

Autoreferat

dr Tomasz Jerzy Szara

Katedra Nauk Morfologicznych

Instytut Medycyny Weterynaryjnej

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Warszawa, 2023

Spis treści

1. Dane osobowe.....	3
Imię i nazwisko:	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej	3
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.....	3
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.).	4
4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego	4
4.2. Wykaz publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego	4
4.3. Wprowadzenie	6
4.4. Omówienie celu naukowego publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego postępowania habilitacyjnego i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.....	9
4.5. Podsumowanie	17
5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.....	23
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.....	26

1. Dane osobowe.

Imię i nazwisko: Tomasz Jerzy Szara

ORCID: 0000-0001-8555-6435

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

1999 - stopień naukowy: doktor nauk weterynaryjnych, nadany Uchwałą Rady Wydziału Weterynaryjnego Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie z dnia 28 września 1999 roku. (wyróżnienie)

Tytuł rozprawy doktorskiej: Badanie gęstości tkanki kostnej na przykładzie metapodiów żubra (*Bison bonasus L.*) w rozwoju pozapłodowym.

2008 - Studia specjalizacyjne i tytuł specjalisty w zakresie Higieny Zwierząt Rzeźnych i Mięsa – Komisja ds. Specjalizacji Lekarzy Weterynarii

2010 - Studia Podyplomowe w zakresie Ochrona Zdrowia Publicznego – 2010 – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.

od 2003 – Katedra Nauk Morfologicznych Wydział/Instytut Medycyny Weterynaryjnej, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie - adiunkt

2001-2003 – Katedra Anatomii i Histologii Zwierząt, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, Szkoła główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie – adiunkt

1990-2000 – Katedra Anatomii Zwierząt, Wydział Weterynaryjny, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie – asystent

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. Tytuł osiągnięcia naukowego

Ocena dymorfizmu płciowego wybranych gatunków ptaków za pomocą różnych metod morfometrycznych.

4.2. Wykaz publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego.

Osiągnięcie stanowi cykl czterech powiązanych artykułów opublikowanych w czasopiśmie z bazy *Journal Citation Reports*

P 1.

Pazvant, G., İnce, N. G., Özkan, E., Gündemir, O., Avanus, K., & Szara, T. [✉] (2022). Sex determination based on morphometric measurements in yellow-legged gulls (*Larus michahellis*) around Istanbul. *BMC Zoology*, 7(1), 1-7.

IF = 1.769; MNiSW = 20 pkt

Mój udział (40%) polegał na zebraniu literatury, doborze metod i obróbce statystycznej wyników, redakcji manuskryptu, odpowiedzi na uwagi recenzentów i przygotowaniu ostatecznej wersji artykułu do druku.

P 2.

Szara, T. [✉], Gündemir, O., Günay, E., Gün, G., Avanus, K., & Pazvant, G. (2022). Sex determination in domestic rock pigeons (*Columba livia*) using radiographic morphometry. *Acta Zoologica*. 00:1-8.

IF = 1.205; MNiSW = 70 pkt

Mój udział (75%) polegał na opracowaniu koncepcji pracy, zebraniu literatury, doborze metod i obróbce statystycznej wyników, redakcji manuskryptu, odpowiedzi na uwagi recenzentów i przygotowaniu ostatecznej wersji artykułu do druku.

P 3.

Szara, T. ✉, Duro, S., Gündemir, O., & Demircioğlu, İ. (2022). Sex determination in Japanese Quails (*Coturnix japonica*) using geometric morphometrics of the skull. *Animals*, 12(3), 302.
IF = 3; MNiSW = 100 pkt

Mój udział (80%) polegał na zebraniu literatury, doborze metod i obróbce statystycznej wyników, redakcji manuskryptu, odpowiedzi na uwagi recenzentów i przygotowaniu ostatecznej wersji artykułu do druku.

P 4.

Szara, T. ✉, Günay, E., Boz, İ., Batmankaya, B., Gencer, H., Gün, G., Vatansever Çelik EC. & Gündemir, O. (2023). Bill Shape Variation in African Penguin (*Spheniscus demersus*) Held Captive in Two Zoos. *Diversity*, 15(8), 945. DOI: 10.3390/d15080945
IF=2,4, MNiSW=70 pkt.

Mój udział (70%) polegał na zebraniu literatury, doborze metod i obróbce statystycznej wyników, redakcji manuskryptu, odpowiedzi na uwagi recenzentów i przygotowaniu ostatecznej wersji artykułu do druku.

Łączny Impact Factor prac składających się na osiągnięcie wynosi 8,374, łączna liczba punktów MNiSW= 260

Żadna z przedstawionych prac nie była częścią monotematycznego cyklu prac w innym postępowaniu o nadanie stopnia doktora lub doktora habilitowanego, jak również nie stanowiła części wykazu dorobku w postępowaniu o nadanie tytułu profesora

W trzech pracach jestem pierwszym autorem, a w jednej ostatnim. We wszystkich pracach wchodzących w skład osiągnięcia jestem autorem korespondencyjnym. Kopie prac wchodzących w skład monotematycznego cyklu publikacji stanowiącego osiągnięcie naukowe zawiera załącznik nr 5 a oświadczenia współautorów określających ich wkład w powstanie każdej z nich przedstawiono w załączniku nr 6.

4.3. Wprowadzenie

Rozmnażanie płciowe jest dominującą formą rozmnażania w świecie zwierząt. Wymaga ono wyspecjalizowanych struktur anatomicznych i skutkuje niższym tempem reprodukcji ale jednocześnie ułatwia ewolucję, zapewniając zmienność genetyczną związaną z doborem naturalnym. (Weismann, 1889). Rozmnażanie płciowe wiąże się z wykształceniem cech morfologicznych, fizjologicznych i behawioralnych specyficznych dla płci. Dymorfizm płciowy jest zjawiskiem pozwalającym odróżnić osobniki męskie od żeńskich. Dymorfizm płciowy, definiowany jako różnice w wielkości lub morfologii między płciami, jest istotnym źródłem zmienności fenotypowej u zwierząt (Hedrick i Temeles, 1989). Ewolucja dymorfizmu płciowego wynika z korelacji genetycznych między płciami i presji selekcyjnej związanej z rolami reprodukcyjnymi doborem naturalnym i rywalizacją o partnera. (Lande, 1980; Lande i Arnold, 1985; Hedrick i Temeles, 1989; Cox i in, 2003; Foellmer i Fairbairn, 2005; Fairbairn i in, 2007).

Różnice związane z płcią w zakresie zachowania i ekologii poszczególnych gatunków ptaków mają kluczowe znaczenie dla zrozumienia doboru płciowego i systemów kojarzenia (Andersson, 1994). Mogą mieć również istotne konsekwencje dla ochrony gatunkowej (Zavalaga i Paredes, 1997). Opracowanie skutecznych planów ochrony gatunków zagrożonych wyginięciem wymaga szczegółowych badań ekologicznych i behawioralnych. Określenie zachowań specyficznych dla płci nie jest możliwe bez ustalenia płci poszczególnych osobników (Davis, 1988). Umiejętność określenia płci u ptaków monomorficznych ma kluczowe znaczenie do badania pewnych aspektów ich zachowania, czy też analizy przeżycia związanej z płcią (Lens i in., 1998) lub dobór płciowy. Określanie płci jest również ważne, aby zmaksymalizować pomyślną reprodukcję u ptaków trzymanyh w niewoli, na przykład w ogrodach zoologicznych (Cheney, 1990).

Dymorfizm płciowy u ssaków jest przeważnie wyraźnie zaznaczony i jest przedmiotem wielu badań i analiz naukowych. (Glucksmann, 1974). Dotyczy on przede wszystkim czaszki (Gittleman i in, 1997, Trouth i in, 1977, Marzban i in, 2020), ale zaznacza się też w obrębie kośćca kończyn (Belhaoues i in, 2020) a zwłaszcza obręczy kończyny miednicznej (Tyler i in, 1987, Van Nieuwenhuizen, 2017).

Zwierzętami cechującymi się wyjątkowo dobrze zaznaczonym dymorfizmem płciowym są przeżuwacze. (Brandes i in, 2023, Wroński i in, 2010, Post i in, 1999, Kobryńczuk, 1997). U jeleniowatych np. poroże występuje tylko u samców (z wyjątkiem reniferów) i stanowi oręż używany w walkach godowych a zatem decydujący o sukcesie

reprodukcyjnym byków (Gomes i in, 2023). W przypadku pustorogich moździenie oraz rogi są obecne u obu płci ale ich wielkość i znaczenie istotnie się różnią (Packer, 1983, Shawulu i in, 2011, Olopade i in, 2019).

