

PRZYKŁADY INTERPRETACJI EKOLOGICZNEJ NA PODSTAWIE OTWORNIC Z TORTONU KORYTNICY

Badania nad ekologią współczesnych otwornic, dokładniejsze uchwycenie zależności i powiązań między nimi a ich środowiskiem prowadzą do lepszego poznania czynników kształtujących warunki życia otwornic w minionych okresach geologicznych. Otwornice znajdujące w dawnych osadach morskich są wskaźnikami warunków, w jakich tworzyły się poszczególne warstwy. W trakcie analizy paleoekologicznej byłych basenów sedymentacyjnych konieczne jest założenie, że:

1) prawidłowości ekologiczne w dobie obecnej są zasadniczo takie same jak w różnych okresach geologicznych,

2) o ekologii gatunków kopalnych można wnioskować z tego, co już wiadomo o gatunkach podobnych czy pokrewnych. Porównanie ekologii rodzajów młodszych geologicznie jest łatwiejsze, gdyż wiele z nich żyje obecnie, np.: *Elphidium* sp., *Ammonia* sp., *Globiaerina* sp.

Nie wszystkie rodzaje i gatunki w równym stopniu nadają się do interpretacji paleoekologicznej; do tego celu wykorzystuje się głównie grupę otwornic stenotopowych, zasiedlającą ściśle określone środowisko. Ich przemieszczanie się do innych obszarów jest uniemożliwione przez wiele czynników, z których główne, zarazem określające środowisko sedymentacji to:

1) fizyczne — głębokość, temperatura, burzliwość wód, dopływ światła;

2) chemiczne — zasolenie, mikroelementy, makroelementy;

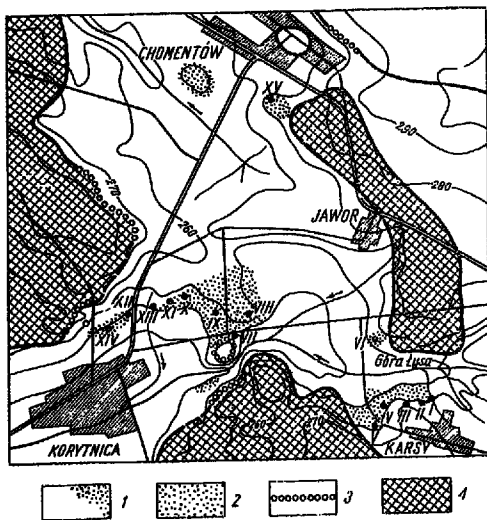
3) biologiczne — ilość i jakość pożywienia, współzycie z innymi organizmami;

4) geograficzne — ukształtowanie linii brzegowej i dna, odległość od brzegu.

Wartość i znaczenie otwornic eurotopowych w analizie paleoekologicznej jest mniejsza, ponieważ wiele takich samych gatunków zasiedla bardzo różnorodne środowiska.

W niniejszym artykule, na podstawie tortońskich otwornic z okolic Korytnicy (ryc. 1), przeprowadzono analizę warunków głębokości, temperatury, zasolenia. W niewielkim zakresie przedstawiono również zagadnienie skarlłowaciących otwornic. Wydzielono trzy zespoły otwornicowe różniące się składem ilościowym i jakościowym. Są to zespoły z: Góry Łysej, Korytnicy oraz Chomentowa. Stosunkowo dobrze poznano już zagadnienia związane z głębokością, temperaturą i zasoleniem. Głębokość i temperatura są ze sobą ściśle powiązane; im większa głębokość tym niższa temperatura. Następnym zmian tych dwóch czynników jest pojawienie się nowego zespołu otwornicowego.

Taka zależność została zarejestrowana przez R. Nortona (10), który wydzielił we współczesnym środowisku morskim Florydy i Indii Zach. 4 strefy batymetryczne, określone odpowiednią temperaturą i zespołem otwornicowym. Strefa A — rozciąga się od linii brzegowej do głęb. 9 m o temp. wód 21,5—31,4°C i charakteryzuje się dużą liczbą osobników z rodziny *Miliolidae*, *Soritidae*, *Amphisteginidae*, *Cibicididae*, *Elphidiidae* i *Rotaliidae*. Osobniki planktoniczne w tej strefie są bardzo rzadkie, zaledwie 2—4% całego zespołu otwornicowego. Strefa B występuje na głęb. 9—110 m, temp. wód wynosi 18,9—24,8°C. Spotykane są tu głównie przedstawiciele z rodziny *Textulariidae*, *Bulminidae*, *Elphidiidae*, jednocześnie zmniejsza się ilość osobników z rodziny *Amphisteginidae*, *Soritidae*, oraz *Miliolidae*. Strefa C określona jest głęb. 900—1500 m, temp. wód waha się w granicach 4,0—7,6°C. Strefa D — głęb. 3650—5200 m, temp. wód 1,8—2,0°C. W dwóch ostatnich strefach wzrasta znacznie liczba osobników planktonicznych z rodziny *Globigerinidae* i *Globorotalidae*, którym towarzyszy niewielka liczba otwornic z rodziny *Lagenidae*, *Textulariidae* i *Bulminidae*.



