

Dr hab. Zdzisława Romanowska-Duda Prof. nadzw. UŁ  
Uniwersytet Łódzki  
Katedra Ekofizjologii Roślin,  
Wydział Biologii i Ochrony Środowiska  
Uniwersytet Łódzki

### **Recenzja rozprawy doktorskiej**

mgr Marta Pikosz

pt. "Interakcje między zielenicami nitkowatymi: zróżnicowanie taksonomiczne oraz efekty ekologiczne i biochemiczne"

Promotor: Dr hab. Beata Messyasz Prof. UAM

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Pana Prof. dr hab. Przemysława Wojtaszka, Dziekana Wydziału Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, z dnia 20 maja 2019 roku, dotyczące przygotowania oceny wspomnianej wyżej rozprawy doktorskiej .

Mgr Marta Pikosz przedstawiła rozprawę doktorską zatytułowaną: "**Interakcje między zielenicami nitkowatymi: zróżnicowanie taksonomiczne oraz efekty ekologiczne i biochemiczne**" w formie spójnego cyklu pięciu artykułów naukowych opublikowanych w latach 2015-2019 w czasopismach o zasięgu międzynarodowym posiadających Impact Factor.

#### **Wykaz publikacji stanowiących osiągnięcia naukowe:**

**Publikacja I: Pikosz M.,** Messyasz B. 2015. New data on distribution, morphology and ecology of *Oedogonium capillare* Kützing ex Hirn (*Oedogoniales*, *Chlorophyta*) in Poland. *Biodiversity Research and Conservation*, 40:21-26. [13 pkt. MNiSW]

**Publikacja II: Pikosz M.,** Messyasz B. 2015. Composition and seasonal changes in filamentous algae in floating mats. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 44(2):273-281. [0,519 IF; 15 pkt. MNiSW]

**Publikacja III: Pikosz M.,** Messyasz B. 2016. Characteristic of *Cladophora* and coexisting filamentous algae in relation to environmental factors in freshwater ecosystems in Poland. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 45(2):202-215.[0,544 IF; 15 pkt. MNiSW]

**Publikacja IV: Pikosz M.,** Messyasz B., Gąbka M. 2017. Functional structure of algal mat (*Cladophora glomerata*) in a freshwater western Poland. *Ecological Indicators*, 74:1-9. [3,983 IF; 35 pkt. MNiSW]

**Publikacja V: Pikosz M.,** Czerwik-Marcinkowska J., Messyasz B. 2019. The effect of *Cladophora glomerata* exudates on the amino acid composition of *Cladophora fracta* and *Rhizoclonium* sp. *Open Chemistry*, 17:313-324. [1,425 IF; 14 pkt. MNiSW].

**Sumaryczny współczynnik impact factor IF** wg listy Journal Citation Reports (JRC) na rok wydania publikacji wynosi: **7,015**, a sumaryczny współczynnik MNiSW: **92 pkt**, liczba cytowań tych prac, według *Web of Science* wynosi 36.

We wszystkich wymienionych publikacjach, wchodzących w skład dysertacji doktorskiej, Doktorantka jest pierwszym autorem, a w czterech autorem korespondującym i Jej udział w badaniach oraz opracowaniu do druku publikacji wynosi od 70 do 90%.

## **Wstęp**

Eutrofizacja wód zachodząca najczęściej na skutek antropopresji jest zjawiskiem powszechnie występującym i niesie za sobą wiele problemów. Proces ten polega na wzbogaceniu akwenów wodnych w pierwiastki biogenne, głównie azot i fosfor, powodując nadmierną produkcję biomasy glonów, wśród których licznie występują zielenice nitkowate w postaci tzw. mat, unoszących się na powierzchni wody lub przytwierdzonych do podłoża. Struktury te najczęściej są tworzone przez przedstawicieli Chlorophyta: *Oedogonium*, *Cladophora*, z grupy Charophyta: *Spirogyra*, *Zygnema* i *Mougotia* oraz Ochrophyta: *Vaucheria* i *Tribonema*, .

