

## Válasz Dr. Ács Éva

Magyari Enikő „A Kárpát-medence és DK-Európa későglaciális és holocén vegetációfejlődése, különös tekintettel a gyors felmelegedési és lehülési hullámokra mutatott vegetációs válaszokra” című, a MTA doktora cím elnyeréséért benyújtott értekezésének  
**bírálatára**

Köszönöm szépen Dr. Ács Évának eddigi munkásságom és dolgozatom pozitív értékelését, és külön köszönöm kritikai észrevételeit és kérdéseit dolgozatom paleolimnológiai aspektusával kapcsolatban. Az alábbiakban a bírálatában feltett kérdéseire és észrevételeire válaszolok (az opponens kérdéseit *dőlt* betűvel jelöltem).

*Nem szerencsés a cím-választás, hisz ez alapján azt gondolhatnánk, hogy a holocén kori vegetációfejlődés is az egész Kárpát-medencét és DK-Európát öleli fel, holott csak magyarországi eredményeket tartalmaz.*

Egyetértek opponensem észrevételével a holocén fejezetek tekintetében. Ugyanakkor nehéz olyan címet találni, mely mindent pontosan magában foglal és rövid. A dolgozat jelentős terjedelemben foglalkozik ugyanis az utolsó eljegesedés maximumán és a későglaciálisban a Kárpát-medence és DK-Európa növénytakaró változásaival az új eredmények tükrében. A részletesen bemutatott későglaciális és utolsó eljegesedés maximumi szelvények közül 3 nem magyarországi (1 bulgár, 2 román). Ezért fontosnak tartottam, hogy ez megjelenjen a dolgozat címében is, még ha a holocén tekintetében ez valóban félrevezető is.

Azon észrevételére miszerint nem szerencsés publikációkat egymás után fűzve írni nagydoktori értekezést a válaszom az, hogy próbáltam az önálló tanulmányokat összefűző, azokat regionális köntösbe helyező fejezeteket írni, hogy egységessé váljon a munka. Ezek a 3. 1. 4., 3. 1. 5., 3. 2. 2. és 3. 2. 3. fejezetek. Véleményem szerint ezek teszik a dolgozatot egységessé és ezek feltehetően a legolvasmányosabb jellegűek, sok „magyarosabb” mondattal.

Kázmér Miklós bírálatában is megjelenik a magyartalan fogalmazás. Igyekeztem, de valóban nehéz az angol nyelvű szöveget magyarra átültetni.

*A „Módszerek” fejezetben felsorolást kapunk a disszertációban bemutatott öt üledékgyűjtő medencéről, melyek vizsgálati eredményét tárgyalja a szerző. Szemléletes lett volna erről egy térkép is..*

Bíráló észrevételével egyetértek, ezt az előadásban pótlom.

*Módszerek...nem tudtam meg belőle, hogy a pollenvizsgálatokhoz csak fénymikroszkópot használtak-e, vagy elektronmikroszkópot is.*

A fosszilis pollenek elemzéséhez csak fénymikroszkópot használtunk, SEM felvételek csak illusztrációhoz készültek.

*Miért pont ez az öt üledékgyűjtő medence képezi a disszertáció magját? Mit takar a biomizáció módszere? Egy tűlevélből inkább a sztómák maradnak meg, mint a levél többi része? Más növények (pl. zárwatermők) leveleinek sztómái nem maradnak meg vagy nem határozhatóak?*

Bár eddigi pályafutásom során ennél több üledékgyűjtő medencét vizsgáltam, végiggondolva, hogy egy egységes értekezés álljon össze, e köré az 5 esettanulmány köré tudtam felépíteni kereken a dolgozatot.

Biomizáció: egykori biotopok rekonstrukciójára használt módszer, melynek alapjait Prentice et al. 1996-os publikációja tartalmazza. A BIOME 6000 projekt keretében kidolgozott módszerről a [http://www.bridge.bris.ac.uk/projects/BIOME\\_6000](http://www.bridge.bris.ac.uk/projects/BIOME_6000) weboldalon is lehet tájékozódni.

Lényege, hogy minden egyes növényzeti biotop pollen spektrumokban gyakran előforduló és jellemző növényeit funkcionális csoportokba sorolják (PFT), majd ezeknek a funkcionális csoportoknak a százalékos eloszlásával jellemzik a biotopból származó felszíni pollenmintákat. Ezt követően a fosszilis pollen spektrumok alkotóit hasonló módon növényi funkcionális csoportokba sorolják, és egy algoritmus segítségével (fuzzy logic) beazonosítják, hogy mely biotop/biotopokba sorolhatók. A módszer azt feltételezi, hogy minden pollen spektrumnak van mérhető affinitása a recens biotopokhoz. A számolás során minden biotophoz meghatározzuk az affinitási mérőszámot, majd a mérőszámokat sorrendbe rendezve határozhatjuk meg a végső biotopot.