Ryc. 1. Paleogeografia regionu Korytnicy w czasie transgresji dolnego tortonu (por. A. Radwański, 1969 i W. Bałuk, 1971).

1 — morski obszar akwenu Korytnicy podczas transgresji dolnego tortonu, 2 — obecne odsłonięcia łódź korytnickich, 3 — fragmenty dolnotortonickich struktur litoralnych, 4 — powierzchnie łądów lub wysp w czasie transgresji dolnotortonickiej, I, II, III... punkty pobrania próbek z mikrofauną otwornicową.

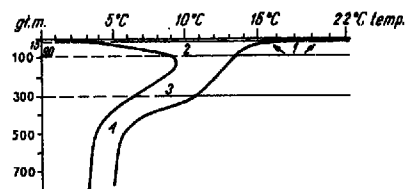
Fig. 1. Paleogeography of the area of Korytnica from the times of Early Tortonian transgression (after A. Radwański, 1969, and W. Bałuk, 1971).

1 — area occupied by the sea in the times of the Early Tortonian transgression, 2 — present exposures of Korytnica clays, 3 — fragments of Early Tortonian littoral structures, 4 — land or island areas from the times of the Early Tortonian transgression, I, II, III... points where foraminifer-bearing samples were collected.

Oprócz powyższej klasyfikacji znany jest podział T. Vaughana (vide J. Sigal; 19) uwzględniający pięć stref (polarna, subpolarna, umiarkowana, subtropikalna), określonych tylko temperaturą. Bardziej szczegółową klasyfikację środowiska morskiego z rejonu Long Island opracowali F. Phleger i F. Parker (vide J. Sigal; 19), którzy wydzieliли cztery strefy zdefiniowane nie tylko głębokością i temperaturą, ale również uwzględnili amplitudę rocznych wahań temperatury w każdej strefie (ryc. 2). Największe wahania temperatur są notowane w strefach przybrzeżnych, natomiast ze zwiększeniem głębokości ustala się zakres zmian temperatury (19). Przy znanym składzie ilościowym i jakościowym w badanych próbkach geologicznych, powyższe schematy są pomocne przy określeniu przybliżonych wartości głębokości i temperatury danego basenu sedimentacyjnego.

Otwornice zasiedlające rejon Góry Łysej (ryc. 3) odpowiadają strefie A wg klasyfikacji R. Nortona. Zmniejszenie liczby osobników z rodziny *Miliolidae* i *Amphisteginidae*, a wzrost liczby otwornic z rodziny *Textulariidae* i *Buliminidae* w rejonie Korytnicy (ryc. 4) wskazują w przybliżeniu na strefę B. Duża liczba otwornic z rodziny *Rotaliidae*, *Nonionidae* i *Elphidiidae* w próbie chomentowskiej (ryc. 5) świadczy o płytkości tych wód. Można sądzić, że otwornice z rejonu Góry Łysej i Chomentowa zasiedlały płytsze partie zbiornika, gdy ze spół otwornic z Korytnicy żył w nieco głębszych wodach tego basenu. Pomocnym wskaźnikiem w odczytaniu głębokości i temperatury dawnych basenów sedimentacyjnych jest również znajomość ekologii współczesnych rodzajów i gatunków, które są wspólne lub blisko spokrewnione z rodzajami i gatunkami żyjącymi w dawnych okresach geologicznych. Rodzaje służące za punkt wyjścia do analizy czynników związanych z głębokością i temperaturą muszą być dość licznie reprezentowane w badanym materiale oraz wskazane jest, żeby posiadały wąski zakres tolerancji tych czynników.

W mikrofaunie tortonickiej otwornic z okolic Góry Łysej, Korytnicy i Chomentowa takie cechy ma-



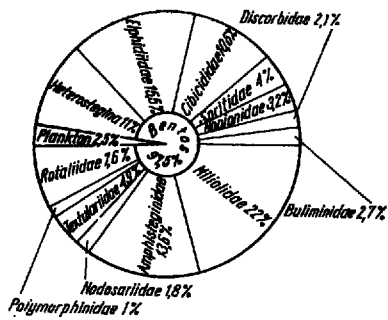
Ryc. 2. Amplituda wahań temperatury w poszczególnych strefach (wg F. Phlegera i F. Parkera z pracy J. Sigala, 1956).

