

Autocykliczny rozwój oksfordzkich bioherm gąbkowo-mikrobialitowych centralnej i południowej Polski

Autocyclic development of Oxfordian sponge-microbial bioherms from Central and Southern Poland

Szymon OSTROWSKI

Instytut Geologii Podstawowej, Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa;
e-mail: Szymon.Ostrowski@geo.uw.edu.pl

Key words: Sponge-microbial bioherms, Oxfordian, Poland.

ABSTRACT: A study of Upper Jurassic sponge-microbial bioherms in Poland allow to recognise successive changes in bioherm facies. No-time related character of these changes proved for different bioherms excludes external mechanism of facies development. The existence of ecological co-dependence between sponge and cynaobacteria may be treated as main reason of facies changes.

WSTĘP

Późnojurajska megafacja gąbkowa (Matyja i Pitera 1991) tworzyła się na północnym szelfie oceanu Tetydy (Matyja i Wierzbowski 1995). W jej obrębie występują powszechnie biohermy gąbkowo-mikrobialitowe (Gwinner 1976; Keupp i in. 1993; Leinfelder i in. 1993; Koch i in. 1994; Merz-Preiß 1997). Największe rozprzestrzenienie pod względem paleoszerokości geograficznej (Cecca i in. 1993) megafacja gąbkowa osiągała na obszarze obecnej Polski (Matyja i Wierzbowski 1995).

Obecny obszar występowania megafacji gąbkowej rozciąga się od Półwyspu Iberyjskiego, przez południową część Europy Zachodniej (po północnej stronie orogenów alpejskich), po Polskę i Rumunię i dalej na wschód po Kaukaz.

Istnienie licznych odsłoneń megafacji gąbkowej w centralnej i południowej Polsce (fig. 1) pozwoliło na prześledzenie następstw facjalnych występują-

cych w różnych biohermach, w szerokim zakresie stratygraficznym – od najniższego oksfordu, po dolny kimeryd (fig. 2).

Badania bioherm w centralnej i południowej Polsce (fig. 1) wykazały istotne zróżnicowanie w ich składzie, tak w skali makroskopowej jak i mikroskopowej. Zróżnicowanie to dotyczy głównie częstości występowania mumii gąbek krzemionkowych i biosedymentacyjnych struktur pochodzenia mikrobialnego, takich jak stromatolity i trombolity.

Przyczyny zmian facji w biohermach nie są do końca wyjaśnione. Dotychczas proponowane przyczyny takich zmian to:

- zmiany poziomu morza (Leinfelder 1993),
- dorastanie szczytowych partii bioherm do normalnej lub sztormowej podstawy falowania (Matyszkiewicz i Krajewski 1996; Matyszkiewicz 1997; Matyszkiewicz i in. 2001),
- zmiany natlenienia wody (Leinfelder 1993; Keupp i in. 1993),

