

Egy alternatív forrás energiaválság idején – az alginit újragondolva

An alternative source in times of energy crisis – alginite reconsidered

SZILÁGYINÉ SEBŐK SZILVIA¹, VADÁSZI MARIANNA²

¹Miskolci Egyetem, Alkalmazott Földtudományi Intézet, 3515 Miskolc

²Miskolci Egyetem, Kőolaj és Földgáz Intézet, 3515 Miskolc



A magyar alginitkutatás immár öt évtizedes múlttra tekint vissza. A Solti Gábor által a Miskolci Egyetemnek adományozott, az évek során felhalmozott, levéltári dokumentumok tanúsága szerint ez a sajátos, szerves anyagokban gazdag üledékes kőzet nemcsak tudományos szempontból bizonyult izgalmasnak, hanem számos gyakorlati alkalmazás alapját is képezte. A kutatások íve jól kirajzolja, miként vált az alginit a kezdeti geológiai érdekességből komplex, multidiszciplináris vizsgálatok tárgyává. Az eredmények azt mutatják, hogy az alginit továbbra is, sőt, talán egyre inkább stratégiaileg fontos természeti erőforrásként kezelendő, amely jelentős potenciállal rendelkezik a fenntartható mezőgazdaságban, a környezetvédelemben és az anyagtudományban. A Miskolci Egyetem Solti-gyűjteményének mesterséges intelligenciával támogatott feldolgozása új lehetőségeket kínál az interdiszciplináris kutatás és a fenntartható ipari alkalmazások számára. Cikkünkben a teljesség igénye nélkül áttekintjük a hazai kutatás főbb sarokpontjait és további perspektivikus kutatási irányokat ismertetünk.

Kulcsszavak: alginit, adszorpció, energiahordozó, zöld hidrogén

Hungarian alginite research now looks back on five decades of history. According to the archive documents accumulated over the years and donated to the University of Miskolc by Gábor Solti, this unique sedimentary rock rich in organic substance has not only proven to be scientifically exciting but has also formed the basis for numerous practical applications. The arc of research clearly outlines how alginite has evolved from an initial geological curiosity into the subject of complex, multidisciplinary studies. The results show that alginite should continue to be, and perhaps even increasingly, treated as a strategically important natural resource, which has significant potential in sustainable agriculture, environmental protection and materials science. The processing of the Solti collection of the University of Miskolc supported by artificial intelligence offers new opportunities for interdisciplinary research and sustainable industrial applications. In our article, we review the main cornerstones of domestic research without claiming to be exhaustive and present further promising research directions.

Keywords: alginite, adsorption, energy mineral, green hydrogen

1. Bevezetés

2025-ben jelentős adatgyűjteményt adományozott dr. Solti Gábor geológus a Miskolci Egyetemnek. A több mint 600 tétel egy hazai természeti erőforrás, az alginit kutatásának dokumentációja a felfedezéstől a „Kiemelkedő Nemzeti Érték”-ké minősítésig. Az egyetem sokoldalú kutatási, fejlesztési lehetőséget remél a hatalmas adattömeg modern eszközökkel történő feldolgozásától. A munka időközben különös többletjelentőséget, stratégiai fontosságot kapott az energiaforrások terén zajló, kedvezőtlen geopolitikai folyamatok miatt – az ukrán háborútól a Hormuzi szorosig. Cikkünkben röviden bemutatjuk az archívumot, a vizsgálatok kezdeteit, az elképzelt kutatási irányokat, remélve, hogy leendő kutatási partnereink kezébe is eljut kezdeményezésünk, és többen bekapcsolódnak a különböző innovációs, fejlesztési munkákba.

2. Az alginit mint kőzet

A képződmény olyan szerves anyagban dúsult kőzet, amelyben jelentős mennyiségű kerogén képződött a kőzetet alkotó algamaradványok reduktív bomlása nyomán. Bár itthon korábban olajpala elnevezést is kapott, a szervesanyag-tartalma többségében magas szénatomszámú (bitumen) szénhidrogénekből áll.

