

Prof. dr hab. Adam Stebel
Katedra i Zakład Botaniki Farmaceutycznej i Zielarstwa
Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach
ul. Ostrogórska 30
41-200 Sosnowiec
e-mail: astebel@sum.edu.pl; adamstebel@gmail.com

RECENZJA

rozprawy doktorskiej

pt. „Zastosowanie mchów w biomonitoringu aktywnym na terenach zurbanizowanych”,
wykonanej przez mgra Pawła Świsłowskiego w Instytucie Biologii Uniwersytetu
Opolskiego w Opolu pod kierunkiem prof. dra hab. Arkadiusza Nowaka i dr hab.
Małgorzaty Rajfur, prof. UO.

Praca doktorska Pani mgra Pawła Świsłowskiego ma charakter eksperymentalny. Celem badań była kinetyka oraz wpływ czynników biotycznych i abiotycznych na procesy sorpcji metali ciężkich przez wybrane trzy gatunki mchów, tj. widłozęba kędzierzawego *Dicranum polysetum* Sw. ex anon., rokietnika pospolitego *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt. i torfowca kończystego *Sphagnum fallax* (H. Klinggr.) H. Klinggr. w celu oceny możliwości ich wykorzystania w aktywnym biomonitoringu zanieczyszczenia powietrza na terenach zurbanizowanych. W badaniach Doktorant posługiwał się m. in. techniką moss bag, którą w autorski sposób zmodyfikował. Poszukiwał też metody jej optymalizacji i unifikacji, co może mieć praktyczne zastosowania w monitoringu jakości aerozolu atmosferycznego.

Autor przedstawił trzy hipotezy badawcze, na które starał się znaleźć odpowiedzi prowadząc badanie w ramach wyznaczonych pięciu szczegółowych celów badań, analizując otrzymane wyniki oraz informacje dostępne w literaturze.

Badania zostały przeprowadzone z wykorzystaniem odpowiednio dobranych metod i technik analitycznych (moss bag, absorpcyjna spektroskopia atomowa, pomiary stężenia i fluorescencji chlorofilu).

Układ formalny pracy

Praca składa się z dwóch zasadniczych części. Pierwsza, wprowadzająca, obejmuje omówienie i dyskusję wyników zawartych w publikacjach składających się na rozprawę doktorską. Druga zawiera zestaw prac, w których zamieszczone są najważniejsze wyniki otrzymane podczas realizacji tematu badań. Jako podstawę do ubiegania się o uzyskanie

stopnia doktora w dyscyplinie nauki biologiczne Pan mgr Paweł Świsłowski przedstawił cykl dziewięciu artykułów zatytułowany „Zastosowanie mchów w biomonitoringu aktywnym na terenach zurbanizowanych”. Wszystkie opublikowane zostały w czasopismach z Listy Filadelfijskiej, a ich łączny Impact Factor wynosi 33,417, natomiast liczba punktów MEiN – 890. Należy w tym miejscu podkreślić, że jest to tylko część obszernego dorobku Autora.

Ocena części wprowadzającej

Część wprowadzająca pracy ma układ nawiązujący do tradycyjnych rozpraw doktorskich. Autor omawia tu cel naukowy i szczegółowe cele badań oraz hipotezy badawcze. Następnie w syntetyczny sposób przedstawia wyniki zamieszczone w pracach wchodzących w skład przedstawionego cyklu publikacji. Opisuje także swoje najważniejsze osiągnięcia oraz wkład pracy badawczej. Całość zamyka wykaz cytowanych publikacji.

Ta część pracy, oparta na obszernych danych własnych i literaturowych, napisana jest w sposób interesujący. Ułożona jest logicznie, powoli wprowadzając i przeprowadzając czytelnika przez skomplikowane zagadnienia poruszane w pracy. Na podkreślenie zasługuje znaczna liczba cytowanych prac, co świadczy dużym zaangażowaniu Autora w zgłębianiu tematu badań i jego dużej wiedzy w tym zakresie. Tekst pracy jest komunikatywny, maksymalnie wysycony treścią, z wspomnianą już wcześniej dużą liczbą trafnie dobranych cytowań publikacji naukowych. Moja ocena tej części rozprawy doktorskiej jest jednoznacznie pozytywna.

Ocena publikacji składających się na rozprawę doktorską

1. Świsłowski P., Nowak A., Waclawek S., Daniele Silvestri, Rajfur M. Bioaccumulation of Trace Elements from Aqueous Solutions by Selected Terrestrial Moss Species. *Biology*. 2022; 11:1692. DOI: 10.3390/biology11121692. IF = 5,168; 100 pkt MEiN.

