

Autoreferat

1. Imię i nazwisko

Rafał Martyka

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

- **2011 – doktor nauk biologicznych;** Instytut Nauk o Środowisku, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Uniwersytet Jagielloński; rozprawa doktorska pt.: „Transfer przeciwciał do jaj przez samice ptaków i jego wpływ na wzrost i rozwój piskląt”
- **2002 – magister biologii;** Instytut Nauk o Środowisku, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Uniwersytet Jagielloński; praca magisterska pt.: „Ptaki Ziemi Tarnowskiej”

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych

- **2012-obecnie – adiunkt;** Instytut Ochrony Przyrody, Polska Akademia Nauk
- **2020 – stypendysta (6-miesięczny staż podoktorski);** Department of Ecology and Genetics/Animal Ecology, Uppsala University, Szwecja
- **2012-2015 – adiunkt naukowy (30-miesięczny staż podoktorski);** Instytut Zoologii, Wydział Medycyny Weterynaryjnej i Nauk o Zwierzętach, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
- **2011-2012 – biolog;** Instytut Ochrony Przyrody, Polska Akademia Nauk
- **2008-2011 – samodzielny biolog;** Instytut Nauk o Środowisku, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Uniwersytet Jagielloński

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Omówienie to winno dotyczyć merytorycznego ujęcia przedmiotowych osiągnięć, jak i w sposób precyzyjny określać indywidualny wkład w ich powstanie, w przypadku, gdy dane osiągnięcie jest dziełem współautorskim, z uwzględnieniem możliwości wskazywania dorobku z okresu całej kariery zawodowej.

4.1 Osiągnięcie składające się z cyklu pięciu publikacji powiązanych tematycznie

- Tytuł osiągnięcia

„Indukowane środowiskowo efekty matczyne i ich wpływ na rozwój potomstwa u ptaków wróblowych”

- Wykaz publikacji ujętych w cyklu

Opis indywidualnego wkładu w powstanie każdej pracy oraz „impact factor” czasopisma i przypisane punkty MEiN dla poszczególnych pozycji zawarto w wykazie osiągnięć naukowych wnioskodawcy (załącznik 4 do wniosku).

PRACE PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA

C1 **Martyka R.**, Rutkowska J., Cichoń M. 2011. Sex-specific effects of maternal immunization on yolk antibody transfer and offspring performance in zebra finches. *Biology Letters* 7: 50-53. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2010.0549>

PRACE PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA

C2 **Martyka R.**, Śliwińska E. B., Martyka M., Cichoń M., Tryjanowski P. 2018. The effect of pre-laying maternal immunization on offspring growth and immunity differs across experimentally altered postnatal rearing conditions in a wild songbird. *Frontiers in Zoology* 15: 25. <https://doi.org/10.1186/s12983-018-0272-y>

- C3 **Martyka R.**, Śliwińska E. B., Tryjanowski P. 2021. Effects of maternal exposure to a bacterial antigen and altered post-hatching rearing conditions on avian offspring behaviour. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 75: 59. <https://doi.org/10.1007/s00265-021-02995-5>
- C4 Arct A., **Martyka R.**, Drobniak S. M., Oleś W., Dubiec A., Gustafsson L. 2022. Effects of elevated nest box temperature on incubation behaviour and offspring fitness-related traits in the Collared Flycatcher *Ficedula albicollis*. *Journal of Ornithology* 163: 263-272. <https://doi.org/10.1007/s10336-021-01944-3>
- C5 **Martyka R.**, Skórka P. 2023. Do non-direct heterospecific cues of avian predator activity alter reproductive modes of a passerine bird? *The European Zoological Journal* 90: 211-223. <https://doi.org/10.1080/24750263.2023.2181988>

Sumaryczny „*impact factor*” publikacji ujętych w cyklu na podstawie *Journal Citation Reports (JCR)* z roku opublikowania artykułu (za wyjątkiem prac opublikowanych w 2023 r., dla których podano aktualny „*impact factor*” z roku 2022) = 12,78

Sumaryczne punkty MEiN za publikacje ujęte w cyklu zgodnie z ostatnią listą czasopism punktowanych (ogłoszoną 17.07.2023 r.) = 660

Sumaryczna liczba cytowań publikacji ujętych w cyklu na podstawie bazy SCOPUS (z dnia 01.09.2023 r.) = 23, w tym 21 bez autocytowań

- Omówienie celu naukowego w/w prac i osiągniętych wyników

WPROWADZENIE

Poznanie podłoża, przyczyn i znaczenia zmienności fenotypowej jest kluczowe dla zrozumienia procesów ekologicznych i ewolucyjnych zachodzących w świecie żywym. Fenotyp osobnika jest wynikiem działania jego genów oraz doświadczanych warunków, w szczególności tych oddziałujących na wczesnych etapach rozwoju. Istotnie, środowisko doświadczane podczas wczesnych etapów życia, poprzez wpływ na trajektorie rozwojowe, ma potencjał, aby kształtować fenotyp osobnika, a ostatecznie wpływać na jego dostosowanie. W większości przypadków to matki, oprócz genów, dostarczają swojemu

potomstwu pierwotne środowisko rozwojowe, zarówno w prenatalnym, jak i postnatalnym okresie życia potomstwa. Jednakże środowisko prenatalne i postnatalne tworzone przez matkę jest również wynikiem oddziaływania na nią lokalnych warunków środowiskowych. W ten sposób, matki są w stanie przekazywać informacje o swoim doświadczeniu środowiskowym następnemu pokoleniu (czasami nawet kolejnym pokoleniom), ale jednocześnie mogą także buforować jego wpływ na potomstwo. Oznacza to, że tak ukształtowany przez matkę fenotyp potomstwa może mieć większe szanse na przeżycie. Takie wywołane przez środowisko efekty matczyne mogą stanowić zatem przystosowanie do heterogenicznych, ale zarazem przewidywalnych warunków środowiskowych. Wynika to stąd, iż oczekiwane korzyści dla dostosowania na skutek prenatalnych efektów matczynych mają miejsce wówczas, kiedy zarówno matka, jak i jej potomstwo doświadczają tych samych warunków środowiskowych. Wczesne efekty środowiskowe, w tym efekty matczyne, są uważane za główne źródło zmienności fenotypowej. W związku z tym zbadanie, w jaki sposób zmienność środowiskowa indukuje międzypokoleniowe efekty matczyne oraz rozpoznanie konsekwencji, jakie ma to dla rozwoju i udatności potomstwa, wydaje się kluczowe dla uzyskania wglądu w procesy, poprzez które fenotypy potomstwa w krótkim czasie dostosowują się (bądź nie) do zmieniających się warunków środowiskowych. Wspomniane powyżej zagadnienia są poruszane w pięciu artykułach wchodzących w skład cyklu publikacji stanowiącego moje główne osiągnięcie naukowe. Przedstawione osiągnięcie jest rezultatem podejścia interdyscyplinarnego do omawianych zagadnień, wykorzystania dotychczasowych osiągnięć z różnych dziedzin nauki (m.in. biologii ewolucyjnej, immunologii, behawioru zwierząt), zastosowania nowoczesnych technik laboratoryjnych (m.in. analiz molekularnych i immunologicznych) oraz zaawansowanych metod analizy statystycznej. Wyniki i wnioski formułowane w publikacjach opierają się na silnych podstawach przyczynowo-skutkowych wynikających z zastosowania podejścia eksperymentalnego w omawianych badaniach. Badania te prowadzone były na trzech gatunkach ptaków wróblowych, tj. w laboratoryjnej populacji zeberki *Taeniopygia guttata*, w dzikiej populacji sikory bogatki *Parus major* i muchołówki białoszyjej *Ficedula albicollis*. Wszystkie te gatunki są powszechnie wykorzystywane jako modele w badaniach ekologiczno-ewolucyjnych i behawioralnych. W istocie, ptaki są doskonałym obiektem do badania efektów matczynych ze względu na fakt, że łatwo jest oddzielić środowisko prenatalne tworzone przez matki od okresu odchowu potomstwa po jego wykluciu. Badania zaprezentowane w cyklu publikacji stanowiły próbę odpowiedzi na następujące pytania:

- 1) Czy immunizacja matki specyficznym antygenem (symulująca infekcję patogenem) przed złożeniem jaj wpływa na zróżnicowany transfer przeciwciał do poszczególnych jaj w obrębie lęgu i jakie ma to konsekwencje dla rozwoju i udatności potomstwa?
- 2) Czy ekspozycja matki na antygen bakteryjny przed złożeniem jaj i różne warunki odchowu po wylęgu oddziałują wzajemnie na wzrost i odporność immunologiczną potomstwa?
- 3) Czy immunizacja matki antygenem bakteryjnym przed złożeniem jaj i zmienione warunki odchowu po wykluciu oddziałują wzajemnie na rozwój cech behawioralnych potomstwa?
- 4) Czy podwyższona temperatura otoczenia wpływa na zachowanie samic podczas inkubacji i jakie to ma konsekwencje dla rozwoju piskląt po wykluciu?
- 5) Czy pośrednia informacja publiczna o aktywności ptasich drapieżników w pobliżu gniazd zmienia decyzje reprodukcyjne samic?