Dymorfizm płciowy u ptaków nie jest tak wyraźny jak ma to miejsce w przypadku ssaków. Różnice między samcami a samicami mogą dotyczyć upierzenia, w tym jego barwy, wielkości ciała, zachowań godowych czy barwy głosu (Owens i in., 1998).

Dymorfizm kształtu to różnice w kształcie ciała lub konkretnych cech anatomicznych między osobnikami tego samego gatunku. Oznacza to, że osobniki tego samego gatunku różnią się nie tylko rozmiarem i proporcjami ciała, ale również kształtem poszczególnych części ciała. Przykłady dymorfizmu kształtu to i.in. różnice w kształcie i rozmiarze głowy, kształcie skrzydeł, kształcie kończyn, kształcie pyska, kształcie ogona, itp. Dymorfizm kształtu może mieć związek z funkcją i przystosowaniem do określonego środowiska lub stylem życia. Na przykład u ptaków dymorfizm kształtu może wynikać z różnic w sposobie zdobywania pokarmu, zdolności do lotu lub walki o terytorium (Berns i in, 2010; Kenward i in, 2004; Telemes i in, 2010).

Dymorfizm wielkościowy u ptaków jest bardzo powszechny i może dotyczyć zarówno rozmiaru całego ciała, jak i poszczególnych jego części, takich jak skrzydła, dziób, ogon itp. U większości gatunków ptaków samce są większe od samic, ale istnieją również wyjątki od tej reguły, gdzie samice są większe lub rozmiary są podobne dla obu płci. Przykładem ptaka, u którego występuje dymorfizm wielkościowy, jest orzeł przedni, gdzie samce są zazwyczaj większe i cięższe od samic (Bortolotti, 1984), a także wiele gatunków kaczek, w tym kaczka krzyżówka, gdzie samce są większe od samic. U niektórych gatunków ptaków drapieżnych obecny jest odwrócony dymorfizm wielkościowy, kiedy samice są większe (Hamra i Shipton, 2015, Jehl i Murray, 1986). Dymorfizm wielkościowy u ptaków ma zwykle związek z rolą, jaką odgrywają samce i samice w toku godowym i wychowywaniu potomstwa. U niektórych gatunków samce rywalizują o samice poprzez wykazywanie siły i zdolności do walki, co często wiąże się z większą masą i rozmiarem ciała. Natomiast samice często muszą być zwinne i szybkie, aby uniknąć drapieżników i zdobyć wystarczającą ilość pokarmu dla siebie i swojego potomstwa (Temeles, 1986).

Dymorfizm behawioralny u ptaków oznacza różnice w zachowaniu między samcami a samicami tego samego gatunku. Mogą one obejmować różne aspekty zachowania, takie jak śpiew, tańce godowe, terytorialność, opieka nad potomstwem oraz agresywność. U wielu gatunkach ptaków to samce wykazują bardziej ekspansywne i agresywne zachowania, zwłaszcza w okresie godowym, kiedy to walczą o terytoria i partnerki. Samice często

wykazują bardziej ostrożne zachowania, takie jak unikanie ryzyka i dbanie o bezpieczeństwo swojego potomstwa. Istnieją jednak również gatunki ptaków, w których to samice wykazują bardziej ekspansywne zachowania, takie jak polowanie na zdobycz, co jest charakterystyczne dla sokołów czy orłów. Dymorfizm behawioralny jest jednym z wielu sposobów, w jakie ptaki adaptują się do środowiska i rozwijają strategie przetrwania i rozmnażania. (Barske i in, 2011).

U większości ptaków nie obserwuje się wyraźnych różnic w budowie ciała między samcami a samicami. Takie gatunki określa się mianem monomorficznych. Zazwyczaj cechy dymorficzne są bardziej nasilone u ptaków poligamicznych, u których samica zajmuje się wychowaniem piskląt. U gatunków dobierających się w pary cechy dymorficzne są z reguły mniej wyraźne.

Określenie płci u monomorficznych gatunków ptaków stanowi spore wyzwanie zarówno dla hodowców, jak i ornitologów. Poza obserwacją zachowań godowych na obszarach lęgowych dokładna identyfikacja płci nie jest możliwa w warunkach terenowych. Najbardziej skuteczne określenie płci można przeprowadzić metodami molekularnymi (Cerit i Avanus, 2007). Najczęściej stosowana jest reakcja PCR z wykorzystaniem genu CHD1. Ptaki mają dwa chromosomy płciowe, podobnie jak ssaki. W przeciwieństwie do tych ostatnich, samice są heterogametyczne i ich chromosomy płci określa się literami ZW, podczas gdy homogametyczne osobniki męskie posiadają chromosomy ZZ (Ellegren 2001).

Jedną z metod przyżyciowego określania płci u ptaków monomorficznych są pomiary steku. Za pomocą tej techniki nie można jednak wiarygodnie określić płci ptaków poza okresem lęgowym, ponieważ wielkość kloaki u samic jest wówczas zbliżona do samców. Problemатyczne określanie płci samic wydaje się być związane z tzw. regresją steku samic po złożeniu jaj. Dlatego ważne jest, aby wiedzieć, kiedy nastąpiło złożenie jaj w stosunku do daty pomiaru steku (Boersma i Davies, 1987). Poza tym, bezpośrednie badanie narządów płciowych za pomocą endoskopii kloakalnej lub laparoskopii było krytykowane jako powodujące stres u zwierząt i trudne do wykonania (Volodin et al. 2009).

Morfometria umożliwia dokładne pomiarowanie i analizowanie różnic w kształcie, rozmiarze i proporcjach ciała między samcami a samicami. Wykorzystywana jest w tym celu m.in. w antropologii, zooarcheologii, paleontologii, zoologii a także w naukach medycznych i weterynaryjnych. W analizie danych morfometrycznych stosuje się szereg narzędzi statystycznych, w tym analizę wariancji, analizę składowych głównych czy analizę dyskryminacyjną.

Analiza wariancji (ANOVA) służy do porównywania średnich i pozwala na sprawdzenie, w oparciu o wyniki odpowiednich testów, czy istnieją istotne różnice w cechach morfometrycznych między płciami.

Analiza składowych głównych (PCA) umożliwia redukcję wielowymiarowych danych morfometrycznych do mniejszej liczby składowych głównych, które opisują wariancję. Metoda zakłada, że poszczególne zmienne odpowiedzialne za wariancję (np. dymorfizm płciowy) są ze sobą wzajemnie skorelowane.

Analiza dyskryminacyjna (DA) ma na celu znalezienie kombinacji liniowych zmiennych, które najlepiej różnicują grupy (samce i samice). Funkcje dyskryminacyjne są powszechnie wykorzystywane do badania różnic między populacjami na podstawie cech morfologicznych (Reyment, 1973). Jako, że większość ptaków wykazuje dymorfizm wielkości, określanie płci na podstawie pojedynczych cech bywa zawodne. Większe samice mogą być wówczas błędnie klasyfikowane jako samce i odwrotnie. Analiza dyskryminacyjna pozwala na znalezienie funkcji, która w oparciu o wiele cech pozwala na przyporządkowanie poszczególnych osobników do właściwych grup (np. gatunek, rasa, płeć). W przypadku dymorfizmu mamy do czynienia podziałem na dwie grupy (samce i samice). Funkcja dyskryminacyjna przyjmuje wówczas wartości dodatnie dla jednej z grup/płci a ujemne dla drugiej.

4.4. Omówienie celu naukowego publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego postępowania habilitacyjnego i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Celem przedstawianego osiągnięcia była próba określenia za cech budowy ciała ptaków uważanych za monomorficzne, umożliwiających odróżnienie osobników męskich od żeńskich. W każdej z czterech prac wchodzących w skład osiągnięcia używałem różnych metod morfometrycznych. Stosowałem:

- zewnętrzne pomiary głowy i skrzydła u mewy żółtonogiej,
- pomiary morfometryczne z wykorzystaniem radiogramów głowy i kończyn gołębia skalnego
- pomiary osteometryczne czaszki przepiórki japońskiej oraz
- morfometrię geometryczną dzioba pingwina afrykańskiego z wykorzystaniem fotografii.

P1 Określanie płci mewy żółtonogiej za pomocą funkcji dyskryminacyjnych z wykorzystaniem pomiarów zewnętrznych głowy i skrzydła.

