FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

FOTOBIOREAKTORBAN TERMESZTETT MIKROALGÁK FELDOLGOZÁSA

BOCSI Róbert, HORVÁTH Géza, HANÁK László, HODAI Zoltán

Abstract

Nowadays production of fuel blending biocomponents is major challenge. Microalgae can produce these components. These organisms harnessing energy from sunlight and using simple molecules are capable of reproduction. They can also synthesize many valuable compounds. In photobioreactors of Department of Chemical Engineering Science in University of Pannonia we grow such algae cultures which can accumulate remarkable amount of lipides in their cells. We made laboratory and outdoor tests to find mutual effects of several parameters influencing the quality of the extract. In this paper we give an overview of the planning and operation guidelines connected to algae processing.

Key words:

Microalgae, biodiesel, lipides

Összefoglalás

Az üzemanyagok biokomponenseinek előállítása napjaink egyik jelentős kihívása. A mikroalgákból ezek az anyagok mind előállíthatók. Ezek az élőlények heterotróf életciklusuk alatt a napfény energiáját hasznosítva, egyszerű molekulákat felhasználva képesek a reprodukcióra. Életfolyamataik során számos értékes vegyület szintézisére képesek. A Pannon Egyetem Vegyipari Művelési Intézet Tanszékén zárt fotobioreaktorainkban olyan algakultúrákat termesztünk, amelyek lipidek felhalmozására képesek. Számos termesztési kísérletet végeztünk laboratóriumban és természetes környezetben egyaránt. Jelen cikkben a szakirodalmi adatok és a Veszprém-ben folytatott vizsgálatok alapján áttekintést nyújtunk az algafeldolgozással kapcsolatos tervezési és üzemeltetési irányelveinkről.

Kulcsszavak:

Mikroalga, biodízel, lipid

1. A technológia súlypontjainak meghatározása

Ahhoz, hogy a helyi klimatikus viszonyok között működő technológiát vizsgálni tudjunk, a termesztéstől kezdve kell felépítenünk a technológiát. Ez azért fontos, mert az algaszuszpenzió, mint nyersanyag, összetétele alapvetően befolyásolja a későbbiekben igénybe vehető technológiák paramétereit.

Az algatermesztési vizsgálatok során meghatároztuk a laboratóriumi és a szabadtéri termesztési feltételeket. Olyan alrendszer hoztunk létre, amely a további vizsgálatokhoz alapanyaggal szolgálhatott. A sikeres termesztés érdekében ki kell elégíteni az algák alapvető igényeit. A sikeres feldolgozás érdekében olyan nagy sűrűségű szuszpenziót kell kapnunk, amelyben nagy lipidtartalmú algákat találhatunk. [1]

Az algatörzseket egyedi kivitelű flat panel fotobioreaktorokban szaporítottuk, melyeket azért választottunk, mert az üzemi paraméterek könnyen kézben tarthatók

Az algaszuszpenzió megfelelőségének meghatározásához meglévő vizsgálati módszerek adaptációjára és új módszerek kifejlesztésére volt szükség.

1. ábra. Az algatechnológia tervezésének és üzemeltetésének kritikus pontjai

Megfelelő minőségű algaszuszpenziót kell feldolgozni, hogy a kívánt termékekhez jussunk. A feldolgozást három kritikus tevékenységre koncentráltuk. Ezek a sűrítés, az extrakció és a maradékfeldolgozás.

2. Termesztési paraméterek

Elsőként olyan módosított BG-11 alapú tápoldat receptúrát használtunk fel, amellyel 5-7 g/dm³ végleges algakonzentráció és legalább 20 (m/m)% lipidtartalom (száranyagtartalomra) érhető el. Fényforrásként laboratóriumban cool white és speciális spektrumú fénycsővel biztosítjuk a szükséges mennyiségű fényt. Szabadtéri kísérleteinknél kizárólag természetes napfény volt a megvilágítás.

A beadagolt szén-dioxid mennyiségével befolyásolni lehet a biomassa kihozatalát. Méréseink nagy részét a 6-15 (V/V)% CO₂-tartalmú levegő beadagolása mellett végeztük.

A kísérleteink során stabilan működtethető flat panel fotobioreaktor rendszert építettünk ki. Ez a rendszer alkalmasnak bizonyult arra, hogy az algafajok szabadtéri termesztésbe való bevezethetőségének vizsgálatát el lehessen végezni.

3. Az alga jellemzése

A szuszpenzió állapotának nyomon követéséhez sok mérésre van szükség. Emiatt bevezettük a szaporodási indexet, ami a szuszpenzió 681,5 nm-en mért, hígítással súlyozott abszorbanciájával adható meg. Fontos vizsgálni emellett a szuszpenzió pH-ját is. Ha a szuszpenzió szaporodási indexe csökkenést mutat, és a szuszpenzió pH-ja is változik, a rendszerbe be kell avatkozni.

4. A tápoldat jellemzése

A tápoldat-komponensek közül kiemelt fontosságú a nitrogén, amely főként NO_3^- formában előnyös, de ammónia vagy karbamid is lehet a tápoldatban.

