

dr hab. Jakub Witkowski, prof. US
Instytut Nauk o Morzu i Środowisku
Uniwersytet Szczeciński
Ul. Mickiewicza 18
70-383 Szczecin
jakub.witkowski@usz.edu.pl

Szczecin, 20 sierpnia 2021

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Agnieszki Kujawy

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska zatytułowana „Bioróżnorodność i kompozycja izotopowa otwornic bentosowych Svalbardu w warunkach atlantyfikacji Arktyki Europejskiej” liczy 148 stron. Zasadniczy tekst rozprawy, wraz z wprowadzeniem, podsumowaniem i wnioskami, przedstawiono na 117 stronach. Tekstowi towarzyszy 18 ilustracji, głównie map i wykresów. Dane liczbowe zawarto w 6 tabelach. Pozostała część rozprawy to obszerny spis literatury, liczący przeszło 230 pozycji, oraz spisy rycin i tabel. Do rozprawy dołączono płytę CD z materiałami uzupełniającymi.

Strona formalna pracy nie budzi żadnych zastrzeżeń. Rozprawę otwiera streszczenie, zarówno w języku polskim, jak też angielskim. Sam właściwy tekst rozprawy podzielony jest na dziewięć części:

Rozdział pierwszy to wstęp, w którym autorka przedstawia tło dla badań przeprowadzonych w ramach rozprawy doktorskiej, a także jasno formułuje naukowy cel rozprawy, z podziałem na cel ogólny oraz służące jego realizacji cele szczegółowe.

W rozdziale drugim przedstawiony jest obszar badań. Autorka najpierw ogólnie omawia archipelag Svalbard, następnie zaś przybliży poszczególne fiordy.

Rozdział trzeci to ogólne informacje dotyczące otwornic, ze szczególnym uwzględnieniem otwornic bentosowych. Autorka przedstawia tu historię ewolucyjną grupy, jej zapis kopalny, podstawy systematyki, biologii i cyklu życiowego Foraminifera, jak również ich użyteczność paleoceanograficzną.

W rozdziale czwartym mgr Kujawa zamieszcza zwięzłą charakterystykę wykorzystanych materiałów, a także zastosowanych metod badawczych, z podziałem na prace terenowe oraz kameralne, i wreszcie metod statystycznych, które zostały wykorzystane do opracowania materiału zgromadzonego podczas badań.

W rozdziale piątym znajdujemy omówienie wyników, z podziałem na warunki oceanograficzne, analizę granulometryczną, oraz samą właściwą analizę zespołów otwornicowych i składu izotopowego skorupki Foraminifera.

Rozdział szósty to obszerna dyskusja. Po niej następuje podsumowanie i wnioski. Ogólnie można zatem powiedzieć, że rozprawę przygotowano zgodnie z klasycznym podziałem pracy naukowej z zakresu nauk przyrodniczych.

Problematyka podjęta przez Autorkę jest bardzo aktualna, dotyczy zmian środowiskowych postępujących w raptownie ocieplającej się Arktyce, która – w niedalekiej przyszłości – może stać się zupełnie pozbawiona pokrywy lodowej. Dotyczy to nie tylko obszarów lądowych, ale także – co szczególnie niepokojące – lodu morskiego. Jednym z wielu przejawów (a jednocześnie jednym z mechanizmów) ocieplania się klimatu w Arktyce jest tzw. atlantyfikacja, czyli powtarzające się ingresje mas wód pochodzenia atlantyckiego do Oceanu Arktycznego. Choć badania oparto na niewielkiej liczbie próbek (17), z każdej próbki Doktorantka wyseparowała średnio ponad 530 osobników Foraminifera. Na podstawie analizy składu taksonomicznego, bioróżnorodności, a także analizy geochemicznej uzyskanych w ten sposób zespołów otwornic bentosowych, Autorka w przekonujący sposób pokazuje, że efekty procesu atlantyfikacji w różnym stopniu czytelne są na wszystkich stacjach badawczych. Jest to poparte analizą statystyczną z wykorzystaniem analizy wieloczynnikowej oraz analizy składowych głównych. W świetle badań mgr Kujawy proces atlantyfikacji jest najbardziej zaawansowany na zachodnim wybrzeżu Spitsbergenu, ale wiele wskazuje na to, że postępuje on w kierunku odwrotnym do ruchu wskazówek zegara, wzdłuż północnych wybrzeży największej wyspy Svalbardu w kierunku wysp wschodniej części archipelagu. Co najważniejsze jednak, badania przedstawione w rozprawie mają charakter pionierski, ponieważ stanowią pierwszą próbę poznania wpływu procesu atlantyfikacji na zespoły otwornic bentosowych Svalbardu, z wykorzystaniem nie tylko tradycyjnych metod taksonomicznych, ale także metod z zakresu geochemii.

