

Dr hab. inż. Sławomir Wilczyński
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Koffątaja w Krakowie,
Wydział Leśny, Katedra Ochrony Lasu, Entomologii i Klimatologii Leśnej
Al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków

Kraków 6.02.2014r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej magistra inżyniera Michała Magnuszewskiego
pt.: „Dendroekologiczna charakterystyka świerka Schrenka (*Picea schrenkiana*)
w górach Tien-Shan w Kirgizstanie”

Recenzję rozprawy doktorskiej Michała Magnuszewskiego wykonałem zgodnie z Uchwałą Rady Wydziału Leśnego SGGW w Warszawie. Promotorem pracy był dr hab. Michał Zasada, prof. SGGW z Samodzielnej Pracowni Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu SGGW w Warszawie oraz promotor pomocniczy dr Almazbek Orozumbekov z Kirgizskiego Narodowego Uniwersytetu Rolniczego.

Po dokładnej analizie pracy stwierdzam, że stanowi ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego dotyczącego oceny wpływu czynnika klimatycznego na reakcje przyrostowe populacji cząstkowych świerka Schrenka oraz charakterystyki genomu opartej na analizie jądrowego DNA, populacji rosnących w czterech regionach leśnych Kirgizstanu. Uznałem także, że Kandydat wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną z zakresu leśnictwa, w tym dendrochronologii, oraz genetyki drzew leśnych. Posiada on umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Jest twórcą pomysłu i sposobu rozwiązania trudnych, złożonych problemów badawczych. Zebrał w trudnym terenie materiał badawczy wystarczający do realizacji założonych celów naukowych i samodzielnie go opracował. Zastosował skuteczne metody analityczne, które pozwoliły zrealizować założone cele dotyczące dwóch, odległych obszarów wiedzy. Uważam, że zaprezentowana przez Niego praca jest samodzielną i nowatorską.

Autor podejmuje w swojej rozprawie charakterystykę dendrochronologiczną i genetyczną stosunkowo mało znanego, endemicznego gatunku, jakim jest świerk Schrenka, wykorzystując w dyskusji wyników trudno dostępną fachową literaturę rosyjską oraz w języku polskim oraz angielskim. Badania terenowe poprzedzone zostały przez Doktoranta przestudiowaniem literatury oraz poznawaniem geografii Kirgizstanu. Skutkowało to prawidłowym wyborem powierzchni oraz materiału badawczego. Odpowiednio zaplanowanie i wykonane badania terenowe świadczą, że

Doktorant już w chwili wyjazdu posiadał wiedzę dotyczącą poruszanych w rozprawie dyscyplin naukowych. Dzięki umiejętnościom organizacyjnym nawiązał kontakt z Kirgizskimi naukowcami oraz leśnikami, którzy pomagali mu w odnajdywaniu drzewostanów, co w związku z niezwykle trudnym, górzystym ukształtowaniem Kirgizstanu, nie było rzeczą prostą. Kolejną ważną kwestią było zebranie przez Kandydata danych meteorologicznych pochodzących z lokalnych stacji meteorologicznych w Kirgizstanie. Uzyskanie tych danych, które nie są ogólnodostępne, a często traktowane jako poufne, wskazuje na samodzielność, upór i konsekwencję w działaniu Doktoranta. Do opracowania zebranego materiału wykorzystał pakiety programów komputerowych, w tym bibliotekę programów dendrochronologicznych - DPL, programy do analiz genetycznych - PopGene, oraz pakiety programów statystycznych.

Ważną częścią Jego rozprawy doktorskiej była charakterystyka dendrochronologiczna świerka Schrenka pochodzącego z różnych regionów leśnych oraz profili wysokościowych. Z literatury fachowej wiadomym było, że gatunek ten charakteryzuje się dużą zmiennością oraz często słabą wrażliwością przyrostową na elementy klimatyczne. Następnie Doktorant dokonał porównania specyfiki zależności klimat-przyrost radialny badanych populacji oraz ich cech genotypowych. Stwierdził, że zależność pomiędzy nimi nie występuje, co jest interesującym i nowym spostrzeżeniem.

