

Dr hab. inż. Anna Koziorowska, prof. UR

Rzeszów, 05.05.2023 r.

Kolegium Nauk Przyrodniczych

Uniwersytet Rzeszowski

Recenzja

osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej

dr inż. Pawła Jana Migdała

z Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu,

Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt

Katedra Higieny Środowiska i Dobrostanu Zwierząt

Pracownia Pszczelnictwa

w związku z ubieganiem się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

w dziedzinie *nauk rolniczych* w dyscyplinie *zootechnika i rybactwo*

Podstawa przygotowania recenzji

Podstawa formalna sporządzenia niniejszej recenzji wynika z decyzji Rady Doskonałości Naukowej (RDN) dotyczącej wyznaczenia mnie jako recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Pawła Jana Migdała. Postępowanie wszczęto 10 października 2022 r., w dziedzinie *nauk rolniczych*, w dyscyplinie *zootechnika i rybactwo*. Postanowieniem Rady Dyscypliny Zootechnika i Rybactwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, podjętym na posiedzeniu w dniu 28 lutego 2023 r., powołano mnie w skład komisji habilitacyjnej w przedmiotowym postępowaniu, jednocześnie obligując do przygotowania recenzji na podstawie umowy zawartej z Przewodniczącym Rady Dyscypliny Zootechnika i Rybactwo – dr hab. inż. Heliodorem Wierzbickim, prof. uczelni (umowa o dzieło zawarta 15 marca 2023 r.). Podstawą prawną oceny osiągnięć naukowych Kandydata ubiegającego się o stopień doktora habilitowanego jest art. 221 ust. 5 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – *Prawo o*

szkolnictwie wyższym i nauce (t.j.: Dz.U. z 2022 poz. 574), a w zakresie kryteriów branych pod uwagę przy tej ocenie – art. 219 ust. 1 pkt 2 wspomnianej ustawy.

Dokumentację i materiały dotyczące przedmiotowego postępowania habilitacyjnego otrzymałam 18 marca 2023 r.

Sylwetka Habilitanta

Dr inż. Paweł Jan Migdał jest absolwentem Wydziału Biologii, doktorem nauk rolniczych w dyscyplinie zootechniki - który to stopień uzyskał w 2019 roku na macierzystym Wydziale po przedłożeniu rozprawy doktorskiej pt.: *„Ocena zmian fizjologicznych oraz behawioralnych u pszczoły miodnej pod wpływem pola elektromagnetycznego o częstotliwości 50 Hz i zmiennym natężeniu”*. Stopień magistra w zakresie biologii spec. techniki laboratoryjne w biologii uzyskał w 2015 roku na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu, na Wydziale Biologii i Hodowli Zwierząt.

Dodatkowo w roku 2016 uzyskał uprawnienia inżynierskie jako Inżynier bezpieczeństwa żywności na Wydziale Biologii i Hodowli Zwierząt Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, oraz po ukończeniu studiów podyplomowych uzyskał uprawnienia starszego specjalisty Zarządzania jakością i bezpieczeństwem pracy.

Posiada tytuł zawodowego pszczelarza (2018) po ukończeniu Szkoły Policealnej “LIDER” i ukończeniu kwalifikacyjnego kursu pszczelarskiego R-04 - Prowadzenie produkcji pszczelarskiej.

Posiada również tytuł technika pszczelarza - po ukończeniu kwalifikacyjnego kursu pszczelarskiego R-17 - organizacja i nadzorowanie produkcji rolniczej i pszczelarskiej.

Od 2019 do chwili obecnej jest zatrudniony na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu w Katedrze Higieny Środowiska i Dobrostanu Zwierząt, jako adiunkt.

W latach 2018 – 2019 dodatkowo pracował w Polskim Ośrodku Rozwoju Technologii jako inżynier procesu, a w latach 2019 – 2020 w Sieci Badawczej Łukasiewicz - PORT – Polski Ośrodek Rozwoju Technologii, jako starszy inżynier produkcji, a od 2020 do chwili obecnej – w Instytucie Immunologii i Terapii Doświadczalnej Polskiej Akademii Nauk PAN we Wrocławiu jako ekspert specjalista do spraw aparatury środowiskowej.

Ocena osiągnięcia naukowego

Autor do oceny, jako osiągnięcie naukowe, przedłożył 4 oryginalne prace naukowe stanowiące cykl publikacji powiązanych tematycznie pod wspólnym tytułem:

Wykorzystanie wybranych wskaźników biochemicznych do oceny wpływu pola elektromagnetycznego na organizm pszczoły miodnej przy długotrwałej ekspozycji

stanowiących podstawę do ubiegania się w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Cykl ten obejmuje poniżej zaprezentowane spójne tematycznie oryginalne prace naukowe opublikowane w latach 2020 – 2021 w czasopismach umieszczonych w bazie Journal Citation Reports (JCR) zaliczanych do wiodących w dziedzinie nauk rolniczych:

