

IB:1062.5.2.2019

Prof. dr hab. Oleg Aleksandrowicz  
Instytut Biologii i Ochrony Środowiska  
Akademii Pomorskiej w Słupsku  
ul. Arciszewskiego 22b  
76-200 Słupsk

## OCENA

rozprawy doktorskiej mgr Agaty Flejter-Wojciechowicz pt. „Wykorzystanie biegaczowatych (Carabidae) do oceny zróżnicowania biologicznego wybranych fitocenozy łąk użytkowanych ekstensywnie w dolinie rzeki Iny ”

Biegaczowate (Coleoptera: Carabidae) są wszędobylskimi i masowo występującymi mieszkańcami biocenoz lądowych. Bogactwo gatunkowe i zróżnicowanie ekologiczne biegaczowatych od dawna przyciągało uwagę badaczy. W chwili obecnej biegaczowate są jedną z najlepiej poznanych rodzin chrząszczy w Polsce i na całym kontynencie. Zgromadzono obszerne piśmiennictwo, znane liczne próby wykorzystania biegaczowatych do bioindykacji stanu środowiska.

Biegaczowate ich zgrupowania jako obiekty modelowe wiele lat wykorzystywane są do oceny wpływów działalności człowieka na środowisko. One są użytecznymi organizmami modelowymi i być może wskaźnikami, ponieważ są różnorodne, dobrze znane taksonomicznie i ekologicznie, skutecznie odzwierciedlają warunki biotyczne i abiotyczne, są istotne w wielu skalach przestrzennych i są łatwe do zebrania w wystarczająco dużych ilościach, aby umożliwić analizy statystyczne.

Najlepiej poznane są biegaczowate lasów (w kraju szczególnie borów i plantacji sosnowych) oraz pól uprawnych. Lecz wprawdzie bez uwagi badaczy zostały siedliska łąkowe, szczególnie zalewowe, wiele z których są prawnie chronione lub obejmowane siecią Natura 2000.

W nawiązaniu do powyższego można stwierdzić, że próba oceny możliwości wykorzystania zgrupowań łąkowych biegaczowatych jako bioindykatorów stanu środowiska podjęta przez Panią mgr Agatę Flejter-Wojciechowicz jest uzasadnioną i mającą niewątpliwą wartość naukową.

Brak dotychczasowej wiedzy na temat zróżnicowania składu i struktury zgrupowań biegaczowatych łąk zalewowych Pomorza Zachodniego w pełni uzasadnia opracowanie tego tematu, jako rozprawy doktorskiej.

Recenzowany rękopis zawiera 136 stron tekstu, ilustrowany 59 rycinami i 20 (+1 w Aneksie) tabelami. Układ dysertacji jest ogólnie przyjęty do prac biologicznych. Zawiera wstęp, 3 rozdziały, wnioski, bibliografię, aneks, streszczenia w języku polskim i angielskim, spis tabel i rycin.

We wstępie (s. 6-21) na podstawie analizy krajowego i europejskiego piśmiennictwa postawiono cele badań oraz 5 hipotez badawczych. Analizę stopnia poznania problemu oceniam pozytywnie. Autorka słusznie uważa, że stan poznania zróżnicowania siedliskowego zgrupowań łąkowych biegaczowatych jest skąpy i fragmentaryczny.

W całości wstęp jest zbyt rozległy i zawiera sporo zbędnych informacji: na temat ornitofauny, lub przegląd (całkiem niezły) morfologii, biologii, znaczenia gospodarczego i nawet historii badań biegaczowatych w kraju.

Rozdział 2 (s. 22-41) zawiera szczególną charakterystykę terenu badań. Rozprawa doktorska Pani mgr Flejter-Wojciechowicz powstała w wyniku trzyletnich badań terenowych, prowadzonych w latach 2011-2013.

Szczególnie opisane ukształtowanie i budowa geologiczna, hydrografia, warunki glebowe, szata roślinna, klimat i pogoda.

Dużą wartość mają wyniki jednorazowych pomiarów prowadzonych w skali mikrosiedliskowej: temperatury przy gruncie, natężenia światła oraz pH gleby za pomocą odpowiedniego sprzętu.

Przeprowadzono pracochłonne szczegółowe badania florystyczno-fitosocjologiczne i na podstawie ich wyników wytypowano 7 możliwie najsilniej zróżnicowanych siedliskowo stanowisk badawczych. Dla każdego stanowiska ustalono skład florystyczny za pomocą metody szacunkowej Klappa i wykonane zdjęcia fitosocjologiczne metodą Braun-Blanqueta. Na każdym stanowisku dokonano pomiaru plonu biomasy nadziemnej oraz pomiaru wysokości runi przy użyciu herbometru.