Poniżej przedstawiam szczegółową, krytyczną część recenzji niniejszej pracy oraz staram się szczegółowo uzasadnić moją ocenę. Mam nadzieję, że moje uwagi pomogą doktorantowi przygotować pracę do druku, która ze względu na wagę problemu wydaje się być konieczna.

Rozprawa doktorska składa się łącznie ze 115 stron wraz z załącznikami; z 7 rozdziałów podzielonych na podrozdziały. W pracy zacytowano 87 ważnych pozycji literatury fachowej polskiej oraz zagranicznej.

W pierwszym podrozdziale wstępu Autor zaprezentował charakterystykę lasów oraz leśnictwa Kirgizstanu, czyli obszaru, na którym prowadził badania. W kolejnych podrozdziałach Autor przedstawił biologię świerka Schrenka, jego liczne odmiany, mogące decydować o skomplikowanej naturze genetycznej i wrażliwości na czynnik klimatyczny tego gatunku, a ponadto jego zasięg geograficzny oraz pionowy. Uważam, że można było połączyć ten podrozdział z podrozdziałem dotyczącym charakterystyki fizyczno-geograficznej regionów leśnych Kirgizstanu, w którym znajdują się podobne treści, a znajdującym się w drugim rozdziale - Obiekt i obszar badań. Autor scharakteryzował tam pod względem przyrodniczym osiem regionów leśnych Kirgizstanu, choć badania prowadził w czterech. Oczywiście nie jest to błąd, ale tak obszerny opis przyrody Kirgizstanu może zmęczyć czytelnika, choć z drugiej strony pozwala przybliżyć zainteresowanym przyrodę tego egzotycznego dla nas kraju. Bardzo ważną częścią Wstępu jest podrozdział, w którym

Autor prezentuje wyniki dotychczasowych badań dendrochronologicznych nad świerkiem Schrenka. Część z nich prowadzona była na obszarze Chin. Z wywodów tych płynie jeden ważny wniosek, że świerk Schrenka albo jest gatunkiem „nieobliczalnym” w swoich zachowaniach przyrostowych, albo na olbrzymie zróżnicowanie relacji klimat-przyrost tego gatunku drzewa wpływa skomplikowany klimatycznie teren, brak odpowiedniej sieci stacji klimatycznych, albo zastosowane przez cytowanych badaczy różne metody badawcze. Po prześledzeniu wyników ostatnich badań dendroklimatycznych utwierdzam się w przekonaniu, że nie wiadomo dlaczego ten gatunek tak się zachowuje. Jestem zatem pełen podziwu dla autora niniejszej rozprawy, że podjął się zbadania tego zagadnienia.

Rozdział - Metodyka badań - zawiera opis lokalizacji i rozmieszczenia 24 powierzchni badawczych, na których Doktorant pobierał wywierty do badań dendrochronologicznych oraz do badań genetycznych. Brak jest jednoznacznej informacji, czy powyższe stanowiska pokrywały się ze sobą i czy nie można było wykorzystać tych samych wywiertów do obu rodzajów badań. Brak danych klimatycznych jak najlepiej reprezentujących teren badawczy oraz wysokości nad poziomem morza jest często bolączką prac prowadzonych w trudnych terenach o słabej sieci stacji.

W rozdziale - Charakterystyka danych meteorologicznych wykorzystanych w badaniach - zamieszczone zostały diagramy klimatyczne opisujące warunki klimatyczne terenów, w których prowadzono badania. Diagramy te przedstawiają uproszczoną charakterystykę termiczną oraz pluwiálną. Dla pełniejszego zobrazowania czasowej zmienności warunków klimatycznych można było zamieścić dodatkowe dane opisujące zakres zmienności oraz przebieg w badanym okresie analizowanych parametrów klimatycznych. Ponadto zakres czasowy danych klimatycznych z poszczególnych stacji był różny, ale tylko takimi danymi dysponował Autor. Mogło to mieć wpływ na różnice w uzyskanych wynikach relacji klimat-przyrost radialny, zwłaszcza że wiek drzew ma wpływ na relacje klimat przyrost, także w przypadku świerka Schrenka, na co wskazują wyniki badań Wu i wsp. (2013).