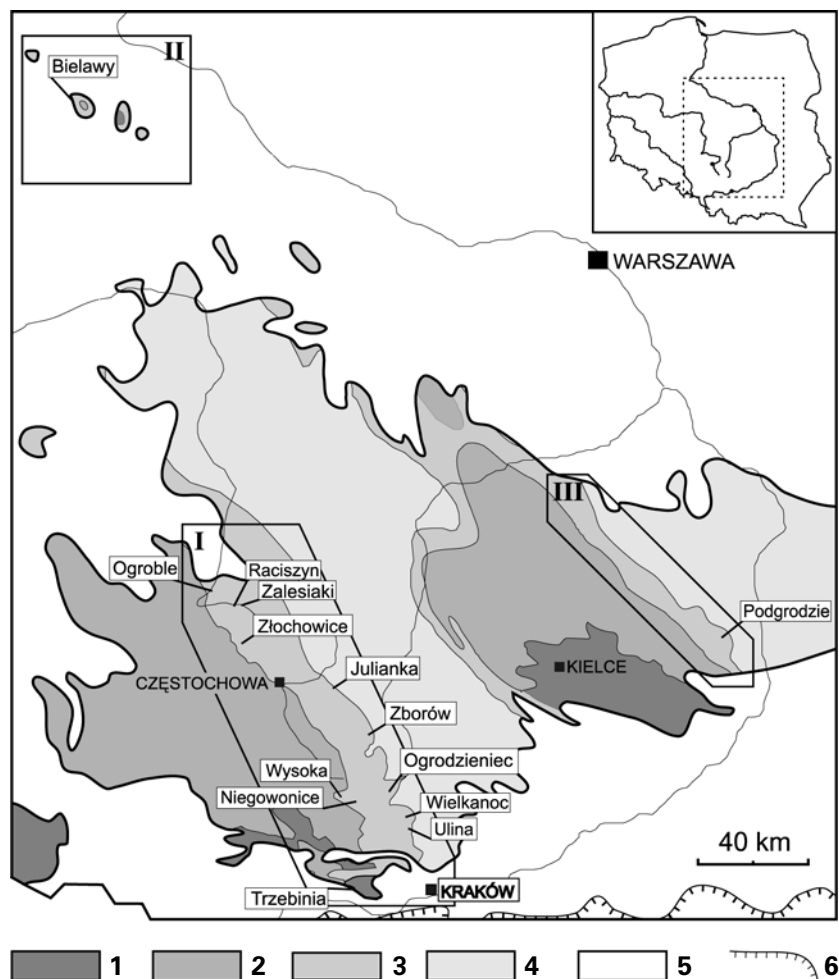


Fig. 1. Geologiczna mapa Polski centralnej i południowej (bez utworów plejstocenu i holocenu) z lokalizacją odsłoneń; 1 – paleozoik, 2 – trias do środkowej jury, 3 – górna jura, 4 – kreda, 5 – kenozoik (bez plejstocenu i holocenu), 6 – front nasunięć karpaccich.

– lokalizacja bioherm na szelfie, choć zmienność w obrębie poszczególnych bioherm była nieznaczna (Cravello i Harris 1984).

Autor proponuje model, w którym następstwa facjalne i rozwój bioherm były kontrolowane przez ekologiczne współzależności pomiędzy grupami organizmów mających największe znaczenie w tworzeniu bioherm – gąbek krzemionkowych i mikroorganizmów budujących struktury mikrobialne.

POZYCJA GEOLOGICZNA

Odsłonecia, które uwzględniono w analizie, występują w trzech regionach i pokrywają większość obszaru występowania megafacji gąbkowej w Polsce.

Największa grupa odsłoneń znajduje się na Wyżynie Krakowsko-Wieluńskiej. Występują tam zarówno odsłonecia naturalne w postaci selektywnie odpreparowanych bioherm, jak i kamieniołomy. Większość obserwacji pochodzi z kamieniołomów, ponieważ w przypadku odpreparowanych bioherm kontekst geologiczny nie jest wystarczająco czytelny – nie można rozpoznać relacji przestrzennych pomiędzy biohermami a otaczającymi skałami, a strefy przejściowe są przeważnie zerodowane. Biohermy gąbkowo-mikrobialitowe powszechnie występują od środkowego oksfordu po dolny kimeryd (Kutek i in. 1977). Biohermy występujące w tym regionie cechują się dużą zmiennością budowy wewnętrznej.

Drugi badany obszar występowania odsłoneń megafacji gąbkowej to północno-wschodnie obrzeżenie Gór Świętokrzyskich. Niewielkie odsłonecia dolnooksfordzkie bioherm gąbkowo-mikrobialitowych znajdują się w skarpię przełomowego odcinka doliny rzeki Kamienna (Malinowska 1967; Gutowski 1998). Zróżnicowanie facjalne bioherm w tym rejonie jest niewielkie.

Biohermy wieku od najniższego środkowego oksfordu po dolny kimeryd (Ineson i in. 1998) odsłaniają się także na Kujawach, w rejonie Piehcina i Barcina. Występujące tutaj biohermy są położone w największej odległości od krawędzi szelfu oceanu Tetydy. Rozwijały się one wyłącznie na aktywnie wynoszonej halokinetycznie strukturze solnej (Matyja i in. 1985) i są otoczone przez izochroniczne skały klastyczne. Dzięki intensywnej eksploatacji można prześledzić złożoną budowę facjalną bioherm oraz ząębienie się węglanowych skał biohermowych i otaczających skał klastycznych.

TYPY FACJALNE BIOHERM JURAJSKICH

W biohermach górnojurajskich opisano cztery podstawowe typy facjalne.

Biohermy gąbkowe (S na fig. 2 i 3) charakteryzują się występowaniem znacznych ilości mumii gąbek krzemionkowych w pelitowym tle. Gąbki stanowią powyżej 15% objętości skał, choć przeważnie jest ich znacznie więcej. Struktury mikrobialne (głównie stromatolity) rozwinięte na gąbkach występują sporadycznie i są słabo rozwinięte. Skamieniałości inne niż gąbki krzemionkowe występują rzadko i są to przeważnie płytki szkarłupni. Tło skał składa się z mikrytu i drobnych peloidów (wackestone). Biohermy gąbkowe tworzą niewielkie ciała w obrębie wapieni uławiconych, lub towarzyszą innym typom facjalnym, przeważnie zajmując pozycję w spągu budowl.

Biohermy gąbkowe ze słabo rozwiniętymi strukturami mikrobialnymi (S_M na fig. 2 i 3) to budowle, w których mumie gąbek krzemionkowych stanowią powyżej 15% objętości skał, a struktury mikrobialne, głównie cienkie powłoki stromatolitowe pokrywające gąbki, 10-20% objętości skał. Grubość struktur mikrobialnych dochodzi do 10 mm, jednak przeważnie jest mniejsza. Tło zbudowane jest z mikrytu z niewielką domieszką ziaren zbudowanych z ciemniejszego mikrytu o kłaczkowatej teksturze i średnicy dochodzącej do 1-2 mm. Biohermy takie tworzą budowle o miąższości do 20-30 m, a także towarzyszą innym typom facjalnym.

