

Prof. dr hab. Jan Matuła
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Wydział Przyrodniczo-Technologiczny
Katedra Botaniki i Ekologii Roślin
Pl. Grunwaldzki 24a
50-363 Wrocław

Wrocław, 11-06-2019 r

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Marty Pikosz Interakcje między zielenicami nitkowatymi : różnicowanie taksonomiczne oraz efekty ekologiczne i biochemiczne. (*Interactions between filamentous green algae: taxonomic diversity, ecological and biochemical effects*).

Niniejsza ocena wykonana została na podstawie pracy doktorskiej przygotowanej w formie spiętych razem pięciu spójnych tematycznie oryginalnych prac naukowych, opublikowanych w latach 2015-2019 opatrzonej wspólnym tytułem „Interakcje między zielenicami nitkowatymi : różnicowanie taksonomiczne oraz efekty ekologiczne i biochemiczne”.

Pikosz M., Messyas 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.
Publikacja II

Pikosz M., Messyas B. 2015. Composition and seasonal changes in filamentous algae in floating mats. Oceanological and Hydrobiological Studies, 44(2):273-281.
Publikacja III

Pikosz M., Messyas 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.
Publikacja IV

Pikosz M., Messyas B., Gąbka M. 2017. Functional structure of algal mat (*Cladophora glomerata*) in a freshwater western Poland. Ecological Indicators, 74:1-9.
Publikacja V

Pikosz M., Czerwik-Marcinkowska J., Messyas B. 2019. The effect of *Cladophora glomerata* exudates on the amino acid composition of *Cladophora fracta* and *Rhizoclonium* sp. Open Chemistry, 17:313-324.

Do kopii 5-ciu prac dołączone jest w języku polskim 9 rozdziałów: streszczenie, ankieta dorobku naukowego, wstęp, cel pracy oraz hipotezy badawcze, teren badań, metody badań, wyniki badań i dyskusja, podsumowanie, literatura oraz oświadczenia współautorów.

Cztery publikacje ukazały się w czasopismach ujętych w *Journal Citation Reports (JCR)*, a ich łączny współczynnik oddziaływania IF wynosi **7,015** (zgodnie z rokiem opublikowania). Jedna opublikowana była w dobrym czasopiśmie *Research Conservation*. Sumaryczny współczynnik MNiSW **92 pkt**. Liczba cytowań tych prac, według *Web of Science* wynosi 36. Udział doktorantki w badaniach, przygotowaniu do druku publikacji stanowiących rozprawę doktorską wynoszą odpowiednio 70 i 80% (po dwie publikacje) i 90% (jedna publikacja). Wszystkie artykuły są współautorskie, w których doktorantka występuje jako pierwszy autor. Ponadto dorobek naukowy ze znaczącym jej udziałem, chociaż na dalszych miejscach, uzupełniają kolejne wieloautorskie publikacje znajdujące się na liście JCR (7 artykułów) oraz w wykazie MNiSW (4), a także rozdziały w monografiach w języku angielskim (5) i polskim (7). Doktorantka aktywnie uczestniczy międzynarodowych konferencjach w Polsce i za granicą (45). Sumaryczny Impact Factor IF na rok wydania

wynosi 16,741, suma punkt MNiSW: 304. Są to wskaźniki imponujące, po uzupełnieniu publikacjami, potwierdzającymi umiejętność prowadzenia samodzielnie badań, bliskie wymaganiom w przewodach habilitacyjnych.

Odlesienia wielu zlewni rzek, potoków, jezior i stawów oraz zamiana znacznych obszarów pod uprawy rolnicze, wzmożone nawożenie oraz intensywne hodowle zwierząt, ścieki bytowe są przyczyną silnej eutrofizacji siedliska wodnego Polski. Zdegradowane wody zawierają duże ilości N, P K, Ca i Na, które sprzyjają rozwojowi specyficznych zbiorowisk mikro i makroglonów. Szczególnie zauważalne są zbiorowiska makroglonów, które występują często w dużych ilościach w postaci zakotwiczonych lub pływających mat gromadzących duże ilości biomasy. Maty makroglonowe w siedliskach przeżyźnionych budowane są przede wszystkim przez gatunki nitkowatych zielenic (*Chlorophyta*) z rodzajów: gałęzotka (*Cladophora*) (*Oedogonium*) i skrętnica (*Spirogyra*), mużocja (*Mougeotia*). Zainteresowanie tą grupą ekologiczną glonów wzrosło w ostatnim czasie ze względu na możliwości innowacyjnych zastosowań alg w żywieniu człowieka i zwierząt, rolnictwie, zwłaszcza w ekorolnictwie, w przemyśle paliwowym, farmaceutycznym, kosmetycznym, a także jako środki w ekologicznej ochronie roślin i zwierząt, w zabiegach ochroniarskich np. zastosowania glonów w technologii bioremediacji. Planowane są hodowle tych glonów na dużą skalę.

