



(2015. augusztus)

AZ ELSŐ VIRÁGOS NÖVÉNYEK A VÍZBEN JELENHETTEK MEG

Több mint ezer ősmaradvány vizsgálata alapján a paleontológusok megállapították, hogy egy 130 millió éves vízi növény lehetett az egyik legelső virágos növény a Földön. Az ősi, édesvízhez alkalmazkodott *Montsechia vidalii* számos eddigi elméletet összezavar, és új lehetőségeket vet fel a virágos növények kialakulásáról.

A virágok viszonylag új „találmánynak” számítanak a növények életében, és a megjelenésük előtt a növények a nélkül oldották meg a szaporodást, hogy ilyen sokszirmú csalétket növesztettek volna a nektár után kutató rovaroknak. Kissé bonyolult rendszernek tűnhet odacsalogatni egy rovar a riktó vagy jó illatú virágokkal, elhelyezni néhány pollent a testükön és abban reménykedni, hogy ezek a rovarok majd találnak egy másik példányt ugyanabból a növényfajból. Ugyanakkor azonban ez nagyon sikeres evolúciós újításnak bizonyult, hiszen nem sokkal azután hogy megjelentek a színen, a virágos növények kiemelkedő szerephez jutottak a növényvilágban.

Mintegy 120 millió évvel ezelőtt jelentős biológiai folyamatok zajlottak a bolygón. A virágos növények és általában a zárwatermők abban az időben fokozatosan teret nyertek a nyitwatermőkkel szemben és a flóra uralkodó elemeivé váltak a Földön. Ez az átalakulási folyamat végül megváltoztatta az egész bolygó jellegét. Érthető módon a zárwatermők gyors felemelkedése felkeltette a paleoökológusok és az evolúciobiológusok érdeklődését is, akik igyekeztek magyarázatot találni a minden várakozást felülmúló sikeres radiációjukra.

A kutatók meg akarták érteni, hogy miért és hogyan lettek a virágos növények ennyire sikeresek. Ezt a kérdést azonban nagyon nehéz megválaszolni, ha nem tudjuk, hogy nézett ki a legkorábbi virágos növény, és aztán hogyan változott a korai története során. Annak ellenére, hogy a genetika és a bioinformatika területén bekövetkező rendkívüli technikai fejlődés forradalmasította a növények kutatását az elmúlt évtizedek során, a földtörténeti múlt növényvilágának megértéséhez még mindig ugyanarra a régóta bevált

információforrásra támaszkodnak a kutatók, nevezetesen az előkerült ősmaradványokra.

A paleontológusok azonban a rendelkezésre álló leletek alapján eddig még azt sem tudták biztosan megmondani, hogy vajon a virágos növények először a vízben, vagy a szárazföldön fejlődtek ki. A kutatók egy része a sötét erdőket javasolta a megjelenés helyszínéként, míg mások a nyíltvízi, vagy vízhez közeli élőhelyeket. Mivel a ma élő virágos növények közül nagyon kevés található vízben, ebből sokan arra következtettek, hogy a virágok először a szárazföldi környezetekben jelentek meg, és csak azután terjedtek el a vízi élőhelyeken is. Jelenleg a virágos növényeknek körülbelül 2%-a él vízben, és az általánosan elfogadott nézetek szerint ezek a vízi fajok is olyan növényekből alakultak ki, amelyek szárazföldi környezetekben éltek. Ugyanezek a trendek valószínűnek tűntek a múltban is.

A kora-kréta környezetek ökológiai értelmezése eddig elsősorban a szárazföldi növényfajokon alapult, amelyek egyeduralgoló mennyiségűek a paleobotanikai leletanyagban. Több mint egy évtizeddel ezelőtt fedezték fel az *Archaeofructus*-nak nevezett vízinövényt Kinában, amely az egyik legkorábbi virágos növényt képviselheti. Most ugyanaz a kutatócsoport vizsgálta és publikálta a *M. vidalii* leleteket. Ennek a fajnak az első példányait több mint 100 évvel ezelőtt fedezték fel a spanyolországi Pireneusok mészkövében, de akkor még nem ismerték fel az igazi jelentőségüket.