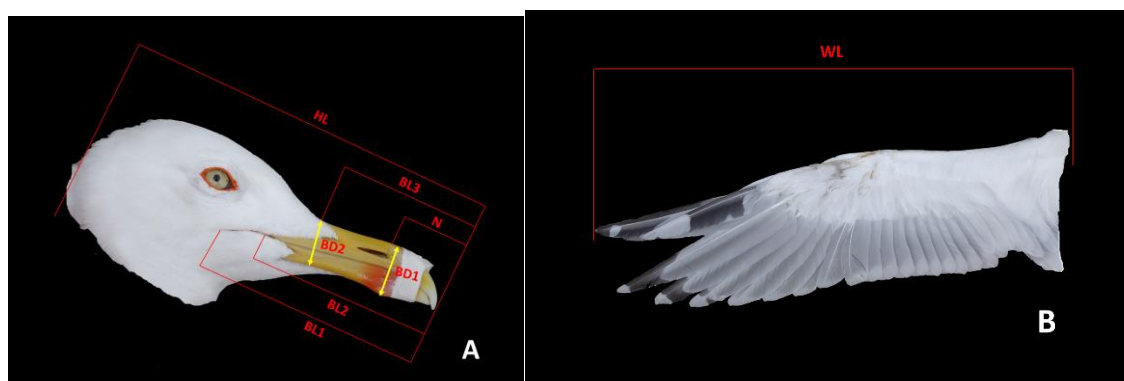
Dymorfizm płciowy u mewy żółtonogiej (*Larus michahellis*) jest słabo zaznaczony (del Hoyo et al. 1992). Dlatego oprócz obserwowania zachowań godowych nie jest możliwe określenie płci na podstawie wyglądu zewnętrznego.

Celem pracy była ocena dymorfizmu płciowego w populacji mew *Larus michahellis* z okolic Stambułu oraz opracowanie niezawodnej i łatwej metody możliwej do zastosowania w badaniach terenowych w celu określenia płci dorosłych mew żółtonogich.

Materiał do badań stanowiło 60 osobników mewy żółtonogiej (33 samce i 27 samic) zamieszkujących wybrzeża wokół Stambułu.

Płeć żywych osobników (5 samic i 2 samce) oznaczano na podstawie DNA izolowanego z krwi a w przypadku padłych ptaków (22 samice i 31 samców) w badaniu sekcyjnym.

Ptaki były ważone z dokładnością do 1 grama a następnie wykonywano pomiary morfometryczne (ryc. 1) według zasad przyjętych przez autorów wcześniejszych badań (Evans et al. 1993).



Ryc. 1 Pomiary morfometryczne wykonane u mewy żółtonogiej. A: HL - długość głowy; BL1 - długość dzioba od wierzchołka do kąta ust; N (Nalopsja) – odległość od wierzchołka dzioba do krawędzi nozdrza; BL-2 (długość dzioba-2) – największa długość nieopierzonej części dzioba; BL-3 (długość dzioba-3) – długość grzbietowa dzioba; BD-1 (wysokość dzioba-1) wysokość dzioba na poziomie gonys; BD-2 (wysokość dzioba -2) – wysokość dzioba na poziomie nasady; B: WL -długość skrzydła

Samce były istotnie cięższe od samic przy czym współczynnik zmienności masy ciała u samców był nieco wyższy niż u samic. Parametrem o najmniejszej zmienności zarówno wśród samców jak i samic okazała się długość głowy. Była to również cecha najsilniej różnicującym samce od samic.

W wyniku analizy dyskryminacyjnej uzyskano cztery funkcje, które przyjmują wartości dla samców a ujemne dla samic:

$$D1 = HL - 0.264 + BL1 - 0.061 - 36.999$$

$$D2 = HL - 0.238 + BL3 - 0.142 - 36.702$$

$$D3 = HL - 0.299 + BD1 - 0.012 - 36.744$$

$$D4 = HL - 0.238 + BD2 - 0.419 - 36.924$$

W każdej z powyższych funkcji parametrem, który w największym stopniu wpływa na jej wartość jest długość głowy. Każda z trzech pierwszych funkcji prawidłowo przyporządkowała 93,9% samców i 92,6% samic. Analiza krokowa wykazała, że funkcja D4 najskuteczniej określa płeć mewy żółtonogiej a jej skuteczność wynosi 97% dla samców i 92,6% dla samic. Wyniki te są zbieżne z obserwacjami innych autorów. Meissner et al. (2017) badając mewy srebrzyste w różnych grupach wiekowych również stwierdzili, że długość głowy i wysokość dzioba są cechami najsilniej różnicującymi płeć ptaków. Stosując zaproponowaną przez nas metodę określania płci w badaniach terenowych należy jednak wziąć pod uwagę, że kształt dzioba u mew zmienia się z wiekiem i stabilizuje się od dziewiątego roku życia (Coulson et al., 1981). Skuteczność uzyskanych w wyniku analizy dyskryminacyjnej funkcji jest wysoka lecz należałoby ją zwalidować na bardziej licznej populacji z uwzględnieniem czynników środowiskowych i w różnych grupach wiekowych. Długość skrzydła była podobna u obu płci i nie znalazła się w żadnej z funkcji dyskryminacyjnej. Podobne wyniki uzyskali Meissner et al. Wyraźnie zaznaczony dymorfizm wielkości u mewy żółtonogiej wiąże się z zachowaniami agonistycznym w okresie lęgowym i agresją towarzyszącą rywalizacji o samice (Butler & Butler, 1983, Bosch, 1996, Kazama et al., 2011). Najsilniej

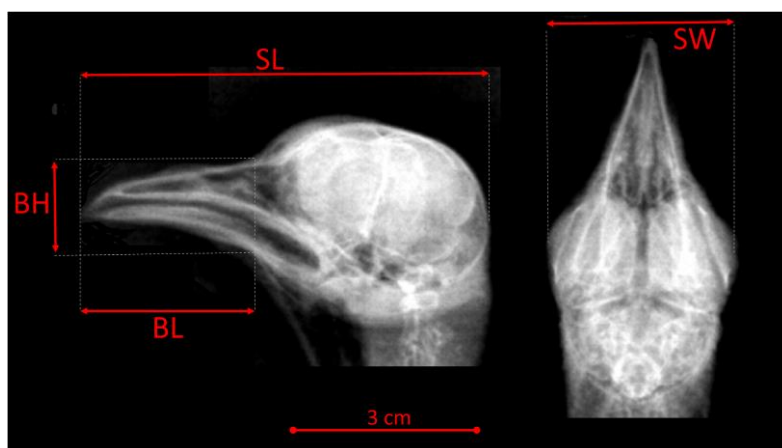
P2 Określanie dymorfizmu płciowego gołębi skalnych przy pomocy morfometrii radiograficznej głowy i kończyn.

Gołębie wykazują ekstremalny zakres zróżnicowanie pod względem zewnętrznych cech morfologicznych oraz zachowania podczas lotu, które często przekraczają różnorodność wśród innych gatunków ptaków (Stringham i in., 2012). Większość ptaków cechuje się monomorfizmem płciowym (Griffiths i in., 1998). 60% wszystkich ras gołębi uznaje się za monomorficzne (Wu i in., 2007).

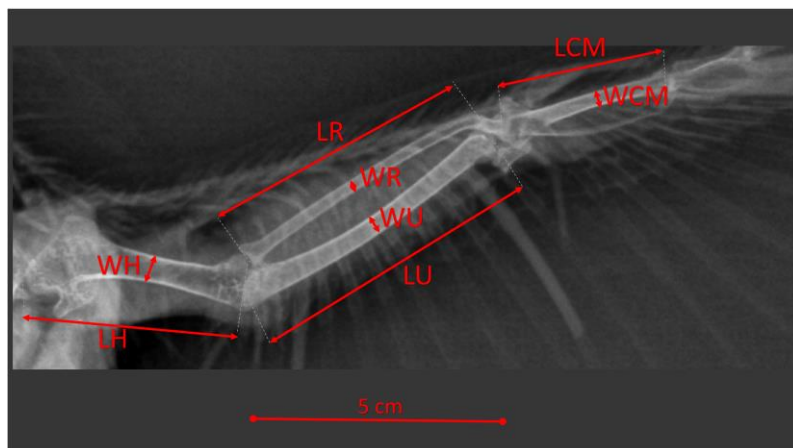
Celem badań było znalezienie różnic pomiędzy samcami i samicami gołębi skalnych na podstawie pomiarów kości wykonanych pośrednio na radiogramach. Płeć poszczególnych osobników została określona wcześniej za pomocą metod molekularnych.

Materiał do badań stanowiły zdjęcia rentgenowskie 46 gołębi. Płeć poszczególnych osobników określono za pomocą testów PCR z użyciem próbek pochodzących z piór badanych ptaków. DNA ekstrahowano z dutki pióra. W wyniku tych analiz określono płeć 18 ptaków jako męską a 25 jako żeńską.