W ostatnich latach na świecie wzrosło zainteresowanie interdyscyplinarnymi badaniami nad innowacyjnymi technologiami aplikacji glonów m. in. w przemyśle spożywczym. Obecnie na rynku dostępnych jest wiele suplementów diety oraz szereg produktów żywności funkcjonalnej wyprodukowanych na bazie glonów. Według danych Organizacji Narodów Zjednoczonych d/s Wyżywienia i Rolnictwa z 2015 roku, tylko w 2013 roku światowa produkcja glonów na cele konsumpcyjne szacowana była na 6,7 miliardów dolarów, a głównymi producentami były Indie oraz Chiny. Produkty te charakteryzują się wysoką wartością odżywczą oraz są źródłem witamin (głównie z grupy B oraz A), białek, antyoksydantów, minerałów (w tym jodu), błonnika i kwasów tłuszczowych - EPA (kwas eikozapentaenowy), DHA (kwas dokozaheksaenowy), HUFA (wysoko nienasycone kwasy tłuszczowe). Glony mogą być również stosowane jako nawozy i biostymulatory roślin,

ponieważ są źródłem makro- i mikroelementów, cukrów, aminokwasów, hormonów roślinnych (m.in. cytokinin i auksyn). Indukują one powstawanie ważnych dla roślin substancji, potrzebnych do wzrostu oraz związków o charakterze allelopatycznym, zwiększając plonowanie roślin oraz odporność na stres. Glony mogą być również stosowane jako pokarm dla skorupiaków, ryb i zwierząt lądowych, w celu dostarczenia niezbędnych związków, które wpływają pozytywnie na ich układ odpornościowy i pokarmowy. Glony są również atrakcyjne ze względu na opracowywane technologie pozyskiwania biopaliw: bioetanolu, biodiesla, biowodoru i biogazu, a także możliwość zastosowania w procesie fitoremediacji odcieków przemysłowych.

W celu optymalizacji innowacyjnych technologii wykorzystania potencjału biomasy glonów słodkowodnych w tym zielenic nitkowatych, niezbędne są badania w zakresie różnorodności taksonomicznej, morfologii, wzorców wzrostu, metabolizmu, składu chemicznego, właściwości molekularnych oraz reakcji biochemicznych w warunkach środowiskowych, gdzie tworzą maty. Badania przedstawione w rozprawie doktorskiej mgr A. Pikosz uzupełniają częściowo wiedzę w tym obszarze i nawiązują do światowych trendów w zakresie innowacyjnych technologii.

Wyniki prezentowanych badań zostały przedstawione i wnikliwie omówione w nawiązaniu do licznych danych literaturowych z których większość została opublikowana w ostatnim czasie w renomowanych czasopismach naukowych.

Przedstawiona do recenzji dysertacja doktorska, została wykonana w ramach Studium Doktoranckiego w Zakładzie Hydrobiologii w Instytucie Biologii Środowiska na Wydziale Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, pod kierunkiem Dr hab. Beaty Messyasz Prof. nadzw. UAM. Badania wchodzące w skład prezentowanej pracy były finansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach grantu (NZ8\_25092) oraz z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (Projekt PBS1/A1/2/2012).

Oceniana dysertacja doktorska została przedstawiona w formie pięciu spójnych tematycznie publikacji oraz Autoreferatu, w którym Autorka podsumowała zakres opublikowanych badań.,

Dodatkowo, przedstawiony został pozostały dorobek naukowy Doktorantki w postaci artykułów naukowych w tym:

4 publikacji w recenzowanych czasopismach wymienionych w wykazie MNiSW;

5 rozdziałów w monografii w języku angielskim; 7 rozdziałów w monografii w języku polskim i 45 prezentacji na konferencjach naukowych. Doktorantka brała udział w 3

projektach naukowo-badawczych oraz trzy krotnie była Laureatką programu stypendialnego UAM.

