

Dr hab. inż. *MARCIN KADEJ*, prof. UWr
Uniwersytet Wrocławski
Wydział Nauk Biologicznych
Zakład Biologii, Ewolucji i Ochrony Bezkręgowców
Pracownia Biologii i Entomologii Sądowej
ul. Przybyszewskiego 65
51-148 Wrocław

**Ocena rozprawy doktorskiej mgr Katarzyny FRĄTCZAK-ŁAGIEWSKIEJ
pt. „Development models of necrophilous beetle *Creophilus maxillosus* (L.)
(Staphylinidae) – comparison of efficiency in estimation of immature insect age”
wykonanej pod kierunkiem
dra hab. Szymona MATUSZEWSKIEGO, prof. UAM (promotor)
i dr hab. Darii BAJERLEIN, prof. UAM (promotor pomocniczy)
w Zakładzie Taksonomii i Ekologii Zwierząt
Wydziału Biologii Uniwersytetu im. Adama MICKIEWICZA w Poznaniu**

Otrzymana do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr Katarzyny FRĄTCZAK-ŁAGIEWSKIEJ, pod wskazanym wyżej tytułem, stanowi zbiór czterech oryginalnych artykułów naukowych opublikowanych w języku angielskim w latach 2018-2020 na łamach międzynarodowych czasopism, takich jak *International Journal of Legal Medicine*, *Scientific Reports* i *Forensic Science International*. Powyższe publikacje zostały poprzedzone streszczeniami w języku polskim i angielskim (str. 4-7) oraz wprowadzeniem w języku polskim (str. 8-18) [łącznie wydruk stanowi 85 stron, z czego na właściwą rozprawę przypadają treści objęte str. 20-70, pozostałe to oświadczenia dotyczące stopnia udziału doktorantki oraz innych autorów publikowanych tekstów (str. 70-84) i podziękowania (str. 85)].

Uwagi ogólne

W trzech – spośród czterech przedłożonych do oceny – pracach Pani mgr Katarzyna FRĄTCZAK-ŁAGIEWSKA jest zarówno pierwszym jak też korespondencyjnym autorem, a w jednej drugim (por. *Lista publikacji*, str. 19). Na wyróżnienie zasługuje fakt wysokiego udziału procentowego w powstaniu powyższych publikacji, o czym wiemy z oświadczenia Autorki (por. str. 70-74), a także współautorów (por. str. 76-84). W trzech przypadkach udział ten Autorka określiła na poziomie aż 80%, w czwartym na 50%.

Przedstawione do oceny prace zostały opublikowane w czasopismach naukowych posiadających tzw. współczynnik wpływu (*impact factor*). Wybór tychże czasopism odzwierciedla przekonanie Autorki o tym, jak ważne jest dzisiaj publikowanie w najlepszych czasopismach o światowej renomie. Jest to dowód dojrzałego podejścia do warsztatu naukowego. Bez wątplenia na ukształtowanie takiej postawy wpływ mieli promotorzy: dr hab. Szymon MATUSZEWSKI, prof. UAM (promotor) i dr hab. Daria BAJERLEIN, prof. UAM (promotor pomocniczy) oraz renoma jednostki, w której Pani mgr. Katarzyna FRĄTCZAK-ŁAGIEWSKA miała okazję realizować swoje pasje naukowe. Warto podkreślić fakt, że wszystkie te prace żyją już swoim życiem w przestrzeni naukowej, czego dowodem są cytacje odnotowane np. w bazie *Web of Science* (praca nr 1 – 2 cytacje; praca nr 2 – 11 cytacji; praca nr 3 – 9 cytacji; praca nr 4 – 3 cytacje; stan na 7 marca 2021 r. *WoS Core Collection*).

Uwagi szczegółowe

Poniżej krótko charakteryzuję poszczególne sekcje składające się na rozprawę doktorską, żeby wskazać na poznawczą wartość dodaną pracy, która wynika z przeprowadzonych przez Doktorantkę badań. Zaznaczę także, że z powodu dobrego doboru czasopism, w których wyniki badań Doktorantki zostały opublikowane (co wiąże się z przejściem przez „gęste” sito recenzji), moja praca jako recenzenta była utrudniona.