1. **Migdał, P.;** Murawska, A.; Strachecka, A.; Bieńkowski, P.; Roman, A. (2020). Changes in the Honeybee Antioxidant System after 12 h of Exposure to Electromagnetic Field Frequency of 50 Hz and Variable Intensity. DOI: 10.3390/insects11100713 *Insects* 11, 713 (IF – 2,769, pkt MNiE – 100 pkt)
2. **Migdał, P.;** Murawska, A.; Strachecka, A.; Bieńkowski, P.; Roman, A. (2021). Honey Bee Proteolytic System and Behavior Parameters under the Influence of an Electric Field at 50 Hz and Variable Intensities for a Long Exposure Time. *Animals* 11, 863, (IF –2,752, pkt MNiE – 100)
3. **Migdał, P.;** Murawska, A.; Bieńkowski, P.; Strachecka, A.; Roman, A. (2021) Effect of the electric field at 50 Hz and variable intensities on biochemical markers in the honey bee's hemolymph. *PLoS ONE* 16(6): e0252858, (IF – 2,740, pkt MNiE – 100 pkt).
4. **Migdał P.,** Murawska A., Bieńkowski P., Strachecka A., Roman A. (2021), Effect of E-field at frequency 50 Hz on protein, glucose, and triglycerides concentration in honeybee hemolymph. *The European Zoological Journal* 88(1), 1170-1176, (IF – 1,74, pkt MNiE – 140 pkt).

Łączny współczynnik wpływu (Impact Factor IF) oraz punktacja MNiE dla tych 4 prac wynosi: sumaryczny IF: 10,46, punkty MNiE: 440 pkt.

Należy stwierdzić, że wszystkie 4 prace prezentują bardzo wysoki poziom naukowy, co znalazło odzwierciedlenie w tak wysokim sumarycznym współczynniku wpływu i punktacji ministerialnej. Problematyka badawcza przedstawiona w publikacjach wchodzących w skład rozprawy habilitacyjnej jest kontynuacją wcześniejszych zainteresowań naukowych Habilitanta. W zaprezentowanych pracach przedstawił On wyniki badań, które prowadził wraz z zespołem współpracowników zarówno z jednostki macierzystej, jak i spoza, co podnosi

wartość prezentowanych prac, czyniąc je interdyscyplinarnymi. Wszystkie zaprezentowane prace stanowią spójną całość i dotyczą pogłębienia wiedzy w zakresie procesów biologicznych zachodzących w organizmach pszczoł miodnych pod wpływem oddziaływania pola elektromagnetycznego. Oświadczenia Współautorów i pierwsze autorstwo Habilitanta wyraźnie wskazują na wiodącą Jego rolę i upoważniają Go do przedłożenia prac jako dorobek podlegający ocenie w postępowaniu habilitacyjnym.

Pszczoła miodna (*Apis mellifera* L.) jest uznawana w postrzeganiu społecznym jako producent miodu, pyłku i propolisu – o znaczeniu nie do przecenienia w zachowaniu homeostazy u człowieka, jak i działaniu prozdrowotnym. Dopiero istotny spadek ilości pszczoły miodnej zwrócił uwagę nie tylko pszczelarzy, ale i rolników oraz ludzi zatrudnionych w ochronie środowiska na znaczenie pszczoł jako jednego z najważniejszych ogniw w produkcji roślinnej. 80% gatunków to rośliny owadopylne, zaś rośliny wiatropylne stanowią jedynie 20% składu gatunkowego roślin. Pszczoły zapylają około 90% roślin owadopylnych. Pszczoły robotnice w poszukiwaniu pokarmu przemierzają duże odległości i podlegają oddziaływaniu środowiska naturalnego, będąc narażone na oddziaływanie zarówno czynników naturalnych, jak i pochodzenia antropogenicznego. Do tych czynników zalicza się pestycydy, herbicydy, zanieczyszczenie środowiska metalami ciężkimi, czy zwiększającą się ilość sztucznych źródeł pola elektromagnetycznego o częstotliwościach i natężeniach niespotykanych wcześniej w środowisku.

W ostatnich dekadach wraz z rozwojem technologii i przemysłu gwałtownie rośnie liczba emiterów sztucznych pól elektromagnetycznych w środowisku. Zwiększająca się liczba odbiorców energii elektrycznej wymusza konieczność budowy nowych linii przesyłowych i infrastruktury elektroenergetycznej. Rozwój telekomunikacji powoduje powstanie nowych masztów radiowych i nadajników Wi-Fi, które znajdują się w miejscach bytowania pszczoł. Pola elektromagnetyczne generowane wokół urządzeń elektroenergetycznych mają częstotliwość 50 Hz i zaliczane są do grupy pól o ekstremalnie niskiej częstotliwości. Takie pola generowane są również przez wszystkie urządzenia elektryczne zasilane z sieci elektroenergetycznej, a więc urządzenia domowe – kuchenki elektryczne, czajniki, suszarki do włosów, silniki elektryczne w pojazdach – samochodach, pociągach, czy tramwajach.

