فناوری تولید سوخت و استخراج مواد صنعتی از ریز جلبک ها و گیاهان آبزی

محمود حافظیه

دانشیار پژوهشی وعضو هیات علمی موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- سازمان تحقیقات ، آموزش و ترویج کشاورزی

خلاصه:

در این برنامه ضمن توجه به اهداف نهایی کارگروه تخصصی جلبک ها و گیاهان آبزی، بطور خاص به بخش تولید سوخت و استخراج مواد صنعتی از ریز جلبک ها و گیاهان آبزی بومی کشور و یا در صورت نیاز به نمونه های اقتصادی وارداتی توجه شده است. ضمن بیان خلاصه ای از زیست شناسی مولکولی، فیزیولوژی و بیوشیمی، اکولوژی، روند تولید مثلی و در نهایت مهندسی ژنتیک، اهمیت، تنوع زیستی گیاهان آبزی و ریز جلبک های کشور بیان و انواعی از آنها که با دو هدف استخراج سوخت زیستی و مواد صنعتی از اهمیت و راندمان بالاتری برخوردارند معرفی گردیده اند. بدیهی است که مطابق با هر برنامه چهار نکته SWOT نقاط قوت و ضعف، قرصت ها و تهدیدها نیز بطور اختصار مورد توجه قرار گرفته است. بخشی از نمونه های گیاهان آبزی و ریز جلبک های مورد نیاز، به خصوص انواع گیاهان آبزی، قابلیت استحصال از آبهای طبیعی کشور را دارند که مهمترین رکن در این بخش جمع آوری، شناسایی، تعیین ویژگی ها و ارزش اقتصادی آنها و در نهایت غربالگری آنها با اهداف از پیش تعیین شده است ولی در مورد دیگر گونه های هدف که از بهره وری بالایی برخوردار هستند و احتمالا ذخایر طبیعی آنها در کشور یا وجود ندارد و یا به میزان کم موجود است، روند تکثیر و پرورش آنها بعد از تعیین بیوتکنیک های زیستی و غیر زیستی تکثیر و پرورش در دو روش کشت باز و کشت در بیورآکتور بطور اختصار توضیح داده شده است. در برخی موارد امکان بهبود ارزش غذایی –اقتصادی برخی گونه های کم بازده (از حیث تولید روغن و یا تولید مواد صنعتی) با روش های القایی، تغذیه ای از جمله اعمال برخی محدودیت های سیلیسی، نیتروژنی و ...، دستکاری های ژنتیکی و حتی کلون کردن ژنها به منظور دستیابی به کمیت و کیفیت بیشتر و بهتر برخی انزیم ها وجود دارد. با دستیابی به مقیاس انبوه گونه های اقتصادی، زمینه های استخراج مواد صنعتی – سوختی با روشهای مختلف از جمله روش های شیمیایی، زیستی، فیزیکی، و .... به منظور تعیین بهترین کارآیی با کمترین هزینه فراهم خواهد گردید. در تمامی مراحل ابتدا بر فعالیت های آزمایشگاهی، سپس پایلوت و در نهایت تولید انبوه توجه خواهد گردید. در پایان با انجام آزمایش های کاربردی مواد صنعتی- سوختی استخراجی از مجموعه این پروژه ها و طرح ها با نمونه های مشابه مواد صنعتی - سوختی تجاری وارداتی مقایسه آماری خواهند شد و به رتبه بندی کیفیتی آنها خواهیم پرداخت که آماده ارائه به بخش های خصوصی (در قالب شرکت های دانش بنیانی) خواهند بود که ضمن تولید هم به صنایع کشور تزریق نمایند و هم در آینده گام های اساسی در صادرات آنها بردارند.

کلمات کلیدی: ریز جلبک ها، گیاهان آبزی- دریایی، سوخت زیستی، ترکیبات صنعتی، استخراج

مقدمه:

