FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVII.

Kolozsvár, 2012. március 22–23.

ENERGETIKAI CÉLLAL TERMESZTETT MIKROALGÁK FELDOLGOZÁSA

HODAI Zoltán, HORVÁTH Géza, HANÁK László, BOCSI Róbert

Abstract

We study special algae culture used to clear industrial wastewater and absorb industrial carbon dioxide at the Department of Chemical Engineering at the University of Pannonia. The main areas of research are the critical points of the established alga technology, such as processing and separation. The goal is to devise the fastest and most economic way of separating the alga mass from the substrate solution. Furthermore, we try to define the useful components of algae and their optimal extraction, based on the optimization of techniques of extraction and other economical and environmental aspects.

Key words:

algae technology, carbon dioxide absorption, membrane separation, ultrafiltration, densification

Összefoglalás

Ipari széndioxid elnyelésére és ipari szennyvíz tisztítására alkalmas, speciális algatenyészetek vizsgálatát folytatjuk a Pannon Egyetem Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszékén. A kiépített algatechnológia kritikus pontjának számító műveletek, mint a feldolgozás és szeparáció képezik a vizsgálatok egyik fő területét. Célunk az algatömeg minél gyorsabb, gazdaságosabb szeparálása a tápoldattól. További cél a mikroalgák hasznos komponenseinek definiálása és optimális kinyerése. Kinyerésre irányuló technológiák optimalizálása, környezetvédelmi és gazdasági szempontok figyelembe vétele alapján.

Kulcsszavak:

alga technológia, széndioxid elnyelés, membrán szeparáció, ultraszűrés, sűrítés

1. Bevezetés

Szén-dioxid, illetve más szennyezőanyag kibocsátás (szennyvíz bizonyos komponensei) csökkentésének lehetőségét, létjogosultságát mikroalgák alkalmazásával vizsgáljuk. A mikroalgák ezirányú felhasználása a nemzetközi kutatási, fejlesztési tevékenység egyik jelentős területe.

A Föld leghatékonyabb organizmusai között tartjuk számon az algákat (mikroalgákat), kiemelkedően magas termelékenységük és általánosságban magas olajtartalmuk miatt (összevetve más olajkinyerésre alkalmas növényekkel). A fent leírtakon túl az algatechnológia mellett szól azon tény is, hogy tenyésztésük, termesztésük nem igényel hasznos termőföldet, termőterületeket.

Egy napon belül meg tudják duplázni biomassza tömegüket (termelékenység: 10-20 g/m²/nap, száraz algatömegre vonatkoztatva) [1, 2, 3, 4]. Olajtartalmuk a fellelhető irodalmak alapján átlagosan 20 % (bizonyos algafajok esetében 60-80 %-ot is elérhetik)[5, 6].

Az algatechnológia jó eséllyel megoldást jelenthet a széndioxid, valamint nitrogén oxidok kibocsátásának csökkentése terén, mert fotoszintetikus energiaátalakítás útján átformálják azokat [7]. A folyamat végterméke jelentős mennyiségű, kémiai kötésben raktározott napenergiát tartalmaz, és végeredményként „nagy mennyiségű” biodízel nyerhető belőlük [8].

A fent leírtak szerint a technológia betáplálásában nem csak a füstgáz, hanem a szennyvizek bizonyos környezeti károsító hatású komponenseit is tápanyagként hasznosítják, így módon tisztítva azokat. Ezek a bizonyos szennyezők többlet-tápanyagot biztosítanak az algáknak, amelyek így exponenciális mértékű növekedésnek indulnak. A folyamat eredményeként a már említett biodízel mellett egyéb hasznos, értékes komponensek kinyerése is lehetséges a biomasszából, valamint alkalmas biogáz előállítására. Jelenleg is számos kutatás célozza az ilyen módon megtermelt biomassza, illetve biomassza feldolgozás utáni maradék alternatív felhasználhatóságát.

A Pannon Egyetem Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszékén kutatások folynak a technológiai áramokból történő szén-dioxid befogásának területén. A szén-dioxid beépülés évente akár 100 t/ha értéket is elérheti, amelyből az algasejtekben biodízel előállítására alkalmas C_{16} - C_{22} észterek képződnek. Ezáltal alkalmas lehet az üzemanyagok, üzemanyag keverőkomponensek ilyen típusú, megújuló forrásból történő előállítására.

A fent leírt előnyök mellett többek között a költségek jelentik a legnagyobb akadályt. Az algák betakarítása (szüret, víztelenítés, szárítás) és a lipidek kinyerése (extrakció), konverziója a legkritikusabb lépések az alga-bázisú bioüzemanyagok előállítása során, a magas beruházási és üzemeltetési költségek miatt. A technológia legfőbb kihívása tehát a költségcsökkentés, amelyet elsősorban a szeparációs lépéseknél lehet, és szükségszerű is minimalizálni.

A betakarítás történhet mikroszűréssel, centrifugálással, flokkulációval, szonokémiai technikával vagy más egyéb, még fejlesztés alatt álló technológiákkal.

Jelen cikk az ultraszűréssel történő sejtszeparációt mutatja be. Ez a módszer megfelelő műveleti idejű és viszonylag kis energiaigényű, amely egy megfelelő töménységű, jól kezelhető (elpusztult sejtektől, maradványsóktól, anyagcseretermékektől mentes) algaszuszpenziót eredményez úgy, hogy a leválasztott tápoldat alkalmas az újbóli felhasználásra.