A tűlevelekből nagyobb számban maradnak meg kiesett sztomák, mivel azok sejtfala lignint tartalmaz, szemben az epidermisz többi sejtjével, melyek fala cellulóz dominanciájú (Egy cm<sup>2</sup>-en 10 ezer és 100 ezer közt van a sztomák száma a szakirodalom szerint, MacDonald, 2001). A széteső tűlevelekből nagy számban szabadulnak ki a sztomák és oszlanak szét a tőfenéken. Zárwatermő fák leveleiből kieső sztomát én vizsgálataim során eddig nem találtam tavi üledékben, ennek pontos okát nem ismerem, az irodalom alapján van néhány lignines falvastagodással rendelkező zárwatermő sztoma is, de ezek mások tapasztalatai szerint sem fordulnak elő holocén és későglaciális tavi üledékekben (Hansen, 1995; MacDonald 2001).

Prentice, I. C., Guiot, J., Huntley, B., Jolly, D., and Cheddadi, R. (1996). Reconstructing biomes from palaeoecological data: a general method and its application to European pollen data at 0 and 6 ka. *Climate Dynamics* 12, 185-194.

MacDonald GM (2001) Conifer stomata. In: Smol JP, Birks HJB, Last WM (eds) *Tracking environmental change using lake sediments: terrestrial, algal, and siliceous indicators*. Kluwer, Dordrecht, pp 33-47.

Hansen, B. C. S., 1995. Conifer stomata analysis as a paleoecological tool: an example from the Hudson Bay Lowland. *Canadian Journal of Botany* 73: 244-252.

*Holocén alfejezet....Tulajdonképpen ez az alfejezet, noha számunkra talán a legizgalmasabb, hisz ez foglalkozik a hazai eredményekkel, ráadásul már az ember megjelenése is bonyolítja a vegetációtörténet rekonstrukcióját, de akár ki is maradhatott volna, hisz már egy másik földtörténeti időszak és nem tartalmaz sem egyéb délkelet-európai, sem Kárpátmedencei eredményt.*

Köszönöm az észrevételt, de nem teljesen értek egyet bíráló ezen észrevételével. Szándékom ezzel a fejezettel egyértelműen az volt, hogy a még mindig toposzá merevedett holocén kronosztratigráfiai rendszert valós tartalommal töltssem fel a mai Magyarország keleti és nyugati területeire vonatkozóan. Ehhez természetesen más pollenszelvényeket is felhasználtam, de világosan leírtam, melyik szelvényt ki analizálta, honnan származik. Nagyon fontosnak tartom a fejezetben leírt holocén vegetációtörténeti fázisokat és azok jellemzését. Az új vegetációtörténeti fázisok abszolút kronológiai határokkal rendelkeznek és statisztikai úton meghatározottak, szemben a korábbi ÉNY- és Közép-Európából átvett időhatárokkal rendelkező preboreális, boreális, stb. fázisokkal. A két rendszer viszonyát is feltüntettem a bemutatott ábrákon. Ez a fejezet kifejezetten a nagydoktori értekezéshez íródott, szándékom annak cikk formájában történő megjelentetése. Véleményem szerint ez hiánypótló és a biogeográfiával, holocén klímakutatással és régészettel foglalkozó szakemberek is nagy hasznát vehetik.

*Gyakran hiányosak az ábraalíráások....Pl. 3.1.5.4. ábra nemcsak az árvízszűnyog alapú júliusi középhőmérséklet rekonstrukció eredményeit mutatja a Brazi-tó TDB-1 fúrásában, hanem az alpi adatsort is.*

Köszönöm az észrevételt, valóban előfordulnak hiányos ábraalíráások. A 3.1.5.4. ábra esetén viszont nem az alpi adatsor szerepel a Brazi-tó TDB-1 fúrásának árvízszűnyog alapú júliusi középhőmérséklet rekonstrukciója mellett, hanem a Grönlandi NGRIP jégfúrathoz  $\delta^{18}\text{O}$  adatsora.

22. oldal: *Magashegységek esetén mi alapján lehet kiválasztani tavakat a klímaváltozás hatására végbemenő fa- és erdőhatár változások nyomon követésére, vagyis miért a Brazi- és Gales tavakra esett a választás? Mit takar az „érzékeny tengerszint feletti magasságban elhelyezkedő” tó? 24. oldal: Jó lett volna egyértelműen tisztázni, hogy mi a fa- és mi az erdőhatár, melyiket hogyan lehet meghatározni, és melyiknek a változásait vizsgálták, mert szerintem azért ezek nem ugyanazt jelentik.*

Az érzékeny tengerszint feletti magasságok alatt az erdőhatár felső részét és az erdőhatár-fahatár ökoton zónát értem. Ezek definíciói:

Erdőhatár: a zárt erdő felső határa, e fölött fák már csak szórványosan fordulnak elő (D-Kárpátokban a 10 °C-os júliusi középhőmérséklet (kh.) izotermával fut nagyjából párhuzamosan emberi hatás nélkül).

Fahatár: 2 méternél magasabb fák elterjedésének felső határa.

Az erdő és fahatár közti területet nevezik **erdőhatár vagy fahatár ökotonnak**.

