FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVII.

Kolozsvár, 2012. március 22–23.

MIKROALGÁK ENERGETIKAI CÉLÚ TERMESZTÉSE

BOCSI Róbert, HORVÁTH Géza, HANÁK László, HODAI Zoltán

Abstract

Driven by the rising need for biofuels because of the constant rise in the world market price of crude oil, and by the necessity to capture carbon dioxide, autotroph organisms got into the spotlight of energetic research. Algae production is the most promising solution amongst the alternatives because of its specific area necessity and high reproduction rate. Research on the whole range of algae cultivation and processing is done at the Department of Chemical Engineering of the University of Pannonia. The utilization of algal cultures in experimental photobioreactors is examined, together with the optimization of the operational conditions both for artificial and natural light and with different fertilizers. The various parameters of alga-processing is also determined. Based on literature data and experiments conducted in Veszprém, in this paper we give an overview of the planning, operation and processing principles connected to algae reactors.

Key words:

Flat-panel, photobioreactor, microalgae, biofuels

Összefoglalás

A nyersolaj világpiaci árának növekedése által hajtott bioüzemanyagok iránti kereslet és a szén-dioxid befogás igényének találkozásaként autotóf szervezetek termesztése került az energiakutatók figyelmének középpontjába. Az algatermesztés a benne rejlő nagy reprodukciós ráta és a fajlagos területszükséglet tekintetében az alternatívák közül a legígéretesebb megoldás. A Pannon Egyetem, Vegyipari Műveleti Intézet Tanszékén az algatermesztés és feldolgozás teljes vertikumát átfogó kutatások folynak. Vizsgáljuk az algakultúrák alkalmazhatóságát kísérleti fotobioreaktorokban, az üzemeltetési körülmények optimumának meghatározására mind mesterséges, mind természetes fényben különböző tápoldatok alkalmazása mellett, valamint a feldolgozás különböző paramétereinek meghatározása is történik. Jelen cikkben a szakirodalmi adatok és a Veszprémben folytatott vizsgálatok alapján áttekintést nyújtunk az algareaktorokkal kapcsolatos tervezési, üzemeltetési és feldolgozási irányelvekről.

Kulcsszavak:

Fotobioreaktor, mikroalga, bioüzemanyagok,

1. Bevezetés

A szén-dioxid, napjaink egyik legnagyobb volumenben kibocsátott légszennyezője, befogása és elhelyezése jelentős anyagi ráfordításokat igényel. A természetben működnek olyan spontán folyamatok, amelyeket alapul véve a kibocsátásra váró CO₂ széntartalmát biológiai rendszerbe visszavezethetjük. Ezáltal számos értékes termék nyerhető, többek között motorhajtóanyag is, így a környezetterhelés mérséklése mellett bizonyos megtérülésre is számíthatunk.

Az algatermesztéssel már a múlt század első felében elkezdtek foglalkozni. Akkoriban az algafarmok létesítésében látták a jövő élelmiszerforrását. Bár az elképzelés támogatottság hiányában megghiúsult, de a laboratóriumi, tiszta tenyészkultúrák fenntartását, a célirányos termesztés körülményeinek

meghatározását sikerült megalapozni. Az ötvenes évek elején került szóba elsőként a bioüzemanyagok előállítására. Az energiatermelő algák termesztésére az 1970-es évek elejére már üzemi méretű berendezések is rendelkezésre álltak. Ezt követően az 1980-as évek elején került előtérbe az algaolaj termelés, amely a XXI. Században reneszánszát éli. [1],[2]

2. Az energiatermelésre használható algafajok

Energetikai célokra azok az akár édesvízi-, akár tengeri algafajok alkalmasak, amelyek a termesztési periódus alatt tömegük minél nagyobb hányadát lipidekké alakítják. Ezek a lipidek átalakítás után motorhajtóanyagok biokomponensei lehetnek. [3] Fontos megjegyezni, hogy a termesztési periódus alatt elért biomassza-koncentrációra és lipidtartalomra megadott értékek a termesztési technika, a környezeti valamint az ésszerűen szabályozható működési paraméterek függvényében jelentős különbségeket mutathatnak, valamint a nagy lipidtartalom nem feltétlenül jár együtt a nagy szaporodóképességgel.