Biohermy mikrobialitowo-gąbkowe (M_S na fig. 2 i 3) charakteryzują się niższą zawartością gąbek krzemionkowych, nieprzekraczającą 5-7% objętości skały i zawartością struktur mikrobialnych w granicach 30-50%. Struktury mikrobialne występujące w takich biohermach to przeważnie trombolity i leiolity, w mniejszym stopniu grube powłoki stromatolitowe. Struktury mikrobialne rozwinięte są powszechnie na powierzchniach mumii gąbkowych, ale często występują w tle skał jako izolowane, słabo rozwinięte powłoki wiążące osad. Tło skały składa się z mikrytu i drobnych owalnych ziaren zbudowanych z ciemnego mikrytu o kłaczkowatej teksturze. Elementy

szkieletowe inne niż gąbki krzemionkowe są reprezentowane przez drobne bioklasty, rzadziej całe muszle ramienionogów, a ich zawartość nie przekracza 2-3% objętości skały. Biohermy mikrobialitowo-gąbkowe są najpowszechniejszym typem facjalnym i często tworzą dużą część kompleksów biohermalnych. W wielu wypadkach obserwowano zastępowanie w profilu bioherm gąbkowych i bioherm gąbkowych ze słabo rozwiniętymi strukturami mikrobialnymi przez opisywany typ facjalny.

Biohermy mikrobialitowe (M na fig. 2 i 3) są zbudowane prawie wyłącznie ze struktur mikrobialnych. Są to zarówno trombolity i leiolity, jak i grube powłoki stromatolitowe. Struktury mikrobialne stanowią ponad 80% skały. Mumie gąbek krzemionkowych właściwie nie występują w ich obrębie. W biohermach mikrobialitowych spotyka się organizmy inkrustrujące powierzchnię struktur mikrobialnych: serpule i otwornice.

Biohermy mikrobialitowe spotyka się prawie wyłącznie ponad innymi typami facjalnymi, przede wszystkim biohermami mikrobialitowo-gąbkowymi. Opisywane biohermy budują często najwyższe partie kompleksów biohermalnych.

Poza czterema typami facjalnymi bioherm gąbkowo-mikrobialitowych, trzy inne typy facjalne są wyraźnie przywiązane do kompleksów biohermalnych.

Okołobiohermowe wapienie ziarniste (D na fig. 3) są zbudowane z okrągłych i wydłużonych ziaren mikrytowych o kłaczkowatej teksturze o średnicach 1-2 mm. Ziarna te są fragmentami struktur mikrobialnych i w mniejszym stopniu gąbek krzemionkowych, wyniesionych z kompleksów biohermalnych. Ziarna stanowią około 50% objętości skały. Większe ziarna występują sporadycznie. W skałach występują także muszle ramienionogów i płytki szkarłupni. Elementy szkieletowe stanowią do 10% objętości skały. Tło wapieni ziarnistych jest przeważnie mikrytowe, choć w pobliżu bioherm spotyka się także wapienie ziarniste o tle sparytowym. Okołobiohermowe wapienie ziarniste występują powszechnie i tworzą pierścienie oraz nieciągłe warstwy wokół bioherm gąbkowo-mikrobialitowych i kompleksów biohermalnych. W miarę oddalania się od bioherm, zawartość ziaren

spada, jednak frakcja ziaren nie zmienia się znacząco.

W okołobiohermowych wapieniach ziarnistych opisano małe soczewkowate ciała bioherm mikrobialitowych.

Wapienie uławiczone (B na fig. 3) podścielają i otaczają biohermy gąbkowo-mikrobialitowe. Są to monotonne facje zbudowane z mikrytu zawierającego drobne peloidy, nieliczne ramienionogi i mumie gąbek krzemionkowych. W odsłonięciach, gdzie można obserwować początek rozwoju bioherm gąbkowo-mikrobialitowych zwraca uwagę występowanie skupisk mumii gąbkowych bezpośrednio pod spągiem budowli.

Budowle koralowcowe (C na fig. 2 i 3) charakteryzują się licznym występowaniem kolonii i fragmentów koralowców, nieobecnych w biohermach opisanych powyżej. Występowanie budowli koralowcowych i osadów powstałych z ich niszczenia zaobserwowano w dwóch odsłonięciach (patrz fig. 2: Bielawy i Julianka) i w obu przypadkach mają one tą samą pozycję stratygraficzną (dolny kimeryd). Granica pomiędzy biohermami gąbkowo-mikrobialitowymi a budowlami koralowcowymi ma naturę erozyjną.

ZMIANY FACJI BIOHERM

Figura 2 przedstawia schematy występowania facjalnych typów bioherm w opisywanych odsłonięciach. W większości bioherm występuje kilka następujących po sobie w profilu pionowym typów facjalnych. Typy te także zazębiają się obocznie. Analizując schematy rozmieszczenia facji w biohermach można zauważyć, że w wielu wypadkach istnieje wyraźny trend zmian. Biohermy, w których składzie zasadniczą rolę odgrywają mumie gąbek są zastępowane w profilu pionowym przez biohermy z coraz większym udziałem struktur mikrobialnych, natomiast przejścia od bioherm ze znacznym udziałem struktur mikrobialnych do bioherm gąbkowych właściwie nie występują.