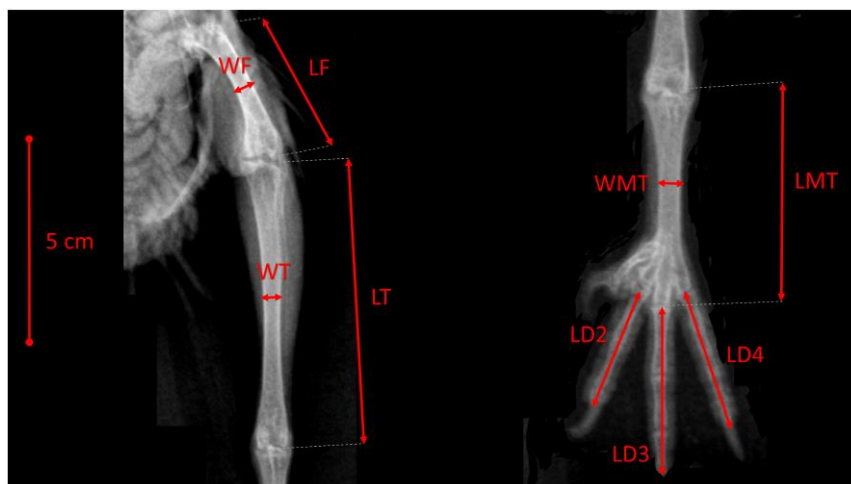
Do badań radiologicznych używano aparatu Ecoray HF-525 Plus Vet. Zdjęcia czaszki wykonywano w projekcji brzuszno-grzbietowej i w projekcji bocznej, kości kończyny piersiowej były badane w projekcji przyśrodkowo-bocznej, a kości kończyny miednicznej w projekcji przednio-tylnej. Uzyskane w ten sposób radiogramy posłużyły następnie do wykonania pomiarów morfometrycznych (ryc. 2-4)



Ryc. 2. Pomiary czaszki: SL- długość największa czaszki, BH – wysokość dzioba, BL- długość dzioba, SW – szerokość największa czaszki



Ryc. 3. Pomiary kości kończyny piersiowej: LH – długość k. ramiennej, WH – szerokość k. ramiennej, LU – długość k. łokciowej, WU – szerokość k. łokciowej, LR – długość k. promieniowej, WR – szerokość k. promieniowej, LCM – długość k. nadgarstkowo-śródręcznej, WCM – szerokość k. śródręcza większej



Ryc. 4. Pomiary kości kończyny miednicznej: LF- długość k. udowej, WF – szerokość k. udowej, LT- długość k. piszczelowo-stępowej, WT- szerokość k. piszczelowo-stępowej, LMT – długość k. stępowo-śródstopowej, WT – szerokość k. stępowo-śródstopowej, LD2 – długość kośćca palca drugiego, LD3 - długość kośćca palca trzeciego, LD4 - długość kośćca palca czwartego

W wyniku analizy statystycznej ustalono, że wszystkie badane cechy osteometryczne korelują istotnie z masą ciała ptaków. Spośród wymiarów czaszki, jedynym parametrem istotnie większym u samców była SW. Wszystkie wymiary kości kończyny piersiowej były większe u samców niż u samic, przy czym w przypadku WH, LU, LR, LCM i WCM różnice były statystycznie istotne. Również wszystkie wymiary kości kończyny miednicznej, z wyjątkiem LD4 były większe u samców niż u samic. Istotne różnice odnotowano w przypadku WF, LT, LMT i WMT.

W kolejnym etapie przeprowadzono krokową analizę dyskryminacyjną w celu wyodrębnienia cech najlepiej różnicujących gołębie ze względu na płeć. W wyniku tej analizy zbudowano funkcję dyskryminacyjną:

$$D = 1.406 \times WH + 0.481 \times LCM - 24.398$$

Funkcja ta przyjmuje wartości dodatnie dla samców i ujemne dla samic. Opracowana metoda prawidłowo przyporządkowała płeć 81,4% gołębi. Trzy samce i pięć samic zostało sklasyfikowanych błędnie.

Należy jednak zwrócić uwagę, że często skuteczność funkcji dyskryminacyjnej zastosowanej w innej populacji bywa niższa (Indykiewicz et al., 2019).

W pracy P2 wykazałem, że określenie płci u gołębi skalnych jest możliwe przy użyciu radiograficznych metod morfometrycznych z dokładnością do 81,4%. Ponadto można w ten sposób użyć pomiarów niedostępnych dla tradycyjnej morfometrii. W szczególności, na radiogramach możliwe jest pośrednio określenie szerokości kości u żywych zwierząt. Jest to

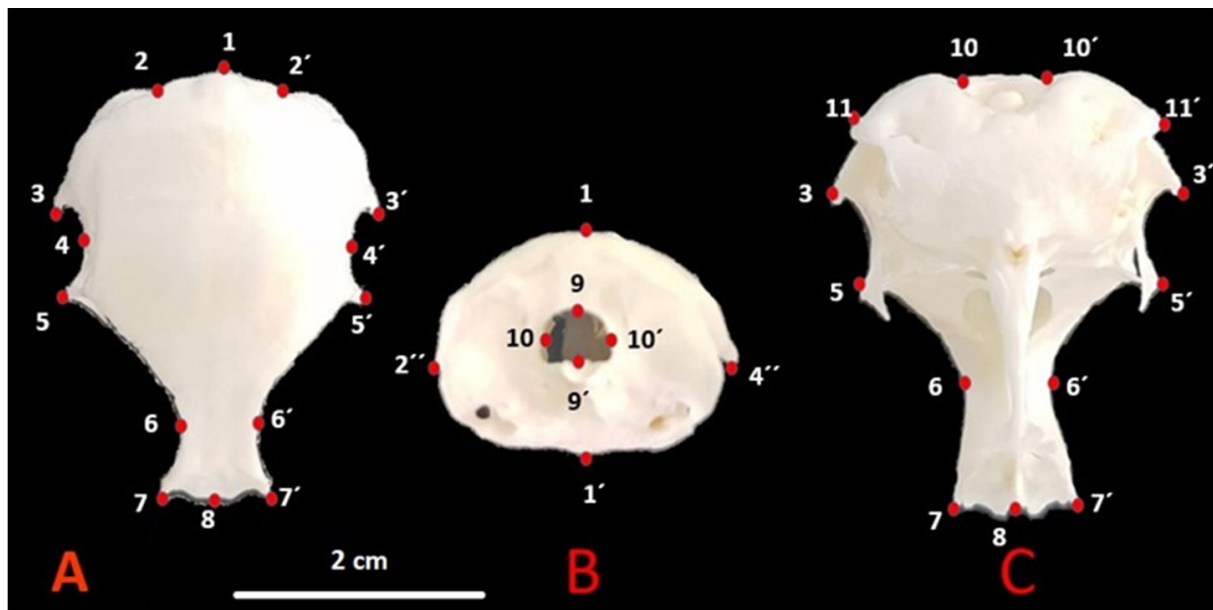
szczególnie istotne, gdyż w przypadku gołębi cechą najlepiej różnicującą płeć okazała się szerokość kości ramiennej. ($p < 0,01$).

P3 Ocena dymorfizmu płciowego przepiórki japońskiej z zastosowaniem morfometrii geometrycznej czaszki.

Kościec większości ptaków jest przystosowany do aktywnego lotu. Ta wyjątkowa umiejętność odgrywa ważną rolę w biologii ptaków. Dzięki lataniu ptaki zyskały dostęp do źródeł pożywienia nieosiągalnych dla kręgowców lądowych. Umożliwia także sezonowe migracje ptaków w poszukiwaniu optymalnych miejsc żerowania. Ze względu na tak specyficzną metodę poruszania się ptaki rozwinęły szereg cech morfologicznych wyróżniających je na tle innych zwierząt. Kształt głowy przepiórki japońskiej jest aerodynamiczny, zwężający się w kierunku dzioba. Kości twarzy są cienkie i stosunkowo niewielkie. Kości mózgowioczaszki są całkowicie zespolone ze sobą, a granice między nimi są prawie nie do odróżnienia. Oczodoły są bardzo duże, oddzielone od siebie cienką przegrodą międzyoczodołową, jama czaszki jest stosunkowo obszerna, szczególnie u małych ptaków (Koenig et al., 2013). Ukształtowanie części twarzowej czaszki jest zdeterminowane wielkością i kształtem dzioba. Ten zaś zależy od rodzaju i sposobu pobierania pokarmu (Navalon et al., 2019).

Rozróżnianie płci u przepiórki na podstawie cech morfologicznych, podobnie jak w przypadku innych ptaków jest bardzo trudne. Celem niniejszej pracy było sprawdzenie czy możliwe jest wychwycenie różnic w kształcie czaszki pomiędzy samcami i samicami przepiórki japońskiej za pomocą morfometrii geometrycznej.

