



**INSTYTUT BOTANIKI im. WŁADYSŁAWA SZAFERA
POLSKIEJ AKADEMII NAUK**

ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków

tel. [48] 12 42 41 700; fax [48] 12 421 97 90

WWW: <http://www.botany.pl>

Dr hab. Agnieszka Wacnik, prof. IB PAN

Kraków, 14.10.2024 r.

Instytut Botaniki im. W. Szafera

Polskiej Akademii Nauk

ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków

Wpłynęło dnia

2024 -10- 21

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Magdaleny Jelonek

**pt. „Rekonstrukcja paleośrodowiska na podstawie analizy pyłkowej lodu jaskiniowego –
studium na przykładzie Dobszyńskiej Jaskini Lodowej (Słowacja)”**

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska Pani mgr Magdaleny Jelonek została przygotowana w Instytucie Nauk Geologicznych, na Wydziale Geografii i Geologii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie, pod kierunkiem promotora prof. dr. hab. Michała Gradzińskiego oraz promotora pomocniczego dr. Jacka Madei.

Ocena formalna rozprawy

Rozprawa doktorska została sporządzona w formie monografii, napisanej w języku polskim i liczącej 187 stron. Składa się na nią jednostronicowe Streszczenie i Abstract (w języku angielskim) oraz osiem rozdziałów, w większości podzielonych na kilka podrozdziałów. Rozprawa zawiera wszystkie niezbędne elementy, w sposób usystematyzowany prezentujące wykonane badania, począwszy od nakreślenia tła i aktualnego stanu rozpoznania podejmowanych zagadnień badawczych oraz sformułowania kluczowych celów, przez scharakteryzowanie metodyki i materiału źródłowego do analiz, wnioskowanie na temat 1300-letniej ewolucji środowiska w późnym holocenie w oparciu o wyniki współczesnego rocznego monitoringu pyłkowego i analiz paleopalinologicznych prób lodu jaskiniowego, aż po ich skonfrontowanie z niezależnymi źródłami paleoklimatycznymi, historycznymi i współczesnymi danymi o rozwoju turystyki w jaskini. Pomimo kompletności i właściwej struktury rozprawy, rozdziały różnią się poziomem szczegółowości zawartych w nich treści, niekiedy też zawierają zbędne powtórzenia.

Tytuł pracy nie w pełni odzwierciedla zakres tematyczny rozprawy. Koncentrując się na rekonstrukcji paleośrodowiska nie uwzględnia ważnej kwestii jaką jest monitoring współczesnego opadu pyłku w jaskini i w jej bezpośrednim sąsiedztwie. Brakuje w nim też określenia ram czasowych opracowania.

Rozdziały od 1 do 3 mają charakter wprowadzający. **W Rozdziale 1** Autorka przedstawiła szereg ogólnych informacji dotyczący podstaw palinologii jako nauki, monitoringu pyłkowego, spektrum możliwości stosowania metody i wyciągania wniosków w zakresie uwarunkowań klimatycznych i antropogenicznych przemian dawnej szaty roślinnej.

Przedstawiła też przegląd wcześniejszych badań pyłku ekstrahowanego z lodu jaskiniowego z różnych stanowisk europejskich. Ponadto podkreśliła unikalny charakter badań, związany zarówno ze specyficznością badanego materiału, jak i z włączeniem do interpretacji paleośrodowiskowych danych ze współczesnego monitoringu pyłkowego jako novum w tego typu studiach. Niezbyt trafny jest tytuł podrozdziału 1.1., który definiuje przyjęty w rozprawie podział chronologiczny i charakteryzuje warunki klimatyczne odpowiadające wyróżnionym okresom, co jest do pewnego stopnia powieleniem treści zawartych w dyskusji wyników. Podrozdział 1.2. zawiera opis budowy ziaren pyłku i zarodników, w szczególności cech dystynktywnych ich budowy morfologicznej wykorzystywanych podczas identyfikacji przynależności taksonomicznej sporomorf do typów morfologicznych, wielkości ich produkcji i sposobów dyspersji. Doktorantka nie zachowała przyjętego w innych rozdziałach schematu podziału treści, pozostawiając część tekstu wyłączonej z podrozdziałów, co sprawia wrażenie, że układ nie został właściwie przemyślany. Uzasadnione byłoby wyodrębnienie podrozdziału 1.3. dotyczącego historii badań palinologicznych depozytów jaskiniowych (lodu, mineralno-organicznych osadów jaskiniowych czy guana nietoperzy), w szczególności z terenu Karpat oraz kolejnego podrozdziału 1.4. prezentującego cele badań oraz stawiane hipotezy.