Odsłonięcia, w których można prześledzić pełen rozwój biohermy, od jej powstania po zanik, występują sporadycznie, dlatego pełny, idealny cykl rozwoju można wywnioskować porównując wiele

profilu. Cykl ten (fig. 3) rozpoczyna się od skupisk mumii gąbek krzemionkowych w wapieniach uławiczonych. Ponad takimi skupiskami występują biohermy gąbkowe, charakteryzujące się już budową masywną i niewielkim udziałem struktur mikrobialnych. W biohermach gąbkowych, ku górze profilu, pojawia się coraz więcej struktur mikrobialnych; tworzą się biohermy gąbkowe ze słabo rozwiniętymi strukturami mikrobialnymi. Dalszy wzrost ilości struktur mikrobialnych prowadzi do przekształcenia bioherm w biohermy mikrobialitowo-gąbkowe. Eliminacja ze składu mumii gąbek krzemionkowych powoduje kolejną zmianę – powstanie bioherm mikrobialitowych.

Podobny przebieg zmian w obrębie bioherm jest notowany w górnourajskich biohermach w Hiszpanii (Oloriz i Rodriguez-Tovar 1999). W południowej Francji początek rozwoju bioherm jest taki jak opisany powyżej, jednak w górnej części występuje ponowny rozwój bioherm ze znacznym udziałem mumii gąbek krzemionkowych (Gaillard 1983). Należy jednak zaznaczyć, że Gaillard opisywał biohermy o miąższości kilku metrów, czyli znacznie mniejsze niż typowe biohermy występujące na terenie Polski.

Podobne następstwo zmian facjalnych typów bioherm w profilach pionowych zostało opisane wcześniej z terenu Polski południowej z odsłonięć nie komentowanych w niniejszym artykule (Krajewski i Matyszkiewicz 2004; Matyszkiewicz i in. 2004).

Poza zmianami zawartości mumii gąbek krzemionkowych i struktur mikrobialnych w górę profilu można zauważyć również spadek ilości tła mikrytowego, głównie na rzecz struktur mikrobialnych.

Zmiany facjalne zachodziły w poszczególnych biohermach niezależnie od zmian w pozostałych budowlach. Porównanie składu precyzyjnie datowanych profili bioherm (fig. 2) pozwala dostrzec, że każda z bioherm przechodzi cykl rozwoju w innym tempie i w różnym przedziale stratygraficznym. W poszczególnych interwałach stratygraficznych występują biohermy o całkowicie odmiennym składzie. Dotyczy to także bioherm sąsiadujących ze sobą geograficznie. Także w obrębie poszczególnych bioherm, w danym przedziale stratygraficznym różne typy facjalne zazębiały się ze sobą.

Jedyną zmianą związaną z konkretnym interwałem stratygraficznym jest pojawienie się budowli koralowcowych. Nastąpiło to w dolnym