A fogalmak tisztázását nagyon fontosnak tartom, többek közt azért is, mert e két fogalom a magyar nyelvű középiskolás természetismeret tankönyvekben is keveredik. Valóban hiányzott a dolgozatból a definíció, köszönöm, hogy opponensem rámutatott erre.

Az erdő és fahatár holocén változásainak rekonstrukcióját célzó tanulmányok esetén érdemes olyan tavakat mintáznunk, melyek a mai fahatár felett kicsivel, vagy a mai erdőhatár ökoton zónában helyezkednek el, mert mindkét esetben várható, hogy a holocén klímaoptimum idején az erdő és fahatár a mainál magasabban helyezkedett el. Szintén érdemes olyan tavakat vizsgálni, melyek ma a felső erdőhatár közelében helyezkednek el. Ilyen tavak vizsgálata segít rekonstruálni, hogy a későglaciálisban vagy a kora holocénben mikor érte el ezeket a tengerszint feletti magasságokat az erdő és fahatár. Ezért esett a választásunk a Brazi- és Gales-tavakra.

31. oldal: *Larix sztóma gyakori, de makrofosszília nem, és ez „arra utal, hogy közvetlenül a tavak partján ez a faj valószínűleg nem élt vagy nagyon ritka volt”. A makrofossziliák (pl. levél) milyen messzire szállíthatnak szemben a sztómákkal (melyek a korábbi leírás szerint néhány 100 méterre)?*

A kérdés megválaszolásához saját és irodalmi ismereteimet használom fel.

A makrofossziliákról az összefoglaló szakirodalom azt írja, hogy jelenlétük közvetlen a tó partján növényeket jelöl abban az esetben, ha nincs felszíni vízbefolyás a tóba. Amennyiben van, akkor származhatnak a tó vízgyűjtő területéről is (Birks, 2001). A túlevelek esetén ugyanakkor gyakran említi a skandináv irodalom a téli hófelszíni görgetést, mely több km távolságra is elsodorhatja a túleveleket (Birks, 2001).

A sztómák esetén a tóba hulló, majd bomló epidermisz szövetekből kiesett vastagodott falú gázcserenyílás zárósejtekről van szó. Ezért rájuk is a makrofossziliákra vonatkozó tafonómiai megfigyelések vonatkoznak alapvetően (MacDonald, 2001; Amman et al., 2014). Tehát, befolyó patak hiányban a tó partján növényektől származnak. Az hogy mi jóval több *Larix* (vörösfenyő) sztómát találtunk, míg makrofossziliát, jelezheti a relatíve rossz fosszilizálódási körülményt. A kőzetlisztben gazdag üledékben a fizikai aprózódása is jelentősebb lehetett a növényi szöveteknek a későglaciális időszakban.

Elővigyázatosságból ugyanakkor mi úgy interpretáltuk a *Larix* sztómák jelenlétét makrofossziliájuk hiányban, hogy azok akár néhány 100 métert is megtehettek a tóba kerülés előtt a téli hótakarón szél által szállítva. A skandináv példákából indultunk ki, és abból a tényből, hogy a *Larix* lombhullató, az ősszel lehulló túlevelek száma ezért jóval nagyobb ennél a fenyő nemzetségnél, mint örökzöld társaiknál.

A sztómáknak nagy jelentősége van a poláris és magassági erdő és fahatár megállapításában (MacDonald, 2001), mivel a nyitvatermő pollenek gyakran túlréprezentáltak az erdő és fahatár feletti tavi üledékekben is. Hansen et al. (1996) dolgozatában egy tófelszíni üledékminta vizsgálatsor eredményeit mutatta be Kanadából a poláris erdő és fahatár térségéből. Publikációjukban megállapítják, hogy a nyitvatermő pollenek százaléka gyakran 10-20 közöttiek még a tundra zónában is, míg a sztómák jelen vannak a zárt erdőben és az erdős tundrán, de egy kivétellel hiányoznak a tundrán.

