

Katowice, 24 maja 2019 r.

dr hab. Gabriela Woźniak, prof. UŚ
Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody
Wydział Biologii i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Śląski w Katowicach
e-mail: woźniak@us.edu.pl

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Mateusza Rawlika pod tytułem „Herb layer formation under tree stands on reclaimed post-industrial areas”, wykonanej w Katedrze Ekologii Roślin i Ochrony Środowiska Wydziału Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

Przesłana do recenzji praca wykonana została pod kierunkiem dr. hab. Marka Kasprowicza. Promotorem pomocniczym podczas przygotowania pracy był dr. hab. Andrzej M. Jagodziński, prof. ID PAN, z Instytutu Dendrologii Polskiej Akademii Nauk w Kórniku.

Przesłana do recenzji praca doktorska Pana mgr. Mateusza Rawlika jest bardzo dobrą rozprawą naukową dotyczącą poznania procesów zachodzących po przeprowadzeniu rekultywacji na terenach powstałych w związku z eksploatacją odkrywkową. Treść pracy, cele, zastosowane metody i konstrukcja jest zgodna z wymaganiami stawianymi pracom doktorskim i przyjętymi zasadami stosowanymi w naukach przyrodniczych.

Pracę Autor wykonał w głównej części w formie trzech recenzowanych artykułów we współautorstwie z promotorem, promotorem pomocniczym oraz z kilkoma wybitnymi badaczami, co w mojej ocenie znacznie podnosi walory przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej. Tematyka pracy wpisuje się w kierunek badawczy i zainteresowania naukowe obu Promotorów jak i zespołów badawczych, z którymi Doktorant współpracuje.

Tekst rozprawy składa się z 5 części, z czego najważniejszą część stanowią 3 artykuły opublikowane w szczegółowo recenzowanych czasopismach o zasięgu światowym. Pozostałe części rozprawy stanowią podsumowanie uzyskanych wyników i wskazują na wzajemne relacje między uzyskanymi wynikami.

Poznanie mechanizmów kształtowania się warstwy runa, czynników decydujących o jej różnorodności gatunkowej i zróżnicowaniu między poszczególnymi płacami oraz poznanie procesów obiegu materii, pod wprowadzonymi przez człowieka drzewostanami na rekultywowanych terenach przemysłowych jest bardzo aktualnym, niezwykle ciekawym

i ważnym, ze względów poznawczych i praktycznych, zagadnieniem. Sadzenie drzew jest często prowadzone na terenach pogórnich. W warunkach siedlisk nieprzekształconych warstwa drzew jest fundamentem ekosystemu leśnego, stwarzając korzystne warunki dla kolonizacji i rozwoju różnych elementów runa, m.in. roślin i grzybów oraz mikroorganizmów, zwierząt bezkręgowych i kręgowców.

Doktorant, prowadząc badania, skoncentrował się na składzie gatunkowym, biomasie i tempie rozkładu ściółki oraz procesach przebiegających w kształtującej się warstwie runa zależnie od składu gatunkowego drzewostanu, o którym zdecydowały działania człowieka.

Zdecydowana większość wiedzy, jaką dysponujemy w zakresie relacji między składem gatunkowym drzewostanu, a warstwą runa w ekosystemach leśnych, pochodzi z badań prowadzonych na siedliskach naturalnych lub w lasach gospodarczych. Należy założyć, że mechanizmy funkcjonowania ekosystemów leśnych, które ukształtowały się na terenach przemysłowych w wyniku nasadzeń, mogą znacząco różnić się od mechanizmów funkcjonowania ekosystemów leśnych, występujących na siedliskach naturalnych, jak również od lasów spontanicznie występujących na terenach przemysłowych, poeksploatacyjnych.

Tereny przemysłowe stanowią najczęściej podłoże mineralne, o niewykształconej strukturze glebowej (bezglebowe), o niskiej pojemności sorpcyjnej i wodnej podłoża (substratu glebowego), niedoborze składników mineralnych, w tym związków azotu i węgla. Na nielicznych typach terenów przemysłowych spotkać można gleby tzw. inicjalne. Struktura i charakterystyka podłoża mineralnego poszczególnych typów terenów poeksploatacyjnych, może się znacząco różnić między sobą. Bardzo słusznie Doktorant przeprowadził analizę parametrów chemicznych podłoża powierzchni badanych, które analizował. Dzięki temu, Doktorant zyskał informacje o aktualnym stanie podłoża, uwzględniające efekt nawożenia i wysiania roślin zielnych, przeprowadzonych w czasie wcześniejszych prac.

