

Prof. dr hab. Jan R.E. Taylor
Wydział Biologii
Uniwersytet w Białymstoku
ul. Ciołkowskiego 1J,
15-245 Białystok
e-mail: taylor@uwb.edu.pl

Białystok, 26 września 2023

Recenzja

Osiągnięcia naukowego zatytułowanego

„Wpływ warunków środowiskowych i genetycznych na cechy związane z dostosowaniem ptaków wróblowych”

autorstwa Pani **dr Anety Arct**

w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Sylwetka habilitantki

Dr Aneta Arct jest aktywną naukowo biologką, której dziedziną badań jest ekologia ewolucyjna i behawioralna oraz genetyka ptaków w okresie lęgowym. Tematyki tej dotyczyła praca doktorska „Female choice for indirect benefits in passerine bird species” obroniona na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi UJ w roku 2013, po której to obronie dr Aneta Arct została zatrudniona jako asystent naukowy w Instytucie Nauk o Środowisku UJ. Od roku 2016 do chwili obecnej pracuje w tym Instytucie, a równolegle, od 2019 r. do chwili obecnej – jako adiunkt naukowy w Instytucie Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN w Krakowie. W latach 2018–2020 (według załącznika 3) lub w latach 2018–2022 (według załącznika 4) przebywała na stażu podoktorskim na Uniwersytecie w Uppsali, prowadząc badania terenowe na Gotlandii. Najwyraźniej ta różnorodność doświadczeń, podobnie jak umiejętność współpracy naukowej, pozwala dr Anecie Arct na prowadzenie interdyscyplinarnych badań dotyczących przede wszystkim zmienności genetycznej, jej znaczenia dla dostosowania piskląt i ich rodziców oraz czynników środowiska, które wpływają na cechy związane z dostosowaniem. Obiektem większości prac Habilitantki jest sikora modra, *Cyanistes caeruleus* – modelowy gatunek wróblowy, dogodny do badań prowadzonych w warunkach naturalnych.

Badania prowadzone przez dr Anetę Arct zaowocowały 22 pracami w międzynarodowych czasopismach znajdujących się na liście Journal Citation Reports. O wejściu tych publikacji do międzynarodowego obiegu świadczy najlepiej ich łączna liczba 304 cytowań (bez autocytowań, wg Scopus) i indeks Hirscha równy 10 (w chwili złożenia wniosku). Łączny Impact Factor tych publikacji wynosi 60.649 (47.533 po uzyskaniu stopnia doktora), a suma punktów MEiN jest równa 1870 (1460 po doktoracie).

Osiągnięcie naukowe

Dr Aneta Arct jako swoje osiągnięcie naukowe, będące podstawą postępowania habilitacyjnego, przedstawiła zestaw pięciu artykułów naukowych opublikowanych w latach 2017–2022. Habilitantka jest pierwszym i korespondencyjnym autorem czterech z nich.

1. Arct, A., Sudyka, J., Podmokła, E., Drobnik, S. M., Gustafsson, L., Cichoń, M. 2017. Heterozygosity–fitness correlations in blue tit nestlings (*Cyanistes caeruleus*) under contrasting rearing conditions. *Evolutionary Ecology*, 31(5), 803-814.
2. Arct, A., Drobnik, S. M., Mellinger, S., Gustafsson, L., Cichoń, M. (2019). Parental genetic similarity and offspring performance in blue tits in relation to brood size manipulation. *Ecology and Evolution*, 9(18), 10085-10091.
3. Arct, A., Drobnik, S.M., Dubiec, A., Martyka, R., Sudyka, J., Gustafsson, L. Cichoń, M., 2022. The interactive effect of ambient temperature and brood size manipulation on nestling body mass in blue tits: an exploratory analysis of a long-term study. *Frontiers in Zoology*, 19(1), 1-8.
4. Arct, A., Martyka, R., Drobnik, 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(1), 263-272.

5. Drobniak, S. M., Sudyka, J., Cichoń, M., Arct, A., Gustafsson, L., Lutyk, D., Janas, K. 2022. Differential effects of steroid hormones on levels of broad-sense heritability in a wild bird: possible mechanism of environment \times genetic variance interaction? *Heredity*, 128(1), 63-76.