Celem pracy było poznanie zmienności biokoncentracji wybranych pięciu metali w wytypowanych do badań trzech gatunkach mchów tj. *Dicranum polysetum*, *Pleurozium schreberi* i *Sphagnum fallax* z wodnych roztworów tych pierwiastków. Wykazano m. in. zależność pomiędzy stężeniem kationów w mchach i wokół nich, tj. w roztworze lub aerozolu atmosferycznym. Rola Autora była tu wiodąca (udział procentowy 70%). Jego wkład obejmował m. in. opracowanie koncepcji artykułu, metodologii, przeprowadzenie badań terenowych i laboratoryjnych i analizę wyników.

2. Świsłowski P., Kosior G., Rajfur M. The influence of preparation methodology on the concentration of heavy metals in *Pleurozium schreberimoss* samples prior to use in active biomonitoring studies. *Environ. Sci. Pollut. Res* 2021;28(8):10068-10076. DOI: 10.1007/s11356-020-11484-7. IF = 3,056; 100 pkt MEiN.

Celem pracy było opisanie i przetestowanie sposobów przygotowania gametofitów mchów przed ekspozycją. Wykazano, że spośród czterech zastosowanych technik, najlepszą jest autorsko opracowana metoda uśredniania materiału z jednoczesnym kondycjonowaniem mchów w wodzie zdemineralizowanej. Rola Autora była tu dominująca (udział procentowy 70%). Jego wkład obejmował m. in. opracowanie koncepcji artykułu, metodologii, przeprowadzenie badań terenowych i laboratoryjnych, analizę wyników, przygotowanie projektu publikacji.

3. Świsłowski P., Nowak A., Rajfur M. Comparison of exposure techniques and vitality assessment in active biomonitoring for suitability in assessing atmospheric aerosol heavy metal pollution. *Environ. Toxicol. Chem* 2022;41(6):1429-1438. DOI:10.1002/etc.5321. IF = 3,742; 100 pkt MEiN.

Celem badań była ocena porównawcza czterech metod ekspozycji, oparta na pomiarach stężeń wybranych pierwiastków z pomiarem parametrów witalności mchu (fluorescencja chlorofilu). Wykazano, że metoda moss bag ma najbardziej znaczący wpływ w stosunku do innych technik ekspozycji mchów w zależności od badanego zanieczyszczenia dla poszczególnych gatunków. Rola Autora była tu również wiodąca (udział procentowy 80%). Jego wkład obejmował m. in. opracowanie koncepcji artykułu, metodologii, przeprowadzenie badań terenowych i laboratoryjnych, analizę wyników, przygotowanie projektu publikacji.

4. Świsłowski P., Nowak A., Rajfur M. Is Your Moss Alive during Active Biomonitoring Study? *Plants* 2021;10(11):2389. DOI: 10.3390/plants10112389. IF = 3,935; 70 pkt MEiN.

Celem badań było ustalenie, w jakim stopniu warunki środowiskowe przed ekspozycją wpłynęły na żywotność mchu i sorpcję metali ciężkich podczas aktywnego biomonitoringu oraz w jaki sposób trzymiesięczna ekspozycja wpływa na zawartość chlorofilu i pomiar jego fluorescencji w mchach. Wykazano m. in., że przyszłości należy zwrócić uwagę na kontrolę żywotności mchu podczas eksperymentów i obserwację przejścia mchów w stan kryptobiozy. Doktorant był tu głównym autorem (udział procentowy 70%). Jego wkład obejmował m. in. opracowanie koncepcji artykułu, metodologii, przeprowadzenie badań terenowych i laboratoryjnych, analizę wyników, przygotowanie projektu publikacji.

5. Świsłowski P., Nowak A., Rajfur M. The influence of environmental conditions on the lifespan of mosses under long-term active biomonitoring. *Atmos. Pollut. Res* 8 2021;12(10):101203. DOI: 10.1016/j.apr.2021.101203. IF = 4,352; 70 pkt MEiN.

Celem pracy była ocena stanu fizjologicznego mchu *Pleurozium schreberi* poddanego ciągłej ekspozycji metodą moss bag przez rok, w zmiennych warunkach środowiskowych, w tym aerozolu atmosferycznego zanieczyszczonego wybranymi analitami: Cu, Zn, Cd, Hg i Pb. Na podstawie uzyskanych danych stwierdzono m. in., że najważniejszą zmienną objaśniającą stan mchu (akumulacja metali, zawartość chlorofilu) jest temperatura (a więc pora roku), która wyjaśnia aż 60% zmienności w próbkach. Rola Autora była tu również dominująca (udział procentowy 70%). Jego wkład obejmował m. in. opracowanie koncepcji artykułu, metodologii, przeprowadzenie badań terenowych i laboratoryjnych, analizę wyników, przygotowanie projektu publikacji.