PUBLIKACJA C1

Międzypokoleniowy transfer przeciwciał stanowi formę immunologicznie mediowanego efektu matczynego. Pozwala on samicom przygotować swoje potomstwo na patogeny chorobotwórcze, na które może być ono narażone w życiu postnatalnym. Pochodzące od matki przeciwciała są w stanie modyfikować odporność potomstwa na infekcje, ponieważ zapewniają bierną ochronę przed określonymi patogenami u świeżo wyklutych piskląt, ale także z uwagi na ważną rolę jaką odgrywają w stymulowaniu rozwoju układu odpornościowego potomstwa. Wykazano, że przeciwciała matczyne przekazywane potomstwu za pośrednictwem jaj wpływają na ich tempo wzrostu, funkcje odpornościowe i przeżywalność. Tak więc, matczyny transfer przeciwciał jest uważany za mechanizm przystosowawczy, ponieważ pozwala matkom na zwiększenie dostosowania potomstwa, szczególnie kiedy matka i jej potomstwo narażeni są na te same patogeny chorobotwórcze. U ptaków deponowanie przeciwciał w jajach po wywołanej środowiskowo aktywacji matczynego układu odpornościowego, np. w wyniku kontaktu z patogenem lub pasożytem, zostało dobrze udokumentowane. Jednak tylko nieliczne badania wykazały, że zawartość zdeponowanych przeciwciał może zmieniać się wraz z kolejnością składania jaj oraz zależeć od płci zarodka. Autorzy tych badań zasugerowali, że taka zróżnicowana alokacja może być strategią umożliwiającą polepszenie udatności bardziej wrażliwej płci lub potomstwa wyklutego z ostatnich jaj w lęgu. Ponieważ bardziej wrażliwe potomstwo wykazuje obniżoną udatność w niekorzystnych warunkach środowiskowych (np. w

warunkach silnego zapasożycenia lub presji patogenów) zaopatrywanie bardziej wrażliwego potomstwa większą ilości matczynych przeciwciał może w istocie zwiększać jego dostosowanie. Celem moich badań było przetestowanie tej hipotezy poprzez określenie wpływu matczynej immunizacji czerwonymi krwinkami owcy (SRBC, niepatogenny antygen, który może naśladować naturalną aktywację układu odpornościowego samicy przez patogeny chorobotwórcze) na zawartość przeciwciał anti-SRBC w jajach i udatność potomstwa. Aby to ustalić, przeprowadzono dwa niezależne eksperymenty w laboratoryjnej populacji zeberki. Ponieważ wielokrotnie wykazano, że potomstwo płci żeńskiej u zeberek jest tą bardziej wrażliwą płcią, można oczekiwać, że matki po immunizacji prześlą więcej przeciwciał do jaj z zarodkami żeńskimi, co ostatecznie powinno zwiększyć udatność tej płci. W pierwszym eksperymencie, wszystkie samice immunizowano antygenem SRBC przed złożeniem jaj, a następnie zmierzono zawartość przeciwciał anti-SRBC w odniesieniu do kolejności składanych jaj oraz płci zarodka. Eksperyment ten wykazał, że matczyne ekspozycja na SRBC skutkowało alokacją przeciwciał anti-SRBC w żółtkach jaj. W jajach, w których znajdowały się zarodki żeńskie, poziom przeciwciał był podobny we wszystkich jajach w lęgu, podczas gdy w jajach, w których znajdowały się zarodki męskie, poziom przeciwciał był wyższy w jajach złożonych na początku, po czym zmniejszał się wraz z kolejno złożonymi jajami w lęgu. W drugim eksperymencie, połowa samic została immunizowana antygenem SRBC, a druga połowa otrzymała zastrzyk z soli fizjologicznej (grupa kontrolna), po czym określono różnice płciowe w udatności potomstwa między tymi grupami. Świeżo wyklute pisklęta były wymieniane między lęgami samic immunizowanych i kontrolnych (połowa piskląt w lęgu), aby oddzielić prenatalny wpływ zabiegu na potomstwo, od wpływu związanego ze środowiskiem wychowania po wykluciu. Eksperyment ten wykazał, że córki pochodzące od immunizowanych matek było cięższe i większe w 12 dni po wykluciu w porównaniu do córek matek kontrolnych, z brakiem takich różnic w 2 dniu po wykluciu. Z kolei immunizacja matki nie miała żadnego wpływu na rozwój synów. Wyniki tych eksperymentów tylko do pewnego stopnia potwierdzają postawione przewidywania. Pierwszy eksperyment wykazał, że ekspozycja matki na antygen SRBC przed złożeniem jaja powoduje zróżnicowany transfer przeciwciał anti-SRBC do poszczególnych jaj w lęgu. Zaobserwowany wzorzec wskazuje, że potomstwo płci żeńskiej otrzymuje więcej przeciwciał niż potomstwo płci męskiej, ale tylko w ostatnich jajach w lęgu. Wyniki te pokazują, że alokacja przeciwciał w zależności od płci potomstwa pochodzącego z pierwszych i ostatnich jaj w lęgu może stanowić mechanizm, który pozwala samicom

polepszyć oporność potomstwa na patogeny w sposób maksymalizujący dostosowanie. Co ważniejsze, drugi eksperyment po raz pierwszy wykazał, że wpływ immunizacji matki na udatność potomstwa jest zależny od jego płci. W ten sposób córki odnoszą większe korzyści niż synowie w kontekście dostosowania, co wynika z faktu, że masa i wielkość ciała podlotów płci żeńskiej u zeberek pozytywnie przewiduje ich przeżywalność i płodność. Jednakże pewne rozbieżności między wzorcami alokacji przeciwciał a udatnością potomstwa mogą sugerować, że obserwowane efekty immunizacji matek mogą nie być tylko zdeterminowane przez same przeciwciała, ale także mogą być spowodowane przez inne składniki matczyne zdeponowane w jajach na skutek immunizacji.

