

# Plankton foraminiférák vázporozitásáról

## Discussion of shell porosity in planktonic foraminifera

LÁZÁR B.<sup>1,3</sup>, M. KUCERA<sup>2</sup>, J. MEILLAND<sup>2</sup>, M. SICCHA<sup>2</sup>

<sup>1,3</sup> Babeş-Bolyai Tudományegyetem, PaleoSed Kutatócsoport;  
Research Center for Integrated Geological Studies Mihail Kogălniceanu 1, Kolozsvár, Románia

<sup>2</sup> Universität Bremen, MARUM – Center for Marine Environmental Sciences, Leobener 8,  
D-28359, Bréma, Németország

### Abstract

Shell porosity is generated mainly by the perforations, that can be found on the test of all planktonic foraminifera. This can be approximated as a percentage of the area occupied by pores versus the total area of the test. However, the function and factors controlling the pores are not fully understood yet. Can they be influenced by environmental parameters? Some studies suggest that they might be linked to the gas exchange. The purpose of this study is to find, test, and prove or dispute these relationships using recent planktonic foraminifera.

Kulcsszavak: plankton, foraminifera, recens, porozitás, váz

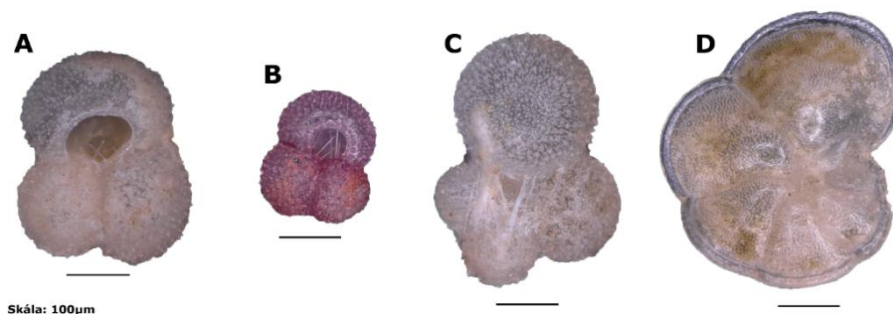
### 1. Bevezető

A foraminiférák vázporozitásának pontos funkcióját illetően a mai napig több elmélet létezik. Tény viszont, hogy a likacsosházúak növekvésével egy időben a vázuk porozitása is növekszik. Az élőlény növekedésével arányosan nő a táplálék iránti igénye, a gázcsere mértéke, valamint a lebegés szabályozása is komolyabb erőfeszítésbe kerül (Bé, 1968, Bé et al., 1973, Marszalek, 1982, Schmidt et al., 2013). Ezek a feltételek direkt vagy indirekt módon a váz porozitásának mértékétől függenek.

A váz porozitásának vizsgálatakor lényeges, hogy a legutolsó kamrát vizsgáljuk, mivel minden egyes új kamra kialakításakor a plankton foraminifera egész vázára egy vékony kalcitréteg települ, ami befolyásolja a korábban kialakított pórusokat (Richirt et al., 2019). Továbbá az utolsó kamra az, amely pontosan tükrözi a környezeti tényezőket. Kiemelt figyelmet kell szentelni továbbá annak, hogy a váz belső, élőlény által elfoglalt felületét vizsgáljuk, mivel a pórusok külső és belső mérete eltérő lehet.

A fentebb említetteket figyelembe véve, négy recens foraminifera faj vázáinak utolsó kamráját vizsgáltunk: *Globigerinoides ruber white*, *Globigerinoides ruber pink*, *Globigerinella calida* és *Globorotalia menardii* (1. ábra).

Dolgozatunkban válaszokat keresünk arra, hogy vajon van e bizonyított kapcsolat a porozitás és a környezeti tényezők között. Milyen a viszonyuk egymással szemben? Befolyásolja-e egyik a másikat?



