

Kraków 28.05.2019 r.

dr hab. Grażyna Szarek-Łukaszewska
Instytut Botaniki im. W. Szafera
Polskiej Akademii Nauk
ul. Lubicz 46,
31-512 Kraków

Recenzja

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Pawła Horodeckiego**

„Dynamika dekompozycji liści drzew

w warunkach rekultywowanych gruntów pokopalnianych”

wykonanej pod kierunkiem dr hab. Andrzeja M. Jagodzińskiego
w Instytucie Dendrologii Polskiej Akademii Nauk w Kórniku

Rozwój cywilizacji nierozłącznie wiąże się z negatywnym wpływem gospodarki na środowisko naturalne. Przemysł, a szczególnie przemysł wydobywczy, odpowiedzialny jest za nieodwracalne w nim zmiany. Na znacznych obszarach doprowadza on do całkowitego zniszczenia powierzchni ziemi, pokrywy roślinnej, pozostawia pustki wyrobisk i olbrzymie ilości odpadów. Zwałowiska odpadów z górnictwa, często wymieszane z innymi, również i toksycznymi odpadami, tworzą rozległe „nowe” grunty. Te pokopalniane tereny zaliczane są do silnie zdegradowanych. Są one nieproduktywne z punktu widzenia gospodarki, a także z powodu braku roślin negatywnie wpływają na otoczenie poprzez na erozję wietrzną i wodną.

Według prawa wielu krajów europejskich, w tym Polski, tereny zdegradowane muszą podlegać rekultywacji. Tak jak pisze w swojej rozprawie doktorskiej mgr inż. Paweł Horodecki „działania rekultywacyjne podejmowane są z powodów czysto ekonomicznych”, ale również, mają na celu „umożliwienie nowo powstającym ekosystemom samodzielne utrzymanie swoich funkcji”. Ten drugi cel rekultywacji nadal nie jest często podejmowany w naszym kraju. Rekultywację zdegradowanych gruntów najczęściej prowadzi się w kierunku leśnym, gdyż zapewnia on szybkie uzyskanie pokrywy roślinnej i daje możliwość, po raz kolejny, gospodarczego wykorzystania terenów przemysłowych.

W procesie rekultywacji, po działaniach technicznych prowadzących do właściwego przygotowania gruntu, następuje część biologiczna mająca na celu zainicjowanie tworzenia się żywej biologicznie gleby i pokrywy roślinnej. Ta część rekultywacji jest trudna i długotrwała ze względu na często niekorzystne fizyczne i chemiczne właściwości pokopalnianych gruntów. Dlatego podejmowane są próby poprawienia ich warunków w celu

przyspieszenia procesów biologicznych. Badania mgr inż. Pawła Horodeckiego przedstawione w rozprawie doktorskiej doskonale wpisują się w ten ważny nurt.

W leśnym zagospodarowaniu terenów zdegradowanych jedną z najważniejszych decyzji jest dobór odpowiednich gatunków do nasadzeń. Od ich składu gatunkowego zależy ilość i jakość opadającej ściółki, a od niej tempo rozwoju gleby. Poszczególne gatunki drzew dostarczają ściółki zarówno w różnej masie jak i o różnych właściwościach.

Podstawowym celem badań przedstawionych w rozprawie doktorskiej mgr inż. Pawła Horodeckiego było określenie tempa dekompozycji liści/igieł kilku gatunków drzew (różniących się biologią i wymaganiami siedliskowymi) w warunkach młodych lasów (około 20 letnich) powstałych w ramach rekultywacji gruntów pokopalnianych. Szczegółowe cele zakładały poznanie zależności między dynamiką rozkładu liści a: typem siedliska (pokopalniane, naturalne), wybranymi jego cechami (ekspozycja terenu, temperatura gleby), rodzajem drzewostanu (jednogatunkowy, mieszany, macierzysty, obcy) oraz zawartością pierwiastków odżywczych w świeżo opadłych liściach.