Pan Magister Mateusz Rawlik podjął się bardzo ciekawego zadania określenia, jak drzewostany wprowadzone, jako kolejny etap działań człowieka na terenie pogórnym, wpłyną na kształtowanie się (skład, biomasa i rozkład materii) runa powstających ekosystemów leśnych. Doktorant bardzo słusznie zauważył, że przeprowadzone badania terenowe spełniają warunki stawiane eksperymentom „common garden”. Doktorant wykorzystał okazję, jaka powstała na rozległym obszarze terenu poeksploatacyjnego wraz sekwencją późniejszych działań człowieka, które stworzyły warunki do przeprowadzenia wielkoskalowego eksperymentu.

W pierwszej kolejności Autor dokonał przeglądu dostępnej wiedzy dotyczącej znaczenia i charakteru runa oraz biomasy i tempa dekompozycji powstającej, każdego roku, ściółki. Doktorant przedstawił rolę runa w ekosystemie leśnym podając, że runo (ok. 1% biomasy ekosystemu leśnego) stanowi ważną część ekosystemu. Runo odgrywa istotną rolę w akumulacji azotu i węgla, a w konsekwencji w procesie glebotwórczym. W nadziemnej biomase runa zgromadzonych jest ok. 5% składników mineralnych. Aż 20% rocznego opadu organicznego w ekosystemie lasu dostarczają gatunki runa. Opad ten zawiera o 30% więcej składników mineralnych, niż opadające liście drzew. W strefie umiarkowanej przyjmuje się, że runo stanowi 90% różnorodności gatunkowej ekosystemów leśnych. Rośliny runa są również wrażliwym wskaźnikiem dynamiki i indykatorem stanu fitocenozy lasu.

Uważa się, że na różnorodność biologiczną i biomasę warstwy zielnej, w ekosystemach leśnych, w dużej mierze wpływają czynniki abiotyczne, takie jak: ilość światła (docierająca do dna lasu, zmieniająca się wraz ze zwarcie warstwy drzew i krzewów), wilgotność oraz parametry podłoża. Natomiast dostępne publikowane wyniki badań dotyczące tempa rozkładu biomasy wskazują, że jest ono zależne od składu i budowy chemicznej ściółki, właściwości gleby oraz warunków klimatycznych. Wiadomo również, że gatunki drzew różnią się właściwościami chemicznymi opadającej ściółki. Istotnymi dla tempa rozkładu są różnice dotyczące takich cech, jak: współczynnik akumulacji próchnicy oraz zwarcie koron. Oba te parametry są związane z warunkami biotycznymi i abiotycznymi, jakie panują w podłożu w danym typie drzewostanu.

Celem przedstawionej do recenzji pracy było określenie i oszacowanie wpływu składu gatunkowego drzewostanów na skład i strukturę, różnorodność i biomasę nadziemną runa kształtującego się ekosystemu leśnego oraz tempo dekompozycji. Doktorant bardzo słusznie zauważył, że podjęte badania mają istotne znaczenie dla poznania funkcjonowania inicjowanych przez człowieka ekosystemów leśnych na początkowym etapie ich rozwoju. Badaniami objęto dużą grupę - siedmiu jednogatunkowych drzewostanów KWB w Bełchatowie.

Doktorant założył, że charakter (cechy) gatunków drzew budujących drzewostany determinują różnorodność i biomasę nadziemną roślin runa. Rola podłoża (substratu glebowego) oraz warunków topograficznych są wtórnymi czynnikami. Założono również, że zwiększona zawartość azotu w podłożu (substracie glebowym) wynikająca z wpływu drzew symbiotycznie wiążących azot, znajdzie odzwierciedlenie w istotnie większym udziale gatunków runa, które są roślinami nitrofilnymi. W płatach tej roślinności tempo

dekompozycji będzie również wyższe. Założono również, że skład gatunkowy runa, płatów roślinności leśnej, w których dominującymi w drzewostanie są gatunki iglaste, wchodzić będą światłozadne rośliny zielne, o małych wymaganiach w stosunku do żyzności podłoża (substratu glebowego). Przyjęto również, że cieplejsze warunki panujące na południowych zboczach będą sprzyjały szybszej dekompozycji.

Rozpoznanie różnorodności florystycznej runa oraz stanu biomasy nadziemnej gatunków roślin naczyniowych runa przeprowadzono na 227 powierzchniach w siedmiu typach jednogatunkowych drzewostanów *Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Quercus petraea*, *Robinia pseudoacacia* oraz mieszanych z dominacją i.) *Acer pseudoplatanus* i domieszkowym udziałem *Alnus glutinosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Quercus petraea*, ii.) *Betula pendula* i domieszkowym udziałem *Alnus glutinosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Quercus petraea* i *Larix decidua*. Badane płaty spełniały kryteria homogeniczności zwarcia warstwy drzew, krzewów i warstwy zielnej – runa.