A MÁFI földtani térképezése nyomán 1974 óta ismert, hogy a Kemenes-háton és a Bakony-hegységben három megkutatott előforduláson (Pula, Gércse, Egyházaskesző) közelítően 150 millió tonna alginit található. Mindhárom előfordulás pliocén bazalt maar krátereiben kialakult, édesvízi tavak üledékeiként keletkezett 20–40 m vastagságban, döntően elhalt barna algák (*Bothriococcus brauni*) és agyagásványok felhalmozódásából [1]. Az előfordulások alaposabb megismerése vezetett egyéb földtani környezetekben

hasonló alginit kőzetsoportok felismeréséhez (Borsodi medence, Várpalota, Zsámbék, majd Szendrő, Hidas) [2–5]. Ezeknek a később felderített előfordulásoknak a földtani kutatása, anyaguk minősítése nem történt meg.

A magyarországi kutatási eredmények nyomán több környező szomszédos területen azonosítottak hasonló alginit-előfordulásokat Ausztriában, Szlovákiában [6–8].

Magyarországon pillanatnyilag két helyen termelik az alginitet: Pulán és Gércén. A lelőhelyeket az Alginit Kft. (<https://alginit.hu/index.php/hu/>) és a Vázsonyi Szövetkezeti Kft. (<https://vazsonyiszovetkezetikft.uzleti.hu/>) üzemelteti. Az egyházaskeszői alginit- előforduláson a fedőjében lévő bentonitot bányásszák nyersanyagként.

Az alginit nincs egyedül: a világon hasonló alkotta kőzeteket is leírtak a földtani szakemberek másutt és más földtörténeti időszakokból, és több név alatt ismerjük: boghead coal, torbanite, kukkersit, Papierschiefer stb.

3. A Solti-gyűjtemény a Miskolci Egyetemen

Az archívum az adományozás folytán a Miskolci Egyetem tulajdona. Jelenleg az anyag archiválása, osztályozása, digitalizálása folyik.

A gyűjtemény törzsanyagai jelentős részben az 1974–2000 közötti időszakot ölelik fel, főként nem publikált kutatási jelentések, szabadalmi dokumentációk alkotják. A hazai alginittel kapcsolatos információk tömör összefoglalása is meghaladná cikkünk terjedelmét.

A kutatási jelentések az energiatermelésre, a szilikátipari felhasználásokra, az agrárgazdálkodási vizsgálatokra, humán alkalmazásokra vonatkozó információt nyújtanak. Ehhez társulnak az utóbbi év-

tizedekben kiadott, alginit tárgyú hazai és külföldi publikációk bibliográfiái, illetve szabad hozzáférésű egyéb anyagai. A dokumentumokat folyamatosan dolgozzák fel a TEKH Szakkollégium keretében alakult Alginit Munkacsoport, illetve a vele együttműködésben működő partnerei.

Az adatok értékelését nagy mértékben segíti a Mhyner Geoconsulting által



1. ábra. Alginit, Pula

fejlesztett MI-alapú feldolgozás, amely egyre bővülő ismeretanyag alapján tár fel különböző irányú kutatási, alkalmazási, fejlesztési lehetőségeket.

A hozzáférés megoldása még nem végleges, jelenleg az Alginet Munkacsoporthoz kell a megkeresésekkel fordulni (*Vadászi Marianna*, e-mail: marianna.vadaszi@uni-miskolc.hu).

4. A hazai alginet kutatás – múlt, jelen és jövő egy különleges ásvány tükrében

Leíró és alap kutatások

Az 1970-es és '80-as években induló kutatások elsődleges célja az alginet előfordulások feltárása és földtani jellemzése volt. A dokumentumok szerint a hangsúly ekkor a telepek térképezésén, a keletkezési környezet rekonstruálásán és az anyag alapvető fizikai-kémiai tulajdonságainak meghatározásán volt. Földtani jellegeinek, karakterének felderítésében az egykori MÁFI geológusai és paleontológusai említendők az első helyen. Jámbor és Solti [1] az első terepi leírók, Ravasz [9] a közettani jellemzés közlője. Az alga vizsgálatai a MÁFI belső jelentéseiben és a Magyar Természettudományi Múzeum szakembereinek közleményében is olvasható munkájaként ismertek [10]. Szerves geokémiai tulajdonságait főként a szegedi JATE kutatói elemezték részletesen [11]. A szénhidrogén geokémiai és technológiai vizsgálatai a legnagyobb számban a veszprémi MÁFKI-ben készültek [12]. Bár az alginet (mint kőzetet) 1973-ban a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) geológusai fedezték fel Pulánál, a Miskolci Egyetem (korábban Nehézipari Műszaki Egyetem) folyamatosan jelen volt a nyersanyag tudományos vizsgálatában. A vizsgálatok során hamar nyilvánvalóvá vált, hogy az alginet különleges összetétele – magas szervesanyag-tartalma, jelentős ásványi komponensekkel – egyedülállóvá teszi.

