



Prof. dr hab. Piotr Skubała
Katedra Ekologii
Wydział Biologii i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Śląski
ul. Bankowa 9, 40-007 Katowice
tel. 32 359-11-48
e-mail: piotr.skubala@us.edu.pl

OCENA

**ROZPRAWY DOKTORSKIEJ MGR MATEUSZA JARMUSZA PT. „ROZKŁAD ZWŁOK I SUKCESJA OWADÓW
(DIPTERA, COLEOPTERA) NA POWIESZONYCH ZWŁOKACH ŚWINI DOMOWEJ (*SUS SCROFA DOMESTICA*
L.) W ŚRODOWISKU LEŚNYM WIELKOPOLSKI**

wykonanej na Wydziale Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, pod kierunkiem
prof. dr hab. Wojciecha Niedbała (promotor) i dr hab. Darii Bajerlein (promotor pomocniczy)

UWAGI OGÓLNE

Dekompozycja jest drugim obok produkcji procesem chemicznym, charakterystycznym dla całej biosfery i poszczególnych ekosystemów. Proces ten przebiega stopniowo, ma mnóstwo etapów pośrednich. Materię organiczną rozkładają wszystkie organizmy żywe: rośliny, bakterie, zwierzęta, grzyby, na wszystkich poziomach troficznych. Jedną z grup uczestniczących w tym procesie są nekrofagi. Tej właśnie grupie organizmów poświęcona jest rozprawa doktorska Pana mgr Mateusza Jarmusza. Doktorant skupił uwagę na dwóch najważniejszych grupach owadów – muchówkach i chrząszczach, obfitujących w przedstawicieli nekrofauny.

Pan mgr Mateusz Jarmusz przygotował rozprawę stanowiącą wszechstronne i oryginalne opracowanie, z wyraźnymi celami badawczymi, owadów nekrofilnych zasiedlających zwłoki zwierząt. Opracowanie dotyczyło rozkładu zwłok powieszonych świnii domowej (*Sus strofa domestica* L.) oraz sukcesji owadów na zwłokach tego typu rozkładających się w środowisku leśnym Wielkopolski. Skrupulatne obserwacje pozwoliły na pełniejsze poznanie procesu rozkładu zwłok zwierząt, dostarczyły więcej informacji na temat ekologii nekrofilnych gatunków owadów. Zwłoki świnii domowej są najlepszym substytutem zwłok ludzkich, a wybór ten ma duże znaczenie, gdyż tego typu obserwacje mogą być wykorzystane w entomologii sądowej i posłużyć wymiarowi sprawiedliwości.

Doktorant przedstawił pracę, której realizacja wymagała bardzo dobrego przygotowania z zakresu systematyki dwóch licznych grup owadów – muchówek (Diptera) i chrząszczy (Coleoptera). Ponadto musiał wykazać się znajomością stosowania metod ekologicznych i statystycznych. Z zadania tego autor wywiązał się bardzo dobrze dostarczając rozprawę liczącą ogółem 126 stron maszynopisu.

UWAGI SZCZEGÓŁOWE

Recenzowana rozprawa zawiera 114 numerowanych stron oraz 12 tabel dokumentujących przebieg procesu rozkładu zwłok powieszonych oraz zwłok kontrolnych w poszczególnych porach roku oraz w poszczególnych latach. Na całe opracowanie składa się wstęp, siedem rozdziałów podzielonych w niektórych przypadkach na liczne podrozdziały, podsumowanie, podziękowania,





bibliografię, streszczenie w języku polskim i angielskim oraz dodatek. Praca zawiera 60 tabel (27 w dodatku), 20 rycin oraz 11 fotografii. Piśmiennictwo obejmuje 122 nienumerowane pozycje. Układ pracy jest przemyślany, logiczny i spójny. Praca napisana jest w klasycznym układzie, chociaż doktorant postanowił rozbić rozdział „Wyniki” i „Dyskusję” na dwie części dotyczące rozkładu zwłok powieszonych oraz sukcesji owadów na zwłokach powieszonych. Ten zabieg jest w tym wypadku uzasadniony, pozwala na czytelniejsze przedstawienie omawianych dwóch kluczowych zagadnień. Część edytorska oraz graficzna wykonane są niezwykle starannie i nie budzą zasadniczo żadnych zastrzeżeń.

