

MIKROPALEONTOLOGIA W POSZUKIWANIU I DOKUMENTOWANIU ZŁÓŻ

UKD 56.07 + 550.861:535.82:553.3/9.08

Mikropaleontologia obejmuje swoim zakresem badania nad małymi skamieniałościami, prowadzone przy zastosowaniu mikroskopów o różnych powiększeniach. Jako samodzielna gałąź nauki zaczęła ona wyodrębnić się w połowie ubiegłego stulecia, a szczególnie intensywny jej rozwój przypada na ostatnie 50 lat. Zainteresowanie mikroskamieniałościami znacznie rozszerzyło i pogłębiło zakres badań paleontologicznych, ale ugruntowanie roli mikropaleontologii w kręgu nauk geologicznych nastąpiło głównie dzięki szerokiemu zastosowaniu jej wyników w praktyce prac geologiczno-poszukiwawczych. Kilku autorów wyraziło nawet pogląd, że mikropaleontologia jako odrębna gałąź nauki powstała z potrzeb praktyki (6, 10). Pogląd ten znajduje pełne potwierdzenie m. in. w wielkości nakładów finansowych przeznaczanych na badania mikropaleontologiczne, prowadzone dla potrzeb geologii poszukiwawczej i złożowej w wysoko uprzemysłowionych krajach (6, 11, 12).

Zastosowanie metody mikropaleontologicznej dla rozwiązywania konkretnych zagadnień geologiczno-strukturalnych, przy poszukiwaniu złóż ropy i gazu, zostało zainicjowane w krakowskim ośrodku naukowym, w ostatnim dziesięcioleciu ubiegłego wieku (3). Prekursorem tego kierunku badań był ówczesny asystent Gabinetu Geologicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego — dr Józef Grzybowski. Prace jego znacznie wyprzedziły działalność w podobnym zakresie, którą podjęto w krajach zachodniej Europy i Ameryki dopiero w dwudziestych latach bieżącego stulecia. Dorobek badawczy i naukowy J. Grzybowskiego, początkowo nie dostrzeżony, został ostatecznie należycie doceniony i powszechnie uznany jako klasyczne, pionierskie prace, otwierające kierunek mikropaleontologii stosowanej (3, 5, 6, 7).

Przedmiot i zakres mikropaleontologii nie został ściśle sprecyzowany, a w miarę postępu badań ulega on stopniowemu rozszerzaniu. Oprócz skamieniałości, określanych potocznie mianem „mikrofauna”, badania obejmują fragmenty skorupki i szkieletów dużych skamieniałości, ich formy embrionalne i młodociane, glony, mikroorganizmy o nieustalonej pozycji systematycznej, a także zarodniki i pyłki roślin. Należy przy tym podkreślić, że w obrębie grup skamieniałości, będących tradycyjnie przedmiotem badań mikropaleontologicznych spotykamy często formy znacznie większe niż okazy, które z racji swojej przynależności systematycznej są uważane za „makrofaunę”. I tak np. niektóre otwornice (numulity) wymiarami swoimi mogą przewyższać niektóre ramienionogi, jeżowce lub ślimaki. Wobec trudności w konsekwentnym rozgraniczeniu „mikroskamieniałości” od „makroskamieniałości” logiczne wydaje się założenie, że przedmiotem badań mikropaleontologii są te grupy skamieniałości (i ich fragmenty), które przy rozpoznawaniu istotnych cech diagnostycznych wymagają stosowania badań mikroskopowych.

Stan zaawansowania prac nad poszczególnymi grupami mikroskamieniałości został ostatnio szczegółowo przeanalizowany przez K. Pożaryską (11). Autorka uwypukliła możliwości zastosowania wyników badań mikropaleontologicznych dla celów stratygraficznych i paleoekologicznych oraz przeprowadziła ocenę postępów polskiej mikropaleontologii na tle rozwoju tej dyscypliny za granicą.

