

Dr hab. Magdalena Żywiec

Instytut Botaniki im. Władysława Szafera Polskiej Akademii Nauk

ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków

Ocena rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Bugno-Pogody

pt. „Wieloletnie przemiany roślinności runa lasów bukowych
w polskiej części Karpat Wschodnich
w związku z rozwojem drzewostanów i ich użytkowaniem”

przygotowanej pod kierunkiem
dr. hab. Tomasza Duraka

Przemiany roślinności runa należą do procesów zachodzących w długiej skali czasu. Poznanie ich przebiegu oraz czynników je kształtujących wymaga długoterminowych badań na stałych powierzchniach badawczych. Takie badania należą do rzadkości, wymagają bowiem: dużego nakładu pracy podczas ich planowania, powtarzalnej metodyki oraz determinacji i konsekwencji w zbieraniu danych w kolejnych terminach badań, często przez kolejne pokolenia badaczy. Jeśli jednak dojdą do skutku są nieocenioną skarbnicą wiedzy na temat długoterminowych procesów zachodzących w przyrodzie.

Mgr inż. Anna Bugno-Pogoda podjęła się analizy wieloletnich przemian roślinności runa lasów bukowych oraz badania przyczyn zaobserwowanych zmian. Badania te były możliwe dzięki materiałom zgromadzonym przez jej poprzedników. Bazowały na danych zebranych przez prof. dr hab. Zbigniewa Dzwonko w latach 70-tych XX wieku na kilkudziesięciu stanowiskach w Górach Sanocko-Turczańskich, które po 30 latach odnalazł jej Promotor i dokonał w tych lokalizacjach kolejnych pomiarów. Doktorantka wpisała się w sztafetę badaczy przeprowadzając na tych samych stanowiskach swoje badania w latach 2010. Wyniki rozprawy pokazują jak wiele informacji możemy czerpać z połączenia własnych pomiarów z danymi archiwalnymi jeśli są rzetelnie opisane i pozwalają na powtórzenie pomiarów dzięki jednoznacznej identyfikacji lokalizacji powierzchni badawczych.

Problemy, których rozwiązania podjęła się Doktorantka, należą do bardzo ważnych dla lepszego zrozumienia przemian roślinności runa. Mogą mieć również duże znaczenie praktyczne dla ochrony ekosystemów leśnych. Dziś zmiany w przyrodzie często interpretowane są w kontekście zmian klimatycznych. Tymczasem na przemiany roślinności runa leśnego w skali kilkudziesięciu lat może oddziaływać równocześnie wiele czynników. Doktorantka była tego świadoma i w swojej rozprawie uwzględniła równocześnie kilka czynników: zmiany w sposobie zagospodarowania, zmiany w intensywności prowadzonej gospodarki leśnej, naturalne zmiany struktury drzewostanu uwarunkowane kolejnymi fazami rozwoju lasu oraz zmiany klimatyczne. Każdy z artykułów wchodzących w skład rozprawy doktorskiej szerzej omawia jeden z tych

czynników nie pomijając równocześnie pozostałych. W analizie przemian roślinności runa w czasie Doktorantka uwzględniła wiele aspektów: ekologiczne grupy gatunków, gatunki starych lasów, gatunki diagnostyczne dla lasów bukowych, gatunki diagnostyczne dla zbiorowisk porębowych, gatunki szybko i wolno rozprzestrzeniające się, gatunki zwycięskie i przegrane. Wykorzystała również szereg wskaźników różnorodności gatunkowej. Najważniejsze pytania na jakie Doktorantka postanowiła odpowiedzieć w swojej rozprawie to: (1) jak przebiegają zmiany roślinności runa lasów bukowych w skali 40 lat? (2) Jak przemiany runa zależą od zmieniających się faz rozwojowych lasu, sposobu i intensywności użytkowania oraz zmian klimatycznych?

Aby odpowiedzieć na postawione w rozprawie pytania Doktorantka zastosowała kilka pracochłonnych narzędzi badawczych. Zebrała w terenie dane dotyczące roślinności runa na kilkudziesięciu powierzchniach badawczych. Zestawiła je z wcześniejszymi spisami wykonanymi w tych samych miejscach 10 i 40 lat wcześniej. Przeprowadziła szczegółową inwentaryzację drzewostanów na powierzchniach badawczych, wykonała pomiary martwego drewna oraz pobrała próbki ściółki. Dla badanego okresu, zestawiała dane pochodzące z inwentaryzacji przygotowywanych na potrzeby sporządzania Planów Urządzania Lasu, co wraz z danymi ze zdjęć fitosocjologicznych i pomiarów drzewostanu, pozwoliło jej określić stadia rozwojowe drzewostanu we wszystkich 3 terminach badań. Zgromadziła i przeanalizowała również archiwalne dane dotyczące sposobu zagospodarowania lasu oraz dane klimatyczne. Do analizy danych zastosowała szereg bardzo różnorodnych metod statystycznych.