Tytuł został sformułowany poprawnie i oddaje w pełni zawartość pracy. **Streszczenie** (i odpowiadający mu angielski **Abstract**) bardzo dobrze wprowadzają w tematykę pracy i pozwalają zorientować się w zakresie przeprowadzonych badań. **Spis treści** został potraktowany przez Autora szczegółowo, sporządzony w wyrazistym systemie cyfrowym, pozwalającym na szybkie odnalezienie każdego z rozdziałów i podrozdziałów. Dobrym krokiem było też zamieszczenie części tabel, zawierających bardzo szczegółowe dane w „Dodatku”.

Interesująco napisany jest **wstęp**, gdzie autor na ponad 2 stronach stara się zaciekać czytelnika, zwracając uwagę na złożoność procesu rozkładu i sukcesji owadów na padlinie, akcentując, że prowadzenie badań nad entomofauną zwłok powieszonych może dostarczyć nowych informacji o ekologii owadów w tych nietypowych warunkach. Doktorant podkreśla aplikacyjny charakter swoich studiów nad owadami nekrofagicznymi, możliwość wykorzystania ich wyników w ramach entomologii sądowej. Szczególnie ważnym jest, w opinii Doktoranta, że badania skupiają się na zwłokach powieszonych, a to daje szansę na wykorzystanie wniosków z nich przez wymiar sprawiedliwości. Autor podkreśla, że tego rodzaju badania nad rozkładem i sukcesją owadów na zwłokach powieszonych nie były jeszcze prowadzone w strefie klimatu umiarkowanego.

Cele badań zostały bardzo dobrze sformułowane. Doktorant podzielił je na cztery zasadnicze części, dotyczące opracowania wzorca rozkładu zwłok powieszonych, charakterystyki entomofauny, zjawiska sukcesji na zwłokach powieszonych oraz wykazania gatunków wskaźnikowych. Ogółem, w bardzo trafny sposób sformułowano 9 celów badawczych.

- Doktorant nie pokusił się o sformułowanie hipotez badawczych. Szkoda, bo na podstawie wyników z dotychczasowych badań dotyczących rozkładu zwłok powieszonych i eksponowanych na powierzchni ziemi, takie hipotezy odpowiadające celom badawczym, można byłoby przedstawić.
- Odnosnie drugiego głównego celu badawczego dotyczącego charakterystyki entomofauny zasiedlającej zwłoki, Doktorant skupia uwagę wyłącznie na zwłokach powieszonych, a przecież opisuje w pracy i wyciąga wnioski, także w odniesieniu do owadów zasiedlających zwłoki eksponowane na powierzchni ziemi.

Bardzo rozbudowany jest rozdział pt. „**Materiał i metody**”. Na 18 stronach Autor w sposób skrupulatny opisuje teren badań, plan eksperymentu, proces badania rozkładu zwłok, dane temperaturowe w trakcie badań oraz metody statystyczne dobrane dla realizacji założonych celów badawczych. Opis eksperymentu, metody statystyczne, modele sukcesji owadów zostały opisane bardzo przejrzysto. Warty podkreślenia jest, że Doktorant dokonał samodzielnie oznaczenia większości zebranych przedstawicieli muchówek i chrząszczy. Tylko w przypadku muchówek z





rodzin Muscidae, Fanniidae, Piophilidae oraz Dryomyzidae, chrząszczy z rodziny Leiodidae oraz części przedstawicieli rodziny Staphylinidae korzystał z oznaczeń trzech innych autorów. Doktorant podaje dokładne podstawy determinacji gatunków muchówek (2 pozycje) i chrząszczy (8 pozycji).

