xuất *Spirulina* thương mại. *Spirulina* là một nguồn giàu kali, giàu canxi, crom, đồng, sắt, magiê, mangan, phốt pho, selen, natri và kẽm. Hàm lượng những khoáng chất trong tảo thay đổi phụ thuộc vào điều kiện nuôi cấy như nhiệt độ, pH, nồng độ muối.

Bảng 3. Khoáng chất trong bột *Spirulina* (Baylan và ctv, 2012)

Khoáng chất	100mg/g
Calcium	700
Chromium	0,28
Copper	1,2

Iron	100
Magnesium	400
Manganese	5,0
Phosphorus	800
Potassium	1400
Sodium	900
Zinc	3,0

Carotenoids: là sản phẩm quan trọng được chiết xuất từ vi tảo và sản phẩm thương mại hóa đầu tiên có nguồn gốc từ vi tảo là β -carotene. Carotenoid được sản xuất số lượng lớn chủ yếu từ *Dunaliella salina*, đây là một loại vi tảo phát triển mạnh trong môi trường nước mặn. Một dược chất khác cũng được chú ý trong nhóm này đó là astaxanthin. Astaxanthin được sử dụng như một nguồn bổ sung làm thức ăn và sắc tố đối với nuôi cá Hồi và Tôm, nhưng do đặc tính chống oxy hóa cao nên nó có nhiều ứng dụng trong công nghiệp dược phẩm và mỹ phẩm. Astaxanthin cũng được chứng minh là có vai trò ngăn ngừa sự nhiễm trùng do vi khuẩn, bệnh suy mạch và ung thư (Ambati và ctv, 2014).

Acid béo: là thành phần tự nhiên khác được sản xuất thương mại từ vi tảo. Một số loài vi tảo biển rất giàu acid béo không bão hòa đa như *docosahexaenoic acid* (DHA) từ *Isochrysis* và *Pavlova lutheri*, eicosapentaenoic acid (EPA) từ *Nannochloropsis gaditana*, *Nannochloropsis oculata* và alpha-linolenic acid từ *Rhodomonas salina*, *Tetraselmis uecica*. Trong *Spirulina* lipid chiếm từ 5-6%, trong đó các PUFA (acid polyunsaturated fatty) chiếm 1,5-2 % so với tổng số lipid, đặc biệt rất giàu acid γ -linolenic (chiếm 36 % so với tổng số PUFA) và acid linoleic (chiếm 36 % so với tổng số PUFA). Ngoài ra, *Spirulina* còn cung cấp một số acid béo khác như: acid γ -linolenic (ALA), acid stearidonic (SDA), acid eicosapentaenoic (EPA), acid docosahexaenoic (DHA) và acid arachidonic (AA). Vi tảo *Nannochloropsis*, *Rhodomonas* và *Tetraselmis* có hàm lượng carotenoids có giá trị cao (fucoxanthin, lutein, neoxanthin, alloxanti và polypheno) vì vậy dầu từ những vi tảo này có đặc tính chống oxy hóa cao hơn dầu cá và trong tương lai nó được xem là một nguồn cung cấp dầu thay thế cho dầu cá trong chế độ ăn kiêng (Ryckebosch và ctv, 2014). Một số nhóm hợp chất có hoạt tính sinh học cao từ vi tảo được chỉ ra trên Bảng 4 (Fu và ctv, 2017).

Bảng 4. Một số nhóm hợp chất có hoạt tính sinh học cao từ vi tảo (Fu và ctv, 2017)

Nhóm hợp chất	Vi tảo	Hàm lượng (%) (sinh khối khô)
Carotenoids		
Lutein	<i>Dunaliella salina</i>	0,4 – 0,8
β -Carotene	<i>D. salina</i>	10
Fucoxanthin	<i>Chaetoceros</i> sp., <i>Cylindrotheca</i> sp., <i>Odontella</i> sp., <i>Phaeodactylum</i> sp., <i>Isochrysis</i> sp.	1,5 – 2