6. Świsłowski P., Śmiechowicz B., Rajfur M.: Effects of tobacco smoke on indoor air quality: the use of mosses in biomonitoring. *J. Environ. Health Sci*2022.DOI:10.1007/s40201-022-00794-2. IF = 2,130; 100 pkt MEiN.

Celem badań było zastosowanie mchów do oceny zanieczyszczenia powietrza w przestrzeni zamkniętej (dom) spowodowanego paleniem papierosów. Stwierdzono, że ETS pochodzący z HTP w podobny sposób zanieczyszcza aerozol atmosferyczny metalami w pomieszczeniach zamkniętych. Rola Autora była tu wiodąca (udział procentowy 70%). Jego wkład obejmował m. in. opracowanie koncepcji artykułu, metodologii, przeprowadzenie badań terenowych i laboratoryjnych, analizę wyników, przygotowanie projektu publikacji.

7. Świsłowski P., Vergel K., Zinicovscaia I., Rajfur M., Waclawek M.: Mosses as a biomonitor to identify elements released into the air as a result of car workshop activities. *Ecol. Indic* 2022;138:108849. DOI: 10.1016/j.ecolind.2022.108849. IF = 4,958; 140 pkt MEiN.

Celem badań było przeanalizowanie stężeń pierwiastków zakumulowanych przez mchy narażone na ekspozycję w dwóch środowiskach – w warsztacie samochodowym, jako punktowym źródle zanieczyszczeń charakterystycznych dla działalności tego typu obiektu oraz na zewnątrz w jego otoczeniu pod dachem warsztatu. Wyniki wskazują, że pierwiastki, których emisja jest spowodowana aktywnością warsztatu samochodowego, gromadzą się w mchach w stężeniach wyższych niż obecne w aerozolu atmosferycznym na zewnątrz. Doktorant był tu głównym autorem (udział procentowy 75%). Jego wkład obejmował m. in. opracowanie koncepcji artykułu, metodologii, przeprowadzenie badań terenowych i laboratoryjnych, analizę wyników, przygotowanie projektu publikacji.

8. Świsłowski P., Ziembik Z., Rajfur M.: Air Quality during New Year's Eve: A Biomonitoring Study with Moss. *Atmosphere* 2021;12(8):975. DOI: 10.3390/atmos12080975. IF = 2,686; 70 pkt MEiN.

Celem pracy była ocena zanieczyszczenia aerozolu atmosferycznego wybranymi metalami ciężkimi (Ni, Cu, Zn, Cd, Hg i Pb) pochodzącymi z dymu fajerwerków stosowanych podczas Sylwestra. Wyniki badań biomonitoringowych wskazują na zmienną jakość powietrza w mieście w okresie sylwestrowym w okresie 2019-2021. Rola Autora była tu wiodąca (udział procentowy 80%). Jego wkład obejmował m. in. opracowanie koncepcji artykułu, metodologii, przeprowadzenie badań terenowych i laboratoryjnych, analizę wyników, przygotowanie projektu publikacji.

9. Świsłowski P., Nowak A., Waclawek S., Ziembik Z., Rajfur M.: Is active moss biomonitoring comparable to air filter standard sampling? *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022;19(8):4706. DOI: 10.3390/ijerph19084706. IF = 3,390; 140pktMEiN.

Celem pracy było zweryfikowanie hipotezy: stężenia metali ciężkich zgromadzonych w mchach są proporcjonalne do stężenia tych zanieczyszczeń w pyłe TSP osadzonym na filtrze. Wykazano, że składy pierwiastkowe mchu i TSP są znacząco różne, a wpływ aktywności biologicznej mchu na jego powinowactwo do związków chemicznych najprawdopodobniej implikuje różnicę między TSP a składem mchu. Rola Autora była tu dominująca (udział procentowy 70%). Jego wkład obejmował m. in. opracowanie koncepcji artykułu, metodologii, przeprowadzenie badań terenowych i laboratoryjnych, analizę wyników, przygotowanie projektu publikacji.

