



Az alga-kutatások irányai – nemzetközi kitekintés

JUHÁSZ LÁSZLÓ¹ - VÁRI ANIKÓ² - SZALKA ÉVA³ - MOLNÁR ZOLTÁN³

¹ Zombortej Kft, Kiszombor

² M-Around Kft., Maroslele

³ Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

A 21. század első évtizedében nemzetközi szinten is felerősödött, lendületet kapott a hagyományostól eltérő, innovatív megoldásokat felsorakoztató termelésen alapuló zöld gazdaság, amely egyre nagyobb szerepet tölt be az élelmiszer előállításától az üzemanyag termelésen keresztül az ipari termelésig minden gazdasági szektorban. A zöld gazdaság (bio-based economy) alapelve az, hogy a megtermelt javak, előállított termékek a természeti környezetből, az élő szervezetek által előállított alapanyagokból, megújuló módon jöjjenek létre és a folyamatok során is a lehető legnagyobb mértékben ez a szemlélet érvényesüljön. A zöld gazdaság nagyon széles kört foglal magában, és míg vannak országok (pl. Hollandia), ahol a szektor már a szakképzésben is megjelent (*www¹*), mint új szakképesítés: green engineering, hazánkban a szemléletmód és az zöld gazdaság szereplői még „követő üzemmódban” vannak.

Az alga, mint erőforrás és széles körben felhasználható, értékes biomassza, a zöld gazdaság egyik központi témája, így az algákkal kapcsolatos kutatások is nagyon kiterjedtek. Jelen cikkünk a mikroalgákkal kapcsolatos nemzetközi, főként európai kutatási irányokat és néhány kutatási projektet mutat be, elsősorban a várt eredmények gazdasági felhasználhatóságának aspektusait felsorakoztatva.

Kulcsszavak: alga, mikroalga, zöld gazdaság,

BEVEZETÉS

Az alga, mint kifejezés nem egyetlen fajt vagy rendszertani csoportot jelez, hanem azokat a vízben, talajban, talajfelszínen, növényeken élő, fotoautotróf organizmusokat, amelyek mind az édesvizekben, mind a tengervízben megtalálhatók. Az algák felhasználása bizonyos földrajzi területeken, például Japán és Korea térségében egyidős a civilizációval (*Benemann* 2016), máshol azonban korábban nem, vagy csak kis mértékben volt jellemző a felhasználásuk. Az alapvető hasznosítását tekintve pedig elsősorban humán élelmezési és állati takarmányként, talajjavítóként való felhasználás volt jellemző a korai időszakban. Ettől elválik a jelenlegi trend, amely az algák széles körű felhasználását és fajlagosan magas értéket képviselő egyéb felhasználását, gyógyszeripari, vegyipari hasznosítását célozza meg elsősorban.

Az Európai Alga Biomassza Szövetség (European Algae Biomass Association – EABA) összefoglalása szerint az alga szektor tudományos gyökerei Európához kötődnek, hiszen az első mikroalga izolációját és leírását 1703-ban is a kontinensen végezték. Ma a szektor és annak mindkét ága, a makro- és mikroalga előállítását, hasznosítását végző gazdasági szervezetek és kutatócsoportok nagy számban vannak jelen Európában, azonban közel sem jellemző ma már az egyeduralom.

Az európai makroalga szektorban 2016-ban 132 vállalat, összesen 700 millió Euró termelési értéket állított elő és a termeléshez kapcsolódó kutatási csoportokkal együtt több, mint 4000 fő dolgozik ebben a tevékenységben. A mikroalga szektor ugyanekkor 430 gazdasági szervezetet, 300 kutató csoportot, 750 millió Euró termelési értéket és több, mint 10000 fő munkavállalót jelent Európában. Mindkét szektor dinamikusan növekszik (*Vieira és Tredici* 2017).

ALGA KUTATÁSOK MAGYARORSZÁGON

A hazai kutatások a nemzetközi irányokhoz hasonlóan széleskörűek, azonban elsősorban az algák biológiai és ökológiai jellemzőivel foglalkozó alapkutatások, a gazdasági élet szereplőivel együttműködő alkalmazott kutatások kevésbé hangsúlyosak. Az alapkutatásokban a hazai egyetemek fontos szerepet töltenek be. Az ELTE Növény szerzettani Tanszékén az algák hasznosíthatóságának biológiai hátterét

vizsgálják (Lőrincz *et al.* 2010). A Magyar Tudományos Akadémia Balatoni Limnológiai Kutatóintézetében (jelenleg: MTA Ökológiai Kutatóközpont Balatoni Limnológiai Intézet) számos kutatás között az Alga és makrofiton kutatócsoport a fitoplanktonok dinamikáját és ökofizikáját tanulmányozza (Tóth 2016).