Do odłowu biegaczowatych zastosowane standardowe metody badań – regularne badania terenowe w okresie maksymalnej aktywności biegaczowatych: pobór prób wykonywano w terminie od 10 lipca do 8 września w cyklu 10-dniowym. Dołączono również obserwacje oraz

opracowania kameralne. To są metody ogólnie przyjęte w badaniach entomologicznych i nie budzą dużych wątpliwości.

Wyniki opracowania taksonomicznego przeprowadzone przez Autorkę nie budzą wątpliwości. Jednak nie przedstawiono, kto weryfikował oznaczenia gatunków, a przy obecności gatunków rzadkich i trudnych do zidentyfikowania podanie tej informacji jest konieczne.

Opracowanie laboratoryjne poza oznaczaniem włączało określenie masy pojedynczych osobników przy użyciu precyzyjnej wagi elektronicznej. Prawda z tekstu niejasne, czy to była masa sucha lub „żywa”, od razu z pułapki.

Warzenie poszczególnych osobników jest bardzo pracochłonne i precyzyjne. Większość polskich karabidologów do wyliczenia słynnego wskaźnika SBO ogranicza się do stosowania wzoru przelicznikowego, opartego na długości ciała.

Na podstawie piśmiennictwa Autorka wybrała odpowiednie parametry ekologiczne do analizy zgrupowań: preferencję siedliskowe, fagizm, higropreferencja, zdolność dyspersji. Do charakterystyki zoogeograficznej wykorzystano aktualne dane o zasięgach gatunków biegaczowatych. Co do nazewnictwa typów zasięgów według Leśniaka (1987) mam wątpliwości. Opracowanie to jest już nieaktualne. Powstawało dawno, kiedy wschodnie granice zasięgów wielu gatunków nie były jeszcze dokładne znane. Warto było sięgnąć do Müller-Motzfeld, G. (Hrsg.) (2004): Bd. 2 Adepfaga 1: Carabidae (Laufkäfer). -In: Freude, H., Harde, K. W., Lohse, G.A. & Klausnitzer, B.: Die Käfer Mitteleuropas. - Spektrum-Verlag (Heidelberg/Berlin), 2. Auflage.

Do analizy struktury zgrupowań wykorzystano wskaźnik różnorodności Shannona. Po raz kolejny wymieniam, że wskaźnik Shannona jest matematycznym wskaźnikiem różnorodności, lecz nie wskaźnikiem ogólnej różnorodności gatunkowej - to, niestety powszechne nadużycie w pracach biologicznych. W tabeli 4. są wartości odchylenia standardowego – lecz kompletnie niejasne, na jakiej podstawie to liczone. Były próby? Ile ich było? Moim zdaniem warto byłoby zastosować miarę Hutcheson - (1970) do oceny różnic wskaźników Shannona.

Stosowano niezbędne i jednocześnie aktualne (techniki ordynacyjne i wielowymiarowe) metody analizy statystycznej do weryfikacji hipotez badawczych i uzasadnienia wniosków.

Rozdział 3. Wyniki jest obszerny – 57 stron (s. 42-99). Na początku Autorka przedstawia szczególny opis składu i stanu zbiorowisk roślinnych każdego stanowiska. W wyniku porównawczej analizy siedliskowej przedstawiono w tab. 3. Od razu zauważę, że nazwy łacińskie

roślin są niekompletne. Są tylko pierwsze litery nazwisk autorów opisu gatunku (do tegoż kursywą).

Dalej podane wyniki analizy PCA wyraźnie pogrupowały siedliska na trzy grupy. Autorka jednak wyróżnia 2 grupy, traktując stanowiska 2, 5 i 6 jako luźno powiązaną grupę odrębną od dwu innych. Według mojej opinii grupy badanych siedlisk różniły się poziomem wód glebowych – od „kserofilnych” (1,3,4) do hygrofilnych (7), a siedliska 2,5 i 6 mieli charakter przejściowy „mezofilny”?. Lecz nic na temat wilgotności gleby. Tylko fitocenologia... Może tak ma być?