Intensyfikacja badań mikropaleontologicznych i znaczny wzrost zainteresowania ich rezultatami nastąpiły w wyniku zastosowania wierceń dla poszukiwania i rozpoznawania złóż. Małe próbki uzyskiwane z rdzeni wiertniczych dawały najczęściej znakomite szanse na znajdowanie skamieniałości („makrofauny”), które mogłyby posłużyć dla określenia względnego wieku warstw oraz do porównywania warstw jednowiekowych w profilach różnych wier-

ceń. Mikroskamieniałości udawało się natomiast znajdować powszechnie, często w skałach uważanych uprzednio za płonne pod względem zawartości szczątków organicznych, a ich znaczna ilość umożliwiała i ułatwiała korelację stratygraficzną oraz pośrednio również — rozpoznawanie sposobu ułożenia warstw i przebiegu struktur w głębszych. Pozytywne wyniki tych badań spowodowały, że w pierwszym etapie rozwoju mikropaleontologii nastąpiło jej ściśle powiązanie z poszukiwaniami złóż ropy i gazu ziemnego, prowadzonymi wyłącznie za pomocą wierceń. Związek ten do dziś jest motorem postępu prac nad mikroskamieniałościami w krajach o dużych perspektywach ropo- i gazonośności.

W ciągu ostatnich 25 lat powiązanie mikropaleontologii z geologią naftową ulegało stopniowej modyfikacji. Wpłynęły na to dwie przyczyny: prowadzenie poszukiwań geologicznych przy zastosowaniu wierceń bezrdzeniowych lub wierceń o niepełnym rdzeniowaniu oraz wprowadzenie geofizyki wiertniczej jako metody dla interpretacji litostratygraficznej profili w wierteniach bezrdzeniowych, a także dla korelacji warstw. W związku z tym rolę badań mikropaleontologicznych sprowadzono głównie do określenia względnego wieku warstw, na podstawie rdzeniowanych odcinków profili wiertniczych i do wyznaczania położenia granic stratygraficznych (biostatygraficznych) w poszczególnych wierteniach.

Współdziałanie metod geofizycznych i mikropaleontologicznych mogło dawać zadowalające wyniki jedynie wtedy, gdy równoległe z tego typu badaniami prowadzone były pełnorrdzeniowe wierceń wzorcowe („strukturalno-oporowe”), w których zagadnienia stratygraficzne opracowywane były kompleksowo, m. in., z pełną dokumentacją mikropaleontologiczną, a określenie wieku warstw i wydzielenie poziomów biostatygraficznych opierało się o szczegółowe studia nad mikroskamieniałościami (12). W związku z tym, badania mikropaleontologiczne zaczęły koncentrować się przy opracowywaniu profili wzorcowych, na podstawie materiałów z głębokich wierceń o pełnym rdzeniowaniu. W naszym kraju stan ten znalazł wyraz w rozwoju pracowni mikropaleontologicznej Instytutu Geologicznego przy jednoczesnym, stopniowym ograniczaniu tego typu badań w ramach służby geologicznej przemysłu naftowego. Zaburzenie właściwych proporcji przy takim ograniczaniu opracowań mikropaleontologicznych, służących geologii naftowej, może odbić się bardzo niekorzystnie na wynikach prac poszukiwawczych, a zarazem prowadzi do niedostatecznego wykorzystania podstawowych materiałów geologicznych, uzyskiwanych bardzo dużym nakładem kosztów, a rzutujących bezpośrednio na dalszy tok poszukiwań geologicznych, obejmujących różne surowce.

Systematycznie prowadzone badania mikropaleontologiczne poważnie przyczyniły się do znacznego postępu w rozpoznaniu budowy geologicznej niektórych rejonów naszego kraju. W Karpatach zewnętrznych powszechne zastosowanie otwornic dla określenia wieku warstw stworzyło realną podstawę konsekwentnego wyróżniania poziomów biostatygraficznych (parastratygraficznych) w utworach fliszowych (8). Doprowadziło to do uporządkowania wydzialeń poszczególnych warstw i formacji stosowanych przy opracowywaniu szczegółowych map geologicznych Karpat oraz w pracach geologiczno-poszukiwawczych. Współdziałanie mikropaleontologii i kartografii znaczyło się również wyraźnie w innych regionach geologicznych Polski, zwłaszcza na obszarach występowania skał o mało zróżnicowanym wykształceniu litologicznym oraz przy zestawianiu map odkrytych, wykorzystujących wyniki licznych, płytkich wierceń.