Międzynarodowe czasopisma, w których zostały opublikowane prace mają wysoką rangę; ich Impact Factor (2021 r.) to kolejno: 2.074, 3.167, 3.300, 1.816 i 3.832, a przyznana przez Ministerstwo punktacja to odpowiednio: 70, 100, 140, 140 i 140 punktów.

Wszystkie przedstawione prace są, jak to zwykle w obecnych czasach, wieloautorskie. Według deklaracji Autorki, jak również informacji zawartych w samych publikacjach, dr Aneta Arct ma jednak pierwszorzędny wkład w powstanie prac [1 do 4] (była pomysłodawcą badań, sformułowała hipotezy badawcze, miała wiodącą rolę w przeprowadzeniu badań, opracowaniu danych i przygotowaniu maszynopisów) oraz znaczący wkład w publikację [5] (w tym sformułowanie koncepcji badań i zebranie części materiałów).

Ocena osiągnięcia naukowego

Przedstawionych pięć prac dotyczy różnych aspektów biologii ewolucyjnej okresu lęgowego ptaków, lecz wspólnym i łączącym je pytaniem są czynniki genetyczne, fizjologiczne i środowiskowe, które określają dostosowanie piskląt dwóch gatunków ptaków wróblowych. Czynnikiem, którymi zajęła się Habilitantka są: zmienność genetyczna zarówno piskląt, jak i ich rodziców, temperatura powietrza oraz efekty matczyne (a więc niegenetyczne). Walorem tych prac jest fakt, że badania zostały przeprowadzone w warunkach naturalnych i nie są to zwykłe obserwacje, a eksperymenty terenowe, które dają znacznie silniejsze wnioski.

Obiektem badań w czterech z pięciu publikacji jest sikora modra. Wybór akurat tego gatunku nie jest przypadkowy. Jest to gatunek pospolity, chętnie gnieźdzący się w skrzynkach lęgowych, przez co zarówno pisklęta, jak i ich rodzice są łatwo dostępni do eksperymentowania. Ptaki dorosłe charakteryzują się przy tym stosunkowo dużą tolerancją na obecność obserwatora i manipulacje. Dodatkową zaletą jest fakt, że parametry historii życia sikory modrej są dobrze poznane, co ułatwia formułowanie hipotez i przewidywań. Sikora modra stała się więc modelowym gatunkiem w ekologii ewolucyjnej. Muchołówka białoszyja, *Ficedula albicollis*, będąca obiektem pracy [4] posiada te same zalety co sikora modra.

Dwie pierwsze prace [1, 2] poświęcone są znaczeniu zmienności genetycznej dla dostosowania. Zależność między heterozygotycznością a cechami związanymi z dostosowaniem była dotąd intensywnie badana i jej przykłady weszły do podręczników. Systematyczny przegląd przykładów zależności między heterozygotycznością a dostosowaniem osobników pochodzących z warunków naturalnych nie daje jednak jednoznacznego obrazu. Szereg autorów sugerowało, że takie zależności mogą się ujawniać w warunkach stresu środowiskowego. Dr Aneta Arct przetestowała więc tę hipotezę eksperymentalnie w pracy [1], co ma ten walor, że wyjaśnieniu takiemu poświęcono dotąd niewiele uwagi, zwłaszcza w pracach doświadczalnych (w chwili pisania tej pracy znana była tylko jedna podobna praca eksperymentalna, dotycząca sikor bogatek). W populacji sikor modrych na Gotlandii Autorka powiększała wielkość lęgów w gniazdach poprzez dodawanie piskląt z innych gniazd, co zwiększyło konkurencję o pokarm. Punktem odniesienia były lęgi niemanipulowane, w których pisklęta rozwijały się w warunkach optymalnych. Stopień heterozygotyczności oceniono na podstawie neutralnych markerów mikrosatelitarnych, zakładając, że odzwierciedlają one stan całego genomu, w tym stopień inbredu. Eksperyment ten nie wykazał, by manipulacja wielkością lęgu wpłynęła na korelację między heterozygotycznością a cechami piskląt ważnymi dla ich przeżywania (masa ciała, długość skoku, odpowiedź immunologiczna). Autorka stwierdziła jednak dodatnią korelację między heterozygotycznością a masą ciała samic w lęgu, lecz nie samców. Istotną konkluzją tej pracy jest, że w naturalnych populacjach ptaków heterozygotyczność niekoniecznie musi powodować lepsze dostosowanie nawet w niekorzystnych warunkach, a jej znaczenie jest zależne od płci i od cechy związanej z dostosowaniem.