Streszczenie/Abstract (str. 4-7; numerowane)

W *Streszczeniu* Autorka krótko charakteryzuje obiekt badań, jakim jest *Creophilus maxillosus* - chrząszcz z rodziny kusakowatych (Coleoptera: Staphylinidae) spotykany na zwłokach dużych kręgowców żyjących w naturalnych habitatach. Doktorantka przedstawiła tu krótko przyjęte cele pracy, tj. 1) *opracowanie, porównanie i częściowa walidacja temperaturowych modeli rozwoju (liniowych, nieliniowych i graficznych) C. maxillosus*; 2) *określenie wpływu rodzaju pokarmu na śmiertelność, wymiary ciała i czas rozwoju chrząszczy*; 3) *sprawdzenie, czy istnieje związek pomiędzy czasem całego rozwoju preimaginalnego a płcią i rozmiarem postaci dorosłych oraz czy te cechy mogą pomóc w dokładniejszym oszacowaniu wieku chrząszczy w momencie zakończenia rozwoju*; w końcu 4) *sprawdzenie, czy wielokrotne przyżyciowe pomiary chrząszczy wpływają na ich rozwój*. Podobnie zwięźle przedstawiła opis dwóch przeprowadzonych przez siebie eksperymentów oraz najważniejsze wnioski płynące z uzyskanych wyników.

Wprowadzenie (str. 8-18; numerowane)

W powyższej sekcji Autorka dokonała podsumowania wiedzy w obszarach, w których osadzone były potem prace stanowiące rozprawę doktorską. Uczyniła to w sposób zwarty i klarowny, bez zbędnych ozdóbek, co stanowi dodatkową wartość jej tekstu. Pisząc tę część, odniosła się do aż 80 opublikowanych prac naukowych, co dowodzi znajomości tematu, ale też trudnej sztuki wyboru źródeł, zwłaszcza że w entomologii sądowej ilość prac jest relatywnie wysoka. Zaletą wprowadzenia jest zwięźle przedstawienie założeń poszczególnych prac (hipotezy szczegółowe), a także uzasadnienie wyboru celów badawczych i zaplanowanych eksperymentów. Wsparcie dla treści stanowi zestawienie tabelaryczne (por. str. 9-10) ukazujące publikacje poświęcone badaniom rozwoju poszczególnych gatunków chrząszczy nekrofagicznych w ujęciu światowym.

Do tabeli 1 (por. str. 9-10) warto dodać pracę MONTROYA-MOLINA i in. (2020)¹, która także nawiązuje do badań rozwoju nekrofagicznych chrząszczy.

Publikacja nr 1 (str. 20-40; nienumerowane)

FRĄTCZAK-ŁAGIEWSKA K., GRZYWACZ A., MATUSZEWSKI S. 2020. Development and validation of forensically useful growth models for Central European population of *Creophilus maxillosus* L. (Coleoptera: Staphylinidae). *International Journal of Legal Medicine*, 134: 1531-1545.

W powyższej pracy Autorka rozprawy z jej współautorami zbadała rozwój środkowoeuropejskiej populacji *C. maxillosus* w dziesięciu stałych temperaturach i przy użyciu różnych jednorodnych diet. Otrzymane modele kumulacji cieplnej (sumowania cieplnego) zostały zwalidowane na owadach hodowanych w różnych temperaturach i karmionych różnymi pokarmami. Udowodniono, że całkowity czas rozwoju *C. maxillosus* wahał się od 122 dni w 15°C do 22 dni w 30°C. Dorosłe postacie udało się wyhodować z jaj w siedmiu na 10 temperatur (15–30°C). Poważne błędy oceny wieku owadów stwierdzono dla chrząszczy hodowanych