Zapotrzebowanie na tak ukierunkowane badania mikropaleontologiczne koncentrują się głównie w In-

stytucie Geologicznym, a także w ośrodkach uczelnianych, ale w przyszłości może ono rozszerzyć się na kombinaty realizujące prace kartograficzne, geologiczno-poszukiwawcze i złożowe. Ten typ badań realizowany jest również przez ekipy geologiczne pracujące za granicą, w krajach rozwijających się. Bardzo dobre wyniki na tym polu osiągały, m. in. zespoły badawcze radzieckie, czechosłowackie i jugosłowiańskie, natomiast polska służba geologiczna prac takich nie organizowała.

Interpretacja wyników badań mikropaleontologicznych od wielu lat prowadzona jest według jednakowego wzoru. Nie odbiega on zasadniczo od sposobu interpretacji danych, używanego w klasycznych opracowaniach stratygraficzno-paleontologicznych (biostratygraficznych), opierających się na „makroskamieniałościach”. Podstawą tej metody jest typowanie gatunków o ograniczonym zasięgu pionowym i definiowanie na ich podstawie poziomów biostratygraficznych, umożliwiających określenie wieku względnego (9). W związku z tym szczególną uwagę koncentrowano na tych grupach mikroskamieniałości, które dostarczają dobrych gatunków przewodnich, będących podstawą systemów parastratygraficznych. Są to zwłaszcza otwornice, konodonty i małżorazki, a także nannoplankton wapienny oraz mikrospory. Poziomy biostratygraficzne wydzielane na podstawie tych mikroskamieniałości mają tę samą wartość co poziomy definiowane makroskamieniałościami (z wyłączeniem podstawowych wskaźników ortostratygrafii). Sformułowanie to przez wiele lat wywoływało żywe dyskusje, które w świetle postępów badań mikropaleontologicznych wydają się być bezprzedmiotowe, a przypisywanie skamieniałościom różnej przydatności biostratygraficznej, w zależności od ich wielkości, może być traktowane jedynie w kategoriach anegdotycznych.

W szczegółowych pracach geologicznych, prowadzonych w celu poszukiwania i dokumentowania złóż różnych surowców, a także określenia pozycji geologicznej poziomów wodonośnych w profilach studni głębinowych, stosowanie metody polegającej na wyróżnianiu poziomów biostratygraficznych może okazać się niewystarczające i za mało dokładne. W tego typu pracach celem badań jest najczęściej precyzyjna korelacja warstw, a nawet identyfikacja poszczególnych ławic lub zespołów ławic w profilach wierceń. Szczególnego znaczenia nabiera w tych okolicznościach analiza zespołów mikroskamieniałości, zmienność w składzie ilościowym tych zespołów oraz obecność warstw charakteryzujących się masowym występowaniem niektórych szczątków organicznych. Bardzo często taksony, reprezentowane szczególnie licznie, mają dla korelacji stratygraficznej większe znaczenie niż gatunki przewodnie, gdy we wnioskowaniu biostratygraficznym nie są one w ogóle brane pod uwagę.

Postulat o celowości stosowania zespołów mikroskamieniałości przy analizie mikropaleontologicznej był wielokrotnie podkreślany, ale w praktyce ograniczano się najczęściej do uwzględniania kilku gatunków o małym zasięgu pionowym, a z ich współwystępowania lub wykluczania się wyprowadzano wnioski precyzyjne względny wiek warstw. Metoda ta sprowadza się, w gruncie rzeczy, do wydzielenia poziomów biostratygraficznych, określanych jako: „poziom współwystępowania” lub „poziom ścięśniony” (9). Nie uwzględnia ona jednak pełnego składu zespołów ani pod względem listy taksonów, ani ich częstotliwości i procentowego udziału w zespole.

Pełne wykorzystanie zespołów mikroskamieniałości dla korelacji stratygraficznej może być prowadzone w trojaki sposób:

— metodą „jakościową”, czyli na podstawie spisów taksonów (list skamieniałości), ukazujących jedynie fakt ich występowania;

— metodą „półilościową”, uwzględniającą częstotliwość występowania każdego taksonu określoną umownym symbolem;

— metodą „ilościową”, na podstawie procentowego udziału taksonów w każdym zespole (spektra ilościowe zespołów mikroskamieniałości).