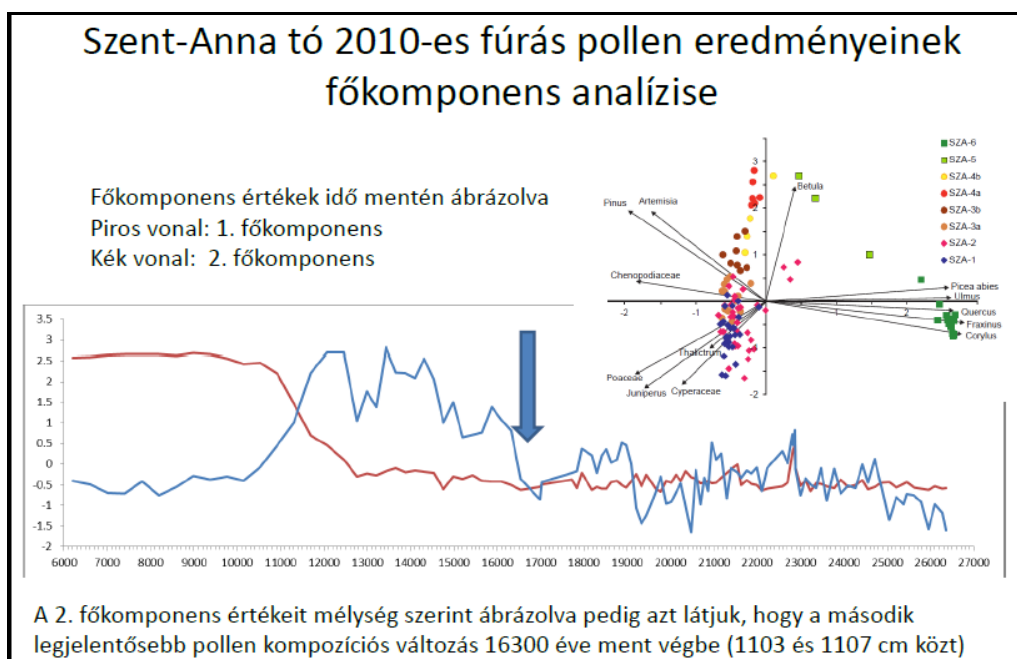
- Birks, H. H. (2001) Plant macrofossils. In: Smol, J. P., Birks, H. J. B., Last, W. M. (eds.), Tracking Environmental Change Using Lake Sediments. Volume 3: Terrestrial, Algal, and Siliceous Indicators, pp. 49-74, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- MacDonald GM (2001) Conifer stomata. In: Smol JP, Birks HJB, Last WM (eds) Tracking environmental change using lake sediments: terrestrial, algal, and siliceous indicators. Kluwer, Dordrecht, pp 33–47.
- Ammann, B., Knaap, W.O., Lang, G., Gaillard, M-J., Kaltenrieder, P., Rösch, M., Finsinger, W., Wright, H.E., Tinner, W. (2014) The potential of stomata analysis in conifers to estimate presence of conifer trees: examples from the Alps. Article Vegetation History and Archaeobotany 23(3): 249-264.
- Hansen BCS, MacDonald GM, Moser KA (1996) Identifying the tundra-forest border in the stomata record: an analysis of lake surface samples from the Yellowknife area, Northwest Territories, Canada. Canadian Journal of Botany 74:796–800.

34. oldal: „A főkomponens analízist a két adatsorban mutatkozó főbb trendek megállapítása végett végeztük el.” A PCA-hoz használt két adatsor egyike a Brazi-tó, a másik a Gales-tó adataiból áll. Ha igen, akkor a Gales-tó adataira készült PCA-nak mi lett az eredménye? Ha nem, mi a két adatsor?

A megfogalmazás helytelen a szövegben. Helyesen „A főkomponens analízist a Brazi-tó pollen adatsorában mutatkozó főbb trendek megállapítása végett végeztük el.”

56. oldal: „A 2. főkomponens értékeit mélység szerint ábrázolva pedig azt látjuk, hogy... ,, nem találtam meg, hogy hol van ez az ábra.

Valóban a 3.1.3.7. ábrán csak a biplot szerepel, korskála mentén nem ábrázoltam ki az 1. és 2. főkomponens értékeit. Ezt pótoltam most a mellékelt ábrán, amin jól látszik, hogy a kérdéses mondatban szereplő megállapítás helyes. „A 2. főkomponens értékeit mélység szerint ábrázolva pedig azt látjuk, hogy a második legjelentősebb pollen kompozíciós változás 16300 éve ment végbe (1103 és 1107 cm közt).”



59. oldal: „az alacsony biológiai produktiót relatíve nagy mennyiségű hulló por akkumuláció vagy relatíve magas kovamoszat (Bacillariophyta) produkció kísérte”. Itt én ellentmondást érzek. Kérem, fejtse ki, hogy érti azt, hogy az alacsony biológiai produktiót magas kovamoszat produkció kísérte. Miért van a bizonytalanság, hogy hulló por vagy kovamoszat? Nem volt fosszília?

A Szent Anna-tó glaciális üledékrétegeinek szilíciumvázas alga vizsgálata még nem készült el. Ugyanakkor az XRF mérések során mérjük az üledék Si és Ti tartalmát is (3.1.3.3. ábra), és a paleolimnológusok gyakran jellemzik a biogén eredetű szilícium tartalmat a Si/Ti aránypárral (Liu et al., 2013), mint ahogyan azt az 59. oldalon leírtam. Ennek emelkedése következik be az utolsó eljegesedés maximumán, amit óvatosságból kétféleképpen értelmeztünk: nagy valószínűséggel növekvő

szilíciumvázas alga produkcióra utal, de nem zárható ki teljesen, hogy a Si mennyisége arányaiban jobban nőtt a Ti-nál a hullópor nagyobb aránya miatt. Megbízható választ erre a kérdésre majd a diatóma vizsgálat fog nyújtani. Az alacsony biológiai produkció ebben a mondatban valóban ellentmondásos, amennyiben a szilíciumvázas alga produkció valóban nőtt, ám mi a szárazföldi és a vízi rendszer össz produkcióját értettük ez alatt, ami alacsony volt ez idő alatt, ennek egyik mérőszáma a LOI (izzításos veszteséggel mért szerves anyag tartalom).