Badania przeprowadzono na 39 czaszkach przepiórki japońskiej (18 samic i 21 samców). Materiał pochodził od ptaków poddanych ubojowi. Wymacerowane czaszki fotografowano w projekcji grzbietowej, doogonowej i brzusznej z odległości 15 cm. Uzyskane w ten sposób obrazy dwuwymiarowe zostały zdigitalizowane. Następnie, za pomocą programu TpsDig2 naniesiono punkty orientacyjne (ryc. 5).



Ryc. 5 Punkty orientacyjne czaszki przepiórki: A- projekcja grzbietowa, B – projekcja doogonowa, C – projekcja brzuszna

Zastosowano uogólnioną analizę Prokrustesa, która pozwala na usunięcie wpływu translacji, rotacji i skalowania na zmienność kształtu. Następnie przeprowadzono analizę składowych głównych w celu redukcji liczby zmiennych oraz identyfikacji głównych składników zmienności. Porównano kształt i wielkość środka ciężkości pomiędzy płciami.

W projekcji grzbietowej różnice między samcami i samicami były najwyraźniej zaznaczone i były istotne statystycznie. U samic czaszka była szersza, zwłaszcza w części donosowej. Oczodoły były głębsze u samców. W projekcji doogonowej to czaszki samców cechowały się większą szerokością a otwór wielki był węższy u samic. W projekcji brzusznej również czaszka samców była nieco szersza.

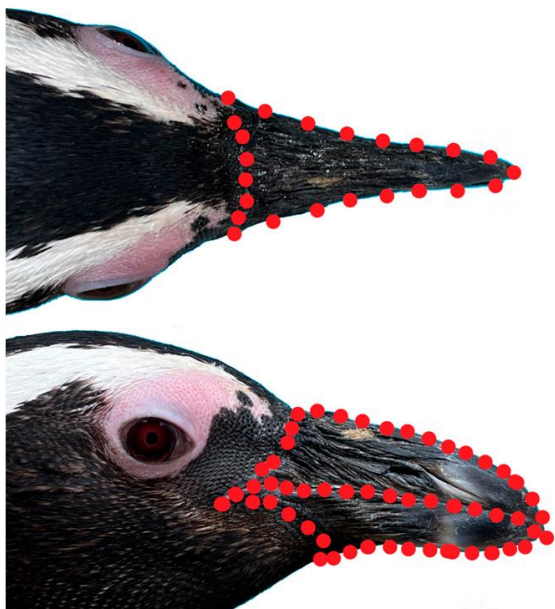
Wieloczynnikowa analiza wariancji wykazała, istotne różnice dymorficzne w wielkość czaszki wyrażonej przez jej środek ciężkości w projekcji doogonowej.

P 4 Ocena zmienności kształtu dzioba pingwina afrykańskiego związanej z płcią.

W pierwszych trzech publikacjach wchodzących w skład osiągnięcia wykazałem, że pewne cechy dymorficzne u różnych gatunków ptaków dostrzec można porównując wymiary liniowe lub kształt głowy. Wielu autorów zwraca uwagę na znaczną zmienność nie tylko międzygatunkową ale i wewnątrzgatunkową kształtu dzioba u ptaków (Berns et al., 2013,). Źródłem tej zmienności może być dymorfizm płciowy (Dalton et al., 2017) ale i inne czynniki, w tym związane ze zdobywaniem pokarmu (Navalon et al., 2019).

Celem pracy było zbadanie zmienności kształtu dzioba u pingwina afrykańskiego i ustalenie w jakim stopniu jest ona uwarunkowana przynależnością płciową, czynnikami środowiskowymi i żywieniowymi.

Materiał do badań obejmował 52 dorosłe pingwiny, w tym 32 samice i 22 samce. Zwierzęta pochodziły z dwóch ogrodów zoologicznych zlokalizowanych w Turcji: Faruk Yalcin Zoo (31 osobników) oraz Bursa Zoo (23 osobniki). Ptaki były zdrowe, w dobrej kondycji. Płeć ustalono na podstawie analizy materiału genetycznego pochodzącego z dutki pióra. W każdego z ptaków wykonano zdjęcia dzioba w projekcji grzbietowej i bocznej z odległości 15cm. Uzyskane obrazy zostały zdigitalizowane do dalszych analiz. W projekcji grzbietowej wyznaczono 23 punkty orientacyjne wzdłuż krzywizny dzioba. W przypadku projekcji bocznej były to 52 punkty. Ich układ przedstawiono na ryc. 6.



Ryc. 6 Punkty orientacyjne (półpunkty) dzioba pingwina afrykańskiego w projekcji grzbietowej i bocznej

Analizy statystyczne wykonano z użyciem pakietu Morpho J ver. 1.07 (Klingenberg, 2011). Punkty orientacyjne zoptymalizowano stosując dopasowanie Prokrustesa. Przeprowadzono analizę składowych głównych. Wyodrębniono 21 zmiennych dla projekcji grzbietowej i 53 zmienne dla projekcji bocznej. Różnice między grupami analizowano za pomocą kanonicznej analizy wariancji. W projekcji grzbietowej stwierdzono, że samce mają szerszy dziób niż samice. W projekcji bocznej różnice dotyczyły wysokości. Górna jego część była wyższa u samic a dolna u samców. W projekcji bocznej różnice pomiędzy poszczególnymi grupami były wyraźne, podczas gdy w projekcji grzbietowej wartości zmiennych kanonicznych

pokrywały się w znacznym stopniu. W celu oceny istotności różnic między samcami i samicami oraz między dwiema populacjami ptaków zamieszkującymi różne ogrody zoologiczne zastosowano test permutacji.

Wyniki potwierdziły występowanie istotnych różnic w kształcie dzioba pomiędzy grupami w projekcji bocznej i brak owych różnic w projekcji grzbietowej. Największe różnice odnotowano między samcami z ogrodu Darica i samicami z ogrodu Bursa. Samce pochodzące z obu populacji również różniły się od siebie w sposób istotny. W projekcji grzbietowej różnice nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy populacjami i płciami. Warto odnotować, że czynnikiem siniej różnicującym nie była płć lecz miejsce, z którego pochodziły pingwiny. Obliczono także średnie środki ciężkości dla każdej z grup. Samce miały większe dzioby od samic. W tym przypadku również największe różnice obserwowano między osobnikami pochodzącymi z różnych lokalizacji. Świadczy to o tym, że źródłem zmienności jest przede wszystkim środowisko, i w mniejszym stopniu, płć zwierzęcia. Wniosek ten staje się bardziej oczywisty biorąc pod uwagę fakt, że nie dotyczy ptaków wolnożyjących lecz żyjących ogrodach zoologicznych. Czynnikiem determinującym kształt i wielkość dzioba w tym przypadku nie były raczej warunki klimatyczne (Greenberg et al., 2012), gdyż oba stada dzieliła stosunkowo niewielka odległość geograficzna. Utrzymywanie ptaków w niewoli zmienia istotnie dostępność pokarmu i warunki żerowania w stosunku do środowiska naturalnego. Wallace i in. (2012) zaobserwowali, że zarówno kształt jak i wielkość dzioba u pingwinów peruwiańskich różni się między osobnikami dziko żyjącymi a ptakami utrzymywanymi w niewoli, u których dochodzi do przerostu dzioba.

4.5. Podsumowanie.

Wyniki czterech prac wchodzących w skład osiągnięcia dowodzą, że zastosowanie zaawansowanych metod statystycznych takich jak analiza dyskryminacyjna czy narzędzia morfometrii geometrycznej pozwalają na różnicowanie płci u ptaków uważanych powszechnie za monomorficzne. Przyżyciowe metody morfometryczne opierają się na danych pozyskiwanych w sposób nieinwazyjny, co jest niezwykle istotne w kontekście dobrostanu zwierząt. Narzędzia statystyczne umożliwiają wyodrębnienie ze zbioru danych cech, których kombinacja najskuteczniej określa płć ptaków. Ponadto w porównaniu do tradycyjnych metod seksowania ptaków, takich jak laparoscopia czy badania genetyczne lub hormonalne, techniki morfometryczne są tanie i łatwe w zastosowaniu. Należy jednocześnie zwrócić uwagę na ograniczoną przydatność zaproponowanych metod w stosunku do innych populacji, zwłaszcza bytujących w odmiennych warunkach środowiskowych. Każda z metod wymaga

wówczas walidacji wraz z uwzględnianiem czynników innych niż genetyczne stają się one bardziej uniwersalne. Moje rozważania dotyczyły wyłącznie osobników dorosłych i nie mają zastosowania do młodszych grup wiekowych. Jest to spore ograniczenie, wymagające dalszych analiz. Większość cech metrycznych pozwalających na odróżnianie samców od samic związanych jest z wymiarami i kształtem głowy a zwłaszcza jej części twarzowej i dzioba. Związane jest to niewątpliwie z funkcją zdobywania pokarmu, w tym także dostarczania go pisklętom, a także zachowaniom godowym i, co za tym idzie, sukcesem reprodukcyjnym samców dysponujących silniejszym dziobem

Analiza geometryczna wykazała, że dymorfizm wielkości u ptaków jest znacznie silniej zaznaczony niż dymorfizm kształtu. Oznacza to, że przy wszelkich porównaniach należy brać pod uwagę czynnik skali i posługiwać się raczej proporcjami niż pojedynczymi cechami metrycznymi. W przypadku ptaków masa ciała nie jest dość wiarygodnym parametrem pozwalającym szacować wiek czy różnicować płeć poszczególnych osobników ze względu na znaczne wahania związane z ze stanem fizjologicznym, w szczególności w okresie godowym czy ilością spożytego pokarmu.