Robotnice pszczoły miodnej mogą być narażone na oddziaływanie sztucznych pól elektromagnetycznych w trakcie lotu na pożytek. Zwiększająca się w środowisku ilość różnych źródeł pola naraża pszczoły na coraz dłuższy czas ekspozycji. Jeżeli ul znajduje się w sąsiedztwie źródeł pola elektromagnetycznego, wówczas cała rodzina pszczela może podlegać

oddziaływaniu przez dłuższy czas. Do oceny stopnia narażenia i zmian w organizmie pszczoły miodnej badane są wskaźniki biochemiczne w hemolimfie. Istotnym też jest badanie zawartości glukozy, trójglicerydów i białka w hemolimfie, a wyniki ich poziomów świadczą o stanie odżywienia, co jest stanem kondycji pszczół. W swoim osiągnięciu naukowym Habilitant przedstawił wyniki po 12 godzinnym oddziaływaniu pola elektromagnetycznego na organizm pszczoły miodnej. Należy nadmienić, że wyniki prezentowane w załączonych pracach do oceny postępowania habilitacyjnego są prezentowane po raz pierwszy, co podnosi ich wartość poznawczą.

Analiza przedstawiona przez Habilitanta upoważniła Go do określenia poniższego celu badań, w którym postawił sobie za zadanie opisanie zmian parametrów biochemicznych jakie zachodzą w organizmie robotnic pszczoły miodnej poddanej długotrwałej - 12 godzinnej ekspozycji polem elektromagnetycznym o częstotliwości 50 Hz przy zmiennym natężeniu.

Szczegółowe cele badań Habilitant określił następująco:

1. Ocena stopnia zmian wybranych parametrach antyoksydacyjnych (dysmutazy ponadtlenkowej (SOD), katalazy (CAT) i czynnika redukcji jonów żelaza (FRAP)) u robotnic pszczoły miodnej poddanej wpływowi pola elektromagnetycznego o częstotliwości 50 Hz po 12h ekspozycji.

2. Analiza stopnia zmian w aktywności systemu proteolitycznego robotnic pszczoły miodnej przy 12 godzinnej ekspozycji na pole elektromagnetyczne o częstotliwości 50 Hz.

3. Określenie zmian aktywności wybranych enzymatycznych wskaźników biochemicznych oraz stężenia wybranych nieenzymatycznych przeciwutleniaczy (kreatyniny i albumin) w hemolimfie pszczoły po ekspozycji na pole elektromagnetyczne o częstotliwości 50 Hz i po 12 godzinnej ekspozycji.

4. Wykazanie wpływu na wskaźniki odżywienia i detoksykacyjne organizmu pszczoły miodnej przy 12 godzinnej ekspozycji na pole elektromagnetyczne o częstotliwości 50 Hz.

5. Podsumowanie celów badawczych stanowi określenie jak dużym stresorem środowiskowym dla pszczoły miodnej jest pole elektromagnetyczne.

W pierwszej pracy włączonej do osiągnięcia (Migdał, P.; Murawska, A.; Strachecka, A.; Bieńkowski, P.; Roman, A. (2020). Changes in the Honeybee Antioxidant System after 12 h of Exposure to Electromagnetic Field Frequency of 50 Hz and Variable Intensity. *Insects* 11, 713) Autorzy zaprezentowali badania, które miały na celu przedstawienie wpływu pola elektromagnetycznego o częstotliwości 50 Hz i zmiennej intensywności 5,0; 11,5; 23,0 i 34,5

kV/m na parametry włączone w procesy antyoksydacyjne robotnic pszczoły miodnej, mierzone aktywnością dysmutazy nadtlenkowej (SOD), katalazy (CAT) i czynnika redukcji jonów żelaza (FRAP), po 12 godzinach ekspozycji. Pszczoły w grupach doświadczalnych poddano działaniu pól elektromagnetycznych, a grupa kontrolna nie była narażana na kontrolowane pole elektromagnetyczne. Do analizy statystycznej wyników zastosowano testy: Shapiro-Wilka (do normalności rozkładu danych), Kruskala–Wallisa (do istotności statystycznej różnicy średnich wartości danych między grupami). Jako istotne statystycznie uznano wyniki przy $\alpha = 0,05$. Do przeprowadzenia testów użyto oprogramowania R-Studio. Wyniki badań wykazały zmiany aktywności dysmutazy nadtlenkowej (SOD), katalazy (CAT) i czynnika redukcji jonów żelaza (FRAP) we wszystkich badanych grupach w porównaniu z grupą kontrolną. Założona przez Autorów hipoteza, że po 12 godzinnej ekspozycji na pole elektromagnetyczne zwiększa się aktywność dysmutazy nadtlenkowej (SOD), katalaz (CAT) i zmienia się zdolność redukcji jonów żelaza (FRAP) w hemolimfie pszczół została potwierdzona. Wyniki tych badań pozwoliły na analizę oddziaływania pola elektromagnetycznego pod kątem analiz zmian w systemie antyoksydacyjnym po 12 godzinnej ekspozycji i są przyczynkiem do analizy oceny ryzyka dla pszczoły miodnej.

