

ÜZEMANYAG BIKOMPONENSEK ELŐÁLLÍTÁSÁHOZ TERMESZTETT MIKROALGÁK FELDOLGOZÁSOKOR KELETKEZŐ MELLÉKÁRAMOK HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI

UTILIZATION OF BYPRODUCTS FROM ALGAE BIOMASS THAT CULTIVATED FOR BIOFUEL PRODUCTION

Bocsi Róbert¹, Rippelné Pethő Dóra², Horváth Géza³, Hodai Zoltán⁴, Bobek Janka⁵

*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyészmérnöki- és Folyamatmérnöki Intézet, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék, H-8200 Magyarország, Veszprém, Egyetem u. 10.
Telefon: +36-88-624-000, 6181*

¹bocsirobert@almos.uni-pannon.hu

²pethod@almos.uni-pannon.hu

³horvathg@almos.uni-pannon.hu

⁴hodai.z@almos.uni-pannon.hu

⁵bobekj@almos.uni-pannon.hu

Abstract

Carbon dioxide is the primary greenhouse gas emitted through human activities. There are natural bioprocesses where this molecule is converted into biomass. With cultivation of microalgae we can feed back the carbon content of CO₂ into biological systems and we can get numbers of valuable organic compounds, among others biofuel, to reach ecological and economical benefits. However we should take care of recycling byproducts as it possible.

Keywords: *microalgae, cultivation, byproducts recycle*

Összefoglalás

A természetben működnek olyan spontán folyamatok, amelyeket alapul véve a kibocsátásra váró CO₂ széntartalmát biológiai rendszerbe visszavezethetjük, ezáltal számos értékes termék nyerhető, akár üzemanyag biokomponensek is. Egy algatechnológiai rendszer üzemeltetése során ezek a vegyületek előállíthatók, ugyanakkor tekintettel kell lennünk arra, hogy feldolgozási lépések során olyan műveleteket alkalmazzunk, amelyekkel elérhető, hogy a termék által hátrahagyott ökológiai lábnyom a lehető legkisebb legyen. A megtermelt alga feldolgozása során tehát a keletkező hulladékok mennyiségét a lehető legkisebbre kell szorítanunk és azok újrahasznosításáról gondoskodnunk kell.

Kulcsszavak: *mikroalga, termesztés, melléktermékek, újrahasznosítás*

A mikroalgák termesztése

A fotoszintetizáló élőlények a növekedésükhöz, szaporodásukhoz CO_2 -ot használnak fel, melynek átalakításához szükséges energiát napfényből nyerik. A lipidtermelésre használt mikroalgák a szervezetük felépítéséhez szükséges anyagokat vizes oldatból veszik fel.

A megfelelő algatermesztő rendszer kialakításához sorra kell venni, melyek a termesztésbe bevonható fajok és mely paraméterek befolyásolják az algák fejlődését. A termesztési paraméterek helyes megválasztása alapvetően befolyásolja a teljes folyamat sikerességét.

1.1. A mikroalgák hasznosítása

Algákból számos terméket állíthatunk elő, melyek közül üzemanyag előállításra elsősorban a lipidek a megfelelő vegyületek. A lipidek számos alkalmazásban előfordulnak. Tisztítás, ill. átalakítás után kozmetikai cikkek, élelmiszerek összetevői vagy akár motorhajtóanyagok biokomponensei is lehetnek.[1]

1.2. A mikroalgák termesztése

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. [2] Fontos megjegyezni, hogy a termesztési periódus alatt elért biomassza-koncentrációra és lipid-tartalomra megadott értékek a termesztési technika, a környezeti valamint az ésszerűen szabályozható működési paraméterek függvényében jelentős különbségeket mutatnak.

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 CO_2 -ot, hidro-

génkarbonát formájában. Míg előbbieket bizonyos szennyvizekből pótolni lehet, addig a szén-dioxid forrása lehet füstgáz, de származhat egyéb technológiákból is.

2. A mikroalgák feldolgozása

Az algatermékek kinyerésének két szükséges lépése van. Az egyik az algaszuszpenzió sűrítése, a másik pedig az értékes komponensek kinyerése.