Bardzo dobrym uzupełnieniem tych badań jest praca [2], prezentująca wpływ podobieństwa genetycznego rodziców na dostosowanie potomstwa. Istnieje szereg publikacji wykazujących, że u ptaków podobieństwo to zmniejsza dostosowanie piskląt, przede wszystkim poprzez obniżenie sukcesu klucia jaj. Znacznie mniej jest wiadomo o wpływie tego podobieństwa na dostosowanie piskląt po wykluciu i obraz jest tu niejednoznaczny. W czasie, gdy Autorka prowadziła swe badania, w sześciu pracach dotyczących ptaków wróblowatych nie stwierdzono wpływu podobieństwa rodziców na cechy piskląt związane z dostosowaniem, a w dwóch przedstawiono taki wpływ, ale tylko w niektóre lata czy określonej części sezonu lęgowego. W tej sytuacji Autorka zebrała przez trzy lata bardzo solidne dane dotyczące sikor modrych na Gotlandii, manipulując przy tym wielkością lęgu (powiększając lęgi) i stosując autosomalne markery mikrosatelitarne dla określenia podobieństwa genetycznego między rodzicami i ich potomstwem. Na tak dużym materiale Autorce udało się wykazać istotną ujemną zależność odpowiedzi immunologicznej piskląt od podobieństwa genetycznego ich rodziców, co nie zależało jednak od manipulacji wielkością lęgu. Wyniki te są cennym wkładem w dyskusję o konsekwencjach podobieństwa genetycznego rodziców dla ich potomstwa, gdyż pokazują one wyraźnie, że przynajmniej u niektórych ptaków wróblowych konsekwencje te rozciągają się na czas po wykluciu, niedługo przed opuszczeniem gniazda.

Kolejne dwie prace [3, 4] w istotny sposób uzupełniają naszą wiedzę o wpływie czynników abiotycznych – temperatury powietrza i gniazda w trakcie rozwoju piskląt na ich dostosowanie w momencie wylotu z gniazda. Wiedza na ten temat jest tym istotniejsza, że pozwala na zrozumienie zjawisk zachodzących w warunkach ocieplającego się klimatu i pozwoli przewidywać konsekwencje tych zmian dla populacji ptaków wróblowych. Co prawda, szereg dotychczasowych prac wykazało wpływ warunków pogodowych w czasie rozwoju piskląt na ich dostosowanie. Praca [3] dr Anety Arct rozszerza jednak znacznie dotychczasową wiedzę na ten temat, gdyż pokazuje, że temperatura może wejść w interakcję z takimi czynnikami środowiskowymi jak warunki opieki nad potomstwem. Praca [3] bazuje na imponującym, bo 10-letnim materiale zebranych z populacji sikor modrych na Gotlandii, w której to populacji manipulowano wielkością lęgu, powiększając w części gniazd liczbę piskląt, co miało zwiększyć konkurencję o pokarm w tych gniazdach. Walorem tej pracy jest nie tylko jej długość, co zwiększyło zakres obserwowanych temperatur (zdecydowana większość podobnych prac to badania krótkoterminowe) ale także rzadko w tym kontekście stosowane podejście eksperymentalne. Okazało się, że temperatura miała istotny wpływ na masę ciała piskląt przed wylotem z gniazda, co jest cechą związaną z dostosowaniem (przeżywalnością), przy czym istotna była interakcja między temperaturą a manipulacją. Masa ciała piskląt w powiększonych lęgach rosła wraz z temperaturą. Ważną lekcją z tej pracy jest to, że wyniki eksperymentów prowadzonych w terenie mogą zależeć od czynników fizycznych środowiska takich jak temperatura, które często nie są uwzględniane.