PUBLIKACJA C2

Pierwszym środowiskiem doświadczanym w życiu potomstwa jest w dużym stopniu to tworzone przez matki, zarówno przed, jak i po wykluciu lub urodzeniu. W ten sposób poprzez tworzenie środowiska prenatalnego i postnatalnego, samice mają sposobność, aby regulować trajektorie rozwojowe swojego potomstwa. U ptaków przeciwciała matczyne przekazywane potomstwu za pośrednictwem jaj są przykładem prenatalnych efektów matczynych, które umożliwiają samicom zapewnienie świeżo wyklutym pisklątom podstawowej ochrony przed różnymi patogenami chorobotwórczymi. Ich wpływ na potomstwo ma dalsze konsekwencje, ponieważ w ten sposób samice mogą również wpływać na wzrost potomstwa i modulować rozwój jego odporności. Jak wykazałem w mojej poprzedniej pracy (PUBLIKACJA C1), immunizacja matki specyficznym antygenem prowadzi do deponowania się w jajach przeciwciał skierowanych przeciwko temu antygenowi, a także powoduje zmiany w rozwoju potomstwa. Sugeruje to, że efekty matczyne wywołane przez patogeny rzeczywiście stanowią przystosowawczy mechanizm, za pomocą którego samice mogą modyfikować fenotypy potomstwa, aby przygotować go do aktualnej presji patogenów chorobotwórczych w środowisku, a tym samym zwiększyć jego dostosowanie. Kilka badań potwierdziło rolę matczynych przeciwciał dla tempa wzrostu piskląt i humoralnej odpowiedzi immunologicznej, wskazując, że potomstwo narażone na patogeny chorobotwórcze, które posiadało matczyne przeciwciała przeciwko tym patogenom, rosło szybciej niż potomstwo bez takich przeciwciał, a także miało silniejszą odpowiedź immunologiczną na właśnie te patogeny chorobotwórcze. Potencjalny wpływ matczynych przeciwciał na udatność potomstwa może jednak w znacznym stopniu zależeć od innych okoliczności, takich jak warunki odchowu postnatalnego, gdzie kluczową rolę odgrywa dostępność pożywienia. Istotnie słabe

warunki pokarmowe lub wysoka konkurencja o pokarm między rodzeństwem w okresie rozwoju postnatalnego mają negatywny wpływ na wzrost potomstwa i jego odpowiedź immunologiczną ze względu na kompromis ewolucyjny między tymi dwiema cechami. Biorąc pod uwagę, że przeciwciała matczyne mogą być korzystne dla potomstwa, kiedy zarówno matka, jak i potomstwo są narażeni na te same patogeny, zmienność warunków chowu po wykluciu może nadal znacząco modyfikować wpływ immunologicznie mediowanych efektów matczynych na rozwój i udatność potomstwa. Niniejsze badania miały na celu przetestowanie hipotezy, że udatność potomstwa zależy od interakcji między wywołanymi przez patogeny prenatalnymi efektami matczynymi a zmiennością warunków środowiskowych w trakcie rozwoju postnatalnego. W związku z tym zbadalem, w jaki sposób immunizacja matki antygenem bakteryjnym przed złożeniem jaj wpływa na wzrost i humoralną odpowiedź immunologiczną potomstwa w eksperymentalnie zmienionych po wykluciu warunkach odchowu piskląt w dzikiej populacji sikorki bogatki. W tym celu połowa samic została immunizowana lipopolisacharydem (LPS) uzyskanym ze ściany komórkowej bakterii chorobotwórczych, aby naśladować prawdziwą infekcję, zaś druga połowa otrzymała zastrzyk z soli fizjologicznej (grupa kontrolna). Po wykluciu, 2-dniowe pisklęta były częściowo wymieniane między lęgami samic immunizowanych i kontrolnych w celu oddzielenia wpływu zabiegu prenatalnego i postnatalnego na udatność potomstwa. Na tym samym etapie rozwoju piskląt dokonano manipulacji warunkami odchowu, powiększając połowę lęgów należących do samic immunizowanych i kontrolnych (tj. dodając trzy dodatkowe pisklęta do lęgu) i pozostawiając resztę lęgów bez takiej ingerencji (lęgi kontrolne). Zwiększenie wielkości lęgu stwarza złe warunki odchowu dla piskląt, co ma negatywne konsekwencje dla wzrostu i odporności potomstwa. Co więcej, w piątym dniu po wykluciu wszystkie pisklęta były immunizowane LPS celem naśladowania infekcji w okresie ich postnatalnego rozwoju. W ten sposób okres rozwoju potomstwa po wykluciu został podzielony na wczesny i późny (przed i po immunizacji). Oczekiwałem, że potomstwo samic immunizowanych LPS będzie rosło szybciej niż potomstwo samic kontrolnych ze względu na posiadanie ochronnych przeciwciał anti-LPS, przy czym takie różnice będą szczególnie wyraźne w pogorszonych warunkach odchowu (powiększone lęgi) w porównaniu z warunkami optymalnymi (lęgi kontrolne). Co więcej, spodziewałem się, że humoralna odpowiedź immunologiczna powinna być ogólnie wyższa wśród potomstwa samic immunizowanych LPS niż wśród potomstwa samic kontrolnych z powodu stymulacji odporności humoralnej piskląt przez przeciwciała pochodzące od matki. Eksperyment potwierdził, że wywołane patogenami prenatalne

efekty matczyne i postnatalne środowisko odchowu mogą wzajemnie oddziaływać na wzrost i funkcje immunologiczne potomstwa. Potomstwo wychowywane w powiększonych łęgach i pochodzące od matek immunizowanych LPS rosło szybciej (tylko w późnym stadium rozwoju) i było cięższe w 14 dniu po wykluciu w porównaniu do potomstwa, które również wychowywane było w powiększonych łęgach, ale pochodziło od matek kontrolnych. Nie było takiej różnicy wśród potomstwa wychowywanego w łęgach kontrolnych. Ponadto, potomstwo samic immunizowanych LPS miało silniejszą humoralną odpowiedź immunologiczną na LPS niż potomstwo samic kontrolnych, ale tylko wtedy, gdy były one wychowywane w łęgach kontrolnych. Badania te wykazały, że wzrost potomstwa i jego zdolność do radzenia sobie z patogenami są determinowane przez interakcję prenatalnych efektów matczynych wywołanych przez patogeny i warunków odchowu jakie panują podczas rozwoju postnatalnego potomstwa. Co ważne, ten eksperyment pokazał po raz pierwszy, że efekty matczyne wynikające z immunizacji matki mogą być szczególnie korzystne dla potomstwa wychowywanego w niekorzystnych warunkach środowiskowych, zaś niekoniecznie dla potomstwa wychowywanego w środowisku optymalnym (jakościowo dobrym). Oznacza to, że wpływ prenatalnych immunologicznie mediowanych efektów matczynych na wzrost i odporność potomstwa może być zależny od kontekstu, z wzorcem determinowanym przez środowisko postnatalne doświadczane przez rozwijające się potomstwo. Ogólnie rzecz biorąc, zaobserwowane efekty interakcji obu zabiegów na udatność potomstwa wskazują, że mają one nie tylko krótkoterminowe, ale także długoterminowe konsekwencje dla dostosowania potomstwa. Wynika to z faktu, że kondycja potomstwa tuż przed opuszczeniem gniazda istotnie przewiduje jego przyszłą przeżywalność i prawdopodobną rekrutację do populacji łęgowej u sikorki bogatki.

PUBLIKACJA C3

Rozwój cech behawioralnych u zwierząt jest wypadkową zarówno czynników genetycznych, jak i środowiskowych. Jednakże warunki doświadczane przez osobniki we wczesnym okresie życia, w tym te obejmujące środowisko prenatalne, jak i postnatalne, odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu zmienności cech behawioralnych potomstwa. Wynika to z faktu, że środowisko na wczesnych etapach życia dostarcza pierwotnych wskazówek do indukcji plastyczności rozwojowej, co w konsekwencji prowadzi do zmienności fenotypów behawioralnych pomiędzy osobnikami. Zatem kształtowanie fenotypu na wczesnym okresie życia, które jest związane zarówno z prenatalnymi efektami