Sumaryczny współczynnik całości dorobku naukowego Impact Factor IF według listy Journal Citation Reports (JRC) na rok wydania publikacji wynosi: **16,741 IF**, suma punktów MNiSW: 304. indeks **H=5** (Web of Science); Liczba cytowań publikacji: wg Web of Science = **69**:

### **Cel pracy:**

Ze względu na brak informacji dotyczących funkcjonowania biocenoz tworzonych przez zielenice nitkowate, stały się podstawą do podjęcia w ramach rozprawy doktorskiej wnikliwej ich analizy oraz wskazania faktycznej ich roli w ekosystemach wodnych. Badania miały na celu określenie zjawiska zmienności morfometrycznej i siedliskowej glonów nitkowatych w ekosystemach wodnych na terenie Wielkopolski oraz określenie warunków środowiskowych, w jakich badane gatunki osiągają optimum rozwojowe. Istotnym elementem było wykazanie zmian zachodzących w obrębie produkcji aminokwasów obecnych w plechach makroglonów, na skutek ich ekspozycji na działanie stresu spowodowanego konkurencją.

### **Teren badań**

Doktorantka badania terenowe wykonała w trzech ekosystemach rzecznych, jeziorze Oporzyn, sztucznym zbiorniku zwanym Jeziorem Maltańskim lub Maltą znajdującym się w Poznaniu, stawie polnym w miejscowości Konojad oraz zbiorniku retencyjny znajdującym się na Campus UAM w Poznaniu.

### **Ocena merytoryczna pracy**

Badania przedstawione w I pracy pt. „**New data on distribution, morphology and ecology of *Oedogonium capillare* Kützing ex Hirn (Oedogoniales, Chlorophyta) in Poland**”, były przeprowadzone na stawie w miejscowości Konojad. Doktorantka opisała taksonomię i ekologię *Oedogonium capillare* Kützing ex Hirn i plechy *Cladophora rivularis* oraz udokumentowała ich współwystępowanie, co potwierdza fakt, iż *Oedogonium capillare* nie tworzy jednogatunkowych mat. Ponadto bazując na danych literaturowych i własnych obserwacjach stwierdziła, że staw ten jest ósmym stanowiskiem występowania *O. capillare* w Polsce. Badania te są unikalne ze względu na fakt, iż *O. capillare* jest umieszczone na czerwonej liście glonów w Polsce i jest narażony na wyginięcie. Mgr Pikosz wykazała duże

wahania zawartości elektrolitów w wodzie, pH, azotanów, jonów amonowych, fosforanów, siarczanów i chlorków. Ponadto potwierdziła szeroki zakres tolerancji *O. capillare* na zmiany temperatury, a na podstawie analizy morfologicznej komórek bazalnych u młodych plech oraz komórek wegetatywnych i generatywnych dojrzałych form, oznaczyła gatunek tej zielenicy.

W publikacji II pt. „**Composition and seasonal changes in filamentous algae in floating mats**” Doktorantka prowadziła badania na dwóch stawach: śródpolnym w miejscowości Konojad i sztucznym – miejskim w Poznaniu. Dla obydwu stawów określiła skład taksonomiczny oraz zmiany sezonowe glonów nitkowatych, tworzące maty, co było reakcją glonów na zmiany czynników siedliskowych. W obydwóch stawach wykazała zmienność sezonową składu taksonomicznego metafitonu (maty zielenicowo-sinicowe) w okresie od wiosny do jesieni i oznaczyła 12 taksonów, z czego 5 występowało jednocześnie na obu stanowiskach: *Ulothrix variabilis*, *Tribonema aequale*, *Oedogonium* spp., *Spirogyra* spp. i *Mougeotia* sp.. Autorka wskazała że wyższą bioróżnorodnością glonów nitkowatych charakteryzował się staw w miejscowości Konojad. Wykazała również, że dominującym gatunkiem w stawie Konojad był *Cladophora rivularis*, a w stawie w Poznaniu *Cladophora fracta*. Doktorantka podkreśliła również rolę, jaką odgrywają drobne zbiorniki wodne w kształtowaniu bioróżnorodności glonów nitkowatych.

