

MIKROALGA TECHNOLÓGIA ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK LEHETŐSÉGEI

UTILISATION POSSIBILITIES OF MICROALGA TECHNOLOGY

Hodai Zoltán¹, Rippelné Pethő Dóra², Horváth Géza³, Hanák László⁴,
Bocsi Róbert⁵

^{1,2,3,4,5}*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék, H-8200, Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10. Telefon: +36(88)624-132, Fax: +36(88)642-446, H-8201 Veszprém, Pf. 158.*

¹*hodaiz@almos.uni-pannon.hu*

²*pethod@almos.uni-pannon.hu*

³*horvathg@almos.uni-pannon.hu*

⁴*hanakl@almos.uni-pannon.hu*

⁵*bocsirobert@almos.uni-pannon.hu*

Abstract

A new technology in Hungary is presented by the author which is able to reduce the emission of industrial pollutants. This technology is referred to as algae technology in the literature. Because of the high operational costs and long operational times, the critical point of this technology is the processing. For the preparation of algae suspensions photo-bioreactors were designed and built. The quick and economical separation of the algae mass from the nutrient solution, were investigated by taking environmental protection and economic aspects into consideration. Experiments were also conducted in order to enhance the stability and the storage life of the concentrated biomass.

Keywords: *algae technology, carbon dioxide absorption, photobioreactor, separation, utilisation.*

Összefoglalás

A szerző a dolgozatban az ipari szennyezőanyagok kibocsátását csökkentő, Magyarországon új megoldást, technológiát mutat be, amelyet a szakirodalom algatechnológiának nevez. A technológia kritikus pontját a feldolgozási műveletek jelentik, a magas beruházási és üzemeltetési költségek és a nagy műveleti idők miatt. Az alga szuszpenziók előállításához foto-bioreaktorokat tervezett és épített meg. Vizsgálta az algatömeg gyors és gazdaságos szeparálását a tápoldattól, a környezetvédelmi és gazdasági szempontok figyelembevételével. Kísérleteket végzett a besűrített biomassza stabilitásának, tárolhatóságának növelésére.

Kulcsszavak: *algatechnológia, széndioxid elnyelés, foto-bioreaktor, szeparáció, felhasználás*

1. Bevezetés

Egyre nagyobb figyelmet kapnak az olyan technológiák, melyek a kibocsátott szennyezőanyagokat számunkra hasznos anyagokká alakítják át, így csökkentve a kibocsátás mennyiségét [1-4].

Energiatermelés szempontjából is a fotoszintetizáló mikroszkopikus élőlények (mikroalgák) jönnek elsősorban számításba, mert viszonylag gyorsan, nagy tömegben termeszthetők, termőtalaj igénye nélkül. A folyamat végerméke, amit biomasszának hívunk, jelentős mennyiségű, kémiai kötésekben raktározott napenergiát tartalmaz [5-7]. A technológia kritikus pontját a feldolgozási műveletek jelentik, a mikroalgaszuszpenzió besűrítése és az ezt követő kulcskomponens(ek) extrakciója - és egyéb kinyerési technikák értékes komponensekre - a magas beruházási és üzemeltetési költségek és a nagy műveleti idők miatt [8, 9].

2. Algatechnológia felhasználásának lehetőségei

2.1. A jövő építészete

Az algatechnológiának egy speciális, futurisztikus lehetősége az épületgépészeti hasznosítása. A Pompidou Centre, a Sydney Operaház és a pekingi olimpia egyes stadionjainak terveiért felelős Arup tervezőiroda belső kutatóközpontjának elképzelései szerint a jövő felhőkarcolóit algák látják majd el energiával, az épület pedig alkalmazkodik a felhasználókhoz. Josef Hargrave, az Arup „It's Alive” című tanulmányának szerzője szerint az ilyen típusú épületek alkalmazkodni képesek organismusokká válnak, amelyek ételmet is adnak, sőt, a víz és a levegő tisztításából is kiveszik részüket. A Hargrave által 2050-re elképzelt sokemeletes házak színe az UV-sugárzás mértékétől függően változik [10], köszönhetően a beépített algatechnológiának.

2.2. Emberi táplálék

A *Spirulina* egyike a legjobb minőségű, nem állati eredetű fehérjeforrásoknak, mely a Föld ételmezésének jelentős részét képezhetné. Ma az algákat a világ legnagyobb élelmiszer tartalékaként tartják számon a tápanyagsűrűségük miatt. Két fajtájuk áll különösen érdeklődés középpontjában: a *Spirulina* és a *Chlorella*. A mikroalgák színanyagai akár ételek természetes színezékeként is felhasználhatóak, akár funkcionális élelmiszerek létrehozásában is [11].

