

Warszawa, 2019-01-30

Dr hab. Beata Madras-Majewska, prof. nadzw. SGGW  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Wydział Nauk o Zwierzętach  
Pracownia Pszczelnictwa  
ul. Nowoursynowska 166  
02-787 Warszawa

### **RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

mgr inż. Pawła Migdała pt. „Ocena zmian fizjologicznych oraz behawioralnych u pszczoły miodnej pod wpływem pola elektromagnetycznego o częstotliwości 50 Hz i zmiennym natężeniu” - przygotowanej pod kierunkiem naukowym

Promotora Pana dr hab. Adama Romana, prof. nadzw.

oraz Promotora pomocniczego Pani dr Ewy Popieli-Pleban

Podstawą wydania opinii jest pismo dr hab. Adama Romana - dziekana Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu z dnia 4 stycznia 2019 r. (BDDD0000.4100.2.2019).

#### **1. Trafność wybranej tematyki**

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Pawła Migdała dotyczy interesującego i aktualnego zagadnienia, jakim jest ocena oddziaływania pola elektromagnetycznego na behavior i fizjologię pszczół miodnych.

*Apis mellifera* L. pełniąc funkcje zapylacza, stanowi niezwykle ważny element ekosystemu, zapewniając przetrwanie wielu gatunkom roślin i zwierząt. Wynikiem niekorzystnych zmian w ekosystemach, na skutek działalności człowieka, ten pożyteczny owad jest obecnie zagrożony wyginięciem. Głównymi czynnikami mającymi wpływ na tę sytuację są przede wszystkim: zubożenie gatunków roślin miododajnych, monokultury, środki ochrony roślin, pasożyty i patogeny oraz zmiany klimatu. Jednym z kluczowych powodów spadku populacji pszczół w szeroko rozpatrywanej skali taksonomicznej i geograficznej jest

degradacja środowiska. Ekspansywna eksploatacja środowiska naturalnego przez człowieka powoduje powstawanie nowych czynników szkodliwych dla egzystencji pszczół. Nieustannie rozwijające się technologie oraz wzrastające zapotrzebowanie na energię elektryczną przyczyniają się do wzrostu powstawania sztucznych źródeł energii i pól elektrycznych oraz magnetycznych. Zagadnienia dotyczące pola elektromagnetycznego emitowanego przez urządzenia elektryczne, elektroniczne, linie energetyczne oraz promieniowanie RF (fale radiowe) pochodzące z urządzeń bezprzewodowych są coraz częściej poruszane w literaturze fachowej oraz popularnonaukowej. Jest to spowodowane jego dużym udziałem we współczesnym środowisku życia ludzi i zwierząt. Obecnie wszystkie organizmy żywe narażone są na oddziaływanie pól elektromagnetycznych, a środowisko naturalne zmienione czynnikami antropogenicznymi stawia wiele nowych wyzwań przed pszczołą miodną.

Dlatego uważam podjęty przez Doktoranta temat badań za przydatny pod względem poznawczym. Na wstępie stwierdzić należy także, iż zakres pracy eksperymentalnej oraz treść dysertacji w pełni odpowiadają przyjętemu tematowi ocenianej rozprawy doktorskiej. Tematyka pracy jest nowatorska, a szczegółowe określenie stopnia zmian fizjologicznych oraz behawioralnych u pszczoły miodnej pod wpływem pola elektromagnetycznego wydaje się być ważne dla funkcjonowania tego cennego owada.

## **2. Ocena formalnej strony pracy**

Całość przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej liczy 120 stron. Rozprawa składa się z dziesięciu rozdziałów, z których pierwsze trzy mają charakter przeglądu literatury (38 stron), rozdział czwarty wraz, z zawierającym uzupełniający materiał graficzny, rozdziałem dziesiątym jest częścią metodyczną pracy (12 strony), a rozdziały piąty wraz, z zawierającym uzupełniający materiał graficzny, rozdziałem dziewiątym ma charakter empiryczny (36 stron). W rozdziale szóstym i siódmym umieszczono podsumowania i wnioski (2 strony), natomiast rozdział ósmy stanowi piśmiennictwo mieszczące się na 20 stronach maszynopisu. Struktura pracy jest w zasadzie prawidłowa (teoria – metoda – badania empiryczne – dyskusja i wnioski) dla tego typu dysertacji choć proporcje między częściami nie są zachowane. Wstęp jest bardzo długi, gdyż ma aż 12 stron na których przedstawiono podstawowe informacje związane z tematem pracy. Moim zdaniem wstęp powinien mieć około 1-2 strony, pokazywać globalne znaczenie oraz zarys popularno-naukowy badanego problemu z którego wynika cel badań. Dziwić może również fakt, że Autor umieścił streszczenie w języku polskim i angielskim nietypowo po spisie treści.