matczynymi, jak i środowiskiem postnatalnym, może być przystosowawcze, jeśli zmiany fenotypowe zainicjowane podczas rozwoju zwiększają dostosowanie osobnika w jego późniejszym życiu. Głównymi czynnikami środowiskowymi, które, jak udokumentowano, wpływają na rozwój szeregu cech behawioralnych u ptaków, są dostępność i jakość pożywienia dostarczanego pisklątom oraz panujące warunki społeczne po wykluciu, takie jak rywalizacja między rodzeństwem i proporcja płci w lęgu. Przykładowo, potomstwo wychowywane w warunkach niedoboru lub niskiej jakości pokarmu staje się bardziej agresywne. Z kolei specyficzne warunki społeczne doświadczane podczas rozwoju modyfikują agresję potomstwa, reakcję na stres i zachowania eksploracyjne. Co więcej, istnieje coraz więcej dowodów na to, że zarówno ekspozycja matki, jak i potomstwa na infekcje może również wpływać na procesy rozwoju neuronalnego, które z kolei prowadzą do zmian behawioralnych w dalszym życiu. Na przykład w jednym z badań aktywacja systemu immunologicznego potomstwa zwiększała jego aktywność eksploracyjną w nowym środowisku, podczas gdy w innych zmniejszała zdolność uczenia się w wieku dorosłym. Z kolei inne badanie wykazało, że interakcja pomiędzy immunizacją matki przed składaniem jaj a immunizacją piskląt w trakcie ich rozwoju postnatalnego kształtowała wzorce neofobii zależnie od płci potomstwa. Dowody te wskazują, że zarówno prenatalne immunologicznie mediowane efekty matczyne, jak i doświadczenia środowiskowe po wykluciu mają potencjał, aby wpływać na rozwój neuronalny potomstwa, z późniejszymi konsekwencjami dla ekspresji cech behawioralnych. We wcześniejszych badaniach wykazałem, że immunizacja matki powoduje znaczące zmiany w rozwoju potomstwa i wpływa na jego udatność (PUBLIKACJE C1 i C2), a nawet więcej, że prenatalne efekty immunizacji matki oraz warunki odchowu po wykluciu mogą wspólnie oddziaływać na morfologiczne i fizjologiczne cechy fenotypowe potomstwa (PUBLIKACJA C2). Wszystkie wspomniane wyniki wydają się potwierdzać oczekiwanie, że cechy behawioralne powinny być również kształtowane przez wzajemny wpływ wywołanych przez patogeny prenatalnych efektów matczynych i postnatalnych warunków odchowu piskląt. Odpowiedź na to pytanie była celem niniejszych badań, w których sprawdzono jak ekspozycja matki na antygen bakteryjny (LPS) i eksperymentalnie zmienione warunki odchowu po wykluciu wpłyną na zachowanie potomstwa sikorki bogatki. Aby to sprawdzić, zbadano trzy cechy behawioralne: potulność potomstwa, tempo oddychania i stopień agresji, przy użyciu tego samego układu eksperymentalnego, co w opisaney wcześniejszej pracy (PUBLIKACJA C2, dlatego pomijam ten opis). Potulność to liczba prób oswobodzenia się unieruchomionego osobnika w jednostce czasu, im mniej

takich prób tym osobnik bardziej potulny. Tempo oddychania stanowi liczba oddechów unieruchomionego osobnika w jednostce czasu, im więcej oddechów w jednostce czasu tym osobnik bardziej zestresowany. Agresja to wyrażony na skali zestaw zachowań unieruchomionego osobnika związany z dziobaniem, wierzganiem lub szarpaniem się i emisją głosów ostrzegawczych, im więcej takich zachowań i w większej częstotliwości tym osobnik bardziej agresywny. Immunizacja LPS podczas rozwoju hamuje wzrost potomstwa i zdolności uczenia się, ale przeciwciała otrzymane od matek immunizowanych LPS powinny częściowo złagodzić te negatywne skutki dla rozwoju potomstwa. Można zatem oczekiwać, że potomstwo samic immunizowanych LPS lepiej poradzi sobie z ekspozycją na LPS, niż potomstwo samic kontrolnych, unikając w ten sposób nadmiernej stymulacji osi podwzgórze-przysadka-nadnercza (HPA). Powinno to modyfikować wpływ immunizacji potomstwa na jego rozwój neuronalny i ostatecznie doprowadzić do zmian w zachowaniu pomiędzy potomstwem matek immunizowanych LPS i matek kontrolnych. Co więcej, można oczekiwać, że potomstwo wychowywane w powiększonych łęgach będzie miało zwiększone tempo oddychania i stopień agresji oraz zmniejszoną potulność, co jest zgodne z wzorcami behawioralnymi, które zostały wcześniej udokumentowane u piskląt rozwijających się w trudnych warunkach środowiskowych. Wreszcie, przewidywałem, że efekty matczynej immunizacji będą miały różny wpływ na zachowanie potomstwa wychowywanego w eksperymentalnie zmienionych warunkach środowiskowych po wykluciu. Badanie nie wykazało wpływu interakcji immunizacji matek i manipulacji wielkością łęgu na cechy behawioralne potomstwa. W przeciwieństwie do tego, interakcja ta nadal wyjaśniała zmienność cech morfologicznych potomstwa (zaobserwowany wzorec jest podobny do tego, który przedstawiono we wcześniej pracy, ARTYKUŁ C2). Immunizacja matki jako niezależny czynnik również nie wpłynęła na zachowanie potomstwa, natomiast zaobserwowano niezależny wpływ manipulacji wielkością łęgu na tempo oddychania i poziom agresji potomstwa. Zanotowany wpływ był jednak odwrotny do przewidywanego: potomstwo wychowywane w powiększonych łęgach miało niższe tempo oddechów oraz stopień agresji niż potomstwo wychowywane w łęgach kontrolnych. Otrzymane wyniki eksperymentu nie potwierdziły wcześniejszych doniesień, że immunologicznie mediowane efekty matczyne mogą potencjalnie oddziaływać na rozwój behawioralny potomstwa. Z drugiej strony, interakcja między immunizacją matki a warunkami środowiskowymi po wykluciu miała wpływ na cechy morfologiczne, co sugeruje, że różne mechanizmy mogą leżeć u podstaw ekspresji cech morfologicznych i behawioralnych. Co ważne, badanie to potwierdza wcześniejsze dowody na to, że

postnatalne warunki rozwojowe stanowią istotny czynnik kształtujący ekspresję cech behawioralnych u potomstwa. Jednakże wzorzec zachowania potomstwa stwierdzony w tym badaniu jest sprzeczny z przewidywaniami i wynikami wcześniejszych badań. Wydaje się, że wzorzec zachowania potomstwa obserwowany w tym eksperymencie może być powiązany z zależnym od wielkości lęgu wysiłkiem rodzicielskim (np. karmieniem piskląt) oraz zwiększonymi kosztami termoregulacji i/lub większymi możliwościami dla konkurencji pomiędzy rodzeństwem w przypadku potomstwa wychowywanego w lęgach kontrolnych.

PUBLIKACJA C4

Oprócz biotycznych elementów środowiska, także czynniki abiotyczne są ważnymi parametrami środowiska które mają istotny wpływ zarówno na dorosłe, jak i rozwijające się osobniki. Zrozumienie, w jaki sposób abiotyczne warunki środowiskowe, takie jak temperatura, wpływają na organizmy, jest kluczowym aspektem badań biologicznych w świetle trwającego globalnego ocieplenia klimatu. Dlatego odpowiednia wiedza na ten temat może pozwolić przewidywać potencjalne reakcje organizmów na zmieniające się warunki środowiskowe spowodowane zmianami klimatu. Sukces reprodukcyjny ptaków, a także wielu innych organizmów, jest silnie uzależniony od warunków klimatycznych występujących w okresach związanych z reprodukcją. U ptaków, inkubacja jest istotnym elementem opieki rodzicielskiej, na którą szczególnie duży wpływ mają zewnętrzne warunki termiczne. Temperatura otoczenia wpływa na wydatek energetyczny inkubujących samic, ponieważ niższe temperatury wymuszają zwiększoną wydajność inkubacji ze względu na potrzebę utrzymania stabilnej temperatury dla prawidłowego rozwoju zarodka. Tak więc temperatura otoczenia ma ogromny wpływ na zachowanie inkubacyjne samic (tj. całkowity czas spędzony w gnieździe i częstotliwość przerw w inkubacji związanych ze zdobywaniem pożywienia poza gniazdem), co w konsekwencji może wpływać, zarówno na rozwój prenatalny, jak i postnatalny potomstwa. Faktycznie wcześniejsze badania wykazały, że zmiana temperatury inkubacji jaj może wpływać na trajektorie rozwojowe potomstwa i efekcie skutkować pogorszeniem lub poprawą cech związanych z dostosowaniem, takich jak czas osiągnięcia dojrzałości fizjologicznej, rozmiar ciała lub efektywność układu odpornościowego. W związku z tym oczekuje się, że zmiany temperatury otoczenia doświadczane przez inkubujące samice spowodują również zmiany w ich zachowaniach inkubacyjnych, co z kolei powinno mieć wpływ na udatność potomstwa. Badania te miały na celu przetestowanie tej hipotezy poprzez określenie