Pomimo tej ogólnej dobrej oceny warstwy merytorycznej, przedłożona do oceny rozprawa doktorska budzi jednak kilka zastrzeżeń. Pod wieloma względami tekst rozprawy sprawia wrażenie przygotowanego w pośpiechu. Jedną ze stacji pomiarowych (stacja N) nie jest w ogóle ujęta w omówieniu rejonu badań. W czasie lektury czytelnik napotyka liczne niekonsekwencje, jak na przykład zapis ułamków dziesiętnych zgodnie z konwencją anglosaską (z kropką, w rozdziałach pierwszym i drugim) bądź rodzimą (z przecinkiem, od

rozdziału czwartego do końca pracy). Nie wszystkie cytowane publikacje są wyszczególnione w spisie literatury. Na rycinach przedstawiających skład taksonomiczny, zróżnicowanie czy liczebność Foraminifera (np. Ryc. 5.4 na s. 60, ale także kolejne ryciny w rozdziale piątym) frakcje na wykresie są opisane inaczej niż w objaśnieniach zamieszczonych pod ryciną. Należy także podkreślić liczne niedociągnięcia edytorskie tak w tekście rozprawy, jak też w spisie cytowanej literatury (por. przykłady w końcowej części niniejszej recenzji). O ile tego rodzaju niedociągnięcia nie stanowią o wartości naukowej przedłożonej rozprawy, o tyle w niektórych przypadkach skutecznie dezorientują czytelnika, a w dłuższej perspektywie stanowią swojego rodzaju wizytówkę warsztatu badacza. Zachęcam Autorkę do większej dbałości o stronę redakcyjną tekstów polskojęzycznych na dalszych etapach jej naukowej drogi.

Duży niedosyt wzbudza strona geochemiczna rozprawy mgr Kujawy. Pomimo tego, że tytuł stawia bioróżnorodność oraz analizy geochemiczne na równi („Bioróżnorodność i kompozycja izotopowa...”), Autorka wielokrotnie więcej miejsca w tekście poświęca biologicznym aspektom procesu atlantyfikacji. Czytelnik odnosi wrażenie, że problematyka składu izotopowego skorupki otwornic jest potraktowana po macoszemu. A przecież $\delta^{13}\text{C}$ oraz $\delta^{18}\text{O}$ należą do najważniejszych narzędzi w badaniach dotyczących cyrkulacji oceanicznej. Po raz pierwszy problematyka składu izotopowego skorupki otwornic jest przybliżona we wstępie, na ss. 24-25. Autorka wprowadza tu pojęcie odchylenia (*vital effect*), które nie jest podjęte w dalszej części rozprawy. Czytelnik nie dowiaduje się zatem czy pomiary dokonane podczas badań Doktorantki wymagały korekty pod kątem *vital effect* czy też nie, i ewentualnie jak duża była wprowadzana korekta. Omówienie problematyki stosunków izotopowych przedstawione na s. 40 (w rozdziale „Charakterystyka otwornic”) powtarza znaczną część tego, co powiedziano we wstępie, ale nie wnosi niczego nowego. Również omówienie wyników analiz izotopowych w rozdziale piątym jest zdawkowe i ogranicza się do przedstawienia rozrzutu pomierzonych wartości $\delta^{13}\text{C}$ oraz $\delta^{18}\text{O}$. Wynikom analiz izotopowych Autorka poświęca nieco ponad pół strony, w porównaniu do wielostronicowego omówienia zmienności warunków oceanograficznych, granulometrii, czy wreszcie składu gatunkowego i różnorodności fauny otwornicowej (łącznie ponad 30 stron). Trendy dostrzeżone w zgromadzonych danych izotopowych są omówione bardzo lakonicznie. Również w dyskusji problematyka składu izotopowego skorupki otwornic jest potraktowana skrótowo i niemal bez odniesień do literatury (jedyną cytowaną w tym