W pracy wykorzystano aż 255 naukowych pozycji bibliograficznych. Na podkreślenie zasługuje fakt, że w literaturze naukowej 79% (202 pozycji) to publikacje o zasięgu międzynarodowym w języku angielskim, co świadczy o umiejętności wykorzystania przez Autora rozprawy bogatej literatury przedmiotu. Publikacje najnowsze wydane w okresie ostatnich 5-6 lat (od 2012 roku) stanowią 26% (66 pozycji) całości literatury, co w obecnie występującej wysokiej dynamice obiegu wiedzy w nauce jest w pełni zadowalającym wskaźnikiem. Pod względem jakościowym literatura jest dobrana prawidłowo, ponadto jest zróżnicowana i bogata. Dysertacja zawiera 13 tabel, 4 rycin, 24 wykresy oraz 3 fotografie.

### **3. Ocena wartości merytorycznej pracy**

*Celem* pracy było określenie stopnia zmian behawioralnych oraz fizjologicznych, jakie zachodzą pod wpływem pola elektromagnetycznego o częstotliwości 50Hz przy zmiennym natężeniu oraz czasie ekspozycji u robotnic pszczoły miodnej oraz próba skorelowania zmian, jakie powstają w fizjologii owada z odchyleniami jego behawioru w porównaniu z grupą kontrolną. Tak sformułowany cel pracy w pełni przekonuje o konieczności podjęcia badań, których przedmiotem jest recenzowana rozprawa doktorska.

Przedstawiony w dysertacji obszerny i starannie napisany rozdział „*Przegląd literatury*” świadczy o dobrym przygotowaniu Autora do podjęcia przedstawionej problematyki badawczej. Autor w przystępny sposób przedstawił zainteresowanym charakterystykę wskaźników biochemicznych świadczących o kondycji pszczoł, wskazując na wyniki badań biochemicznych pokazujące poziom enzymów, hormonów, białek, elektrolitów i pierwiastków śladowych w organizmie. Następnie Doktorant zamieścił w pracy literaturę opisującą rolę ciała tłuszczowego, kutykuli i hemolimfy, czyli tkanek uczestniczących w odporności pszczoł, poświęcając najwięcej uwagi tej ostatniej. Dużą część rozdziału Autor przeznaczył na cytowanie prac dotyczących wpływu środowiska na behawior pszczoły miodnej, gdzie opisuje pszczoły, jako organizmy wrażliwe na zmiany i różne czynniki stresogenne. Doktorant poświęcił również część przeglądu literatury na publikacje dokładnie charakteryzujące wpływ pola elektromagnetycznego na organizmy żywe. Z zadowoleniem stwierdzam, że cytowane prace to w większości oryginalne prace naukowe, opublikowane w renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Na podkreślenie zasługuje umiejętność wykorzystywania najnowszej literatury przedmiotu i liczne odwołania do badań światowych w podjętej tematyce. Potwierdza to po raz kolejny dobre przygotowanie doktoranta do podjętego tematu badawczego.

*Material i metody* jest bardzo dobrze opracowanym rozdziałem obszernie informującym i charakteryzującym wybrane metody badawcze oraz materiał doświadczalny, który stanowiły pszczoły miodne pozyskane z uprzednio wytypowanych i przygotowanych rodzin pszczelich. Autor podzielił badania na dwie części: behawioralną i fizjologiczną. Doktorant precyzyjnie opisuje sposób w jaki w każdej z ww. części podzielono liczny materiał badawczy na 15 grup doświadczalnych. Grupy doświadczalne różniły się stopniem natężenia pola elektromagnetycznego o częstotliwości 50Hz (5,014 kV/m; 11,5 kV/m; 23 kV/m; 34,5 kV/m) oraz czasem ekspozycji pszczół na PEM o wybranym natężeniu (1h; 3h lub 6h). Pan mgr inż. Paweł Migdał szczegółowo opisał także sposób pozyskania i przechowywania hemolimfy oraz metodykę analiz fizjologicznych 6 wybranych parametrów biochemicznych hemolimfy (SOD, CAT, FRAP, proteazy kwaśne, proteazy zasadowe, proteazy obojętne). Imponująca jest również liczba poprawnie wykonanych przez Autora bardzo czasochłonnych obserwacji behawioralnych, do których wytypowano 6 podstawowych zachowań pszczół (bezruch, chodzenie, czyszczenie, kontakt osobniczy, lot, ruch skrzydeł). Świadczy to o ogromie pracy wykonanej przez Doktoranta, a także o wielkim wyzwaniu jakiego się podjął. Podołanie tym zadaniom wymagało od Autora nie tylko pracowitości i determinacji, ale także takich cech jak dokładność, sumienność i staranność w wykonywanej pracy. Wymagało to od Pana mgr inż. Pawła Migdała przede wszystkim ugruntowanej wiedzy, koniecznej do dokonania doboru odpowiedniego sprzętu, materiałów i technik, w celu uzyskania wyników badań jak najwyższej jakości.