2.3. Kozmetikai ipar

Az algákat hosszú ideje alkalmazzák kozmetikai készítményekben illetve szájon át kozmetikai célokra is, mivel koncentráltan tartalmazhatnak különféle bioaktív anyagokat. A *Spirulinából* készült termékekben a karotinoid vegyületek és más színanyagok, illetve az E-vitamin antioxidáns, oxidatív stresszt kivédő hatását használják fel.

2.4. Mezőgazdasági hasznosítás

Az algákat biotrágyaként és talajkondicionálóként egyaránt alkalmazzák, de az utóbbi időben növekszik az érdeklődés antimikrobiális- és a növényi növekedést szabályozó, úgynevezett *PGR*-anyagaik iránt is. Számos hasznos tulajdonságukkal és kedvező hatásukkal befolyásolják a növény-talajrendszereket. Az algák olyan speciális anyagokat tartalmaznak, amelyeknek igen nagy a kereskedelmi értéke. Ilyenek például a hosszú szénláncú, többszörösen telítetlen zsírsavak (eikozapentaén-sav: *EPA*, dokozahexaén-sav: *DHA*) és a karotinok [12]. Az alga használható a termés minőségének, hozamának javítására, másodszorban pedig növényvédelmi célra. Az algák által termelt anyagok úgynevezett elicitoroként hatnak, tehát magában a növényben váltanak ki olyan élettani folyamatokat, amelyek következtében kevésbé lesz fogékony a betegségekre. A másik módja, hogy az alga közvetlenül hat a gombára,

gátolja a szaporodását vagy elpusztítja, és így védi meg a növényt. Az alga tehát növényi tápanyag, növényvédő szer és talajjavító is [13].

2.5. Biopolimer-ipar

Az algák számos előnyös tulajdonságuknak köszönhetően, jól alkalmazhatóak a biopolimer-ipari alapanyagaként is. Az algákból készült biopolimerek gyártása a bioüzemanyagok gyártása során fejlődött ki, mint kísérő iparág. Bár napjainkban ez a megoldás még gyerekcipőben jár, a jövőben az üzemi előállítás megvalósulásával az alga-alapú biopolimerek széles körű alkalmazása várható [14].

2.6. Bioenergetika

Új irány az ipari, energetikai szektorban történő felhasználás. Az elmúlt években a fosszilis energiahordozók egyre költségeesebb kitermelhetősége miatt folyamatosan nő az alternatív üzemanyagok igénye. A biodízel az olajnövényeken kívül jó hatásfokkal állítható elő nagy lipidtartalmú mikroalgákból is. Biodízel keverőkomponensként használva az algákból kinyert lipideket, és a káros anyag kibocsátását összevetve a biodízel emissziós értékeivel, pozitív mérleget mutatott [15]. Az algatechnológia ilyen irányú felhasználhatósága nagyban függ a kőolaj árak, és az üzemanyag árak jövőbeni alakulásától [16].

3. Algatechnológiai termesztő-rendszerek

A MOL Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt. Dunai Finomítójának területén félüzemi méretben megtervezünk és megépítettünk egy zárt termesztő rendszert ($\sim 0,2 \text{ m}^3/\text{reaktoregység}$). A fent említett finomítói környezetben egy nyílt, mobilis termesztő-reaktort is kiépítettünk ($\sim 0,4 \text{ m}^3/\text{reaktor}$), amelyet magas termelékenység, jó fotoszintetikus hatásfok (4-6 %), jó beadagolt CO_2 hasznosulás (10-35 %) és magas termék koncentráció ($c_{\text{Alga}} = 1-2 \text{ kg/m}^3$) jellemez.

Az utóbbi installált foto-bioreaktor kialakítása révén (szabályzó és adatgyűjtő rendszerrel felszerelt, áttetsző plexi kialakítású) lehetőséget nyújt szabadtéri-nyílt termesztő tavak működésének megfigyelésére, modellezésére és így az optimális működési paramétereinek és méretének meghatározására. A szóban forgó rendszerek jó alapokat biztosítanak egy nagy biomassza kapacitású és alacsony beruházási valamint üzemeltetési költségigényű termesztő rendszer kialakításához. Az így megtermelt biomassza szuszpenzió szeparációjára, gazdaságos, jól alkalmazható szeparációs műveletet fejlesztünk ki [17].