Do najważniejszych wyników rozprawy doktorskiej Anny Bugno-Pogody zaliczam: (1) wykazanie, że długoterminowe zmiany jakie zachodzą w roślinności runa leśnego mogą być efektem naturalnych przemian związanych z następującymi po sobie fazami rozwoju lasu, zatem interpretacja tych zmian w kontekście zmian klimatycznych powinna być bardzo ostrożna; (2) wpływ zmian klimatycznych na runo może być różny w zależności od struktury drzewostanu; (3) gospodarka leśna poprzez kształtowanie struktury drzewostanu może kształtować kompozycję i różnorodność gatunkową runa leśnego. Do zalet rozprawy zaliczam też połączenie przez Doktorantkę własnych pomiarów terenowych z archiwalnymi danymi zebranymi przez poprzedników oraz zgromadzonymi w bazach danych, dzięki czemu Doktorantka uzyskała bardzo bogaty zbiór danych, którego analiza była bardzo ambitnym zadaniem. Pozwoliło to na interpretację danych ułożonych w ciąg czasowy, zamiast uciekania się do zestawiania danych pochodzących z powierzchni będących w różnych fazach rozwoju drzewostanu. Kolejną zaletą jest zinterpretowanie wyników w kontekście wskazówek dla gospodarki leśnej w celu zwiększenia różnorodności roślinności runa leśnego. Zaletą przedstawionej mi do recenzji pracy jest również uwzględnienie bardzo różnorodnych grup gatunków runa w analizach. To bogactwo uwzględnionych aspektów może być równocześnie wadą, ponieważ tak obfite wyniki analiz powodują utratę przejrzystości głównego przesłania i utrudniają interpretację. Do wad zaliczyłabym dość niejasne rozróżnienie, który z badanych czynników, jest czynnikiem najsilniej związanym z przemianami runa. Zdaję sobie sprawę, że rozróżnienie to nie należy do prostych, ale w rozprawie rozpatrującej równocześnie kilka czynników, próba wskazania czynnika dominującego wydaje się dość ważna. Z tym związane jest moje pierwsze pytanie do Doktorantki. Czy możliwe jest wskazanie czynnika, który był decydujący dla przemian runa lasów bukowych w badanym okresie? W jakim stopniu zależy to od badanej miary tych przemian? Taka próba interpretacji uzyskanych wyników mogłaby się znaleźć w części dyskusyjnej rozprawy. Dyskusja rozprawy jest często podsumowaniem bardzo bogatych wyników, brakło mi natomiast bardziej szczegółowych odniesień do wcześniejszych badań.

W skład przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej wchodzi trzy artykuły naukowe:

1. Bugno-Pogoda, A., Durak, R., Durak, T. 2021. Impact of Forest Management on the Temporal Dynamics of Herbaceous Plant Diversity in the Carpathian Beech Forests over 40 Years. *Biology*, 10: 406. (IF2021 = 5,079; Punkty MNiSW2021 = 100)
2. Bugno-Pogoda, A., Durak, T. 2021. Climate and Management Factors Underlying Changes in Beech Forest Herbaceous Layer Plant Communities in the Polish Eastern Carpathians. *Forests*, 12: 1446. (IF2021 = 2,634; Punkty MNiSW2021 = 100)
3. Durak, T., Bugno-Pogoda, A., Durak, R. 2022. Impact of forest stand development on long term changes in the herb layer of semi-natural Carpathian beech forests. *Forest Ecology and Management*, 518: 120233. (IF2021 = 3,558; Punkty MNiSW2021 = 200)

Wszystkie trzy artykuły opublikowane są w wysokopunktowanych anglojęzycznych czasopismach naukowych, w tym jeden w renomowanym czasopiśmie z zakresu ekologii lasu – *Forest Ecology and Management*. Prace tworzą spójną całość, której treść dobrze oddaje tytuł rozprawy doktorskiej. Artykuły łączy wątek wpływu gospodarki leśnej i rozwoju drzewostanu na przemiany roślinności runa lasów bukowych. Dodatkowo rozprawa opatrzona jest dość szerokim opisem badań w języku polskim. Ta część rozprawy, podzielona jest na rozdziały odpowiadające klasycznemu układowi rozpraw naukowych. Zawiera główne cele badań i hipotezy. W polskiej części warto byłoby podać, być może w formie załącznika, dokładną lokalizację powierzchni – przeznaczoną dla przyszłych pokoleń badaczy. Bo choć 40 lat badań runa leśnego to dużo, to przecież wobec długości trwania cyklu rozwojowego lasu – to tylko niewielki fragment. Podanie dokładnej lokalizacji pozwoliłoby kontynuować badania kolejnym pokoleniom ekologów lasu. Bogate dane zgromadzone przez Doktorantkę mają bowiem ogromny potencjał do dalszych badań.