wpływu manipulacji temperaturą w budce lęgowej podczas inkubacji na zachowanie inkubujących samic oraz rozwój potomstwa po wykluciu u muchołówki białoszyjej. Osiągnięto to poprzez zwiększenie temperatury w budkach lęgowych wśród połowy gniazdujących samic (lęgi podgrzewane) i pozostawienie reszty budek lęgowych bez takiej manipulacji temperaturą (lęgi kontrolne). Następnie oceniono zachowania inkubacyjne samic i przeprowadzono pomiary potomstwa w okresie ich rozwoju postnatalnego. Manipulacja mikroklimatem w obrębie gniazda umożliwiła zbadanie zarówno zachowań inkubacyjnych samicy, jak i wpływu tego zabiegu na temperaturę inkubacji jaj i dalszy rozwój potomstwa. Ponieważ wydajność inkubacji oraz wydatki energetyczne samic zależą od temperatury otoczenia, można oczekiwać, że samice z ogrzewanych gniazd powinny zmienić swoje wzorce inkubacji skutkujące zmniejszeniem wysiłku inkubacyjnego w ogrzewanych, ale nie w kontrolnych budkach lęgowych. Podwyższona temperatura w budkach lęgowych powinna również wpływać na rozwój potomstwa, ponieważ zarodki rozwijające się w wyższych temperaturach inkubacji mogą potrzebować mniej energii i potencjalnie wykluwać się z większym zapasem zasobów energetycznych, co z kolei powinno pozytywnie wpływać na udatność potomstwa pochodzącego z lęgów ogrzewanych w porównaniu do lęgów kontrolnych. Eksperyment powiódł się, ponieważ temperatura wewnątrz ogrzewanych budek lęgowych była o 2,5 °C wyższa niż w budkach kontrolnych. Zgodnie z przewidywaniami, samice z lęgów ogrzewanych spędzały mniej czasu w budce lęgowej podczas inkubacji jaj i miały więcej przerw w inkubacji w porównaniu z samicami z lęgów kontrolnych; jednak średnia długość tych przerw nie różniła się między grupami. Nie było różnic w temperaturze inkubacji jaj. Co więcej, potomstwo pochodzące z lęgów ogrzewanych miało większą masę ciała w 12 dniu po wykluciu niż potomstwo z lęgów kontrolnych, przy czym nie było takich różnic w masie ciała u 2-dniowych piskląt. Badanie to wykazało, że warunki mikroklimatyczne doświadczane przez samice wpływają na ich zachowania inkubacyjne, ale nie oddziałują na temperaturę inkubowanych jaj, co wskazuje, że samice stanowią bufor dla zewnętrznych warunków abiotycznych, utrzymując tym samym stabilne warunki termiczne dla rozwoju zarodka. Co ważniejsze, wykazano, że takie zmiany w zachowaniu samic miały wpływ na rozwój potomstwa po wykluciu. Wyniki te sugerują, że wyższe temperatury w budkach lęgowych zmniejszyły koszty energetyczne inkubujących samic, co ostatecznie pozwoliło im na przeniesienie części zaoszczędzonych zasobów na czas postnatalnej opieki nad potomstwem. Badania te pokazują, że abiotyczne warunki środowiskowe doświadczane przez matki podczas prenatalnego etapu rozwoju potomstwa

mogą być przenoszone na kolejny etap jego rozwoju, z dalszymi konsekwencjami dla ich dostosowania.

PUBLIKACJA C5

Drapieżniki, podobnie jak pasożyty i patogeny, mogą również odgrywać znaczącą rolę w indukowaniu efektów matczynych, a tym samym pośrednio wpływać na fenotyp potomstwa. Takie niekonsumpcyjne oddziaływania drapieżników na ofiary wydają się być powszechnym zjawiskiem, gdyż zostały udokumentowane dla różnych grup zwierząt. Wcześniejsze badania pokazały, że postrzegane ryzyko drapieżnictwa wpływa na ekspresję cech historii życia, które są kluczowe dla dostosowania, a więc liczby i wielkości produkowanego potomstwa. W przypadku ptaków, postrzegane ryzyko drapieżnictwa przed lub w trakcie produkcji jaj zmienia całościową inwestycję matki w jaja, powodując zmiany w wielkości lęgu lub jakości jaj (tj. wielkość i/lub składzie jaj). Samice zazwyczaj zmniejszają swoje inwestycje w lęgi lub pojedyncze jaja (mniej jaj w lęgu lub mniejsze jaja) ze względu na potencjalne ryzyko drapieżnictwa, zwłaszcza gdy dotyczy ono jaj lub piskląt. Z drugiej strony istnieją przykłady, w których ryzyko drapieżnictwa prowadziło do zwiększonej inwestycji w jaja. Takie zmiany w inwestycjach reprodukcyjnych wynikające z postrzeganego ryzyka drapieżnictwa są również obserwowane podczas wychowywania potomstwa. Istnieją dowody na to, że niekonsumpcyjne efekty ryzyka drapieżnictwa postrzeganego na etapie wychovu piskląt mogą skutkować zmniejszeniem tempa karmienia piskląt lub ograniczeniem obecności rodziców przy lęgu, obniżając w ten sposób liczbę wyprodukowanego potomstwa lub jego kondycję. W większości badań nad wpływem ryzyka drapieżnictwa na decyzje reprodukcyjne u ptaków wykorzystywano bezpośrednie wizualne, słuchowe lub zapachowe sygnały obecności drapieżników, takie jak żywe drapieżniki, atrapy drapieżników z ich nawoływaniami lub bez nich, zapach drapieżnika itp. W przeciwieństwie do tego, w nielicznych badaniach zbadano pośredni wpływ obecności drapieżników, takich jak zwłoki ofiar lub ich szczątki, na zachowanie potencjalnych ofiar, wskazując, że takie pośrednie wizualne sygnały aktywności drapieżników skutkują zmianami zachowania osobników. W tym kontekście, stopy piór pozostające po ptasich ofiarach w wyniku pochwycenia i zabicia ofiary przez drapieżne ptaki i ssaki, mogą stanowić informację publiczną o potencjalnym ryzyku drapieżnictwa. W swoich badaniach testowałem hipotezę, że dorosłe ptaki postrzegają stopy piór jako wiarygodne informacje o aktywności drapieżników i wykorzystują je do modyfikowania swoich decyzji reprodukcyjnych. Aby to zbadać, przeprowadzono eksperymentalną