Najdogodniejsze w praktycznym zastosowaniu są metody: pierwsza i trzecia; najlepsze wyniki można

uzyskać przez zastosowanie metody „ilościowej”. W każdym przypadku, w wyniku porównywania poszczególnych próbek następuje typizacja zespołów, uwzględniająca cały skład mikroskamieniałości. Wytypowane zespoły są następnie określane symbolami, a ich występowanie w profilach umożliwia wydzielenie lokalnych jednostek stratygraficznych (protostratygraficznych), które są następnie podstawą dla korelacji. Dogodność tej metody polega, m. in. na tym, że umożliwia ona wykorzystywanie skamieniałości, nie wykazujących cech form przewodnich. Jako przykład takiego postępowania może służyć schemat korelacji osadów miocenu w zagłębiu górnośląskim, opracowany na podstawie wytypowanych zespołów otwornic, określonych umownymi symbolami (1). W niektórych przypadkach, zwłaszcza przy stosowaniu spektrum ilościowych (metoda trzecia) dobre wyniki można uzyskiwać ograniczając się nawet do przybliżonego oznaczania mikroskamieniałości, np. poprzedzając na rozpoznawaniu rodzajów.

Znaczny postęp w zastosowaniu wspomnianych sposobów korelacji stratygraficznej można uzyskać przez wprowadzenie prostych metod matematycznych dla interpretacji danych. Najdogodniejsze są tu metody taksonomiczne (taksonomii numerycznej), stosowane od wielu lat z dużym powodzeniem np. w pracach fitosocjologicznych, a służące do typizacji i porównywania zespołów roślinnych. Polegają one na liczbowym wyrażeniu podobieństwa lub różnic pomiędzy poszczególnymi próbkami, scharakteryzowanymi przez listę mikroskamieniałości lub przez spektrum ilościowe, a następnie na obiektywnym wyodrębnieniu zespołów oraz określeniu ich zmienności i zasięgu w profilach. Wstępne studia nad możliwością i celowością uwzględniania metod matematycznych (taksonomicznych), przy interpretacji wyników badań mikropaleontologicznych, dały bardzo interesujące i zachęcające wyniki, wskazujące na potrzebę kontynuacji tych prac (2).

Kolejną możliwością zastosowania mikropaleontologii dla korelacji stratygraficznej stwarzają masowe nagromadzenia mikroorganizmów kopalnych w określonych warstwach o nieznacznej miąższości. Dotyczy to często form mało charakterystycznych (np. radiolarie, otwornice eurytopiczne), szczątków makrofauny (elementy szkieletowe szkarłupni, spikule gąbek, otolity) a nawet kopalnych śladów działalności organizmów (koprolity), a zatem mikroskamieniałości, które zazwyczaj są pomijane w opracowaniach, jako nieprzydatne dla biostratygrafii. Obecność warstw charakteryzujących się ich występowaniem była w wielu przypadkach wykorzystywana z dużym powodzeniem do bardzo precyzyjnej korelacji profili. Jako dobre przykłady mogą tu służyć: warstwa z radiolariami w osadach miocenu zapadliska przedkarpackiego, warstwa ze spikulami gąbek w ilach górnego badenu w zagłębiu górnośląskim, warstwa z koprolitami w ilasto-piaszczystych osadach dolnej kredy niecki tomaszowskiej, wkładka margli z licznymi członami liliowców w kilku profilach kimerydu południowo-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich i inne.

Przedstawione metody korelacji stratygraficznej, oparte o analizę zespołu mikroskamieniałości lub o obecność ławic z masowym ich występowaniem mogą być wprowadzone najczęściej jedynie w przypadku porównywania blisko siebie położonych profili, służą więc dla korelacji lokalnej. Zastrzeżenie takie nie ogranicza jednak możliwości stosowania tych metod w geologii złożowej, przy szczegółowej analizie wierceń poszukiwawczych, a zwłaszcza przy opracowywaniu wierceń wykonywanych w celu udokumentowania złóż. Wiercenia takie, prowadzone według regularnych siatek, są lokalizowane w niedużych odległościach od siebie, wynoszących zwykle od kilkuset metrów do kilku kilometrów. Podstawowego znaczenia nabiera tu dokładność orzeczenia stratygraficznego w formie szczegółowych korelacji profili, co jest podstawą dla rozpoznania budowy geologicznej złoża. Ustalenie natomiast położenia granic biostratygraficznych oraz plet i poziomów wyznaczonych na podstawie skamieniałości przewodnich ma znaczenie głównie dla określenia wieku względnego formacji złożowej i pozycji stratygraficznej złoża