Nasuwać się jednak następujące pytania, uwagi czy wątpliwości do tej części doktoratu:

- Badania prowadzono na terenie lasu grabowo – dębowego. Czy typ lasu może mieć znaczenie dla przebiegu sukcesji owadów na zwłokach powieszonych, czy też eksponowanych na powierzchni? Doktorant nie odniósł się do tej kwestii w doktoracie.
- W trakcie eksperymentów wykorzystano zwłoki 24 świń o średniej wadze 27,5 kg. Czy wielkość wagi zwłok może mieć wpływ na charakter entomofauny zasiedlającej ciało zwierzęcia i przebieg procesu sukcesji?
- Na stronie 18 znajdujemy następującą uwagę: „Zwierzęta uśmiercano poprzez uderzenie tępym narzędziem w podstawę czaszki, a następnie przewożono je na teren poligonu wojskowego w Biedrusku”. Czy uzyskano zgodę Lokalnej Komisji Etycznej ds. Doświadczeń na Zwierzętach? na przeprowadzenie eksperymentu i uśmiercenie określonej liczby zwierząt? Kto dokonywał uśmiercenia? Czy ten zabieg wykonywała osoba do tego uprawniona? Czy w tym wypadku zastosowano się do załącznika IV „Metody uśmiercania zwierząt” Dziennika Urzędowego Unii Europejskiej z dnia 20 października 2010 roku. W pracy doktorskiej nie znajdujemy na ten temat żadnych informacji, co traktuję jako poważne uchybienie. Zakładam, że doktorant posiada odpowiednie zaświadczenia. Nie wyobrażam sobie, aby mogło być inaczej, niemniej jednak wzbudza moje zdziwienie i smutek, że takich informacji Doktorant nie zamieścił w rozprawie doktorskiej.
- W protokole używanym podczas oględzin zwłok (strona 21), w części dotyczącej „entomofauny zwłok – część ogólna” znajduje się rubryka dotycząca odnotowanych przedstawicieli roztoczy. Czy Doktorant rejestrował również obecność roztoczy na zwłokach świni? Jeżeli tak to w jakiej liczbie? Umieszczenie roztoczy w protokole w części dotyczącej entomofauny nie jest do końca poprawne.
- W pracy korzystano z testu nieparametrycznego - testu ANOVA Kruskala-Wallisa, parametrycznego testu t-Studenta oraz współczynnika korelacji liniowej Pearsona. Na jakiej podstawie dokonano wyboru tych testów? W pracy doktorskiej brak jakichkolwiek wyjaśnień na ten temat. Bez wątpienia powinny one znaleźć się w rozdziale „Materiał i metody”.
- Wykorzystując współczynnik Pearsona Autor, nie podaje, kiedy przyjmuje korelację jako bardzo wysoką, wysoką, czy też średnią.

W oparciu o bogaty warsztat statystyczny, dane przedstawione w licznych tabelach i na rysunkach Doktorant przedstawia uzyskane **wyniki** w sposób bardzo precyzyjny i klarowny. Pierwsza część wyników dotycząca rozkładu zwłok powieszonych została przedstawiona na 18 stronach. Odnośnie tej części pracy nasuwają się poniższe uwagi i pytania do Autora:

- Na stronach 35 i 36 oraz na wykresach 8, 9 i 10 Autor dowodzi czy wpływ sposobu postępowania ze zwłokami (powieszenie, wyłożenie na powierzchni ziemi) miał istotny statystycznie wpływ na dzień rozpoczęcia oraz czas trwania procesu wzdęcia w poszczególnych porach roku. Autor zastosował w tym wypadku test nieparametryczny Kruskala-Wallisa. W przypadku testu Kruskala-Wallisa mamy do czynienia z większą niż 2 liczbą porównywanych grup. Jeżeli mielibyśmy dwie grupy niezależne (tak jak w przypadku omawianym przez Doktoranta) powinniśmy przeprowadzić test U Manna-Whitneya (ewentualnie parametryczny





test t-Studenta). Gdy mamy więcej niż 2 porównywane grupy korzystamy z testu Kruskala-Wallisa.

- Przedstawiając wyniki testu ANOVA Kruskala-Wallisa na wykresach (np. wykres 6, 7), Doktorant przy pomocy tych samych liter oznaczał brak różnic istotnych statystycznie. Dlaczego tego samego zabiegu nie zastosowano w przypadku prezentacji wyników na 8, 9 i 10?
- Te same uwagi i zapytania (jak powyżej dotyczące zjawiska wzdęcia zwłok) dotyczą prezentacji wyników odnoszących się do aktywnego rozkładu zwłok (strony 36-40, wykresy 11-15) oraz zaawansowanego rozkładu zwłok (strony 40-42, wykresy 16-17).