¹ MONTROYA-MOLINA et al. (2020) Developmental Models of the Forensically Important Carrion Beetle, *Thanatophilus sinuatus* (Coleoptera: Silphidae). *J Med Entomol*, XX(X), 1–7, doi: 10.1093/jme/tjaa255

w temperaturze 10 i 12,5°C (21–43%) oraz chrząszczy karmionych larwami *Necrodes littoralis* (22–33%). Najniższą śmiertelność obserwowano u chrząszczy karmionych larwami *Calliphora* sp. i *Lucilia* sp. W dyskusji wyniki uzyskane w drodze eksperymentów zostały przedyskutowane z pracami WANG i in. (2017)² oraz WATSON-HORZELSKI (2012)³. Autorka krytycznie podchodzi do słabych stron entomologii sądowej, zwracając uwagę na potrzebę wypracowania takiego standardu hodowli owadów, by otrzymywane dane dla populacji reprezentujących różne części świata można było ze sobą porównywać. Zwraca także uwagę na potrzebę uwzględniania jakości pokarmu w tego typu badaniach, mającej potem wpływ na otrzymane wyniki, a co za tym idzie rzetelność wydawanych opinii.

Treść pracy została uzupełniona 5 tabelami oraz 8 figurami, w tym jednym diagramem izomorficznym, co znacząco podnosi wartość publikacji. W maju 2020 r. opublikowano korektę figur 5 i 6. W *Supplementary figures* znajdują się 3 kolejne zbiorcze figury z wykresami (por. str. 37-39). Autorka powołała się na 63 prace innych autorów.

Jednym z efektów badań jest diagram izomorficzny, którego aplikacyjny charakter jest trudny do przecenienia. Uzasadnionym wydaje się pytanie, dlaczego mając tak bogaty materiał porównawczy nie opracowano diagramu izomegalenicznego, zwłaszcza, że dyskutowana w pracy publikacja WANG i in. (2017, por. fig. 3, str. 285) przedstawia taki wykres.

Poza tym w rozprawie brakuje klarownej informacji o cyklu rozwojowym *C. maxillosus* w odniesieniu do następujących po sobie stadiów rozwojowych. Jest to o tyle istotne, że w przywoływanej pracy WANG i in. (2017) - autorzy tej publikacji - wyodrębniają w cyklu rozwojowym stadium "prepupa" lub "prepupal stage" (WANG i in. 2017, por. str. 286, 288), które jest odpowiednikiem "postfeeding phase" w publikacji Doktorantki (por. str. 1535⁴). Nigdzie jednak w jej pracy ani w tabelach, ani na figurach nie ma odniesienia do tego stadium. Z tego też powodu trudno wywnioskować, czy zostało ono włączone do trzeciego stadium larwalnego, czy też zostało całkowicie pominięte w badaniach (mimo wzmianki o nim na str. 1535). Należałoby to dokładnie uściślić i wytłumaczyć.

Publikacja nr 2 (str. 41-53; nienumerowane)

FRĄCZAK- ŁAGIEWSKA K., MATUSZEWSKI S. 2018. Sex-specific developmental models for *Creophilus maxillosus* (L.) (Coleoptera: Staphylinidae): searching for larger accuracy of insect age estimates. *International Journal of Legal Medicine*, 132(3): 887-895.

W powyższej publikacji za cel rozprawy Autorka postawiła sobie zbadanie dla *C. maxillosus* znanej nauce zależności między długością rozwoju a płcią osobnika. Uzyskana w ten sposób wiedza ma aplikacyjny charakter do oceny wieku owadów w ramach entomologii sądowej. Tutaj zależne od płci różnice w rozwoju *C. maxillosus* badano w siedmiu stałych temperaturach. Opracowano również osobne modele rozwojowe dla samców i samic i przetestowano je w badaniu walidacyjnym, aby odpowiedzieć na pytanie, czy modele rozwojowe specyficzne dla płci poprawiają dokładność szacunków wieku owadów. Wyniki udowodniły, że samce *C. maxillosus* rozwijały się znacznie dłużej niż samice. Modele specyficzne dla płci i modele ogólne dla całkowitego rozwoju stadiów młodocianych samców i samic miały ten sam optymalny zakres temperatur i podobny próg rozwojowy, ale inną stałą termiczną K, która była największa w przypadku modelu specyficznego dla samców, a najmniejsza w przypadku samic. Pomimo tych

² WANG Y., et al. (2017) Development of the forensically important beetle *Creophilus maxillosus* (Coleoptera: Staphylinidae) at constant temperatures. *J Med Entomol* 54(2):281–289.