Piśmiennictwo

5. Weismann, A., 1889, The significance of sexual reproduction in the theory of natural selection, in: Essays upon Heredity and Kindred Biological Subjects (E. B. Poulton, S. Schönland, and A. E. Shipley, eds.), Vol. 1, 2nd ed., pp. 254–338, Clarendon Press, Oxford
6. Hedrick, A. V., & Temeles, E. J. (1989). The evolution of sexual dimorphism in animals: hypotheses and tests. Trends in ecology & evolution, 4(5), 136-138.
7. Lande, R. (1980). Sexual dimorphism, sexual selection, and adaptation in polygenic characters. Evolution, 292-305.
8. Lande, R., & Arnold, S. J. (1985). Evolution of mating preference and sexual dimorphism. Journal of Theoretical Biology, 117(4), 651-664.
9. Cox, R. M., Skelly, S. L., & John-Alder, H. B. (2003). A comparative test of adaptive hypotheses for sexual size dimorphism in lizards. Evolution, 57(7), 1653-1669.
10. Foellmer, M. W., & Fairbairn, D. J. (2005). Selection on male size, leg length and condition during mate search in a sexually highly dimorphic orb-weaving spider. Oecologia, 142, 653-662.

11. Fairbairn, D. J., Blanckenhorn, W. U., & Székely, T. (Eds.). (2007). Sex, size and gender roles: evolutionary studies of sexual size dimorphism. Oxford University Press, USA.
12. Andersson, M. (1994). Sexual selection (Vol. 72). Princeton University Press.
13. Zavalaga, C. B., & Paredes, R. (1997). Sex determination of adult Humboldt penguins using morphometric characters (Determinación del sexo en adultos de *Spheniscus humboldti* utilizando características morfométricas). *Journal of Field Ornithology*, 102-112.
14. Davis, L. S. (1988). Coordination of incubation routines and mate choice in Adélie penguins (*Pygoscelis adeliae*). *The Auk*, 105(3), 428-432.
15. Lens, L., Galbusera, P., Brooks, T., Waiyaki, E., & Schenck, T. (1998). Highly skewed sex ratios in the critically endangered Taita thrush as revealed by CHD genes. *Biodiversity & Conservation*, 7, 869-873.
16. Cheney, C. A. (1990). *Spheniscus* penguins: an overview of the world captive population. *Spheniscus Penguin Newsl*, 3, 12-17.
17. Glucksmann, A. (1974). Sexual dimorphism in mammals. *Biological Reviews*, 49(4), 423-475.
18. Gittleman, J. L., & Valkenburgh, B. V. (1997). Sexual dimorphism in the canines and skulls of carnivores: effects of size, phylogeny, and behavioural ecology. *Journal of Zoology*, 242(1), 97-117.
19. Trough, C. O., Winter, S., Gupta, K. C., Millis, R. M., & Holloway, J. A. (1977). Analysis of the sexual dimorphism in the basioccipital portion of the dog's skull. *Cells Tissues Organs*, 98(4), 469-473.
20. Marzban Abbasabadi, B., Hajian, O., & Rahmati, S. (2020). Investigating the morphometric characteristics of male and female Zell sheep skulls for sexual dimorphism. *Anatomical Sciences Journal*, 17(1), 13-20.
21. Belhaoues, F., Breit, S., Forstenpointner, G., & Gardeisen, A. (2020). Sexual dimorphism in limb long bones of the German Shepherd Dog. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 49(4), 464-477.
22. Tyler, N. J. C. (1987). Sexual dimorphism in the pelvic bones of Svalbard reindeer, *Rangifer tarandus platyrhynchus*. *Journal of Zoology*, 213(1), 147-152.
23. Van Nieuwenhuizen, G. E. (2017). The relationship between pelvis size and age, breed, gender, body measurements and reproductive status of South African beef cattle (Master's thesis).

24. Brandes, C. E., & Pilaar Birch, S. E. (2023). An osteometric analysis of elk (*Cervus elaphus manitobensis*) from Great Smoky Mountains National Park. *International Journal of Osteoarchaeology*, 1-10.
25. Wronski, T., Sandouka, M., Plath, M., & Cunningham, P. (2010). Differences in sexual dimorphism among four gazelle taxa (*Gazella* spp.) in the Middle East. *Animal Biology*, 60(4), 395-412.
26. Post, E., Langvatn, R., Forchhammer, M. C., & Stenseth, N. C. (1999). Environmental variation shapes sexual dimorphism in red deer. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(8), 4467-4471
27. Kobrynczuk, F. (1997). The estimation of sexual dimorphism features of bones in the European bison using the discriminant functions. I. Bones of limb metapodial segments. *Annals of Warsaw Agricultural University. Veterinary Medicine*, 20, 3-11.
28. Gomes, M. A., Ditchkoff, S. S., Zohdy, S., Gulsby, W. D., Steury, T. D., & Newbolt, C. H. (2023). Androgens, antlers, and sexual selection: testosterone's relationship to reproductive success and associated morphological characteristics in white-tailed deer. *Evolutionary Ecology*, 37(2), 327-344.
29. Packer, C. (1983). Sexual dimorphism: the horns of African antelopes. *Science*, 221(4616), 1191-1193.
30. Shawulu, J. C., Kwari, H. D., & Olopade, J. O. (2011). Morphology of the bones of the skull in the Sahel ecotypes of goats (*Capra hircus*) in Nigeria. *Journal of Veterinary Anatomy*, 4(2), 1-13.
31. Olopade, J. O., Gambo, B. G., Yahaya, A., & Abdulhamid, M. B. (2019). Sexual Dimorphism in Osteometric Indices of Kuri Cattle Skulls. *Nigerian Journal of Physiological Sciences*, 34(2), 159-165.
32. Owens, I. P., & Hartley, I. R. (1998). Sexual dimorphism in birds: why are there so many different forms of dimorphism?. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 265(1394), 397-407.
33. Berns, C. M., & Adams, D. C. (2010). Bill shape and sexual shape dimorphism between two species of temperate hummingbirds: Black-Chinned hummingbird (*Archilochus alexandri*) and Ruby-Throated hummingbird (*A. colubris*). *The Auk*, 127(3), 626-635.
34. Kenward, B., Rutz, C., Weir, A. A., Chappell, J., & Kacelnik, A. (2004). Morphology and sexual dimorphism of the New Caledonian crow *Corvus moneduloides*, with notes on its behaviour and ecology. *Ibis*, 146(4), 652-660.

35. Temeles, E. J., Miller, J. S., & Rifkin, J. L. (2010). Evolution of sexual dimorphism in bill size and shape of hermit hummingbirds (Phaethornithinae): a role for ecological causation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1543), 1053-1063.
36. Bortolotti, G. R. (1984). Age and sex size variation in Golden Eagles. *Journal of Field Ornithology*, 55(1), 54-66.
37. Hamra, E. R. W., & Shipton, W. (2015). Sexual Dimorphism and Sex Reversal in Birds. *Journal of Applied Animal Science*, 8(3), 27-34.
38. Jehl Jr, J. R., & Murray Jr, B. G. (1986). The evolution of normal and reverse sexual size dimorphism in shorebirds and other birds. In *Current Ornithology: Volume 3* (pp. 1-86). Boston, MA: Springer US.
39. Temeles, E. J. (1986). Reversed sexual size dimorphism: effect on resource defense and foraging behaviors of nonbreeding northern harriers. *The Auk*, 103(1), 70-78.
40. Barske, J., Schlinger, B. A., Wikelski, M., & Fusani, L. (2011). Female choice for male motor skills. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278(1724), 3523-3528.
41. Cerit, H., & Avanus, K. (2007). Sex identification in avian species using DNA typing methods. *World's Poultry Science Journal*, 63(1), 91-100.
42. Ellegren H (2001) Hens, cocks and avian sex determination. *EMBO Reports* 2:192-196
43. Boersma, P. D., & Davies, E. M. (1987). Sexing monomorphic birds by vent measurements. *The Auk*, 104(4), 779-783.
44. Volodin I, Kaiser M, Matrosova V, Volodina E, Klenova A, Filatova O, Kholodova M (2009) The technique of noninvasive distant sexing for four monomorphic *Dendrocygna* whistling duck species by their loud whistles. *Bioacoustics* 18:277-290.
45. Reyment, R. A. (1973). The discriminant function in systematic biology. In *Discriminant analysis and applications* (pp. 311-337). Academic Press.
46. Manel, S., Gaggiotti, O. E., & Waples, R. S. (2005). Assignment methods: matching biological questions with appropriate techniques. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(3), 136-142.
47. Hedrick AV, Temeles EJ. 1989. The evolution of sexual dimorphism in animals—hypotheses and tests. *Trends in Ecology & Evolution* 4(5):136–138.
48. BULMER, M. 1994. Theoretical evolutionary ecology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA
49. Andersson, M. (1994). Sexual selection (Vol. 72). Princeton University Press.