Rozdział 2 zawiera szczegółowe informacje na temat lokalizacji jaskini na terenie Parku Narodowego Słowacki Raj, w środkowo-wschodniej części Słowacji, charakterystykę jej powstania, wielkości i budowy. Szczególna uwaga została zwrócona na kwestię dystrybucji lodu zalegającego w jaskini, na temat jego miąższości, wieku, tempa przyrostu oraz na dogłębną charakterystykę mikroklimatu panującego obecnie w Dobszyńskiej Jaskini Lodowej. Informacje opisowe uzupełniają czytelne i dobrze przemyślane schematy, obrazujące m.in. występowanie zalodzeń i różnic sezonowych w kierunkach i dynamice przepływu powietrza. Schematy i zdjęcia z rozlokowania prób palinologicznych, zarówno pułapek na opad, kanistrów na wodę infiltracyjną (Fig. 2.1.), jak i prób pobranych z monolitu lodowego (Fig. 2.2. – 2.4.), tematycznie odpowiadają bardziej Rozdziałowi 3 dedykowanemu metodyce i tam powinny się moim zdaniem znaleźć. Odrębna treściowo część prezentująca współczesną faunę jaskiniową zamykająca podrozdział 2.1. mogłaby zostać wydzielona jako osobny podrozdział. W podrozdziale 2.2. zaprezentowana została historia rozwoju turystyki od odkrycia jaskini w 1870 r. do chwili obecnej, jako tło późniejszych rozważań nad wpływem człowieka na skład palinoflory. W podrozdziale 2.3. znalazły się informacje o roślinności współczesnej rosnącej w otoczeniu jaskini.

Rozdział 3 opisuje przebieg prac terenowych wykonanych przez Doktorantkę, tzn. zbiór prób do sezonowego monitoringu opadu pyłku z powietrza i wody w okresie od grudnia 2018 do grudnia 2019 roku, pobranie prób palinologicznych z monolitu lodowego w Korytarzu Ruffiny'ego oraz makroszczątków organicznych (głównie pozostałości nietoperzy) do datowań radiowęglowych techniką AMS. W dalszej części zamieszczony został opis obróbki chemicznej prób pyłkowych oraz procedury datowania szczątków zwierzęcych i kalibracji ich wyników. Mam wątpliwość czy Tabele 3.3. i 3.4. powinny znaleźć się w tym rozdziale skoro zawierają wyniki datowania prób. Należałoby rozważyć ich przeniesienie do Rozdziału 4. Nie znalazłam też wzmianki o sporządzeniu procentowego diagramu pyłkowego, który znajduje się w

kolejnym rozdziale (Fig. 4.9). Szkoda, że nie został zamieszczony schematyczny kalendarz pylenia głównych taksonów, co by ułatwiło analizę przyczyn sezonowych różnic w opadzie pyłku w jaskini i uwiarygodniło późniejsze interpretacje.

W **Rozdziale 4** Autorka omówiła wyniki badań własnych uzyskane w trakcie analizy pyłkowej rocznego opadu pyłku z powietrza i wody infiltracyjnej wraz z charakterystyką składu taksonomicznego i ilościowego sporomorf w próbach (Tab. 4.1. – 4.5.). Bardzo dobrą formą zilustrowania różnic ilościowych w dystrybucji mikropozostałości roślinnych w pułapkach w ujęciu sezonowym są schematy z zaznaczonym rozkładem liczebności pyłku i zarodników w próbach na planie jaskini (Fig. 4.1 i 4.2.). Natomiast różnice w składzie taksonomicznym i w udziałach procentowych taksonów spektrów czytelnie prezentują cyklogramy, wykreślone niezależnie dla sumy 11 prób z jaskini i 1 próby z sąsiedztwa jaskini (Fig. 4.3. i 4.4.). Podrozdział 4.2. dedykowany jest analizie oznaczeń wieku radiowęglowego prób organicznych datujących lód jaskiniowy, a kolejny 4.3., konstrukcji 4 alternatywnych modeli wiek-głębokość wraz z przypisaniem prawdopodobnego wieku próbom paleopalinologicznym. W ostatnim podrozdziale 4.4. omówione są wyniki studiów palinologicznych prób kopalnego lodu, zestawione również w formie tabeli (Tab. 4.8.) i diagramów wykreślonych na skali wiekowej (Fig. 4.8. i 4.9.).