Bardzo oryginalny jest eksperyment przedstawiony w pracy [4], który także nawiązuje do zmian klimatu i znaczenia temperatury w okresie ogrzewania jaj przez ptaki dorosłe, zarówno dla piskląt, jak i dla samego zachowania inkubacyjnego samic. Autorka umieściła pod daszkiem skrzynki lęgowej muchołówek białoszyich (też na Gotlandii) wkład grzejny, który podnosił temperaturę w gnieździe. Samice skracaly czas inkubacji jaj w porównaniu ze skrzynkami kontrolnymi. Co jednak najważniejsze i bardzo ciekawe, pisklęta wyklute w dogrzewanych gniazdach miały większą masę ciała przed wylotem, co jest skorelowane z ich przeżywalnością. Mikroklimat w gnieździe może więc wpływać na dostosowanie piskląt, a zmiany klimatu mogą mieć daleko idące konsekwencje. Dotychczasowe podobne, nieliczne badania z eksperymentalnym podnoszeniem temperatury dały niespójne wyniki odnośnie do cech związanych z dostosowaniem piskląt – prawdopodobnie dlatego, że w pracach tych elementy grzejne były umieszczane bezpośrednio pod gniazdem i ogrzewały bezpośrednio jaja, podnosząc znacznie i w sposób nierealistyczny ich temperaturę. Niewątpliwą zaletą niniejszej pracy jest fakt, że temperatura w eksperymentalnych skrzynkach lęgowych była podnoszona o 2.5 °C, co jest w przybliżeniu równe przewidywanemu wzrostowi temperatury w bieżącym stuleciu.

W mojej ocenie, jedne z najistotniejszych naukowo wyników przynosi praca [5], dotycząca efektów matczynych. Większość naszej wiedzy o wpływie efektów matczynych na ekspresję genetycznej wariacji cech ilościowych u potomstwa pochodzi z prac hodowlanych i albo ma charakter korelacyjny, albo dotyczy indukowanych mutacji, albo genetycznych nokautów. Istnieje w literaturze znacząca luka w eksperymentalnym testowaniu znaczenia wpływu stanu fizjologicznego samicy w warunkach naturalnych na ekspresję ilościowej genetycznej wariacji cech, a więc potencjału ewolucyjnego tych cech. Autorzy publikacji [5] przeprowadzili efektowny, trwający trzy lata eksperyment na sikorach modrych na Gotlandii, jak poprzednio – w warunkach naturalnych, wprowadzając do ich jaj, wkrótce po ich złożeniu hormony steroidowe – testosteron i kortykosteron. Stanowiło to manipulację naturalnego poziomu tych hormonów przekazywanych przez samicę do jaj. Jednocześnie zastosowano przekładanie jaj między gniazdami, co umożliwiło rozdzielenie udziału efektów środowiskowych i genetycznych w wariacji fenotypowej. Autorzy udokumentowali, że pisklęta wyklute z jaj z powiększonym poziomem kortykosteronu, hormonu związanego ze stresem, wykazywały istotny spadek genetycznej wariacji długości skoku i wzrost wariacji w masie ciała. Jak podkreślają autorzy, przedstawione w tej pracy badania stanowią pierwszą próbę eksperymentalnego zidentyfikowania mechanizmów odpowiedzialnych za kształtowanie wyrażonej w fenotypie wariacji genetycznej w warunkach naturalnego środowiska.

Podsumowanie oceny osiągnięcia naukowego

W powyższym przeglądzie osiągnięcia naukowego starałem się wykazać, że przedstawione publikacje dr Anety Arct relacjonują wyniki nowatorskich badań o dużym znaczeniu naukowym. Zmienność genetyczna, którą zainteresowana jest dr Aneta Arct to jedno z najważniejszych pojęć biologii ewolucyjnej. Niewiele wiadomo, co na nią wpływa w warunkach naturalnych. We wszystkich pięciu pracach uwaga Autorki jest skupiona na cechach określających dostosowanie ptaków wróblowych i na czynnikach środowiskowych decydujących o tych cechach, co ma m.in. znaczenie dla ewolucyjnych rozważań w kontekście zmieniającego się klimatu. **Stawiane przez dr Anetę Arct ciekawe i nowatorskie hipotezy i sprawne ich weryfikowanie dowodzą dojrzałości naukowej Autorki, która zasługuje na to, by stać się samodzielnym pracownikiem nauki.**

Trzeba podkreślić, że badania dr Anety Arct wchodzące w skład osiągnięcia mają charakter interdyscyplinarny, co jest niewątpliwym ich mocną stroną. Autorka bazując na osiągnięciach ekologii ewolucyjnej, stosuje metody biologii molekularnej (np. określanie heterozygotyczności, płci piskląt), fizjologii (np. ocena odpowiedzi immunologicznej, manipulowanie poziomem hormonów w jajach) i zaawansowanej statystyki (w większości analizy wieloczynnikowe), nie mówiąc już o podstawowych metodach terenowych (chwywanie ptaków w sieci ornitologiczne, pobieranie próbek krwi). Wymagało to od Autorki opanowania wielu technik i szerokiego spojrzenia przy formułowaniu hipotez badawczych.