jako całości. Umożliwia to porównanie zbiorczego profilu geologicznego, reprezentującego całe złożo z innymi profilami.

Przykłady zastosowania korelacji mikropaleontologicznej dla rozpoznania budowy geologicznej obiektów złożowych są liczne. Dotyczą one złóż surowców skalnych (np. wapieni i margli górnourajskich w obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich, margli górnokredowych w rejonie Opola, piasków i ilów dolnokredowych w niecce tomaszowskiej), złóż rud (np. rud cynku i ołowiu w utworach wapienia muszlowego w obrzeżeniu zagłębia górnośląskiego) oraz złóż węgla (np. w górnym karbonie zagłębia górnośląskiego i zagłębia lubelskiego), a także pozycji geologicznej poziomów wodonośnych (np. w osadach mioceńskich rejonu Kędzierzyna). W szczególności korelacji warstw metody mikropaleontologiczne stosowane są zwykle równolegle z metodami litostratygraficznymi, co pozwala na wyprowadzanie wniosków bardzo przydatnych dla właściwego rozpoznawania budowy złóż, porównywania różnych złóż ze sobą i precyzowania dalszych kierunków poszukiwawczych.

Ścisłe powiązanie badań mikropaleontologicznych z potrzebami geologii złożowej wywiera korzystny wpływ na rozwój problematyki podstawowej; prowadzi ono do rozszerzania zakresu prac przez stosowanie nowych grup mikroskamieniałości, a także skłania do dokładnego opracowywania taksonomicznego i biometrycznego kopalnych mikroorganizmów oraz do doskonalenia metod interpretacji wyników badań.

Postulat rozszerzenia i pogłębienia problematyki badawczej z zakresu mikropaleontologii jest realizowany w Polskiej Akademii Nauk w Zakładzie Paleozoologii PAN i w Zakładzie Nauk Geologicznych PAN, w Instytucie Geologicznym oraz w ośrodkach uczelnianych, a zwłaszcza w Akademii Górniczo-Hutniczej, w Uniwersytecie Jagiellońskim i w Uniwersytecie Warszawskim. Na Wydziale Geologiczno-Poszukiwawczym AGH tematyka ta jest rozwijana w Instytucie Geologii i Surowców Mineralnych. Działający tu Zakład Paleontologii i Stratygrafii prezentuje w tym zakresie dużą tradycję i bogaty dorobek. Zakład ten powstał w 1912 r. jako Pracownia Paleontologiczna Uniwersytetu Jagiellońskiego, a jego pierwszym kierownikiem był twórca mikropaleontologii stosowanej — prof. dr Józef Grzybowski. W latach dwudziestych Pracownia ta została przemianowana na Zakład Paleontologii UJ, a w 1951 r. przekształcona w Katedrę Paleontologii Akademii Górniczo-Hutniczej (4). Obecna nazwa i stan organizacyjny tej placówki zostały wprowadzone w 1969 r. W hi-

storii rozwoju Zakładu, problematyka zainicjowana przez twórcę i pierwszego kierownika Pracowni Paleontologicznej UJ została wydatnie pomnożona i rozszerzona, a szczególnymi osiągnięciami były podstawowe i fundamentalne prace paleontologiczne i biostratygraficzne dotyczące fliszu karpackiego, wykonane przez długoletniego kierownika Zakładu prof. dr Franciszka Biedę. W ostatnich latach tematyka badawcza realizowana w Zakładzie została ściśle powiązana z pracami geologiczno-poszukiwawczymi, prowadzonymi przez różne przedsiębiorstwa geologiczne i instytuty resortowe na terenie całego kraju. Stworzyło to dogodną podstawę do znacznego rozszerzenia badań paleontologiczno-stratygraficznych ze szczególnym uwzględnieniem mikropaleontologii, obejmującej wszystkie dostępne grupy mikroskamieniałości.