Energetikai hasznosítást célzó kutatások

1974–1985 között a veszprémi Magyar Ásványolaj és Földgáz Kísérleti Intézetben (MÁFKI) kiterjedt kutatás folytatott ennek az anyagnak az energetikai hasznosítására. Számos kutatási erőfeszítés nyomán [13–15] megállapították, hogy az alginet jelentős mennyiségben tartalmaz szénhidrogént, de ebből az akkor elérhető technológiákkal folyékony vagy gáznemű, energetikailag hasznosítható szénhidrogén gazdaságosan nem állítható elő. Ezt követően terelődtek át a kutatások fő vonalai az agráralkalmazások területére.

Mezőgazdasági és talajjavítási alkalmazások

Ezen a téren a kísérletek több állami gazdaságban és kutatóintézetben folytak, de publikus információ csak az 1980-as évek második felétől jelent meg [16]. Számos talajjavítással és mezőgazdasági hasznosítással kapcsolatos kísérlet, megfigyelés indult, amely bizonyította, hogy az alginet vízmegtartó képessége és tápanyag-tartalma miatt ígéretes talajjavító anyag lehet. Több kísérlet igazolta a pozitív hatását a talajszerkezetre és a növények fejlődésére. A kutatók közleményükben [17] az alginet mint a szervestrágya egyik lehetséges alternatívájaként pozícionálták, amely különösen azokon a helyeken jelenthet kedvező lehetőséget, ahol az istállótrágya nem, vagy nem kellő mennyiségben áll rendelkezésre. Megállapításaik szerint az alginet jelentős humuszképző potenciállal rendelkezik, és egyúttal a talaj víz- és tápanyag-gazdálkodását is javítja, ezért főleg a gyenge termőképességű talajokon alkalmazhatják nagy sikerrel. Nem elhanyagolható szempont az sem, hogy a hagyományos szervestrágyához képest tartósabb hatást biztosíthat. Ezeket a megállapításokat a vázsonyi alginet homoktalajokon folytatott kísérleti eredmények [18] szintén alátámasztották, és megállapították, hogy növeli a homoktalajok víztartó képességét, mérsékli a tápanyag kimosódását a talajból, javítja a talajszerkezetet, és fokozza a növények fejlődését, így a terméshozamot is kedvezően befolyásolja. Savanyú homoktalajokon is vizsgálták az alginet hatását, hasonló eredményekkel [19]. Alginet alkalmazásával a szárazabb időszakokban a növények stressztűrő képessége javult [20]. Egy közlemény a szőlőtermesztésben alkalmazott alginet előnyeit ismerteti, és a fentebb említett kedvező hatásokon kívül kiemeli a gyökérszóna kedvezőbb állapotát, különösen a sekély termőrétegű vagy gyorsan kiszáradó talajú szőlőültetvényeken [21]. Már a korai tanulmányokból és kísérletekből is jól látható tehát, hogy az alginet számos, napjainkra egyre kritikusabbá váló mezőgazdasági problémára lehet orvosság, megőrizve, illetve javítva talajaink szervesanyag-tartalmát és a talajjavításra adott válaszkészségeiket, az aszálykiszáradást csökkentheti. A klímaváltozás szélsőséges epizódjai hatásának mérséklésében is támogatólag lehet jelen, mindemellett költséghatékony, és megfelel a hatályos környezetvédelmi direktíváknak.

A közlemények egyúttal kiemelik néhány korlátozó tényezőt, mint például a nagy dózisok szükségessége, a szállítási költségek, a helyspecifikus tényezők, mint például talajtípusok, csapadékviszonyok hatása az eredményekre. Ezen a területen számos kutatási előzmény után a közelmúltban végzett kísérletek megerősítették, hogy a nagy szervesanyag- és mikroelem-tartalma, kedvező vízmegtartó képessége, kísérő

agyagásvány-tartalma miatt talajok javítására kitűnően felhasználható [22, 23].