Następną część rozprawy doktorskiej stanowi 5-stronicowa „**Dyskusja**” dotycząca rozkładu zwłok powieszonych. Autor syntetyzuje w niej własne rezultaty badań i porównuje z danymi bibliograficznymi, dodając własne komentarze. Na wstępie Doktorant podkreśla, że zdaje sobie sprawę, iż analizy porównawcze rozpoczęcia i czasu trwania poszczególnych procesów rozkładu zostały wykonane z wykorzystaniem małej liczby powtórzeń. Jego zdaniem powyższe mogło spowodować, że obserwowane różnice między początkiem i czasem trwania procesów rozkładu na zwłokach zawieszonych i eksponowanych na powierzchni ziemi nie zawsze były istotne statystycznie. Doktorant zwraca uwagę, że oględziny jednych zwłok wymagają takiego nakładu czasu, że zwiększenie liczby zwierząt w badaniach skutkowałoby wystąpieniem różnic w porze dnia, w której te oględziny by się odbywały. Można oczywiście przyznać rację tym uwagom. Jednak z drugiej strony liczba wykorzystanych zwierząt do badań Doktoranta była spora, większa niż w cytowanych przez niego badaniach. Bardziej właściwym dla mnie tłumaczeniem byłoby zwrócenie uwagi, że do eksperymentu wykorzystano reprezentantów ssaków i w badaniach nad kręgowcami koniecznym jest ograniczenie liczby zwierząt do niezbędnego minimum. Proszę zwrócić uwagę na artykuł 6 punkt 1 w Ustawie z dnia 15 stycznia 2015 r. o ochronie zwierząt wykorzystywanych do celów naukowych lub edukacyjnych:

„2. W przypadku gdy uniknięcie śmierci zwierząt w wyniku procedury jest niemożliwe – procedurę planuje się i wykonuje tak, aby prowadziła do śmierci jak najmniejszej liczby wykorzystywanych zwierząt ...”.

oraz artykuł 4, punkt 2 w Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/63/UE z dnia 22 września 2010 r. w sprawie ochrony zwierząt wykorzystywanych do celów naukowych:

„2. Państwa członkowskie zapewniają zredukowanie liczby zwierząt wykorzystywanych w projektach do minimum, bez uszczerbku dla celów projektu”.

Odnosnie tej części pracy pragnąłbym zwrócić uwagę na poniższe kwestie:

- W badaniach stwierdzono, że tempo rozkładu większości badanych zwłok powieszonych było wolniejsze niż tempo rozkładu zwłok leżących na powierzchni ziemi. Doktorant stwierdza, że w badaniach Lynch-Aird i in. (2015), które były najbardziej adekwatne do porównań, gdyż prowadzone w klimacie najbardziej zbliżonym do warunków panujących w Polsce, proces zaawansowanego rozkładu zachodzi szybciej na zwłokach powieszonych. Na tym stwierdzeniu Doktorant pozostaje, nie starając się znaleźć przyczyny odmiennych wyników.
- Na stronie 53 znajdujemy zdanie: „Masa żerujących larw może podnieść temperaturę nawet o kilkadziesiąt stopni (Campobasso i in. 2001, Slone & Gruner 2007)”. Obecność larw może podnieść temperaturę środowiska, gdzie one przebywają o kilka, a nie kilkadziesiąt stopni. Patrz Campobasso i in. 2001 (strona 21): “Furthermore, larval aggregations are able to produce



heat and thus, increase the temperature of their habitat by several degrees above that of their surroundings”.

- Jeden z akapitów poświęcony został omówieniu wykorzystanej w rozprawie metody Total Body Score” (TBS). Doktorant podkreśla walory tej metody, stwierdza że jej zastosowanie potwierdziło wyniki otrzymane klasycznymi metodami oceny rozkładu zwłok. W „Dyskusji” nie przedstawia jednak na czym miałyby polegać unikalność tej metody i dlaczego jest lepsza od tradycyjnej.