³ WATSON-HORZELSKI E.J. (2012) Survival and time of development for *Creophilus maxillosus* (L.) (Coleoptera: Staphylinidae) at three constant temperatures. *Coleopt Bull* 66(4):365–370.

⁴ Numeracja stron za oryginalną publikacją.

różnic badanie walidacyjne ujawniło jedynie minimalne i nieistotne statystycznie różnice w dokładności szacunków wieku przy użyciu modeli sumowania termicznego specyficznego dla płci i ogólnego. Odkrycie to wskazuje, że pomimo statystycznie istotnych różnic w czasie trwania rozwoju stadiów młodocianych między samicami i samcami *C. maxillosus*, zastosowanie modeli sumowania termicznego specyficznego dla płci nie poprawia dokładności szacunków wieku owadów w porównaniu z modelem ogólnym.

Treść pracy została uzupełniona 4 tabelami oraz 4 wykresami, które znacząco podnoszą wartość publikacji. W *Supplementary figures* znajduje się 7 kolejnych wykresów (por. str. 50-53). Autorka powołała się na 55 publikacji naukowych.

Publikacja nr 3 (str. 54-62; nienumerowane)

MATUSZEWSKI S., FRĄTCZAK-ŁAGIEWSKA K. 2018. Size at emergence improves accuracy of age estimates in forensically-useful beetle *Creophilus maxillosus* L. (Staphylinidae). *Scientific Reports*, 8: 2390.

Owady kolonizujące zwłoki ludzkie lub zwierzęce można wykorzystać do oszacowania odstępu pośmiertnego (PMI), zwykle na podstawie najstarszych stadiów młodocianych, np. larw lub poczwerek pobranych na miejscu zbrodni. Dokładność szacunków wieku owadów w kontekście kryminalistycznym nie jest optymalna z powodu dużej wewnątrzgatunkowej zmienności czasu rozwoju owadów. Autorka przetestowała koncepcję, zgodnie z którą wielkość owadów może być użyta do przewidywania ich wieku i odpowiednio do poprawienia dokładności szacunków w entomologii sądowej. Korzystając z wyników badań laboratoryjnych z udziałem *C. maxillosus* wykazała, że jego fizjologiczny wiek [tj. skumulowana wartość jednostek cieplnych K potrzebna do osiągnięcia postaci dorosłej] spada wraz ze wzrostem wielkości chrząszczy. W badaniu walidacyjnym stwierdzono, że K oszacowane na podstawie wielkości dorosłego owada było znacznie bliższe rzeczywistemu K w porównaniu z K z ogólnego modelu rozwoju. Wykorzystanie rozmiaru dorosłego chrząszcza jako zmiennej prognostycznej oraz specyficznych modeli regresji dla samców i samic istotnie poprawiło dokładność oszacowania wieku tego gatunku.

Treść pracy została uzupełniona 1 tabelą oraz 6 figurami, które znacząco podnoszą wartość publikacji. Autorka powołała się na 64 publikacje naukowe.

Publikacja nr 4 (str. 63-69; nienumerowane)

FRĄTCZAK-ŁAGIEWSKA K., MATUSZEWSKI S. 2019. The quality of developmental reference data in forensic entomology: Detrimental effects of multiple, in vivo measurements in *Creophilus maxillosus* L. (Coleoptera: Staphylinidae). *Forensic Science International*, 298: 316-322.

Autorka rozprawy w powyższej pracy postawiła sobie za cel przetestowanie wpływu pomiarów larw *in vivo* na rozwój. Założyła ona, że wielokrotne pomiary mają wpływ na rozwój i ostatecznie jakość rozwojowych danych referencyjnych. Może to być związane ze swoistym stresem, który zapewne ma wpływ na długość rozwoju postaci larwalnych. Autorka rozprawy ze współautorem publikacji przeprowadziła eksperyment z larwami *C. maxillosus*.