Badania nad wykorzystaniem glonów do różnych celów przynoszą szybko spektakularne wyniki i stają się bardzo atrakcyjne pod względem uzyskiwanych rezultatów użytecznych. Aby optymalnie wykorzystywać w powyższych celach makroglony zarówno morskie jak i słodkowodne potrzebna jest jednak uzyskiwana w żmudnych badaniach podstawowa wiedza z zakresu taksonomii, znajomości cech morfologicznych i ich zmienności pod względem morfologicznym, wiedzy o zmieniającym się metabolizmie, biochemii, właściwościach molekularnych w odniesieniu do zmiennych warunków siedliskowych, warunków troficznych, czyli szerokiej wiedzy taksonomiczno- ekologicznej o wzajemnych interakcjach glonów i środowiska. Takich badań dotyczących funkcjonowania biocenozy tworzonych przez zielenice nitkowate jak dotychczas jest niewiele.

Tę lukę częściowo wypełniają badania przeprowadzone przez doktorantkę pod kierunkiem prof. Beaty Messyasz. Wymienione powyżej problemy stały się głównym celem badań. Badania doktorantka przeprowadziła w trzech ekosystemach rzecznych, naturalnym płytkim jeziorze Oporzyn i sztucznym zbiorniku o nazwie zbiornik Maltański w Poznaniu, staw polny w miejscowości Konojad oraz zbiornik retencyjny Campus UAM w Poznaniu. Wyniki tych badań opisała w pięciu spójnych tematycznie pracach naukowych, opublikowanych w latach 2015-2018, które przedstawiła jako rozprawę doktorską pod wspólnym tytułem: „Interakcje między zielenicami nitkowatymi: zróżnicowanie taksonomiczne oraz efekty ekologiczne i biochemiczne”

Praca doktorska wykonana w ramach studium doktoranckiego w Zakładzie Hydrobiologii w Instytucie Biologii Środowiska na Wydziale Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

Moja recenzja dotyczy osiągnięć, które już wcześniej na etapie postępowania podczas druku były pod względem formalnym i merytorycznym oraz prezentowanych wyników krytycznie oceniane. Pozytywne recenzje oraz druk w dobrych czasopismach naukowych gwarantują ich wysoki naukowy poziom.

Niniejsza ocena jest wykonana wyłącznie na potrzeby przeprowadzenia przewodu doktorskiego.

Poniżej podaję krótką charakterystykę od I-V prac przedstawionych jako osiągnięcie do uzyskania tytułu naukowego doktora:

Publikacja I

Dotyczy zielenicy należącej do łatwo rozpoznawalnego rodzaju w obrębie którego jednak rzadko identyfikowane są poszczególne gatunki. Szczegółowa obserwacja w trakcie rozwoju nici glonu dostarczyły kompletu cech umożliwiających rozpoznanie bardzo rzadkiego w Polsce i Europie gatunku *Oedogonium capillare* Kützinger ex Hirn. W Polsce gatunek występuje na 8 stanowiskach i znajduje się liście gatunków narażonych na wyginięcie. Ważnym efektem tych badań jest nowa diagnoza dla tego taksonu ze szczegółowym opisem charakterystycznych cech oraz ilustracje fotograficzne młodych i dojrzałych plech ułatwiających jego identyfikację. Miejsce występowania to staw śródpolny w miejscowości Konojad. Zielenica *Oedogonium capillare* występowała jako dominant w towarzystwie *Cladophora rivularis*, pokrywając około 70% powierzchni lustra wody. W pracy scharakteryzowane są szczegółowo parametry fizyczno-chemiczne wody, wskazujące na zasadowy charakter wód, wysokie przewodnictwo elektrolityczne, zmienne zawartości związków azotowych i fosforanów oraz podwyższoną zawartość chlorków i siarczanów. Badania przeprowadzone w stawie Konojad wykazują, że gatunek ten posiada szeroką tolerancję na zmiany temperatury. Na podstawie tej pracy poznajemy szczegółowiej morfologię, ekologię i rozmieszczenie gatunku w Polsce. Praca ta wpisuje się na stałe do bazowej literatury dotyczącej biologii tego gatunku.