1. ábra

A vizsgált foraminifera fajok. A: *Globigerinoides ruber white*, B: *Globigerinoides ruber pink*, C: *Globigerinella calida* és D: *Globorotalia menardii*

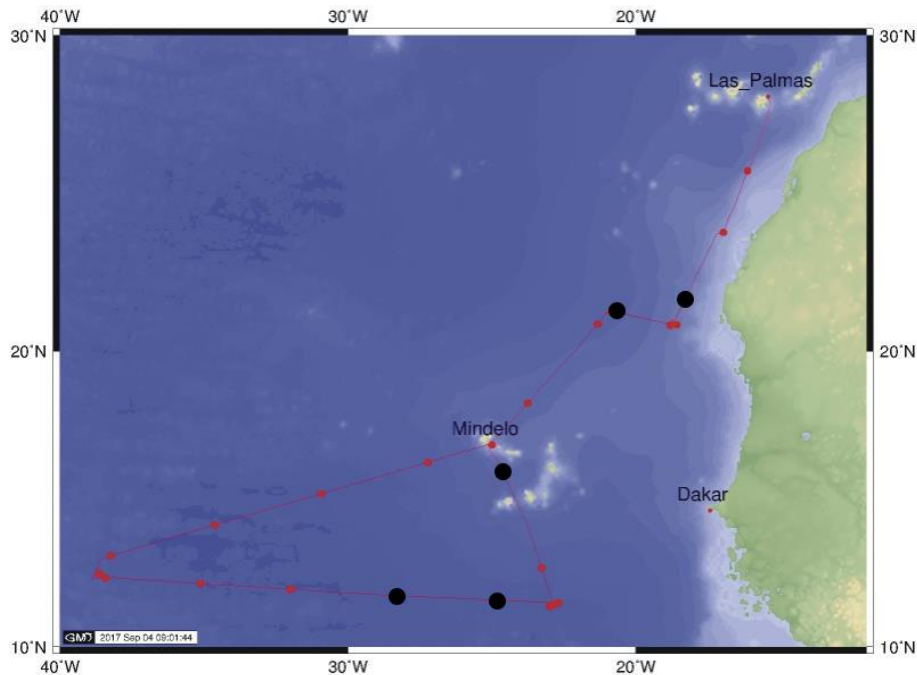
## 2. Anyag és módszertan

### 2.1. Felhasznált adatok

A vizsgált anyag és adatok a FORAMFLUX M140 expedíció, során kerültek begyűjtésre. A kutatóhajó a Mindelo – Capo Verde – Las Palmas útvonalat járta be. A foraminiférák begyűjtése öt plankton háló segítségével történt. A mintavételezés legmélyebb pontja 700m. A plankton hálók számára három mintázási intervallumot határoztak meg: 0-100m, 0-500m, valamint 0-700 méter tartományban.

A környezeti paramétereket, mint vízmélység, hőmérséklet, sótartalom, klorofill szint, pH érték, oldott oxigéntartalom, valamint a víz elektromos vezetőképessége, úgynevezett CTD szenzorok segítségével rögzítették. A teljes adatsor elérhető online a PANGEA-n (Siccha, 2018). A környezeti tényezőket és a kinyert mikropaleontológiai anyag alapján öt mintázási állomás (22417, 22414, 22412, 22409 és 22408) adatait tudtuk felhasználni munkánk során (2. ábra).

Összesen 108 váz töredék került feldolgozásra, több mint 8000 egyedi pórussal.



2. ábra

Az M140 expedíció mintázási útvonala. Feketével a felhasznált állomások (Kucera, 2017).

### 2.2. Minták feldolgozása

A minták megőrzését elősegítendő  $-80^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten voltak tárolva az UFT S1 1770 mikropaleontológiai laboratóriumban. Miután megbizonyosodtunk, hogy az egyed élt a mintázás idején, valamint az utolsó kamra sértetlen, egyenként begyűjtöttük őket egy mintatartóba további feldolgozás érdekében. A következő lépés az utolsó kamra eltávolítása volt egy sebészkes segítségével. Az így kapott kamradarabot ezután leragasztottuk egy SEM tárgytartóra. A SEM képek a brémai Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung SEM Laboratóriumában készültek.