Charakterystycznym rysem działalności naukowej dr Anety Arct jest podejście eksperymentalne (manipulowanie wielkością lęgów, poziomem hormonów, temperaturą w skrzynkach lęgowych) w celu zróżnicowania warunków środowiskowych, co umożliwiło weryfikowanie stawianych hipotez. Trzeba podkreślić, że eksperymenty te były bardzo dobrze przemyślane, zawsze z odpowiednimi grupami kontrolnymi i przeprowadzone z dużą dbałością. Przykładem tej ostatniej jest choćby manipulowanie poziomem hormonów w jajach sikor; Autorka upewniała się czy wstrzykiwane hormony na pewno trafiają do żółtka, nastrzykując porzucone jaja barwnikami spożywczymi i po ich zamrożeniu sprawdzała, czy barwniki te znalazły się w żółtku.

Na koniec należy wspomnieć o umiejętności współpracy naukowej dr Anety Arct, w tym i współpracy międzynarodowej – wszystkie pięć prac składających się na osiągnięcie zostało wykonanych na Gotlandii, we współpracy z badaczami z uniwersytetu w Uppsali.

Działalność naukowa po doktoracie

Dr Aneta Arct w znaczący sposób powiększyła swój dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia doktora. W tym okresie, do chwili złożenia wniosku habilitacyjnego, poza artykułami wchodzącymi w skład osiągnięcia naukowego, opublikowała 13 współautorskich artykułów w międzynarodowych czasopismach (dla porównania – 5 przed doktoratem).

Szczególnie znaczącym naukowo jest wieloautorski (40 autorów) artykuł opublikowany w „Nature Communications” (Bailey et al. 2022; IF=17.694, 200 punktów), który wpisuje się w „gorący” nurt badań nad konsekwencjami zmian klimatu i pokazuje, że te populacje ptaków, które doświadczyły w ostatnich dekadach największych zmian klimatu, są najmniej wrażliwe pod względem swej fenologii lęgowej na jego zmiany. Dr Arct wykorzystała tu swe wieloletnie dane o fenologii sikor na Gotlandii.

Trzy kolejne prace, których dr Arct jest pierwszą autorką i pełniła w ich przygotowaniu wiodącą rolę dotyczą tematyki związanej z osiągnięciem. Jedną z nich, praca Arct et al. 2015 (Behavioral Ecology 26:959– 968) stanowiła przegląd na zamówienie redakcji, co jest szczególnym wyróżnieniem Autorki i wyrazem uznania jej kompetencji. Autorka przy pomocy metaanalizy wykazała dodatnią zależność między podobieństwem genetycznym rodziców a prawdopodobieństwem kopulacji samicy z samcem spoza swej pary, co jak się tłumaczy, mogłoby zwiększyć dostosowanie potomstwa samicy. Praca ta wywołała dyskusję na łamach „Behavioral Ecology”, dotyczącą przede wszystkim metod określania podobieństwa genetycznego w publikacjach uwzględnionych w metaanalizie, ale i innych ograniczeń tej analizy i jej interpretacji. Z dyskusji tej i z odpowiedzi dr Arct i współautorów na tę dyskusję wyłania się obraz naszej niewiedzy na temat mechanizmów unikania inbrodu i ich interakcji z parametrami genetycznymi populacji. Uważam, że praca Arct et al. 2015 i przeprowadzona dyskusja są „oczyszczeniem pola” i ukierunkowaniem dalszych badań nad tymi zagadnieniami.