Fig. 2. Amplitude of temperature oscillations in particular zones (after F. Phleger and F. Parker in: J. Sigal, 1956).

ją następujące rodzaje: *Amphistegina* d'Orbigny i *Heterostegina* d'Orbigny — wody o temp. 18,9—24,0 °C, najliczniejsze na głęb. do kilkunastu metrów (10); *Elphidium* de Montfort — wody o temp. 20,0—23,0 °C, najliczniejsze do głęb. 30 m (19); *Gypsina* Parker i Jones — wody ciepłe, najliczniejsze okazy tego rodzaju są spotykane do głęb. 30 m (13), *Eponides* de Montfort — wody ciepłe, największa liczba okazów tego rodzaju jest spotykana do głęb. 25 m (13); *Cibicides* de Montfort — większość gatunków tego rodzaju żyje w wodach o temp. 18,0—24,5 °C w strefie wód o głęb. od 0 do 160 m (13); *Textularia* De France — znaczna liczba gatunków tego rodzaju żyje w wodach o temp. 18,0—24,0 °C, na głęb. od 0 do 120 m (13); *Ammonia beccarii* (Linné) — żyje w wodach o temp. 20,0—30,0 °C, najliczniejsze okazy tego gatunku są spotykane do głęb. 20 m (1); rodzaje z rodziny *Miliolidae* Ehrenberg są znane głównie z ciepłych i płytkich wód zatokowych (13); wyjątek stanowi *Bilocolina* d'Orbigny występująca przede wszystkim w chłodnych i głębokich wodach, (jeżeli jest już spotykana w płytszych i cieplejszych basenach, wtedy posiada szersze ujście i znacznie większy żąb; 9).

Wniosek o płytkości i ciepłości wód obszarów Korytnicy, Góry Łysej i Chomentowa nasuwa się po przeanalizowaniu wyżej wymienionych wartości dotyczących głębokości i temperatury. Innym wskaźnikiem określającym w przybliżeniu wartość temperatury jest kierunek zwinienia zwojów w skorupkach otwornic. Otwornice charakteryzujące się prawoskrętnością związane są głównie z ciepłymi wodami, natomiast skorupki lewoskrętne mają otwornice zasiedlające zimne akwenu morskie (8). Taką zależność zaobserwował O. L. Bandy (vide A. Loeblich i H. Tappan; 8) w trakcie prowadzenia badań nad rodzajem *Globigerina* d'Orbigny. Autor ten stwierdził, że osobniki tego rodzaju żyjące w wodach tropikalnych, w 98% posiadają skorupki o prawoskrętnym zwinieniu zwojów. Wśród otwornic pochodzących z rejonu Korytnicy, Góry Łysej i Chomentowa obserwuje się prawoskrętność skorupki, lewoskrętne zwinienie jest tu rzadkością. Prawoskrętność skorupki otwornic jest dodatkową wskazówką przemawiającą za ciepłością wód tego basenu.

Oprócz licznej grupy otwornic stenotopowych, w materiale korytnickim znajdują się także otwornice eurytopowe; najliczniej są reprezentowane rodzaje: *Pullenia* Parker i Jones, *Bulimina* d'Orbigny i *Uvigerina* d'Orbigny. Zasiedlają one wody od stref litoralnych do batialnych i wykazują pewną zależność, jaka zachodzi między kształtem i urzeźbieniem skorupki a zmianą głębokości; np. pewne gatunki z rodzaju *Pullenia* Parker i Jones spotykane na szelfie kontynentalnym mają spłaszczone skorupki, natomiast w obszarach wód głębszych takie same gatunki charakteryzują się bardziej okrągłymi skorupkami (9). Zmiana rzeźby skorupki zaznacza się wyraźnie wśród gatunków z rodzaju *Bulimina* d'Orbigny i *Uvigerina* d'Orbigny. W płytszych partiach wód mają one delikatne, prążkowane urzeźbienie, które w wodach głębszych przechodzi



Ryc. 3. Diagram procentowego udziału osobników poszczególnych rodzin otwornic w tortonie Góry Łysej.

Ryc. 4. Diagram procentowego udziału osobników poszczególnych rodzin otwornic w tortonie Korytnicy.

Ryc. 5. Diagram procentowego udziału osobników poszczególnych rodzin otwornic w tortonie Chomentowa.

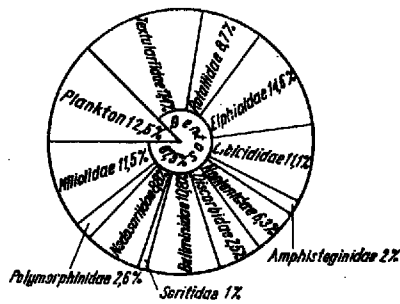
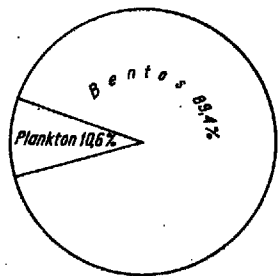
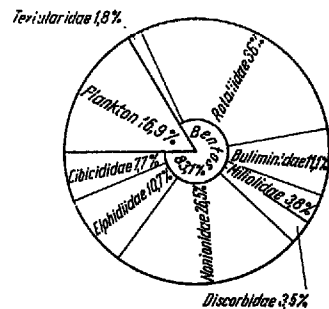


Fig. 3. Percentage contribution of representatives of particular foraminifer families in the Tortonian of Góra Łysa.

