

A tanárok segítése, munkájuk egyszerűsítése a cél a *Tanseged.hu*⁵ honlappal is. Kémia, fizika, biológia, földrajz, természetismeret és környezetismeret szakos tanárok számára folytattak az együttműködő szaktanárok, egyetemi módszertani oktatók gyűjtést az interneten található oktatási anyagok, filmek, animációk, feladatlapok és más eszközök szelektálásával, ellenőrzésével, és a tananyag egyes elemeihez, a tanórákhoz való csoportosításával. Ez nagyban segítheti a tanárok órai felkészülését, az óra megtartását és a számonkérést. Igyekszünk ezzel kicsit segíteni abban is, hogy „mosolygósabb” arcukat mutathassák a gyerekek felé, hiszen a tanári példa és hatás szinte mindent eldönt.

A tanárok pályán tartásának segítésén túl a Tansegéd.hu projekt elért számos fiatal, végzés közeli tanár szakos egyetemi hallgatót, illetve az elmúlt egy-két évben kezdett pályakezdő tanárt, hiszen ők is részt vettek a munkában. Ezzel igyekszünk bővíteni a fiatal és elhivatott tanárok körét, akik a közös célért dolgoznak, és akikből jó eséllyel valóban kitűnő szaktanárok, pedagógusok lesznek, azok maradnak. Ezt a hálózatot tovább kívánjuk erősíteni, a tanárképző egyetemekkel együttműködésben.

A (békéidőben) rendezett versenyek között van a viszonylag új *Szabó Szabolcs Természettudományos Vándorkupa*, amely – mint a neve mutatja – nem matematika-, fizika- vagy kémia-, hanem komplex természettudományos verseny (7–8. osztályos gyerekeknek, csapatoknak). Továbbá vándorkupa, tehát aki nyer, az rendezheti legközelebb, ami rengeteg plusz izgalmat és kihívást visz a nyertes és rendező iskolába, gyerekeknek és tanáraiknak.

⁵ <https://tanseged.hu/>

A feladatokat alapvetően azok a diákok gyártják, akik előző évben nyolcadikosként a nyertes csapat tagjai voltak, de immár kilencedikesként középiskolában tanulnak tovább. Ehhez segítséget és irányítást kapnak, főleg egy-két végzős tanárszakos önkéntestől. Tehát itt is ugyanaz a többszintű megközelítés: gyerekek motiválása, tanáraik és iskoláik buzdítása és hálózatba kapcsolása, és hallgatók bevonása, az ő szakmai tapasztalataik erősítése. Végül, de nem utolsósorban, a Vándorkupára való toborzást ki-sebb vidéki iskolákra fókuszáljuk, az ő csapataikat igyekszünk elhívni, részvételük és utazásuk költségeit vállalni, majd jutalmazni.

A fentiek is megtalálhatók az Alapítvány honlapján (<https://sz2a.hu/>). A konkrét kezdeményezések bemutatásával azt kívánjuk illusztrálni, hogy a fennálló helyzetben is lehet lépéseket tenni a rendszer különböző pontjain, szintjein az érdeklődés felkeltésére, a tehetségek felkarolására és a „hősök” támogatására. *Ebben az érdekeltek összekapcsolására és összekapcsolódására óriási szükség van, mi pedig próbálunk kezdeményező szerepet játszani.* Ehhez várunk minél több partnert, iskolákat, tanárképző egyetemeket, tanár szakos hallgatóikat és nemrég végzett, fiatal tanárokat. Valamint persze érdekeltségük, erőforrásaik és lehetőségeik okán a vállalati szektort.

Abban bízunk, hogy ha közösen teszünk érte, még megélhetjük, amikor ismét a bevezetőben említett módszertani kérdések jelentik majd a kémiaoktatás valódi problémáját: hogy hogyan tanítjuk a kémiát, s nem pedig az, hogy vajon ki tanítja. ●●●

Köszönetnyilvánítás. A hasznos és fontos adatokat, illetve az adatbázisok elemzését köszönjük Réti Mónikának, illetve Filep Erikának.