Badania nad rozpoznaniem tempa dekompozycji w zależności od panujących warunków Doktorant przeprowadził w 18 płatach roślinności na powierzchniach jednogatunkowych drzewostanów zdominowanych przez *Robinia pseudoacacia*, *Betula pendula* i *Pinus sylvestris* na zboczach północnych i południowych. Obserwowane było tempo rozkładu przedstawicieli różnych taksonomicznie i funkcjonalnie gatunków: trawy *Calamagrostis epigejos*, rośliny motylkowej *Medicago sativa* oraz rośliny reprezentującej rodzinę złożonych *Cirsium arvense*. Doktorant wykazał, że najwolniej rozkładała się trawa, nieco szybciej rozkładowi ulegała roślina motylkowa i ostrożeń polny. Na tempo rozkładu wpływ miał skład drzewostanu, typ zbiorowiska roślinnego. Rozkład najszybciej przebiegał pod okapem *Robinia pseudoacacia*, wolniej pod drzewostanami zdominowanymi przez *Betula pendula* i *Pinus sylvestris*. Doktorant wykazał, że rozkład biomasy następuje najszybciej na zboczach północnych niezależnie od rodzaju ściółki. Powierzchnie, na których dochodziło do szybszego rozkładu ściółki, charakteryzowały się również wyższą zawartością węgla organicznego w podłożu.

Stwierdzono różnice w składzie gatunkowym runa w dwóch grupach drzewostanów. Pierwszą grupę zidentyfikowano pod jednorodnymi drzewostanami *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Quercus petraea* i mieszanymi z udziałem *Betula pendula*. Wyróżnia się ono występowaniem runa z większym udziałem gatunków łąkowych (25%). Częściej występowały w runie tych płatów gatunki zielne, reprezentujące siedliska suchych i kwaśnych lasów. W runie drugiej grupy drzewostanów tworzonych przez dominację *Alnus glutinosa*, *Robinia pseudoacacia* i drzewostany mieszane z udziałem *Acer pseudoplatanus* wyższy jest

udział gatunków roślin ruderalnych i leśnych. Częściej występowały również gatunki roślin związanych z wilgotnymi i żyznymi siedliskami leśnymi. Różnice potwierdzone zostały dla danych dotyczących wartości wskaźników Ellenberga. Niezależnie od stwierdzonych różnic warstwa zielna we wszystkich badanych drzewostanach składała się głównie (70%) z gatunków synantropijnych.

Bardzo ciekawe wyniki uzyskał Doktorant w badaniach biomasy runa dla analizowanych drzewostanów. Całkowita biomasa roślin zielnych była istotnie wyższa w runie pod drzewostanami zdominowanymi przez *Alnus glutinosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Betula pendula* i *Quercus petraea*, w porównaniu z całkowitą biomasą roślin zielnych runa rozwijającego się pod drzewostanami zdominowanymi przez *Pinus sylvestris* oraz drzewostanami mieszanymi z udziałem *Acer pseudoplatanus*. Tak więc, jako główny wyznacznik biomasy runa, należy uznać skład gatunkowy drzewostanu.

Ciekawym wynikiem jest również wykazanie, że wysokie wartości całkowitej biomasy roślin zielnych i zwarcia warstwy zielnej występowały w runie kształtującym się pod drzewostanami zdominowanymi przez *Betula pendula*, *Quercus petraea*, *Alnus glutinosa*, *Robinia pseudoacacia*. Natomiast niskie wartości całkowitej biomasy roślin zielnych i zwarcia warstwy zielnej występowały w runie kształtującym się pod drzewostanami zdominowanymi przez *Pinus sylvestris* oraz drzewostanami mieszanymi z udziałem *Acer pseudoplatanus*.

Wykazano, że nadziemna biomasa runa zależna była od składu gatunkowego drzewostanu. Biomasa roślin runa była czterokrotnie wyższa pod okapem *Alnus glutinosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Betula pendula*, *Quercus petraea*. Natomiast pod drzewostanem *Pinus sylvestris* i *Acer pseudoplatanus* biomasa runa była istotnie niższa. Analiza redundancji składu gatunkowego biomasy w kontekście kompozycji gatunkowych warstwy runa wykazała, że skład ten jest zróżnicowany i zależny od warunków środowiskowych. Głównym gradientem, który determinuje zróżnicowanie, jest malejący dostęp światła do warstwy zielnej runa i zasobność podłoża w substancje odżywcze. Porównanie badanych drzewostanów wykazało wyższy udział w runie gatunków ruderalnych i nitrofilnych pod drzewostanami zdominowanymi przez *Alnus glutinosa* i *Robinia pseudoacacia* oraz drzewostanami mieszanymi z udziałem *Acer pseudoplatanus*. Natomiast pod drzewostanami *Betula pendula*, *Pinus sylvestris* i *Quercus petraea* oraz drzewostanami mieszanymi z udziałem *Acer pseudoplatanus* w składzie gatunkowym warstwy zielnej runa istotnie liczniej występują rośliny światłoządne związane z łąkami.