W tabeli 4. podane wartości wskaźnika Shannona zbiorowisk roślinnych (siedlisk? stanowisk?), potwierdzające założenie o różnicę siedlisk. Po co te dane? Wszystkie różnice są widoczne z tabeli 3. Prawda zapisać to trzeba inaczej, na przykład, Pow. 1:  $3,63 \pm 0,13$  i tak dalej. I jeszcze: po co tyle znaków po przecinku? Czy to doda precyzji badaniom terenowym? To dotyczy i innych tabel.

Ustalono duży zakres zmienności średnich wysokości runi na poszczególnych stanowiskach w całym okresie badań 2011–2013 (ryc. 25-27). Prawdopodobnie ten parametr nie jest przydatny do analiz porównawczych.

Kolejnym parametrem charakteryzującym badane siedliska był poziom biomasy roślin. Wyodrębniono dwie grupy siedlisk: powierzchnie numer 1, 3 i 4 i wszystkie pozostałe powierzchnie, choć powierzchnia nr 7 wyróżnia się tendencją najwyższej biomasy (ryc. 28).

Autorka podsumowuje wyniki analizy porównawczej poszczególnych siedlisk wyodrębnieniem dwóch relatywnie spójnych grup podobnych wewnątrz i jednocześnie wyraźnie różniących się między sobą. Jednocześnie zakłada, że wykryte prawidłowości w podobieństwie i zróżnicowaniu analizowanych siedlisk stanowią wystarczającą bazę do oceny jakości bioindykacyjnej fauny biegaczowatych je zasiedlających.

Rozdział 3.2. Analiza faunistyczna (s. 62-95). Ustalona obecność 26 gatunków biegaczowatych (tab. 7). Lista nie budzi wątpliwości, taki skład gatunkowy jest przewidywalny. Owszem, decyzja o okresie połowu, od 10 lipca do 8 września, nie jest optymalna dla siedlisk otwartych, lecz od lat badania w takim terminie tradycyjnie stosowane w entomologii leśnej.

Przedstawiony materiał faunistyczny przyczyni się również do poznania fauny biegaczowatych Pomorza Zachodniego, czego jest dowodem potwierdzenie występowania rzadkich gatunków *Pterostichus macer* (Marsham 1802), *Agonum versutum* Sturm, 1824 oraz

*Harpalus neglectus* Audinet-Serville, 1821. Do tegoż *Agonum versutum* oraz *Harpalus neglectus* w sąsiednich Niemczech są na liście gatunków zagrożonych. Drobna uwaga: u Hürka (1996) jest Linnaeus, lecz nie Linné.

Przedstawienie i analiza wyników materiałów faunistycznych ułożone w sposób identyczny do analizy zbiorowisk roślinnych. To jest konsekwentne działanie według planu badań, przedstawionego we wstępie.

Uwagi do tabeli 8 i 9 – kompletna nazwa gatunku musi być podana jeden raz, co było zrobione w tab. 7. Dalsze podanie podrodzajów, nominatywnych podgatunków, nazwisk autorów i roku opisu zbędne.

Na względnie małym materiale Autorce udało się wyodrębnić kilka różnych zgrupowań biegaczowatych. Ustalono zróżnicowanie preferencji siedliskowych, wilgotnościowych i pokarmowych z dominacją latających gatunków terenów otwartych i leśnych, mezohigrofilnych i małych zoofagów. Skrupulatnie analizowano występowanie wymienionych grup ekologicznych na poszczególnych siedliskach.

Przedstawienie o kształtowaniu fauny przez elementy zoogeograficzne dają wyniki przeprowadzona analiza grup zasięgowych (ryc. 34).

Wybór jako podstawowej jednostki do analizy zróżnicowania taksonów w badanych zgrupowaniach rangi plemienia też jest konsekwencją równoległej analizy z danymi fitosocjologicznymi. Uważam, że choć to nie jest używano w badaniach entomologicznych, lecz może być akceptowano do realizacji postawionego celu badań.

Zróżnicowanie taksonomiczne potwierdzono statystycznie (ryc. 36, tab. 10).

Dalsze analizy czynnikowa i korespondencyjna potwierdziły wyodrębnienie grup stanowisk badawczych o względnie podobnym udziale plemion biegaczowatych (ryc. 37 i 38).

Bardzo ciekawie jest zestawienie wyników badań jakości zbiorowisk roślinnych oraz fauny biegaczowatych na poszczególnych stanowiskach. W wyniku przeprowadzonej analizy wskazano na wyraźne podobieństwo wyodrębnień grup. Udało się wyodrębnić osobnej grupy siedlisk (1, 3 i 4). W tej grupie Autorka nie stwierdziła istotnych różnic w „jakości fitosocjologicznej” i strukturze obecnej fauny biegaczowatych. W przypadku analiz podobieństwo ich wiązało się z typowo łąkowym charakterem zbiorowisk roślinnych i zgrupowań biegaczowatych.