50. Davis, L. S. (1988). Coordination of incubation routines and mate choice in Adélie penguins (*Pygoscelis adeliae*). *The Auk*, 105(3), 428-432.
51. Indykiewicz, P., Minias, P., Kowalski, J., & Podlaszczuk, P. (2019). Shortcomings of discriminant functions: A case study of sex identification in the black-headed Gull. *Ardeola*, 66, 361–372.
52. Lens L, Galbusera P, Brooks T, Waiyaki E, Schenck T. Highly skewed sex ratios in the critically endangered Taita thrush as revealed by CHD genes. *Biodivers Conserv*. 1998;7:869–73.
53. del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J. Handbook of the birds of the world. Barcelona: Hoatzin to auks. Lynx Edicions; 1992.
54. Evans DR, Hoopes EM, Griffin CR. Discriminating the sex of Laughing Gulls by linear measurements. *J Field Ornithol*. 1993;64:472–6.
55. Bosch, M. (1996). Sexual size dimorphism and determination of sex in Yellow-Legged Gulls (Dimorfismo sexual de tamaño y determinación del sexo en gaviotas patiamarillas). *Journal of Field Ornithology*, 534-541.
56. Butler RG, Janes-Butler S. Sexual differences in the behavior of adult great black-backed gulls (*Larus marinus*) during the pre-and post-hatch periods. *Auk*. 1983;100:63–75.
57. Kazama K, Niizuma Y, Sakamoto KQ, Watanuki Y. Factors affecting individual variation in nest-defense intensity in colonially breeding black-tailed gulls (*Larus crassirostris*). *Can J Zool*. 2011;89:938–44.
58. Meissner W, Kośmicki A, Niemczyk A, Fischer I. Development of sexual dimorphism and sexing of baltic herring gull (*Larus argentatus argentatus*) in successive age classes. *Waterbirds*. 2017;40(1):24–33.
59. Coulson JC, Duncan N, Thomas CS, Monaghan P. An age-related difference in the bill depth of Herring gulls *Larus argentatus*. *Ibis*. 1981;123:499–502.
60. Koenig, H.E.; Korb, R.; Liebich, H.G.; Klupiec, C. *Avian Anatomy: Textbook and Colour Atlas*; 5M Books Ltd.: Sheffield, UK, 2016.
61. Navalón, G., Bright, J. A., Marugán-Lobón, J., & Rayfield, E. J. (2019). The evolutionary relationship among beak shape, mechanical advantage, and feeding ecology in modern birds. *Evolution*, 73(3), 422-435.
62. Dalton, H. A., Wood, B. J., Widowski, T. M., Guerin, M. T., & Torrey, S. (2017). An analysis of beak shape variation in two ages of domestic turkeys (*Meleagris gallopavo*) using landmark-based geometric morphometrics. *PLoS One*, 12(9), e0185159.

63. Berns, C. M., & Adams, D. C. (2013). Becoming different but staying alike: patterns of sexual size and shape dimorphism in bills of hummingbirds. *Evolutionary Biology*, 40, 246-260.
64. Klingenberg, C. P. (2011). MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular ecology resources*, 11(2), 353-357.
65. Greenberg, R.; Danner, R.; Olsen, B.; Luther, D. High summer temperature explains bill size variation in salt marsh sparrows. *Ecography* 2012, 35, 146–152.
66. Wallace, R.S.; Dubach, J.; Michaels, M.G.; Keuler, N.S.; Diebold, E.D.; Grzybowski, K.; Teare, J.A.; Willis, M.J. Morphometric determination of gender in adult Humboldt Penguins (*Spheniscus humboldti*). *Waterbirds* 2008, 31, 448–453.

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

Przed uzyskaniem stopnia doktora:

W 1998 r. odbyłem trzymiesięczny staż w zakresie densytometrii układu kostnego w Pracowni Densytometrycznej Kliniki Chorób Wewnętrznych i Chorób Metabolicznych Kości Centrum Medycznym Kształcenia Podyplomowego. Efektem odbytego stażu było wykonanie części doświadczalnej badań, które stanowiły podstawę mojej rozprawy doktorskiej.

Po uzyskaniu stopnia doktora:

Współpraca z Instytutem Biologii Ssaków Polskiej Akademii Nauk w zakresie morfologii czaszki żubra zaowocowała opublikowaniem czterech prac naukowych:

Kobryńczuk, F., Kasińska, M., & Szara, T. (2008, August). Sexual dimorphism in skulls of the lowland European bison, *Bison bonasus bonasus*. In *Annales Zoologici Fennici* (Vol. 45, No. 4, pp. 335-340). Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.

Kobryńczuk, F., Kasińska, M., & Szara, T. (2008, August). Polarization of skull shapes in adult Lowland European bison, *Bison bonasus bonasus*. In *Annales Zoologici Fennici* (Vol. 45, No. 4, pp. 341-346). Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.

Krasińska, M., Szuma, E., Kobryńczuk, F., & Szara, T. (2008). Morphometric variation of the skull during postnatal development in the Lowland European bison *Bison bonasus bonasus*. *Acta Theriologica*, 53, 193-216.

Szara, T., Klich, D., Wójcik, A. M., & Olech, W. (2023). Temporal Trends in Skull Morphology of the European Bison from the 1950s to the Present Day. *Diversity*, 15(3), 377.

W latach 2010 – 2012 byłem wykonawcą w projekcie badawczym KBN N N308 563339, "Badania in vitro nad wykorzystaniem stabilizatora zewnętrznego własnej konstrukcji w leczeniu złamań trzonu kości śródręcza III u koni". Projekt był realizowany we współpracy z naukowcami z Politechniki Warszawskiej i Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Wyniki projektu zostały opublikowane w czasopismach z listy JCR:

Turek, B., Wajler, C., Kłos, Z., & Szara, T. (2013). Właściwości mechaniczne istoty zbitiej kości pęciny koni. *Medycyna Weterynaryjna*, 69(02).

Turek, B., Czopowicz, M., Potyński, A., Wajler, C., Szara, T., & Drewnowska, O. (2015). Biomechanical study in vitro on the use of self-designed external fixator in diaphyseal III metacarpal fractures in horses. *Polish Journal of Veterinary Sciences*.

Turek, B., Gorski, K., Drewnowska, O., Szara, T., & Kozłowska, N. (2023). Results of surgical treatment of mandible body fractures with own designed external fixator in two horses. *Medycyna Weterynaryjna-Veterinary Medicine-Science and Practice*, 79(1), 44-48.

Były też podstawą postępowania o nadanie stopnia dra hab. Bernarda Turka.

W 2015 roku odbyłem miesięczny staż w Katedrze Anatomii Zwierząt Narodowego Uniwersytetu Przyrodniczego i Ochrony Środowiska (NUBiP) w Kijowie W ramach współpracy m. in. z tą uczelnią powstała wieloosrodkowa publikacja, w której jestem autorem korespondencyjnym:

Gündemir, O., Duro, S., Szara, T., Koungoulos, L., Jashari, T., Demircioğlu, İ., Ilieski V, Melnyk O.P. & Melnyk, O. O. (2023). Skull variation in different breeds sheep from Balkan countries. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 249, 152083.

Zostałem też wyróżniony Złotym medalem im. W.G. Kasjanenka przyznany przez Towarzystwo Anatomów, Hitologów, Emriologów i Anatomów Topograficznych Ukrainy za osiągnięcia naukowe i współpracę morfologami ukraińskimi.

W roku 2021 podjąłem współpracę z prof. Sokolem Duro z Uniwersytetu Rolniczego w Tiranie w zakresie morfologii żółwia greckiego. Zaowocowała ona opublikowaniem dwóch prac:

Duro, S., Sönmez, B., Gündemir, O., Jashari, T., & Szara, T. (2021). Morphological Divergence of Hermann's Tortoise (*Testudo hermanni boettgeri* Mojsisovits, 1889) in Albania. *Animals*, 11(1), 134.