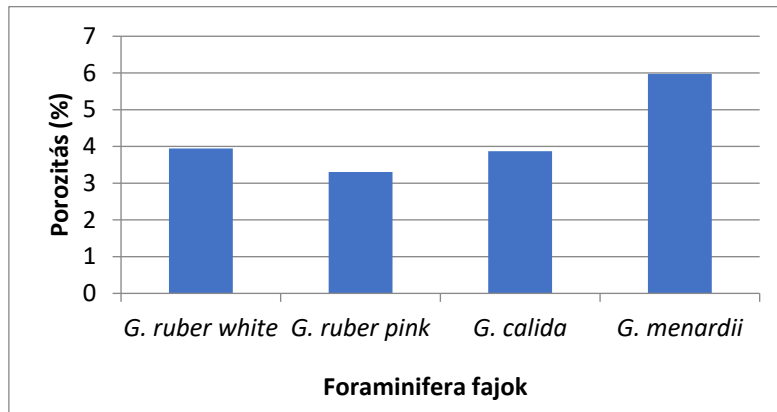
### 2.3. Képfeldolgozás

A képfeldolgozás első lépéseként a kapott képek háttérét megtisztítottuk Adobe Photoshop CS6 segítségével. A képek további feldolgozása az ImageJ, 1.52a verzió (Schneider et al., 2012) programban történtek. Először kalibráltuk a képet a képkészítés folyamán kapott skála alapján. Ezt követően a Threshold funkció segítségével kijelöltük a kép sötét felületeit, mivel a foraminifera váza világosabb színű, mint a pórusok. Szükség esetén manuálisan megtisztítottuk a képeket a zajtól. A kapott paraméterek adatai egy táblázatba lettek rögzítve.

Az adatok összehasonlíthatósága érdekében fontos volt azok normalizálás, mivel fajonként és mintánként változott a mért kamra területe és porozitása. Ezt kiküszöbölendő, kiszámoltuk a méret-normalizált porozitást (MNP a továbbiakban). Ezt úgy kaptuk meg, hogy mintánként elosztottuk a pórusok összfelületét a vizsgált kamra területével.

### 3. Eredmények

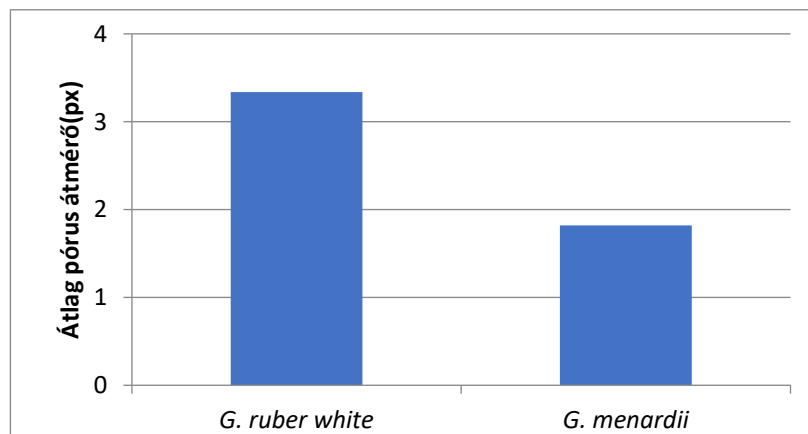
A négy vizsgált foraminifera faj porozitásának meghatározásakor a teljes mintát figyelembe véve, középértéket számoltunk. A *G. ruber white*, *G. ruber pink* és a *G. calida* fajok porozitása majdnem teljesen megegyezik, értékük 4% körül mozog. A *G. menardii* esetében megfigyelhetjük, hogy a porozitás értéke magasabb, eléri a 6%-ot (3. ábra).