kontekście pracą jest Rasmussen i in. 2012). Na przykład na s. 96 dowiadujemy się, że „wyniki analiz izotopów stabilnych $\delta^{18}\text{O}$ oraz $\delta^{13}\text{C}$ [...] wskazują na występowanie warunków atlantyckich w obu fiordach”. Na s. 101 w dyskusji czytelnik dowiaduje się, że „prezentowane wyniki [analiz izotopowych] dobrze korelują się z obserwowanym wpływem AW oraz TAW [...]”, podczas gdy Autorka nie przedstawia żadnej korelacji ani nie porównuje wyników swoich analiz do jakichkolwiek opublikowanych danych. Ściśle rzecz biorąc nie można tu zatem mówić o korelacji. Także w podsumowaniu Autorka stwierdza, że „ $\delta^{18}\text{O}$ osiągnął wysokie wartości, typowe dla środowisk zdominowanych przez AW”. Tymczasem we wcześniejszych częściach rozprawy brak stosownych odniesień do literatury i brak jakiegokolwiek omówienia jaki zakres wartości jest typowy dla mas wód pochodzących z Atlantyku. Brak odniesień do literatury sprawia, że przytoczone fragmenty mają wydźwięk autorytatywnych stwierdzeń zamiast wniosków wypływających z analizy i popartych przykładami. Wyraźnie kontrastuje to z częścią biologiczną dyskusji, napisaną w sposób bardzo wyważony i popartą licznymi odniesieniami do literatury.

Na przestrzeni całej rozprawy pojawiają się niepoprawne sformułowania dotyczące składu izotopowego skorupki otwornic, takie jak „nie wykazywały wyraźnego trendu zmian w stabilnym składzie izotopowym” (s. 82) czy „zawartość izotopu $\delta^{13}\text{C}$ ” (na przykład na ss. 82, 102 oraz 109), bądź też „kompozycja stabilnych izotopów $\delta^{13}\text{C}$ oraz $\delta^{18}\text{O}$ ” (ryc. 5.13). Takie izotopy nie istnieją. Wszystko to budzi wątpliwości co do tego czy włączenie analiz izotopowych w zakres wykonywanych badań było zasadne. W pracy, która stawia sobie za cel analizę składu izotopowego, brakuje mimo wszystko odpowiedzi na pewne pytania. Czy na podstawie literatury można wyznaczyć zakresy wartości izotopowych wiążących się z poszczególnymi masami wód rozpoznanymi w toku badań Doktorantki, szczególnie z wodami pochodzącymi z Atlantyku? Jeśli tak, to do jakich wniosków prowadzi porównanie wartości $\delta^{13}\text{C}$ oraz $\delta^{18}\text{O}$ uzyskanych w niniejszej rozprawie?

Drugim elementem badań przeprowadzonych na potrzeby rozprawy była analiza granulometryczna. Jej wyniki są wprawdzie omówione nieco obszerniej niż dane izotopowe, ale w dyskusji Autorka odwołuje się do granulometrii zaledwie kilkakrotnie, za każdym razem niejako w dopowiedzeniu do głównego toku rozumowania. Momentami trudno określić czy Autorka powołuje się na analizy granulometryczne innych badaczy, czy też na własne pomiary (np. s. 89). Oczywiście jest, że analiza granulometryczna pełni niejako rolę służebną wobec pozostałych zastosowanych analiz. Tymczasem w rozdziale piątym („Wyniki”) Autorka

umieściła analizę granulometryczną na drugim miejscu, przed analizą zespołów otwornicowych, a także przed analizą izotopową, co sugeruje, że granulometria jest ważniejsza niż elementy wskazane w tytule rozprawy. Czy dane granulometryczne zgromadzone w trakcie badań można było wykorzystać przy omawianiu ilości zawiesiny na poszczególnych stacjach w podrozdziale 6.1 (na przykład s. 85)? Przeprowadzone badania granulometryczne zostałyby w ten sposób nieco bardziej wyeksponowane w spójnym i interesującym wywodzie, który Autorka zamieszcza w dyskusji.