W drugiej publikacji (Migdał, P.; Murawska, A.; Strachecka, A.; Bieńkowski, P.; Roman, A. Honey Bee Proteolytic System and Behavior Parameters under the Influence of an Electric Field at 50 Hz and Variable Intensities for a Long Exposure Time. *Animals* 2021, 11, 863) Habilitant sugeruje, iż aktywacja systemów zabezpieczających u pszczoły miodnej może być spowodowana przez oddziaływanie czynników powodujących stres. Proteazy występujące zarówno wewnątrz organizmu pszczoły, jak i na jej powierzchni są jedną z ważnych barier obrony organizmu pszczół. Czynnikiem aktywującym system proteolityczny jest między innymi pole elektromagnetyczne. Autor w celu uzyskania pełniejszej informacji na temat aktywacji obrony indywidualnej organizmu pszczoły przed stresem, jakim jest pole elektromagnetyczne, dokonał analizy zmian w aktywności systemu proteolitycznego. Enzymy proteolityczne biorą czynny udział w procesach rozkładu białek, co jest ściśle związane z systemem obronnym i odżywianiem.

Pszczoły poddano oddziaływaniu pola elektromagnetycznego o częstotliwości 50 Hz i natężeniach 5,0 kV/m, 11,5 kV/m, 23,0 kV/m lub 34,5 kV/m przez 12 godzin. Oznaczenia aktywności proteaz kwasowych, obojętnych i zasadowych wykonano metodą Ansona zmodyfikowaną przez Strachecką i Demetraki-Paleolog. Do analizy danych wykorzystano testy Shapiro-Wilka i Kruskala-Wallisa. W testach wykorzystano oprogramowanie RStudio.

Habilitant wykazał wyższy poziom aktywności proteaz we wszystkich grupach doświadczalnych w porównaniu do grupy kontrolnej. Różnice określono jako istotne statystycznie z wyjątkiem grupy 23,0 kV/m w przypadku proteaz alkalicznych. Jednoznacznie wykazano, iż różne wartości natężenia pola powodują różny wpływ na aktywność proteazy powodując jej wzrost lub obniżenie. Zmiany aktywności proteaz alkalicznych pomiędzy grupami doświadczalnymi a grupą kontrolną były mniejsze w porównaniu do aktywności proteaz kwaśnych i obojętnych.

Na podstawie badań zaprezentowanych w publikacji 2 Habilitant wnioskował, iż pole elektromagnetyczne jest potencjalnie szkodliwym czynnikiem wpływającym na pszczołę miodną. Oddziałuje na jej system proteolityczny zwiększając podaż enzymów. Konsekwencją tych oddziaływań mogą być zmiany w kolejnych systemach odpowiedzialnych za detoksykację, metabolizm oraz wchłanianie.

Kontynuując badania Habilitant w publikacji trzeciej (Migdał P, Murawska A, Bieńkowski P, Strachecka A, Roman A (2021) Effect of the electric field at 50 Hz and variable intensities on biochemical markers in the honey bee's hemolymph. PLoS ONE 16(6): e0252858) jako cel założył konieczność zbadania aktywności enzymatycznych markerów biochemicznych: aminotransferazy asparaginianowej (AST), aminotransferazy alaninowej (ALT) i fosfatazy alkalicznej (ALP) oraz stężenia nieenzymatycznych przeciwutleniaczy: albuminy i kreatyniny w hemolimfie pszczoły po ekspozycji na pole elektromagnetyczne o częstotliwości 50 Hz i różnych natężeniach, zakładając potencjalnie szkodliwy wpływ pola elektromagnetycznego na pszczołę miodną.

Pszczoły poddane były oddziaływaniu pól o parametrach takich samych jak w poprzednich badaniach.

Aktywność enzymatycznych markerów biochemicznych: aminotransferazy asparaginianowej (AST), aminotransferazy alaninowej (ALT) i fosfatazy alkalicznej (ALP) w hemolimfie pszczół mierzono metodą kinetyczną za pomocą monotestów, natomiast stężenia antyoksydantów nieenzymatycznych (albuminy, kreatyniny) w hemolimfie pszczoły oznaczono metodą kolorymetryczną.

Istotność statystyczną danych w obrębie grup i pomiędzy grupami określono za pomocą nieparametrycznego testu Kruskala Wallisa. Różnice pomiędzy grupami określono za pomocą porównania Dunna z poprawką Bonferroniego. Zastosowano oprogramowanie RStudio i poziom istotności $\alpha = 0,05$.

Różnice w aktywności aminotransferazy asparaginianowej (AST), aminotransferazy alaninowej (ALT) i fosfatazy alkalicznej (ALP) w hemolimfie pszczoł w grupach kontrolnych nie były statystycznie istotne. Aktywności tych markerów w każdej z grup doświadczalnych były niższe niż w grupach kontrolnych i tym niższe im dłuższy był czas ekspozycji.

