

Prof. dr hab. Andrzej Grzywacz  
em. Kierownik Zakładu Mikologii i Fitopatologii  
Leśnej, Wydziału Leśnego SGGW, Warszawa

Warszawa, 27 sierpnia 2017 r.

**Opinia o rozprawie doktorskiej Małgorzaty Połatyńskiej  
z Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu  
Łódzkiego, wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. Marii  
Ławrynowicz i dr Patrycji Podlaszczuk**

Tytuł rozprawy „Seasonal differentiation of hypogeous fungi in rodent diet in selected forest reserves of Central Poland” (Sezonowe zróżnicowanie grzybów podziemnych w diecie gryzoni w wybranych rezerwach leśnych Polski Środkowej). Rozprawa obejmuje łącznie 106 stron, w tym 12 tablic (rysunki i mikrofotografie zarodników gatunków grzybów stwierdzonych w próbkach), 12 tablic, 15 rycin (różnego typu wykresy), 5 map oraz 3 załączniki składające się z 42 tabel (zamieszczone na 11 stronicach). Praca składa się z 10 rozdziałów. Recenzenci otrzymali również jako materiał pomocniczy obszerne streszczenie rozprawy w języku polskim (15 stron).

Rozdział 1. **Wprowadzenie** (3 str.), gdzie między innymi autorka przedstawia i wyjaśnia podstawowe terminy związane z przeprowadzonymi badaniami: mykofagia, sposoby dyspersji zarodników przez zwierzęta, rodzaje mykofagii z podziałem na obligatoryjną, preferencyjną, oportunistyczną i przypadkową oraz wymienia różne grupy ssaków żywiące się grzybami. Zawarty w tym rozdziale jest opis celu badań, czyli potrzeby uzyskania danych empirycznych do przedstawienia i charakterystyki różnorodności grzybów o podziemnych owocnikach w diecie gryzoni bytujących w ekosystemach leśnych. Badano obecność zarodników grzybów w próbkach odchodów gryzoni - nornicy rudej i myszarki leśnej zbieranych za pomocą pułapek żywołownych. Skoncentrowano się na ustaleniu różnorodności taksonomicznej grzybów, różnicach w obfitości zarodników w odchodach w zależności od pór roku, od typu siedliskowego lasu terenu badań, gatunku gryzoni oraz ich płci i wieku. Wykonane badania składały się z prac terenowych, laboratoryjnych analiz mikroskopowych oraz analiz statystycznych uzyskanych wyników.

Rozdział 2. **Teren badań** (7 stron), obejmował 2 rezerваты leśne w Nadleśnictwie Spała, to jest Rezerwat Spała, składający się głównie z grądu subkontynentalnego o powierzchni 106,75 ha oraz Rezerwat Konewka obejmujący zbiorowisko dąbrowy świetlistej o powierzchni 99,31 ha. Opisano położenie geograficzne i geobotaniczne rezerwatów, ilustrując to również mapami oraz przedstawiono zwięzłą ich charakterystykę opartą na wcześniej opracowanych dokumentacjach florystycznych, mykologicznych i gleboznawczych, wykonanych przez pracowników naukowych Uniwersytetu Łódzkiego.

Rozdział 3. **Materiał i metody** (9 stron), scharakteryzowano tu grzyby podziemne jako grupę ekologiczną, cechy owocników i zarodników, sezony owocnikowania oraz przypuszczenia co do przysposobienia zarodników do kiełkowania i tworzenia mykoryz po przejściu przez przewody pokarmowe gryzoni. Przedstawiono na podstawie danych z licznej literatury cechy charakterystyczne nornicy rudej oraz informacje na temat diety, składającej się z różnorodnych substancji, z przewagą roślinnych nad zwierzęcymi, uznano, że jest to gatunek preferencyjnego mykotrofa, gdyż grzyby mogą stanowić w lecie i jesieni ok. 20-30% całego skonsumowanego pokarmu. Opisano również myszarkę leśną i stwierdzono, że zjada głównie nasiona drzew i bezkręgowce oraz w mniejszym stopniu niż nornica, interesuje się grzybami jako pokarmem.

Odłowy gryzoni dokonywano w trakcie 6 wyjazdów terenowych, trwających po 4-7 dni, w maju 2014 i 2015 r., lipcu 2013 i 2014 r. oraz październiku 2013 i 2014 r. Złowione zwierzęta po wyjęciu z pułapek oznaczano, ustalano ich płeć, masę ciała i wiek, oznaczano je czerwoną kropką po stronie brzusznej i wypuszczano. Procedurę utrwalania próbek odchodów, wirowania, obserwowania pod mikroskopem oraz fotografowania, szczegółowo opisano, podobnie jak identyfikację gatunkową (lub rodzajową zarodników) za pomocą specjalistycznych kluczy i opracowań, po uprzednim zanotowaniu ich wymiarów, koloru, ornamentacji i kształtu.