Skład gatunkowy runa rozwijający się pod drzewostanami *Betula pendula*, *Pinus sylvestris* i *Quercus petraea* spowodował wyodrębnienie tej grupy płatów roślinności, jako wydzielonego elementu, obok płatów związanych z drzewostanami zdominowanymi przez *Alnus glutinosa*, *Robinia pseudoacacia* oraz drzewostanami mieszanymi z udziałem *Acer pseudoplatanus* w przestrzeni nietendencyjnej analizy zgodności.

Wykazano, że rozkład ścióły przebiegał najszybciej pod okapem *Robinia pseudoacacia*. Natomiast pod okapem *Betula pendula* i *Pinus sylvestris* tempo rozkładu było podobne. Wykazano również, że tempo rozkładu jest szybsze na zboczach północnych. Wyższa zawartość materii organicznej odnotowana została w płatach drzewostanów, w których rozkład ściółki jest najszybszy (pod okapem *Robinia pseudoacacia* na zboczach północnych).

Zestawiając uzyskane wyniki, Doktorant wyciągnął wnioski, że skład gatunkowy drzewostanu determinuje warunki siedliskowe i przebieg procesów takich jak rozkład ścióły pod okapem dominującego drzewa. Doktorant zwrócił uwagę, że mimo początkowych różnic w warunkach siedliskowych, skład warstwy zielnej runa i jej biomasę nadziemną warunkował charakter drzewostanu.

W kontekście uzyskanych wyników bardzo interesująca byłaby opinia Doktoranta na temat prawdopodobnych przesunięć w relacji między udziałem w przedstawionych procesach grzybów ektomykoryzowych i m.in. mykoryz arbuskularnych, zmian w aktywnościach enzymów glebowych oraz strukturze funkcjonalnej bakterii czy mikro- i mezofauny.

Główne merytoryczne elementy przedstawionej do recenzji rozprawy to trzy artykuły, które zostały przed opublikowaniem poddane już bardzo szczegółowej i wymagającej ocenie. Dlatego też rola recenzenta ogranicza się do tego, by włączyć się w bardzo ciekawą dyskusję uzyskanych wyników.

Bardzo interesująca byłaby opinia Doktoranta na temat, w jakim zakresie przeprowadzone wcześniej, w początkowym etapie zagospodarowania badanego obiektu nawożenie i wysiane gatunki roślin, mogły wpłynąć na uzyskane wyniki. Istotne jest również, jakie kryterium zostało zastosowane przy wyborze miejsc pod nasadzenia konkretnych gatunków drzew.

W podsumowaniu Doktorant zwraca uwagę, że skład drzewostanu, a w szerszym kontekście cechy gatunku dominującego, jest kluczowy dla kształtowania różnorodności zielnych roślin warstwy runa na siedliskach ukształtowanych przez człowieka, m.in. w wyniku eksploatacji surowców mineralnych. Wyniki przedstawione przez Doktoranta

wskazują również, że skład drzewostanu (cechy gatunku dominującego) może być wiodącym czynnikiem (driverem) przebiegu procesu formowania siedliska i podłoża (szczególnie jego parametrów biotycznych). Otwiera to rozległy i niezwykle istotny obszar badań nad kształtowaniem i funkcjonowaniem ekosystemów na siedliskach powstałych i przekształconych w wyniku działalności człowieka.

Konkluzja

Rozprawa doktorska Pana mgr. Mateusza Rawlika jest dojrzałym opracowaniem naukowym opartym o wieloaspektowe badania, z wykorzystaniem najnowszych metod analizy i wizualizacji danych.

Praca ta jest cenna ze względów poznawczych i praktycznych. Zebrany materiał i jego krytyczne omówienie dowodzi biegłej umiejętności Doktoranta w stosowaniu różnorodnych metod badawczych oraz metod statystycznych i numerycznych. Autor wykazał się wiedzą merytoryczną przy sformułowaniu celów oraz dobrą znajomością literatury fachowej. Zebrano wartościowy i bogaty materiał dokumentacyjny oraz merytoryczny.

Praca doktorska Pana mgr. Mateusza Rawlika spełnia wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z Ustawą z 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym (Dz. Ust. 2003, 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami).

Mając na względzie moją wysoką ocenę przedkładam Radzie Wydziału Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu wniosek o dopuszczenie Pana mgr. Mateusza Rawlika do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Składam także wniosek o wyróżnienie pracy stosowną nagrodą.

Katowice, 24 maja 2019 roku

Gabriela Hożeniak