Astaxanthin	<i>Haematococcus</i> sp., <i>H. pluvialis</i>	1 - 8
Acid béo thiết yếu		
Eicosapentaenoic acid (EPA)	<i>Phaeodactylum tricornutum</i> , <i>Monodus subterraneus</i> , <i>Porphyridium cruentum</i> , <i>Amphora</i> sp.	0,7%–6,1% trên tổng số lipid
Docosahexaenoic acid (DHA)	<i>Spirulina platensis</i> , <i>Rhizosolenia setigera</i> , <i>Thalassiosira stellaris</i> , <i>Cryptocodinium cohnii</i> , <i>Isocrysis</i> .	17,5%–30,2% trên tổng số lipid

2.2. Ứng dụng của các hợp chất có hoạt tính sinh học từ vi tảo

Hiện nay trên thị trường sản phẩm vi tảo được quan tâm nhiều nhất là *Chlorella* và *Spirulina*, nguyên nhân chủ yếu là do chúng có hàm lượng protein và giá trị dinh dưỡng cao, hơn nữa chúng rất dễ phát triển (Becker, 2004). Sinh khối của hai vi tảo này được bán trên thị trường dưới dạng viên, viên nang và dạng lỏng được sử dụng như là chất bổ sung dinh dưỡng, và nó cũng được bổ sung vào mì, thực phẩm ăn nhẹ, đồ uống để bổ sung thêm dinh dưỡng hoặc chất tạo màu thực phẩm (Hình 1). Hằng năm sinh khối ở dạng sấy khô của *Spirulina* và *Chlorella* được sản xuất với với khối lượng lớn nhất (5000 tấn/ năm) tương đương với 40 triệu đô la Mỹ. Vi tảo *S. platensis* là nguồn thực phẩm bổ sung phổ biến trên toàn thế giới và bổ dưỡng nhất cho con người. Nó đã được chứng minh là một nguồn cung cấp tuyệt vời hàm lượng protein và acid béo không no để làm phụ gia thực phẩm, vitamin và các hoạt chất phenolics (Colla và ctv, 2007). Gần đây các nghiên cứu đã chứng minh hiệu quả của vi tảo (*Chlorella*, *Spirulina*) trong việc kích thích hệ thống miễn dịch với đặc tính chống oxy hóa tạo cơ chế hủy diệt khối u.



Hình 1. Sinh khối vi tảo được thương mại hóa ở các dạng khác nhau (Priyadarshani và Rath, 2012)

Ngoài cung cấp nguồn protein thì trong những năm gần đây vi tảo còn dùng để sản xuất nhiên liệu sinh học và chiết xuất những hợp chất có giá trị cao được sử dụng trong ngành công nghiệp thực phẩm, nuôi trồng thủy sản, mỹ phẩm và dược phẩm (Bảng 5). Trong mỹ phẩm, vi tảo có trong các sản phẩm chống nắng và chăm sóc tóc, một số loài điển hình được sử dụng cho mỹ phẩm là *Chondrus crispus*, *Mastocarpus stellatus*, *Ascophyllum nodosum*, *Alaria esculenta*, *S. platensis*, *Nannochloropsis oculata*, *Chlorella vulgaris* và *Dunaliella salina*.

Bảng 5. Một số sản phẩm có giá trị cao được chiết xuất từ vi tảo (Li và ctv, 2008)

Sản phẩm	Ứng dụng	Nguồn vi tảo
Phycobiliproteins carotenoids	Chất tạo màu, mỹ phẩm,	Phycocyanin (<i>Spirulina platensis</i>), β carotene (<i>Dunaliella salina</i>) astaxanthin và leutin (<i>Haematococcus pluvialis</i>)
Polyunsaturated fatty acids (PUFAs)	Phụ gia thực phẩm, Thực phẩm chức năng, dược phẩm	Eicosapentaenoic acid (EPA) (<i>Chlorella minutissima</i>), docosahexaenoic acid (DHA) (<i>Schizochytrium</i> sp.) Arachidonic acid (AA) (<i>Parietochlorisincise</i>)
Vitamin	Thực phẩm	Biotin (<i>Euglena gracilis</i>) α -tocopherol (Vitamin E) (<i>Euglena gracilisa</i>) ascorbic acid (Vitamin C) (<i>Prototheca moriformis</i> , <i>Chlorella</i> spp.)