Az energiatermelésre használt mikroalgák a szervezetük felépítéséhez szükséges anyagokat vizes oldatból veszik fel. Egyrészt a tápoldatban lévő szerves sókat, egyszerű szerves vegyületeket, másrészt a reaktortérbe juttatott CO₂-ot, hidrogénkarbonát formájában. Míg előbbieket bizonyos szennyvizekből pótolni lehet, addig a szén-dioxid forrása lehet füstgáz, de származhat egyéb technológiákból is.

A termesztési paraméterek helyes megválasztása alapvetően befolyásolja a teljes folyamat sikerességét. A kultúra számára elérhető fény a fotoszintetizáló szervezetek számára egy alapvetően korlátozó tényező. Fotoszintézisre a napfény spektrumából csak a 400-700 nm közötti hullámhossz intervallum hasznosítható, ez a tartomány a teljes napfény spektrum 42,3%-a. Ebben a hullámhossz intervallumba eső sugárzást hívja a szakirodalom fotoszintetikusan aktív sugárzásnak (PAR). Megadható a fotoszintézis maximális, elméleti energetikai hatásfoka /photosynthetic efficiency, PE/, amely algák esetén a napfény teljes spektrumára 9 %, a PAR tartományra 21,4 %. [4]

Másik fontos környezeti paraméter a reaktorhőmérséklet. Egy sűrű szuszpenzió (3-4 g száraz alga/dm³) melegedése jelentős. Emiatt a reaktor hőmérséklete hűtés nélkül, intenzív napsugárzás mellett a léghőmérsékletnél jóval magasabb lenne. Az algák optimális szaporodóképessége 20-40 °C közötti hőmérsékleten tartható meg. Ez alatt anyagcseréjük és ezzel együtt szaporodásuk jelentősen lelassul, míg e tartomány feletti hőmérsékleten jelentősen nő a hősokk okozta algapusztulás veszélye.

A szén-dioxid beadagolása gázkeverék formájában történik. Koncentrációját forrástól függően 2-30% között szokták tartani, ami függ az algafajtól, tápoldattól és a hőmérsékletétől is. A felhasznált gázkeverék ideális esetben tartalmaz még nitrogént, valamint oxigént, melynek jelenléte a sötét szakaszban fontos. A kívánt betáplálási gázösszetétel beállítása levegő hozzákeverésével történik.

A tenyésztési körülmények biztosításához speciális fotobioreaktorokat alkalmazunk. Ezekkel a reaktorokkal szemben követelmény, hogy a napfény fotoszintézishez megfelelő spektrumát az algák

számára hozzáférhetővé tegyék, megfelelő be- és kivezetéseket tartalmazzanak a szén-dioxid-tartalmú gázelegyek alkalmazásához valamint műszakilag ellenállóak legyenek a természeti hatásokkal szemben. Megfelelő keveredést kell biztosítani a holtterek kiküszöbölésére, mert azok nem kívánt bomlási folyamatokat indíthatnak el, csökkentve ezzel a kultúra biomassza termelékenységét.

Kialakításuk a helyi mikroklímának megfelelő kell, hogy legyen. Kontinentális éghajlaton a temperálás lehetőségét biztosítani kell.

A zárt fotobioreaktorok felépítése két féle lehet: cső vagy panel. A cső kialakítás előnye az egyszerű geometriai kialakítás, kevés árnyékoló szerkezeti elem, hátránya a kis térfogategységre eső hasznos felület, a viszonylag nagy hidraulikai ellenállás. A panel kialakítás előnye, a nagy térfogategységre jutó hasznos felület, hátránya a holtterek kialakulásának veszélye, az esetleg szükséges merevítések árnyékoló vagy áramlást befolyásoló hatása.