2. Sűrítési kísérletek

A sűrítési, tisztítási kísérletek elvégzéséhez a Pannon Egyetem Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék ZW-10 modullal szerelt, PLC vezérléssel ellátott készülékét használtuk.

A mérést az előkísérletekben kimért működési paraméterek mellett végeztük, amelyekből a meghatározó paramétereket az 1. táblázatban találhatók.

1. táblázat. Készülékbeállítások

	Ultraszűrés	Visszamosás
Térfogatáram [l/h]	20	25
Időtartam [sec]	600	60
Nyomáskülönbség [bar]	-0,45-(-0,15)	0,15-0,50

A sűrítő tartályba töltött szuszpenzió folyadékszintjének lehetőség szerinti legkisebb ingadozása érdekében a mintautánpótlás 1 dm³-es részletekben történt. Annak érdekében, hogy a rendelkezésre álló mintamennyiség feldolgozásával a lehető legnagyobb mennyiségű adatot gyűjtsük, a mérést több szakaszra bontottuk. Az algaszuszpenziókat 40 dm³-es adagokban vettük el a fotobioreaktorokból a szűrés megkezdéséhez. Miután a 40 dm³-es térfogatot 20 dm³-be sűrítettük, desztilláltvízes átmosást alkalmaztunk. Az átmosást addig végeztük, míg a szuszpenzióban lévő maradványsókat valamint az egyéb szerves anyagokat, anyagcseretermékeket el nem távolítottuk. A tisztítás mértékét a permeátumon végzett szárazanyag tartalom meghatározás és vezetőképesség mérésekkel ellenőriztük. A következő 40 dm³ algaszuszpenziót, az előzőekben leírt módon sűrítettük be, és ezek után adagoltuk hozzá az előző sűrítésből származó, 20 dm³ térfogatú, átmosott koncentrátumot. Az így előállt koncentrátumot ismételt desztilláltvízes mosásnak vetettük alá.

A tisztítást (sűrítmény desztvízes átmosása) az elérhető legkisebb vezetőképességi értékig, illetve a már három tizedes értékben nem mérhető szárazanyag tartalomig folytattuk. (1. ábra)

1. ábra. A sűrítmény átmosásának hatása a permeátum áramra

3. Összefoglaló

A ZW-10-es membránmodullal hét sűrítési szakasszal 280 dm³ ráadagolt algaszuszpenziót 20 dm³-re sűrítettünk, így a végső koncentrációs faktor $CF_{végső}=14$.

A permeátum szárazanyag-tartalom változása és a hozzá tartozó vezetőképesség változás trendje az esetek többségében azonos volt. A 6,8,12-15 mosási ciklusokban tapasztalt eltéréseket a kiindulási szuszpenziók minőségének a többitől való eltérése okozza. Ezeket akkor szüreteltük, amikor a szaporodási indexük csökkenő tendenciát mutatott.

A nyert algasűrítmény hosszabb ideig tárolható káros folyamatok beindulása nélkül (1-2 hét), CO₂ védőgáz alkalmazása az áttisztított sűrítményen még tovább növeli az eltarthatóságot (2,5-3 hét).

A sejtektől elválasztott tápoldat, maradványsók másodszori visszaforgatása a rendszerbe pozitív eredményeket mutatott a membrántechnológia alkalmazása esetén.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet a Magyar Állam és az Európai Unió TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0003 projekt keretein belül nyújtott anyagi támogatásáért.

Irodalom

- [1] E. KOJIMA, K. ZHANG: *Effect of light intensity on colony size of microalga Botryococcus braunii in bubble column photobioreactors*, Journal of Bioscience and Bioengineering, 1999, 87
- [2] M. BRIGGS: *Widescale Biodiesel Production from Algae*, University of New Hampshire, Physics Department, 2004, 5
- [3] E.J. HWANG, H.S. SHIN, S.R. CHAE: *Single cell protein production of Euglena gracilis and carbon dioxide fixation in an innovative photo-bioreactor*, Bioresource Technology, 2006, 322-329
- [4] Y. CHISTI: *Biodiesel from microalgae beats bioethanol*, Institute of Technology and Engineering, Massey University, New Zealand, 2007, 126-131
- [5] G.C. Dismukes, *Algal Photosynthesis*, Princeton, Univ. Press, 2008
- [6] D. SHI, D. SONG, J. FU: *Exploitation of Oil-bearing Microalgae for Biodiesel*, Chinese Journal of Biotechnology, 2008, 341-348
- [7] M. OLAIZOLA, S. M. MASUTANI, T. NAKAMURA: *Recovery and Sequestration of CO₂ from Stationary Combustion Systems by Photosynthesis of Microalgae*, Final report, U.S. Department of Energy, Office of Fossil Energy National Energy Technology Laboratory, 2005, 21-197
- [8] I.H. JUNG, S.H. CHOE: *Growth Inhibition of Freshwater Algae by Ester Compounds Released from Rotted Plants*, Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 2002, 297-304

Hodai Zoltán, okleveles vegyészmérnök, okleveles kutató-fejlesztő szakmérnök, doktorandusz

Munkahely: Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Művelési Intézeti Tanszék

Cím: H-8201, Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10., Pf. 158.

Telefon / Fax: +3688-624-930/+3688-624-446

E-mail: hodaiz@almos.uni-pannon.hu