Publikacja II.

Opisuje skład taksonomiczny i jego zmiany w sezonie w pływających matach zielenic nitkowatych na przykładzie dwu małych stawów: naturalnego śródpolnego stawu w miejscowości Konojad i sztucznego miejskiego na terenie Kampusu UAM w Poznaniu. Małe stawy charakteryzują się zaskakująco często dużą różnorodnością gatunkową i obecnością gatunków rzadkich. Prawidłowość ta dotyczy również badanych obiektów. W składzie mat obydwu stawów zidentyfikowano 12 taksonów z bardzo rzadkim opisywanym w poprzedniej publikacji *Oedogonium capillare*. Składy gatunkowe mat obydwu stawów różniły się, co doktorantka wiąże z różnicami w odczynie i w właściwościach chemicznych wód. W odczynie zasadowym i podwyższoną zawartością chlorków i siarczanów dominuje *Oedogonium* i *Cladophora rivularis* (staw śródpolny) a w odczynie obojętnym (staw sztuczny miejski) *Cladophora fracta*. Natomiast zmiany sezonowe powiązane są ze zmieniającą się temperaturą wód. Na wiosnę w chłodniejszych wodach dominowały rodzaje *Tribonema*, *Ulothrix* i przedstawiciele *Zygnematales*. W okresie letnim przedstawiciele *Oedogoniales* i *Cladophorales*. Prawidłowości powyższe opisywano w wielu innych ekosystemach wodnych. W pracy mamy dla obydwu obiektów szczegółowo scharakteryzowane pełne listy taksonów oraz warunki fizyczno-chemiczne wód. W pracy doktorantka zwraca uwagę na duże znaczenie małych zbiorników wodnych jako ostoji bioróżnorodności.

Publikacja III

Trzecia publikacja charakteryzuje najczęściej występujące zielenice nitkowate w odniesieniu do różnych czynników środowiskowych słodkowodnych ekosystemów. Opracowanie oparto o zebrane dane literaturowe z Polski i wyniki badań własnych. Szczególną uwagę poświęcono taksonom z rodzaju *Cladophora* i najczęściej towarzyszącym im glonom z rodzaju *Oedogonium*, *Rhizoclonium* i *Spirogyra*, *Stigeoclonium*, *Tribonema* i *Vaucheria*, które budują w postaci mat bogate zbiorowiska nitkowatych zielenic. Przebadano 16 środowiskowych czynników w różnych typach ekosystemów wodnych i ich wpływ na występowanie i dominację taksonów charakterystycznych dla siedliska tej grupy zielenic. Przebadano również wpływ warunków środowiska na zróżnicowanie w morfologii plech i komórek pospolitych gatunków takich jak *Cladophora glomerata*, *C. rivularis* i *C. fracta*.

W pracy znajdujemy również informacje jakie rodzaje glonów nitkowatych są częstsze w wodach płynących (rzekach i ciekach), a jakie w wodach stojących (stawach, jeziorach i sztucznych zbiornikach wodnych).

Dla wyznaczenia gradientów środowiskowych wykorzystano analizę statystyczną (pakiet statystyczny Canoco). Zastosowana kanoniczna analiza korespondencji (CCA) posłużyła do określenia relacji pomiędzy występowaniem poszczególnych taksonów, a zmiennymi środowiskowymi. Test Monte Carlo pozwolił wyselekcjonować takie czynniki jak głębokość wody, zawartość chlorków, ortofosforanów, azotanów i całkowitych ilości rozpuszczonych soli mineralnych w wodzie, które miały statystycznie wysoce istotny wpływ na skład zbiorowisk glonów nitkowatych w analizowanych obiektach. Stwierdzono że gatunki z rodzaju *Cladophora* mają szeroki zakres tolerancji w stosunku do temperatury oraz preferują siedliska bogate w związki azotu i fosforu. Natomiast *C. fracta* występowała w zbiornikach sztucznych i jej obecność zależna była od takich czynników jak zawartość całkowitej ilości soli rozpuszczalnych oraz przewodnictwa elektrolitycznego.