W celu zbadania powiązań między liczbą zarodników grzybów znalezionych w próbkach a gatunkiem, płcią, wiekiem zwierzęcia, rodzajem terenu badań, porą roku, oddaleniem pułapki od drogi – kwalifikowano próby w zależności od liczby znalezionych zarodników, w trzy klasy, oddzielenie dla grzybów podziemnych i naziemnych, a następnie analizowano za pomocą różnych wzorów i modeli statystycznych, opisanych szczegółowo w metodyce badań: model liniowy GLM z rozkładem Poissona i funkcją identycznościową, model z efektem krzyżowym, test  $\chi^2$ , rozkład wskaźnika Shanona dla każdej próby.

Rozdział 4. **Wyniki badań** (18 stron) zbadano 247 prób, z czego 196 od myszarki leśnej i 51 od nornicy rudej, w tym 166 prób pochodziło z rezerwatu Spała, a 81 z rezerwatu Konewka. Zarodniki grzybów podziemnych znajdowały się w 94 próbach (65 od myszarki i 29 od nornicy). W 35 próbach znaleziono więcej niż jeden takson grzybów. Zidentyfikowano w odchodach gryzoni 12 rodzajów grzybów podziemnych (według alfabetu): *Elaphomyces*, *Endogone*, *Gautieria*, *Genea*, *Glomus*, *Hydnotrya*, *Hymenogaster*, *Melanogaster*, *Pachyphloeus*, *Rhizopogon*, *Scleroderma*, *Tuber*, reprezentowanych przez co najmniej 18 gatunków. Z analiz statystycznych wynika, że badane gryzonie w lecie konsumują więcej grzybów z wielu rodzajów, w stosunku do wiosny i jesieni. Ilość zarodników zawartych w próbach korespondowała z występowaniem wyższych temperatur i umiarkowanych opadów, znacznie mniej zarodników grzybów było w próbach zebranych podczas występowania silnych opadów i wiatru (w warunkach burzowych). Nie wykazano statystycznego powiązania między liczbą zarodników w próbach, a warunkami pogodowymi w miesiącach poprzedzających odłow. Najwięcej zarodników znaleziono w próbach zebranych latem. Średnia liczba zarodników grzybów w odchodach gryzoni była wyższa w tych zebranych w Spale niż w Konewce, co być może związane jest z faktem lepszego uwilgocenia gleby, w związku z bliższym położeniem w stosunku do Pilicy. Więcej zarodników grzybów podziemnych znajdowano w próbach odchodów gryzoni, pobranych z pułapek ustawionych bliżej drogi. Młode osobniki obu gatunków zwierząt jedzą więcej grzybów podziemnych niż osobniki dorosłe, również samice myszarki leśnej są bardziej mykofagiczne niż samce, u nornicy rudej takiej prawidłowości nie stwierdzono. W próbkach odchodów znajdujących w pułapkach z nornicą rudą stwierdzono występowanie większej ilości zarodników i rodzajów grzybów niż w odchodach myszarki leśnej. Związane to zapewne jest z trybem życia i żerowania badanych gatunków gryzoni. Nornice bytują na powierzchni gleby a ich korytarze pod ziemią znajdują się zwykle na głębokości, na której tworzą się owocniki grzybów podziemnych. Myszarka ma większą aktywność ponad powierzchnią gleby, żerują również na gałęziach drzew. Wykazano, że w I klasie hypogeicznej (o niskiej zawartości zarodników grzybów w preparatach mikroskopowych) dominował rodzaj *Glomus*, a w klasie II i III (o średniej i wysokiej liczebności zarodników) dominowały rodzaje *Rhizopogon*, *Hymenogaster*.

Grzyby podstawkowe dominowały wśród taksonów stwierdzonych w próbkach odchodów badanych gryzoni, najczęściej były to *Rhizopogon*, *Melanogaster*, *Gautieria* i *Hymenogaster*. Z literatury mikologicznej wynika, że grzyby z rodzaju *Elaphomyces* dość

powszechnie występują w glebach leśnych, co nie znalazło potwierdzenia w próbkach odchodów gryzoni, co wynika zapewne z faktu, że zwierzęta głównie konsumują owocniki, gdy peridium jest niedojrzałe, nie wytworzyło jeszcze zarodników, a w fazie pylistej masy zarodniki uwalniają się do powietrza, mogą być przenoszone na zewnątrz ciała gryzoni, a do ich układu pokarmowego przedostaje się niewiele. W pracy słusznie stwierdzono, że oznaczanie zarodników grzybów podziemnych, po przejściu ich przez przewód pokarmowy zwierząt, w tym przypadku gryzoni, nie jest łatwe, co wynika ze zmian ich koloru, ornamentacji i rozmiarów oraz ze stopniem ich dojrzewania, a także zmianami jakich doznają podczas trawienia w przewodach pokarmowych zwierząt. Zapewne oblepianie ornamentacji zarodników w materię organiczną podczas przebywania w organach wewnętrznych gryzoni, może być korzystne w dalszym rozwoju i kiełkowaniu zarodników, już po wydaleniu ich na zewnątrz ciała zwierzęcia.