A most megjelent cikk szerzői szerint ezt a fosszilis növényt a múltban eléggé félreértelmezték. A *M. vidalii* 125–130 millió évvel ezelőtt élt a kréta időszakban, amikor a dinoszauruszok uralkodtak a szárazföldeken. Nem a mai virágos növényekhez, hanem inkább a még ma is élő leszármazottjához, a *Ceratophyllum*-hoz hasonlíthatott. A magyarul borzhínárként, vagy tócsagazként ismert *Ceratophyllum* ma is ideális növény a dísztavakban.

A modern virágos növényektől eltérően a *M. vidalii*-nak nem voltak szirmai, vagy nektártermelő részei, viszont egyetlen magja volt, ami az angiospermák jellegzetes tulajdonsága. A kora-kréta korú, vízben élő zárwatermők, mint például az *Archaeofructus* és a *Montsechia* felvetik annak a lehetőségét, hogy a vízinövények lokálisan gyakoriak lehettek már a zárwatermők evolúciójának nagyon korai szakaszában is, és a vízi élőhelyek nagyon fontos szerepet játszhattak néhány korai zárwatermő evolúciós lánc változatosá válásában.



(2015. október 2.)

MEGACUNAMI

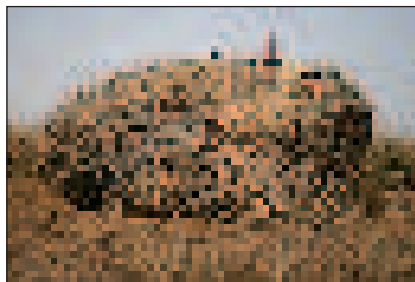
A nyugat-afrikai partokhoz közeli Zöld-foki-szigeteken dolgozó kutatók bizonyítékokat találtak arra, hogy egy vulkán hirtelen összeomlása sok ezer évvel ezelőtt akkora cunamit indított el, amelyet ember még nem látott. Úgy vélik, egy csaknem 170 méter magas hullám elnyelt egy 50 kilométerrel odébb fekvő szigetet. Ez a felismerés elmélyítheti a vitát arról, hogy ilyen hirtelen vulkáni események napjainkban jelenthetnek-e reális veszélyt. A kutatás vezetője, Ricardo Ramalho úgy véli, ilyen események nagyon gyorsan történnek, s bár nem túl gyakoriak, figyelembe kell venni a vulkáni katasztrófák között. A szóban forgó esemény több tízezer éve történt a Fogo vulkánnál, mely a világ legaktívabb szigetvulkánjai közé tartozik. Napjainkban 2829 méterre emelkedik és nagyjából 20 évente tör ki, utoljára tavaly ősszel. A Santiago sziget, amit elért a cunami, jelenleg negyedmillió ember lakhelye.

A vulkáni eredetű cunamik már előfordultak pl. Alaszkában, Japánban és némelyik halálosnak bizonyult. A kutatók jó része azonban úgy véli, inkább a tenger alatti csuszamlások válhatnak ki cunamikat, melyek kisebb hullámokkal járnak, hirtelen katasztrófális események már kevésbé. Egy francia kutatás során megvizsgálták egy fogó összeomlást, ami valamikor 124–65 ezer éve történt, de szerintük a legmagasabb hullámok is csak kb. 25 méteresek lehetnek. Ez persze napjainkban bőségesen elegendő lenne egy katasztrófához. Számos korábbi vizsgálat derített fényt arra, hogy megacunami a régmúltban előfordultak Hawaii, az Etna, vagy Réunion sziget társégekben, ám ezekre kevés a meggyőző bizonyíték. Az új kutatás becslése szerint Fogo esetében mintegy 160 köbkilométernyi közet mozdult meg és omlott a tengerbe egyik percről a másikra és ez közel 170 méter magas hullámot eredményezett. Összehasonlításképpen: a legnagyobb ismert cunamihullám, melyet korunkban megtapasztaltunk (2004-ben az Indiai-óceánban és 2011-ben Japán partjainál), nagyjából 30 méter magas volt. (Ezeket azonban az óceáni aljzaton kipattant földrengés indította el, nem pedig vulkáni tevékenység.)

Santiago szigete mintegy 50 kilométerre van Fogótól. Ramalho és csoportja néhány éve Santiagon dolgozott, amikor szokatlan kötömbökre lettek figyelmesek mintegy 600 méterre a partvidéktől, nagyjából 200 méteres tengerszint feletti magasságban.

