

A FORAMINIFERA-HÁZAK VEGYI ÖSSZETÉTELE

DR. MAJZON LÁSZLÓ*

Összefoglalás: Said R. 1951-ben végzett részletes nagytermetű Foraminifera-házak vegyi elemzése után 1952-ben mi is a középsőceocén *Nummulites perforatus* (Montfort), a tortonai *Heterostegina costata* d'Orbigny és az *Amphistegina vulgaris* d'Orbigny házán végeztünk részletes analíziseket. Igen érdekes, hogy mind Said, mind Emilian (1955) a plankton életmódú *Globigerina* és *Globorotalia* házainak elemzése során kimutatta a stronciumot. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a Foraminiferák a Sr iránt nagy affinitással viselkednek.

Az elemzési adatokból arra következtethetünk, hogy a Foraminiferák házainak építéséhez szükséges elemek kiválasztását és ezeknek felhasznált mennyiségét nem csupán genetikai tényezők, hanem bizonyosan a környezeti adottságok is szabályozzák, de ezenkívül a fiziológiai viszonyok, valamint az organizmus anyagcseréje is jelentőséggel bír. Megjegyezhetjük, hogy bár a rendelkezésre álló elemzések kis számúak, de már ezekből is valószínűsíthető, hogy a ház vegyi összetételét a Foraminiferák fejlődéstani vonalainak kimutatására és rendszertani osztályozására felhasználni nem lehet.

Nemcsak a Foraminiferákban gazdag üledékek tanulmányozásánál, hanem egyéb, sokszor élettani szempontból is érdekes kérdés az egyes Foraminiferák házainak vegyi összetétele, amivel csak újabban kezdenek részletekbe menően foglalkozni. Régebben általában az a vélemény uralkodott, hogy a meszes házú, akár imperforáta, akár perforáta nagy kategóriákba sorolható fajok háza kalciumkarbonátból áll, míg a homokos házúak legtöbbször finom kovahomokból épülnek fel, melynek kötőanyaga meszes vagy kissé vastartalmú. Bár ez a megfigyelés nagy általánosságban a valóságnak megfelel, a részletek tekintetében mégis módosításra szorul.

A Foraminiferák házainak vegyi vizsgálata mindig bizonyos nehézségekbe ütközik. Először is az egyes fajokhoz tartozó apró házacskákból az elemzés céljára elegendő mennyiségre, másodsor olyan példányokra van szükség, amelyeknek háza belül és kívül is teljesen iszap- vagy kőzetmentes legyen. Az ezektől való megtisztítás igen nagy gondot igényel, és a kis Foraminiferáknál ez utóbbi akadályt alig tudjuk leküzdeni. A nagyobb példányoknál már könnyebb a helyzet és így a hibaforrások száma is kisebb.

Az első kutató, aki a házak kémiai összetételéről írt, talán Reuss A. volt (1860). Majd Reuss A. 1861-ben Schultze osztályozásának átdolgozásával a legnagyobb súlyt a ház anyagára és ezután a házfal szerkezetére helyezte. A harmadik főjelleg a kamrák elrendeződése volt. Vagyis a rendszerezők között Reuss az első, aki a Foraminiferák házainak vegyi összetételét is, elsősorban, mint anyagot veszi figyelembe, mert mint megjegyezi: a ház vegyi tulajdonságainak szoros kapcsolatban kell állni az azt kiválasztó organizmussal és így a kémiai összetétel az, amire a rendszernél a főszűly helyezendő. Brady 1884-ben megjelent nagy monográfiájában már több ilyen elemzési adatot közöl. Sars G. O. gyűjtötte biloculinás iszapból származó *Biloculina ringens* (Lamarck) porcelánházú fajnál 10,6% kavasavat talált, ez pedig a meszes házúaknál

* Előadta a Magyarhoni Földtani Társulat Őslénytani Szakcsoportjának 1963. febr. 24-i ülésén Kézirat lezárva 1963. szept. 10.