W końcowym podrozdziale przedstawiony został cel i zakres badań prezentowanych w rozprawie. Moim zdaniem Autor zbyt skromnie potraktował znaczenie części dotyczącej genetycznego zróżnicowania populacji świerka Schrenka pisząc, że jest to „...dodatkowa czynność mająca za cel zapewnienie spójności wysuwanych wniosków”. Według mnie jest ona równie ważna, co część dotycząca badań dendrochronologicznych.

W rozdziale - Obiekt i obszar badań - zaprezentowana została charakterystyka obszaru badań, a konkretnie fizyczno-geograficznych warunków wszystkich regionów leśnych Kirgizstanu. Jest to rozdział rozszerzający zagadnienia opisywane w pierwszym podrozdziale Wstępu i mógł być z nim połączony.

W podrozdziale - Materiał do budowy chronologii – wchodzącego w skład rozdziału - Zbiór materiału empirycznego - opisany został szczegółowo sposób wyboru do badań drzewostanów, drzew oraz wywiertów, który jest zgodny z przyjętymi standardami w badaniach dendrochronologicznych. Pozostaje do wyjaśnienia dlaczego nie pobierano takiej samej liczby prób na każdym stanowisku. Podobnie było z liczebnością prób potrzebnych do analiz DNA, gdzie rozrzut ich liczby był jeszcze większy. W podrozdziale tym omówiony został w skrócie sposób konstrukcji chronologii szerokości słoików, chronologii standardowych oraz rezydualnych. Autor obliczył sporo statystyk, charakteryzując w ten sposób chronologie. Brak jest natomiast kilku z nich, stosowanych zwykle w tego typu badaniach, między innymi wskaźnika r_{bar} , SNR oraz EPS, które są odpowiednio miarą jednorodności reakcji przyrostowych drzew, siły sygnału wysokiej częstotliwości chronologii oraz reprezentatywności konstruowanych chronologii stanowiskowych. Zgodnie z informacją podaną w tym podrozdziale do analiz klimat-przyrost skonstruowane zostały dwa rodzaje chronologii: standardowe oraz rezydualne, które najczęściej wykorzystuje się w analizach klimat-przyrost ze względu na ich cechy, co wprawdzie szczegółowo opisane zostało w cytowanej przez Autora literaturze, lecz już nie przez niego samego.

W podrozdziale – Analiza relacji przyrost – klimat zawarta została idea oraz procedura postępowania, którą zastosował Autor do zbadania powyższych zależności. Szkoda, że nie zostało zaznaczone, jaki program został wykorzystany do tych analiz oraz czy analizy wykonano łącznie dla wszystkich parametrów temperaturowych i pluwialnych, czy też oddzielnie. Ma to swoje zalety, bowiem pozwala oszacować udział danego elementu klimatycznego w zmienności wielkości przyrostów radialnych badanych drzew. Co ciekawe, analizowano bardzo szerokie okno klimatyczne, obejmujące 12 miesięcy roku poprzedzającego przyrost oraz 12 miesięcy roku, w którym odkładany był słoik drewna, w tym nawet miesiące, w których drzewa, ze względu na warunki klimatyczne, już nie przyrastały na grubość.

W kolejnym podrozdziale - Lata wskaźnikowe - opisana została metoda typowania lat wskaźnikowych, którą Autor zastosował w pracy oraz wykorzystany do tego celu program komputerowy. Warto wyjaśnić, że zgodnie z przyjętym przez Autora typem lat wskaźnikowych, drzewa w tych latach wykształcają szersze lub węższe słoje w stosunku do roku poprzedniego i niekoniecznie zmiany te muszą być wyraźne lub istotne, co sugeruje autor.