Rozdział 5 to najbardziej rozbudowana część rozprawy, licząca 66 stron i zawierająca wielowątkową dyskusję wyników. Początkowe podrozdziały 5.1. – 5.3. koncentrują się na: czynnikach wpływających na współczesny opad pyłku w jaskini o dynamicznej cyrkulacji, w szczególności na: związku pomiędzy zmieniającą się cyrkulacją powietrza w jaskini a dystrybucją sporomorf w próbach w poszczególnych sezonach; analizie dróg i kierunków transportu sporomorf, scharakteryzowaniu roli człowieka i zwierząt w zawlekanii pyłku oraz roli przesączającej się wody do wnętrza jaskini jako mniej wydajnego wektora transportującego pyłek; wykazaniu związku pomiędzy składem spektrów w jaskini a składem roślinności w jej otoczeniu i związku pomiędzy składem taksonomicznym prób z kalendarzem pylenia taksonów. W dalszych podrozdziałach 5.4. i 5.5. analizowana jest kwestia stanu zachowania sporomorf i możliwej redepozycji. Podrozdziały 5.6. i 5.7. prezentują kopalny zapis pyłkowy z lodu jaskiniowego na tle regionalnym. Całość tekstu jest odpowiednio zilustrowana rycinami wykazującymi różnice w akumulacji pyłku w pułapkach zależnie od sezonu w relacji do kierunku przepływu powietrza w jaskini oraz zmienne tempo akumulacji lodu w odniesieniu do okresów ocieplenia i ochłodzenia klimatu w ciągu ostatnich ok. 1300 lat.

Rozdział 6 prezentuje najważniejsze wnioski z badań zamieszczone na dwóch stronach pracy.

Rozdział 7 to 31 stron spisu literatury, na który składają się głównie artykuły w języku angielskim i słowackim, a rzadziej w językach polskim, francuskim i niemieckim, istotne dla tematyki badań studiów paleośrodowiskowych, paleoklimatycznych i geologii. Znajdują się w niej zarówno klasyczne, starsze opracowania, szczególnie dotyczące podstaw metody analizy pyłkowej i początków badań Dobszyńskiej Jaskini Lodowej. Przeważają jednak nowsze publikacje. Pracę zamyka **Rozdział 8**, który jest właściwie aneksem gdyż zawiera spis nazw łacińskich taksonów różnej rangi oznaczonych przez Doktorantkę w próbach palinologicznych.

Ocena merytoryczna rozprawy

Doktorantka sformułowała w pracy dwa równorzędne i powiązane ze sobą cele badawcze, tj. (1) określenie przebiegu współczesnej depozycji i dystrybucji pyłku i zarodników w tej jaskini jako podstawy interpretacji danych kopalnych oraz (2) rekonstrukcję warunków środowiskowych późnego holocenu na podstawie analiz sporomorf zachowanych w warstwowanym lodzie jaskiniowym w Dobszyńskiej Jaskini Lodowej. Autorka nie zaproponowała hipotez badawczych do weryfikacji. Proszę zatem o odniesienie się do tej kwestii. Drogą do realizacji wspomnianych celów były analizy palinologiczne (1) prób współczesnych, pochodzących z pułapek na opad pyłku z powietrza, zainstalowanych wewnątrz i w bezpośrednim sąsiedztwie jaskini oraz prób wody przesączającej się do jaskini, a także (2) prób kopalnych z lodu jaskiniowego.