2.1. A szuszpenzió sűrítése

Az algaszuszpenzió sűrítésekor keletkező oldat főként azokat a szervesanyagokat tartalmazza, amelyek az algák termesztéséhez egyébként is szükségesek, ugyanakkor a termesztés során keletkező metabolitok is jelen vannak benne.

A tápoldatból a termesztés során a legnagyobb mennyiségben a makrokomponensek fogyasztására lehet számítani (nitrogén-, foszfor- és a kálium-forrás).

Ha olyan feldolgozási műveletet tudunk alkalmazni, amely során vegyszer adagolása nem szükséges, például szűrés, centrifugálás vagy membránseparációs műveletek, akkor a keletkező oldat a szükséges tápkomponensekkel való kiegészítés után a termesztéshez többször újra felhasználható.

Amennyiben a sűrítéshez valamilyen vegyszer adagolása válik szükségessé, akkor meg kell vizsgálni, hogy milyen feltételek mellett hasznosítható maga a termék és a mellékáram is. Például, ha flokkuláló szerként vas(III) ionokat tartalmazó oldatot is használunk, akkor nem csak a visszaforgatásra kerülő folyadék vaskoncentrációját kell az algák számára toxikus koncentráció alá csökkenteni, hanem arra is figyelemmel kell lenni, hogy az extrakció mellékáramainak felhasználása emiatt lehetséges marad-e.

A termesztésbe a sűrítési műveletekből visszavezetett áramok esetében a recirkulációs körök számát nem csak a hozzáadott vegyszerek befolyásolhatják, hanem a körönként esetlegesen dúsuló metabolitok jelenléte is.

2.2. A mikroalgák közvetlen felhasználása

A sűrítési műveletek során előállított algatermék közvetlenül is felhasználásra kerülhet. A legismertebb ezek közül az emberek számára élelmezési céllal valamint az állati takarmányként való felhasználás. Ez főként szárított alga fogyasztását jelenti annak telítetlen zsírsav, astaxantin vagy béta-karotin tartalma miatt.[3]

A másik jelentős közvetlen felhasználási mód a növényi tápként való alkalmazás. Az algából (pl. *Spirulina platensis*) nyert sűrítést közvetlenül levéltrágyaként a növények növekedésére előnyös hatás érhető el. Ugyanakkor az ilyen célú felhasználás esetén az algatermesztés feltételei az előbb említett lehetőséggel szemben sokkal kevésbé igényel speciális feltételeket, bizonyos típusú szennyvizek alkalmazása is megengedett.[4]

További lehetőség a közvetlen hasznosításra a hidrotermális katalitikus algafeldolgozás, mely során a mikroalga szuszpenziót magas hőmérsékleten (300°C felett), nagy nyomáson (100 bar felett) katalizátor jelenlétében inert környezetben kezelik. A feldolgozás során főként energia-recirkulációra van lehetőség, ugyanakkor a kapcsolódó szétválasztó rendszerben kinyert olaj mellett a katalizátor és a vizes fázis egy részének visszanyerése is megtörténhet.[5]

2.3. A biomassa extrakciója

Az algaolaj extrakciója két különböző stratégia szerint végezhető. Az egyik, hogy a nedves vagy szárított algamasszából közvetlenül kinyerjük a lipideket, a másik, hogy az extrakciót sejtfeltárás előzi meg.

A mikroalga extrakcióját kiegészítő lépésként megelőzheti egy vegyszeres kezelés, amely a sejtfalon belül felhalmozott értékes komponensek hozzáférhetőségét biztosítja. Ezeknek a kezeléseknak a célja az, hogy vagy közvetlen vegyszeres keze-

léssel, vagy pedig a sejtek környezetének tulajdonságait úgy változtassák, hogy a sejtfal integritása megszűnjön. E módszerek esetében az alkalmazott vegyszer miatt egy közbülső szeparációs lépést kell végrehajtani az extrakció előtt, de az algaszárítás energiaigényének egy része így megtakarítható.[6]

A szárított alga-biomassa extrakciójához olyan specifikus oldószert érdemes választani, amelynek jelenléte mellett a termék közvetlenül felhasználható.