Akad olyan is, melynek tömege meghaladja a 700 tonnát. Némelyik szikla akkora volt, mint egy furgon és nagyon különböztek attól a fiatal vulkáni térszíntől, amin hevertek. Inkább olyan kőzetekre emlékeztettek, amilyenek a jelenlegi partvidéket is felépítik: mészkövek, konglomerátumok és tenger alatti kitérésekből származó bazaltok. Ottlétükre egyetlen reális magyarázat kínálkozott: egy hatalmas hullám szakította ki és sodorta őket a partvidékről. A közettömbök korát a felszínükről vett minták izotópvizsgálásával próbálták megállapítani, ugyanis a héliumizotópok annak függvényében változnak, hogy a kőzet milyen hosszú ideig volt kitéve a kozmikus sugárzásnak. Az elemzés nagyjából 73 ezer éves eredményt hozott. Ramalho ugyanakkor megjegyezte, hogy nem minden vulkáni összeomlás vált ki szükségképpen ilyen méretű cunamit, de elvileg számolni kell vele.

A kutatók a 2000-es évek eleje óta foglalkoznak intenzíven a Zöld-foki-szigetek környékén esetlegesen előforduló cunamik várható hatásaival, de hasonló vizsgálatokat végeztek a Kanári-szigeteken is. Többször felvetették annak lehetőségét is, hogy a Kanári-szigetek egyik nyugati tagján, La Palmán egy aktív, de jelenleg alvó vulkán, a Cumbre Vieja egyik pereme kitérés során a tengerbe omlhat és akár 100 méter magas cunamihullámot is kiválthat. Ha ez bekövetkezne, nemcsak a környező szigeteken vé-



Óriási szikla, idegen környezetben

gezne hatalmas pusztítást, hanem 10 méteres magassággal Nyugat-Afrika partjain is. Ez persze csak elvi lehetőség, mert a szakemberek többsége szerint a Kanárikon inkább fokozatos omlások, leszakadások képzelhetők el, nem pedig egyszériek és hirtelenek.

A viták nem csupán az omlások fizikáját érintik, hanem azt is, hogy a keletkező hullámok milyen hatékonysággal haladnak. 1792-ben például a japán Unzen vulkán összeomlása mintegy 10 méter magas cunamihullámokat váltott ki a közeli öblökben és kerekén 15 ezer ember halálát okozták. 1958. július 9-én Alaszka egyik eldugott vidékén, a Lituya-öbölben egy földrengés keltette óriási cunamihullám söpört végig, de csak két halászt dobott partra a hullám a csónakjával együtt és csodálatos módon túléltek.



(2015. 1. szám)

FRISS SZELEK AZ ÉSZAKI-TENGER AKVAKULTÚRÁJÁBAN

Egyre szűkebb a hely az Északi-tengerben, s a mindig kisebb helyért folyamatosan emelkedik a haszonlesők száma. Így például a nyílt tengeri szélenergia hasznosítása verseng a természetes haszonélvezőkkel. A hasznosítási elméletek, pl. az akvakultúra a szélkerékterületeken egyre jelentősebbek. A tengeri halászati Thünen Intézet azt vizsgálta, hogy adott szélkerékterületen mely fajok és milyen összetételben jöhetnek szóba.

A Thünen Intézet projektpartnerével, az Alfred Wegener Sark- és Tengerkutató Intézetrel közösen választottak ki algákból, kagylókból, rákokból és halakból vizsgálati alanyokat. A kiválasztás kritériuma az volt, hogy az Északi-tengerben természetesen előforduljon, az uralkodó időjárási viszonyokkal szemben pedig ellenálló legyen, valamint legyen gazdasági potenciálja. A szakirodalomra, valamint a szakértők véleményére alapozva megállapították a környezeti paramétereket, melyek segítségével meghatározható volt az adott terület alkalmassága a kiválasztott vizsgálati alanyok részére.