Do oszacowania parametrów dekompozycji wykorzystano metodę woreczków ściółkowych. Jest to jedna ze standardowych metod stosowanych w ocenie rozkładu szczątków organicznych. Materiał organiczny, o znanej masie, umieszcza się w specjalnych woreczkach i następnie rozkłada w glebie, na określony czas. Woreczki pozwalają na wymianę powietrza, wody i pierwiastków odżywczych między materiałem w nich zawartym a glebą, dzięki temu dekompozycja zachodzi w prawie naturalnych warunkach. Metoda ta wymaga jednak długiego czasu badań oraz dużej ilości precyzyjnie przygotowanego materiału organicznego. Pokazane w rozprawie doktorskiej eksperymenty trwały trzy i pięć lat, wykorzystano w nich olbrzymią liczbę woreczków ściółkowych – w sumie prawie 7000.

Metodą woreczków ściółkowych analizowano zróżnicowanie tempa rozkładu liści/igieł w sumie aż 14 gatunków drzew, w tym tych powszechnie stosowanych w rekultywacji. W lasach na terenie zwałowiska pokopalnianego Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów” i obok niego, przeprowadzono kilka doświadczeń. Ich szczegółowe hipotezy i wyniki zaprezentowano w trzech, tworzących spójną tematycznie całość, publikacjach naukowych. Są to następujące artykuły:

- 1) Horodecki P., Jagodziński A. M. 2019. Site effect on litter decomposition rates: a three years comparison of decomposition process between spoil heap and forest sites. *Forests* 10(4): 353, DOI: 10.3390/f10040353;

- 2) Horodecki P., Jagodziński A. M. 2017. Tree species effects on litter decomposition in pure stands on afforested post-mining sites. *Forest Ecology and Management* 406: 1-11, DOI: 10.1016/j.foreco.2017.09.059;
- 3) Horodecki P., Nowiński M., Jagodziński A. M. 2019. Advantages of mixed tree stands in restoration of upper soil layers on postmining sites: A five-year leaf litter decomposition experiment. *Land Degradation and Development* 30: 3-11, DOI.org/10.1002/ldr.3194.

Powyższe artykuły, będące podstawą rozprawy doktorskiej mgr inż. Pawła Horodeckiego, są opublikowane w dobrych i bardzo dobrych międzynarodowych czasopismach (IF₂₀₁₇ odpowiednio: 1,956; 3,524; 7,270). Jeden artykuł opublikowany dwa lata temu jest już 22 razy cytowany, dwa pozostałe tak cytowane jeszcze nie są, ale pojawiły się dopiero na początku bieżącego roku (2019). Dwie publikacje mają dwóch autorów, jedna trzech. Mgr inż. Paweł Horodecki jest w każdym z nich pierwszym autorem, korespondencyjnym. Jest również osobą wiodącą w badaniach. Według oświadczeń autorów, zamieszczonych w rozprawie doktorskiej, on przede wszystkim tworzył koncepcję badań, przeprowadzał analizę wyników (w tym analizy statystyczne), opracował manuskrypty publikacji i przeprowadził je przez niełatwy proces wydawniczy.

W pierwszej publikacji pokazane są badania dotyczące tempa dekompozycji ściółki w zależności od jej typu i stanowiska. Woreczki ściółkowe z liśćmi *Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Quercus robur* i igłami *Pinus sylvestris* były rozłożone w dwóch typach drzewostanu – w monokulturze brzozonej i sosnowej, zarówno na zwałowisku pokopalnianym jak i poza nim, na glebach leśnych. Stanowiska były porównywalne pod względem wieku drzewostanu i cech gleb. Określano ubytki masy ściółki w woreczkach przez trzy lata co trzy miesiące. Stwierdzono, że tempo dekompozycji liści wybranych gatunków drzew jest niższe na gruntach zdegradowanych niż na leśnych. Wyjątek stanowiły liście olszy i brzozy, ale tylko pod okapem sosny – ich rozkład był szybszy na słabo rozwiniętych glebach zwałowiska. Wyjaśnieniem tego wyniku mogą być właściwości nadal inicjalnej gleby na zwałowisku. Występujące w niej przede wszystkim niewyspecjalizowane grupy mikroorganizmów, głównie bakterie, rozkładają najpierw łatwiejszy materiał – liście olszy i brzozy.