Liu, X., Colman, S. M., Brown, E. T., Minor, E. C. & Li, H. (2013) Estimation of carbonate, total organic carbon, and biogenic silica content by FTIR and XRF techniques in lacustrine sediments. *Journal of Paleolimnology* 50: 387–398.

63. oldal: „16300 évtől kezdődően a zöldalgák relatív gyakorisága is növekedett (*Pediastrum*, *Scenedesmus*), és a hínárnövényzet (*Myriophyllum verticillatum*) is megjelent a tóban, ami növekvő tápanyag hozzáférhetőségre és feltehetően magasabb vízszintre utal, bár ez a következtetés ellentmond a szárazságtűrő sztyepei elemek terjedésének.” Véleménye szerint miért van ez az ellentmondás?

A kérdés megválaszolásához fontos, hogy az idevonatkozó teljes bekezdést ismertessem a 63.oldalról.

„16300 évtől kezdődően a zöldalgák relatív gyakorisága is növekedett (*Pediastrum*, *Scenedesmus*), és a hínárnövényzet (*Myriophyllum verticillatum*) is megjelent a tóban, ami növekvő tápanyag hozzáférhetőségre és feltehetően magasabb vízszintre utal, bár ez a következtetés ellentmond a szárazságtűrő sztyepei elemek terjedésének. Az ürmös sztyepek terjedése feltehetően a korábban borókával borított területeken ment végbe, melynek pollenszázaléka ellentétesen mozgott ezen sztyepei elemekkel. 16300 évtől kezdődően a nyír (*Betula*), fenyő (*Pinus*), vörösfenyő (*Larix*), lucfenyő (*Picea*) és szil (*Ulmus*) pollenszázalékainak és pollen akkumulációs rátáinak emelkedése a vízi taxonok alapján következtetett hozzáférhető vízmennyiség növekedését támogatja.”

Ellentmondás azért van, mert a sztyepei elemek terjedése csökkenő hozzáférhető vízmennyiségre utal. Ehhez nem kell a csapadék mennyiségének csökkenése, elegendő a vegetációs időszak hőmérsékletének növekedése. Ezért is bizonytalan a vízszintre vonatkozó következtetés. *Pediastrum* maradványok már 19 ezer évtől gyakoriak, de *Scenedesmus* vázak 16300 évtől jelennek meg. Mindkét taxon planktonikus, de különösen a *Scenedesmus* nemzetség jelenléte növekvő tápanyagtartalmat jelez, a vízszintre nehéz következtetést levonni. A szilíciumvázas alga vizsgálat segíthet majd. A Szent Anna-tóban előforduló *Scenedesmus*-ok pontosabb meghatározásában Németh József segített. A végső határozás *Scenedesmus* cf. *brasiliensis*. Ez a faj közönséges, elterjedése széleskörű.

63. oldal: „A vízi mikrofosszília együttesek érdekes módon a későglaciális felmelegedés kezdetén a zöldalgák teljes eltűnését mutatják, ami jelentős vízszintcsökkenésre utal a melegedéssel párhuzamosan, ugyanakkor a fiatal driásznak megfelelő rétegekben a zöldalgák mennyisége újból nő, ami arra utal, hogy a sztyepei növényzet terjedésével együtt a tó vízszintje nőtt.” Néhány cm-es vízben már meglehetősen nagy zöldalga tömegprodukció jelentkezhet, ha megfelelőek a hőmérséklet, fény és tápanyag viszonyok. Mivel a zöldalgák sejtfala a pollenéhez képest kevésbé ellenálló, könnyebben lebomlik, nem képzelhető-e el az a magyarázat, hogy azért nem találtak ekkor zöldalga maradványokat, mert a melegebb víz üledékében sokkal intenzívebb bakteriális bontás zajlott és egyszerűen a zöldalgák cellulóz sejtfalát teljes mértékben lebontották a baktériumok? Mit mutattak ekkor a kovaalga fossziliák?

Köszönöm, hogy opponensem rávilágított ennek a bakteriális bomláshoz köthető magyarázatnak a lehetőségére is, amit valóban érdemes jobban megvizsgálni, a magyarázat ugyanis teljesen logikus. Van azonban néhány tényező, amit ez az érvelés nem vesz figyelembe. 1) A kérdéses zöldalga taxonok abban térnek el társaiktól, hogy a pollenekhez hasonló nitrogéntartalmú kitinszerű burok veszi körül sejtfalukat, ezért is maradhatnak meg a pollenfeltárás rengeteg vegyszert alkalmazó folyamatában a pollenek mellett a mintákban (az acetolízis lépése pl. oldja a cellulózt!). Ebből adódik, hogy maradványaik a pollenekhez hasonló mértékben kellene ellenállóak legyenek a bakteriális bomlással szemben. 2) A fiatal driász időszak térségi klíma trendjeiről még viszonylag keveset tudunk. A Retyezát-hegységben folytatott vizsgálataink (3.1.5.1. fejezet) arra utalnak, hogy a Déli-Kárpátokban a nyár legmelegebb hónapjának középhőmérséklete alig változott, a téli hőmérséklet viszont csökkent. A regionális szintű vegetációs válasz egyértelműen a nyári szárazodás felé mutat. Ugyanakkor a hegyi tavak vízszintjét a téli félév csapadékösszege határozza meg (Magny, 2007). Ennek változásáról a fiatal driász lehülés során nincs információnk. 3) Továbbá egy kráterben a vízszintet a kráter lejtőjének