A projektben részt vevők kíváncsiak voltak arra, hogy milyenek a környezeti feltételek és a szezonális adottságok az adott területen. Geostatistikai módszerekkel a fizikai és biológiai környezeti faktorokat, a hőmérsékletet, sótartalmat, oxigént, tápanyagokat, mint pl. a nitrát, a nitrit vagy az ammónium, valamint a klorofilltartalmat térben nagy felbontású modelllel alakították. Ehhez hozzáadták az áramlási sebesség és a hullámmagasság adatait. Ily módon minden akvakultúra alany részére alkalmassági faktort tudtak megállapítani és azt rendszerezni. A Hajózási és Hidrográfiai Hivatal által felállított nyílt tengeri szélkerékparkokkal kombinációban megállapítható volt, hogy mely szélkerékparkban milyen jellemző akvakultúra telepítése lehetséges.

A vizsgálat arra is kiterjedt, hogy a kijelölt területek integrált multitrópusi akvakultúrák (IMTA) számára is megfelelőek-e. Az IMTA az alapján az elv alapján működik, hogy a tápláléklánc különböző szintjeinek akvakultúra egyedeit egyidejűleg neveli fel. Így teremthető meg az egyensúly az etetéssel és kiválasztással történő táplálékbevitel, valamint a halak, kagylók és algák halászatából adódó táplálékfelvonás között.

A projekt első fontos felismerése, hogy a területek alkalmassága az akvakultúra kü-

lönöző alanyai számára jelentős szezonális mutató. Az alanyok közül a kagylók és az algák boldogulnak a legjobban az uralkodó tavaszi feltételekkel a parttól távoli területeken, míg ebben az időben a halak a parthoz közeli területeken találják meg a számukra legjobb adottságokat.

Figyelembe vették azt is, hogy az algákat, amelyek nem csupán a biológiai megújulás részei, hanem eladásra is kerülnek, már tavasz végén halásszák. A kagylókat ezzel szemben rugalmasan kezelik és tavaszi vagy nyári telepítést követően a kifejlődéshez mélyebb vizekbe szállítják. Ezért érdemes egy terület tisztán biológiai-fizikai alkalmassága mellett további logisztikai, illetve gazdasági szempontokat is figyelembe venni, ilyen például a parttól való távolság. A parthoz közeli terület különösen alkalmas például a foltos tőkehal nevelésére. A halak ugyan egész évben nyílt tengeri kultúrákban lennének tarthatók, ugyanakkor nagy odafigyelést, gondozást (etetés, ketrec tisztítás) igényelnek, így a partközeli gondozás logisztikailag előnyös jelent.

A könnyű megközelíthetőség mellett a parti területeknek a folyókból származó táplálékbevitel révén magas a termelékenyséjük. Ezért ez a terület a kagylók és az algák csoportjából származó akvakultúra egyedinek ugyancsak jelentős. Gazdaságilag az étkezési kagyló termesztése nagyon nyereséges. Pedig a nyereség megállapításánál az infrastruktúra és a személyzet közös használatából származó szinergiahatást még nem is vették figyelembe. A makroalgák nyeresége ezzel szemben attól függ, hogy a nagyon értékes összetevő leadására van-e természetes lehetőség, mivel ezen anyagok kiválasztása jelenleg technikai problémát jelent.

Mivel bizonyított a *Laminaria* (ujjmoszat, pálmamoszat) fajba tartozó algák halkultúrák közelében történő jobb növekedési rátája, az ujjmoszat, az óceáni osztriga és a foltos tőkehal olyan kombinációt képeznek, amely a partközeli IMTA-alkalmazás szerint különösen ajánlott és gazdaságilag is előnyös.

Az ujjmoszat (*Laminaria digitata*) is egyértelmű pozitív alkalmassági értékeket mutat a parttól távoli területeken. A tény, hogy az ujjmoszat nem igényel gondozást, még inkább lehetővé teszi a parttól távolabbi tenyésztést. Az egész éves IMTA-tervet tekintve a parttól távoli területeken a tengeri sügerek ujjmoszattal való kombinációja figyelemreméltó.

Bár az európai homár (*Homarus gammarus*) és a nagy rombuszhal (*Scophthalmus maximus*) tüntek gazdasági szempontból a legérdekesebbnek, a viszonylag nagy áramlási sebesség és a túl alacsony hőmérséklet miatt a teljes német gazdasági zóna szélkerékparkjainak akvakultúrájában alkalmatlannak bizonyultak.