Környezetvédelem

Az 1990-es évektől kezdődően hazánkban az alginitet érintő kutatások fókuszja egyre inkább a környezetvédelmi alkalmazások felé tolódott. Vizsgálták az alginit szennyezőanyag-megkötő képességét, különösen nehézfémek és szerves szennyezők esetében [24]. Kimutatták, hogy az alginit csökkentette a mobilis fémfrakciókat, javította a talaj stabilizálását, és hozzájárult a fitostabilizáció sikerességéhez. A 2000-es évektől kezdve a kutatás egyre komplexebbé vált, hangsúlyozva az alginit hatékony kationcserélő kapacitását, magas szervesanyag-tartalmát és természetes szorbensként történő felhasználhatóságát a környezetvédelmi alkalmazásokban [25].

Szűrési technológiák

Az elmúlt évtized dokumentumai már egyértelműen innovációorientált kutatási irányokat tükröznek. Kiemelhető az új feldolgozási és aktiválási technológiák fejlesztése, a kombinált anyagok (pl. alginitalapú kompozitok) vizsgálata és olyan speciális alkalmazások, mint a víztisztítási rendszerekben vagy ipari szűrőanyagként való felhasználási lehetőségeinek, módszereinek, alkalmazásainak kutatása [26–28].

5. Tervezett új hazai kutatási stratégiák

A Miskolci Egyetem Műszaki Föld és Környezettudományi Kara évek óta foglalkozik a nem fémes ásványi nyersanyagok, közöttük az alginit előkészítési technológiájával. Kutatásaik a kőzet fizikai és kémiai tulajdonságainak javítására, az őrlés finomságára, kationcserélő képességének optimalizálására irányultak. Egyik fontos munkájuk volt a hazai és az észti algaközetek összehasonlítása [29], amelyben kimutatták, hogy alapvető fizikai paraméterek tekintetében a hazai alginitek közelítenek az észtiországi nagy gazdasági jelentőségű kukersíthez (1. táblázat).

1. táblázat. A hazai és az észtiországi algaközetek fizikai paraméterei [29]

Minta	Fűtőérték (kJ/kg)	Hamu (%)	Nedvesség (%)
Pula	3979	59,39	6,06
Gérce	776	77,56	5,85
Észtország	5033	59,35	6,97

Ezek az új megközelítések lehetővé teszik az alginit szerkezetének és működésének mélyebb megér-

tését, különösen a pórusrendszer, a szerves-ásványi kölcsönhatások és az adszorpciós folyamatok terén. Ebben a vonatkozásban fontos cél lesz a hidrogén kinyerése és tárolása lehetőségének vizsgálata.

Az elmúlt években egyre nagyobb hangsúlyt kaptak az ipari szűrőanyagként és víztisztítási komponensként történő alkalmazások. A laboratóriumi és félüzemi vizsgálatok szerint az alginit: biofilmes hordozóközegként, természetes szűrőanyagként, ioncserélő közegként, valamint passzív kármentesítő rendszerek komponenseként is alkalmazható lehet. A legújabb fejlesztési stratégiák már többfunkciós, nagy hozzáadott értékű anyagok előállítására töreksznek. Ennek egyik példája az alginit funkcionális cementes komponensként történő alkalmazása, ahol az anyag belső vízutánpótlást biztosíthat, csökkentheti a zsugorodási repedéseket, javíthatja a hő- és hangszigetelést, valamint részben megőrizheti adszorpciós tulajdonságait cementes környezetben is.

Különösen innovatív kutatási irányt képviselnek azok a vizsgálatok, amelyek az alginitet cementes szigetelő- és retardációs rendszerekben alkalmazzák. Ezek célja olyan hosszú távú okos, passzív védelmi rendszerek fejlesztése, amelyek kombinálják az alacsony permeabilitást, a kémiai pufferhatást és a szennyező komponensek megkötését.