Ngày nay, việc sử dụng *Spirulina* chủ yếu là để chiết xuất phycocyanin- một sắc tố phụ quang hợp màu xanh lam- màu xanh da trời (Priyadarshani và Rath, 2012). Phycocyanin có vai trò quan trọng trong việc ngăn chặn tổn thương ADN, loại bỏ gốc hydroxyl và peroxy đồng thời ức chế viêm, giảm phù nề khi viêm bằng cách giảm sản xuất các chất tiền viêm trung gian: ức chế tiết TNF (Yếu tố hoại tử khối u- *Tumor necrosis factor*)-alpha, giảm nồng độ prostaglandin E2, ức chế giải phóng histamin từ dưỡng bào. Tiêu thụ một lượng thường xuyên của phycocyanobilin có thể giúp cho cơ thể bảo vệ chống lại ung thư và các bệnh khác. Một số sản phẩm từ vi tảo có hoạt tính sinh học cao được chỉ ra trên Bảng 6 (Đặng Diễm Hồng, 2019).

Bảng 6. Vai trò của các chất có hoạt tính sinh học từ vi tảo biển đối với sức khỏe của con người (Đặng Diễm Hồng, 2019)

Nhóm chất	Chất có hoạt tính sinh học	Vi tảo	Hoạt tính	Ứng dụng trong lĩnh vực sức khỏe con người
Các acid béo (PUFAs- acid polyunsaturated fatty)	Acid eicosapentaenoic (EPA)	Phaeodactylum tricornutum; Porphyridium cruentum; Cryptocodinium; Nannochloropsis; Pavlova lutheri	Dinh dưỡng; Kháng khuẩn; Kháng viêm	Thực phẩm bổ sung sức khỏe người lớn và trẻ em
	Acid	Cryptocodinium;	Dinh dưỡng; phát	Thành phần bổ sung

	docosahexaenoic (DHA)	Pavlova lutheri; Isochrysis galbana	triển trí não	cho sức khỏe
	Acid γ -Linolenic (GLA)	Arthrospira (Spirulina); Porphyridium	Bảo toàn mô; Làm chậm quá trình lão hóa	Nâng cao hệ thống miễn dịch
	Acid arachidonic (ARA)	Porphyridium cruentum	Co mạch	Thuốc chữa bệnh; Thành phần bổ sung vào thuốc
Các sắc tố	Phycocyanin	Arthrospira (Spirulina)	Sắc tố tự nhiên; chống viêm và oxy hóa	Thực phẩm bổ sung sức khỏe; Thành phần dinh dưỡng; Thuốc chữa bệnh
	β -carotene	Dunaliella salina	Tiền vitamin A; Chống oxy hóa	Thực phẩm bổ sung sức khỏe; Dược phẩm
	Astaxanthin	Haematococcus pluvialis	Sắc tố tự nhiên; Kháng viêm; Chống oxy hóa; Bổ sung vào chế độ ăn uống	Điều trị hội chứng ống cổ tay; Điều trị đau nhức cơ bắp
	Lutein, zeaxanthin, canthaxanthin	Chlorella protothecoides	Chống oxy hóa	Dược phẩm
Các protein/enzyme	Proteins	Dunaliella; Arthrospira (Spirulina); Porphyridium cruentum		Thực phẩm bổ sung
	Superoxide dismutase (SOD)	Porphyridium; Phaeodactylum tricornutum; Anabaena	Chống oxy hóa, kháng viêm	Thực phẩm bổ sung sức khỏe
Các vitamin	Vitamin C; K; B ₁₂ ; A; E; α -tocopherol	Arthrospira; Isochrysis galbana; Porphyridium cruentum	Chất chống oxy hóa; Hình thành tế bào máu; Cơ chế đông máu	Hệ thống miễn dịch
Các hợp chất khác	Microcolin -A	Lyngbya majuscula	Ức chế miễn dịch	Dược phẩm
	Acid Okadaic	Gambierdiscus toxicus; Prorocentrum lima	Kháng nấm Thúc đẩy yếu tố tăng trưởng thần kinh (NGF)	Liệu pháp