növényzeti borítottsága is befolyásolja. Mint azt a Magyarai et al. 2009-es Hydrobiológia cikkben tárgyaljuk, ha fák nőnek a kráter lejtőjén, azok a csapadék jelentős részét felveszik, és visszapárolgatják a lombkoronájuk révén (tülevelűek kevesebbet, lomblevelűek többet). A fák arányának csökkenése a lejtőn ennek értelmében lehet vízszint növelő hatású. Minden a csapadékmennyiség és szezonális eloszlás változásának mértékétől függ.

Összességében tehát az alternatív magyarázatot nem zárom ki, a kérdés tisztázásához további vizsgálatok szükségesek. Ilyen lehet az algaspecifikus pigmentek mennyiségi analízise. Hasonló tanulmányokat olasz hegyi tavakban végeztek nagy számban Európában (pl. Guilizzoni et al., 1992; Lami et al., 1994) elsősorban a torfitás változásának detektálására.

Magny, M. (2007) Lake level studies: West-Central-Europe. Encyclopedia of Quaternary Science 2: 1389–1399.

Magyarai, E. K., Buczkó, K., Jakab, G., Braun, M., Pál, Z. & Karátson, D. (2009a) Palaeolimnology of the last crater lake in the Eastern Carpathian Mountains - a multiproxy study of Holocene hydrological changes. Hydrobiologia 631: 29-63.

Lami, A., Niessen, f., Guilizzoni, P., Masafarro, J., Belis, C.A. (1994) Paleolimnological studies of the eutrophication of volcanic Lake Albano (Central Italy). Journal of Paleolimnology 10: 181-197.

Guilizzoni, P., Lami, A., Marchetto, A. (1992) Plant pigment ratios from lakes sediments as indicators of recent acidification in alpine lakes. Limnology and Oceanography 37: 1565-1569.

67. oldal: „*Pediastrum és Scenedesmus pollenszázalékok*” A *Pediastrum és Scenedesmus* fajoknak nincs pollenje. Milyen formában találták őket meg a rétegekben? Magukat az algacönóbiumokat? Esetleg az auxospóráikat?

A megfogalmazás valóban helytelen. Az üledékben az algacönóbiumok kitintartalmú vázát találtuk meg mindkét alga nemzetség esetében.

83. oldal: „*Bár a Csomád-hegycsoport magassága nem vetekszik a Tien-sannal, egy hasonló övezetesség elképzelhető a két területen.*” Találtak arra bármilyen jelet, hogy a Csomád-hegycsoportban hasonló az övezetesség? Ha nem, és magasságban is ennyire eltér a kettő, akkor honnan lehet erre következtetni?

Erre a kérdésre megpróbálok röviden válaszolni (a vita során szívesen kifejtem részletesebben is). A közép- és nyugat-ázsiai térség, különösen az Altáj- és Szaján-hegységek az utolsó eljegesedés növénytakarója tekintetében gyakran szolgálnak analógiákként, mivel mai éghajlatuk hasonlatos a Kárpátok és Kárpát-medence glaciális éghajlatával. Ebből adódik, hogy ha analógiák után kutatunk, gyakran fordulunk e térség felé. Az Altáj- és Szaján-hegységekre viszont ma nem jellemző a borókák dominanciája, a Szent Anna-tó glaciális üledékrétegeiben viszont nagyon sok a boróka pollen. A Tien-sannak van olyan növényzeti zónája, ahol a borókák övezetesen fordulnak elő, ezért hasonlítottuk össze a két területet.

93. oldal: *alpi kalibrációs sorra „a júliusi kh. emelkedés gyors ...500 év alatt ... 6 °C-os melegedés”; eurázsiai kalibrációs sorra: „nem tapasztalunk jelentős júliusi kh. emelkedést 14700 év körül; a júliusi kh. 14500 és 14400 évek közt mindössze 1.5 °C-ot emelkedik”. Vagyis az alpi kalibrációs sor alapján 1,2 °C/100 év az emelkedés, az eurázsiai alapján 1,5 °C/100 év. Mégis „az alpi kalibrációs pollen adatsor alkalmazásával jóval nagyobb amplitúdójú júliusi kh. fluktuációkat kapunk”. Mi ennek az oka? Mennyi a mai adatsorokban a 100 évre eső júliusi középhőmérséklet emelkedés?*

A kérdésben megfogalmazott alpi kalibrációs adatsor alapján kapott 1,2 °C/100 év a júliusi kh. emelkedés, míg az eurázsiai kalibrációs adatsor alapján 1,5 °C/100 év nem pontos. Ahogyan azt a dolgozat 3.1.5.3. ábrája mutatja, az eurázsiai adatsor alapján mindösszesen kb. 1,5 °C a júliusi középhőmérséklet emelkedés mértéke, míg az alpi adatsor alapján a felmelegedés folyamatos több évszázadon keresztül, valóban kb. 1,2 °C/év számítható 14700 és 14200 évek közt, de a melegedés teljes amplitúdója 6 °C 500 év alatt.