nagy mennyiség, melyet Brady a gondosan végzett tisztogatás ellenére is szennyeződésként tulajdonított. Viszont érdekes, hogy Schmelck az Atlanti-óceán északi részéből előkerült Biloculinánál 92,05% CaCO_3 -at és 7,61% sósavban oldhatatlan alkotórészt talált, ami azt mutatná, hogy a házak anyagában nem várt mennyiségben kovás anyag is található. A bonyolultabb házszerkezetűek közül Brady a tongatabui *Orbitolites complanatus* Lamarck változatát vizsgálta, mely nagy mennyiségben található és a korallszirtek egyik jelentős alkotórésze. A forma több példányának átlagos elemzése (I) és ezeknek előzetes tisztogatás nélküli (II) elemzése a következő adatokat szolgáltatottak:

	I. %	II. %
Kovasav	0,14	0,11
Kalciumkarbonát	88,74	87,91
Magnéziumkarbonát	9,55	10,50
	98,43	98,52

Brady, mivel a magnéziumkarbonát mennyiségét nagyra találta, megvizsgálta és összehasonlította Karrer és Sinzow-nak a szarmatából származó *Sinzowella novorossica* porcelánszerű házáinak vegyi elemzéséből származó adataival:

Kovasav	0,5%
Ferrioxid	0,2%
Alumíniumoxid	0,9%
Kalciumkarbonát	72,4%
Magnéziumkarbonát	26,0%
	100,0%

Tehát könnyen lehetséges, hogy a nyert adat a tengervízben levő magnéziumsók arányával magyarázható.

A homokos házú *Rhabdammina abyssorum* M. Sars a kémiai változékonyságnak jó példája.

Brady elemzése különböző, egymástól igen nagy távolságban levő lelőhelyekről származó példányokra vonatkoznak. Az I. elemzés az Atlanti-óceán északi részéből kikerült vörösesbarna és durva felszínű, míg a II. a Csendes-óceánból, Papua- és az Admirális-szigetek közötti fenékről való, a nagyobb mennyiségű kötőanyag miatt igen sötét színű és aránylag simább felületű példányokra vonatkozik:

	I. %	II. %
Kovasav	94,7	88,26
Vas- és alumíniumoxid	2,4	7,41
Kalciumkarbonát	2,9	4,01
	100,0	99,68

A *Hyperammina friabilis* Brady lazán kötött homokszemekből álló, vastag falának elemzéséből kapott eredmények csak kis mértékben térnek el a *Rhabdammina* Atlanti-óceáni durvább példányaiból kapottakétól:

Kovasav	93,63%
Ferrioxid	2,02%
Kalciumkarbonát	3,95%
	99,60%

Az elemzések megállapították, hogy a nagytermetű *Syringamina* háza laza, és törékenysége ellenére 35%-nál több CaCO_3 -at tartalmaz. A későbbi vizsgálatok azt mutatták, hogy a fal építésére szolgáló anyagban sok kisebb mészházu Foraminifera is található és így a nagyobb százaléku mész nem a protoplazma kiválasztott terméke.

A becsavarodott homokos házuák közül B r a d y a *Haplophragmoides subglobosus* M. S a r s) (I.) és a *Cyclammina cancellata* B r a d y (II) fajokat elemezte:

	I. %	II. %
Kovasav	76,1	84,8
Ferrioxid	16,3	9,4
Kalciumkarbonát	7,3	5,5
	99,7	99,7

Ezekből az eredményekből nyilvánvaló, hogy a homokos házuák nagy részénél a kovaszemcskéket ferrioxid és kalcium változó arányú mennyisége cementálja össze. B r a d y megjegyzi, hogy a *Reophax nodulosa* B r a d y nagy példányai vizont savas kezelés után sem estek szét, vagyis a kötőanyagban akár szabad, akár kötött állapotban kovasav található. A meszes homokból épült házak általában vastag falúak és a cementáló anyag majdnem teljesen CaCO_3 .