Dalsza analiza zgrupowań biegaczowatych z wykorzystaniem wskaźnika Shannona (tab. 11-14) potwierdza wyodrębnienie tej grupy siedlisk. Uważam, że wykorzystanie wskaźnika

Shannona na poziomie plemion pozbawione sensu. Wszystko jest jasne na poziomie gatunkowym (tab. 11). Dalsza analiza według założonego szablonu z analizy zbiorowisk roślinnych dla poziomu plemienia zbędna.

Dość ciekawe wyniki analizy jakości bioindykacyjnej biegaczowatych poprzez analizę zróżnicowania rozkładu średniej biomasy osobniczej (SBO) na badanych stanowiskach (ryc. 39).

Ustalono, że wyodrębniona grupa siedlisk trawiastych (1,3 i 4) ma najniższy wskaźnik SBO. Po raz pierwszy dla siedlisk otwartych (łąkowych, polowych, torfowiskowych etc) eksperymentalnie ustalono, że wysokie wartości średniej biomasy biegaczowatych skorelowane z wysokimi wartościami średniej biomasy świeżej runi (ryc. 40). Warto tą tendencję potwierdzić statystycznie, co w dużym stopniu podniosło poziom wartości bioindykacyjnej wskaźnika SBO.

Uzyskane wyniki w całości pozwalają Autorce słusznie uważać, że średnia biomasa osobnicza biegaczowatych może mieć praktyczne zastosowanie w bioindykacji.

Autorka przeprowadziła również analizę dynamiki sezonowej wskaźnika SBO w latach badań (tab. 16, ryc. 44). Celem było określenie możliwości wykorzystania wskaźnika SBO do oceny stabilności zgrupowania. Zgrupowanie biegaczowatych na stanowisku numer 6 Autorka uznaje za najmniej ustabilizowane względem SBO. Ustalono również dość duże wahania w miesiącach i latach badań na poszczególnych siedliskach. Nie wykluczono, że można ustalić pełne prawdopodobieństwa i zależności w dłuższym okresie badań, w sezonie obejmującym wiosnę, początek lata i jesień. Moim zdaniem do wnioskowania trzeba powtórzyć podobne badania z uzyskaniem większych materiałów źródłowych. Co do widocznego wzrostu wskaźnika SBO i sierpniu to przyczyną był nie tylko wzrost temperatury, lecz pojawienie się gatunków „jesiennych” oraz drugiego pokolenia gatunków „wiosennych”.

Analiza dynamiki sezonowej bogactwa gatunkowego i liczebności (ryc. 41-43) wykrywa wahania w miesiącach i latach badań. Okres poboru prób pozwala „uchwycić” szczyt liczebności tylko gatunków „jesiennych”, co wyraźnie widać po składzie gatunkowym. Gatunki wiosenne nie zawsze wykazują drugi jesienny szczyt aktywności. Prawdopodobnie to i było przyczyną różnic aktywności w latach badań. Uzyskane wyniki mogą być punktem odniesienia przy dalszych badaniach dynamiki aktywności łąkowych biegaczowatych. Takich danych dla Pomorza ewidentnie brakuje.

Na podstawie analizy korespondencji ustalono podobieństwa pomiędzy poszczególnymi stanowiskami pod względem przynależności do grup ekologicznych: siedliskowych: ryc. 45, 46,

tab. 17) oraz troficznych (ryc. 47-50, tab. 18-20). Do pierwszej grupy stanowisk pod względem tego kryterium należą stanowiska 1, 3 i 4, gdzie dominowały gatunki terenów otwartych, małe zoofagi. Do drugiej grupy wyodrębniono stanowiska 2, 5, 6 i 7, gdzie dominowały gatunki leśne, duże zoofagi. A więc wyniki analizy zgrupowań biegaczowatych pokrywają się z wynikami analizy siedliskowej opartej o ocenę zdjęć fitosocjologicznych. To pozwoliło autorce na wyodrębnienie osobnej grupy, do której w przypadku pierwszej, drugiej oraz trzeciej analizy należą typowe łąkowe trawiaste stanowiska (numery 1, 3 i 4).