manipulację poziomem postrzeganego ryzyka drapieżnictwa przed i w trakcie składania jaj w populacji sikory bogatki. Na badanym obszarze znajdowały się trzy rodzaje powierzchni, każda z podobną liczbą budek lęgowych, tj. powierzchnie z zabiegiem, powierzchnie z kontrolą proceduralną i powierzchnie ze zwykłą kontrolą. Na powierzchniach z zabiegiem stopy z białych piór gęsi domowej (głównie puchu) były umieszczane na ściółce leśnej, aby naśladować naturalne miejsca drapieżnictwa lub konsumpcji ptasiej zdobyczy przez jastrzębiowe z rodzaju *Accipiter sp.* Na powierzchniach z kontrolą proceduralną umieszczano jasne zrębki, aby oddzielić wpływ piór na decyzje reprodukcyjne od ogólnych skutków eksperymentu, np. wynikających z zakłóceń w siedlisku spowodowanych pojawieniem się w nim nowych elementów. Powierzchnie ze zwykłą kontrolą były pozbawione jakichkolwiek procedur eksperymentalnych. Następnie zmierzono szereg parametrów lęgowych, w tym datę zniesienia, wielkość lęgu, wielkość i kształt jaja, datę wylęgu, liczbę piskląt i kondycję potomstwa. Oczekiwano, że ptaki z powierzchni z zabiegiem (tj. eksponowanych na stopy piór) będą unikać gniazdowania tamże, opóźnić rozpoczęcie lęgów lub zmniejszać inwestycje w potomstwo w porównaniu z powierzchniami z kontrolą proceduralną i zwykłą kontrolą. Eksperyment wpłynął jedynie na inwestycje matek w poszczególne jaja, ale nie miał wpływu na pozostałe parametry reprodukcyjne. Samice z grupy z zabiegiem składały większe i bardziej spiczaste jaja niż samice z grupy kontrolnej zwykłej. Co więcej, samice z kontroli proceduralnej składały większe jaja w porównaniu do samic z grupy kontrolnej zwykłej, ale bez takich różnic w przypadku kształtu jaj. Jednakże samice z grup z zabiegiem i z kontrolą proceduralną nie różniły się wielkością ani kształtem jaj. Chociaż nie stwierdzono wpływu eksperymentu na kondycję potomstwa, to jednak kształt jaja przewidywał masę ciała u 14-dniowych piskląt, niezależnie od grupy eksperymentalnej. Wyniki tych badań wskazują, że samice sikory bogatki mogą postrzegać pióra i zrębki jako wskazówki informacyjne o potencjalnych zagrożeniach lub przydatności siedlisk, ale także traktować je jako stresory środowiskowe. Niestety, uzyskane wyniki z tego eksperymentu nie pozwoliły na rozróżnienie tych możliwości ze względu na fakt, że nie było różnic w prenatalnych inwestycjach matczynych między zabiegiem a kontrolą proceduralną. Co jednak ważne, samice zmieniły swoje decyzje reprodukcyjne pod wpływem eksponowanych sygnałów, co znalazło swoje odzwierciedlenie w odmiennych inwestycjach matczynych w jaja. Sugeruje to, że indukowane przez środowisko prenatalne efekty matczyne mogą być przystosowawczą odpowiedzią na specyficzne warunki środowiskowe doświadczane przez samicę w celu zwiększenia udatności potomstwa.

Jednakże zaobserwowane różnice w charakterystyce jaj pomiędzy grupami eksperymentalnymi mogą wpływać na dostosowanie potomstwa (masa ciała piskląt przed wylotem z gniada jest czynnikiem przewidującym przeżywalność i rekrutację u sikory bogatki) tylko pośrednio poprzez efekt kształtu jaja.

PODSUMOWANIE

Zaprezentowane tutaj badania stanowiące osiągnięcie habilitacyjne dotyczą istotnej kwestii z punktu widzenia biologii ewolucyjnej, a mianowicie przyczyn i konsekwencji zmienności fenotypowej osobników, co ma niebagatelne znaczenie dla zrozumienia podstawowych procesów ekologicznych i ewolucyjnych zachodzących w populacjach organizmów żywych. Jak wykazałem warunki środowiskowe na wczesnych etapach życia osobników, w znacznym stopniu kreowane przez matki, mają kluczowe znaczenie dla kształtowania zmienności fenotypowej osobników potomnych. W pracach ujętych w cyklu publikacji pokazałem, że prenatalne efekty matczyne indukowane przez środowisko życia matek mogą w istotny sposób determinować rozwój i udatność potomstwa, a w rezultacie wpływać na jego dostosowanie. W pierwszych trzech pracach (PUBLIKACE C1-C3) skupiłem się na prenatalnych efektach matczynych indukowanych obecnością patogenów w środowisku. Poprzez eksperymentalną ekspozycję matek na specyficzne antygeny, naśladującą naturalną aktywację systemu odpornościowego gospodarza, otrzymałem wgląd we wzorzec alokacji matczynej przeciwiał do jaj oraz rolę jaką te prenatalne efekty matczyne odgrywają w rozwoju cech morfologicznych, fizjologicznych i behawioralnych potomstwa. Po pierwsze, dostarczyłem nowych dowodów na zróżnicowany transfer matczynych przeciwiał do jaj zależny od płci potomstwa i kolejność złożenia jaj w lęgu. Po drugie, przedstawiłem pierwsze dowody na to, że immunizacja samicy może skutkować zróżnicowanym rozwojem i udatnością potomstwa żeńskiego i męskiego. Po trzecie stwierdziłem, że indukowane przez patogeny prenatalne efekty matczyne wchodzi w interakcję z postnatalnym środowiskiem odchowu piskląt, w kluczowy sposób modyfikując ich wpływ na wzrost i funkcje odpornościowe potomstwa. W ten sposób udało mi się po raz pierwszy wykazać, iż prenatalne immunologicznie mediowane efekty matczyne mogą przynosić korzyści związane z dostosowaniem szczególnie w przypadku potomstwa wychowującego się w niekorzystnych postnatalnych warunkach środowiskowych, zaś nie wnosić takich benefitów, kiedy potomstwo wychowuje się w warunkach optymalnych. Po czwarte, udokumentowałem, że rozwój cech behawioralnych jest przede wszystkim determinowany przez postnatalne warunki wychowania piskląt,

natomiast niekoniecznie zależy od prenatalnych immunologicznie mediowanych efektów matczynych. W szerszym kontekście wyniki zawarte w tych pracach są ważne z uwagi na rolę jaką mogą pełnić indukowane przez patogeny prenatalne efekty matczyne w kształtowaniu ewolucji interakcji gospodarz-pasożyt, ale także z powodu ich potencjalnego znaczenia dla zrozumienia dynamiki rozprzestrzenienia się chorób, czy też zależnej od płci i warunków środowiska podatności na patogeny lub pasożyty. W kolejnych pracach (PUBLIKACJA C4 i C5) badałem jak temperatura otoczenia oraz sygnały środowiskowe związane z obecnością stresorów oddziałują na zachowanie i inwestycje reprodukcyjne samic, a w konsekwencji jak te zmiany wpływają na rozwój potomstwa. I tak, eksperymentalna manipulacja temperaturą w budce lęgowej (omówiona w PUBLIKACJI C4) pozwoliła wykazać, iż wzrost temperatury otoczenia ma istotne znaczenie dla zachowań inkubacyjnych samic, z dalszymi skutkami dla udatności jej potomstwa. Z punktu widzenia szerszej perspektywy biologicznej wyniki te pokazują, jak ocieplenie klimatu, a w szczególności ekstremalne fale upałów mogą potencjalnie wpływać na reprodukcje u ptaków. Wiedza taka jest istotna dla przewidywania reakcji organizmów na zmiany klimatyczne oraz zrozumienia jaki jest ich potencjał przystosowawczy do tych zmian. W ostatniej pracy (PUBLIKACJA C5) pokazałem, że matki są w stanie percypować stresory obecne w środowisku i adekwatnie na nie odpowiadać poprzez zmianę decyzji reprodukcyjnych związanych z modyfikowaniem matczynej inwestycji w jaja. Mimo braku bezpośrednich efektów stresorów środowiskowych na rozwój potomstwa, taki pośredni wpływ był związany z kształtem jaj, który był dodatnio skorelowany z masą ciała piskląt tuż przed wylotem z gniazda. Wyniki te dostarczają ciekawych dowodów na to, że nie tylko wielkość jaja, ale i jego kształt mogą mieć istotny wpływ na cechy związane z dostosowaniem potomstwa. W szerszym sensie wyniki zawarte w tych badaniach mogą pomóc zrozumieć reakcje behawioralne i fizjologiczne osobników na czynniki stresujące pochodzenia biotycznego i abiotycznego oraz reprodukcyjne konsekwencje tych odpowiedzi na te stresory u ptaków. Reasumując uważam, że wyniki badań przedstawione w moim osiągnięciu habilitacyjnym znacząco przyczyniają się do rozwoju biologii, w szczególności w odniesieniu do ekologii ewolucyjnej i behawioralnej ptaków.

4.2. Pozostałe osiągnięcia

Podane w tekście odnośniki literowo-cyfrowe stanowią indywidualne oznaczenia publikacji wymienionych w wykazie osiągnięć naukowych wnioskodawcy (załącznik 4 do wniosku).