Az algák növényi hormontermelését és gyakorlati hasznosíthatóságát kutatja a Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság és Élelmiszertudományi Karának munkacsoportja a Növénytudományi Tanszéken (Ördög *et al.* 2016, Stirk *et al.* 2014). Ez a munkacsoport a kutatások mellett Európa egyik legnagyobb mikroalga gyűjteményét (Mosonmagyaróvár Algal Culture Collection = MACC) is létrehozta.

A Debreceni Egyetem munkacsoportja az algák toxintermelésével, a másodlagos anyagcsere termékek vizsgálatával és ezek hatásmechanizmusaival foglalkozik, amely az algák gyógyszer- és vegyipari felhasználásának gyakorlati alkalmazhatóságához nyújt alapkutatási eredményeket (Vasas *et al.* 2010).

Az alapkutatásokon túl a hazai alga-kutatási irányok a mezőgazdasági hasznosíthatóság körét érintik elsősorban és ezzel összefüggésben számos, a gazdálkodók számára is elérhető termék van a piacon Bíró (2017) szerint. A mikroorganizmusokat tartalmazó készítményekkel történő talajoltások, vetőmag kezelések és növénykondicionálások napjaink mezőgazdasági gyakorlatának részét képezik. A legtöbb ilyen termék általánosan, mint a termésnövelőkhöz sorolt mikrobiológiai, növény- és talajkondicionáló készítmény kerül forgalomba, de nem csak baktériumokat, hanem élesztő- és fonalas gombákat, továbbá algákat is tartalmazhatnak. Az algákkal történő talajoltások a baktériumokkal szemben nem olyan gyakoriak, mivel felhasználásuknak az előnyei még kevésbé ismertek. Az algákban rejlő lehetőségeket támogatja ugyanakkor, hogy felhasználásuk sokrétű, mind a talajba, mind pedig a növényi felületekre történő alkalmazásuk, sejtes és nem sejtes, kivonatolt, vagy roncsolt, ún. bioplazma formában is lehetséges.

A hazai alkalmazott kutatás meghatározó képviselője a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft., amely nemzetközi kutatási konzorciumi partnerként végez alga-biotechnológiai kutatásokat, és ért el jó eredményeket a különböző algareaktorok tervezése és az algabiomassza CO₂ megkötése terén (www²).

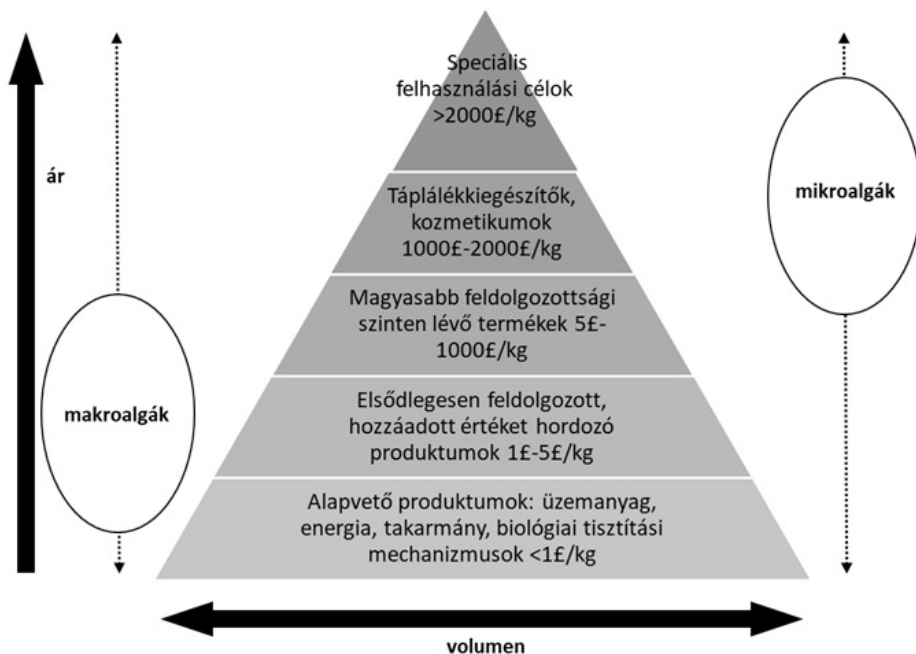
Itthoni cég még az Albitech Kft., amely kizárólag alga biotechnológiai kutató-fejlesztő munkákat végez. (www³) létesített saját izolátumaiból alga törzsgyűjteményt és válogat

növényi hormontermelő algatörzsek között, valamint állít elő nagy mennyiségben szabadalommal védett törzsekből növénystimuláló mikroalga tenyészeteket (Algafix®, Algater®). (*Greipel et. al. 2013*)