Przeprowadzony przez Doktorantkę roczny monitoring współczesnego opadu pyłku jest raczej krótkotrwały, jeśli mamy na uwadze, że okres pylenia i wielkość produkcji pyłku jest związany z warunkami pogodowymi. Wydłużenie okresu monitoringu o kolejne lata i posłużenie się w interpretacjach uśrednionymi wynikami byłoby dobrym sposobem zminimalizowania wpływu rocznych anomalii pogodowych na interpretacje danych paleopalinologicznych. Równocześnie chcę podkreślić, że już samo przeprowadzenie tego typu studiów, niezwykle rzadko dotąd wdrażanych, uważam za cenną inicjatywę Doktorantki, umożliwiającą pełniejsze spojrzenie na czynniki kształtujące kopalne depozyty pyłku akumulowane w konkretnych częściach jaskiń, szczególnie tych o dynamicznej cyrkulacji. Należy zauważyć, że kluczową rolę w badaniach współczesnej depozycji odegrało dobre rozpoznanie, dostępność oraz umiejętność wykorzystania danych na temat kierunków i intensywności przepływu powietrza, co umożliwiło stworzenie wykresów obrazujących różnice ilościowe i taksonomiczne sporomorf i wskazanie przyczyn różnic w depozycji notowanych wewnątrz jaskini. Istotnym wynikiem badań było stwierdzenie, że we współczesnym opadzie dominuje pyłek i zarodniki transportowane w powietrzu i zawlekane przez turystów, a w mniejszym zakresie ten migrujący z przesączającą się wodą. Autorka zwróciła uwagę, że zwierzęta (nietoperze) były też potencjalnym źródłem pyłku, niemniej nie podjęła próby potwierdzenia tej tezy, np. poprzez poddanie analizom palinologicznym fragmentów makroszczątków przekazanych do datowań. Proszę o sprecyzowanie czy takie badania były rozważane przez Doktorantkę? Interesująca jest też kwestia wielkości prób lodu poddanych analizom. Dlaczego nie pobrano prób o większej objętości lodu niż ok. 5 cm (zapewne 5 cm³ ?), co zagwarantowałoby wyższą liczebność i różnorodność pyłku? Dlaczego też nie analizowano koncentracji pyłku w próbach przy zastosowaniu tabletek z indykatorem (Stockmarr 1971), które dodatkowo wsparłyby interpretacje ewentualnych wahań liczebności pyłku, np. związane z pogorszeniem warunków klimatycznych. Doktorantka wykazała się bardzo dobrą znajomością sporomorf oznaczając liczne typy morfologiczne.

Badaniami objęty został materiał z dotąd nieopracowanego pod kątem paleobotanicznym stanowiska jaskiniowego. Sam charakter badań z punktu widzenia

rekonstrukcji paleośrodowiskowych jest unikalny. Badacze jedynie sporadycznie sięgają do depozytów pyłku z lodu jaskiniowego jako zapisów archiwalnych, zarówno ze względu na małą dostępność tego typu materiałów, jak i niską liczebność pyłku oraz wpływ różnorodnych czynników (m.in. rozmiarów jaskini, jej budowy, czy mikroklimatu) modyfikujących wyniki i utrudniających interpretacje. W rozprawie wykazano, że lód jaskiniowy może być z powodzeniem używany do odtwarzania zmian roślinności i środowiska, szczególnie w skali lokalnej. Próby lodu jaskiniowego były dotychczas niezwykle rzadko badane palinologicznie w skali świata i nie są w przeciwieństwie do pokładów torfu czy osadów dennych jezior typowym obiektem studiów paleośrodowiskowych. W odniesieniu do jaskiń znacznie częstsze są opracowania profili osadów mineralno-organicznych, czy nawet guana. Natomiast w przypadku badań lodu zazwyczaj bada się rdzenie lodowe z lodowców górskich i pokryw lodowych np. Grenlandii. Autorka w toku prac potwierdziła zasadność wykorzystania lodu jaskiniowego jako swoistego archiwum, zapewniającego wgląd w historię przemian środowiska w długim horyzoncie czasowym. Dopełnieniem studiów paleośrodowiskowych były datowania radiowęglowe makroskopowych pozostałości odzwierzęcych, które z powodzeniem zostały użyte do opracowania modelu wiekowego i tym samym przybliżenia wieku sporomorf w próbach z kopalnego lodu, a także zmian tempa jego akumulacji w ciągu ostatnich 1300 lat.