W III publikacji pt. „**Characteristic of *Cladophora* and coexisting filamentous algae in relation to environmental factors in freshwater ecosystems in Poland**”- Doktorantka opracowała skład gatunkowy mikroglonów na podstawie danych literaturowych i rezultatów badań własnych, koncentrując się na najczęściej występujących gatunkach zielenic nitkowatych, co jest uzależnione od czynników abiotycznych występujących w ekosystemach słodkowodnych w Polsce. Do grupy tej należały gatunki z rodzaju: *Cladophora* (30%), *Spirogyra* (16%), *Oedogonium* (11%), *Ulothrix* (8%), *Vaucheria* (7%), *Mougeotia* (7%), pozostałe 20% stanowiły taksony z rodzaju *Rhizoclonium*, *Microspora*, *Bulbochaete*, *Draparnaldia*, *Stigeoclonium*, *Hydrodictyon*, *Zygnema*, *Sirogonium* i *Tribonema*. Wykazała że w wodach płynących najczęściej występowały gatunki z rodzaju *Cladophora* i *Ulothrix*, a w stawach *Cladophora* i *Spirogyra*. W artykule szczegółowo opisała zbiorowiska makroglonów w których dominowały gatunki: *C. glomerata*, *C. fracta* oraz *C. rivularis*, a czynnikami decydującymi o składzie tych zbiorowisk były: głębokość wody, zawartość chlorków, ortofosforanów, azotanów, całkowita ilość soli rozpuszczonych oraz zawartość chlorofilu *a* w wodzie. Ponadto udowodniła, że gatunki z rodzaju *Cladophora* mają szeroki

zakres tolerancji na zmiany temperatury, a *C. glomerata* była silnie uzależniona od wysokiej żyzności wód tj. zawartości chlorofilu *a*, azotanów i fosforanów. Doktorantka wykazała które gatunki dominują w rzekach: Samica Stęszewska, Mogilnica, Nielba oraz w Jeziorze Oporzyńskim, Zbiorniku Maltańskim i sztucznym stawie w Poznaniu. W stawie w miejscowości Konojad gatunki: *C. rivularis*, z *O. capillare*, *Microspora* sp., *Spirogyra* sp. i *Mougeotia* sp. występowały w wodzie o dużej zawartości chlorków i siarczanów. Mgr Marta Pikosz scharakteryzowała budowę morfologiczną plech i komórek dla 3 gatunków z rodzaju *Cladophora*. W opracowaniu wyników wykorzystwała pakiet statystyczny Canoco. Wykorzystała kanoniczną analizę korespondencji (CCA) do określenia zależności pomiędzy poszczególnymi taksonami i zmiennymi parametrami środowiska. Wyniki otrzymane przez Doktorantkę mają duże znaczenie i wnoszą nowe informacje w zakresie wymagań siedliskowych dla gatunków zielenic nitkowatych.

W IV publikacji pt. „**Functional structure of algal mat (*Cladophora glomerata*) in a freshwater western Poland**” Doktorantka opisała zróżnicowanie nisz ekologicznych dla glonów nitkowatych zależnych od czynników abiotycznych (temperatura, przewodnictwo elektrolityczne wody, całkowita ilość substancji rozpuszczonej oraz zawartość chlorków, ortofosforanów, azotanów i jonów amonowych), przy zastosowaniu Ogólnych Modeli Addytywnych (GAM). Opracowała modele jednomodalne z określonym optimum lub monotoniczne rosnące i malejące. Stworzyła krzywą jednomodalną dla gatunków z rodzaju *Tribonema* i *Ulothrix* z optimum temperaturowym 12°C i dla *Oedogonium* z optimum 20°C. W publikacji scharakteryzowała sezonowość występowania glonów nitkowatych w odpowiedzi na zawartość jonów Cl<sup>-</sup> i opracowała krzywe monotoniczne malejące i krzywe unimodalne. Dane te mają duże znaczenie w badaniu wzorców wzrostu i odrębności nisz ekologicznych gatunków budujących maty glonowe w wodach słodkich. Doktorantka wykazała, że liczba gatunków nie zwiększa się proporcjonalnie do wzrostu stężenia związków biogenych wzdłuż całego gradientu. Opracowane przez Doktorantkę modele reakcji na warunki siedliskowe wykazały duże zróżnicowanie nisz ekologicznych dla najbardziej powszechnych taksonów i wykazała, że *Cladophora glomerata* charakteryzuje się niewielkimi wymaganiami termicznymi i świetlnymi, co ma bezpośredni wpływ na jej wczesny rozwój wiosną i konkuruje o pierwiastki biogenne zawarte w wodzie z innymi makroglonami i makrofitami.