Fig. 4. Percentage contribution of representatives of particular foraminifer families in the Tortonian of Korytnica.

Fig. 5. Percentage contribution of representatives of particular foraminifer families in the Tortonian of Chomentów.



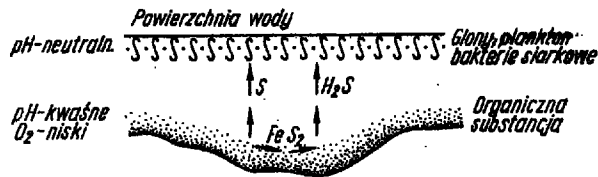
Ryc. 6. Łączny diagram procentowego udziału osobników otwornic planktonicznych i bentonicznych w tortonie Góry Łysej, Korytnicy i Chomentowa.

Fig. 6. Summative diagrammes of percentage contribution of representatives of planktonic and benthic foraminifers in the Tortonian of Góra Łysa, Korytnica and Chomentów.

w wyraźne, grube żeberkowanie skorupki (9). Kształt i urzeźbienie skorupki okazów z rodzaju *Pullenia* Parker i Jones, *Bullimina* d'Orbigny, *Uvigerina* d'Orbigny, znajdujących w materiale pochodzącym z Korytnicy, Góry Łysej i Chomentowa, świadczy o płytkości wód tych obszarów.

Istnieje również inna metoda określania głębokości, oparta na znajomości procentowego występowania planktonu i bentosu otwornicowego. F. Phleger i F. Parker (vide F. Huss, 5) zbadali następujące zależności: procentowa ilość otwornic planktonicznych w warstwach strefy I osadzających się na głęb. od 15 do 100 m sięga do 30%, w warstwach strefy II na głęb. od 100 do 600 m ilość planktonu zbliża się do 50%, w strefie III o głęb. od 600 do 1000 m ilość planktonu waha się od 50 do 80%, w warstwach strefy IV na głęb. od 1000 do 2000 m ilość planktonu wynosi od 80 do 95%, przy głęb. powyżej 2000 m plankton może stanowić nawet 100% całego zespołu otwornicowego. W świetle tych danych, łączny procent otwornic planktonicznych w próbkach z obszaru Korytnicy, Góry Łysej i Chomentowa (ryc. 6) wskazuje, że sedimentacja osadów korytnickich odbywała się w bardzo płytkim zbiorniku.

Znajomość procentowych stosunków zachodzących między otwornicami planktonicznymi i bentonicznymi jest też wykorzystywana przy wyciąganiu wniosków dotyczących połączeń danego basenu z otwartym morzem. A. ten Dam (4) podaje kilka prawidłowości ekologicznych związanych z tym zagadnieniem: 1) nieobecność osobników planktonicznych świadczy o płytkich wodach i braku połączenia z otwartym morzem; 2) niewielka ilość planktonu sugeruje stosunkowo płytkie wody (ryc. 6) i istniejące połączenie z otwartym morzem; 3) wzrastająca ilość planktonu wskazuje na otwierające się, a malejąca — na zamykające połączenie z otwartym morzem; 4) duża ilość otwornic planktonicznych świadczy o głębokim basenie sedimentacyjnym. W akwencie Korytnicy wyróżniono trzy obszary charakteryzujące się różną liczbą osobników planktonicznych,



Ryc. 7. Środowisko wpływające niekorzystnie na prawidłowy rozwój organizmów (wg H. Scotta, 1948).
Fig. 7. Environment negatively influencing the proper development of organisms (after H. Scott, 1948).

	S region	N region
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linné)	Ca, Fe, Mg, Si, Ti, Mn, Sn, Sr.	te same pierwiastki Pb.
<i>Bucella frigida</i> (Cushman)	Ca, Mg, Sr, Si, Al, Ti, Fe.	te same pierwiastki Pb.

Ryc. 8. Skład chemiczny skorupki otwornic z N i S regionu szelfu argentyńskiego (wg E. Boltovskoy, 1956).

Fig. 8. Chemical composition of foraminifer tests from N and S regions of Argentina shelf (after E. Boltovskoy, 1956).

Najmniejsza liczba, notowana z rejonu Góry Łysej (ryc. 3), świadczy o utrudnionym kontakcie tego obszaru z otwartym morzem (ryc. 1). Większa ilość planktonu w rejonie Korytnicy (ryc. 4) i Chomentowa (ryc. 5) wskazuje na lepsze połączenie z otwartym morzem. Dzięki temu plankton otwornicowy jest swobodnie przenoszony na otwarte morze przez prądy morskie (ryc. 1).