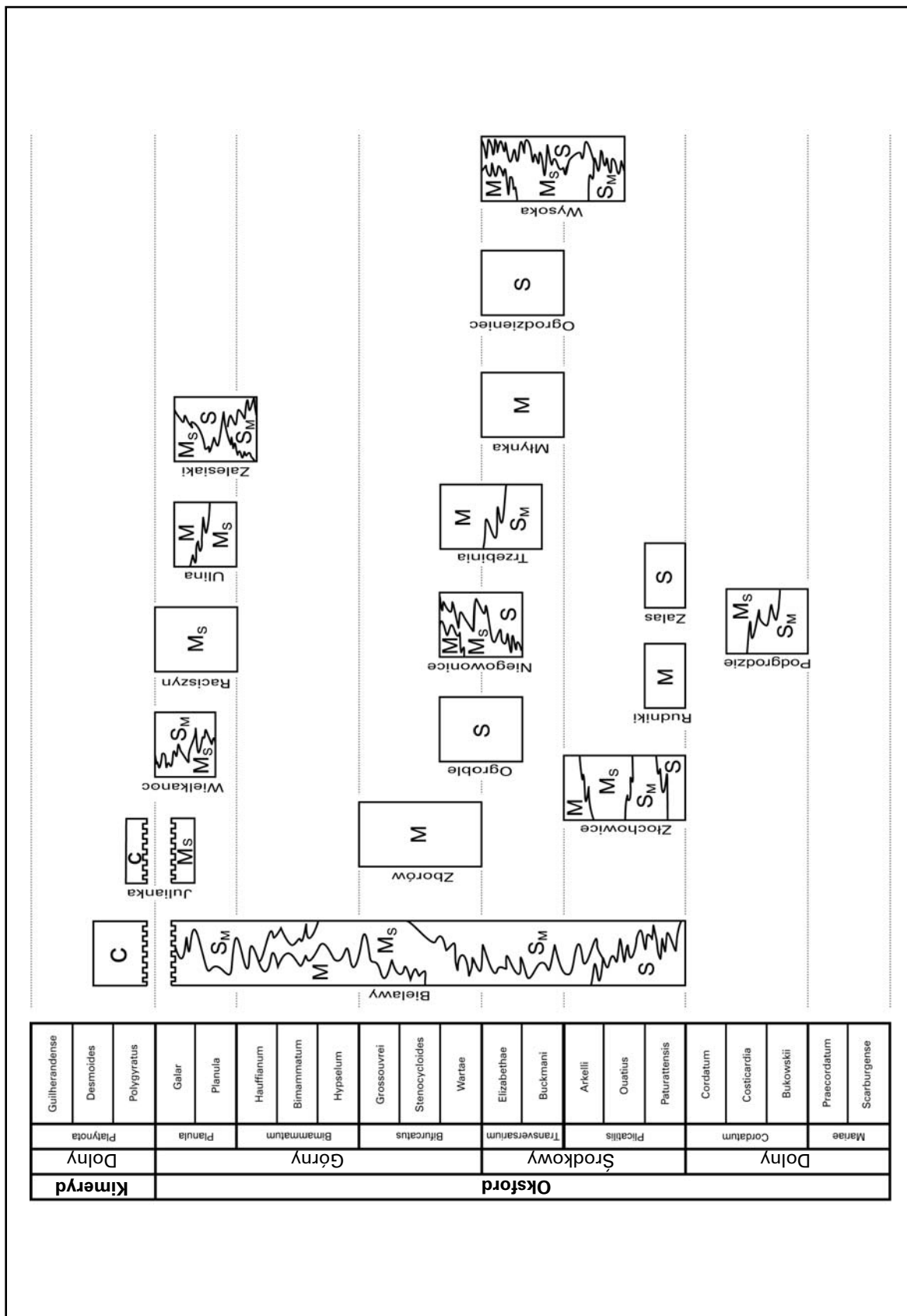


Fig. 2. Typy facjalne i stratygrafia badanych bioherm: S – biohermy gąbkowe, SM – biohermy gąbkowe ze słabo rozwiniętymi strukturami mikrobialnymi, Ms – biohermy mikrobialitowo-gąbkowe, M – biohermy mikrobialitowe, C – budowle koralowcowe; stratygrafia na podstawie: Glowniak 2000; Gutowski 1998; Ineson i in. 1998; Kutek i in. 1977; Matyja i Tarkowski 1981; Matyja i Wierzbowski 1992; Trammer 1989; Wierzbowski 1978; Wierzbowski i in. 1992.

kimerydzie i mogło być związane ze zmianą poziomu morza (Wierzbowski i in. 1992).

INTERPRETACJA ZMIAN FACJALNYCH W BIOHERMACH

Z powyższych danych wynika brak regularności rozwoju bioherm odnoszącej się do całego basenu (fig. 2). Należy przyjąć, że zmiany składu budowli nie wynikały z działania czynników regionalnych czy globalnych. Zmiany te muszą być wywołane czynnikami oddziałującymi tylko w obrębie pojedynczej biohermy. Czynniki te powodowały stały rozwój struktur mikrobialnych i stopniową eliminację gąbek krzemionkowych w biohermach tak, że pierwotnie gąbkowe biohermy z czasem przekształcały się w biohermy mikrobialitowe. Stan równowagi mógł być także osiągnięty na dowolnym etapie rozwoju bioherm, powodując na przykład tworzenie rozległych bioherm mikrobialitowo-gąbkowych.

MODEL ROZWOJU BIOHERM GĄBKOWO-MIKROBIALITOWYCH

Jeżeli przyczyny zmian w składzie bioherm nie mają podłoża regionalnego lub globalnego, należy ich szukać w samym mechanizmie wzrostu budowli. Wzrost ten jest kontrolowany przez czynniki ekologiczne, czyli procesy życiowe głównych budowniczych bioherm: gąbek krzemionkowych i zespołów mikroorganizmów tworzących struktury mikrobialne. Zdaniem autora zmiany zachodzące w składzie bioherm były wywołane interakcjami ekologicznymi pomiędzy gąbkami a mikroorganizmami.

Rozwój bioherm (fig. 3) rozpoczynał się od powstania skupisk gąbek krzemionkowych na dnie morza (Gaillard 1983). Powstanie takich skupisk mogło mieć podłoże ekologiczne jak i być przypadkowe. Gąbki mogące zasiedlać miękkie podłoże (Trammer 1989), po śmierci same stanowiły twarde podłoże dla innych organizmów inkrustujących, które nie mogły zasiedlać miękkiego dna. Mikroorganizmy inkrustujące obumarłe gąbki tworzyły na nich biosedymentacyjne struktury mikrobialne ulegające bardzo wczesnej lityfikacji (Matyja 1977). Zdaniem autora wzrost skupisk gąbek powodował powstawanie coraz większej powierzchni utwardzonej dostępnej do zasiedlenia dla mikroorgani-

zmów; sedymentacja biogeniczna uległa przez to przyspieszeniu.