Pomimo dużej staranności w przygotowaniu rozprawy i przedstawieniu w niej wielu równoległych wątków, pewne treści sprawiają wrażenie chaotycznych i nie do końca przemyślanych. Tak jest w przypadku **Rozdziału 1**, w którym nie zostały poruszone ważne kwestie dotyczące historii badań palinologicznych depozytów mineralno-organicznych z jaskiń z terenu Karpat. Brakuje też wzmianki o badaniach analogicznego materiału jakim są próby lodu pozyskiwane z rdzeni lodowych. Odnośnie szczegółów, w Tab. 1.1. Okres Wieków Ciemnych powinien mieć oznaczony zakres na ok. 400-800 AD, gdyż to wynika z treści przedstawionych w tekście. Autorka pisząc w podrozdziale 1.1. o przemianach środowiska zawarła głównie informacje o oscylacjach klimatycznych wyróżnianych przez różnych autorów w późnym holocenie, od V wieku AD (choć w tytule wskazała VII wiek AD) do współczesności. Nie odniosła się natomiast do dotychczasowej wiedzy na temat przemian roślinności Słowacji w tym okresie.

Odnośnie metodyki (**Rozdział 3**), nieco brakuje analiz statystycznych, które pozwoliłyby zgrupować próby wskazujące np. na (1) chłodniejsze bądź cieplejsze warunki klimatyczne, (2) na krajobraz bardziej otwarty bądź silne zalesienie terenu, czy też (3) na okresy większego zróżnicowania taksonomicznego roślinności. W **Rozdziale 4** zastanawia mnie powód, dla którego Autorka prezentując wyniki analiz palinologicznych z lodu nie zdecydowała się na wyróżnienie i scharakteryzowanie lokalnych poziomów zespołów pyłkowych (L PAZ), co jest standardowym podejściem w przypadku analizy spektrów pyłkowych opracowanych w układzie stratygraficznym i chronologicznym. Do wyznaczenia ich granic L PAZ mogłyby zostać użyte analizy numeryczne np. ConsLink/CONISS/PCA, wchodzące w skład pakietu POLPAL. Proszę zatem Doktorantkę o odniesienie się do powyższej kwestii.

Zaprezentowana w **Rozdziale 5** dyskusja jest wielokierunkowa i niemal wyczerpująca. Autorka dobrze zaprezentowała nowe wyniki własne odnosząc je do dotychczasowej wiedzy dostępnej w literaturze, szczególnie poruszającej zagadnienia paleoklimatyczne. Gros treści dedykowała wykorzystaniu współczesnego opadu pyłku jako źródła informacji o przebiegu i czynnikach kształtujących procesy tafonomiczne w jaskiniach w przeszłości, zgodnie z zasadą aktualizmu. Wyniki analiz palinologicznych zostały dobrze podsumowane, Doktorantka nie zaproponowała jednak wzorcowego stanowiska palinologicznego ze Słowacji, który mógłby posłużyć jako reper do skonfrontowania uzyskanego lokalnego obrazu dawnej roślinności z Dobszyńskiej Jaskini Lodowej z zapisem regionalnym z analogicznego przedziału czasowego. Takie podejście daje możliwość bardziej usystematyzowanego i trafniejszego i odróżnienia cech regionalnych czy ponadregionalnych w zapisie zmian roślinności, pozwala wyeliminować potencjalne przekłamanie wynikające z obecności hiatusów, ograniczonej precyzji modelu chronologicznego i co szczególnie ważne, niskiej frekwencji pyłku w próbach lodowych, co limituje ich reprezentatywny charakter. Proszę Doktorantkę o wyjaśnienie kwestii ewentualnej dostępności profilu palinologicznego, który mógłby posłużyć za taki wzorzec. Generalnie dobór literatury budzi niewielkie zastrzeżenia, np. dobrze by było wspomnieć o klasycznej pracy E. Krippela (1986) „Postglaciálny vývoj vegetácie Slovenska” i skorzystać z danych dostępnych w palinologicznej bazie PALYCH. Analizując historię roślinności danego regionu należy odnieść się do oryginalnych opracowań paleobotanicznych z nim związanych, np. pisząc o Tatrach (str. 131) dobrze jest wspomnieć np. o publikacjach A. Obidowicza, E. Rybníčkovéj i K. Rybníčka. Na str. 134 należy się przyjrzeć sprawie *Salix alba* i uściślić czy została ona oznaczona do gatunku czy raczej do typu morfologicznego, obejmującego różne gatunki.