W drugim artykule przedstawiono wyniki doświadczeń prowadzonych tylko na zwałowisku pokopalnianym, których celem było określenie wpływu na dekompozycję kilku parametrów: gatunku drzewa z którego pochodziła ściółka, rodzaju stanowiska – macierzyste (drzewostan zbudowany z gatunku jaki reprezentowała ściółka) i obce, a także jego ekspozycji. Badano ściółkę już 9 gatunków (*Acer pseudoplatanus*, *Alnus glutinosa*, *Betula*

pendula, *Fagus sylvatica*, *Pinus sylvestris*, *Prunus serotina*, *Robinia pseudoacacia*, *Quercus robur*, *Quercus rubra*). Doświadczenia prowadzono przez trzy lata, analizując rozkład liści co trzy miesiące. Podsumowane liczne wyniki pozwoliły na potwierdzenie hipotezy, że w trudnych warunkach zwałowiska pokopalnianego dekompozycja ściółki jest rozciągnięta w czasie, a co za tym idzie tempo powrotu pierwiastków do obiegu w ekosystemie jest wolne. Ściółka w warunkach macierzystych – „własnych” drzewostanów jest rozkładana szybciej niż w obcych (sosnowych) gdyż rozkładają ją wyspecjalizowane do niej organizmy. Wyższa temperatura gleby, związana z zachodnią ekspozycją zwałowiska, jest generalnie czynnikiem pozytywnie wpływającym na dekompozycję. Mimo, że niektóre gatunki sadzone na gruntach zdegradowanych wprowadzają ściółkę relatywnie dobrze rozkładającą się, przy wykorzystaniu ich w rekultywacji, należy zwrócić uwagę na ich biologię. Liście olszy rozkładają się najszybciej, i są bogate w azot, ale gatunek jest wrażliwy na niedobory wody. Gatunki obce (*Prunus serotina*, *Quercus rubra*) chociaż mogą przyspieszać tworzenie się gleby nie powinny być stosowane w rekultywacji. *Betula pendula*, bardzo często używana w nasadzeniach na terenach zdegradowanych, ze względu na małe wymagania siedliskowe, produkuje jednak stosunkowo niewielkie ilości ściółki, wolno rozkładającej się. Zatem powinno się ograniczyć powierzchnię monokultur brzożowych. Wskazane jest natomiast sadzenie brzozy w domieszkach w formie kęp. Grupa drzew o prześwietlonych koronach będzie sprzyjać wyższej temperaturze gleby i przyspieszać rozkład ściółki, pochodzącej od innych, sąsiadujących z nią gatunków.

W trzeciej publikacji skupiono się na wybranych cechach liści/igieł aż 14 gatunków drzew, ich związkach z tempem dekompozycji oraz podobnie jak w poprzednich badaniach, w zależności od typu stanowiska. Określano skład chemiczny świeżo opadłych liści, specyficzną powierzchnię liści badanych gatunków. Tempo dekompozycji ściółki analizowano w drzewostanach mieszanych oraz monokulturach (sosnowych, macierzystych) przez prawie pięć lat w odstępach około trzech miesięcy. Te szerokie badania dały kilka ważnych wniosków. Warunki zwałowiska nie wpłynęły na różnice w przebiegu rozkładu liści poszczególnych gatunków wynikające z różnej zawartości w nich pierwiastków odżywczych. Jednak liście drzew rozkładają się wolniej na gruntach pokopalnianych niż w warunkach naturalnych. Drzewostany mieszane stwarzają lepsze warunki do rozkładu ściółki niż jednogatunkowe, zarówno sosnowe jak i liściaste. Sadzenie zatem na terenach zdegradowanych mieszanki różnych gatunków drzew może poprawić warunki rozwoju gleby. Należy zmniejszyć udział monokultur nie tylko brzozy, ale i podobnie powszechnie stosowanej w rekultywacji, sosny. Igły *Pinus sylvestris*, liście *Quercus robur* i *Fagus sylvatica*,