Otwornice zamieszkują wody morskie, chociaż znane są rodzaje, jak: *Entzia* Daday i *Trochammina* Parker i Jones, żyjące w słonawych reliktowych jeziorach oraz niewielka rodzina *Allogromiidae* (Rhumblor) spotykana w wodach słodkich (8). Najlepiej rozwiniętą i najliczniejszą fauną otwornicową znajduje się w basenach o normalnym zasoleniu wód i niewielkich wahanach wartości zasolenia, np. w Morzu Śródziemnym o zasoleniu wód 37—39‰ zanotowano około 100 gatunków otwornic, natomiast w Morzu Kaspijskim (o bardzo dużych wahanach wartości zasolenia) znaleziono tylko 6 gatunków otwornic. Najliczniejsze w wodach o znacznym zasoleniu są osobniki *Elphidium poeanum* (d'Orbigny) i *Ammonia beccarii* (Linné) (mogą one występować w środowiskach o zasoleniu od 7,3 do 50,0‰; 16). Zmianę w składzie ilościowym i jakościowym zespołu otwornic, wg J. Sigala (19), obserwuje się przy różnicy w zasoleniu większej niż 10,0‰. Tego rzędu zmiany w zasoleniu są najczęstsze w strefach przybrzeżnych, w otwartych oceanach wynoszą od 2,0 do 3,0‰.

Niektóre otwornice tego samego gatunku mogą zasiedlać środowiska o różnym stopniu zasolenia. Można wtedy uchwycić zmiany w morfologii skorupki otwornic spowodowane tym czynnikiem. Okazy *Ammonia beccarii* (Linné), żyjące w wodach o normalnym zasoleniu 25,0—35,0‰, posiadają skorupki o grubych ściankach. Przy zmniejszającym się zasoleniu ścianki cienieją, a urzeźbienie staje się niewyraźne. W momencie, gdy wartość zasolenia wzrasta do 40,0‰ i powyżej rozmiary skorupki gwałtownie maleją (16). Duża liczba gatunków i osobników w próbkach Korytnicy i Góry Łysej oraz cechy skorupki poszczególnych okazów (dobry stan zachowania, duże rozmiary, brak asymetryczności) wskazują na spokojne wody, dobre warunki pokarmowe i normalne zasolenie. Za normalnym zasoleniem przemawia nieobecność takich rodzajów, jak: *Trochammina* Parker i Jones, *Haplophragmoides* Cushman, *Miliammina* Heron-Allen i Earland, charakterystycznych dla zbiorników wodnych o niskim stopniu zasolenia (8).

SKARŁOWACIAŁE I ZUBOŻAŁE ZESPOŁY OTWORNICOWE

Ciekawym problemem w aspekcie ekologicznym jest zespół otwornic z rejonu Chomentowa (ryc. 5), który pod wieloma względami przypomina skarłowaciałe i zubożone grupy mikrofaunistyczne. W tym materiale dominują dwie rodziny: *Rotaliidae* Ehrenberg i *Nonionidae* Schultze, reprezentowane przez gatunki: *Ammonia beccarii* (Linné) i *Florilus boueanus* (d'Orbigny). Okazy tych gatunków mają dość małe rozmiary (ale nie są karłowate) w porównaniu ze skorupkami tych otwornic w zespole Korytnicy i Góry Łysej. Na podstawie składu procentowego poszczególnych rodzin (ryc. 5) oraz wielkości skorupki otwornic chomentowskich można sądzić, że warunki życia w ich środowisku musiały być nieco odmienne od istniejących w tym samym czasie na obszarze Korytnicy i Góry Łysej.

A. Radwański (15) stwierdził w tortonie na terenie Chomentowa skrajną płytkowodność spowodowaną obecnością progu podmorskiego. To spływanie przyczyniło się do powstania stosunkowo ograniczonych warunków życiowych i zmian w zasoleniu. Zespół otwornic chomentowskich jest odbiciem zaistniałych zmian. Mało zróżnicowana mikrofauna otwornicowa z dużą ilością osobników *Ammonia beccarii* (Linné) i *Florilus boueanus* (d'Orbigny) świadczy wg A. ten Dama (4) o ograniczonych warunkach życiowych w eutroficznym środowisku. Charakterystyczne, niezbyt grube o delikatnych szwach skorupki *Ammonia beccarii* (Linné) wskazują na znaczną zmianę zasolenia w kierunku wysładzania wód tego akwenu (15).