ALGA-KUTATÁSOK EURÓPÁBAN

Az alga kutatási irányok nemzetközi téren követik az alkalmazás különböző irányait. Az algák egyértelmű előnye a zöld gazdaság szempontjából az, hogy a feldolgozás során többféle értékes anyag kivonható belőlük és a maradványok is 100%-ban felhasználhatók. A kutatók által megfogalmazott kérdés tehát az, hogy mely felhasználási módok jelentik az ökológiailag, technológiailag és gazdaságilag is fenntartható hasznosítást. Ezt a dilemmát mutatja be többek között *Adenle et al. (2013)* azzal, hogy az algák bio-üzemanyag előállítás céljából történő hasznosítása a megfelelő körülmények és komplex termék-életciklus elemzés nélkül hosszú távon akár káros is lehet.

Az alga értéklánc modellje azt mutatja be, hogy az alga feldolgozottsági foka, értékesíthető mennyisége és egységnyi értéke hogyan viszonyul egymáshoz. A *Flynn et al.* által 2015-ben publikált kutatási összefoglaló szemléletesen mutatja be mindezt (*1. ábra*).



Forrás: Voort *et al.* (2015)

1.ábra Alga értéklánc modell
Figure 1 Algae value chain model

Globális makroökonómiai szempontból az algából előállítható termékek körét az alábbiak szerint szükséges csoportosítani és ezek jelentik a jövő kutatási és alkalmazási irányait (Voort *et al.* 2015):

1. Energiahordozók

- üzemanyagok (biodízel, bioetanol, biogáz)
- hő- és villamos energia előállítás (biogáz)

2. Vegyipari alapanyagok

- növényi tápanyagok
- hosszú távon ható talajerő utánpótlás
- talajkondicionálók
- növénykondicionáló és növényvédő szerek
- bio-műanyagok

3. Takarmányok, élelmiszerek

- élelmiszerek
- funkcionális élelmiszerek (karotinoidek, omega-3, -6 zsírsavak)
- kérődzők tömegtakarmánya
- akvakultúra takarmány
- takarmány kiegészítők

4. Gyógyszer alapanyagok és szépségipar alapanyagai

- szépségipari alapanyagok
- gyógyszer alapanyagok, hatóanyagok, gyógyhatású készítmények

5. Bioremediáció

Ahogy *Ördög* (2015) összefoglalja, az algák manapság leginkább a gyógyszeripar és a mezőgazdaság potenciális alapanyagai lehetnek. A szintetikus peszticidek és gyógyszerek társadalmi elfogadottságának a csökkenése az utóbbi időben lökést adott a természetes eredetű hatóanyagok kutatásának, amit az Európai Unió is támogat.

A globális ökonómiai és ökológiai kihívásoknak és trendeknek megfelelően az algakutatások közül legdinamikusabban fejlődő, és az alkalmazott kutatási színtéren is leginkább megjelenő területeket a következőkben részletesen is bemutatjuk. Ezek a területeken intenzív fejlődés tapasztalható a kutatás-fejlesztés és innováció valamint a gazdasági életben való gyors eredményhasznosulás tekintetében is.

NÖVÉNYTERMESZTÉS

Az algák elsősorban növényi növekedést szabályozó és növényvédő hatású anyagaik miatt értékesek a mezőgazdaság számára. (*Ördög*, 2014) A növényi hormonok, amelyek változatos módon befolyásolják a növekedést és a stressz válaszok kialakulását, alkalmasak a növénytermesztésben és kertészetben a növény növekedésének és a termés mennyiségének a szabályozására. A tengeri makro-alkagivonatok, amelyek egy sor különböző növényi hormont tartalmaznak sikeres növényi biostimulánsok. Számos kereskedelmi forgalomban lévő tengeri algakivonat található a piacon (*Sharma et al.* 2014), amelyek kedvezően befolyásolják egyes termesztett növények terméseredményét.