Praca wnosi nowe istotne dane do ekologii zielenic, poznajemy które czynniki siedliskowe decydują o występowaniu poszczególnych taksonów, oraz jakie warunki decydują o dominacji jednych gatunków, a w przypadku innych jako taksony towarzyszące z niewielkim ilościowym udziałem.

Publikacja IV.

Rezultaty uzyskane we wcześniejszych badaniach (publikacja II i III) uzupełnione nowymi obserwacjami posłużyły do wydzielenia i opisania nisz ekologicznych zajmowanych przez nitkowate zielenice. Dostarczyły również dane do skonstruowania metodą Ogólnych Modeli Addytywnych (GAM) modeli wzrostu ilustrujące odpowiedzi ważniejszych taksonów budujących maty glonowe na podstawowe czynniki abiotyczne (temperatura, przewodnictwo elektrolityczne wody, całkowita ilość substancji rozpuszczonej oraz zawartość chlorków, ortofosforanów, azotanów i jonów amonowych. W wyniku tej analizy otrzymano modele jednomodalne z określonym optimum lub modele monotoniczne rosnące i malejące. Otrzymane modele reakcji najbardziej powszechnych taksonów na warunki siedliskowe wykazały duże zróżnicowanie ich nisz ekologicznych. Znaczące różnice stwierdzono nawet dla gatunków należących do jednego rodzaju *Cladophora*, takie jak *Cladophora glomerata*, *Cladophora rivula* i *Cladophora fracta*, które rozwijały się w odmiennych warunkach. Również taksony z pozostałych rodzajów zielenic wykazywały inne optima i minima rozwojowe w odniesieniu do odpowiednich czynników ekologicznych.

Prezentowane w pracy rezultaty dostarczają nowe cenne informacje odnośnie optymalnych i minimalnych wymogów, a także nadmiaru czy niedoboru odpowiedniego parametru siedliskowego determinującego rozwój gatunków w określonym typie ekosystemu wodnego. Praktycznie Modele te mogą być wykorzystane do sterowania hodowlą i produkcją na różne cele biomasy zielenic nitkowatych.

Publikacja V.

W kolejnej publikacji wątek ekologiczny jest dalej kontynuowany mimo przeniesienie badań do laboratorium. Doktorantka uzyskała wyniki opisujące interakcje w obrębie gatunków z rodzaju *Cladophora* i *Rhizoclonium*, które mogą zachodzić również w naturze. Pod względem zawartości 18 aminokwasów w komórkach przebadana *Cladophora glomerata*, *C. fracta* i *Rhizoclonium*. Przebadane gatunki różniły się kolejnością ułożenia 3 aminokwasów: treoniny, Proliny i Seryny. Zawartość aminokwasów regulowana jest oddziaływaniem różnorodnych stresów. Aminokwas prolina reguluje gospodarkę wodną komórki. Jej wzrost w komórkach *C. fracta* i *Rhizoclonium* hodowanych w wydzielinach *C. glomerata* świadczy o ich reakcji na ten stres. Odwrotnie dopiero przy największych stężeniach wydzielin w pożywce wymienionych powyżej taksonów zaznaczyła się choć niewspółmiernie mniejsza reakcja *C. glomerata*. Stwierdzona odporność na ten stres *Cladophora glomerata*

proteguje ją w konkurencji o nisze siedlisk wodnych. Badania te wskazują, że dla poznania pełnej biologii taksonów nie tylko w tej grupie glonów potrzebna jest wiedza o wzajemnych relacjach środowisko/głony i odwrotnie glony/ środowisko, ale także wymagana jest znajomość wzajemnego oddziaływania między gatunkami glonów. Po raz pierwszy wykazano, że na skutek interakcji między zielenicami nitkowatymi zachodzą zmiany biochemiczne w postaci zmian składu aminokwasów obecnych w plechach makroglonów.