Stężenia albuminy i kreatyniny w grupie kontrolnej nie różniły się w sposób istotny statystycznie. Stężenie kreatyniny w grupie doświadczalnej było niższe niż w grupie kontrolnej, natomiast stężenie albuminy było wyższe w porównaniu z grupą kontrolną po 12 godzinach ekspozycji.

Habilitant stwierdził, że aktywność aminotransferazy asparaginianowej (AST), aminotransferazy alaninowej (ALT) i fosfatazy alkalicznej (ALP) w hemolimfie pszczoł zmniejszyła się po ekspozycji na pole elektromagnetyczne o częstotliwości 50 Hz i o różnych wartościach natężeń. Zmniejszenie aktywności tych enzymów w hemolimfie pszczoły miodnej może wskazywać, że enzymy te nie zostały uwolnione lub zostały zablokowane przez szkodliwy czynnik, jakim jest pole elektromagnetyczne. Ekspozycja może powodować upośledzenie kluczowych cykli metabolicznych w organizmie pszczoły miodnej.

Wyniki badań przedstawione przez Habilitanta w tej publikacji świadczą o zaburzeniu równowagi wewnątrz organizmu pszczoły miodnej pod wpływem pola elektromagnetycznego.

Pszczoła miodna do prawidłowego funkcjonowania oraz utrzymania równowagi w organizmie, potrzebuje zróżnicowanej diety. W publikacji czwartej (Migdał P., Murawska A., Bieńkowski P., Strachecka A., Roman A. (2021), Effect of E-field at frequency 50 Hz on protein, glucose, and triglycerides concentration in honeybee hemolymph. The European Zoological Journal 88(1), 1170-1176) Habilitant sprawdzał czy istnieje związek pomiędzy ekspozycją robotnic pszczoły miodnej na pole elektromagnetyczne o częstotliwości 50 Hz i różnym natężeniu, a całkowitą zawartością białka oraz stężeniem glukozy i trójglicerydów w ich hemolimfie. Te wskaźniki odpowiadają za informacje dotyczące stopnia odżywienia organizmu oraz nasycenia hemolimfy podstawowymi substancjami odżywczymi.

Całkowitą zawartość białka oznaczono metodą Lowry'ego zmodyfikowaną przez Schacterle'a i Pollacka oraz Łosia i Strachecką. Istotność statystyczną danych w obrębie grup i pomiędzy grupami określono testem Kruskala Wallisa z poprawką Bonferroniego. We wszystkich testach zastosowano oprogramowanie R-Studio i poziom istotności $\alpha = 0,05$.

We wszystkich grupach kontrolnych zaobserwowano najniższe stężenie białka w hemolimfie. W grupie eksponowanej przez 12 godzin na pole elektromagnetyczne stężenie

białka wzrosło istotnie statystycznie w stosunku do grupy kontrolnej, a najwyższe stężenie wykazano przy natężeniach 23,0 kV/m i 34,5 kV/m.

Stężenia glukozy w grupach kontrolnych miały jednakową wartość i nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic. We wszystkich grupach badanych zaobserwowano statystycznie istotnie niższe wartości stężenia glukozy niż w grupach kontrolnych, a najniższe stężenie glukozy zaobserwowano u pszczoł po 12 godzinach ekspozycji.

W grupach kontrolnych otrzymano najwyższe stężenie triglicerydów. W grupie po 12 godzinach ekspozycji wykazano różnice istotne statystycznie względem kontroli. Najniższe wartości zaobserwowano w grupach 23,0 kV/m i 34,5 kV/m przy czasie ekspozycji 12 godzin.

Wyniki badań przedstawione przez Habilitanta w publikacji 4 potwierdzają wcześniejsze obserwacje, że pole elektromagnetyczne może powodować zmiany w organizmie pszczoły miodnej. Zmiany wskaźników stanu odżywienia organizmu, takich jak poziomy białka, glukozy i trójglicerydów, mogą mieć skutki długoterminowe.

Na podstawie przeprowadzonych badań i po analizie wyników Habilitant stwierdził, że pole elektromagnetyczne o częstotliwości 50 Hz i różnym natężeniu, przy długotrwałej ekspozycji wpływa na aktywność bądź stężenie wybranych wskaźników biochemicznych i może stanowić czynnik zagrażający prawidłowemu funkcjonowaniu organizmu robotnic pszczoły miodnej

Wyniki uzyskane w badaniach przedstawionych w prezentowanym cyklu publikacji pozwoliły Habilitantowi na wysunięcie następujących wniosków:

1. Badane pole elektromagnetyczne powoduje zmiany aktywności dysmutazy ponadtlenkowej (SOD), katalazy (CAT) i czynnika redukcji jonów żelaza (FRAP) we wszystkich badanych grupach w porównaniu z grupą kontrolną, co świadczy o pobudzeniu systemu antyoksydacyjnego w hemolimfie robotnic pszczoły miodnej.
2. Pole elektromagnetyczne o częstotliwości 50 Hz, różnych parametrach natężenia i 12 godzinnej ekspozycji zwiększa poziom aktywności enzymów proteolitycznych, co świadczy o pobudzeniu tego systemu przez pole elektromagnetyczne.
3. Pole elektromagnetyczne o częstotliwości 50 Hz, różnych parametrach natężenia i 12 godzinnej ekspozycji wywołuje zmiany aktywności aminotransferazy asparaginianowej (AST), aminotransferazy alaninowej (ALT) i fosfatazy alkalicznej (ALP), co może być wskaźnikiem upośledzenia cykli metabolicznych.