Braun Tibor

■ ELTE Kémiai Intézet, MTA Könyvtár és Információs Központ | dr.braun.tibor@gmail.com

Szemelvények az algák és tengeri növények kémiájából

Alkalmazásuk emberi fogyasztásra

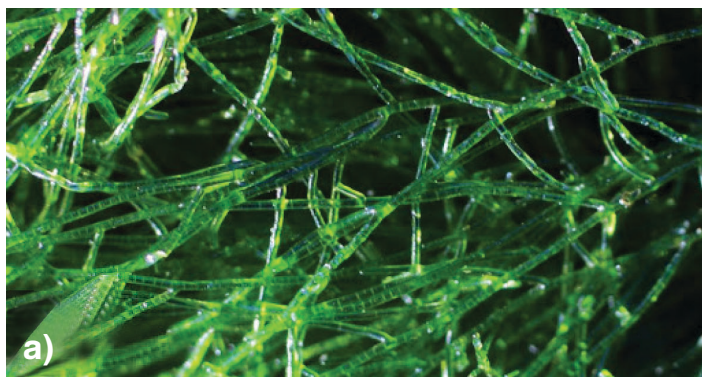
Előszó

Az algák nagy számban előforduló egysejtű (unicelluláris) vagy soksejtű (multicelluláris) növényi szervezetek. Ezek egyaránt előfordulnak tengervízben és más vizekben. Méretük szerint az algákat mikroalgákként és makroalgákként, más szóval tengeri és más vízi növényekként tartják számon. [1] A mikroalgák prokariotikus és eukariotikus makroszrópos szervezeteket képeznek egyszerű sejtű és összetett szervezetekben. Az egysejtű mikroorganizmus-csoportok egyénileg vagy csoportokban élnek és fitoplankton néven ismerete-

sek. A kovamoszatok a domináns életformák a fitoplanktonban, és a biomassza legjelentősebb előállítói a Földön. [2] A makroalgák soksejtű (multicelluláris) fotoszintetikus szervezetekként jellemezhetők, sokváltozatú morfológiával. Természetes környezetükben a makroalgák sziklák alapokon nőnek, és állandó, stabil, sokréteges évelőként fordulnak elő.

A makroalgák növekedését és tápanyagtermelését nagyszámú szükséglet szabályozza, például a tápanyagok, a sótartalom, a hőmérséklet, a fény, a mélység és az áramlatok. Ezenfelül az a tény, hogy sziklák alapon rögzülnek (például sziklákon),

növeli a makroalgák növekedését és termelékenységét, ami nem jelentkezik a fitoplanktonnál. [3] Az algák kulcsszerepet játszanak a tengerekben és az óceánokban a táplálkláncban. A napfény, a szén-dioxid és a víz segítségével a makroalgák a Föld oxigénjének legnagyobb előállítói. Változataikra számos elnevezést javasoltak az idők folyamán. [4] Jelenleg a makroalgákat három fő csoportra osztják a fotoszintetikus pigmentek előfordulása és jelenléte alapján (**1. ábra**). Ennek megfelelően ismeretesek zöld algák (*Phylum Chlorophyta*), vörös algák (*Phylum Rhodophyta*) és barna algák (*Phylum Heterokontophyta*).



1. ábra. A főbb algatörzsek bemutatása:
a) zöld algák,
b) vörös algák,
c) barna algák



Bevezetés

A zöld algákat a földi növények leszármazottainak tekintik, és a velük való hasonlóságnak köszönhetően a növényekhez sorolják. [5] Inkább tengervízben fordulnak elő, és több mint 7000 fajtát tartanak számon. [6] A zöld algák klorofill a-t és b-t, β -karotint és xantofileket tartalmaznak a földi növényekhez hasonló arányban.

A zöld algák más eukariotikus makroalgáktól abban is különböznek, hogy pirenoidokat tartalmaznak citoplazmák helyett. Ezen szervezetek sejtfalai cellulózt tárolnak fő poliszacharidként annak ellenére, hogy bizonyos fajtákban xilánok helyettesíthetők a cellulózzal. [7] Ez az alga gyors kolonizálásra és növekedésre képes, ha kedvezőek a körülmények. Növekedése során jól tárol tápanyagokat, főleg cukrokat és fehérjéket.