cechują się powolnym rozkładem, jednak gatunki te jako domieszki mogą stanowić źródło dużej ilości ściółki, stanowiącej zasób do rozkładu w przyszłości. Gatunkami częstszymi w nasadzeniach powinny być *Acer pseudoplatanus*, *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior* i *Ulmus laevis* gdyż dostarczają dużo liści bogatych w składniki mineralne, poprawiające cechy gleby.

Rozprawa doktorska mgr inż. Pawła Horodeckiego ma również ważną część niepublikowaną, która jest przeglądem badań zawartych w artykułach. Zawiera ona spójne wprowadzenie w tematykę badawczą, ogólne cele i hipotezy z ich uzasadnieniem. Opisany jest wspólny teren badań i metodyka przeprowadzonych doświadczeń oraz analizy statystycznej. Krótko podsumowane są wyniki poszczególnych eksperymentów oraz wyczerpująco ważne ich wnioski. Tekst kończy się spisem literatury w nim cytowanej, obejmującym ponad 100 pozycji.

Mgr inż. Paweł Horodecki nie zapomniał o podziękowaniach. Na pierwszych stronach rozprawy dziękuje Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych za sfinansowanie badań oraz osobom bez których pomocy nie byłoby możliwe, jak pisze „dojście do końcowego etapu pracy doktorskiej i osiągnięcie sukcesu, jakim jest możliwość jej obrony”.

Obrona wymaga pytań, zatem kilka pytań do dyskusji:

- W rozprawie analizowany był skład chemiczny liści. Jak dość często zdarza się w artykułach, w których chemia nie jest głównym tematem, metodyka analiz chemicznych jest i tu opisana zbyt lakonicznie – zawiera jedynie informację o sprzęcie na którym przeprowadzone były analizy, nie ma natomiast zasadniczej informacji o metodach analitycznych. Jakie metody były stosowane w rozprawie przy określaniu zawartości azotu czy podstawowych kationów w liściach drzew?
- Woreczki ściółkowe teoretycznie powinny być umieszczane na jednakowej głębokości gleby. W rozprawie nie potrafiłam znaleźć informacji gdzie były umieszczane woreczki – na ściółce, pod nią, na jakiej głębokości. Jaki był przestrzenny układ woreczków na poletkach badawczych?
- W rozprawie topole rekomendowane są do nasadzeń na terenach zdegradowanych jedynie ze względu na ich „właściwości fitoremediacyjne”. Co dokładnie one oznaczają, jakie cechy predysponują topole do wykorzystania w fitoremediacji?

Podsumowując, na rozprawę doktorską mgr inż. Pawła Horodeckiego składa się cykl spójnych tematycznie artykułów w dobrych międzynarodowych czasopismach. Stanowią one oryginalny wkład w wiedzę o uwarunkowaniach dynamiki dekompozycji ściółki, który zaowocował również nakreśleniem praktycznych wskazań do wykorzystania w rekultywacji

terenów przemysłowych. Rozprawa pokazuje szeroką wiedzę autora, jego zdolność do prowadzenia własnych badań, krytycznej interpretacji wyników oraz, co bardzo ważne, ich upowszechniania. Uważam, że rozprawa doktorska mgr inż. Pawła Horodeckiego w pełni spełnia warunki Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U z 2003, nr 65, poz. 595, z późn. zm.). Wnoszę zatem do Rady Naukowej Instytutu Dendrologii Polskiej Akademii Nauk w Kórniku o dopuszczenie mgr inż. Pawła Horodeckiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Jednocześnie wnoszę o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr inż. Pawła Horodeckiego.