OKRES PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA

Jeszcze przed studiami magisterskimi, rozwijając swoje zainteresowania biologiczne, rozpocząłem badania nad występowaniem i liczebnością ptaków w okolicach Tarnowa, które kontynuowałem w trakcie studiów. Badania te zaowocowały kilkoma publikacjami w krajowych periodykach poświęconych ornitologii i ochronie przyrody [P24-P29]. W późniejszym okresie podczas studiów doktoranckich dane te posłużyły także do przygotowania publikacji z listy JCR na temat znaczenia głównych typów siedlisk dla kształtowania bogactwa gatunkowego ptaków w skali krajobrazu [P2] oraz napisania rozdziału w monografii książkowej na temat ostoi ptaków o znaczeniu międzynarodowym w Polsce [R1]. Mimo, że badania te miały głównie charakter faunistyczny i były ograniczone regionalnie do Ziemi Tarnowskiej, wniosły ważny wkład w poznanie i udokumentowanie różnorodności gatunkowej ptaków i liczebności ich populacji na tym obszarze, z uwagi na brak wcześniejszych dokładnych opracowań na ten temat z tego rejonu kraju. Podczas studiów magisterskich współuczestniczyłem w badaniach nad biologią lęgową i ekologią mew, kontynuując je także na studiach doktoranckich i po obronie doktoratu, co w efekcie zaowocowało kilkoma publikacjami. Badania te pokazały, że ekspansywne kolonijne gatunki mew osiągają wysoki sukces lęgowy na nowo zasiedlonych terenach śródlądowych, a na skutek silnego wzrostu ich populacji wypierają rodzime gatunki mew oraz innych ptaków wodno-błotnych [P1]. Udokumentowały, że wypieranie rodzimych gatunków jest rezultatem wcześniejszego przystępowania do lęgów przez ekspansywne mewy białogłowe *Larus cachinnans*, ale także wynikiem bezpośrednich interakcji międzygatunkowych oraz spychania rodzimych gatunków do nieoptymalnych miejsc lęgowych, skutkując u nich zmianami w behawiorze rozrodczym, a w efekcie prowadząc do obniżenia lub braku sukcesu reprodukcyjnego [P10-P11]. Pozwoliły opisać wzorce przemieszczeń mew białogłowych i wykazać, że przemieszczenia tych mobilnych ptaków są w pewnym stopniu kształtowane przez czynniki krajobrazowe, zwłaszcza w pobliżu żerowisk [P4]. Poza tym wykazały, że mewy mogą odznaczać się wysoką plastycznością w wyborze miejsc do gniazdowania [P3]. Po ukończeniu studiów magisterskich i rozpoczęciu studiów doktoranckich zacząłem rozszerzać swoje

zainteresowania badawcze o zagadnienia związane z ekologią ewolucyjną i behawioralną oraz immunologią ekologiczną. W szczególności zainteresowany byłem efektami matczynymi, zróżnicowaną inwestycją w potomstwo płci męskiej i żeńskiej, funkcjonowaniem odporności w odniesieniu do warunków środowiskowych, a także strategiami reprodukcyjnymi. Poza badaniami związanymi z doktoratem dotyczących transferu przeciwciał do jaj i jego znaczenia dla rozwoju piskląt, angażowałem się w inne projekty. I tak, na podstawie badań w miejskiej populacji kosa w Krakowie przygotowałem pracę, w której pokazałem, że matczyzna inwestycja w jaja (rozumiana jako całkowita ilość zasobów determinowana wielkością jaj) zależy zarówno od płci zarodka, jak i kolejności zniesienia jaja w lęgu [P5]. Praca ta pokazuje jak samice mogą faworyzować potomstwo, które przynosi większe oczekiwane korzyści w sensie dostosowania. Ponadto, w badaniach na laboratoryjnych zeberkach, po raz pierwszy udało się ujawnić, że samice dostosowują swój wysiłek reprodukcyjny w zależności od genetycznego podobieństwa ich partnerów socjalnych [P6] oraz pokazały związek między siłą odpowiedzi immunologicznej a jej międzypokoleniowymi kosztami związanymi z dostosowaniem [P9].

OKRES PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA

Po uzyskaniu stopnia doktora kontynuowałem badania związane z prenatalnymi efektami matczynymi oraz angażowałem się we współpracę naukową dotyczącą innych zagadnień. Przede wszystkim brałem udział w badaniach dotyczących modraszka telejusa *Phengaris teleius*, co zaowocowało trzema publikacjami wnoszącymi ważny wkład w poznanie i zrozumienie ekologii tego zagrożonego gatunku motyla. Wykazały one, że infekcja grzybicza rośliny żywicielskiej, poprzez wpływ na cechy morfologiczne tej rośliny pośrednio oddziałuje na liczebność larw żerujących w kwiatach roślin żywicielskich oraz ich kondycję [P18]. Ujawniły różnice w strukturze genetycznej populacji tego motyla zasiedlających Azję i Europę, wskazując, że główne przyczyny tych różnic mają swój początek w odmiennej strukturze zajmowanych siedlisk w Europie i Azji [P19]. Pokazały, że populacje modraszka zasiedlające Małopolskę są wolne od pasożytniczej *Wolbachii* [P17]. Uczestniczyłem też w badaniach związanych z bioróżnorodnością, które wniosły wkład do zrozumienia czynników kształtujących różnorodność gatunkową ptaków w większych skalach przestrzennych [P13-P14, P16] oraz poznania wzorców śmiertelności owadów na drogach [P12]. Współpracowałem również przy przygotowaniu pracy przeglądowej, w której podsumowano aktualną wiedzę na temat roli ruchomych

elementów w genomie (transpozonów) w ewolucji chromosomów płci [P15]. W ostatnich latach szczególne zainteresowanie wzbudziły u mnie zagadnienia związane z wpływem zmian klimatu i warunków pogodowych na ptaki. Oprócz dotyczącej tego tematu artykułu ujętego w cyklu publikacji, brałem udział w pracy, która pokazała na podstawie długoterminowych danych, że warunki pogodowe podczas odchowu piskląt mają odmienny wpływ na potomstwo wychowujące się w powiększonych i kontrolnych lęgach, co sugeruje, że wzajemne oddziaływanie warunków pogodowych oraz postnatalnego środowiska odchowu ma istotne znaczenie z punktu widzenia rozwoju i kondycji potomstwa [P21]. Ponadto brałem udział w globalnej porównawczej analizie międzygatunkowej, która po raz pierwszy empirycznie wykazała, że prawa Bergmana i Allena są wobec siebie komplementarne, gdzie interakcja tych dwóch procesów kształtuje ewolucję wielkości ciała oraz długości dzioba i skoku u ptaków w odpowiedzi na doświadczane warunki termiczne [P22]. Ostatnio, wykorzystując długoterminowe dane o indywidualnych historiach życia osobników wykazałem, iż zależne od wieku wzorce reprodukcji u krótko żyjących ptaków wróblowych są modyfikowane przez doświadczane w ich dorosłym życiu warunki środowiskowe [P23]. Praca ta ma ważne implikacje dla zrozumienia jak interakcja między środowiskiem, a wiekiem determinuje reprodukcję u ptaków. Dostarcza ona dowodów na to, że środowisko doświadczane podczas dorosłego życia oddziałuje na zależne od wieku wzorce reprodukcji nie tylko u ptaków długo żyjących (na co wskazywały dotychczasowe badania), ale również u tych krótko żyjących gatunków.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

Podane w tekście odnośniki literowo-cyfrowe stanowią indywidualne oznaczenia publikacji, konferencji, grantów i staży wymienionych w wykazie osiągnięć naukowych wnioskodawcy (załącznik 4 do wniosku).