A vörös algákból több mint 6000 fajtát azonosítottak, de csak kis részüket találták meg friss vizekben (nem tengervízben). A vörös algák minden szélességi fokon előfordulhatnak az Egyenlítőtől a hidegebb tengerekig. Megtalálhatók a sarki és a sarkok körüli tengerekben. A zöld és a barna algák gyakoribbak a temperált és tropikus vizekben. Ezek a fajták többféle pigmentet tartalmaznak, beleértve a klorofill a-t, fehérjéket, vörös fikoeitrint, kék fikocianint, karoténeket, luteint és zeaxantint. A fikoeitrint a legfontosabb pigment: ettől származik az algák vörös színe, mert a kék fényt elnyeli. A kevés pigmentet tartalmazó vörös algák inkább kékesnek, mint vörösesnek tűnnek más pigmentek jelenlétében. Más algáktól eltérően, a kék színnek megfelelő hullámhosszú fényt abszorbeálva, a vörös algák képesek 200 m mélységben is élni az óceánban.

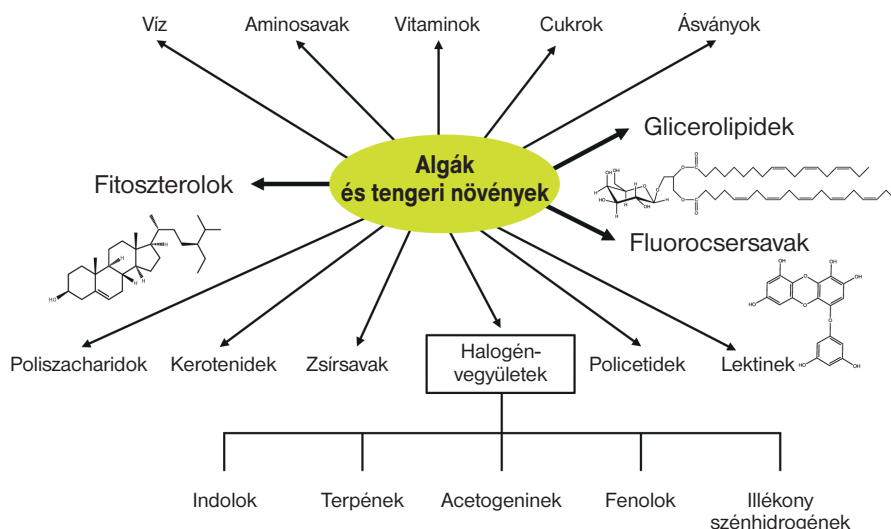
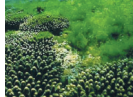
A barna algák a *Heteropontophyta* [7] vagy *Phaeophyta* [8] törzshöz tartoznak a taxonómiai beosztás szerint. A barna algák makroszkópos szervezetek, tengervizekben élnek. A körülbelül 2000 ismert fajta közül kevesebb mint 1% él friss vizekben. A barna algák színe (barna vagy sárgásbarna) a fukoxantin karotinoidból származik. A fukoxantin mellett a barna algák fotoszintetikus pigmentjei az α - és β -karotin, a klorofill-c, a violaxantin és a diatoxantin. Barna színüket a florotanninok is befolyásolják. [9] Ellentétben a zöld és vörös algákkal, fő fotoszintetikus termékük nem a keményítő, hanem a laminarin, egy vízdoldódó poliszacharid. Sejtfalaik cellulózból, alginasvból és szulfatált poliszacharidokból állnak, amelyek bizonyos tengeri fajtákban nagy mennyiségekben képződnek.

Mint az előbbieken említettük, nagyon nagy számú algafajtát azonosítottak a három csoportban. De itt meg kell említsük, hogy jelenleg világszerte 221 algafajtát, 125 fajta vörös algát, 32 zöld algát és 64 barna algát használnak emberi ételmezésre. [10]