Összességében az alginit kutatási stratégiái mára az egyszerű nyersanyag-hasznosítástól eljutottak a komplex, multifunkcionális környezetipari és anyagtudományi alkalmazásokig, amelyek egyaránt szolgálják a fenntartható nyersanyag-gazdálkodást, a környezetvédelmi technológiák fejlesztését, valamint a nagy hozzáadott értékű innovatív ipari termékek létrehozását.

6. Összegzés

Az alginit a kezdeti geológiai érdekességből komplex, multidiszciplináris vizsgálatok tárgyává vált. A dokumentumok által vázolt fejlődési ív nemcsak a múlt eredményeit mutatja be, hanem egyben irányt is ad a jövő kutatásai számára.

Az előttünk álló időszak kulcskérdése az lesz, hogy a felhalmozott tudást miként sikerül hatékonyan átültetni a gyakorlatba – különös tekintettel a fenntartható gazdálkodásra, a környezetvédelemre és az innovatív anyagfejlesztésre.

A Solti Gábor által adományozott dokumentáció azért különleges, mert tartalmazza azokat a kéziratok kutatási jelentéseket is, amelyek soha nem jelentek meg nyomtatásban, és részben a miskolci laboratóriumok mérésein alapultak az 1980-as években. Az alapvető tulajdonságok megismerésén már nagyrészt sikerült túljutnunk, jelenleg ezek összegzésével akarunk előre haladni. További jelentős eredmények elérése több tudományterület eredményeinek integrálásával

érhető el. A további kutatás indokolt, hiszen még mindig jelentős kiaknázási lehetőségeket rejt magában ez a nyersanyag, különösen, ha lépést akarunk tartani a modern környezetvédelmi és fenntarthatósági kívánalmakkal.

Köszönetnyilvánítás

Elismerésünk illeti dr. Solti Gábort, akinek több évtizedes gyűjtő és megőrző munkája teszi ma lehetővé az alginít újraértékelését. Köszönet illeti a Miskolci Egyetem Könyvtár és Adattár vezetését és dolgozóit az archívum szakszerű elhelyezéseért, digitalizálásáért. Hálásak vagyunk az Alginít Kft.-nek a vizsgálati minták biztosításáért és az Mhyner Geoconsulting Kft.-nek a dokumentációk MI-alapú feldolgozásáért.