Pozostałe prace dr Anety Arct opublikowane po doktoracie wpisują się w dwa bardzo istotne naukowo nurty; są to: 1) zależność między skracaniem się telomerów a wysiłkiem reprodukcyjnym i parametrami historii życia; 2) pasożyty z grupy Haemosporidia, w tym te wywołujące ptasią malarię. Pierwszym i korespondencyjnym autorem wszystkich czterech prac dotyczących telomerów jest Joanna Sudyka, a prac dotyczących pasożytów – Edyta Podmokła. Tylko w dwóch pracach (dotyczących telomerów) podany jest udział poszczególnych autorów; w obu rolę dr Anety Arct polegała na udziale w zbieraniu materiałów i krytycznym czytaniu maszynopisu.

Wśród tych prac jest co najmniej kilka, które nazwałbym doniosłym osiągnięciem. Pomiędzy pracami dotyczącymi telomerów wyróżnia się publikacja Sudyka et al. 2019 (Biology Letters 15:20180637), w której autorzy jako pierwsi wykazali zależność między tempem erozji telomerów a całociowym sukcesem reprodukcyjnym (liczbą piskląt) sikor modrych, czyli najlepszą miarą dostosowania. Erozja telomerów jest tu kosztem wysokiego dostosowania. W pracy Podmokła et al. 2015 (Journal of Avian Biology 46:303-306) autorzy wykryli, że samice sikor modrych, których partnerzy są zarażeni pasożytami malarii, częściej akceptują kopulacje obcych samców, co stwierdzono w badaniach genetycznych ptaków dorosłych i piskląt, a co zwiększa dostosowanie piskląt tych samic.

Podsumowując, dr Aneta Arct ma swój własny zakres tematyczny badań, w którym jest wiodącym autorem, ale współdziała z osobami wyspecjalizowanymi w innej tematyce, co daje w efekcie znaczące naukowo wyniki.

Pozostała działalność naukowa, działalność popularyzatorska i dydaktyczna

Trzeba podkreślić, że dr Aneta Arct aktywnie i z sukcesem zabiega o zewnętrzne finansowanie swych badań. Po doktoracie była kierownikiem projektu badawczego SONATA i dwukrotnie projektu OPUS Narodowego Centrum Nauki. Jest bardzo aktywna w prezentowaniu wyników



swych badań – po doktoracie brała udział w 10 konferencjach, przedstawiła 6 prezentacji ustnych i postery. Jej dorobek został dostrzeżony, gdyż dostaje do recenzji prace nadesłane do renomowanych międzynarodowych czasopism takich jak „Molecular Ecology”, „Behavioral Ecology and Sociobiology”, „Animal Behaviour”.

Dr Aneta Arct ma doświadczenia dydaktyczne – przed uzyskaniem stopnia doktora prowadziła zajęcia na UJ z etologii, ekologii behawioralnej, statystyki i identyfikacji ptaków w terenie, a po doktoracie z systematyki i ewolucjonizmu w ramach Szkoły Doktorskiej Nauk Przyrodniczych i Rolniczych.

Działalność popularyzatorska dr Anety Arct jest raczej umiarkowana. Składają się na nią cztery seminaria, dwa wykłady w ramach Krakowskiego Tygodnia Ewolucji, wywiad w TV i trzy wykłady w szkołach.

Wniosek końcowy

Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z późniejszymi zmianami, Dz. U. z 2023 r., poz. 742) w art. 219 określa wymagania wobec osoby, której nadaje się stopień doktora habilitowanego. Wymagania te to: a) posiadanie w dorobku osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, b) istotna aktywność naukowa realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.

Pani dr Aneta Arct spełnia oba te warunki. Osiągnięcia naukowe Pani dr Anety Arct przedstawione w cyklu publikacji zatytułowanym „Wpływ warunków środowiskowych i genetycznych na cechy związane z dostosowaniem ptaków wróblowych” oraz inne Jej dokonania po otrzymaniu stopnia doktora stanowią znaczny wkład Habilitantki w rozwój swej dyscypliny naukowej. Habilitantka wykazuje się istotną aktywnością naukową w Instytucie Nauk o Środowisku UJ, w Instytucie Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN, a w przeszłości na Uniwersytecie w Uppsali. Z pełnym przekonaniem mogę stwierdzić, że dorobek naukowy i naukowa aktywność Pani dr Anety Arct uzasadnia nadanie Jej stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki biologiczne.



(prof. dr hab. Jan R.E. Taylor)