4. Ekspozycja na pole elektromagnetyczne o częstotliwości 50 Hz i różnym natężeniu może wpływać na pszczołę miodną poprzez zmianę stężenia kreatyniny i albuminy, które są ważnymi nieenzymatycznymi przeciwutleniaczami.
5. Po analizie wyników zaprezentowanych w pracach „habilitacyjnych” Autor stwierdza, że długotrwałe oddziaływanie pola elektromagnetycznego powoduje zmiany we wskaźnikach stanu odżywienia organizmu, takich jak poziom białka, glukozy i trójglicerydów.

Ocena pozostałego dorobku naukowego

Dogłębna analiza dorobku naukowego pozwala jednoznacznie stwierdzić, że dorobek naukowy Habilitanta niesie dużą wiedzę nie tylko o charakterze poznawczym ale i aplikacyjnym.

Aktywność naukowa cechowała dr Pawła Migdała już przed uzyskaniem stopnia doktora nauk. Jednakże jako kandydat do dalszego awansu naukowego rozwinął badania w stopniu godnym podkreślenia i wyróżnienia. Przed uzyskaniem stopnia doktora opublikował 9 prac indeksowanych IF, a po uzyskaniu stopnia doktora opublikował 46 prac indeksowanych IF. Łączny IF wyniósł 177,378, a podana przez Habilitanta liczba cytowani 257. Jest łącznie Autorem lub współautorem 12 monografii naukowych. Habilitant powiększył swój dorobek od czasu złożenia dokumentacji. Aktualnie według bazy Web of Science (dostęp dnia 29.04.2023 r.) opublikował 2 prace w roku 2023, indeks Hirscha wynosi 11, a ilość cytowani 378, z czego aż 75 w roku 2023.

Poza badaniami naukowymi związanymi z apiologią, która jest niewątpliwie głównym nurtem badań Habilitanta, uczestniczył On czynnie w wielu przedsięwzięciach naukowych, których efektem są opublikowane z Jego udziałem liczne prace z listy JRC.

W związku z rozwojem technologii we współczesnym świecie lawinowo wzrasta ilość urządzeń zasilanych energią elektryczną. Wymusza to budowę nowych linii przesyłowych, czy stacji transformatorowych, co powoduje powstawanie sztucznych źródeł pól elektromagnetycznych. W ostatnich latach rośnie zainteresowanie badaniem wpływu pól elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach na organizmy żywe, w tym pszczołę miodną. Oddziaływanie czynników środowiskowych na różne parametry biochemiczne pokazuje czy dany czynnik może stanowić zagrożenia dla pszczoły miodnej, czy jest dla niej obojętny. W pracach, których Autor nie zamieścił w cyklu habilitacyjnym opublikował wyniki badań dla innych wartości częstotliwości i natężeń sprawdzając ich oddziaływanie.

Oprócz badań laboratoryjnych Habilitant prowadził też badania terenowe na rodzinach pszczelich analizując ich stan i prowadząc ocenę ich parametrów wydajnościowych oraz kondycyjnych, a także prowadził badania nad preparatami mającymi na celu ograniczenie rozwoju chorób i populacji pasożytów. W swoich badaniach sprawdzał wpływ ekstraktu z kapusty głowiastej (*Brassica oleracea* L.), jako czynnika ograniczającego rozwój nosekozy u pszczoł. Podjął współpracę z firmą BrassiTech i dzięki tym badaniom na rynek pszczelarski został wprowadzony preparat BrassiBee przeciwko nosekozii, oparty na bazie ekstraktu z kapusty głowiastej.

Habilitant podjął również współpracę z Instytutem Immunologii i Terapii Doświadczalnej im. Ludwika Hirszfelda Polskiej Akademii Nauk we Wrocławiu, a efektem tego było opracowanie i wdrożenie preparatu bakteriofagowego wykorzystywanego w leczeniu oraz profilaktyce gnilców czerwiu pszczoły miodnej. Zgnilec amerykański stanowi poważny problem epidemiologiczny polskiego pszczelarstwa. Pomimo poprawy warunków sanitarno-higienicznych w pasiekach nadal pojawiają się ogniska tej choroby, dlatego opracowywanie nowych preparatów wspomagających zwalczanie tej choroby jest niezwykle ważne z punktu widzenia pszczelarzy. Współpraca z Instytutem Immunologii i Terapii Doświadczalnej im. Ludwika Hirszfelda PAN we Wrocławiu umożliwiła również Habilitantowi realizację projektu Baza Informacji Naukowych Wspierających Innowacyjne Terapie w ramach Programu Operacyjnego Polska Cyfrowa, w którym tworzono biblioteki bakteriofagów, które umożliwiają porównywanie uzyskanych wyników z potencjalnymi wartościami referencyjnymi.