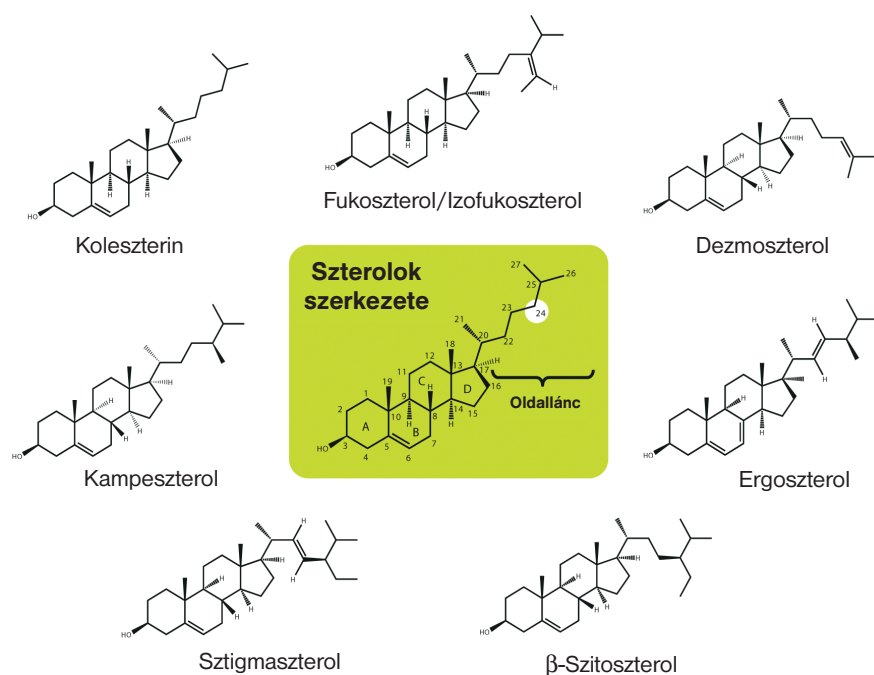
Az algák kémiai összetétele

Ósi idők óta a tengeri növények fontos szerepet játszanak az ázsiai lakosság étrendjében, ahol széleskörűen alkalmazzák őket az élelmiszeriparban gazdag kémiai összetételük, rostjaik, ásványaik, vitaminjaik és különböző antioxidánsaik miatt. [11] A száraz tengeri növények összetétele fajtafüggő, de körülbelül 45–75% szénhidrátból, 7–35% fehérjéből és rostból, valamint kevesebb mint 5% zsírból áll. A cukrok nagy része mannit a barna algákban, szorbit a vörös és szaharóz a zöld algákban. Az elsődleges ásványi összetevők a jód, kalcium, foszfor, magnézium, vas, nátrium, kálium és klór. Ami a vitaminokat illeti, az algák nem tartalmaznak D-vitamint, de dúsak A- és B-vitaminokban (B_1 , B_2 , B_3 , B_6 és B_{12}), valamint C-vitaminban. A taurin az algák legfontosabb aminosavja. [12] Az agar és az alginátok a domináns poliszacharidok, ezek a tengeri növények gazdaságilag legfontosabb összetevői. Nagy molekulás változataik a tengeri növények legfőbb szerkezeti összetevői, és fontos biológiai hatásuk folytán az élelmiszer- és kozmetikai iparban széleskörűen alkalmazzák őket.

A tengeri növények bőven tartalmaznak hosszú láncú, többszörösen telített zsírsavakat, amiket nagyon jótékonyak tekintenek az emberi egészségre. [13] A főleg vörös és barna algák által előállított halo-



2. ábra. Algákban és tengeri növényekben kimutatott főbb vegyületcsoportok



3. ábra. A fitoszteronok alapszerkezete és az algákban és tengeri növényekben található szterolok [20]

génezett vegyületek széles körű, heterogén molekulacsoportot képeznek; ezek primer és szekunder metabolitokban terjednek, és vannak köztük indolok, terpének, acetogéninek, fenolok és illékony szén-hidrátok. A poliketidek és lektinek szintén vonzó szekunder metabolitok a tengeri növényekben. A poliketidek, például a makrolidok antibiotikus alkalmazásukért, míg a lektinek a szénhidrogén-lekötési jellegzetességükért lehetnek fontosak.

Nagyon sokféle kémiai összetételük (2. ábra) folytán az algák (tengeri növények) fontossága annyira megnőtt az elmúlt néhány évtizedben, hogy jelentőségük a véletlenszerű vad betakarítástól az ellenőrzött termesztésig, illetve algafarmok létrehozásáig terjed annak érdekében, hogy

széles körben lehessen értékes és hasznos termékeket előállítani és forgalmazni. [8] A fitoszteronok olyan koleszterinszerű molekulaosztályt képviselnek, amelyet emberi lények nem szintetizálnak; a növények, valamint algák sejtmembránjaiban jönnek létre. Az ionkariota membránok lényeges összetevői, fontos szerepet játszanak a membránok folyékonyságának és átjárhatóságának ellenőrzésében, valamint hormonokként, illetve hormonális prekurzorokként jelek továbbításában. [14] A szterolkapcsolat meglehetősen stabil a különböző algacsoportok esetében (3. ábra). Persze az ökológiai különbségek, a földrajzi eredet és a szervezetek fejlődési állapota hozzájárulhat a különböző fitoszterol-összetételhez. [15]