Celem eksperymentu było przetestowanie hipotezy zakładającej, że wielokrotne pomiary *in vivo* wpływają na rozwój *C. maxillosus* wydłużając czasu jego trwania. Rozwój badano w 7 stałych temperaturach. Wszystkie osobniki zostały zbadane pod kątem charakterystycznych punktów rozwojowych; połowa z nich była również wielokrotnie mierzona i ważona. Mierzone larwy rozwijały się dłużej niż te z grupy kontrolnej (np. 1,59 dnia dłużej w 22,5°C) i po przeobrażeniu były wyraźnie mniejsze (np. 1,5 mm krótsze i 22 mg lżejsze w 22,5°C). Dokładność szacunków wieku była większa przy zastosowaniu modelu dla grupy kontrolnej (niemierzone chrząszcze). Wyniki te potwierdzają założenie, że wielokrotne pomiary owadów *in vivo* obniżają

jakość uzyskanych danych rozwojowych. Pomiarów negatywnie wpływały głównie na wielkość owadów dorosłych. Wyniki Autorki wskazują na niebezpieczeństwo popełnienia błędów we wnioskowaniu na podstawie owadów dorosłych, dla których dane rozwojowe pozyskiwano poprzez wielokrotne pomiary larw. Wiedza o tym ma kluczowe znaczenie dla szczegółowości wydawanych potem specjalistycznych opinii. W związku z powyższym Autorka proponuje tu cztery możliwe podejścia. Ich celem jest zminimalizowanie ryzyka błędnego wnioskowania, którego przyczyną są częste pomiary osobników młodocianych w hodowli.

Treść pracy została uzupełniona 3 tabelami oraz 5 wykresami, które stanowią dobre wsparcie dla przedstawianych w publikacji tez. Autorka powołała się na 49 prac naukowych.

Uwagi polemiczne

Z uwagi na fakt, że *C. maxillosus* jest w Polsce szeroko rozmieszczony od północy kraju aż do Tatr (BURAKOWSKI i in. 1980⁵) warto byłoby zweryfikować postawione w doktoracie tezy dla osobników reprezentujących inne habitaty zróżnicowane np. pod względem wysokości nad poziomem morza a także krain faunistycznych.

Wyniki obecnych badań należy traktować jako pionierskie dla *C. maxillosus* w Europie Środkowej, stanowiące podstawę w przyszłych badaniach zmienności cech rozwojowych dotyczące innych rejonów geograficznych. Z tego też powodu w przyszłości wskazanym byłoby wykonanie odpowiednich eksperymentów, tym razem bezpośrednio w terenie, co pozwoliłoby na porównanie wpływu innych zewnętrznych czynników na rozwój *C. maxillosus*.

Konkluzje

Entomologia sądowa jest wąską specjalizacją, która zwłaszcza w minionych latach pod wieloma względami rozwija się niezwykle dynamicznie (od strony metodycznej, warsztatowej przez warstwę poznawczą). Dowodem tego są liczne publikacje naukowe dotyczące różnorodnych wątków i problemów naukowych od genetyki i mikrobiologii począwszy na badaniu wzorców rozwojowych poszczególnych gatunków skończywszy. Te ostatnie mają niebagatelne znaczenie nie tylko z uwagi na poznanie biologii rozwoju wybranych gatunków, ale także z czysto praktycznego podejścia, jakim jest wpływ takich badań na jakość opinii w postępowaniach kryminalistycznych.