W momencie zasiedlenia powierzchni gąbek przez mikroorganizmy zaczął tworzyć się relief dna, który wraz z rozwojem biohermy stopniowo wzrastał. Drobne fragmenty struktur mikrobialnych, które uległy oderwaniu od powierzchni biohermy były wynoszone poza obręb budowli i tworzyły okołobiohermowe wapienie ziarniste. Z fragmentów struktur mikrobialnych mogły rozwijać się w obrębie wapieni ziarnistych potomne budowle mikrobialitowe (Ostrowski 2000).

Szybszy wzrost wcześniej lityfikowanych struktur mikrobialnych powodował względny wzrost powierzchni twardej, dostępnej do zasiedlenia dla mikroorganizmów i spadek powierzchni zajętej przez miękkie osady mikrytowego ła. Mikroorganizmy zasiedlały coraz większą powierzchnię biohermy. Gąbki rozwijające się niezależnie od dostępności twardego podłoża nie nadały za coraz szybciej rozwijającą się sedymentacją mikrobialną i stopniowo były eliminowane. W składzie bioherm zaczęły dominować struktury mikrobialne, a gąbki i inne organizmy występowały sporadycznie.

Lateralny rozwój bioherm mikrobialitowych został zatrzymany – miękkie osady otaczające biohermy nie mógł być zasiedlany przez mikroorganizmy tworzące wcześniej lityfikowane struktury sedymentacyjne. Progradacja bioherm mikrobialitowych mogła zachodzić tylko dzięki rozwojowi potomnych bioherm mikrobialitowych w obrębie okołobiohermowych wapieni ziarnistych.

W wielu przypadkach silny rozwój bioherm gąbkowo-mikrobialitowych prowadził do powstania znacznych elewacji dna. Podczas obniżenia poziomu morza na początku kimerydu, najwyższe partie części z bioherm mogły dostać się w na tyle płytką strefę, prawdopodobnie pomiędzy sztormową a normalną podstawę falowania (Roniewicz 2004), że zostały zasiedlone przez płytkowodne koralowce. Rozwój koralowców nie był jednak kontynuacją rozwoju bioherm gąbkowo-mikrobialitowych. Koralowce zasiedlały już martwe szczyty bioherm (Wierzbowski i in. 1992).

PODSUMOWANIE

W wielu oksfordzkich biohermach centralnej i południowej Polski obserwuje się ciągłe przejście od bioherm gąbkowych do bioherm mikrobialnych w profilu pionowym.