Étkezésre alkalmas algák és tengeri növények

Valószínűleg nincs a főzési-sütési kellékek között olyan alkotóelem, amelyik az algákban és tengeri növényekben sokoldalúbb lenne. [16] Ezek ehetők nyersen, főzve, sütvé, piritva, pürésítve, szárítva, granuláltan vagy olajban sütvé. Fogyaszthatók önmagukban vagy számtalan módon társítva más hideg vagy meleg összetevőkkel (4. ábra). A tengeri növényekről feltételezik, hogy a legtöbb esetben változatlanul megtartják tápértékük nagy részét. Ihletként abból lehet meríteni, amit az „haute cuisine” (minőségi konyha) képviselői a tengeri algákból produkáltak az utóbbi években. Neves konyhafőnökök és séfek karolták fel konyháikban és éttermeikben ezeknek a komponenseknek a használatát annak érdekében, hogy építsenek az ízek, textúrák, formák és színek algákra és tengeri növényekre jellemző jellegzetességekre. Nagyon gyakran és nagyon sokan ösztönzést kerestek és találtak a klasszikus ázsiai konyhában, amiben az algák és tengeri növények különleges szerepet töltenek be. [17]

Az algákban és tengeri növényekben található ásványok, fehérjék, aminosavak, nyomelemek, vitaminok, jó, alacsony kalóriájú diétás rostok és politelítetlen zsírsavak mennyisége jelzi az „étkezési minőséget”, amely miatt emberi táplálékként alkalmazhatók ezek az anyagok. Ezt meszesemenően elismerték és jelenleg is elismerik bizonyos országokban, mint például Kína, Korea, Polinézia és különösképpen Japán, ahol a tengeri növények feltétlenül szükséges összetevői a klasszikus konyhának. Nagyra tartják tápértékeit, ízeit, illatait és textúráit. [18] A mikroalgáknak általában nincs érdekes íze és textúrája, ezzel szemben a makroalgák rendkívül érdekesek és vonzóak ízüik, illatuk és textúrájuk révén. Annak ellenére, hogy vörös, zöld és barna algafajtákat az összes tengerparti nép fogyasztott az őskortól kezdve, főleg az ázsiai országok, mint Japán, Kína, Korea és a Fülöp-szigetek konyháiban alkalmazták őket a napi étkezés és gasztronómiai különlegességek elkészítésében.

Észak-Amerika parti államaiban és Észak-Európában az algák és tengeri növények fogyasztása, illetve ínyenc felhasználása jelentősen előretört az utóbbi néhány évtizedben. Ez történik például Brit-Kolumbiában, Új-Skóciában, Kanadában és Izlandon is. Európában ezek szintén helyet kaptak Wales és Írország konyháiban és ebédlőasztalain. Skandinávia konyhafőnökei alkotó utakat találtak az algák és a



4. ábra. Gasztronómiai (étkezési) célokra felhasznált néhány alga és tengeri növény

tengeri növények felhasználására, új, érdekes fogások előállítására részben az északi étkezési kultúrák fúziós felélesztésének érdekében. [20]

Magyarországon az algák és tengeri növények emberi fogyasztása még a kezdeti bevezetésnél tart, de azt meg tudjuk állapítani, hogy egyrészt szárított, csomagolt, főleg a Távol-Keletről importált változatok a kereskedelemben már hozzáférhetőek. Ilyen például a Wakame zöldalga-saláta (5. ábra).



5. ábra. Wakame zöldalga-saláta

Utóirat

Jelentős szakirodalom foglalkozik világszerte az algák és tengeri növények tanulmányozásával, biológiájukkal és alkalmazásukkal. A több tízezer fajtát magában

foglaló részletes ismertetésre itt sem hely, sem lehetőség nincs, de mint a fentiekből kiderült, figyelmet fordítottunk ezek ké-

miájára és röviden, dióhéjban igyekeztünk az emberi fogyasztásra való alkalmazásukat – talán mondhatnánk – gasztronómiájukat is megemlíteni. Ez természetesen csak hiányosan történhetett. Amennyiben lesz, aki erről a témáról mélyebben kíván informálódni, annak ajánljuk a [16]-os hivatkozás átlapozását.