Na stronie 96 Autorka zdecydowała przedstawić podsumowanie wyników badań i wstępne wnioski uzyskane z analizy siedliskowej opartej na zdjęciach fitocenotycznych oraz analizy faunistycznej opartej na ocenie struktury zoogeograficznej, taksonomicznej i ekologicznej zgrupowań biegaczowatych. Takie podsumowanie nie jest ogólnoprzyjęte, lecz bez wątpienia przydatne do dalszej dyskusji.

Rozdział „Dyskusja” (str. 100-108), liczący 9 stron świadczy o dużej wiedzy ekologicznej, znajomości piśmiennictwa przedmiotowego i umiejętności wyprowadzania właściwych wniosków. W dyskusji dość przekonująco udowodniono, że niska liczebność biegaczowatych jest charakterystyczną cechą siedlisk łąkowych w Europie Środkowej. Zasiedlają łąki, szczególnie zalewowe, migrujące latające gatunki. Autorka to zjawisko potwierdza na materiałach własnych.

Warto uwagi ustalenie „niepodporządkowania” wyników do reguły Thienemanna. Duża mozaikowatość i różnorodność florystyczna słabo (lub wcale nie) korelowały z bogactwem gatunkowym biegaczowatych, lecz ustalono zależności na poziomie plemion. Moim zdaniem warto przeprowadzić specjalnie badania na większą skalę. Wydłużenie okresu badań również jest konieczne. I jeszcze: być może reguła Thienemanna nie może być sprawdzona na podstawie materiałów zebranych za pomocą pułapek. Pułapki są miarą aktywności, lecz nie liczebności. Stąd mogą wynikać rozbieżności w interpretacji danych.

Autorka konsekwentnie i precyzyjnie udowadnia o przydatności biegaczowatych jako grupy organizmów wskaźnikowych do bioindykacji stanu siedlisk łąkowych.

A więc dyskusja osiągnęła swój cel – wywołała nowe tematyczne płaszczyzny dla dalszej pracy. W całości przebieg dyskusji oceniam pozytywnie.

Wnioski są przemyślane, oparte na dobrze udokumentowanych i statystycznie opracowanych wynikach i nie budzą wątpliwości.

Bibliografię zebrano i opisano bardzo dobrze, zawiera ona 177 pozycji piśmiennictwa i stron  
www.

Uwagi krytyczne dotyczą głównie spraw formalnych i redakcyjnych. Poza długimi liczbami po przecinku w tabelach i pisowni zbyt długich nazw gatunkowych można wymienić bardzo niefortunna pisownia angielskiej nazwy plemienia Pterostichini: *woodland graud beatles* oraz stwierdzenie, że „wskaźnik SBO jest jednym z bardzo nieformatywnych własności populacyjnych”. W metodach brakuje informacji o stężeniu roztworu glikolu stosowanego do konserwacji połówów.

Po przemyśleniu i rozważeniu zalet i wad recenzowanej pracy doktorskiej stwierdzam, iż w całości oceniana rozprawa doktorska jest wartościowym opracowaniem, bardzo dobrze udokumentowanym i zilustrowanym. Moje uwagi krytyczne i polemiczne nie wpływają na całościową ocenę rozprawy doktorskiej lub też zawierają pewne sugestie recenzenta do ewentualnego wykorzystania przez Autorkę przy przygotowywaniu pracy do druku.

Recenzowana praca ma wielowarstwowy charakter i uwidaczniają się w niej różne umiejętności Autorki. Na szczególne podkreślenie zasługuje precyzja i skrupulatność w badaniach terenowych i pracy laboratoryjnej, bardzo staranne opracowanie zebranego materiału, znajomość zaawansowanych metod statystycznych z zastosowaniem nowoczesnej grafiki.

Ogólna ocena rozprawy doktorskiej Pani mgr Agaty Flejter-Wojciechowicz jest pozytywna. Dysertacja Pani mgr Agaty Flejter-Wojciechowicz świadczy, że Autorka posiada wiedzę i umiejętności niezbędne do posiadania stopnia naukowego doktora nauk biologicznych.

Rozprawa doktorska Pani mgr Flejter-Wojciechowicz odpowiada wymaganiom stawianym kandydatom na stopień doktora nauk biologicznych w zakresie dyscypliny naukowej „Biologia”.

Przedkładam wobec tego Wysokiej Radzie Wydziału Biologii Uniwersytetu Szczecińskiego wniosek o dopuszczenie Pani mgr Agaty Flejter-Wojciechowicz do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Słupsk, dnia 8 listopada 2019

KIEROWNICZKA ZAKŁADU  
ZOOLOGII I EKOLOGII ZWIERZĄT

  
Prof. dr hab. Oleg Aleksandrowicz