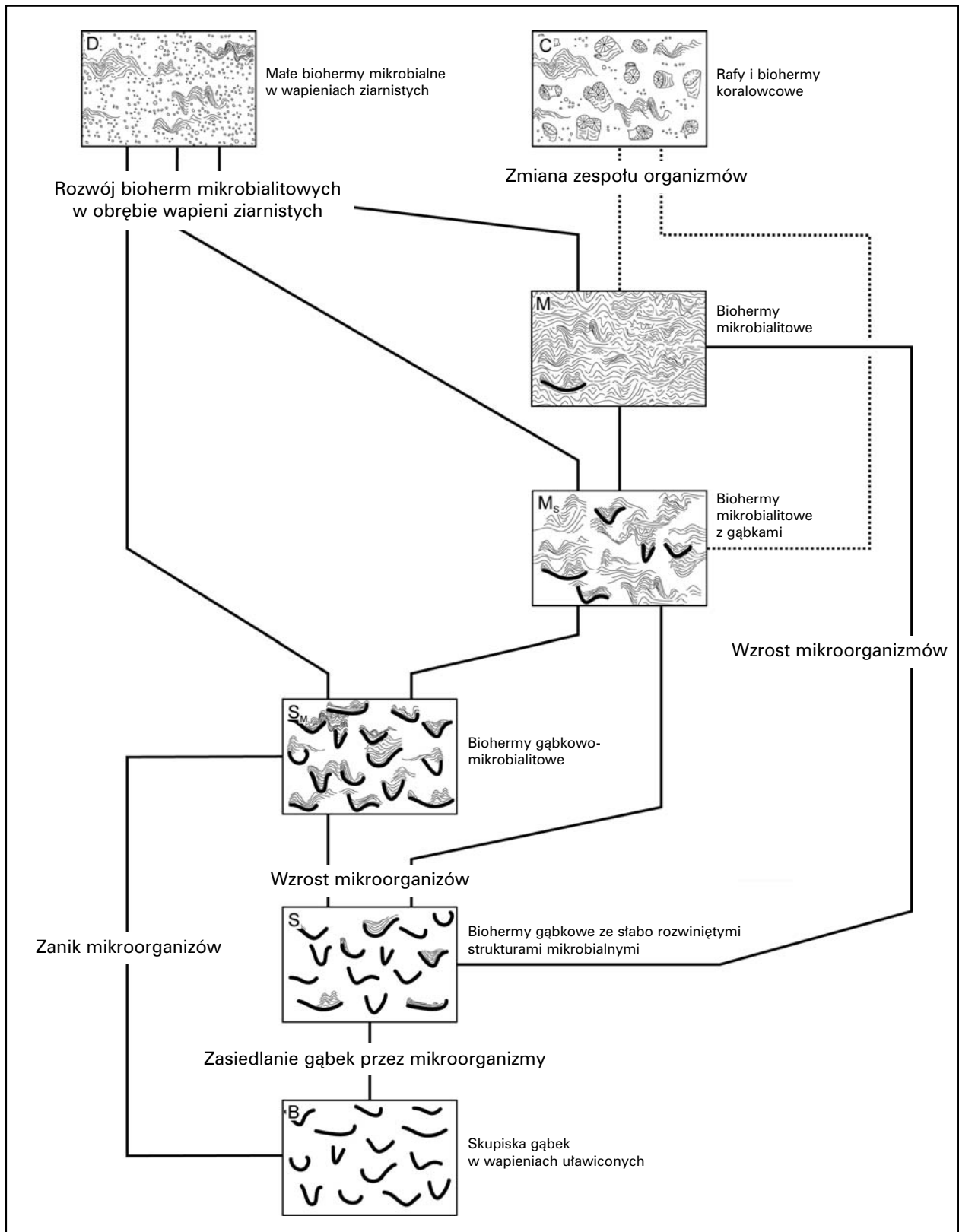


Fig. 3. Model rozwoju bioherm mikrobiałitowo-gąbkowych; B – wapienie utawicone, D – okołobiohermowe wapienie ziarniste, pozostałe objaśnienia jak na figurze 2.

Występowanie różnych typów bioherm w tym samym czasie wskazuje, że rozwój bioherm nie był kontrolowany czynnikami zewnętrznymi w stosunku do bioherm. Czynniki kontrolujące rozwój bioherm miały naturę wewnętrzną i dotyczyły pojedynczych budowli.

Zależności ekologiczne pomiędzy gąbkami krzemionkowymi a zespołami mikroorganizmów tworzącymi struktury mikrobialne były czynnikiem wywołującym zmiany składu bioherm oksfordzkich.

Podziękowania

Praca jest fragmentem rozprawy doktorskiej ukończonej przeze mnie w 2001 roku, której opiekunem był prof. dr hab. B. A. Matyja, któremu serdecznie dziękuję za okazaną pomoc. Dziękuję także prof. dr hab. Stanisławowi Skompskiemu za uwagi do wczesnych wersji artykułu.

LITERATURA

- Cecca F., Azema J., Fourcade E., Baudin F., Guiraud R. i De Wever P. 1993. Early Kimmeridgian palaeoenvironments (146-144 Ma). *W: Dercourt J., Ricou L. E. i Vrielynck B. (red.), Atlas Tethys palaeoenvironmental maps.*
- Cravello P. D. i Harris P. M. 1984. Depositional models for Jurassic reefal buildups. *GCSSEPM Foundation Third Annual Research Conference Proceedings, March 1984.*
- Gaillard C. 1983. Les biohermes a spongiaires et leur environnement dans l'Oxfordien du Jura meridional. *Documents Lyon, 90:* 1-515.
- Główniak E. 2000. The Platysphinctes immigration event in the Middle Oxfordian of the Polish Jura Chain (Central Poland). *Acta Geologica Polonica, 50,* 1: 143-160.
- Gutowski J. 1998. Oxfordian and Kimmeridgian of the northeastern margin of the Holy Cross Mountains, Central Poland. *Geological Quarterly, 42,* 1: 59-72.
- Gwinner M. P. 1976. Origin of the Upper Jurassic Limestones, Swabian Alb. *Contributions to Sedimentology, 23,* 5: 1-76.
- Ineson J. R., Matyja B. A. i Merta T. 1998. Architecture and evolution of sponge bioherm complex in the Oxfordian of north-west Poland. *Mellem-Øvre Jura i Polen. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelses Rapport 1998/14,* 101-115.
- Keupp H., Jenisch A., Herrmann R., Neuweiler F. i Reitner J. 1993. Microbial carbonate crusts – a key to the environmental analysis of fossil spongiolites? *Facies, 29:* 41-54.
- Koch R., Senowbari-Daryan B. i Strauss H. 1994. „Massenkalk Fazies“ of Southern Germany: calcareous sand piles rather than organic reefs. *Facies, 31:* 179-208.
- Krajewski M. i Matyszkiewicz J. 2004. Rozwój i architektura facjalna górnourajskich kompleksów węglanowych w SW części Wyżyny Krakowskiej. *W: Partyka J. (red.), Zróżnicowanie i przemiany środowiska przyrodniczo-kulturowego Wyżyny Krakowskiej. 1:* 27-34. Ojcowski Park Narodowy, Ojców.
- Kutek J., Wierzbowski A., Bednarek J., Matyja B. A. i Zapaśnik T. 1977. Z problematyki stratygraficznej osadów górnourajskich Jury Polskiej. *Przegląd Geologiczny, 8-9:* 438-445.
- Leinfelder R. R. 1993. Upper Jurassic reef types and controlling factors. A preliminary report. *Profil, 5:* 1-45.
- Leinfelder R. R., Nose M., Schmid D. U. i Werner W. 1993. Microbial crusts of the Late Jurassic: composition, palaeoecological significance and importance in reef construction. *Facies, 29:* 195-230.
- Malinowska L. 1967. Biostratygrafia dolnego i środkowego oksfordu Gór Świętokrzyskich. *Biuletyn Instytutu Geologicznego, 209:* 53-112.
- Matyja B. A. 1977. The Oxfordian in the southwestern margin of the Holy Cross Mts. *Acta Geologica Polonica, 27:* 41-64.
- Matyja B. A., Merta T. i Wierzbowski A. 1985. Stratygrafia i litologia utworów jurajskich struktury Zalesia. *W: Kasztelaniec T. (red.), Utwory jurajskie struktury Zalesia na Kujawach i ich znaczenie surowcowe. 19-29,* Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa
- Matyja B. A. i Pisera A. 1991. Late Jurassic European sponge megafacies: general perspective. *3rd International Symposium on the Jurassic Stratigraphy, Poitiers,* 81.
- Matyja B. A. i Tarkowski 1981. Lower and Middle Oxfordian ammonite biostratigraphy at Zalas in the Cracow Upland. *Acta Geologica Polonica, 31,* 1-2: 1-14.
- Matyja B. A. i Wierzbowski A. 1985. Rozwój sedymentacji i zróżnicowanie facjalne w jurze górnej struktury Zalesia. *W: Kasztelaniec T. (red.), Utwory jurajskie struktury Zalesia na*