W pierwszym artykule wchodzącym w skład rozprawy doktorskiej przedstawiony jest wpływ sposobu i intensywności użytkowania lasu na różnorodność roślinności runa leśnego buczyny karpackiej. Dwa okresy badawcze 30-letni (1970.-2000.) i 10-letni (2000.-2010.) różnią się dominującym typem rębni – rębnie częściowe zostały zastąpione rėbniami stopniowymi. Równocześnie intensywność użytkowania na powierzchniach badawczych zmieniała się. W 1970. powierzchnie podzielone były niemal po równo między te, na których użytkowanie było prowadzone w niewielkim stopniu i te, gdzie było intensywne. W 2000. intensywność użytkowania zmalała, a w 2010. duża część drzewostanów na powierzchniach badawczych weszła w wiek rębności i stopień intensywności użytkowania znacznie wzrósł. W ciągu 40 lat, które upłynęły od pierwszego do trzeciego zbioru danych wiek drzewostanów wzrósł. Zmniejszyło się zwarcie drzewostanów, a zwiększyło się zwarcie podrostu, przy czym przyczyniły się do tego głównie zmiany w drugim okresie badań. W analizie przemian roślinności runa uwzględniono trzy komponenty różnorodności: alfa, beta i gamma różnorodność, odpowiadające odpowiednio zmienności w ramach stanowiska/drzewostanu, zmienności między stanowiskami/drzewostanami oraz zmienności regionalnej. Gatunki roślin runa podzielono na grupy ekologiczne o niskich i wysokich wymaganiach siedliskowych, gatunki diagnostyczne dla buczyn, gatunki zwiększające swoją frekwencję – zwycięskie i zmniejszające frekwencję – przegrane. Uzyskane wyniki nie pokazują jednoznacznych wzorców. Alfa różnorodność w pierwszym okresie nieco wzrosła, a w drugim znacznie zmalała. Odwrotny wzorzec stwierdzono w przypadku beta różnorodności, która nieco spadła w pierwszym okresie badań, a w drugim dość mocno wzrosła. Zmiany w intensywności użytkowania mają zatem różny wpływ na poszczególne poziomy różnorodności runa

leśnego. Podkreśla to wagę stosowania równocześnie różnych miar różnorodności w celu oceny zachodzących zmian. W obu przypadkach na 40-letnie zmiany w całym okresie badawczym zdecydowanie większy wpływ miały zmiany, jakie zaszły w drugim, trzykrotnie krótszym od pierwszego okresie badań, sugeruje to ostrożność z jaką powinny być interpretowane porównania pochodzące z dwóch terminów badań. Dodatkowo, bardzo złożony obraz zmian jakie zaszły w obu badanych okresach pokazują wyniki analiz dla poszczególnych grup gatunków. Zrozumienie tego złożonego obrazu ułatwiają przejrzyste schematy podsumowujące uzyskane wyniki, które umieszczone są w formie rycin w artykule. W interpretacji uzyskanych wyników podkreślony jest wniosek, że przemiany runa leśnego w lesie zagospodarowanym zależą nie tylko od dominującego typu rębni, ale i intensywności prowadzonych zabiegów.

W drugim artykule Doktorantka kładzie nacisk na rolę zmian klimatycznych w przemianach roślinności runa, uwzględniając równocześnie czynniki związane z użytkowaniem lasu i strukturą drzewostanu. Zmiany w lesistości badanego obszaru uwzględnione zostały w skali około 150 lat od lat 60-tych XIX wieku. do 2010. Wiek i struktura gatunkowa drzewostanów oraz dane klimatyczne uwzględniono w skali około 40 lat, w której zbierane były również dane dotyczące roślinności runa. Na badanym obszarze, od 1970. do 2010. średnia temperatura wzrosła o 1,4 stopnia. W ostatnim okresie badawczym znacznie zmalała równocześnie suma opadów atmosferycznych. Doktorantka wykazała, że wzrost temperatury powietrza nie był widoczny w zmianach kompozycji gatunkowej runa, co powiązane zostało z buforującą rolą mikroklimatu leśnego. Większe zmiany dotyczyły gatunków reagujących na zmiany wilgotności podłoża, spadła bowiem liczebność gatunków wymagających wysokiej wilgotności. We wnioskach Doktorantka sugeruje, że wpływ zmian klimatu zależny jest od struktury drzewostanu i podszytu, które zależą od stadium rozwoju lasu i prowadzonej gospodarki leśnej. Sposób użytkowania lasu może zatem do pewnego stopnia przeciwdziałać wpływowi zmian klimatu na roślinność runa leśnego.