4. Következtetések

Szakirodalmak alapján a mikroalga alapú biodízel mindaddig nem versenyképes a kőolaj alapú üzemanyagokkal szemben, amíg a technológia kihozatala nincs az energiaminimalizálással párhuzamosan maximálva. A technológia csak úgy életképes, ha figyelembe vesszük a szennyvíztisztítást, a füstgáz tisztítása mellett és a megtermelt mikroalgából egyéb értékes termékek értékét is [4,18].

A megépített rendszereink jó alapokat biztosítanak egy nagy biomassza kapacitású és alacsony beruházási, valamint üzemeltetési költségigényű termesztő rendszer kialakításához. A jelenlegi olajárakkal az algák azonban nem versenyezhetnek, energetikai felhasználásuk nem rentábilis, így egyéb tulajdonságaik miatt további hasznosítási területeket (biopolimer ipar, szennyvíztisztítás, mezőgazdaság, kozmetikai ipar, étrend kiegészítők, stb.), cégeket lehet érdemes megcélózni.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] David Dah-Wei Tsai, Rameshprabu Ramaraj, Paris Honglay Chen: *Growth condition study of algae function in ecosystem for CO₂ bio-fixation*, Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 2012, 27-34.
- [2] G. Venkata Subhash, Rashmi Chandra, S. Venkata Mohan: *Microalgae mediated bio-electrocatalytic fuel cell facilitates bioelectricity generation through oxygenic photomixotrophic mechanism*, Bioresource Technology, 2013, 644-653.
- [3] Raphael Slade, Ausilio Bauen: *Micro-algae cultivation for biofuels: Cost, energy balance, environmental impacts and future prospects*, Biomass and Bioenergy, 2013, 29-38
- [4] Melissa Rickman, John Pellegrino, Jason Hock, Stephanie Shaw, Brice Freeman: *Life-cycle and techno-economic analysis of utility-connected algae systems*, Algal Research, 2013, 59-65.
- [5] A. Ruiz-Martinez, N. Martin Garcia, I. Romero, A. Seco, J. Ferrer: *Microalgae cultivation in wastewater: Nutrient removal from anaerobic membrane bioreactor effluent*, Bioresource Technology, 2012, 247-253.
- [6] Sunja Cho, Nakyeong Lee, Seonghwan Park, Jaecheul Yu, Thanh Thao Luong, You-Kwan Oh, Taeho Lee: *Microalgae cultivation for bioenergy production using wastewaters from a municipal WWTP as nutritional sources*, Bioresource Technology, 2013, 515-520.
- [7] David Dah-Wei Tsai, Rameshprabu Ramaraj, Paris Honglay Chen: *Growth condition study of algae function in ecosystem for CO₂ bio-fixation*, Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 2012, 27-34.
- [8] Truc Linh Nguyen, D.J. Lee, J.S. Chang, J.C. Liu: *Effects of ozone and peroxone on algal separation via dispersed air flotation*, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 2013, 246-250.
- [9] Ryan Davis, Andy Aden, Philip T. Pienkos: *Techno-economic analysis of autotrophic microalgae for fuel production*, Applied Energy, 2011, 3524-3531.
- [10] Report describes the future of buildings in 2050, Arup launches 'It's Alive' - a new report that describes how buildings in our cities could look and function in 2050, 04 Feb 2013.
- [11] MDOSZ-Táplálkozási Akadémia hírlevél III. évfolyam 8. szám, 2010.
- [12] Sweetman E.: *Microalgae: its applications and potential*. International Aqua Feed. Perendale Publishers Ltd. UK., 2009.
- [13] http://m.innoteka.hu/cikk/algak_a_novenyte_rmesztesben.100.html, letöltve: 2013.
- [14] oilgae.com, letöltve 2013.
- [15] Anita Kirrolia, Narsi R. Bishnoi, Rajesh Singh: *Microalgae as a boon for sustainable energy production and its future research & development aspects*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2013, 642-656
- [16] Gustavo B. Leite, Ahmed E.M. Abdelaziz, Patrick C. Hallenbeck: *Algal biofuels: Challenges and opportunities*, Bioresource Technology, 2013, 134-141.
- [17] Zoltan Hodai, Dora Rippel-Petho, Geza Horvath, Laszlo Hanak, Robert Bocsi: *New bio-flocculation effect and its examination*, World Journal of Engineering and Technology, 2014, 116-123.
- [18] Mark T. Holtzapple, Frank E. Little, William M. Moses, C.O. Patterson: *Analysis of an algae-based cell: Part 2: Options and weight analysis*, Acta Astronautica, 1989, 365-375.