Zubożone i skarłowaciałe zespoły otwornic i innych grup faunistycznych stanowią od wielu lat przedmiot dociekliwych badań ekologicznych. Głównymi cechami takich zespołów są: ograniczona liczba gatunków, małe rozmiary okazów (większość form skarłowaciałych), zatarcie rysunku ornamentacyjnego i asymetria osobników. Znalezienie przyczyn, wywołujących zmiany w zespołach otwornicowych, jest jednoznaczne z dokładniejszym określeniem środowiska ich życia. W tym celu podejmowano liczne próby ustalenia czynników powodujących powstanie takich nietypowych grup faunistycznych. W ostatnich latach najczęściej dyskutowano nad wpływem pewnych pierwiastków chemicznych na rozwój mikro- i makrofauny. Liczne studia i eksperymenty prowadzone w tym kierunku przyczyniły się do wrodębienia z ekologii nowego działu — ekologii chemicznej (3), rejestrującej i tłumaczącej zmiany, które zachodzą w trakcie oddziaływania różnych pierwiastków chemicznych na organizmy.

Przedstawione niżej przykłady ilustrują kilka zagadnień związanych z tym nowym działem ekologii. R. Said (17) opracował zespół zubożonych i skarłowaciałych otwornic z Morza Czarnego, gdzie panuje niedobór tlenu, spowodowany rozkładającą się materią organiczną gromadzoną na dnie zbiornika. Niedostateczna ilość tlenu jest tu czynnikiem ograniczającym liczebność gatunków i wzrost otwornic.

Drugi podobny zespół otwornic opisany przez R. Saida (17) pochodzi z Morza Czerwonego. Stopień zasolenia, temperatura wody, dostateczna ilość tlenu stwarzają sprzyjające środowisko życia w tym basenie, jedynie niekorzystne warunki pokarmowe są powodem powstania zubożonej i skarłowaciałej grupy otwornicowej.

Znane są również stanowiska skarłowaciałych zespołów makrofaunistycznych. G. Scott (vide B. Kummel, 6) opisał spirytyzowaną faunę koralu, ślimaków i ramienionogów z kredy Teksasu, której rozmiary skorupki odbiegały znacznie od normalnych. Autor ten uważa, że spirytyzowana fauna może wskazywać na redukcyjne środowisko zbiornika, w którym wydzielają się duże ilości siarkowodoru i panował niedobór tlenu. Podobne stanowisko spirytyzowanej fauny ślimaków, ramienionogów i głowonogów z dewońskich wapieni opisał F. Loomis (vide B. Kummel, 6). Cechą charakterystyczną tej fauny są bardzo niewielkie rozmiary skorupki. Za przyczynę hamującą wzrost skorupki organizmów uznał F. Loomis nadmiar siarkowodoru lub niedomiar tlenu albo wspólne oddziaływanie tych czynników.

Badania H. Scotta (18) i C. Lalickera (7) wykazały, że koncentracja jonów wodorowych wpływa na rozwój życia w środowisku morskim. W zbiornikach o ubogiej cyrkulacji wód, przy dużej akumulacji materii organicznej i jej intensywnym rozkładzie, czynnik pH jest bardzo niski (18). Wzrastająca ilość siarkowodoru wyzwolonego z gnijących szczątków organicznych powoduje ciągle zmniejszanie się czynnika pH, a to jest jednoznaczne ze wzrostem kwasowości środowiska (ryc. 7). Zmniejszenie się wartości pH pociąga za sobą wyraźne zubożenie, pod względem ilości i jakości, pokarmu w danym środowisku. Następnym niedoborem pożywienia jest osłabienie aktywności życiowej organizmów (11, 18).

Obok tych czynników, mających niewątpliwie wpływ na lepszy lub gorszy rozwój fauny, zwraca się dużą uwagę na oddziaływanie śladowych pierwiastków, tzw. mikroelementów na organizmy. Organizmy morskie czerpią ze swojego środowiska konieczne do prawidłowego rozwoju mikroelementy (Mn, Sn, Cu, Bi, Ag, Pb, Ti); niedostatek lub nadmiar któregośkolwiek z mikroelementów jest przyczyną wielu zaburzeń i odchyleń od normalnego rozwoju (3, 14). Dokładniejsze badania nad wpływem śladowych pierwiastków na mikrofaunę otwornicową z szelfu Argentyny przeprowadził E. Boltovskoy (3). Autor ten wybrał do analizy chemicznej skorupki dwóch najliczniej reprezentowanych gatunków pochodzących z północnej i południowej części szelfu argentyńskiego. Analiza wykazała obecność pierwiastka ołowiu (ryc. 8) tylko w skorupkach otwornic pochodzących z północnego regionu. Otwornice zasiedlające ten obszar posiadają cechy zubożonych i skarłowaciałych zespołów mikrofaunistycznych. Na podstawie tych danych E. Boltovskoy stwierdził, że ołów i jego związki wpływają szkodliwie na rozwój otwornic. Oprócz tego bezpośrednio oddziaływania na mikrofaunę otwornicową, ołów również w pośredni sposób hamuje jej rozwój, mianowicie przyczynia się do zmniejszenia ilości głównego pokarmu otwornic, jakim są okrężki.