Doktorantka wykazała, że na budowę komórek *C. glomerata* ma wpływ profil i głębokość zbiornika wody. Wraz z głębokością średnica pirenoidów, zawartość chlorofilu b

i karotenoidów uległa zmianie, a zwiększona zawartość skrobi w pirenoidach była odpowiedzią komórek na czynniki stresowe. Wyniki badań uzyskane przez Doktorantkę dostarczają nowej wiedzy w zakresie roli zielenic nitkowatych jako bio wskaźników w monitoringu wód oraz mogą się przyczynić do prowadzenia hodowli glonów na dużą skalę przemysłową.

W V publikacji: „**The effect of *Cladophora glomerata* exudates on the amino acid composition of *Cladophora fracta* and *Rhizoclonium* sp.**” Doktorantka wykonała analizy ilościowe i jakościowe dla 18 podstawowych aminokwasów białkowych w komórkach zielenic nitkowatych: *C. glomerata*, *C. fracta* i *Rhizoclonium* spp. Wykazała zróżnicowaną ich zawartość, która była zależna od czynników stresowych, a oddziaływanie allelopatyczne pomiędzy zielenicami nitkowatymi prowadzi do zmian biochemicznych w tym składzie aminokwasów w plechach makroglonów. Doktorantka zbadała wpływ wydzielin jednego gatunku na skład aminokwasów drugiego taksonu. Wykazała, że odpowiedź *C. fracta* i *Rhizoclonium* sp. była już widoczna przy najniższym stężeniu wydzielin *C. glomerata*, a efektem było podwyższenie zawartości proliny w komórkach, jako odpowiedź na stres środowiskowy.

### **Podsumowanie**

Przedstawiona do recenzji praca jest obszerna, co wynika z bardzo dużej ilości przeprowadzonych doświadczeń i uzyskanych wyników badań przez Doktorantkę, która wykazała się bardzo dobrą znajomością opracowywanych zagadnień, rozumieniem ich istoty i wnikliwością w interpretowaniu uzyskanych wyników. Przeprowadzone przez Doktorantkę badania wnoszą wiele nowych, nieznanych dotąd elementów, rozszerzają naszą wiedzę niezbędną do opracowania innowacyjnych technologii wykorzystania potencjału glonów słodkowodnych w tym zielenic nitkowatych. Ściśle nawiązują do prac prowadzonych na świecie, co zostało udokumentowane poprzez opublikowanie wyników badań przez Doktorantkę w prestiżowych czasopismach o zasięgu międzynarodowym.

Biorąc pod uwagę zakres prowadzonych badań, uzyskane wyniki, sposób ich prezentacji i interpretacji oraz wartości poznawcze i praktyczne, a także osiągnięcie wszystkich zakładanych celów naukowych pracy, stwierdzam, że przedstawiona rozprawa doktorska

w postaci pięciu monotematycznych publikacji i Autoreferatu w pełni odpowiada wymaganiom stawianym pracom doktorskim. Stąd wnoszę o dopuszczenie mgr Marty Pikosz do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

*W związku z powyższym, stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr Marty Pikosz spełnia wymogi zgodnie z § 6 ust.4 Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim i postępowaniu habilitacyjnym oraz nadaniu tytułu profesora (Dz. U.2018 poz. 261) i zgodnie z art. 179 ust.1 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę –Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 pozycja 1669), recenzja rozprawy doktorskiej zawiera szczegółowo uzasadnioną ocenę spełnienia przez rozprawę doktorską warunków określonych w art. 13. ust 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2017 r. poz. 1789).*

Jednocześnie biorąc pod uwagę wykazaną wyżej wysoką wartość merytoryczną pracy i uzyskanych wyników oraz sposób ich przedstawienia i interpretacji wnoszę o wyróżnienie pracy nagrodą Jego Magnificencji Rektora Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu.



Dr hab. Z. Romanowska-Duda Prof. nadzw UŁ

Łódź 2019.06.14