Oceniając pracę trzeba podkreślić, że sposób przedstawienia metodyki badań oraz prawidłowy układ doświadczeń w niniejszej dysertacji można przytaczać, jako dobry przykład i wzór opisywania metod badań o zbliżonej tematyce. Stwierdzam, że Autor pracy jest dojrzałym analitykiem i obserwatorem.

Rozdział „*Wyniki i ich dyskusja*” został podzielony na 2 rozbudowane podrozdziały. Podziału dokonano zgodnie z zakładanymi kierunkami badawczymi. Wyniki badań Autor przedstawił w tabelach i na wykresach, które zaprezentował w osobnym rozdziale na końcu pracy. Doktorant trafnie wybrał pozycje literatury do konfrontacji ze swoimi wynikami. Autor dysertacji opanował więc dobrze warsztat badawczy, jak i umiejętności interpretacji uzyskanych wyników. Wszystko to świadczy o tym, iż Pan mgr inż. Paweł Migdał jest sumiennym i dostatecznie ukształtowanym naukowcem.

Na podstawie badań wyciągniętych zostało 6 w zasadzie trafnych wniosków, z których moim zdaniem wnioski nr 1 i 5 są szczególnie cenne.

Wniosek 1. Wszystkie wytypowane częstotliwości pola elektromagnetycznego negatywnie oddziaływały na wybrane zachowania oraz wskaźniki biochemiczne pszczół.

Wniosek 5. Oddziaływanie pola elektromagnetycznego na robotnice pszczoły miodnej pozwala na wpisanie tego czynnika, jako zagrażającego pszczole miodnej w naturalnym środowisku.

#### **4. Uwagi krytyczne**

- Recenzowana praca jest bardzo obszerna, można nawet powiedzieć, że wydaje się być zbyt obszerna. Recenzentowi sprawiało trudność „wyłowienie” jasnych krótkich sformowań dotyczących autorskich wniosków analizy spośród ogromu zamieszczonej literatury. Uniknąć tej niezręczności można było ograniczając się do jedynie publikacji z ostatnich 10 lat z zakresu badanych zagadnień. Wskazane jest również „okrojenie” niektórych zbyt rozbudowanych wątków w części teoretycznej dysertacji. Doktorant podaje szereg dokładnych danych na temat tkanek, których de facto nie badał w swojej pracy np. ciało tłuszczowe. Autor rozpisuje się nadmiernie także w podrozdziale 1.2 traktującym o polu elektromagnetycznym podając bardzo podstawowe informacje i wzory matematyczne. Tak rozbudowane informacje wydają się być zbędne wystarczy powołać się skrótowo na źródła a nie nadmiernie rozwijać temat.

- Nazwa rozdziału zatytułowanego w pracy, jako „Wyniki i ich dyskusja” powinna brzmieć „Wyniki i dyskusja”.

- Tabele i wykresy dotyczące wyników pracy umieszczono w osobnym rozdziale na końcu dysertacji, co wprowadza chaos i jednocześnie bardzo utrudnia czytanie pracy. Poza tym Autor odnosi się do graficznych opracowań wyników w różnych miejscach pracy, a czasami niestety o tym zapomina np. przy omawianiu wyników dotyczących aktywność dysmutaz ponadtlenkowych (SOD).