Wcześniej już na toksyczny charakter niektórych mikroelementów (Pb, Cu, Hg, Bi), zwrócił uwagę P. Tasch (vide A. Loeblich i H. Tappan, 8), który w swoich badaniach nad makrofauną karbońską zaobserwował, że nadmiar któregośkolwiek z tych pierwiastków nie tylko hamuje rozwój, ale może też spowodować śmierć organizmu. W akwencie Korytnicy nie stwierdzono złych warunków życia spowodowanych niedostateczną ilością tlenu czy obecnością toksycznych pierwiastków. Wręcz przeciwnie, mikrofauna otwornicowa z rejonu Korytnicy i Góry Łysej wskazuje na sprzyjające środowisko życia, a charakter zespołu otwornicowego w rejonie Chomentowa świadczy o niezbyt korzystnych warunkach spowodowanych skrajną płytkowodnością.

Innym czynnikiem chemicznym mającym pewne znaczenie w występowaniu i rozwoju otwornic wapiennych jest CaCO_3 . W trakcie badań nad milio-

lidami Le Calvez (vide O. Pazdro: 12) zaobserwował zależność zachodzącą między występowaniem tych otwornic a ilością CaCO_3 . Osady współczesne Morza Śródziemnego, o zawartości CaCO_3 od 40% do 50%, charakteryzują się obfitym występowaniem miliolidów; w osadach plioceńskich Korsyki, gdzie zawartość CaCO_3 jest znacznie mniejsza (20–25%), nie stwierdzono obecności miliolidów, natomiast otwornice wapienne z rodziny *Nodosariidae* Ehrenberg, *Buliminidae* Jones i *Rotaliidae* Ehrenberg są dość liczne w osadach plioceńskich Korsyki. Dalsze badania, prowadzone nad miliolidami przez Le Calveza, doprowadziły do sformułowania wniosku o związku jaki istnieje między występowaniem tych otwornic a głębokością: w miarę zwiększania głębokości maleje liczba otwornic z rodziny *Miliolidae* Ehrenberg. Jest to spowodowane tym, że w coraz głębszych partiach zbiornika wodnego intensywność strącanego CaCO_3 znacznie się zmniejsza.

Także O. Pazdro (12) stwierdziła zachodzącą zależność między występowaniem miliolidów a obecnością CaCO_3 . W bardziej wapnistych facjach doggeru rejonu Częstochowy miliolidy pojawiają się masowo, a w równowiekowej facji bezwapnistej rejonu Łęczycy są spotykane bardzo rzadko. W obu rejonach zanotowano występowanie otwornic z rodziny *Nodosariidae* Ehrenberg i *Ceratobulminidae* Cushman. W osadach o dużej zawartości CaCO_3 obserwuje się przewagę otwornic wapiennych nad zlepieńcowatymi (8, 13). Analiza chemiczna przeprowadzona na tortońskich iłach z akwenu Korytnicy, w celu określenia zawartości CaCO_3 , wykazała w osadach z rejonu Korytnicy i Góry Łysej około 55%, a w osadach z rejonu Chomentowa około 44% CaCO_3 . Ten znaczny procent CaCO_3 znajduje potwierdzenie w obfitej liczbie otwornic wapiennych, które w akwenu Korytnicy zdecydowanie dominują nad otwornicami zlepieńcowatymi.

Należy chociaż krótko zaznaczyć, że nie tylko chemiczna kompozycja środowiska, ale także wiele innych czynników, jak: temperatura, budowa litologiczna i morfologiczna dna oraz ilość i jakość pokarmu mają znaczny wpływ na powstanie zubożonych i skarłowaciałych zespołów otwornicowych. W zależności od ogólnego charakteru środowiska, jeden z tych czynników (a czasem kilka łącznie) może przyczynić się do powstania w zbiorniku warunków hamujących rozwój mikrofauny. Niekiedy trudno wytypować, który z czynników bezpośrednio powoduje to zjawisko, ponieważ między nimi istnieje zależność i każdy w pośrednim stopniu wytwarza niekorzystne warunki życiowe, np.: burzliwość wód zmniejsza granicę przenikania promieni świetlnych, a to ma znaczny wpływ na rozwój planktonu roślinnego, będącego pożywieniem otwornic.