3. ábra

*A négy tanulmányozott foraminifera faj átlag porozitása*

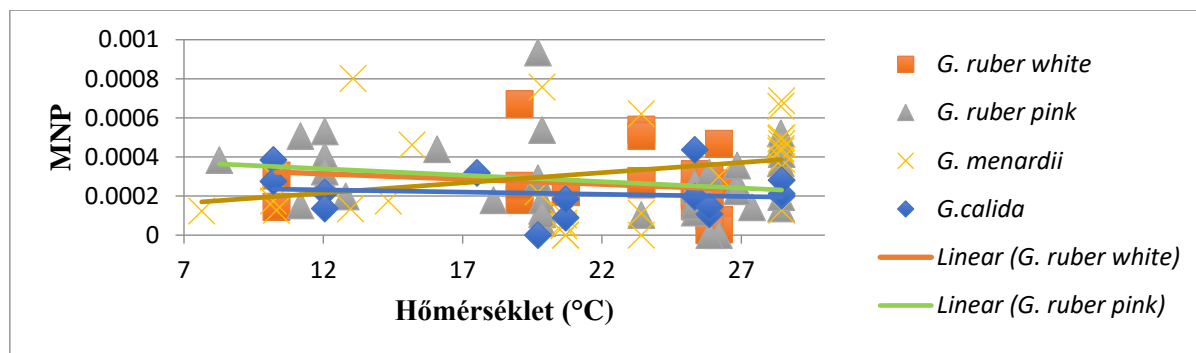
Ha összevetjük a porozitás mértékét és a pórusok nagyságát (átmérőjét) megfigyelhetünk egy fordított viszonyt a *G. ruber white* és a *G. menardii* fajok között (4. ábra). Az előbbinek sokkal nagyobbak a pórusai míg az utóbbi pórusainak átmérője jelentősen kisebb. Ez azt jelenti, hogy habár a *G. menardii* pórusai kisebbek mégis nagyobb porozitást ért el, köszönhetően annak, hogy nagyobb pórusai nagyobb számban vannak jelen a kamra falain.



4. ábra

*Globigerinoides ruber white és Globorotalia menardii pórusainak átlag átmérője*

Burke et al. (2018), laboratóriumi kísérletek során kimutatták, hogy egyes plankton foraminifera fajok váza és vázporozitása érzékeny a hőmérsékleti változásokra és a porozitást befolyásolják a váz kialakulásakor meglévő környezeti tényezők. Ezért megvizsgáltuk a négy tanulmányozott faj porozitásának változását különböző hőmérséklet tartományokban. A *G. white*, *G. ruber pink* és a *G. calida* fajok porozitásának esetében megfigyelhetünk egy csökkenő tendenciát a hőmérséklet emelkedésével. Ezek szemben a *G. menardii* porozitása a hőmérséklet növekedésével együtt emelkedik.



5. ábra

Méret-normalizált porozitás mértéke három hőmérséklet tartományba csoportosítva

Külön kiemelendő, hogy 10°C hőmérsékletű környezetben a *G. ruber pink* és a *G. menardii* vázának porozitása jelentősen megnövekedik. Ugyan ez mondható el a klorofill szint és az oldott oxigén szintjéről is (1. táblázat).

Faj	MNP: 10°C			MNP: 20°C		
	MNP	Klorofill	Oxigén	MNP	Klorofill	Oxigén
<i>G. ruber pink</i>	0.00026	0.03	1.33	0.00054	0.47	4.49
<i>G. menardii</i>	0.00021	0.03	1.30	0.00093	0.18	4.13

1. táblázat. Méret-normalizált porozitás, klorofill és az oldott oxigén értékének változása 10°C hőmérséklet különbség esetén

#### 4. Következtetések

1. A környezeti tényezőket együttesen kell vizsgálni és értelmezni, mivel hatással vannak egymásra és egymás függvényei. Ezáltal a környezeti paraméterek sokrétűen befolyásolják a porozitást.