Duro, S., Sönmez, B., Gündemir, O., Jashari, T., & Szara, T. (2021). Morphological Divergence of Hermann's Tortoise (*Testudo hermanni boettgeri* Mojsisovits, 1889) in Albania. *Animals* 2021, 11, 134.

Następnie rozszerzyłem współpracę podejmując wspólne badania z prof. Ozanem Gundemirem z Wydziału Medycyny Weterynaryjnej w Stambule, w wyniku której efektem jest szereg publikacji. Dotyczą one różnych aspektów morfometrii ssaków, w tym morfometrii geometrycznej. W większości tych pozycji byłem autorem korespondencyjnym.

Gündemir, O., Szara, T., Pazvant, G., Erdikmen, D. O., Duro, S., & Perez, W. (2021). Radiogrametric analysis of the thoracic limb phalanges in Arabian horses and thoroughbred horses. *Animals*, 11(8), 2205.

Gündemir, M. G., Szara, T., Spataru, C., Demircioglu, I., Turek, B., Petrovas, G., & Spataru, M. C. (2023). Shape differences of the Carina sterni in birds of various locomotion types. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 52(2), 190-196.

Gündemir, O., Duro, S., Szara, T., Koungoulos, L., Jashari, T., Demircioğlu, İ., ... & Melnyk, O. O. (2023). Skull variation in different breeds sheep from Balkan countries. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 249, 152083.

Gündemir, O., Koungoulos, L., Szara, T., Duro, S., Spataru, M. C., Michaud, M., & Onar, V. (2023). Cranial morphology of Balkan and West Asian livestock guardian dogs. *Journal of Anatomy*.

Akbaş, Z. S., Duro, S., Yalin, E. E., Gündemir, O., Özkan, E., & Szara, T. (2023). Detection of sexual dimorphism of the foramen magnum in cats using computed tomography. *Anatomia, Histologia, Embryologia*.

Również pozycje wchodzące w skład osiągnięcia powstały przy współpracy z tym ośrodkiem.

24.06.2022 decyzją Rady Instytutu Studiów Podyplomowych Uniwersytetu Cerrahpasa w Stambule zostałem powołany na co-promotora w programie doktoranckim Esry Senol, która przygotowuje dysertację doktorską w Katedrze Anatomii na Wydziale Medycyny Weterynaryjnej tejże uczelni. Wspólnie z Doktorantką opublikowaliśmy pracę:

Şenol, E., Gündemir, O., Duro, S., Szara, T., Demiraslan, Y., & Karadağ, H. (2022). A pilot study: Can calcaneus radiographic image be used to determine sex and breed in cats?. *Veterinary Medicine and Science*, 8(5), 1855-1861.

W ramach porozumienia zawartego pomiędzy Szkołą Główną Gospodarstwa Wiejskiego a Miastem Stołecznym Warszawą podjąłem współpracę z Miejskim Ogrodem Zoologicznym im. Antoniny i Jana Żabińskich w Warszawie, w ramach której pozyskuję eksponaty do kolekcji osteologicznej. Współpraca ta ma charakter edukacyjno-naukowy.

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

Prowadzę zajęcia dydaktyczne z przedmiotów Anatomia zwierząt 1 i 2 i Anatomia Porównawcza dla kierunku weterynaria. Od 2007 a więc od uruchomienia studiów anglojęzycznych na kierunku weterynaria w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego do chwili obecnej prowadzę wykłady, ćwiczenia i jestem koordynatorem przedmiotu Animal Anatomy 1. Do 2022 roku pełniłem te funkcje również w module Animal Anatomy2. Jestem też koordynatorem, prowadzę wykłady i ćwiczenia na przedmiocie Anatomia Zwierząt dla kierunku biotechnologia w języku polskim i angielskim. Prowadziłem również zajęcia o charakterze indywidualnego programu dydaktycznego dla studentów wymiany międzynarodowej programu Erasmus plus.

Odbyłem 7 wyjazdów do uczelni zagranicznych w ramach akcji Staff Mobility programu Erasmus plus, prowadząc zajęcia w języku angielskim:

2010 – Freie Universität Berlin, Niemcy

2016 – Agricultural University of Tirana, Albania

2017 – CEU Universidad Cardenal Herrera, Valencia, Hiszpania

2017 – National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,

2021 – Tswane University Pretoria, RPA

2022 – Tswane University Pretoria, RPA

2022 – İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Jestem współautorem podręczników akademickich:

Cegielka S., Kobryń H., Kobryńczuk F., Kupczyńska M., Makowiecka M., Szara T.,
Świeżyński K.(1999): Kompendium z anatomii topograficznej zwierząt domowych.
Wydawnictwo SGGW, Warszawa

Przespolewska, H., Kobryń, H., Szara, T., & Bartyzel, B. J. (2009). Podstawy anatomii
zwierząt domowych. Wieś Jutra, Warszawa.

Kobryń H., Kupczyńska M., Makowiecka M., Przespolewska H., Skibniewski M., Szara T. :
Atlas Anatomii Topograficznej Zwierząt Domowych. Peter Popesko. Opracowanie wydania
polskiego. PWRiL, Warszawa, 2008.

Makowiecka M., Skibniewski M., Szara T.: Słownik mian anatomicznych łacińsko-angielski
do Atlasu Anatomii Topograficznej Petera Popeski. PWRiL, Warszawa, 2008.

W latach 1999-2002 wykonałem 14 tłumaczeń z języka angielskiego artykułów w
czasopiśmie branżowym Weterynaria po Dyplomie, która popularyzuje wiedzę z zakresu
nauk klinicznych wśród lekarzy weterynarii.

W latach 1992-2002 pełniłem funkcję sekretarza Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej Szkoły
Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

Od 1996 roku zasiadałem w Radzie Wydziału Medycyny Weterynaryjnej Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

Od 2019 roku jestem członkiem Rady Dyscypliny Weternaria SGGW.

W latach 2002-2005 byłem członkiem Senatu Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego i Senackiej Komisji ds. Rozwoju Kadr Naukowych i Dydaktycznych

Od 2016 do chwili obecnej jestem członkiem Senackiej Komisji ds. Dydaktyki i Wychowania.

Od 2018 roku do chwili obecnej pełnię funkcję Społecznego Wydziałowego Inspektora Pracy.

Od 2019 roku jestem członkiem Komisji ds. Oceny Nauczycieli Akademickich w Instytucie Medycyny Weterynaryjnej SGGW.

Od 2021 r roku pełnię funkcję wydziałowego koordynatora ds. profesorów wizytujących.

W latach 2020-2022 byłem recenzentem akademickim Centralnej Komisji Egzaminacyjnej. W ramach współpracy oceniałem testy i zadania praktyczne do egzaminu potwierdzającego kwalifikacje w zawodzie technika weterynarii. Jestem też autorem zestawu takich pytań.

Jestem członkiem Polskiego Towarzystwa Nauk Weterynaryjnych oraz European Association of Veterinary Anatomists.

Byłem członkiem komitetu organizacyjnego IX Zjazdu Polskiego Towarzystwa Immunologii Doświadczalnej i Klinicznej (Warszawa, 1998) , członkiem komitetu naukowego XXXIII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Anatomicznego (Katowice, 2017) oraz III. International & XII. National Veterinary Anatomy Congress, (Samsun, 2023).

Jestem członkiem zespołu redakcyjnego czasopism:

Frontiers in Veterinary Science,
Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management
oraz Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi.

Jestem też redaktorem gościnnym specjalnego wydania “Animal Geometric Morphometrics—Concepts, Methods, and Applications” w czasopiśmie Animals

Wykonałem 24 recenzje artykułów naukowych, w tym:

12 dla Animals

1 dla BMC Veterinary Research

1 dla The Anatomical Record

1 dla Applied Sciences

3 dla Anatomia, Histologia, Embryologia

2 dla Anatomia

3 dla Veterinary Sciences

1 dla African Journal of Ecology

Corocznie biorę udział w Festiwalu Nauki, prowadząc lekcje dla dzieci i młodzieży, które cieszą się dużym zainteresowaniem słuchaczy.

W ramach Dni SGGW oprowadzam gości po Muzeum Osteologicznym upowszechniając wiedzę na temat roli Uczelni, Wydziału i Katedry w restytucji żubra.

W latach 2009, 2020 i 2023 zostałem wyróżniony nagrodą zespołową I stopnia JM Rektora SGGW a w latach 2012 i 2016 nagrodą zespołową II stopnia JM Rektora SGGW.

.....
(podpis wnioskodawcy)