3. Az algasűrítés, olajkinyerés

Az algatermék kinyerésének két szükséges lépése van. Az egyik az algatömeg sűrítése, a másik a lipid kinyerése a koncentrátumból. Ezekre számos módszer közül választhatunk (ülepítés, szűrés, flokkulálás, centrifugálás, speciális szétválasztó műveletek).

Az olaj extrakciója két különböző stratégia szerint végezhető. Az egyik, hogy a nedves vagy szárított algamasszából közvetlenül kinyerjük az olajat, a másik, hogy az extrakciót sejtfeltárás előzi meg. Bármelyik technikát választjuk, főleg energiatermelésre termesztett kultúrák esetén figyelni kell arra, hogy a lehető legkevesebb energia befektetésével a lehető legnagyobb biomassza-tömeget dolgozzuk fel, minél több lipidet tudjuk kinyerni. Az így kapott szilárd maradék még biogáz előállítására alkalmas lehet. [5]

4. Algaszaporítás kísérleti reaktorokban

Chlorella Vulgaris kultúra szaporodását vizsgáltunk a rendelkezésre álló flat-panel típusú zárt fotobioreaktorokban. Az algák viselkedését időben párhuzamosan, külön-külön reaktorokban vizsgáltuk. A panelek fényabszorpciós felületét déli irányba állítottuk be. A 10 dm³ térfogatú reaktorokba az előkísérletek során optimálisnak ítélt összetételű tápoldatot töltöttünk. Ezt követően bekevertük az indítókulturát. A 8,0 tf% CO₂-ot tartalmazó gázkeveréket átbuborékolattuk a szuszpenzió. A buborékolatás szerepe volt, CO₂-ellátás mellett, a megfelelő keverés biztosítása volt.

Az azonos paraméterek biztosítása esetén a vizsgált időszakban az 1. ábrán látható szaporodási görbéket kaptuk. A kultúra szaporodását az optikai sűrűség változása alapján követtük. A reaktorokban mért pH értéke a 7,5 és a 8,5 értékek között ingadozott, annak ellenére, hogy a szén-dioxidot folyamatosan adagoltuk a rendszerbe. Ezek az értékek a laboratóriumi vizsgálatok alapján kapcsolatba hozhatók a kultúra ellenálló képességével. Az szaporodási görbék és a pH egyidőben

történő trendszerű csökkenése a kultúra pusztulását mutatja. Egyedi, kismértékű ingadozások azonban napszaktól függően is külön-külön előfordulhatnak.

1. ábra Mikroalgák szaporodása 2011. augusztusban, természetes fényben

5. Összefoglaló

A vizsgált periódusban a szabadtéri fotobioreaktorainkban folytatott algatermesztés sikeres volt, mert a párhuzamosan stabilan tartott kultúrák biomassza koncentrációját sikerült megháromszorozni. Ezek a mérési eredmények a felhalmozott korábbi tapasztalatok mellett a méretnövelés következő lépcsőfokhoz kiindulási adatokat szolgáltathatnak.

6. 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.

7. Irodalmi hivatkozások

- [1] N. G. Carr, B. A. Witton The biology of blue-green algae University Of California Press (1973). ISBN 0520023447
- [2] Wang, B., Y. Li, N. Wu, and C. Q. Lan CO₂ bio-mitigation using microalgae. Applied Microbiology and Biotechnology 79(5): 707-718. . (2008.)
- [3] Chisti, Y. Biodiesel from microalgae. Biotechnology Advances 25(3): 294-306. (2007.)
- [4] Y. Li, M. Horsman, N. Wu, C.Q. Lan and N. Dubois-Calero, Biofuels from microalgae, Biotechnology Progress 24 (4) (2008), pp. 815–820
- [5] Cooney, M., Young, G. and Nagle, N. (2009) Extraction of Bio-oils from Microalgae. Sep. Pur. Rew. 38 , pp. 291-325.

Bocsi Róbert, Okleveles Vegyészmérnök, MSc (PhD hallgató)
 Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Művelési Intézeti Tanszék
 H-8200 Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10.
 Telefon: +3688-624-268
 E-mail: bocsirobert@almos.uni-pannon.hu