Kolejne zagadnienia badawcze Habilitanta dotyczyły oceny morfologii i reakcji patogenów na różne czynniki występujące w ich środowisku z wykorzystaniem wysoko wyspecjalizowanego sprzętu. Do swoich badań wykorzystywał skaningowy mikroskop elektronowy (SEM) oraz transmisyjny mikroskop elektronowy (TEM).

W ramach współpracy z Uniwersytetem Medycznym im. Piastów Śląskich we Wrocławiu oraz Uniwersytetem Wrocławskim, Zakładem Mikrobiologii Habilitant brał udział w badaniach dotyczących zmian w biofilmie oraz morfologii bakterii poddanych wpływowi związków lotnych. Prowadził również badania elementów morfologicznych u bakterii *Helicobacter pylori*. To w tych badaniach wykorzystywał metodę obrazowania z wykorzystaniem skaningowego mikroskopu elektronowego. Autor prowadził też badania narażania bakterii na antybiotyki o różnych stężeniach. Aby badać tę bakterię w zakresie

wirulencji Habilitant nawiązał współpracę z Rossella Grande z Katedry Farmaceutycznej z G. d'Annunzio" of Chieti-Pescara we Włoszech.

W ramach swojej działalności naukowej Habilitant brał udział w realizacji 7 projektów o charakterze aplikacyjnym i z zakresu nauk podstawowych. Przegląd tematyki realizowanych projektów świadczy o dużej i wszechstronnej wiedzy i umiejętnościach zorganizowania warsztatu badawczego, nie tak często spotykanego współcześnie.

Ocena dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego i organizacyjnego

Poza działalnością naukową Habilitant prowadzi zajęcia dydaktyczne ze studentami kierunków biologia, biologia człowieka, bezpieczeństwo żywności, bioinformatyka i zootechnika. Sprawował opiekę nad 16 pracami inżynierskimi na kierunku zootechnika i bezpieczeństwo żywności, 3 pracami licencjackimi na kierunku biologia i bioinformatyka oraz 12 pracami magisterskimi. Od roku 2019/2020 jest opiekunem kierunku bezpieczeństwo żywności na studiach I stopnia. Habilitant pełni też funkcję promotora pomocniczego w 4 rozprawach doktorskich.

Jego działalność dydaktyczna została dostrzeżona i w roku 2022 został wyróżniony nagrodą w konkursie Radia Luz „Kubek dla wykładowcy 2022”.

Wśród Jego osiągnięć należy odnotować liczne (28) wystąpienia na międzynarodowych konferencjach naukowych, m.in. w Perugia, Meksiko, Karagandzie, oraz krajowych o dużym prestiżu naukowym. Praktycznie wszystkie wystąpienia naukowe dotyczyły szeroko pojętych badań związanych z apiologią.

Był członkiem komitetu organizacyjnego kongresu XIXth International Congress of ISAH Animal Hygiene as a Fundament of One Health and Welfare improving biosecurity, environment and food quality oraz Dni Przyrodników Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Jest członkiem – Pszczelniczego Towarzystwa Naukowego, gdzie pełni funkcję członka Sądu Koleżeńskiego oraz Polskiego Towarzystwa Genetycznego, gdzie został wybrany na członka Komisji Rewizyjnej.

Przed uzyskaniem stopnia doktora odbył staż naukowy na Uniwersytecie w Perugii. Po uzyskaniu stopnia doktora ponownie odbył staż naukowy na tym samym uniwersytecie, a jego efektem jest wspólna publikacja. W 2022 roku odbył staż badawczy oraz wizytę studyjną na

Wolnym Uniwersytecie w Berlinie, w Instytucie Biochemii Weterynaryjnej na Wydziale Medycyny Weterynaryjnej

Jego aktywność publikacyjna została dostrzeżona na świecie, co zaskutkowało zaproszeniem Habilitanta do członkostwa w Komitecie redakcyjnym czasopisma Applied Sciences oraz do wykonania kwalifikacyjnych recenzji przez redakcje Journal of Apicultural Research, KOSMOS, Ecotoxicology and Environmental Safety, Insect, Animals. Należy nadmienić, że czasopisma te zaliczane są do niezwykle prestiżowych.

W ramach działalności naukowej i popularyzatorskiej brał udział w projekcie „Dla Pszczół – transgraniczna współpraca na rzecz dzikich zapylaczy, współfinansowanego ze środków Programu Współpracy INTERREG Polska – Saksonia 2014-2020 oraz Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu. W ramach tego projektu przygotowywane były materiały edukacyjne oraz prowadzona była wymiana międzynarodowa między specjalistami z pszczelarstwa z Niemiec oraz Polski. Podczas tych wyjazdów Habilitant prowadził wykłady naukowe i zajęcia praktyczne dla pszczelarzy z obu krajów.