2. A porozitás értékbeli különbségeit a váz felépítése is befolyásolhatja. Egyrészt a *G. ruber white*, *G. ruber pink* és a *G. calida* fajok tüskés vázúak, míg a *G. menardii* vázán nem található tüskék. Továbbá az előbbi három foraminifera faj vázát gömbölyded, felfújott kamrák, míg az utóbbiét lapos, széles kamrák alkotják.

3. A porozitás a jelentős életmódbeli különbségekkel is magyarázható. A tüskés vázú plankton foraminiferák jellemzően fitoplanktonnal tápálkoznak, míg a tüske nélküliek jellemzően mindenevők (Schiebel és Hemleben, 2015). További eltérés fedezhető fel a szimbionták körében is. Míg a *G. menardii* esetében a fellelhető szimbionták főleg krizofiták és kovamoszatok, addig a *G. ruber* fajok dinoflegellátákkal élnek szimbiózisban (Watkins et al., 1996).

#### Irodalom

- BÉ, A. W., 1968: Shell porosity of Recent planktonic foraminifera as a climatic index, *Science*, **161**, 881–884.
- BÉ, A. W., HARRISON, S. M., AND LOTT, L., 1973: *Orbulina universa* d'Orbigny in the Indian Ocean, *Micropaleontology*, **19**, 150–192.
- BURKE, J. E., RENEMA, W., HENEHAN, M., ELDER, L. E., DAVIS, C. V., MAAS, A. E., HULL, P. M., 2018: Factors influencing test porosity in planktonic foraminifera. *Biogeosciences*, **15**, 6607–19.
- KUCERA, M. Short Cruise Report RV METEOR M140 "FORAMFLUX" Mindelo, Cabo Verde – Las Palmas, Spain 11.8. – 5.9.2017. *Short cruise report, German research fleet coordination centre*, <https://www.ldf.uni-hamburg.de/meteor/wochenberichte/wochenberichte-meteor/m139-m141/m140-scr.pdf>, 1-9.

5. MARSZALEK, D. S., 1982: The role of heavy skeletons in vertical movements of non-motile zooplankton, *Mar. Freshw. Behav. Phy.*, **8**, 295–303.
6. HUBER, B. T., BIJMA, J., AND DARLING, K., 1997: Cryptic speciation in the living planktonic foraminifer *Globigerinella siphonifera* (d’Orbigny), *Paleobiology*, **23**, 33–62.
7. RICHIRT, J., CHAMPMARTIN, S., SCHWEIZER, M. ET AL., 2019: Scaling laws explain foraminiferal pore patterns. *Sci Rep.*, **9**: 9149, 1–11.
8. SCHIEBEL, R., HEMLEBEN, C., 2005 *Modern planktic foraminifera*. *Paläontol Z* 79, 358, 132–143.
9. SCHMIDT, D., ELLIOTT, T., AND KASEMANN, S., 2008: The influences of growth rates on planktic foraminifers as proxies for palaeostudies – a review, *Geol. Soc. Spec. Publ.*, **303**, 73–85.
10. SCHNEIDER, C., RASBAND, W. & ELICEIRI, K., 2012: NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nat Methods* **9-7**, 671–675.
11. SICCHA, MICHAEL; GROENEVELD, JEROEN; JONKERS, LUKAS; MEILLAND, JULIE; MORARD, RAPHAEL; MUNZ, PHILIPP; WEINKAUF, MANUEL F G; KUCERA, MICHAL, 2018: Processed SST and SBE CTD data from ME-TEOR cruise M140. *PANGAEA*.
12. WATKINS, J. M., MIX, A. C., & WILSON, J., 1996: Living planktic foraminifera: tracers of circulation and productivity regimes in the central equatorial Pacific. Deep Sea Research Part II: Topical Studies, *Oceanography*, **43(4-6)**, 1257–1282.