Druga część **wyników** dotycząca sukcesji owadów na zwłokach powieszonych została omówiona na 23 stronach. Tutaj pojawiają się liczby odłowionych muchówek i chrząszczy. Są one rzeczywiście imponujące: blisko 75 tysięcy muchówek i chrząszczy na zwłokach powieszonych i ponad 50 tysięcy na zwłokach świni domowej eksponowanych na powierzchni ziemi. Warto to podkreślić, gdyż świadczy to o wysiłku Doktoranta wniesionym do przedstawienia rozprawy. Poniżej uwagi do tej części:

- Poniższe zdanie na stronie 58 jest niezgrabne stylistycznie i nie do końca zrozumiałe: „Na 56 łącznie odłowionych gatunków muchówek należących do wymienionych w Tabeli 9, 5 rodzin tylko 22 było minimalnie licznych”.
- Na stronie 61 Doktorant odsyła czytelnika do tabel w Dodatku, gdzie znajdują się szczegółowe listy gatunków z poszczególnych rodzin muchówek i chrząszczy stwierdzone na zwłokach powieszonych. Może warto w tym miejscu wymienić numery tych tabel.
- Na stronie 72 znajdujemy zdanie: „Najwyższy NNCO odnotowano dla *Saprinus semistriatus* (Tab. 26). Tymczasem w Tabeli 26 znajdziemy wyższą wartość NNCO dla gatunku *Anoplotrupes stercorosus* – 94,0.

Następną część rozprawy doktorskiej stanowi ponad 8-stronicowa „**Dyskusja**” dotycząca drugiej części wyników - sukcesji owadów na zwłokach powieszonych. Autor skupia w nim uwagę w głównej mierze na wybranych gatunkach pojawiających się na zwłokach świni domowej. Porównując otrzymane wyniki z obserwacjami innych autorów, Doktorant nie zawsze dochodzi do jakiejś konkluzji. W niektórych wypadkach przedstawiając własne wyniki i wyniki innych autorów brakuje powiązania między nimi i wyciągnięcia własnych wniosków.

- Czy różnice zaobserwowane w składzie gatunkowym owadów w badaniach własnych i innych autorów nie mogą być skutkiem niewielkiej liczby analizowanych zwierząt?
- Doktorant stwierdził w swoich badaniach wysoką liczebność *Dermestes murinus* tylko na zwłokach powieszonych rozkładających się wiosną. Przytacza następnie obserwacje innych autorów, nie przedstawia jednak próby wytłumaczenia dla własnych obserwacji.
- Brak też jakiejś próby wytłumaczenia zaobserwowanych różnic w liczebności postaci dorosłych *Necrobia violacea* między zwłokami powieszonymi a eksponowanymi.
- Poniższe zdanie (strona 85) może wprowadzić w błąd: „W badaniach prowadzonych w ramach niniejszej pracy doktorskiej larwy tych gatunków były obserwowane na zwłokach powieszonych sporadycznie”. Powinno być raczej: W badaniach prowadzonych w ramach niniejszej pracy doktorskiej larwy tych gatunków były obserwowane sporadycznie na zwłokach powieszonych.
- Doktorant stwierdza, że opracowane matryce sukcesji owadów na zwłokach powieszonych w różnych porach roku mogą być wykorzystane do szacowania PMI (czasu jaki upłynął od momentu zgonu do momentu ujawnienia zwłok) w warunkach środowiska leśnego i posłużyć





do wyjaśnienia okoliczności samobójstw, zabójstw oraz podejrzanych zgonów. Zabrakło mi jednak jakiegś przykładowej próby wyjaśnienia jak te matryce mogłoby spełniać taką rolę.

- Walorem tych badań jest wyselekcjonowanie kilku gatunków o wysokiej przydatności do szacowania czasu zgonu (gatunków wskaźnikowych). W „Dyskusji” ten walor pracy został słabo uwypuklony.