جلبک ها، ارگانیسم های که از طریق فتوسنتز قادربه تبدیل نور خورشید به انرژی شیمیایی اند. در پیکره آنها تعدادی مواد زیست فعال وجود دارد که قابل بهره برداری و مصرف تجاری اند. هر چه بهره وری استفاده از نور خورشید در گونه های جلبکی بیشتر باشد، ترکیبات زیست فعال بیشتری تولید می کنند. بهره وری جلبک ها به مراتب از گیاهان عالی خشکی بیشتر است. از جمله مواد متابولیته سنتز شده توسط جلبک ها می توان به پروتئین ها، چربی ها، کربوهیدراتها،، کاروتنوئیدها، ویتامین ها، پلی مرهای هیدروکولوییدی و... اشاره نمود که یا به عنوان افزودنی برای غذاها، یا در صنایع مختلف ازجمله رنگ سازی، آرایشی تولیدات صنایع غذایی، و یا همچنین به منظور تولید سوخت های زیستی مصرف می شوند. بیوتکنولوژی میکرو و ماکروجلبک ها، از اواسط قرن جاری شروع به توسعه و تکوین نمود. امروزه به چندین کاربرد تجاری از آنها از جمله افزایش ارزش غذایی غذای حیوانات (با داشتن ترکیبات شیمیایی ارزشمند در آنها)، و یا نقش مهم آنها در آبزی پروری، تولید مواد آرایشی و .....می توان اشاره نمود. در کنار این موارد می توان به مولکولهای با ارزشی چون PUFA، مکمل ها و رنگدانه ها نیز اشاره نمود. این ارگانیسم های آبزی دارای مزیت های تجاری و تکنیکی هستند

- از نظر ژنتیکی گروه پر تنوعی هستند و ویژگی های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی بسیاروسیعی دارند که بطور طبیعی

انواع مختلفی از روغن های غیر طبیعی ، قندها، و ترکیبات فعال را تولید می کنند.

- بطریق کاملا اقتصادی در تولید ایزوتوپ های کربن ۱۳ و نیتروژن ۱۵ و هیدروژن ۲ در درون زی توده خودشان و با تولید ترکیبات مختلف کارایی دارند.

در سالهای اخیر، از جلبک ها به عنوان Single Cell Protein = SCP استفاده و همچنین به عنوان سلول/ سلولهای پالایشگر قادر به تولید سوخت های زیستی (بیوفول) و دیگر ترکیبات بیوشیمیایی مفید درغذا و صنایع غذایی، آبزی پروری، مرغداری، و حتی صنایع دارویی خودنمایی می کنند.

در جدول زیر مواد مفید و قابل مصرف موجود در میکروجلبک ها آورده شده است.

Pigments/Carotenoids	B-carotene, astaxanthin, lutein, zeaxanthin, canthaxanthin, chlorophyll, phycocyanin, phycoerythrin, fucoxanthin
Polyunsaturated fatty acids (PUFAs)	DHA(C22:6), EPA(C20:5), ARA(C20:4), GAL(C18:3)
Vitamins	A, B1, B6, B12, C, E, biotin, riboflavin, nicotinic acid, pantothenate, folic acid
Antioxidants	Catalases, polyphenols, superoxide dismutase, tocopherols
Other	Antimicobial, antifungal, antiviral agents, toxins, aminoacids, proteins, sterols, MAAs for light protection.

تولید TAG تری گلیسیرید در این ارگانیسم های آبزی آنها را به عنوان منابع تولید سوخت های زیستی طی فرآیند کراکینگ و یا دراثر فشردگی مکانیکی معرفی نموده است . تولید سوخت های بیودیزل B10 تا B100 حاصل مخلوط سازی این روغن فرآوری شده با دیزل فسیلی است که از ۱۰ تا ۱۰۰ درصد جایگزین شده است. ترکیبات مختلف آگار، آلژینات ها و کارگینان علاوه بر انواع رنگدانه های زیستی، منابع غنی کربوهیدراتی، پروتئین ها، آنزیم ها، فیبرو .....از این جلبکها استخراج که کاربردهای وسیعی دردندانپزشکی به عنوان خمیر های قالب گیری، صنایع غذایی به عنوان رنگهای طبیعی، غذا، بستنی سازی به عنوان امولسی فایر، شکلات و چسب، پوشش کپسول ژلاتینه و .... دارند. همچنین بسیاری از ویتامین ها و مواد معدنی چون A، C، B1،B2، B6، نیاسین، ایدوین، پتاسیم، آهن، منیزیوم، کلسیم در آنها یافت می شود. در زیر گروه ریز جلبک ها از کلروفیسه ها ، کلرلا ولگریس، هماتوکوکوس پلویالیس، دنالیلا سالینا و از سیانوباکترها، اسپیرولینا ماکزیما، از گیاهان دریایی انواع قرمز، سبز و قهوه ای از جمله سارگاسوم، گراسیلاریا، لامیناریا، آسکوفیلوم و....بسیار تجاری می باشند. اسپیرولینا پلاتنسیس یک جلبک سبز آبی بسیار معروف به عنوان ماده ضد عفونی کننده کاربرد تغذیه ای زیادی دارد در عین حال این افزودنی غذایی بسیار غنی از پروتئین است (Colla et al., 2007). همچنین دارای مقادیر قابل توجهی PUFA است (Sajilata, 2008)، دارای پیگمنت (Rangel-Yegui et al., 2004; Madhyastha & Vatsala, 2007)، ویتامین ها و ترکیبات فنولیک (Colla et al., 2007; Ogbonda et al., 2007) می باشد. امروزه استفاده اصلی از اسپیرولینا برای استخراج فیکوسیانین، یک رنگدانه فتوسنتتیک آبی است، می باشد. عمده ترین ترکیب تولیدی از کلرلا چندین محصول جانبی است که در حفظ و تثبیت سبزیجات و میوه ها از آنها استفاده می شده است(Hill & Nakamura, 1976). دنالیلا از دیگر ریز جلبک ها که مخزن نوعی رنگدانه ارزشمند بنام بتا کاروتن است که به عنوان رنگ نارنجی و همچنین منبع ویتامین ث کاربرد دارد. (Becker, 2004; Pulz & gross, 2004).