Podsumowując zaprezentowane publikacje zawierają wartościowe nowe lub co najmniej uzupełniające, dane dla nauki. Uzyskana wiedza może być także użyteczna w ochronie środowiska. Zadowolili także praktyków, gdyż dostarcza nieznane dotąd informacje odnośnie morfologii i budowy submikroskopowej plech oraz taksonomii i systematyki słabo poznanych zielenic z rodzaju *Oedogonium*, *Cladophora*, *Rhizoclonium*, *Microspora*, *Mougeotia* sp., *Spirogyra* sp. Dane te ułatwią prawidłowe rozpoznanie trudnych taksonów tworzących masowo maty w zeutrofizowanych ekosystemach wodnych (publikacja I, III, V). Do dużych osiągnięć zaliczam również dane o wymaganiach siedliskowych, modele wzrostu i rozwoju nitkowatych zielenic (II, III, IV). W oparciu o te wyniki mogą być efektywniej prowadzone sztuczne ich hodowle do szczegółowych badań i możliwościami ich praktycznych zastosowań. Jako nowatorską zaliczam również publikację (V) dostarczającą wiedzę odnośnie wzajemnej interakcji taksonów glonów objawiającą się między innymi wpływem na metabolizm komórkowy. Ważnym osiągnięciem o znaczeniu praktycznym to informacje o gatunkach charakterystycznych dla wód silnie eutroficznych oraz taksonów wskazujących na stan wielu innych właściwości fizyczno-chemicznych (publikacja III i IV).

Jej badania wskazują, że dobre rozpoznanie zbiorowisk glonów nitkowatych oraz właściwości fizyczno-chemicznych wód jest niezbędne aby właściwie dla danego typu siedliska zaplanować odpowiednie zabiegi ochronne w niektórych przypadkach rekultywacyjne.

Biorąc pod uwagę przedstawione do oceny przez mgr Martę Pikosz publikacje składające się na rozprawę doktorską, ich wysoki poziom naukowy, dużą wartość poznawczą, a także aplikacyjną stwierdzam, że jest to dorobek w pełni uzasadniający nadanie Jej stopnia naukowego doktora nauk biologicznych w dyscyplinie Ekologii. Składałam również wnioski o wyróżnienie odpowiednią nagrodą, nie tylko za uzyskane oryginalne wyniki, ale również za dobrze opanowany warsztat badawczy, umiejętność zastosowania różnorodnych i kompleksowych, uzasadnionych metodycznie, technik badawczych, polegających na wcześniejszym poznaniu żmudnych metod analiz chemicznych, biochemicznych, hodowli glonów, technik mikroskopowania i umiejętność interpretowania obrazów mikroskopowych, oraz odpowiednich metod statystycznych. Wymagana jest także gruntowna wiedza teoretyczna i praktyczna z zakresu taksonomii i identyfikowania taksonów trudnych w prawidłowym rozpoznawaniu zmiennych morfologicznie makrofitowych zielenic żyjących w różnych typach ekosystemów wodnych. Potrzebna jest znajomość metod w badaniu warunków siedliskowych oraz precyzyjnych metod biochemicznych. Ważkie są również wyniki badań, które mogą być zastosowane w działaniach ochroniarskich, a także do wykorzystania tej grupy glonów do różnorodnych celów użytkowych scharakteryzowanych powyżej w recenzji. Wartość uzyskanych wyników gwarantują również czasopisma naukowe znajdujące się na liście Journal Citation Reports (JCR) w których doktorantka zmieściła wyniki swoich badań.

Doktorantka również aktywnie uczestniczy w wielu badaniach zespołowych co świadczy, że jest dobrze przygotowanym merytorycznie pracownikiem naukowym. W związku z tym uważam, że zasługuje na nagrodę MNiSW bądź Nagrodę JM Rektora. O wartości naukowej dorobku świadczy sumaryczny impact factor 16,741, Index Hirscha 5 (baza Web of Science). Liczba cytowań wg bazy Web of Science- łącznie 69.

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).

Jan Matuła