A protoplazma váladékának tekinthető meszes kötőanyag igen apró, gyakran 5–10 μ nagyságú kalcitszemcsék alakjában mutatkozik. Vannak bizonyos agglutinált Foraminifera, amelyek kovás kötőanyagúak (*Hyperamminoides*, *Involutina*), és egyes *Textularia*-fajok. Az óbudai téglavetők alsórupéli, globigerinás-cassidulinás szintjéből való néhány homokos házu Foraminifera kötőanyagát megvizsgáltuk. Meszes kötőanyagúnak bizonyultak: *Planispirina celata* (Costa), *Vulvulina pectinata* Hantken, *V. capreolus* d'Orbigny, *Clavulinoides szabói* Hantken, *C. cubensis* Bermudez, *Gaudryina hantkeni* Cushman, *Tritaxilina hantkeni* Cushman; kovás kötőanyagú és kovaszemcsékből állt a *Bathysiphon*, *Rhabdammina abyssorum* M. Sars, *Ammodiscus incertus* (d'Orbigny), *Glomospira charoides* (Jones és Parker), *Cyclammina cancellata* B r a d y és a *Triplasia*-fajok, míg a *Spiroplectammina carinata* (d'Orbigny) egyedei meszes és kovás kötőanyagúnak bizonyultak.

A Verdeföki-szigetek mellől való *Amphistegina radiata* Terquem (I.) és az indonéziai Amboyna közelében gyűjtött *Operculina complanata* (Defrance) (II.) fajok elemzési eredménye:

	I. %	II. %
Kovasav	0,30	0,2
Ferrioxid	nyomok	0,1
Alumíniumoxid	1,95	1,3
Magnéziumkarbonát	4,90	4,8
Kalciumkarbonát	92,85	93,6
	100,00	100,00

Tehát ezeknek a fajoknak háza is tartalmaz 5% körüli magnéziumkarbonátot.

Az aprótermetű alakok közül B r a d y nem közöl vegyi elemzéseket, mert mint írja, ezekből majdnem lehetetlen olyan tiszta és szennyezetlen példányokhoz jutni, amelyek az elemzések céljára megfelelő lennének. M u r r a y azonban megjegyzi, hogy vonóháló segítségével begyűjtött plankton Globigerinák sósavban teljesen feloldódtak és semmiféle maradék nem volt észlelhető.

Wheeler-ék hét különböző helyről és mélységből származó jelenkori Foraminifera házának elemzését közlik. A meleg vizekből előkerült fajok nagy Mg-tartalmával kapcsolatban reámutatnak arra a szabályosságra, melyet a hőmérséklet idéz elő más, magasabb rendű állatoknál (tüskésbőrűek, Akcionariák) is.

Újabbban a Foraminiferák házainak részletesebb, főleg spektroszkópiai vizsgálatai mind több elemet mutattak ki. Clarke és Wheeler (1922) hét meszes házi fajon végzett mikrokémiai elemzése azt mutatták, hogy SiO_2 0,2–13,3%, az alumíniumoxid 0,22–3,98%, a MgCO_3 1,79–11,8% közötti mennyiségben halmozódik fel, míg a $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$ nyomai két fajnál voltak kimutathatók. A két szerző szerint a környezet igen fontos szerepű abban, hogy a házfalban milyen mennyiségű magnézium található, mert a melegebb vizekben több van belőle, mint a hidegebbekben. Wood, ill. Noakes (1949) porcelánszerű házakon végzett spektroszkópi elemzése azt mutatják, hogy a kövesültekben a kalcium, magnézium és a vas valamennyi főbb vonala jelentkezik, sok egyébvel együtt — melyet nem említenek. A recens anyagban a kalcium és magnézium valamennyi főbb vonala megfigyelhető, vas nyomokban lehetséges. Igen kevés ólom is van és más is feltételezhető, miként a 2614,18; 2833,07; 3639,58; 3638,47 és 4057,82 vonalak mutatják. Noakes külön megjegyzi, hogy ezen vonalak közül a fosszilis házaknál egy sem észlelhető, bár kísérleteket végzett tiszta ezüst- és tiszta rézelektrodákkal.