Makroalgák mellett zöld mikroalgák is használatosak hormon forrásként, növénykondicionálóként. Ismert, hogy egysejt zöldsárga pl. Chlorellá -ból származó extraktum stimulálja a klorofill szintézist, gyümölcsfák növekedését és gyökeresedését, valamint különböző zöldségeken és rizsen is kimutatták már kedvező hatását. Mikroalgák sűrű szuszpenziója is képes a növények növekedését serkenteni, magasságukat növelni, a levélfelület nagyságát megnövelni, de akár a virágok számát és a gyökértömeget, sőt a terméshozamot és a termés olaj és fehérjetartalmának növelésére is alkalmas. (*Greipel et. al.* 2016)

A cianobaktériumokat Ázsiában használják a rizsföldek oltására, mint nitrogén forrást. A talajban szabadon élő cianobaktériumok maguk is kedvezően befolyásolják a növény növekedését. (*Whitton* 2000).

GYÓGYSZERIPAR, SZÉPSÉGIPAR

A kutatások jelentős része koncentrálna az algák humán élelmezési és gyógyászati felhasználására, az algákban található vagy általuk termelt hatóanyagok mennyiségére, termelődésére és felhasználásuk lehetőségeire. Széles körben elterjedtek a táplálék kiegészítők és kozmetikumok, amelyek az algákban található értékes anyagokat hasznosítják.

Bell et al. (2017) kutatásai szerint az alga alapú, magas fehérje tartalmú étrend kiegészítő segítette az izmok sérülést követő regenerációját. *Neyrinck et al.* (2017) kutatásai pedig arra mutatnak rá, hogy a *Spirulina (Arthrospira)* kivonatát tartalmazó készítmény az emésztő rendszert támogatja és a májgyulladás esetén segíti a gyógyulást. Hazánkban az Országos Gyógyszerészeti és Élelmezésügyi Intézet adatbázisa szerint 149 db különféle, bejelentett, alga tartalmú étrendkiegészítő van forgalomban ([www⁴](http://www.gyogyterkep.hu)).

A gyógyászati és szépségipari feldolgozás bővüléséhez és a szélesebb körű piaci elterjedéshez nélkülözhetetlenek a további alapkutatások, valamint az alga előállításának és feldolgozásának újabb, hatékonyabb módszereinek kidolgozása. Biztató eredményekkel találkozhatunk már, a többszörösen telítetlen zsírsavak közül az eikoza-pentaénsav - EPA és a dokoza-hexaénsav – DHA előállítása mikroalgákból már gyakorlati eredményeket hozott. A DHA az EPA-hoz hasonló -3 esszenciális zsírsav, amely nemcsak a szív és érrendszeri betegségekben hatásos molekula, hanem már

bizonyítottan az idegrendszer sejtjeinek egyik fontos építőeleme. Az Egyesült Államokban a Martek Corporation gyógyszergyártó cég mikroalgából előállított DHA-ból a csecsemők agyi fejlődését elősegítő, gyógytápszert szabadalmaztatott. (www⁵)Fajlagosan ez a felhasználási mód adja a legnagyobb termelési értéket, és nem elhanyagolható, hogy a feldolgozás során keletkező maradványok, a biomassa nagy része további értékes alapanyag az energetikai vagy mezőgazdasági felhasználás számára (*EnAlgae*, 2017).

ENERGETIKAI FELHASZNÁLÁS

Talán a zöld gazdaság egyik legvitatottabb, ugyanakkor legnagyobb mértékben kiterjedt ágazata az energia termelés biomassa alapú megvalósítása, amelynek az alga felhasználásban mind mennyiségi mind technológiai szempontból nagy szerepe van.

A biomassa energetikai felhasználásának legnagyobb dilemmája és egyben korlátja az, hogy a Föld termőterületei végesek és azok felhasználása elsősorban az élelmiszerelőállítás számára. Ugyanakkor a FAO 2010-es jelentése szerint a nagyüzemi mikroalga előállításnak és biodízelgyártásnak óriási jelentősége van, hiszen összehasonlítva a szójából és algából kinyerhető üzemanyag mennyiséget (liter/ha) az alga javára 20-szoros eltérés mutatkozik. Ugyanakkor *Laurens et al.* (2017. kutatási jelentése szerint a hatékonyságban szerzett előny elvész a feldolgozás nagyon magas költségei között, ami jelenleg megakadályozza a bio-üzemanyagok alga-alapú előállításának széles körű elterjedését.