همچنین میکروجلبک ها را به پاستا، غذاهای اسنک و یا نوشیدنی ها چه به عنوان ماده رنگی طبیعی و چه به عنوان مکمل غذایی اضافه می کنند (Becker, 2004). یک روغن موثر و کاربردی غنی از اسید های چرب و آنتی اکسیدانتها، که با رنگدانه ها (کاروتنوئیدها) رنگ شده از طریق روش دی اکسید کربن فوق بحرانی از میکرو جلبک کلرلا ولگاریس استخراج

می شوند. ریز جلبک ها دارای سه ترکیب اصلی پروتئین، چربی و کربوهیدرات هستند (Um & Kim, 2009). در جدول زیر برخی از سویهه ای ریز جلبکی و درصدهای سه ترکیب اصلی آنها آمده است(Um & Kim, 2009; Sydney et al., 2010)

Strain	Protein	Carbohydrates	Lipid
Anabaena cylindrica	43–56	25–30	4–7
Botryococcus braunii	40	2	33
Chlamydomonas rheinhardii	48	17	21
Chlorella pyrenoidosa	57	26	2
Chlorella vulgaris	41–58	12–17	10–22
Dunaliella bioculata	49	4	8
Dunaliella salina	57	32	6
Dunaliella tertiolecta	29	14	11
Euglena gracilis	39–61	14–18	14–20
Porphyridium cruentum	28–39	40–57	9–14
Prymnesium parvum	28–45	25–33	22–39
Scenedesmus dimorphus	8–18	21–52	16–40
Scenedesmus obliquus	50–56	10–17	12–14
Scenedesmus quadricauda	47	–	1.9
Spirogyra sp.	6–20	33–64	11–21
Spirulina maxima	60–71	13–16	6–7
Spirulina platensis	42–63	8–14	4–11
Synechoccus sp.	63	15	11
Tetraselmis maculata	52	15	3

منابع:

Abd El-Baky, H.H. Moawd, A. El-Behairy, A.N. and El-Baroty, G.S. 2002 Chemoprevention of benzo[a]pyrene-induced carcinogen and lipid peroxidation in mice by lipophilic algae extracts (phycotene). *J. Med. Sci.* **2**: 185–93.

Abe, K. Nishmura, N. and Hirano, M. 1999 Simultaneous production of β-carotene, vitamin E and vitamin C by the aerial microalga *Trentepohia aurea*. *J. Appl. Phycol*. 11: 33–6.

Avagyan, A.B. 2008 Microalgae: Big Feed Potential in a Small Package. *Feed International*. 16-18.

Becker, W. 2004 Microalgae in human and animal nutrition. In A. Richmond (Ed) Handbook of Microalgal Culture, Blackwell, Oxford, pp. 312-351.

Borowitzka, M.A. and Borowitzka, L.J. 1992 Microalgal Biotechnology Cambridge University Press USA, pp. 179.

Borowitzka, M. A. and Borowitzka, L. J. 1987 Vitamins and Fine Chemicals from Micro-Algae. In M. A. Borowitzka and L. J. Borowitzka (Eds) Micro-Algal Biotechnology, New York, Cambridge University Press.

Chen, Y.C. 2003 Immobilized *Isochrysis galbana* (Haptophyta) for long-term storage and applications for feed and water quality control in clam (*Meretrix lusoria*) cultures. *Journal of Applied Phycology*. **15**:439-444.

Chisti, Y. 2007 Biodiesel from microalgae. *Biotechnology Advances.* **25**: 294–306.

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.

Da Silva, R. L. and Barbosa, J. M. 2008 Seaweed meal as a protein source for the white shrimp Lipopenaeus vannamei. *Journal of Applied Phycology*. **21**:193-197.