A két rekonstrukció eltéréseinek okát a dolgozatban is magyaráztam. A kalibrációs adatsorok (training set) különbözőségéből adódik. Az alpi adatsor klímaméterinek terjedelme kisebb, pollenspektrumainak összetétele részben más mint az eurázsiai adatsoré. A rekonstrukciók „jóságának” megítélése szempontjából nagyon fontos mérőszámok vannak (mint például a hűrtávolság értékek, Pearson korrelációs koefficiens), és ezek esetünkben jobbnak adódtak az eurázsiai adatbázissal.

Ugyanakkor a dolgozatban is hangsúlyoztam, hogy a későglaciális időszakra is igaz még, hogy a mai vegetáció nem tudja pontos analógiáját adni az akkori növényzeti összetételnek a glóbusz egyetlen pontján sem, valamint a hegységekben végzett klímarekonstrukciók esetén nem a rekonstruált érték a fontos, hanem annak a trendje.

A jelenleg zajló globális felmelegedés esetén (19. század végétől), valamint a Kis jégkorszak végén a térségünkben rekonstruált júliusi középhőmérséklet emelkedés (pontosabban június-július-augusztus hónapok kh. átlaga (JJA)) mértéke irodalmi adatok alapján:

Popa and Kern (2009): 1980-tól 2005-ig, azaz kb. 25 év alatt, kb. 1 °C-os a mérhető nyári (JJA) középhőmérséklet emelkedése, ha az 1950-es évek átlagát vesszük alapul. A Kis jégkorszak végén AD 1620-1640 közt a nyári középhőmérséklet emelkedés mértéke 20 év alatt szintén kb. 1 °C. Hangsúlyoznunk kell ugyanakkor, hogy ez utóbbi esetben egy mélypontról a maximális melegedésig mértünk (a szerzők nem tárgyalják a nyári középhőmérséklet emelkedés évtizedes tempóját, a fenti adatok a 20 éves átlaggal simított adatsorról leolvasottak).

A napjainkban zajló felmelegedés prognosztizálása során 2000 és 2100 évek közé a globális klímamodellek a térségre 1,5-3,5 °C közti éves átlaghőmérséklet emelkedést prognosztizálnak (IPCC 2007), míg a nyári 3 hónap (JJA) középhőmérsékletében a globális modell 3,0 - 3,5 °C-os emelkedést, a regionális klímamodell pedig 8 °C körüli emelkedést mutat (Bartholy et al., 2015). Ezek az évszázados értékek jóval meghaladják a későglaciális felmelegedés kezdetén általunk pollen alapon kapott 1,2-1,5 °C/100 év körüli júliusi középhőmérséklet melegedési tempót.

Fontos ugyanakkor megjegyezzük, hogy az árvaszűnyog fauna alapján kapott júliusi középhőmérséklet rekonstrukcióban (3.1.5.4. ábra; Tóth et al., 2012) a melegedés mértéke 2,8 °C egyik mintáról a másikra, ami kb. 200 évnél felel meg 14700 és 14500 évek közt. Sajnos ennek az adatsornak 200 év a maximális felbontása.

Popa, I; Kern, Z. (2009) Long-term summer temperature reconstruction inferred from tree-ring records from the Eastern Carpathians. *Climate Dynamics* 32/7-8

IPCC (2007) Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.) IPCC, Geneva, Switzerland. 104 pp.

Tóth, M., Magyar, E.K., Brooks, S.J., Braun, M., Buczkó, K., Bálint, M. & Heiri, O. (2012) A chironomid-based reconstruction of late glacial summer temperatures in the southern Carpathians (Romania). *Quaternary Research* 77: 122-131.

Bartholy, J., Pongrácz, R., Pieczka, I., André, K., Bogárdi, I. (2015) Érzékenységvizsgálatok a RegCM klímamoddellel a Kárpát-medence térségére. 16 p. Magyarország RCMTeR EEA-C13-10 projekt beszámoló jelentés, ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest. [https://www.met.hu/RCMTeR/doc/reports/C13-10\\_RegCM\\_erzenyseg.pdf](https://www.met.hu/RCMTeR/doc/reports/C13-10_RegCM_erzenyseg.pdf)

95. oldal: „Az árvaszűnyog alapú júliusi kh. rekonstrukció nem jelez szignifikáns hőmérséklet csökkenést a GS-1 időszakban, annak ellenére sem, hogy a fauna jelentősen átalakul ekkor.” *Mi okozhatta a fauna jelentős átalakulását?*