OKRES PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA

Od momentu rozpoczęcia studiów magisterskich na kierunku biologia aż do chwili obrony pracy doktorskiej związany byłem z Instytutem Nauk o Środowisku Wydziału Biologii i

Nauk o Ziemi Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie (lata 1996-2011). Ten okres mojej aktywności badawczej, obejmujący studia magisterskie i doktoranckie oraz pracę na etacie, zaowocował opublikowaniem 8 oryginalnych artykułów naukowych w czasopiśmie z listy Journal Citation Reports (JCR), w tym jednego wchodzącego do cyklu publikacji [C1, P1-P7], kolejno 5 oryginalnych prac naukowych w czasopiśmie recenzowanych spoza listy JCR [P24-P29], jednego rozdziału w monografii [R1] oraz 3 rozdziałów w książkowej pozycji popularno-naukowej [R2-R4]. Z tego okresu posiadam także 15 abstraktów z konferencji krajowych i zagranicznych [K1-K15]. Poza tym kierowałem w tym okresie jednym projektem badawczym [G2], w 3 innych projektach byłem wykonawcą [G1, G3-G4] oraz odbyłem jeden krótkoterminowy staż zagraniczny na Uniwersytecie w Jyväskylä w Finlandii [S1].

OKRES PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA

Po obronie pracy doktorskiej rozpocząłem pracę na etacie w Instytucie Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk (IOP PAN), z którym to instytutem jestem zawodowo związany do chwili obecnej (lata 2011-2023). W czasie pracy naukowej w tej jednostce opublikowałem 13 oryginalnych artykułów naukowych w czasopiśmie z listy JCR, w tym jeden wchodzący do cyklu publikacji [C5, P8-P12, P15-P17, P19-P22], a także jeden artykuł popularno-naukowy [P30]. Z tego okresu posiadam również 4 abstrakty z konferencji krajowych i międzynarodowych [K16-K19]. Ponadto, w czasie pracy w IOP PAN byłem wykonawcą w jednym projekcie badawczym finansowanym przez NCN [G6], kierowałem instytutowym mini-grantem [G7] oraz odbyłem krótką wizytę badawczą (rok 2019) na Uniwersytecie w Uppsali w Szwecji [S3]. Ponadto, w trakcie pracy w IOP PAN miałem dwie dłuższe przerwy wynikające z prowadzenia aktywności badawczej w innych jednostkach naukowych. Pierwsza przerwa związana była z odbywaniem długoterminowego krajowego stażu podoktorskiego (lata 2012-2015) na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu [S2], podczas którego realizowałem (jako kierownik) projekt badawczy finansowany przez NCN [G5]. Realizacja tego projektu i odbyty staż zaowocowały opublikowaniem 6 artykułów naukowych w czasopiśmie z listy JCR, w tym 2 artykułów ujętych w cyklu publikacji [C2-C3, P13-P14, P18]. Druga przerwa związana była z odbywaniem 6-miesięcznego stażu zagranicznego (rok 2020) na Uniwersytecie w Uppsali w Szwecji [S4], gdzie realizowałem projekt badawczy w ramach otrzymanego stypendium z NAWA [G7]. Na ten moment odbyty staż i realizacja projektu

doprowadziły do opublikowania 2 oryginalnych artykułów naukowych w czasopismach z listy JCR, w tym jednego włączonego do głównego osiągnięcia habilitacyjnego [C4, P23].

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

Podane w tekście odnośniki literowo-cyfrowe stanowią indywidualne oznaczenia publikacji wymienionych w wykazie osiągnięć naukowych wnioskodawcy (załącznik 4 do wniosku).

OKRES PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA

W czasie studiów magisterskich (lata 1996-2002) z ramienia Małopolskiego Towarzystwa Ornitologicznego (MTO) współprowadziłem szkoleniowo-edukacyjne obozy ornitologiczne dla dzieci, młodzieży i nauczycieli szkół podstawowych i średnich na stawach rybnych w Spytkowicach koło Zatora (woj. małopolskie). W tym okresie angażowałem się również w prowadzenie prelekcji na temat ptaków w szkołach podstawowych w Krakowie i poza nim, a także realizowaniem kursów szkoleniowych na temat biologii i ekologii ptaków dla nauczycieli z tych szkół. Ponadto, brałem też udział w opracowaniu rozdziałów w książce popularno-naukowej o ptakach z przeznaczeniem dla nauczycieli [R2-R4]. W latach 2005-2007 w ramach studiów doktoranckich na Uniwersytecie Jagiellońskim prowadziłem zajęcia dydaktyczne dla studentów biologii i geologii. Zajęcia te obejmowały ćwiczenia z następujących kursów (przedmiotów): „Statystyka”, „Biologia wybranych grup zwierząt – ptaki”, „Ptaki – identyfikacja w terenie”. Ponadto w czasie studiów doktoranckich i pracy na Uniwersytecie Jagiellońskim sprawowałem nieformalną opiekę merytoryczną nad studentami i doktorantami przygotowującymi swoje prace licencjackie, magisterskie i doktorskie, głównie w zakresie realizacji ich projektów badawczych na laboratoryjnej populacji zeberek (co wynikało z faktu, że byłem przez kilka lat osobą odpowiedzialną za prowadzenie całej hodowli zeberek i wykonywane w niej eksperymenty badawcze). W okresie przygotowywania doktoratu zaprezentowałem także kilka prezentacji na seminariach zakładowych i instytutowych (przede wszystkim na Uniwersytecie Jagiellońskim i raz na Uniwersytecie Wrocławskim). Ponadto w ramach działalności organizacyjnej w latach 1997-2006 jako wybrany członek Rady MTO przez dwie kadencje pełniłem funkcję sekretarza.

OKRES PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA

Po obronie doktoratu z uwagi na pracę w instytucie naukowym Polskiej Akademii Nauk oraz realizację projektów typowo badawczych w innych jednostkach naukowym, nie prowadzenia zajęć dydaktycznych. Moja działalność edukacyjna i popularyzatorska obejmowała pojedyncze wystąpienia seminaryjne w Instytucie Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk (IOP PAN) i na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu, wywiad w radio na temat prowadzonych badań, napisanie jednego artykułu popularnonaukowego [P30] oraz przygotowywanie krótkich informacji popularnonaukowych na temat opublikowanych badań na stronie internetowej instytutu i jego profilu w mediach społecznościowych. Z kolei, moja działalność organizacyjna obejmowała członkostwo w Radzie Naukowej IOP PAN w latach 2019-2022, do której zostałem wybrany jako przedstawiciel młodych pracowników naukowych. W ramach tego członkostwa pełniłem funkcje członka komisji rewizyjnej (przygotowywanie i prowadzenie głosowań, protokołowanie), a także kilkakrotnie zastępowałem sekretarza Rady (protokołowanie obrad). Ponadto od roku 2019 do chwili obecnej pełnię funkcję sekretarza w Komisji ds. Przeprowadzania Przewodów Doktorski w IOP PAN (weryfikacja dokumentów i protokołowanie).

7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.

PLANY NA PRZYSZŁOŚĆ

Moje plany na najbliższą przyszłość to wystąpienie z wnioskami o finansowanie projektów badawczych do Narodowego Centrum Nauki. Jeden z proponowanych tematów będzie dotyczyć wpływu skróconej przewidywanej długości życia na skutek ekspozycji na patogen na decyzje reprodukcyjne (angażowanie się w kojarzenia pozapartnerskie i pasożytnictwo lęgowe) u samic ptaków wróblowych. Drugi temat będzie dotyczyć interakcji pomiędzy indukowanymi przez patogen prenatalnymi efektami matczynymi a eksperymentalnie manipulowanymi warunkami termicznymi w trakcie lęgów (na różnych etapach) na rozwój i funkcjonowanie odporności potomstwa u ptaków. Poza tym będę rozwijał i kontynuował badania związane z kształtem jaj u ptaków, tj. przyczynami jego zmienności i znaczeniem dla rozwoju i dostosowania potomstwa na poziomie populacji.

Mam nadzieję nadal kontynuować współpracę z prof. Larsem Gustafssonem z Uniwersytetu w Uppsali w zakresie badań dotyczących zależnych od wieku wzorców reprodukcji u ptaków oraz długoterminowego wpływu czynników klimatycznych na populacje ptaków.



.....
(podpis wnioskodawcy)