A technológiai fejlődést és a feldolgozási, szállítási módok megújítását és innovatív paradigmaváltó megoldásokat sürget *Levine et al.* (2015) is, amikor a biodízel üzemanyag előállításának nagyüzemi módszereit hasonlítja össze és végez az üzemanyagra vonatkozóan teljes életciklus elemzést és veszi figyelembe az összes költséget, valamint környezetre ható impakt faktort. Kiemeli, hogy az elmúlt két évtizedben hatalmas technológiai megújulás zajlott le és a mai technológiák alkalmasak lennének a gazdaság üzemanyag szükségletét előállítani tisztán alga biomassa forrásból, azonban a költségek miatt ez jelenleg nem jelent versenyképes opciót, így elterjedése nem várható.

ÁLLATI TAKARMÁNYOZÁS

Az alga alkalmazása az állati takarmányozásban nem újkeletű dolog, azonban igazán nagy lendületet a 2000-es évek elején kapott, amikor a világviszonylatban jelentősen megnőtt az igény a jó minőségű állati eredetű élelmiszerek iránt és a fejlett állattenyésztő országokban egyértelművé vált, hogy nem tartható fent a termelési volumen új takarmánytermelő megoldások nélkül (*Benemann et al. 2016.*).

A holland Wageningen University alga kutatócsoportja igyekszik hosszú évek óta adekvát választ adni erre a problémára, és kutatásaik középpontjában a sokoldalú felhasználhatóság és a gyakorlati alkalmazhatóság áll. Közleményükben kiemelik azt, hogy az alga előállításával olyan fehérjében gazdag és az állati termékek beltartalmára is pozitívan ható takarmányforrást jelent az alga, amely elterjedését a gazdálkodók körében is elő kívánják segíteni. Kutatásaik eredményeként egy interaktív alga-lehetőség térképet ('algae opportunity map') alkottak meg, amely bemutatja, hogy az egyes alapanyagokból milyen technológiával és milyen felhasználás lehetséges (*van der Weide és van Krimpen 2015*).

Algák többszörösen telítetlen esszenciális (PUFA) zsírsavtartalmát kihasználva igyekeznek a takarmányok tápértékét növelni. Magyarországon tejelő kecskék tejének esszenciális zsírsavtartalmának növelésére is történnek kísérletek, mikroalgák adagolásával befolyásolva a tej zsísvösszetételét. (*Póti 2014.*)

Algák karotinoidjai közül az astaxanthin, amely már a gyakorlatban is sikeresen alkalmazható a takarmányozásban, mint hús és tojás színjavító, illetve gyökfogy, mivel nagyon erős antioxidáns hatású (Humán táplálékkiegészítőként is ismert). (*Aflalo et. al. 2007*)

Ugyanakkor ebben a szektorban is az jelenti a legnagyobb gátat a széles körű elterjedésben, hogy a felhasználási hely, azaz az állattartó telepek és az alga takarmány előállítás helye nagy távolságokra vannak egymástól, földrajzilag nem találkozik a piaci kereslet és kínálat, illetve a távolság áthidalására alkalmazható technológia miatt nem versenyképesek az alga takarmány árak (*Hayes 2016*).

KUTATÁSI PROJEKTEK

Az alga-kutatások a zöld gazdaság egyik gerincét adják és számos nemzetközi kutatási projekt zajlik jelen pillanatban is és valósult meg az elmúlt években, közösségi és gazdasági szereplők által is támogatott formában. Ezek közös jellemzője, hogy a gyakorlati alkalmazhatóságra és konkrét piaci helyzetekre koncentrálnak, és a gazdasági szereplők számára alkalmazható módszereket, jó gyakorlatokat igyekeznek prezentálni. Az alábbiakban összefoglalunk néhány, az európai kutatási és innovációs térben jelenleg futó vagy közelmúltban zárult projektet, azok céljait és eredményeit.

1. *PUFA-Chain*

A projekt átfogó célja az, hogy az ipari szereplők számára széleskörű és hatékonyan alkalmazható, döntés előkészítést segítő technológiai és kutatási adatbázist hozzon létre, hogy az alga-termékek felhasználását ezúton is elősegítse széles körben. A projektben prezentált információs bázis az értéklánc mentén mutatja be a piaci lehetőségeket, így kezdve az értékes omega-3 alapanyagként is szolgáló alga-feldolgozási technológiával és minden, alacsonyabb szinten is bemutatva a kinyerhető értékes termékeket. A projektben német, osztrák, portugál és holland partnerekből álló konzorcium alkotja a kutatási csoportot ([www⁶](#)).

2. *BISIGODOS*

A projekt célja az ipari szereplők által kibocsátott szén-dioxid közvetlen felhasználása és ennek segítségével költséghatékony alga-előállítás, amelyből értékes alga eredetű vegyi anyagok, aminosavak és magas hozzáadott értékű bio-gyanták előállítása lehetséges. A folyamat a nehézipar által kibocsátott szén-dioxidot, a napfényt és a tengeri algákat használja fel alapanyagként.