W podrozdziale - Wskaźnik GL - spotykamy się ze skomplikowanym opisem tego ciekawego wskaźnika będącego miarą podobieństwa (zbieżności) dwóch chronologii danych. Autor przyjął stałą i wysoką zarazem wartość graniczną $GL=65\%$. Należy pamiętać, że wartości graniczne wskaźnika GL zależne są od długości chronologii (liczby lat) i wraz z długością chronologii maleją. Ta wysoka wartość GL dała jednak pozytywny efekt, ułatwiła bowiem wyodrębnienie jednorodnych dendrochronologicznie regionów.

W podrozdziale - Charakterystyka gatunku na podstawie badań DNA - Autor bardzo obszernie i precyzyjnie opisał procedurę badawczą sposobu izolacji DNA, wydajność izolacji stężenie i czystość DNA. Zmienność genetyczną badanych populacji świerka Autor badał na podstawie analizy polimorfizmu sekwencji mikrosatelitarnych DNA jądrowego.

W podrozdziale - Prace obliczeniowe - opisana została przez Niego procedura obliczeniowa dotycząca określenia zmienności genetycznych badanych populacji za pomocą różnych wskaźników. Zmienność genetyczna ustalona została za pomocą obserwowanej liczby alleli na locus N_a oraz oczekiwanej liczby alleli na locus N_e ; różnorodność genetyczna za pomocą indeksu Shannona I ; heterozygotyczność obserwowana H_o oraz oczekiwana H_e oraz heterozygotyczność wg Nei. Zróżnicowanie genetyczne pomiędzy populacjami Autor ocenił za pomocą współczynnika utrwalenia (fiksacji) F_{ST} , obliczając również współczynnik wsobności F_{IS} oraz heterozygotyczności F_{IT} . Za pomocą współczynnika fiksacji F_{ST} Autor ocenił wielkość przepływu genów pomiędzy populacjami, natomiast podobieństwo genetyczne pomiędzy populacją rodzicielską i potomną, jak pisze Autor (czemu potomną?), oszacowano za pomocą dystansu genetycznego D_N . Obliczenia powyższych parametrów, określających w różny sposób zmienność genetyczną, wykonano stosując specjalistyczny program PopGen. Powyższe procedury są mocno osadzone w literaturze fachowej i nie budzą wątpliwości.

W podrozdziale - Charakterystyka chronologii - rozdziału Wyniki Autor zawarł w 3 tabelach liczne statystyki charakteryzujące serie oraz chronologie szerokości słoików, chronologie standaryzowane oraz rezydualne. Pełniejsze omówienie wyników mamy jednak tylko w przypadku chronologii szerokości słoików. Omówienie wyników dotyczące pozostałych chronologii jest zbyt oszczędne. Obliczone i zamieszczone w tabelach statystyki mówią o wielu ciekawych cechach chronologii skonstruowanych przez Autora, ich przydatności do analiz dendroklimatycznych, skuteczności procedury standaryzacji i o zachowaniach przyrostowych badanych drzew. Wśród nich bardzo ważnym jest wskaźnik $r_{bar\ bt}$, tzw. średni współczynnik korelacji serii drzew, który oblicza się w oparciu o serie standaryzowane, a nie jak to uczynił Autor serie rzeczywiste. Wskazuje on na stopień jednorodności krótkookresowych reakcji przyrostowych drzew. Okazuje się, że najniższe wartości przyjmuje on w przypadku populacji z Wewnętrznego Tienszanu VIII regionu (stanowisko Naryn), zaś najwyższe dla populacji z sąsiedniego regionu - VII Issyk-Kul. W rozdziale tym Autor zamieścił także wykresy stanowiskowych chronologii standaryzowanych. Szkoda, że tylko te, a nie również chronologie rzeczywiste oraz rezydualne. Zestawienie powyższych trzech rodzajów chronologii obrazuje w pełni zmienność długo- średnio- oraz krótkookresową przyrostów radialnych drzew. W kolejnych dwóch tabelach zamieszczone zostały wyniki analiz klimat-przyrost, czyli współczynniki korelacji Pearsona obliczone pomiędzy indeksami szerokości słoików i miesięcznymi wartościami temperatury oraz opadów. Nie podano jednak dla jakich interwałów czasowych zostały

one obliczone oraz dla jakich chronologii. W metodyce znajdujemy informację, że testowano dwa rodzaje chronologii - standardowe oraz rezydualne. Ponadto dlaczego liczono współczynniki korelacji Pearsona (co nie jest samo w sobie błędem) skoro w metodyce napisano, że do analiz wykorzystano metodę *response function*.