LITERATURA

1. Alexandrowicz S. W. — Stratygrafia osadów mioceńskich w Zagłębiu Górnośląskim. Pr. Inst. Geol. t. 39, 1963.
2. Alexandrowicz S. W. — Taxonomische Analyse der Foraminiferenfaunen in den Skawina Schichten. Bull. Acad. Pol. Sci., t. 22, 1975.
3. Bieda F. — Polska — kolebką mikropaleontologii stosowanej. Prz. geol., 1953, nr 9.
4. Bieda F. — W pięćdziesiątą rocznicę utworzenia Pracowni Paleontologicznej Uniwersytetu Jagiellońskiego. Roczn. PTG, t. 32, 1962.
5. Bieda F. — Józef Grzybowski. Uniw. Jagiell. Wyd. Jubil., t. 10, 1963.
6. Glaessner M. F. — Principles of Micropalaeontology. New York, 1948.
7. Hiltermann H. — Zur Geschichte der angewandten Mikropaläontologie. Ber. Naturhist. Ges. H. 109, 1965.
8. Konior K. — Szczegółowe badania mikropaleontologiczne jako warunek ostatecznego ustalenia stratygrafii Karpat fliszowych. Kwart. geol., 1960, nr 4.
9. Kutek J. — Poziomy biostratygraficzne — zarys problematyki. Post. Nauk. geol., 1972, nr 4.
10. Pokorný V. — Základy zoologické mikropaleontologie. Praha, 1974.
11. Pożaryska K. — Mikropaleontologia — kierunki rozwoju i metodyka badań. Post. Nauk. geol., 1970, nr 2.
12. Ziżchenko B. P. — Mikropaleontologičeskije metody stratigrafičeskich postrojenij w neftie-gazonosnych obłastjach. Niedra, 1968.

SUMMARY

Micropalaeontology deals with studies of fossils of various groups of animals and plants of small that they have to be studied under a microscope. Facility of obtaining numerous microfossils from small core samples resulted in the introduction of micropalaeontological methods into biostratigraphic analysis and correlation of borehole profiles. These methods made possible rapid developments in searching for oil and geological mapping. Introduction of qualitative, semi-quantitative and quantitative techniques of direct borehole profile correlation, based on analyses of microfossils, made it possible to use forms other than guide ones for comparing beds. This is the case with eurytopic foraminifers, fragments of macrofauna, coprolites, etc. In order to obtain higher accuracy of such comparison mathematic techniques and especially numerical taxonomy are applied.

The methods of correlation mentioned above make possible large-scale application of micropalaeontological techniques in geological-prospecting works, facilitate recognition of mineral deposits, ores and coals, and determination of the position of aquifers. The micropalaeontological studies are intensively carried out in the Laboratory of Palaeontology and Stratigraphy of the Stanisław Staszic University of Mining and Metallurgy.

РЕЗЮМЕ

Микрoпaлeонтология занимается изучением разных групп окаменелостей животных и растений, которые из-за своих размеров требуют применения микроскопических методов. Возможность получения многочисленных микроокаменелостей из небольших образцов керна буровых скважин способствовала развитию биостратиграфических исследований и стратиграфической корреляции разрезов скважин с помощью микрoпaлeонтологических методов. Эти методы нашли широкое применение в области нефтяных поисков и геологического картирования. Непосредственная корреляция разрезов с помощью качественного, полукoличественного и количественного методов микрoпaлeонтологического анализа может основываться на формах, не обладающих признаками руководящих окаменелостей, как, например, эвритопные фораминиферы, обломки макрофауны, копролиты и пр. В обработке данных микрoпaлeонтологического анализа применяются математические методы, в частности числовая таксономия.

Описанные методы корреляции позволяют применять микрoпaлeонтологические исследования в области геологических поисков полезных ископаемых и в определениях позиции водоносных слоев. Рассмотренные в статье проблемы изучаются в широком масштабе Институтом палеонтологии и стратиграфии Горно-Металлургической академии в Кракове.