W mojej opinii przedstawione prace stanowią ważny krok w poznaniu wykorzystania mchów jako bio wskaźników zanieczyszczenia środowiska metalami ciężkimi. Prace napisane są bardzo starannie, w czasopiśmie z wysokim współczynnikiem Impact Factor, zostały zauważone i są cytowane w literaturze o zasięgu światowym. Stanowią one spójny i powiązany tematycznie cykl, w którym przewodnią myślą jest wykorzystanie wybranych do badań trzech gatunków mchów jako wskaźników zanieczyszczenia środowiska metalami, pochodzącymi z różnych źródeł. Udział Autora we wszystkich pracach i na wszystkich etapach ich powstawania był znaczący (udział 70-80%). Moja ocena tej części rozprawy doktorskiej jest również jednoznacznie pozytywna.

Najważniejsze osiągnięcia

Tematyka związana z biomonitoringiem jest ciągle aktualna, stąd też każde uzyskane nowe dane są cenne. Z licznych osiągnięć Autora jako najważniejsze można wskazać:

- opracowanie optymalnej metodyki preparowania próbek mchów przed ekspozycją, co zapewnia jednorodność materiału badawczego pod względem stężeń metali ciężkich i umożliwia uzyskanie wiarygodnych i powtarzalnych wyników badań,

- zoptymalizowanie techniki moss bag,

- wykazanie możliwości praktycznego wykorzystania mchów do monitorowania zanieczyszczenia powietrza w pomieszczeniach zamkniętych i identyfikacji metali ciężkich zawartych w dymie papierosowym, a także ustalenie, że typ wyrobu tytoniowego nie ma wpływu na zanieczyszczenie powietrza wybranymi metalami ciężkimi,

- wykazanie możliwości stosowania mchów w badaniach krótkoterminowych do identyfikacji źródeł zanieczyszczających.

Reasumując stwierdzam, że badania Autora mają w wielu aspektach charakter nowatorski, zarówno jeżeli chodzi o zastosowanie po raz pierwszy określonych metod badawczych, jak również w sposobie interpretacji danych.

Uwagi i pytania

Czytając pracę, nasunęło mi się kilka pytań i uwag.

1. Co to są phyllidia? Str. 34: „... mchy z rodzaju *Sphagnum* stanowią jedną z najbardziej efektywnych pułapek na cząstki unoszące się w powietrzu, ponieważ około dwie trzecie ich całkowitej suchej biomasy stanowią phyllidia.”

2. Jaki jest stan badań biomonitoringowych z wykorzystaniem mszaków w Polsce?

3. Czym kierował się Autor dobierając swoje gatunki do badań?

4. Czy rzeczywiście Autor uważa, że po tak drastycznych zabiegach dokonanych na badanych mchach (zniszczenie architektury darni, obcięcie pędów, przeniesienie do obcego środowiska) te gatunki aktywnie żyją, i to przez kilka miesięcy, zawieszane w woreczkach? Mchy jako organizmy pojkilohydryczne w niesprzyjających warunkach (tu w zawieszonych woreczkach) szybko przechodzą w stan kryptobiozy, zachowując zdolność do życia (w tym funkcjonowania chlorofilu), a to nie to samo co aktywne życie.

Podsumowanie

Po przeczytaniu przedłożonej do recenzji pracy stwierdzam, że Autor dysponuje odpowiednią wiedzą z dziedziny biologii-ekotoksykologii i jest w tej dziedzinie dobrze przygotowany do prowadzenia samodzielnych badań, a przedstawiona do oceny rozprawa oprócz wartości naukowej ma także dużą wartość praktyczną. Spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018 roku – *Prawo o szkolnictwie wyższym i*

nauce (tekst jedn. Dz. U. z 2022 r., poz. 574 z późn. zm., art. 187 ust. 1-2). Stwierdzam, że przedstawiony jako rozprawa cykl publikacji (art. 187 ust. 3 ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*) stanowi spójny i powiązany tematycznie zbiór artykułów naukowych, w których powstawaniu udział Doktoranta był dominujący, co świadczy o jego umiejętności rozwiązywania problemów naukowych, samodzielnego prowadzenia prac naukowych i dużej wiedzy teoretycznej. W związku z tym zwracam się do Wysokiej Rady Naukowej Uniwersytetu Opolskiego z wnioskiem o dopuszczenie Pana mgra Pawła Świsłowskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ponadto, biorąc pod uwagę wskazane w recenzji osiągnięcia Autora oraz znaczący dorobek naukowy, zwracam się uprzejmie z kolejnym wnioskiem do Wysokiej Rady Naukowej Uniwersytetu Opolskiego o wyróżnienie pracy doktorskiej Pana mgra Pawła Świsłowskiego.

Sosnowiec, dnia 10 lipca 2023 r.

prof. dr hab. Adam Stebel