Wyniki zamieszczone w tych tabelach niepotrzebnie zostały powtórzone w formie graficznej. Przypuszczalnie dla lepszego zobrazowania tychże relacji. Wyniki powyższe zostały następnie omówione. Ciekawe w nich jest to, że w kilku przypadkach wielkość przyrostu drzew zależy od warunków pogodowych miesięcy, w których drzewa już nie rosną na grubość, czyli od pogody w październiku, listopadzie i grudniu roku formowania słoja. Poza tym wielce zastanawiający jest fakt braku w wielu przypadkach (populacjach) istotnych zależności pomiędzy wielkością przyrostu radialnego a parametrami termicznymi i pluwiainnymi. W szczególności dotyczy to świerków ze stanowisk wyżej położonych, gdzie czynnikiem ograniczającym wzrost drzew jest zwykle niedobór ciepła w okresie wegetacyjnym. Wyniki te w zasadzie potwierdzają znaną z literatury nietypowość zachowań przyrostowych świerka Schrenka.

W rozdziale dotyczącym lat wskaźnikowych zamieszczona została tabela z latami wskaźnikowymi dla 24 populacji cząstkowych. Liczba lat wskaźnikowych wykazuje olbrzymie zróżnicowanie. Cennym byłoby zaprezentowanie diagramów klimatycznych lat wskaźnikowych, bowiem są one efektywnym narzędziem umożliwiającym ocenę klimatycznych przyczyn ich powstania oraz często pozwalają zweryfikować wyniki analiz statystycznych dotyczących relacji klimat-przyrost.

W podrozdziale – Wskaźnik GL – zaprezentowane zostały wyniki analiz telekoneksyjnych 24 populacji świerka, wyrażone za pomocą wskaźników zbieżności chronologii stanowiskowych, zestawionych następnie w formie diagramu Czekanowskiego. Ważną informacją, podkreśloną przez Autora jest, że podobieństwo krótkookresowego rytmu przyrostowego drzew jest przeciętnie większe pomiędzy populacjami z określonego regionu. Są jednak przypadki braku istotnego podobieństwa pomiędzy populacjami blisko położonymi, a ponadto często występuje istotna zbieżność chronologii populacji z różnych regionów, nieraz bardzo odległych od siebie. Dobrym rozwiązaniem byłoby pokazanie podobieństwa rytmu przyrostowego drzew dodatkowo za pomocą metod wielowymiarowych, na przykład analizy skupień, zwłaszcza że metoda ta została zastosowana w przypadku badania podobieństwa genetycznego populacji świerka.

W podrozdziale – Charakterystyka genetyczna populacji świerka Schrenka – zaprezentowane zostały wybrane parametry zmienności genetycznej. Na ich podstawie sporządzony został dendrogram podobieństwa dystansu genetycznego pomiędzy populacjami oraz regionalizacji opartej na strukturze genetycznej świerka. Różni się on od regionów dendrochronologicznych, które wyodrębnione zostały wcześniej przez Autora w oparciu o diagram podobieństwa chronologii. Brak

jest mapki z regionami dendrochronologicznymi oraz zbiorczej mapki z obydwoma rodzajami regionów. Autor stwierdza bowiem, że w na obszarze Kirgystanu można wyodrębnić zarówno grupy (regiony) świerka dendrochronologicznie jednorodne, jak i grupy (regiony) podobne pod względem genetycznym. Jednak granice tych regionów różnią się wyraźnie.