A projekt eredményeként kialakított termelési modell költséghatékony és felhívja a figyelmet arra, hogy az alga eredetű termékek előállítása során keletkező melléktermékek is további, piaci szempontból értékes termékekké válhatnak. A projekt partnerek Európa számos országát képviselik: kutatóintézetek és gazdasági szereplők dolgoznak együtt Ausztriából, az Egyesült Királyságból, Finnországból, Spanyolországból, Franciaországból, Hollandiából, Olaszországból ([www⁷](#)).

3. *D-Factory*

A projekt célja, hogy nagyüzemi megoldásokat hozzon létre és mutasson be az algából kinyerhető különböző termékek előállításához. A projekt a tevékenysége során a *Dunaliella salina* mikroalga faj fenntartható előállításához, tavakban és fotobioreaktorokban való termesztéséhez fejleszt ki nagyüzemi technológiát. Olyan innovatív technológiák fejlesztése és nagyüzemi kipróbálása történik meg, mint a dinamikus ülepítéshez alkalmazott spirállemez technológia, ultramembrán szűrés, széndioxid takarmányozás technológiái.

A projektben a nemzetközi konzorcium tagjai: német, izraeli, görög, svéd, brit, olasz, spanyol, portugál kutatóintézetek és gazdasági szereplők (*www*⁸).

4. *InteSusAl*

A projekt célja innovatív megközelítéssel bemutatni a bio-üzemanyagok fenntartható, ipari méretekben történő előállítását. A projektben optimalizált megoldásokat dolgoznak ki mind a heterotróf, mind a fotoautotróf algák termesztési megoldásaira. Ennek során tesztelik az egyes alga fajokat és a jelenleg kidolgozott technológiai megoldásokat és az ipari fenntarthatóság alapját figyelembe véve tesznek javaslatokat. A projekt célja az, hogy szignifikáns változási lehetőséget tudjon felkínálni az európai üzemanyag-szükséglet biodízel alapú kiváltására (*www*⁹).

ÖSSZEGZÉS

A jelenlegi zöld gazdaságot előtérbe helyező nemzetközi kutatási irányok az algakutatások esetében is erőteljesen fordulnak az ipari méretekben alkalmazható, ökológiai és gazdasági szempontokból is fenntartható, versenyképes technológiák felé. Egyértelmű, hogy az algák nagy szerepet töltenek be a megújuló energiák és az ipari alapanyagok előállításában, de fontos és nagy ökonómiai jelentőséget képviselnek a volumenben kisebb, de az alga értéklánc csúcán elhelyezkedő gyógyszeripari alapanyagelőállításban is. A kihívások tehát a technológiai módszerek finomításában és a költséghatékonyság megteremtésében, valamint az egyes alga-feldolgozási szinteken szereplő szervezetek térben, időben és piaci igényeikben való összehangolásában van, amelyben fontos szerepe van a technológiai integrációnak és a tudásmegosztásnak.

The algae-research guidelines-international overview

LÁSZLÓ JUHÁSZ¹ - ANIKÓ VÁRI² - ÉVA SZALKA³ – ZOLTÁN MOLNÁR³

¹ Zombortej Kft, Kiszombor

² M-Around Kft., Maroslele

³ Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Sciences,
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

In the first decade of the twenty-first century, bio-based economy based on non-traditional and innovative solutions got strengthened and gained a momentum in the international sphere as well, playing an ever increasing role from food processing through fuel production to industrial manufacturing in all economic sectors. The fundamental principle of bio-based economy is that the produced goods, manufactured products be made from raw materials produced by living organisms in a natural environment and in a renewable manner, and this approach be taken into consideration also in the course of processes as much as possible. Bio-based economy is a wide ranging concept, and while there are countries (e.g. The Netherlands) where this sector has already appeared in vocational education and training (*www¹*) as a new vocation, green engineering, in Hungary this attitude and the actors of green economy are still in a 'reactive mode'.

The alga, as a resource and widely usable and valuable biomass, is one of the central issues of bio-based economy, consequently, the alga-related research is considerably extensive too. This article aims to present some international, mainly European, research tendencies and investigation projects, primarily focusing on the economic employability of the expected results.

Keywords: alga, microalga, bio-based economy

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A kutatást az EFOP-3.6.1-16-2016-00017 „Nemzetköziesítés, oktatói, kutatói és hallgatói utánpótlás megteremtése, a tudás és technológiai transzfer fejlesztése, mint az intelligens szakosodás eszközei a Széchenyi István Egyetemen“ projekt támogatta.