Niewątpliwie badania Pani mgr Katarzyny FRĄTCZAK-ŁAGIEWSKIEJ wykonane na jednym z najczęściej spotykanych na zwłokach dużych kręgowców chrząszczy *C. maxillosus* nie tylko były uzasadnione (brak wiedzy na ten temat dla populacji środkowoeuropejskich), ale też w znaczący sposób poszerzają nasze poznanie w zakresie możliwego wykorzystania entomologii sądowej w postępowaniach kryminalistycznych. Badania te skupione wokół jednego gatunku i jednej osi, jaką jest rozwój, wyznaczają też swoisty kierunek nad badaniami innych gatunków owadów o znaczeniu „forensicowym”. Na podkreślenie zasługuje fakt wykonania tak kompleksowych analiz dla jednego tylko gatunku. Sztuką jest „wycisnąć” z tematu tyle, ile to tylko możliwe w ramach jego potencjału. W tym wypadku ta sztuka się udała. Świadczy to nie tylko o wyobraźni naukowej, ale także o znajomości problematyki oraz posiadaniu umiejętności i wiedzy w zakresie nietatwego i wymagającego rzemiosła, jakim jest hodowla chrząszczy nekrofagicznych.

⁵ BURAKOWSKI B., MROCZKOWSKI M., STEFAŃSKA J. (1980) Chrząszcze – Coleoptera. Kusakowate – Staphylinidae, część 2. Katalog Fauny Polski, XXIII(7), Warszawa.

Autorka, w mojej ocenie, nie tylko doskonale wybrała przedmiot badań, ale też zrealizowała postawione cele, zgromadziła materiał do analiz oraz we właściwy naukowy standardom sposób przedstawiła wyniki swoich badań szerokiej publice. Dodatkowo udowodniła, że posiada umiejętność pozyskiwania funduszy zewnętrznych – wszystkie przedłożone mi do oceny prace powstały w ramach grantu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego („Diamentowy Grant” - 08.2014 – 08.2018).

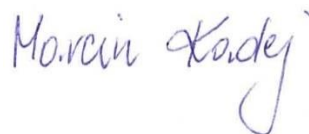
Jest godnym podkreślenia, że do zakresu szczególnych osiągnięć należy opracowanie zależnych od temperatury modeli rozwoju *C. maxillosus*, tak nieczęstych w przypadku europejskich gatunków nekrofilnych chrząszczy. Ich użyteczność będzie testowana w praktyce np. przy opiniowaniu spraw kryminalistycznych. Dalej, na szczególną uwagę zasługują także modele zależne od płci owada oraz modele regresji dla zależności między rozmiarem postaci dorosłych a stałą K. Te ostatnie, jak słusznie zauważa Autorka, bez wątpienia są pierwszymi tego typu w skali ogólnoswiatowej.

Badaczka nie tylko udowodniła, że potrafi planować i przeprowadzić z sukcesem nietrawne eksperymenty dotyczące chrząszczy w warunkach *ex situ*, ale także dowiodła, że posiada kompletny warsztat wartościowego i w pełni ukształtowanego naukowca, o czym świadczą tak dobrze opublikowane prace cząstkowe składające się na rozprawę doktorską. Na podkreślenie zasługuje także postawa Autorki wyrażona w dwóch pracach (nr 2 i 3) w postaci tzw. „*self-critique*”, wskazująca na zdolność do krytycznej oceny wad i braków w prowadzonych badaniach.

Od wielu lat śledzę osiągnięcia naukowe Autorki i jednoznacznie muszę stwierdzić, że całociowy dorobek naukowy jest imponujący zarówno pod względem ilości, a co ważniejsze, jakości. Gratuluję.

W związku z powyższym stwierdzam, że rozprawa: „Development models of necrophilous beetle *Creophilus maxillosus* (L.) (Staphylinidae) – comparison of efficiency in estimation of immature insect age” spełnia warunki wymagane Ustawą z dnia 14.03.2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595), z późniejszymi zmianami z dnia 18.03.2011 roku (Dz. U. Nr 84, poz. 455), w związku z art. 179 ust. 1 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. (Dz. U. poz. 1669) i wnioskuję o jej dopuszczenie do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie, biorąc pod uwagę znaczenie i walor naukowy rozprawy doktorskiej oraz zaangażowanie Autorki w jej powstanie, wnioskuję do Rady Wydziału Biologii Uniwersytetu im. Adama MICKIEWICZA w Poznaniu o wyróżnienie przedstawionej mi do oceny rozprawy doktorskiej.



Wrocław, 2 kwietnia 2021 r.

Dr hab. inż. **MARCIN KADEJ**, prof. UW