Rozdział 5. **Identyfikacja systematyczna grzybów** (26 stron) spośród oznaczonych w odchodach gryzoni, znaleziono zarodniki 5 rodzajów grzybów workowych: *Genea*, *Hydnotrya*, *Pachyphloeus*, *Tuber* (Pezizales) i *Elaphomyces* (Eurotiales); 5 rodzajów grzybów podstawkowych: *Hymenogaster*, *Melanogaster*, *Rhizopogon*, *Scleroderma* (Agaricales) i *Gautieria* (Gomphales); 1 rodzaj grzybów kłębiakowych: *Glomus* (Glomales) i 1 rodzaj grzybów sprężnionych: *Endogone* (Endogonales). Następnie szczegółowo scharakteryzowano poszczególne rodzaje, opisując owocniki, peridium, glebę owocników, worki i askospory (lub podstawki i bazydiospory, czy też chlamydospory i zygospori u grzybów z innych gromad), zapach owocników, siedliska występowania, typ tworzenia mykoryz i ewentualnie wyróżnienie w tym rodzaju gatunki. Do opisu każdego rodzaju załączono tablice zawierające rysunki zarodników i liczne mikrofotografie.

Rozdział 6. **Dyskusja** (11 stron). W dyskusji skoncentrowano się w konfrontacji z bogatą literaturą, na analizie zróżnicowania zawartości zarodników w odchodach gryzoni między poszczególnymi latami, sezonami i rezerwatami; pomiędzy gatunkami gryzoni ich wiekiem i płciami; omówiono strategię żywieniową mykofagicznych gryzoni, zróżnicowaniem między grzybami podziemnymi i naziemnymi w diecie gryzoni; morfometryczną charakterystyką zarodników i ich ornamentacją; zamieszczono również ogólne, końcowe uwagi o roli grzybów podziemnych w funkcjonowaniu ekosystemu leśnego, w powiązaniu z ich rolą w dyspersji zarodników i tworzeniu mykoryz z drzewami i jako pokarmu dla leśnej fauny.

Rozdział 7. **Wnioski** (1 strona) Na podstawie proponowanych badań przedstawiono 7 wniosków, do ciekawszych należy zaliczyć : gryzonie w okresie letnim konsumują więcej grzybów podziemnych z różnych rodzajów niż wiosną i jesienią; średnia liczba zarodników w odchodach koresponduje z występowaniem wysokich temperatur i umiarkowanymi opadami na terenie ich bytowania; więcej zarodników stwierdzono w odchodach zebranych z pułapek ustawionych bliżej drogi; nornica ruda jest bardziej mykotroficzna niż myszorka leśna, gdyż w jej odchodach znajdowano większą różnorodność gatunkową grzybów; młode osobniki badanych gryzoni w większym stopniu odżywiają się podziemnymi grzybami niż dorosłe; samice myszarki leśnej chętniej zjadają grzyby niż samce; stwierdzono istotną zmienność rozmiarów zarodników *Rhizopogon* w trakcie badań, co może sugerować, że różne gatunki z tego rodzaju są dostępne jako pokarm dla gryzoni w trakcie roku.

Rozdział 8 i 9. **Summary i Streszczenie** (łącznie 5 stron)

Rozdział 10. **Literatura**, w spisie znajduje się 111 pozycji różnojęzycznej literatury oraz 6 pozycji aktów legislacyjnych i 5 pozycji informacji internetowych.

Rozprawa jest przygotowana bardzo starannie pod względem koncepcyjnym, metodycznym i redakcyjnym. Obejmuje mało znane i rzadko badane aspekty mechanizmów funkcjonowania ekosystemów leśnych. Badania polegały na wykazaniu, że gryzonie (reprezentowane tu przez nornicę rudą i myszarkę leśną) konsumują grzyby o podziemnych owocnikach, co niewątpliwie służy dyspersji zarodników i poprzez nadtrawianie w przewodach pokarmowych tych małych ssaków, przysposabia do kiełkowania oraz tworzenia mykoryz ektotroficznych i arbuskularnych, tak ważnych dla wzrostu i rozwoju drzew i roślin runa leśnego. Wykonane badania wymagały wiedzy interdyscyplinarnej z zakresu mykologii, teriologii, ekologii lasu oraz posługiwania się różnymi procedurami laboratoryjnymi i testami statystycznymi.

Nie mam do pracy uwag metodycznych, wykonawczych i redakcyjnych. Bardzo wysoko oceniam całość rozprawy doktorskiej. Życzyłbym tylko aby mgr Małgorzata Połatyńska kontynuowała tego typu badania w przyszłości, także rozszerzając je metodycznie z wykorzystaniem metod biologii molekularnej do oznaczania gatunków grzybów o podziemnych owocnikach.

**Wniosek.** Rozprawa doktorska mgr Małgorzaty Połatyńskiej spełnia wszystkie warunki i wymagania zawarte w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (Dz.U. poz.595 z 2003 r.) a także w Ustawie z

dnia 21 kwietnia 2017 o zmianie ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. poz.859 z 2017r.), wobec tego stawiam wniosek do Rady Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego o dopuszczenie doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Andrzej Grzywacz