IRODALOM

Adenle, A. A. – Haslam, G. E. – Lee, L. (2013) : Global assessment of research and development for algae biofuel production and its potential role for sustainable development in developing countries. *Energy Policy* 61, 182-195.

Aflalo, C. – Meshulam, Y. – Zarka, A. – Boussiba, S. (2007): On the relative efficiency of two- vs. one-stage production of astaxanthin by the green alga *Haematococcus pluvialis*. *Biotechnol. Bioeng.*, 98: 300–305.

Bell, K. E. – Snijder, S. T. – Zulyniak, M. – Kumbhare, D. – Parise, G. – Chabowski, A. (2017): A whey protein-based multi-ingredient nutritional supplement stimulates gains in lean body mass and strength in healthy older men: A randomized controlled trial. *PLoS ONE* 12, 7.

Benemann, J. (2016): The Solar Microalgae Industry: Then, Now and Coming. *AlgaEurope 2016 Conference*, 2016. december 13-15. Madrid.

Bíró B. (2017.): Az alga és bioplazma termékek mezőgazdasági használatának lehetőségei.

Agro Napló 2017/3. 27-30 <https://agronaplo.hu/szakfolyoirat/2017/03/szantofold/az-alga-es-bioplazma-termekek-mezogazdasagi-hasznalatanak-lehetosegei>

Darzins, A. – Pienkos, Ph. – Edye, L. (2010): Current Status and Potential for Algal Biofuels Production. *FAO. A report to IEA Bioenergy Tasks, Report T39-T2.* <http://www.fao.org/bioenergy/aquaticbiofuels/documents/detail/en/?uid=46548>

Flynn, K. – Day, J. – Edwards, M. – Mooney, K. – Champenois, J. – Silkina, A. – Skill, S. – Ernst, A. deVisser, Ch. - Van Den Hendel, S. – Davey, M. – Parker, B. – Sternberg, K. – Arvaniti, E. – Rösch, Ch. – Melville, L. – Richardson, S. – Jones, C. – Salimbeni, A. – James, P. – White, D. (2015): EnAlgae in conclusion: Products and impacts. *Swansea University*, <http://www.enalgae.eu/public-deliverables.htm>

Greipel E. - Bencsik Zs. - Kutasi J. (2013): Detection of cytokinin and gibberellin-like plant hormone. in *Scenedesmus obtusiusculus* and *Chlorella minutissima* cultures. 6th International Symposium on Microalgae and Seaweed Products in Plant/Soil-Systems. Mosonmagyaróvár, 2013. június 24-25. Book of abstract 26.

Greipel E. – Kutasi J. – Futó P. – Bencsik Zs. – Bencsik A. (2016): Measurement of intra and extracellular cytokinin content of algae cultures and application of *Scenedesmus* sp. cultures for plant growth promotion-resulted the new foliar fertilizer of Albitech Ltd., Algaeurope Conference, Madrid, 2016 december 13-15. 111.

Hayes M. (2016.): EUAlgae: Microalgae proteins and ingredients. Teagasc Research 11, 32-33.

Laurens, L. M. L. – McMillan, J. D. – Baxter, D. – Cowie, A. L. – Saddler, J. J. L. – Barbosa, M., Murphy, J. – Drog, B. – Elliott, D. C. – Sandquist, J. – Chiaramonti, D. – Bacovsky, D. (2017): State of Technology Review – Algae Bioenergy An IEA Bioenergy Inter-Task Strategic Project. <http://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2017/02/IEA-Bioenergy-Algae-report-update-Final-template-20170131.pdf>

Levine, R. – Oberlin, A. – Adriaens, P. (2009): Identifying opportunities in algae biodiesel: A value chain and life cycle assessment approach. Clean Technology Conference, Houston, 2009. május 5. http://www-personal.umich.edu/~adriaens/Site/Venture_Investment_files/Algae%20Value%20Chain.pdf

Lőrincz Z. - Preininger É. - Kósa A. - Pónyi T. - Nyitrai P. - Sarkadi L. - Kovács G. M. - Böddi B. - Gyurján I. (2010): Artificial triplate Symbiosis involving a green alga (*Chlamydomonas*), a bacterium (*Azotobacter*) and a fungus (*Alternaria*). *Folia Microbiologica* 55, 393-400.