A legkevesztetőbb megoldás a szuperkritikus fluidumok használata, melynek során az oldószert a művelet végrehajtását követően csak nyomokban fordul elő. Például az algák szuperkritikus széndioxiddal történő extrakciója során az expandált oldószert sem a raffinátumban, sem az extraktumban nem található meg.[7]

Ilyen lehet például a színanyagok extrakciója etanollal, melynek során a tinktúra gyakorlatilag közvetlenül felhasználásra kerülhet.

Amennyiben az alapanyagból indokolt egy lépésben az értékes komponenseket egy szélesebb spektrumú oldószert eleggyel kinyerni, a komponensek visszanyerése és az azok egymástól való elválasztása során további mellékáramok keletkezésére lehet számítani. Ilyen lehet például a Bligh-Dyer féle extrakciós módszer, melynek során kloroform és metanol elegyével valósítják meg a poláris és az apoláris lipidek kinyerését. A kapott extraktumot ez után osztják meg két fázis között, amelyek polaritása a kinyerhető komponensek jellegét meghatározza. [8]

Ebben a szétválasztási lépésben az oldószert kiválasztásánál az is jelentős szerephez juthat, hogy a raffinátumban az oldószert maradáknak jelenléte a további hasznosítást befolyásolja-e.

A raffinátum egyik felhasználási lehetősége a biogáz előállítás. A kioxtrahált biomassa számos olyan komponens, szénhidrátokat, mikroelemeket, tartalmaz, amelyek

az anaerob lebontás esetén jól hasznosulhatnak. Ugyanakkor a lehetnek olyan tulajdonságai a raffinátumnak, amelyek annak illetén felhasználását nehezítik. Ezek nem csak a fermentáció sikerességét befolyásoló tényezők lehetnek (lúgosság, vastartalom), hanem ezek biogáz iszapban történő dúsulása miatt is jelentőséggel bírhatnak.

3. Következtetések

Bármilyen egyszerű szervezetek is a mikroalgák, az előállításuk és a feldolgozásuk során a gazdasági a technológiai célok mellett az is fontos szereppel bír, hogy ezt az értékes alapanyagot a lehető legnagyobb mértékben felhasználjuk.

Az algák feldolgozásával sokféle termék nyerhető (üzemanyagok biokomponensei, élelmiszeripari alapanyagok, étrend-kiegészítők, gyógyszerek), melyek előállítása során kellő körültekintéssel számos mellékáramot újra hasznosíthatunk vagy azok kezelkezését megelőzhetjük.

Szakirodalmi hivatkozások

[1] Wang, B., Y. Li, N. Wu, and C. Q. Lan: *CO₂ bio-mitigation using microalgae*. Applied

Microbiology and Biotechnology 79(5): 707-718. (2008.)

- [2] Chisti, Y.: *Biodiesel from microalgae*. Biotechnology Advances 25(3): 294-306. (2007.)
- [3] M. Viganì et al.: *Food and feed products from micro-algae: Market opportunities and challenges for the EU* Trends in Food Science & Technology 42 (2015) 81-92
- [4] S.C. Wuang et al.: *Use of Spirulina biomass produced from treatment of aquaculture wastewater as agricultural fertilizers*, Algal Research 15 (2016) 59–64
- [5] E.P. Bennion et al.: *Lifecycle assessment of microalgae to biofuel: Comparison of thermochemical processing pathways* Applied Energy 154 (2015) 1062–1071
- [6] A. Sathish, R.C. Sims: *Biodiesel from mixed culture algae via a wet lipid extraction procedure*, Bioresource Technology 118 (2012) 643–647
- [7] S.P. Jeevan Kumar et al.: *Sustainable green solvents and techniques for lipid extraction from microalgae: A review*, Algal Research 21 (2017) 138–147
- [8] E. Santillan-Jimenez et al.: *Extraction, characterization, purification and catalytic upgrading of algae lipids to fuel-like hydrocarbons*, Fuel 180 (2016) 668–678