- W rozdziale dziewiątym w tabelach z wynikami często brakuje wyjaśnień do zastosowanych skrótów. Rozwinięcia skrótów powinny znajdować się pod tabelami. Doktorantowi zdarza się również nie uwzględniać jednostek niektórych parametrów np. na str. 106, w tabeli 13. pt. "Wartości analizowanych wskaźników biochemicznych hemolimfy". Z kolei na wykresach 1-

24, str. 107-118 maszynopisu, nie opisano osi (X i Y) oraz nie oznaczono również, czym są „wasy” przy słupkach. Poza tym na wykresach 22-24 zupełnie nie potrzebnie umieszczono nazwy proteaz w języku angielskim skoro praca jest w języku polskim. Anglojęzyczne podpisy, które powinny być przetłumaczone, znajdują się także na rycinie 1 str. 17 oraz rycinie 3 strona 22. Proponuję dopracowanie przedstawienia graficznego wyników dysertacji dostosowując się do ogólnie przyjętych i obowiązujących zasad.

- W pracy zdarzały się błędy dotyczące nieprawidłowego sposobu przedstawienia jednostek. Nie podaje się jednostek w formie opisowej np. „w niutonach”. Właściwie powinno się podawać jednostki zgodne z systemem Si. Poza tym zdarza się, że Autor podaje natężenie pola elektrycznego w różnych jednostkach tzn. [kV/m] albo [V] – (według wskazań zastosowanego miernika) np. str. 69, 70. Wprowadza to niepotrzebny bałagan i utrudnia zrozumienie tekstu. Dla jasności i możliwości porównania rezultatów z wynikami innych prac o podobnej tematyce należy jednostki natężenia pola elektrycznego ujednoczyć i używać tylko właściwej tzn. [kV/m].
- W pracy przy nazwie łacińskiej pszczoły miodnej niekiedy (str. 64, 80, 85, 86, 88, 90, 91, 92, 95, 97) Doktorant zastosował niepełną nazwę bez skrótu literowego badacza tzn. *Apis mellifera*, zamiast *Apis mellifera* L.
- Praca napisana jest poprawnym językiem polskim. Niepotrzebne powtórzenia, nietrafne sformułowania oraz wszystkie uwagi dotyczące literówek, interpunkcji i stylistyki znajdujące się na str. 7, 16, 39, 44, 50, 53, 54, 59, 60, 61, 64, 65, 68, 73, 74, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118 naniesiono bezpośrednio w egzemplarzu pracy. Poprawiony egzemplarz pracy doktorskiej przekazano Doktorantowi.
- Bardzo proszę o uzupełnienie danych dotyczących warunków (temperatura powietrza i rodzaj oświetlenia) w jakich badano zachowanie pszczół. Prawdopodobnie była to temperatura ok. 20 °C i oświetlenie dzienne, jednakże warunki środowiska badawczego powinny być podane precyzyjnie. Bardzo proszę o uzasadnienie wyboru takich, a nie innych warunków.
- Proszę o wyjaśnienie następujących informacji zamieszczonych w pracy dotyczących sposobu odżywiania pszczół podczas wykonywanych prac badawczych. Pszczoły w okresie przygotowawczym (2 doby) były karmione wyłącznie syropem cukrowym, bez dostępu do pokarmu białkowego, czyli inaczej niż w rodzinie pszczelej, chociaż w momencie

wygryzania, do chwili zamknięcia w klateczkach miały one dostęp do plastra z miodem i pierzga. W metodyce nie podano, jaki był cel takiego postępowania, dlatego proszę o wyrażenie opinii na ten temat.

Wyżej wymienione uwagi krytyczne nie umniejszają wartości merytorycznej niniejszej dysertacji. Należy je traktować, jako sugestie, które mogą okazać się przydane przy przygotowywaniu publikacji.

W świetle wszystkich powyższych argumentów stwierdzam, że przedstawiona mi do recenzji praca doktorska Pana mgr inż. Pawła Migdała spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim określonym w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 (Dz. U. z 2003r nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami).

Wobec powyższego przedkładam wniosek o dopuszczenie przez Wysoką Radę Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu Pana mgr inż. Pawła Migdała do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Praca charakteryzuje się dużą wartością poznawczą, nowatorskim charakterem jak również szerokim zakresem badań. Świadczy to o dużej samodzielności naukowej i badawczej Autora, a także o jego pracowitości i rzetelności.

Biorąc pod uwagę powyższe przedkładam Wysokiej Radzie Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu wniosek o wyróżnienie pracy doktorskiej Pana mgr inż. .Pawła Migdała.



Dr hab. Beata Madras - Majewska prof. SGGW