W - Dyskusji - omówione zostały wyniki na tle wyników dotychczasowych badań genetycznych oraz dendrochronologicznych. W dużym stopniu wyniki te pokrywają się, ale także wzajemnie uzupełniają. Wskazują jednocześnie na trudności na jakie napotymano badając ten gatunek drzewa. Autor dyskutuje tu także problem lat wskaźnikowych. Ze względu na olbrzymią ich liczbę, wynikającą zapewne ze zbyt niskiego kryterium przy ich typowaniu, analizy dotyczące klimatycznych przyczyn ich występowania można było przeprowadzić dla wybranych lat wskaźnikowych. Na przykład tylko dla tych, które występowały najczęściej w badanych populacjach świerka. Podobnie dyskusja problemu trzęsień ziemi, jako czynnika powodującego występowanie lat wskaźnikowych, miałaby większy sens, gdyby problem ten był badany w pracy. Cytowane wyniki badań innych autorów wskazują, że zależności te są jeszcze bardziej skomplikowane niż związki klimat-przyrost.

Za ważne osiągnięcia niniejszej pracy uważam:

- Ustalenie, że w większości badanych regionów wyniki analiz wrażliwości na czynnik klimatyczny świerka Schrenka nie mają związku ze zróżnicowaniem genetycznym jego populacji cząstkowych.
- Wykazanie, że regiony leśne Kirgystanu charakteryzują się na tyle odmiennymi warunkami klimatycznymi, że powinno się je uznać za odrębne regiony dendroklimatyczne.
- Stwierdzenie, że świerki Schrenka charakteryzują się zróżnicowaną reakcją na warunki klimatyczne, w dużym stopniu zależną od regionu geograficznego oraz wysokości nad poziomem morza, oraz że w niższych położeniach czynnikiem limitującym jego wzrost na grubość są zasadniczo opady atmosferyczne, natomiast w wyższych położeniach jest niedobór ciepła.
- Pokazanie silnego zróżnicowania liczby oraz czasu występowania stanowiskowych lat wskaźnikowych, których przyczyny mogą mieć charakter pozaklimatyczny.
- Wykazanie, że najbardziej zgodnymi pod względem rytmu przyrostowego były populacje z danego regionu leśno-klimatycznego oraz z podobnych wysokości i wystaw.
- Stwierdzenie wysokiej zmienności genetycznej oraz heterozygotyczności badanych populacji, a także, że badane pochodzenia świerka były bardziej zróżnicowane w obrębie populacji niż pomiędzy nimi.

Wnioski końcowe

Zamieszczone przeze mnie uwagi nie umniejszają jakości rozprawy, znajomości problemu, metod badawczych oraz jej oryginalności. Rozprawę niniejszą oceniam pozytywnie. Stanowi ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego dotyczącego charakterystyki świerka Schrenka w aspekcie dendrochronologicznym oraz genetycznym. Twierdzę, że kandydat wykazywał się odpowiednią wiedzą teoretyczną w dwu całkowicie odmiennych, trudnych obszarach naukowych – dendrochronologii oraz genetyce drzew. Wykazał on także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Wykonał ogromną pracę w terenie oraz przy opracowaniu wyników. Wykorzystał wiele metod analitycznych, sprawdzonych w praktyce badawczej. Dokonał trafnego i wartościowego wyboru problemu naukowego, dotyczącego zasobów dendrochronologicznych oraz genowych świerka Schrenka, gatunku stosunkowo rzadko badanego pod tym względem. Prawidłowo określił cel i zakres badań oraz wybrał skuteczne metody badawcze. Przedyskutował wyniki konfrontując je z wynikami innych badań.

Stwierdzam, że praca magistra inżyniera Michała Magnuszewskiego spełnia warunki stawiane rozprawie doktorskiej wynikające z Ustawy z dnia 13 marca 2003 roku wraz z jej późniejszymi zmianami. Kieruję zatem do Rady Wydziału Leśnego SGGW w Warszawie wniosek o dopuszczenie Pana Michała Magnuszewskiego do dalszego etapu przewodu doktorskiego.