Habilitant współpracował też z sektorem gospodarczym. Wykonywał usługę badawczą dla przedsiębiorstwa Beemunity Unlimited Sp. z o.o. w ramach projektu „Opracowanie innowacyjnego środka przeciwdziałającego pasożytom pszczoł miodnych”, gdzie był kierownikiem oraz koordynatorem współpracy. Wykonywał też usługę badawczą w ramach umowy międzynarodowej dla Cell Nutrition Health Limited z Wielkiej Brytanii. Pełnił rolę kierownika zadania badawczego. Prowadził szkolenia dla Stowarzyszenia Pszczelarskiego oraz innych związków oraz stowarzyszeń na terenie kraju oraz prowadził badania polegające na pobieraniu materiału i analizie składu analizowanych obiektów (pszczoł, wosku, pierzgi, propolisu, miodu).

Pomimo wysokiej oceny i pionierskich wyników zaprezentowanego autoreferatu Autor zapomina o konieczności zachowania reguł języka polskiego i używa tzw. skrótów żargonu laboratoryjnego, co nie przeszkadza w czytaniu recenzentowi, ale osoba spoza branży może mieć kłopoty z pełnym zrozumieniem zaprezentowanego tekstu. Druga uwaga - uważam że prezentowany autoreferat zawiera wiele cennych informacji z zakresu oddziaływania czynników naturalnych jak i antropogenicznych na pszczoły. Mając na uwadze stan pszczoł w kraju należałoby opublikować w języku polskim pracę przeglądową z wyników badań własnych oceniającą nie tylko przewidywania Autora ale w związku z pogarszającym się stanem środowiska realny stan pszczelnictwa w przyszłości. Dodatkowo z obowiązku

recenzenta nie do końca jestem przekonana do całkowitej słuszności stwierdzeń Autora o szkodliwym działaniu pola elektromagnetycznego na organizm pszczoły mierzonymi czynnikami antyoksydacyjnymi, czy regulacją systemu proteolitycznego, nie mierząc istotnego wzrostu substratów, np. wolnych rodników - może jest to pozytywne działanie adaptacyjne. Sądzę, że wyjaśnienie tego zjawiska pomnoży wielokrotnie wartość przecież tak wysoko ocenianych wyników i żadnym stopniu nie pomniejsza ich znaczenia dla nauki.

Wniosek końcowy

Reasumując: duży, a jednocześnie spójny badawczo obszar zainteresowań naukowych pozwalają mi ocenić dorobek dr. Pawła Jana Migdała jako wystarczający do zaprezentowania go jako szczególnego osiągnięcia naukowego. Wyniki badań opublikowane na tzw. liście JRC utwierdzają mnie w przekonaniu, że stanowią one istotny wkład w rozwój światowej nauki. Wyniki Jego badań dotyczące określenia stopnia zmian biochemicznych w organizmie robotnic pszczoły miodnej przy długotrwałej ekspozycji na pole elektromagnetyczne o częstotliwości 50 Hz przy różnym natężeniu wnoszą cenny wkład do światowej nauki. Na podkreślenie zasługuje fakt zastosowania najbardziej nowoczesnych metod badawczych w prowadzonych badaniach oraz „dobre publikowanie” uzyskanych wyników.

Dogłębna analiza i ocena osiągnięcia naukowego oraz całokształtu aktywności naukowej wraz z zaangażowaniem w procesy dydaktyczne, za które należy uznać działalność promotorską, szkoleniową, popularyzatorską i organizacyjną pozwala jednoznacznie stwierdzić, że jest On dojrzałym pracownikiem naukowym o dużej wiedzy i w pełni zasługuje na stopień doktora habilitowanego.

Mając powyższe na uwadze pragnę stwierdzić, że w opinii recenzenta Habilitant spełnia wszystkie wymagania określone w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2022 poz. 574 ze zm.) i wnoszą znaczny wkład w rozwój dyscypliny zootechniki i rybactwo.

Zwracam się do Wysokiej Komisji Habilitacyjnej z wnioskiem o dopuszczenie *Dr. inż. Pawła Jana Migdała* do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie zootechniki i rybactwo.

Jednocześnie doceniając wysoką wartość poznawczą uzyskanych wyników zarówno w zakresie podstawowym, jak i aplikacyjnym, szeroki dorobek, współpracę z wieloma ośrodkami, wysokie wskaźniki bibliometryczne oraz użyteczność „społeczną”, które to wszystkie walory

można podsumować starym rzymskim stwierdzeniem *Pro bono hominum et pro natura* przedkładam Dostojnej Komisji rozpatrzenie wniosku o wyróżnienie.

podpisała

dr hab. inż. Anna Koziorowska, prof. UR