Irodalom

- [1] Jámbor Á., Solti G. (1976): A Balatonfelvidéken és Kemenesháton felkutatott felső pannóniai olajpala előfordulás földtani körülményei. MÁFI Jelentése az 1974. évről, pp. 193–219., MÁFI, Budapest.
- [2] Radócz Gy. (1980): Alginít indikáció a szarvaskői miocén barnakőszéntelepes rétegsorban. MÁFI Évi Jelentése az 1979. évről, pp. 115–119., MÁFI, Budapest.
- [3] Solti G. (1980): A várpalotai olajpala. MÁFI Évi Jelentése az 1979. évről, pp. 249–265., MÁFI, Budapest.
- [4] Ravasz Cs., Solti G. (1980): Sulphur-, gypsum- and alginite-bearing strata in the Zsámbék Basin. In: *Acta mineralogica-petrographica*, 24(2), 191–207.
- [5] Szentpétery I., Less Gy. (2006): Az Aggtelek–Rudabányai hegység földtana. 89 p. MÁFI, Budapest
- [6] Solti G., Lobitzer H., Kodina L., Ravasz Cs. (1994): Das Vorkommen von "Alginit" (sensu Jámbor & Solti 1975) in der Hochriegelschichten von Weingraben (Burgenland, Österreich). In: *Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich–Ungarn*, pp. 485–492. Wien, ISBN 3-900312-92-3.
- [7] Vass D. (1998): Economic and ecologic importance of the non-metallic deposits in basalt-maars of Southern Slovakia. *Acta Montanistica Slovaca Ročník*, 3(1), 59–70.
- [8] Motyljeva S., Brindza J., Ostrovsky R, Mertvicheva M. (2014): Physical and chemical characteristics of Pincina alginite. https://www.researchgate.net/publication/298717913_Physical_and_chemical_characteristics_of_Pincina_alginate
- [9] Ravasz Cs. (1980): A pulai és gércei olajpala közettani vizsgálata. MÁFI Évi Jelentése az 1974. évről, pp. 221–229., MÁFI, Budapest.
- [10] Fischer O., Hably L. (1991): Pliocene flora from the alginite at Gércse. *Annls hist.-nat. Mus. Natn. Hung.*, 83, 25–47.
- [11] Hetényi M., Martz K., Tóth E. (1977): Contributions to the knowledge of the Hungarian oil shale kerogen I. Preliminary report on the results of the pyrolysis and selective oxidation. *Acta Miner. Petr. Szegediensis*, 23/1, 165–175.
- [12] Arató J., Bella L. (1976): A pulai és gércei olajpala technológiai és kémiai vizsgálata. MÁFI Jelentése az 1974. évről, pp. 287–308. MÁFI, Budapest.
- [13] Jámbor Á. (1980): A magyarországi olajpala kutatások eredményei. *Földtani Kutatás XXIII./4.*, Központi Földtani Hivatal, Budapest, pp. 5–8.
- [14] Barta É. (1979): Széles körű összefogással az olajpala hasznosítási lehetőségeit kutatják a Magyar Ásványolaj és Földgáz Kísérleti Intézetében. *Napló*, 35/281., p. 8. (1979. dec. 1.)
- [15] Pápay L. (1980): Several features of the oil-shale kerogen bitumens of Pula (Hungary). *Acta Miner. Petr. Univ. Szeged*, XXIV/1., 113–124.
- [16] Solti G., Szabó P., Ivancsics J. (1986): Új talajjavító: a vázsonyi alginít. *Magyar Mezőgazdaság*, 41(6), 10–11.
- [17] Solti G. (1983): Új szervestrágya: az olajpala. *Kertészet és Szőlészet*, 32(6), 5. (1983. február 10.)
- [18] Solti G., Szabó P., Ivancsics J. (1986): Új talajjavító: a vázsonyi alginít. *Magyar Mezőgazdaság*, 41(6), 10–11. (1986. febr. 6.)
- [19] Szita K. (1987): Az alginít savanyú homokon. *Kertészet és Szőlészet*, 36(4), 9. (1987. január 22.)
- [20] Seléndi Sz. (1987): Alginittel – sokkal gyorsabban. *Kertészet és Szőlészet*, 36(18), 3.
- [21] Juhász T. (1988): Szőlőtrágyázás alginittal. *Kertészet és Szőlészet*, 37, 8. (1988. febr. 11.)
- [22] Kristály F. (2025): A szénalapú talajjavítók szerepe. *Agrárágazat* 2025/4. <https://agraragazat.hu/hir/szenalapu-talajjavitok-szerepe/>
- [23] Ragályi Peter, Kádár Imre, Csáthó Péter, Murányi Attila, Radimsky L., Gajdó A. (2019): Effect of Gércse alginite on the fertility of an acidic sandy soil during five years – A gércei alginít öt éves tartamhatása savanyú homoktalaj termékenységére.
- [24] Feigl V., Anton A., Uzinger N., Gruiz K. (2007): Chemical stabilisation combined with phytostabilisation applied to mine waste contaminated soils in Hungary. *Advanced Materials Research*, 20–21, 315–318. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.20-21.315>
- [25] Sárjai Rauch R.: Study of the sorption properties of alginite to remove organic contaminants. Thesis of PhD dissertation, University of Pannonia Doctoral School of Chemical and Material Science, Veszprém, 2021, pp. 2–6.
- [26] Tica D., et al. (2011): Immobilization of potentially toxic metals using different soil amendments. *Chemosphere*, 85(4), 577–583. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.06.085>
- [27] Fazekas B., Pitás V., Thury P., Kárpáti, Á. (2009): Examination of the use of support materials of natural origin in wastewater treatment. *Hungarian Journal of Industrial Chemistry, Veszprém*, 37(1), 1–4. (2009)
- [28] Frišták Vladimír, Pipiška Martin, Nováková Mária, Lesný Juraj, Packová Alena (2015): Sorption separation of cadmium from aqueous solutions by alginite material: kinetic and equilibrium study. *Desalination and Water Treatment*, 56, 379–387. <https://doi.org/10.1080/19443994.2014.935811>
- [29] Lakatos I., Solti G., Földessy J. (2011): Alginít típusú nyersanyagok alternatív energiahordozóként való alkalmazása – Kutatási jelentés.