Ezt a kérdést Tóth et al. (2012) cikkében részletesen körüljártuk. Ezek alapján a fiatal driászban megjelent vagy növekedő százalékot mutató árvaszűnyog taxonok a Brazi-tóban (*T. lugens*-típus és *M. insignilobus*-típus) ugyanúgy szubalpin és alpi tavak lakói, mint a GI-1 (Bølling/Allerød) meleg időszak domináns taxonjai. Ezért a kalibrációs adatbázisban mindkét közösség hasonló júliusi középhőmérséklet értékkel társul. Az Alpokban ekkor megjelenő, tipikusan alacsonyabb júliusi középhőmérséklettel társuló taxonok (*Microtendipes*, *M. radialis*-típus és *P. sordidellus*-típus) a Brazi-tó szelvényéből hiányoznak. Az ismeretlen számunkra, hogy mi okozza a fauna átalakulását, de feltételezhető, hogy a hőmérsékleten kívül a pH és az oxigénellátottság változása is közrejátszhatott. A legvalószínűbb magyarázat, hogy a több fajt magába tömörítő *M. insignilobus*-típus olyan fajáról/fajairól van szó, melyek ökológiájáról keveset tudunk, nem szerepelnek a kalibrációs adatbázisban, ezért a jelenlegi *M. insignilobus*-típusban gazdag közösségekhez rendelt júliusi középhőmérséklet spektrum még nem fedti a teljes valós terjedelmet.

Tóth, M., Magyar, E.K., Brooks, S.J., Braun, M., Buczkó, K., Bálint, M. & Heiri, O. (2012) A chironomid-based reconstruction of late glacial summer temperatures in the southern Carpathians (Romania). *Quaternary Research* 77: 122-131.

96. oldal: „A két rekonstrukció értékei közti eltérés egyben azt jelzi, hogy a rekonstrukció alapjául szolgáló organizmusok nem (pusztán) arra a környezeti változóra reagálnak, amit velük rekonstruálni próbálunk.” *Most akkor melyik? Nem, vagy nem pusztán? Mást jelent a mondat, ha azt állítom, hogy a rekonstrukció alapjául szolgáló organizmusok nem arra a környezeti változóra reagálnak, amit velük*



*rekonstruálni próbálunk, vagy ha azt állítom, hogy a rekonstrukció alapjául szolgáló organizmusok nem pusztán arra a környezeti változóra reagálnak, amit velük rekonstruálni próbálunk. Ráadásul, ha nem arra a környezeti változóra reagálnak, amit rekonstruálni próbálunk velük, akkor hogy lehet velük rekonstruálni?*

„Nem pusztán” a helyes. Ha csak a klímaparaméter változik és az egyéb paraméterek nem, vagy csak kismértékben, akkor az organizmus alkalmas a rekonstrukcióra. Az árvízszűnyog lárvák esetén fontos más ható tényezők például a tó hirtelen átalakulása láppá (ilyen történik a Szent Anna-tóban a kora holocénben), a tó oxigénellátottságának hirtelen drasztikus megváltozása. Ennek a kérdésnek ugyanakkor nagyon széleskörű az irodalma (lásd pl. Walker, 2001, 2006).

Walker, I. R. (2001) Midges: Chironomidae and related Diptera. pp. 43-66, In: J. P. Smol, H. J. B. Birks, and W. M. Last (eds). Tracking Environmental Change Using Lake Sediments. Volume 4. Zoological Indicators. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Walker, I. R., (2006) Chironomid Overview (invited review), pp. 360-366 in S. A. Elias (ed.) Encyclopedia of Quaternary Science, Volume 1. Elsevier, Amsterdam

*114. oldal: 3.2.1.5. ábra miután nem tartalmaz semmiféle léptéket, számomra teljességgel beazonosíthatatlan, hogy az egyes vegetációk mely tájakhoz köthetők. Lépték nélkül csak egy szép színes ábra.*

A lépték valóban hiányzik, ezért elnézést kérek.

*119. oldal. 3.2.1.8. ábra aláírása szerint „A szelvények földrajzi helyzetét a 3.2.1.1. ábra szemlélteti.” A 3.2.1.1. ábra az eurázsiai erdős sztyepp öv térképe Varga et al. Nyomán. Gondolom itt inkább a 3.2.1.2. ábrára utal a jelölt (A sarló-háti morotva helyzete Európában (a), ÉKMagyarországon (b) és a fejezetben tárgyalt egyéb pollenszelvények.).*

Igen, valóban a 3.2.1.2. ábrán szerepel a 3.2.1.8. ábra szelvényeinek földrajzi helyzete. Elnézést a hibáért.

Szeretném végezetül még egyszer megköszönni opponensemnek, hogy jobbító szándékú tanácsaival segítette munkámat.

Tisztelettel:

*Magyarai Enikő*

---

Dr. Magyarai Enikő  
tudományos főmunkatárs  
MTA-MTM-ELTE Paleontológiai Kutatócsoport

Budapest, 2016.04.05.