Trzeci artykuł wchodzący w skład rozprawy doktorskiej uwypukla wpływ stadiów rozwojowych lasu (stadium: dorastania, optymalne i terminalne) na zmienność roślinności runa buczyny karpackiej. Analizy bazujące na połączeniu danych pochodzących z planów urządzania lasu oraz zdjęć fitosocjologicznych wykazały, że w każdym z terminów badań występowały wszystkie 3 fazy rozwojowe, przy czym w latach 1970. na powierzchniach badawczych dominowało stadium dorastania, w latach 2000. – stadium optymalne, a w 2010. – stadium terminalne. Przemiany runa badane były bardzo wielostronnie, uwzględniono: różnorodność alfa i beta, gatunki wskaźnikowe dla buczyn, gatunki starych lasów, gatunki porębowe, gatunki szybko i wolno rozprzestrzeniające się, gatunki o niskich i wysokich wymaganiach siedliskowych oraz strategię życiową gatunków wg Grime'a. Wykazano istotne różnice w składzie gatunkowym runa między fazami rozwojowymi lasu. Dla fazy dorastania charakterystyczne były gatunki o niskich wymaganiach związanych ze światłem i żyznością, w fazie optymalnej wymagania gatunków co do siedliska były wyższe, dominowały gatunki starych lasów, dla fazy terminalnej charakterystyczne były gatunki o wysokich wymaganiach dotyczących światła i żyzności, a duży udział stanowiły gatunki porębowe. W stadium optymalnym stwierdzona została najwyższa alfa różnorodność i najniższa beta różnorodność. W fazie optymalnej stwierdzono również najlepsze warunki dla gatunków wskaźnikowych buczyny karpackiej. W tym miejscu mam pytanie: w jakim stopniu największy udział tych gatunków w fazie optymalnej, może być efektem tego, że gatunki wskaźnikowe dla tego zbiorowiska były wyznaczane przede wszystkim na podstawie ich obecności w płatach reprezentujących optymalną fazę rozwoju buczyny? Co Doktorantka uważa, o

konsekwencjach stwierdzonych przez nią istotnych różnic w kompozycji gatunkowej między stadiami rozwojowymi dla wyznaczania gatunków wskaźnikowych dla zbiorowisk?

Wszystkie trzy artykuły składające się na rozprawę doktorską mgr inż. Anny Bugno-Pogody mają charakter opracowań zespołowych. W dwóch artykułach Doktorantka jest pierwszym autorem, a w trzecim jest współautorem umieszczonym na liście autorów na drugim miejscu. W jednym z artykułów jest autorem korespondencyjnym. Oświadczenia współautorów świadczą, że udział Doktorantki był dominujący lub znaczący w opracowaniu koncepcji badań i metodyki, zbieraniu danych w terenie, pracach laboratoryjnych, analizie wyników, przeglądzie literatury, interpretacji wyników oraz pisaniu manuskryptów.

Podsumowując, mgr inż. Anna Bugno-Pogoda napisał rozprawę, która poszerza naszą wiedzę z ekologii lasu w zakresie długoterminowych przemian roślinności runa leśnego. Doktorantka posiadała przy tym umiejętność stawiania problemów badawczych, analizy statystycznej bardzo bogatego materiału pochodzącego z wielu źródeł, w tym archiwalnych, oraz interpretacji uzyskanych wyników. Doktorantka wykazała się szczególnie dużymi umiejętnościami w zakresie analizy wyników, które są bardzo bogato ilustrowane rycinami i tabelami w każdej z prac. Nie mam wątpliwości, że mgr inż. Anna Bugno-Pogoda swoim dziełem udowodniła, że zasługuje na uzyskanie stopnia doktora.

Stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Anny Bugno-Pogody pt. *„Wieloletnie przemiany roślinności runa lasów bukowych w polskiej części Karpat Wschodnich w związku z rozwojem drzewostanów i ich użytkowaniem”* spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Wnioskuje w związku z tym o dopuszczenie mgr inż. Anny Bugno-Pogody do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Kraków, dnia 25 sierpnia 2022 r.

Dr hab. Magdalena Żywiec

Magdalena Żywiec