Kolejny rozdział rozprawy to „**Podsumowanie**”. Składa się on z dwóch części, pierwszej, gdzie przedstawiono, jakie ogólne informacje można znaleźć w rozprawie. I drugiej, gdzie przedstawiono skrupulatnie wszystkie wyniki.

- Wydaje się, że z niektórych punktów podsumowania można by zrezygnować scalając treści. Na przykład punkt 7 („Określono przebieg sukcesji owadów na zwłokach powieszonych w środowisku leśnym Wielkopolski”) i 9 („Porównano liczebności poszczególnych gatunków owadów oraz przebieg sukcesji owadów między zwłokami powieszonymi i eksponowanymi na powierzchni ziemi”) można by scalić w jeden.
- Podobnie punkty 13 i 14 oraz 15 i 16, gdzie wymieniano rodziny i gatunki najliczniejszych muchówek i chrząszczy można z powodzeniem połączyć w jeden.
- Zdanie stanowiące punkt 4 w drugiej części Podsumowania powinno raczej brzmieć: „Wzdęcie zwłok powieszonych pojawia się najwcześniej latem ...”, zamiast „Wzdęcie zwłok powieszonych najwcześniej pojawia się latem ...”.
- Szkoda, że Doktorant nie zamieścił kilku krótkich celnych wniosków w tym lub osobnym rozdziale. Są one zawarte w tekście dwóch rozdziałów „Dyskusja”. Jednak tym sposobem są one trudne do znalezienia i gubią się w opisie wielu szczegółowych wyników.

Autor przebrnął przez obszerne piśmiennictwo dotyczące tematu. Spis literatury został przygotowany bardzo starannie. Nie znalazłem usterek w tej części pracy.

W pracy znalazły się bardzo nieliczne błędy literowe:

- strona 8: powinno być „nekrofilnych” zamiast „nekroflnych”
- strona 14: powinno być „zwłokach” zamiast „załokach”
- strona 25: powinno być „Metoda” zamiast „Meoda”
- strona 32: powinno być „oraz” zamiast „orz”
- strona 33: powinno być „zaobserwowano” zamiast „zaobserowowano”
- strona 38: powinno być „niektóre” zamiast „niekóre”
- strona 51: powinno być „została” zamiast „zostałą”

PODSUMOWANIE

Do najistotniejszych osiągnięć rozprawy doktorskiej mgr Mateusza Jarmusza zaliczyłbym:

1. Przedstawienie zestawu gatunków muchówek i chrząszczy pojawiających się zwłokach powieszonych świnii domowej w siedlisku leśnym w Europie Środkowej.
2. Opisanie po raz pierwszy przebiegu sukcesji owadów nekrofagicznych na zwłokach powieszonych świnii domowej w klimacie umiarkowanym w Europie Środkowej.
3. Wyróżnienie sześciu gatunków owadów o wysokiej przydatności (gatunków wskaźnikowych) i dwudziestu jeden o umiarkowanej przydatności do szacowania czasu zgonu.
4. Wykorzystanie metody „Total Body Score” (TBS) do porównania rozkładu zwłok powieszonych oraz zwłok eksponowanych na powierzchni ziemi.



5. Wykazanie różnic w przebiegu procesu rozkładu zwłok powieszonych i eksponowanych na powierzchni ziemi.

WNIOSEK KOŃCOWY

W podsumowaniu stwierdzam, że Doktorant pomyślnie zrealizował pracę badawczą. Wysoko oceniam stopień opanowania trudnego obiektu badań, skomplikowanych metod badawczych, literatury i umiejętności dyskusji. Praca jest dziełem dojrzałym i oryginalnym, wnoszącym postęp w wybranej do studiów tematyce, mając jednocześnie charakter aplikacyjny – mam nadzieję że jej wyniki będą mogły znaleźć zastosowanie w praktyce. Przedstawiona dokumentacja jest czytelna i wiarygodna. Uważam, że oceniana rozprawa doktorska spełnia wymogi stawiane ustawą o stopniach i tytule naukowym oraz z pełnym przekonaniem wnoszę do Wysockiej Rady Wydziału Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu o dopuszczenie mgr Mateusza Jarmusza do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Katowice, 4 czerwca 2018 r.

Prof. dr hab. Piotr Skubała