Neyrinck, A. M. – Taminiau, B. – Walgrave, H. – Daube, G. – Cani, P.D. – Bindels, L.B. – Delzenne, N.M. (2017): Spirulina Protects against Hepatic Inflammation in Aging: An Effect Related to the Modulation of the Gut Microbiota? *Nutrients* 9, 633.

Ördög V. (2014): Mikroalgák biotechnológiai alkalmazása a növénytermesztésben és növényvédelemben. MTA Doktori értekezés. Nyugat-magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Növénybiológiai Intézet

Ördög V. – Stirk, W.A. - Bálint P. – Aremu, A.O. – Okem, A. - Lovász Cs. - Molnár Z. - van Staden, J. (2016): Effect of temperature and nitrogen concentration on lipid productivity and fatty acid composition in three *Chlorella* strains. *Algal Research-Biomass Biofuels And Bioproducts* 16, 141-149.

Póti P. (2014): A hazai adottságokra alapozott versenyképes juh- és kecsketenyésztéssel kapcsolatos vizsgálatok. MTA Doktori értekezés. Szent István Egyetem Állattenyésztés-tudományi Intézet, Gödöllő.

Sharma, H.S.S. – Fleming, C. – Selby, C. – Rao, J.R. – Martin, T. (2014): Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *J. Appl. Phycol.* 26, 465-490.

Stirk, W. A. - Bálint P. – Tarkowská, D. - Novák O. - Maróti G. – Ljung, K. – Turecková, V. – Strnad, M. - Ördög V. - van Staden, J. (2014): Effect of light on growth and endogenous hormones in *Chlorella minutissima* (Trebouxiophyceae). *Plant Physiology And Biochemistry* 79, 66-76.

Tóth V.R. (2016): Reed stands during different water level periods: physico-chemical properties of the sediment and growth of *Phragmites australis* of Lake Balaton.

Hydrobiologia 778, 193–207.

Vasas G. - Borbely G. - Nánási P. - Nánási P.P. (2010): Alkaloids from cyanobacteria with diverse powerful bioactivities. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry* 10, 946-955.

van der Voort, M. P. J. – Vulsteke, E. – Visser, C.L.M. de (2015): Macro-economics of Algae products. Public Output report WP2A7.02 of the EnAlgae project, Swansea, 3.

<http://www.enalgae.eu/public-deliverables.htm>

van der Weide, R. – Krimpen, M. van (2015): Algae as a promising new type of animal feed.

Wageningen University Biobased Economy newsletter.

<http://www.wur.nl/en/Expertise-Services/Facilities/AlgaePARC/Show-3-1/Algae-as-a-promising-new-type-of-animal-feed.htm>

Whitton, B. A. (2000): Soils and rice-fields. In: Whitton B. A. & Potts, M. (Eds.): *The ecology of cyanobacteria*. Kluwer Academic Publishers, 233-255.

www¹: <http://www.ebbey-project.eu> (Utolsó letöltés ideje: 2017. november 23.)

www²: <http://algadisk.eu/> (Utolsó letöltés ideje: 2017. november 23.)

www³: <https://albitech.hu/> (Utolsó letöltés ideje: 2017. november 23.)

www⁴: https://www.ogyei.gov.hu/bejelentett_etrend_kiegeszitok/ (Utolsó letöltés ideje: 2017. augusztus 6.)

www⁵: <https://www.biospace.com/article/releases/martek-biosciences-corporation-announces-new-infant-formula-licensee-/> (Utolsó letöltés ideje: 2017. november 23.)

www⁶: <https://www.pufachain.eu/home/> (Utolsó letöltés ideje: 2017. november 23.)

www⁷: <http://www.bisigodos.eu/> (Utolsó letöltés ideje: 2017. november 23.)

www⁸: <https://www.d-factoryalgae.eu/> (Utolsó letöltés ideje: 2017. november 23.)

www⁹: <https://intesusal-algae.eu/> (Utolsó letöltés ideje: 2017. november 23.)

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

JUHÁSZ LÁSZLÓ

Zombortej Kft

6775 Kiszombor, Szt. István Tér 1

E-mail: blackdoberzorba@t-online.hu

VÁRI ANIKÓ

M-Around Tanácsadó és Szolgáltató Kft.

6921 Maroslele, Rózsa utca 41.

E-mail: aniko.vari@maround.hu

SZALKA ÉVA

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,

Agrárökonómiai és Vidékfejlesztési Tanszék,

9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

E-mail: szalka.eva@sze.hu

MOLNÁR ZOLTÁN

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,

Növénytudományi Tanszék,

9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

E-mail: molnar.zoltan@sze.hu