3. Kết luận

Tóm lại, vi tảo là một nguồn sinh khối tiềm năng lớn không chỉ để làm nguồn nguyên liệu cho quá trình trích ly các hợp chất có giá trị sinh học cao mà còn là nguồn thực phẩm bổ sung dinh dưỡng cho con người như làm thuốc bổ, chữa bệnh, vitamin và tăng cường sức khỏe. Astaxanthin, phycocyanin, fucoxanthin, sắc tố, protein, EPA và

DHA là một trong các hợp chất có giá trị thương mại cao và tiềm năng lớn đối với sức khỏe con người. Ngoài ra, vai trò của các chất có hoạt tính sinh học cao từ vi tảo như tác dụng kháng khuẩn, chống ung thư, kháng nấm, kháng viêm và điều hòa miễn dịch cũng đã được chứng minh trong nhiều nghiên cứu. Cần tiếp tục nghiên cứu và phát triển hơn nữa các hợp chất mục tiêu thông qua việc khai thác các chủng tảo mới, các kỹ thuật nuôi cấy tiên tiến kết hợp với việc sử dụng các công cụ sinh học tổng hợp để nâng cao năng suất cũng như hàm lượng của các dược chất có trong vi tảo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ali S. K. and Saleh A. M. (2012). *SPIRULINA - AN OVERVIEW*. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences Vol 4, Issue 3.
- [2] Ambati R., Phang S.-M., Ravi S. and Aswathanarayana R. (2014). Astaxanthin: Sources, Extraction, Stability, Biological Activities and Its Commercial Applications—A Review. *Marine Drugs*, 12(1): 128–152. doi:10.3390/md12010128
- [3] Becker W. (2004). Microalgae in human and animal nutrition. In A. Richmond (Ed) Handbook of Microalgal Culture, Blackwell, Oxford, pp. 312-351.
- [4] Baylan M., Bahri Devrim ÖZCAN, Oya IŞIK and Mustafa AKAR (2012). A Mini Review on *Spirulina*. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5(1): 31-34.
- [5] Colla L. M., Reinehr C. O., Reichert C. and Costa J. A. V. (2007). Production of biomass and nutraceutical compounds by *Spirulina platensis* under different temperature and nitrogen regimes. *Bioresour. Technol.* 98 (7): 1489–1493.
- [6] Đặng Diễm Hồng (2019). Nuôi trồng vi tảo giàu dinh dưỡng làm thực phẩm chức năng cho người và động vật nuôi ở Việt Nam. NXB Khoa học Tự nhiên và công nghệ.
- [7] Enzing C., Ploeg M., Barbosa M. and Sijtsma L. (2014). *Microalgae-based products for the food and feed sector: an outlook for Europe*. Institute for Prospective Technological Studies, JRC.
- [8] Fu W., Nelson D. R., Yi Z., Xu M., Khraiweh B., Jijakli K., Chaiboonchoe A., Alzahmi A., Al-Khairi D., Brynjolfsson† S. and Salehi-Ashtiani K. (2017). *Bioactive Compounds From Microalgae: Current Development and Prospects*. *Studies in Natural Products Chemistry*, 199–225. doi:10.1016/b978-0-444-63929-5.00006-1
- [9] Li, Y. Horsman, M. Wu, N. Lan, C.Q. Dubois-Calero, N. (2008). Biofuels from *Microalgae*. *Biotechnol. Prog.* 24: 815-820
- [10] Priyadarshani I. and Rath B. (2012). Commercial and industrial applications of micro algae – A review. *J. Algal Biomass Utiln.*, 3 (4): 89–100.
- [11] Ryckeboosch E., Bruneel C., Termote-Verhalle R., Goiris K., Muylaert K., and Foubert I. (2014). Nutritional evaluation of microalgae oils rich in omega-3 long chain polyunsaturated fatty acids as an alternative for fish oil. *Food Chemistry* 160, 393–400.
- [12] Song T., Martensson L., Eriksson T., Zheng W. and Rasmussen U. (2005). Biodiversity and seasonal variation of the cyanobacterial assemblage in a rice paddy field in Fujian, China. *The Federation of European Materials Societies Microbiology Ecology*, 54: 131–140.