IRODALOM

- [1] D. Bhattacharya, Origins of Algae and their Plastids. Springer Verlag, Wien, 1997.
- [2] A. Pulz, W. Gross, Appl. Microbiol. Biotechnol. (2004), 65, 635.
- [3] K. Lüning, S. Pang, Appl. Phycol. (2003) 15, 115.
- [4] A. Sambamurty, A Textbook of Algae. Int. Pwt. Ltd., 2005.
- [5] L. Schwark, P. Empt, Paleogeogr. Paleoclimatol. (2006) 240, 225.
- [6] C. Van den Hoek, Algae: An Introduction to Phycology. Cambridge University Press, 1995.
- [7] R. T. Wilce, J. Phycol. (1966) 2, 57.
- [8] W. A. J. P. Wijesinghe, Y.-J. Jeong, Phytochem. Rev. (2011) 10, 431.
- [9] T. Goodwin, Karotenoids and Biliproteins, in: W. D. Stewart, ed., Algae Physiology and Biochemistry. California, Blatwell Scientific Publications Ltd., 1974.
- [10] L. Pereira, A review of the nutrient composition of selected edible seaweeds, in: V. H. Hojosa, ed., Seaweed: Ecology, Nutrient Composition and Medicinal Uses, Nova Scotia Publishing, 2011.
- [11] G. F. El-Said, A. El-Sikaily, Environ. Monit. Assess. (2013) 185, 6089.
- [12] U. G. Mauritsen, Seaweeds: edible, available and sustainable. University of Chicago, Chicago Press, 2013.
- [13] J. L. Harwood, I. A. Guschina, Biochimie (2009) 91, 679.
- [14] V. Piironen, D. G. Lindsay, T. A. Miettinen, J. Toivo, A.-N. Lampi, J. Sci. Food. Agr. (2000) 80, 939.
- [15] F. N. Chualain, C. A. Maggs, G. W. Saunders, M. D. Guiri, J. Phycol. (2004) 40, 1112.
- [16] J. Coopermadlener, The Seavegetable Book: Foraging and Cooking Seaweeds. New York, Clarkson N. Potter, 1977.
- [17] C. D. Chavannes, Algues. Legumes de la mer. Edition La Plage, 2002.
- [18] J. Gusman, Vegetables from the Sea: Every Day Cooking with Seagreens. New York, William Morrow Books, 2003.
- [19] E. Lewallen, I. Lewallen, Sea vegetable gourmet book and wildcrafter's guide. Mendocino, Mendocino Sea Vegetable Co., 1996.
- [20] G. Lopes, C. Sousa, P. Valentau, P. B. Andrade, in: B. Hernandez-Ledesma, N. Herrera, eds., Bioactive compounds from marine foods, J. Wiley & Sons Ltd. 2013.

Az Európai Bizottság javaslatot tett közzé a vegyi anyagokra vonatkozó fenntarthatósági stratégiára



a toxikus anyagoktól mentes környezetért. A javaslat a Bizottság kinyilvánított szándéka szerint lehetőséget kínál az éghajlatváltozással, a körforgásos gazdasággal, az innovációval, a kereskedelemmel és a digitálizáció előmozdításával foglalkozó európai és tagállami hatóságok számára, hogy szorosabban működjenek együtt a vegyiparral az európai Zöld Megállapodással kapcsolatos célkitűzések megvalósítása érdekében. A javaslatban megfogalmazott célok megvalósítása hozzájárulhat az EU-27 gazdasági fejlődéséhez, a Covid-19 utáni zöld helyreállításhoz és az EU stratégiai értékláncainak megerősítéséhez. A Magyar Vegyipari Szövetség véleménye a MAVESZ honlapjáról letölthető: https://mavesz.hu/wp-content/uploads/2020/12/MAVESZ-publ_v%C3%A9lem%C3%A9ny-_EU-vegyianyag-strat%C3%A9gia-2020-12.pdf