Podsumowując, treść przedstawionej mi do oceny rozprawy doktorskiej zawiera oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, jakim jest odtworzenie zmian środowiska na obszarze Parku Narodowego Słowacki Raj (środkowo-wschodnia Słowacja), w okresie od ok. 700 AD do współczesności, z wykorzystaniem danych palinologicznych uzyskanych z unikalnego źródła, jakim jest lód jaskiniowy pochodzący z monolitu w Dobszyńskiej Jaskini Lodowej. Niewątpliwie ważnym wkładem naukowym Doktorantki jest uzyskanie nowych, autorskich danych na temat późnoholoceńskiego rozwoju roślinności tego obszaru Słowacji, słabo dotąd poznanego. Jej badania potwierdziły związek lokalnej roślinności z oscylacjami klimatycznymi i zmieniającą się w czasie aktywnością człowieka, a udokumentowanie bezpośredniego związku pomiędzy składem taksonomicznym współczesnego opadu pyłku i roślinnością w okolicy jaskini oraz związku pomiędzy czasem depozycji pyłku w pułapkach i z czasem pylenia roślin w sąsiedztwie, pozwoliło poznać procesy tafonomiczne i odnieść kopalny zapis palinologiczny z lodu jaskiniowego do składu dawnej roślinności obecnej w okolicy jaskini. Autorka jednoznacznie potwierdziła możliwość wykorzystywania w badaniach paleośrodowiskowych nietypowego materiału jakim jest pyłek zachowany w lodzie jaskiniowym. Pomimo drobnych niedociągnięć należy podkreślić, że uzyskane wyniki świadczą o dużych umiejętnościach Doktorantki, która wykazała się znajomością metodyki laboratoryjnej oraz morfologii ziaren pyłku i zarodników poprzez identyfikację licznych taksonów i samodzielnością w prowadzeniu pracy badawczej. Udowodniła też, że potrafi

prawidłowo wyciągać wnioski i interpretować dane paleośrodowiskowe. Z kolei cytowana w rozprawie doktorskiej literatura pokazuje, że Doktorantka dobrze orientuje się w tematyce prowadzonych badań, a zawarte w rozprawie treści potwierdzają jej szeroką wiedzę teoretyczną i umiejętności analityczne.

Konkluzja

Rozprawę doktorską Pani mgr Magdaleny Jelonek oceniam pozytywnie, zarówno od strony metodycznej jak i merytorycznej. Doktorantka podjęła się badań unikalnego i trudnego interpretacyjnie materiału jaskiniowego, dobrze opanowała warsztat badawczy, właściwie wskazała cele, zaplanowała i przeprowadziła badania, w efekcie samodzielnie rozwiązała oryginalny problem naukowy, wykazując się przy tym dobrą znajomością literatury przedmiotu.

Stwierdzam, że przedstawiona mi do recenzji rozprawa spełnia warunki określone w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 13.03.2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki., tj. stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, jakim jest: odtworzenie późnoholoceńskich zmian paleośrodowiska, w szczególności roślinności, na terenie Słowackiego Raju i ich związku z fluktuacjami klimatycznymi i zmieniającym się wpływem człowieka, z zastosowaniem analiz sporomorf zachowanych w lodzie jaskiniowym w Dobszyńskiej Jaskini Lodowej popartych wynikami współczesnego opadu pyłku. Rozprawa świadczy o zdolności Doktorantki do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej oraz potwierdza ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie, wspartą rozwiniętymi umiejętnościami praktycznymi. Wniosuję zatem do Rady Dyscypliny Nauk o Ziemi i Środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie o dopuszczenie Pani mgr Magdaleny Jelonek do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki o Ziemi i Środowisku.

Dr hab. Agnieszka Wacnik, prof. IB PAN