Przy wyciąganiu wniosków o warunkach panujących w dawnych basenach wodnych, zasiedlanych przez otwornice, należy postępować bardzo ostrożnie i krytycznie. Z reguły drobne rozmiary skorupki otwornic świadczą o ograniczonych warunkach życiowych, ale w przypadku występowania dużej ilości takich skorupki można wyciągnąć wniosek wręcz przeciwny; warunki życia w tym środowisku były wyjątkowo korzystne i przyczyniły się do gwałtownej reprodukcji osobników, a to z kolei spowodowało zmniejszenie rozmiarów ich skorupki. W innym przypadku, gdy w badanym materiale są spotykane sporadycznie bardzo duże skorupki otwor-

nic wraz z liczną skarławią makrofauną, należy wnioskować o panujących w zbiorniku niekorzystnych warunkach życiowych. W takim środowisku mogą przetrwać tylko najsilniejsze osobniki i stąd obecność otwornic o dużych dobrze rozwiniętych skorupkach.

Przedstawione zagadnienia wskazują, że na podstawie składu ilościowego i jakościowego danego zespołu otwornicowego oraz rozmiarów i stanu zachowania skorupki poszczególnych okazów otwornic można określić z pewną tolerancją warunki ekologiczne panujące w ówczesnym basenie sedymentacyjnym. Najbardziej prawdopodobne wnioski otrzymano wtedy, gdy uwzględnimy dodatkowo wskaźniki towarzyszące badanej grupie otwornic. Takimi wskaźnikami mogą być szczątki innej mikro- i makrofauny, szczątki pochodzenia roślinnego oraz cechy litologiczne badanej próbki.

LITERATURA

1. Alexandrowicz S. — Mikrofauna ceritjowych glin iz Nowoselicy około Kołomyj. Biul. PAN., t. 9, Kraków, 1961, nr 3.
2. Bałuk W. — Lower Tortonian chitons from Korytnica clays, southern slopes of the Cross Mts. Acta geol. pol., 1971, vol. 21, nr 3.
3. Boltovskoy E. — Application of chemical ecology in the study of the Foraminifera. Micropaleontology, New York, 1956, vol. 2, no. 4.
4. Damten A. — Micropaleontological facies — logs. The Micropaleontology, New York, 1947, vol. 1, no. 2.
5. Huus F. — Bentos i plankton otwornicowy górnej kredy niżowej. Acta geol. pol., 1962, vol. 12, nr 1.
6. Kummel B. — Environmental significance of dwarfed Cephalopods. Journ. of Sed. Petr. Tulsa, 1948, vol. 15, no. 2.
7. Lalicker C. — Dwarfed protozoan fauna. Ibidem.
8. Loeblich A. R., Tappan H. — Sarcodina chiefly Thecamoebians and Foraminifera. Treatise on invertebrate paleontology, 1964.
9. Łuczowska E. — Paleogeologia i stratygrafia mikropaleontologiczna miocenu okolic Grzybowa koło Staszowa. Acta geol. pol. 1967, vol. 17, nr 1.
10. Norton R. — Ecologic relations of some Foraminifera. Bull. Scripps. Inst. Oceanogr. Tech., Berkeley, 1930, vol. 2.
11. Odum E. — Podstawy ekologii. Warszawa, 1963.
12. Pazdro O. — O kilku problemach w mikropaleontologii. Prz. geol., 1957, nr 11.
13. Phleger F. — Ecology and distribution of recent Foraminifera. Baltimore, 1960.
14. Polański A., Smulikowski K. — Geochemia. Warszawa, 1969.
15. Radwański A. — Transgresja dolnego tortonu na południowe stoki Gór Świętokrzyskich. Acta geol. pol., 1969, vol. 19, nr 1.
16. Rauzer-Czernusowa D. M., Fursenko A. — Prostiejšie. Osn. paleont. Moskwa, 1959.
17. Said R. — Ecology of Foraminifera. The Micropaleontology, New York, 1951, vol. 5, no. 3.
18. Scott H. — Significance of Crustaceans in dwarfed fauna. Journ. of Sed. Petr. Tulsa, 1948, vol. 18, no. 2.
19. Sigal J. — Otriad foraminifera. Leningrad, 1956.

РЕЗЮМЕ

В статье анализируется проблема использования фораминифер в палеоэкологическом анализе. Работа основывается на опубликованных материалах и собственных наблюдениях автора. Отмечаются проявления взаимосвязи между фораминиферами и окружающей их средой. Анализируются физические, биологические, химические и географические факторы, влияющие на количественный и качественный состав фораминиферных сообществ. Вкратце затронута проблема карликовых фораминифер и их оскудневших сообществ. Отмечается огромная роль рассеянных элементов в эволюции и развитии таких сообществ.

SUMMARY

The problem of applicability of foraminifera to the paleoecological analysis is discussed on the basis of literature and the author's data. Attention is paid to the mutual interdependences and relationships between the foraminifera and their environment. Several physical, chemical, biological and geographical factors influencing the qualitative and quantitative composition of foraminifer assemblages are listed. The problem of dwarfish and impoverished foraminifer assemblages is briefly discussed and the enormous effect of the trace elements on the development of such foraminifer assemblages is emphasized.