- Kujawach i ich znaczenie surowcowe. 30-35, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa
- Matyja B. A. i Wierzbowski A. 1992. Zborów Hill, outer zone of the Kroczyce cyanobacteria – sponge biohermal complex. *Oxfordian & Kimmeridgian Joint Working Groups Meeting, Warszawa 1992*, 40-41.
- Matyja B. A. i Wierzbowski A. 1995. Biogeographic differentiation of the Oxfordian and Early Kimmeridgian ammonite faunas of Europe, and its stratigraphic consequences. *Acta Geologica Polonica*, **45**: 1-8.
- Matyja B. A. i Wierzbowski A. 1996. Sea-bottom relief and bathymetry of Late Jurassic sponge facies in Central Poland. *GeoResearch Forum*, **1-2**: 333-340.
- Matyszkiewicz J. 1997. Stromatactis cavities and stromatactis – like cavities in the Upper Jurassic carbonate buildups at Młynka and Zabierzów (Oxfordian, southern Poland). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, **67**: 45-55.
- Matyszkiewicz J. Gadowska A. i Porębska E. 2001. Upper Jurassic carbonate buildups from the Ogródzieniec area (English summary). *Kwartalnik Akademii Górniczo-Hutniczej*, **27**: 219-242.
- Matyszkiewicz J. i Krajewski M. 1996. Lithology and sedimentation of Upper Jurassic massive limestones near Bolechowice, Kraków-Wieluń Upland, South Poland. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, **66**: 285-301.
- Matyszkiewicz J., Krajewski M., Tyc A., Król K., Kędzierski J., Jędrus J. i Świąder J. 2004. Rozwój facjalny górnourajskiego kompleksu Skał Zegarowych koło Smolenia (Wyżyna Krakowsko-Wieluńska). *W: Partyka J. (red.), Zróźnicowanie i przemiany środowiska przyrodniczo-kulturowego Wyżyny Krakowskiej*. **1**: 35-42. Ojcowski Park Narodowy, Ojców.
- Merz-Preiß M. 1997. Facies analysis in Upper Jurassic stromatolites: support by palynological and stable isotope data. *W: Biosedimentology of Microbial Buildups IGCP Project No. 380. Proceedings of 2nd Meeting, Göttingen/Germany 1996 (red. Neuweiler F. i in.)*. *Facies*, **36**: 195-284.
- Olóriz F. i Rodriguez-Tovar F. J. 1999. Biostratigraphic review and ecostratigraphic analysis of the Fuente Alamo Profile (External Prebetic, Betic Cordillera, Spain). *Perfil*, **16**: 73-83.
- Ostrowski S. 2000. Okołobiohermowe węglanowe osady ziarniste a rozprzestrzenianie bioherm. *II Spotkanie Polskiej Grupy Roboczej Systemu Jurajskiego, Jurassica, Starachowice 2001*: 21
- Roniewicz E. 2004. Jurajskie korale w Polsce. *Tomy Jurajskie*, **2**: 83-98.
- Trammer J. 1989. Middle to Upper Oxfordian sponges of the Polish Jura. *Acta Geologica Polonica*, **39**, 1-4: 49-91.
- Wierzbowski A. 1978. Ammonites and stratigraphy of the Upper Oxfordian of the Wieluń Upland, Central Poland. *Acta Geologica Polonica*, **28**, 3: 299-333.
- Wierzbowski A., Matyja B. A. i Sobieraj K. 1992. Julianka, the coral colonization of the cyanobacteria-sponge bioherms at the turn of the Oxfordian and Kimmeridgian. *Oxfordian & Kimmeridgian Joint Working Groups Meeting, Warszawa 1992*, 37-40.
-