Poza licznymi znamionami pośpiechu i omówionymi powyżej przejawami niekonsekwencji, należy dodać, że tekst rozprawy utrzymany jest w bardzo dojrzałym tonie. Autorka najwyraźniej dobrze orientuje się w poruszanej problematyce, nawiązuje do zróżnicowanej literatury, obejmującej zarówno nieco starsze pozycje, jak też prace zupełnie nowe. Szczególnie dobrze widać to w przekonującym i dobrze napisanym wstępie. W uzasadnionych wypadkach Autorka odnosi się do prac innych autorów krytycznie, co również podkreśla naukową dojrzałość mgr Kujawy, co z kolei dobrze widać w obszernej dyskusji. Praca niewątpliwie prezentuje nowe dane dotyczące mikrozoobentosu archipelagu Svalbard, może stanowić także punkt odniesienia dla prac paleoceanograficznych podejmowanych w przyszłości, a dotyczących wlewów wód z Atlantyku do basenu Oceanu Arktycznego.

Poniżej zamieszczam bardziej szczegółowe uwagi, odwołując się do konkretnych fragmentów tekstu.

1. Nie wszystkie skróty zastosowane we wstępie (szczególnie te dotyczące nazewnictwa mas wodnych) są zdefiniowane w tekście (np. TAW, WCW, s. 13). Angielski termin „proxy” można tłumaczyć na polski jako „wskaźnik” (s. 12).
2. W rozdziale drugim („Rejon badań”) brakuje omówienia jednej ze stacji badawczych, określanej jako N (w większości przypadków). Stacja ta jest natomiast wzmiankowana wielokrotnie w tekście rozprawy.
3. W rozdziale czwartym, piątym i kolejnych używana jest osobliwa terminologia dotycząca analizy składowych głównych. Metoda ta jest przez Autorkę określana jako „analiza PC”, natomiast same składowe główne są określane tym samym skrótem PC. Na przykład na s. 74 spotykamy następujący zapis: „Analiza głównych składowych (PC) wyjaśniła [...] Każdy PC był określany przez gatunek dominujący oraz gatunki akcesoryczne. PC były określane jako zgrupowania [...]”. Większość prac

anglojęzycznych z zakresu nauk przyrodniczych, w których stosowana jest ta metoda statystyczna, posługuje się skrótem „PCA” na określenie samej metody, i skrótem „PC” na określenie składowych głównych. Z pewnością wielu polskich badaczy napotyka trudności terminologiczne przy pisaniu tekstów polskojęzycznych (publikujemy w końcu prawie wyłącznie po angielsku), ale dobrą praktyką w pisaniu tekstów naukowych jest kierowanie się komfortem czytelnika. Jednym z elementów składających się na budowanie takiego komfortu jest konsekwentne stosowanie skrótów, dzięki czemu czytelnik może swobodnie nadążać za tokiem rozumowania autora.

4. Rozdział piąty: Jak wspomniano wyżej, na rycinach przedstawiających skład taksonomiczny, zróżnicowanie czy liczebność Foraminifera (np. Ryc. 5.4 na s. 60, ale także kolejne ryciny w rozdziale piątym) frakcje na wykresie są opisane inaczej niż w objaśnieniach zamieszczonych pod ryciną. Tabele 5.1 oraz 5.2, przedstawiające wyniki analizy składowych głównych są podpisane jako analiza wieloczynnikowa. Podobne nieścisłości pojawiają się w podpisie do ryc. 5.12. W nagłówku tab. 5.3 Autorka podaje wzorzec, ale nie podaje jednostki (‰), w której wyrażone jest odchylenie od wzorca.
5. Rozdział szósty: nieścisłości w cytowaniach Wheeler i in. (1996) – czy na pewno właściwa praca jest wyszczególniona w spisie literatury? Wątpliwości również co do Brown i in. (2013) i Rudels i in. (1999). Czy w spisie literatury figurują właściwe prace?
6. Niedociągnięcia redakcyjne są widocznie również w spisie literatury. Drobne odstępstwa od kolejności alfabetycznej, brak wydawców w niektórych pozycjach (Rudels 2009), brak indeksów górnych (Shackleton i Opdyke 1973). Pozycja Görlich (1988) na s. 125 oraz Wheeler i in. (1996) na s. 141 – czy te publikacje dotyczą Svalbardu? Brak prac Jennings i Helgedottir (1994), cytowanej na s. 105 oraz Patterson i in. (2000), cytowanej na s. 99.

Podsumowując, rozprawa doktorska mgr Agnieszki Kujawy stanowi samodzielne i oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, zgodnie z Art. 13 pkt 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami). Tym samym pozytywnie oceniam rozprawę

doktorską mgr Agnieszki Kujawy i wnoszę do Rady Naukowej Instytutu Oceanologii PAN o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.