Said R. 1951-ben a Bikini-sziget* lagunájából származó *Amphistegina radiata* Terquem és *Calcarina defranci* d'Orbigny, míg a Vörös-tengerből való *Amphistegina radiata* és *Amphisorus hemprichii* Ehrenberg 100–100 példányát forró vízben átmosta és finom porrá őrölve kezdte vizsgálni. A színképelemzés eredményei a következők:

Faj neve, lelőhely	A % 10 fölött	B % 10–1	C % 1–0,1	D % 0,1–0,01	E % 0,01–0,001	F % 0,001 alatt
<i>Amphistegina radiata</i> (Vörös-tenger)	Ca	Si, Mg Na, Sr	Al	Mn, Fe	Ti, Pb, Sn, Cr, V, Cu, Ag, Ba, B	
<i>Amphistegina radiata</i> (Bikini)	Ca	Mg, Sr	Si, Na	Al, Fe	Mn, Ti, Cr, V, Cu, Ba, B	Pb, Ag
<i>Calcarina defranci</i> (Bikini)	Ca	Mg, Na, Sr	Si	Al	Mn, Ti, V, Cu, Ba, Fe, B	Pb, Ag, Cr
<i>Amphisorus hemprichii</i> (Vörös-tenger)	Ca	Si, Mg, Sr, Na		Al	Mn, Ti, Cr, V, Cu, Fe, Ba, B	Pb, Ag

Összesen 17 elemet sikerült kimutatni, melyek közül a kalcium kiemelkedően uralkodik, míg a stroncium meglehetősen mennyiségben található. A Radioláriákat kivéve, amelyek vázánál a stroncium nagy szerepet játszik,** Said értékei a legnagyobbak, amelyeket eddig tengeri gerincteleneknél feljegyeztek. A szintén földfémek közé tartozó bárium 0,003–0,007% közötti kis mennyiségekben volt található. Ez a százalékos arány nagyobb, mint Engelhardt-nak a globigerinás iszapban található báriumra vonatkozó 1936. évi adata, amely 0,0002% volt. Ez azzal magyarázható, hogy Said nem iszapot, hanem porráőrölt háznak anyagát vizsgálta, vagy azzal is, hogy a bárium a fenéklakó fajokban nagyobb mennyiségben halmozódik fel.

* 1946 óta több USA atom- és hidrogénbomba kísérleti helye.

** Akantín = stronciumszulfát és innen az *Acantharia* elnevezés.

Az alkálifémekkel kapcsolatban megállapították, hogy a kálium szokatlanul kis mennyiségben található, ugyanis egyik elemzésben sem érte el a 0,01%-ot. A nátrium a Vörös-tengerből származó anyagban elég nagy mennyiségű (eléri a 7%-ot is), ami a tengernek jelentősebb sótartalmával magyarázható. A szilícium 1–5% között mozog, ami azt bizonyítja, hogy a meszes Foraminifera-ház minden más gerinctelen mészhéjat kiválasztó szervezetnél — kivéve egyes korallokat és tüskésbőrűeket — több szilíciumot tartalmaz. Magnéziumot elég nagy mennyiségben talált S a i d és megállapította, hogy mennyisége már kis hőmérsékletingadozás esetében is jelentős mértékben változik. Sikerült a jelentéktelen mennyiségű (0,001–0,003%) bór kimutatása is. Az alumínium, vas, vanádium, ólom és ezüst közönséges alkotórész és a lelőhelytől függetlenül mindig csak kis változást mutatnak.

A Magyar Állami Földtani Intézetben 1952-ben végeztünk hasonló vizsgálatokat a dudari *Nummulites perforatus* (M o n t f o r t) középsőeoécén (I.), a nógrádszakáli *Heterostegina costata* d' O r b i g n y tortónai (II.) és a badeni *Amphistegina vulgaris* d' O r b i g n y szintén tortónai (III.) korú megfelelő mennyiségű megtisztított példányain. C s a j á g h y G. elemzései az alábbi eredményeket hozták:

	I. %	II. %	III. %
SiO ₂	0,59	2,26	1,10
TiO ₂	0,02	0,04	0,05
Al ₂ O ₃	0,13	0,49	—
Al ₂ O ₃ + F ₂ O ₃	—	—	0,35
Fe ₂ O ₃	1,34	0,52	0,48
MnO	0,08	0,05	—
CaO	53,36	48,67	53,12
MgO	0,83	3,82	1,08
Na ₂ O	0,04	0,34	0,17
K ₂ O	0,03	0,11	0,04
P ₂ O ₅	0,04	0,12	—
H ₂ O + 110 C°-on	0,25	1,55	—
H ₂ O + 110 C°-on + CO ₂	—	—	—
H ₂ O — 110 C°-on	0,49	0,21	0,34
CO ₂	42,96	41,63	43,42
Szerves anyag	0,14	—	—
	100,02	100,09	100,15

Ezenkívül spektrográffal kimutatható volt még: stroncium, barium, vanádium, bór és arzén.

E m i l i a n i 1955-ben egyes élő *Globigerina*- és *Globorotalia*-fajok házáinak spektrográfiai elemzését készítette el. Szerinte a caribbeai, az egyenlítő Atlanti- és csendes-óceáni területéről származó példányok házáinak anyaga majdnem tisztán kalcit és mintegy 0,11% Sr. Vagyis a stroncium ezeknél a lebegő életmódú formáknál, ha kis mennyiségben is, de kimutatható. Ez S a i d (1951) és C s a j á g h y (1952) eredményei szerint arra mutat, hogy a Foraminiferák a Sr-al szemben nagy affinitással viselkednek.

Míndezekből az elemzési adatokból arra következtethetünk, hogy a Foraminiferák házáinak építéséhez szükséges elemek kiválasztását és ezeknek felhasznált mennyiségét nem csupán genetikai tényezők, hanem bizonyosan a környezeti viszonyok is szabályozzák és ezenkívül a fiziológiai viszonyok, valamint a szervezet anyagcseréjének is jelentősége van.

Bár a rendelkezésünkre álló elemzések igen kis számúak, de már ezekből is valószínűsíthető, hogy a ház vegyi összetételét a Foraminiferák osztályozására és fejlődéstanai vonalaik kimutatására felhasználni aligha lehet.

IRODALOM – REFERENCES

- Brady, H. B., (1884): Report on the Foraminifera. Rep. Voy. Challenger. Zool. 9. 1884. — Clarke, F. W. — Wheeler, W. C., (1922): The inorganic constituents of marine invertebrates. U. S. Geol. Survey Prof. Paper, 124. p. 62. — Emiliani, C., (1955): Mineralogical and chemical composition of the tests pelagic foraminifera. Micropaleontology, 1. p. 377. — Reuss, A., (1860): Chemische Zusammenstellung der Foraminiferenschalen. Neues Jahrbuch Min., Geognosie, Geol. und Petrefakt. Jahrg. 1860. — Reuss, A. E., (1861): Entwurf einer systematischen Zusammenstellung der Foraminiferen. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, 44. p. 394. — Said, R., (1951): Preliminary note on the spectroscopic distribution of elements in shells of some recent calcareous Foraminifera. Contr. Cushman Found. Foram. Res. 2. p. 11. — Wood, A., (1949): The structure of the well test in the Foraminifera, its value for classification. Quart. Journ. Geol. Soc. CIV. p. 229.

Chemical Composition of Foraminiferal Shells

Dr. ac. L. MAJZON

R. Said carried out in 1951 detailed chemical analyses of the shells of big Foraminifera. In 1952 the author of the present paper also performed detailed analyses on *Nummulites perforatus* (Montfort) from the Middle Eocene and on *Heterostegina costata* D'Orbigny and *Amphistegina vulgaris* D'Orbigny from the Tortonian. It is very interesting that both Said and Emiliani (1955) detected the presence of strontium when analysing the shells of planctonic representatives of *Globigerina* and *Globorotalia*. These results point to the affinity of Foraminifera to strontium.

It can be inferred from the analyses that the selection of the elements and the quantity needed for the constitution of foraminiferal shells are determined not only by genetic but also by environmental conditions and that physiological factors e. g. the organism's metabolism is of great importance as well. Although the number of analyses available is limited, it is most probable that the chemical composition of the shells cannot be used for determination of the phylogeny and taxonomic classification of the Foraminifera.