Fontos még a foszfát tartalom, melynek koncentrációja szintén befolyásolja a végső biomassza-tömeget.

A mikroelemek jelenléte az algasejtek működéséhez szükséges biokatalizátorok, felépítése miatt fontos. Alkalmazásuk egy viszonylag szűk koncentráció tartományt fed le.

Ha a tápkomponensek mennyisége egy kritikus szint alá esik, a szaporodási folyamat megáll, a szükséges beavatkozást meg kell tenni. Ez a hiányzó komponensek pótlása, a szüret vagy esetleges éheztetés (bizonyos irodalmakban sokkolási folyamatnak is nevezik). Az éheztetés szerepe jelentős lehet, ha már elértük a kívánt biomassza koncentrációt. Ekkor a nitrogen-éheztetés az algasejtek lipidkoncentrációjának növekedését eredményezheti.

5. Az algaszuszpenzió feldolgozása

Mivel energetikai céllal termesztettük az algákat, tekintettel kell lenni az energiamérlegre. Arra törekszünk, hogy a rendszerbe bevitt energia ne haladja meg a kinyerhető energia maximumát.

A feldolgozás három fontos szakaszra bontható. Első lépésben egy viszonylag sűrű vizes szuszpenzióból száraz algaport kell kinyernünk. Az így nyert alapanyagból kiextraháljuk a kulcskomponenseket. A harmadik lépésben pedig a maradékfeldolgozással kell törődnünk.

6. Sűrítés

A sűrítési módszerek bevezetésénél arra törekedtünk, hogy a lehető legrövidebb idő alatt, kis energiabefektetés árán száraz algát nyerjünk.

Kísérleteztünk vegyszeres flokkulálással, ami egyszerű eljárásnak bizonyult, de a betáplált alga minőségére érzékeny eljárások.

Megvizsgáltuk az ultraszűrés alkalmazhatóságát is. Előnyös volt abban a tekintetben, hogy nem érzékeny a betáplálás anyagi minőségére. Hátránya a viszonylag nagy eszköz beruházási igény.

Vizsgáltunk egyéb kombinált eljárásokat is (pl. flokkuláció és mikroszűrés/centrifugálás együttes alkalmazása), amelyek kis energiaigényük miatt hasznosak lehetnek. Méretnövelésük lehetőségét jelenleg is vizsgáljuk.

7. Extrakció

A száraz algák feldolgozásának másik fontos lépése az extrakció. Ebben a lépésben nyerjük ki a lipideket. Ezek a komponensek a bioodízél előállítás kiindulási anyagai lehetnek.

Számos módszer létezik a lipidtartalom kinyerésére. A neutrális lipidek mennyiségét n-hexános extrakcióval határozzák meg. Az összes lipidtartalom meghatározására Bligh-Dyer módszere terjedt el. Ezeket a technikákat analitikai és feldolgozási céllal egyaránt alkalmazzák. Ezen kívül számos más ipari oldószert, oldószerkombinációt alkalmazhatóságát teszteltük. A legnagyobb extrakt kihozatal a Bligh-Dyer féle kloroform-metanol eleggyel érhető el. A módszer hátránya, hogy az apoláris lipideken kívül más komponensek is jelen vannak. A tisztán paraffin szénhidrogének keverékéből álló szolvensek tisztább terméket adnak, de kisebb a fajlagos kihozatal. A legmegfelelőbb extrakciós módszer kiválasztásához érdemes megfontolni a több komponenst tartalmazó extraktum frakcionálásának lehetőségét. [2]

8. Maradékok feldolgozása

Maradékfeldolgozásra azért van szükség, mert a sűrítésnél elválasztott folyadékfázis a feldolgozási lépések függvényében újrahasznosítható vagy tisztítandó.

Másik értékes maradék, az extrakciónál keletkező raffinátum további hasznosítása is indokolt. Tartalmazhat maradék cukrot és keményítőt, kinyerhető színanyagot, vagy egyéb feltárás után hozzáférhető bioaktív komponenseket. A raffinátum feldolgozásánál másodlagos energiakinyerésre számos lehetőség adódik. Egyrészt biogáz előállításra használható, másrészt fermentációval bioetanol állítható elő belőlük.

Vizsgálataink során biogáz előállítási kísérleteket hajtottunk végre. A kísérletek alapján megállapítottuk, hogy a nyers algamassza és a raffinátum bizonyos korlátozások mellett alkalmas lehet biogáz előállításra.

Irodalom

- [1] Singh, A., et al. *Mechanism and challenges in commercialisation of algal biofuels*. „Bioresource Technology, Volume 102, Issue 1, January 2011, Pages 26-34 doi:10.1016/j.biortech.2010.06.057
- [2] R. Bocsi, G. Horvath, L. Hanak, Z. Hodai, *Extraction Examinations of Microalgae Propagated for Biodiesel Additives*, Hung. J. Ind. Chem., Veszprém, 2011, Vol. 39(1) pp. 45-49

Bocsi Róbert, Okleveles Vegyészmérnök, MSc (PhD hallgató)

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék

H-8200 Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10.

Telefon: +3688-624-268

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