El- Baz, F.K. Aboul-Enein, M.A. El-Baroty, G.S. Youssef, A.M. and Abd El-Baky, H.H. 2002 Accumulation of antioxidant vitamins in *Dunaliella salina*. *Online J. Biol. Sci*. **2**: 220–3.

Hallmann, A. 2007 Algal transgenics and biotechnology. *Transgenic Plant Journal*. **1**:81-98.

Hills, C. and Nakamura, H. 1978 Food From Sunlight. World Hunger Research Publ., Boulder Creek, CA.

Katircioglu, H. Beyatli, Y. Aslim B. Yuksekdag Z. Atici T. 2006 Screening for antimicrobial agent production in fresh water. *Internet J. Microbiol*. 2(**2**).

Li, Y. Horsman, M. Wu, N. Lan, C.Q. Dubois-Calero, N. 2008 Biofuels from Microalgae. *Biotechnol. Prog*. **24**: 815-820.

Madhyastha, H.K. and Vatsala, T.M. 2007 Pigment production in *Spirulina fussiformis* in different photophysical conditions. *Biomol. Eng.*, 24(**3**): 301–305.

Malik, F.R. Ahmed, S. Rizki, Y.M. 2001 Utilization of lignocellulosic waste for the preparation of nitrogenous biofertilizer. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. **4**: 1217–1220.

Misra, S. and Kaushik, B.D. 1989a Growth promoting substances of cyanobacteria. I. Vitamins and their influence on rice plant. *Proc. Indian Sci. Acad*. **55**:295-300.

Misra, S.and. Kaushik, B.D 1989b Growth promoting substances of cyanobacteria. II. *Proc. Indian Natn. Sci. Acad.* **55**: 499-504.

Noaman, N.H. Fattah, A. Khaleafa, M. Zaky, S.H. 2004 Factors affecting antimicrobial activity of *Synechococcus leopoliensis*. *Microbiological Research*. **159**: 395-402.

Ogbonda, K.H. Aminigo, R.E. and Abu, G.O. 2007 Influence of temperature and pH on biomass production and protein biosynthesis in a putative *Spirulina sp. Bioresour. Technol.* **98**: 2207–2211.

Okuda, A. and Yamaguchi, M. 1960 Nitrogen fixing microorganisms in paddy soils. VI. Vitamin B12 activity in nitrogen fixing blue green algae. *Soil Plant Food*. **6**: 76-85. *Research Article J. Algal Biomass Utln*. 2012, 3 (4): 89–100 Commercial and industrial applications of micro algae – A review ISSN: 2229- 6905 Pulz, O. and Gross, W. 2004 Valuable products from biotechnology of microalgae. *Applied Microbiology and Biotechnology*. **65**: 635-648.

Rania, M.A. and Hala, M.T. 2008 Antibacterial and antifungal activity of Cynobacteria and green Microalgae evaluation of medium components by Plackett-Burman design for antimicrobial activity of *Spirulina platensis*. *Global Journal of Biotechnology and Biochemistry*. 3(**1**): 22-31.

Rangel-Yagui, C.O. Danesi, E.D.G. Carvalho J.C.M. and Sato, S. 2004 Chlorophyll production from *Spirulina platensis*: cultivation with urea addition by fed-batch process. *Bioresour. Technol.* 92(**2**): 133–141.

Sajilata, M.G. Singhal, R.S. and Kamat, M.Y. 2008 Fractionation of lipids and purification of ã-linolenicacid (GLA) from *Spirulina platensis*. *Food Chem.* 109(**3**): 580–586.

Song, T. Martensson, L. Eriksson, T. Zheng, W. 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.

Spolaore, P. Joannis-Cassan, C. Duran, E. and Isambert, A. 2006 Commercial applications of microalgae. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. **101**: 87-96.

Stolz, P. and Obermayer, B. 2005 Manufacturing microalgae for skin care. Cosmetics Toiletries, **120**: 99–106.

Sydney, E.B. Sturm, W. de Carvalho, J.C. Thomaz-Soccol, V. Larroche, C. Pandey, A. and Soccol, C.R. 2010 Potential carbon dioxide fixation by industrially important microalgae. *Bioresource Technology*. **101**: 5892-5896.

Um, B.H. and Kim, Y.S. 2009 Review: A chance for Korea to advance algal-biodiesel technology. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. **15**:1-7.

Venkataraman G.S. and Neelakantan, S. 1967 Effect of cellular constituents of nitrogen fixing blue green alga Cylindrospermum on root growth of rice plant. *J. Gen. Appl. Microbiol*. **13**: 53-62.